



TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI

GS. TS. NGUYỄN THỊ HIỀN (CHỦ BIÊN)

PGS. TS. LÊ THANH MAI

ThS. LÊ THỊ LAN CHI

ThS. NGUYỄN TIẾN THÀNH

ThS. LÊ VIỆT THẮNG

KHOA HỌC - CÔNG NGHỆ



EBOOKBKMT.COM
Tài liệu kỹ thuật miễn phí



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT





TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI

GS. TS. NGUYỄN THỊ HIỀN (Chủ biên)

PGS. TS. LÊ THANH MAI, ThS. LÊ THỊ LAN CHI

ThS. NGUYỄN TIẾN THÀNH, ThS. LÊ VIỆT THẮNG

EBOOKBKMT.COM

Tài liệu kỹ thuật miễn phí

KHOA HỌC – CÔNG NGHỆ

MALT VÀ BIA



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI

MỞ ĐẦU

Cuốn sách Khoa học – Công nghệ Malt và Bia là một cuốn giáo trình, sách đã được tập hợp và chắt lọc từ nhiều tư liệu về khoa học và công nghệ sản xuất malt và bia của các nước khác nhau (Anh, Pháp, Nga, Tiệp) để phục vụ cho các đối tượng khác nhau như sinh viên, cán bộ làm việc liên ngành.

Chúng tôi đã chuẩn bị tư liệu cho cuốn sách này gần 15 năm qua từ nhiều nguồn khác nhau.

Ban tác giả chúng tôi cũng xin chân thành cảm ơn Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, một số sinh viên ngành công nghệ lên men, các đồng nghiệp và gia đình đã hỗ trợ cung cấp thông tin và in ấn tài liệu này.

Tuy tập thể tác giả đã cố gắng hoàn chỉnh cuốn sách nhưng chắc không thể tránh khỏi những thiếu sót ở lần in đầu tiên. Chúng tôi mong bạn đọc góp ý để chúng tôi sửa chữa và hoàn thiện cho bản in lần sau tốt hơn để phục vụ bạn đọc và người học được tốt hơn.

**Thay mặt Ban tác giả
Chủ biên**

GS. TS. Nguyễn Thị Hiền

PHẦN MỞ ĐẦU

LỊCH SỬ CÔNG NGHỆ NGÀNH SẢN XUẤT BIA

Giới thiệu

Bia là loại nước giải khát có truyền thống lâu đời, có giá trị dinh dưỡng cao và có độ cồn thấp, mùi vị thơm, ngon và bổ dưỡng. Uống bia với một lượng thích hợp không những có lợi cho sức khỏe, ăn cơm ngon, dễ tiêu hoá mà còn giảm được sự mệt mỏi sau ngày làm việc mệt nhọc. Khi đời sống kinh tế xã hội phát triển nhu cầu tiêu thụ bia của con người ngày càng tăng, thậm chí trở thành loại nước giải khát không thể thiếu hàng ngày đối với mỗi người dân phương Tây.

So với những loại nước giải khát khác, bia có chứa một lượng cồn thấp (3 - 8%), và nhờ có CO₂ giữ được trong bia nên tạo nhiều bọt khí rót, bọt là đặc tính ưu việt của bia.

Về mặt dinh dưỡng, một lít bia có chất lượng trung bình tương đương với 25 g thịt bò hoặc 150 g bánh mì loại một, hoặc tương đương với nhiệt lượng là 500 kcal. Vì vậy bia được mệnh danh là bánh mì nước.

Ngoài ra trong bia còn có vitamin B1, B2, nhiều vitamin PP và axit amin rất cần thiết cho cơ thể. Theo Hopkins, trong 100 ml bia 10% chất khô có: 2,5 - 5 mg vitamin B1, 35 - 36 mg vitamin B2 và PP. Chính vì vậy từ lâu bia đã trở thành thứ đồ uống quen thuộc được rất nhiều người ưa thích.

Đối với ngân sách quốc dân, ngành bia đã đóng góp một tỷ trọng không nhỏ. Một bài toán kinh tế kỹ thuật đã và đang được đặt ra cho ngành bia Việt Nam: làm thế nào giảm được giá thành đầu tư mà vẫn đảm bảo chất lượng bia, công nghệ đạt trình độ các nước tiên tiến. Mô hình tối ưu hoá là: tự chế tạo trong nước các thiết bị không sinh công (tank lên men, bình chịu áp lực...) theo công nghệ tiên tiến trên thế giới. Thực tế trong sản xuất đã khẳng định xu thế đó là đúng. Việc chế tạo các thiết bị đó đã được một vài công ty chế tạo, tuy nhiên kết cấu tối ưu vẫn là một câu hỏi lớn cho các nhà thiết kế chế tạo.

0.1. Khởi nguồn đầu tiên về bia

Những sản phẩm lên men đầu tiên từ lúa mạch đã được biết đến từ 8000 năm trước công nguyên (TCN). Người ta cho rằng Osiris (vị thần nông nghiệp Ai Cập) là người đầu tiên đã hướng dẫn con người làm bia từ lúa mạch. Tuy nhiên, theo Herodotus viết ở thế kỷ thứ Năm trước Công nguyên lại cho rằng công lao đó thuộc về vợ của ông Osiris là Iris. Bằng phỏng đoán chúng ta có thể tin rằng người ta suy tôn Osiris và Iris vì coi sự phát triển một cách ngẫu nhiên về lên men là do có "sự can thiệp của các vị thần thánh" mà Osiris và Iris chính là người đã thực hiện.

Nhiều tài liệu lịch sử chỉ ra rằng cách đây hơn 5000 năm (TCN), người Sumérien và Assyrien đã sản xuất được một loại đồ uống lên men từ các loại ngũ cốc. Từ 4000 năm TCN, theo những bản thảo và di tích khảo cổ ở bảo tàng Ai Cập học của Bruxelles (hình 0.1), những người Ai Cập đã có những loại bia được xếp hạng cao, như là “bia của các nhà Quý tộc”, “bia của Ai Cập”. Vào khoảng 2000 TCN, dưới thời vua Hammourabi, người Babilon đã viết thành sách các nguyên tắc nấu bia và quá trình nấu bia được quản lý khá chặt chẽ.



Hình 0.1. Xưởng bia tìm thấy trong nhà mộ Ai Cập (2500 TCN).

Thời trung cổ, những thầy tu đã là những người đầu tiên công nghiệp hoá việc sản xuất bia. Ở tu viện của St. Gall, Thụy Sĩ, người ta vẫn còn giữ được những xưởng bia cổ nhất. Cũng ở thời này, người ta đã bắt đầu tạo hương cho bia bằng cách thêm vào dịch hèm những loại thảo mộc có vị đắng và hương thơm. Những người đứng đầu (Seigneur) giữ bí mật về hỗn hợp chất tạo hương này và thu được từ đây một nguồn lợi rất lớn. Đến thế kỷ thứ 8, người ta đã biết sử dụng hoa houblon.

Những nghiên cứu khoa học về sản xuất bia chỉ thực sự được bắt đầu năm 1876, cùng với việc xuất bản các “Nghiên cứu về Bia” của Louis Pasteur. Trước tiên, ông đã chỉ ra những “bệnh” của bia là do sự phát triển của vi sinh vật và đã đưa ra những nền tảng đầu tiên của một qui trình sản xuất hợp lý. Ông cũng đã phát minh ra phương pháp thanh trùng mang tên ông, Pasteur, mà cho tới nay người ta vẫn áp dụng để tránh nhiễm khuẩn cho bia.

Do vậy, nghiên cứu khoa học đã tạo ra những bước phát triển nhanh trong sản xuất bia và tạo nên một ngành công nghiệp lớn mạnh ngày càng phát triển.

Sản xuất bia ở nước Anh cổ xưa

Theo nhiều tài liệu lịch sử, vào thế kỷ đầu tiên sau Công nguyên người Briton và người Ailen bắt đầu sản xuất ‘coirm’ (tên xưa của bia vàng) từ lúa mạch. Phương pháp mà những người Briton xưa sản xuất bia cũng tương tự như người Ai Cập cổ đại: Thóc lúa được ngâm trong nước và cho nảy mầm, rồi làm khô và nghiền thành bột, sau đó pha vào một lượng nước nhất định, lên men, tạo ra một loại đồ uống êm dịu, ấm nóng, đậm đà và có cảm giác lâng lâng.

Lịch sử của bia vẫn luôn luôn gắn kết với nhà thờ. St. Brigid là nơi đã sản xuất bia vàng ở Miền Đông để cung cấp cho tất cả các nhà thờ trong vùng. Sau này, từ các tu viện xuất hiện những nhà sản xuất bia vàng đầu tiên ở đảo quốc sương mù. Tất cả các tu viện và giới tu sĩ đều có những nơi sản xuất bia riêng của họ. Các thầy tu sử dụng các ký hiệu X, XX, XXX như là một đảm bảo về phẩm chất nổi tiếng cho bia theo độ mạnh tăng dần. Năm 1295, Tu viện trưởng của Burton-on-Trent bắt đầu lợi dụng lợi thế của nguồn nước giếng có tiếng của họ để sản xuất bia, mà cho đến ngày nay, những nguồn ấy cũng vẫn được xem như là quà tặng của Thượng đế. Các Tu viện truyền những kỹ xảo về sản xuất bia về nhà riêng của mình. Vào khoảng thời Trung Cổ, bia vàng đã trở thành đồ uống được chọn cho bữa sáng, bữa trưa và bữa tối. Chè và cà phê thời đó vẫn chưa phát triển.

Khi việc sản xuất bia vàng tại nhà trở lên phổ biến, bắt đầu xuất hiện các xưởng sản xuất bia có quy mô lớn hơn. Có 2 nhóm sản phẩm chính được sản xuất khi đó: một được lên men theo xu hướng ngâm ủ trong các thùng (bia mạnh) và một sản xuất thông qua các loại dịch đường pha loãng hơn (bia nhẹ). Các thùng lên men bia vàng khi đó làm bằng gỗ hoàn toàn.

Việc đánh giá chất lượng bia vàng đã có từ năm 1266, và từ đầu năm 1305, các cơ sở sản xuất bia bắt buộc phải có giấy phép sản xuất.

Bia Anh bắt đầu sang Pháp khi Becket cùng với Chancellor được vua Henry cử sang Pháp để cầu hôn công chúa Pháp. Ông ta đã đem khá nhiều bia vàng Anh để làm quà. Thứ đồ uống này đã gây ngạc nhiên cho người Pháp: đồ uống lành mạnh nhất, không có một chút cặn bã nào, cạnh tranh với rượu vang về màu sắc và vượt trội về hương vị.

Đạo luật *Trent Navigation* đầu thế kỷ 18 đã mở ra việc vận chuyển bia từ Burton-on-Trent qua Hull đến với các nước trên thế giới. Nhờ vậy sản phẩm bia Anh đã trở thành phổ biến, nó đã được phân phối tới nhiều vùng lãnh thổ chủ yếu theo đường biển. Chẳng hạn, bia đen Luân Đôn trở thành phổ biến ở Gouda và Muiden thuộc Hà Lan.

Sản xuất bia ở các nước khác

Các sản phẩm đồ uống lên men cũng được sản xuất.

Ở Nga, đồ uống dân gian là Quass (nước Kvas), được làm từ lúa mạch ủ mạch nha, đôi khi được làm dịu đi bằng cách thêm nho khô (để tạo bọt), một mẫu bánh mì lúa mạch đen (để tạo vị chua nhẹ) và những hoa quả khác nhau để tạo màu.

Ở các vùng núi Nam Mỹ có sản phẩm đồ uống Chicha từ ngô và những thổ sản của vùng núi được sản xuất. Để tạo ra sản phẩm này, ngô được nghiền và hoà thành bột nhão sau đó để lắng, cháo ngô thu được vào một quả bầu, cho thêm nước để lên men, sản phẩm cuối cùng là đặc sản mời khách.

Ở vài nước bao gồm Trung Quốc và Nhật Bản, các sản phẩm lên men truyền thống dựa trên cơ sở lúa gạo, ví dụ rượu Sake, được lên men ở trạng thái rắn (Koji). Ở Trung Quốc, sự phát triển quan trọng của công nghiệp sản xuất bia, thông qua các thành viên hội buôn,

bao gồm các nhà sản xuất bia hàng đầu thế giới, đã có những thành tựu lớn trong thời gian gần đây, thể hiện là quốc gia lớn về sản xuất bia trên thế giới. Tại Nhật, từ nguồn gốc ban đầu trong nhà máy bia thực nghiệm của công ty Mỹ Wiegand và Copeland trong thung lũng Spring-Yolohama, Công ty bia Kirin được thành lập năm 1907. Trước đó là Công ty Bia Osaka và công ty trách nhiệm hữu hạn Các nhà máy bia Asahi được thành lập năm 1889.

Ở Philippin, San Miguel hùng mạnh là người sản xuất chính, ở những nước như Thái Lan và Singapo có sự cạnh tranh của các hãng nổi tiếng như Heineken, Guinness và Carlsberg. Ở các nước Phương Đông khác, bia vẫn chỉ là một thứ đồ uống thứ yếu.

Sự hình thành các "đại gia" sản xuất bia

Những năm cuối của thế kỷ 18, bia sản xuất tại gia đình đã suy giảm, thay vào đó là sự phát triển của các cơ sở sản xuất có quy mô tính công nghiệp, trừ các vùng nông thôn còn giữ lại cách sản xuất truyền thống của họ.

Sự phát triển của đường bộ và đường sắt cho phép những nhà sản xuất bia lớn phân phối các sản phẩm của họ. Vào năm 1815, Barclay Perkins đã sản xuất trên 300.000 thùng bia một năm ở Luân Đôn, việc sử dụng những động cơ hơi nước mới nhất lúc đó đã tạo thuận lợi cho Cách mạng Công nghiệp.

Năm 1777, William Bass (57 tuổi) bắt đầu một xưởng bia ở Burton. Vào năm 1797, sản lượng tăng lên tới 2000 thùng. Một nửa được tiêu thụ tại chỗ, còn lại được đưa bằng đường sông và kênh đào tới Hull để vận chuyển hàng bằng tàu biển đến các cảng Baltic nhằm tiêu thụ ở Phần Lan, Nga và Ba Lan. Các khó khăn trong vận chuyển bia đã gợi ý cho các nhà sản xuất bia ở Luân Đôn thành lập xưởng sản xuất bia riêng của họ tại Miền Trung Đông: Ind Coope năm 1856, Charrington năm 1871 và Mann & Crossman năm 1875.

Samuel Whitbread (22 tuổi, người Bedfordshire) thành lập nhà máy sản xuất bia của mình năm 1742 ở Luân Đôn, chủ yếu là sản xuất bia đen, và anh đã chuyển tới phố Chiswell năm 1750, và trở nên nổi tiếng ngay. Tới năm 1796, Whitbread đã đạt năng suất 200.000 thùng bia một năm.

Một số tên tuổi nổi tiếng khác cũng xuất hiện: Charrington & Moss lập nên cửa hàng ở Mile End năm 1766; Nhà máy bia Stag đã thành lập đầu năm 1636, rồi đến Watney năm 1836 và sau đó là hàng loạt các nhà máy bia khác ra đời. Guinness bắt đầu sản xuất bia ở Dublin năm 1759.

Ở Úc, vào giữa thế kỷ 19 có những tên tuổi trong ngành sản xuất bia đã xuất hiện như: Tooth, Toohey, Carlton, South Australia Brewing, Cascade, Cooper, Swan, Boag, Foster. Một số trong những tên tuổi đứng đầu đã định cư tại những thành phố lớn: ví dụ như Resch thay đổi vị trí từ Wilcannia tới Brisbane, Castlemaine tới thành phố vàng Victorian. Úc đã nhanh chóng áp dụng khoa học tiên tiến vào sản xuất bia cuối thế kỷ 19. Những nhà sản xuất bia lớn hơn lắp đặt những máy làm lạnh và ứng dụng học thuyết của Pasteur. Các máy lạnh cơ khí đã được lắp đặt lần đầu tiên ở nhà máy bia Bendigo năm 1857.

Một nhà máy bia có tiếng khác là Auguste de Bavay người Bỉ, đã mang theo mình tới công ty sản xuất bia Fosters (Anh em Fosters là người di cư từ New York) cả những kỹ thuật văn minh thuần túy của Emil Christian Hansen và cả những công thức lager (bia nhẹ của Đức) thu được từ trường đại học Cologne, đã nhanh chóng bỏ qua bia vàng cổ truyền để thay thế bằng kiểu bia ưa thích ở Australia.

0.2. Sơ lược về sự hình thành IGB (The Institute and Guild of Brewing Asia Pacific Section)

Louis Pasteur đã bắt đầu nghiên cứu của ông với rượu vang và bia, tiến hành các xét nghiệm đầu tiên theo hướng mà Whittred đã đề xuất năm 1871. Ông đã có một tác động nào đó tới Edward Moritz, khi đó mới 26 tuổi, cổ vấn hoá học cho Hội Các nhà sản xuất bia Quốc gia để tập hợp những người bạn thân ở quán cà phê Fitzroy Square (Luân Đôn) vào năm 1886 cho ra mắt Câu lạc bộ Phòng thí nghiệm.

Cũng giống như những Câu lạc bộ khác vào thời gian đó, Câu lạc bộ Phòng thí nghiệm đã xuất bản những văn kiện hội nghị chuyên môn của nó. Bài báo đầu tiên là bài “Nước chiết có giới hạn”. Hội nghị hàng năm được tổ chức lần đầu tiên năm 1888 với chủ đề “Nước”. Và hội nghị này đã thu hút tới 150 người tham gia.

Quá kinh ngạc với thành công bất ngờ, Edward Moritz đã cảm thấy Câu lạc bộ có một khả năng trở thành một tổ chức chuyên ngành tương tự như Viện Hoá học, vì vậy ông đã đề xuất thay đổi tên Câu lạc bộ Phòng thí nghiệm thành Viện nghiên cứu Bia vào ngày 13 tháng 11 năm 1890 tại Nhà hàng Criterion ở Paiccadilly, Luân Đôn. Dần dần tổ chức này phát triển mạnh, mở rộng ra bên ngoài Luân Đôn, hình thành một liên hiệp các Viện trong các vùng miền của nước Anh, và từ năm 1894 Viện nghiên cứu bia mở rộng tổng hành dinh ở Luân Đôn và ngày nay là Viện nghiên cứu Bia Quốc tế Luân Đôn.

Sự phát triển lan tới nước Úc vào tháng 8 năm 1953 từ một kiến nghị của những hội viên trước đây của Khu vực Luân Đôn, điển hình là Lance Walters ở Công ty sản xuất Bia South Australia. Vào tháng 8 năm 1953, khu vực Australia đã tổ chức hội nghị đầu tiên của mình ở Trường Đại học Adelaine. Tên của tổ chức này đã từng thay đổi vào năm 1967 để thể hiện thành phần hội viên gồm những người New Zealand gốc Australia và khu vực New Zealand, sau đó đến năm 1994 lại đổi tên thành Khu vực Châu Á – Thái Bình Dương để thể hiện thành phần hội viên gồm những thành viên trong vùng. Đến năm 2001 tên chính thức của tổ chức này là IGB (The Institute & Guild of Brewing Asia Pacific Section).

0.3. Định nghĩa về bia

Công nghiệp bia được xếp vào các ngành “công nghiệp nông nghiệp” bởi nó tác động lên các sản phẩm của nông nghiệp. Trong đó, nó lại được xếp vào nhóm “công nghiệp lên men” vì biến đổi chính được thực hiện trong sản xuất bia là kết quả của quá trình lên men rượu.

Định nghĩa bia của Pháp: “Bia là một loại đồ uống thu được từ quá trình lên men dịch các chất chiết từ đại mạch nảy mầm, có bổ sung không quá 15% nguyên liệu đường khác và hoa houblon”.

Một số nước, đặc biệt là ở Đức, định nghĩa hợp pháp về bia như sau: “Bia là một loại đồ uống thu nhận được nhờ lên men, và không qua chưng cất, và ở đây chỉ sử dụng hạt đại mạch nảy mầm, hoa houblon, nấm men và nước”. Do đó, ở Đức, người ta cấm sử dụng các nguyên liệu khác ngoài bốn thứ kể trên; tuy nhiên đối với một vài loại bia, người ta cho phép sử dụng các hạt ngũ cốc chưa nảy mầm, các loại đường và ngay cả các chất hoá học làm dịu vị.

Còn ở Việt Nam, bia được định nghĩa như sau: “Bia là loại đồ uống lên men có độ cồn thấp, được làm từ nguyên liệu chính là malt đại mạch, houblon, nấm men và nước”.

Bia phân biệt với rượu bởi hàm lượng rượu thấp hơn nhiều và hàm lượng các chất chiết không lên men lại cao hơn nhiều. Đặc tính để phân biệt bia chủ yếu với các loại đồ uống khác là độ bền của lớp bọt được hình thành sau khi giải phóng axit cacbonic có trong đó.

Hàm lượng rượu trung bình của một loại bia tính theo % khối lượng là 3,8%, hay 4,5% thể tích.

0.4. Tình hình sản xuất và tiêu thụ bia trên thế giới hiện nay

0.4.1. Tình hình sản xuất và tiêu thụ bia trên thế giới

Đối với các nước có nền công nghiệp phát triển, đời sống kinh tế cao thì bia được sử dụng như một thứ nước giải khát thông dụng.

Hiện nay trên thế giới có trên 25 nước sản xuất bia với sản lượng trên 100 tỷ lít/năm, trong đó: Mỹ, Đức, mỗi nước sản xuất trên dưới 10 tỷ lít/năm, Trung Quốc 7 tỷ lít/năm (bảng 0.1).

Thống kê bình quân mức tiêu thụ hiện nay ở một số nước công nghiệp tiên tiến trong năm 2004 như sau: Cộng hoà Czech hơn 150 lít/người/năm, Đức 115 lít/người/năm, Úc khoảng 110 lít/người/năm (bảng 0.2).

Bảng 0.1. Sản lượng bia tính theo triệu hl

Quốc gia	2002	2003	2004	2005
Đức	108,4	105,5	105,8	105,8
Nga	73,9	75,6	84,2	88,4
Anh	56,7	58,0	58,8	58,9
Tây Ban Nha	27,9	29,7	30,2	30,2
Ba Lan	26,0	27,3	28,0	28,5
Hà Lan	24,9	25,1	23,8	23,0
Uckrainia	15,0	16,9	19,2	21,9

Bảng 0.1. (tiếp theo)

Quốc gia	2002	2003	2004	2005
CH Czech	18,1	17,9	18,8	19,0
Pháp	18,3	18,1	18,6	18,6
Bỉ	15,7	15,7	17,4	17,2
Rumani	11,9	12,9	13,8	14,4
Italy	12,6	13,7	13,2	13,3
Áo	8,9	8,9	8,7	8,9
Đan Mạch	7,9	8,3	8,6	8,6
Thổ Nhĩ Kỳ	7,4	7,6	8,2	8,1
Ireland	9,1	8,7	8,1	8,0
Bồ Đào Nha	6,9	7,2	7,7	7,8
Hungari	7,5	7,8	6,9	7,0
Serbi/Montenero	5,0	5,5	5,6	5,8
Hy Lạp	4,5	4,5	4,5	4,5
Bulgari	4,0	4,5	4,4	4,5
Slovakia	4,8	4,8	4,2	4,2
Thụy Điển	4,7	4,2	3,8	4,2
Croatia	3,9	3,8	3,8	3,8
Thụy Sĩ	3,5	3,6	3,6	3,6
Phần Lan	4,1	4,3	4,2	1,3
Các nước châu Âu khác	13,4	16,1	17,3	17,6
Mỹ	233,0	233,4	234,4	232,7
Brazil	85,0	83,0	82,6	85,0
Mexico	64,0	66,4	62,0	63,0
Canada	22,0	23,0	23,1	23,2
Venezuela	16,0	15,0	21,6	22,0
Argentina	13,4	13,2	13,1	13,1
Colombia	16,0	15,5	12,8	13,0
Peru	5,3	6,0	6,1	6,1
Chile	4,2	4,2	4,2	4,2
Cuba	2,1	2,2	2,4	2,5

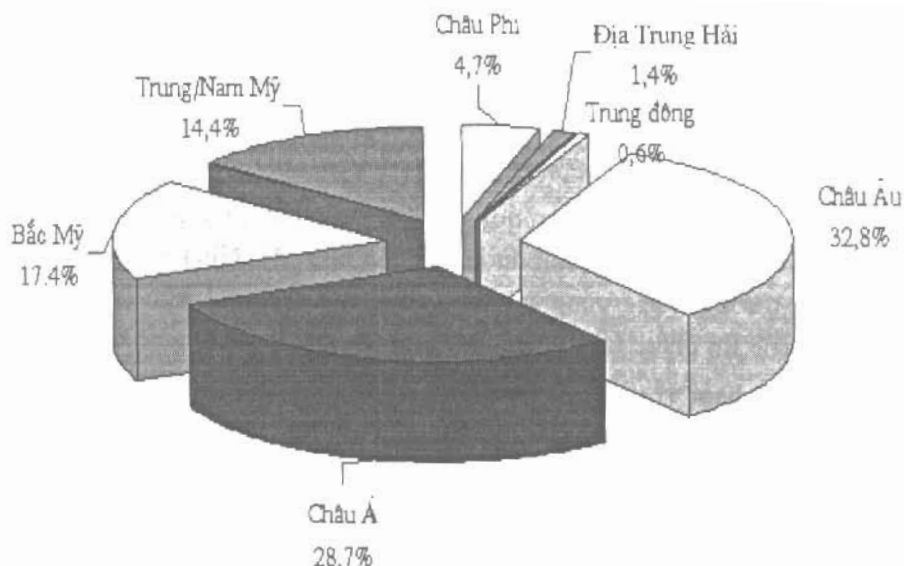
• Nguồn từ Internet – Kirin news Nhật Bản.

Bảng 0.2. Tình hình tiêu thụ bia trên thế giới năm 2004

Quốc gia	Xếp hạng trong năm 2004	Tổng lượng tiêu thụ (triệu hl)	Lượng tiêu thụ tính bình quân cho 1 người (l)	Tỷ lệ tăng so với năm 2003
Trung Quốc	1	286,40	22,1	14,6%
Mỹ	2	239,74	81,6	0,9%
Đức	3	95,55	115,8	-1,6%
Brazil	4	84,50	47,6	2,8%
Nga	4	84,50	58,9	11,1%
Nhật Bản	6	65,49	51,3	0,7%
Anh	7	59,20	99,0	-1,8%
Mexico	8	54,35	51,8	2,0%
Tây Ban Nha	9	33,76	83,8	0,9%
Ba Lan	10	26,70	69,1	-2,4%
Nam Phi	11	25,30	59,2	3,3%
Canada	12	21,83	68,3	0,8%
Pháp	13	20,20	-	-4,6%
Hàn Quốc	14	18,97	38,5	2,0%
CH Czech	15	18,78	156,9	2,1%
Ukraina	16	17,29	-	3,9%
Italy	17	17,19	-	-1,5%
Úc	18	16,78	109,9	-0,7%
Colombia	19	16,58	36,8	2,0%
Thái Lan	20	15,95	-	10,0%
Venezuela	21	15,25	58,6	2,5%
Philippin	22	14,09	-	15,6%
Rumani	23	13,02	58,2	1,5%
Arhentina	24	12,81	-	4,5%
Hà Lan	25	12,69	79,0	-1,8%

Tổng lượng tiêu thụ trên thế giới năm 2003 khoảng 144,296 triệu kl, năm 2004 khoảng 150,392 triệu kl (tăng 4,2%).

* Nguồn từ Internet – Kirin news Nhật Bản.



Hình 0.2. Biểu đồ phân chia lượng bia tiêu thụ theo vùng (2004)
(nguồn từ Kirin news - Nhật Bản)

Lượng bia tiêu thụ tăng hầu khắp các vùng, ngoại trừ vùng Địa Trung Hải, đẩy lượng tiêu thụ trên toàn thế giới tăng lên. Nhưng lượng tăng đáng kể nhất là Trung Quốc, Thái Lan, Philippin với tốc độ tăng đến 11,2% (bảng 0.2).

Châu Á là một trong những khu vực lượng bia tiêu thụ đang tăng nhanh, các nhà nghiên cứu thị trường bia của thế giới nhận định rằng châu Á đang dần giữ vị trí dẫn đầu về tiêu thụ bia trên thế giới.

Trong khi sản xuất bia ở Châu Âu có giảm, thì ở Châu Á, trước kia nhiều nước có mức tiêu thụ bia trên đầu người thấp, đến nay đã tăng bình quân 6,5%/năm. Thái Lan có mức tăng bình quân cao nhất 26,5%/năm, tiếp đến là Philippin 22,2%/năm, Malaysia 21,7%/năm, Indonesia 17,7%/năm. Đây là những nước có tốc độ tăng nhanh trong khu vực. Các nước xung quanh ta như Singapor đạt 18 lít/người/năm, Philippin đạt 20 lít/người/năm... (theo số liệu của Viện Rượu Bia NGK VN).

Thị trường bia Nhật Bản chiếm 66% thị trường bia khu vực với 30,9 tỷ USD. Năm 1939 sản lượng bia ở Nhật Bản là 30 triệu lít và mức tiêu thụ đầu người tương đương ở Việt Nam hiện nay, năm 1960 sản lượng bia vượt quá 100 triệu lít, đến năm 1991 mức tiêu thụ bình quân đầu người là 55,6 lít/người/năm. Lượng bia tiêu thụ trong năm 2004 đã đạt trên 6500 triệu lít (theo nguồn từ Kirin news – Nhật Bản).

Công nghiệp bia của Trung Quốc phát triển là nguyên nhân chủ yếu thúc đẩy sự tăng trưởng của ngành công nghiệp bia Châu Á. Từ 1980 tới 1990 sản lượng bia tăng từ 69,8 triệu lít lên 1230 triệu lít, tức tăng 17 lần. Thời kỳ từ 1981 đến 1987, mức tăng trưởng trên 20%

(Theo số liệu Viện Rượu Bia NGK VN). Đến năm 2004, tổng lượng bia tiêu thụ ở Trung Quốc là 28.640 triệu lít, xếp thứ hạng đầu tiên trên thế giới.

Tổng lượng bia tiêu thụ của các nước khu vực châu Á trong năm 2004 đạt 43.147 triệu lít, tăng 11,2% so với năm 2003.

Quy mô sản xuất bia của nhà máy - chính sách thị trường:

Trong công nghiệp sản xuất bia, quy mô sản xuất mang ý nghĩa kinh tế rất lớn. Chính vì vậy, tại các thị trường mà thoả mãn được nhu cầu như Mỹ, Nhật một số các hãng bia siêu lớn thống lĩnh thị trường: Thị trường Mỹ do 5 công ty kiểm soát, còn lại Nhật 4 công ty bia hàng đầu chiếm 40% thị phần, tại Canada 94% thị trường do 2 công ty kiểm soát.

Nhìn rộng ra phạm vi thế giới, sau khi sản xuất ra một phần tư sản lượng bia cả thế giới năm 1980, 10 hãng bia lớn nhất tính toán để dành thị trường thế giới vào năm 1995 với xu thế tập trung cao hơn để phát huy tính kinh tế của quy mô sản xuất, giảm được chi phí.

Tại Trung Quốc, trong số hơn 800 nhà máy bia thì 18 nhà máy có công suất lớn trên 150 triệu lít/năm và đã sản xuất 2.500 triệu lít/năm, chiếm một phần tư sản lượng bia của cả nước.

Do thị trường bia trên thế giới đang phát triển một cách năng động, các hãng bia sử dụng các chiến lược kinh doanh khác nhau.

Tại Mỹ và Châu Âu, do thị trường bia đã ổn định, chiến lược kinh doanh bia là dành thị phần, giảm chi phí sản xuất. Ngược lại, tại Trung Quốc là nơi thị trường đang tăng trưởng (nhất là đối với các loại bia chất lượng cao) chiến lược là phát triển sản xuất, tăng sản lượng và nâng cao chất lượng.

Vấn đề kiểm soát và mở rộng hệ thống phân phối càng trở nên quan trọng khi nghiên cứu thị trường, vì vậy, các công ty ngoại quốc có ý đồ kiểm soát càng nhiều càng tốt.

Một hướng đi khác là xây dựng nhà máy bia phân tán ở nhiều vùng nhằm thu hút người tiêu dùng.

0.4.2. Tình hình sản xuất và tiêu thụ bia ở Việt Nam

Bia được đưa vào Việt Nam từ năm 1890 cùng với sự có mặt của Nhà máy Bia Sài Gòn, và Nhà máy Bia Hà Nội, như vậy ngành bia Việt Nam đã có lịch sử trên 100 năm.

Hiện nay do nhu cầu của thị trường, chỉ trong một thời gian ngắn, ngành sản xuất bia có những bước phát triển mạnh mẽ thông qua việc đầu tư và mở rộng các nhà máy bia đã có từ trước và xây dựng các nhà máy bia mới thuộc Trung ương và địa phương quản lý, các nhà máy liên doanh với các hãng nước ngoài. Công nghiệp bia phát triển kéo theo sự phát triển của các ngành sản xuất khác.

Ngành bia là một trong những ngành có mức thuế TTĐB cao nên hàng năm nộp vào ngân sách nhà nước một lượng đáng kể.

Tình hình sản xuất bia trong nước

Năm năm trở lại đây, do tác động của nhiều yếu tố như tốc độ tăng trưởng GDP, tốc độ tăng dân số, tốc độ đô thị hóa, tốc độ đầu tư... mà ngành công nghiệp Bia đã phát triển với tốc độ tăng trưởng cao. Chẳng hạn như năm 2003, sản lượng bia đạt 1290 triệu lít, tăng 20,7% so với năm 2002, đạt 79% so với công suất thiết kế, tiêu thụ bình quân đầu người đạt 16 lít/năm, nộp ngân sách nhà nước khoảng 3650 tỷ đồng.

Về số lượng cơ sở sản xuất

Số lượng cơ sở sản xuất giảm xuống so với những năm cuối thập niên 1990, đến năm 2003 chỉ còn 326 cơ sở sản xuất so với 469 cơ sở tính từ năm 1998. Điều này là do yêu cầu về chất lượng bia, về mức độ vệ sinh an toàn thực phẩm ngày càng cao, đồng thời do sự xuất hiện của nhiều doanh nghiệp bia lớn có thiết bị hiện đại, công nghệ tiên tiến... nên có sự cạnh tranh gay gắt, nhiều cơ sở sản xuất quy mô nhỏ, chất lượng thấp không đủ khả năng cạnh tranh đã phá sản hoặc chuyển sang sản xuất sản phẩm khác. Trong các cơ sở sản xuất bia đó, có Sabeco chiếm năng suất trên 200 triệu lít/năm, Habeco năng suất hơn 100 triệu lít/năm, 15 nhà máy bia có năng suất trên 15 triệu lít năm và khoảng 165 cơ sở sản xuất có năng lực dưới 1 triệu lít/năm

Hai Tổng công ty Bia – Rượu – Nước giải khát Hà Nội và Sài Gòn là 2 đơn vị đóng góp tích cực và giữ vai trò chủ đạo trong ngành bia. Theo báo cáo của các tỉnh thành phố trực thuộc trung ương và của hai Tổng công ty, riêng năm 2003, doanh thu của ngành Bia Rượu Nước giải khát đạt 16497 tỷ đồng, nộp ngân sách nhà nước 5000 tỷ đồng, tạo điều kiện việc làm và thu nhập ổn định cho trên 20000 lao động. Sản lượng bia tiêu thụ toàn quốc đạt 1290 triệu lít 78,8% công suất thiết kế trong đó Habeco và Sabeco đạt 472,28 triệu lít (chiếm 36,61% toàn ngành bia). Hai Tổng công ty đã phát huy hết năng suất, phải gia công tại một số địa phương nhằm đáp ứng nhu cầu ngày càng tăng của người tiêu dùng.

Nếu xét theo địa phương, năng lực sản xuất bia chủ yếu tập trung vào các thành phố lớn như: Thành phố Hồ Chí Minh chiếm 23,2% tổng năng lực sản xuất bia toàn quốc, thành phố Hà Nội chiếm 13,44%, thành phố Hải Phòng chiếm 7,47%. Các nhà máy bia được phân bố trên 49 tỉnh thành của cả nước, trong đó có 24 tỉnh thành có sản lượng trên 20 triệu lít/năm. Đến nay còn một số tỉnh thành chưa có nhà máy bia như: An Giang, Bạc Liêu, Bến Tre, Đồng Tháp...

Về thương hiệu bia

Những thương hiệu bia sản xuất tại Việt Nam đang chiếm ưu thế, đứng vững trên thị trường và có khả năng tiếp tục phát triển mạnh trong quá trình hội nhập, đó là: Sài Gòn, Sài Gòn special, 333, Hà Nội, Heineken, Tiger, Halida... Lượng bia thuộc các thương hiệu này đạt 713,8 triệu lít chiếm 55,24% thị phần tiêu thụ. Mạng thị trường bia cao cấp cũng đã xuất hiện một số loại bia nhập khẩu và các nhà hàng bia tươi (tại Hà Nội, cũng như thành phố Hồ

Chí Minh có trên 10 nhà hàng bia tươi) với sản lượng nhỏ nhưng đang ngày càng được ưa chuộng.

Về trình độ công nghệ và thiết bị

Các nhà máy bia có công suất trên 100 triệu lít/ năm đều có hệ thống thiết bị hiện đại, tiên tiến nhập khẩu từ các nước có nền công nghiệp sản xuất bia phát triển mạnh như Đức, Đan Mạch... Các nhà máy bia có công suất trên 20 triệu lít/năm cho đến nay đã đầu tư chiều sâu, đổi mới thiết bị, tiếp thu trình độ công nghệ tiên tiến vào sản xuất.

Về nguyên liệu cho ngành bia

Năm 2003, kim ngạch nhập khẩu nguyên liệu cho ngành sản xuất bia (chủ yếu là malt và hoa houblon) khoảng 76 triệu USD. Tổng Công ty Habeco đã thử nghiệm trồng đại mạch ở một số nơi nhưng chưa có kết quả do sự không phù hợp về thổ nhưỡng và về khí hậu. Hiện tại, đã có một nhà máy sản xuất malt đại mạch với công suất trên 50000 tấn/năm và có khả năng mở rộng lên 100000 tấn/năm (*trích dẫn từ báo cáo tổng kết hoạt động nhiệm kỳ II từ 3/2001 đến 3/2005 của Hiệp hội Rượu Bia Nước giải khát Việt Nam*).

Định hướng phát triển nền công nghiệp bia Việt Nam đến năm 2020

Do mức sống ngày càng tăng, mức tiêu thụ ngày càng cao. Không kể các nước Châu Âu, Châu Mỹ có mức tiêu thụ bia theo đầu người rất cao do có thói quen uống bia từ lâu đời, các nước Châu Á tiêu dùng bình quân 17 lít/người/năm.

Truyền thống văn hoá dân tộc và lối sống tác động mức tiêu thụ bia, rượu. Ở các nước có cộng đồng dân tộc theo đạo hồi, không cho phép giáo dân uống rượu bia nên tiêu thụ bình quân đầu người ở mức thấp. Việt Nam không bị ảnh hưởng của tôn giáo trong tiêu thụ bia nên thị trường còn phát triển.

Theo một nghiên cứu của nước ngoài, bia hiện nay chiếm khoảng từ 50% đến 96% tổng mức tiêu thụ các loại đồ uống có cồn trên thị trường các nước Đông Nam Á.

Năm 1995 dân số Việt Nam là 74 triệu người, năm 2000 có khoảng 81 triệu người và đến năm 2005 có thể là 89 triệu người. Do vậy dự kiến mức tiêu thụ bình quân theo đầu người vào năm 2005 cũng chỉ đạt 13 lít /người/năm, sản lượng bia đạt khoảng 1300 triệu lít, bình quân tăng 18%/năm. Năm 2005 mức tiêu thụ bình quân 17 lít/người/năm, sản lượng 1,5 tỷ lít và năm 2020 đạt mức tiêu thụ 25/lít/người/năm.

PHẦN 1

NGUYÊN LIỆU SẢN XUẤT BIA

Bốn loại nguyên liệu chính cần dùng cho quá trình sản xuất bia là: malt đại mạch, hoa houblon, nước và nấm men. Chất lượng của chúng quyết định đến chất lượng của bia thành phẩm. Hiểu biết đầy đủ về các tính chất của các nguyên liệu và tác dụng của chúng đối với quá trình sản xuất và sản phẩm bia là cơ sở của quá trình điều hành sản xuất và xử lý, từ đó có thể điều hành quá trình công nghệ một cách hợp lý nhất. Phần này giới thiệu các yêu cầu chính của các loại nguyên liệu chính và nguyên liệu thay thế dùng trong sản xuất bia hiện nay.

Malt đại mạch chứa hàm lượng tinh bột lớn và vỏ của nó vẫn dính rất chắc vào hạt ngay cả sau khi đập bông lúa hoặc tuốt lúa và chế biến thành malt đại mạch.

Ngũ cốc không phải đại mạch chẳng hạn như: sắn, gạo, bo bo và lúa mì hay các sản phẩm được làm từ chúng thường được sử dụng như là những nguyên liệu thay thế đại mạch.

Hoa houblon mang lại vị hương thơm và vị đắng đặc trưng cho bia. Chất lượng bia phụ thuộc rất lớn vào chất lượng của hoa houblon.

Quá trình lên men rượu trong sản xuất bia phụ thuộc vào hoạt độ của nấm men - một yếu tố rất quan trọng cho sản xuất bia. Nấm men có ảnh hưởng lớn đến chất lượng bia do các phản ứng biến đổi của nó mà tạo ra các sản phẩm khác nhau khi lên men bia.

Nước chiếm tỷ lệ 85 - 90% trong thành phần của bia thành phẩm. Vì vậy thành phần và tính chất của nước ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng bia của từng nhà máy Bia, nên nước được xem là một nguyên liệu quan trọng cần quan tâm trong quá trình sản xuất bia. Về mặt khối lượng, nước là nguyên liệu được dùng nhiều nhất. Nó tác động đến đặc tính của bia và chất lượng của một số công đoạn xử lý. Nước được sử dụng trong nhiều công đoạn sản xuất khác nhau trong nhà máy bia và sản xuất malt đại mạch.

Trong công nghệ bia hiện nay người ta còn sử dụng các loại nguyên liệu phụ trợ khác nhau để nâng cao chất lượng bia, rút ngắn chu kỳ sản xuất, đa dạng hoá sản phẩm và tối ưu hoá quá trình sản xuất để giảm giá thành và phù hợp nhu cầu người tiêu dùng.

Các chương sau đây giới thiệu các yêu cầu chính của các nguyên liệu chính và nguyên liệu thay thế trong sản xuất bia hiện nay.

Chương 1

HẠT ĐẠI MẠCH

Đại mạch (*Hordeum- vulgare*) cung cấp tinh bột cần thiết cho sản xuất bia. Tinh bột được chuyển hóa thành chất hòa tan có thể lên men được. Qua trồng trọt và canh tác các giống đại mạch khác nhau chúng ta có thể thu được các loại đại mạch tốt nhất cho quá trình sản xuất malt với độ hoà tan và thành phần tốt nhất cho sản xuất bia.

1.1. CÁC GIỐNG ĐẠI MẠCH VÀ CHỦNG GIỐNG

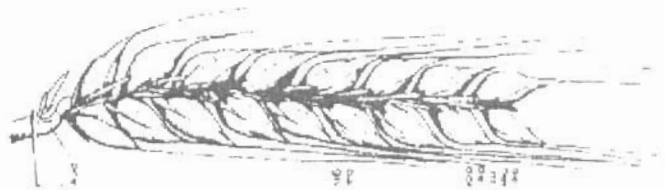
Đại mạch là loại ngũ cốc mà các bông đại mạch đặc trưng bởi các hạt dài (hình 1.1). Nó được phân thành hai loại và nhiều giống mà không phải tất cả đều có thể sử dụng để sản xuất malt và bia.

1.1.1. Phân loại đại mạch

Đại mạch được chia làm hai nhóm: đại mạch mùa đông (hạt được gieo vào giữa tháng chín) và đại mạch mùa xuân (hạt gieo vào giữa tháng ba và tháng tư).

Cả hai nhóm được chia thành nhiều giống khác nhau. Căn cứ vào sự sắp xếp hạt trên bông đại mạch mà chia đại mạch thành 2 loại: hai hàng và 6 hàng. Đại mạch 6 hàng có ba hoa nhỏ có thể thụ tinh được ở mỗi đốt trên cuống. Mỗi hoa sau khi thụ phấn, phát triển thành hạt hoặc bông đại mạch.

Đại mạch hai hàng chỉ có một hạt phát triển ở mỗi đốt vì các hoa nhỏ mọc ở bên cạnh không sinh sản, từ trên nhìn xuống chỉ có một hạt có thể được nhìn thấy ở bên phải và bên trái (hai hàng).



Hình 1.1. Bông đại mạch.

Khi nhìn từ trên xuống các nhóm ba hạt mọc xen kẽ ở bên phải và bên trái của bông đại mạch sáu hàng.

Khi các phần cuống mọc tương đối dài, thường thấy rõ ở loại bốn hàng, vì các nụ hoa nhỏ mọc ở nốt bên chổng lên các hoa mọc từ nốt kế tiếp. Cho nên ở đại mạch bốn hàng nhìn thấy các hoa nhỏ có vẻ giống hai hàng hơn là bốn hàng. Tuy nhiên thực ra là có sáu hàng.

Các loại đại mạch khác nhau (xuân, đông, hai hàng, sáu hàng) có một số đặc điểm khác nhau: Hạt đại mạch hai hàng to, dày dặn, vỏ trấu có nếp nhăn đều, mỏng. Do đó loại đại mạch này có hàm lượng có ích tương đối lớn, đồng thời lượng vỏ ít nên chứa không nhiều các hợp chất polyphenol và hợp chất đắng. Các hạt rất đồng đều và có hàm lượng chất

hòa tan tương đối cao. Loại đại mạch hai hàng trồng tốt nhất vào mùa xuân và chúng có tất cả các đặc điểm mong muốn cho sản xuất malt và bia.

Hạt đại mạch sáu hàng có kích cỡ không đồng nhất, bởi vì các hạt thiếu không gian để phát triển đầy đủ, các hạt trong các hàng nhánh thì mỏng hơn và đầu hạt nơi mọc râu bị uốn cong (hạt vẹo). Tính chất hạt cong, vẹo được sử dụng để phân biệt đại mạch sáu hàng.

Năng suất của đại mạch mùa đông là khoảng 6 tấn/ha, cao hơn so với đại mạch mùa xuân chỉ khoảng 4 tấn/ha, đó là do thời vụ trồng đại mạch mùa xuân ngắn hơn. Do vậy ở nhiều nước trồng nhiều đại mạch mùa đông hơn đại mạch mùa xuân.

1.1.2. Các giống đại mạch

Hiệp hội sản xuất bia Châu Âu đã đăng ký khoảng 300 giống đại mạch mùa xuân, 100 giống đại mạch mùa đông hai hàng và 100 giống đại mạch mùa đông sáu hàng. Như vậy thấy được tính đa dạng của đại mạch.

Để dùng cho sản xuất malt và bia, loại đại mạch mùa xuân hai hàng được sử dụng nhiều nhất do đã được nghiên cứu một cách có hệ thống nhằm cải thiện chất lượng từ hàng trăm năm qua. Đến nay đã có một số lượng lớn giống có tính chất công nghệ tuyệt vời.

Tuy nhiên, sản lượng loại đại mạch mùa đông hai hàng đang tăng lên cùng với chất lượng tương đương với loại đại mạch mùa xuân hai hàng. Việc gieo trồng giống đại mạch mùa đông có chất lượng cao cùng với năng suất cao và chất lượng tốt được dùng sản xuất malt đạt chất lượng và có hiệu quả kinh tế cao.

Để có được malt có hình dạng và chất lượng đồng nhất, số hạt đại mạch trong một mẻ cùng một giống càng nhiều càng tốt. Do đó chỉ nên gieo trồng giống thuần chủng và như thế mới sử dụng hết các ưu điểm của các giống thuần chủng. Trong gieo trồng một giống đại mạch thuần chủng cần xác định một số thông số về chất lượng sau:

- Khả năng kháng côn trùng và bệnh tật.
- Sức khỏe của thân cây.
- Khả năng hút chất dinh dưỡng cao.
- Năng suất hạt cao.
- Hình dạng và sự phân bố hạt đều, đẹp.
- Tốc độ hút nước cao và độ nhay nước thấp.
- Hàm lượng chất chiết cao.
- Hàm lượng nitơ thấp.
- Năng lực nảy mầm cao.
- Khả năng hình thành enzym cao.

1.2. TRỒNG ĐẠI MẠCH

Trung Âu là vùng phát triển trồng đại mạch cao nhất từ 150 năm qua. Ở đây có tất cả các loại đại mạch mùa xuân hai hàng có lợi về mặt kinh tế cũng như có chất lượng cao.

Giống đại mạch Alexis (Đức) được trồng trên hầu hết các nước Trung Âu. Các chủng chất lượng cao khác là Blenheim (Anh), Dekado (Đức), Prisma (New Zealand), Volga (Pháp), Krona (Đức), Maresi (Đức), Marina (Đức)... và các giống của Tiệp như Rubin, Orbit và Krystal,... Tuy nhiên giống đại mạch mùa đông đa hàng được trồng nhiều nhất, ví dụ như giống sáu hàng Palisant (Pháp) tốt hơn giống đại mạch mùa xuân hai hàng.

Đại mạch dùng cho sản xuất bia được trồng tại mọi quốc gia Châu Âu và đáp ứng các yêu cầu cơ bản của công nghiệp bia. Tuy nhiên do sự khác nhau về thời tiết mà có những phương thức canh tác khác nhau.

Ở Bắc Mỹ, đại mạch được trồng chủ yếu để xuất khẩu tại Canada. Do vị trí địa lý và thời vụ trồng trọt ngắn, đại mạch mùa xuân được trồng ở Alberta (50%), Saskatchewan (35%) và Manitoba (12%). Hàng năm, Canada bán ra khoảng 1 triệu tấn đại mạch hai hàng và 0,4 triệu tấn đại mạch sáu hàng.

Ở Mỹ có sự cân đối giữa năng suất và nhu cầu về đại mạch dùng cho sản xuất bia. Trong số 10 triệu tấn đại mạch được trồng, có khoảng 35% được trồng ở Midwest thuộc bang Minnesota và ở miền Bắc, miền Nam bang Dakota, 80% trong số đó là đại mạch thuộc giống Robust (58%), Excel, Morex, aruza. Ở miền Đông (Montana, Idaho, Wyoming, Colorado), đại mạch hai hàng được trồng nhiều hơn cả, nhưng chỉ khoảng 30% là đại mạch dùng cho sản xuất bia. Ở Mỹ, đại mạch dùng cho sản xuất bia chủ yếu là loại mùa xuân sáu hàng, loại này phát triển mạnh hơn nhiều so với đại mạch hai hàng.

Những vùng trồng đại mạch lớn nhất ở miền nam bán cầu là nước Úc xuất khẩu một lượng khá lớn, khoảng 4,8 triệu tấn đại mạch. Vùng trồng đại mạch chủ yếu là các vùng ven biển thuộc Đông và Nam nước Úc và phía sau các dãy núi vùng cận nhiệt đới.

1.3. CẤU TẠO HẠT ĐẠI MẠCH

Xem xét cấu trúc của hạt đại mạch cho phép ta đánh giá toàn diện chất lượng hạt đại mạch.

1.3.1. Cấu trúc bên ngoài

Trong quá trình phát triển, vỏ quả bị kéo dài trong bông lúa, bông lúa bị tách rời khi đập lúa. Tính chất của vỏ được đánh giá qua phần nhẵn trên vỏ (lemna), nó đảm bảo độ chắc của vỏ. Ở mặt dưới gọi là vỏ bụng (palea). Phần nhẵn phía dưới là vùng tạo rãnh, đây là đặc điểm nhận dạng.

1.3.2. Cấu trúc bên trong (hình 1.2)

Cấu trúc bên trong hạt đại mạch gồm 3 phần chính: mầm, nội nhũ và vỏ. Vùng mầm có chứa phôi, chồi mầm lá mà từ đó lá và rễ con mọc lên.

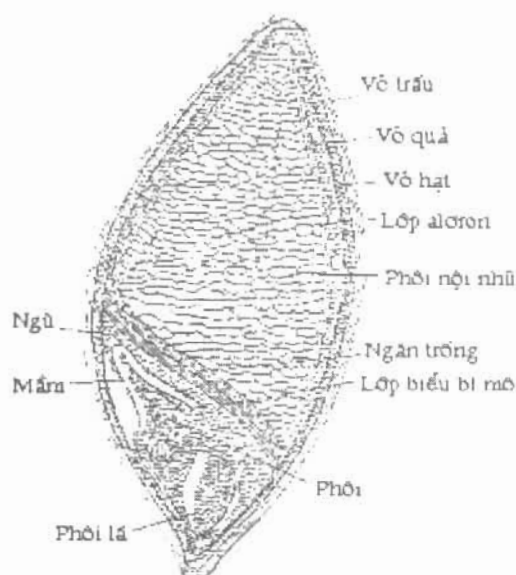
Chồi mầm phân cách với nội nhũ bởi một lớp màng mỏng gọi là ngù và biểu bì mô, một lớp màng rất mỏng bao quanh tạo nên các tế bào có thành rất mỏng.

Phần nội nhũ có các tế bào chứa tinh bột. Trong quá trình này mầm các tế bào nội nhũ cung cấp năng lượng cho phôi phát triển.

Thành các tế bào này là một mạng lưới xenlulôza kết hợp với các protein cao phân tử, chúng liên kết với nhau bằng các chuỗi β -glucan.

Nội nhũ được bao bọc bởi lớp aloron có chứa các tế bào giàu protein, lớp này là điểm khởi đầu quan trọng nhất cho sự tạo thành enzym trong quá trình sản xuất malt. Các hợp chất khác như lipid, polyphenol và các chất tạo màu nằm trong cấu trúc protein.

Vỏ đại mạch gồm nhiều lớp khác nhau, tuy nhiên có thể chia thành 3 phần chính: vỏ trong cùng sát lớp aloron là vỏ hạt (testa). Lớp vỏ này bao bọc toàn bộ hạt và chỉ cho phép nước thấm qua và không cho các muối hoà tan ra ngoài nhờ tính bán thấm. Lớp vỏ kế tiếp bên ngoài là vỏ quả (pericarp), vỏ này sát với vỏ hạt. Nó bao bọc vỏ hạt và bản thân nó được lớp vỏ trấu bên ngoài bao bọc và bảo vệ.



Hình 1.2. Cấu trúc bên trong của hạt đại mạch (mặt cắt dọc).

1.4. THÀNH PHẦN VÀ TÍNH CHẤT CỦA ĐẠI MẠCH

Hàm lượng ẩm trung bình của đại mạch thường là 14 - 14,5%. Hàm lượng ẩm có thể biến thiên từ 12% trong điều kiện thu hoạch khô ráo đến trên 20% trong điều kiện ẩm ướt. Đại mạch có độ ẩm cao cần được sấy khô để bảo quản được lâu và không làm mất khả năng nảy mầm. Để bảo quản lâu, đại mạch phải có độ ẩm dưới 15%. Hàm lượng trung bình của các thành phần tính theo khối lượng chất khô như sau:

- Cacbonhydrat tổng số	70,0 - 85,0%
- Protein	10,5 - 11,5%
- Các chất vô cơ	2,0 - 4,0%
- Chất béo	1,5 - 2,0%
- Các chất khác	1,0 - 2,0%

1.4.1. Các hợp chất cacbonhydrat

Các hợp chất cacbonhydrat chiếm tỷ lệ lớn nhất, nhưng tính chất của chúng thì rất khác nhau, do đó cần quan tâm trong quá trình sản xuất malt và chất lượng của thành phẩm. Các hợp chất quan trọng nhất là: tinh bột, các loại đường, xenluloza, hemixenluloza và các chất keo.

1.4.1.1. Tinh bột

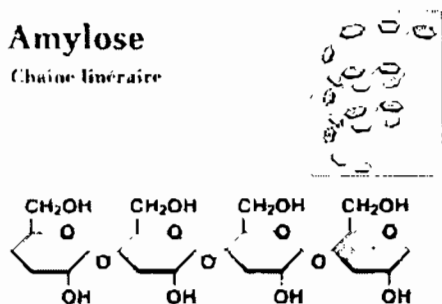
Tinh bột $(C_6H_{10}O_5)_n$ là cấu tử quan trọng nhất, hình thành 50 - 63% thành phần của đại mạch. Kích thước các hạt tinh bột hoặc lớn (20 - 30 μm) hoặc nhỏ (1 - 6 μm) mà không có cỡ trung bình.

Thành phần hạt tinh bột gồm hai chất sau:

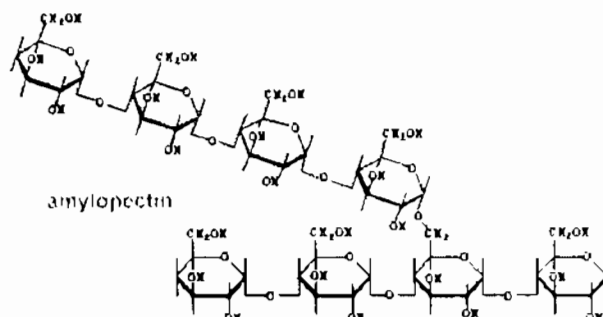
Amyloza: chiếm 20 - 25%, tan trong nước nóng, không bị hồ hoá.

Amylopectin: chiếm tới 75 - 80%, không tan trong nước, hồ hoá ở nhiệt độ cao.

Amylose
Chaîne linéaire



Hình 1.3. Amyloza.



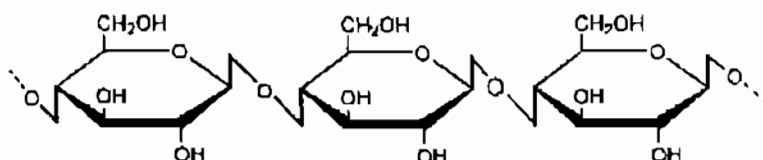
Hình 1.4. Cấu trúc amylopectin.

Amyloza và amylopectin được tạo thành từ các gốc glucoza. Tuy nhiên, chúng có cấu trúc rất khác nhau, vì thế các điểm bị phân cắt trong quá trình sản xuất malt và bia rất khác nhau.

Amyloza gồm 200 - 300 α -glucoza được nối với nhau bằng các cầu oxy tại các vị trí liên kết 1,4 thành một chuỗi xoắn không phân nhánh (hình 1.3). Amylopectin gồm các α -glucoza liên kết với nhau bằng cầu oxy tại vị trí 1,4 là chủ yếu. Tuy nhiên, cứ 15 - 30 đơn vị glucoza lại có một liên kết tại vị trí 1,6 (hình 1.4), do đó các phân tử amylopectin trông giống như một cây có nhiều cành và có thể chứa tới 6000 gốc glucoza.

1.4.1.2. Xenluloza

Có 5 - 6% xenluloza tập trung ở vỏ trấu và là hợp chất tạo cấu trúc. Giống như amyloza, xenluloza gồm các chuỗi glucoza 1,4 mạch dài không phân nhánh (hình 1.5). Tuy nhiên, vị trí không gian của các phân tử glucoza có liên quan với nhau. Trong phân tử amyloza, vị trí β thay thế vị trí α tạo ra tính không hoà tan trong nước và không bị phá vỡ bởi enzym của malt đại mạch. Do vậy xenluloza không ảnh hưởng đến chất lượng bia.



1.4.1.3. Hemixenluloza

Hemixenluloza là thành phần chủ yếu của thành tế bào nội nhũ. Bao gồm β -glucan và pentozan kết hợp tạo nên khung bền vững cho thành tế bào nội nhũ (hình 1.6). β -glucan và pentozan có cấu trúc rất khác nhau và có ảnh hưởng khác nhau đến quá trình sản xuất bia và chất lượng thành phẩm.

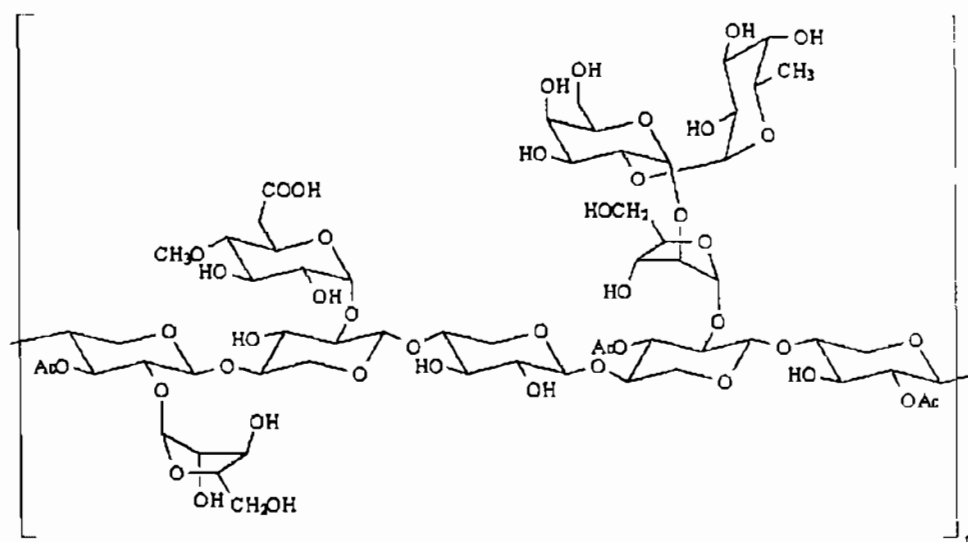
Hemixenluloza gồm:

- β -glucan: 80 - 90%
- Pentozan: 10 - 20%

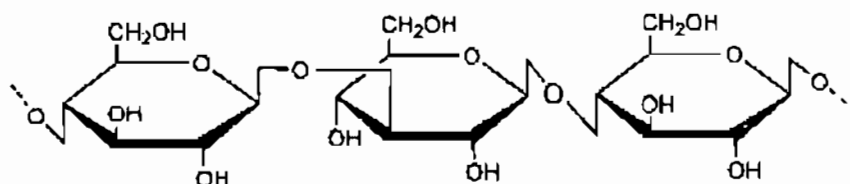
β -glucan:

β -glucan là các chuỗi phân tử glucoza mạch dài liên kết 1,3, nhiều hơn nữa là liên kết 1,4. Liên kết β - làm cho các phân tử glucoza không tạo mạch xoắn như chuỗi amyloza nhưng là các chuỗi dài, mở rộng. Trong thành tế bào nội nhũ, các chuỗi này liên kết chặt chẽ với protein. Trong dung dịch, chúng kết hợp với nhau bằng cầu hydro (hình 1.7). Do hình dáng bên ngoài mà chúng được gọi là “mixel có điểm”.

Rất nhiều yếu tố, đặc biệt các yếu tố làm kéo dài β -glucan, dẫn đến tạo gel β -glucan, điều này gây ra hiệu ứng bất lợi cho quá trình lọc dịch và lọc bia. Do đó trong quá trình sản xuất cần chú ý đến thành phần β -glucan.



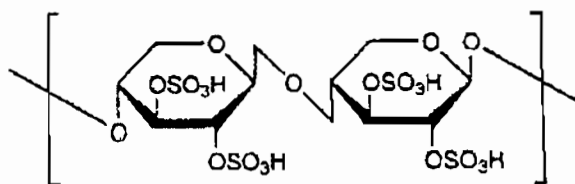
Hình 1.6. Cấu trúc hemixenluloza.



Hình 1.7. Cấu trúc β -glucan.

Pentozan:

Pentozan được tạo thành bởi các đường xyloza và arabinoza. Trong đại mạch, pentozan là các chuỗi 1,4-D-xyloza mạch dài liên kết với các gốc arabinoza ở một số vị trí (hình 1.8). Pentozan bị phá huỷ một phần trong quá trình sản xuất malt và bia. Tác động của nó đến quá trình sản xuất và chất lượng bia không quan trọng và không so sánh được với tác động của β -glucan.



Hình 1.8. Cấu trúc pentozan.

1.4.1.4. Đường

Hàm lượng đường trong đại mạch rất nhỏ, 1,8 - 2%. Các đường này là các sản phẩm trao đổi chất được sử dụng khi hạt nảy mầm. Do sau khi thu hoạch, hạt đại mạch ở trạng thái nghỉ, chỉ có một lượng nhỏ các sản phẩm trao đổi chất, trong đó chủ yếu là đường saccaroza và một ít đường glucoza và fructoza.

1.4.2. Các hợp chất chứa nitơ

Hàm lượng nitơ của đại mạch tính theo protein, biến đổi trong khoảng 8 - 16%. Lượng chất chiết trong malt giảm đi 0,7 - 1% khi hàm lượng protein trong malt tăng lên. Hàm lượng protein trong malt cho phép tối đa là 11,5% tổng số chất khô.

Tuy nhiên chỉ có 1/3 lượng protein này đi vào bia thành phẩm. Mặc dù lượng protein trong bia tương đối nhỏ nhưng nó có tác động rất lớn đến chất lượng bia.

Các hợp chất chứa nitơ được chia làm hai nhóm chính: protein và các sản phẩm thủy phân.

1.4.2.1. Protein

Là hợp chất chứa nitơ có phân tử lượng cao và rất cao, khối lượng phân tử tới 20.000 - 300.000, không tan trong nước, kết tủa khi đun sôi.

Vì dịch đường được đun sôi trong quá trình nấu nên không phải toàn bộ lượng protein có trong bia thành phẩm. Hầu hết các hợp chất chứa nitơ của đại mạch là protein (92%). Theo Osborne, protein được phân làm nhiều loại dựa vào độ hoà tan trong nước. Đại mạch chứa các protein sau:

- Glutelin: chiếm 30%, chỉ tan trong dung dịch kiềm loãng. Hầu hết glutelin phân bố trong lớp alơon. Nó không bị thủy phân và bị thải ra ngoài theo bã hạt.
- Prolamin (hordein): chiếm 37% lượng protein của đại mạch, tan trong cồn 80° và một phần còn sót lại trong bã hạt.

- Globulin (edestin): chiếm 15%, tan trong dung dịch muối loãng và trong dịch hèm. Edestin gồm 4 cấu tử (α , β , γ , θ) trong đó β -globulin (có chứa lưu huỳnh) không kết tủa hoàn toàn, kể cả khi kéo dài thời gian sôi, gây đục bia.

- Albumin (leucosin): chiếm 11%, tan trong nước. Khi đun sôi, kết tủa hoàn toàn. Hàm lượng protein của đại mạch giảm trong quá trình sản xuất malt và bia bởi chúng bị phân huỷ một phần do enzym tạo nên các sản phẩm protein thủy phân.

1.4.2.2. Sản phẩm protein thủy phân

Sản phẩm protein thủy phân có đặc điểm nổi bật là hoà tan trong nước và kết tủa khi đun sôi. Hầu hết các sản phẩm protein thủy phân có trong bia thành phẩm.

Sản phẩm protein thủy phân chiếm tỷ lệ nhỏ nhất trong các hợp chất chứa nitơ của đại mạch (~8%). Tỷ lệ này tăng trong quá trình sản xuất malt và bia. Chúng được phân loại như sau:

- Loại có phân tử lượng cao gồm các proteoza, các sản phẩm phức được gọi tên tùy thuộc protein gốc (albumoza, globuloza), và các pepton phức hợp. Sản phẩm protein thủy phân cao phân tử làm tăng độ bền bọt của bia, tuy nhiên cũng gây đục bia.

- Sản phẩm protein thủy phân có phân tử lượng thấp, gồm các khối protein nhỏ nhất, các axit amin và peptit tạo thành do phản ứng polyme hóa. Khi loại một phân tử H_2O , hai axit amin tạo một dipeptit. Mối liên kết peptit này là đặc điểm nổi bật của các axit amin trong phân tử protein. Oligopeptit là peptit chứa 3 - 9 axit amin, polypeptit là các hợp chất chứa 10 - 100 axit amin.

- Sản phẩm thủy phân có phân tử lượng thấp hơn là nguồn dinh dưỡng chính cho nấm men bia.

Mỗi protein đặc trưng bởi:

- Số lượng và loại axit amin tham gia.
- Trình tự hoặc thứ tự các axit amin (đoạn liên kết peptit).
- Sự sắp xếp không gian ba chiều của các axit amin trong phân tử protein, chẳng hạn, chúng có thể xoắn với nhau nhiều lần ở bên trong hay bên ngoài hay xoắn lại theo một cách đặc biệt, sẽ được mô tả trong phần enzym.

1.4.3. Chất béo

Đại mạch chứa khoảng 2% chất béo, nằm chủ yếu ở lớp aloron và mầm. Chất béo hầu hết là triglycerit (glyxerol chuyển thành este khi kết hợp với 3 axit béo). Đây là các axit béo mạch dài (axit stearic, axit oleic, axit linoleic và axit linolenic).

Các chất béo không tan trong nước và hầu như không biến đổi trong hạt, bị thải ra ngoài theo bã hạt. Chất béo ảnh hưởng xấu đến bọt của bia.

1.4.4. Các hợp chất vô cơ

Trong đại mạch có khoảng 2 - 3% là các chất khoáng, trong đó chủ yếu là các chất vô

cơ. Các chất vô cơ quan trọng là:

- Phốtphat (chủ yếu là P_2O_5): 35%
- Silicat (SiO_2): 25%
- Muối kali (K_2O): 20%

Hợp chất phốtphat là thành phần chính của hợp chất vô cơ, nó đóng một vai trò quan trọng bởi vì có trong cấu trúc của các hợp chất hữu cơ quan trọng nhất của đại mạch (phitin, axit nucleic, coenzym, protein...).

Phốtphat được giải phóng ra từ các hợp chất này khi diễn ra các phản ứng trong sản xuất malt và bia.

Đối với nhiều quá trình, sự có mặt của phốtphat là cực kỳ quan trọng, ví dụ: không thể xảy ra quá trình lên men rượu khi không có phốtphat vì các nhóm phốtphat liên quan đến nhiều phản ứng xảy ra trong quá trình lên men.

Silicat đặc biệt nhiều trong vỏ trấu và trong hạt tinh bột. Chúng có thể chuyển sang dạng keo và có thể thấy trong cặn bia.

Một số muối khá quan trọng trong sản xuất bia cung cấp các nguyên tố vi lượng cho nấm men và bia, ví dụ: Zn. Hầu hết các muối có từ trong đại mạch.

Trong thành phần bia 12% có khoảng 1600 mg chất vô cơ tính theo oxit trong 1 lít, trong đó, 400 mg đưa vào từ nước, 1200 mg từ malt.

1.4.5. Các hợp chất khác

Trong đại mạch còn có một số các hợp chất khác, tuy với số lượng nhỏ nhưng chúng tác động không nhỏ đến chất lượng bia và quá trình sản xuất. Đó là các hợp chất polyphenol, tanin, và vitamin.

1.4.5.1. Polyphenol hay tanin

Chúng nằm ở vỏ trấu và trong lớp aluron của đại mạch. Với số lượng lớn chúng tạo vị đắng và chất khó chịu. Hàm lượng của nó tăng theo độ dày vỏ trấu. Do đó với loại hạt có vỏ trấu dày người ta cố gắng loại bỏ một lượng lớn chất đắng trong quá trình sản xuất malt.

Thành phần và các tính chất của polyphenol, cũng như những biến đổi của chúng được đề cập chi tiết hơn trong phần công nghệ.

1.4.5.2. Các vitamin

Là các nguyên tố dinh dưỡng, được tạo ra do cây trồng chứ không phải do sự trao đổi chất của tế bào. Chúng có các chức năng riêng quan trọng cho quá trình trao đổi chất của tế bào. Do đó cần phải có đủ hàm lượng vitamin, nếu thiếu hụt có thể dẫn đến bệnh tật.

Đại mạch chứa chủ yếu các vitamin sau:

- B₁ (thiamin): chủ yếu ở phần ngoài của hạt.
- B₂ (riboflavin)

- C (axit ascorbic): với số lượng ít.
- E (tocophenol): trong chất béo của mầm.

Các vitamin có cấu trúc phức tạp, trong quá trình bảo quản và chế biến chúng bị tổn thất nhiều.

1.4.5.3. Các enzym

Có bản chất là các protein tan trong nước, được tiết ra bởi các tế bào sống và hoạt động như các chất xúc tác sinh hoá. Chúng xúc tác cho các phản ứng mà bình thường thì không xảy ra ở nhiệt độ thấp và pH thấp.

Các enzym mang tính xúc tác đặc hiệu cao đối với cơ chất và thường thì mỗi enzym chỉ có tác dụng lên một loại phân tử. Mang bản chất protein nên các enzym rất dễ bị phân huỷ (chịu nhiều tác động) và hoạt tính của chúng phụ thuộc vào giá trị của pH và nhiệt độ.

a. Các enzym thuỷ phân tinh bột

α -Amylaza: enzym này tác dụng lên các liên kết α -1,4 glucosit ở vị trí bất kì trong phân tử tinh bột, nhưng không ở các đầu mạch và không tác dụng lên các liên kết α -1,6 glucosit của các mạch nhánh. Dưới tác dụng của enzym này làm giảm nhanh độ nhớt của dịch và khả năng tạo màu của iốt, nhưng lại tạo ra chậm các loại đường khử. Do vậy, α -amylaza là enzym dịch hoá với sản phẩm là hỗn hợp các đường và oligosaccharit bao gồm: maltoza, glucoza, maltotrioza.

Sự thuỷ phân amylopectin tạo ra rất nhiều oligosaccharit phân nhánh, bao gồm từ các chuỗi mạch với 4 phân tử glucoza và một phân nhánh đến các hợp chất có chứa 20 phân tử glucoza và nhiều phân nhánh.

α -amylaza thì không có ở trong hạt đại mạch chín và được sinh ra trong quá trình nảy mầm.

β -Amylaza: tác dụng lên các liên kết α -1,4 glucosit gần đầu không khử của chuỗi mạch tinh bột. Nó không tác dụng lên các liên kết α -1,6 glucosit và các liên kết α -1,4 glucosit ở gần sát điểm phân nhánh. Khi tác dụng lên amyloza, sản phẩm là maltoza và các dextrin phân nhánh phân tử lượng lớn gọi là " β -dextrin giới hạn". Dưới tác dụng của enzym này, các đường khử được tạo ra nhanh chóng nhưng độ nhớt và khả năng tạo màu của iốt giảm chậm.

β -amylaza là enzym đường hoá. Nó tồn tại dưới 2 dạng trong hạt đại mạch chưa nảy mầm: một dạng tự do thì tan và dạng kia là liên kết với một phân tử protein không tan bằng các cầu disulfua. Trong quá trình nảy mầm, dạng liên kết chuyển sang dạng tự do. Dạng tự do cấu thành từ nhiều isoenzym có điểm đẳng điện khác nhau nhưng có các tính chất tương tự nhau.

b. Enzym dextrinaza giới hạn

Tác dụng lên liên kết α -1,4 glucosit của phân tử amylopectin, nhưng không tác dụng

lên các liên kết α -1,6 glucosit, tạo ra các chuỗi mạch thẳng dextrin. Enzym này được tổng hợp trong quá trình nảy mầm.

c. Các enzym thuỷ phân thành tế bào "sitaza"

Enzym β -glucanaza hoà tan: đây là enzym peptidaza, có khả năng thuỷ phân liên kết peptit nối liền các chuỗi β -glucan trong thành tế bào, giải phóng các β -glucan hoà tan có phân tử lượng cao. Ban đầu thì đã có ở trong hạt đại mạch chưa nảy mầm và lượng enzym này tăng lên trong quá trình nảy mầm của hạt.

β -glucanaza (endo- β -glucanaza): tác dụng lên các liên kết β -1,4 glucosit của β -glucane có cả liên kết β -1,3 glucosit và các liên kết khác. Enzym β -glucanaza làm giảm độ nhớt của β -glucan hoà tan. Enzym này không có trong đại mạch chín, tăng lên trong quá trình nảy mầm.

β -1,3 Glucanaza: tác dụng lên các liên kết β -1,3 glucosit trong các chuỗi mạch chỉ có loại liên kết này.

β -1,4 Glucanaza: tác dụng lên các liên kết β -1,4 glucosit trong các chuỗi mạch chỉ có loại liên kết này.

Pentosanaza: các enzym này thuỷ phân pentosan của thành tế bào. Chúng đóng vai trò không lớn lắm trong quá trình sản xuất malt.

d. Các enzym phân huỷ protein

Proteinaza (endopeptidaza): phân cắt các chuỗi peptit dài, làm cho protein dễ tan hơn.

Cacboxypeptidaza: xúc tác tách các axit amin từ các đầu chuỗi chứa nhóm cacboxyl của các peptit.

Aminopeptidaza: xúc tác tách các axit amin từ các đầu chuỗi chứa nitơ của các peptit.

Dipeptidaza: tạo ra các axit amin từ cơ chất là dipeptit.

e. Các enzym khác

Lipoxxygenaza: phân huỷ axit linoleic. Enzym này được nghiên cứu rất kỹ bởi vì các sản phẩm phân huỷ của nó đóng vai trò rất quan trọng khi tạo tính ổn định cho vị của bia.

Phytaza: tách liên kết este giữa axit phosphoric (phytin) với inositol, giải phóng axit H_3PO_4 , làm tăng độ chua, tăng lực đệm cho dịch đường.

Lipaza: cắt đôi các lipid.

Bảng 1.1. Các enzym

Enzym	pH tối ưu	Nhiệt độ tối ưu (°C)	Nhiệt độ phân huỷ (°C)
Các enzym oxyhoá:			
Peroxidaza		40 - 50	65
Lipoxigenaza	6,5	40	70
Polyphenol oxydaza		60 - 65	80
Các enzym thuỷ phân:			
α -amylaza	5,7	70 - 75	80
β -amylaza	4,7 - 4,8	60 - 65	70
Aminopeptidaza	7,2	40 - 45	55
Arabinosidaza	4,6 - 4,7	40	60
Carboxypeptidaza	5,2	50 - 60	70
Xenlulaza	4,5 - 5,0	20	
Dextrinaza giới hạn	5,1	55 - 60	65
Endo β -1,3 glucanaza	4,7 - 5,0	40 - 50	55
Endopeptidaza (proetinaza)	5,0 - 5,2	50 - 60	70
Exo β -glucanaza	4,5	40	
Exo-endoxylanaza	5,0	45	
β -glucanaza hoà tan	6,6 - 7,0	62	73
Invertaza	5,5	50	55
Maltaza	6,0	35 - 40	
β -mannosidaza	3,0 - 6,0	55	70
Lipaza	6,8	35 - 40	60
Phosphataza	4,5 - 5,0	50 - 53	70

1.5. QUÁ TRÌNH LÀM SẠCH, PHÂN LOẠI VÀ BẢO QUẢN ĐẠI MẠCH

Đại mạch sau khi thu hoạch xong sẽ được tách hạt và vận chuyển đến các cơ sở tiếp nhận hoặc nhà máy bằng ô tô, tàu hỏa, ... Ở đây, đại mạch sẽ được làm sạch và phân loại trước khi đưa vào bảo quản.

Nói tóm lại, quá trình làm sạch và phân loại đại mạch được thực hiện theo dây chuyền như sau (hình 1.9).

Đại mạch từ kho chứa được vận chuyển bằng gầu tải 1 đến máy tách kim loại 2. Sau đó đại mạch được chứa tạm ở 3 trước khi được chuyển đến quạt sàng 4 rồi đến máy chọn hạt và phân loại hạt 5, sau đó được tách bụi ở thiết bị 7.

1.5.1. Phân loại và làm sạch đại mạch

1.5.1.1. Mục đích và yêu cầu

- Đại mạch sau khi thu hoạch còn chứa nhiều tạp chất có thể sẽ ảnh hưởng đến khả năng nảy mầm của hạt do đó cần loại bỏ chúng. Các tạp chất này có thể bao gồm kim loại, đất, cát, sỏi, lá cây, bụi, các vật lạ... Tùy theo từng loại tạp chất mà phương pháp làm sạch được chọn khác nhau.

- Sự nảy mầm của đại mạch trong quá trình sản xuất malt chỉ diễn ra đồng đều trong toàn khối hạt khi các hạt có cùng kích thước. Hạt càng lớn thì càng chứa nhiều tinh bột và dẫn đến tỉ lệ các chất hoà tan càng nhiều.

Các hạt thường có mặt to ở phía bụng của hạt bởi vì với những hạt này thì khối lượng của vỏ so với khối lượng toàn hạt là nhỏ hơn và có nhiều tinh bột hơn. Kích thước của các hạt phải đồng đều để đảm bảo sự nảy mầm cùng thời điểm. Không chứa các hạt lạ, đặc biệt là đối với các hạt của các cây họ đậu (như cải dầu, hướng dương) vì những hạt này có tác động xấu tới độ giữ bọt của bia.

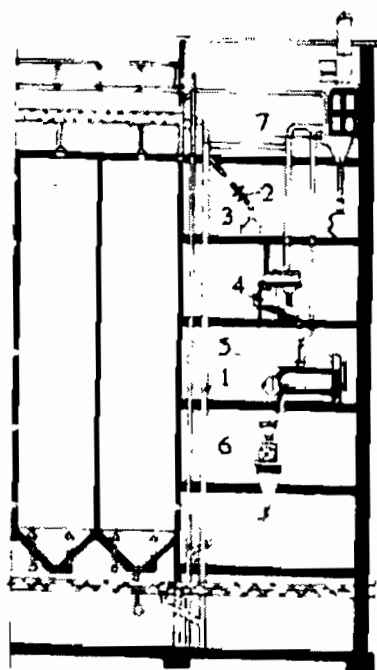
1.5.1.2. Quá trình làm sạch và phân loại đại mạch

Công việc làm sạch và phân loại được thực hiện một cách nối tiếp nhau qua các thiết bị sau: thiết bị vận chuyển, máy tách kim loại, máy quạt sàng, máy chọn hạt và cuối cùng là máy phân loại.

a. Thiết bị vận chuyển

Các máy và thiết bị vận chuyển nội tuyến dùng phổ biến nhất hiện nay có thể được chia làm 2 nhóm chính: máy có bộ phận kéo (ví dụ gầu tải, băng tải, giá tải, cào tải,...) và máy không có bộ phận kéo (vít tải, các máy vận chuyển quán tính, các hệ thống vận chuyển bằng không khí và vận chuyển bằng thủy lực...). Việc lựa chọn thiết bị vận chuyển phù hợp phải được dựa trên tính chất của vật liệu được vận chuyển và điều kiện làm việc của thiết bị.

Đối với đại mạch, thiết bị vận chuyển hay được sử dụng nhất trong các nhà máy là băng tải, gầu tải và vít tải.



Hình 1.9. Dây chuyền làm sạch và phân loại hạt đại mạch:

1- gầu tải; 2- máy tách kim loại; 3- thùng chứa; 4- quạt sàng; 5- chọn và phân loại hạt; 6- cân; 7- thiết bị tách bụi.

i. Băng tải:

Trong các nhà máy vận chuyển liên tục thì băng tải thường được sử dụng nhất nhờ các ưu điểm như: cấu tạo đơn giản, an toàn cao, bền, vốn đầu tư chế tạo không lớn lắm, có thể tự động hóa được, vận hành đơn giản, bảo dưỡng dễ dàng, làm việc không ồn ào, có năng suất cao và ổn định, tiêu hao năng lượng so với các thiết bị vận chuyển khác không lớn, có khả năng vận chuyển nguyên liệu theo các hướng nằm ngang, nằm nghiêng và kết hợp giữa nằm ngang và nằm nghiêng.

Tuy nhiên, phạm vi sử dụng của băng tải cũng có nhiều hạn chế do độ dốc cho phép không cao (thường 16-24° tùy theo tính chất của vật liệu vận chuyển) và không thể vận chuyển theo đường cong được.

Cấu tạo:

Băng tải gồm có tấm băng thẳng hoặc uốn cong trên tang dẫn và tang căng. Tấm băng chuyển động được nhờ lực ma sát xuất hiện khi tang dẫn quay. Động cơ điện cùng với hộp giảm tốc và các nối trục là cơ cấu truyền động của máy. Tấm băng được căng sơ bộ nhờ bộ phận căng lắp ở cuối máy. Băng tải có 2 phễu, 1 dùng để nạp vật liệu vào máy và 1 để tháo vật liệu.

Tấm băng tải vừa là bộ phận kéo vừa là bộ phận tải liệu. Băng có thể được chế tạo bằng vải, len lác đà, cao su, thép lá, lưới thép hay các vật liệu khác, nhưng thông dụng nhất là cao su và vải. Băng cao su gồm 2 phần, phần lõi và phần cao su phủ bọc bên ngoài. Phần lõi được cấu tạo bằng nhiều lớp vải dán lại với nhau hoặc do nhiều sợi cáp thép đặt dọc theo chiều dài băng hoặc đan với nhau thành tấm, mục đích chủ yếu là bảo đảm độ bền kéo, chống tải trọng va đập. Phần cao su bọc ngoài nhằm bảo vệ cho phần lõi bên trong khỏi hư hỏng do các tác dụng cơ học và môi trường bên ngoài.

Bộ phận dẫn động là bộ phận quan trọng trong kết cấu của băng tải, gồm có tang dẫn, cơ cấu truyền động từ động cơ đến tang và động cơ. Người ta thường đặt bộ phận dẫn động tại vị trí mà ở đó nhánh cuốn của tấm băng trên tang là căng nhất.

Bộ phận căng có nhiệm vụ tạo ra lực căng cần thiết của tấm băng, bảo đảm cho tấm băng bám chặt vào tang dẫn và khử bớt độ võng của băng giữa các giá đỡ trực lăn. Không nên làm cho băng căng quá vì như vậy các chi tiết của băng tải sẽ bị bào mòn nhanh chóng và năng lượng tiêu hao cũng tăng lên. Mặt khác cũng không nên để cho băng tải chùng quá (lực căng quá yếu) vì nếu lực căng không đủ thì băng tải sẽ không làm việc được hoặc chuyển động không điều hòa. Ngoài ra, độ võng của tấm băng sẽ làm cho nó chạm vào các chi tiết cố định của khung băng tải.

Ngoài ra, băng tải còn có hệ thống con lăn và khung đỡ để rải băng dọc theo suốt chiều dài của băng tải, nhằm mục đích đảm bảo vị trí của tấm băng theo chiều dài vận chuyển và hình dạng của tấm băng đó trên nhánh có tải. Tất cả các con lăn được gắn trên khung dọc theo suốt chiều dài băng theo các cự ly nhất định.

ii. Gầu tải:

Gầu tải được sử dụng rộng rãi để vận chuyển vật liệu theo phương thẳng đứng hoặc với góc nghiêng lớn ($>50^\circ$). Năng suất của gầu tải có thể đạt tới 500 tấn/h, chiều cao có thể đạt đến 55 m. Gầu tải có các ưu điểm như: chiếm ít diện tích, năng suất cao, vật liệu được vận chuyển lên đến độ cao khá lớn, vận hành đơn giản và chắc chắn. Tuy nhiên, nhược điểm của gầu tải là vốn đầu tư khá cao, dễ bị quá tải dẫn đến kẹt gầu và do đó khi nạp liệu phải chú ý nạp liệu một cách đều đặn.

Cấu tạo:

Gầu tải cấu tạo gồm những bộ phận chính sau:

1. Bộ phận kéo dài, mang nhiều gầu và uốn vòng qua tang (hoặc đĩa xích) trên và dưới của máy.

2. Chân máy, gồm có tang (hoặc đĩa xích), trục lắp tang, vỏ và hộp nạp liệu.

3. Đầu máy gồm có trục dẫn động, tang (hoặc đĩa xích), vỏ bộ phận truyền động và bộ phận tháo liệu.

4. Thân máy gồm nhiều đoạn ống có tiết diện tròn hoặc chữ nhật ghép nối với nhau bằng bích, nằm vào khoảng giữa của đầu và chân của gầu tải, bao kín bộ phận kéo.

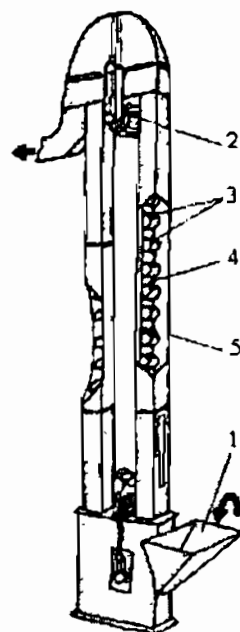
5. Bộ phận dẫn động gồm: động cơ, hộp giảm tốc và thiết bị hãm. Bộ phận dẫn động ghép trên khung kim loại. Ở một số gầu tải sau hộp giảm tốc còn được gắn thêm bộ truyền xích hoặc bộ truyền đai.

Nguyên lý hoạt động:

Vật liệu được nạp vào gầu tải ở phía dưới chân máy bằng cách cho vật liệu chảy theo máng cấp liệu rót trực tiếp vào phễu nạp liệu hoặc đổ thành đống ngay dưới chân máy (trong trường hợp gầu tải có chân đặc biệt). Gầu xúc vật liệu và vận chuyển lên phía đầu máy. Ở đây, dưới tác dụng của trọng lực và lực quán tính, vật liệu được đổ từ gầu vào bộ phận tháo liệu và từ đó được chuyển tới nơi sử dụng.

iii. Vít tải:

Vít tải được dùng chủ yếu để vận chuyển nguyên liệu rời theo hướng nằm ngang, nghiêng hoặc thẳng đứng. Vít tải thuộc nhóm máy vận chuyển liên tục không có bộ phận kéo. Ưu điểm chính của vít tải so với các loại thiết bị vận chuyển khác là chúng chiếm ít chỗ, khả năng bị mài mòn không lớn, dễ vận hành và thao tác, làm việc yên tĩnh và ít tạo bụi. Tuy nhiên, vít tải có nhược điểm là năng suất và chiều dài bị giới hạn, chỉ thuận lợi để



Hình 1.10. Cấu tạo gầu tải:

1- máng cấp liệu; 2- trục dẫn động; 3- gầu tải; 4- thân máy; bộ phận kéo dài.

vận chuyển nguyên liệu rời (nguyên liệu đồng nhất), một phần nguyên liệu bị đảo trộn mạnh và có thể bị nghiền nát trong quá trình vận chuyển.

Cấu tạo:

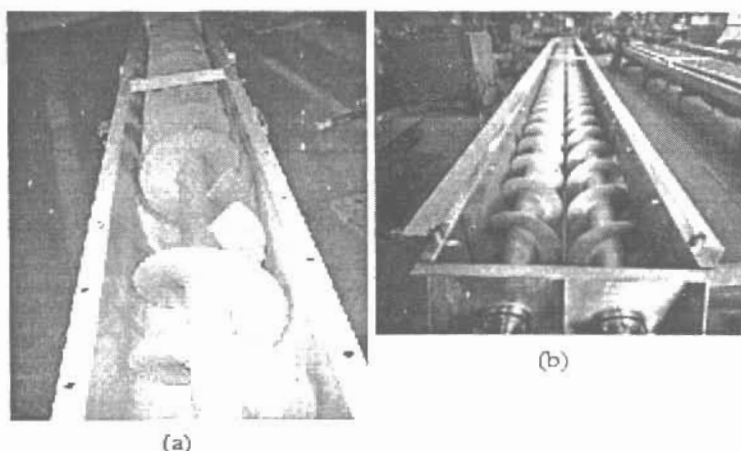
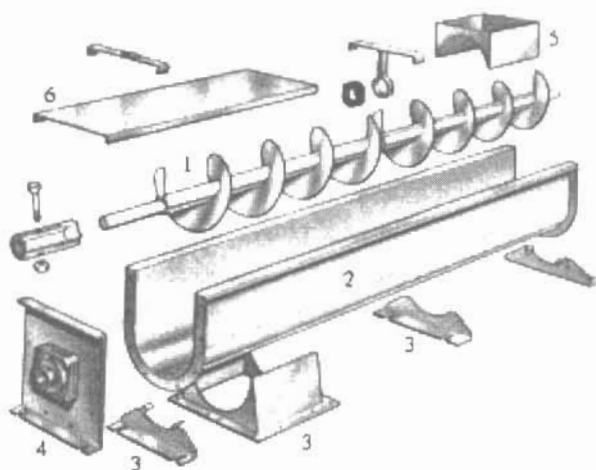
Vít tải gồm những bộ phận chính như trong hình 1.11.

Nguyên lý hoạt động:

Vật liệu được nạp vào vít tải qua phễu ở một đầu của vít tải phía trên nắp máng và ra ngoài qua lỗ ở đáy máng ở đầu kia của vít tải. Bộ phận công tác của vít tải là cánh xoắn (trục vít tải) chuyển động quay trong một vỏ kín tiết diện tròn. Khi vít chuyển động, cánh xoắn đẩy vật liệu di chuyển trong vỏ. Vật liệu vận chuyển không bám vào trục vít tải là do trọng lượng của nó và lực ma sát giữa vật liệu và vỏ máng. Vít tải có thể có một hoặc nhiều trục vít tải để có thể chuyển động êm hơn (hình 1.12).

Hình 1.11. Cấu tạo vít tải:

1- trục vít tải; 2- thân hình máng; 3- giá đỡ; 4- gối đỡ hai đầu trục quay; 5- phần nối và phễu nạp liệu; 6- nắp máng.



Hình 1.12. (a) Vít tải 1 trục vít; (b) Vít tải 2 trục vít tải.

b. Máy tách kim loại

Mục đích:

Máy tách kim loại hay máy làm sạch từ tính sẽ tách các hạt sắt hay các tạp chất kim loại ra khỏi khối hạt.

Cấu tạo và nguyên lý hoạt động:

Bộ phận chủ yếu của thiết bị là thanh nam châm vĩnh cửu hoặc cuộn nam châm điện từ nhằm hút các tạp chất kim loại ra khỏi khối hạt đại mạch chảy qua thiết bị. Nam châm dùng để chế tạo thiết bị phải có mật độ từ trường ít nhất là 9000 Gaus.

i. Thiết bị làm sạch bằng nam châm vĩnh cửu (hình 1.13):

Mặt phẳng mà hạt sẽ trượt qua ở máy làm sạch được đặt với độ nghiêng 45^0 . Dòng của khối hạt đổ xuống mặt phẳng nghiêng được điều chỉnh bằng một van hãm. Khi đi qua mặt phẳng nghiêng, tất cả tạp chất có từ tính đều bị giữ lại còn đại mạch rơi xuống phễu và chuyển ra ngoài. Chiều dày lớp hạt chảy qua thiết bị tối đa 5 mm và tốc độ tối đa 0,5 m/s.

ii. Thiết bị làm sạch bằng nam châm điện từ (hình 1.14):

Khối hạt trượt vào máy qua phễu 1. Tang quay 2 với lõi nam châm điện từ 3 sẽ giữ lại các tạp chất có từ tính vào phễu 4, còn đại mạch rơi xuống phễu 5 ra ngoài.

iii. Thiết bị quạt sàng hình (1.15):

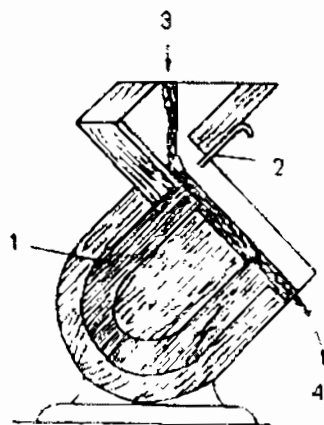
Mục đích:

Quạt sàng dùng để quạt bụi, thóc lép, rơm, rạ, các tạp chất nhẹ, đá, sỏi và những tạp chất khác có trong khối hạt.

Cấu tạo:

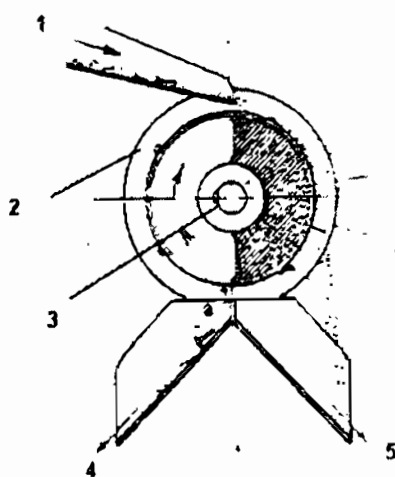
Bộ phận làm việc của quạt sàng bao gồm vít tải để chuyển hạt đến quạt, một hay 2 quạt hút (hoặc quạt nén) và hệ thống sàng rung gồm 2 hoặc 3 sàng. Năng suất của quạt sàng từ 1500 - 10000 kg/h.

- Sàng thứ 1: Sàng này bé nhất trong 3 sàng của quạt và nằm hơi nghiêng so với 2



Hình 1.13. Máy làm sạch từ tính bằng nam châm vĩnh cửu:

1- nam châm; 2- van điều chỉnh dòng hạt;
3- đại mạch chưa làm sạch; 4- đại mạch đã làm sạch.



Hình 1.14. Máy làm sạch bằng nam châm điện từ:

1- đại mạch chưa làm sạch; 2- tang quay;
3- nam châm điện từ; 4- tạp chất; 5- đại mạch đã làm sạch.

sàng kia. Sàng thứ 1 có lỗ sàng hình tròn đường kính 10 - 12 mm hoặc hình bầu dục dài với kích thước 35 × 8 mm.

- Sàng thứ 2: có lỗ hình bầu dục kích thước 20 × 2 mm hoặc hình tròn đường kính 1,5 - 1 mm.

Nguyên lý hoạt động:

Đại mạch được vít tải đổ vào quạt qua phễu. Ở đây có con quay để điều chỉnh lượng hạt đổ xuống sàng thứ 1 và các tạp chất lớn như đá, sỏi, que củi, sợi rơm, các cọng lá,... sẽ bị giữ lại. Đồng thời lúc này hệ thống quạt hút làm việc. Không khí bị hút đi qua lớp hạt và sẽ cuốn theo bụi, các tạp chất nhẹ như cỏ, lá, cọng rơm rạ bé..., sau đó chúng được lắng xuống phễu lắng 3, còn bụi theo đường ống để đi vào xyclon.

Hạt đi qua sàng thứ 1 được đổ xuống sàng thứ 2. Sàng này sẽ giữ lại đại mạch và cho qua cát, sỏi và các tạp chất có kích thước bé. Các tạp chất và rác bụi được thu gom vào thùng chứa riêng. Đại mạch đã được làm sạch sơ bộ được thu gom bằng một kênh riêng, ở đó chúng sẽ được thổi bằng luồng không khí mạnh và nhờ vậy bụi và rác nhỏ còn sót lại trong khối hạt sẽ được loại trừ nốt.

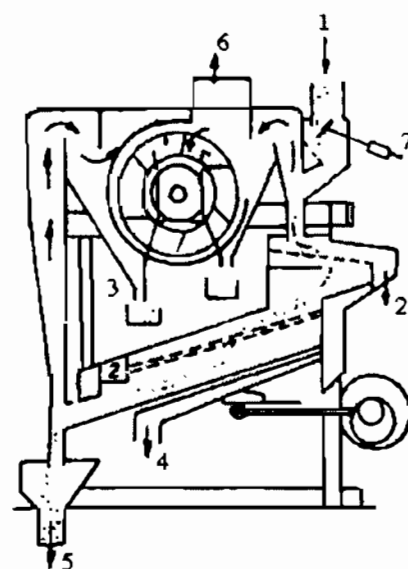
(iv) Thiết bị phân loại (hình 1.16):

Mục đích:

Quá trình phân loại hạt có thể được thực hiện dựa trên sự khác biệt giữa các hạt về: độ lớn, hình dáng, trọng lượng riêng, từ tính và tính tĩnh điện của hạt. Trong sản xuất malt, quá trình phân loại thường được dựa trên độ lớn của các hạt. Thiết bị phân loại dùng để phân khối hạt đại mạch đã làm sạch thành các lô có cùng kích thước, tương ứng với các cấp chất lượng khác nhau của hạt.

Cấu tạo

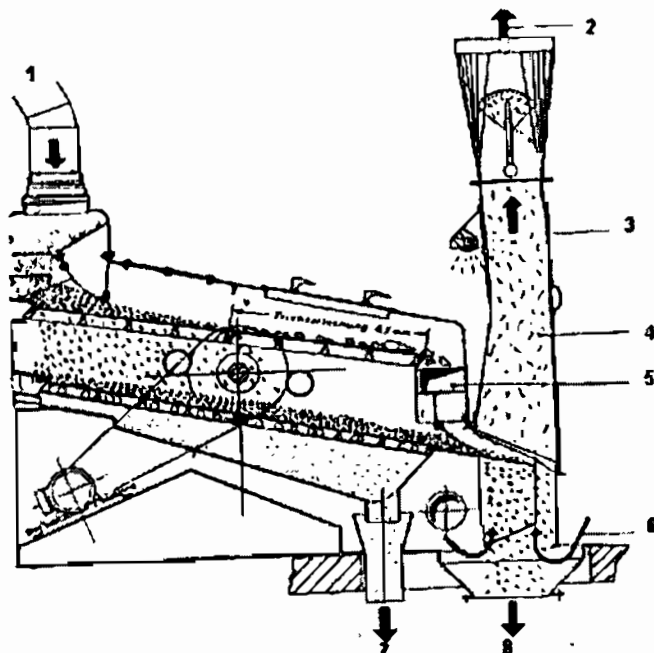
Bộ phận chính của thiết bị là một tang quay hình trụ được đặt với độ nghiêng 0,1m trên 1m chiều dài và quay với tốc độ 0,7 - 0,8 m/s. Trong tang được lắp các loại sàng bằng kim loại có kích thước lỗ đục khác nhau. Số lượng sàng và kích thước lỗ đục trên các sàng được xác định tùy thuộc vào yêu cầu đối với kích thước đại mạch cần phân loại. Ví dụ như cần phân đại mạch thành 4 cấp chất lượng thì thiết bị cần có 3 sàng với kích thước lỗ như



Hình 1.15. Thiết bị quạt sàng:

1- đại mạch chưa làm sạch; 2- tạp chất lớn; 3- tạp chất nhẹ (rơm, rác); 4- tạp chất bé; 5- đại mạch sạch; 6- bụi bẩn; 7- con quay điều chỉnh hạt.

sau: Sàng 1: $\phi = 2,8 \text{ mm}$; Sàng 2: $\phi = 2,5 \text{ mm}$; Sàng 3: $\phi = 2,2 \text{ mm}$. Đại mạch nằm trên sàng một là đại mạch loại 1, trên sàng hai là loại 2 và trên sàng 3 là loại 3. Đại mạch lọt qua sàng 3 là loại 4. Có nhiều nước chỉ phân chia chất lượng đại mạch thành 3 cấp và chỉ cần thiết bị phân loại 2 sàng: sàng 1: $\phi = 2,5 \text{ mm}$; sàng 2: $\phi = 2,2 \text{ mm}$.



Hình 1.16. Thiết bị phân loại dạng tang quay:

- 1- đại mạch chưa phân loại; 2- bộ phận nối với thiết bị làm sạch khí;
- 3- ống thông khí; 4- bụi và các tạp chất nhẹ; 5- nơi chứa tạp chất lớn;
- 6- không khí sạch; 7- tạp chất nhỏ; 8- đại mạch đã phân loại.

Nguyên tắc hoạt động:

Nguyên tắc hoạt động chính của thiết bị là khi tang quay quay, các hạt có kích thước nhỏ hơn lỗ sẽ lọt qua lỗ sàng, còn hạt kích thước to hơn nằm lại trên mặt sàng và chuyển ra ngoài.

Đại mạch đi vào thiết bị phân loại qua 1. Các tạp chất lớn không lọt qua sàng 1 được chuyển đến chứa tạm ở 5. Tạp chất nhỏ lọt qua sàng 2 được chuyển ra ngoài qua 7. Đại mạch lọt qua sàng 2 sẽ được chuyển ra ngoài qua 8.

Thiết bị này được sử dụng rộng rãi nhất và có thể phân loại các hạt có đường kính từ 2,5 đến 1 mm. Người ta thường ký hiệu mặt sàng theo số, các chữ số đó thường chỉ chiều dài cạnh của lỗ. Năng suất của thiết bị được dựa trên lượng đại mạch được phân loại $/\text{m}^2 \cdot \text{h}$. Tốc độ phân loại của sàng được xác định bởi các yếu tố như: sự phân bố kích thước và hình dạng của hạt đại mạch, chiều và tốc độ rung của sàng.

Ngoài ra thiết bị phân loại dạng sàng rung nhiều tầng (hình 1.17) cũng được sử dụng trong một số trường hợp khi chuyển động rung của sàng đã đủ để phân loại hạt một cách hiệu quả.

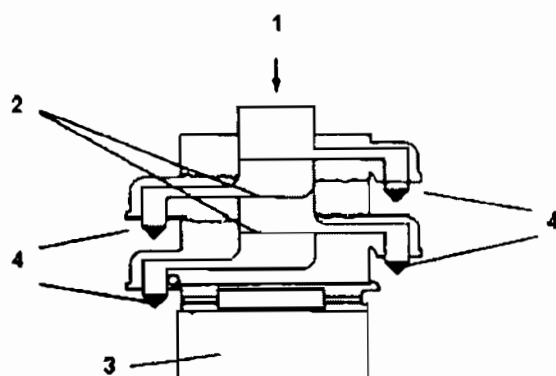
1.5.2. Bảo quản đại mạch

1.5.2.1. Mục đích

Ngay sau khi thu hoạch, khả năng nảy mầm của hạt là rất kém do hiện tượng “ngủ” của hạt. Đó là hiện tượng mà các hạt được đặt trong những điều kiện về độ ẩm, nhiệt độ, và thông khí thích hợp nhưng không diễn ra bất cứ sự sinh trưởng, phát triển nào. Hiện tượng này được đánh giá như là hệ thống tự bảo vệ của hạt đại mạch để hạt không nảy mầm ngay lập tức sau khi gặt mà khả năng nảy mầm của hạt chỉ trở lại bình thường sau ít nhất 6 - 8 tuần bảo quản.

Do đó, các nhà sản xuất malt không sản

xuất malt từ đại mạch vừa thu hoạch xong mà bắt buộc phải có hệ thống kho dự trữ nguyên liệu trong khoảng 2 tháng trước khi đưa vào chế biến thành malt đại mạch.



Hình 1.17. Thiết bị phân loại dạng sàng rung nhiều tầng:

1- đại mạch chưa phân loại; 2- sàng;
3- bề rung; 4- đại mạch đã phân loại.

1.5.2.2. Yêu cầu của quá trình bảo quản đại mạch

Bảo quản ngũ cốc nói chung và đại mạch nói riêng không quá phức tạp vì đại mạch ngay sau thời điểm thu hoạch đã có độ ẩm thấp và quá trình tự thối rữa diễn ra rất chậm. Để malt đại mạch đạt chất lượng tốt và ổn định, chế độ và điều kiện để bảo quản đại mạch trước khi sản xuất phải thích hợp và ổn định giữ một vai trò rất quan trọng và phải đáp ứng các yêu cầu sau:

- Bảo đảm một cách chắc chắn việc bảo quản 60 - 70% lượng đại mạch cần thiết để sản xuất trong 1 năm của nhà máy;
- Bảo đảm việc thông gió dễ dàng và hiệu quả cho khối hạt;
- Bảo đảm nhiệt độ ổn định trong khu vực kho và trong khối hạt;
- Bảo đảm một cách chắc chắn việc khống chế hàm ẩm của khối hạt không cho vượt quá 15%;
- Không trộn lẫn các lô hạt khác giống và khác nhau về độ chín;
- Ngăn ngừa sự xâm nhập của côn trùng, sâu bọ, các động vật gặm nhấm,....

1.5.2.3. Một số quá trình quan trọng xảy ra trong quá trình bảo quản

Trong quá trình bảo quản, trong hạt đại mạch vẫn tiếp tục diễn ra một loạt quá trình,

trong đó quan trọng nhất là quá trình hô hấp và quá trình chín sau khi thu hoạch.

(i) Quá trình hô hấp

Sau khi thu hoạch, làm sạch và phân loại, hạt đại mạch vẫn là một cơ thể sống, nghĩa là quá trình hô hấp vẫn diễn ra để duy trì các quá trình *oxy hóa-khử* trong lòng tế bào và sự sống cho hạt. Trong quá trình hô hấp, các chất dinh dưỡng trong hạt bị sử dụng để tạo năng lượng, một phần năng lượng này dùng để duy trì sự sống cho hạt, một phần thoát ra môi trường xung quanh. Tuy nhiên, khác với khi còn trên cây, phần chất dinh dưỡng tiêu hao cho các quá trình trên không được bù đắp do hạt không còn khả năng tổng hợp chất dinh dưỡng. Do đó, trong giai đoạn bảo quản, lượng chất khô trong đại mạch sẽ giảm đi.

Khác với động vật, hạt hô hấp cả trong điều kiện có và không có oxy. Sản phẩm cuối cùng của quá trình hô hấp hiếu khí (có oxy) là khí cacbonic và nước còn sản phẩm của quá trình hô hấp yếm khí (không có oxy) là khí cacbonic và rượu etanol C_2H_5OH . Cường độ của quá trình hô hấp phụ thuộc rất nhiều yếu tố, trong đó quan trọng nhất là hàm ẩm của hạt, nhiệt độ của môi trường và chế độ thông gió.

Hàm ẩm của hạt: là nhân tố gây ảnh hưởng rất lớn đến cường độ hô hấp và các quá trình khác của hạt và trở thành yếu tố quyết định đến độ bền bảo quản. Nếu hàm ẩm của hạt từ 11 - 12% thì quá trình hô hấp của hạt hầu như không đáng kể. Nếu hàm ẩm của hạt là 17% thì cường độ hô hấp tăng 30 lần và hạt có hàm ẩm 33% có cường độ hô hấp cao gấp 6000 lần. Nói chung, hàm ẩm tối đa cho phép khi đưa đại mạch vào bảo quản là 13%.

Nhiệt độ của khối hạt: cũng gây ảnh hưởng không nhỏ đến cường độ hô hấp. Ở cùng điều kiện như nhau nhưng nhiệt độ cao hơn thì cường độ hô hấp sẽ tăng lên rất nhiều. Năng lượng cực đại do hô hấp thải ra ở nhiệt độ 45 - 55°C. Khi nhiệt độ vượt quá khoảng này thì tế bào có dấu hiệu phân rã.

Sự phối hợp giữa 2 yếu tố hàm ẩm và nhiệt độ của khối hạt sẽ gây ra hiệu ứng đồng tác động, làm tăng cường độ hô hấp lên rất nhiều. Hậu quả của quá trình hô hấp mạnh là lượng nước đáng kể được thải ra cùng với 1 lượng nhiệt khá lớn. Lượng nước tạo thành và năng lượng tỏa ra này lại tiếp tục làm tăng cường độ hô hấp lên nhiều lần nữa. Từ đó, một phản ứng dây chuyền được tạo ra và hậu quả cuối cùng là khối hạt tự đốt nóng, tự làm ẩm và còn hàng loạt các hậu quả khác, dẫn đến chất khô của khối hạt bị tiêu hao nặng, đồng thời chất lượng của hạt cũng giảm đi rất nhiều. Thực tế cho thấy nếu nhiệt độ bảo quản tăng lên 23°C thì khả năng nảy mầm của hạt giảm từ 93% xuống còn 67%, còn nếu tăng lên 31 - 46°C thì khả năng đó chỉ còn 50%.

Sự thông gió của khối hạt: Đây cũng là một yếu tố có ảnh hưởng khá mạnh đến cường độ hô hấp và các quá trình khác của đại mạch trong quá trình bảo quản. Một mặt, thông gió đầy đủ sẽ tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình hô hấp hiếu khí, dẫn đến tiêu hao chất khô. Mặt khác, không thông gió đầy đủ sẽ dẫn đến quá trình hô hấp yếm khí, dẫn đến sự tích lũy một lượng đáng kể CO_2 và C_2H_5OH , ức chế sự hoạt hóa của phôi. Với nồng độ lớn, 2 chất này có thể làm tê liệt phôi và hạt mất khả năng mọc mầm.

Sự thông gió cho khối hạt đại mạch trong thời gian bảo quản là cần thiết, nhằm loại trừ CO₂ và ngăn ngừa quá trình hô hấp yếm khí mà còn nhằm giảm độ ẩm và nhiệt độ của khối hạt.

Thực nghiệm cho thấy với đại mạch có hàm ẩm 10 - 12% thì lượng oxy có trong khối hạt đã đủ để hạt hô hấp trong 1440 ngày đêm. Tuy nhiên, nếu hàm ẩm của hạt tăng lên 33% và nhiệt độ bảo quản cũng tăng lên 30°C thì lượng oxy đó chỉ đủ cho khối hạt hô hấp trong vòng vài giờ.

Thời gian tối đa cho phép bảo quản đại mạch là ẩn số phụ thuộc hàm ẩm của hạt và nhiệt độ của môi trường. Nhiệt độ bảo quản thấp và hàm ẩm của hạt thấp là những yếu tố cần thiết nhằm bảo toàn các tính chất sinh lý và tính chất công nghệ của đại mạch

(ii) Quá trình chín sau thu hoạch

Khi thu hoạch, đại mạch đạt tới *độ chín kỹ thuật*. Sau khi thu hoạch xong, hàng loạt các quá trình phức tạp xảy ra trong lòng hạt như khi chưa thu hoạch, nhưng với cường độ bé hơn và giảm dần đến mức tối thiểu. Trong quá trình này, một số tính chất sinh lý và công nghệ của hạt dần dần được ổn định và đạt đến mức tối đa. Hạt mới thu hoạch xong có cường độ hô hấp rất mạnh nên khả năng nảy mầm thấp. Nhưng theo thời gian tàng trữ, cường độ hô hấp giảm dần đến mức tối thiểu và khả năng nảy mầm tăng lên tới mức tối đa. Khi đó, hạt đã đạt đến *độ chín sinh lý* hoàn toàn.

Nguyên nhân của hiện tượng này là do quá trình chín sau thu hoạch. Trong quá trình này, các chất hữu cơ phân tử thấp chuyển thành hữu cơ phân tử cao như axit amin thành protein, đường thành tinh bột, glycerin và axit béo thành chất béo. Những chuyển hoá này làm giảm những liên kết kìm hãm sự nảy mầm như aldehyt axetic, aldehyt formic. Tuy nhiên, những quá trình nhiều phản ứng hóa học xảy ra kèm theo sự thoát nước. Do đó, nếu hàm ẩm của khối hạt thấp thì lượng nước này không gây ảnh hưởng lớn, nhưng nếu hàm ẩm của đại mạch cao thì sẽ gây ảnh hưởng không tốt (như trên).

Thời gian chín sau thu hoạch của mỗi loại hạt đều khác nhau, nhưng đều phụ thuộc vào độ ẩm của hạt, độ ẩm tương đối của không khí, nhiệt độ và thành phần của không khí. Nhiệt độ của hạt thấp, hàm ẩm vừa phải và nhiệt độ không khí tương đối cao thì quá trình chín sau thu hoạch của khối hạt tiến triển tốt và nhanh. Ngược lại, nếu nhiệt độ của không khí thấp thì quá trình chín sẽ chậm lại hoặc bị đình chỉ hoàn toàn. Bên cạnh đó, nếu trong không khí chứa quá nhiều CO₂ thì quá trình chín sau thu hoạch xảy ra chậm và độ nảy mầm của hạt cũng giảm. Nếu độ ẩm của hạt quá cao thì quá trình hô hấp sẽ xảy ra mạnh, quá trình chín không xảy ra, làm tiêu hao chất khô và giảm khả năng nảy mầm của hạt.

Để tăng cường tốc độ chín sau thu hoạch, có thể thúc đẩy bằng cách phơi hoặc sấy hạt, đặc biệt hiệu quả sẽ rất cao nếu ta quạt không khí khô vào khối hạt. Như vậy, chỉ cần sau 15 - 20 ngày, độ nảy mầm của hạt sẽ đạt giá trị cực đại. Trường hợp hàm ẩm của hạt cao, khối hạt phải được sấy cấp tốc hoặc phải được thông gió cưỡng bức.

1.5.2.4. Quá trình sấy sơ bộ đại mạch trước khi bảo quản

Đại mạch sau khi thu hoạch có độ ẩm khác nhau, nhưng độ ẩm thích hợp nhất cho quá trình bảo quản là 12 - 15%. Do đó, trong nhiều trường hợp, người ta sấy sơ bộ đại mạch trước khi đưa vào bảo quản. Quá trình sấy sơ bộ có thể là quá trình liên tục hay gián đoạn:

- Sấy liên tục:

Thiết bị có thể ở dạng đứng hay nằm. Thiết bị đứng là thiết bị thường được sử dụng hơn, trong đó đại mạch được cho vào ở phía trên thiết bị, rơi tự do dưới tác dụng của trọng lực trong cột sấy. Trong thiết bị nằm, đại mạch được rải thành lớp trên 1 sàn nằm ngang có lỗ thông khí ở đáy và khí nóng được thổi vào lớp hạt qua những lỗ này.

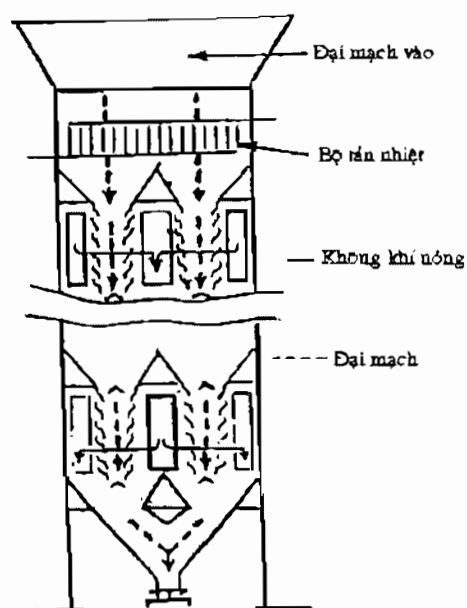
- Sấy gián đoạn (hình 1.18):

Chủ yếu được thực hiện bằng thiết bị sấy sử dụng cho giai đoạn hoàn thiện sản phẩm (thiết bị sấy sau khi nảy mầm). Trong trường hợp này, thời gian sấy thường vào khoảng 12 - 14 giờ.

Yêu cầu của quá trình sấy:

- Không khí nóng dùng để sấy phải sạch.
- Đảm bảo đại mạch được tiếp xúc càng nhiều càng tốt với không khí nóng trong môi trường có độ ẩm thấp, nhằm làm giảm độ ẩm của đại mạch.

- Sau khi sấy thì đại mạch cần được làm nguội đến nhiệt độ bảo quản trước khi chuyển vào kho. Nếu làm nguội không bảo đảm, nhiệt sẽ tiếp tục tỏa ra trong giai đoạn đầu của quá trình bảo quản, tạo điều kiện thuận lợi cho các sinh vật gây hại phát triển.



Hình 1.18. Nguyên lý hoạt động của máy sấy đại mạch.

1.5.2.5. Các phương pháp/điều kiện bảo quản đại mạch

Sau khi sấy sơ bộ, đại mạch được chuyển vào bảo quản trong thời gian dài ở nhiệt độ khống chế vào khoảng 12 - 13°C. Nếu bảo quản ở nhiệt độ lớn hơn 15°C, nguy cơ bị sinh vật gây hại xâm phạm, quá trình hô hấp diễn ra mạnh làm giảm nồng độ cơ chất của hạt trong quá trình nảy mầm. Trong quá trình bảo quản đại mạch, thông khí cũng cần thiết nhằm giảm sự tăng nhiệt độ của khối hạt tạo ra do quá trình hô hấp của đại mạch. Thông thường, các kho chứa đại mạch được lắp thiết bị điều hòa nhiệt độ và hệ thống thông khí.

Trên thế giới hiện nay, đại mạch được bảo quản dưới nhiều hình thức, và có thể được phân loại thành 3 loại là kho bằng, kho xilô bằng xi măng và thùng chứa. Nhưng được sử dụng phổ biến nhất là loại kho bằng và kho xilô.

1. Kho bằng:

Đây cũng là phương pháp bảo quản đại mạch ít tốn kém nhất, có thể chứa được đến 30 nghìn tấn đại mạch. Kho bằng thường được xây dựng bằng khung bê tông hay thép, và sàn bằng gạch gia cố. Trần thường được xây bằng xi măng nhằm hút bớt độ ẩm trong kho hoặc bằng thép (tuy nhiên trần thép thường gặp vấn đề ngưng tụ của không khí ẩm). Thông thường, kho bằng có chiều rộng 3 - 4m và chu vi khoảng 6 m. Trong nhiều trường hợp, hệ thống ống thông khí bằng bê tông được xây dựng trong tầng phụ và thép có đục lỗ được lót ở nền nhà nhằm giúp cho quá trình thông khí. Quạt thông gió thường được đặt bên ngoài kho. Phương pháp vận chuyển đại mạch vào kho thường được thực hiện bằng băng tải ở trên cao, gồm nhiều chỗ thoát đại mạch để tận dụng tối đa năng suất của băng tải. Để đảm bảo trải/đổ đại mạch vào đầy ở các góc kho, thiết bị đẩy đại mạch thường được lắp thêm.

2. Kho xilô:

Được sử dụng phổ biến trong những nhà máy có diện tích kho bãi hạn chế do mật độ chứa cao và chiều cao của kho xilô thường cao hơn những phương pháp bảo quản khác.

3. Thùng chứa:

Có thể là thùng tròn đáy bằng hoặc thùng trụ đáy côn. Các nhà sản xuất malt trên thế giới hiện nay đang dần chuyển sang sử dụng những thùng chứa lớn thân trụ đáy tròn để bảo quản đại mạch trong thời gian dài do tính linh hoạt cao trong việc bảo quản đại mạch đã phân loại (trong các thùng khác nhau), điều khiển điều kiện bảo quản của các loại đại mạch khác nhau dễ dàng hơn, dễ đổ đầy và tháo đại mạch, dễ vệ sinh thùng. Các loại kho bằng và kho xilô sẽ dần dần được thay thế bằng các thùng chứa có thể tích lớn do kho bằng và kho xilô có chi phí xây dựng thấp nhưng vận hành cao (đổ đầy và tháo đại mạch), đồng thời khó có thể chứa các loại đại mạch khác nhau (đã qua phân loại).

1.6. ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG ĐẠI MẠCH

Chất lượng của đại mạch được chọn ảnh hưởng đến chất lượng của malt và bia. Do đó việc đánh giá chất lượng đại mạch rất quan trọng đối với người sản xuất malt và bia.

Đại mạch được đánh giá bằng nhiều phương pháp: bằng tay hoặc bằng các phương pháp lý hoá có thể được thực hiện ở thời điểm đưa ra thị trường và lấy mẫu ngẫu nhiên ở nhiều vị trí của khối hạt.

Trong quá trình vận chuyển xảy ra nhiều sự thay đổi về thành phần của đại mạch. Bởi vậy để có thể biết được thành phần trung bình cần phải lấy càng nhiều mẫu càng tốt ở các điểm khác nhau.

1.6.1. Đánh giá chất lượng đại mạch bằng tay

Đại mạch dùng sản xuất malt được lựa chọn chủ yếu trên cơ sở chủng giống và địa điểm trồng. Ngoài các phương pháp kiểm tra nhanh được sử dụng rộng rãi, việc đánh giá trực tiếp bằng tay hạt đại mạch từ bên ngoài rất quan trọng. Các đặc tính cần kiểm tra là:

Mùi: Đại mạch cần phải có mùi sạch, tươi, giống mùi rơm. Nếu có mùi mốc, mùi đất thể hiện loại đại mạch bị bảo quản ẩm ướt, khả năng nảy mầm của đại mạch bị giảm và khó xử lý.

Độ ẩm: Hạt phải là khô, khi thả nắm hạt từ tay hạt rơi xuống dễ dàng, nếu dính vào tay chứng tỏ hạt có độ ẩm cao.

Màu sắc và độ sáng: Hạt đại mạch phải có màu vàng nhạt giống màu rơm, màu sáng đồng nhất. Hạt màu hơi xanh chứng tỏ thu hoạch sớm. Đại mạch chịu thời tiết mưa có màu xám đục. Đầu hạt có màu nâu có thể do đặc tính của loại đại mạch, nhưng phần lớn là do thu hoạch trong mùa mưa ẩm và dẫn đến hạt kém nảy với nước.

Tính chất của vỏ: Hạt có vỏ nhẵn đều, mỏng chứng tỏ loại đại mạch tốt, giàu chất chiết. Hạt chưa đủ độ chín thường có vỏ dày và nhẵn. Vỏ dày chứa nhiều polyphenol và nhiều hợp chất đắng hơn.

Tạp chất: Khối hạt không có các tạp chất như hạt cỏ dại, cát, sỏi, rơm rạ, kim loại, hạt vôi, các hạt mốc hay các hạt ngũ cốc không phải đại mạch.

Hạt vỡ: Gây khó khăn cho quá trình công nghệ và sinh học trong quá trình xử lý nên cần được loại bỏ. Hạt bị vỡ do tuốt lúa và các động vật (kể cả côn trùng) gây ra ...

Hình dáng và kích thước hạt: Hạt phải to đều và đầy đặn. Hạt đại mạch như vậy thường cho nhiều dịch (đường) và chứa ít protein hơn hạt dài. Tuy nhiên hình dáng hạt phụ thuộc chủ yếu vào giống đại mạch.

Sự đồng nhất: Yêu cầu khối hạt phải có tỷ lệ các hạt đầy đặn cao.

Côn trùng: Côn trùng phổ biến nhất là mọt lúa. Các hạt bị mọt ăn tạo thành các lỗ, nổi lên trên mặt nước khi ngâm, hạt này không thể sử dụng để sản xuất malt. Hạt bị nhiễm nấm mốc gây mùi khó chịu trong bia.

1.6.2. Các phương pháp lý hoá

1.6.2.1. Phân loại

Phân loại đại mạch qua kích cỡ là quan trọng nhất về mặt vật lý và có thể được thực hiện nhanh và dễ dàng. Đại mạch được phân loại bởi các sàng rung có đường kính lỗ sàng $\phi = 2,8 \text{ mm}$; $2,5 \text{ mm}$; $2,2 \text{ mm}$ phân thành 4 phần.

Những hạt không lọt qua sàng I ($\phi = 2,8 \text{ mm}$), sàng II ($2,5 \text{ mm}$) được gọi là hạt loại I (hạt rất đều). Những hạt lọt qua sàng I, II, nhưng không lọt qua sàng III là loại II. Phần hạt

lọt qua sàng III coi là tạp chất, dùng làm thức ăn gia súc.

- Loại hảo hạng: ít nhất 95% hạt trên rây 2,8 mm và cho phép < 2% qua rây 2,2 mm.
- Loại tốt: ít nhất có 90% hạt trên rây 2,8 mm và 2 - 4 % lọt qua sàng 2,2 mm.
- Loại trung bình: $\geq 85\%$ trên rây 2,8 mm và 3 - 4% lọt qua sàng 2,2 mm.

1.6.2.2. Khối lượng 1000 hạt

Do khối lượng 1000 hạt tăng cùng hàm lượng nước, được tính theo khối lượng chất khô. Khối lượng 1000 hạt liên quan đến việc phân loại và năng suất chiết từ đại mạch. Nếu khối lượng 1000 hạt tăng thì tỷ lệ hạt loại I tăng và hàm lượng chất chiết cũng tăng. Khối lượng 1000 hạt được xác định bằng máy đếm hạt và cân. Các hạt vỡ, hạt không phải đại mạch cần loại bỏ trước, và trừ đi khối lượng của chúng, do đó khối lượng 1000 hạt giảm.

Sử dụng các công thức sau:

- Khối lượng 1000 hạt (g, tính cả ẩm) = $\frac{\text{khối lượng 1000 hạt} \times 1000}{\text{tổng số hạt}}$
- Khối lượng 1000 hạt (g, tính theo chất khô) =
= $\frac{\text{khối lượng 1000 hạt (sau sấy khô)}(100-W)}{100}$

trong đó, W - độ ẩm đại mạch (%).

Ví dụ: Một mẫu 40 g chứa 1,6 g hạt vỡ và hạt lạ và 1048 hạt đại mạch có W = 11,5%

Giải:

- Khối lượng 1048 hạt = $40,0 - 1,6 = 38,4$ g
- Khối lượng 1000 hạt (tính theo trọng lượng) = $\frac{38,4 \times 1000}{1048} = 36,6$ g
- Khối lượng 1000 hạt (tính theo chất khô) = $\frac{36,6 \times (100-11,5)}{100} = 32,4$ g

Vậy khối lượng 1000 hạt tính theo trọng lượng là 36,6 g, còn tính theo chất khô là 32,4 g.

Giá trị trung bình của 1000 hạt đại mạch tính theo trọng lượng:

- Đại mạch nhẹ: 37 - 40 g
- Đại mạch trung bình: 41 - 44 g
- Đại mạch nặng: > 45 g

Giá trị trung bình 1000 hạt đại mạch tính theo chất khô:

- Giá trị trung bình: 38 - 40 g
- Giá trị giới hạn: 30 - 45 g

1.6.2.3. Dung trọng

Là khối lượng (kg) của 100 lít đại mạch. Đại mạch dùng cho sản xuất bia thường có dung trọng 68 - 75 kg/100 lít. Tuy nhiên giá trị này phụ thuộc nhiều yếu tố chưa xác định được.

1.6.2.4. Độ cứng (tính chất nội nhũ)

Xác định độ cứng của hạt đại mạch để dự đoán khả năng xảy ra trong quá trình sản xuất malt và chất lượng của malt tạo thành. Xác định độ cứng của nội nhũ bằng cách cắt hạt bằng máy farinator, có thể cắt dọc hoặc cắt ngang. Đại mạch tốt cho sản xuất bia cần phải chứa không dưới 80% lượng bột. Độ cứng của hạt có thể là tạm thời hay vĩnh cửu. Để phân biệt hai độ cứng này ngâm hạt trong 24 giờ, rồi sấy và cắt. Malt sản xuất từ đại mạch có độ cứng vĩnh cửu cao không thích hợp để sản xuất bia.

1.6.2.5. Kiểm tra các tính chất hoá học

a. Độ ẩm

Theo phương pháp phân tích EBC, xác định độ ẩm của hạt đại mạch bằng cách đưa đại mạch đã nghiền vào tủ sấy và sấy trong 3 giờ ở 105 - 107°C. Độ ẩm của hạt đại mạch đóng vai trò rất quan trọng đối với sự bảo quản chúng. Trên 16 - 17% thì xảy ra các hiện tượng tự nóng của khối hạt.

b. Protein

Các tác động bất lợi:

Lượng protein quá nhiều là có hại cho công nghệ sản xuất bia bởi vì với một giống lúa đã chứa nhiều lượng protein thì lượng tinh bột của chúng sẽ giảm đi. Nước hèm chứa quá nhiều hợp chất của nitơ thì khó lọc trong, cho sản phẩm bia kém trong và khó bảo quản. Tuy nhiên cần có giới hạn dưới về lượng protein để đảm bảo độ sánh cho bia sản phẩm và nguồn dinh dưỡng nuôi nấm men.

Trong quá trình sản xuất malt, nếu dư protein là rất tai hại bởi vì đại mạch trở nên rất khó nhuyển và cho chất chiết ít hơn. Đối với cùng một giống đại mạch, thì thành phần nitơ có thể là khác nhau, đó là do ảnh hưởng của phân bón chứa nitơ, của điều kiện khí hậu và thời điểm đem đại mạch đi sản xuất malt.

Các tác động có lợi:

Lượng các enzym ngoại mạch (ví dụ như: β -amylaza và enzym ngoại mạch β -glucanaza) thì có liên quan với hàm lượng nitơ có trong hạt. Hàm lượng tối thích của nitơ là 10-11% trọng lượng khô của hạt.

c. Chất chiết

Chất chiết là tập hợp các chất có thể hoà tan tạo thành dịch chiết trong quá trình đường hoá, chiếm khoảng 77 - 80%. Khi xác định chất chiết của đại mạch, thì bắt buộc phải bổ sung các enzym hoặc cho thêm dịch chiết của malt chứa nhiều enzym, hoặc malt.

d. Hoạt lực diastaza

Đại mạch chín không chứa α -amylaza, vì vậy chúng ta chỉ cần xác định hàm lượng β -amylaza. Hoạt lực diastaza được biểu thị bằng đơn vị Windish Kolbach thường nằm trong khoảng 200 đến 400.

1.6.2.6. Sự “ngủ” của hạt

Là hiện tượng mà các hạt được đặt trong những điều kiện về độ ẩm, nhiệt độ, và thông khí thích hợp nhưng không diễn ra bất cứ sự sinh trưởng, phát triển nào. Đó cũng là lí do mà không nên sản xuất malt từ đại mạch vừa thu hoạch xong. Hiện tượng này được đánh giá như là hệ thống tự bảo vệ của hạt đại mạch để hạt không nảy mầm ngay lập tức sau khi gặt.

1.6.3. Kiểm tra các tính chất lý học

1.6.3.1. Kiểm tra nảy mầm

Cần phải phân biệt giữa: hiệu lực nảy mầm, năng lực nảy mầm và khả năng nảy mầm.

Hiệu lực nảy mầm: Là tỉ lệ phần trăm của các hạt nảy mầm ở 20°C sau 3 ngày khi để các hạt giữa 2 tờ giấy lọc vào trong hộp Petri và cho 4 ml nước.

Năng lực nảy mầm: Là tỉ lệ phần trăm các hạt nảy mầm sau 5 ngày.

Một loại đại mạch tốt để sản xuất bia cần có 2 chỉ số trên nằm trong khoảng: 90% đối với hiệu lực nảy mầm và 95% đối với năng lực nảy mầm. Những hạt có khả năng nảy mầm nhưng phải sau thời gian dài hơn so với khoảng trên thì không phù hợp để sản xuất malt.

Chỉ số năng lực nảy mầm < 90% thì nên loại bỏ đại mạch này; và nếu nằm trong 90 - 95% thì nên tính đến giá thành.

Các thử nghiệm về năng lực nảy mầm được thực hiện sau thời kì “ngủ” của hạt đại mạch trong một tủ ẩm có ẩm được giữ ở nhiệt độ 20°C cho 500 hạt (các hạt này đặt trên lớp bông ẩm và được đậy một lớp giấy thấm).

1.6.3.2. Khả năng nảy mầm

Chỉ số này xác định dựa trên cơ sở các mầm sống nhuộm màu dưới tác dụng của một chất tạo màu.

Cất đôi hạt đại mạch, nhúng vào trong chất tạo màu: clorua tétrazolium ở 40°C. Đọc số mầm có màu đỏ. Clorua tetrazolium không màu bị khử bởi các enzym của mầm sống và chuyển thành formazin màu đỏ (chất này không mất màu khi tiếp xúc với không khí).

Các mầm của các hạt chết thì không tạo thành màu. Thử nghiệm này có ưu điểm là rất nhanh (khoảng 15 phút) nhưng thường cho các kết quả sai lệch, một hạt thì có thể có mầm sống hoặc một phần của mầm sống nhưng vẫn không có khả năng nảy mầm.

1.6.3.3. Tính nhạy đối với nước

Tính nhạy này xác định thông qua sự chênh lệch về số các hạt nảy mầm khi cho nảy mầm 100 hạt trong hộp Petri với 4 ml nước và và 8 ml nước sau 72 h ở 20°C.

Hiệu số số hạt nảy mầm	0	1 - 10	11 - 20	21 - 35	> 50
Tính nhạy	Không	Yếu	Trung bình	Mạnh	Rất mạnh

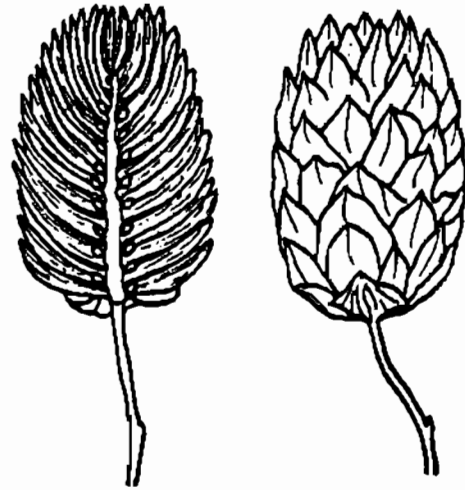
Việc xác định chỉ số này mang tính chất trọng yếu bởi nó sẽ tác động tới kỹ thuật ngâm đại mạch được thực hiện trong quá trình sản xuất malt.

Chất lượng của hạt đại mạch quyết định chất lượng của malt dùng sản xuất bia. Vì vậy việc đánh giá ban đầu các chỉ tiêu cơ bản trên của hạt đại mạch và hiểu biết chính xác là điều cần thiết đối với sinh viên, học viên, các nhà sản xuất malt và bia.

Chương 2

HOA HOUBLON

Cây Houblon có tên khoa học là “*Humulus Lupulus*”, là một loài thân leo thuộc hàng urticacée, họ moracé. Đây là một loài thực vật khác gốc, tức là các hoa cái và hoa đực thì trở ra từ các gốc khác nhau. Trong sản xuất bia, chỉ sử dụng hoa cái bởi vì chúng chiết ra nhựa đắng và các loại tinh dầu (dầu thơm) chủ yếu tạo nên các chất thơm trong bia. Trên cánh đồng hoa houblon, gồm chỉ toàn các cây cái, người ta chỉ để này ra từ 2 đến 6 nhánh trên một gốc vào mùa xuân và để cho leo cao từ 6 đến 7 mét trên các cây sào.



Hình 2.1. Búp hoa houblon.

Trong sản xuất bia sử dụng các búp hoa của cây cái (hình 2.1). Trong hoa cái có chứa các nhựa đắng và tinh dầu, chính các thành phần này cung cấp cho bia các cấu tử đắng và thơm.

Cho đến nay các loại hoa houblon dùng trong công nghệ bia là các hoa khô của cây hoa cái và là sản phẩm tạo nên từ đó. Hoa houblon trồng ở các vùng chuyên trồng, là những nơi có đủ các điều kiện cần thiết cho sự phát triển của cây. Sau khi thu hoạch, hoa houblon được sấy khô và chế biến để giữ chất lượng hoa. Cấu trúc và thành phần của hoa houblon cho thông tin quan trọng để đánh giá chất lượng hoa houblon.

Việc trồng hoa houblon đòi hỏi rất nhiều sự chăm sóc. Các giàn hoa houblon phải được trồng trên một khoảnh đất sâu, được làm kỹ và bón phân tốt. Cây cần ánh sáng và nước. Năng suất hoa houblon khô trên một hecta thường trong khoảng 1000 đến 2000 kg (nhưng cũng có thể giảm xuống dưới 1000 kg). Một giàn hoa chỉ cho năng suất tối đa sau 3 năm và phải được thay mới sau khoảng 15 năm.

Cho đến vài năm trước đây thì việc thu hái hoa houblon vẫn chủ yếu bằng tay, công việc này tốn rất nhiều nhân công. Hiện nay thì việc thu hái được thực hiện chủ yếu bằng máy và đang ngày càng hoàn thiện để tránh làm vỡ các đài hoa houblon, một nguyên nhân làm trộn lẫn với các mảnh lá và thân cây. Khó khăn lớn nhất khi trồng cây hoa houblon là vấn đề chống các bệnh và các loại côn trùng.

Về mặt sản xuất bia thì hai yếu tố quan trọng nhất của hoa houblon là nhựa hoa và các tinh dầu. Nhựa hoa tạo nên vị đắng của bia, còn các tinh dầu chủ yếu tạo ra hương thơm cho bia. Các chất này chứa trong các hạt lupulin, các hạt này chiếm tới gần 1/5 khối lượng khô của hoa houblon. Chúng ta có thể thêm vào nhóm này các chất tanin.

2.1. CÁC VÙNG TRỒNG HOA HOUBLON

Đức và Mỹ là hai quốc gia sản xuất hoa houblon lớn nhất, tiếp theo là Cộng hoà Czech và hiện nay có cả Trung Quốc (bảng 2.1). Có khá nhiều giống hoa houblon và sản lượng thu hoạch trong năm cũng rất khác nhau (bảng 2.2).

Bảng 2.1. Sản lượng thu hoạch hoa houblon ở các nước trên thế giới ($\times 1000$ tấn)

Quốc gia	1993	1994	1995	2002	2005
Mỹ	34,5	33,8	35,4	25,8	26,2
Đức	42,4	28,8	34,7	31,5	29,0
Trung Quốc	13,5	17,5	16,5	14,2	20,0
Cộng hoà Czech	9,6	9,2	10,4	6,2	6,8
Liên bang Nga	7,1	5,1	4,7	0,44	-
Anh	5,6	4,4	5,0	2,65	2,0
Slovenia	3,5	3,6	3,9	2,2	1,5
Ba Lan	2,9	2,4	2,6	1,8	3,4
Úc	2,94	2,64	2,56	2,4	2,0
Rumani	2,9	1,73	2,5	-	-
Tây Ban Nha	2,11	2,07	1,9	0,13	-
Nam Phi	1,32	1,32	1,21	0,97	-
Bắc Triều Tiên	1,2	1,2	1,2	-	-
Pháp	1,08	1,1	1,08	1,55	1,4
Nhật	1,07	1,1	1,0	-	-
Slovakia	0,94	0,9	0,85	0,35	-
Niu Zilân	0,63	0,77	0,76	0,4	-
Serbia	0,84	0,7	0,7	-	-
Bỉ	0,59	0,56	0,54	0,44	-
Bungari	0,6	0,52	0,45	0,3	-
Các nước khác	1,7	1,82	1,66	-	-
Toàn thế giới	137,02	121,23	129,61	93,46	102,21

Bảng 2.2. Các giống hoa houblon

Giống hoa	Sản lượng (tấn)
Golding	501
Fuggle	344
WGV	84
Progress	140,6
Bram.Cross	63
Target	217,5
Yeoman	84
Challenger	520,8
Northdown	461,3
Các loại khác	37,6

Đức: Vùng trồng hoa lớn nhất là Hallertau (Bavarian Holledau). Giữa Augburg và Regensburg có tới 2193 người trồng hoa houblon trồng trên 18780 ha, bao gồm cả vùng Juca - vùng sản xuất hoa houblon lớn nhất ở Đức. Với tỷ lệ trung bình 6,36 ha/người trồng thì diện tích trồng hoa của một người trồng đã tăng 10 lần so với 50 năm trước (1950 là 0,65 ha/người).

Ở vùng Elbe-Saale có 48 người chuyên sản xuất hoa houblon, trồng trên tổng diện tích là 1781 ha. Vùng trồng hoa houblon này đã phát triển từ thời kỳ Đông Đức (DDR), gồm hầu hết các nông trang lớn với diện tích trồng trung bình là 37 ha. Vùng Elbe-Saale không phải là tỉnh lẻ như Hallertau, nó trải suốt các bang Sachsen, Sachsen-Anhalt và Thuringian (Bundesländer) và ở đó có 12 trạm đánh giá chất lượng.

Vùng trồng Tettnang mở rộng, với tổng diện tích khoảng hơn 1500 ha nằm về phía bắc từ Bodensee, ở đây có 406 nhà trồng hoa houblon. Vùng Spalt, với diện tích trồng xấp xỉ 800 ha, nằm ở phía tây nam Nuremberg.

Hersbruck, vùng đông nam Nuremberg nằm ở chân dãy núi Frankish. Với diện tích trồng là 117 ha, Hersbrucker là vùng trồng hoa houblon nhỏ nhất ở Đức. Bởi vùng này có dãy núi bao quanh nên hoa houblon ở đây thường được gọi là Hersbrucker Greibirgshopfen.

Nhu cầu về hoa houblon giảm đi ở nhiều nước trên thế giới do sử dụng độ đắng trong bia ít đi, lượng dùng ít đi bởi có các loại houblon có độ đắng cao hơn.

Mỹ: hoa houblon chỉ trồng trên khoảng 17600 ha ở các bang Washington, Oregon và Idaho.

Anh: houblon được trồng trên diện tích 3100 ha tại vùng Kent và Hereford. Loại houblon chính là loại hoa đắng Target.

Cộng hoà Czech: Hoa houblon được trồng chủ yếu ở vùng Saaz, cả ở Auscha (Ustec) trên tổng diện tích là 10000 ha và trồng chủ yếu là các loại hoa thơm.

Bỉ: Với diện tích trồng chỉ khoảng 380 ha và sản lượng khoảng 50 tấn. Trồng chủ yếu các loại houblon có độ đắng cao (Target, Northern Brewer). Sản lượng này rất nhỏ không đủ cấp cho tất cả các nhà máy bia nhỏ trong nước.

Balan: Thu hoạch khoảng 2400 tấn từ 2400 ha, trong đó có khoảng 200 tấn hoa thơm, còn lại là hoa đắng.

Trung Quốc: Thu hoạch 17500 tấn trên 7000 ha, trồng nhiều ở các vùng Xinjiang, Gansu, Ningxia. Việc trồng houblon ở Trung Quốc đang được mở rộng do tăng sản xuất bia nhằm đáp ứng nhu cầu nội địa. Tuy vậy, họ đang có kế hoạch xuất khẩu houblon ra thị trường thế giới.

2.2. THU HOẠCH, SẤY KHÔ, BẢO QUẢN HOA HOUBLON

Sau khi thu hoạch, hoa houblon phải được sấy khô và bảo quản.

2.2.1. Thu hoạch

Houblon được thu hoạch ở thời điểm khi hoa đã đạt độ chín kỹ thuật vào cuối tháng 8 và nên hoàn thành trong vòng 14 ngày. Khi thu hái không lấy thân cây mà chỉ hái các búp hoa với đoạn cành ngắn. Hiện nay, thu hoạch houblon được thực hiện hoàn toàn bằng máy.

2.2.2. Sấy khô

Hoa houblon vừa hái có độ ẩm khoảng 75 - 80%, ở trạng thái này hoa rất khó bảo quản nên phải được sấy khô ngay lập tức. Có thể thực hiện bằng máy sấy hoặc sấy bằng tải trong các nhà xưởng, sấy từng mẻ gián đoạn. Nhiệt độ sấy hoa houblon cao nhất là 60⁰C cho tới khi hàm lượng ẩm chỉ còn 8 -12%. Ở trạng thái này houblon không thể giữ được chất lượng trong một thời gian dài do tác động của oxy, ảnh hưởng của độ ẩm và nhiệt độ làm cho độ đắng của hoa giảm nhanh chóng và gây nhiều ảnh hưởng xấu khác. Bởi thế houblon phải được làm cho ổn định.

2.2.3. Làm ổn định houblon

Một số phương pháp làm ổn định houblon:

- Ép và đóng houblon vào bao.
- Cao hoa.
- Sản xuất chế phẩm houblon dạng viên.

Đóng bao: Đây là cách cổ điển nhất, ngày nay vẫn sử dụng để xử lý sơ bộ và đóng gói trong xưởng đóng gói.

Sulfua hoá: hoa houblon sau khi ép được sulfua hoá trong một buồng thuộc xưởng đóng gói. Đốt sulfua bên dưới buồng này, SO₂ tạo ra có tác dụng làm sạch và chống oxy hoá. Vi khuẩn trong houblon bị diệt và cũng không thể sống lâu được do các biến đổi trong thành phần hoa houblon. SO₂ sau đó được đuổi hết đi bằng khí sạch và hoa houblon được

đóng vào bao kín.

Ép: dùng máy ép thủy lực có cột dài khoảng 1,1 m và đường kính bằng 0,6 m để ép hoa, sau đó đóng bao và khâu kín bao. Mỗi bao nặng khoảng 150 kg. Nhờ có quá trình nén ép, giảm được không khí trong houblon, làm giảm khả năng hút ẩm.

Tuy vậy, houblon đã đóng bao chỉ giữ được trong một khoảng thời gian nhất định. Ngay cả khi để trong các túi chứa bằng kim loại kín thì chất lượng houblon cũng sẽ xấu đi trong vòng 1 năm.

Sản lượng houblon thay đổi qua các năm, bởi điều kiện trồng khác nhau, và giá cả thị trường dao động theo. Do đó hoa houblon phải được bảo quản trong một thời gian dài hơn.

2.3. CẤU TRÚC BÚP HOA HOUBLON

Hoa houblon là loài phân tính (có hoa đực, hoa cái), nhưng những người trồng hoa chỉ trồng hoa cái. Sau 2 năm, các cây ra các chùm hoa, xét theo hình dạng được gọi là búp hoa houblon. Điều quan trọng cần phải biết rõ cấu trúc của hoa houblon để biết được đâu là phần cần thiết trong đó.

Hình dáng và độ lớn của một búp hoa phụ thuộc vào giống, điều kiện canh tác. Búp hoa có dạng hình nón, dài 3 - 5 cm. Trong một búp hoa houblon có các bộ phận như cuống, trục, cánh hoa, nhị hoa và hạt lupulin. Tỷ lệ khối lượng của chúng tính theo chất khô của bông hoa như sau: cuống 5 - 8%; trục 7 - 8%; hạt lupulin 18 - 20%; cánh và nhị hoa 65 - 68%.

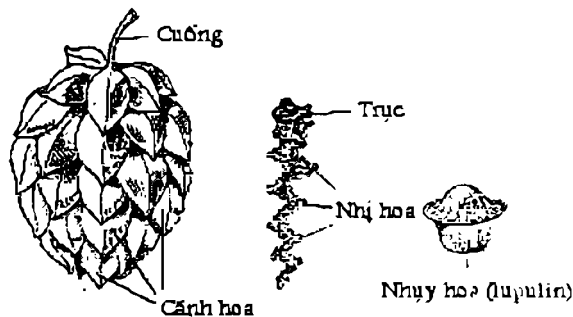
Cuống hoa nên để ngắn. Trục hoa là phần nối tiếp cuống, thường có hình zig zắc, có khoảng 6 - 10 đốt cong (hình 2.2). Cánh hoa có dạng hình trứng, dính trực tiếp vào trục, cánh nọ úp lên cánh kia tạo dạng hình nón. Thường có khoảng 40 - 100 cánh hoa trên một bông hoa, trung bình là 50 - 60 cánh. Cánh hoa có màu vàng xanh, các cánh ở gần cuống vàng hơn các cánh ở bên trong và phía trên.

Nhị hoa: nằm bên trong cánh hoa, tại mỗi chỗ uốn cong rất dễ nhìn thấy các nhị hoa.

Hạt lupulin có màu vàng óng, nằm ở giữa trục, các lá và nhị hoa. Hạt có hình cầu, đường kính 0,15 - 0,25 mm, xếp với nhau thành dạng như cái cốc. Trong đó có chứa các chất nhựa và các loại dầu thơm khác. Chính những hạt lupulin này là nguồn gốc tạo ra chất đắng và tinh dầu thơm của hoa houblon.

2.4. THÀNH PHẦN VÀ TÍNH CHẤT CÁC CẤU TỬ CHÍNH CỦA HOA HOUBLON

Thành phần của hoa houblon vô cùng quan trọng đối với chất lượng bia. Phụ thuộc vào giống, điều kiện khí hậu và kỹ thuật canh tác, thành phần hóa học của hoa có sự khác nhau đáng kể.



Hình 2.2. Búp hoa houblon.

Bảng 2.3. Thành phần của hoa houblon

Thành phần	Hàm lượng (%)
Nước	10 - 11
Nhựa đắng tổng số	15 - 20
Tinh dầu	0,5 - 1,5
Tanin	2 - 5
Monosaccarit	2
Pectin	2
Amino axit	0,1
Protein	15 - 17
Lipit và sáp	3
Chất tro	5 - 8
Xenluloza, lignin và các chất khác	40 - 50

2.4.1. Nước

Hoa houblon tươi mới hái chứa khoảng 75% nước. Sau khi sấy nhanh ở 50°C, lượng nước còn khoảng 10 - 11%. Hoa houblon sấy quá khô sẽ dễ bị rụng cánh và bị mất một phần hạt lupulin, nhưng nếu để ẩm (hơn 11%) thì rất khó bảo quản.

2.4.2. Các hợp chất đắng của hoa houblon

Trong hoa houblon, các chất nhựa đắng có giá trị nhất và nằm trong các hạt lupulin. Trong thực tế người ta vẫn chưa tìm thấy các chất này ở trong các loài cây khác.

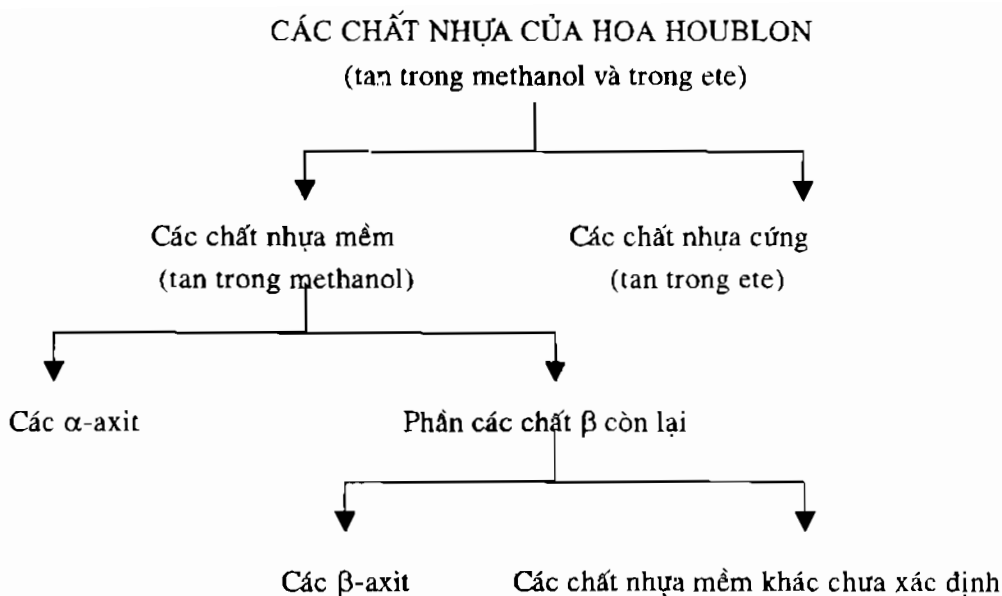
Vai trò của chất đắng trong công nghệ sản xuất bia rất lớn, chúng tạo cho bia vị đắng dịu rất đặc trưng. Ngoài ra, các chất này có hoạt tính sinh học cao, tạo sức căng bề mặt giúp cho bia có khả năng giữ bọt lâu. Với nồng độ khá thấp ở trong bia, các chất đắng có khả năng ức chế mạnh sự phát triển của vi sinh vật.

Hoa houblon chứa 15 - 21% nhựa đắng tính theo chất khô của hoa, trong đó các chất nhựa mềm tan trong hexan chiếm 90%, còn lại là các chất nhựa cứng tan trong ête và methanol.

Thành phần chính của nhựa mềm là các α và β - axit đắng và các chất nhựa mềm khác chưa xác định được.

Các α -và β -axít đắng có thể được coi như là các đồng phân hỗ biến, sự chuyển từ dạng cấu trúc này sang cấu trúc khác diễn ra rất nhanh. Các axit này rất ít tan trong nước. Ở 25°C độ tan của humulon là 6 mg/l, của lupulon là 1,5 mg/l. Độ tan tăng lên theo nhiệt độ.

Các cấu tử nhựa cứng chính là: xanthohumol, isoxanthohumol và flavon.

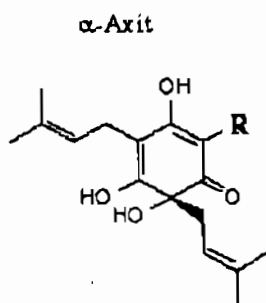


Hình 2.3. Các thành phần nhựa chính của hoa houblon.

α-Axit đắng:

Thường là một hỗn hợp các axit đắng và đồng phân có công thức chung và các đồng phân của nó và có tên khoa học là Humulon. Humulon tinh khiết là một loại muối màu vàng nhạt, điểm sôi là 70 - 72⁰C, $p_k = 5,4$.

Công thức tổng quát của α-axit:



Tên gọi	R	%
Humulon	$\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	35 - 70
Cohumulon	$\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	20 - 30
Adhumulon	$\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$	10 - 15
Prehumulon	$\text{CH}_2\text{OHCH}(\text{CH}_3)$	1 - 10
Posthumulon	CH_2CH_3	1 - 5

Trong quá trình đun sôi dịch đường chủ yếu xảy ra phản ứng chuyển hoá các α-axit thành các iso-α nhờ các phản ứng đồng phân hoá. Cuối cùng bia chỉ chứa 6 loại axit iso-α chính là:

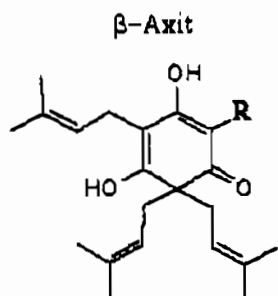
- *trans*- isocohumulon
- *cis*-isocohumulon
- *trans*- isohumulon (cầu hoá 4S-5S)
- *cis*-isohumulon (cầu hoá 4R-5S)
- *trans*- isoadhumulon

- *cis*-adhumulon

Hai loại đồng phân hình học tạo thành với tỷ lệ tương đối ổn định: 25% tạo thành dạng *trans*, 75% tạo thành dạng *cis* với một khoảng pH thay đổi rộng.

***β*-Axit đắng:**

Hỗn hợp tinh thể không màu. Công thức tổng quát của *β*-axit:



Tên gọi	R	%
Lupulon	$\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	30 - 55
Colupulon	$\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	20 - 55
Adlupulon	$\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$	5 - 10
Prelupulon	$\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	1 - 3
Postlupulon	CH_2CH_3	-

Các *β*-axit là các tinh thể không màu, điểm nóng chảy của colupulon là 96 - 97°C, của lupulon là 92°C. Trong quá trình bảo quản và trong quá trình sản xuất bia, do phản ứng oxy hoá, colupulon chuyển hoá thành hulupon, hulupon có $p_k = 2,5$ và làm cho bia có vị đắng mạnh khó chịu. Trong houblon tươi hàm lượng hulupon là 0,5%, còn trong houblon già là 3 - 4%. Các sản phẩm oxy hoá khác là các lupdep, lupdol, lupoxe, ludopxe; nhưng chúng chỉ gây ra 1/3 - 1/2 vị đắng cho hoa so với các loại *α*-axit.

Ngay từ năm 1932, Wolimer đã chỉ ra là các *α*-axit cho độ đắng gấp 9 lần *β*-axit.

Công thức tính độ đắng hoa houblon của Wolmer: **Độ đắng = α - axit + β -fraction / 9**

Độ đắng phụ thuộc chủ yếu vào lượng các *α*-axit dạng không hoà tan chuyển thành dạng iso-*α*-axit hoà tan được do quá trình đồng phân hoá. Quá trình đồng phân hoá này xảy ra trong thời gian đun nóng dài (hoặc xử lý bằng kiềm).

Trong *α*-axit đắng, cohumulon sẽ chuyển thành dạng humulon dễ hoà tan hơn. Do đó cohumulon có một vai trò đặc biệt trong số các nhựa.

Nhiều loại houblon, như houblon ở vùng phía nam hoặc Magnum, có chứa lượng cohumulon nhiều hơn (*α*-axit 30%) các loại khác (trung bình là 20%) và do đó nó có độ đắng cao hơn. Tổng hàm lượng nhựa thay đổi bởi nhiều lý do và tùy năm trồng. Thành phần nhựa tổng thay đổi theo thời gian bảo quản do ảnh hưởng của nhiệt độ, độ ẩm, không khí. Hoa houblon sau chế biến (thu hoạch) phải được giữ ở nơi lạnh, khô ráo và trong điều kiện không có không khí.

Để xác định giá trị trong sản xuất bia, hàm lượng *α*-axit thường khoảng 4 - 7%. Hàm lượng *α*-axit cao làm tăng giá trị trong sản xuất bia. Có rất nhiều loại houblon, như ở Northern Brewer, có hàm lượng *α*-axit là 8 - 10%. Ở nhiều nước trồng loại hoa houblon có hàm lượng chất đắng cao hơn, hàm lượng *α*-axit hơn 10%, loại hoa này được trồng ngày càng nhiều.

Tuy vậy, các loại hoa vừa có hương vừa có độ đắng đã chiếm một vị trí đáng kể trên thị trường thế giới. Các chất đắng ngăn cản sự phát triển các vi sinh vật trong dịch đường và trong bia. Tuy nhiên khả năng kháng khuẩn không lớn và không ảnh hưởng đặc biệt.

Trong thời gian bảo quản các chất đắng phân tách dần thành đôi chuỗi axit thơm (valeric), làm cho hoa houblon để lâu có mùi fomat.

2.4.3. Tinh dầu thơm của hoa houblon

Hoa houblon có chứa 0,5 - 1,5% tinh dầu thơm, với những loại hoa houblon thơm có thể chứa tới 3 - 4%. Các tinh dầu houblon được tạo thành trong đài lupulin và cho houblon hương thơm đặc trưng.

Tinh dầu hoa houblon không phải là đơn chất mà có hơn 200 hợp chất chứa trong tinh dầu houblon, chúng được chia thành 3 nhóm: hydrocacbon, các chất chứa lưu huỳnh và các hợp chất chứa oxy.

2.4.3.1. Hydrocacbon (75%)

Các hợp chất này chiếm chủ yếu nhưng cũng là thành phần dễ bay hơi nhất. Do vậy, chúng còn lại rất ít sau quá trình đun sôi dịch đường (ngay cả khi bổ sung hoa houblon vào muện). Các hợp chất quan trọng nhất là các monoterpen (C10) và các sesquiterpen (C15). Trong nhóm này, myrcen rất quan trọng, nó dễ bay hơi và dễ bị oxy hoá. Nó cho mùi thơm hắc mạnh và làm cho bia có mùi khó chịu. Mặt khác, β -caryophyllen, β -farnesen và humulen là các cấu tử thơm có tác dụng tốt. Cho tới nay, phần quan trọng của các cấu tử dầu houblon đối với hương và vị bia vẫn đang được bàn cãi. Phần lớn mùi và vị trong bia là từ trong các thành phần houblon. Người ta phải dùng các phương pháp phức tạp để nhận biết ra các chất này.

2.4.3.2. Các hợp chất lưu huỳnh

Tinh dầu thơm của hoa houblon cũng chứa cả vết của các hợp chất lưu huỳnh. Cường độ mùi của chúng mạnh, có thể ảnh hưởng đến hương tổng thể của hoa và bia. Các hợp chất lưu huỳnh chủ yếu trong hoa ($\text{CH}_3\text{SSSCH}_3$, $\text{CH}_3\text{SSSSCH}_3$, $\text{CH}_3\text{SSCH}_2\text{SCH}_3$) là tiền chất của oxit của S-metyl cystein ($\text{CH}_3\text{SOCH}_2(\text{NH}_2)\text{COOH}$), quá trình đun nóng làm cho sự biến đổi này càng dễ dàng. Người ta còn gặp các thioeste như S-metyl 2-metylbutan-thiolat.

2.4.3.3. Các hợp chất chứa oxy

Chúng được tạo thành từ các hydrocacbon (tinh dầu thơm), đặc biệt là trong quá trình tàng trữ. Phân tử oxy được cộng vào các liên kết đôi tạo thành các vòng epoxy. Các epoxy có thể bị khử thành rượu trong quá trình lên men.

Trong quá trình bảo quản, các tinh dầu thơm bị polyme hoá tạo thành các sản phẩm gây ra mùi khó chịu và vị nặng. Trong hoa houblon rất già, người ta thấy vị của axit valerianic.

2.4.4. Các tanin hoặc polyphenol

Hàm lượng polyphenol trong hoa houblon là 2 - 5% tính theo chất khô và có trong cánh hoa và đài hoa. Polyphenol có các tính chất quan trọng dùng trong sản xuất bia:

- Vị gắt (làm se môi)
- Kết hợp và kết tủa các protein phức hợp.
- Bị oxy hoá thành các hợp chất màu nâu đỏ, phlobaphen.
- Chúng kết hợp với các muối sắt thành các hợp chất đen.

Do có các tính chất này, các polyphenol gây đục trong bia và ảnh hưởng tới vị và màu bia. Các polyphenol là các hợp chất của phức hợp tương đương, có chứa các nhóm phenyl và một vài nhóm phenol.

Chúng có chứa một hỗn hợp các tanin, flavonol, catechin và anthocyanogen.

Trong các polyphenol, anthocyanogen là quan trọng nhất về chất lượng và số lượng. Anthocyanogen chiếm khoảng 80% hàm lượng polyphenol trong houblon. Các anthocyanogen trong malt, chủ yếu ở trong lớp hạt aloron, về cơ bản có cấu trúc giống trong hoa houblon. Thường thì trong dịch đường, 80% anthocyanogen tách ra từ malt và 20% từ hoa.

Các polyphenol của houblon khác với của malt về mức độ ngưng tụ cao hơn và hoạt tính mạnh hơn.

2.4.5. Các hợp chất có chứa nitơ

Các hợp chất có chứa nitơ chiếm 12 - 20% trọng lượng chất khô của hoa houblon và 30 - 50% trong số đó hoà tan vào bia. Trong sản xuất bia (đặc biệt là sự tạo bọt, tạo vị), protein của hoa houblon không quan trọng bởi nó có rất ít.

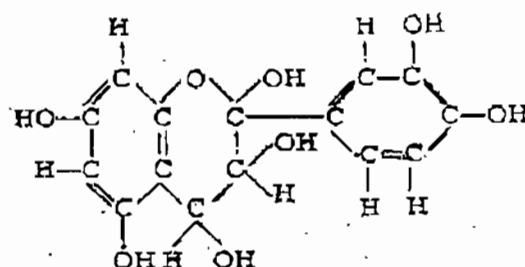
Các cấu tử khác trong houblon như cacbonhydrat, các axit hữu cơ và các chất vô cơ thì không giữ vai trò quan trọng trong sản xuất bia.

2.4.6. Chất béo và chất sáp

Các loại hoa houblon hạt chứa lượng chất béo và chất sáp nhiều hơn các loại hoa houblon không ở dạng hạt.

Các axit béo tự do chủ yếu là axit linoleic và linolenic là những axit có thể tham gia vào quá trình sản xuất bia để tạo thành trans-2-nonenal.

Các chất sáp có mặt dường như đóng vai trò quan trọng trong công nghiệp sản xuất bia. Hàm lượng của nó biến động trong khoảng 0,5 - 5% và nó chính là este của axit béo



Hình 2.3. Công thức cấu tạo của anthocyanogen (leucoanthocyanin).

mạch dài và các rượu bậc cao.

2.4.7. Các nguyên tố khoáng

Thành phần các nguyên tố khoáng rất phong phú đó là do thành phần có trong đất, phân bón, điều kiện trồng trọt,... Sau đây là thành phần các nguyên tố khoáng có trong hoa houblon:

K	8 - 44	g/kg
Ca	7 - 25	g/kg
Mg	2 - 7	g/kg
PO ₄ ³⁻	6 - 21	g/kg
SO ₄ ²⁻	2 - 5,5	g/kg
SiO ₃ ⁻²	7,5 - 25	g/kg
Fe	0,06 - 1,1	g/kg
Cu	0,015 - 1,2	g/kg
Zn	0,025 - 0,1	g/kg
Mn	0,04 - 0,23	g/kg
NO ₃ ⁻	4,8 - 11,9	g/kg

Các gốc nitrat đóng một vai trò trong khả năng hình thành các hợp chất nitro hoá không bay hơi trong quá trình sản xuất bia. Hoa houblon và nước chính là nguồn cung cấp nitrat cho dịch đường.

2.5. ĐÁNH GIÁ HOA HOUBLON VÀ CHẾ PHẨM HOA HOUBLON

Hoa houblon được đánh giá bởi:

- Đánh giá bằng tay và,
- Xác định độ đắng trong hoa hoặc trong các chế phẩm hoa.

2.5.1. Đánh giá bằng cảm quan

Mặc dù đã có các phương pháp phân tích chính xác các thành phần của houblon, nhưng việc đánh giá bằng tay, như trước đây, vẫn có vai trò và có giá trị khi đánh giá chung hoa houblon. Theo các phương pháp tiêu chuẩn của Ủy ban sản xuất hoa houblon Châu Âu:

- Các thành phần có giá trị được đánh giá đến +100 điểm.
- Các thành phần làm giảm giá trị hoa được đánh giá đến -30 điểm.

Việc kiểm định bao gồm:

+ *Làm sạch* (+1 đến +5 điểm):

Loại bỏ các tạp chất, thân và lá cây. Có thể để một đoạn cuống hoa khoảng 2,5 cm, có thể chấp nhận lá và cuống gãy còn khoảng 3%.

+ *Sấy khô* (+1 đến +5 điểm):

Kiểm tra bằng cách ép hoa, hoa không được dính vào nhau hoặc mất lá, cọng giữa không bị gãy, nếu quá ướt houblon sẽ có màu nâu sẫm, nấm mốc phát triển dễ dàng tạo nên mùi mốc.

+ Màu và độ bóng (+1 đến +15 điểm):

Hoa houblon có màu xanh hơi vàng, cánh hoa phải có màu sáng ngà. Nếu hoa màu xanh xám chứng tỏ hoa chưa chín; màu đỏ hơi vàng tới màu nâu là hoa đã quá chín (đã bị oxy hoá), hoa sẫm màu do nhiệt sinh ra vì hàm lượng ẩm trong hoa quá cao; hoa màu đỏ sáng có các đốm nâu do cây bị bệnh; hoa bị mốc thường có các đốm trắng. Hoa nhiễm mốc đen có vết lõm đốm. Hoa có màu vàng sáng với cuống còn xanh chứng tỏ hoa phun nhiều lưu huỳnh quá.

+ Hình dáng hoa (+1 đến +15 điểm):

Các búp hoa phải to đều, các cánh hoa xếp khít lên nhau. Đối với loại hoa houblon thơm, cuống hoa thẳng và có lông tơ. Nếu búp hoa có các cánh hoa xếp chặt khít lên nhau chứng tỏ hoa đã chín đủ và cần sấy khô cẩn thận, tránh để các hạt lupulin rơi ra ngoài.

+ Lupulin (+1 đến +30 điểm):

Hoa có càng nhiều lupulin càng tốt và lupulin có màu vàng chanh tới vàng bóng, dính. Nếu có màu vàng hơi đỏ tới màu nâu đỏ, xám xịt và khô là hoa sấy nhiệt độ quá cao hoặc hoa quá già.

+ Chất thơm (+1 đến +30 điểm):

Chất thơm phải có độ bền lâu, thơm dịu, dễ chịu. Khi đánh giá cảm quan houblon, chà sát trong tay một lúc sẽ phân biệt rõ độ sạch và tinh khiết, cường độ mùi. Độ sạch có thể đánh giá là sạch hay không sạch. Đánh giá độ tinh khiết: rất tinh khiết, khá tinh khiết, tương đối tinh khiết, không tinh khiết, mùi đầu (chua), mùi mốc hay đã hỏng. Cường độ mùi là rất mạnh, mạnh, ít, rất ít, mất mùi, hoặc hăng hắc. Mỗi loại có mùi thơm đặc biệt của nó. Mùi lạ gồm các mùi như: mùi khói, mùi cháy, mùi hành, mùi tỏi, mùi cỏ khô, mùi cỏ, mùi đầu và mùi lưu huỳnh.

+ Hoa hay hạt giống bị bệnh, hỏng (+1 đến +15 điểm):

Hoa có màu đen do rệp vùng, màu nâu do rệp cây; phía đầu có màu hơi đỏ, bị héo và mất đài hoa và phần tạo hạt.

+ Xử lý khiếm khuyết (-1 đến -15):

Gồm các lupulin màu nâu hoặc màu sẫm do nhiệt độ sấy quá cao, giảm chất lượng do độ ẩm quá lớn và mất nhiều cánh hoa, nhiều đốm rải rác và có mùi lạ.

Đánh giá chung: hoa houblon được phân loại như sau:

< 60 điểm	: xấu
60 -66	: trung bình
67 -73	: tốt
74 -79	: rất tốt
> 80	: cực tốt (hào hạng)

2.5.2. Hàm lượng chất đắng

Thông tin quan trọng nhất trong sản xuất bia là hàm lượng chất đắng của houblon. Có thể xác định chính xác hàm lượng nhựa tổng số, nhựa mềm và nhựa cứng bằng nhiều phương pháp trong phòng thí nghiệm.

Bảng 2.3. Hàm lượng chất đắng trong houblon

TT	Chỉ tiêu	Bột hoa houblon (% chất khô)	Bột hoa đã được xử lý (% chất khô)	Cao hoa (% chất khô)
1	Tổng nhựa	12 - 14	22 - 40	30 - 60
2	Tổng hàm lượng nhựa mềm	10 - 18	18 - 36	24 - 34
3	Giá trị về độ dẫn điện	4 - 10	7 - 20	9 - 30
4	Phần nhỏ β	5 - 9	11 - 16	15 - 24
5	Nhựa cứng	2 - 4	2 - 7	3 - 10

Giá trị độ dẫn điện tương ứng với hàm lượng α -axit

Hoa houblon cánh hoặc viên thường thích hợp đóng trong bao nhỏ hoặc bao đã hút chân không. Trên bao bì thường ghi rõ lượng sản phẩm và hàm lượng α -axit được tính theo gam.

Ví dụ: túi chân không ghi 1,350 g; 196 G α có nghĩa là 1350 g bột hoặc viên trong túi chứa 196 g α -axit, tính ra %, cùng với các thông tin về nguồn gốc, thời gian sử dụng.

Hàm lượng 1350 g trong túi là = 100 %

196 g α -axit = X %

$$X = \frac{196 \times 100}{1350} = 14,52\%$$

Vậy hàm lượng α -axit trong 1350 g hoa houblon là 14,52%.

2.6. CÁC LOẠI HOA HOUBLON

Hoa houblon là nguyên liệu thô khá đắt sử dụng trong sản xuất bia. Bởi vậy, việc tuyển chọn các giống hoa khi gieo trồng và buôn bán rất quan trọng. Việc đánh giá houblon rất cần thiết. Đặc biệt chú ý phân biệt loại hoa thơm, loại có độ đắng cao với loại có độ đắng thấp.

Các loại hoa thơm đặc trưng bởi cường độ và mùi thơm dễ chịu hơn, lượng tinh dầu cao hơn, nhưng hàm lượng α -axit của chúng thấp hơn so với các loại hoa đắng, hoa thơm vẫn được bán với giá cao hơn.

Các loại hoa đắng được đặc trưng bởi hàm lượng α -axit cao hơn, trong các loại hoa mới có thể đạt trên 10% đó là loại hoa đắng Hallertauer Magnum. Hàm lượng α -axit trung bình của các loại hoa khác nhau thì cũng khác nhau, và còn thay đổi khá nhiều từ năm này qua năm khác.

Để đảm bảo lượng hoa houblon đủ cung cấp đều trên thị trường thế giới và để cân bằng giá cả, các nhà máy chế biến houblon đã sản xuất chế phẩm houblon ổn định, các chế phẩm này sử dụng rất dễ dàng và giữ chất lượng tốt trong thời gian dài.

Để đảm bảo chất lượng houblon và tránh hàng giả, mọi mẻ hoa houblon từ các vùng trồng hoa ở Đức đều được đánh dấu và cấp một chứng chỉ trong đó bao gồm:

- Tên bang trồng hoa
- Tên vùng trồng hoa
- Năm thu hoạch
- Chủng loại
- Số hiệu bao bì và
- Khối lượng theo kg

2.7. CÁC CHẾ PHẨM HOA HOUBLON

Số các nhà máy bia sử dụng hoa houblon tươi giảm liên tục khi xuất hiện các chế phẩm hoa houblon nhờ các ưu điểm sau:

- Khi sử dụng chế phẩm hoa houblon, bia có độ đắng ổn định.
- Thời gian bảo quản các chế phẩm hoa houblon khá dài do đó điều kiện sử dụng linh hoạt hơn, không bị phụ thuộc vào sản lượng cũng như chất lượng hoa trồng hàng năm cũng như tránh được sự biến động lớn về giá cả thị trường.
- Độ đắng của chế phẩm houblon cao hơn.

Có thể định lượng tự động hoá trong sản xuất.

Có thể chia các chế phẩm houblon làm hai nhóm: Hoa viên và cao hoa.

2.7.1. Hoa viên

Một cách bảo quản có hiệu quả các thành phần trong houblon là tạo thành viên. Trong quy trình chế biến này: hoa houblon đã sấy khô được nghiền thành bột, sau đó ép thành viên. Ở dạng viên hoa houblon có thể định lượng và bổ sung dễ dàng. Có 3 loại hoa viên:

- Hoa viên loại 90.
- Hoa viên loại 45 (nồng độ cao).
- Hoa viên đã được đồng phân hóa (isomeric).

2.7.1.1. Hoa viên 90

90 có nghĩa là 90 kg có chứa tất cả các thành phần trong hoa gốc được chế biến từ 100 kg hoa tươi.

Cách sản xuất loại hoa viên 90: đầu tiên sấy khô hoa tươi bằng không khí 20 - 25⁰C, rồi bằng không khí nóng 40 - 50⁰C tới độ ẩm 7 - 9%, sau đó nghiền thành bột có kích thước 1 - 5 mm, trộn và ép thành viên trong máy ép.

Trong quy trình chế biến, houblon bị nóng lên sẽ giảm chất lượng, vì vậy không nên để nhiệt độ vượt quá 50⁰C. Tiếp theo là làm nguội các viên hoa và đóng bao, đồng thời loại bỏ không khí trong bao chứa, và nạp đầy CO₂ hoặc N₂ làm khí bảo quản để giữ chất lượng sản phẩm.

2.7.1.2. Hoa viên 45 (hoa viên nóng độ cao)

Là loại hoa viên giàu lupulin trong đó chứa toàn bộ nhựa và tinh dầu có trong hạt lupulin. Kích thước của các hạt tự nhiên khoảng 0,15 mm. Công đoạn quan trọng là tách các hạt lupulin ra khỏi hoa và lấy một phần cuống và cánh hoa. Những phần này được nghiền mịn và sàng lại.

Tuy vậy, để thực hiện cơ khí hoá việc chế biến, hạt lupulin phải rắn và phải mất khả năng bám dính, do đó phải hoá rắn phần lỏng của nó. Quy trình luôn thực hiện ở nhiệt độ rất thấp, tốt nhất ở t⁰ = - 35⁰C. Nguyên liệu nghiền gồm các hạt lupulin và 1/2 khối lượng hoa khô. Để chế loại hoa viên này các hạt lupulin phải nguyên vẹn và không bị ép mạnh.

Những năm gần đây, xu hướng sử dụng loại hoa viên này tăng. Một lý do quan trọng là khi sử dụng loại chế phẩm houblon này sẽ giảm lượng bã thải do đã loại bỏ một phần cuống và cánh hoa, và hàm lượng các polyphenol trong chế phẩm này cũng giảm đáng kể. Hoa viên cho độ đắng hơn 10% so với hoa cánh. Chủ yếu do sự hoà tan nhanh của các thành phần hoa vào dịch đường và làm tăng diện tích bề mặt của chúng dẫn đến tăng nhanh chiết suất và đồng phân hoá.

Khả năng bảo quản các viên hoa nhạy cảm với oxy phụ thuộc vào khâu đóng bao, loại bỏ không khí. Lượng O₂ dư phải ít hơn 0,5% thể tích, nạp đầy khí trơ vào bao bì. Để ngăn không cho không khí xâm nhập vào bao bì trong quá trình bảo quản, thường sử dụng bao có 4 lớp trong đó có một lớp nhôm.

Hoa viên có các đặc tính sau (bảng 2.4):

Loại 90 so với hoa cánh còn giữ lại được:

- Toàn bộ hàm lượng tanin
- Toàn bộ hàm lượng nitrat
- Toàn bộ kim loại nặng

Loại 45:

- Hàm lượng tanin đã tinh lọc
- Hàm lượng nitrat đã tinh lọc
- Hàm lượng α -axit đắng 6 - 18%
- Kim loại nặng đã tinh lọc.

Bảng 2.4. So sánh thành phần của các loại hoa viên với hoa cánh

Các chỉ tiêu	Loại 90	Loại 45
Tỷ lệ tính theo trọng lượng	90 - 96%	44 - 52%
Phần dung tích	20 - 30%	10 - 25%
Độ đắng và hương thơm	100 - 106%	200 - 220%
Hàm lượng tanin	100%	50%
Hàm lượng chất rắn	100%	50%
Hàm lượng các chất có hại	100%	50%

Bao bì được lựa chọn cho phù hợp với số kg viên hoặc hàm lượng α -axit trong một bao.

Hoa viên được đồng phân hoá (isomeric): phản ứng đồng phân hoá các α -axit có thể thực hiện khi bổ sung oxit magie. Loại hoa viên này có ưu điểm hơn so với các loại hoa viên khác là:

- Hiệu suất thu hồi α -isoaxit tăng đáng kể.
- Thời gian đun sôi được rút ngắn làm cho giá hoa và năng lượng giảm.
- Loại hoa viên đã đồng phân hoá không phải bảo quản lạnh và không phải chịu sốc nhiệt trong quá trình chế biến.

2.7.2. Cao hoa

Người ta đã sử dụng nhiều loại dung môi hữu cơ (như hexan, metanol, metylen clorua, tricloetylen, etanol) để trích ly các nhựa đắng và tinh dầu thơm của hoa houblon, sau đó làm bay hơi dung môi. Trong quá trình tách dung môi này, phần lớn các tinh dầu thơm cũng bị mất theo.

Cao hoa thu được nhớt và có màu xanh da trời, được bảo quản trong các hộp hoặc chai và rất bền trong quá trình bảo quản.

Nhược điểm chủ yếu của cao hoa là hàm lượng tinh dầu thơm thấp, ngoài ra các nhà sản xuất bia còn lo ngại nguy cơ còn sót lại gốc hữu cơ của dung môi nên có thể mang độc tố và ảnh hưởng tới môi trường.

2.7.2.1. Chiết xuất hoa houblon bằng cồn

Là qui trình chế biến liên tục, hoa được đưa vào máy phân loại (sàng) để loại bỏ các tạp chất nặng và các kim loại, sau đó trong vít tải xoắn được trộn với ethanol 90%. Hỗn hợp houblon + cồn được bơm qua máy nghiền ướt rồi vào máy trích ly nhiều giai đoạn. Cồn chảy qua liên tục theo chiều ngược với chiều houblon và hoà với các thành phần trong houblon. Phần bã hoa houblon đã trích ly gần như hoàn toàn sẽ bị loại khỏi máy trích ly và sấy khô.

Dung dịch cồn có chứa các thành phần cần thiết của hoa được gọi là hợp chất (mixella). Hợp chất phải cô đặc ngay bằng hệ thống thiết bị bay hơi nhiều tầng cùng một máy cô đặc. Sản phẩm thu được là cao thô.

Bước tiếp theo cao hoa thô được cho qua cột rửa nước nóng trong điều kiện chân không (120 mbar) cồn sẽ bay hơi hoàn toàn, xử lý hơi chỉ cần thực hiện ở 60°C. Cao hoa tạo thành có hàm lượng tinh dầu được giữ lại nhiều hơn và α -axit bị đồng phân hóa ít hơn.

2.7.2.2. Trích ly houblon bằng CO₂

Để có thể sử dụng một chất khí như CO₂ làm chất trích ly thì nó phải có một tỷ trọng tương tự như chất lỏng. Bằng phương pháp nén khí CO₂, tỷ trọng đạt khoảng 0,9 - 1,0 kg/l.

Theo nguyên lý có thể dùng CO₂ khí hoặc lỏng cho việc chiết xuất. Áp suất CO₂ tới hạn là 73 bar và t^0 tới hạn là 31°C. Ở điều kiện $p > 73$ bar, $t^0 < 31^0\text{C}$, CO₂ hoàn toàn ở dạng lỏng, nhưng tính chất dung môi của nó giảm đi nhiều.

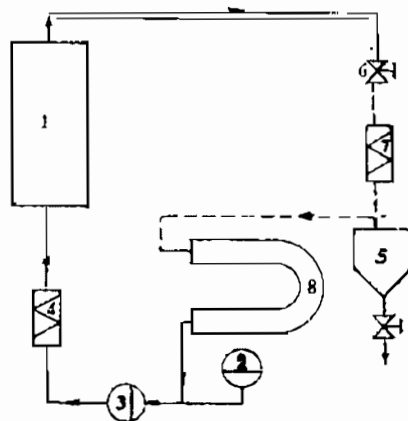
Lớn hơn điểm tới hạn là CO₂ lỏng hoặc siêu tới hạn. Để thực hiện tốt trích ly hoa houblon, CO₂ siêu tới hạn hoà tan tốt của ở $p \geq 129$ bar.

Hiện nay trên thế giới thường sử dụng CO₂ siêu tới hạn để trích ly houblon ở $p = 150 - 300$ bar và $t^0 = 32 - 100^0\text{C}$.

Hoa houblon thô (như sản xuất hoa viên) cho vào bình trích ly 1 và sau đó nạp áp suất trích ly.

CO₂ lỏng ở 60 - 70 bar từ thùng chứa 2 và nén ở 3 tới áp suất trích ly. Tại khoang trao đổi nhiệt 4 điều chỉnh CO₂ tới t^0 trích ly và bơm vào bình trích ly 1. Các chất đắng và chất thơm hoà tan vào CO₂. Dung dịch CO₂ có các chất hoà tan đi qua thiết bị phân tách 5. Trước khi vào 5, áp suất giảm xuống 60 - 70 bar khi đi qua van an toàn 6 và CO₂ bay hơi trong máy trao đổi nhiệt 7. Bởi CO₂ lúc này có khả năng như chất dung môi và cao hoa được tách riêng ra trong 5. Khí CO₂ thu được hoá lỏng trong thiết bị ngưng tụ 8 và tuần hoàn lại chu trình trích ly.

Trong thiết bị trích ly, với áp suất trích ly cao, khả năng hoà tan có thể thay đổi do thay đổi t^0 và p . Sự oxy hoá và ô nhiễm môi trường đều không thể xảy ra nên các cấu tử thơm chiết được không có các tạp chất. Trích ly bằng CO₂ là phương pháp được sử dụng phổ biến ngày nay.



Hình 2.4. Sơ đồ trích ly hoa houblon bằng CO₂ lỏng:

- 1- bình trích ly; 2- thùng chứa CO₂;
- 3- máy nén; 4,7- thiết bị trao đổi nhiệt; 5- thiết bị phân ly; 6- van an toàn, 8- thiết bị ngưng tụ.

Bảng 2.5. So sánh phương pháp chiết bằng CO₂ đặc trưng và cồn

Dung môi	Cồn	CO ₂
Tổng lượng nhựa (%)	85	95
Hàm lượng α -axit (%)	40	50
Hàm lượng α -axit đồng phân (%)	3	
Hàm lượng nhựa cứng (%)	8	1
Hàm lượng tinh dầu (ml/100g)	4	7
Hàm lượng tanin (%)	1	1
Nitrat (ppm)	200	< 50
Đồng (ppm)	400	100
Độ đậm đặc (30 ⁰ C) (Pas)	100	5
Màu	xanh sẫm	xanh nhạt/vàng

2.7.2.3. Bột cao hoa houblon

Cao hoa được sấy phun với kieselgel (silicagel) để tạo bột cao hoa, yêu cầu lượng silicagel ít nhất là 30 - 40%. Thay cho silicagel có thể dùng bột hoa houblon hay viên hoa houblon. Trong các trường hợp này cần phải dùng một lượng bột hoặc viên lớn hơn bởi chúng không thể hấp thụ nhiều cao và bột sẽ trở nên dính và không dễ được lâu.

2.7.2.4. Đồng phân hóa cao hoa

Có thể đồng phân hóa cao hoa, tỷ lệ sử dụng lên tới 95% so với lượng hoa cánh hoặc hoa viên chỉ khoảng 25 - 30%, bởi các sản phẩm kia còn kết tủa trong quá trình nấu bia.

Cao hoa đã đồng phân hoá sẽ làm giảm giá vận chuyển và bảo quản xuống rất thấp và có thể bảo quản trong 2 năm trong hộp chưa mở mà không bị giảm chất lượng. Sau khi pha loãng, có thể dễ dàng cho thêm và làm tăng độ đắng trong bia một cách chính xác. Trong sản xuất bia, khi kết hợp với các loại chế phẩm houblon khác, nên sử dụng lượng cao hoa đồng phân hóa 30 - 40%.

Cao hoa được gia nhiệt và cô đặc với nước đã bão khí, đun nóng và đồng phân hoá bằng cách bổ sung ion Mg²⁺. Sau khi đồng phân hoá, loại bỏ bã hoa và các nhựa mềm (không đặc trưng, không có đặc tính), sau đó làm nguội dung dịch và điều chỉnh pH = 7 - 8 để kết tủa và loại bỏ β -axit. Sau đó, cần điều chỉnh pH tới 5 - 6 để đồng nhất α -axit đã kết tủa và loại bỏ chúng bằng thiết bị phân tách.

Chương 3

NƯỚC VÀ NGUYÊN LIỆU THAY THẾ

3.1. NƯỚC

Nước là một trong những nguyên liệu chính dùng để sản xuất bia. Thành phần và tính chất của nước ảnh hưởng trực tiếp đến toàn bộ quá trình công nghệ và chất lượng thành phẩm. Trong quá trình sản xuất malt và bia cần một lượng nước rất lớn như để ngâm đại mạch trong sản xuất malt, hồ hoá, đường hoá, rửa men, rửa thiết bị, cung cấp cho lò hơi... Chất lượng nước ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng bia. Lượng nước sử dụng trong sản xuất bia thường trong khoảng 3,7 - 10,9 hl/hl bia.

3.1.1. Thành phần

Thành phần của nước phụ thuộc vào nguồn nước khai thác. Nước mạch thường chứa nhiều muối và chất hữu cơ hơn, nước mưa chứa nhiều khí hơn. Nước còn phụ thuộc vào thành phần của các lớp đất mà nguồn nước đi qua. Đặc biệt axit cacbonic có dư trong các lớp đất, nó hoà tan các cacbonat kiềm thổ và những cacbonat khác và hình thành bicacbonat. Ngoài $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, MgSO_4 , Na_2SO_4 , Na_2SO_3 và K_2CO_3 nước còn chứa một lượng nhỏ MgCO_3 , chất này hoà tan yếu, CaCO_3 và FeCO_3 khó hòa tan và các muối aluminat, silicat, photphat, nitrat, nitrit, NH_3 . Qua đó ta nhận thấy rằng nước thiên nhiên chứa rất nhiều các muối hoà tan ở dạng ion, trong đó nhiều nhất là những cation Ca^{2+} , H^+ , Na^+ , K^+ , Fe^{2+} , Mn^{2+} và Al^{3+} và các anion OH^- , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^- , SiO_3^{2-} và PO_4^{3-} . Muối của Ca^{2+} và Mg^{2+} là nguyên nhân gây nên độ cứng của nước.

Bảng 3.1. Các thành phần chính trong nước ngầm

Thành phần	Hàm lượng (mg/l)	Thành phần	Hàm lượng (mg/l)
Cặn khô	200 - 500	Cl (Dạng liên kết)	10 - 40
CaO	80 - 160	SiO_2	5 - 16
NO_2	20 - 40	N_2O_5	~ 10
SO_3	5 - 80	Chất hữu cơ	~ 2

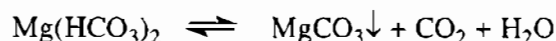
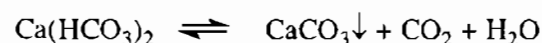
3.1.1.1. Độ cứng của nước

Độ cứng của nước chia ra làm 2 loại:

- Độ cứng cacbonat hay còn gọi là *độ cứng tạm thời* (có thể loại bỏ được) tạo nên bởi các muối bicacbonat và cacbonat của Ca^{2+} và Mg^{2+} .

- Độ cứng không cacbonat hay còn gọi là *độ cứng vĩnh cửu* (hay độ cứng sunfat) hình thành do các sản phẩm của phản ứng giữa các axit sunfuric, clohydric, nitric với một số muối khoáng.

Tổng của hai độ cứng trên là độ cứng chung của nước. Sở dĩ có khái niệm độ cứng tạm thời vì khi đun sôi nước thì bicacbonat canxi và magie sẽ bị phân ly.



Khi đun sôi CaCO_3 kết tủa hoàn toàn, còn MgCO_3 kết tủa chậm hơn và khi nguội lại hoà tan một phần vào dung dịch. Ngược lại, độ cứng vĩnh cửu gây nên bởi các muối canxi như CaSO_4 , MgSO_4 , CaCl_2 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$... khi đun sôi những muối này không biến đổi.

Độ cứng của nước tạo nên bởi các ion Ca^{2+} và Mg^{2+} được thể hiện bằng độ H hay mg đương lượng / lít. Ở châu Âu và Việt Nam thường dùng độ cứng của Đức ($^{\circ}\text{D}$ hoặc $^{\circ}\text{H}$) để đo độ cứng của nước.

$1^{\circ}\text{H} = 10 \text{ mg CaO}$ hay $7,14 \text{ mg MgO}$ trong 1 lít nước.

$1^{\circ}\text{H} = 0,357 \text{ mg đương lượng/lít}$ hay $1 \text{ mg đương lượng/lít} = 2,804 ^{\circ}\text{H}$.

Quy định độ cứng của một số nước hiện nay và hệ số chuyển đổi như sau:

Bảng 3.2. Hệ số chuyển đổi độ cứng

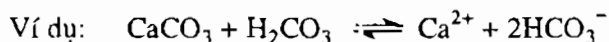
Độ cứng của nước	$^{\circ}\text{D}$	$^{\circ}\text{F}$	$^{\circ}\text{E}$	USA	mmol/l
$^{\circ}\text{D}$ (hay $^{\circ}\text{H}$ (Đức))	1,00	1,78	1,25	0,357	0,357
$^{\circ}\text{F}$ (Pháp)	0,80	1	0,01	10,0	0,20
$^{\circ}\text{E}$ (Anh)	0,06	1,43	1	14,3	0,285
$^{\circ}\text{USA ppm}$ (Mỹ)	2,80	0,10	0,07	1	0,02
mmol/l		5,00	3,51	50,0	1

Dựa vào độ cứng chung của nước người ta phân loại nước (bảng 3.3).

Bảng 3.3. Phân loại nước theo độ cứng

Phân loại	Độ cứng	
	$^{\circ}\text{H}$	mg đương lượng/ l
Nước rất mềm	0 - 4	0 - 1,4
Nước mềm	4,1 - 8	1,45 - 2,88
Nước cứng trung bình	8,1 - 12	2,89 - 4,32
Nước cứng tương đối	12,1 - 18	4,33 - 6,48
Nước cứng	18,1 - 30	6,49 - 10,8
Nước rất cứng	> 30	> 10,8

pH của nước thường từ 6,5 - 7. Sở dĩ nước có môi trường axit yếu là do trong nước có chứa H_2CO_3 ; H_2CO_3 còn có trong các liên kết như HCO_3^- (bicacbonat) và CO_3^{2-} (cacbonat). Nếu loại bỏ H_2CO_3 tự do thì nước sẽ chuyển sang môi trường kiềm.



Vì đây là một phản ứng thuận nghịch, nên trong nước luôn luôn tồn tại một lượng H_2CO_3 tự do nhất định, đồng thời có một lượng CaCO_3 nhất định để cân bằng phản ứng. Nếu loại trừ một phần H_2CO_3 tự do, thì một phần CaCO_3 sẽ kết tủa và tồn tại cho đến khi cân bằng mới tạo thành. Phần axit cacbonic hao tổn để hoà tan CaCO_3 được gọi là phần axit cacbonic xâm nhập.

3.1.1.2. Ảnh hưởng của các ion chính có trong nước đối với quá trình sản xuất malt đại mạch và bia

* Ca^{2+} : có trong tất cả các nguồn nước mạch. Hàm lượng Ca^{2+} thay đổi trong giới hạn từ (5 - 6) đến (200 - 250) mg/lít (tính theo CaO). Muối của chúng với H_2CO_3 , đặc biệt là $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ gây ảnh hưởng xấu đến quá trình đường hóa, nó làm giảm độ axit của dịch hồ hoá và dịch đường. Ion canxi có những ảnh hưởng sau:

- Bảo vệ enzym amylaza khỏi bị ức chế do nhiệt độ.

- Kích hoạt các protein và các amylaza trong quá trình đảo trộn và tăng năng suất đảo trộn theo phản ứng:

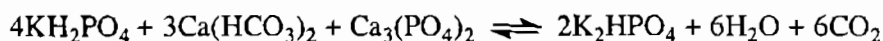


- Giải phóng cation H^+ để chuyển hoá photphat kiềm bậc 2

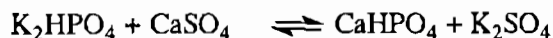
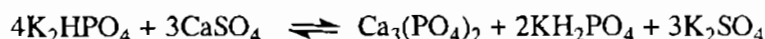


- Trong thực tế công nghiệp, cần 3,5 meq Ca^{2+} để giải phóng 1 ion H^+ (trên lý thuyết là 3 meq), nhưng phản ứng xảy ra không hoàn toàn.

- Phản ứng với một ít bicacbonat canxi làm giảm tính axit theo cân bằng sau:



- Phản ứng với CaSO_4 làm tăng độ axit theo phản ứng:



Hệ photphat phản ứng mạnh hơn so với hệ bicacbonat.

- Các ion Ca^{2+} trong nước làm kết tủa diphosphat tan của dịch đường ở dạng hydroxyapatit theo phản ứng sau:



- Trong quá trình lọc dịch đường, canxi làm giảm pH, tăng tốc độ lọc và ngăn cản quá trình chiết các hợp chất màu, các hợp chất silic và các hợp chất làm tế bào co lại.

- Trong quá trình đun sôi dịch đường với hoa houblon, canxi trợ giúp quá trình đông

tụ các hợp chất protein, làm giảm màu dịch đường và khả năng đồng phân của các α -axit đắng của hoa houblon.

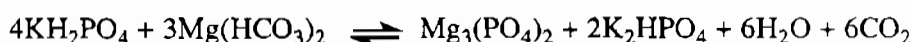
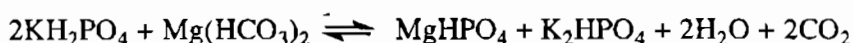
- Trong quá trình lên men, canxi làm tăng khả năng lắng của nấm men.

- Trong quá trình tàng trữ, canxi tăng quá trình làm trong bia.

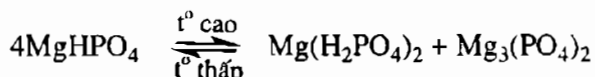
- Các chất oxalat trong malt bị canxi kết tủa thành canxi oxalat. Để tránh bị sôi tràn ra ngoài hay đục do oxalat cần có lượng ion canxi $> 4,5$ lần ion oxalat.

* Mg^{2+} : Có trong các nguồn nước mạch với lượng ít hơn Ca^{2+} , thường từ (3 - 4) đến (80 - 100) mg/lít (tính theo MgO). Muối của chúng với H_2CO_3 có ảnh hưởng xấu hơn so với muối của Ca^{2+} , vì Mg^{2+} bị hoà tan một phần, mặt khác $MgSO_4$ có vị đắng, do đó gây ảnh hưởng lớn đến chất lượng bia.

- Các phản ứng của bicacbonat magie cũng gần giống với các phản ứng của bicacbonat canxi nhưng tạo nên các sản phẩm khác nhau:



- Do ảnh hưởng của nhiệt độ $MgHPO_4$ chuyển thành Mg bậc 1 và bậc 3.



- Khi bị đun nóng độ axit tăng lên: điều này giải thích hiện tượng dịch đường khi nóng có độ pH thấp hơn khi nguội.

- Các photphat bậc 2 và bậc 3 của magie dễ tan hơn các muối photphat canxi.

- Hàm lượng magie có trong malt đủ cho dịch đường: 130 mg/l ở 12%P.

- Magie là nhóm ngoại của nhiều enzym (Co- facteur).

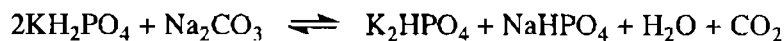
- Trong quá trình lên men, Mg tham dự vào trong một Co- enzym quan trọng: decarboxyl hoá của axit pyruvic thành axetaldehyt và CO_2 .

- Magie không ảnh hưởng tới vị của bia với hàm lượng $MgSO_4$ 7,1 meq., ngược lại hàm lượng $Mg(HCO_3)_2$ 7,1 meq. khiến bia có vị đắng khó chịu.

* Na^+ : Có trong nước thường dưới những dạng như Na_2CO_3 , Na_2SO_4 hay NaCl. Chắc chắn cacbonat canxi có phản ứng kiềm, do đó thường làm giảm môi trường axit của dịch cháo. Sunfat natri cho bia có vị đắng. Với hàm lượng NaCl dưới 200 mg/l có ảnh hưởng tốt đối với mùi vị của bia. Chính vì thế ở một số nước người ta cho thêm một khối lượng NaCl vào dịch đường trong khi đun sôi, song nếu liều lượng nhiều quá sẽ gây ảnh hưởng xấu đến chất lượng bia. Hàm lượng Na^+ có trong nước thường từ 15 - 20 mg/lít (tính theo Na_2O).

- Na^+ có thể có tác dụng ức chế với quá trình này mầm và có ảnh hưởng xấu tới chất lượng malt.

- Phản ứng của natri bicacbonat làm tăng pH theo phản ứng:



- Tất cả các muối natri đều dễ tan ở mọi nhiệt độ.
- Nước có chứa xút là chất kiềm mạnh và ngay cả khi đã trung hoà cũng ảnh hưởng đến chất lượng bia.

- Nếu hàm lượng natri quá cao làm cho bia có vị mặn và chua.
- Na^+ liên kết với Cl^- tạo vị ngon hơn so với liên kết với SO_4^{2-} .
- Đối với bia vàng có thể chấp nhận nồng độ NaCl 75 - 150 mg/l và tạo vị êm.

* K^+ : Trong nước có một lượng nhỏ, có tác dụng tương tự như Na_2O

- Nồng độ K^+ trong nước nấu bia không được vượt quá 10 mg/l.
- Hàm lượng K^+ 300 - 500 mg/l bia là từ malt.
- Tỷ lệ $\text{K}^+/\text{Ca}^{2+}$ ảnh hưởng tới khả năng lắng của nấm men.
- K^+ có thể ức chế nhiều loại enzym trong quá trình sản xuất bia.
- K^+ gây vị mặn cho bia.

* Fe^{2+} : Đặc biệt sắt có một ảnh hưởng khá lớn đối với quá trình sản xuất malt và bia.

Sắt có trong nước thường dưới dạng $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$. Nếu hàm lượng sắt tương đối lớn sẽ gây ảnh hưởng xấu đến chất lượng bia, do đó người ta chỉ cho phép nồng độ Fe^{2+} có trong nước không quá 0,2 - 0,5 mg/lít.

Trong sản xuất malt, nếu dùng nước chứa sắt để ngâm malt làm cho vỏ malt có màu xám.

- Trong quá trình sản xuất bia, các muối sắt gây ảnh hưởng xấu, nồng độ sắt trong nước làm bia chỉ được phép < 0,1 mg/l.

- Sắt ở dạng Fe^{2+} khi có oxy sẽ chuyển thành Fe^{3+} tạo kết tủa không tan.

- Fe^{2+} ức chế một số loại enzym.

- Fe^{2+} có mặt trong quá trình sản xuất bia sẽ bị loại bỏ theo bã.

- Trong quá trình lên men, Fe^{2+} chỉ với nồng độ 1 mg/l đã làm thoái hoá nấm men.

- Khi nồng độ Fe^{2+} trong bia > 0,3 mg/l sẽ làm cho bọt bia chuyển màu xám nhạt, làm bia đậm màu hơn, độ bền keo giảm và Fe^{2+} hoạt động như một chất xúc tác oxy-khử.

* Cu^{2+} : Đồng mang lại những bất lợi như Fe^{2+} , thậm chí còn độc hơn với nấm men.

* Mn^{2+} :

- Mangan có ảnh hưởng tích cực tới protein.

- Mangan hoạt hoá một số enzym.

- Với các enzym của nấm men, mangan hoạt động như 1 nhóm ngoại.

- Trong nước dùng sản xuất bia, nồng độ mangan không được vượt quá 0,2 mg/l.

- Mangan ảnh hưởng tiêu cực tới độ bền keo của bia.

*** Zn:**

- Zn^{2+} có tác dụng tốt trong quá trình lên men đặc biệt đối với sự tổng hợp protein, sự tăng trưởng của nấm men, thúc đẩy quá trình lên men và giảm lượng H_2S tạo thành.

- Nồng độ Zn^{2+} trong dịch đường từ 0,08 - 0,2 mg/l.

- Nồng độ $Zn^{2+} > 0,6$ mg/l ảnh hưởng tiêu cực tới quá trình lên men và tính bền keo.

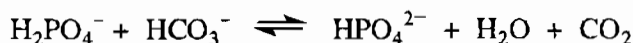
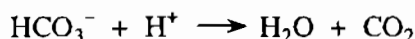
*** NH_4^+ :**

- Sự có mặt của muối amon chứng tỏ rằng có sự nhiễm tạp các hợp chất hữu cơ.

- Các muối amon có thể bị khử thành nitrat.

*** Bicacbonat:**

- Bicacbonat làm tăng pH của dịch đường theo phản ứng sau:



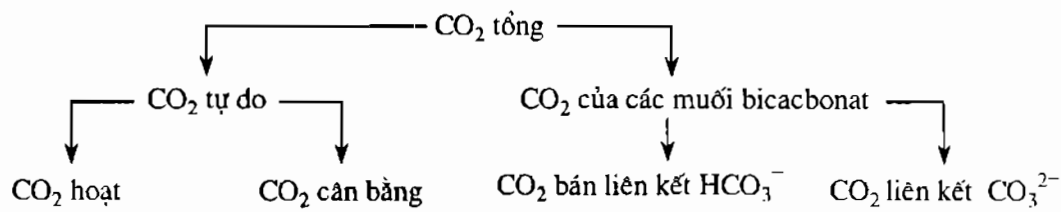
- Độ kiềm 100 mg/l làm tăng pH trong quá trình khuấy trộn và làm giảm năng suất khuấy trộn 0,2 - 0,3%.

- Nước rửa bã có tính kiềm sẽ chiết ra các hợp chất hắc, các hợp chất màu và các nguyên tố khoáng có hại cho chất lượng bia. Có thể chấp nhận được độ kiềm 50 mg/l.

*** Khí cacbonic (CO_2):**

- CO_2 xuất hiện trong khi khuấy trộn.

- CO_2 phân phối theo cách sau:



*** Sunfat (SO_4^{2-}):**

Hàm lượng các sunfat trong bia thay đổi trong giới hạn từ một vài gam đến 200 - 250 g/l. Nếu nước có hàm lượng sunfat cao sẽ làm cho bia có vị đắng không đặc trưng.

Nồng độ sunfat quá cao trong nước sản xuất malt làm giảm tốc độ thấm ướt và làm cho quá trình nảy mầm không ổn định và đồng đều.

Các muối sunfat ảnh hưởng tới sự phân huỷ protein, phân huỷ tinh bột, nó trợ giúp quá trình đường hóa, tăng cường việc làm trong dịch đường.

Các ion sunfat phản ứng với MgCO_3 tạo ra MgSO_4 gây vị đắng cho bia. Nói chung các ion sunfat đem lại cho bia vị đắng nhẹ.

*** Clorua (Cl^-):**

- Cl^- phản ứng với MgCO_3 tạo ra MgCl_2 vô hoạt.
- Cl^- có thể ức chế khả năng lắng của nấm men.
- Nồng độ $\text{Cl}^- > 500 \text{ mg/l}$ có thể làm kéo dài thời gian nhân giống nấm men và gây khó khăn cho quá trình làm trong bia ở giai đoạn tàng trữ bia.
- Với nồng độ $< 300 \text{ mg/l}$ không có những ảnh hưởng tiêu cực, làm tăng khả năng làm trong bia, độ bền keo và độ dịu của bia được tăng lên.
- Nồng độ NaCl không được vượt quá 400 mg/l , nếu không bia sẽ trở nên quá sảng.
- NaCl nhiều làm gây khát nước khi uống bia.
- Các Cl^- cùng với Ca^{2+} và Mg^{2+} cho ra các loại bia có độ sảng và có vị ngon.

*** Nitrit:**

- Sự có mặt của nitrit cho thấy có sự nhiễm tạp bởi nước thải hữu cơ.
- Nitrit độc với nấm men.
- Nitrit phản ứng với các polyphenol tạo ra màu đỏ nhạt trong bia.
- Nitrit có thể chuyển hoá thành nitrosamin bay hơi hoặc không bay hơi.

*** Nitrat:**

- Những năm gần đây, việc thâm canh áp dụng trong nông nghiệp đã làm tăng hàm lượng nitrat trong các lớp nước ngầm.
- Trong nước dùng sản xuất bia, nồng độ nitrat không được vượt quá 39 mg/l .
- Các loại nước ít khoáng chất nhạy với các nitrat hơn các loại nước giàu khoáng chất.
- Với nồng độ $100 - 150 \text{ mg/l}$ thì trong quá trình lên men chính nồng độ nitrat giảm dần và đạt nồng độ nhỏ nhất ở cuối quá trình lên men phụ.
- Các loại nấm men khác nhau có thể khử nitrat thành nitrit làm bia có vị của phenol, và cũng có thể tạo ra cả nitrosamine.
- Người ta không thấy ảnh hưởng nào khi cho thêm 200 mg/l nitrat vào dịch đường sản xuất từ nước đã chứa 45 mg/l nitrat. Nitrit được tạo thành do sự nhiễm tạp các vi khuẩn Gram loại *Obesium bacterium Pasteurs* và *Enterobacter*.

*** Silicat:**

- Với nồng độ $> 30 \text{ mg/l}$ có thể tạo ra các phức chất với Ca^{2+} và Mg^{2+} .
- Với nồng độ $> 40 \text{ mg/l}$, Na_2SiO_2 tạo thành có thể ảnh hưởng đến quá trình lên men và tăng độ đục của bia.
- Nồng độ $> 100 \text{ mg/l}$, giảm khả năng lên men và gây đục cho bia sau khi thanh trùng Pasteur.

*** Clo tự do:**

- Nếu nồng độ Clo tự do > 0,5 mg/l có thể phản ứng với phenol của các chất hữu cơ tạo ra clorophenol mà một số trong số đó rất dễ cảm nhận được.

- Các thử nghiệm với nồng độ clo tự do hay Cl_2O 7 mg/l trong nước không thấy ảnh hưởng lên thành phần và vị bia.

*** Photphat:**

- Các photphat phản ứng với Ca^{2+} và Mg^{2+} .

- Trong malt có 7 - 13 g photphat/kg.

- Các photphat tạo kết tủa tới 70% các muối CaCO_3 và MgCO_3 . Nồng độ Ca^{2+} và Mg^{2+} được ổn định và tạo kết tủa với 28% các chất không phải cacbonat.

- Việc dùng nước có nhiều thạch cao hay vôi làm mất nhiều photphat hữu cơ, ngược lại làm mất ít hơn các photphat vô cơ.

3.1.2. Nước sử dụng trong nhà máy bia

Trong sản xuất malt và bia, nước được sử dụng theo 3 hướng khác nhau: ngâm đại mạch, sản xuất dịch đường, và rửa men và rửa thiết bị. Yêu cầu về tính chất và thành phần của nước của mỗi hướng một khác.

3.1.2.1. Nước dùng để ngâm đại mạch

Yêu cầu quan trọng nhất với nước dùng để ngâm đại mạch là không chứa nhiều tạp chất hữu cơ và vi sinh vật. Mặc dù khi đại mạch đưa vào thùng ngâm không được sạch lắm, song vi sinh vật trong nước gây tác dụng xấu đối với đại mạch nhanh hơn, nhất là trong thời gian hạt bắt đầu trương nở, do đó nếu nước quá bẩn thì cần phải sát trùng.

Ảnh hưởng của thành phần các muối trong nước đối với quá trình ngâm đại mạch được thể hiện theo 2 chiều hướng sau: Hoà tan các chất trong vỏ hạt và sau đó các muối hoà tan ngấm vào bên trong hạt. Ví dụ, các chất có trong nước như $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, NaHCO_3 , Na_2CO_3 và MgCO_3 sẽ hoà tan các chất đắng trong vỏ trấu hạt đại mạch, làm tăng chất lượng malt. Hơn nữa, các bicacbonat và cacbonat đã xâm nhập vào bên trong hạt sẽ làm giảm độ axit của dịch malt. Muối trong nước còn ảnh hưởng đến những quá trình bên trong hạt và làm cản trở những quá trình biến đổi của enzym trong thời gian ngâm, đặc biệt trong thời kỳ hạt bắt đầu nảy mầm. Qua đó cho thấy ảnh hưởng của muối trong nước đến quá trình ngâm hạt rất phức tạp, một số muối có ảnh hưởng tốt đến quá trình ngâm, nhưng mặt khác một số lại gây ảnh hưởng xấu. Do đó rất khó phân loại để tìm một loại nước thích hợp cho quá trình ngâm, song thực tế đã chứng minh rằng nên dùng nước mềm, với môi trường axit yếu ($\text{pH} = 6 - 7$), riêng trong bước đầu của quá trình ngâm - tức là bước rửa hạt nên dùng nước có độ cứng tạm thời cao.

Trong trường hợp nước có quá nhiều sắt và mangan, thì nên loại bỏ bớt trước khi ngâm, vì chúng có ảnh hưởng xấu trực tiếp đến hạt. Để rửa hạt tốt hơn và để sắt trùng trong nhiều trường hợp người ta cho thêm $\text{Ca}(\text{OH})_2$ vào nước ngâm.

3.1.2.2. Nước dùng để sản xuất dịch đường

Thành phần và tính chất của nước ảnh hưởng đến quá trình hồ hoá, đường hoá. Ngoài ra các thành phần muối đi vào thành phần của dịch đường, ảnh hưởng đến mùi vị và một vài tính chất của bia.

Các muối trong nước tác dụng tương hỗ với các thành phần trong malt và gây nên sự biến đổi thành phần và tính chất của dịch đường và bia. Các bicacbonat và cacbonat trong nước sẽ hoà tan những chất đắng trong vỏ malt tạo vị đắng khó chịu cho dịch đường và bia. Đặc biệt Na_2CO_3 và NaHCO_3 hoà tan cả các chất chất của malt gây ảnh hưởng xấu đến chất lượng bia.

a. Phản ứng giữa bicacbonat và cacbonat trong nước với những muối photphat trong malt

Những bicacbonat và cacbonat trong nước làm giảm độ axit của hồ malt làm ức chế hoạt động của hầu hết các enzym trong giai đoạn hồ hoá (α - và β -amylaza, amylophotphataza, proteinaza...). Độ axit giảm xuống sẽ gây cản trở quá trình lắng trong các protein trong dịch đường; đồng thời các chất humulon và đồng phân của nó sẽ hoà tan ở dạng phân tử, kết quả làm cho bia có vị đắng khó chịu.

Các bicacbonat và cacbonat của nước sẽ tác dụng tương hỗ với photphat kali 1 đưa chúng về dạng photphat kali 2:



Từ phản ứng trên, ta nhận thấy rằng từ 2 phân tử có tính chất axit ta sẽ thu được một phân tử kết tủa và một phân tử có tính kiềm. Nếu lượng $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ trong nước rất lớn, khi đó có thể tạo nên photphat canxi 3: $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.

Tương tự ta có tác dụng tương hỗ giữa photphat kali 1 và bicacbonat magie:



$\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ làm giảm độ axit mạnh hơn so với $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ do tạo nên MgHPO_4 hoà tan và có tính kiềm.

Cacbonat natri là muối làm giảm độ axit mạnh nhất do phản ứng:

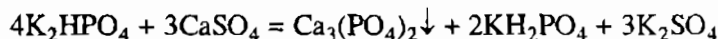


Từ 2 phân tử có tính axit (KH_2PO_4) sẽ thu được 2 phân tử có tính kiềm (K_2HPO_4 và Na_2HPO_4).

Độ axit của hồ malt và dịch đường giảm xuống đặc biệt gây tác động xấu đối với sản xuất loại bia vàng, vì malt vàng có độ phân huỷ thấp và độ axit thấp.

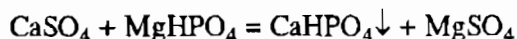
b. Phản ứng giữa sunfat canxi và sunfat magie của nước với những muối photphat trong malt

Các sunfat canxi và sunfat magie có tác dụng ngược hẳn với các bicacbonat và cacbonat, chúng làm tăng độ axit của hồ malt và dịch đường, điều này gây nên bởi sự chuyển hoá photphat kali 2 trở về photphat kali 1:



Các muối clorua và nitrat của canxi và magie có tác dụng tương tự như các sunphat. Như vậy, các sunphat, clorua, nitrat của canxi và magie có tác dụng tốt đối với quá trình sản xuất dịch đường.

Qua thực tế sản xuất và một số nghiên cứu, người ta đã chứng minh rằng: Nếu cho thêm một lượng $CaSO_4$ nhất định vào nước nấu thì có thể loại bỏ được ảnh hưởng xấu của cacbonat và bicacbonat, đồng thời làm tăng hiệu suất chất hoà tan và làm tăng chất lượng của bia vàng. Mặt khác nếu lượng $CaSO_4$ nhiều quá sẽ gây ảnh hưởng xấu đến vị của bia, bởi vì trong các phản ứng sẽ tạo nên K_2SO_4 có vị đắng. $MgSO_4$ có trong nước cũng có vị đắng. Ngoài ra tác dụng tương hỗ giữa $CaSO_4$ và $MgHPO_4$ sẽ tạo nên một lượng $MgSO_4$ mới:



Photphat canxi 2 kết tủa, ở nhiệt độ cao (khi sôi) sẽ thủy phân một phần và trở về dạng apatit- $3Ca_3(PO_4)_2Ca(OH)_2$ chất này không hòa tan trong bất cứ môi trường nào.

Tóm lại, tất cả bicacbonat và cacbonat có trong nước dùng để chế biến dịch đường đều làm kém chất lượng của thành phẩm vì chúng có ảnh hưởng xấu đến các quá trình hồ hoá và đường hoá. Ngược lại, các sunfat, clorua và nitrat canxi và magie đã trung hoà một phần hay toàn bộ những chất gây hại tạo nên bởi các bicacbonat và cacbonat.

3.1.2.3. Nước dùng để rửa men và thiết bị

Tương tự như nước dùng để ngâm đại mạch, nước dùng để rửa men và thiết bị đòi hỏi phải sạch, không chứa nhiều tạp chất hữu cơ và vi sinh vật. Đặc biệt các vi sinh vật và vi khuẩn có ảnh hưởng trực tiếp đến các quá trình kỹ thuật sản xuất bia, nên phải thường xuyên kiểm tra nước bằng kính hiển vi để xác định lượng vi sinh vật có trong nước, nếu lượng này nhiều quá phải sát trùng nước.

Nước dùng để rửa thiết bị không được chứa NH_3 và các nitrit. Tốt nhất nên dùng nước có độ cứng thấp đến độ cứng trung bình. Về mặt cảm quan nước phải thoả mãn yêu cầu giống như nước dùng để uống. Các cơ sở làm bia dùng hơi nước trực tiếp để gia nhiệt phải đảm bảo hơi nước đạt chất lượng thực phẩm. Các nồi thanh trùng Pasteur nên sử dụng nước ít tạp chất khoáng và muối, loại trừ sự phát triển của các loài tảo và các vi sinh vật bằng các chất sát trùng thích hợp để tránh ăn mòn thiết bị.

3.1.2.4. Thành phần hóa học của nước dùng trong sản xuất một số loại bia nổi tiếng (bảng 3.4).

Nước của bia Pilsen có rất ít các chất khoáng và đặc biệt thích hợp với lên men nồng độ thấp (11,2 – 12°P), nhiều houblon. Nước của bia Dormun ít clorua và sunfat, ngược lại chứa nhiều bicacbonat và canxi. Các loại malt dùng ở Munich chứa nhiều axit hơn các loại malt vàng khác. Bia Munich nâu không được cho nhiều houblon. Bia Dormun khá khô do chứa nhiều sunfat, chúng cho ít houblon hơn so với bia của Pilsen.

Bảng 3.4. Thành phần hoá học của nước sản xuất một số loại bia nổi tiếng

Chỉ số	Pilsen	Munich	Dormun	Burton-on-Trent
Chất khô (mg/l)	51	536	984	1226
Ca ²⁺ (mg/l)	7,1	109	237	268
Mg ²⁺ (mg/l)	3,4	21	26	62
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	14,0	171	174	250
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	4,8	79	318	638
NO ₃ ⁻ (mg/l)	Rất ít	53	46	31
Cl ⁻ (mg/l)	5,0	36	56	36

Nước của bia Burton-on-Trent rất giàu sunfat để sản xuất các loại bia Pale và Ale, các loại bia này dùng nhiều houblon và lên men nồng độ cao.

Điều chỉnh hàm lượng sunfat trong nước dùng sản xuất bia có thể bằng cách thêm CaSO₄. Nước làm bia phải phù hợp với tiêu chuẩn nước uống.

3.1.2.5. Yêu cầu đối với nước dùng để sản xuất bia

- Độ cứng từ mềm đến trung bình.
- Hàm lượng muối cacbonat không quá 50 mg/l.
- Hàm lượng muối Mg⁺² không quá 100 mg/l.
- Hàm lượng muối clorua 75 - 150 mg/l.
- Hàm lượng CaSO₄ 150 - 200 mg/l.
- NH₃ và muối NO₂ không có.
- Hàm lượng ion sắt 2 không quá 0,3 mg/l.
- Vi sinh vật không quá 100 tế bào/ml.

Trong quá trình sản xuất bia, cần phải lưu ý một vài điểm nhạy cảm khi nước tiếp xúc với dịch đường, nấm men và bia:

- Nước rửa bã cần phải điều chỉnh độ kiềm < 50 mg/l và độ pH = 6,5 để không chiết các chất không mong muốn từ bã. pH của dịch đường trước khi nấu phải là 5,4 để thu được dịch đường sau khi nấu có pH = 5,2.

- Nước cọ rửa và rửa nấm men phải được tiệt trùng và loại bỏ mùi lạ.
- Nước pha loãng bia (bia có độ khô cao) cần phải có những đặc tính sau:
 - Hàm lượng O_2 hoà tan < 0,05 mg/l.
 - Hàm lượng CO_2 > hàm lượng CO_2 trong bia cần pha loãng một chút.
 - Hàm lượng, thành phần khoáng tương đương với bia.
 - Không có vi sinh vật và mùi lạ.

3.1.3. Xử lý nước

Do phải chi khoản tiền khá lớn cho việc sử dụng nước, trung bình là 6 hl nước để sản xuất 1 hl bia thành phẩm, vì vậy các nhà máy bia thường có hệ thống khai thác nước riêng. Việc xử lý nước phụ thuộc vào mức độ sạch của nó, qui trình xử lý theo 3 giai đoạn:

- Loại các chất dạng huyền phù.
- Loại các chất hoà tan.
- Diệt vi sinh vật.
- Cải thiện thành phần nước.

3.1.3.1. Loại bỏ các chất dạng huyền phù

Huyền phù là các chất có nguồn gốc từ đất và thực vật không hoà tan trong nước. Nó thường được tách theo 2 giai đoạn:

- Lắng trong các thùng lắng: nước được chứa trong các thùng lắng, các hạt huyền phù dần dần lắng xuống và tách ra khỏi nước. Đường kính thùng lắng có ảnh hưởng lớn đến quá trình lắng. Giai đoạn lắng tách được 60 - 70% chất huyền phù trong nước. Không phải tất cả các chất huyền phù đều có thể tách được trong một thùng lắng mà cần phải lọc sau khi lắng.
- Lọc trong nước: nước được đẩy qua một lớp đất chứa thạch anh sạch đã nung khô, có lỗ với kích thước phù hợp. Các hạt huyền phù được giữ lại ở bên trên, còn nước sạch chảy qua lỗ.

Bể lọc kiểu hở được sử dụng trong hệ thống xử lý nước có năng suất lớn có thể tích tối đa là $150 m^3$. Đáy bể lọc này có lớp đất thạch anh dày 2 m. Mặt dưới đáy bể lọc lắp nhiều vòi để nước trong chảy sang thùng có màng lọc, đồng thời sục khí nén để tăng nhanh quá trình làm sạch.

Các hệ thống lọc nhỏ hơn thì dùng bể lọc đất kiểu kín. Lớp đất thạch anh dày 2 m có các ống mao dẫn đường kính 0,8 - 1,2 mm, cho nước chảy xuống từ trên đỉnh bể lọc. Tốc độ lọc khoảng 10 - 20 m^3 nước/1 m^2 bề mặt lọc/1 h. Khi thông bể lọc cần phải tăng áp suất. Rửa bể lọc theo hướng ngược lại và tất cả các chất cặn bã bị đẩy ra. Hệ thống khử CO_2 cũng vận hành tương tự như vậy.

3.1.3.2. Tách các chất hoà tan

Muối hoà tan trong nước tồn tại ở dạng ion. Một số ion hoà tan trong một thời gian có thể bám vào ống dẫn và ăn mòn dần. Vì vậy nếu các ion hòa tan trong nước có số lượng lớn thì cần phải tách ra. Các chất hoà tan này gồm các muối sắt và mangan.

Nước còn chứa cả không khí hoà tan. Một lượng lớn O_2 hoà tan sẽ phá huỷ các ống kim loại và là nguyên nhân gây ra nhiều vấn đề trong quá trình sản xuất bia, ở một số giai đoạn gây ra các phản ứng oxy hoá làm giảm chất lượng và độ bền của bia. Vì vậy phải tìm mọi cách để loại trừ oxy khỏi malt, dịch đường và bia.

3.1.3.3. Diệt vi sinh vật

Nước ban đầu tiếp xúc với đất nên luôn bị ô nhiễm. Số lượng vi khuẩn tồn tại biểu hiện mức độ ô nhiễm của nước cho nên cần phải tinh lọc và kiểm soát. Nước ngầm đi qua các lớp đất có vai trò như một lớp lọc do đó chất lượng sinh học được cải thiện. Phần lớn vi khuẩn trong nước không gây bệnh, các vi sinh vật gây bệnh chỉ có thể lây lan từ người hoặc động vật bị nhiễm vi sinh vật trong cơ thể và bài tiết chúng ra ngoài. Trong ruột già của người và động vật máu nóng có chứa một lượng lớn loại vi khuẩn có hại nhưng dễ phát hiện nhất là *E. coli*. Nó được sử dụng để xác định mức độ nhiễm và khả năng gây nhiễm. Nếu kiểm tra có *E. coli* trong nước thì có thể kết luận rằng có khả năng nhiễm các sinh vật gây bệnh khác và có thể gây ra bệnh dịch.

Qui định của CHLB Đức về nước uống và nước sử dụng trong thực phẩm là:

Bảng 3.5. Hàm lượng các hoá chất xử lý nước uống và dư lượng cho phép

Hoá chất	Mục đích	Lượng cho phép tối đa (mg/l)	Lượng dư (mg/l)
Cl_2	Khử trùng	1,2	0,3
ClO_2	Khử trùng	0,4	0,3
O_3	Khử trùng	10	0,5
Ag	Khử trùng	-	0,03
H_2O_2	Oxy hoá	17	0,1
$KMnO_4$	Oxy hoá	-	0,5
O_2	Oxy hoá	-	0,05
SO_3	Giảm tối thiểu	5	2
$Na_2S_2O_3$	-	6,7	2,8

- Nước uống không được chứa mầm mống vi sinh vật gây bệnh, nếu trong nước uống không chứa nhiều hơn 1 tế bào *E. coli* trong 100 ml nước cũng được chấp nhận. Trong 100 ml nước uống không được có Coliforms. Tiêu chuẩn này được chấp nhận khi thực hiện ít

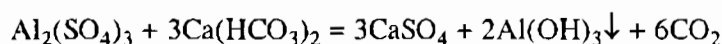
nhất 40 phép kiểm tra và phải đạt ít nhất 95% không phát hiện Coliforms. Liên cầu khuẩn cũng không được có trong 100 ml nước uống.

- Nước có thể được khử trùng bằng hoá chất hoặc cách khác. Các hoá chất thường dùng là: Cl, Na, Mg, Ca hoặc HCl, Ca(OH)₂. Sau khi kết thúc, xử lý lượng dư còn lại ít nhất là 0,1 mg Cl tự do/ 1 lít nước. Trong nước uống được xử lý bằng phương pháp ClO₂, sau khi xử lý lượng ClO₂ còn lại tối thiểu là 0,05 mg/ 1 lít nước.

3.1.3.4. Các phương pháp cải thiện thành phần của nước

Lắng trong và lọc

Các yêu cầu thông thường đối với nước dùng để sản xuất bia là phải trong. Trường hợp nước đục, có nhiều cặn ta phải tiến hành lắng trong hay lọc. Thông dụng nhất là cho nước đục chảy vào thùng có gia nhiệt với tốc độ rất chậm, hay lọc qua các lớp cát. Nếu nước có chứa các chất bẩn có tính chất keo thì ta cần dùng đến những hoá chất để kết tủa như Al₂(SO₄)₃ hay FeCl₃, những chất này tác dụng với những bicacbonat của Ca⁺² và Mg⁺² tạo thành những hydrat kết tủa. Những hydrat này khi kết tủa sẽ kéo theo những chất bẩn có tính keo và lắng xuống.

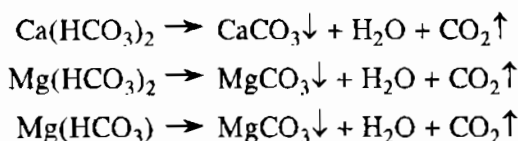


Làm mềm nước

Có rất nhiều phương pháp làm mềm nước, nguyên tắc chung là loại bỏ các muối gây nên độ cứng của nước.

+ Phương pháp gia nhiệt:

Làm mềm nước bằng cách đun nóng là phương pháp cổ điển, hiện nay ít sử dụng vì tốn tiền. Phương pháp này dựa trên cơ sở chuyển các bicacbonat canxi và magie về dạng cacbonat ở nhiệt độ cao.

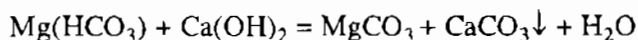
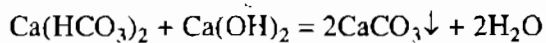
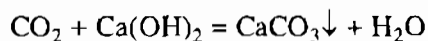


CaCO₃ sẽ kết tủa, MgCO₃ là chất hoà tan yếu, một phần tồn tại trong dung dịch. Nhiệt độ của nước phải đun nóng trên 75°C, thường là đun sôi. Trong trường hợp đun nóng kết hợp với áp suất nén thì đạt hiệu quả cao hơn. Nhưng phương pháp này chỉ làm giảm độ cứng bicacbonat (tạm thời), lượng muối gây nên độ cứng vĩnh cửu không giảm.

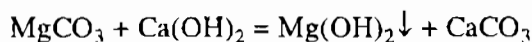
Phương pháp gia nhiệt cho phép hạ độ cứng cacbonat xuống 0,8 – 1°dH. Nếu tỷ lệ giữa MgCO₃ và CaSO₄ nhỏ hơn 1,5 thì độ giảm sẽ yếu đi (đến 2 – 3°dH hay nhiều hơn).

+ Phương pháp nguội:

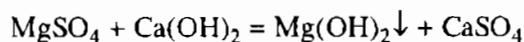
Phương pháp này đã tương đối cũ, song hiện nay vẫn còn ứng dụng tương đối nhiều. Dựa trên cơ sở chuyển các bicacbonat canxi và magie về các cacbonat tương ứng bằng cách cho dung dịch hydroxit canxi bão hoà.



Cacbonat canxi sẽ kết tủa, một phần MgCO_3 sẽ tồn tại trong dung dịch. Muốn loại trừ MgCO_3 ta cho thêm một lượng Ca(OH)_2 dư sẽ tạo Mg(OH)_2 kết tủa.

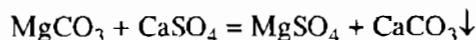
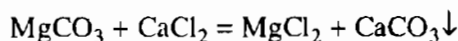


Lượng Ca(OH)_2 dư sẽ tác dụng tương hỗ với MgSO_4 , làm tăng chất lượng kỹ thuật của nước lên.



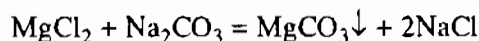
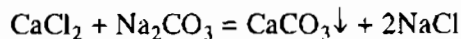
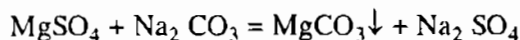
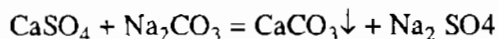
Nếu lượng Ca(OH)_2 dư quá nhiều sẽ làm tăng độ kiềm của nước, do đó cần tính toán liều lượng chính xác. Muốn hạ độ cứng của nước xuống 1^odH (tương đương 0,366 mg đương lượng/l) cần khoảng 10 g CaO và để trung hoà 1 mg/l CO_2 cần 1,27 g CaO/ m³.

Để loại bỏ MgCO_3 ngoài Ca(OH)_2 người ta còn dùng CaCl_2 hay CaSO_4 .



+ Phương pháp dùng vôi - xôđa:

Cùng một lúc cho vào nước hỗn hợp Ca(OH)_2 và Na_2CO_3 , vôi sẽ loại bỏ bicacbonat canxi và magie; Na_2CO_3 sẽ loại bỏ các muối gây nên độ cứng vĩnh cửu.



Phương pháp này thường hạ cả độ cứng vĩnh cửu của nước do đó người ta không dùng biện pháp này để làm mềm nước nấu.

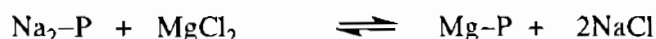
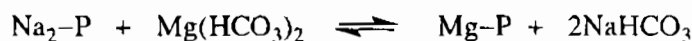
+ Phương pháp trung hoà bằng axit:

Axit lactic được sử dụng rộng rãi nhất, axit này sẽ chuyển bicacbonat canxi và magie về dạng muối lactat tương ứng. Bằng phương pháp này, độ cứng cacbonat sẽ chuyển về dạng độ cứng khác, gọi là độ cứng lactat, độ cứng này không gây ảnh hưởng đến quá trình kỹ thuật.

+ Phương pháp trao đổi ion:

Đây là một phương pháp mới hiện đại đang được ứng dụng rộng rãi trên thế giới. Dựa trên cơ sở dùng những chất nhựa thích hợp để tách cation và anion khỏi nước bằng cách cho dòng nước đi qua những lớp nhựa có khả năng trao đổi ion, những chất nhựa này gọi là ionit. Phụ thuộc vào khả năng trao đổi cation hay là anion mà các nhựa ionit gồm có dạng cationit hay anionit. Đúng về thành phần hoá học có thể chia ionit ra 2 nhóm chính là vô cơ và hữu cơ.

Làm mềm nước bằng những chất vô cơ (ceolit và permut). Làm mềm nước bằng ceolit natri ta có thể biểu diễn như sau:



Quá trình làm mềm nước được thực hiện theo sơ đồ 2.1: cho dòng nước chảy qua các thùng chứa cationit 1, các thùng này được chế tạo bằng thép với đường kính từ 1 - 3 m và chiều cao từ 4 - 6 m. Lớp cationit dày 2,0 - 2,5 m, phía trên lớp cationit là một lớp cát. Nước được lọc qua thùng 1 với tốc độ từ 5 - 20 m³/giờ, và sau đó vào thùng chứa 2. Ta có thể dùng phương pháp chuẩn bằng EDTA (trilon B) để xác định độ cứng của nước theo yêu cầu kỹ thuật. Cationit sau một thời gian sử dụng chúng sẽ mất khả năng trao đổi ion, vì vậy đến một lúc nào đó cần tái sinh khả năng trao đổi ion của chúng.

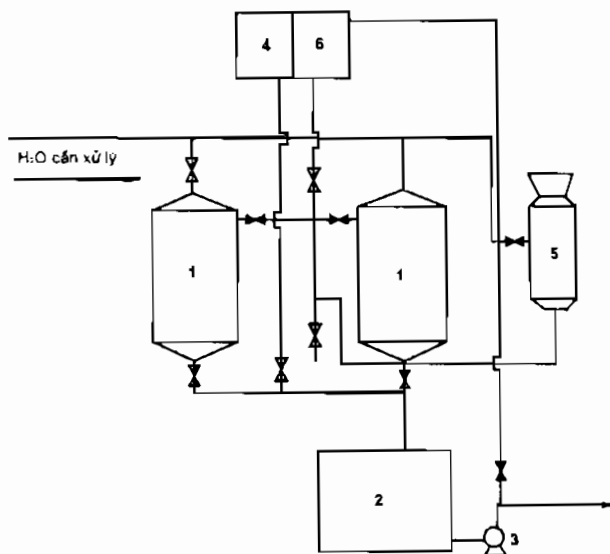
Tiến hành tái sinh cationit như sau: Đảo trộn cationit từ dưới lên trên và từ trên xuống dưới bằng cách sục

ngược nước từ thùng chứa 4 từ dưới lên trên với tốc độ 20 m³/giờ liên tục trong 10 - 15 phút sau đó sục dung dịch muối NaCl nồng độ 8 - 10% ở thùng 5, cuối cùng rửa lại bằng nước sạch.

Phương pháp dùng ceolit natri thường làm hạ độ cứng chung của nước xuống rất thấp, song độ kiềm lại tăng lên; kết quả này không lợi đối với nước dùng sản xuất dịch đường. Để khắc phục nhược điểm này, nước sau khi làm mềm được trung hoà với một lượng axit nhất định.

Làm mềm nước còn được thực hiện nhờ những anionit hữu cơ (vô cơ photphat).

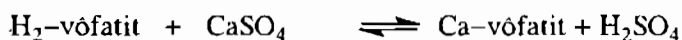
Trong thực tế người ta thường sử dụng nhựa tổng hợp để làm cationit trao đổi ion, trong nhựa tổng hợp có chứa các nhóm axit hoạt tính như: Phenol (-OH), cacboxyl (-COOH) hoặc (-SO₃H). Các nhóm axit này liên kết với những phân tử phức tạp của nhựa và sắp xếp theo một thứ tự đặc biệt, vì vậy chúng có khả năng giữ các cation H⁺, Na⁺ và một số cation khác khi có các dung dịch đi qua, ví dụ các muối trong nước.



Hình 2.1. Sơ đồ làm mềm nước:

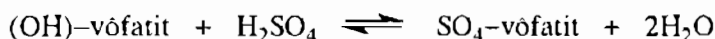
- 1- thùng cationit; 2- thùng chứa nước mềm;
3- bơm ly tâm; 4- thùng chứa nước rửa; 5- thùng chứa dung dịch hoà tan muối; 6- thùng chế biến dung dịch muối.

Phương pháp làm mềm nước bằng cationit dưới dạng hydro có thể viết như sau:



Bằng cách tương tự ta có thể loại bỏ một số cation khác trong nước như K^+ , Fe^{2+} , Mn^{2+} ...

Nếu dùng vôfatit dưới dạng hydroxyt thì sẽ loại sạch nhiều muối hơn, và thành phần của nước gần như nước cất.



Sau một thời gian sử dụng các chất nhựa sẽ mất khả năng trao đổi ion vì chúng đã bão hoà, muốn tiếp tục sử dụng cần tái sinh lại. Đối với cationit ở dạng hydro cần ngâm với dung dịch HCl 5 - 6% hay dung dịch H_2SO_4 1 - 1,5%. Đối với anionit dưới dạng hydroxyt cần ngâm với dung dịch NaOH 2 - 3%.

Sát trùng nước dùng để rửa men và thiết bị

Nước dùng để rửa, súc cũng như để pha loãng cần phải được tiệt trùng. Có nhiều phương pháp để vô hoạt các vi sinh vật. Trước khi xử lý cần phải phân tích nước để lựa chọn phương pháp khử trùng thích hợp.

Đứng trước khó khăn về việc phải dùng nước có thành phần ổn định, không bị nhiễm tạp hoá học và vi sinh vật, các nhà sản xuất bia thường xuyên phải dùng đến những thiết bị xử lý phức tạp và đắt tiền.

+ *Phương pháp lý học:*

Thông thường người ta lọc nước qua các lớp cát, bằng cách này giảm đi khá nhiều vi sinh vật trong nước. Ở những nước phát triển người ta dùng máy lọc với các chất lọc vô trùng, nước sau khi lọc còn rất ít vi sinh vật, song cách này rất đắt tiền nên không phổ biến. Ví dụ, các quá trình lọc hay siêu lọc trên những loại giấy ép chặt tiệt trùng nước rất tốt mà không gây ra các hiệu ứng phụ. Điểm nhạy cảm duy nhất là độ tiệt trùng của màng lọc và thay màng lọc thích hợp.

+ *Phương pháp hoá lý:*

Người ta dùng những bóng đèn đặc biệt phát ra những tia tử ngoại chiếu vào dòng nước, chúng sẽ huỷ diệt các vi sinh vật có trong nước. Phương pháp này có hiệu suất rất cao, đồng thời không gây ảnh hưởng gì đến mùi vị của nước.

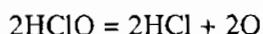
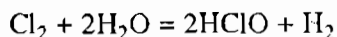
Chiếu tia cực tím bằng đèn UV với bước sóng 200 - 300 μm phá huỷ các vi sinh vật. Cần kiểm tra nồng độ chất hữu cơ và tỷ lệ vi sinh vật trong nước trước khi xử lý. Nước phải hoàn toàn trong suốt.

Người ta còn khử trùng bằng ion bạc. Các ion bạc tiêu diệt vi khuẩn khi dòng nước chảy qua giữa 2 điện cực bạc.

+ *Phương pháp hoá học:*

Dựa vào tác dụng của Cl_2 , O_3 hay một vài ion kim loại đối với một số vi trùng hay vi sinh vật

Clo hoá: Clo có tính chất sát trùng rất mạnh, khi tác dụng với nước tạo thành axit hypoclorua, sau đó phân huỷ thành HCl và oxy nguyên tử, oxy nguyên tử có khả năng oxy hoá cao, nó diệt trùng rất mạnh bằng cách oxy hoá màng tế bào vi sinh vật. Giá cả thiết bị thấp nhưng sản phẩm độc hại (các hợp chất halogen hữu cơ, clophenol...) được tạo ra khi trong nước chứa phenol hoặc các hợp chất hữu cơ khác. Phản ứng chính như sau:



- Lượng Cl dư $\leq 0,1 - 0,3$ mg/l.
- Thời gian ≥ 20 phút.
- Liều lượng dùng 1 - 3 mg/l.

Clo cho vào nước ở nhiều dạng khác nhau, nhưng thường dùng ở dạng khí. Trong trường hợp lượng clo cho vào nước nhiều quá sẽ gây ảnh hưởng xấu đến mùi vị của nước và chất lượng của bia. Trong những trường hợp như vậy cần lọc qua những lớp than hoạt tính.

Nồng độ clo tự do trong nước sau khi khử trùng phải từ 0,1 - 0,3 mg/l và thời gian tiếp xúc giữa clo và nước tối thiểu là 20 phút. Nếu nước chứa phenol mà xử lý bằng clo có thể sinh ra clorophenol mang lại mùi vị không tốt cho bia. Nước để hoà tan các chất tẩy rửa phải chứa ít các thành phần vô cơ.

ClO_2 : ClO_2 là chất khí không bền tạo ra từ axit clohydric và NaClO_2 . Sử dụng nó làm chất khử trùng cho thấy có nhiều ưu điểm hơn các phương pháp kể trên là:

- Không làm thay đổi mùi vị của bia.
- Không tạo thành cloroform hoặc các hợp chất halogen khác.
- Chi phí vận hành thấp.
- Rất an toàn.
- Độ tiết trùng tin cậy.

Tuy nhiên phải nhớ rằng ClO_2 dễ phân huỷ hơn khi nhiệt độ tăng lên. Liều lượng ClO_2 tối đa 0,04%.

Ozon hoá: Ozon cũng có tác dụng sát trùng rất mạnh. Thường chỉ với liều lượng 1 - 2 g/m^3 có thể huỷ diệt hầu hết vi sinh vật có trong nước. Ozon hoá được tiến hành bằng những thiết bị đặc biệt, nhờ dòng điện có thế hiệu lớn và tần số cao đi qua không khí, O_2 sẽ chuyển về dạng oxy nguyên tử, ozon hình thành cho vào nước bằng những máy bơm hơi. Thời gian tác dụng khoảng 4 - 5 phút. Nhưng nếu quá nhiều oxy hoà tan có thể ăn mòn thiết bị và

đường ống. Quá trình này rất sạch và đáng tin cậy nhưng giá đầu tư rất cao. Liều lượng O_3 0,005% tối đa 1%.

3.1.4. Tiêu thụ nước trong sản xuất malt và bia

Mức độ sử dụng nước phụ thuộc vào tuổi của các thiết bị, công nghệ các phương pháp rửa, công tác đào tạo nhân sự, giá nước, công việc xử lý nước... Lượng nước thường dùng cho mỗi công đoạn được ước tính theo bảng 3.6.

Bảng 3.6. Lượng nước sử dụng cho từng công đoạn sản xuất bia

	Công đoạn sản xuất	Lượng tiêu thụ
1	Sản xuất malt	8 - 22 m ³ /1 tấn đại mạch
2	Sản xuất dịch đường	8,5 - 10 m ³ /1 tấn malt
3	Làm nguội dịch đường	3 - 4 hl/1 hl dịch đường
4	Lên men chính	2 hl/ 1 hl bia
5	Lên men phụ	2 hl/ 1 hl bia
6	Rửa chai và đóng chai	3 - 3,5 hl/ 1 hl bia
7	Làm lạnh	0,10 - 0,15 hl/ 1 hl bia
8	Nồi hơi	1 - 2 hl/ 1 hl bia

Sản xuất malt sử dụng trung bình khoảng 8 - 22 m³ nước/ 1 tấn đại mạch. Sản xuất bia dùng khoảng 6 - 20 hl nước/ hl bia. Một nhà máy liên hợp sản xuất bia - malt lớn ở Mỹ sử dụng tổng cộng 4 hl nước cho mỗi hl bia thành phẩm. Chúng ta có thể coi như mức độ tiêu thụ trung bình là 6 - 7 hl nước/ hl bia. Có thể phân bổ lượng nước sử dụng trong sản xuất bia trong một dây chuyền sản xuất hiện đại và tiết kiệm như bảng 3.7.

Bảng 3.7. Phân bổ lượng nước sử dụng trong các công đoạn sản xuất bia

Công đoạn	Lượng tiêu thụ (hl)
Xử lý nước	0,05
Sản xuất và xử lý dịch đường	1,60
Rửa tại chỗ (sản xuất dịch đường)	0,40
Lên men và duy trì, rửa ống dẫn	0,10
Rửa tại chỗ (lên men và duy trì)	0,20
Lọc và các tank bia đã lọc	0,30
Rửa tại chỗ (lọc và tank bia đã lọc)	0,20
Chiết chai (70%) + rửa	1,00
Thanh trùng chai	0,10
Chiết thùng (30%)	0,30

Bảng 3.7. (tiếp theo)

Công đoạn	Lượng tiêu thụ (hl)
Thu hồi khí CO ₂	0,50
Hơi nước với thu hồi hết chất đóng cặn	0,10
Máy nén làm lạnh	0,10
Bay hơi, ngưng tụ	0,30
Khí nén	0,30
Thông gió	0,10
Rõa chung	1,00
Tổng lượng tiêu thụ	6,3

3.2. NGUYÊN LIỆU THAY THẾ

3.2.1. Nguyên liệu tinh bột

Khoảng 90% lượng bia sản xuất trên thế giới được làm từ malt và nguyên liệu tinh bột. Người ta sử dụng nguyên liệu tinh bột với nhiều mục đích:

- Để hạ giá thành bia.
- Tăng cường độ bền keo, những chất chứa N và polyphenol trong phần lớn các nguyên liệu tinh bột thường không nhiều nhưng làm tăng tính bền keo.
- Sản xuất các loại bia nhẹ hơn, sáng màu hơn bia sản xuất hoàn toàn bằng malt.

Bảng 3.8. Các nguyên liệu thay thế

Dạng rắn	Dạng lỏng
Ngô	Nước xiro tinh bột, đường ngô, ngũ cốc, củ cải
Gạo	Đường lỏng của củ cải, mía, tinh bột
Lúa miến	Nước xiro malt (nước chiết malt)
Lúa mì	Nước xiro đại mạch và của các loại ngũ cốc khác
Đại mạch	Xiro caramen
Tiểu mạch	Chất màu của malt
Lúa mạch đen	
Yến mạch	
Kê	
Khoai tây	
Sắn hoặc các loại củ khác.	
Đường (củ cải, mía, bột tinh bột)	
Tinh bột các ngũ cốc kể trên	

Bảng 3.9. Thành phần của một số nguyên liệu tinh bột

Ngũ cốc và một số củ chứa tinh bột khác	H ₂ O (%)	Chất chiết (%)	T ^o hồ hoá (°C)	Chất béo (%)	Prôtein (%)	Tinh bột (%)	Amilo (%)
Hạt lứt của ngô	11 - 13	88 - 93	62 - 75	0,8 - 1,3	9 - 11	71 - 74	24 - 28
Tinh bột ngô	8 - 12	101 - 106	62 - 74	< 0,1	0,2 - 0,3	71 - 74	24 - 28
Gạo lứt	10 - 13	89 - 94	61 - 78	0,2 - 0,7	6 - 9	57 - 88	14 - 32
Hạt lứt lúa miến (bo bo)	10 - 12	75 - 82	68 - 75	0,5 - 0,8	6 - 10	70 - 74	24 - 26
Tinh bột lúa mì	10 - 14	101 - 107	52 - 75	0,2 - 0,4	0,4 - 0,5	67 - 69	25 - 28
Đại mạch	12 - 16	75 - 80	57 - 63	2 - 3	9 - 14	54 - 63	20 - 24
Tiểu mạch	8 - 14	70 - 75	55 - 70	2 - 4	13 - 16	63 - 69	28 - 29
Lúa mạch đen	10 - 15	76 - 80	55 - 70	1,5 - 2,0	8 - 16	58 - 62	23 - 25
Yến mạch	10 - 16	45 - 50	55 - 62	3 - 7	8 - 18	40 - 63	19 - 28
Kê	10 - 13	79 - 84	67 - 77	3 - 7	10 - 14	61 - 70	17 - 25
Tinh bột khoai tây	10 - 12	101 - 105	56 - 69	< 0,1	0,05	65 - 85	20 - 23
Sắn	8 - 11	87 - 97	52 - 70	0,3 - 0,6	9 - 12	85 - 87	15 - 17

Tỷ lệ nguyên liệu thay thế cho vào phụ thuộc vào phương thức sử dụng nguyên liệu có sẵn của mỗi nước, tính kinh tế, yêu cầu về chất lượng của bia thành phẩm. Lượng nguyên liệu thay thế thay đổi từ 20 - 30% ở Châu Âu và lên tới 50 - 70% hoặc hơn nữa ở một số nước Châu Phi, Châu Mỹ và Châu Á.

3.2.1.1. Ngô

Ngô được dùng trong sản xuất bia dưới dạng hạt lứt, hạt dẹt hoặc tinh bột... tỷ lệ sử dụng khoảng từ 10 - 30%.

Qui trình làm hạt lứt gồm các thao tác sau: làm sạch, làm ướt, bơm hơi, nảy mầm, rây, hút khí, rang, loại bỏ cám, hút khí, sàng nghiền, dần, rây, sấy. Sản phẩm là hạt ngô mảnh với hàm lượng chất béo < 1% và kích thước hạt (0,152 - 1,27 mm). Từ 100 kg ngô thu được 55 kg hạt lứt có độ ẩm 13%.

Nhiệt độ bảo quản hạt lứt rất quan trọng < 20°C, nếu không sẽ có sự oxy hoá chất béo ảnh hưởng xấu đến chất lượng bia.

Hạt lứt của ngô ngâm trong nồi ngâm, bổ sung malt hoặc dùng enzym α -amilaza của nấm mốc hoặc vi khuẩn trong quá trình xử lý. Phức chất nitơ của hạt ngô lứt không bị chuyển vào bia hoặc chuyển rất ít. Các chất béo của ngô xay nghiền không làm ảnh hưởng đến chất lượng bia.

Tinh bột ngô hồ hoá ở nhiệt độ thấp hơn so với hạt lúa, tuy nhiên phương pháp dùng enzym được ưa dùng hơn. Ngô đem lại hương vị, màu êm dịu hơn gạo.

Cần kiểm soát sự nhiễm tạp (nấm mốc, côn trùng), chất béo, nhiệt độ và độ ẩm trong thời gian bảo quản, kiểm tra kích thước hạt và nhiệt độ hồ hoá của mỗi mẻ.

3.2.1.2. Gạo

Gạo lứt là sản phẩm phụ (phần gạo tấm) khi xay (khoảng 30% hạt bị vỡ trong giai đoạn này). Việc chọn lựa qui trình sản xuất cho nội ngấm rất quan trọng vì nhiệt độ hồ hoá có thể thay đổi theo giống và nơi canh tác. Có những loại gạo chỉ hồ hoá được trong thùng ngấm dưới áp suất cao. Gạo cũng có thể chuyển thành hạt dẹt (flocons) và thành tinh bột. Gạo làm bia nhẹ và trung tính. Cần lưu ý kiểm soát giống như đối với ngô, hơn nữa chất béo phải < 0,4%, kiểm tra nhiệt độ hồ hoá và qui trình lọc dịch.

3.2.1.3. Lúa miến (bo bo)

Lợi ích gần đây của lúa miến được giải thích do ứng dụng được các kỹ thuật xay mới, và để phân chia các phần khác nhau. Các kỹ thuật mới làm lúa miến được phát triển bởi:

- Cuanhtemoc: xay bằng cối xay và một tổ hợp các thiết bị phân chia và phân đoạn qui trình này. Từ 100 kg lúa miến thu được 35 kg tấm và 12 kg bột mì.

- United milling (Carlsberg): Dựa trên nguyên tắc bóc vỏ, xay, phân chia các phần sau khi xay bằng không khí. Hiệu suất của hệ thống có thể đạt 70%. Lúa miến chứa một lượng lớn các polyphenol trong lớp vỏ trong của hạt gây cho bia vị khác nhau. Một vài giống lúa miến chứa một hàm lượng β -glucan đáng kể có thể gây khó khăn cho quá trình lọc dịch và lọc bia.

Hạt tấm lúa miến phải được xử lý bằng phương pháp nấu. Một vài giống lúa miến chứa một lượng axit xianuahydric. Hạt có thể màu trắng, vàng, nâu. Lúa miến có thể chế biến thành tinh bột, dạng hạt dẹt...

Chú ý: Ngoài các chú ý giống như đối với ngô, cần phải chọn các giống có hàm lượng polyphenol, β -glucan và axit xianuahydric thấp. Phải kiểm tra hàm lượng aflatoxin.

3.2.1.4. Lúa mì

Lúa mì được tiêu thụ nhiều ở các nước phát triển nên đã dẫn tới việc tìm ra các thị trường cối xay lúa mì kiểu dáng mới. Bột mì không chứa gluten dành cho sản xuất bia là sản phẩm thu được khi xay bằng các kỹ thuật tiên tiến. Hàm lượng protit trong bột phải thấp nếu không sẽ xuất hiện các vấn đề về làm trong và tính ổn định của bia. Tinh bột lúa mì có thể gây ra các khó khăn về tạo bọt khi xử lý trong thùng ngấm. Phương pháp làm bia bằng cách hãm có thể được áp dụng cho lúa mì. Lúa mì cải thiện tính bền của bọt bia. Lúa mì có thể được chuyển thành dạng hạt dẹt, tinh bột, lúa mì rang... Ở Bỉ lúa mì loại Lambic hay Trắng thường được dùng làm bia.

Chú ý: Ngoài các chú ý như với ngô còn cần chọn giống lúa mì có hàm lượng protit, fructosan thấp, kiểm tra nhiệt độ hồ hoá.

3.2.1.5. Đại mạch

Đầu những năm 1970, người ta cho rằng sản xuất bia mà có thể bỏ qua giai đoạn sản xuất malt, sử dụng đại mạch với các enzym vi khuẩn hoặc nấm mốc.

Hạt đại mạch chín có thể được dùng theo cách sau: Chọn giống có hàm lượng β -glucan, protein thấp, độ ẩm trước khi xay 18 - 20%. Cần phải xay đại mạch trong máy xay lắp xi lanh có rãnh khía. Đại mạch có thể được xử lý trong thùng ngâm với β -glucanaza và α -amylaza nguồn gốc từ nấm mốc hoặc vi khuẩn giúp quá trình hồ hoá và lọc dịch trở nên dễ dàng hơn. Cho 10% đại mạch có thể tác động đến sản xuất và chất lượng bia. Đại mạch có thể chuyển thành dạng hạt dẹt, tinh bột, đại mạch rang...

Chú ý: Giống như đối với ngô, ngoài ra cần chọn giống thuần khiết, tỷ lệ β -glucan và protit thấp. Cần đảm bảo chính xác chất và lượng enzym cho vào. Giám sát qui trình lọc dịch và lọc bia.

3.2.1.6. Tiểu mạch

Tiểu mạch ít được dùng trong sản xuất bia. Hàm lượng protein cao và chất chiết thấp khiến cho loại ngũ cốc này không được ưa chuộng do không đem lại hiệu quả kinh tế. Các thử nghiệm cho thấy, tiểu mạch cho vào dưới 15% không gây hại cho chất lượng dịch bia. Từ 20% trở lên sẽ gây khó khăn cho quá trình lọc và biến đổi vị bia.

Chú ý: Giống như ngô, ngoài ra cần chọn giống có hàm lượng protein thấp.

3.2.1.7. Lúa mạch đen

Lúa mạch đen là nguyên liệu ít được biết đến và sử dụng vì những lý do kinh tế. Làm bia từ lúa mạch đen với tỷ lệ 40% làm chậm quá trình lọc và xuất hiện các khó khăn khi làm trong bia và thành phẩm có mùi vị kém. Lúa mạch đen được chuyển thành dạng tinh bột và hạt dẹt.

3.2.1.8. Yến mạch

Ít được dùng, đôi khi người ta dùng vỏ của nó như lớp trợ lọc. Hạt yến mạch chín được dùng làm các loại bia đặc biệt, loại bia Trắng vùng Louvain (5 - 10%). Các bia này sáng trong, tươi và nhiều bọt. Yến mạch cũng có thể được chuyển thành tinh bột hoặc dạng hạt dẹt.

3.2.1.9. Kê

Được dùng nhiều nhất ở các nước Châu Phi. Hai giai đoạn của qui trình xay: đầu tiên lấy vỏ (chiếm 7,5% hạt), rồi loại mầm (chiếm 8,5% hạt). Điều quan trọng là phải chọn giống có hàm lượng chất béo thấp.

Xử lý trong thùng ngâm, thêm H_2SO_4 sẽ làm giảm hàm lượng lipid. Một vài giống có axit xianuhydric. Kê có thể được chuyển thành tinh bột hoặc hạt dạng dẹt.

Chú ý: Giống ngô, ngoài ra cần chọn giống không có axit xianuahydric và hàm lượng protit, chất béo thấp.

3.2.1.10. Khoai tây

Ít được dùng vì giá cao, cần phải kiểm tra độ tinh khiết của tinh bột nếu muốn tránh khó khăn khi làm trong bia, độ bền và vị lạ.

3.2.1.11. Sắn, bột sắn và củ

Củ sắn rất giàu tinh bột và chứa axit xianuahydric từ 0,008 - 0,01% tùy từng giống. Có thể loại axit này bằng cách rửa, ngâm nước, sấy... Hàm lượng không được quá 50 ppm. Sắn được dùng nấu bia dưới dạng bột tinh khiết. Tính kiềm trong bột sắn cần phải được trung hoà bớt khi ngâm.

Chú ý: Giống như ngô, ngoài ra cần chọn giống có hàm lượng axit xianuahydric và protein thấp.

3.2.1.12. Đường (củ cải đường, mía, tinh bột)

Đường phải được tinh chế, loại tạp chất, vì tạp chất có thể tạo ra vị lạ cho bia. Đường được cho vào thùng đun hoa houblon, trong khi lên men hoặc sau khi lọc để làm dịu một vài loại bia hoặc trong chai để lên men các loại bia đặc biệt.

3.2.1.13. Tinh bột ngũ cốc

Các cơ sở sản xuất tinh bột có nguồn tinh bột rất phong phú: tinh bột lúa mì, đại mạch, tiểu mạch, yến mạch... Chúng có thể dùng làm bia bằng cách hâm sau khi được gia nhiệt với nhiệt độ hồ hoá thấp hơn các loại ngũ cốc khác. Nói chung các loại ngũ cốc khác có nguồn gốc từ ngô, gạo, lúa miến, kê, sắn,... cần xử lý trong thùng ngâm kiểm chứng với 5 - 20% malt. Thêm enzym nấm mốc hoặc vi khuẩn sẽ làm cho việc sản xuất bia dễ dàng hơn nhưng cần phải cân bằng yếu tố chất lượng với yếu tố kinh tế.

Vận chuyển bột tinh bột là công việc khá tỉ mỉ và cần trang bị kỹ thuật đặc biệt trong nhà sản xuất bia. Cần chú ý đặc biệt tránh nổ bụi (dọn vệ sinh, các biện pháp nổi đất...).

Chất lượng bia sản xuất với tinh bột nguyên chất (không có các nguyên liệu phụ) rất tốt, đôi khi rộng xộp.

Chú ý: Độ tinh khiết của tinh bột, nhiệt độ hồ hoá, xử lý tinh bột hợp lý, tính kinh tế, chất lượng bia là điều cần chú ý khi sử dụng nguyên liệu thay thế.

3.2.2. Nguyên liệu dạng lỏng

3.2.2.1. Xiro tinh bột (xiro glucoza)

Các cơ sở sản xuất tinh bột đã ứng dụng nhiều cải tiến công nghệ, tính đa dạng, về chất lượng của siro tinh bột. Đặc tính glucit có thể được chuẩn hoá, điều chỉnh phù hợp với yêu cầu bằng xử lý axit - enzym hoặc enzym - enzym. Như vậy có thể làm bia với xiro tinh bột có cùng đặc tính glucit với dịch đường từ malt đại mạch.

Ngoài tính kinh tế, kiểm tra các nguyên tố chất khoáng của xiro tinh bột cũng rất quan trọng (nếu nồng độ quá cao thì cho qua cột trao đổi ion).

Thường xiro tinh bột được thêm vào nồi đun hoa. Một kỹ thuật dùng xiro tinh bột khác là lên men riêng trong 24 giờ và trộn với dịch lên men từ malt. Phương pháp này đã được thử nghiệm 10 hl và trong công nghiệp với 30% xiro ngô. Chất lượng tương đương về mọi mặt so với phương pháp cổ điển với 30% gạo tấm. Bằng cách này có thể tăng công suất nhà máy sản xuất bia lên 30%.

Nếu cơ sở sản xuất bia gần cơ sở sản xuất tinh bột thì xiro tinh bột có thể được chuyển thành dạng có nồng độ thấp nhằm giảm chi phí năng lượng.

Chú ý: Độ thuần khiết hoá học, vi sinh của xiro, tính kinh tế, chất lượng bia.

3.2.2.2. Xiro malt và chất chiết malt

Sản phẩm này thường được làm từ dịch đường trong sản xuất công nghiệp. Nó được dùng làm nguyên liệu “bia gia đình” ở Anh. Tính ổn định vi sinh vật có thể được đảm bảo tới 80% chất khô trở đi.

3.2.2.3. Xiro đại mạch và các ngũ cốc khác

Loại xiro này được làm bằng chuyển hóa enzym - enzym hay enzym - malt. Một vài xiro đại mạch được dùng làm “bia gia đình” ở Vương Quốc Anh.

3.2.2.4. Xiro caramel

Loại xiro caramel là sản phẩm từ đường hoặc xiro tinh bột giàu glucoza. Quá trình caramel hoá diễn ra ở nhiệt độ và áp suất cao (150°C). Hiệu suất qui trình này có thể tăng nếu thêm NH₃, tuy nhiên có thể tạo thành methyl-4-imidazol, không tốt. Caramel dùng để điều chỉnh màu bia và đổi màu bia vàng thành bia đen (nâu).

3.2.2.5. Chất màu malt

Sản phẩm này được làm từ malt rang và dùng làm bia như bình thường. Chất lọc cho qui trình phân tách dịch được dùng ở nồng độ cao, đặc biệt để cung cấp chất màu cho malt.

Chương 4

NẤM MEN BIA

4.1. SINH LÝ NẤM MEN

Nấm men là loài vi sinh vật đơn bào, có khả năng sống trong môi trường dinh dưỡng có chứa đường, nitơ, photpho và các chất hữu cơ, vô cơ khác. Chúng là các vi sinh vật dị dưỡng có khả năng sống trong cả điều kiện hiếu khí và yếm khí.

4.1.1. Thành phần hóa học của nấm men

Tế bào nấm men chứa đến 80% là nước. Bởi vậy, trong nấm men bia ép tỉ lệ giữa trọng lượng ướt và trọng lượng khô là 4 : 1. Nguyên tố chủ yếu là cacbon, chiếm < 50% chất khô. Các nguyên tố chính khác như oxy (30 - 35%), nitơ (75%), hydro (5%) và photpho (1%). Hàm lượng chất khoáng tổng số khoảng 5 - 10% chất khô của tế bào. Trong tế bào còn bao gồm rất nhiều vết các thành phần khác như nhôm, canxi, đồng, crôm, sắt, chì, natri, kali, lưu huỳnh, magie, niken,...

Các nhóm thành phần chính gồm các chất cao phân tử, đó là các protein (40 - 45% chất khô), cacbonhydrat (30 - 35%), axit nucleic (6 - 8%) và lipit (4 - 5%). Thành phần chính xác của các nhóm cao phân tử trong mỗi chủng nấm men khác nhau do điều kiện nuôi cấy, pha phát triển.

4.1.2. Hình dáng và kích thước

Nấm men có nhiều hình dạng khác nhau: hình cầu, hình trứng hoặc ovan. Nếu môi trường nuôi cấy nấm men không đủ chất dinh dưỡng (đặc biệt không đủ nitơ) và thông khí quá mạnh thì tế bào nấm men thường bị kéo dài ra.

Kích thước tế bào nấm men cũng rất khác nhau, điều đó phụ thuộc vào các chủng nấm men và điều kiện nuôi cấy, thường là $(2,5 - 4,5 \mu\text{m}) \times (10,5 - 20 \mu\text{m})$, thể tích tế bào chiếm khoảng từ $50 - 500 \mu\text{m}^3$. Sự khác nhau về hình dáng cho phép phân biệt và phân loại nấm men. Tỷ lệ giữa bề mặt bên ngoài và thể tích của nó sẽ ảnh hưởng đến vận tốc khuếch tán các chất dinh dưỡng vào bên trong tế bào và các sản phẩm trao đổi. Tỷ lệ này càng lớn thì độ hoạt động sống của tế bào càng mạnh.

Môi trường sống cũng có ảnh hưởng rất lớn đến hình dáng và kích thước tế bào. Vì vậy, khi xác định giống, loài, cũng như hình dáng và kích thước nấm men người ta phải nuôi cấy trên một môi trường ổn định, ở nhiệt độ từ $28 - 30^\circ\text{C}$. Ngoài ra, kích thước nấm men còn phụ thuộc vào tuổi hay thời kỳ phát triển của tế bào, càng trẻ tế bào có kích thước càng bé so với các tế bào thế hệ trên. Theo Tomascos, có thể chia ra 4 thế hệ chính (bà, mẹ, con, cháu), mỗi thế hệ thường có kích thước khác nhau $1 \mu\text{m}$.

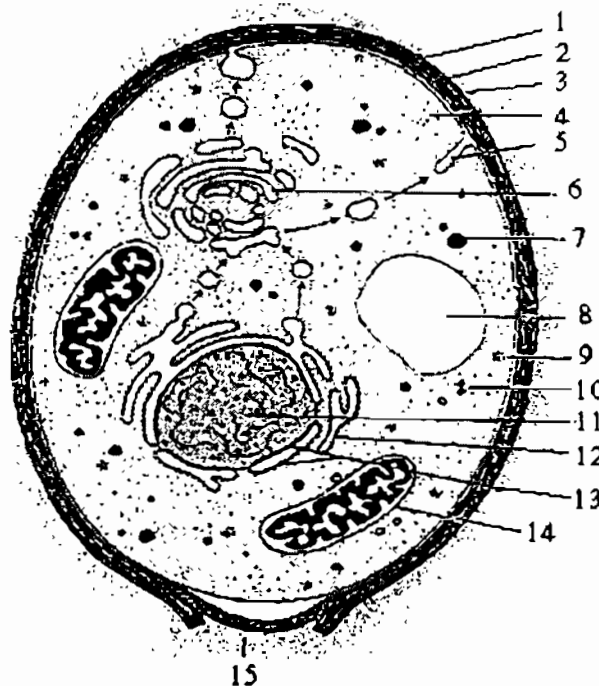
4.1.3. Cấu tạo tế bào nấm men

Các tế bào nấm men có cấu tạo tương đối phức tạp, các tế bào nấm men khác nhau thì có cấu tạo và thành phần hoá học khác nhau (hình 4.1). Nhưng nhìn chung chúng đều được cấu tạo từ các cơ quan sau:

4.1.3.1. Thành tế bào

Thành tế bào bao bọc xung quanh tế bào, có độ bền chắc cao, chiều dày là 150 - 250 nm. Trên thành tế bào có những lỗ nhỏ li ti với đường kính khoảng 3,6 nm để nước, đường, các chất dinh dưỡng cần thiết cho tế bào có thể đi qua được. Thành tế bào chiếm khoảng 20% tổng khối lượng chất khô của tế bào.

Các tế bào đã thực hiện nhiều quá trình sinh sản nảy chồi sẽ có vết sẹo tròn trên thành tế bào, đó chính là nơi tế bào con tách ra khỏi tế bào mẹ. Vùng sẹo chồi giàu chất chitin. Trên thành tế bào con cũng có vết sẹo chồi tương ứng với tế bào mẹ, đó là vị trí sẽ nảy chồi sau này. Chồi không phải nảy lên từ một vị trí bất kỳ trên thành tế bào mà ở những vị trí đặc biệt.

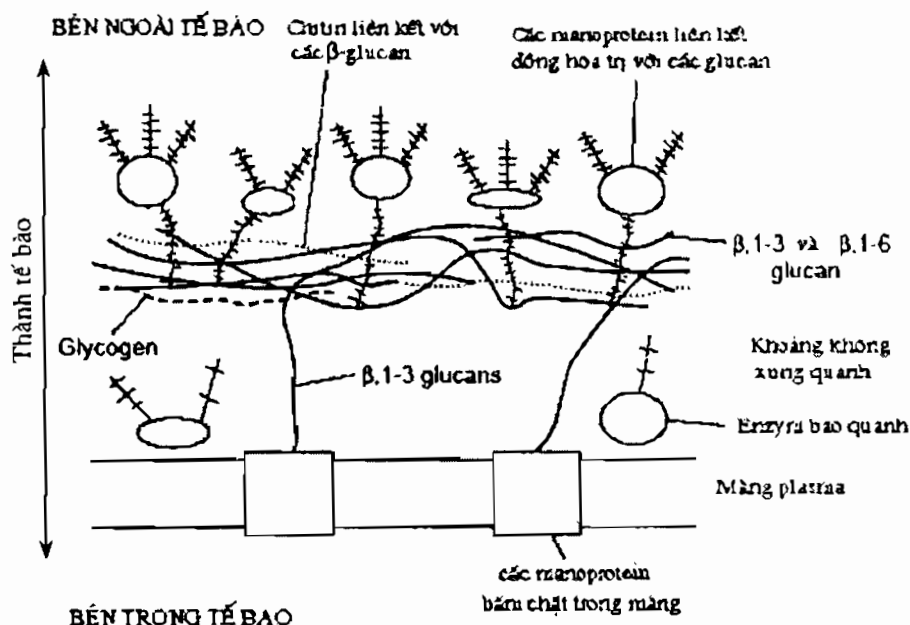


Hình 4.1. Cấu tạo tế bào nấm men.

1- màng nguyên sinh chất; 2- không gian chu chất; 3- thành tế bào; 4- riboxom tự do; 5- bong bóng chiết; 6- khối Golgi; 7- hạt lipid; 8- không bào; 9- glycogen; 10- vi thể; 11- nhân; 12- các hạt vi thể cố định các riboxom; 13- màng nhân có các lỗ nhỏ; 14- ty lạp thể; 15- bầu mồi.

Thành tế bào có khoảng 90% là cacbonhydrat, phần còn lại là protein (hình 4.2).

Trong số các cacbonhydrat, glucan là nhiều nhất, chúng chiếm 30 - 50% tổng lượng chất khô của thành. Các glucan sắp xếp thành các cấu trúc hình sợi nhỏ, dài, chúng liên kết với nhau bằng liên kết β -1,3 và β -1,6. Hầu hết cacbonhydrat còn lại là mannoprotein.



Hình 4.2. Một phần màng tế bào nấm men.

Vùng nhân bên trong của thành tế bào gồm các chuỗi gốc mannoza liên kết α -1,6 gần với một chuỗi ngắn ở vị trí α -1,2 và α -1,3. Vùng này gắn với một chuỗi phía ngoài gồm 100 - 150 gốc mannoza. Phần này cũng gồm một chuỗi trực chính các gốc mannoza liên kết α -1,6 với chuỗi bên liên kết α -1,2. Các chuỗi bên gồm mannobioza (M^2 - ^1M), mannotrioza (M^2 - $^1M^2$ - ^1M), mannotrioza (M^2 - $^1M^3$ - ^1M) và mannotetraza (M^2 - $^1M^2$ - $^1M^3$ - ^1M). Thành phần chính xác các chuỗi tùy thuộc chủng nấm men. Một vài chuỗi bên có các liên kết photphodiester và các liên kết này mang điện tích âm tới vỏ tế bào. Các chuỗi bên trong phân tử mannoza. Các chuỗi bên mannoza là các vùng nhận, gắn kết khi nấm men kết lắng. Đầu kia của vùng nhân bên trong thành tế bào gắn với 2 gốc N-axetyl glucosamin. Một trong hai gốc này gắn với một phân tử protein tại một nửa axit cacboxylic của một gốc axit aspartic. Liên kết với protein tại các nhóm hydroxyl của serin và threonin là các chuỗi gốc mannoza α -1,2 và α -1,3.

Chitin bao gồm một polyme giới hạn của các phân tử N-axetyl glucosamin liên kết bởi các nhóm β -1,4. Nó chiếm dưới 5% trọng lượng khô của thành tế bào trong *S. cerevisiae*. Hầu hết chitin đều nằm ở giữa các sọc chồi, chỉ một phần nhỏ phân bố ở phần khác trên thành tế bào.

Thành phần cacbonhydrat thứ 4 và cũng là phần nhỏ nhất trong thành tế bào là

glycogen. Đó là một axit hoà tan và khác biệt với các kiềm hoà tan có chức năng làm chất dự trữ. Glycogen là phân đoạn axit hoà tan có các liên kết β -1,3 glucan tại các chuỗi bên β -1,6 glucan. Phần lớn các protein trong thành tế bào đều kết hợp với mannoza. Một số các protein là các chất nhận bề mặt, còn một số lại là các enzym. Các enzym này thực hiện quá trình sinh tổng hợp và trao đổi chất đầu tiên một vài chất dinh dưỡng cho thành tế bào.

Cấu trúc phân tử lớn của thành tế bào vẫn chưa được xác định chính xác. Các sợi glucan nằm chủ yếu ở thành phía bên trong. Người ta cho rằng phân đoạn các glucan được gắn kết bởi mỗi liên kết β -1,3 dệt nên một mạng lưới sợi bên trong tạo ra độ bền và độ đàn hồi của thành tế bào. Các glucan liên kết β -1,6 hình thành một mối nối kết giữa mạng sợi và các cấu tử mannoprotein, glycogen và chitin. Các mannoprotein chủ yếu nằm ở phía ngoài thành, ở đây chúng tạo nên một lớp ngang liên kết đồng hóa trị với các glucan. Phạm vi lớp giữa các mannoprotein xác định kích thước phân tử có thể đi qua thành tế bào. Nhóm mannoprotein thứ hai gắn với màng plasma và nhô ra khoảng không bao qua lớp glucan. Các mannoprotein liên quan tới sự kết lắng và sự kết dính sinh lý. Phân đoạn chitin không nằm ở nơi sọc chổi thì được phân bố khắp thành tế bào. Chitin là chất nhận các độc tố gây chết bao bọc tế bào nấm men.

Nhiệm vụ của thành tế bào là bảo vệ tế bào trước các tác động bên ngoài, khống chế các quá trình trao đổi chất và áp suất thẩm thấu ở trong và ngoài tế bào. Chính thành tế bào quyết định hình dáng tế bào. Tế bào trẻ thì thành có độ đàn hồi cao, mỏng, trong suốt, càng phát triển thì càng dày lên và càng dễ nhìn thấy dưới kính hiển vi. Đặc biệt, thành tế bào sẽ rất dày nếu chịu tác động xấu từ bên ngoài như: nhiệt độ bên ngoài tăng cao quá mức nấm men có thể chịu đựng, thiếu chất dinh dưỡng, độ axit hay nồng độ các chất độc trong môi trường cao. Khi tế bào già, vỏ có độ đàn hồi kém, giòn, dễ vỡ. Thành tế bào quyết định sự tương tác giữa các tế bào với môi trường bên ngoài.

Vỏ tế bào rất dễ bị phá huỷ bởi các nhân cơ học (teo nguyên sinh chất), lý học (nhiệt độ cao, tia Rơngơn, tia tử ngoại, tia cực tím), hoá học (môi trường quá axit hoặc quá kiềm sẽ phá vỡ hoặc ăn mòn vỏ tế bào), sinh lý học (nhiễm vi sinh vật lạ, nhiễm vi sinh vật trong quá trình nuôi cấy, các vi sinh vật này tiết ra các enzym có khả năng phân huỷ tế bào).

Trong suốt quá trình lên men, một số thành phần của dịch đường như các lipit kết lắng và iso- α -axit của houblon bao thành tế bào. Hàm lượng iso- α -axit của houblon cần phải điều chỉnh do có một lượng thất thoát theo sinh khối nấm men. Tác động của các thành phần cận đối với thành tế bào nấm men rất khó đánh giá. Khi các thành phần trong dịch đường bao bọc sẽ vô hiệu hóa các vùng nhận liên quan tới khả năng kết lắng của nấm men, hơn nữa, sự bao bọc của các cận làm thay đổi toàn bộ diện tích bề mặt tế bào liên quan tới việc lọc bia. Người ta đã nghiên cứu cho thạch (lấy ở bong bóng cá) vào bia chưa lọc để tăng khả năng kết lắng của nấm men. Cấu tử hoạt hóa trong thạch là collagen protein tích điện dương, nó bao bọc các tế bào nấm men mang điện tích âm.

Thành tế bào có vai trò quan trọng trong việc xác định nấm men nổi lên bề mặt (lên

men nổi) hay chìm xuống dưới (lên men chìm) trong quá trình lên men dịch đường. Thành tế bào của nấm men lên men nổi kỵ nước hơn của tế bào lên men chìm. Người ta cho rằng nguyên do từ thành phần photphat trên thành tế bào phía bên ngoài. Các tế bào có tính kỵ nước cao (thành tế bào có hàm lượng photphat thấp) sẽ bám vào các bong bóng và bề mặt dung dịch mang điện tích như dịch lên men.

Thành phần photphat trên thành tế bào còn là một yếu tố chính xác định tính chất khác của bề mặt tế bào, đó là điện thế zeta. Thông số này được dùng đo điện tích bề mặt tế bào nấm men. Ngoài photphat, thông số này còn chịu ảnh hưởng của pH môi trường. Điện thế zeta giảm xuống (âm) trong suốt và cuối quá trình lên men, như vậy lực đẩy tĩnh điện giữa các tế bào riêng biệt giảm do đó hình thành các khối nấm men kết bông.

4.1.2.2. Không gian chu chất

Đây là khoảng không giữa thành tế bào và màng nguyên sinh chất. Mặc dù đó không phải là một cơ quan cụ thể, nhưng mọi chất dinh dưỡng đi vào hay các sản phẩm trao đổi chất đi ra khỏi tế bào đều phải đi qua. Ở đây có chứa một số enzym như invertaza, photphataza, melibiaza và nhiều các protein bao bọc nữa. Đây là các sản phẩm ngoại bào, chúng đi ra ngoài màng nguyên sinh chất nhưng bị giữ lại bởi kích thước quá lớn không qua được thành tế bào. Các enzym ở đây được sử dụng để thủy phân các chất dinh dưỡng không đồng hóa được tạo ra lợi thế cạnh tranh với các sinh vật tiết ra các enzym ngoại bào. Hàm lượng protein trong khoảng không này đủ để tạo nên chất lưu dạng gel. Như vậy, khoảng không cũng có chức năng làm lớp bảo vệ giữa thành tế bào và màng nguyên sinh chất.

4.1.2.3. Màng nguyên sinh chất (màng tế bào chất)

Màng nguyên sinh chất bao quanh tế bào chất và là lớp rào cản bên trong giữa thành tế bào và khoảng không gian chu chất. Màng tế bào chất của nấm men tương tự của các tế bào nhân chuẩn eukaryotit khác. Thành phần chính là các lipid và các protein. Có nhiều loại protein khác nhau, nhưng chức năng chính không phải tạo cấu trúc. Chúng gồm các enzym thực hiện các quá trình tổng hợp trên thành tế bào, các quá trình này xúc tác cho các chất dinh dưỡng thấm qua thành tế bào, ATPaza thì có chức năng duy trì lực chuyển động proton và là chất nhận thông tin từ tế bào. Các chất béo trong màng chủ yếu là photpholipit, photphatidyionisitol, photphatidylserin, photphatidylcholin và photphatidyletanolamin. Ngoài ra còn một lượng nhỏ các sterol mà hầu hết ở dạng egosterol.

Cấu trúc của màng nguyên sinh chất tế bào cho đến nay vẫn chưa được xác định chính xác. Theo Singer và Nicholson, 1972, mô tả màng nguyên sinh chất gồm 2 lớp photpholipit, trong đó có các nhóm kỵ nước và hướng đối diện nhau, còn mặt kỵ nước hướng ra ngoài môi trường dung dịch trong khoảng không và tế bào chất. Các protein và sterol nằm giữa 2 lớp photpholipit này. Các sterol chứa các nhóm hydroxy có điện cực và một khung kỵ nước. Khung này cho phép chúng tự định hướng theo mặt phẳng vuông góc giữa các chuỗi kỵ nước và các photpholipit.

Chức năng chính của màng nguyên sinh chất là điều chỉnh sự thẩm qua tế bào của các chất dinh dưỡng. Màng có tính chất thẩm thấu chọn lọc: chỉ cho qua những chất cần thiết và có lợi cho tế bào (như các loại đường đơn giản, nitơ, photpho và các chất vi lượng khác), đồng thời thải ra ngoài những chất cần bã (CO_2 , rượu, axit,...). Nó là một khuôn cấu trúc cho phép sinh ra các gradien proton và ion cần thiết cho việc sinh năng lượng của rất nhiều phản ứng hấp thu. Một chức năng quan trọng khác là phát hiện và phản ứng với các kích thích bên ngoài. Các chất nhận thông tin từ tế bào nằm ở những vị trí phù hợp trên màng tế bào chất. Màng tế bào chất còn có những vùng chứa các enzym liên quan đến các chu trình tổng hợp khác nhau của tế bào, phân bố các vùng này phù hợp với cấu trúc không gian và chức năng.

4.1.2.4. Tế bào chất

Tế bào chất là phần của tế bào được bao quanh bởi màng tế bào mà không phải các cơ quan tế bào được bao bọc bởi màng khác. Nó là một dung dịch keo có chứa vô số các sản phẩm trao đổi chất. Tế bào chất của nấm men đặc biệt chứa nhiều RNA - là một axit, nên pH của tế bào chất ~ 5,2, các hoạt động trao đổi chất có thể làm cho môi trường sát xung quanh có tính axit mạnh hơn hoặc yếu hơn. Các enzym của một số chu trình trao đổi chất chính phân bố lẫn trong số các tế bào chất, ví dụ, sinh tổng hợp axit béo và thủy phân glycogen. Các enzym thủy phân glycogen được cho là ở dạng hoà tan bởi trong dịch chiết tế bào, người ta đã nhận thấy có các enzym này sau khi li tâm loại bỏ các chất màng. Thực tế nhiều enzym không phân tán một cách ngẫu nhiên trong khắp tế bào chất, mà chúng sắp xếp theo cấu trúc không gian trợ giúp cho hoạt động có trình tự, có khả năng nối liền các liên kết với màng bên trong tế bào.

Tế bào chất có chứa rất nhiều thể vùi. Glycogen tích tụ dưới các điều kiện thích hợp và có ở trong tế bào chất ở dạng các hạt nhỏ mà có thể nhuộm tím với iốt. Các phần tử lipid trở nên có thể nhìn thấy trong tế bào chất trong quá trình sinh trưởng hiếu khí khi được cung cấp đầy đủ cacbon. Các phần tử có nhân triacylglycerol và các este steryl kỵ nước được bao quanh bởi màng chứa photpholipit và protein. Các hạt lipid là nơi dự trữ tạm thời mà từ đó các sterol có thể chuyển tới các màng đang phát triển và rút các triacylglycerol khi cần thiết.

4.1.2.5. Ty lập thể

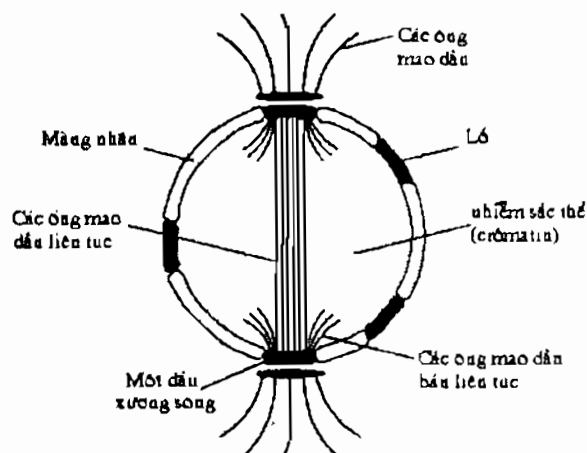
Ty lập thể có cấu tạo đa hình (dạng sợi, dạng hạt, dạng phân nhánh) với số lượng 2 - 24 phân bố đều trong tế bào. Chức năng chính của chúng là thực hiện các quá trình liên quan tới cung cấp năng lượng cho tế bào. Các phản ứng oxy hoá xảy ra trong ty lập thể, năng lượng giải phóng ra được chuyển đến ATP là chất thu năng lượng. Bên cạnh quá trình này, trong ty lập thể còn xảy ra quá trình tổng hợp các chất cần thiết cho tế bào.

4.1.2.6. Nhân tế bào

Nhân chứa rất nhiều các vật liệu gen của tế bào. Nó có dạng hình cầu, ovan, đường kính 1 - 2 μm và được bao bọc bởi một màng kép, trên bề mặt của màng nhân có một số lỗ (hình 4.3). Trong nhân có chứa AND, ARN nucleoprotein và các gen, do đó nhân đóng vai trò quan trọng trong sinh sản di truyền lại dấu hiệu cho các đời sau.

Tế bào ở pha tĩnh, nhân thường nằm gần không bào. Cấu trúc bên trong và bên ngoài nhân thay đổi trong suốt chu kỳ sống của tế bào. Trong kỳ gian phân, hạch nhân hình lưới liềm có thể nhìn thấy, nằm sát màng nhân. Hạch nhân là nơi chứa rRNA sao chép, một số giai đoạn ban đầu của mRNA.

Ở tế bào trẻ, nhân to tròn, càng già nhân càng teo đi. Trong thời gian sinh sản, nhân thường nằm giữa chồi và không bào. Sau khi phân chia bằng cách kéo dài ra và thắt ở giữa lại, nhân của tế bào mẹ sẽ di chuyển về phía đối diện với tế bào mới.



Hình 4.3. Mặt cắt nhân tế bào nấm men.

4.1.2.7. Không bào

Không bào có dạng hình tròn, được bao bọc bởi một màng rất mỏng và chứa các dịch bào. Trừ các chất điện phân trong nước (như Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} ...) trong không bào còn chứa các protit, hạt mỡ, cacbon ở dạng keo và hệ thống enzym. Trong không bào xảy ra các quá trình oxi hoá khử rất mạnh và các quá trình thủy phân được thực hiện nhờ các enzym có trong đó. Điểm đặc biệt nhất của không bào trong tế bào nấm men là có volutin. Không bào nhìn thấy rõ hơn ở các tế bào già.

4.1.2.8. Hạt volutin

Hạt volutin tích tụ trong không bào dưới dạng keo hay hạt. Nó là nơi dự trữ nitơ, photpho, sản xuất axit nucleic. Số lượng volutin phụ thuộc vào sự có mặt photpho trong môi trường dinh dưỡng và có liên quan đến quá trình phát triển, sinh sản cũng như tích lũy năng lượng của tế bào. Tế bào khoẻ thường có từ 1 - 5 hạt volutin; tế bào yếu thì lượng này giảm đi rất nhiều. Nhiều nhà khoa học đã chứng minh được rằng volutin là nguồn thức ăn giàu có và là nơi dự trữ năng lượng đặc biệt của tế bào.

4.1.2.9. Riboxom

Các riboxom là các cơ quan tế bào chất có chứa hàm lượng RNA cao và một số protein. Vai trò của chúng là tập hợp các protein từ các axit amino đã hoạt hóa thành chuỗi tương ứng với mã có trong các phân tử của RNA truyền tin. Các riboxom được tìm thấy trong khắp tế bào chất hoặc ở dạng tự do hoặc kết hợp với các màng mitochondria phía ngoài, các mạng lưới nội chất và vỏ nhân phía ngoài. Số lượng riboxom của tế bào phụ thuộc vào điều kiện nuôi cấy và giai đoạn phát triển. Trong hạt riboxom thường xảy ra các quá trình tổng hợp protit. Hạt này giống như "nhà máy đạm" của tế bào. Thông thường, các riboxom tập hợp với nhau thành một mạch gồm các RNA truyền tin trong một cấu trúc gọi là các polysom.

4.1.2.10. Hạt lipid

Hạt lipid được tích tụ do chuyển hoá các saccarit hoặc được tổng hợp trong môi trường giàu lipid. Ở trong môi trường nguyên chất, các hạt lipid nằm ở dạng các hạt nhỏ li ti. Tế bào càng già thì các hạt lipid càng to. Thông thường, tỷ lệ hạt lipid chiếm 1- 2% trong lượng khô của tế bào. Tuy nhiên, một số chủng có khả năng tích lũy chất béo từ các axit béo có trong môi trường và đạt tới 40 - 50% trọng lượng khô của tế bào.

4.1.2.11. Bào mô (chồi)

Bào mô là vị trí tạo ra các tế bào mới. Khi các tế bào phát triển đến mức nhất định, bào mô cũng lớn dần và phát triển thành chồi. Các chất dinh dưỡng chuyển vào bào mô, chồi phát triển đầy đủ tạo thành tế bào con có kích thước, thành phần hoàn toàn giống tế bào mẹ. Chồi có thể tách ra để tạo thành tế bào mới hoặc nối tiếp tạo thành chồi.

Trong nấm men, bên cạnh các cấu trúc cố định như đã nêu ở trên, ta còn gặp một số các hạt dự trữ như hạt glycogen. Khi nuôi cấy ở điều kiện hiếu khí, glycogen trong nấm men không được tạo thành hoặc ở dạng rất nhỏ, nếu nuôi cấy ở điều kiện yếm khí thì nó là tổ hợp của các hạt.

4.1.2.12. Gluxit dự trữ

Hạt glycogen là nơi dự trữ tinh bột trong nguyên sinh chất của tế bào nấm men. Khi môi trường giàu chất dinh dưỡng, nhiều hạt glycogen được hình thành (lượng glycogen có thể đạt tới 23% trọng lượng của tế bào nấm men). Khi môi trường nghèo chất dinh dưỡng, nấm men sẽ sử dụng hạt glycogen dự trữ để cung cấp năng lượng cho quá trình trao đổi chất.

Một phần nhỏ các polisaccarit ở vỏ tế bào bao gồm glucan, xitin và mannan.

4.1.3. Các chất dinh dưỡng cho nấm men

Trong công nghiệp vi sinh, môi trường nuôi cấy tốt nhất là môi trường cho hiệu suất thu hồi sản phẩm cao nhất, trong thời gian ngắn nhất với giá thành thấp nhất đối với mỗi chủng vi sinh vật.

Nguồn thức ăn chủ yếu cho nấm men là các chất hữu cơ ở dạng dễ hấp thu và các chất vô cơ. Ngoài ra, để nấm men phát triển bình thường cần một lượng nhỏ các yếu tố vi lượng và các chất kích thích. Nguồn thức ăn cho nấm men rất đa dạng, do đó cần nghiên cứu riêng từng nguồn.

4.1.3.1. Nước

Nước rất cần thiết cho hoạt động sống của tế bào nấm men. Không có nước không thể có quá trình đồng hoá thức ăn và quá trình trao đổi chất bên trong tế bào.

4.1.3.2. Nguồn cacbon

Nguồn cacbon là nguồn chủ yếu liên quan đến quá trình trao đổi chất và chuyển hoá năng lượng. Nấm men có khả năng đồng hoá hoàn toàn đường glucoza, fructoza và mannoza. Ngoài ra, tùy thuộc vào chủng giống, nấm men còn có thể đồng hoá hoàn toàn

hoặc một phần nào đó đường galactosa.

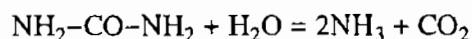
Đường disaccarit quan trọng cần quan tâm tới là saccaroza, lactoza, melibioza. Nấm men đồng hoá lên men rất tốt maltoza và saccaroza, đồng hoá hoàn toàn hoặc một phần đường lactoza. Riêng melibioza chỉ lên men được khi có enzym melibioza.

Nấm men nổi (lên men nổi) chỉ lên men được 1/3 rafinoza sau khi phân giải ra một phần tử fructoza và melibioza. Nấm men chìm (lên men chìm) có khả năng thuỷ phân hoàn toàn rafinoza do có enzym invertaza và melibioza.

Các polisaccarit cần được thuỷ phân hoàn toàn bằng axit hoặc enzym thì nấm men mới có thể sử dụng được.

4.1.3.3. Nguồn nitơ

Ý nghĩa chủ yếu của nguồn nitơ là cung cấp cho tế bào nguyên liệu để hình thành các nhóm amin ($-NH_2$) và imin ($-NH-$) để tổng hợp nên protein và các hợp chất khác của nguyên chất. Nấm men đồng hoá được các hợp chất axit amin và nitơ vô cơ. Để đồng hoá hơn cả là ion amon NH_4^+ và amoniac NH_3 với lượng sử dụng lớn nhất là 20 - 35 mg nitơ/ 10^9 tế bào. Nguồn nitơ được coi là tốt nhất và được đồng hoá hoàn toàn là ure:



Nấm men có thể tự tổng hợp các axit amin. Tuy nhiên, nếu cho các axit amin vào môi trường thì quá trình sinh sản và phát triển của tế bào sẽ nhanh hơn. Nấm men đồng hóa các axit amin bằng cách amin hoá (tách NH_3 ra khỏi các chất), do đó các nguồn nitơ khác nhau sẽ có ảnh hưởng rất ít tới hàm lượng axit amin trong tế bào nấm men.

Bảng 4.1. Trình tự sử dụng các axit amin của nấm men bia

Nhóm A	Nhóm B	Nhóm C	Nhóm D
Arginin	Histidin	Alanin	Prolin
Asparagin	Isolexin	Glyxin	
Axit aspartic	Lixin	Phenylalanin	
Axit glutamic	Methionin	Tryptophan	
Glytamin	Valin	Tyrosin	
Lysin			
Serin			
Threonin			

Nấm men bắt đầu hoạt động bằng việc sử dụng các axit amin của nhóm A. Chỉ khi nào các axit amin của nhóm A đã được sử dụng hết thì nấm men mới chuyển sang hấp thụ các axit amin của nhóm B. Các axit amin của nhóm C và D hầu như không được sử dụng trong quá trình lên men chìm cũng như trong lên men nổi.

4.1.3.4. Các chất khoáng

Trong môi trường dinh dưỡng cần phải có một lượng nhất định các chất khoáng để bảo đảm cho tế bào phát triển. Nếu trong môi trường tổng hợp thì các chất khoáng sau đây cần thiết cho nấm men:

Chất khoáng	Hàm lượng (g/l)
K_2HPO_4	1,00 - 2,00
KH_2PO_4	1,00 - 2,00
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	0,20 - 0,50
$MgSO_4 \cdot 4H_2O$	0,02 - 0,10
$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	0,05 - 0,20
$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	0,02 - 0,10
$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	0,01 - 0,05
Na_2SO_4	0,01 - 0,02
$CaCl_2$	0,02 - 0,05

Nếu nồng độ các chất này trong môi trường ít hơn nồng độ đã nói ở trên thì quá trình phát triển sẽ chậm lại, còn nếu nhiều hơn thì áp suất thẩm thấu tăng, ức chế quá trình sinh sản.

Photpho rất cần thiết cho quá trình tổng hợp các thành phần nguyên sinh chất và có trong thành phần của nhiều coenzym, dùng để photpho hoá các hydrocacbon trong quá trình oxi hoá. Photpho còn tham gia vào những phản ứng vận chuyển năng lượng. Nó được cung cấp dưới dạng muối kali hay natri. Nếu lượng photpho ít thì tổng hợp protein giảm và tổng hợp lipid tăng.

Kali và natri chiếm 1/5 - 3/4 hàm lượng chất tro. Nếu thiếu K hoặc Na trong môi trường nuôi cấy thì quá trình phát triển sẽ bị chậm lại.

Magie có khả năng thúc đẩy quá trình sinh sản và tổng hợp riboflavin. Hàm lượng Mg có trong tế bào nấm men là 0,3 - 0,4%.

Kẽm tuy có rất ít trong môi trường nhưng đóng vai trò cực kỳ quan trọng. Nhờ có kẽm, các quá trình oxi hoá xảy ra hoàn toàn và khả năng đồng hoá glucoza tăng.

4.1.3.5. Các chất kích thích sinh trưởng

Thường là các vitamin và các axit amin. Các loại vi sinh vật khác nhau có nhu cầu về vitamin rất khác nhau. Đa số các chủng nấm men đang ở giai đoạn nhân giống cần đến isositol, canxi pantothenat, thiamin và đặc biệt là biotin.

Tế bào sử dụng các chất này để tạo tế bào chất. Nồng độ của vitamin có thể ảnh hưởng đến quá trình sinh trưởng và phát triển là 0,01 - 1,10 mg/l. Các vitamin quan trọng như B₁, B₃, B₆, B₇.

4.1.4. Sự hấp phụ chất dinh dưỡng của tế bào nấm men

Trong điều kiện nuôi cấy thuận lợi thì tế bào nấm men sinh sản và phát triển, sinh khối tăng nhanh. Điều này có được khi các chất dinh dưỡng từ môi trường nuôi cấy được thấm vào tế bào theo các định luật thẩm thấu (bằng cách khuếch tán). Hướng di chuyển của các chất dinh dưỡng hoà tan trong nước được xác định theo từng chất phụ thuộc vào sự chênh lệch nồng độ của chất đó giữa môi trường và tế bào.

Quá trình khuếch tán (vận chuyển chủ động) được thực hiện như sau: khi nồng độ các chất trong tế bào cao làm áp suất thẩm thấu trong tế bào cao hơn của môi trường thì nước sẽ dẫn vào liên tục để làm cân bằng nồng độ, song để tránh hiện tượng phá huỷ tế bào thì tế bào phải đẩy ion Na^+ ra ngoài. Ion Na^+ là chất duy nhất di chuyển vào tế bào theo cơ chế bị động và chủ động. Khi thâm nhập vào tế bào nấm men, nó kéo theo cả saccaroza và các axit ngay cả khi không có sự chênh lệch nồng độ các chất này. Như vậy, chỉ những cơ chất được vận chuyển vào trong tế bào mới tham gia quá trình trao đổi chất.

4.1.5. Các enzym thủy phân gluxit đơn giản chính trong tế bào nấm men *S. cerevisiae*

Trong tế bào nấm men có chứa một số enzym quan trọng có tác dụng xúc tác chuyển hoá các gluxit đơn giản. Vì vậy tùy theo loài nấm men thuộc chi *Saccharomyces* dùng trong công nghệ sản xuất bia mà tỷ lệ cơ chất và các thành phần của gluxit được chuyển phụ thuộc nhiều vào thành phần và tỷ lệ các loại enzym kể trên.

Bảng 4.2. Một số enzym quan trọng trong nấm men

Enzym	Cơ chất chuyển hoá
Trehalaza	Trehaloza
Glucoamylaza (amyloglucosidaza)	Tinh bột, dextrin, α -glucosit
Maltaza (α -glucosidaza)	Maltoza, saccaroza, maltotrioza, <i>p</i> -nitrophenyl- α -glucosit, melezittoza.
Isomaltoza (Oligo 1,6-glucosidaza)	Isomaltoza saccaroza, α -methyl glucosit, <i>p</i> -nitrophenyl- α -glucosit.
Invertaza (β -fructofuranoza)	Sacaroza, raffinosa
Melibioza (α -galactosidaza)	Melibiaza, raffinosa, <i>p</i> -nitrophenyl- α -galactosit
Zimaza	Hệ enzym chuyển hoá đường đơn giản thành etylic

4.2. MỘT SỐ ĐẶC TÍNH HÌNH THÁI VÀ ĐẶC TÍNH CÔNG NGHỆ LÊN MEN GIỮA NẤM MEN CHÌM VÀ NẤM MEN NỔI

4.2.1. Đặc tính hình thái

4.2.1.1. Nấm men chìm

Hầu hết các tế bào khi quan sát thì nảy chồi đứng riêng lẻ hoặc cặp đôi. Hình dạng chủ yếu là hình cầu.

4.2.1.2. Nấm men nổi

Tế bào nấm men mẹ và con sau nảy chồi thường dính lại với nhau tạo thành như chuỗi các tế bào nấm men còn hình dạng chủ yếu hình cầu hoặc ovan với kích thước 7 - 10 μ .

4.2.2. Đặc tính sinh lý

Sự khác nhau giữa nấm men nổi và nấm men chìm là khả năng lên men các loại đường trisaccarit, ví dụ raffinosa. Trong nấm men chìm có enzym có thể sử dụng hoàn toàn đường raffinosa trong khi đó nấm men nổi chỉ sử dụng được 1/3 đường saccaroza.

Ngoài ra chúng còn khác nhau về khả năng hô hấp, khả năng trao đổi chất khi lên men và khả năng hình thành bào tử. Quá trình trao đổi chất của nấm men chìm chủ yếu xảy ra trong quá trình lên men, còn của nấm men nổi xảy ra mạnh trong quá trình hô hấp, vì vậy sinh khối nấm men nổi thu được nhiều hơn nấm men chìm. Nấm men chìm có nồng độ enzym thấp hơn nấm men nổi. Khả năng tạo bào tử của nấm men chìm lâu hơn và hạn chế hơn nấm men nổi.

4.2.3. Sự khác nhau về công nghệ lên men

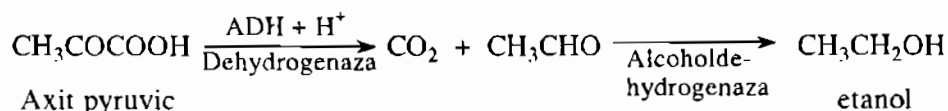
Tên gọi nấm men nổi hay nấm men chìm xuất phát từ quan sát quá trình lên men. Nấm men nổi nổi lên bề mặt dịch trong và cuối quá trình lên men chính, trong khi đó nấm men chìm lắng xuống đáy thiết bị khi kết thúc lên men chính.

Nấm men chìm còn chia ra 2 loại tùy thuộc khả năng kết lắng của nó là nấm men bụi và nấm men kết bông. Nấm men bụi là loài nấm men phân ly mịn trong dịch lên men và lắng từ từ khi kết thúc lên men chính. Nấm men kết bông là loài nấm men có thể kết dính với nhau trong thời gian ngắn khi kết thúc lên men chính và tạo thành khối kết bông lớn nên lắng nhanh xuống đáy thiết bị. Còn loài nấm men nổi không có khả năng này.

Nấm men chìm kết bông rất có ý nghĩa quan trọng trong thực tế sản xuất bia, làm cho bia nhanh trong nhưng khả năng lên men hết đường không bằng nấm men bụi và nấm men nổi.

Ngoài ra nhiệt độ lên men của mỗi chủng cũng khác nhau. Nấm men chìm có thể lên men ở 4 - 12°C, nấm men nổi là 14 - 25°C.

Hầu hết các chủng nấm men đều nhạy cảm với môi trường có nồng độ axit cao, ví dụ như axit pyruvic giải phóng ra theo con đường EMP. Do vậy, trong quá trình tiến hoá, tự bản thân chúng đã hình thành một cơ chế “giải độc axit” bằng cách chuyển hoá axit pyruvic thành rượu etylic và CO₂, rồi sau đó cả hai chất này đều được bài tiết ra khỏi tế bào nấm men. Kết quả của chuỗi phản ứng này là NADH được tạo thành trong quá trình glucolytic lại bị oxy hoá thành dạng NAD⁺, chất này sau đó lại xuất hiện trong quá trình chuyển hoá glucoza tiếp theo. Bằng cách này, nấm men có thể liên tục phát triển và chuyển hoá đường, phản ứng tạo thành rượu etylic có thể viết như sau:



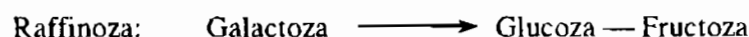
Axit pyruvic còn đóng vai trò trung gian cho nhiều quá trình chuyển hoá các chất quan trọng khác như este, cacbonyl và các rượu bậc cao.

Trong những năm vừa qua, nhiều khái niệm về các giống khác nhau đã được sử dụng để phân loại nấm men một cách có hệ thống. Mặc dù đã thu được những tiến bộ đáng kể, đặc biệt là có sự trợ giúp của sinh học phân tử nhưng còn xa mới đạt được một hệ thống phân loại hoàn thiện. Do vậy, cần thiết phải có một phương pháp xác định đáng tin cậy để phục vụ cho nhiều mục đích khác nhau, trong đó có sự tuyển chọn các vi sinh vật thích hợp cho các quá trình lên men công nghiệp, như quá trình lên men bia...

Tại các trung tâm lưu giữ nấm men, người ta quan tâm nhiều đến cấp độ chủng và đã có ít nhất 1000 chủng nấm men khác nhau thuộc loài *S. cerevisiae* đã được xác định. Chúng bao gồm các chủng nấm men bia, rượu vang, rượu cồn và nấm men bánh mì... Khó khăn gặp phải khi tiến hành phân loại các giống nấm men bia là các nhà phân loại nấm men thường bỏ qua những điểm khác nhau rất nhỏ giữa các giống nấm men, những yếu tố mà theo họ là không quan trọng, nhưng thực tế đối với nhà sản xuất chúng lại có tầm quan trọng rất lớn về mặt kỹ thuật. Hiện nay, nấm men bia có hai loài chính đó là nấm men chìm *S. carlsbergensis* và nấm men nổi *S. cerevisiae* ngoài các đặc điểm nêu trên, giữa chúng có nhiều đặc điểm sinh hoá khác nhau dựa vào năng lực lên men đường disacarit melibioza của chúng. Ở loài *S. carlsbergensis* có chứa các gen MEL. Các gen này tạo ra enzym ngoại bào là α -galactosidaza (melibiaza) có khả năng chuyển hoá đường melibioza. Trong khi đó *S. cerevisiae* không chứa gen MEL do đó không chuyển hoá được đường melibioza. Cũng có thể dựa vào nhiệt độ phát triển để phân biệt sự khác nhau rõ rệt giữa chúng do nấm men nổi có thể phát triển ở 37°C, còn nấm men chìm lại không có khả năng phát triển ở nhiệt độ này.



S. cerevisiae (không có enzym melibioza)



Theo công nghệ sản xuất bia truyền thống, nấm men chìm thường lên men ở nhiệt độ từ 7 - 15°C. Khi kết thúc quá trình lên men chúng kết lắng xuống đáy thiết bị. Còn lên men nổi thực hiện ở điều kiện nhiệt độ từ 18 - 22°C, cuối quá trình lên men các tế bào nấm men kết thành chùm và bị hấp thụ vào các bọt khí CO₂ rồi nổi lên trên bề mặt dịch lên men. Như vậy đối với sản xuất bia bằng phương pháp lên men nổi, nấm men được tách khỏi bia bằng cách hút bọt, còn ở lên men chìm thì xả cặn ở dưới đáy thiết bị lên men.

4.3. LỰA CHỌN CHỦNG NẤM MEN TRONG SẢN XUẤT BIA

Hơn một thế kỷ trước, sự phát triển kỹ thuật di truyền của các chủng nấm men bia lần đầu tiên được tiến hành tại các phòng thí nghiệm của Carlsberg với sự nuôi cấy chọn lọc nấm men thuần khiết của Emil C. Hansen. Trước đó, người ta lựa chọn nấm men theo kinh nghiệm và tất nhiên không thể tránh khỏi nhiều sai lầm.

Những phát hiện của Hansen đã cách mạng hoá nền công nghiệp sản xuất bia, ảnh hưởng lớn đến các nhà máy bia lớn trên thế giới đặc biệt là sản xuất bia lager. Người ta đã sử dụng nấm men thuần khiết từ cuối thế kỷ 19. Từ đó đến nay công trình của Hansen vẫn là bước đột phá về di truyền nấm men, sinh lý học và sinh học phân tử. Một cuộc kiểm tra toàn cầu trong công nghiệp sản xuất bia đã xác nhận sự tuyển chọn chủng nấm men bia dùng cho sản xuất đều dựa trên nguyên tắc của Hansen là lựa chọn nấm men thuần khiết.

Nấm men thuộc giống *Saccharomyces* được coi là vi sinh vật lâu đời nhất do con người nuôi cấy. Lên men bia bản thân nó đại diện cho một quy trình lên men lâu đời nhất trên thế giới. Trong tự nhiên nấm men có mặt ở trong nguyên liệu thô, ở thiết bị lên men và chúng lên men một cách tự nhiên, không kiểm soát được quá trình lên men.

Cho đến tận giữa thế kỷ trước, hầu hết trên thế giới sử dụng nấm men lên men nổi. Nấm men bia lên men chìm lager chỉ được các nhà làm bia Bavary sử dụng, đặc biệt là ở Munich. Năm 1842, nấm men và kỹ thuật lên men bia lager bị bán sang Tiệp Khắc cũ, tiếp đó là Copenhagen năm 1845. Bốn thập kỷ sau, nấm men lager được bán sang Đan Mạch trở thành đối tượng nghiên cứu của nhà khoa học Hansen ở phòng thí nghiệm Carlsberg. Năm 1876 trong cuốn *Études sur la Bière* (Nghiên cứu về Bia), Pasteur đã đưa ra bằng chứng rằng nấm men sử dụng để sản xuất bia có chứa các vi sinh vật tạp nhiễm như vi khuẩn lactic, axit axetic, nấm mốc, men dại. Để làm giảm sự tạp nhiễm của nấm men Pasteur đề xuất phương pháp làm sạch trong đó ưu tiên sự phát triển của nấm men (xử lý bằng kali và cồn để ức chế vi khuẩn) và sử dụng nấm men thuần khiết.

Năm 1883 Hansen viết về đề tài lựa chọn chủng nấm men. Ông mô tả các tế bào nấm men đơn lẻ có thể phân tách thành từng khuẩn lạc riêng rẽ bằng cách pha loãng và nuôi cấy trên đĩa thạch, các tế bào nấm men được nuôi cấy thuần khiết này được nhân lên ở qui mô lớn nhờ kỹ thuật vô trùng. Bằng cách này ông đã tách được nấm men lên men chìm thuần khiết từ các nhà máy bia Tuborg và Carlsberg, tách được nấm men lên men bia nổi từ nhà máy Edinburgh, và các dòng *Saccharomyces ellipsoideus* và *Saccharomyces pastorianus*. Ông cũng đã chứng minh hai chủng nấm men sau cùng tạo độ sánh cho bia và không có hương vị, đồng thời chứng tỏ rằng nấm men lên men chìm thuần khiết có thể sử dụng để sản xuất bia lager. Loại đầu tiên được sử dụng ở nhà máy bia Carlsberg vào ngày 12-11-1833 với qui mô sản xuất là nấm men Carlsberg số 1. Năm 1884 Carlsberg mở rộng sản xuất nhờ kỹ thuật sinh sản vô tính của nấm men lên men chìm và trong vòng 10 năm người ta đã thấy rõ những ích lợi của kỹ thuật nuôi cấy nấm men thuần khiết.

Kỹ thuật nuôi cấy nấm men thuần khiết của Hansen giúp cho các nhà làm bia cách chọn dòng nấm men vô tính và phân lập được các chủng tạo cho bia những tính chất đặc trưng cụ thể hoặc hương vị riêng.

Một lần nữa kỷ lục được lập lại ở phòng thí nghiệm Carlsberg ở Denmark. Năm 1935, Ojvind và cộng sự phát hiện ra nhiều nấm men không sinh sản trong quá trình nuôi cấy mà tạo bào tử và nảy chồi đều đặn. Sử dụng *Saccharomyces ellipsoideus*, Winge kết hợp giai đoạn đơn bội và lưỡng bội của chu kỳ sống nấm men, cùng với Lausten phát huy những thành tựu đó vào năm 1937 với sự phân tách của Mendelian đối với nấm men lần đầu tiên (lần này với *Saccharomyces ludwigii*). Năm 1949 Lindegrens ở Carbondale, Illinois phân lập chủng *Saccharomyces cerevisiae* của kiểu kết hợp a và α . Ngày nay nhiều chủng trong phòng thí nghiệm dùng để nghiên cứu di truyền nấm men và sinh học phân tử bắt nguồn từ các phòng thí nghiệm của Lindegren và Winge.

Những phát hiện này vào những năm 1930 và 1940, mặc dù là sơ đẳng nhưng đặt nền móng cho việc tạo chủng nấm men mới bằng phương pháp lai tạo cổ truyền. Tuy nhiên nấm men thời đó không phải là nấm men đơn bội dễ ứng dụng mà thường là nấm men bia dạng đa bội thể vô tính và không phải thể lưỡng bội. Chúng hiếm khi tạo bào tử và thậm chí khi thu được bào tử thì cũng không nhìn thấy được. Dần dần các nhà di truyền học nấm men tìm ra được những tính trạng hình thành trong quá trình sản xuất làm cho chủng nấm men ổn định hơn đối với những thay đổi đột ngột trong quá trình phát triển.

Đến tận những năm 70, 80 mới có những giải pháp cho những trở ngại này cùng với kỹ thuật di truyền mới đó là hợp nhất nguyên sinh chất, ghép đôi, chuyển vị nguyên sinh chất đơn, chuyển thông tin và kỹ thuật tái tổ hợp ADN. Những thành tựu tiên tiến này đều nhờ nỗ lực của Hansen ở nhà máy bia Danish từ khoảng 100 năm trước.

Sự cần thiết của phát triển chủng giống trong sản xuất bia đi đôi với sự phát triển công nghệ sản xuất bia. Dưới đây là các đặc tính cơ bản mong muốn có đối với bất kỳ chủng nấm men nào dùng trong sản xuất bia:

1. Tốc độ lên men nhanh.
2. Sử dụng đường có hiệu quả, tạo độ cồn cao.
3. Có khả năng chịu cồn, áp suất thẩm thấu, oxy, nhiệt độ, và nồng độ CO₂ phù hợp với từng nhà máy.
4. Có khả năng kết bông hoặc kết lắng tốt.
5. Có khả năng sống sót cao cho mục đích tái sử dụng.
6. Sản phẩm tạo ra bao gồm các hợp chất hương và vị đặc trưng cho bia.
7. Đặc tính di truyền ổn định cao.

Việc cải thiện chủng giống theo bất kỳ hoặc phần nào đó của các đặc tính trên đã được các nhà làm bia thực hiện theo phương pháp cổ truyền. Tuy nhiên, sự kiểm tra chặt chẽ

hơn các tính trạng này bộc lộ 2 nhược điểm gây khó khăn cho chương trình nhân giống. Thứ nhất, nhiều trong số tính trạng trên là đa gen và trong nhiều trường hợp hoá sinh (kỹ thuật gen) liên quan đến kiểu hình cụ thể chưa được hiểu một cách đầy đủ. Thứ hai, các nhà máy bia có thể không phân tích được các thành phần của đặc tính cụ thể nào đó trong quá trình lên men hoặc trong bia thành phẩm.

Tuy nhiên, với sự trợ giúp của một số enzym sau, chương trình cải thiện chủng giống đạt tới mức hiện đại như ngày nay bao gồm các đặc tính bổ sung sau đây:

1. Amylaza (lên men tinh bột và dextrin).
2. Proteaza (nâng cao hàm lượng nitơ trong dịch đường).
3. β - Glucanaza (giúp cho bia lọc tốt hơn).
4. Axetalactat decarboxylaza (làm giảm diacetyl trong bia).
5. Các loại enzym khác: xenlulaza, xenlobiaza, β -galactosidaza.

Chương 5

CÁC NGUYÊN LIỆU PHỤ KHÁC

Ngoài các nguyên liệu chính trong sản xuất bia, còn phải kể đến nhiều nguyên liệu phụ khác có vai trò không kém phần quan trọng, đặc biệt là trong công nghiệp sản xuất bia ngày nay.

Các nguyên liệu phụ này có thể kể đến là các hóa chất sử dụng trong các công đoạn tẩy rửa hay sử dụng để tăng hiệu quả của các công đoạn sản xuất như các loại bột trợ lọc, các chất ổn định và đặc biệt là các enzym sử dụng trong công đoạn sản xuất dịch đường lên men và lên men.

5.1. NaOH

Dùng để trung hoà và vệ sinh, tẩy rửa (CIP)

Yêu cầu kỹ thuật:

NaOH	> 96%
NaCl	< 1,5%
Fe ₂ (CO) ₃	< 0,2%

Ngoài ra còn một số hóa chất khác phục vụ cho phân tích nguyên liệu, bán thành phẩm và thành phẩm bia ở phòng thí nghiệm, chuẩn bị môi trường nuôi cấy nấm men như các loại đường, pepton, bột tự phân nấm men. Khử trùng nhà xưởng, thiết bị, đường ống như nước Javen, cloramin...

5.2. AXIT

Dưới đây là một số loại axit thường dùng trong sản xuất bia

Bảng 5.1. Một số loại axit thường được sử dụng trong sản xuất bia

Tên axit	Yêu cầu kỹ thuật	Mục đích sử dụng
HCl	HCl > 30% Fe < 0,01% SO ₄ ²⁻ < 0,077%	Điều chỉnh pH nước và xử lý men sữa
H ₂ SO ₄	d = 1,84 (g/l) 95 - 98%	Điều chỉnh pH nước và xử lý men sữa
Axit lactic		Điều chỉnh pH dịch hèm trong quá trình nấu và đường hóa
HNO ₃ hoặc HNO ₂		Vệ sinh, tẩy rửa và sát trùng
H ₃ PO ₄		Điều chỉnh pH cho nước và vệ sinh tẩy rửa

5.3. MUỐI

Bảng 5.2. Một số muối thường dùng trong sản xuất bia

Tên muối	Yêu cầu kỹ thuật	Mục đích sử dụng
Na_2CO_3	$\text{Na}_2\text{CO}_3 > 95\%$ $\text{NaCl} < 1\%$ $\text{Fe} < 0,02\%$	Xử lý bia thành phẩm khi pH của bia quá thấp
NaCl	Màu trắng tinh $\text{NaCl} > 99\%$ $\text{H}_2\text{O} \leq 0,5\%$	Bổ sung vào môi trường và dịch lên men khi cần thiết, kích thích tiêu hoá và ổn định vị của bia.
CaCl_2	Tinh khiết	Bổ sung vào dịch đường hóa để bảo vệ enzym khỏi tác động nhiệt độ.
CaSO_4		Bổ sung vào nôi malt và nôi hoa để điều chỉnh nước
Na_2S	$\text{Na}_2\text{S} > 63,5\%$ $\text{Fe} < 0,25\%$ Chất không tan $< 1\%$	Khử sắt, khử mùi tanh, màu vàng của sắt. Thường hoà Na_2S thành dung dịch 15° Baumé (Be).

5.4. CHẤT TRỢ LỌC

Trong sản xuất bia, các chất trợ lọc được sử dụng phổ biến nhất hiện nay là diatomit và peclit.

Bảng 5.3. Thành phần hóa lý của diatomit và peclit

Thông số hoá lý	Diatomit (kích thước 1 - 300 μm)		Peclit (kích thước 1 - 150 μm)	
Nguồn gốc	Từ tảo biển		Trong trầm tích từ núi lửa	
Chất lượng tự nhiên	Bị canxi hoá, nhẹ		Kết dính, nặng	
SiO_2 (%)	80 - 92	85 - 99	70 - 75	
Al_2O_3 (%)	1 - 4	1 - 4	0,1 - 3	12 - 18
Fe_2O_3 (%)	1 - 3	1 - 3	~ 1	0,5 - 1
K_2O (%)	1 - 2	1 - 2	0,5 - 3,0	4 - 7
Na_2O (%)	1 - 2	1 - 2	0,5 - 3,0	3 - 5
CaO (%)	0,5	0,5	0,5	0,5-1
MgO (%)	0,5	0,5	0,5	Vết
H_2O (%)	1 - 5	0,1 - 0,5	$< 0,1$	0,1
Tỷ trọng khô (g/l)	320 - 480		250 - 350	
Tỷ trọng ướt (g/l)	290 - 400		100 - 300	
Độ thấm (Darcy)	0,05	0,05 - 0,5	0,5 - 5	0,1 - 5
Tổn thất do sự canxi hoá (%)	> 2	0,3 - 2,0	0,1 - 1,0	1,0 - 3,0
pH dung dịch ở nồng độ 10%	5 - 8	6 - 9	8 - 10	7 - 10
Độ kiềm (g NaOH/kg)	0,3 - 2,0	0,3 - 2,0	0,3 - 3,0	0,4 - 1,6
Độ xốp (%)	84 - 90		85 - 94	

Có nơi còn sử dụng tấm lọc có chứa các chất phụ gia: keo silic hay polyphenol. Tuy nhiên, hiệu quả của chúng mới chỉ kiểm tra ở mức độ phòng thí nghiệm.

5.5. MỘT SỐ CHẤT KHỬ

Bia thành phẩm có khả năng bị oxy hóa trong quá trình bảo quản do nhiều nguyên nhân khác nhau. Để hạn chế điều này, người ta có thể sử dụng các chất khử.

Dựa trên khả năng phản ứng nhanh hay chậm với dichlorophenol-indophenol (DCI). Các chất khử có thể phân làm ba nhóm:

5.5.1. Các chất khử tác dụng ngay lập tức

Axit ascorbic, các chất có nhiều nhóm chức $-SH$, và một ít nhóm khử của reducton, và melanoidin ... : khử DCI trong thời gian dưới 15 giây ở $20^{\circ}C$.

5.5.2. Các chất khử nhanh

Là các chất khử kém hoạt động hơn những chất trên của reducton, melanoidin và SO_2 (tùy trường hợp): tác động lên DCI trong thời gian ít hơn 5 phút.

5.5.3. Các chất khử chậm

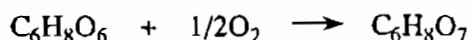
Tanin, nhựa, các gốc bậc hai của melanoidine: tác dụng trong vòng 150 phút.

Trong thực tế, người sản xuất bia còn sử dụng một số chất khử khác. Bảng 5.4 dưới đây tóm tắt tính chất một vài chất khử hay được sử dụng.

Bảng 5.4. Tính chất một số chất khử dùng trong sản xuất bia

Chất khử	Lượng chất khử để cố định 1 mg O_2 (mg)
Axit ascorbic	11
Axit D-erythorbic	11
Axit isoascorbic	12,4
Natri ascorbat	13,5
Natri-isoascorbat monohydrat	4,0
Anhydrit sunfua (SO_2)	6,5
Natri hydrogenosunfit	6,81
Canxi hydrogenosunfit	10,88
Natri disunfit	5,94
Kali disunfit	6,94

Để cố định 1 mg oxy cần 11 mg axit ascorbic nếu tính theo phương trình sau:



Cứ 16 mg O_2 tác dụng với 176 mg axit ascorbic hay $176/16 = 11$ mg axit ascorbic ứng với 1 mg oxy.

Trong không khí, oxy có nồng độ 1,4295 g/l ở 0°C, 760 mmHg.

Trong 1 lít không khí có:

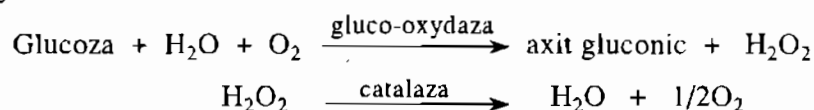
$$1,425 \times 0,2095 \text{ (trọng lượng riêng)} = 0,2995 \text{ g O}_2 \text{ hay } 0,3 \text{ mg O}_2/\text{ml khí}$$

Để cố định 1 ml không khí cần có: $0,3 \times 11 = 3,3$ mg axit ascorbic

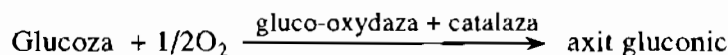
Trong suốt quá trình sản xuất bia phải giảm tối đa lượng oxy để hạn chế sự oxy hoá. Các phép xác định liên tục về hàm lượng O₂ hoà tan cho phép nhận được một hình ảnh rõ ràng về các công đoạn từ tàng trữ tới chiết sản phẩm cuối. Phương pháp sản xuất ở điều kiện không có oxi để tránh sử dụng các chất khử bên ngoài.

Gluko-oxydaza:

Để sử dụng enzym này cần phải trộn một lượng enzym catalaza để tái tạo lại enzym này. Phản ứng xảy ra như sau:



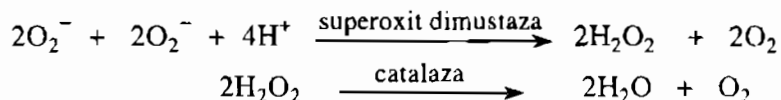
Khi trộn lẫn hai enzym phản ứng tổng hợp xảy ra như sau:



Enzym này ít được sử dụng do giá tương đối cao. Gluko-oxydaza thường bị nhiễm tạp bởi α -amylaza. Ngoài ra, enzym α -amylaza có thể ảnh hưởng không dự đoán trước được đối với chất lượng bia.

Superoxydedismutaza:

Là một enzym có hiệu quả cao nhưng giá thành lại quá đắt. Phản ứng chống đột biến như sau:



Việc ứng dụng các chất khử ngoài tính hiệu quả còn phải chú ý tới các phản ứng phụ xảy ra không dự đoán trước được đối với các thành phần của bia.

Ví dụ, SO₂ làm mất một lượng vitamin thiamin (B₁) trong bia. Lượng SO₂ dư trong bia gây co giãn mạch máu, khó thở, nhức đầu, ngứa, rối loạn tiêu hóa.

Axit ascorbic bị oxy hoá bởi oxy chuyển thành axit deshydro-ascorbic và nước oxy già. Nhóm chức ene-diol trong phân tử axit ascorbic làm cho nó dễ dàng tham gia phản ứng oxy hoá khử. Oxy hoá mạnh axit ascorbic dẫn tới hàng loạt các sản phẩm phân huỷ như: axit 2,3-dicetoguluronic, axit oxalic, threonic, lyxonic và xylonic. Sự tạo thành các gốc tự do trong quá trình oxy hoá axit ascorbic làm giảm chất lượng bia. Các gốc tự do này kích hoạt phản ứng oxy hoá một số chất như: glucit, axit amin, polyphenol, axit phenolic, rượu, ... làm giảm độ bền sinh học, độ bền keo và hương vị của bia. Sự có mặt của các chất nhạy cảm như riboflavin, quá trình chuyển electron trong axit ascorbic có thể tạo thành các hợp chất lưu huỳnh như methylmethiol, mety-3-butene-2thiol-1, ảnh hưởng tới vị và độ trong, sáng của bia.

Do axit ascorbic không bền nên cần thận trọng khi sử dụng kết hợp chất chống oxy hoá này với SO_2 .

5.6. CÁC LOẠI ENZYM SỬ DỤNG TRONG CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT BIA

5.6.1. Enzym thuỷ phân protein - proteolytic (papain, pepsin)

Papain là một tác nhân làm bền đã được sử dụng từ lâu. Hoạt động của papain rất đặc hiệu đối với các hợp chất của protein có ảnh hưởng tới độ bền keo.

Trong thực tế hiện nay hay dùng enzym có nguồn gốc từ vi sinh vật như: Neutrase

5.6.2. Enzym anthocyanaza, polyphenoloxydaza

Các enzym này tác động lên các polyphenol. Tuy nhiên, hiệu quả của chúng mới chỉ kiểm tra ở mức độ phòng thí nghiệm.

5.6.3. Enzym xenluloza

Các enzym này làm tan các chất keo, β -glucan.

Việc lựa chọn sử dụng các chất ổn định hoàn toàn không đơn giản. Người ta thường xử lý với hai chất ổn định ví dụ như kết hợp giữa chất hấp phụ đặc hiệu các polyphenol và các hợp chất protein.

5.6.4. Enzym endo-glucanaza (Cereflo)

Endo-glucanaza của hãng Novo Đan mạch được gọi là Cereflo, sản xuất từ *Bacillus subtilis* bằng lên men chìm. Enzym này phân giải β -glucan (các cầu nối β -1,4 glucosit) trong mạch nha và lúa mì để tạo thành oligosaccarit có 3 - 5 đơn vị glucoza.

Chế phẩm Cereflo thương mại ở dạng lỏng có tỷ trọng là 1,2 g/ml được chứa trong các thùng thép 250 kg hoặc thùng thô 30 kg.

Ứng dụng

Cereflo được dùng như một chế phẩm glucanaza phụ khi nấu mạch nha hay những hỗn hợp của chất mạch nha và lúa mạch. Nó sẽ hạ thấp độ nhớt của dịch hèm nhờ sự thuỷ phân các β -glucan và như thế làm dễ dàng quá trình lắng, lọc.

5.6.5. α -Amylaza (Termamyl)

α -amylaza Novo được gọi là Termamyl, dạng lỏng, chịu nhiệt độ cao, được sản xuất từ vi sinh vật *Bacillus licheniformis*. Termamyl là một endo-amylaza, có tác dụng thuỷ phân liên kết α -1,4 glucosit. Dưới tác dụng của enzym này, tinh bột nhanh chóng tạo thành dextrin và oligosaccarit tan trong nước.

Sản phẩm thương mại thường gặp trên thị trường là Termamyl 120L.

Ứng dụng

Trong sản xuất bia, enzym này được sử dụng để phụ giúp cho việc dịch hoá dễ dàng. Do tính ổn nhiệt cao của enzym này nên quy trình nấu có thể được đơn giản hoá.

5.6.6. α -Amylaza (Fungamyl)

Chế phẩm enzym này của hãng Novo được sản xuất từ nấm mốc *Aspergillus oryzae*. Enzym này thủy phân cầu nối α -1,4 glucosit của amiloza và amilopectin tạo thành lượng đường lớn maltoza.

Chế phẩm ở dạng lỏng màu nâu có tỷ trọng 1,25 g/ml. Ngoài ra còn có chế phẩm dạng bột vô định hình hoặc dạng cầu.

Ứng dụng

Trong công nghiệp bia, enzym này được ứng dụng trong quá trình lên men bia để gia tăng hệ thống lên men của nước nha. Độ lên men trong bia có thể gia tăng 2-5%.

5.6.7. Amyloglucosidaza (AMG)

AMG là enzym exo-glucosidaza (gluco-amilaza) được sản xuất từ chủng nấm mốc *Aspergillus niger* bằng lên men chìm. Enzim này thủy phân các liên kết α -1,4 và α -1,6 trong tinh bột. Trong quá trình thủy phân các đơn vị glucoza bị tách rời theo thứ tự từ đầu không khử của phân tử cơ chất.

Chế phẩm AMG có thể ở dạng lỏng, màu nâu có tỷ trọng 1,2 g/ml hoặc dạng hạt nhỏ màu trắng, không tạo bụi với kích thước trung bình khoảng 300 micromet.

Chế phẩm AMG có thể được sử dụng trong sản xuất các sản phẩm bia từ nguồn nguyên liệu chủ yếu là nguyên liệu thay thế nhằm tăng thành phần đường glucoza trong dịch đường

5.6.8. α -Axetolactat decarboxylaza (Maturex L)

Maturex L là enzym α -axetolactat decarboxylaza tinh thể được thu nhận từ vi khuẩn *Bacillus subtilis*.

Sản phẩm Maturex là dịch lỏng màu xám có tỷ trọng 1,2 g/ml.

Ứng dụng

Maturex được sử dụng trong thời kỳ lên men phụ bia ngăn ngừa sự tạo thành diacetyl bằng cách xúc tác phản ứng decarboxyl hoá của α -axetolactat tạo thành axetoin. Bởi thế quá trình lên men phụ có thể được loại trừ hoặc giảm ngắn thời gian.

Lượng maturex thường được dùng là 1 - 2 kg với 100 hl dịch lên men.

Chương 6

CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT MALT

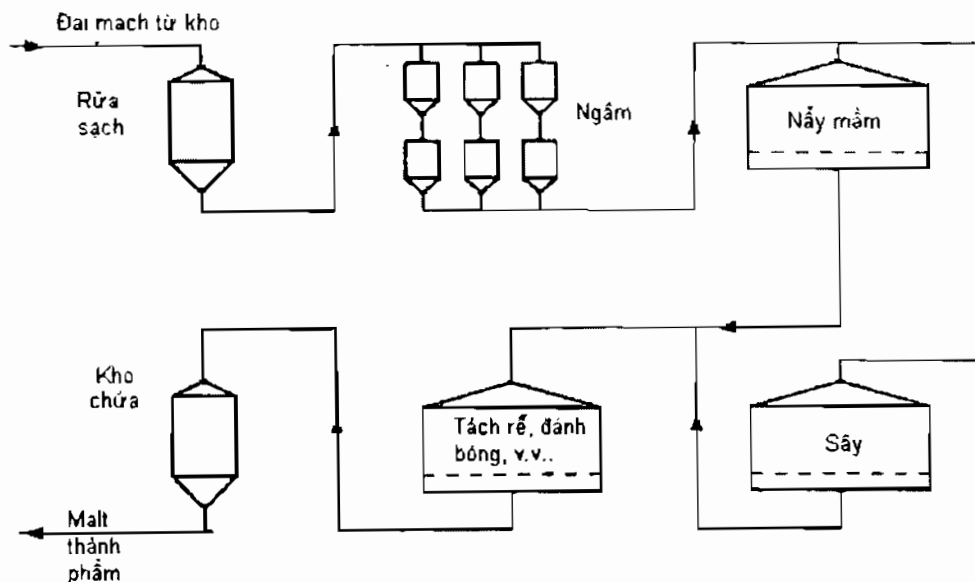
6.1. SƠ ĐỒ CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT MALT ĐẠI MẠCH

Malt nói chung là sản phẩm được chế biến từ các loại hạt ngũ cốc như đại mạch, tiểu mạch, thóc, ngô,... cho nảy mầm trong điều kiện nhân tạo và sấy đến độ ẩm nhất định với những điều kiện bắt buộc. Malt là nguyên liệu chính dùng cho sản xuất bia, hay người ta còn nói malt là linh hồn của bia.

Toàn bộ công nghệ sản xuất malt đại mạch có thể được tóm tắt thành 2 giai đoạn (hình 6.1):

1. *Ngâm và nảy mầm đại mạch*: Đại mạch sau khi tiếp nhận từ kho, được rửa và phân loại, ngâm và ương mầm.

2. *Hoàn thiện malt đại mạch*: Malt tươi sau khi nảy mầm sẽ được đem đi sấy, sau đó malt khô được tách rể và malt thành phẩm được bảo quản.



Hình 6.1. Các giai đoạn chính trong sản xuất malt đại mạch.

6.2. THU NHẬN, LÀM SẠCH, PHÂN LOẠI HẠT ĐẠI MẠCH

Đại mạch sau khi bảo quản luôn có các hạt bụi, các bào tử vi khuẩn, nấm mốc bám vào vỏ. Các tạp chất hay các loại vi sinh vật khác nhau này tồn tại với số lượng ít hay nhiều phụ thuộc điều kiện bảo quản đại mạch, và phụ thuộc chất lượng bảo quản.

Trong công đoạn này chủ yếu loại bỏ các tạp chất đó trước khi đưa đại mạch vào quá trình ngâm ủ mầm.

Một phương pháp 'rửa' đại mạch đơn giản là ngâm trong nước. Quá trình ngâm sẽ cho phép loại bỏ được các vết của thuốc trừ sâu hoặc các chất xử lý tồn tại trên bề mặt hạt. Việc rửa hạt bổ sung trong giai đoạn ngâm được thực hiện nhờ việc đảo trộn hạt khi sục không khí, nhờ sự cọ xát trên vít tải khi đưa hạt từ thùng này sang thùng khác.

Nước ngâm đầu tiên bắt buộc phải loại bỏ do trong đó chứa hàm lượng chất hữu cơ cao và nhiều tạp chất (rơm rạ, bụi). Hiện nay có xu hướng tiết kiệm nước bằng cách tuần hoàn lại nước ngâm lần hai. Phần lớn các chất từ vỏ hòa tan vào nước ngâm đều có tính axit và hoà tan dễ dàng hơn trong nước kiềm. Bởi vậy, khi cần thiết người ta sử dụng thêm một số hóa chất như $\text{Ca}(\text{OH})_2$ hoặc NaOH vào nước rửa đầu để tăng hiệu quả rửa hạt, thường sử dụng với tỷ lệ 2 - 2,5 hl nước vôi trong bão hòa trong 10 hl nước ngâm, hoặc 250 - 350 g CaO cho 1 hl nước ngâm.

6.3. QUÁ TRÌNH NGÂM HẠT ĐẠI MẠCH

6.3.1. Mục đích và yêu cầu của quá trình ngâm hạt đại mạch

Đại mạch khô với hàm ẩm 11 - 13 % sau khi đã được bảo quản ít nhất là từ 6-8 tuần sau khi thu hoạch là có thể đưa vào sản xuất malt. Ngâm hạt đại mạch để tạo điều kiện tăng độ ẩm của hạt lên 43 - 45% cho malt vàng và 45 - 47% cho malt đen và chỉ với hàm ẩm cao như vậy mới đảm bảo quá trình nảy mầm sau này tiến hành một cách bình thường.

Ngâm đại mạch còn nhằm mục đích là loại bỏ những hạt lép, những hạt không lép nhưng không chắc, các tạp chất ... mà trong quá trình làm sạch và phân loại hạt chưa loại bỏ ra khỏi khối hạt, đồng thời còn rửa sạch bụi và một số vi sinh vật, còn trùn bầm trên hạt.

Yêu cầu của quá trình ngâm hạt đại mạch là làm sao khởi động các lỗ hút nước để quá trình nảy mầm tốt và cho hạt hút nước mà không làm cho hạt bị ngạt, tạo cho hạt có một mức độ xử lý đồng nhất có thể.

Tóm lại, ngâm không chỉ bao gồm sự cung cấp lượng nước cần thiết cho hạt, mà còn phải giữ cho hạt không bị ngạt thở, giữ cho hạt tránh không bị nhạy cảm với nước và giảm tối đa các chất kìm hãm nảy mầm.

6.3.2. Các yếu tố ảnh hưởng tới quá trình ngâm hạt

Ba điều kiện cơ bản để có thể xúc tiến quá trình nảy mầm của hạt là độ ẩm vừa đủ, nhiệt độ thích hợp và đủ oxy. Vận tốc hút nước phụ thuộc vào:

6.3.2.1. Nhiệt độ của nước ngâm

Đây là yếu tố quan trọng nhất ảnh hưởng đến tốc độ hút nước của hạt. Trong 1 giới hạn nhất định, nhiệt độ của nước ngâm tăng thì tốc độ hút nước của hạt cũng tăng, có nghĩa là thời gian để hạt đạt đến độ ẩm cần thiết sẽ giảm đi. Để đạt được chất lượng malt thành phẩm cao nhất thì nhiệt độ ngâm thích hợp nhất là 10 - 12°C. Nhiệt độ thấp hơn 10°C thì sự

phát triển của phôi sẽ bị ức chế còn nhiệt độ cao hơn 15°C sẽ tạo điều kiện cho vi sinh vật phát triển. Ngoài ra ở nhiệt độ cao, tốc độ hút nước của hạt tăng, dễ xảy ra hiện tượng hạt bị sưng nước, phôi bị ủng và làm hạt mất khả năng nảy mầm. Nhiệt độ cao cũng làm cho cường độ hô hấp của hạt tăng lên, ảnh hưởng không tốt đến quá trình nảy mầm của hạt.

6.3.2.2. *Chủng loại và kích thước của hạt (khối lượng của 1000 hạt)*

Các hạt nhỏ hút nước nhanh hơn các hạt to do đó cần phải có sự phân loại theo kích thước trước để quá trình ngâm nước đồng bộ hơn.

Ngoài ra, các yếu tố như hàm lượng protein của hạt (hạt chứa càng nhiều protein thì hút nước càng chậm), điều kiện khí hậu của vùng gieo trồng hạt và thành phần hoá học của nước ngâm cũng ảnh hưởng đến tốc độ hút nước của hạt.

Trong quá trình ngâm, ngoài sự hấp thụ nước và không khí và sự khởi động nảy mầm của mầm còn xảy ra một số hoạt động khác:

- Các tạp chất xung quanh hạt được loại bỏ.
- Hòa tan của một vài chất vào hạt nhờ đi theo cùng nước ngâm.
- Bắt đầu có những chuyển hóa sinh học, tiếp diễn trong giai đoạn nảy mầm.

6.3.3. Các phương pháp ngâm hạt

Có nhiều phương pháp ngâm đại mạch. Các phương pháp này khác nhau ở thời gian ngâm, thời gian mà hạt được nhúng ướt trong nước, phương pháp thông khí và nhiệt độ của nước ngâm. Khi chọn giải pháp công nghệ cho việc ngâm đại mạch thì cần đáp ứng các yêu cầu sau:

- Thời gian mà hạt hút nước đến hàm ẩm cần thiết là ngắn nhất.
- Chế độ thông khí đầy đủ nhất.
- Hạt nguyên vẹn nhất.
- Trạng thái cơ học và trạng thái sinh lý của hạt tốt nhất, bảo đảm cường lực nảy mầm của hạt sau này là cao nhất.

6.3.3.1. *Ngâm thường xuyên trong nước*

Nguyên tắc của phương pháp này là hạt được ngâm liên tục trong nước và không có sự thông khí. Trong quá trình ngâm có thể thay nước nhiều lần tùy vào điều kiện cho phép. Đây là phương pháp ngâm cổ điển hiện nay hầu như không sử dụng trong phạm vi công nghiệp.

Nhược điểm của phương pháp này là không rửa sạch được hạt đại mạch, việc cung cấp oxy không đồng đều trong các lớp hạt, không giải thoát tốt khí cacbonic tạo thành và không đảm bảo vệ sinh, vi sinh vật dễ dàng thâm nhập và gây hỏng hạt.

6.3.3.2. *Ngâm hoán vị nước - không khí*

Nguyên tắc của phương pháp này là ngâm hạt trong nước một thời gian, sau đó tháo hết nước để hạt "ngâm khan" trong không khí một thời gian sau đó lại ngâm tiếp hạt trong

nước, và làm đi làm lại như vậy cho tới khi hạt đại mạch hút đủ lượng nước cần thiết cho quá trình này mầm. Khi hạt ngâm nước, yêu cầu bề mặt hạt trong thùng ngâm phải phẳng và nước ngập hạt ít nhất 0,2 m. Thời gian ngâm 1 mẻ phụ thuộc vào nhiệt độ của nước và chất lượng của đại mạch.

Đây là phương pháp được sử dụng phổ biến nhất hiện nay. Phương pháp này được tiến hành như sau: Cho nước vào đầy 1/2 thể tích của thùng ngâm, đổ đại mạch vào thùng đồng thời sục không khí thật mạnh. Sau khi cho hết lượng đại mạch vào thùng, tiếp tục thổi không khí thêm 10 phút nữa, sau đó để yên trong 1 giờ. Tất cả hạt lép và tạp chất nhẹ sẽ nổi lên mặt nước và được loại bỏ. Nước bẩn được tháo khỏi thùng bằng cách mở van ở đáy. Sau đó cho nước sạch vào thùng đến vạch định mức đồng thời cho dung dịch sát trùng vào khối hạt và sục đảo đều bằng khí nén. Sau 2 - 3 giờ, nước bẩn cùng với các chất sát trùng được xả khỏi thùng và lại một lần nữa nạp đầy bằng nước sạch. Ngâm hạt trong 6 giờ và cứ mỗi giờ lại sục khí khối hạt trong 5 phút. Sau đó khối hạt được ngâm theo chế độ: Trong nước 6 giờ, trong không khí 4 giờ và cứ mỗi một giờ thì thổi khí nén vào khối hạt 3 - 5 phút.

Khi ngâm, nếu trong nước chứa nhiều muối hoà tan và các hợp chất hữu cơ thì chúng sẽ bao vây hạt và cản trở quá trình hút nước của hạt, làm cho thời gian ngâm bị kéo dài. Nếu thời gian ngâm nước càng dài thì khả năng kéo dài thời gian ngâm càng lớn. Do đó có thể sửa đổi quy trình ngâm như đã nêu trên thành: thời gian ngâm nước giảm từ 6h xuống 4,5h, thời gian ngâm không khí từ 4 h tăng lên 6 - 8 h và nước ngâm có nhiệt độ 15 - 17°C. Như vậy thời gian ngâm hạt có thể được rút ngắn mà không ảnh hưởng đến chất lượng của malt sau này.

6.3.3.3. Ngâm trong nước ấm hoặc nước nóng

Nguyên tắc của phương pháp này là hạt được ngâm trong nước nóng ở nhiệt độ 40 - 45°C. Thực tế cho thấy thời gian ngâm được giảm đi rất nhiều. Đặc biệt, khi ngâm trong nước 40 - 45°C trong vòng 4 h và không có nhiều không khí, gần như có thể ức chế được hoàn toàn sự hình thành rễ. Đại mạch càng cứng, thì ngâm trong nước nóng càng làm hạt nhuyễn.

Tuy nhiên phương pháp này không phổ biến vì nó có thể làm hỏng mầm (nhiệt độ chết của mầm là 55°C trong môi trường ẩm) và nó còn làm tăng độ không đồng nhất cũng như sự quá nhuyễn của hạt. Các nguy cơ này có thể sẽ là lớn nếu chúng ta không tuân theo một cách cẩn thận thời gian và nhiệt độ ngâm.

Ngược lại, ngâm trong nước ấm từ 18 - 22°C hiện nay lại được sử dụng rất phổ biến. Nhiệt độ 25°C có vẻ như là nhiệt độ cao nhất vì đó là nhiệt độ thích hợp cho sự xâm nhập của vi khuẩn. Do đó tốt hơn là giữ ở nhiệt độ dưới 25°C.

6.3.3.4. Phương pháp tưới nước hoặc phun nước

Phương pháp này được tiến hành như sau: Sau khi đã rửa sạch khối hạt, cứ để yên cho khối hạt ngập trong nước 12 -14 h, sau đó tháo hết nước bẩn ra. Van đáy của thùng ngâm cứ

để ở trạng thái mở và bắt đầu phun nước sạch vào khối hạt. Việc phun nước được tiến hành trên nguyên tắc phản lực. Hệ thống phun bao gồm một đường ống kim loại bịt kín hai đầu, có độ dài gần bằng đường kính trong của thùng ngâm. Ở điểm giữa của đoạn ống lắp liền thông với đường ống nước có áp lực cao để phun. Trên 2 phía của đoạn ống ta đục lỗ mắt sàng đối diện nhau, đường kính khoảng 2 - 3 mm. Trên mỗi phía có thể đục nhiều hàng lỗ. Dưới áp lực bơm, nước được phun mạnh qua lỗ đục mắt sàng và tạo thành phản lực đẩy đoạn ống quay vòng. Khi nước phun vào khối hạt, nó hút theo không khí và chảy qua lớp hạt. Cho nước phun vào liên tục từ phía trên miệng thùng ngâm, và nước ra liên tục ở van đáy.

Ngày đầu tiên, thời gian tưới nước và không tưới nước là như nhau. Vào ngày thứ hai, tỉ lệ tưới và không tưới là 1/3. Ngày thứ ba, chỉ có duy nhất 3 lần phun nước mỗi lần phun 2h. Thời gian còn lại là để ngoài không khí. Cẩn ngâm hạt ngoài không khí lâu hơn so với phương pháp này mầm khí động mà sự thông gió đã được đảm bảo nhờ dòng khí bão hòa ẩm thậm chí ngay cả khi người ta cho nảy mầm ở nhiệt độ cao (bốc hơi nhiều hơn). Bằng cách đó khối hạt luôn được tiếp xúc với nước và oxy còn khí cacbonic thì liên tục được đẩy ra khỏi khối hạt. Phương pháp này cũng giúp quá trình nảy mầm được khởi động hoàn toàn ngay sau thời kỳ thảo nước ngâm.

Ưu điểm của phương pháp là khởi động nhanh và tiết kiệm nước. Nhược điểm chính là không đồng đều, mầm được kích thích bởi không khí sẽ hấp thụ nước nhiều hơn là nội nhũ do đó dẫn đến sự không đồng nhất trong nảy mầm và nhuyển hạt.

Nếu ngâm quá nhiều thì nảy mầm lúc đầu chậm, về sau lại rất mạnh. Sự khởi động chậm này có thể là do thời gian nghỉ được gọi là thời gian nghỉ nhân tạo. Malt có nguy cơ bị nén thành nhiều lớp và thu được malt nảy mầm mạnh nhưng chất lượng không tốt, đặc biệt là hàm lượng chất hoà tan thấp. Rất khó có thể hiệu chỉnh cho một quá trình ngâm quá kỹ.

Trước đây, tại các phân xưởng sản xuất malt thường ngâm đại mạch ở nhiệt độ thấp vào mùa đông (10 - 12°C) và cao hơn vào mùa hè (15 - 18°C). Vào mùa đông dễ xảy ra hiện tượng không đồng nhất và kéo dài thời gian. Do đó, nên đun nóng nước ngâm, làm ấm phòng và ngâm trong suốt năm với cùng một nhiệt độ.

6.3.4. Tiến hành quá trình ngâm hạt

Hiện nay, các nhà máy sản xuất malt thường tiến hành quá trình ngâm hạt theo các bước sau: rửa hạt, ngâm hạt trong nước và để khan trong không khí và chuyển thùng.

(i) Giai đoạn rửa hạt:

- Đổ nước vào thùng ngâm sau đó cho đại mạch đã được rửa sạch trước đó vào.

- Nước ngâm đầu nên bỏ đi, do hàm lượng chất hữu cơ cao và có nhiều tạp chất như rác, rơm rạ, bụi, dư lượng thuốc trừ sâu và các chất xử lý khác dùng trong nông nghiệp... Phần lớn các chất của vỏ hòa tan trong nước ngâm đều có tính axit và hòa tan một cách dễ dàng hơn trong nước kiềm. Do vậy, đôi khi người ta cho vào trong nước rửa đầu hoặc nước ngâm thứ hai một vài chất khác nhau. Người ta thường chấp nhận tỉ lệ: 2 đến 2,5 hl nước với

trong bão hòa cho 10 hl nước ngâm, hoặc 250 đến 350 g CaO cho 1 hl nước ngâm. Cần phải nhớ rằng trong 1 lít nước vôi bão hòa chứa 1,36 g CaO hoặc 80 g Ca(OH)₂. Xu hướng hiện nay tiết kiệm nước bằng cách tuần hoàn lại nước thứ hai trong quá trình ngâm.

(ii) Giai đoạn hạt hút nước:

Lượng nước cần thiết để khởi động quá trình nảy mầm của hạt không nhiều. Thực tế, đại mạch bắt đầu nảy mầm ở độ ẩm 20%. Trong công nghệ sản xuất malt, người ta thường có độ ẩm cao hơn rất nhiều ngưỡng này vì cần phải giữ nảy mầm trong vòng 4 đến 6 ngày.

Đối với malt có độ nhuyễn tốt, người ta đạt được độ ẩm là 45 - 46% với việc thông lỗ hút nhanh và thường xuyên. Với malt kém nhuyễn thì độ ẩm có thể giảm khoảng 1% còn malt quá nhuyễn thì độ ẩm có thể lên tới 47 - 48%. Kể cả trong trường hợp này thì người ta cũng muốn chuyển thùng các hạt đã được thông lỗ hút nước. Nếu như thông lỗ hút nước của hạt không đủ thì một phần thời gian nảy mầm sẽ bị mất và malt sẽ có nguy cơ kém nhuyễn. Ngược lại, nếu thông lỗ hút quá nhanh, ví dụ khi có mặt của các rễ phụ, malt tươi sẽ bị “đìm nước” và các protein dễ hòa tan như vậy sự hao hụt sẽ là quá lớn.

Để đạt được mục đích này, người ta hút khí CO₂ tạo thành trong thời gian để khô và đưa khí nén vào khi ngâm trong nước.

Bảng 6.1a. Hàm lượng nước hút vào các phần trong hạt (%)

Vị trí trên hạt	Thời gian ngâm		
	1h	2h	3h
Mầm	25,2	32,7	36,7
Phần giữa hạt	16,1	18,3	20,1
Đỉnh hạt	17,8	19,8	20,9
Phần lưng hạt	16,0	17,6	19,5
Phần bụng hạt	16,1	19,2	21,6

Bảng 6.1b. Hàm lượng nước cuối cùng trong các phần của hạt (%)

Vị trí trên hạt	Hàm lượng nước (%)
Cuối hạt	47
Giữa hạt	38
Đỉnh hạt	39

Thời gian ngâm hạt cần thiết để đạt được một giá trị trung bình cho trước không phụ thuộc vào:

- Áp suất của nước (thu được kết quả như nhau đối với các hạt ở trên bề mặt và các hạt ở dưới đáy thùng), từ đó người ta có thể chế tạo các thùng ngâm rất sâu (thùng 200 tấn).
- Độ ẩm ban đầu của đại mạch, đại mạch ban đầu càng khô thì sự hấp thụ ban đầu

càng nhanh, nhưng chậm dần về cuối.

Vận tốc hút nước phụ thuộc vào :

- Chủng loại và kích thước của hạt (khối lượng của 1000 hạt), các hạt nhỏ hút nước nhanh hơn các hạt to, do đó cần phải có sự phân loại theo kích thước trước để quá trình ngâm nước đồng bộ hơn.

- Nhiệt độ của nước ngâm.

(iii) *Giai đoạn để khan trong không khí:*

Trong giai đoạn này, không khí sẽ được đẩy hoặc hút qua hạt để thải CO_2 và tái tạo O_2 nhằm mục đích kích thích quá trình chuyển hóa của hạt.

Trong các thiết bị hiện đại, không khí luôn được cung cấp với lượng đủ để làm lạnh hạt nhưng trong phần lớn các trường hợp, thể tích khí đủ để kích thích hạt nhưng lại không đủ để làm lạnh hạt. Sự kích thích phải không được quá mạnh nếu không sẽ xảy ra hiện tượng làm nóng hạt cùng với những hậu quả của nó trong quá trình nảy mầm.

Sự kết hợp giữa đại mạch với không khí nóng trong giai đoạn để khan trong không khí sẽ dẫn đến một sự phát triển rất nhanh của thời kỳ nảy mầm và do đó rất khó điều khiển. Trong trường hợp này cần phải giảm thời gian và số lần không ngâm nước để đạt được các mục đích mong muốn.

Tiếp theo giai đoạn này là quá trình chuyển thùng, tức là quá trình chuyển hạt đã được ngâm sang các ngăn nảy mầm, có thể được thực hiện tùy thuộc vào trang thiết bị của nhà máy, hoặc bằng con đường ẩm hoặc bằng con đường khô. Tuy nhiên, gián đoạn ngâm phải tính đến đòi hỏi này, bởi vì cần phải quyết định giai đoạn kết thúc là hoặc để khan trong không khí hoặc ngâm trong nước.

Tóm lại, quá trình ngâm hạt được tiến hành như sau:

- Ngâm đại mạch khoảng 4 - 8 h trong nước với nhiệt độ là 12°C để độ ẩm đạt 31%;
- Để ráo 10 - 20 h (tùy theo độ ẩm cảm của hạt với nước);
- Ngâm 2 - 5 h trong nước ở nhiệt độ $12 - 15^\circ\text{C}$ để độ ẩm đạt 38%;
- Để ráo 12 - 20 h;
- Ngâm 1 - 5 h trong nước ở nhiệt độ $12 - 18^\circ\text{C}$ để độ ẩm đạt 43%;
- Chuyển thùng.

6.3.5. Thiết bị ngâm

6.3.5.1. Thiết bị rửa đại mạch (hình 6.2)

Trong quá trình bảo quản, đại mạch có thể bị nhiễm bẩn, do đó cần phải có quá trình rửa đại mạch trước khi tiến hành ngâm. Thông thường thì giai đoạn ngâm đại mạch có mối quan hệ chặt chẽ với kho bảo quản và được sắp xếp ở mặt bằng dưới khu vực làm sạch và phân loại đại mạch và phía trên khu vực ương mầm để lợi dụng khả năng tự trượt của hạt. Thiết bị rửa đại mạch thường được bố trí trước thiết bị ngâm đại mạch.

Cấu tạo:

Thiết bị có dạng thân trụ đáy côn, tâm thiết bị có một đường ống kim loại có đường kính bằng 1/10 - 1/12 đường kính thiết bị. Phía cuối đường ống có lắp hệ thống, chân vịt. Chân vịt có cấu tạo sao cho khi nó quay thì nước bị đẩy lên dọc theo ống. Đường ống chân vịt được lắp vào hộp giảm tốc có motor điện. Phía trên gần miệng thùng có lắp 1 camera. Toàn bộ thùng được treo trên những dầm thép hoặc bê tông cốt thép. Chiều cao của thùng thường được phân bố 1/3 ở tầng trên và 2/3 ở tầng dưới.

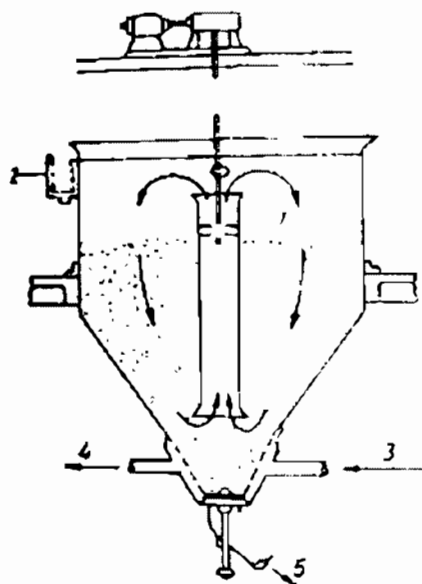
6.3.5.2. Thùng ngâm

(i) Thùng hình trụ đáy nón (hình 6.3)

Cấu tạo:

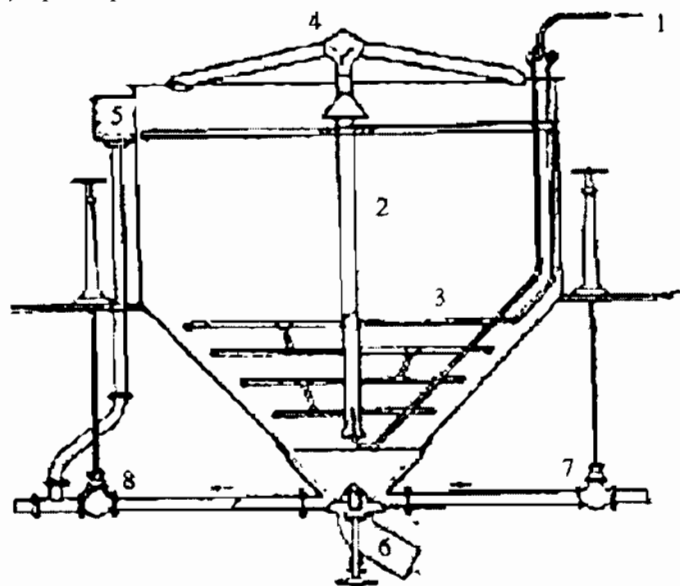
Các thùng ngâm cổ điển thường sâu và có hình trụ đáy nón, với các phần ở phía trên gồm:

- + Đường ống dẫn nước vào;
- + Một bộ phận phân phối .



Hình 6.2. Thiết bị rửa đại mạch:

- 1- ống trục có chân vịt đẩy; 2- camera thóc lép; 3- nước sạch; 4- nước bẩn; 5- đại mạch đã rửa sạch.



Hình 6.3. Mặt cắt của một thùng ngâm hạt hình trụ đáy côn:

- 1- đường ống dẫn khí nén vào; 2- trục nâng lên / xuống kiểu Geyser; 3- đường ống đục lỗ cố định; 4- tay quay kiểu Geyser; 5- ống chảy tràn; 6- van xả đáy; 7- đường ống dẫn nước sạch; 8- đường ống thu hồi nước sạch.

Các bộ phận ở dưới đáy:

- + Đường ống xả nước rửa;
- + Đường ống dẫn nước vào;
- + Van;
- + Ống hút khí CO₂;
- + Ống dẫn khí nén vào.

Ở phần trên của thiết bị, có một ống chảy tràn vào trong một bể gắn vào bên cạnh thùng ngâm. Bể này có một rổ đục lỗ để thu hồi bọt. Phần nón có góc đáy khoảng 45°. Đường kính nhỏ nhất của ống dẫn khí là 1 paoxo (27 mm). Các lỗ thoát khí có đường kính khoảng 3 - 4 mm, và đặt cách nhau từ 50 - 70 mm.

Hoạt động:

Khi chuyển đại mạch từ thiết bị rửa sang thùng ngâm, mở van xả đáy 6, chuyển nước và hạt đại mạch từ thiết bị rửa sang thiết bị ngâm (tự chảy hay bằng bơm) lên những chóp nón có đục lỗ. Nước sẽ theo những đường ống có đục lỗ 3 chảy ra ngoài, còn hạt thì sẽ va đập vào chóp và sẽ văng đều ra khắp thùng. Trong quá trình ngâm, quá trình thông khí cũng sẽ được thực hiện định kỳ như sau: Không khí từ đường ống dẫn khí nén 1 được thổi hạt khối hạt thông qua các đường ống có đục lỗ cố định 3. Khi không khí với áp lực cao thổi qua, nước sẽ bị đẩy lên theo đường ống đứng và kéo theo cả hạt đại mạch. Phía trên trục ống đứng có gắn hệ thống bánh xe, làm cho đại mạch đẩy ra được hết văng ra khỏi mặt nước. Với cơ cấu và phương pháp hoạt động như vậy mà khối hạt được đảo đều, bảo đảm khả năng cung cấp oxy đều trong khối hạt và giải phóng CO₂ trong khối hạt ra ngoài. Nước ngâm trong thiết bị được thay đổi theo chu kỳ hoặc được cấp liên tục.

Tiến hành thông khí cho khối hạt đại mạch ở trong nước có lợi hơn so với thông khí khối hạt trong không khí. Đó là do thông khí trong nước sẽ làm cho nước được bão hòa O₂, mặt khác sẽ tạo ra sự đảo trộn phân bố đều không khí. Ngược lại, khi thông gió cả khối hạt trong không khí, sẽ có những phần được ưu đãi hơn do đó sẽ tạo ra sự phân phối không khí không hợp lý.

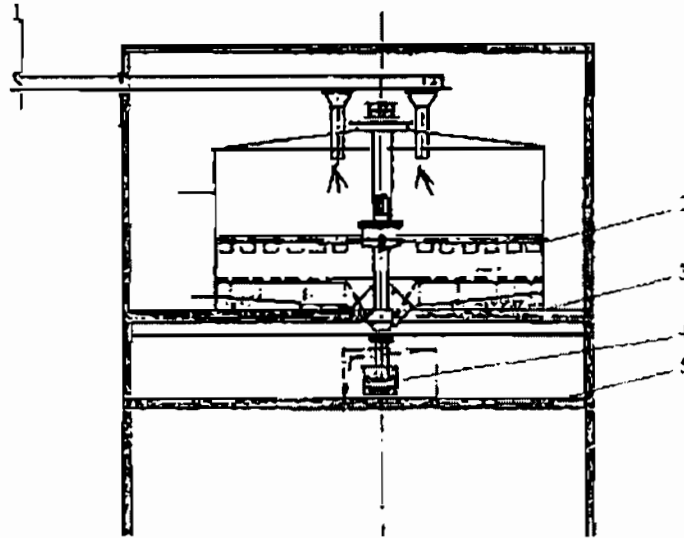
Trên thực tế, thông gió trong nước không mang lại hiệu quả như mong đợi do tính hòa tan kém của không khí trong nước. Dù sao đi nữa, trong lần ngâm đầu tiên, việc thông gió gần như là không có tác dụng vì mầm vẫn chưa hô hấp ($W < 20 - 25\%$) và chỉ có vi sinh vật là có thể sử dụng nguồn không khí này. Hiệu quả duy nhất của việc thông gió trong giai đoạn đầu là rửa hạt nhờ có sự khuấy động. Vì vậy người ta tiến hành thông khí ngay sau khi đổ đại mạch vào nước và chỉ trong giờ đầu tiên. Sau đó, người ta khuyến cáo nên thay thế sự thông khí trong thời gian ngâm dưới nước bằng cách hút CO₂ trong thời gian để khuan trong không khí. Thời gian tối thiểu để thông khí hoặc để hút CO₂ là 15 phút/h.

Cuối cùng, càng thông khí trong quá trình ngâm, đại mạch càng nảy mầm tốt thì sự hao hụt lại càng nhiều. Do đó khi chúng ta muốn cho hạt nảy mầm tốt chúng ta có thể hạn chế sự hao hụt bằng cách thông khí ít đi.

(ii) Thùng đáy bằng (hình 6.4)

Cấu tạo:

Thiết bị ngâm đại mạch đáy bằng có cấu tạo một thân trụ, đáy bằng trên đó đại mạch được trải đều trên các sàng (đáy giả) bằng thép không gỉ có đục lỗ. Tổng số lỗ chiếm khoảng 24 - 32% diện tích đáy. Chiều cao chứa hạt là 2 m, CO₂ được hút ở dưới đáy.



Hình 6.4. Thùng ngâm đại mạch đáy bằng:

1- đại mạch vào; 2- hệ thống dao cào; 3- đáy giả có đục lỗ; 4- vòi phun khí nén; 5- đáy thiết bị.

Hoạt động:

Đại mạch được chuyển vào thùng ngâm. Hệ thống dao cào có thể nâng lên hoặc hạ xuống được sử dụng để dàn đều khối hạt và chiều cao của khối hạt trong thiết bị là khoảng 2m. Hệ thống này cũng được dùng để loại bỏ những hạt lép bằng cách đôn những hạt này vào giữa hoặc thành thùng từ đó loại ra ngoài. Quá trình thông khí (nap O₂ và hút CO₂) được thực hiện thông qua các lỗ đục trên đáy thùng. Ngoài ra, thiết bị còn có 1 hệ thống vòi phun vệ sinh nhằm rửa khoảng trống bên dưới đáy giả.

Thiết bị ngâm đáy bằng sử dụng nhiều nước hơn thiết bị ngâm thân trụ đáy côn do nước phải đầy khoảng trống bên dưới đáy giả (khoảng trống này không nhỏ). Tuy nhiên, thiết bị này cho phép quá trình ngâm và thông khí được thực hiện đồng nhất trong toàn bộ khối hạt do đại mạch được dàn đều trên đáy giả của thiết bị. Vì thế nên các nhà sản xuất malt thường cố gắng hạn chế lượng nước tiêu hao bằng cách chỉ cho nước lấp xấp mặt khối hạt.

Ngâm đại mạch khoảng 4 - 8 h trong nước có nhiệt độ 12°C để đạt độ ẩm 31%. Để ráo trong 10 - 20 h tùy theo độ mẫn cảm của hạt với nước. Sau đó, ngâm nước lần hai trong 2 - 5 h

ở nhiệt độ 12 - 15°C để đạt độ ẩm 38%, để ráo 12 - 20 h. Tiếp tục ngâm nước lần ba trong 1 - 5 h ở nhiệt độ 12 - 18°C để đạt độ ẩm 43% rồi chuyển thùng.

6.3.6. Lượng nước và không khí ngâm

6.3.6.1. Lượng nước

Lượng nước cần dùng để ngâm 1 tấn hạt đại mạch tùy từng phương pháp ngâm:

- Theo phương pháp ngâm nước 3 lần: 4,0 m³/t.
- Theo phương pháp ngâm nước 2 lần: 3,3 m³/t.
- Theo phương pháp ngâm nước ấm: 1,8 m³/t.
- Theo phương pháp ngâm tưới phun: 1,3 m³/t.

Để chuyển 100 kg đại mạch bằng bơm cần 200 lít nước. Tháo chuyển thùng thì cần 300 lít nước cho 100 kg đại mạch. Nước rửa thùng là 50 lít/hl dung tích thùng.

6.3.6.2. Không khí

- Lưu lượng không khí cần cho hạt đang ngâm nước là 30 lít/phút cho 100 kg đại mạch, P = 0,5 atm.
- Đối với đại mạch để khan trong không khí thì cần 35 lít/phút, P = 1 atm.

6.3.7. Đánh giá chất lượng ngâm

Việc đánh giá chất lượng ngâm dựa vào các đặc tính sau: ép hạt theo trục giữa ngón trỏ và ngón cái, hạt sẽ bị nén một cách dễ dàng và có tính đàn hồi, vỏ được tách rời. Cắt theo chiều dọc không thấy có các phần bị trắng và khô.

6.3.8. Tổn thất trong quá trình ngâm

Khi ngâm, đại mạch bị tổn thất một lượng chất khô là 0,6 - 1,5%. Tổn thất lớn nhất diễn ra trong 6 h đầu (lúc này nước thấm vào nội nhũ không đáng kể). Các chất hoà tan khuếch tán vào nước gồm:

- Các chất màu: nước ngâm đầu tiên có màu nâu.
- Tanin, hợp chất chứa nitơ.
- Chất keo.
- Đường: nước ngâm đầu tiên có thể khử được dung dịch Felling.
- Chất khoáng: lượng rất nhỏ.

Khi ngâm trong nước có canxi hay kiềm thường malt tạo thành ít bị đắng. Vì vậy nên dùng nước mềm để ngâm đại mạch.

6.4. QUÁ TRÌNH UƠM MẦM

6.4.1. Mục đích

- Tạo hay hoạt hoá hệ enzym amylaza có khả năng đường hoá tinh bột dự trữ ở trong nội nhũ. Các nhà sản xuất malt đang tìm cách thúc đẩy các quá trình chuyển hoá có lợi và

kìm hãm các chuyển hoá bất lợi trong quá trình nảy mầm, song nói chung là chỉ có thể dừng hoàn toàn một hay một số trong số các hoạt động này.

- Tấn công và làm thay đổi khả năng thẩm thấu màng tế bào của nội nhũ nhờ enzym sitaza.

- Làm biến tính hay hoà tan protein của tế bào nội nhũ bởi hệ enzym proteaza.

- Làm nội nhũ mềm ra do tác dụng của enzym.

Để thực hiện được các mục đích trên thì phôi phải sống và phát triển, tổng hợp các tế bào mới kèm theo sự hô hấp và sinh trưởng của mầm và rễ.

6.4.2. Các điều kiện thiết yếu cho quá trình nảy mầm

6.4.2.1. Độ ẩm

Độ ẩm này có được trong quá trình ngâm hạt, nó phải đủ để đảm bảo cho mầm mọc trong 5 đến 6 ngày.

6.4.2.2. Nhiệt độ thích hợp

Mầm bắt đầu phát triển ở 5°C, nhiệt độ thích hợp nhất là 27°C. Quá trình nảy mầm sẽ ngừng lại ở 38°C và mầm sẽ bị chết ở 55°C. Theo kinh nghiệm thì khi mầm mọc ở giai đoạn giữa thì chất lượng của malt tốt. Thường thì nảy mầm ở nhiệt độ 14 - 15°C, nảy mầm lạnh, có khi nâng lên 17- 18°C và đôi khi 22 - 25°C.

6.4.2.3. Oxy

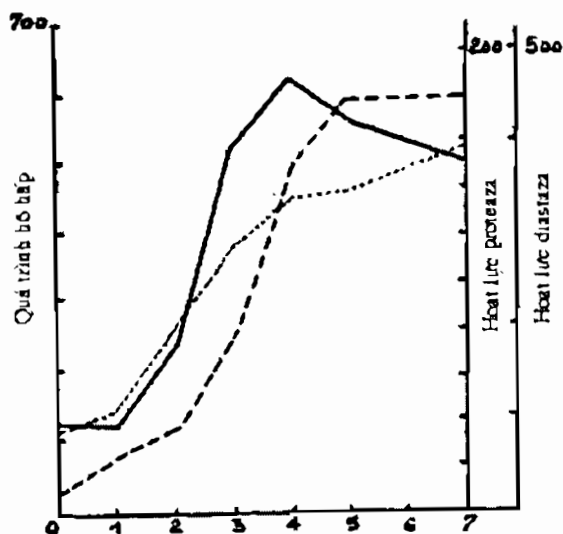
Mầm là cơ thể sống nên cần phải hô hấp, hấp thụ O₂ và thải CO₂. Cuối giai đoạn này mầm thu được sản phẩm là malt tươi.

6.4.3. Biến đổi hoá sinh trong giai đoạn ươm mầm

6.4.3.1. Sự nuôi dưỡng phôi

Để phôi tăng trưởng cần phải cung cấp chất dinh dưỡng (đạm, hydrocacbon, khoáng, chất béo, v.v). Các chất dinh dưỡng tích tụ trong nội nhũ ở trạng thái không hoà tan (protein) ngưng tụ hình thành từ chất nguyên sinh có trong tế bào nội nhũ, tinh bột có trong các túi bột và xiết chặt thành mạng lưới được bao bọc bởi xenlulô. Khi mầm phát triển nhất thiết phải hoà tan chất dự trữ, tấn công màng tế bào để chúng có khả năng thẩm thấu tốt hơn và cho phép các chất dinh dưỡng (thức ăn) hoà tan, đi qua để đến phôi và được phôi sử dụng. Công việc này được thực hiện nhờ các enzym và chính phôi là nơi tiết ra các enzym: sitaza, proteaza, amilaza. Các enzym này khuếch tán qua ngù, thấm vào nội nhũ. Quá trình hô hấp và hình thành enzym amylaza và proteaza được trình bày trong hình 6.5.

Một phần các chất như aminoaxit, peptit, maltoza, muối khoáng thẩm thấu qua ngù và được tế bào của phôi hấp thụ. Rễ mọc ra từ đuôi hạt và phát triển rất nhanh. Hạt nảy mầm ngay khi kết thúc quá trình ngâm hay ở ngày ươm mầm đầu tiên. Các rễ đâm ra sau ngày thứ 3 ươm mầm. Ngày thứ 6, 7 rễ phải có sợi tròn và xoắn nhưng mảnh khảnh và chảy thành dây, chiều dài gấp 2 - 2,5 lần hạt (hình 6.5 và 6.6).

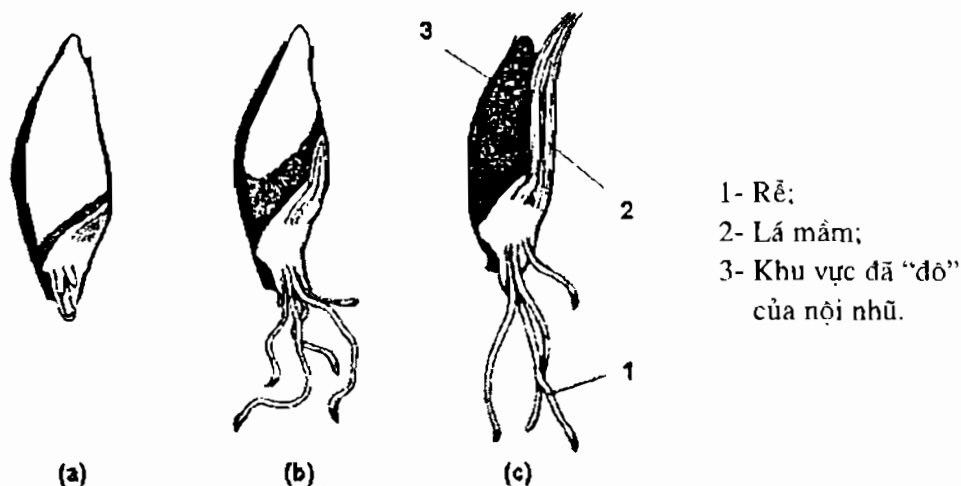


Hình 6.5. Sự hô hấp và hình thành enzym trong quá trình nảy mầm:

— đường hô hấp; - - - - hoạt lực diastaza; hoạt lực proteaza.

Phôi phát triển nhưng ở trong vỏ và sẽ nhỏ ra nếu như thời gian ươm mầm quá dài. Mầm phát triển tạo nên lỗ hổng trong nội nhũ. Điều này thấy rõ khi tách vỏ hạt ra, độ rỗng này đánh giá độ nảy mầm (hoặc ít ra là thời gian nảy mầm).

Sự sinh trưởng của tế bào trong phôi tạo nên các chuyển hoá rất phức tạp: Các axit amin tổng hợp thành nhiều protein phức tạp tạo nên nguyên sinh chất.



Hình 6.6. Sự phát triển của mầm và rễ trong quá trình nảy mầm đại mạch:

a- ngày nảy mầm thứ nhất; b- ngày thứ tư; c- ngày thứ bảy.



Hình 6.7. Đại mạch cuối quá trình nảy mầm.

Maltoza bị đồng phân hoá nhanh chóng tạo thành saccaroza định vị ở trong phôi và chiếm tới 25% chất khô sau khi ươm mầm. Saccaroza bị phân chia thành glucoza và fructoza nhờ saccaraza. Glucoza có thể được tạo ra từ maltoza dưới tác dụng của maltaza.

Tất cả các phản ứng tổng hợp (các axit amin thành protein, fructoza thành xenluloza) đều thu nhiệt. Các phản ứng này chỉ có thể bị ngừng với các phản ứng sinh nhiệt như glucoza bị oxy hoá dưới tác dụng của oxy không khí sinh năng lượng và tạo ra CO_2 và H_2O . Đây là quá trình hô hấp của phôi.

Sự oxy hoá được xúc tác bởi các enzym dehydrazaza và oxydaza được thực hiện theo con đường gần như là thuận nghịch. Năng lượng giải phóng một phần để tổng hợp, phần lớn toả ra bên ngoài dưới dạng nhiệt năng làm nóng khối hạt. Khối hạt sẽ có nhiệt độ cao nhất khi hô hấp đạt cực đại và quá trình tổng hợp cũng mạnh nhất, đó là thời gian sau 3 - 4 ngày ươm mầm. Sau ngày thứ 5 hoặc 6 lượng nhiệt toả ra giảm hẳn. Hiện tượng hô hấp kéo theo các hiện tượng khác như:

- Mất chất khô, giảm khoảng 4,5 - 7 kg/100 kg đại mạch ngâm.
- Hấp thụ O_2 , thải CO_2 và H_2O , toả nhiệt.

Lượng nước tạo thành không ít, khoảng 550 g/kg tinh bột tiêu hao do hô hấp hay 3 - 4,5 kg/ 100 kg đại mạch đem ngâm, bù lại với lượng ẩm mất đi do bay hơi. Trên bề mặt malt có những giọt nước do hơi ẩm ngưng tụ và đọng lại trên hạt.

Trong thời gian ươm mầm cần cung cấp O_2 và loại CO_2 sinh ra được thực hiện bằng cách quạt gió.

Nhiệt sinh ra khi hô hấp là khá lớn có thể sử dụng cho giai đoạn xử lý tiếp theo. Khi ra khỏi thùng ươm nhiệt độ khối hạt là 15 - 16°C có khi tới 18°C mà ở giai đoạn tiếp theo cần nhiệt độ 23 - 25°C.

Khi dừng quá trình ươm mầm, năng lượng vẫn giải phóng có thể làm nóng lớp malt hại cho hạt, cần điều chỉnh nhiệt độ bằng cách thông gió.

Tóm lại hai hiện tượng trái ngược nhau xảy ra khi ươm mầm:

- Phân huỷ nhiều hay ít các hợp chất nitơ và hydrocacbon trong nội nhũ. Chuyển hoá các chất phức tạp thành những phần tử đơn giản.

- Tổng hợp các mô của mầm từ các phần tử đơn giản.

Ngoài ra, các sản phẩm phân huỷ do enzym thực hiện không phụ thuộc vào nhu cầu của phôi nên thường thu được các sản phẩm phân huỷ nhiều hơn mà phôi không dùng đến, và còn lại trong malt tươi.

Khi ươm mầm, lượng nitơ hoà tan tăng lên, nhất là nitơ không đông tụ khi sôi như: abumin, peptit và amino axit. Chúng phân bố không đều trong hạt, một phần trong vỏ và một phần trong mầm, tỷ lệ trong mầm rất lớn bởi trọng lượng mầm chỉ bằng 5 - 6% nội nhũ. Trong mầm lượng protein có khi chiếm 27% trong đó 1/3 là protein hoà tan, còn lại là keo tụ.

pH bình thường đối với malt là 5,8 - 6,0. Khả năng giữ pH là do các muối photphat. pH thấp là do quá trình thủy phân protein tạo các axit amin.

6.4.3.2. Tác động của Sitaza (β -glucanaza-pentosanaza)

Sitaza là nhóm enzym thủy phân thành hemixenlulo - cấu tử chủ yếu của thành tế bào thành các hợp chất trung gian, sau đó thành đường đơn pentoza, hexoza và các sản phẩm khác. Sitaza hoạt động trước các enzym khác, và nó bắt đầu tác động của mình ở phần gần nội nhũ.

Trong thời kỳ ươm mầm, người ta thấy đầu tiên là sự hoá lỏng màng của tế bào gần kề với ngù, tiếp đó sang đến phần đối diện. Enzym tấn công theo trục của hạt. Mất khoảng 7 - 8 ngày ở nhiệt độ 14 - 15°C để cho sitaza phân giải hạt hoàn toàn. Khả năng hoạt động của sitaza quyết định thời gian nảy mầm. Khi nhiệt độ tăng thì khả năng tấn công của sitaza tăng.

Tuy nhiên, sự tấn công của sitaza sẽ hiệu quả và đều đặn hơn ở nhiệt độ thấp. Hoạt động của sitaza còn phụ thuộc bản chất đại mạch. Đại mạch càng nhiều nitơ thì càng khó nhuyển hơn các hạt đại mạch khác.

Sitaza không hoà tan màng tế bào mà làm thay đổi một cách sâu sắc khả năng thấm qua của màng tế bào, tạo điều kiện cho các enzym khác và các sản phẩm của quá trình phân huỷ đi qua một cách dễ dàng.

6.4.3.3. Hoạt động của proteaza

Proteaza được tiết ra từ phôi và hoạt động ngay khi bắt đầu ươm mầm. Proteaza tấn công trước tiên vào các phần hordenin của tế bào nội nhũ. Proteaza liên tục phân huỷ các protein thành các abumo, pepton (tan trong dung dịch keo) sau đó thành các chuỗi peptit và cuối cùng là các axit amin hoà tan trong dịch thực.

Các axit amin tan trong dịch thấm vào hạt và phân tán qua ngù rồi đến mầm. Các axit amin là nguồn cung cấp nitơ chủ yếu cho mầm.

6.4.3.4. Tác dụng của amylaza

Có hai dạng enzym amylaza chính: α -amylaza và β -amylaza. Nguồn gốc của các enzym này được xét qua hai mặt: được hoạt hoá do enzym proteaza và amylaza chiết ra từ

các tế bào gắn phôi, bởi vì trong quá trình này mầm, hoạt lực enzym tăng nhiều nhất ở xung quanh phôi. Amylaza còn tác động lên các phần khác của hạt.

Trong giai đoạn ươm mầm, khả năng dịch hoá tăng dần nhưng chậm hơn khả năng đường hoá. Các amylaza tấn công và ăn mòn bề mặt hạt tinh bột. Các tế bào gắn mầm bị tấn công mạnh hơn còn các tế bào khác hầu như không bị tấn công. Maltoza được tạo thành dưới dạng hoà tan và di chuyển đến mầm

6.4.3.5. Các biến đổi hoá học khác khi nảy mầm

Thủy phân lipid nhờ lipaza:

Có khoảng 20 - 30% lipid bị thủy phân. Axit oleic bị phân huỷ hoàn toàn và axit linoleic bị phân huỷ một phần. Một phần axit oleic được dùng để chuyển thành axit stearic, còn lại phần lớn axit oleic tiêu tốn do hô hấp. Đầu tiên có khoảng 1,4 - 1,5 g axit béo có trong 100 g đại mạch, sau khi nảy mầm lượng này còn 1,2 - 1,3 g trong 100 g malt.

Hoạt động của enzym amylophosphatase, đặc biệt là enzym phytase thủy phân các este photphoric.

Cơ chất của quá trình thủy phân này là phytin, có nhiều trong tế bào aloron và este hexaphotphoric của inosit, được chuyển thành hỗn hợp muối photphat của một hay hai nguyên tử kim loại và các inosit. Các muối photphat này có tác dụng tạo tính đệm và giữ pH = 5,7 trong quá trình nảy mầm.

6.4.3.6. Độ nhuyển của hạt

Các enzym hoạt động làm biến đổi tính chất hoá học và vật lý của hạt – sitaza, làm mất tính cứng của màng tế bào. Proteaza phân huỷ nguyên sinh chất của tế bào. Amylaza ăn mòn một phần tinh bột nằm trong các tế bào ở gần phôi. Xuất hiện vùng mất đi tính cứng ở thành tế bào giữa các hạt tinh bột. Tóm lại, nội nhũ của đại mạch vốn cứng như sừng đã trở nên tương đối mềm và bở. Biến đổi này được gọi là độ nhuyển hay độ xốp. Độ xốp của hạt tăng dần từ phôi cho tới điểm đối diện của phôi, theo sự tấn công của enzym sitaza, và tiếp theo là proteaza.

6.4.4. Những tác nhân làm thay đổi thành phần của malt tươi

Hai quá trình ngược nhau là: Phân huỷ trong nội nhũ kèm theo hô hấp và tổng hợp lại trong mầm đều chịu ảnh hưởng của các tác nhân sau mà có thể điều chỉnh được: nhiệt độ, thời gian, sự thông gió và độ ẩm.

6.4.4.1. Nhiệt độ

Khi nâng nhiệt độ và kéo dài thời gian ươm mầm làm đẩy mạnh 2 quá trình đã nêu trên. Biện pháp chính để giảm thời gian ươm mầm là tăng nhiệt độ. Nhiệt độ cao dẫn tới tăng tốc độ thủy phân, tăng sự tái tổng hợp chính vì thế thời gian ươm mầm được rút ngắn nhưng hạt nhuyển không đều và có thể còn các điểm cứng, tinh bột ở tâm không nhuyển và các chất có trong tế bào ở cạnh ngủ đã hết thì thu được malt.

Tăng nhiệt độ sẽ làm tăng sự thủy phân các protein tới mức không kiểm soát được, nhất là những nơi dư protein. Đây là nguyên nhân làm bia đục khi để lạnh.

Khi ươm mầm ở nhiệt độ thấp 14 - 15°C thì thời gian tương đối dài 7 - 8 ngày. Đôi khi người ta nâng lên tới nhiệt độ 17 - 18°C, có khi là ở 23 - 25°C đối với đại mạch khó nhuyển.

6.4.4.2. Thời gian

Thời gian ươm mầm đối với malt đen dài hơn malt vàng. Thời gian ươm mầm phụ thuộc vào nhiệt độ. Nhiệt độ càng cao thì thời gian càng ngắn. Nếu thời gian quá dài tổn hao chất khô lớn, năng suất giảm. Thời gian dài làm các chất chứa nitơ bị phân huỷ nhiều, đây là nguyên nhân làm bia nhạt, không êm dịu, bọt kém bền. Ngược lại nếu dư nitơ, nấm men không tiêu thụ hết, bia sẽ là môi trường lí tưởng cho vi sinh vật phát triển, khả năng nhiễm tạp vi sinh vật tăng lên.

Nếu thời gian ươm mầm ngắn, hoạt lực diastaza kém, các phần hạt còn cứng sẽ gây ra nhiều khó khăn, bởi vì có thể có các hạt tinh bột tiếp tục bị hồ hoá trong quá trình rửa bã sau này, gây khó khăn cho quá trình lọc đồng thời hiệu suất đường hóa cũng bị kém đi.

Vấn đề khó khăn gặp phải khi lọc mà có nguyên nhân từ chất lượng malt đại mạch, đó là do.

- Giống đại mạch không đạt yêu cầu.
- Thời gian ươm mầm ngắn.

5 ngày là thời gian nảy mầm tối thiểu cần thiết cho đại mạch chất lượng cao (song đôi khi mầm đại mạch bắt đầu mọc ngay từ giai đoạn ngâm). Thời gian này mầm ngắn hơn thời gian này thì thu được malt kém nhuyển, màng tế bào và các lớp protein bao quanh các hạt tinh bột chưa được thủy phân triệt để. Các dẫn xuất xenlulo (β -glucan) và của tinh bột sinh ra lúc này cũng gây cho quá trình lọc không ít khó khăn.

6.4.4.3. Sự thông gió

Thông gió tác động lên quá trình hô hấp và các quá trình sinh tổng hợp. Quá trình thủy phân trong nội nhũ và hô hấp diễn ra một cách độc lập và nhạy cảm ít nhất là sau ngày thứ 3. Người ta có thể hy vọng khống chế được sự thủy phân vừa đủ để đạt độ nhuyển thích hợp nhưng hạn chế hô hấp để giảm tổn hao. Phôi có thể bị ngạt từng lúc trong quá trình ươm mầm: lớp đại mạch không được đảo trộn trong những khoảng thời gian nhất định, các rễ non mọc đan chéo nhau tạo thành từng lớp và giữ CO₂ lại. Đồng thời, nhiệt độ tăng lên 25°C hoặc hơn nữa, thúc đẩy quá trình nhuyển của hạt. Kỹ thuật này được sử dụng trong các trường hợp đặc biệt đối với các loại đại mạch khó nhuyển, nhưng hay dùng để sản xuất malt đen loại Munich. Biện pháp loại bỏ không khí bằng quạt gió có thể được sử dụng.

6.4.4.4. Độ ẩm

Nếu độ ẩm quá cao thì có quá trình khởi động nhanh, do đó sự nảy mầm sẽ diễn ra không đồng đều. Ngoài ra, độ ẩm cao làm lớp vỏ sẽ quấn vào nhau, do đó malt thu được có xu hướng nhuyển không đồng đều.

Nếu độ ẩm không đủ, quá trình khởi động của hạt có nguy cơ bị chậm lại và độ nảy của hạt thấp.

Người ta có thể khắc phục bằng cách tưới nước cho hạt khi hạt đi vào tang quay, nhưng điều này cũng đồng nghĩa với việc tăng sự phát triển của rễ.

Sự bay hơi nước một phần được bù lại bởi nước hình thành trong quá trình hô hấp, tuy nhiên bay hơi diễn ra trong thiết bị này mầm khí động quá mạnh mẽ, do đó cần phải có quá trình làm ẩm không khí trước khi đi vào bằng quạt gió.

6.4.5. Kỹ thuật ươm mầm

6.4.5.1. Nguyên tắc

Để có một quá trình nảy mầm tốt cần:

- Kiểm soát các điều kiện về nhiệt độ, độ ẩm, oxy.
- Tránh hiện tượng rễ của các hạt quấn với nhau thành một khối.
- Có thể có các biện pháp xử lý thích hợp để tạo điều kiện tốt cho kỹ thuật.
- Giảm tổn thất.

6.4.5.2. Đặc điểm kỹ thuật nảy mầm các loại malt

Trong sản xuất malt, cần lưu ý đặc điểm của malt vàng là màu vàng sáng, có vị ngọt nhẹ nhàng và hương thơm dịu, đặc trưng của malt. Vị đắng dịu, hương thơm ngát nhưng rất nhẹ nhàng của bia sản xuất từ malt vàng là do hoa houblon quyết định. Còn malt đen có màu sẫm, hương và vị ngọt đậm, sản xuất ra bia có độ nhớt cao, hương và vị đặc trưng do malt chứ không phải do hoa houblon quyết định.

Do đó, trong sản xuất malt vàng điều cần thiết là phải tạo ra được điều kiện để tích lũy được hoạt lực enzym thật cao, đặc biệt là amylaza, còn hàm lượng axit amin thì ở mức độ vừa phải và hàm lượng đạm hòa tan chỉ ở mức độ vừa phải, không quá cao. Để đáp ứng yêu cầu này, trước hết phải chọn đại mạch có hàm lượng protein thấp nhưng có khả năng nảy mầm cao. Đại mạch sau khi ngâm có độ ẩm không quá 42 - 43%. Quá trình ươm mầm diễn ra ở 13 - 18°C trong 6 - 8 ngày đêm và phải có chế độ thông gió tốt. Nếu sử dụng đại mạch có hàm lượng protein cao thì khi ngâm nên cho hạt hút nước đến độ ẩm 44 - 46% còn nhiệt độ của khối hạt trong quá trình ươm mầm có thể lên tới đa ở 20 - 22°C.

Đối với sản xuất malt đen, trong thời gian ươm mầm phải tạo được điều kiện sao cho tích lũy nhiều axit amin và đường. Đại mạch sau khi ngâm phải đạt được độ ẩm cao hơn 45% (để tăng cường hoạt độ của nhóm enzym proteaza). Nhiệt độ nảy mầm trong những ngày đầu không chế ở 15 - 18°C còn ở giai đoạn sau có thể tăng lên đến 22°C. Sau một thời gian ươm, nếu thấy rễ phát triển tốt thì phải có biện pháp tích lũy CO₂ trong sản ươm nhằm hạn chế hao tổn chất khô (nồng độ CO₂ cao trong giai đoạn cuối của quá trình không ảnh hưởng đến hoạt độ của hệ enzym thủy phân). Thời gian ươm mầm là 7 - 9 ngày đêm.

Căn cứ vào đặc điểm của chủng giống đại mạch, điều kiện gieo trồng, canh tác, thu hoạch, bảo quản, điều kiện kỹ thuật, giải pháp thiết bị và công nghệ, có thể điều chỉnh các thông số: mức độ ngâm, nhiệt độ ngâm và chế độ thông gió sao cho phù hợp để đạt được các loại malt có chất lượng cao.

Nhiệt độ nảy mầm:

Đối với malt vàng, nhiệt độ thích hợp nhất cho các quá trình diễn ra ở giai đoạn nảy mầm là 14 -16°C, còn nhiệt độ trong hạt là 10 -12°C. Nhiệt độ tối đa ở giai đoạn cuối của quá trình nảy mầm là 18 °C. Nảy mầm đại mạch trong sản xuất malt đen diễn ra ở nhiệt độ cao hơn và thời gian dài hơn so với sản xuất malt vàng để tạo ra nhiều melanoit hơn, tạo cho malt đen màu nâu sẫm, vị ngọt đậm và hương thơm đặc trưng. Ví dụ như ở Séc và Slovakia, nhiệt độ khởi đầu của quá trình nảy mầm malt vàng là 14°C còn malt đen là 15°C; nhiệt độ của giai đoạn cuối là 17°C đối với malt vàng và 21°C đối với malt đen.

Thời gian nảy mầm:

Thời gian nảy mầm phụ thuộc vào nhiệt độ nảy mầm và các đặc điểm của giống đại mạch. Bình thường thì chu kỳ nảy mầm là 7-8 ngày đêm cho 1 mẻ. Nhìn chung, quá trình nảy mầm có thể được xem là kết thúc đối với malt vàng khi chiều dài rễ gấp 1,5 lần chiều dài của hạt còn lá mầm 2/3 - 2/4 chiều dài hạt. Đối với malt đen, chiều dài rễ gấp 2 lần và lá mầm bằng 3/4 - 1 lần chiều dài hạt. Quá trình nảy mầm phải kết thúc trước khi lá mầm chui ra khỏi vỏ. Với những hạt đã ở tình trạng này thì phải loại ngay ra khỏi lô malt vì điệp lục tố của lá mầm sẽ làm cho bia sau này có bị đắng khó chịu. Đây cũng là lý do mà các khu vực nảy mầm tuyệt đối không cho ánh sáng mặt trời chiếu vào.

Phương pháp nảy mầm:

Trong qui mô công nghiệp có hai cách nảy mầm chính là nảy mầm không thông khí và nảy mầm có thông khí.

6.4.5.3. Nảy mầm không thông khí

Phương pháp nảy mầm không thông khí tạo ra malt có chất lượng cao hơn hẳn so với malt ở phương pháp nảy mầm có thông khí. Trong phương pháp này, hạt đại mạch được nảy mầm trong những sàn ươm được xây dựng rất đơn giản. Những sàn ươm có thể được xây ngầm, bán ngầm hay xây nổi trên mặt đất, xây theo kiểu nhà 1 tầng hay nhiều tầng. Chiều cao tầng nhà của sàn ươm có độ cao 3 - 3,5 m, xung quanh xây kín, quét vôi hoặc sơn, có cửa sổ nhỏ sơn xanh để tránh ánh sáng mặt trời chiếu vào. Nền của sàn ươm nhẵn để dễ rửa, có độ nghiêng 5 - 10% để dễ thoát nước. Phía cuối sàn ươm có trang bị băng tải hoặc vít tải để chuyển dịch malt tươi từ sàn ươm đến lò sấy. Hệ thống thiết bị vận chuyển này phải đặt ở độ sâu thấp hơn mặt bằng sàn ươm.

Nhiệt độ trong khu vực ươm mầm phải giữ ở khoảng 10 - 12°C, độ ẩm tương đối của không khí không thấp hơn 90%. Để đảm bảo sự thông thoáng trong không gian nảy mầm, xung quanh tường nhà ươm người ta xây dựng các mương cấp - thoát khí tự nhiên. Quá trình

thông gió tự nhiên có hiệu quả về mùa lạnh, khi nhiệt độ ngoài trời thấp hơn nhiệt độ phòng ươm. Trong mùa nóng, khi nhiệt độ bên ngoài cao hơn nhiệt độ phòng ươm mầm thì quá trình thông gió tự nhiên sẽ ít hiệu quả. Trong trường hợp như vậy cần bổ sung bằng phương pháp nhân tạo.

Tuy nhiên do những điều kiện về kinh tế, các phân xưởng sản xuất malt bằng phương pháp này không còn được xây dựng nữa mà thay bằng phương pháp này mầm có thông khí.

6.4.5.4. Nảy mầm có thông khí

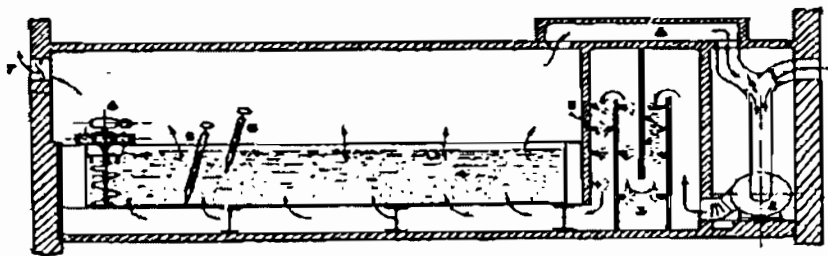
Ở phương pháp này các hạt đại mạch được dài thành một lớp dày rồi thổi vào đó một luồng không khí sạch và ẩm để điều chỉnh nhiệt độ, thải khí CO_2 và cung cấp không khí cho quá trình hô hấp của hạt. Việc đảo trộn malt được thực hiện nhờ một máy hình xoắn ốc. Hệ thống này mầm này được ra đời từ thế kỷ 19 và được sử dụng rộng rãi trên toàn thế giới. Hiện nay, phần lớn các quá trình sản xuất malt trong công nghiệp đều hoạt động theo phương pháp này.

Có hai hệ thống chính để sản xuất malt có thông khí:

- Nảy mầm trong ngăn.
- Nảy mầm trong tang quay.

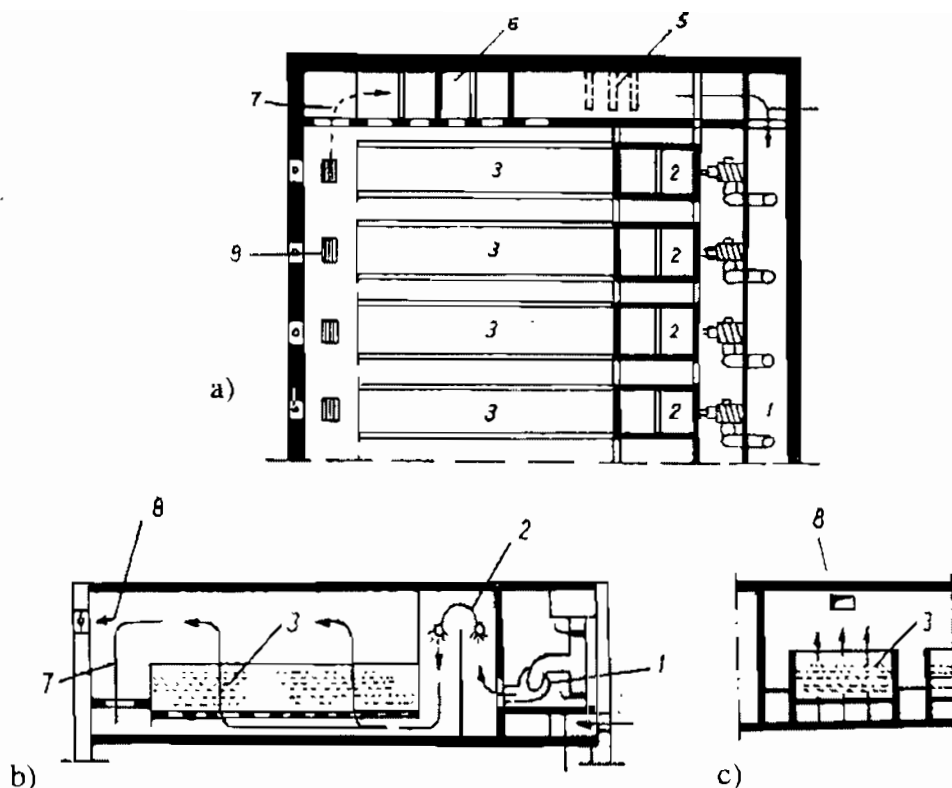
(i) Nảy mầm trong hệ thống ngăn

Hệ thống thiết bị bao gồm các ngăn chứa hình chữ nhật (còn gọi là catset) được tạo thành từ hai bức tường nhỏ bằng bê tông. Trên những bức tường này có một hệ thống đảo trộn hạt và một hệ thống chổi quét. Tùy vào điều kiện thông gió mà có các loại hệ thống thiết bị ươm mầm kín (hình 6.8) hay thông gió cục bộ (hình 6.9) hay thông gió toàn bộ (hình 6.10).



Hình 6.8. Mặt cắt hệ thống ươm mầm kín.

Thông gió cục bộ nghĩa là mỗi ngăn chứa có một khoang riêng để xử lý không khí trước lúc thổi vào lớp hạt ở ngăn chứa đó. Không khí sau khi thổi qua lớp malt nhiễm bẩn chứa nhiều tạp chất được thải ra ngoài hay được hồi lưu để qua xử lý. Nếu hồi lưu, chúng sẽ được điều chỉnh nhiệt độ cho phù hợp trước khi phối trộn với không khí từ ngoài vào trước khi qua khoang xử lý. Thông gió là toàn bộ khi cả phân xưởng chỉ có 1 trạm xử lý trung tâm và trong mỗi mặt bằng chỉ đặt 1 đến 4 ngăn chứa.



Hình 6.9. Hệ thống ươm mầm thông gió cục bộ:

a- mặt bằng; b- mặt cắt dọc; c- mặt cắt ngang.

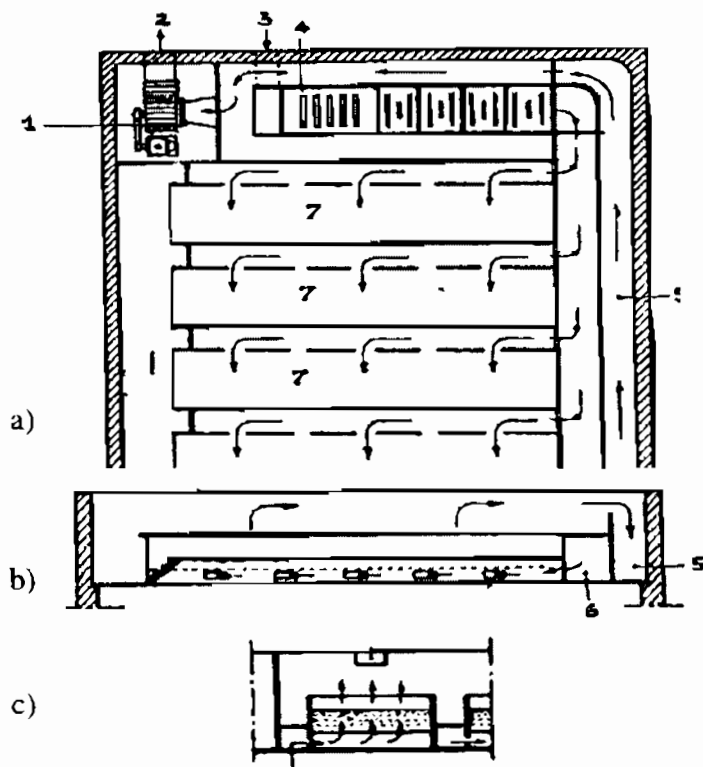
1- quạt nén; 2- buồng xử lý không khí; 3- ngăn chứa; 4- phối trộn khí bản và khí trời; 5- cửa hút khí trời có lọc; 6- camera làm lạnh không khí; 7- không khí bản hồi lưu để tái sử dụng; 8- cửa xả không khí bản.

(ii) Hệ thống ươm mầm thông gió trong tang quay

Thiết bị này mầm có thông gió tang quay gồm có 2 nhóm chính: dạng kín và dạng hở. Tuy khác nhau về cấu tạo, phương pháp vận hành, nhưng tất cả các thiết bị này mầm tang quay có 1 điểm chung là đều dùng “sự quay” của thiết bị này mầm có hình dáng giống như chiếc tang trống để đảo malt. Qua quá trình sử dụng, tang quay dạng hở đã bộc lộ nhiều yếu điểm khó khắc phục như không khí sau khi thổi qua lớp malt được thoát ra ngoài, gây ô nhiễm môi trường, đồng thời sự liên thông giữa khối hạt với môi trường thông qua “chỗ hở” của thiết bị làm cho việc điều chỉnh các thông số của malt khó khăn hơn. Do đó, ngày nay hệ thống này mầm tang quay kín phổ biến hơn loại tang quay hở.

Chu kỳ này mầm thường kéo dài trong 8 ngày, vì vậy các phân xưởng sản xuất malt thường được trang bị số tang là 8 hoặc bội số của 8. Tang quay kín là một tang hình trụ dài 4 - 6 m, đường kính 2,3 - 3 m (hình 6.11). Với kích thước đó, 1 mẻ có thể ươm được ít nhất

là 12 tấn đại mạch. Đại mạch ướt được đưa vào tang quay qua cửa nạp nguyên liệu (mỗi tang có khoảng 3 cửa như vậy). Việc nạp được tiến hành 3 lần liên tiếp, sau mỗi lần nạp, tang quay sẽ quay 1/3 vòng (do đó cần 3 cửa nạp). Mục đích của việc vừa nạp vừa quay là nhằm tạo sự đồng nhất trong khối hạt. Thông thường hệ số đổ đầy của tang quay là 60%.

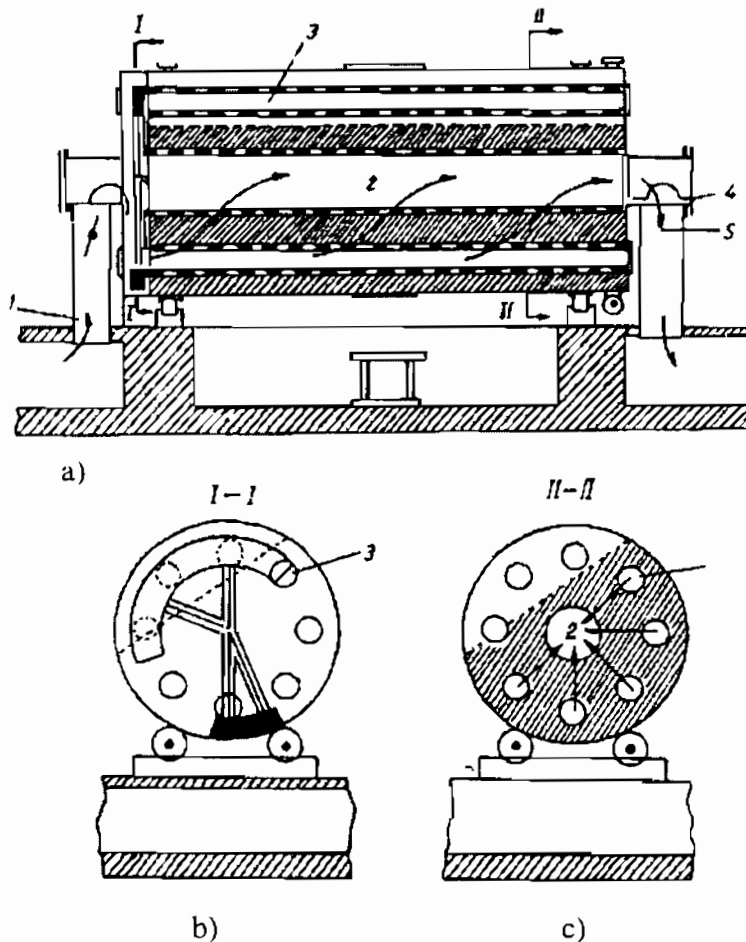


Hình 6.10. Hệ thống ươm mầm thông khí toàn bộ:

a- mặt bằng; b- mặt cắt; c- mặt cắt ngang.

1- quạt gió; 2- cửa xả không khí bẩn; 3- cửa hút không khí từ bên ngoài;
4- hệ thống xử lý không khí; 5- ống hút không khí hồi lưu; 6 và 8- ống hút
không khí sạch; 7- ngăn chứa hạt nảy mầm bên ngoài.

Việc đưa không khí sạch vào và không khí bẩn ra ngoài được thực hiện bằng quạt hút đặt ở phía sau tang quay. Không khí đi vào khoảng trống giữa hai dây trước của tang và theo đường ống xung quanh nửa dưới của tang để đi vào khối hạt. Chúng đi qua lớp malt ở phía dưới và tập trung về đường ống trung tâm để từ đó theo quạt hút ra ngoài theo đường ống thoát khí. Trong khoảng thời gian đầu của quá trình này mầm (5 - 6 h), cần thổi không khí khô vào khối hạt để sấy sơ bộ (loại hết nước còn bám trên hạt). Sau đó thổi không khí ẩm vào tang theo chu kỳ hoặc thổi liên tục. Ở giai đoạn đầu và giai đoạn cuối, thường là thổi gián đoạn còn giai đoạn hô hấp và thủy phân mạnh nhất ta có thể thổi liên tục.



Hình 6.11. Hệ thống ương mầm thông gió tang quay:

a- mặt cắt dọc; b,c- mặt cắt ngang.

1- không khí đã xử lý; 2- đường cát ống trung tâm; 3- đường ống xung quanh; 4- van điều chỉnh khí lưu; 5- không khí bẩn.

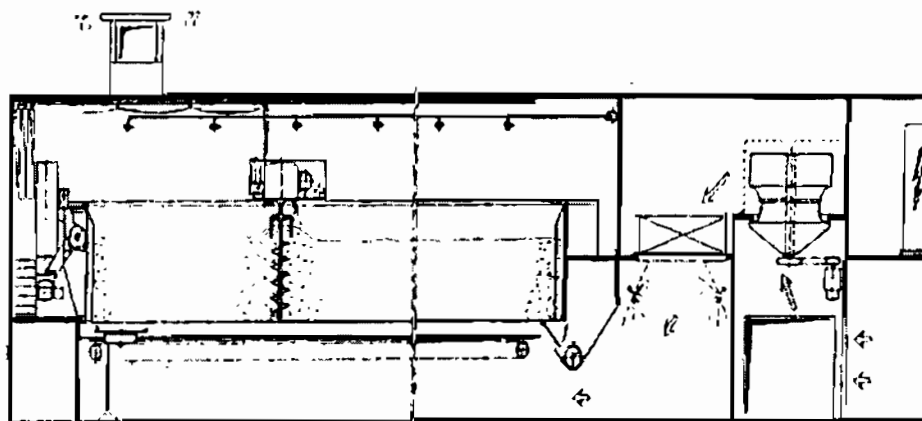
Việc đảo malt được thực hiện bằng cách cho tang chuyển động quay. Mỗi đợt đảo malt kéo dài từ 2 - 3 vòng quay của tang. Ở giai đoạn đầu và giai đoạn cuối của chu kỳ này mầm, ta đảo mỗi ngày 2 - 3 lần. Còn giai đoạn hô hấp mạnh nhất ta đảo mỗi ngày 3 - 4 lần, mỗi lần 3 vòng.

(iii) Hệ thống SALADIN

Là một ngăn hình chữ nhật được tạo thành từ hai bức tường nhỏ bằng bê tông, một đáy, một đáy giả bằng kim loại có đục lỗ để lưu thông không khí. Trên những bức tường này có một hệ thống đảo trộn hạt và một hệ thống chổi quét (hình 6.12).

Hệ thống ương mầm với các ngăn chứa có chế độ thông gió cục bộ là phổ biến nhất

hiện nay. Hiện nay, có nhiều hệ thống thiết bị ương mầm có thông gió khác nhau về nguyên tắc vận hành, chế độ làm việc (gián đoạn, bán liên tục hay liên tục). Trong đó, hệ thống này mầm thông gió trong tang quay khá phổ biến trước đây và hiện đang được dần dần thay thế bởi hệ thống này mầm có thông khí trong ngăn.



Hình 6.12. Hệ thống ương mầm SALADIN.

Ngăn chứa

Tổng số ngăn của hệ thống phụ thuộc vào số ngày nảy mầm. Theo lí thuyết lượng đại mạch trong một ngăn tương ứng với lượng đại mạch đem sấy trong một ngày và số ngăn sẽ bằng số ngày nảy mầm cộng với 1. Vì vậy nếu người ta cho nảy mầm 5 ngày thì phải dùng 6 ngăn. Một ngăn thừa ra dùng khi lau rửa, tháo hạt hay cho hạt vào và cho sự bảo trì. Tường bao quanh của mỗi ngăn cao 1,5 - 1,8 m, dày 20 - 50 cm. Ở phần trên của tường có gắn những đường ray hay những móc sắt để treo máy đảo trộn. Ray được làm bằng thép không rỉ có phủ một lớp kẽm bảo vệ.

Tỉ lệ dài/ rộng của ngăn là 4/1, 5/1 hay 6/1. Thực tế người ta xây dựng các ngăn ngày càng to. Tuy nhiên, ngăn càng rộng thì máy đảo trộn càng nặng và càng tốn kém.

Đáy của ngăn được làm bằng xi măng và có độ dốc để thải được nước ngâm và nước rửa, thường độ nghiêng là 3 - 5%. Đáy giả nằm cách đáy khoảng 50 cm, làm bằng tôn bọc thép có đục lỗ. Đáy của ngăn kể cả đáy giả có thể được dựng lên để rửa. Khoảng không gian dưới đáy giả được dùng làm phòng phân phối khí. Đáy giả có các khe hẹp dài vuông góc với chiều đi của máy đảo trộn, nó chiếm khoảng 20% bề mặt đáy giả. Khe này rộng 1,75 mm, dài 20 mm. Trước đây vài năm, một ngăn chứa được khoảng 50 tấn hạt, hiện nay con số này đạt 150 - 200 tấn / ngăn.

Chiều cao của lớp hạt thay đổi theo:

- Phương thức làm việc, giữ trong khoảng 350 - 500 kg/m² hay từ 60 - 80 cm.
- Thời điểm thực hiện quá trình vệ sinh.

Các ngăn được bố trí theo kiểu có một hành lang phía trước ngăn và cứ hai ngăn thì có một hành lang bên cạnh để có thể đến gần và theo dõi hạt trong ngăn. Trong trường hợp mà máy đảo trộn và chổi quét phải di chuyển từ ngăn này sang ngăn khác người ta bố trí thêm một hành lang chạy dọc phía sau các ngăn. Phòng chứa các ngăn này cao khoảng 3,5m.

Khi tiến hành quá trình này mầm cần phải chú ý đặc biệt đến tường và trần nhà để tránh sự phát triển của nấm mốc nhất là khi quá trình thông gió được tiến hành thổi từ dưới lên trên bởi vì không khí ẩm và nóng dùng để thổi qua lớp hạt dễ làm phát sinh và phát triển nấm mốc. Ngoài ra, hơi nước còn dễ dàng ngưng tụ trên trần nhà và rơi xuống lớp hạt tạo điều kiện cho sự tạo thành các hạt malt lép. Vì vậy cần tránh cho trần có nhiệt độ khác nhiều so với nhiệt độ của ngăn.

Máy đảo trộn

Khi này mầm trong các ngăn cần có thiết bị đảo trộn (hình 6.13).

Ngay sau khi khối hạt được dàn thành lớp dày 0,5 - 0,6 m, phải tiến hành đảo hạt ngay lập tức để tạo sự đồng nhất trong các lớp. Trong ngăn chứa có bộ phận đảo trộn hạt hình xoắn ốc. Hai trục xoắn ốc đặt song song với nhau và quay theo chiều ngược nhau.

Người ta có thể bố trí mỗi ngăn một máy đảo trộn, trong trường hợp máy đảo trộn được gắn cố định và vận tốc quay của trục là cố định. Cũng có thể sử dụng một máy đảo trộn cho hai hoặc ba ngăn đối với trường hợp máy đảo trộn có trục xoắn ốc có thể dựng lên hay có thể đưa lên cao và có vận tốc quay trở lại lớn hơn rất nhiều so với vận tốc đi. Vận tốc đi của máy là 0,4 - 0,6 m/s. Đường kính của vòng xoắn khoảng 500 - 525 mm.

Vận tốc của máy đảo trộn có ảnh hưởng rất lớn đối với sự phát triển của rễ. Khi trục xoắn quay lại quá nhanh, rễ sẽ bị đứt, điều này có ảnh hưởng rất lớn đến quá trình sấy sau này.

Việc tiến hành đổ đầy và tháo đại mạch rất quan trọng và cần được tiến hành trong thường gian ngắn nhất và năng lượng tiêu hao ít nhất có thể. Quá trình dỡ ngăn được thực hiện từ một đầu, bằng một chiếc vít được lắp dưới hành lang phía sau. Công đoạn quét thường được thực hiện nhờ một chổi quét cơ khí. Chổi quét này có thể:

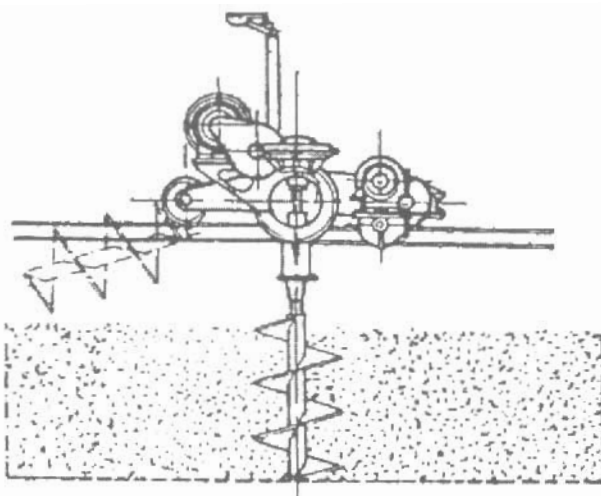
- Đồng thời là máy đảo hạt được trang bị đặc biệt;
- Là một máy riêng biệt cũng có thể đi trên ray hoặc móc treo như máy đảo hạt.

Thông khí

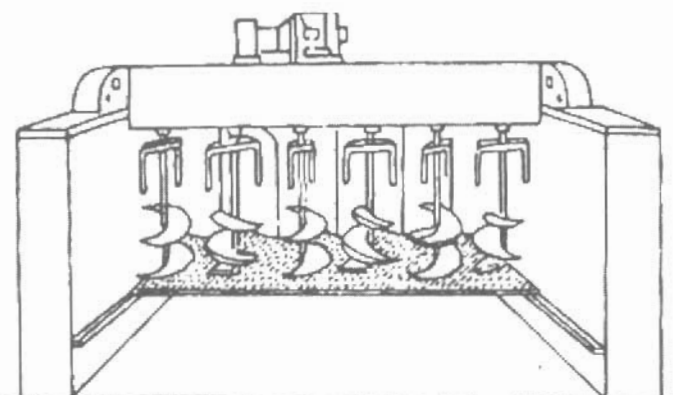
Bộ phận thông khí bao gồm một quạt gió, làm ẩm, làm nóng, làm lạnh không khí và bộ phận thu hồi nước.

Quạt gió

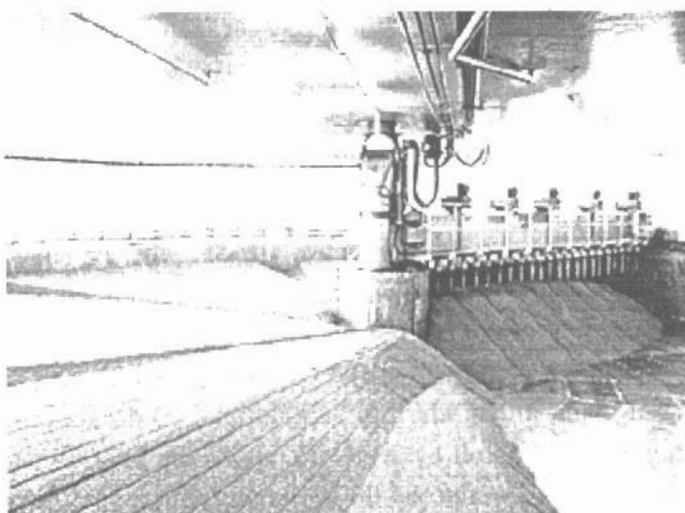
Có hai loại quạt gió: quạt gió xoắn ốc và quạt gió li tâm. Quạt gió li tâm lại có hai loại, loại hút từ hai lỗ thông khí bên hoặc từ một cái. Loại sau có công suất nhỏ hơn một chút.



a) Một đơn vị thiết bị đảo trộn dạng 3 vít xoắn (vừa xoay vừa tịnh tiến);



b) Một đơn nguyên gồm nhiều thiết bị đảo trộn dạng vít xoắn 1 chiều (tịnh tiến);



c) Hệ thống đảo trộn đại mạch dạng vít xoắn dạng dàn đều và đảo trộn đại mạch trong ngăn chứa.

Hình 6.13. Thiết bị đảo trộn đại mạch.

Quạt gió có thể hoạt động bằng cách hút hoặc đẩy không khí. Việc lựa chọn quạt gió cho phù hợp tùy thuộc vào lưu lượng và chế độ nén khí.

Ngày nay người ta sử dụng ngày càng nhiều loại quạt đẩy không khí vì nó tạo ra một áp lực cố định đối với lớp hạt và có thể giới hạn được lượng không khí thổi vào, áp lực tạo ra bởi quạt (kg/m^3) được tính bằng lưu lượng khí (m^3/s) $\times$ áp suất ($\text{mm H}_2\text{O}$).

Quạt gió xoắn ốc được cấu tạo từ những mái chèo xếp theo hình xoắn ốc, làm việc ở áp suất thấp, phù hợp khi lưu lượng khí lớn và tổn thất nhỏ.

Đường dẫn khí

Không khí được lấy từ nơi không khí sạch và không có bụi. Đường dẫn khí đi từ quạt gió đến ngăn chứa hạt phải ngắn nhất có thể, kích thước của chúng phải đảm bảo vận tốc đi trong ống nhỏ và dễ rửa ống.

Việc lựa chọn đường ống này được tính toán để có vận tốc không khí trong ống bằng 2,5 m/s. Trong những máy hiện đại, quạt gió, máy ẩm nằm ngay trước phần ngang của ngăn. Vì vậy đường ống giữa quạt gió, phòng làm ẩm và phía đầu của ngăn được rút ngắn, ống được kéo dọc theo ngăn để không khí được đưa vào dưới đáy giá từ những điểm khác nhau.

Làm ẩm

Cần thông gió và làm lạnh lớp hạt mà không làm khô lớp hạt. Không khí sẽ xuyên qua một không gian nước dưới dạng sương mù.

Ở những cơ sở sản xuất malt mà chỉ có một quạt gió duy nhất cho nhiều ngăn, không khí sẽ đi qua những thiết bị phun lớn rồi được đổi lưu lại. Khi sử dụng một quạt gió cho một ngăn, dòng không khí sẽ đi qua một phòng có trang bị chương ngại vật mà ở đó nước ở dạng sương mù sẽ được phun vào bởi một số máy phun. Không khí đạt được nhiệt độ 12 - 14°C, độ ẩm 100%, nó chứa khoảng 10,7 đến 12,1 g nước/l.

Để tiết kiệm nước, người ta thu hồi lại một phần. Đôi khi nước này có chứa huyền phù và cần loại bỏ chúng bằng phương pháp lọc.

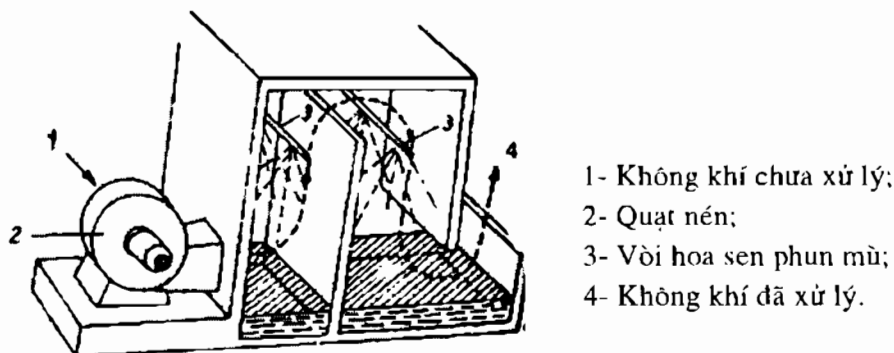
Hiện nay người ta cũng tạo ra những máy làm ẩm quay được, chúng đồng thời có quạt gió và máy phun trên cùng một thiết bị.

Xử lý nước- nhiệt không khí

Lớp malt dày và chặt ở giai đoạn đầu của quá trình này nằm ở mức độ nào đó cản trở sự xuyên qua của không khí để đến tất cả các hạt ở trong khối malt. Vì nguyên nhân này nên giai đoạn đầu (giai đoạn đặc trưng với sự xuất hiện của rễ) thường kéo dài (3 - 4 ngày). Để cho hàm ẩm của malt không bị giảm, không khí thổi vào hạt phải có độ ẩm tương đối trên mức bão hòa (xuất hiện những hạt nước nhỏ li ti). Nhiệt độ của không khí thổi vào phải thấp hơn nhiệt độ phòng ươm mầm 1 - 2°C. Có như thế thì khi không khí xuyên qua, do lực cản của khối hạt, nó sẽ nóng lên tối đa bằng nhiệt độ phòng ươm. Để đảm bảo các thông số trên, không khí trước lúc thổi vào khối hạt phải được bão hòa hơi nước và điều chỉnh nhiệt độ (sấy nóng nếu nhiệt độ ngoài trời thấp hơn nhiệt độ phòng ươm và làm lạnh nếu ngược lại).

Công việc xử lý các thông số của không khí cho phù hợp với điều kiện của phòng ươm được gọi là *xử lý nước-nhiệt không khí* và được tiến hành trong 1 buồng xử lý nước-nhiệt như hình 6.14.

Buồng xử lý cấu tạo gồm: một mặt bằng nhỏ, có xây nhiều tường lửng (để ngăn chiều dài đường đi của không khí), phía trên lắp đường ống dẫn khí nén và vòi hoa sen phun. Để phun mù được đều khắp, các vòi phun nên bố trí lệch theo kiểu bàn cờ. Nước nén để phun mù có nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ phòng ươm vào mùa hè và cao hơn vào mùa đông. Để không khí sau khi đi ra khỏi buồng xử lý có các thông số yêu cầu, cần điều chỉnh những điều kiện như lưu lượng quạt thổi, đường đi của không khí, nhiệt độ và áp lực phun của nước,... cho phù hợp.



Hình 6.14. Buồng xử lý không khí - nhiệt - nước.

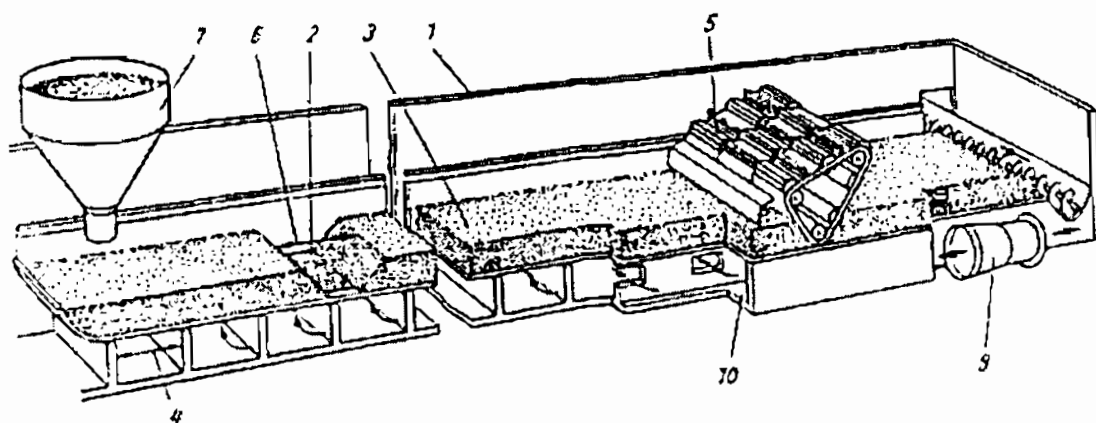
Không khí sau khi xử lý được chuyển đến (bằng quạt nén hoặc quạt hút) phòng ươm mầm bằng hệ thống mương dẫn. Đường đi của không khí hay chiều dài của mương dẫn phải bảo đảm ngắn nhất và thiết diện ngang của mương dẫn phải phù hợp với tốc độ di chuyển của không khí. Nếu độ dài của mương dẫn quá lớn, để tránh trường hợp hơi nước ngưng tụ lại trên thành mương, nên lắp bổ sung các vòi phun mù để tăng độ ẩm trong không khí, mặt trong mương dẫn nên nhẵn và tránh gấp khúc quá nhiều.

Không khí thổi vào thiết bị ươm mầm có thể đi từ dưới lên hay từ trên xuống. Trong trường hợp đầu, khối malt được đảo trộn; còn trong trường hợp thứ 2, khối malt được nén chặt.

6.4.6. Phương pháp tiến hành nảy mầm bằng hệ thống nảy mầm trong ngăn

Hình 6.15 mô tả quá trình tiến hành nảy mầm trong ngăn. Đại mạch sau khi ngâm trong thiết bị 7 được đổ vào các ngăn chứa 1 lên các giường nảy mầm 2 cùng với nước bằng biện pháp tự chảy hay dùng bơm. Nước sẽ chảy qua đáy giả, xuống đáy thật và chảy ra ngoài qua hệ thống mương thoát nước nội tuyến, còn hạt được giữ lại bên trong. Sau đó đồng hạt được dàn ra thành lớp đều trong đáy ngăn. Việc dàn thành lớp và đảo malt được thực hiện nhờ máy đảo chuyên dụng 5. Sau khi hạt đã được dàn và đảo hạt, không khí khô được quạt 9

thổi vào ngăn chứa nhằm mục đích sấy sơ bộ cho khối hạt. Để cản trở việc đốt nóng khối hạt do nhiệt tỏa ra của quá trình hô hấp, ta phải khống chế nhiệt độ của chúng ở 14°C . Sau đó là công việc duy trì chế độ này nhằm cho hạt thông qua hai công việc có tính chất cơ bản là thổi không khí và đảo malt. Chế độ làm việc hoàn toàn phụ thuộc vào tiến trình của quá trình ương.



Hình 6.15. Nguyên lý hoạt động của thiết bị ương mầm trong ngăn:

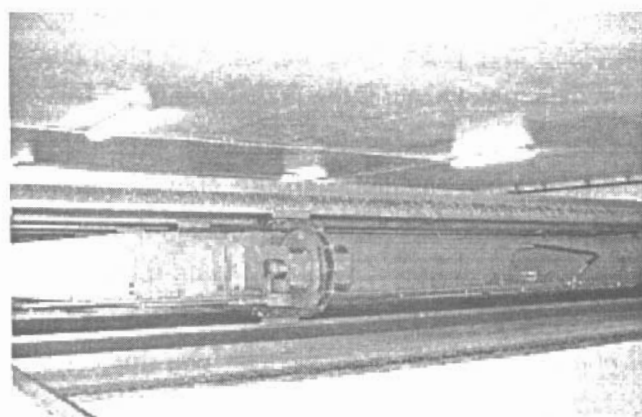
- 1- ngăn này mầm; 2- mặt bằng trống; 3- mặt bằng lắp đầy; 4- khoang thông khí;
- 5- máy đảo malt kiểu giường (cũ); 6- phần đại mạch đang được chuyển ngăn;
- 7- thiết bị ngâm hạt; 8- vít tải để chuyển malt tươi đi; 9- quạt gió; 10- ống thông khí.

Việc thổi khí lạnh và ẩm vào ngăn chứa có thể thực hiện gián đoạn hay liên tục. Nếu gián đoạn thì luồng khí phải mạnh, nếu thổi liên tục thì luồng khí yếu hơn. Nhiệt độ của không khí thổi vào thấp hơn nhiệt độ của hạt $1 - 2^{\circ}\text{C}$. Tần số đảo malt cũng phụ thuộc vào trạng thái khối hạt. Ở giai đoạn đầu của quá trình ương, mỗi lần thổi khí kéo dài $1 - 2$ h và theo chu kỳ $5 - 6$ h thì thổi 1 lần, tần số đảo hạt là $3 - 4$ lần/ngày. Ở giai đoạn sau, khi quá trình hô hấp và thủy phân đã giảm cường độ, mỗi ngày thổi hai lần, mỗi lần kéo dài $1 - 2$ h, cùng với tần số đảo hạt $2 - 3$ lần/ngày.

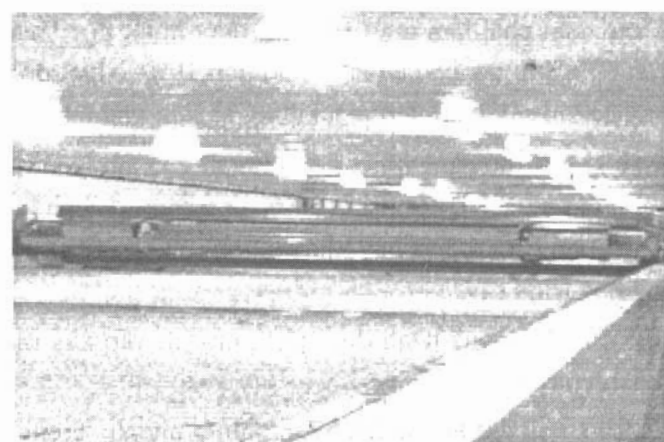
Hình 6.16 mô tả hệ thống giường này mầm ở nhà máy malt khá hiện đại ở Việt Nam. Đáy của các ngăn (giường) này mầm có thể nâng lên hoặc hạ xuống để điều chỉnh độ dày của khối hạt đang được này mầm. Số ngăn bằng với số ngày này mầm cộng thêm 1 ngăn (để vệ sinh ngăn). Đại mạch được chuyển ngăn mỗi ngày 1 lần với thiết bị chuyển ngăn (đồng thời với công việc đảo malt) có bộ phận hoạt động có hình dạng như xẻng xúc. Khi hoạt động, thiết bị này hạ xuống, xúc đại mạch, nâng lên, di chuyển đến ngăn mới, hạ xuống và tháo đại mạch.



a) Các giường này
mắm trước khi đổ đại
mạch vào;



b) Hệ thống đảo malt
và chuyển giường:



c) Các giường này
mắm chứa đầy đại
mạch.

Hình 6.16. Nhà ươm mầm trong nhà máy sản xuất malt hiện đại.

6.5. SẤY MALT

6.5.1. Mục đích và nguyên tắc của quá trình sấy

Khi malt đã đủ nhuyển cần phải dùng quá trình này mầm bằng cách sấy. Vì vậy hai mục đích chính của quá trình sấy là:

- Dừng quá trình nảy mầm và quá trình chuyển hoá tiếp theo.
- Cung cấp cho malt hương vị phù hợp cho loại bia làm từ chúng.

Một số hiện tượng xảy ra trong quá trình sấy (mong muốn hoặc không mong muốn), đặc biệt là:

- Dừng quá trình hoà tan của các hợp chất nitơ.
- Làm suy yếu enzym hoặc thậm chí phá huỷ một số enzym.

Malt tươi trước khi đem vào sấy có độ ẩm khoảng 45%, sấy để giảm độ ẩm xuống nhỏ hơn 5%. Thu được một hương vị mong muốn của malt là một vấn đề rất phức tạp. Hương vị này là kết quả của những phản ứng diễn ra ở nhiệt độ cao giữa các thành phần của malt mà trước hết là giữa các sản phẩm thủy phân. Phản ứng chính là phản ứng giữa đường và axit amin tạo ra những sản phẩm đậm màu và mùi thơm là melanoidin.

Vì vậy, hương vị này không chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ cao nhất đạt tới, thời gian giữ nhiệt mà còn phụ thuộc vào điều kiện ban đầu của quá trình sấy. Nếu để malt ẩm ở đầu quá trình nâng nhiệt, các phản ứng enzym sẽ tạo ra rất nhiều các sản phẩm thủy phân và ta sẽ dễ dàng thu được malt có màu và thơm. Vì vậy, khi sản xuất malt vàng thì ngược lại phải sấy malt ở nhiệt độ thấp

Độ bền khi sấy không chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ mà còn phụ thuộc vào độ ẩm của malt. Chúng càng bền khi malt càng khô. Trong dung dịch rất nhiều enzym bị phá huỷ ở 60°C và ở 75 - 80°C chỉ sau vài giây. Trong khi đó sấy luôn đạt đến nhiệt độ 80°C ngay cả đối với sản xuất malt vàng. Vì vậy, cần phải làm malt khô khi tăng nhiệt độ. Thực tế người ta chỉ được tăng nhiệt độ lên trên 50°C khi độ ẩm của malt nhỏ hơn 10%. Nhiệt độ cuối cùng không được vượt quá 105°C ngay cả khi sấy malt đen nếu không sẽ làm phá huỷ enzym.

Ngoài ra còn một lí do khác không thể nâng nhiệt độ khi malt còn ẩm là do malt sẽ trở nên trong và cứng do tinh bột của đại mạch sẽ hồ hoá ở 60°C và tạo ra một khối lượng bột chín, cứng khi làm khô và malt sẽ không còn bở và gây khó khăn trong quá trình nấu. Vì vậy cần phân biệt hai giai đoạn trong quá trình sấy.

- Giai đoạn sấy khô: ở giai đoạn này quá trình thủy phân enzym vẫn xảy ra và có thể coi là sự tiếp tục của quá trình nảy mầm.
- Quá trình làm nóng malt khô, còn gọi là quá trình tăng nhiệt nhanh: Trong giai đoạn này không còn xảy ra các phản ứng hoá học và lý hoá giữa các thành phần của malt.

Việc phân biệt hai giai đoạn này rất quan trọng và ảnh hưởng đến quá trình sấy. Khi muốn làm malt vàng, người ta phải sấy nhanh ở nhiệt độ thấp trước khi nâng nhiệt nhanh.

Với malt đen thì ngược lại cần phải duy trì trong suốt quá trình nhiệt độ 45 - 50°C trước khi tăng nhiệt độ để giảm mạnh độ ẩm của malt.

Việc sấy malt cũng có ảnh hưởng tới chất lượng của bia giống như quá trình này mầm đặc biệt là với trường hợp malt đen. Tuy nhiên chỉ riêng sấy malt thì chưa quyết định được chất lượng malt mà cần phải lựa chọn đại mạch và điều chỉnh quá trình này mầm. Với loại bia đen, cần chọn loại đại mạch có nhiều hợp chất nitơ hơn, này mầm sâu xa hơn, lâu hơn để có được nhiều axit amin và đường tạo ra nhiều hơn cho quá trình hình thành các hợp chất melanoidin.

6.5.2. Các biến đổi trong quá trình sấy

*** Khi nhiệt độ nhỏ hơn 45°C**

Khi độ ẩm của hạt vẫn còn đủ, tức là lớn hơn 20%, sự sống của hạt và sự phát triển của mầm vẫn tiếp diễn. Sự phát triển của phôi dừng lại ở 38°C và chết ở 55°C trong môi trường ẩm. Điều đó kéo theo:

- Sự tăng nhẹ năng lực diastaza.
- Tăng hàm lượng đường khử và đường saccaroza.
- Sự hoà tan một phần hợp chất nitơ.
- Sự tái tổng hợp trong mầm (sự phát triển của cây mầm) dẫn đến mất mát do hô hấp và sự thoát khí CO₂.

Tóm lại sự chuyển hoá trong buồng ương mầm vẫn diễn ra ở đầu quá trình sấy, chúng tăng lên do nhiệt độ cao hơn. Trong một số trường hợp người ta cố thể thúc đẩy trạng thái này (để giảm thời gian này mầm một ngày) nhưng nói chung người ta thường không sử dụng biện pháp này.

Người ta tránh sự nảy mầm trong sấy vì với loại malt đã đạt độ xốp kỹ thuật thích hợp trong buồng này mầm, sự nảy mầm bổ sung này dẫn đến một quá trình này mầm nóng rất khó kiểm soát.

*** Khi nhiệt độ vượt quá 45°C đến 55 - 60°C:**

Phôi bị vô hiệu hoá nhưng hoạt tính của enzym vẫn còn. Điều đó kéo theo:

- Tăng thêm đường và dextrin, sản phẩm trung gian của quá trình phân huỷ tinh bột.
- Tăng hàm lượng hợp chất nitơ hoà tan: pepton khi nhiệt độ >50°C, axit amin khi nhiệt độ đạt 45 - 50°C. Những hợp chất này sẽ được tích lũy trong malt vì sự sinh tổng hợp trong phôi đã bị ngăn chặn

Hoạt động của enzym tương đối lớn khi độ ẩm > 20% và giảm dần rồi trở nên rất yếu khi W = 10 - 12% và bị vô hoạt ở W = 7 - 8%. Thực hiện thao tác khác nhau đối với sấy malt vàng và malt đen: Với malt vàng phải làm khô nhanh với thông gió mạnh, với malt đen thì ngược lại có thể bỏ qua thông gió.

** Khi nhiệt độ vượt quá 60°C*

Quá trình sấy kết thúc làm suy yếu đáng kể các enzym mặc dù đó là nhiệt độ làm chết các enzym. Thực ra chúng chỉ bị suy yếu đi chứ không bị phá huỷ hoàn toàn vì nhiệt độ phá huỷ chúng có liên quan đến môi trường nước và độ bền của enzym ở trạng thái khô lớn hơn rất nhiều so với ở trạng thái ẩm. Hơn nữa, tác động có hại ở nhiệt độ nào đó càng mạnh khi càng kéo dài thời gian.

Khi nhiệt độ đạt và vượt qua 75 - 80°C: Các enzym càng bị suy yếu mạnh mà không bị phá huỷ hoàn toàn (chúng chỉ bị phá huỷ hoàn toàn khi nhiệt độ > 110 - 120°C và kéo dài quá trình tăng nhiệt nhanh).

Trong thời gian này, hàm lượng nitor hoà tan của hạt giảm nhẹ, tiếp đến là sự biến đổi trạng thái lý học của albumin.

Một cách khách quan, hiệu suất thu hồi dịch chiết malt giảm nhưng sự thay đổi này rất nhỏ khi nhiệt độ đạt đến 100 - 110°C.

6.5.2.1. Hợp chất nitor

Axit amin đóng vai trò quan trọng nhất trong quá trình sấy. Chúng tạo nên melanoidin khi tác dụng với đường khử. Với malt Munich, loại malt cần tạo thành nhiều melanoidin, người ta tạo ra các axit amin bằng cách kéo dài thời gian sấy của giai đoạn 1. Với malt vàng, người ta tránh việc tạo ra các axit amin này bằng cách làm khô nhanh.

Trong malt vàng, hàm lượng của các chất hầu như không thay đổi, tính tan chỉ giảm một chút trong giai đoạn tăng nhiệt nhanh.

Tóm lại sự hoà tan hợp chất nitor trong pha ẩm càng cao khi ta càng để ẩm. Sự đông tụ trong giai đoạn tăng nhiệt nhanh càng nhiều khi ta đưa lên nhiệt độ càng cao và giữ càng lâu. Sự biến mất của axit amin trong giai đoạn tăng nhiệt nhanh do sự hình thành melanoidin càng mạnh cùng khi ta đun nóng ở nhiệt độ càng cao và càng lâu.

6.5.2.2. Sự tăng quá trình tạo màu và hình thành melanoidin

Một trong những chuyển hoá quan trọng diễn ra trong quá trình sấy là sự tạo thành những hợp chất có màu gọi là melanoidin. Đó là sự liên kết của đường và axit amin diễn ra ở nhiệt độ cao. Những phản ứng này được Maillard phát hiện ra và đặt tên cho chúng, ở nhiệt độ bình thường chỉ có một sự tổ hợp không bền giữa 2 chất này. Ở nhiệt độ cao giữa chúng diễn ra một phản ứng mạnh hơn mà cơ chế của nó vẫn chưa được làm sáng tỏ.

Melanoidin là những hợp chất có màu đỏ nâu và có mùi đặc trưng. Tốc độ phản ứng tạo melanoidin phụ thuộc vào axit amin và đường tham gia phản ứng: đường khử tham gia phản ứng tốt nhất, còn đối với các axit amin thì glyxin và alanin cho thời gian phản ứng nhanh nhất, tạo ra màu đậm nhất nhưng valin tham gia phản ứng sẽ tạo ra màu đậm hơn.

Melanoidin không chỉ đóng vai trò là chất tạo màu mà còn đóng vai trò là chất tạo hương vị cho bia. Đầu tiên ta muốn nói ở đây là các chất keo bền, chúng đóng vai trò là các

chất keo bảo vệ ngăn chặn không cho các chất keo kém bền làm đục bia. Hơn nữa, bằng khả năng khử của mình chúng cũng giúp cho bia không bị đục.

Vì vậy, malt vàng phải trải qua giai đoạn tăng nhiệt nhanh ở 80°C trong 5 h. Để tránh tạo màu cho malt vàng trong giai đoạn tăng nhiệt thì không được để chúng quá nhuyển và cần phải được sấy khô kỹ ở nhiệt độ thấp.

6.5.2.3. Hydratcacbon

Trong giai đoạn đầu, lượng tinh bột giảm nhẹ do tác dụng của hệ enzym amylaza, hàm lượng đường khử giảm, nhất là với malt Munich do quá trình tạo thành melanoidin. Hàm lượng xenluloza và pentoza không thay đổi.

6.5.2.4. Độ axit

Do melanoidin có phản ứng axit nên độ axit cũng như nồng độ ion H^+ ở malt đen cao hơn. Còn với malt vàng, công đoạn sấy ảnh hưởng rất ít đến độ axit, nó chỉ phụ thuộc vào bản chất của hạt và tăng khi độ nhuyển của malt tăng.

Độ axit cao của malt vàng làm tăng hiệu suất của quá trình nấu vì pH thấp sẽ tăng hoạt lực enzym. Nhưng điều này không quan trọng vì trong quá trình nấu người ta có thể điều chỉnh pH nếu như malt có độ axit thấp. Tuy nhiên, để đánh giá chất lượng malt người ta luôn dùng chỉ tiêu pH của dịch đường.

6.5.2.5. Hiện tượng đốm malt trong công đoạn sấy

Đôi khi người ta thấy sự xuất hiện một số vết đen dưới dạng những đường vân trên một số hạt malt khi sấy, người ta gọi đó là hiện tượng đốm malt hay gọi đó là malt đốm.

Hiện tượng này không làm ảnh hưởng đến chất lượng bia. Nhưng trước đây, khi sấy malt bằng dầu mazut, hiện tượng đốm malt xuất hiện nhiều với cường độ lớn làm cho malt xấu và mất giá trị thương mại mặc dù nó không ảnh hưởng đến chất lượng malt.

6.5.2.6. Tính trong của malt

Trong công đoạn sấy, phần không nhuyển của hạt trở nên rất cứng và trong, thậm chí ngay cả khi được sấy một cách thận trọng. Hiện tượng này có thể là do sự chuyển hoá của hemixenluloza hoặc những hợp chất nitơ không bị thủy phân của tế bào. Tuy nhiên người ta vẫn chưa biết chính xác phản ứng này như thế nào. Tất cả những gì người ta biết là độ trong này sẽ mất đi khi xử lý những hạt trong bằng amoniac. Vì vậy, độ trong này chỉ phụ thuộc vào trạng thái của malt tươi.

Tuy nhiên sự trong này cũng có thể tạo ra khi sấy không cẩn thận. Nếu ta nâng nhiệt độ lên quá 60°C khi malt vẫn còn ẩm, tinh bột sẽ bị hồ hoá, gel hoá, hạt sẽ trở nên cứng và trong trong giai đoạn tăng nhiệt nhanh.

6.5.3. Kỹ thuật sấy

6.5.3.1. Giảm độ quá trình sấy

Có 4 giai đoạn trong quá trình sấy:

(i) Bay hơi nước tự do

Ẩm trên bề mặt hạt bốc hơi tự do, tốc độ sấy phụ thuộc vào nhiệt độ và lưu lượng khí. Nhiệt độ khí vào là 50 - 70°C (thường là 55°C), khí ra khỏi lớp hạt ở 25 - 30°C, bão hoà ẩm.

Giai đoạn này kéo dài từ 12 - 24 giờ (máy sấy đơn giản 2 đĩa), độ ẩm của hạt giảm xuống 10 - 15%, độ ẩm của khí ra tăng mạnh.

(ii) Bay hơi nước liên kết

Nước liên kết phải chuyển từ bên trong ra bề mặt của hạt, không khí ra không được bão hoà ẩm và nhiệt độ tăng, nhiệt độ khí vào từ 65 - 75°C, lưu lượng khí giảm liên tục xuống đến 50%. Khí ra có thể tuần hoàn một phần hoặc được sử dụng cho máy sấy khác khi độ ẩm tương đối của nó giảm xuống 40%.

Hoạt động của các enzym có thể vẫn xảy ra khi nhiệt độ khí ra không vượt quá 60°C và độ ẩm 30%, tuy nhiên do sự tăng mạnh nhiệt độ của giai đoạn này có thể gây ra sự vô hoạt của một số enzym khi độ ẩm của hạt vẫn còn cao.

(iii) Tăng nhiệt nhanh

Nhiệt độ của khí vào là 85°C đối với malt vàng, 95 - 105°C đối với malt đen. Quá trình này diễn ra trong 4 - 5 giờ sẽ tạo được hương thơm và độ ẩm mong muốn: malt vàng 4%, malt đen 2- 3%.

Những hợp chất màu hay hợp chất melanoidin là sản phẩm được tạo ra vào cuối quá trình sấy và chỉ cần sự khác nhau nhỏ về nhiệt độ có thể gây ra những ảnh hưởng lớn đến màu của malt. Với các hiểu biết rõ hơn về nitroamin đã cho thấy đốt cháy các chất lưu huỳnh trong giai đoạn sấy đầu tiên có thể giảm sự tạo thành các chất màu nói trên. Quá trình xông lưu huỳnh trong khi sấy cũng có ảnh hưởng tới chất lượng malt, đặc biệt là lượng nitơ hoà tan

(iv) Làm nguội

Cuối quá trình tăng nhiệt nhanh, malt phải được làm nguội ngay bằng quạt khí lạnh để giảm nhiệt độ của chúng xuống 30 - 35°C. Bảo quản malt quá nóng sẽ dẫn đến sự tăng màu của malt.

6.5.3.2. Máy sấy

* Khi chế tạo máy sấy người ta phải chú ý những nguyên tắc sau:

- Làm chủ các yếu tố nhiệt độ và quá trình sấy khô.
- Tiết kiệm nhiên liệu.
- Tránh nguy cơ hoả hoạn.

* Cấu tạo máy sấy gồm:

- Một hay nhiều ngăn bằng để dàn malt tươi.
- Một nguồn nhiệt.
- Một quạt gió thổi khí nóng qua lớp hạt malt tươi.

- Các thiết bị tiết kiệm năng lượng.

Nói chung, máy sấy được cấu trúc cao, ở tầng dưới có một lò sưởi, phía trên lò sưởi này là một khu vực gọi là phòng nhiệt để phân bố đều nhiệt từ lò đến ngăn dưới, sau đó lên các tầng trên nếu có 2 ngăn. Malt được đặt trên mỗi ngăn trong 24h. Phía trên của ngăn trên cùng có một mái vòm và một ống thông hơi. Mái vòm này phải được tách biệt với bên ngoài để tránh sự ngưng tụ hơi nước rồi rơi xuống malt.

* Người ta có thể phân loại máy sấy theo:

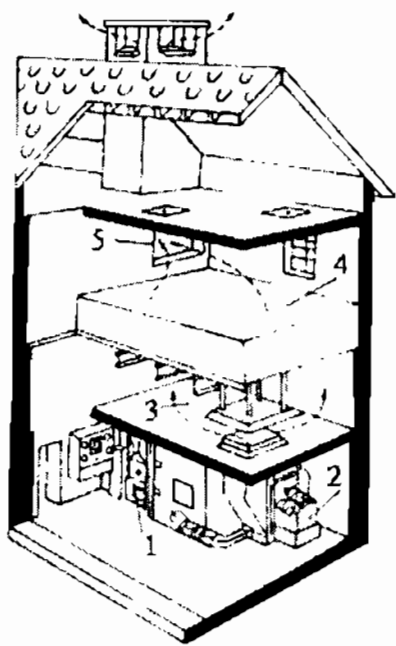
- Số ngăn (1 - 2 - 3).
- Phương pháp đun nóng (trực tiếp - gián tiếp) hay độ tiết kiệm năng lượng.
- Hệ thống thông gió (hút, đẩy hay kết hợp).
- Hình dáng máy sấy (chữ nhật hay tròn).

Thông thường người ta có thể vừa dùng để nảy mầm vừa để sấy trên cùng một ngăn của máy sấy.

(i) Máy sấy một tầng (hình 6.17)

Thiết bị sấy 1 tầng khá đa dạng. Do lượng không khí nóng dùng để sấy malt khá lớn và được điều chỉnh nhiệt độ tốt nên thiết bị này có thể sấy lớp malt dày đến 1m và không cần đảo. Malt sau khi sấy có thể được tháo bằng cách nghiêng sàn.

Thiết bị này gồm 3 bộ phận chính là bộ phận cấp nhiệt, lưới sấy tự đỡ và quạt nén công suất lớn. Khí nóng được điều chỉnh nhiệt độ bằng cách phối trộn với không khí và thổi trực tiếp qua lớp malt (đun nóng trực tiếp).



- 1- Hệ thống cấp nhiệt;
- 2- Quạt gió;
- 3- Khí đốt;
- 4- Lớp malt tươi;
- 5- Khí thải.

Hình 6.17. Thiết bị sấy malt tươi một tầng.

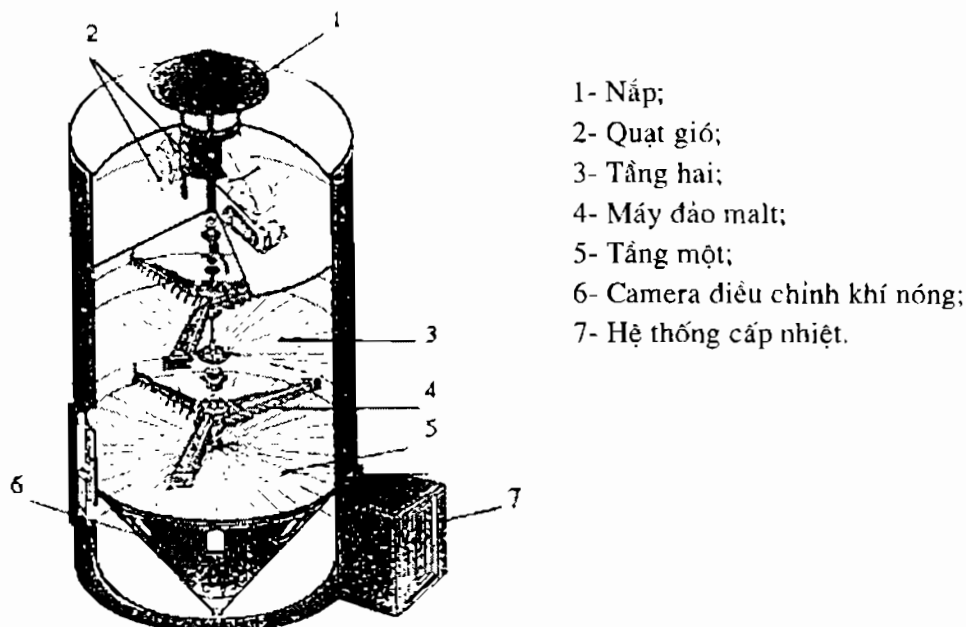
(ii) Máy sấy hai tầng (hình 6.18)

Thiết bị sấy hai tầng thường được xây dựng theo kết cấu nhà nhiều tầng, có độ cao từ 20 - 25 m, thiết diện hình vuông hoặc hình chữ nhật.

Tầng dưới cùng của nhà sấy là nơi đặt bếp lò nối tiếp với một khoang (có thể là một tầng) có vai trò đốt nóng không khí. Trong khoang có hệ thống đường ống dẫn khí được đốt nóng từ lò lên, đường kính khoảng 0,5 - 1,0 m. Diện tích đốt nóng của đường ống này thông thường lớn gấp 5 - 6 lần diện tích của mặt bằng sấy (phần rải lớp malt). Nhiệt độ sấy được điều chỉnh trong khoang bằng cách trộn không khí nóng và lạnh từ ngoài trời vào.

Tầng 1 và tầng 2 của thiết bị là nơi để đổ malt tươi. Hai tầng này được thiết kế từ những sợi thép hình tròn hay hình khối thiết diện chữ nhật. Thiết diện sống của lưới chiếm khoảng 30 - 35% diện tích mặt sàng. Việc đảo malt được thực hiện bằng máy đảo chuyên dụng, tốc độ đảo malt khoảng 0,004 m/s.

Trên cùng của thiết bị là ống thông hơi (ống khói, ống thông gió). Ở cổ của ống thông hơi có gắn van điều chỉnh cửa mở. Trong nhiều trường hợp, ở đây có thể gắn thêm 1 - 2 quạt gió hỗ trợ để hút gió ra ngoài khi sấy kiệt (cần thông gió mạnh). Chiều cao của ống khói thường từ 8 - 10 m, diện tích tiết diện ngang của nó vào khoảng 6% diện tích lưới sấy. Phía trên cùng của ống thông hơi có gắn 1 bộ phận dạng cổ ngỗng có thể quay theo chiều gió. Với cấu tạo như vậy, khí nóng thoát ra ngoài luôn được sự hỗ trợ của gió tự nhiên, làm cho quá trình thông gió trong thiết bị sấy đạt hiệu quả cao.



Hình 6.18. Thiết bị sấy malt tươi hai tầng.

Hoạt động:

Malt tươi được đổ và sấy đầu tiên ở tầng hai, đến giai đoạn cuối được đổ xuống sấy ở tầng một. Malt được chuyển từ tầng hai xuống tầng một bằng cách mở những rãnh hoặc lỗ trên sàn lưới. Độ dày của malt trên sàng vào khoảng 65 - 80 kg malt thành phẩm/m² sàn. Nhiệt độ sấy tối đa ở tầng hai là 50°C, ở tầng một là 75°C cho malt vàng và 105°C cho malt đen.

Máy sấy còn được phân loại theo dạng đun nóng: trực tiếp hoặc gián tiếp.

Với máy đun nóng trực tiếp, khí của lò đốt xuyên trực tiếp qua lớp hạt, nguồn nhiệt có thể là dầu hoặc gas. Hệ thống đun nóng được coi là kinh tế hơn cả trong đầu tư và trong tiêu thụ năng lượng đang được đặt ra do có vấn đề nitroamin, đặc biệt là liên quan đến khí nhiều.

Hệ thống đun nóng trực tiếp được coi là kinh tế hơn cả không chỉ trên quan điểm nhiệt nóng mà còn có ý nghĩa quan trọng khác như hàm lượng oxy thấp và hàm lượng khí CO₂ cao sẽ làm giảm một chút sự tổn thất trong quá trình sấy. Máy sấy phổ biến nhất thường sử dụng gas.

6.5.3.3. Vận chuyển malt vào và lấy ra khỏi máy sấy

Malt tươi được đưa vào máy sấy bằng một thiết bị vận chuyển hơi hoặc bằng một hệ thống nâng và vít tải bằng tải.

Một máy phân phối hạt sẽ tự động điền đầy máy sấy mà không cần sự tham gia của công nhân và không gây ra sự ùn tắc hạt.

Quá trình tháo hạt khỏi máy sấy có thể được thực hiện nhờ miếng bập bênh hoặc nhờ tấm chắn nghiêng. Với máy sấy hiện đại có công suất lớn, quá trình đưa malt vào và lấy malt ra được thực hiện bởi một hệ thống cơ bao gồm một vít nằm ngang bao tròn xung quanh trục máy sấy và chuyển động dọc xung quanh trục này.

6.5.4. Phương pháp sấy các loại malt

6.5.4.1. Sấy malt vàng

Do malt vàng có đặc điểm là màu vàng sáng, hương và vị ngọt nhẹ nên quá trình sấy thực chất chỉ là quá trình tách nước thông thường, một giải pháp cho quá trình bảo quản và chống hư hỏng của malt thành phẩm. Đặc điểm của quá trình sấy malt vàng là giảm nhanh độ ẩm của malt khi nhiệt độ sấy còn khá thấp:

- Giai đoạn 1 (sấy ở tầng 2 trong trường hợp thiết bị 2 tầng): Giảm độ ẩm từ 41 - 44% xuống còn 8 - 10% khi nhiệt độ tăng dần lên 45 - 50°C, trong khoảng 12 h. Để giảm nhanh độ ẩm, khối hạt phải được thông gió tối đa bằng cách mở tất cả các van thoát khí của quạt gió. Ở giai đoạn này, việc đảo malt được thực hiện 2h/lần. Sau 12h, malt được chuyển xuống tầng 1 để sấy tiếp còn tầng 2 lại tiếp tục được nạp malt tươi để sấy tiếp mẻ sau. Trong lúc chuyển malt và nạp malt mới phải dừng cấp nhiệt và mở hết tất cả các cửa thông gió.

- Giai đoạn 2: Giảm tiếp độ ẩm xuống 3,3 - 3,5% khi nhiệt độ tăng dần từ 40°C đến tối đa 75 - 80°C, trong khoảng 11 - 12 h. Chế độ sấy được thực hiện ở điều kiện tất cả các van thoát khí của quạt gió được mở và quạt làm việc liên tục (thông gió đến mức tối đa). Giai đoạn đầu, malt được đảo liên tục, sau đó đảo 11 lần/h, giai đoạn cuối lại đảo liên tục. Giai đoạn sấy 3 - 5h cuối (giai đoạn sấy kiệt) có bản chất gần giống như nướng nhưng ở nhiệt độ 75 - 80°C. Trong giai đoạn này, hàm ẩm của malt tiếp tục giảm và protein trong malt bị biến tính. Malt có protein biến tính trong giai đoạn sấy kiệt sẽ cho bia có độ bền keo lớn hơn, khả năng gây đục ít hơn, khả năng tạo và giữ bọt tốt hơn.

Điều quan trọng khi sấy malt vàng là nhiệt độ sấy không được vượt quá 40°C trước khi hàm ẩm của malt hạ đến 12 - 14%.

6.5.4.2. Sấy malt đen

Malt đen có đặc điểm là màu nâu sẫm, hương và vị ngọt đậm, tạo bia đen có màu nâu sẫm, độ nhớt cao, khả năng tạo và giữ bọt lớn. Tính chất này của malt hình thành từ giai đoạn ngâm và nảy mầm, đến giai đoạn sấy được tăng cường thêm và định hình cho thành phẩm. Để đáp ứng được yêu cầu cảm quan của malt đen, tiến trình sấy malt đen phải tuân thủ các nguyên tắc: chu kỳ sấy kéo dài, sấy ở nhiệt độ cao, đặc biệt là trong giai đoạn sấy kiệt, tương quan giữa nhiệt độ sấy và hàm ẩm của hạt phải tuân theo những quy luật nghiêm ngặt. Chu kỳ sấy của malt đen là 48h và nhiệt độ tối đa là 105°C.

- Giai đoạn 1: Malt tươi được đổ xuống tầng sấy (tầng 2 trong trường hợp máy 2 tầng) với độ dày 0,3 - 0,35 m. Giai đoạn sấy đầu kéo dài khoảng 2 - 14 h với nhiệt độ tăng dần đến 40°C, tất cả van thông gió mở, đảo malt 2h/lần. Hàm ẩm của malt giảm xuống 20%. Trong 3 - 4 h tiếp theo, nhiệt độ nâng lên 60 - 65°C, đồng thời từ từ đóng các van thông gió và tăng số lần đảo malt. Chế độ này được giữ đến hết 14h sấy của giai đoạn 1.

- Giai đoạn 2: Chế độ sấy ở giai đoạn này (tầng 1 trong thiết bị sấy 2 tầng) bắt đầu ở nhiệt độ 50°C và hàm ẩm của hạt là 20%. Giai đoạn sấy trong 9 - 10 h đầu, nhiệt độ sấy giữ nguyên ở 50°C, hàm ẩm của malt giảm xuống 8 - 10%, tất cả các van thông gió mở hết cỡ, malt được đảo liên tục. Giai đoạn tiếp theo kéo dài đến hết thời gian sấy. Ở giai đoạn này, nhiệt độ được nâng lên, cửa thông gió dần dần đóng hết và tăng cường đảo trộn lớp malt (2h/lần). Trong 4 - 5h đầu của giai đoạn này, nhiệt độ nâng lên 75°C, còn hàm ẩm của hạt giảm xuống 5%. Trong 3 - 4 h tiếp theo, nhiệt độ được nâng lên 100 - 105°C và giữ cho đến hết chu kỳ. Hàm ẩm của malt chỉ còn 1,5 - 2%. Đây chính là giai đoạn sấy kiệt, bản chất là giai đoạn nướng malt. Trong giai đoạn này, thông gió không làm việc, quá trình thông gió hoàn toàn là tự nhiên và không sử dụng các biện pháp thông gió nhân tạo.

6.6. TÁCH RỄ VÀ ĐÁNH BÓNG MALT

6.6.1. Tách rễ

Malt sau khi đã sấy xong cần được loại bỏ rễ, bởi vì rễ malt có chứa nhiều hợp chất có thể gây ra cho bia vị đắng khó chịu. Người ta tách rễ malt nhờ một thiết bị chuyên dụng gọi

là máy đập rế (hình 6.19).

Việc loại bỏ rế cần phải được tiến hành ngay sau khi sấy vì:

- Công đoạn này góp phần làm nguội malt.
- Rế có tính háo nước cao nên sẽ hút nước rất nhanh khi đang còn khô nóng.

Máy đập rế gồm một tang quay hình trụ đục lỗ mắt sàng, bên trong có lắp các mái chèo bằng thép có thể quay nhanh được.

Tang quay được đặt trong một thùng kín. Khi tang quay, các hạt va đập vào nhau và vào thành tang, làm đứt rế malt. Rế lọt qua mắt sàng và được vít tải gom lại. Bụi được quạt gió hút ra ngoài và đưa đến bộ phận lọc. Có thể điều chỉnh hút khí nhờ một rãnh trượt.

Các mái chèo có hình xoắn nhẹ để có thể gạt các lớp hạt trong tang và đẩy lên phía trước. Đôi khi tang có thể quay bằng hoặc chậm hơn so với mái chèo, vì thế các hạt va đập vào thành ở các vị trí rất khác nhau và tang quay bị mòn đồng đều hơn.

6.6.2. Đánh bóng malt

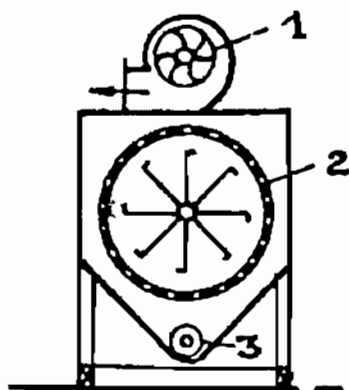
Người ta thường thực hiện luôn cả công đoạn ‘đánh bóng’ malt, bằng cách sử dụng một hệ thống chải đi hết các bụi bẩn và làm cho hạt malt trở nên bóng đẹp hơn.

Công đoạn này cần thiết đối với các người sản xuất malt công nghiệp để có thể đưa ra được một sản phẩm đẹp hơn là đối với người sản xuất bia vì họ chỉ làm malt nhằm đáp ứng nhu cầu sản xuất.

Việc đánh bóng malt không được thực hiện ngay sau khi tách rế mà được làm trước khi nghiền malt ở nhà máy sản xuất bia hoặc trước khi gửi malt đến các nhà máy sản xuất bia, vì nếu không hạt malt sẽ lại bị dính bụi do vận chuyển hoặc do các công đoạn sản xuất malt khác.

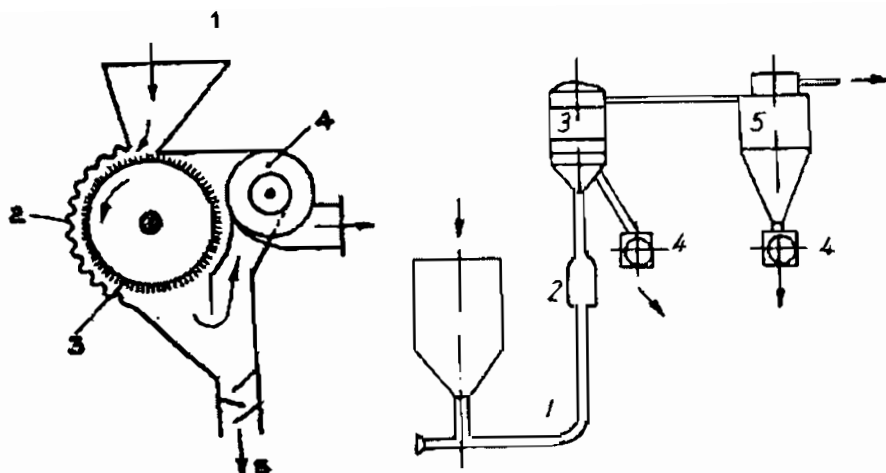
Đánh bóng malt không đem lại nhiều lợi ích cho các nhà máy bia, do lượng tạp chất nhỏ đã loại bỏ không có mấy ảnh hưởng đến chất lượng của bia. Tuy nhiên khi bắt đầu phải đóng thuế sản xuất bia thì người ra đã bỏ qua công đoạn này.

Malt được đánh bóng nhờ cọ xát giữa các chổi làm từ các sợi thực vật. Malt sẽ đi vào giữa hai chổi quay ngang, có khoảng cách có thể điều chỉnh được, hoặc giữa một chổi và một tang quay có lượn sóng (hình 6.20), đôi khi có thể malt được đánh bóng nhờ đi vào giữa một chổi và một sàng kim loại.



Hình 6.19. Máy đập rế:

1- quạt gió; 2- tang quay
và các mái chèo; 3- vít tải.



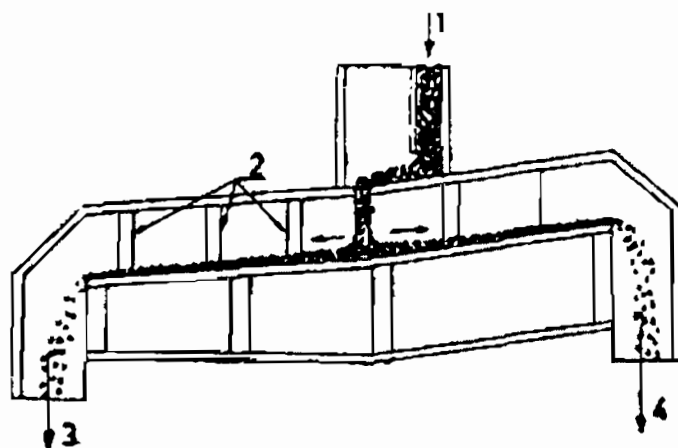
Hình 6.20. Máy đánh bóng malt:

1- phễu đổ malt; 2- tang quay có lượn sóng; 3- chổi quay; 4- quạt gió; 5- malt ra.

6.6.3. Loại bỏ các hạt cứng

Chúng ta đã nhìn thấy mối nguy hiểm của các hạt chưa nảy mầm hoặc các hạt trong có thể làm ảnh hưởng đến chất lượng của bia, vì thế người ta đã chế tạo ra các máy móc có thể loại bỏ được các hạt này. Nguyên lý hoạt động của thiết bị dựa trên sự khác nhau về tỷ trọng và độ đàn hồi giữa các hạt cứng và hạt xốp. Người ta gọi các máy này là bàn do tỷ trọng.

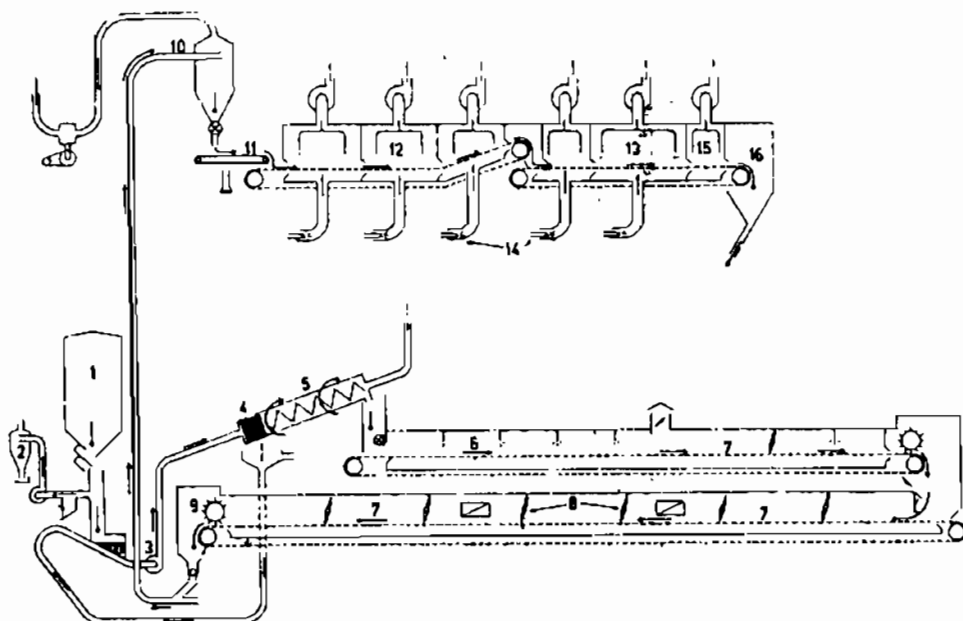
Mặt cắt của bàn do tỷ trọng được thể hiện ở hình 6.21.



Hình 6.21. Mặt cắt dọc bàn rung:

1- cửa đổ hạt; 2- hệ thống rung; 3- hạt cứng đi ra; 4- hạt xốp đi ra.

Hiện nay người ta đã bắt đầu thực hiện phương pháp sản xuất malt liên tục. Hình 6.22 chỉ ra một sơ đồ dây chuyền sản xuất malt liên tục của một số nhà máy Châu Âu.



Hình 6.22. Sơ đồ một dây chuyền sản xuất malt liên tục:

1- đại mạch vào; 2- xyclon; 3- bơm đại mạch cùng với nước; 4- rửa đại mạch; 5- làm ẩm đại mạch; 6- phun tưới đại mạch; 7- nảy mầm; 8- máy đảo hạt; 9- nơi malt tươi ra; 10- vận chuyển khí động malt tươi; 11- nạp malt vào máy sấy; 12- vùng sấy thường; 13- vùng sấy kiệt; 14- máy đốt; 15- vùng làm lạnh; 16- malt sấy ra.

Dây chuyền được thiết kế theo chiều ngang và được đặc trưng bởi một hệ thống tưới làm ẩm hạt tiếp theo một cách liên tục là quá trình nảy mầm. Điều này cho phép giảm được 1/4 thời gian ngâm và nảy mầm. Đại mạch đầu tiên được rửa sạch với một lượng nước lớn trong thiết bị hình trụ có lỗ, trong khoảng 2 giờ rưỡi. Sau đó đại mạch được đẩy lên nhờ một băng xoắn vào trong một hình trụ nghiêng khác, ở đây đại mạch được tưới nước làm ẩm. Đại mạch đã ngâm tiếp tục đi tới vùng nảy mầm nhờ một hệ thống băng chuyền có đục lỗ. Ở đây malt di chuyển chậm; sau khi đã nhuyển, malt được đưa vào thiết bị sấy liên tục nằm ngang. Quá trình sấy malt thường chỉ kéo dài trong 8 giờ. Người ta có thể điều chỉnh các điều kiện sản xuất malt bằng cách thay đổi nhiệt độ, thông khí và thay đổi độ ẩm trong tất cả các bước của quá trình.

Tất cả các công đoạn tính từ khi đại mạch vào cho đến khi malt ra chỉ mất khoảng 4 ngày.

6.7. THỂ TÍCH CHỨA ĐẦY

100 kg đại mạch chiếm thể tích:

- Đại mạch sạch khô: 170 lít.
- Đại mạch sau khi ngâm: 250 lít.
- Đại mạch sau 1 ngày nảy mầm: 260 lít.
- Đại mạch sau 2 ngày nảy mầm: 270 lít.
- Đại mạch sau 3 ngày nảy mầm: 320 lít.
- Đại mạch sau 4 ngày nảy mầm: 370 lít.
- Đại mạch sau 5 ngày nảy mầm: 380 lít.
- Đại mạch sau 6 ngày nảy mầm: 360 lít.
- Ở khay trên cùng của TB sấy: 190 lít.
- Malt sấy khô chưa loại rế: 180 lít.
- Malt sấy khô đã loại rế: 160 lít.

6.8. TỶ LỆ TỶ LỆ TRONG QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT MALT

Là khối lượng chất bị mất đi khi ngâm 100 kg hạt đại mạch, bao gồm các tổn thất tính theo chất khô:

- Hao tổn do ngâm: 1%.
- Hao tổn do rế: 2,5 - 5%. Rế bao gồm 24 - 34% protein.
- Hao tổn do hô hấp (malt vàng): 4 - 7%.
- Hao tổn do giảm độ ẩm. Độ ẩm hạt là 12 - 15%, độ ẩm của malt là 4%.

Nói chung, 100 kg hạt có độ ẩm 15% sẽ thu được 79 - 81 kg malt vàng chưa tách rế với độ ẩm 4%. Trong trường hợp malt đen thì sự mất mát này cao hơn, độ ẩm cuối cùng thấp hơn. Ta thu được 74 - 77 kg malt đen với độ ẩm là 2,5 - 3,5% khi ngâm 100 kg hạt.

6.9. ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG MALT ĐẠI MẠCH

Cần phải kiểm tra chất lượng của malt để đảm bảo độ đồng đều của nguyên liệu đầu và để có thể đưa vào sản xuất đều đặn loại bia yêu cầu. Malt được đánh giá dựa trên 2 chỉ tiêu: vật lý và hoá học.

6.9.1. Chỉ số vật lý

Các chỉ số này cho biết về thời gian nảy mầm và độ nảy mầm có đồng đều hay không.

- *Khối lượng của 1000 hạt*: nằm trong khoảng từ 30 đến 44g. Chỉ số này đặc biệt quan trọng đối với người sản xuất malt vì sự khác nhau thu được giữa các loại malt và hạt đại mạch ban đầu nói lên sự hao hụt do hô hấp và do rế mọc quá dài khi sản xuất malt.

- *Độ trắng đục*: các hạt được cắt đôi để kiểm tra xem có bị trong hay không. Chỉ tiêu này để đánh giá mức độ nhuyển của hạt, tuy nhiên phương pháp xác định này còn chưa được chính xác.

- *Độ xốp*: malt càng xốp thì càng nhuyễn. Đo độ xốp cho phép kiểm tra độ nhuyễn vật lý của malt. Để đo độ xốp của malt người ta dùng xốp kế.

6.9.2. Chỉ tiêu hoá học

6.9.2.1. Độ ẩm

Độ ẩm của malt vào khoảng 4%, tuy nhiên để tiết kiệm năng lượng, xu hướng hiện nay là bảo quản malt ở độ ẩm 4,5%.

6.9.2.2. Hàm lượng chất chiết quy định

Thực hiện mẻ nấu theo quy ước chung. Hàm lượng chất chiết được xác định trong phòng thí nghiệm, cố gắng thực hiện ở quy mô nhỏ nhưng với điều kiện giống như trong phân xưởng nấu.

Đầu tiên nghiền malt bằng máy nghiền quy định, sau đó hoà với nước ở 45°C và giữ trong 30 phút. Tăng nhiệt độ đến 70°C, giữ 1h rồi lọc, sau đó xác định lượng chất hoà tan bằng cách đo tỷ trọng và tính lượng chất chiết hay hiệu suất chiết. Hiệu suất ở xưởng nấu sẽ nhỏ hơn hiệu suất thu được trong phòng thí nghiệm nhưng trong trường hợp này chúng ta không rửa lại bã, do đó 2 hiệu suất sẽ gần giống nhau. Thường thì chất chiết của malt đại mạch 2 hàng thường vào khoảng 80 - 82% chất khô. Cần phải trừ đi một ít đối với malt đại mạch mùa đông.

6.9.2.3. Thời gian đường hoá

Quá trình đường hoá xảy ra khi cháo malt đạt 70°C. Người ta sẽ kiểm tra đường hoá bằng dung dịch iốt. Đây là phản ứng đặc trưng của tinh bột, hỗn hợp có màu nâu (màu của iốt) nếu tất cả tinh bột đã được chuyển hoá nghĩa là các phản ứng enzym đã xảy ra hoàn toàn. Thời gian đường hoá thường phải < 10 phút.

6.9.2.4. Mùi, vận tốc lọc, màu của dịch đường

Người ta thường ghi lại mùi và vận tốc lọc một cách khách quan. Trong một số trường hợp, sẽ rất cần thiết ghi lại vận tốc lọc bia khi quan sát thấy vận tốc lọc bị chậm và người làm bia cần phải quan tâm đến điều này.

6.9.2.5. pH

Giá trị pH của dịch chiết quy ước nằm trong khoảng 5,7 - 5,9. Bằng cách giảm pH, người ta sẽ tăng được độ hoà tan của các chất trong một mẻ nấu. Hơn nữa, biết giá trị của pH sẽ cho phép kiểm tra xem malt đã bị xử lý trong quá trình sản xuất hay chưa.

Trên thực tế, xử lý đường glucoza (phương pháp Bel-Malt) để tăng hàm lượng chất chiết hoặc xử lý bằng lưu huỳnh trong lò sấy sẽ làm hạ pH của dịch đường xuống còn 5,5 - 5,6.

Giá trị pH có mối liên quan với hàm lượng chất chiết vì khi pH = 5,6 thì hàm lượng chất hoà tan sẽ tăng được 0,5% so với khi pH = 5,9. Một số tác giả khác đã chỉ ra rằng hàm lượng chất chiết sẽ tăng được 0,2% khi ta giảm pH đi 0,1.

6.9.2.6. Nitơ hoà tan

Người ta xác định lượng protein hoà tan trong dịch đường phân tích bằng phương pháp Kjeldahl. Lượng trung bình thường gặp ở malt khô là 3,5 - 4,5% với hệ số 6,25. Tỷ lệ này tăng vào thời gian đầu, sau đó sẽ ổn định vào ngày thứ năm của quá trình ương mầm.

6.9.2.7. Nitơ α -axit amin

Axit amin là các hợp chất đơn giản nhất của protein. Người ta đánh giá chúng bằng phép so màu với ninhydrin trực tiếp trên dịch cần phân tích. Các axit amin được nấm men đồng hoá trực tiếp, vì vậy sẽ có lợi khi sử dụng nguyên liệu là các loại malt giàu axit amin.

Hàm lượng axit amin chiếm khoảng 120 đến 160 mg % malt khô.

6.9.2.8. Màu của dịch

Được xác định bằng cách so sánh bằng mắt thường màu của dịch phân tích với các dải màu trong phương pháp phân tích EBC. Giữa màu của dịch chiết và màu của bia thành phẩm có mối tương quan, vì vậy xu hướng hiện nay là sử dụng các loại malt cho dịch chiết sáng màu để sản xuất bia vàng.

6.9.2.9. Hiệu suất lên men tới hạn

Chỉ số này cho biết chất lượng của đường có trong dịch hèm. Bằng cách đưa vào trong dịch hèm một lượng dư nấm men bia, người ta có thể biết được hàm lượng đường có thể sử dụng bởi nấm men, có nghĩa là người ta tạo ra các điều kiện tốt nhất để không còn đường lên men trong dịch nữa. Người ta đã tính toán được còn lại khoảng 20% đường không lên men (dextrin và các hợp chất khác), nói cách khác hiệu suất lên men tới hạn đạt khoảng 80%. Nếu thấp hơn con số này chứng tỏ sự thủy phân tinh bột trong dịch hèm chưa đạt yêu cầu.

6.9.2.10. Kích thước bột nghiền

Chỉ tiêu này cho biết về độ nhuyễn của malt. Đối với mỗi mẻ nấu quy ước thì kích thước của nguyên liệu nghiền cũng được định sẵn: 90% nguyên liệu nghiền phải lọt qua sàng có lỗ 0,547 mm.

Trong các mẻ nấu bột nghiền thô có kích thước lớn, 30% nguyên liệu phải lọt qua sàng có lỗ 0,547 mm; người ta cũng đã thực hiện một mẻ nấu tương tự với nguyên liệu nghiền mịn, bằng cách này cho phép khẳng định độ lớn của bột nghiền có ảnh hưởng đến hiệu suất nấu hay không, nếu có thì có thể kết luận là malt vẫn chưa đạt được độ nhuyễn sinh lý yêu cầu.

Phân loại các giá trị:

- < 1,3 : độ nhuyễn rất tốt.
- 1,3 đến 1,9 : độ nhuyễn tốt.
- 2,0 đến 2,6 : độ nhuyễn trung bình
- 2,7 đến 3,3 : độ nhuyễn chấp nhận được
- > 3,3 : độ nhuyễn kém

Nếu sự khác nhau về hàm lượng chất chiết giữa nguyên liệu nghiền nhỏ và nghiền to là đáng kể thì cần phải nghiền malt nhỏ hơn trong phân xưởng bia để đạt được hàm lượng chất chiết lớn nhất, tuy nhiên như vậy quá trình lọc sẽ trở nên khó khăn hơn.

6.9.2.11. Protein tổng số

Người sản xuất bia không quan tâm nhiều đến loại malt có quá nhiều protein vì nhiều protein sẽ dẫn đến hàm lượng chất chiết ít và vì có mối tương quan giữa hàm lượng protein của malt và protein của sản phẩm cuối cùng là nguyên nhân gây đục keo cho bia.

Hàm lượng protein trong malt (protein biểu diễn qua nitơ với hệ số 6,25).

- Từ 10 đến 11% malt khô: rất tốt
- Từ 11 đến 11,5%: trung bình

Trong quá trình chế biến malt, hàm lượng protein tăng sau đó lại giảm dần. Chúng ta có thể giải thích hiện tượng này bằng cách xuất phát từ rễ malt. Lượng protein gần như ổn định trong quá trình chế biến malt nhưng giảm đi một lượng nhỏ ở cuối quá trình này mầm do bị mầm và rễ sử dụng.

6.9.2.12. Chỉ số Kolbach

Chỉ số này còn được gọi là chỉ số về độ nhuyển hoá học. Đây là tỉ số giữa lượng đậm hoà tan vào dịch đường và lượng đậm tổng có trong malt khô. Giá trị này nằm trong khoảng 35 đến 45%.

Kolbach đã đưa ra các giá trị sau:

- > 41% : malt có độ nhuyển rất tốt.
- 35 - 41% : nhuyển tốt.
- < 35% : độ nhuyển chưa đạt yêu cầu.

6.9.2.13. Hoạt lực diastaza

Người ta đo hoạt lực diastaza (amylaza) bằng cách đo lượng tinh bột tan đã chuyển hoá thành đường khử dưới tác dụng của các enzym có trong dịch chiết malt.

Hoạt lực diastaza chính là số gram maltoza được tạo ra khi thủy phân tinh bột có trong 100 g malt. Kết quả nhận được có đơn vị là Windish Kolbach (WK), nằm trong khoảng 200 - 250 WK.

Ở Mỹ người ta còn xác định chỉ số này theo độ LINTNER.

$$\text{LINTNER} = \frac{\text{WK} + 16}{3,5}$$

hoặc $\text{LINTNER} = 0,3 \text{ WK} + 4$

6.9.2.14. α -amylaza

Để xác định chỉ số này, ta cần loại bỏ hoạt động của β -amylaza bằng cách chuẩn bị tinh bột với một lượng dư α -amylaza từ ngày trước hôm làm thí nghiệm, nhờ vậy ta sẽ thu

được các dextrin giới hạn.

Người ta đo vận tốc phân cắt các dextrin giới hạn nhờ enzym có trong malt đại mạch bằng phép thử màu iốt và biểu diễn kết quả theo UD (đơn vị dextrin hoá): đó là lượng α -amylaza đã dextrin hoá tinh bột hoà tan khi không có mặt β -amylaza, ở vận tốc 1 g/l.h và ở 20°C. Malt chất lượng tốt thì chỉ số này nằm trong khoảng 30 - 35 UD.

Như vậy tùy theo loại bia cần sản xuất mà ta chọn mua loại malt tương ứng cho từng nhà máy bia khác nhau và cần xem xét, đánh giá chất lượng của malt theo các chỉ tiêu ở trên. Chất lượng của malt ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng của bia. Thông thường hoạt lực các enzym chính tăng lên khoảng 7 - 10 lần so với hạt đại mạch ban đầu.

Bảng 6.2. Tính chất đặc trưng của một số malt đặc biệt

Loại malt	Màu (EBC)	Độ ẩm (%)	Hàm lượng chất khô (%)
Malt Munich: Hàm lượng đường, axit amin cao, giàu protein.	14 - 16	< 4,5	79 - 90
Malt caramen: Được sản xuất ở các lò sấy. Ngọt, có hương caramel	27 - 30	6 - 7,5	77,5 - 79,5
Malt màu hổ phách: Malt sấy rồi rang 1 h (50 - 170°C). Mùi bánh quy dễ chịu, bia màu vàng đặc biệt.	55	< 2	78 - 80
Malt sôcôla: thời gian rang trong 2h ở 140°C. Màu sáng hơn malt cà phê.	1100	< 2	74 - 76
Malt cà phê hay malt đen Sấy ở 80°C rồi nâng lên 150 - 170°C rồi tiếp tục nâng tới 215°C để sản xuất bia loại Stout. Thời gian rang khoảng 20 phút.	1400 - 1600	< 2	74 - 77
Đại mạch rang (hạt đen) : Rang đến nhiệt độ 230°C trong 2 h 30 ph. Có mùi thơm cà phê.	1400 - 1600	< 2	65 - 70

Chương 7

QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT DỊCH ĐƯỜNG

7.1. NGHIÊN MALT

7.1.1. Mục đích

Nghiên nhỏ malt (theo từng mức độ kỹ thuật khác nhau) để khi đường hoá thu được nhiều chất hoà tan (chất chiết) nhất có lợi cho sản xuất và chất lượng thành phẩm, hạn chế các chất không có lợi tan vào dịch đường và sử dụng tốt nhất các thành phần của malt (chất hoà tan, vỏ...).

Nội nhũ là nguồn cung cấp cơ bản các chất hoà tan cho dịch đường, tùy mức độ phân huỷ của malt mà có mức độ nghiền mịn khác nhau.

Vỏ trấu được sử dụng như một chất trợ lọc dịch đường, và hạn chế các chất hoà tan của nó tan vào dịch đường (gây mùi vị không tốt); chỉ nên nghiền dập hay bẹp không nghiền mịn, đảm bảo tách hết nội nhũ khỏi vỏ. Trước khi nghiền phun một ít nước vào malt.

Malt có thể nghiền khô hay nghiền ướt, tùy thuộc thiết bị nghiền và công nghệ sản xuất bia.

7.1.2. Nghiền khô

Bột malt nghiền khô gồm: vỏ trấu, tấm thô, tấm mịn, bột malt. Thường sử dụng các máy nghiền có 1, 2 và 3 đôi trục.

Trong cùng một máy có thể chia ra: nghiền thô và nghiền mịn trên bằng cách dùng các máy rây thích hợp để đạt độ nghiền thích hợp cho từng loại malt.

Với malt có chất lượng trung bình, mức độ nghiền thích hợp thường là: Vỏ trấu 15 - 18%, tấm thô 18 - 22%, tấm mịn 30 - 35%, bột 25 - 35%, thành phần bột và tấm mịn nhiều gấp 2 - 3 lần tấm thô.

7.1.2.1. Thiết bị nghiền khô

(i) Máy nghiền 1 đôi trục

Máy nghiền 1 đôi trục hay còn gọi máy nghiền 2 trục chỉ được sử dụng ở những xưởng bia nhỏ bởi bột nghiền chỉ được nghiền với một chế độ nên không thể đạt thành phần tối ưu. Máy nghiền hai trục cũng không thể sử dụng cho nghiền ướt hoặc nghiền ẩm.

(ii) Máy nghiền hai đôi trục (hình 7.1)

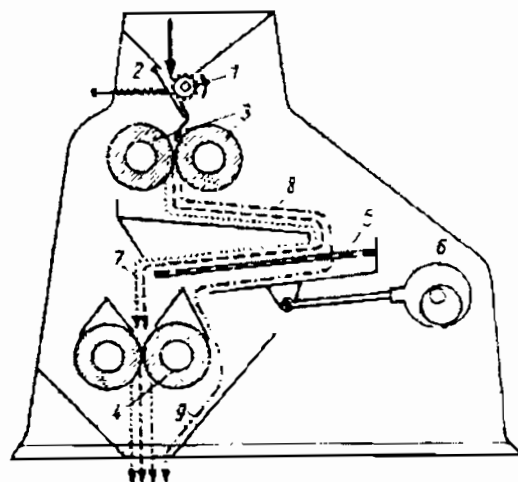
Các nhà máy có quy mô trung bình thường sử dụng loại máy nghiền này.

Cấu tạo:

Máy gồm đôi 2 trục. Trước tiên, bột được nghiền bởi đôi trục thứ nhất 3 thành dạng tấm

thô. Hỗn hợp bột nghiền này được phân loại bởi sàng rung 5, chỉ những hạt to và vỏ không lọt qua lỗ sàng mới tiếp tục được nghiền ở đôi trục thứ hai 4 (đối với máy nghiền hai đôi trục có sàng trung gian) hoặc tách bột khỏi vỏ bằng bộ phận đập quay để đạt hiệu quả nghiền ở đôi trục thứ hai mà không ảnh hưởng đến chất lượng bột nghiền.

- 1- Trục cấp liệu;
- 2- Malt vào;
- 3- Đôi trục nghiền thô;
- 4- Đôi trục nghiền lại vỏ;
- 5- Sàng rung;
- 6- Vỏ và tấm;
- 7- Hỗn hợp bột sau khi nghiền thô;
- 8- Bột mịn.



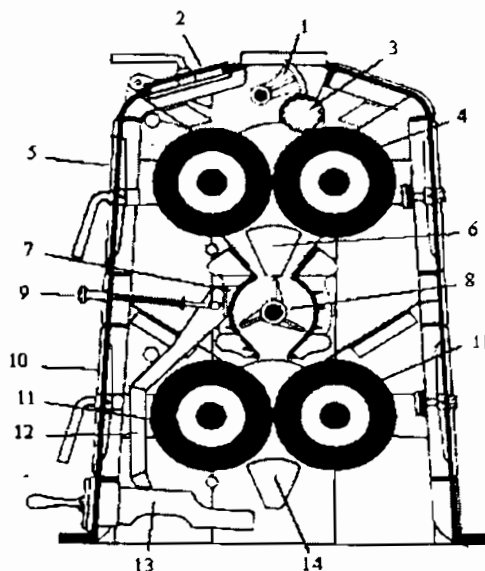
Hình 7.1. Thiết bị nghiền malt 2 đôi trục.

Nguyên lý hoạt động:

Malt từ trục cấp liệu xuống đôi trục nghiền 3. Thành phần hỗn hợp bột sau khi nghiền lần 1 gồm: vỏ 30%; tấm thô 50%; bột mịn 20%.

Phần bột mịn lọt qua lỗ sàng 5 đi ra ngoài theo 8. Tách bột ra khỏi vỏ khi qua đôi trục thứ hai 4. Sau khi nghiền lần 2, thành phần bột nghiền như sau: vỏ 20%; tấm 50%; bột mịn 30%.

- 1- Van điều chỉnh dòng chảy của nguyên liệu;
- 2- Cửa kính quan sát;
- 3- Trục cấp liệu;
- 4- Đôi trục thứ nhất;
- 5- Cửa quan sát;
- 6- Bộ phận chống cháy nổ;
- 7- Van lấy mẫu;
- 8- Bộ phận đập tách vỏ;
- 9- Tay cầm của van lấy mẫu;
- 10- Cửa quan sát;
- 11- Đôi trục thứ hai;
- 12- Ống mẫu đi ra;
- 13- Ống chứa mẫu;
- 14- Bộ phận tránh cháy nổ.



Hình 7.2. Máy nghiền hai đôi trục có bộ phận đập tách vỏ, không sàng.

(iii) Máy nghiền ba đôi trục (hình 7.3)

Loại máy nghiền này được sử dụng rộng rãi trong các nhà máy bia lớn hiện nay.

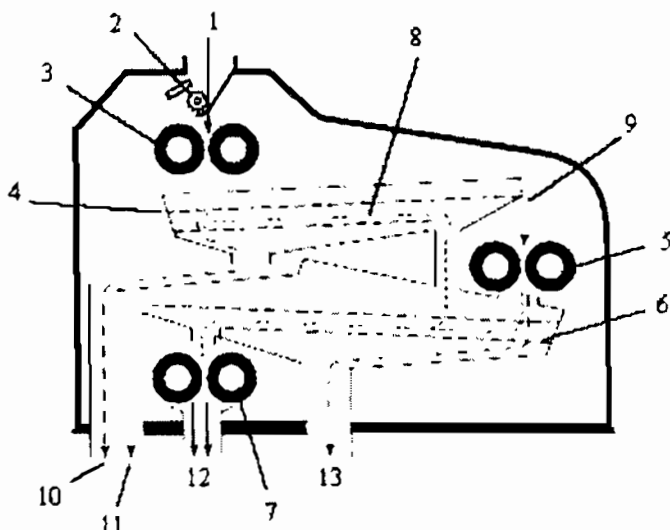
Cấu tạo:

Máy gồm 3 đôi trục nghiền trong đó đôi trục thứ nhất nghiền sơ bộ, đôi trục thứ hai nghiền lại vỏ và đôi trục thứ ba nghiền lại bột. Dưới mỗi đôi trục nghiền có lắp hệ thống sàng rung 5 và 6 có kích thước lỗ sàng khác nhau để phân loại bột nghiền thành 3 phần: vỏ, tấm thô và bột mịn.

Chiều dài trục trong khoảng từ 0,4 m (xưởng bia nhỏ) đến 1,5 m (nhà máy lớn), khoảng cách giữa hai trục có thể điều chỉnh trong khoảng 0 - 2,5 mm.

	Vận tốc (vg/ph)	Khoảng cách 2 trục (mm)
Đôi trục 1	400 - 420	1,3 - 1,5
Đôi trục 2	400	0,7 - 0,9
Đôi trục 3	380 - 440	0,3 - 0,6

- 1- Malt vào;
- 2- Van điều chỉnh lượng nguyên liệu;
- 3- Đôi trục nghiền thứ nhất;
- 4- Sàng phân loại thứ nhất (lỗ to);
- 5- Đôi trục nghiền thứ hai;
- 6- Sàng kép phân loại thứ hai (lỗ bé);
- 7- Đôi trục nghiền thứ ba;
- 8- Tấm thô không lọt qua sàng thứ hai 6;
- 9 và 13- Bột thô không lọt qua sàng thứ nhất 4;
- 10- Bột mịn;
- 11- Vỏ trấu còn bột;
- 12- Tấm.



Hình 7.3. Máy nghiền 3 đôi trục.

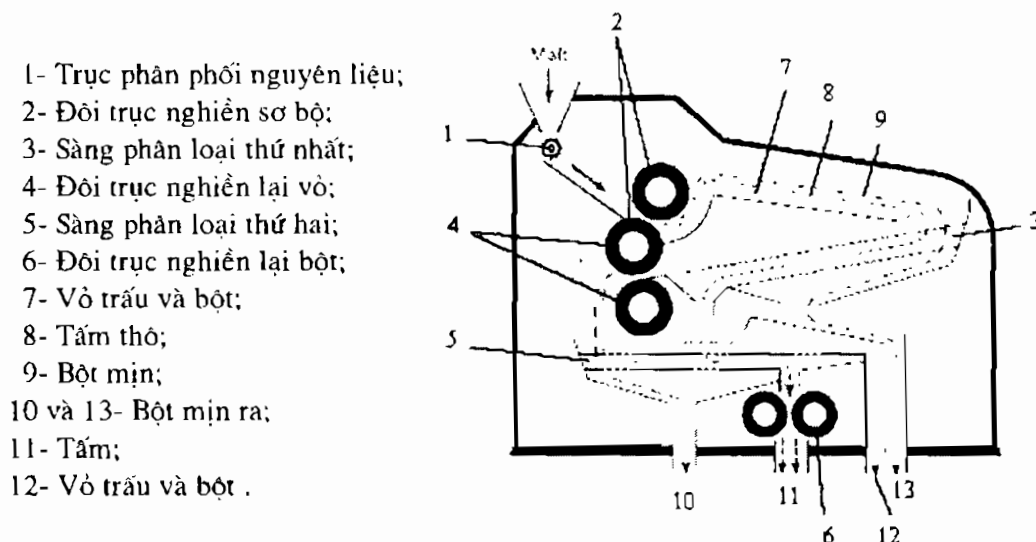
Nguyên lý hoạt động:

Malt qua trục phân phối 2 vào đôi trục nghiền thô 3. Phần bột mịn lọt qua cả hai sàng phân loại 4 và 6 ra ngoài theo 10. Phần vỏ và tấm không lọt qua sàng 4 được nghiền tiếp ở đôi trục thứ hai 5, ở đây phần lớn bột được tách khỏi vỏ trấu. Hỗn hợp bột nghiền lại được phân loại bởi sàng 6. Phần vỏ và bột không lọt qua lỗ sàng 6 ra ngoài theo 11, phần bột mịn lọt qua sàng ra ngoài theo 13, chỉ có phần tấm lọt qua sàng phía trên sẽ được nghiền lại bởi

đôi trục thứ 3, 7 rời ra ngoài theo 12. Hiệu suất thu hồi chất hoà tan của bột nghiền lớn hơn 0,5 - 1% so với bột nghiền của máy nghiền 2 đôi trục.

Thành phần bột nghiền gồm vỏ 15%; bột mịn 32%; tấm 50%.

Tương tự máy nghiền 3 đôi trục, loại máy nghiền 5 đôi trục cũng từng được sử dụng nhiều (hình 7.4). Về nguyên tắc máy nghiền 5 trục hoạt động giống máy nghiền 3 đôi trục, trong đó 1 đôi trục hoạt động chung cho cả hai chức năng: đôi trục nghiền sơ bộ và đôi trục nghiền vỏ. Hiện nay loại máy nghiền này không còn được sử dụng nữa.



Hình 7.4. Máy nghiền 5 trục.

Dù là máy nghiền 1, 2 hay 3 đôi trục, dù được thiết kế và lắp ráp khác nhau thì đều phải đảm bảo bột nghiền thu được sau khi nghiền sơ bộ không còn hạt nguyên, sau khi qua trục nghiền vỏ thì bột phải được tách gần hết khỏi vỏ mà vỏ không bị nát.

Trục cấp liệu

Để nghiền tốt cần đưa nguyên liệu vào khe nghiền đúng kỹ thuật để đạt hiệu quả nghiền. Cần đảm bảo dòng malt vào chậm, dọc theo chiều dài trục nghiền và có sự bù trừ tự động cho những dao động có thể xảy ra. Bởi vậy mọi máy nghiền đều cần có trục cấp liệu. Trục có khía rãnh, các rãnh cùng vận tốc quay và khoảng cách giữa các trục xác định lượng malt chảy xuống.

Trục nghiền

Trục nghiền có ảnh hưởng to lớn đến chất lượng bột nghiền. Cấu tạo và vị trí trục nghiền liên quan đến nhau và phải tuân thủ các yêu cầu kỹ thuật.

Ngày nay, trục nghiền được chế tạo bằng đúc ly tâm hoặc đúc tời nên có bề mặt rất cứng, chắc chắn. Đường kính trục nghiền thường khoảng 250 mm, không nên nhỏ hơn nếu

không góc nhận hạt quá nhỏ và hoạt động kém hiệu quả.

Rãnh: các trục nghiền đều có khía rãnh, khoảng 600 - 900 rãnh, các rãnh này không song song với trục của trục nghiền, đan chéo nhau ở phần cuối trục. Các rãnh trên các trục của một cặp thì xen kẽ tương ứng với nhau.

Hai trục của một cặp được lắp song song với nhau thì mới thực hiện nghiền được. Để truyền động: một trục được lắp cố định và được truyền động bằng dây cáp hoặc trực tiếp. Trục thứ hai được truyền động bởi trục thứ nhất. Bằng cách này, các trục không bị hỏng khi có vật cứng lẫn vào khối hạt nghiền.

Các máy nghiền hiện đại có bộ phận truyền động riêng cho các đôi trục. Một trục có thể tháo rời được truyền động bởi một cặp bánh răng lắp phía sau có tốc độ phù hợp. Cặp bánh răng này thường chế tạo bằng nhựa nên không cần tra dầu mỡ.

Tỉ lệ tốc độ quay của hai trục trong một cặp trục nghiền thường là 1,25 : 1, nhờ vậy tốc độ nghiền đạt nhanh hơn. Nếu các trục không khía rãnh thì việc nghiền được thực hiện nhờ sự chênh lệch tốc độ của chúng. Các vật cứng rất dễ làm hỏng trục nghiền, bởi vậy thường lắp bộ phận loại bỏ đá, sỏi trước khi nghiền.

Năng suất các máy nghiền hiện đại có thể lên tới 14 t/h, việc chuẩn bị bột nghiền cho 1 mẻ nấu chưa đến 1 giờ.

(iv) Nghiền búa (hình 7.5)

Máy nghiền búa thường dùng để nghiền nguyên liệu thay thế như gạo, ngô, tạo bột mịn. Với loại máy lọc hiện đại có sử dụng vải lọc polypropylen, lỗ vải lọc có kích thước nhỏ với độ dày chỉ khoảng 4 cm, vì thế không cần vỏ trấu làm lớp lọc thì có thể nghiền malt bằng máy nghiền búa.

Cấu tạo

Gồm đế máy vững chắc, bên trong có trục, búa và sàng. Trục rôto được thiết kế sao cho chịu được va chạm mạnh và trục này phải được nâng vững chắc, có thể quay đến tốc độ 1500 vg/ph. Các búa và sàng có thể thay thế được khi mòn. Tính ì của rôto khiến phải mất 20 - 30 phút để dừng lại.

Trước khi malt được đưa vào nghiền, cần loại bỏ mọi tạp vật bằng sắt để không tạo tia lửa, bởi nếu không sẽ có nguy cơ cháy các hạt bụi trong đó gây hỏng sàng và trục.

Để loại bỏ các tạp vật kim loại lẫn trong nguyên liệu, người ta thường lắp nam châm ngay cửa nguyên liệu vào.

Nguyên lý hoạt động:

Malt đôi khi được trộn lẫn với nguyên liệu thay thế với tỷ lệ xác định, trục phân phối nguyên liệu đưa hạt vào buồng. Các búa quay xung quanh trục rôto với vận tốc 60 - 100 vg/ph, do vậy mà hạt bị đập nhỏ ra, ở đây có quạt thông gió thổi mạnh. Buồng nghiền có thể

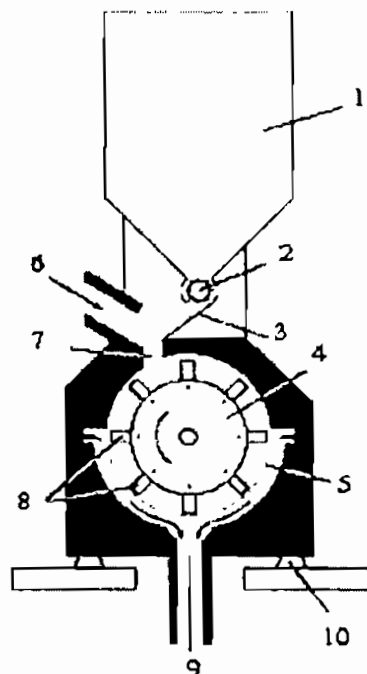
đặt đứng hoặc nằm ngang. Malt trước khi vào buồng nghiền cần đảm bảo sạch các tạp vật như đá, sỏi, các mảnh kim loại.

Hạt được nghiền thành bột mịn sao cho các hạt bột chui qua lỗ sàng vào đều dọc theo chiều dài của trục quay. Theo thời gian chiều quay của trục có thể đảo ngược tự động để tránh bị mòn một bên.

Khi sử dụng máy nghiền búa, năng suất đường hóa tăng, cặn tạo thành ít hơn, nhưng bột bị nghiền mịn nên tạo β -glucan trong dịch đường gây khó lọc.

Hình 7.5. Nguyên lý vận hành máy nghiền búa.

- 1- Phễu chứa nguyên liệu;
- 2- Trục phân phối nguyên liệu;
- 3- Máng trượt;
- 4- Roto;
- 5- Sàng;
- 6- Không khí vào;
- 7- Hạt vào bộ phận nghiền;
- 8- Búa;
- 9- Bột nghiền ra;
- 10- Sàng chống rung.



(v) Nghiền khô mịn

Kỹ thuật này đối lập với những ý kiến đã có trước đây dựa trên việc sử dụng máy nghiền búa với sàng có kích thước 2,3 và 4 mm.

Thế hệ lọc ép mới (Meura 2001) dùng cho bột nghiền rất mịn: vỏ trấu 6%, tấm 51%, bột 42%.

Ưu điểm:

- + Thu được dịch đường rất trong.
- + Hiệu suất hoà tan bằng với hiệu suất của phòng thí nghiệm.
- + Thời gian nghiền một mẻ ít hơn 2h.
- + Bã rất khô (35% chất khô).

7.1.2.2. Kiểm tra bột nghiền

Độ mịn của bột nghiền được kiểm tra nhờ một máy plansichter. Đa số các máy

plansichter đều được trang bị 6 sàng xếp chồng lên nhau. Trong khi nghiền người ta chỉ quan tâm đến 3 thành phần: vỏ - tấm - bột. Tỷ lệ giữa 3 loại bột nghiền này như sau:

- Đối với nổi lọc:
 - + vỏ: 20 - 25%
 - + tấm: 45 - 55%
 - + bột: 20 - 30%
- Đối với máy lọc ép:
 - + vỏ: 12 - 15%
 - + tấm: 40 - 45%
 - + bột: 40 - 45%

Một tuần cần phải kiểm tra lại hàm lượng các thành phần bột nghiền ít nhất 1 lần. Tỷ lệ này có thể thay đổi tùy thuộc vào chất lượng của malt vào kiểu máy lọc sử dụng.

Lưu ý khi sử dụng:

- + Phải đảm bảo máy nghiền đang chạy với vận tốc cao nhất trước khi đưa malt vào nghiền.
- + Máy nghiền nằm ngang và có dây nối đất (đang điện).
- + Các trục phải được lắp đặt theo các nhà chế tạo, đặt song song với nhau, có răng khía luôn ở tình trạng hoạt động tốt và phải được kiểm tra một lần/năm trên suốt chiều dài của trục.
- + Sàng cũng cần phải được kiểm tra thường xuyên: độ cố định, khả năng tẩy dính, tình trạng các mắt sàng (1 lần/tuần).
- + Máy nghiền cần được vệ sinh sạch sẽ để tránh sự phát triển của vi sinh vật.

Ưu điểm của máy nghiền khô:

- Có thể nghiền trước khi nấu lâu được.
- Nghiền tốt các malt có độ nhuyển kém.
- Dễ vệ sinh.

Nhược điểm:

- Không giữ được nguyên vỏ.
- Khi nghiền bụi bay ra nhiều.
- Dung tích chứa trong thùng lọc nhỏ (190 kg/m^2).

7.1.3. Nghiền ướt

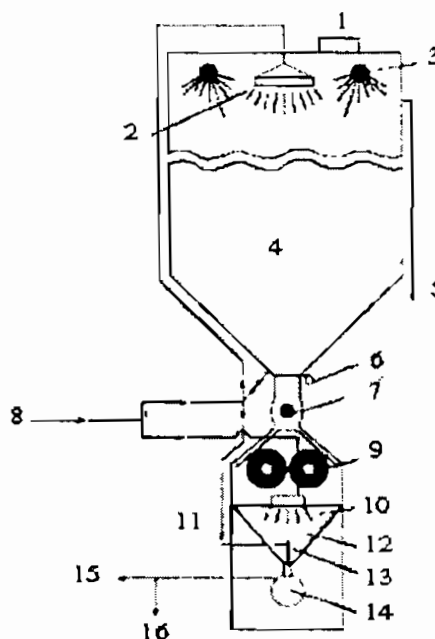
Khi nghiền khô, ngay cả khi được giám sát kỹ thì vỏ trấu cũng bị phá hủy ít nhiều. Do vậy mà chức năng làm lớp vật liệu lọc của vỏ bị hạn chế. Tuy nhiên nếu malt được ngâm trước khi nghiền thì vỏ malt cũng giống như các thành phần của hạt sẽ hấp thụ nước và trở nên mềm và dai hơn. Các thành phần của malt bị nghiền ép dễ dàng tách ra khỏi hạt trong khi vỏ trấu hầu như không bị tổn hại, do vậy có lợi cho quá trình tách chiết, trong khi đó thì

các thành phần của hạt được nghiền mịn nên các thành phần được sử dụng tốt hơn.

7.1.3.1. Thiết bị nghiền ướt có ngâm (hình 7.6)

Nguyên liệu hạt được ngâm trong phễu chứa. Nước sử dụng để ngâm hạt có nhiệt độ 30 - 50°C và thời gian ngâm 10 - 30 phút. Sau khi ngâm, rút hết nước ra khỏi malt, có thể thu hồi để tái sử dụng. Thời gian ngâm nước tùy thuộc giống đại mạch để nước thấm vào trong hạt. Malt cần được làm sạch trước khi ngâm. Malt sau khi ngâm đạt độ ẩm 30% nên các thành phần của hạt trở nên mềm, vỏ trấu dai hơn. Sau đó khối hạt ướt được nghiền nhẹ nhàng bằng đôi trục nghiền to (đường kính 400 mm, vận tốc quay 440 vg/ph, khoảng cách giữa 2 trục 0,3 - 0,45 mm).

- 1- Malt vào;
- 2- Vòi phun nước;
- 3- CIP;
- 4- Phễu ngâm malt;
- 5- Nước chảy tràn;
- 6- Nắp ngăn;
- 7- Trục cấp liệu;
- 8- Nước;
- 9- Cặp trục nghiền;
- 10- Vòi nước nấu;
- 11- Nước sau ngâm malt;
- 12- Bường trộn;
- 13- Cánh đảo trộn;
- 14- Bơm;
- 15- Hỗn hợp bột nghiền vào nồi nấu;
- 16- Nước thải.



Hình 7.6. Thiết bị nghiền ướt.

Phân nghiền có thể dùng 2 hoặc 4 trục nghiền. Nếu ngâm malt không đều, thì những phần cứng trong hạt không đủ mềm để phá vỡ. Phương pháp nghiền ướt làm tăng thể tích bã, dẫn tới thể tích dịch hèm tăng và lớp bã khi lọc dịch đường trở nên xốp hơn. Malt nghiền bằng phương pháp nghiền ướt cho ít chất chiết hơn nghiền ẩm. Thiết bị nghiền ướt phải luôn vệ sinh sạch sẽ, đầu tiên rửa thiết bị bằng nước nóng để tiêu diệt vi sinh vật. Nếu bỏ nước ngâm đi thì sẽ có một lượng chất chiết thất thoát theo đó, có thể sử dụng nước ngâm làm nước nấu, nhưng có thể tạo nên mùi lạ. Cần phải cho nước vào khối bột nghiền ngay sau khi nghiền và trộn đều, rồi chuyển vào thiết bị nấu. Ưu điểm của hệ thống nghiền ướt là năng suất nghiền tăng, lọc dịch đường nhanh, vị bia dịu hơn. Mặt khác, thiết bị nghiền này không linh hoạt và có những bất cập khác.

Trong thực tế, người ta đã đầu tư nhiều kiểu nghiền ướt khác nhau. Người ta nghiền malt ngâm trong nước bằng máy nghiền đĩa, bột nghiền rất mịn phù hợp cho việc sử dụng máy lọc dịch đường Meura 2001. Các đĩa nghiền có đường kính 600 mm, tốc độ 1275 vg/ph. Khoảng cách giữa các đĩa thay đổi trong khoảng 0,35 - 0,55 mm. Khoảng cách giữa các đĩa càng nhỏ thì bột nghiền càng mịn, nhưng năng lượng tiêu thụ tăng. Để tránh oxy hóa, cần khử không khí trong nước và dùng khí trơ để bài khí khỏi malt. Với malt ướt có thể sử dụng nghiền búa sẽ cho khả năng lọc tốt và năng suất chiết cao.

Ưu điểm:

- + Vỏ trấu được bảo toàn.
- + Dung tích chứa trong thùng lọc lớn hơn (280 - 330 kg/m²).

Nhược điểm:

- + Nghiền không tốt những loại malt chưa nhuyển.
- + Ngâm không đều.
- + Hoạt lực enzym và hoạt lực sinh học không được kiểm soát trong thùng ngâm. Chi phí đầu tư lớn/ 1 máy nghiền cho 1 nồi nấu. Nảy sinh những vấn đề về ăn mòn và vệ sinh thiết bị.

7.1.3.2. Nghiền ướt không ngâm

Kỹ thuật này được phát triển nhằm kết hợp những ưu điểm của hai phương pháp nghiền khô và nghiền ướt và giảm bớt những hạn chế của phương pháp nghiền ướt.

Những đặc trưng cơ bản của máy nghiền này như sau:

Malt khô được chứa trong phễu, khi malt đi xuống ống hình trụ đặt ngay trên máy nghiền thì được phun nước nóng 80°C trong khoảng 40 giây. Vỏ trấu được làm ẩm tới 20%, nội nhũ vẫn khô. Khoảng cách giữa hai trục được thu hẹp từ 0,4 xuống 0,2 mm.

Những ưu điểm được cải thiện như sau:

- Giảm thời gian thao tác.
- Toàn bộ malt được đồng hoá ở cùng một điều kiện.
- Vỏ trấu được bảo toàn như trong xay ướt.
- Nội nhũ vẫn được nghiền mịn ngay cả khi malt có một phần chưa nhuyển.
- Cùng một dung tích chứa đầy trong thùng lọc (280 - 330 kg/m²) với nghiền ướt.
- Hệ thống này có thể lắp thêm vào trong các thiết bị nghiền ướt.

7.1.4. Nghiền ẩm

Để khắc phục các nhược điểm của nghiền khô và ướt, người ta ngâm ẩm malt trước khi nghiền, như vậy vỏ trấu cũng như các thành phần khác hút ẩm và trở nên mềm và dai hơn. Các thành phần trong malt dễ dàng tách khỏi vỏ trấu mà vỏ trấu được bảo toàn khi nghiền, do vậy quá trình lọc dịch chiết sẽ tốt hơn. Bên cạnh đó, các thành phần trong malt được nghiền tốt hơn.

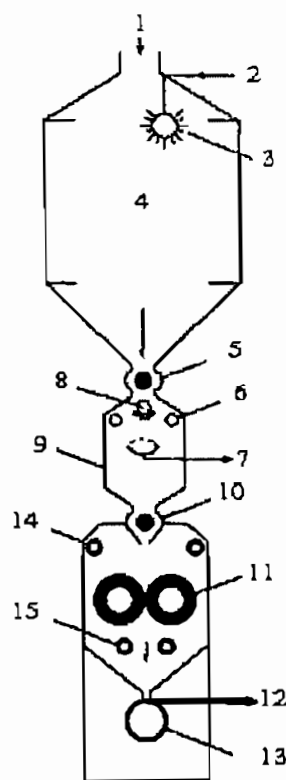
Malt được làm ẩm trước khi nghiền là một bước cải tiến, nguyên lý hoạt động của máy được thể hiện trên hình 7.7.

7.1.4.1. Thiết bị nghiền có điều chỉnh độ ẩm

Cấu tạo:

Gồm vỏ máy, thùng kín chứa malt có đáy hình nón. Phần quan trọng nhất của máy là đôi trục nghiền chế tạo bằng thép không gỉ có đường kính 290 - 420 mm, khoảng cách giữa 2 trục rất nhỏ 0,2 - 0,5 mm. Cũng có nơi sử dụng 4 trục. Máy có 2 trục điều chỉnh lượng nguyên liệu: 1 dùng điều chỉnh lượng nguyên liệu xuống phần ngâm ẩm và 1 dùng điều chỉnh lượng nguyên liệu xuống cặp trục nghiền. Hệ thống bao gồm cả vòi phun nước và các vòi CIP được sử dụng để ngâm malt và làm sạch thiết bị.

- 1- Malt vào;
- 2- Nước;
- 3- Quả cầu CIP;
- 4- Thùng chứa malt;
- 5- Trục cấp nguyên liệu;
- 6, 14- Vòi CIP;
- 7- Nước sau khi ngâm;
- 8- Nước phun ẩm malt;
- 9- Buồng ngâm ẩm;
- 10- Trục cấp nguyên liệu ẩm;
- 11- Cặp trục nghiền;
- 12- Hỗn hợp bột nghiền;
- 13- Bơm;
- 15- Vòi cấp nước nấu.



Hình 7.7. Máy nghiền có điều chỉnh độ ẩm.

Nguyên tắc hoạt động

Malt đã định lượng được chứa trong thùng chứa malt. Sau đó được chuyển tới khoang phun ẩm hoặc trục điều chỉnh độ ẩm hoặc máng ngâm với lưu lượng được điều chỉnh bằng trục điều chỉnh lượng malt. Ở khoang ngâm ẩm, phun nước ẩm hoặc nước nóng trong một khoảng thời gian ngắn, thường nhiệt độ nước là 60 - 80°C trong 45 - 60 giây, hoặc 50 - 70°C trong 60 - 120 giây. Nước phun vào malt chảy ra ngoài được thu lại để tái sử dụng. Lượng nước sử dụng phun malt thường là 30 - 80 lít/100 kg.

Trong quá trình phun ẩm này hàm lượng nước trong malt tăng lên đến 18 - 22%, malt trương nở 30 - 35% do vậy mà các enzym của malt được hoạt hoá nhẹ nhàng.

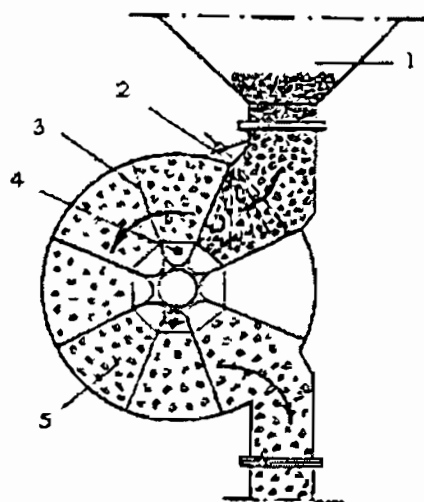
Malt ẩm tiếp tục được đưa xuống cấp trục nghiền. Ngay sau khi nghiền, bột nghiền được cấp thêm nước và hỗn hợp bột nghiền được bơm vào nồi nấu.

Có thể bổ sung axit lactic để điều chỉnh pH dịch hèm ngay ở giai đoạn này. Sau mỗi mẻ, tất cả các bộ phận tiếp xúc với malt được vệ sinh bằng các vòi CIP.

Nhược điểm của phương pháp nghiền ẩm này là không khí xâm nhập vào dịch hèm, tạo cơ hội cho những phản ứng oxy hóa không mong muốn xảy ra. Để khắc phục nhược điểm này, người ta nạp đầy khí CO₂ hoặc N₂ vào thùng chứa malt.

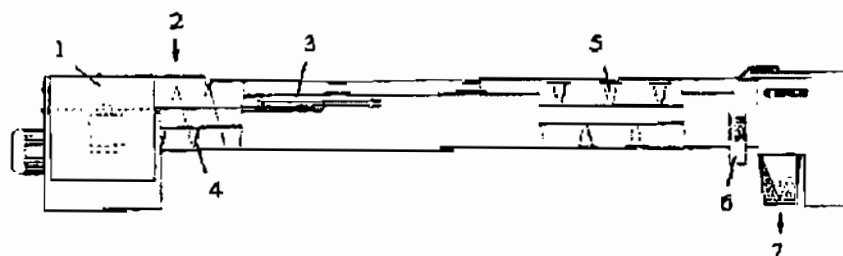
Ưu điểm của hệ thống nghiền ẩm là sau khi nghiền vỏ trấu được bảo toàn và phần nội nhũ được nghiền đủ. Toàn bộ quá trình nghiền có điều chỉnh độ ẩm mất 20 - 30 phút.

Để điều chỉnh độ ẩm malt, người ta còn thiết kế kiểu điều chỉnh độ ẩm malt kiểu bánh xoay tròn có vách ngăn (hình 7.8) thay thế cho trục ngâm ẩm malt (hình 7.9) (Kunze, 1996). Hệ thống cải tiến này đạt được hiệu quả nghiền cao hơn, vỏ trấu được bảo toàn tăng. Thể tích hạt bột và độ xốp của bã khi lọc dịch tăng, vì thế thời gian lọc dịch đường rút ngắn và hiệu suất chiết đạt được cao.



Hình 7.8. Bộ phận điều chỉnh độ ẩm malt kiểu xoay, có vách ngăn:

- 1- phễu chứa malt; 2- van điều chỉnh lượng nguyên liệu; 3- vách ngăn; 4- vòi phun nước làm ẩm; 5- malt ẩm.



Hình 7.9. Vít điều chỉnh độ ẩm malt:

- 1- bộ phận định lượng nước; 2- malt vào; 3- vòi phun nước; 5- các cánh đảo trộn; 4- vít vận chuyển malt; 6- van lấy mẫu; 7- malt ẩm ra.

7.1.4.2. Thùng chứa bột nghiền

Đối với nghiền ướt hay ẩm, bột sau khi nghiền phải chuyển ngay vào thiết bị đường hóa. Toàn bộ quá trình vận hành chỉ diễn ra trong khoảng thời gian ngắn, khoảng 20 - 30

phút. Còn trong trường hợp nghiền khô, bột nghiền có thể tích lại và bảo quản, nếu cần, trong một thời gian ngắn trước khi trộn với nước.

Do vậy mà thùng chứa bột được đặt giữa máy nghiền và thùng nấu. Thùng chứa bột có thể là hình khối chữ nhật hay hình trụ, có cửa lấy bột tự động. Bột nghiền khô chiếm 260 l/kg, trong khi bột nghiền ẩm chiếm 320 l/kg. Thùng chứa bột cần đủ lớn để chứa hết lượng bột nghiền cho mẻ nấu. Thể tích của thùng thường là 300 lít / 100 kg bột.

Bột nghiền được đưa vào thùng chứa bằng máng hoặc vít tải. Tất cả các thành phần bột nghiền cần được trộn đều, và không xáo trộn để tránh mất hương. Thông thường, thùng chứa bột được đặt phía trên thiết bị nấu. Thùng chứa có thể lắp hệ thống máng hoặc vít tải để đưa bột vào nhiều thiết bị nấu khác nhau, hoặc có thể dịch chuyển dễ dàng để có thể sử dụng nhiều thùng chứa bột khác. Mỗi thùng chứa đủ lượng bột cho một mẻ nấu.

Bột nghiền sẽ bị nóng lên khi trộn nước, vì thế nhiệt độ nước không được quá cao so với nhiệt độ bột nghiền để dễ kiểm soát nhiệt độ, tránh tình trạng vượt quá nhiệt độ tối ưu của các enzym, gây quá nhiệt cục bộ làm giảm hiệu suất đường hóa.

7.1.4.3. Đánh giá thành phẩm sau khi nghiền

Kiểm tra bột nghiền rất quan trọng để quá trình sản xuất bia được như ý. Việc kiểm tra chất lượng có thể kiểm tra trực tiếp bằng tay.

Lấy mẫu nhờ bộ phận lấy mẫu kèm theo mỗi thiết bị nghiền. Thường lấy khoảng 150 - 200 g mẫu, không nên lấy ít hơn để tránh lầm lẫn. Để đánh giá chính xác thì dùng các sàng phân loại tiêu chuẩn của phòng thí nghiệm.

Bột khô được đánh giá phân loại như sau:

**Bảng 7.1. Thành phần bột nghiền, dùng tiêu chuẩn EBC
(European Brewery Convention)**

Số hiệu sàng	Độ dày lưới (mm)	Độ rộng lỗ sàng (mm)	Thành phần
1 (16)	0,31	1,270	Vỏ trấu
2 (20)	0,26	1,010	Tấm thô
3 (30)	0,15	0,547	Tấm nhỏ I
4 (85)	0,07	0,253	Tấm nhỏ II
5 (140)	0,04	0,152	Bột
Sàng cuối	-	-	Bột mịn

Quan trọng ở đây là không có hoặc hầu như không có các hạt chưa nghiền trên mặt sàng (tất cả đều phải được nghiền).

**Bảng 7.2. Thành phần bột nghiền (tính theo %)
phù hợp cho mỗi loại thiết bị lọc dịch đường**

Thành phần (%)	Thùng lọc	Máy lọc khung bản	Máy lọc Meura 2001
Vỏ trấu	18 - 25	8 - 12	1
Tấm thô	8 - 10	3 - 5	2
Tấm nhỏ I	24 - 35	15 - 25	15
Tấm nhỏ II	18 - 21	35 - 45	29
Bột	7	8 - 11	24
Bột mịn	8 - 15	12 - 18	29

Chất lượng của bột nghiền ảnh hưởng tới các vấn đề sau:

- Hiệu suất và thời gian đường hoá.
- Năng suất nhà máy bia.
- Quá trình lên men.
- Khả năng lọc dịch đường (hàm lượng β glucan).
- Màu bia, vị và toàn bộ tính chất của bia.

Những vấn đề cần lưu ý khi giám sát quá trình nghiền:

- Kiểm tra mức độ mịn, lọc và năng suất bằng cách sử dụng màng lọc cà phê.
- Mô tả các thao tác nghiền.
- Khi lắp đặt máy nghiền phải có các trình tự thao tác chắc chắn, chính xác.
- Thành phần bột nghiền.
- Khi thay đổi cách lắp đặt thì liệu ta có thể tăng năng suất nghiền? Hãy đề nghị các nhà máy bia về điều đó.
- Đánh giá bột nghiền bằng tay. Đánh giá thành phần bột.
- So sánh kết quả đánh giá với kết quả phân tích của phòng thí nghiệm.
- Theo bạn thì phần dưới cùng của sàng sẽ được sử dụng thế nào cho hữu ích hơn?

7.2. QUÁ TRÌNH ĐƯỜNG HÓA (NẤU)

Là quá trình quan trọng nhất trong quá trình sản xuất dịch lên men. Trong suốt quá trình đường hóa, bột malt và nước trộn với nhau, các thành phần của malt hoà tan vào nước và ta thu được dịch đường.

7.2.1. Mục đích

Hầu hết các hợp chất của bột malt không tan trong nước. Chỉ có những chất hoà tan mới tham gia vào thành phần bia. Do vậy quá trình đường hóa thực hiện việc chuyển các chất không tan của bột nghiền sang dạng hoà tan.

Tất cả các chất tan vào dung dịch gọi là chất chiết hay dịch hỗn hợp sau khi đường

hóa gọi là dịch hèm vì nó bao gồm cả bã malt cùng các chất không hoà tan khác.

- Các chất hoà tan như: Đường, dextrin, axit vô cơ và một số protein.
- Các chất không tan: Tinh bột, xenluloza, một số protein cao phân tử và các hợp chất khác.

Về mặt kinh tế, chuyển được càng nhiều các hợp chất không tan sang dạng hoà tan càng tốt, nói cách khác hàm lượng chất chiết thu được càng cao càng tốt. Giá trị này đánh giá hiệu suất thu hồi và tổn thất của nhà máy.

Tuy nhiên, không chỉ số lượng mà chất lượng của chất chiết cũng rất quan trọng, càng ít các hợp chất không mong muốn (ví dụ tanin trong vỏ trấu) càng tốt, ngược lại càng nhiều đường hoặc một số sản phẩm thuỷ phân từ protein càng tốt.

Tóm lại mục đích của quá trình đường hóa là tạo ra được càng nhiều chất chiết và chất lượng dịch càng cao càng tốt. Phần lớn chất chiết được tạo ra nhờ các phản ứng enzym, các enzym hoạt động mạnh tại các nhiệt độ thích hợp. Bởi vậy, quá trình đường hóa được thực hiện tại những điểm nhiệt độ phù hợp cho hoạt động của các enzym.

7.2.2. Các biến đổi xảy ra trong quá trình đường hóa

7.2.2.1. Tính chất của các enzym

Tính chất quan trọng nhất của các enzym là chức năng phá huỷ các mối liên kết hóa học trong các cơ chất. Hoạt tính này của các enzym phụ thuộc vào nhiều yếu tố:

Nhiệt độ:

Hoạt tính của các enzym phụ thuộc nhiều vào nhiệt độ. Hoạt tính tăng khi nhiệt độ tăng, và đạt cao nhất tại nhiệt độ thích hợp riêng. Ở nhiệt độ cao hơn nhiệt độ tối ưu, hoạt tính của enzym giảm nhanh do sự giãn nở cấu trúc không gian của các enzym và bị vô hoạt nhanh chóng khi càng tăng nhiệt độ.

Hoạt tính đặc trưng của các enzym tại khoảng nhiệt độ thích hợp thì không thay đổi, trong khi tại khoảng nhiệt độ thấp hầu như không xác định được.

pH:

Do cấu trúc không gian của các enzym thay đổi theo pH, mỗi loại enzym hoạt động mạnh nhất tại một khoảng pH nhất định, và giảm ở pH quá cao hoặc quá thấp. Ảnh hưởng của pH ít hơn ảnh hưởng của nhiệt độ.

7.2.2.2. Các quá trình thuỷ phân quan trọng

- Thuỷ phân tinh bột.
- Thuỷ phân β glucan (β glucan là chất tạo keo).
- Thuỷ phân protein và một số quá trình thuỷ phân khác.

(i) Thuỷ phân tinh bột

Cấu tử quan trọng nhất của bia là rượu được tạo thành trong quá trình lên men đường.

Tinh bột được thuỷ phân thành các loại đường trong đó phần lớn là maltoza. Ngoài ra còn các sản phẩm trung gian như dextrin - không lên men được.

Tinh bột được thuỷ phân thành đường và dextrin, hỗn hợp này không làm mất màu iốt. Xét về mặt kinh tế, thuỷ phân càng hết tinh bột càng tốt, bởi phần tinh bột còn sót lại gây đục bia thành phẩm.

Quá trình thuỷ phân tinh bột xảy ra theo 3 giai đoạn, trình tự không thể thay đổi, tuy nhiên chúng xen lẫn nhau.

- Hô hoá
- Dịch hoá
- Đường hoá

Hô hoá

Khi ngâm với nước nóng, một lượng nước lớn ngấm vào các phân tử tinh bột làm thể tích hạt tăng lên và hạt bột trương nở, cuối cùng vỡ tung. Dịch trở nên nhớt, độ nhớt tùy thuộc mức độ hút nước của bột malt và các loại nguyên liệu thay thế malt. Chẳng hạn bột gạo nở to hơn bột malt. Trong quá trình này, xảy ra quá trình phân hủy không có tính hoá học, gọi là quá trình hô hoá. Quá trình hô hoá có vai trò quan trọng trong sản xuất các sản phẩm thực phẩm (ví dụ: sản xuất đồ ăn tráng miệng, làm đậm đặc nước chấm).

Sau khi tinh bột đã hô hoá sẽ không liên kết chặt chẽ với nhau nữa, tạo điều kiện cho các enzym có trong dịch tấn công trực tiếp vào tinh bột. Ngược lại, sự thuỷ phân các tinh bột không bị hô hoá phải mất vài ngày.

Như vậy, nhờ hô hoá, tức là sự trương nở và vỡ tung các hạt bột trong nước nóng mà các phân tử tinh bột được giải phóng tự do vào dung dịch nhớt và dễ dàng bị tấn công bởi các enzym amylaza hơn là các hạt tinh bột không được hô hoá. Nhiệt độ hô hoá của các loại ngũ cốc khác nhau thì khác nhau.

Bảng 7.3. Nhiệt độ hô hóa của một số loại ngũ cốc

Nguyên liệu	Nhiệt độ hô hóa (°C)	Nguyên liệu	Nhiệt độ hô hóa (°C)
Ngô	62 - 67	Đại mạch hạt to	60 - 65
Gạo	61 - 82	Lúa miến thường	69 - 75
Gạo hạt ngắn	65 - 68	Kê	54 - 80
Gạo hạt dài	71 - 74	Lúa mỳ	52 - 66
Đại mạch	60 - 62	Khoai tây	56 - 71
Đại mạch hạt nhỏ	51 - 92		

Dịch hoá:

Trong phân tử tinh bột có chuỗi mạch dài tạo nên từ các gốc glucoza (amyloza và

amylopectin) bị phá huỷ nhanh chóng bởi α -amylaza hình thành mạch ngắn hơn. Điều này làm độ nhớt của dịch hồ hoá giảm nhanh. β -amylaza chỉ có thể phân tách từ từ mạch tinh bột từ đầu không khử, do vậy mà sự thủy phân nhờ enzym này mất nhiều thời gian.

Do vậy, quá trình dịch hoá làm giảm độ nhớt của dịch bột đã hồ hóa.

Đường hoá:

α -amylaza phân cắt dần dần mạch amyloza và amylopectin để tạo nên các chuỗi ngắn mạch hơn, các dextrin chứa 7 - 12 gốc glucoza. Các chuỗi này lại được β -amylaza tiếp tục phân cắt ra chuỗi có 2 gốc (maltoza) từ đầu không khử. Sự phân cắt của β -amylaza diễn ra lâu hơn sự phân cắt mạch dài của α -amylaza.

Do có sự khác nhau về độ dài của các mạch mà ngoài sự tạo thành maltoza còn tạo nên các đường khác như glucoza, maltotrioza.

Trong quá trình phân cắt amylopectin luôn luôn hình thành các chuỗi chứa 2 - 3 gốc glucoza có mỗi liên kết 1,6 đó là các dextrin mà cả α - và β -amilaza đều không phân cắt được mỗi liên kết này. Do vậy, các dextrin luôn tồn tại trong dịch đường.

Trong malt còn chứa enzym dextrinaza giới hạn, enzym này không giống α , β -amilaza, nó có thể phân cắt mỗi liên kết 1,6 nhưng do nhiệt độ tối ưu của enzym này là 55 - 60°C và vô hoạt ở 65°C cho nên enzym này có ảnh hưởng rất nhỏ trong quá trình đường hóa.

Tóm lại:

- α -amylaza phân cắt mạch dài thành các mạch dextrin ngắn hơn, $t_{opt}^0 = 72^\circ\text{C} - 75^\circ\text{C}$, bị vô hoạt nhanh ở 80°C; $pH_{opt} = 5,6 - 5,8$.

- β -amylaza tạo ra maltoza từ đầu không khử của mạch nhưng nó cũng tạo ra glucoza và maltotrioza, $t_{opt}^0 = 60^\circ\text{C} - 65^\circ\text{C}$ và rất nhạy với nhiệt độ cao hơn, mất hoạt tính nhanh ở 70°C; $pH_{opt} = 5,4 - 5,5$.

Sự thủy phân tinh bột cần được theo dõi do tinh bột còn sót và các dextrin mạch dài gây đục trong bia. Sự thủy phân tinh bột được kiểm tra bằng iôt 0,02N. Phương pháp kiểm tra này có tên: thử iôt và luôn được thử với mẫu dịch đã được làm nguội. Việc thử iôt dựa trên nguyên tắc dung dịch iôt chuyển sang màu xanh ở nhiệt độ phòng với tinh bột và dextrin có phân tử lượng lớn, ngược lại đường và các dextrin có phân tử lượng nhỏ hơn không làm mất màu nâu của iôt.

Các dextrin có mạch tương đối dài (trung bình có phân nhánh) thì còn tạo màu từ xanh-tím tới đỏ, sự thay đổi màu này không phải lúc nào cũng nhận ra được nhưng nó chỉ ra rằng dịch đường vẫn làm mất màu của iôt.

Khi thử thấy dịch đường mẫu không làm mất màu iôt nữa thì kết thúc đường hoá. Thời gian thủy phân các phân tử tinh bột cho đến khi dịch thủy phân không làm mất màu iôt gọi là thời gian đường hóa.

Các sản phẩm thủy phân tinh bột hình thành trong quá trình đường hóa liên quan nhiều đến hoạt động của nấm men.

- Dextrin: không lên men được.

- Maltotriosa: có thể lên men được bởi một số chủng nấm men lên men nổi *S. cerevisiae*. Tuy nhiên nó chỉ được lên men sau khi maltoza đã lên men hết (lên men chậm).

- Maltoza và các disaccarit khác được nấm men lên men dễ dàng (loại đường lên men chủ yếu).

- Glucoza: Là đường mà nấm men sử dụng đầu tiên trong quá trình lên men.

Phần trăm đường có thể lên men trên tổng số chất chiết được dùng để xác định độ lên men cuối (giới hạn lên men cuối = $V_{\text{cuối}}$).

Độ lên men cuối cho biết hàm lượng rượu của bia, do vậy giá trị này có ảnh hưởng nhất định đến tính chất của bia.

Hàm lượng đường có thể lên men được xác định bằng hoạt độ của các enzym do vậy mà nó được xác định trong suốt quá trình nấu.

Thành phần này phụ thuộc nhiều vào quá trình đường hóa và các thành phần này ảnh hưởng đến cả quá trình lên men và chất lượng của bia.

Bảng 7.4. Thành phần trung bình của dịch chiết có thể lên men trong bia vàng với mức độ lên men biểu kiến là 80%

Loại đường có thể lên men	% chất chiết	g/100ml dịch đường 12%	% chất chiết có thể lên men
Hexoza	7 - 9	0,9 - 1,2	11,9
Sucroza	3 - 4	0,4 - 0,5	5,1
Maltoza	43 - 45	5,6 - 5,9	65,4
Maltotriosa	11 - 13	1,4 - 1,7	17,6
Tổng số	62 - 68	Tb 8,8	100,0

Các yếu tố ảnh hưởng đến sự thủy phân tinh bột trong quá trình đường hóa rất quan trọng. Các yếu tố chính:

- Nhiệt độ
- pH dịch hèm
- Nồng độ dịch hèm ban đầu.
- Thời gian đường hóa

Ảnh hưởng của nhiệt độ:

Ở $t^{\circ} = 62 - 63^{\circ}\text{C}$ thu được nhiều maltoza nhất và độ lên men cuối đạt được cao nhất. Dịch đường chứa nhiều maltoza sẽ lên men nhanh hơn và nấm men hoạt động tốt hơn bởi nấm men được giữ lơ lửng trong dịch lâu.

Nếu ở $62 - 64^{\circ}\text{C}$ trong thời gian dài thì đạt được mức độ lên men cuối cao hơn. Nếu

vượt quá t° này tới $72 - 75^{\circ}\text{C}$ trong thời gian dài thì thu được dịch có nhiều dextrin và mức độ lên men cuối thấp hơn.

Nhiệt độ đường hóa có ảnh hưởng rất lớn vì vậy mà luôn phải giữ ở các khoảng nhiệt độ tối ưu của các enzym trong suốt quá trình nấu.

- t° tạo maltoza = $62 - 65^{\circ}\text{C}$ (nhiệt độ tối ưu của β -amylaza).
- t° đường hoá ở $72 - 75^{\circ}\text{C}$ (nhiệt độ tối ưu của α -amylaza).
- t° cuối cùng của quá trình nấu $76 - 78^{\circ}\text{C}$.

Tuy nhiên nếu độ nhớt của dịch đường càng thấp thì càng dễ lọc dịch đường, thậm chí ở nhiệt độ cao hơn. Cần chú ý rằng α -amylaza chỉ bị vô hoạt khi tăng nhiệt độ lên 78°C . Bởi vậy trong quá trình lọc, để đường hóa nốt phần tinh bột còn sót lại (đường hóa muộn), nên giữ nhiệt độ dưới 78°C .

Ảnh hưởng của thời gian:

Trong quá trình đường hóa, các enzym không hoạt động đồng thời mà theo 2 giai đoạn độc lập như sau:

Giai đoạn 1: enzym hoạt động mạnh nhất sau 10 - 20 phút. Hoạt tính đạt cực đại ở khoảng nhiệt độ $62 - 68^{\circ}\text{C}$.

Giai đoạn 2: sau 40 - 60 phút hoạt tính enzym bắt đầu giảm, lúc đầu giảm chậm, sau đó giảm rất nhanh.

Ảnh hưởng của pH:

$\text{pH} = 5,5 - 5,6$ là pH tối ưu cho hoạt động của cả 2 loại enzym amylaza, hàm lượng chất chiết đạt được cao hơn khi pH cao hơn, tạo nên nhiều đường có thể lên men và độ lên men đạt cao hơn. Tuy vậy, pH dịch hèm phụ thuộc thành phần nước nấu và chất lượng malt, thường có pH cao hơn nhiều, khoảng $5,6 - 5,9$. Phương pháp làm giảm pH sẽ được trình bày ở mục 7.3.

Ảnh hưởng của nồng độ (độ loãng) dịch hèm:

Đối với dịch hèm loãng, các chất hoà tan dễ dàng hơn vào dịch, còn nếu dịch hèm đặc hơn thì các enzym được bảo vệ, không bị vô hoạt quá nhanh bởi sự quá nhiệt. Như vậy, trong dịch hèm đặc hơn thì lượng đường có thể lên men và độ lên men đạt được cao hơn. Tuy vậy ảnh hưởng của nồng độ dịch hèm đến quá trình thủy phân tinh bột ít hơn so với ảnh hưởng của các yếu tố khác.

Kiểm tra quá trình thủy phân tinh bột:

- Tinh bột phải được thủy phân hoàn toàn, dùng phương pháp thử iôt. Kiểm tra sự thủy phân tinh bột vào cuối quá trình đường hóa. Mẫu dịch hèm phải được làm nguội trước khi thử iôt.

- Kiểm tra lại sự đường hóa ở cuối quá trình đun sôi dịch đường (đường hóa chậm). Nếu lúc này dịch đường vẫn làm mất màu iôt có nghĩa là vẫn còn sót tinh bột và dextrin

mạch dài trong dịch đường. Như vậy cần chú ý vấn đề đục trong bia thành phẩm và để lên men tốt có thể phải bổ sung chất chiết.

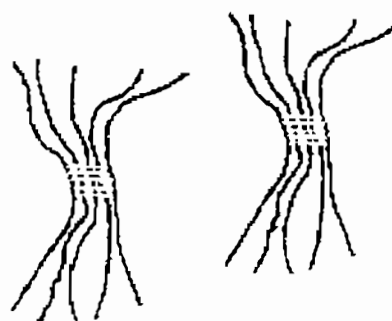
(ii) Thủy phân β -glucan

Như đã nói, thành tế bào nội nhũ của đại mạch chứa một mạng lưới các protein, xeluloza và hemixenluloza vững chắc, các chất này liên kết với nhau bởi β -glucan. β -Glucan có phân tử lượng cao có xu hướng tạo gel trong nhiều môi trường và làm tăng độ nhớt của dịch đường và bia gây cản trở cho quá trình lọc. Vì vậy cần phải kiểm soát kỹ β -glucan.

Như đã chỉ rõ rằng trong quá trình sản xuất malt, β -glucan cao phân tử bị phân hủy phần lớn đó là do:

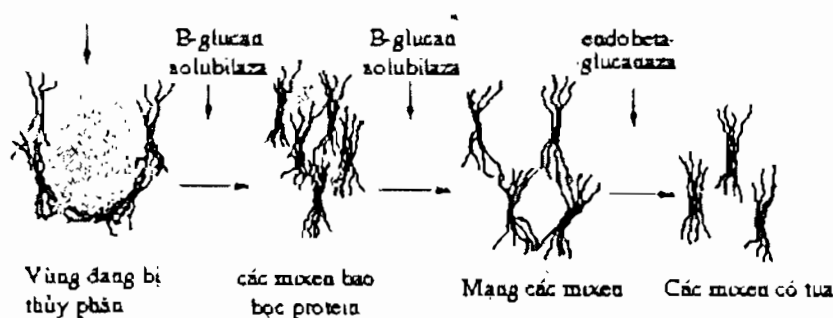
- Tạo ra các giống đại mạch có hàm lượng β -glucan thấp.
- Malt sản xuất có hàm lượng endo- β -glucanaza cao (ít nhất 120 đơn vị endo- β -glucanaza/ kg malt).
- Các thành phần trong hạt chuyển hóa tốt (hơn 80%).

Khác với cấu trúc xoắn của tinh bột, cấu trúc của β -glucan không phân nhánh mà được mở rộng.



Hình 7.10. Cấu trúc β -glucan.

Một số phân tử β -glucan xoắn vào nhau hoặc liên kết với nhau bằng liên kết hydro. Do có hình dáng bề ngoài không theo quy luật nào cả, có các tua dài ra giống như diêm tẩm thảm, vì vậy còn được gọi là các mixen tua (hình 7.10). Ở dạng này chúng hoà tan được. Một số các mixen liên kết với nhau tạo thành một mạng lưới (hình 7.11) và một phần liên kết vững chắc bao bọc protein trong thành nội nhũ, đây chính là các thành phần của malt khó biến đổi, chẳng hạn đầu nhọn của hạt. Đây cũng là trạng thái hạt đầu tiên trước khi bắt đầu nấu.



Hình 7.11. Quá trình thủy phân β -glucan.

Trong suốt quá trình hồ hoá, cấu trúc của các hạt tinh bột bị phá vỡ và các sợi mixen bao bọc protein cùng các mối liên kết bị cọ mòn, nở rộng ra nên protein được giải phóng dần ra. Endo- β -glucanaza chỉ có thể phân cắt phần β -glucan của các mixen này. Nhiệt độ tối ưu của endo- β -glucanaza là 45 - 50°C. Khi giữ nhiệt độ này trong thời gian dài và sử dụng malt chất lượng tốt với hàm lượng endo- β -glucanaza cao thì phần lớn β -glucan bị phân hủy sang dạng hoà tan và do vậy mà khả năng tạo keo giảm. Tuy nhiên, enzym này rất nhạy với nhiệt độ nên ngay khi nhiệt độ tăng làm cho endo- β -glucanaza bị vô hoạt. Lúc này enzym ít nhạy với nhiệt độ (lên đến 70°C) β -glucan solubilaza hoạt động và giải phóng các β -glucan cao phân tử lượng và protein từ phần hạt chuyển hóa kém, và không thủy phân xa hơn nữa. Bởi vì endo- β -glucanaza đã bị vô hoạt từ lâu ở nhiệt độ này (tới 70°C), nên với malt chất lượng kém, malt chứa ít enzym thì các β -glucan cao phân tử luôn tồn tại với số lượng lớn nhưng không thể coi nó giống như gel β -glucan.

Vấn đề xảy ra đầu tiên là sự phân hủy một phần các liên kết hydro với sự có mặt các β -glucan trong khoảng nhiệt độ 70 - 80°C, nói cách khác trong suốt quá trình đun sôi dịch đường và trong quá trình làm nguội.

β -Glucan được hoạt hóa lên trong thời gian làm nguội dịch đường và có những phản ứng khác nhau.

Để không tạo nên các β -glucan phân tử lượng cao hay không tạo gel thì nên:

- Sử dụng malt chất lượng tốt, có hàm lượng enzym cao.
- Giảm áp suất từ từ sau khi đun sôi dịch đường và làm nguội chậm.
- Kéo dài thời gian lắng và không tạo dòng xoáy để tránh tạo lực hút, nếu không liên kết hydro tái tạo lại và nguy cơ tạo gel.

(iii) Sự thủy phân protein

Kết thúc quá trình đun sôi dịch đường, tất cả các protein cao phân tử lượng kết tủa, trừ một lượng rất nhỏ. Do vậy mà dịch đường chỉ chứa các sản phẩm thủy phân, một số các sản phẩm này vô cùng cần thiết cho sự phát triển của nấm men và cho sự lên men nhanh.

Các sản phẩm thủy phân	Tác động	
	Tốt	Xấu
Cao phân tử (albumo, polypeptit, pepton)	Tạo bọt, tạo vị	Gây đục bìa
Phân tử lượng thấp hơn (dipeptit, axit amin)	Là nguồn dinh dưỡng cho nấm men	

Sự phân hủy protein nhờ enzym proteaza diễn ra mạnh nhất tại 45 - 55°C, nhưng còn tiếp diễn ở nhiệt độ cao hơn. Khi giữ 45°C trong thời gian dài sẽ tạo các sản phẩm có phân tử lượng thấp, ở 55°C sẽ tạo các hợp chất có phân tử lượng cao hơn.

Trong quá trình thủy phân, protein bị phân cắt dần dần thành các mạch nhỏ hơn và cứ thế để cuối cùng thành các axit amin. Do các hợp chất cao phân tử tạo thành trong quá trình

thủy phân protein lại tiếp tục bị phân cắt cho nên thời gian để tạo thành chúng không cần kéo dài, đặc biệt khi mà các chất keo, tạo bọt bị phân huỷ ở cùng nhiệt độ. Do vậy, nếu kéo dài thời gian đường hóa ở 50°C thì bia tạo thành sẽ ít bọt.

Một vấn đề khác cần xét đến là số lượng và tầm quan trọng của các axit amin. Năm men dùng ít nhất là 10 - 14 mg α -amino nitrogen / 100 ml dịch đường. Bởi vì axit amin prolin không được nấm men dùng làm chất cung cấp α -amino nitrogen, hàm lượng nito ít nhất phải là 20 mg/ 100 ml dịch đường. Nếu nồng độ này không được đảm bảo thì:

- Sự phát triển của nấm men bị chậm lại.
- Quá trình lên men và tạo hương, độ chín của bia bị chậm lại, do đó các hợp chất tạo hương vị không mong muốn cho bia vẫn còn tồn tại trong bia.

Do vậy mà ta cần phải cung cấp đủ các α -amino axit cho nấm men thực hiện quá trình trao đổi chất. Dịch đường từ malt đã được biến đổi tốt thì luôn luôn chứa đủ các α -amin axit cần thiết, bảo đảm thời gian đậm hoá trong khoảng 15 - 30 phút ở 50 - 52°C.

(iv) Các quá trình thủy phân và hoà tan khác

Một số các chất hữu cơ có gốc photphat chưa hòa tan sẽ được hoà tan bởi các enzym photphataza. Các chất photphat vô cùng quan trọng cho quá trình lên men rượu. Một số photphat phản ứng với muối tạo ra độ cứng của nước và do vậy mà thay đổi đáng kể pH của dịch đường và làm chất đệm trong dịch đường.

Trong khi đường hóa, cùng với thời gian nếu tăng nhiệt độ thì tannin và anthocyanogen được giải thoát từ vỏ trái và từ nội nhũ. Quá trình này cần khống chế trong suốt quá trình đường hóa.

Các chất tannin cao phân tử, đặc biệt là các anthocyanogen giữ vai trò chính trong việc tạo đục trong bia khi chúng kết hợp với các protein cao phân tử tạo nên kết tủa. Hơn nữa, các chất này còn tạo vị khó chịu cho bia. Ngược lại, các tannin thấp phân tử có tác động hữu ích do có tính khử. Tính khử có tác dụng tránh hoà tan oxy trong quá trình sản xuất dịch lên men và bia.

Nguyên tố vi lượng Zn có tầm quan trọng to lớn về mặt sinh lý cho sự tổng hợp protein và sự phát triển của tế bào nấm men, do vậy có ảnh hưởng đến quá trình lên men. Nếu thiếu kẽm thì nấm men sẽ phát triển chậm, quá trình lên men xảy ra chậm và quá trình khử diacetyl xảy ra không hoàn toàn. Vì vậy mà cần phải giữ càng nhiều Zn trong malt càng tốt.

Tuy nhiên chỉ có 20% lượng Zn trong malt hoà tan vào dịch khi nấu và hàm lượng Zn còn giảm nữa khi nấu. Nếu không đảm bảo nồng độ 0,10 - 0,15 mg Zn thì gây nên những khó khăn trong quá trình lên men đã nói ở trên.

Các điều kiện thuận lợi để tạo ra hàm lượng Zn cao hơn:

- pH thấp.
- nhiệt độ nấu thấp.
- tỷ lệ bột / nước thấp = 1/ 2,5 ÷ 1/ 3.

7.2.3. Axit hoá dịch đường

Giá trị pH của dịch hèm là một chỉ số quan trọng ảnh hưởng đến hoạt động của các enzym. Nếu giảm pH xuống 5,5 - 5,6 thì:

- Rút ngắn, tối ưu hoá quá trình đường hóa.
- Độ lên men cuối đạt cao hơn.
- Sự thủy phân protein sâu hơn, tạo ra nhiều sản phẩm thủy phân protein thấp phân tử hơn là các sản phẩm cao phân tử.
- Giảm độ nhớt.
- Lọc dịch đường nhanh hơn.
- Hạn chế tăng màu khi đun sôi dịch đường.
- Năng suất sản xuất tăng và giảm khả năng tạo độ đắng.
- Ổn định hàm lượng kẽm trong dịch đường.
- Nhiều bọt hơn và bọt bền hơn.
- Vị bia hài hòa hơn.

Khi pH giảm, tuy nhiên hoạt tính của các photphatase lại tăng và tăng khả năng “đệm” bằng cách giải phóng các ion photphat. Do vậy mà sự giảm pH trong quá trình lên men ít hơn và tác dụng của sự axit hoá có thể giữ được.

Nhà sản xuất muốn khống chế pH dịch hèm ban đầu:

- Dịch đường chưa lọc có pH = 5,4 - 5,6
- Toàn bộ dịch đường sau đun hoa có pH = 5,2 - 5,3

Các biện pháp làm giảm pH :

- Phân huỷ các hợp chất cacbonat trong nước sản xuất bia
- Bổ sung malt chua (malt chứa nhiều axit)
- Thêm axit vô cơ như axit sulfuric, photphoric...
- Axit hóa nhờ các quá trình sinh hoá như lên men lactic hoặc bổ sung axit lactic.

7.2.3.1. Bổ sung axit vô cơ

Axit photphoric (H_3PO_4) được sử dụng phổ biến nhất, một số axit vô cơ khác cũng được dùng như H_2SO_4 nhưng đây là axit mạnh làm mất màu trắng của thép.

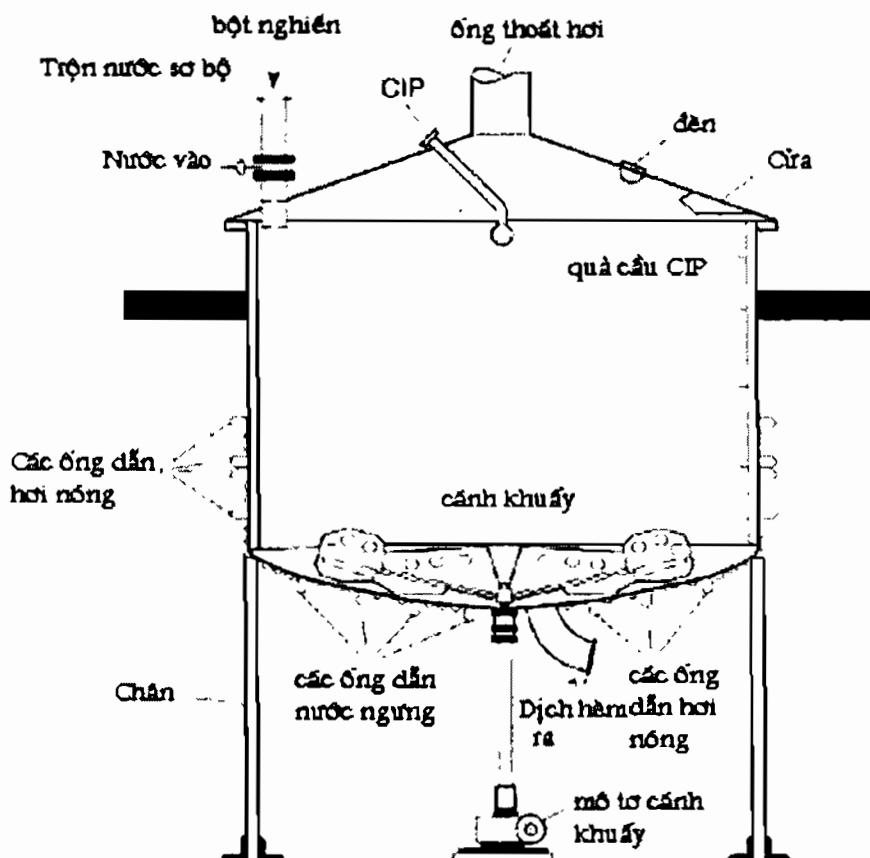
Lượng axit bổ sung phải xác định chính xác qua chuẩn độ. Axit phân ly ngay lập tức trong dịch và tồn tại ở dạng ion.

7.2.3.2. Axit hoá bằng phương pháp sinh học

Sản xuất dung dịch axit lactic bằng cách nuôi cấy các chủng vi khuẩn sinh lactic như *Lactobacillus Delbrueckii* hay *Lactobacillus amylophilus*. Các vi khuẩn này có khả năng sinh trưởng tốt, sinh axit cao, chúng sử dụng dextrin tốt cũng như tinh bột và không tạo diacetyl. Sau đó cho lên men để thu dịch axit lactic. Thêm một lượng dung dịch axit đã tính toán vào dịch hèm hoặc dịch đường sau lọc.

7.2.4. Thiết bị nấu (hình 7.12)

Khi nấu ta cần dùng 1 tới 2 thiết bị nấu tùy quy trình công nghệ. Nếu dùng 100% malt đại mạch nhưng dùng quy trình ngâm thì chỉ cần một thiết bị đường hóa, nếu sử dụng quy trình có đun sôi từng phần thì cần một thiết bị nấu nữa. Hoặc nếu dùng nguyên liệu thay thế một phần malt thì cũng cần một thiết bị nấu riêng để xử lý nguyên liệu thay thế, còn được gọi là thiết bị (nồi) hồ hóa.



Hình 7.12. Thiết bị nấu.

Về cấu tạo 2 thiết bị hồ hóa và đường hóa giống nhau, nhưng thiết bị hồ hóa nhỏ hơn bởi vì lượng dịch cần hồ hóa hay đun sôi ít hơn tổng lượng dịch hèm.

Một điều cần lưu ý là kích cỡ của cánh khuấy, vận tốc quay phải phù hợp với đường kính của thiết bị và vận tốc biên của nó không vượt quá 3,8 m/s, nếu không sẽ sinh lực kéo do chuyển động xoáy tác động xấu đến thành phần dịch nấu.

Hệ thống cấp nhiệt cho thiết bị rất quan trọng. Hệ thống cấp nhiệt kiểu 2 đáy truyền thống không đảm bảo được sử dụng lâu dài. Do bề mặt lớn, dễ tạo chân không nếu quên mở

xả khí khi kết thúc quá trình cấp nhiệt dẫn đến nguy cơ hỏng hóc, làm cho bề mặt đáy cong vênh và bị biến dạng không thể sử dụng được nữa, tính truyền nhiệt của thiết bị 2 vỏ kém.

Ngày nay truyền nhiệt được thực hiện qua các ống hình bán nguyệt hàn ở đáy hay ở thân thiết bị, khả năng truyền nhiệt tăng lên $\approx 20\%$.

Thay vì dùng đồng có khả năng dẫn nhiệt cao để chế tạo thiết bị nấu, người ta sử dụng thép rẻ hơn. Do hợp kim thép crôm-niken có hệ số truyền nhiệt khá thấp, cho nên những phần cần truyền nhiệt thường được làm bằng thép đen - có tính chất truyền nhiệt tốt hơn và phủ một lớp thép crôm-niken mỏng phía trên.

Hơi nước có $p > 2 - 3$ bar được đưa vào vùng truyền nhiệt với $v = 30 - 50$ m/s và ngưng tụ lại sau khi truyền nhiệt qua thành thiết bị. Do các ống hình bán nguyệt có cấu trúc rần chắc cho nên sẽ không có nguy cơ cong bẹp khi chưa xả hơi. Thậm chí không cần phải xả hơi khi kết thúc truyền nhiệt và hầu như không có không khí hút ngược vào.

Nước ngưng tụ được xả ra qua van xả nước ngưng, do vậy mà áp suất được giữ nguyên trong ống truyền nhiệt trong khi nước ngưng tụ được tháo ở áp suất thường.

7.2.5. Hòa bột với nước

Đó là quá trình hòa trộn một cách chính xác bột (malt nghiền và nguyên liệu thay thế) với nước nấu ở một nhiệt độ xác định.

7.2.5.1. Lượng nước phối trộn

Xác định tỷ lệ giữa bột / nước trước khi tiến hành trộn rất quan trọng bởi nó quyết định nồng độ dịch ban đầu. Có thể được tính trung bình như sau:

100 kg bột + 300 lít nước tạo dịch đường có nồng độ khoảng 20%.

Tất nhiên là tỷ trọng của dịch đường lớn hơn của bia, thực tế nồng độ chất chiết dịch lọc đầu thường 16 - 20%. Sau đó dùng một lượng nước vừa đủ để rửa bã thu hồi phần chất chiết còn bám trên bã, dịch thu được sau khi rửa trộn với dịch chiết đã lọc nên làm loãng dịch đường.

Lượng nước quyết định nồng độ dịch chiết và loại bia sản xuất. Đối với bia vàng, thường dùng tỷ lệ nước / bột là 400 - 500 lít/100 kg bột, với tỷ lệ này phản ứng enzym xảy ra nhanh hơn.

Với bia đen, tỷ lệ nước / bột thấp hơn 300 - 350 lít/100 kg bột. Với tỷ lệ này thì các hợp chất thơm trong dịch đường có thể tăng lên.

Thể tích của bột nghiền là: 70 - 80 lít/100 kg bột.

Bài toán đặt ra là cần bao nhiêu nước trộn với 1600 kg bột để tạo dịch đường 18% ?

Giải : 100 kg bột tạo dịch đường 20% khi trộn với 300 lít

Vậy 1600 kg bột thì cần $300 \times 16 = 4800$ lít nước cho dịch 20%.

Để tạo dịch đường 18% từ 1600 kg cần:

$$\frac{4800 \times 20\%}{18\%} = 5333 \text{ lít nước.}$$

7.2.5.2. Nhiệt độ phối trộn

Nhiệt độ phối trộn liên quan tới nhiệt độ của các enzym cần kích thích ngay từ đầu. Trước đây ở trong các nhà máy nhỏ thường phối trộn ở nhiệt độ thấp từ buổi tối và rồi để qua đêm, gọi là thời gian “ninh hầm”. Theo cách này năng suất được tăng lên một chút bởi chất chiết trong nguyên liệu có đủ thời gian để tan vào dịch. Tuy nhiên lại có không ít các hợp chất không mong muốn cũng tan vào dung dịch. Vì thế cách ngâm này hiện nay không còn được sử dụng nữa.

Các hạt tinh bột trong malt bị bao quanh bởi mạng lưới các protein, trong đó các hemixenluloza và β -glucan của thành nội nhũ xoắn vào nhau giống như thịt quả. Để có thể tác động vào tinh bột thì cần phá vỡ mạng lưới này.

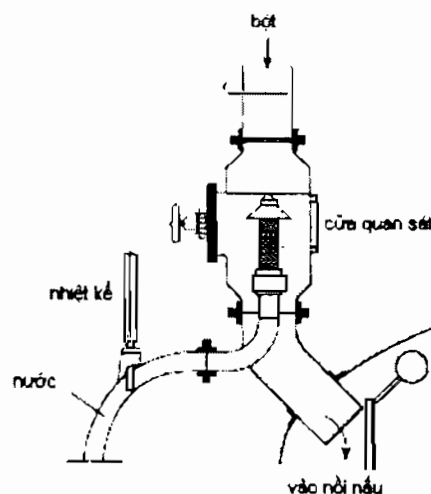
Để quá trình thủy phân tinh bột xảy ra thì protein, hemixenluloza và β -glucan phải được phân cắt. Các hợp chất này được thủy phân mạnh tại $t^\circ = 45 - 50^\circ\text{C}$ (nhiệt độ tối ưu của proteaza $45 - 50^\circ\text{C}$, của β -glucanaza là 45°C) nhưng cả hai cơ chất và enzym đều hoà tan ngay vào dung dịch ở 35°C . Do vậy mà độ lên men đạt cao hơn khi nhiệt độ hòa bột thấp hơn. Tuy nhiên nhiệt độ thấp không được các nhà sản xuất lựa chọn vì các lý do:

- Thời gian đường hóa sẽ bị kéo dài.
- Sử dụng năng lượng cao.
- Độ bền bột kém hơn do các chất keo và protein bị phân huỷ.

7.2.5.3. Thiết bị hòa trộn

Quá trình hòa trộn được tiến hành đảm bảo không để vón cục. Theo cách truyền thống thì đầu tiên cho nước vào thùng, rồi đổ bột vào từ từ trong khi cánh khuấy hoạt động. Tuy nhiên cách làm này lại có tồn thất do bột bay ra, hơn nữa, không tránh được O_2 xâm nhập vào bột malt.

Để trộn bột đều với tỷ lệ bột / nước sử dụng thiết bị hòa trộn. Bột nghiền chảy từ trên xuống gặp nước có nhiệt độ yêu cầu phun từ dưới lên, như thế tránh được vón cục (hình 7.13).



Hình 7.13. Máy hòa bột với nước.

7.2.6. Tiến hành đường hóa

Đường hóa có nghĩa là tăng nhiệt độ của khối dịch hèm đến nhiệt độ thích hợp cho hoạt động của các enzym mà ta mong muốn và giữ nhiệt độ đó trong một khoảng thời gian cần thiết.

$45 - 50^\circ\text{C}$ - nhiệt độ cho các enzym thủy phân protein và β -glucan hoạt động.

62 - 65°C - nhiệt độ thủy phân tạo đường maltoza.

70 - 75°C - đường hoá.

78°C - nhiệt độ kết thúc quá trình đường hóa.

Có nhiều phương cách đã được dùng để gia nhiệt khối dịch hèm như:

- Tăng nhiệt độ bằng cách thêm nước nóng: khi cần tăng nhiệt độ thì cấp một lượng nước nóng vào để khối dịch hèm tăng đến nhiệt độ cần thiết. Phương pháp tăng nhiệt dần dần này tiết kiệm năng lượng.

- Đường hóa theo quy trình không đun sôi: Toàn bộ khối dịch được cấp nhiệt cùng một lúc, với thời gian giữ nhiệt hợp lý, và tăng dần đến nhiệt độ cuối cùng mà không trích phần dịch nào ra đun sôi riêng biệt. Theo cách này chỉ cần một thiết bị đường hóa.

- Đường hóa theo quy trình đun sôi một phần: Tách một phần dịch hèm ra để đun sôi, rồi bơm trở lại khối dịch ban đầu để tăng đến nhiệt độ yêu cầu. Có thể tiến hành đun sôi một phần dịch hèm 1, 2 hay 3 lần tùy yêu cầu của nhà sản xuất.

7.2.6.1. Các yếu tố tác động tới quá trình đường hóa

Khi lựa chọn phương pháp đường hóa, cần phải xem xét một loạt các yếu tố nhằm thu được dịch đường có chất lượng tốt phù hợp với yêu cầu của nhà sản xuất.

(i) Chất lượng malt

Protein trong malt thường bị biến đổi nhiều. Nếu giữ nhiệt độ 50°C dài thì sẽ thủy phân quá nhiều protein cao phân tử, làm cho vị của bia nhạt nhẽo, hay không có hậu vị và độ bền bọt kém. Nếu malt chất lượng cao thì thời gian giữ nhiệt độ 45 - 50°C nên rút ngắn hoặc có thể bỏ qua, mà nên tăng lên 58 - 62°C luôn.

(ii) Nhiệt độ và tỷ lệ nước với bột

Thành nội nhũ là phần chuyển hóa chậm, để tạo điều kiện phá vỡ thành tế bào mà không thủy phân protein thì nên trộn bột + nước ở nhiệt độ 35 - 37°C do β -glucanaza nhạy với nhiệt độ có thể hoạt động ở t° này, và tạo điều kiện cho các enzym khác tấn công nội nhũ, trong khi đó không hề có một sự phân cắt protein nào xảy ra ở nhiệt độ này.

Đối với bia vàng, tỷ lệ nước / bột = 400 - 500 lít / 100 kg malt. Tuy nhiên nếu dịch hèm đặc (malt / nước = 1 / 2,5) thì t° trộn là 35°C hoặc 50°C và nhiệt độ có thể tăng lên từ từ và để ổn định ở 50 - 63°C, các quá trình thủy phân diễn ra chậm và đặc biệt sự thủy phân protein bị hạn chế.

(iii) Điều kiện tiếp xúc giữa các enzym và các thành phần của malt

Để đường hóa tốt cần tạo điều kiện tiếp xúc lý tưởng giữa các cấu tử của malt và các enzym hoà tan trong nước để thúc đẩy chúng hoạt động. Bởi thế công việc hòa trộn bột malt / nước chính tạo điều kiện kích hoạt cho các enzym.

(iv) Khuấy

Trong quá trình đường hóa, khuấy giữ một vai trò quan trọng. Cánh khuấy hoạt động

nhờ motor và có thể điều chỉnh tốc độ quay cho phù hợp từng lúc. Khi gia nhiệt cần tăng tốc quay đảm bảo truyền nhiệt đều cho toàn bộ khối dịch. Khi giữ nhiệt thì giảm tốc độ quay để tránh thất thoát nhiệt.

Hay trong quá trình đường hóa, nếu để cánh khuấy quay mạnh quá thì tạo điều kiện cho oxy xâm nhập vào và tạo lực kéo, đồng thời làm biến đổi cấu trúc các hợp chất cổ trong dịch hèm.

Trong khi chuyển dịch giữa các thiết bị, nếu vận tốc bơm quá lớn gây chênh lệch áp suất, hay bề mặt đường ống nhám,... đều tạo lực kéo, trong trường hợp này sẽ gây một số bất lợi sau: tác động lên các β -glucan, kéo căng phân tử của chúng hình thành gel β -glucan. Khi lực kéo lớn sẽ phá vỡ các dạng gel, lực kéo giảm thì gel hình thành lại. Nếu trong dịch có một lượng lớn gel β -glucan thì bia sẽ rất khó lọc.

Mặt khác, nếu sử dụng cánh khuấy quá ngắn, gây phân tách khối dịch hèm dẫn đến chênh lệch nhiệt độ làm giảm hiệu suất chiết. Như vậy, cánh khuấy cần phải được thiết kế phù hợp và vận hành đúng.

(v) Sự oxy hóa trong quá trình đường hóa

Khả năng hoà tan của không khí vào dịch tùy thuộc nhiệt độ và nồng độ dịch. Nếu để không khí hoà vào dịch đường nhiều sẽ làm sẫm màu dịch đường và màu bia, hương bia kém đi. Các phản ứng oxy hóa xảy ra dễ hơn trong các thiết bị bằng đồng. Một số nguyên nhân chính để không khí xâm nhập vào dịch hèm :

- Dịch hèm chảy vào thiết bị từ trên xuống.
- Vận tốc cánh khuấy cao.
- Tạo xoáy khi bơm dịch.

7.2.6.2. Các phương pháp đường hóa

(i) Phương pháp ngâm chiết (không đun sôi)

Phương pháp cổ điển này được sử dụng nhiều nhất ở Anh. Đây là phương pháp đơn giản, không cần sự đầu tư lớn trong phân xưởng nấu.

Người ta hoà bột với nước ở một nhiệt độ xác định, sau đó tăng hoặc giảm nhiệt độ bằng cách thêm nước nóng hoặc nước lạnh.

Nhiệt độ nước hoà bột thường là 60°C. Trong khi đó, nhiệt độ của bột thì tùy tiện hơn. Mặt khác, sẽ không có lợi nếu như cho nước quá nóng vào bột, sẽ làm vô hoạt các enzym không chịu nhiệt.

Để giảm nguy cơ vô hoạt enzym, bột thường được làm nóng trước để hạn chế tối đa việc sốc nhiệt độ. Công việc này có thể thực hiện ngay trước khi sử dụng có thể là dùng hơi làm nóng hoặc dùng nước nóng. Hiện nay ở Anh người ta vẫn đang tiếp tục nghiên cứu cho tiếp xúc malt với hơi ngay trước khi nghiền bột.

Những kỹ thuật khác nhau đều nhằm mục đích làm tăng mùi vị và hương thơm cho bia trong khi vừa dễ dàng điều khiển nhiệt độ bột nhào để bảo vệ các enzym chống lại sự phân huỷ bởi nhiệt.

Khi đã hoà bột xong, người ta tránh việc làm tăng nhiệt độ do các tác động bên ngoài. Thực tế, sự thay đổi nhiệt diễn ra rất chậm, và nếu dịch hèm quá đặc dẫn đến không đồng nhất về nhiệt độ của khối bột, ảnh hưởng xấu đến quá trình đường hoá.

Người ta thường điều chỉnh nhiệt độ bằng cách sục hơi vào dịch hèm, điều đó làm cho dịch hèm bị loãng thêm một chút. Quá trình hoà bột kết thúc, người ta dừng ở nhiệt độ nhận được, sau đó nâng tiếp lên 68 - 70°C bằng cách thêm nước nóng vào dịch hèm.

Có 2 kiểu ngâm chiết :

Ngâm chiết dần:

Bột được nhào trộn với nước 75°C bằng cách cho dần bột vào nước đến khi nhiệt độ cuối của khối bột nhào là 70°C. Sau đó đảo trộn trong 15 phút và giữ yên trong 30 phút để quá trình đường hoá xảy ra trước khi đem lọc.

Ngâm thông thường:

Thường được sử dụng khi dùng malt có chất lượng cao. Nhiệt độ hoà bột là 52°C, bật cánh khuấy trong 30 phút. Sau đó tăng nhiệt độ đến 57°C và giữ trong 15 phút. Sau đó nâng nhiệt lên 62°C và giữ yên trong 60 phút rồi lên đến 72°C để quá trình đường hoá diễn ra cho đến khi kết thúc. Nhiệt độ cuối của quá trình đường hoá là 76°C (hình 7.15).

(ii) Phương pháp đun sôi từng phần

Là phương pháp lâu đời ở Châu Âu. Phương pháp này có đặc điểm:

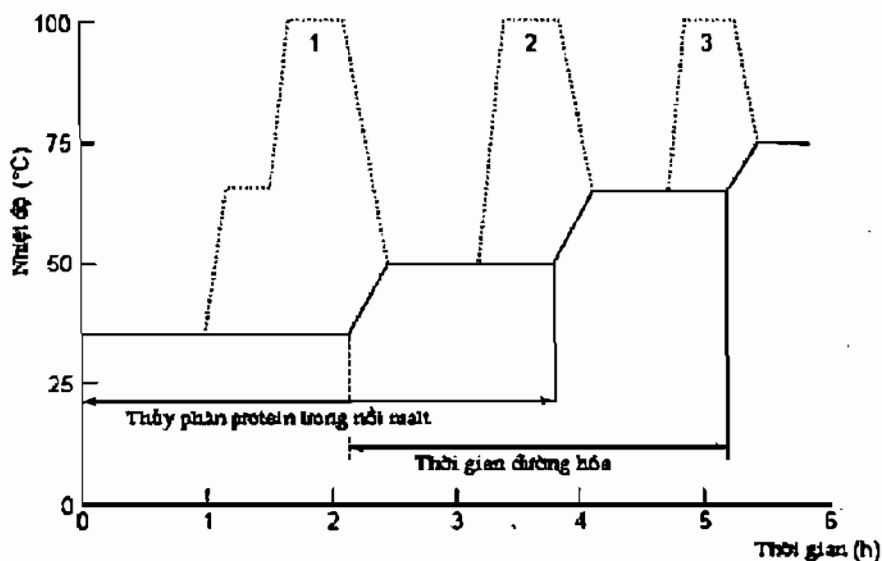
- Tạo ra những bước nhảy nhiệt độ, tránh dừng ở các nhiệt độ trung gian.
- Đun sôi một phần dịch đường làm tăng năng suất sử dụng nguyên liệu và cho phép loại bỏ kết tủa phức protein-tanin do đông tụ.
- Phương pháp này rất linh hoạt, dễ điều chỉnh.

Phương pháp này khá phổ biến, phù hợp trong việc sử dụng nguyên liệu là hạt chưa nảy mầm. Trong thực tế, người ta nâng lên nhiệt độ 100°C, nhiệt độ mà toàn bộ tinh bột đều bị hồ hoá.

Bột được hoà trong nồi đường hoá với tỉ lệ pha loãng khá cao (500 l nước cho 100 kg malt). Để malt lắng xuống, lấy một phần lượng malt đã lắng chuyển sang nồi nấu. Sau khi giữ yên ở 75 - 80°C, nồi này được đun sôi ở 100°C trong 10 - 20 phút (bia vàng) hay 30 - 45 phút (bia đen). Phần malt vừa đun sôi này được đưa trở lại dịch hèm để nâng toàn bộ hỗn hợp đến nhiệt độ chọn trước. Người ta có thể thực hiện việc đun sôi 1 lần, 2 lần hay 3 lần.

Tốc độ khuấy giảm đi ở các điểm dừng. Ngược lại để dễ dàng trong việc đảo trộn và gia nhiệt, tốc độ khuấy được nâng lên khi nâng nhiệt và khi bơm phần malt từ nồi nấu trở lại.

Phương pháp đun sôi 3 lần



Hình 7.14. Sơ đồ quy trình đường hóa đun sôi 3 lần:

- Nhiệt độ dịch trong nồi đun sôi;
- Nhiệt độ dịch hèm trong nồi đường hóa.

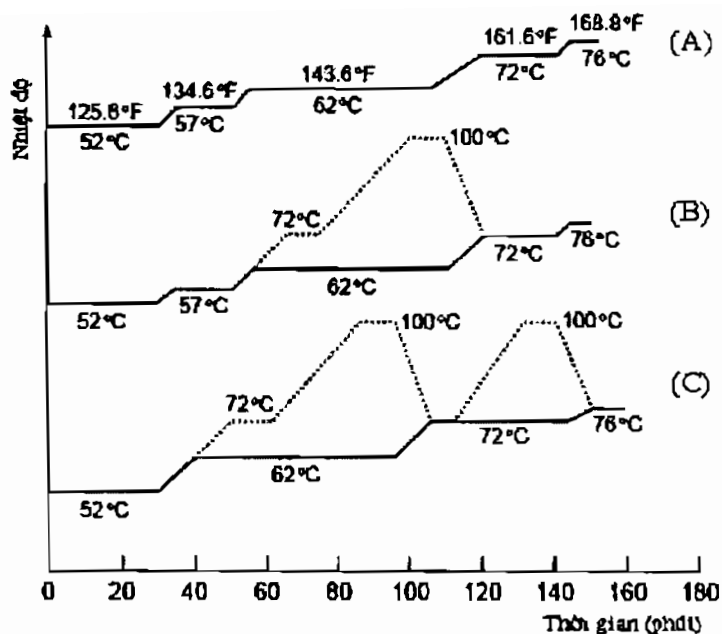
Phương pháp thường được dùng khi sản xuất bia sáng màu, tỷ lệ nước/ bột là 480 - 540 l /100 kg bột, còn sản xuất bia sẫm màu với tỷ lệ 300 - 400 l/100 kg bột. Hoà bột ở nhiệt độ tương đối thấp là 35°C. Người ta lấy khoảng 1/3 lượng dịch hèm (phần lắng ở phía dưới) để nấu. Phần hỗn hợp này được giữ yên trong 15 phút ở 65 - 70°C để dịch hóa tinh bột, rồi nâng lên 100°C, thường đun sôi trong 15 phút đối với bia vàng và trong 45 phút đối với bia đen. Sau đó bơm toàn bộ phần dịch đun sôi quay trở lại dịch hèm để nâng nhiệt độ của toàn bộ khối dịch tới 50 - 53°C. Giai đoạn này các enzym tấn công vào các hạt tinh bột đã hồ hóa và dịch hóa và thủy phân protein tương đối nhanh. Lần đun sôi thứ hai cũng lấy đi 1/3 lượng dịch hèm lắng phía dưới, lần đun sôi này có thể bỏ qua thời gian giữ ở nhiệt độ 65°C, lần bơm dịch nóng trở lại dịch hèm lần thứ hai để tăng nhiệt độ của toàn bộ khối dịch lên 65 - 70°C. Lần đun sôi cuối cùng sẽ tăng nhiệt độ khối dịch lên 76°C và giữ trong một thời gian ngắn trước khi chuyển sang thiết bị lọc dịch đường (hình 7.14).

Đối với bia Munich, phần hỗn hợp malt lấy ra đun sôi tương đối đặc còn bia Pilsen thì loãng hơn.

Phương pháp này thường kéo dài thời gian, có khi tới 6 h, giá đầu tư cao và năng lượng tốn kém, thường dùng cho bia cao độ, không dùng cho bia có màu nhạt.

Phương pháp nấu đun sôi hai lần

Quy trình đường hóa đun sôi 2 hay 1 lần nhanh hơn và kinh tế hơn phương pháp đun sôi 3 lần (hình 7.15).



Hình 7.15. Sơ đồ 3 phương pháp đường hóa:

A- quy trình ngâm chiết; B- quy trình đun sôi một lần; C- quy trình đun sôi 2 lần.

Ví dụ, hoà bột ở 35°C, giữ trong 30 phút rồi nâng lên 52°C. Mỗi lần đun sôi một phần tư lượng dịch hèm (phần lắng phía dưới) để nâng nhiệt toàn bộ hỗn hợp đến 65 - 70°C và 76°C. Toàn bộ quá trình đường hóa mất 4,5 h.

Nghiên cứu quá trình này cho thấy khoảng thời gian giữ nhiệt độ 50°C cần phải chú ý, bởi tại nhiệt độ này, protein và β -glucan bị phân hủy làm cho bia thành phẩm trở nên nhạt nhẽo. Để tránh điều đó xảy ra, thì sau khi giữ 50°C, nâng nhiệt độ dịch hèm tới 62°C để có thể điều chỉnh lượng protein còn lại.

Còn có nhiều quy trình khác nhanh hơn tùy thuộc chất lượng malt sử dụng. Chẳng hạn, ngâm malt ở 63°C, sau một khoảng thời gian ngắn, lấy một phần dịch hèm để đun sôi. Khi trộn trở lại, hỗn hợp đạt 70°C, giữ 45 - 60 phút, lại lấy một phần (khoảng 1/4) đun sôi, khi cho quay trở lại để tăng nhiệt độ hỗn hợp tới 77°C, sau 30 phút thì tiến hành lọc dịch đường. Toàn bộ quá trình đường hóa mất 2 - 3 h.

Phương pháp nấu đun sôi một lần

Phương pháp nấu này đơn giản hơn. Để sản xuất bia sẫm màu, ngâm malt ở nhiệt độ thấp (35°C) trong thời gian dài để các vi sinh vật không mong muốn sinh trưởng và phát sinh những hương không mong muốn. Sau đó nâng nhiệt lên 50 - 52°C, rồi 65 - 67°C. Sau đó lấy

khoảng 1/3 lượng dịch hèm để đun sôi, sau khi có một thời gian giữ ở 70°C. Sau khi bơm dịch đun sôi trở lại để hỗn hợp đạt 75°C để đường hoá. Đây là phương pháp khá phổ biến.

Một phương pháp khác là ngâm malt ở 35 - 50°C, để lắng một thời gian, phần dịch trong phía trên chứa các enzym được giữ lại, còn phần đặc phía dưới được lấy ra và nâng nhiệt độ lên 63 - 65°C và 70 - 75°C, sau đó đun sôi. Việc đun sôi này sẽ phá hủy các chất rắn và hồ hóa các hạt tinh bột nhưng cũng làm vô hoạt các enzym. Sau đó làm nguội xuống 65°C và trộn lại với phần dịch đầu tiên, lúc này các enzym trong phần dịch đầu tấn công những tinh bột đã hồ hóa, nhiệt độ đạt 67°C, sau đó nâng tiếp nhiệt độ lên 70°C và 75°C.

Một số quy trình nấu nhảy nhiệt độ cũng đã được đưa ra để sản xuất dịch đường có độ lên men thấp, dịch hèm đặc có nhiệt độ ban đầu 35 - 40°C. Cho nước sôi vào, khuấy đều trong 15 phút để hỗn hợp đạt 72°C. Bằng cách này, bột nghiền bị hydrat hóa và một số enzym bền nhiệt được hoạt hóa trước khi tăng nhiệt độ để dịch hóa và hồ hóa tinh bột và giảm tối đa thời gian đường hóa. Tăng nhiệt độ dịch hèm đến 78°C trước khi chuyển sang lọc.

Một quy trình khác gọi là quy trình Kubessa, bột nghiền được phân chia ra thành các phần bột mịn, tấm, vỏ trấu. Phần vỏ trấu được xử lý riêng ở 50°C và chỉ cho vào hỗn hợp khi kết thúc quá trình đường hóa. Phần bột và tấm cho vào nước ở nhiệt độ 64°C và giữ nhiệt độ trong khoảng thời gian phù hợp, sau đó lấy ra một phần lắng phía dưới để đun sôi, rồi cho quay trở lại hỗn hợp để đạt 70°C. Giữ một thời gian rồi nâng lên 78°C trước khi lọc. Phần vỏ trấu không đun sôi, nếu không bia có vị kém. Để sản xuất bia có hàm lượng cacbonhydrat thấp thì dịch lên men càng lên men nhiều cacbonhydrat càng tốt. Quy trình này ít được sử dụng.

(iii) Tính thể tích dịch lấy đi đun sôi

Phần trăm lượng dịch cần lấy đi đun sôi để sau khi trộn với dịch hèm không nấu có nhiệt độ xác định được tính theo công thức:

$$\% = \frac{T - t}{T^* - t} \times 100$$

trong đó: T - nhiệt độ cần đạt được sau khi trộn dịch đã nấu với dịch hèm ;

t - nhiệt độ của dịch hèm không nấu trước khi trộn ;

T* - nhiệt độ của dịch nấu trước khi trộn (người ta lấy 90°C thay vì 100°C để tính đến tổn thất nhiệt độ trong quá trình chuyển về trộn).

(iv) Phương pháp đường hóa dùng nguyên liệu thay thế một phần malt đại mạch

Phương pháp này được sử dụng để nấu các loại bia đặc biệt. Dùng hạt chưa nảy mầm (lúa mì, gạo, ngô) thay thế một phần malt đại mạch. Nguyên liệu thay thế được đun sôi trong nồi nấu phụ, sau đó được làm nguội bằng cách thêm nước lạnh. Tiếp đến bổ sung enzym để đường hoá tinh bột trong nguyên liệu thay thế.

Mặt khác, malt được đường hoá nhờ enzym của chính mình trong nồi đường hoá. Sau đó tiến hành lọc dịch hèm, phần dịch nấu hạt chưa nảy mầm được bơm vào cùng bã malt để lọc.

Xử lý nguyên liệu thay thế

Nói chung, các nguyên liệu chưa nảy mầm khác như gạo và ngô có nhiệt độ hồ hoá không quá 70°C.

Với ngô, phương pháp đun sôi một lần tương đối phù hợp. Lượng malt lót đưa vào nấu nấu khoảng 20% so với lượng ngô đưa vào. Malt này chứa enzym α -amylaza, xúc tác cho quá trình dịch hoá, làm giảm độ nhớt. Trong trường hợp nguyên liệu là gạo, nhiệt độ hồ hoá tương đối cao (80 - 90°C), người ta buộc phải sử dụng những phương pháp đặc biệt.

Sử dụng enzym trong quá trình đường hóa

Với 20% nguyên liệu thay thế, enzym trong malt không đủ để phá vỡ tinh bột, và các hợp chất khác như protein, β -glucan,... trong nguyên liệu thay thế. Với xu hướng sử dụng nguyên liệu thay thế với tỷ lệ cao thì cần thiết phải bổ sung enzym có nguồn gốc vi sinh vật.

Việc sử dụng enzym hỗ trợ cho quá trình đường hóa phải theo chỉ dẫn của nhà sản xuất. Các enzym có nguồn gốc từ vi khuẩn và nấm mốc là các protein khác với các enzym có trong malt, nhiệt độ và pH tối ưu cần chú ý để đạt hiệu quả sử dụng. Enzym thương mại có pH tối ưu cao hơn pH của dịch malt trong nồi ngâm (6,0 - 6,2), do đó cần thiết phải có sự điều chỉnh thích hợp. α -amylaza từ vi khuẩn hoạt động ở nhiệt độ thích hợp gần 90°C. Do gạo có nhiệt độ hồ hoá nằm trong khoảng này nên việc sử dụng enzym trên là hoàn toàn có lợi để tăng hiệu suất thu hồi chất chiết.

Nhờ có enzym bổ sung mà sản xuất bia với 50% nguyên liệu thay thế cũng không gặp trở ngại gì.

Một số enzym thương mại (Hãng Novo Nordisk) có nguồn gốc từ vi sinh thường được dùng trong sản xuất bia:

- Termamyl 120L: enzym α -amylaza, tác động tới mỗi liên kết α -1,4 glucosit thực hiện dịch hóa tinh bột, chúng cắt ngẫu nhiên chất nền tinh bột, qua đó tạo ra các dây dextrin khác nhau không có khả năng lên men được. Các dextrin này không tác động đến đường hóa và hầu như không ảnh hưởng tới khả năng lên men sau cùng. $T'_{opt} = 90^{\circ}\text{C}$, $\text{pH}_{opt} = 6$.

- AMG 300L: Amylo-glucosidaza, một loại enzym glucoamylaza, tác động lên mỗi liên kết α -1,4 và α -1,6. Chủ yếu tạo ra glucoza. $T'_{opt} = 65^{\circ}\text{C}$, $\text{pH}_{opt} = 4$.

- Fungamyl 800L: một loại enzym α -amylaza, tác động lên mỗi liên kết α -1,4, sản phẩm chính là maltoza. $T'_{opt} = 55^{\circ}\text{C}$, $\text{pH}_{opt} = 5$.

- Promozyme: Pullulanaza, enzym thủy phân mạch nhánh, chỉ tác động lên mỗi liên kết α -1,6 và những điểm nhánh, qua đó tạo các dextrin mạch thẳng. $T'_{opt} = 60^{\circ}\text{C}$, $\text{pH}_{opt} = 5$.

Các enzym đều vô hoạt khi đun sôi dịch hèm.

** Một số quy trình nấu phổ biến*

Phương pháp Le Corvaisier:

Trong nồi hồ hóa, người ta nâng nhiệt độ đến khi tinh bột của nguyên liệu thay thế

được hồ hoá hoàn toàn, sau đó làm nguội xuống 75°C bằng cách thêm hỗn hợp nước lạnh và malt chứa α -amylaza vào, giữ 15 - 20 phút ở 75°C, đây là thời gian dịch hoá. Sau đó nâng nhiệt độ hỗn hợp lên 100°C và đun trong 15 phút.

Các enzym thường bị hạn chế khả năng hoạt động trong môi trường có độ nhớt cao. Người ta thường hoà bột nguyên liệu thay thế theo tỉ lệ 500 / nước cho 100 kg bột. Nếu bột quá mịn đôi lúc dẫn đến đặc quánh. Do đó cần khuấy trộn kỹ để tránh hiện tượng này.

Nguyên liệu thay thế là gạo

Quy trình 1:

Gạo là loại nguyên liệu thay thế thường được sử dụng nhất. Các hạt tinh bột gạo rất nhỏ và có lớp bao chắc chắn. Các hạt tinh bột trương nở một cách từ từ khi ngâm với nước nóng. Nhiệt độ hồ hóa của bột gạo 75 - 80°C hoặc cao hơn. Tuy nhiên, ở nhiệt độ này các enzym amylaza bị vô hoạt, do vậy, việc nấu cháo gạo cần chế độ nấu khác.

Ngoài ra, tinh bột gạo trương nở khi hồ hóa to hơn tinh bột của các loại ngũ cốc khác, nên dễ bị cháy phần tiếp xúc trực tiếp với bề mặt truyền nhiệt.

Trộn bột gạo với 10 - 20% lượng bột malt vào nước 50°C, giữ ở nhiệt độ này trong 10 - 20 phút. Tỷ lệ bột nước là 100 kg bột với 400 l nước. Tiếp đó tăng dần nhiệt độ lên 72 - 75°C với tốc độ 1 phút tăng 1°C và giữ trong 10 phút. Tiếp tục tăng đến 85°C, giữ trong 10 - 20 phút để tinh bột gạo được hồ hóa. Sau đó, đun sôi khối cháo trong 30 - 40 phút.

Khi khối cháo bắt đầu sôi, tiến hành ngâm bột malt ở 50°C nhiệt độ tối ưu cho enzym proteaza hoạt động. Kết thúc giai đoạn đun sôi cháo, bơm từ từ sang nồi malt, chú ý khuấy trộn đều. Bơm đến khi nhiệt độ khối cháo malt đạt 63°C thì ngừng bơm cháo. Giữ nhiệt độ này của khối cháo malt trong 15 phút. Cấp nhiệt đun sôi khối cháo và bơm nốt sang nồi cháo malt để đạt nhiệt độ 72°C, giai đoạn đường hóa.

Kết thúc đường hóa (xác định bằng phương pháp thử iôt). Nâng nhiệt độ lên 78°C và kết thúc quá trình nấu.

Có một vài loại gạo mà tinh bột của chúng không được hồ hóa ở nhiệt độ thấp hơn 80°C. Để đạt được quá trình hồ hóa hoàn toàn, có thể nâng nhiệt độ khối cháo ngay từ đầu lên 85 - 90°C, tinh bột sẽ hồ hóa ngay lập tức bởi quá trình đó. Sau đó phối trộn với cháo malt có nhiệt độ thấp hơn để đạt nhiệt độ khoảng 75°C. Các quá trình tiếp theo xảy ra tương tự các quá trình đã trình bày.

Quy trình 2:

Nấu gạo tới 85 - 90°C để hồ hóa. Phải đảm bảo cháo không được quá đặc, nếu không sẽ tạo cháy ở đáy nồi, thậm chí cánh khuấy không thể hoạt động được, do vậy quá trình đường hóa xảy ra khó khăn hơn. Tỷ lệ gạo nước là 100 kg/ 400 - 500 l nước.

Cháo gạo có nhiệt độ cao phối trộn với một lượng cháo malt (20%) có nhiệt độ thấp hơn (37 - 50°C) để đạt nhiệt độ 72 - 74°C. Giữ nhiệt độ này trong 20 - 30 phút để dịch hóa

các hạt tinh bột đã hồ hóa bởi các enzym có trong malt. Tiếp đó đun sôi khối cháo và để sôi trong 30 - 40 phút.

Khi khối cháo bắt đầu sôi, tiến hành ngâm malt ở 50°C. Kết thúc thời gian đun sôi cháo, bơm từ từ sang khối cháo malt, khuấy đều liên tục. Tiến hành bơm đến khi nhiệt độ của toàn bộ khối cháo đạt 63°C. Giữ 15 phút.

Tiếp tục nâng nhiệt đun sôi lại khối cháo gạo và bơm sang nồi cháo malt để đạt nhiệt độ 72°C. Giữ nhiệt độ này đến khi đường hóa hoàn toàn. Kết thúc đường hóa, nâng nhiệt độ lên 78°C và kết thúc quá trình nấu.

Nguyên liệu thay thế là ngô

Ngô có chứa trên 5% chất béo, chúng có thể được loại ra trong quá trình xử lý ngô. Ngô được sử dụng để nấu bia ở dạng bột thô hoặc bột mịn. Bột nghiền thô thường được đưa vào nồi hồ hóa cùng với malt hoặc không có malt. Ngô có thể được nghiền mịn bằng máy nghiền trục theo phương pháp nghiền ẩm. Sau đó sấy và hồ hóa trong máy sấy ở 160°C. Bột ngô mịn được sử dụng để nấu bia mà không cần xử lý tiếp theo. Các thao tác tiến hành tương tự như nấu với gạo.

Nguyên liệu thay thế là lúa mạch

Có thể sử dụng lúa mạch thay thế một phần malt với tỷ lệ 20% mà không cần sử dụng enzym. Có 2 cách xử lý lúa mạch:

Nghiền thô bằng hệ thống nghiền đặc biệt, với cách này vỏ cũng bị nghiền, do vậy cần tính toán cho quá trình lọc dịch đường hoặc bằng thiết bị nghiền đặc biệt để nghiền mịn lúa mạch đã tách vỏ. Lúa mạch sau khi xử lý có thể nấu cùng malt. Sự phân hủy tinh bột không có vấn đề gì đặc biệt, nhưng cần lưu ý quá trình phân hủy protein. Nếu β -glucan không được phân hủy tốt sẽ gây trở ngại cho quá trình lọc, bởi vậy cần chú ý khoảng thời gian giữ nhiệt độ 45 - 50°C. Thường dùng 125 kg lúa mạch hoặc 120 kg lúa mạch đã lột vỏ thay thế cho 100 kg malt.

Nguyên liệu thay thế là yến mạch

Bia yến mạch được sản xuất nhiều ở các nước châu Phi, ở Nam Phi hàng năm sản xuất 3000 tỷ lít. Thường dùng 30% đại mạch và 70% là các nguyên liệu thay thế như yến mạch, ngô, tiểu mạch và một lượng nhỏ bột ngũ cốc nghiền. Ở nhiều nước châu Phi, ngày nay người ta sử dụng 100% yến mạch và tiểu mạch mà không dùng đại mạch và chế phẩm enzym thương mại. Tuy vậy nó cần đến một quy trình nấu phù hợp. Yến mạch có thể cho 79 - 84% lượng chất chiết, chúng cũng mang lại hiệu suất cho quá trình đường hóa. Các chỉ tiêu về chất lượng có thể đạt được dễ dàng.

Thường sử dụng 80 - 90% ngô trong sản xuất bia yến mạch. Ngô được nghiền và trộn với axit lactic. Axit lactic là thành phần tạo hương chính và cũng giúp cho bia yến mạch lâu hỏng hơn, nếu không chỉ để được khoảng 100 giờ thì hỏng.

Cho nước vào hỗn hợp bột và đun sôi trong 2 giờ, sau đó làm nguội tới 80°C. Thêm 50% malt yến mạch và làm nguội toàn bộ hỗn hợp xuống 40°C. Phần yến mạch còn lại cho vào hỗn hợp trước khi làm nguội xuống 22°C. Sau đó lọc dịch ở nhiệt độ 22°C và tiếp nấm men vào.

Sau 3 ngày, quá trình lên men kết thúc, độ cồn đạt được khoảng 4%V. Bia yến mạch đóng chai mà không lọc.

Để thủy phân protein cần pH 4,6 với nhiệt độ 52°C, để có đủ các sản phẩm protein phân tử lượng thấp (FAN) làm dinh dưỡng cho nấm men. Cần chú ý đặc biệt tới thành phần protein.

Bổ sung đường hoặc xiro đường

Đường là chất hòa tan và có thể lên men được. Thông thường, không sử dụng đường thuần túy mà chỉ bổ sung vào dịch đường như một nguyên liệu thay thế một phần. Đường được bổ sung vào trong quá trình nấu hoa houblon, 10 phút trước khi kết thúc thời gian nấu hoa. Cần tính toán lượng chất chiết đạt được từ đường. Thường 78 kg đường thay thế cho 100 kg malt. Đường không có protein nên quá trình lên men không bị gặp khó khăn. Nếu khi đường hoặc xiro đường đắt thì có thể dùng xiro ngô có hàm lượng fructoza cao để thay thế. Đây là dung dịch đường nghịch đảo được chế biến từ ngô, và cũng được bổ sung vào trong quá trình nấu hoa.

(v) Lựa chọn phương pháp đường hoá

Phương pháp đường hoá phụ thuộc vào nhiều yếu tố:

- Tập quán của mỗi quốc gia.
- Thiết bị của xưởng nấu: Phương pháp ngâm chiết cần 1 - 2 nồi, phương pháp đun sôi nhiều lần cần 2 nồi.
- Chất lượng malt: Malt càng nhuyễn thì càng nên sử dụng phương pháp đường hoá nhanh và cường độ không mạnh.
- Bản chất của bia cần sản xuất: bia càng đậm và sánh thì càng cần đường hoá với cường độ mạnh.

Nếu muốn loại bỏ protein và tanin thì dùng phương pháp nấu theo cách đun sôi từng phần. Ngược lại, nếu yêu cầu không quá nghiêm ngặt thì việc này cũng ít cần thiết.

Nói chung, phương pháp ngâm chiết được áp dụng cho phương pháp lên men nổi còn nấu theo phương pháp đun sôi từng phần dùng cho lên men chìm. Phương pháp ngâm chiết khó thực hiện được với malt hỗn tạp. Bia theo kiểu Munich áp dụng đun sôi 2 phần hay 3 phần còn bia kiểu Pilsen thì đun sôi 2 phần. Với các loại malt kém nhuyễn, phương pháp đun sôi 3 phần cho phép nâng cao 2% hiệu suất chiết, còn với các loại malt tốt hơn thì hiệu suất chiết tăng 1% hay ít hơn. Với những phương pháp đường hoá lâu, dịch hèm chảy nhanh hơn, rõ ràng hơn, nó cũng nhớt hơn. Nó chứa nhiều nitơ, photphat hữu cơ hơn, ít nitơ đồng tụ vì nó đã bị đồng tụ phần lớn trong nồi nấu.

7.2.7. Ảnh hưởng của oxy

Việc thông khí cho dịch hèm đóng vai trò quan trọng đến sự thủy phân tinh bột và việc lọc dịch đường. Sự oxy hoá liên quan đến những vấn đề khác nhau.

Việc giảm sự oxy hoá thường dẫn đến tăng hiệu suất lên men tối đa, tăng hiệu suất hoà tan, tăng hàm lượng nitơ hữu cơ, tanin và làm giảm hàm lượng β -glucan (một chất giúp cho quá trình lọc tốt hơn) và giảm màu sắc.

Để giảm sự xâm nhập của oxy vào dịch đường cần chú ý các thao tác sau:

- Tránh khuấy trộn và bơm quá nhanh (tạo xoáy).
- Đưa hơi vào nồi nấu theo chiều từ dưới lên trên.
- Đôi khi cần hạn chế thông khí để tránh oxy hoá tanin.

Với nguyên liệu là các loại hạt chưa nảy mầm thì việc xử lý sẽ thuận lợi hơn nếu hòa bột với nhiều nước.

Các enzym thường bị hạn chế khả năng hoạt động trong môi trường có độ nhớt cao. Người ta thường hoà bột của các hạt chưa nảy mầm theo tỉ lệ 500 lít nước cho 100 kg bột. Khi mà bột quá mịn sẽ dẫn đến hỗn hợp đặc quánh, cần khuấy trộn kỹ để tránh hiện tượng này.

7.2.8. Thời gian đường hóa

Đối với nhà máy nhỏ thì thời gian không phải là vấn đề chính. Nhưng đối với những nhà máy lớn thì cần tính toán thời gian hết sức cẩn thận thì mới thu được lợi nhuận. Những nhà máy hiện đại có thể sản xuất được 8 mẻ bia trong một ngày, như vậy, một mẻ nấu chỉ kéo dài trong 3 h, nếu 12 mẻ thì 1 mẻ nấu trong 2 h. Như vậy cần lựa chọn quy trình nấu thích hợp và cần tính toán thời gian một cách chính xác để không làm lỡ kế hoạch của nhà máy.

Chế độ nấu đã được lập trình trên máy tính, và toàn bộ quy trình sản xuất của nhà máy đã được điều khiển tự động. Thông thường, một mẻ nấu trong 3h.

7.3. QUÁ TRÌNH LỌC DỊCH ĐƯỜNG

7.3.1. Mục đích

Quá trình đường hoá tạo ra dịch đường giàu các chất chứa nitơ để đồng hoá. Mục đích của việc lọc là tách dịch đường hay dịch hèm với vỏ và những phần nội nhũ của hạt không tan. Ngoài ra người ta mong muốn giữ lại cùng với bã những chất không mong muốn như kim loại nặng, tanin, lipit...

Quá trình lọc chia thành hai giai đoạn:

Giai đoạn 1 - Lọc dịch đầu: giai đoạn tách dịch ra khỏi bã. Trong suốt quá trình lọc bã đóng vai trò như một lớp vật liệu lọc.

Giai đoạn 2 - Rửa bã: sau khi tách dịch ra khỏi bã, trong bã còn giữ lại một lượng các chất hoà tan đặc biệt là đường... Mục đích của rửa bã là để thu hồi những chất chiết này.

Rửa bã được thực hiện bằng nước nóng (78 - 80°C) và thường xuyên điều chỉnh nhiệt độ của nước rửa bã đến nhiệt độ này. Thực tế, nước kiềm tính thường làm tăng sự hoà tan những chất không mong muốn (polyphenol).

Việc rửa bã sẽ làm loãng dịch đường. Để đạt được nồng độ dịch đường mong muốn sau quá trình lọc, dịch đầu phải có hàm lượng chất chiết cao hơn của bia sản xuất 4 - 6%, ví dụ, cần sản xuất bia 12% thì dịch đầu phải có hàm lượng chất chiết 16 - 20%.

Lượng nước rửa phụ thuộc lượng và nồng độ dịch đầu và nồng độ dịch cần sản xuất. Thông thường, đối với bia 12% dùng tỷ lệ:

Bảng 7.5. Tỷ lệ nước rửa bã cần dùng để sản xuất bia 12°Bx

Nồng độ dịch đầu (%)	Tỷ lệ dịch đầu và nước rửa
14	1 : 0,7
16	1 : 1
18	1 : 1,2
20	1 : 1,5
22	1 : 1,9

Nếu lượng nước rửa càng nhiều thì thu hồi được càng nhiều chất chiết trong bã, như vậy hiệu suất thu hồi sẽ cao. Bên cạnh đó, nếu lượng nước rửa bã càng nhiều thì quá trình đun hoa lại phải kéo dài để bay hơi bớt nước để đảm bảo dịch đường thu được đủ về lượng và nồng độ theo yêu cầu.

Như vậy cần xác định chính xác mối quan hệ giữa thời gian rửa bã với hiệu suất và thời gian đun sôi với năng lượng cần tiêu tốn.

Nếu dịch đầu có nồng độ cao hơn thì chắc chắn lượng dịch ít hơn vì thế cần nhiều nước rửa bã hơn. Như vậy, dịch đầu có nồng độ càng cao thì hiệu suất thu hồi càng lớn.

Nhiệt độ lọc cũng rất quan trọng. Nếu nhiệt độ tăng thì độ nhớt của dịch giảm. Điều này có nghĩa lọc diễn ra nhanh nhất ở 100°C. Nhưng như vậy thì phần tinh bột chưa đường hóa hết còn trong bã sẽ không được tiếp tục chuyển hóa bởi α -amylaza bị vô hoạt ở nhiệt độ trên 78°C. Vì thế, nếu lọc ở 100°C, dịch thu được gọi là “dịch đường xanh” (dùng phép thử iốt). Nhiệt độ nước rửa không nên quá 80°C để không làm vô hoạt enzym.

Quá trình rửa bã được thực hiện cho đến khi thu đủ lượng dịch và nồng độ dịch theo yêu cầu kỹ thuật. Đối với những loại bia cao độ (11 - 14%), dịch rửa cuối cùng có lượng chất chiết khoảng 0,5 - 0,6% có thể được sử dụng cho mẻ nấu tiếp theo. Nhưng đối với những loại bia cao độ hơn, ví như bia Bockbier (16 - 17%) thì không dùng nước rửa bã nhiều, nếu không sẽ làm loãng dịch, và dịch rửa bã của loại bia này thường dùng cho nấu loại bia thấp độ hơn, hoặc dùng cho mẻ nấu tiếp theo.

Đến cuối giai đoạn rửa bã, có một lượng các chất không mong muốn (polyphenol và

các hợp chất đắng từ vỏ trấu, axit silicic,...) hòa tan vào dịch đường. Nếu các hợp chất mong muốn được hình thành thì sẽ làm tăng chất lượng bia, ngược lại phải hạn chế các hợp chất không mong muốn được chiết ra, có nghĩa không rửa bã quá lâu. Bởi vậy, cần phải suy xét khi sử dụng dịch rửa cuối cùng để nấu mẻ bia tiếp theo.

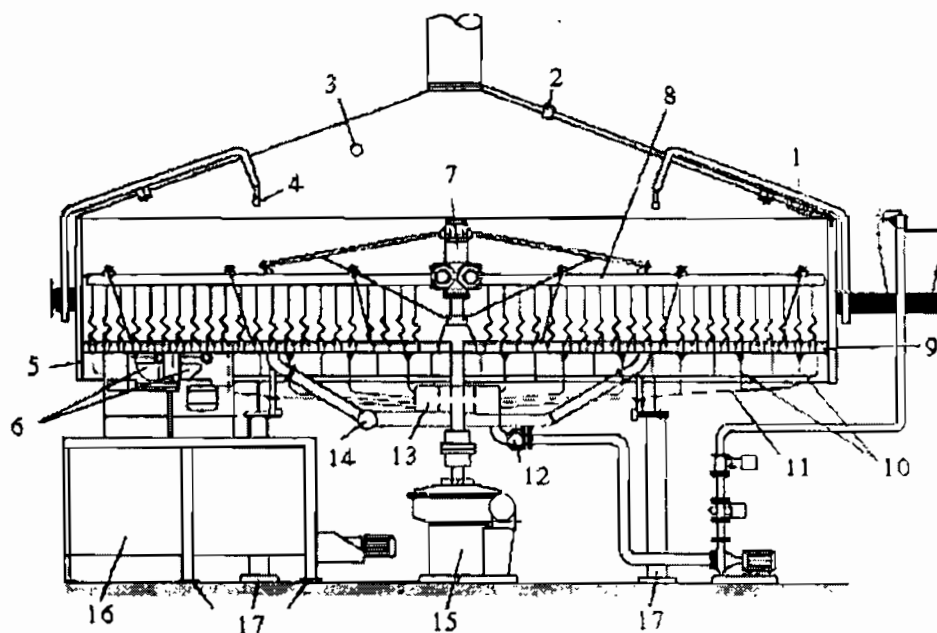
Bảng 7.6. Hàm lượng chất chiết trong dịch đầu và dịch sau khi rửa bã

Thành phần	Hàm lượng chất chiết trong dịch đầu (%)	Hàm lượng chất chiết trong dịch rửa (%)
Maltoza	58,95	53,07
Các hợp chất có chứa N	4,34	5,38
Các hợp chất vô cơ	1,54	2,54
Axit silicic (SiO_2)	0,1481	0,4536

Nếu phần nước rửa bã cuối cùng không tái sử dụng thì cần phải xử lý bằng than hoạt tính để loại bỏ các cấu tử tạo mùi khó chịu trước khi thải ra ngoài.

7.3.2. Thùng lọc

7.3.2.1. Cấu tạo thùng lọc (hình 7.16)



Hình 7.16. Thùng lọc hiện đại:

1- cửa; 2- đèn; 3- CIP; 4- vòi phun nước rửa; 5- lớp bảo ôn; 6- cửa xả bã; 7- trục cánh khuấy; 8- cánh khuấy, dao cào bã; 9- vị trí dao thấp khi cào bã; 10- các ống thu dịch lọc; 11- đường ống thu dịch lọc; 12- bơm; 13- thùng chứa dịch lọc; 14- ống cấp dịch; 15- motor, trục nâng/ hạ cánh khuấy; 16- thùng chứa bã; 17- đế thiết bị.

Thường chế tạo bằng thép không gỉ, có dạng hình trụ đáy phẳng và nắp hình cầu, nắp được nối liền với ống thông hơi có van điều chỉnh và trên nắp có cửa để công nhân có thể ra vào vệ sinh hoặc quan sát bên trong nồi khi cần thiết. Thành phần hình trụ (không kể đáy) có lớp bảo ôn. Bên trong cách đáy khoảng 10 - 15 mm có một đáy giả làm bằng đồng dỏ dày khoảng 3,5 - 4,5 mm, đáy giả này gồm nhiều mảnh nhỏ ghép lại hình thành một lớp đáy có các rãnh từ 20 - 30 mm và rộng 0,4 - 0,7 mm. Tổng số diện tích tất cả các rãnh chiếm 6 - 8% diện tích đáy theo thiết kế cũ, ngày nay thường là 18 - 28%. Trên mỗi mảnh tạo thành đáy giả người ta để hở một lỗ tròn để tháo bã malt, lỗ này có cửa đóng chặt. Trên đáy chính có nhiều ống nhỏ dùng thu dịch lọc đến đường ống thu dịch, các ống nhỏ này được phân bố đều trên đáy chính và cứ 1,25 - 1,50 m² đặt một ống. Đường kính của các ống này từ 25 - 45 mm. Số ống phụ thuộc vào kích thước của nồi, nhưng người ta đã tính được rằng số ống không được quá 25, nếu nhiều hơn sẽ gây khó khăn cho quá trình lọc.

Yêu cầu về cấu tạo đối với các ống thu dịch làm sao phải bảo đảm tốc độ chảy của dịch đường trong một giới hạn rộng, nếu không rất dễ bị tắc. Ở giữa thùng là bộ phận khuấy và cào bã, bộ phận này gắn với trục xoay thẳng đứng, trục xoay nhờ motor điện. Bộ phận khuấy gồm nhiều dao, có loại hình ziczac, có loại có nhiều răng giống như cào cò. Trên 2 tay đòn của cánh khuấy là 2 ống dẫn nước có đục nhiều lỗ con tạo nên vòi nước hoa sen. Khi cánh khuấy quay thì các ống dẫn nước quay theo, vòi này dùng khi rửa bã. Trục quay với tốc độ 1/2 - 1/3 vòng phút. Trục còn có thể điều chỉnh các lưỡi dao cao thấp để sử dụng tùy giai đoạn trong quá trình lọc.

7.3.2.2. Vận hành thùng lọc

Chia thành 7 bước:

- Đuổi khí.
- Bơm dịch hèm vào.
- Để lắng.
- Hồi lưu dịch lọc còn đục trở lại thùng lọc.
- Thu dịch đầu.
- Rửa bã.
- Xả bã.

(i) Đuổi khí

Trước tiên, đáy giả phải được vệ sinh sạch. Trước khi đưa dịch hèm vào phải khóa van tháo bã malt và các vòi lấy dịch đường phải đóng kín, sau đó cho đầy nước nóng vào các ống dẫn dịch hèm và khoảng cách giữ hai đáy, nước nóng sẽ đuổi không khí ra ngoài đồng thời làm nóng thùng lọc.

(ii) Bơm dịch hèm vào

Cần chuyển dịch hèm vào thùng lọc càng nhanh càng tốt và khuấy đều để dàn đều bã trên bề mặt đáy giả. Nếu bã phân bố không đều khiến cho tách chiết không đều, làm giảm

hiệu suất thu hồi chất chiết. Vận tốc bơm luôn giữ càng thấp càng tốt để tránh đảo trộn không cần thiết. Dịch hèm được bơm vào từ phía dưới lên để tránh oxy xâm nhập. Cánh khuấy trong nồi nấu hoạt động liên tục với vận tốc chậm trong khi bơm dịch hèm vào thùng lọc.

(iii) Để lắng

Sau khi bơm dịch hèm vào thùng lọc, để lắng 30 phút. Bã lắng xuống có thể dày tới 30 - 40 cm, có khi tới 60 - 70 cm nếu nguyên liệu được nghiền ướt. Lớp bã hình thành nên một lớp lọc tự nhiên. Trong thời gian lắng phân bã thành 3 lớp:

- Lớp dưới cùng: lớp mỏng bao gồm các hạt to, nặng, phần này có thể còn chứa tinh bột chưa chuyển hóa hết.
- Lớp giữa: lớp dày nhất bao gồm các hạt to, nhẹ hơn các hạt lớp dưới cùng.
- Lớp trên cùng: lớp mỏng bao gồm các hạt nhẹ nhất, chủ yếu là protein và vỏ trấu nhỏ.

Lớp trên cùng có bã nở to. Lớp bã này gây bất lợi cho việc lọc bởi nó khó thấm hơn các lớp dưới. Để dễ lọc và đồng nhất chất chiết, cần thiết phải phân bổ đều lớp bã này trên bề mặt lọc.

Đảm bảo nhiệt độ cuối quá trình nấu cao để bã tơi ra do vậy lọc càng nhanh. Vì lý do này mà cần phải giữ nhiệt độ trong suốt quá trình lọc.

Trong thời gian chuyển dịch hèm vào, cánh khuấy được nâng lên cao khoảng 20 cm và đến khi dịch hèm chuyển vào gần hết thì nâng cánh khuấy lên cao hẳn và ngừng hoạt động.

(iv) Hồi lưu dịch lọc đục

Phần dịch lọc đầu tiên thu được ở khoảng giữa đáy thùng và đáy giả có chứa các hạt nhỏ có thể lọt quá lớp lọc. Phần dịch này được bơm trở lại thùng lọc dưới bề mặt dịch hèm, làm như vậy hạn chế tối đa oxy xâm nhập vào dịch. Bình thường thời gian này mất độ 10 - 15 phút.

(v) Thu dịch đầu

Khi quan sát thấy dịch lọc bắt đầu trong thì khóa van hồi lưu và thu dịch. Dịch lọc đầu chảy ra càng nhanh càng tốt để không làm mất thời gian. Khi dịch đường chảy qua tạo nên một lực hút, dẫn làm cho bã bị nén dần lại, nên dần dần tốc độ lọc càng giảm đi. Vì thế cần giữ tốc độ lọc vừa phải đảm bảo độ chênh lệch áp suất càng thấp càng tốt để giữ cho bã tơi xốp. Trong những thùng lọc hiện đại, hoạt động của cánh khuấy được điều khiển nhằm điều chỉnh độ chênh lệch áp suất.

Trong những thùng lọc có sử dụng các van xoay, thì van chỉ được mở 1/4 hoặc 1/3. Ngoài ra có thể làm giảm lực hút bằng cách nâng cao mức dịch trong cổ van xoay.

Toàn bộ thời gian tách dịch đầu mất khoảng 1,5 - 2 giờ. Sau đó ta tiến hành rửa bã.

(vi) Rửa bã và lấy dịch rửa bã

Trong bã malt còn có chứa một khối lượng đáng kể chất hoà tan, lượng này phụ thuộc vào mức độ nghiền, nồng độ của dịch đường ban đầu, nhiệt độ lọc...

Việc thu dịch đầu tiên hành đến khi bề mặt bã trên cùng lộ ra. Lúc này cho ngay nước rửa bã vào phía trên. Nước rửa bã có nhiệt độ 75 - 78°C, nhiệt độ này rất thích hợp cho sự đường hoá phần tinh bột còn sót trong bã malt cuối cùng. Nếu nhiệt độ thấp hơn sẽ làm cản trở đến tốc độ rửa, nhưng nếu nhiệt độ cao hơn thì sẽ gây hồ hoá tinh bột làm cho bia bị đục. Nhiệt độ nước nóng cao nhất cho phép là 79 - 80°C. Chất chiết trong bã tiếp tục được hoà tan ra, nhưng cần giới hạn thời gian rửa bã.

Có thể rửa gián đoạn hay liên tục.

Rửa gián đoạn: Sau khi tách dịch đường, đóng các vòi lấy dịch lại, tiến hành rửa bã lần thứ nhất bằng nước nóng 75 - 76°C, tưới nước vào cho đến khi mực nước trên lớp bã malt 2 cm, bật cánh khuấy với tốc độ 4 - 5 vg/ph thì dừng lại, để lắng 10 phút bắt đầu tách nước rửa lần thứ nhất, tiến hành tương tự như tách dịch đường; sau đó lại tiếp tục rửa 2 - 3 lần như vậy, nhiệt độ nước nóng của các lần sau cao hơn (78 - 79°C hay 79 - 80°C).

Rửa liên tục: Liên tục tưới nước nóng 77 - 78°C lên lớp bã malt; đồng thời tiến hành tách dịch, cánh khuấy có thể làm việc liên tục hay gián đoạn, rửa cho đến khi nồng độ chất hoà tan trong nước rửa còn độ 0,3 - 0,5%.

Phương pháp rửa liên tục nhanh hơn, nhưng rửa gián đoạn lại cho hiệu suất chiết cao hơn bởi có nhiều thời gian để tách chất chiết ra hơn. Hạn chế đảo trộn để hạn chế oxy xâm nhập. Cả 2 cách này đều được áp dụng phổ biến trong thực tế sản xuất. Tùy thuộc nhà máy mà sử dụng cách này hay cách kia. Nếu không coi việc kéo dài thời gian là quan trọng thì chọn rửa gián đoạn sẽ cho hiệu suất cao hơn.

Trước và trong khi rửa bã, bật cánh khuấy. Việc đảo trộn bắt đầu từ lớp bã trên cùng và hạ thấp dần cánh khuấy cho đến khi chân dao cách mặt lưới lọc 5 - 10 cm. Không hạ cánh khuấy thấp hơn, nếu không dịch lọc sẽ đục. Hoạt động của cánh khuấy phụ thuộc thời gian lọc và độ trong của dịch đường. Để vận hành một cách tối ưu thì cần phải tính toán và điều khiển liên tục độ chênh lệch áp suất và độ đục.

Khi độ đục tăng, cần phải nâng cao cánh khuấy lên và nếu độ đục giảm thì lại hạ thấp xuống. Khi độ chênh lệch áp suất tăng, bã bị nén lại nên cần hạ thấp cánh khuấy để làm tơi bã. Tuy vậy khi độ đục lại tăng thì lại phải bắt đầu quá trình từ đầu.

Thời điểm kết thúc lọc được xác định khi nồng độ và thể tích dịch đường thu được trong nồi nấu hoa đạt yêu cầu.

(vii) Xả bã

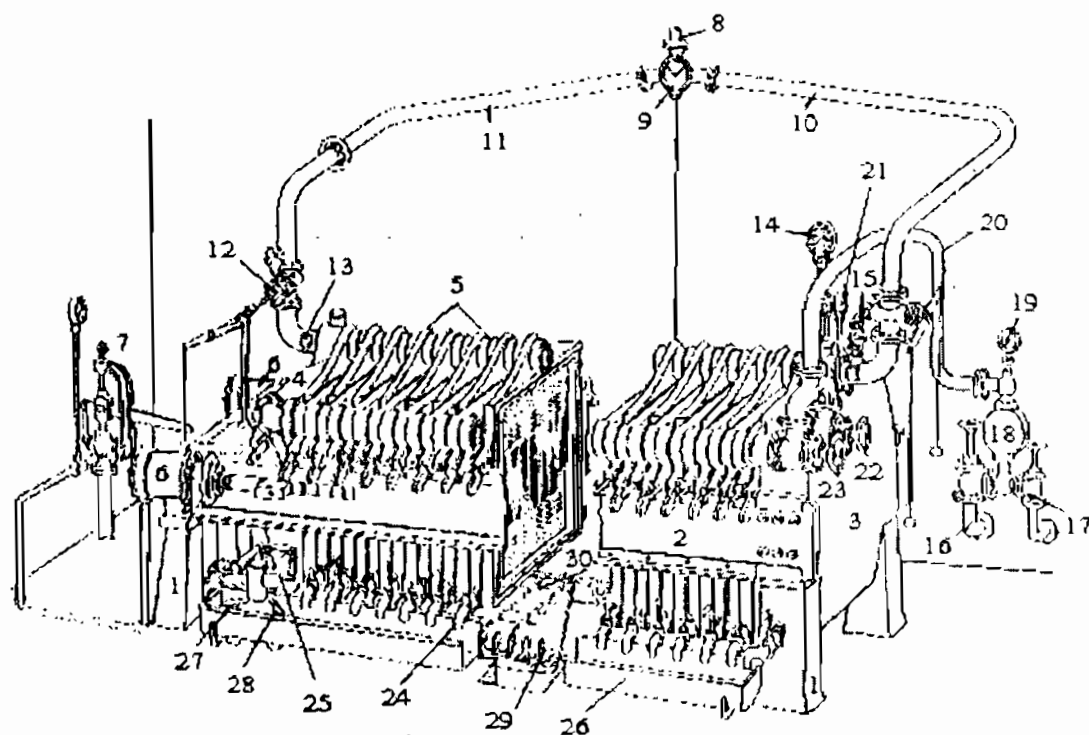
Sau khi lấy hết dịch ra, hạ thấp cánh khuấy và cho quay để đẩy hết bã ra ngoài. Toàn bộ quá trình lọc và rửa một mẻ mất 4 - 6 giờ.

7.3.3. Máy lọc ép kiểu khung bản

7.3.3.1. Cấu tạo (hình 7.17)

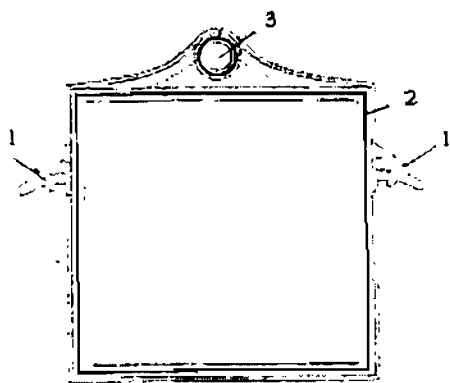
Hiện nay trong nhiều nhà máy bia trên thế giới, kể cả nhà máy bia của ta, người ta đã thay thế nổi lọc bằng những máy lọc ép kiểu khung bản.

Thiết bị này gồm những khung bằng gang và những tấm bản dày có những đường rãnh trên mặt khung. Bề mặt tấm bản được tráng một lớp đồng đỏ mỏng. Nguyên liệu lọc là những tấm vải thô dày bằng bông hay bằng sợi nhân tạo. Các khung và tấm bản được ép lại với nhau nhờ một trục vít giữa. Khung và bản có dạng hình tròn hay hình vuông, thông dụng là hình vuông với kích thước từ $0,8 \times 0,8$ m đến $1,6 \times 1,6$ m, tùy năng suất nhà máy (hình 7.18 và 7.19). Thông dụng nhất là loại khung có diện tích $1,2 \text{ m}^2$. Số khung và bản phụ



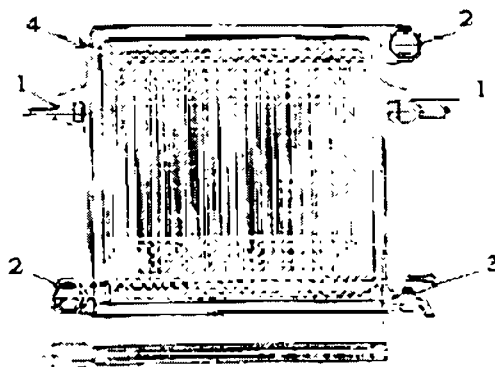
Hình 7.17. Thiết bị lọc ép khung bản:

1- khung máy; 2- bề đỡ khung bản; 3- bản chắn cố định; 4- bản chắn có thể tháo rời; 5- các khung và bản lọc; 6- vít nén; 7- bơm; 8- đường dịch vào; 9- van điều khiển; 10- đường dịch vào bản 3; 11- đường dịch vào bản 4; 12- van; 13- kính quan sát; 14- đồng hồ đo lưu lượng; 15- van an toàn; 16- đường cấp nước nóng; 17- đường cấp lạnh; 18- bộ phận trộn; 19- nhiệt kế; 20- đường cấp nước rửa bã; 21- đồng hồ đo lưu lượng nước rửa; 22- van của đường nước rửa ở phía dưới; 23- van của đường nước rửa ở phía trên; 24- vòi; 25- vòi chung; 26- máng hứng; 27- đường ống thu dịch lọc; 28- đường ống thu nước thải; 29- vít xả bã; 30- thanh chống.



Hình 7.18. Khung máy lọc ép:

- 1- gờ; 2- gioăng cao su;
3- dịch hèm vào.



Hình 7.19. Tấm bản:

- 1- gờ treo; 2- nước rửa bã;
3- vòi thu dịch lọc; 4- van xả khí.

thuộc vào công suất của máy, thường từ 10 - 60 cái, số bản ít hơn số khung 1 cái, 1 đầu máy lọc ép có 1 tấm cố định. Phần trên mỗi khung, bản có một lỗ tròn, khi các khung bản này xếp lại với nhau thì các lỗ tròn này sẽ tạo thành một ống dẫn dịch hèm sẽ đi vào máy lọc theo ống dẫn này. Trên mỗi góc phía trên và một góc phía dưới (chéo nhau) của mỗi khung, bản có một lỗ tròn, khi ghép lại sẽ tạo thành 2 đường dẫn; 2 đường này được nối liền với những đường rãnh trên bề mặt tấm bản. Mỗi một tấm bản có một vòi thu dịch lọc hay dịch sau rửa bã.

7.3.3.2. Vận hành

Bao gồm các bước sau:

- Chuẩn bị máy lọc.
- Bơm dịch hèm vào và thu dịch lọc đầu.
- Rửa bã và thu dịch rửa.
- Tháo bã và vệ sinh máy.

(i) Chuẩn bị máy lọc

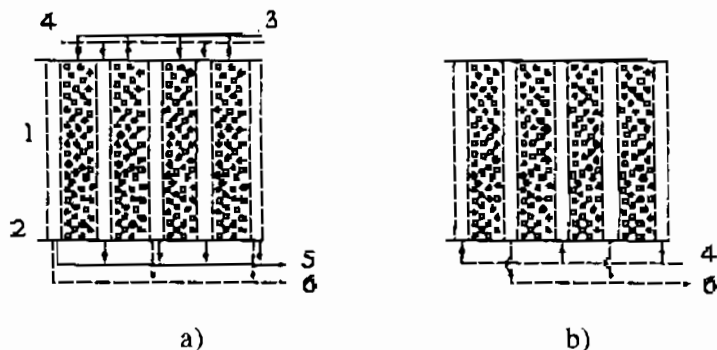
Bắt đầu ghép các khung, bản với nhau, bắt đầu lắp từ đầu cố định. Phủ kín vải lọc mỗi bản, sau đó đẩy đều sang 2 phía và lắp ghép vào với khung. Cần đảm bảo lắp kín không rò rỉ. Ban đầu máy lọc còn lạnh. Nếu cho ngay dịch hèm vào thì dịch hèm sẽ bị giảm nhiệt độ, không đảm bảo tốc độ lọc. Bởi vậy cần phải cho nước nóng 80°C vào máy lọc trước, giữ 30 phút và xả hết nước ra ngoài. Chính thời gian này cũng là để thử xem máy lọc lắp đã kín chưa.

(ii) Bơm dịch hèm vào và thu dịch lọc

Dịch lọc được bơm vào theo đường tạo nên phía trên các khung bản. Để đảm bảo dịch hèm trộn đều, trong khi bơm phải bật cánh khuấy nổi đường hóa. Vận tốc bơm dịch chậm để

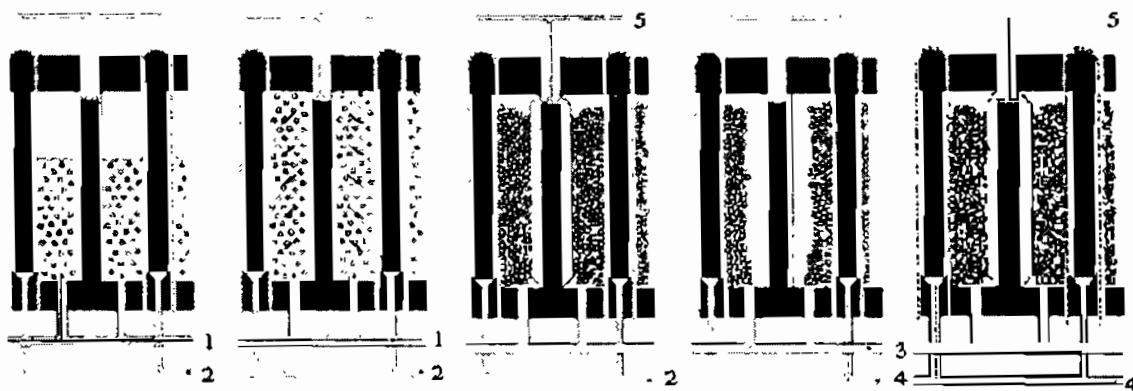
dịch hèm phân đều vào các khoang. Nếu bơm quá nhanh dễ gây tắc máy lọc, áp suất tăng và thời gian lọc bị kéo dài. Quá trình vận hành sẽ diễn ra nhanh nhất khi áp suất tăng rất chậm và áp suất cuối cùng không quá 0,5 bar. Để đạt được cần có mô-tơ điều khiển bơm. Thời gian bơm hết dịch hèm vào máy lọc khoảng 20 - 25 phút (hình 7.21).

Dịch lọc đầu chảy ra ngay trong quá trình bơm dịch hèm vào, không có thời gian nghỉ khi lọc dịch. Bã được giữ lại trong khung do bị vải lọc cản lại, còn dịch trong thì thấm qua vải lọc, chảy qua các khe của bản và chảy ra các vòi, từ đó thu dịch vào thùng chứa. Khi dịch lọc đầu chảy ra hết, khóa các vòi lại.



Hình 7.20. a- Giai đoạn khi dịch hèm chứa đầy trong các khoang và thu dịch lọc đầu, và tiếp theo là rửa bã; b- Giai đoạn rửa bã:

1- khung; 2- vải lọc phủ kín tấm bản; 3- dịch hèm vào;
4- nước rửa bã vào; 5- dịch đường trong; 6- dịch lọc sau rửa bã.



Hình 7.21. Quy trình lọc và rửa bã trong máy lọc ép MEURA 2001:

1- dịch hèm vào; 2- dịch lọc đầu ra; 3- nước rửa bã vào; 4- dịch sau khi rửa bã; 5- khí.

(iii) Rửa bã và lấy dịch rửa

Cũng như thùng lọc, cuối mỗi lần lọc cần rửa bã. Nước rửa không thể vào theo đường dịch hèm vào, nếu không nước sẽ theo đường ngắn nhất qua đường phía trên vải lọc và chảy ra ngoài mà không rửa bã. Nước rửa 80°C được bơm vào theo đường tạo thành phía dưới

khung chảy qua vải lọc rồi qua bã trong khung và ra ngoài theo đường trên tấm bản sau đó.

Việc đổ đầy máy lọc được kiểm tra bằng các vòi khí nhỏ phía trên của mỗi bản chứa nước hoặc bằng van khí to lắp phía trên máy lọc. Khi máy lọc đã đầy, mở ngay các vòi cho dịch trong chảy ra. Độ dày của lớp bã nhỏ 10 - 12 cm. Điều này cho phép lọc được bột mịn và nhanh hơn.

Tuy vậy, dịch lọc bằng máy lọc ép bị không khí xâm nhập vào nhiều khi chảy qua vòi và máng chứa dịch. Do vậy, trong hệ thống lọc ép hiện đại, dịch chảy trong đường ống khép kín.

(iv) Tháo bã

Ngay khi dịch rửa bã chảy ra hết có thể tiến hành tháo bã. Nhưng máy lọc vẫn giữ nhiệt độ 75°C nên việc tháo máy rất khó. Khi tháo rời khung và bản, bã rơi xuống máng phía dưới và đưa ra ngoài.

Một đời vải có thể lọc được 1000 mẻ. Vải lọc thường được vệ sinh sau 40 đến 50 mẻ để tránh bít tắc bằng cách nhúng trong dung dịch xút nóng (5%; 75°C) cuối cùng là rửa xối nước mạnh. Trước kia thường dùng vải cotton làm vải lọc, sau đó là dùng vải nilông, ngày nay vải polypropylen được sử dụng nhiều bởi có tính lọc tốt và dễ vệ sinh nên thời gian sử dụng được dài.

Tổng thời gian lọc và rửa bã khoảng 120 phút. Như vậy trong 24 giờ có thể thực hiện được 9 đến 10 mẻ.

Lọc bằng máy lọc ép có một số ưu điểm so với nổi lọc là:

- Lọc nhanh hơn.
- Chất lượng dịch đường tốt hơn, dịch đường trong hơn, hiệu suất chất hoà tan tăng 1%, đồng thời hao tổn nước rửa bã ít hơn, nguyên liệu lọc chiếm ít diện tích hơn.

Bên cạnh những ưu điểm trên, máy lọc ép có những nhược điểm: Sau mỗi lần lọc phải tháo lắp các khung bản do đó tốn nhiều sức lao động hơn.

7.3.4. Máy lọc khung bản thế hệ mới

Hệ thống này được phát triển bởi MEURO đi tiếp những công trình của giáo sư Hermia đã cải tiến những tính năng của phương pháp lọc ép truyền thống và khắc phục được những nhược điểm cơ bản như cải thiện độ đục của dịch lọc, sự ăn mòn thiết bị.

Việc sử dụng các khung bản bằng polypropylen và những màng bằng chất dẻo đàn hồi cho phép ép lớp bã làm chiều dày của nó giảm đi (4 cm) so với việc sử dụng những vật liệu truyền thống.

Thiết bị lọc được tạo nên từ các modul lọc. Các modul này có kích thước bên ngoài là 2 × 1,8 m, được tạo nên từ một khung được phân chia bởi hai màng chất dẻo đàn hồi và được cài vào giữa hai khung những đường dẫn phủ lên một màng lọc.

Quá trình làm việc gồm 6 giai đoạn hoàn toàn tự động.

(i) Đưa dịch vào khoang lọc: bơm từ dưới lên sử dụng áp suất thấp 0,15 - 0,2 bar, dịch vào cả hai phía của môđun màng. Dịch lọc đầu chảy qua lớp vải lọc.

(ii) Lọc dịch hèm: trong khi bơm dịch hèm vào, độ dày của lớp bã tăng dần tạo thành một lớp lọc trên màng lọc. Áp suất tăng lên một chút trong 10 phút đầu, sau đó không đổi. Khi toàn bộ dịch hèm đã bơm vào máy lọc, các khoang lọc nên chứa đầy bã. Dịch lọc đầu chảy hết trong 20 phút.

(iii) Nén sơ bộ: khi dịch lọc đầu đã rút hết, bã bị nén lại. Các màng lọc nén với áp lực nhẹ 0,5 - 0,6 bar vào lớp bã nên chiết được thêm một lượng chất tan khi chưa có nước rửa. Giai đoạn này mất khoảng 5 phút.

(iv) Rửa bã: nước rửa 78°C được đưa vào theo cùng với đường vào của dịch hèm nhằm mục đích rửa toàn bộ ống dẫn và nước rửa được đưa vào đều trên bề mặt bã. Giai đoạn này được thực hiện trong 50 - 55 phút.

(v) Nén: màng lọc nén bã với áp suất lớn hơn áp suất rửa khoảng 0,7 bar. Do vậy lượng chất chiết còn sót trong bã được lấy ra, hàm lượng nước trong bã chỉ còn 32%. Với độ ẩm này, bã dễ dàng được chuyển đi. Hàm lượng ẩm có thể thấp hơn nếu sử dụng áp suất nén cao hơn, đến 1,2 bar, nhưng bã quá khô khó vận chuyển, dễ vón cục trong silô bã. Giai đoạn này diễn ra trong 10 phút.

(vi) Tháo bã: tháo rời các môđun ra, thực hiện giống với máy lọc khung bản thông thường, toàn bộ lượng bã được tháo ra theo một máng bên ngoài. Đóng máy lọc và tiếp tục lọc cho mẻ sau.

Tổng thời gian lọc là 100 - 110 phút, như vậy có thể thực hiện 12 mẻ nấu 1 ngày, thậm chí tăng tới 14 mẻ nấu 1 ngày.

Ưu điểm của máy lọc ép thế hệ mới 2001:

- Thời gian lọc ít hơn 2 h nên hiệu suất sử dụng cao.
- Dịch lọc trong, độ đục thấp hơn 1 đơn vị EBC.
- Lượng oxy xâm nhập thấp.
- Có thể sử dụng máy nghiền búa để nghiền malt bởi không cần vỏ trấu làm lớp lọc.

Tuy vậy, thành phần bột nghiền vẫn là yếu tố quyết định hiệu suất thu hồi. Có một số nhà máy, nghiền malt khô để tạo nên 50% là bột, tách vỏ trấu, sau đó nghiền lại bằng máy nghiền búa.

- Dễ vận hành.

Và một điều cần chú ý, cũng như các loại máy lọc khác, nước rửa bã cần bài khí trước khi sử dụng.

7.3.5. Máy lọc ép với màng MK 15/20

Máy lọc ép màng MK 15/20 được thiết kế cho phép lọc 6 - 12 tấn malt, với lượng nhỏ

hơn 2 - 3,5 tấn dùng loại thấp hơn MK 12/12 với kích thước bản 1,2 x 1,2 m.

Máy MK 15/20 khác với máy lọc Meura một số điểm sau:

Giá đỡ vững chắc đỡ toàn bộ máy lọc và các khung bản treo trên đó mà không có tấm đỡ cuối. Các tấm màng có thể thay thế và các khung treo trên giá. Các khung đều được làm từ polypropylen, các tấm màng gồm tấm đỡ với bản bằng polypropylen, đúc cả hai mặt để có thể chịu lực ép từ bên ngoài để vắt bã.

Vải lọc phủ kín mỗi khoang và tấm màng. Tấm vải lọc này không được treo qua tấm bản nhưng phủ qua lỗ phía đáy máy lọc cùng với gioăng cao su ở cả hai mặt. Các tấm vải lọc trước tiên được kéo căng ra đến giữa lỗ. Sau đó nhanh chóng ép hai tấm bản và cài khóa. Như vậy không có một hạt cặn nào có thể đi vào dịch lọc trong.

Khi ghép vào với nhau, các lỗ phía dưới hình thành đường dịch hèm vào. Mỗi bản có một lỗ nhỏ để dịch hèm chảy vào các bản tạo khoang lọc và bản màng. Dịch hèm chảy đầy khoảng không giữa 2 tấm bản và dịch lọc chảy qua lớp vải lọc. Chỉ khi máy lọc đầy, dịch lọc mới có thể chảy tới đường dịch phía trên. Dòng dịch này chảy qua đường tạo thành trên các tấm bản. Nước rửa bã được dẫn vào từ phía dưới và chảy theo đường của dịch rửa.

Bã được nén đến độ dày 4 cm, có thể nén chặt hơn nữa, nhưng bã tạo cục khó vận chuyển.

Đối với kiểu máy lọc này, giá treo trên đỉnh là hoàn toàn mới. Nhưng yêu cầu có khoảng không phía trên máy lọc. Ưu điểm của kiểu treo trên đỉnh là :

- Các tấm bản không bị nghiêng, không bị đung đưa bởi chúng được treo trên một cái giá đỡ đặc biệt.
- Dễ lắp vải lọc.
- Không cần tấm đỡ bên cạnh nên đường dịch vào từ 2 bên không bị cản trở.
- Vệ sinh dễ dàng.

7.3.6. Bã

100 kg malt tạo nên 130 - 150 kg bã ướt có chứa 70 - 80% hàm lượng nước. Trong bã khô có các thành phần với giá trị trung bình như sau:

- Protein	28%
- Chất béo	8,2%
- Chất chiết không chứa nitơ	41%
- Xenluloza	17,5%
- Chất vô cơ	5,3%

Bã malt được dùng làm thức ăn gia súc. Giá trị dinh dưỡng của bã malt bằng khoảng 1/5 của đại mạch. Bã malt dễ tiêu hóa. Bã không chứa một loại vitamin nào, do vậy không thể chỉ sử dụng bã malt làm thức ăn gia súc, mà phải có thêm những thức ăn bổ sung khác. Trong bã còn một chút đường và có nhiều protein, nên thời tiết nóng rất dễ bị chua. Thông

thường hàm lượng chất chiết còn lại trong bã là 0,8 - 1%, nếu cao hơn thì hiệu suất thu hồi thấp. Thông thường 100 kg malt thất thoát đi 1,1 - 2,5 kg chất chiết.

7.4. QUÁ TRÌNH ĐUN SÔI DỊCH ĐƯỜNG VỚI HOA HOUBLON

7.4.1. Mục đích

Mục đích của quá trình đun sôi dịch đường với hoa houblon là nhằm làm ổn định thành phần và tạo cho bia có mùi thơm và vị đắng đặc trưng của hoa houblon. Đồng thời cũng trong lúc này cũng xảy ra một số quá trình khác như sự gia tăng nồng độ, độ axit, cường độ màu, sự tạo thành các chất khử, độ nhớt giảm xuống,... Một số trong quá trình ấy đã làm thoả mãn những yêu cầu về kỹ thuật, song bên cạnh đó có một số quá trình lại gây tác dụng ngược lại mà ta không mong muốn.

Dịch đường sau khi lọc cùng với nước rửa bã hoà tan thường bị đục nhiều hay ít, trong dịch đường có chứa một số các chất keo không ổn định do các vi sinh vật hay các enzym hoạt động còn sót. Nhờ quá trình đun sôi này mà loại trừ các yếu tố bất lợi trên, nhờ thế làm ổn định thành phần hoá học của dịch đường và tạo điều kiện cho bia có thành phần và tính chất theo đúng yêu cầu của kỹ thuật.

Bia là một loại nước giải khát có mùi thơm và vị đắng rất đặc trưng, mùi thơm và vị đắng đặc trưng này tạo nên bởi hoa houblon. Đồng thời hoa houblon còn giúp cho bia thêm bền vững sinh học và khả năng tạo bọt tốt. Một trong những phương pháp thông dụng nhằm chiết chất đắng và dầu thơm của hoa houblon là đun sôi trực tiếp dịch đường với hoa.

Thường hỗn hợp dịch đường sau khi lọc và nước rửa bã có nồng độ thấp hơn nồng độ yêu cầu để sản xuất một loại bia nhất định. Nhờ quá trình đun sôi này một phần nước sẽ bay hơi, khi đó nồng độ dịch đường sẽ tăng lên, và sau đó nhờ quá trình hạ nhiệt độ dịch đường ta có thể điều chỉnh nồng độ dịch đường gần đạt. Các quá trình xảy ra trong khi đun sôi dịch đường thường khác nhau về tính chất quan trọng của nó và thời gian tiến hành. Quan trọng nhất là quá trình hoà tan các thành phần của hoa vào dịch đường và loại trừ các chất keo không bền vững. Quá trình quan trọng thứ hai là sự kết tủa protit, để đạt được các quá trình này ta cần phải đun sôi lâu và đun sôi thật mạnh. Thời gian đun sôi và cường độ đun sôi phụ thuộc vào các điều kiện kỹ thuật khác nhau mà ta yêu cầu.

7.4.2. Sự hoà tan và chuyển hoá các hợp chất chính trong hoa houblon

7.4.2.1. Nhựa đắng

Hoa houblon chứa các axit α , β ít đắng và kém hoà tan. Khi đun nóng các α axit này sẽ hoà tan, chuyển thành các dạng đồng phân có khả năng hoà tan tốt hơn: Độ hoà tan của iso- α axit là 120 ppm.

Mặt khác các đồng phân của axit α , β này có độ đắng rõ rệt hơn các axit α , β . Khả năng hoà tan của các nhựa đắng này được cải thiện khi tăng pH. Ở pH cao, chất đắng hòa

tan nhiều hơn song lại cho cảm giác khó chịu.

Trong quá trình nấu cũng loại bỏ ít hay nhiều các nhựa đắng dưới dạng liên kết với protein.

Dịch đường chế biến theo phương pháp ngâm chiết chứa nhiều nitor có khả năng đông tụ hơn là theo phương pháp nấu đun sôi từng phần, cặn tạo thành sẽ loại bỏ nhiều loại nhựa này, do vậy cần phải bổ sung hoa nhiều hơn.

Sau cùng người ta chỉ thấy còn khoảng 1/3 các nhựa đắng so với tổng lượng nhựa đắng có trong hoa, có nghĩa là hiệu suất của quá trình nấu hoa hay quan hệ giữa lượng iso-humulon có trong bia với lượng houblon đưa vào khoảng 30%. Người ta có thể phân chia chúng theo cách như sau:

- Có trong hoa houblon: 100%.
- Trong dịch đường sau nấu hoa: 52%.
- Trong bã hoa houblon: 22%.
- Trong cặn: 20%.
- Trong bia non: 35%.

Trong bia thành phẩm chỉ còn 30% lượng chất đắng so với ban đầu.

Bảng 7.7. Ảnh hưởng của thời gian đun sôi đến sự hoà tan chất đắng

Thời gian đun sôi (phút)	Chất đắng trong dịch đường (mg/l)	Trong bia (mg/l)
10	122	49,3
60	125,7	91,7
128	127,3	97,3
180	130,5	104

Vì vậy thông thường ta tiến hành đun sôi trong thời gian 60 - 90 phút.

7.4.2.2. Tinh dầu

Tinh dầu trong hoa houblon tạo ra mùi thơm đặc trưng của hoa houblon tươi. Độ tan của chúng trong nước vào khoảng 50 mg/l. Trong quá trình sôi của dịch đường, tinh dầu bị lôi cuốn theo hơi nước và bị mất từ 50 - 80% sau 30 phút và từ 90 - 95% sau 3 giờ. Chính vì lý do này nên những sản phẩm houblon thơm chứa nhiều tinh dầu như houblon tươi, khô hay viên được đưa vào sau cùng để tránh mất tinh dầu. Tuy nhiên, lần cho cuối cùng này phải được thực hiện ít nhất là 10 phút trước khi dừng quá trình đun sôi để đảm bảo việc chuyển hoá cần thiết các nhựa đắng đồng thời hạn chế được sự mất tinh dầu.

7.4.2.3. Chất chát và những chất chứa N

Các chất chát của hoa houblon thuộc nhóm catorin, trong dịch đường chúng tạo thành

những dung dịch keo mang điện tích âm. Trong dịch đường có protit và một số albumo hay pepton mang điện tích dương, chúng sẽ cùng với các chất chất tạo thành những phức chất hoà tan ở nhiệt độ cao, nhưng khi nhiệt độ hạ xuống (khi làm nguội) chúng sẽ kết tủa xuống phía dưới. Khi bị oxy hoá, các chất chất biến thành flobafen, chúng cũng tạo thành với protit những phức chất không hoà tan được ở nhiệt độ cao, chúng kết tủa ngay từ khi còn đun sôi dịch đường. Các chất chất của hoa houblon có khả năng hoạt động mạnh hơn các chất chất trong vỏ malt, do vậy chúng kết tủa với cả những protit khó keo tụ hoặc thậm chí những protein không keo tụ trong khi đó chất chất của vỏ malt không có những khả năng này. Mặt khác những phức chất do chất chất của hoa houblon tạo nên ảnh hưởng xấu đến chất lượng bia ít hơn những phức chất do chất chất của vỏ malt tạo nên, bởi vậy khi đun sôi hoa houblon với dịch đường ta tiến hành đun sơ bộ không có hoa houblon là điều cần thiết.

Những chất không bị oxy hoá cũng tạo thành những phức chất với protit, song chúng khó tách hoàn toàn trong quá trình làm nguội hoặc lên men dịch đường, một phần còn lại trong bia và đây chính là một trong những nguyên nhân gây đục bia.

Lượng các phức chất tạo thành khi đun sôi dịch đường với hoa houblon, tức là mức độ giảm chất đắng phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: độ axit, thời gian đun sôi, trạng thái keo của protit và mức độ oxy hoá các chất chất. Khi pH của dịch đường càng thấp thì tốc độ kết tủa của chất chất với protit càng nhanh, lượng chất chất còn lại ở dạng hoà tan càng ít, sự giảm chất chất trong dịch đường tỷ lệ thuận với thời gian đun sôi, nhưng ảnh hưởng này yếu hơn so với pH.

Trong thành phần của hoa houblon, ngoài những chất đặc trưng ra còn có những chất chứa N, những chất này cũng có ý nghĩa lớn đối với các quá trình trong sản xuất bia. Trong hoa houblon chứa nhiều nhất là các chất nitơ có phân tử lượng trung bình và phân tử lượng thấp, những chất này hoà tan dịch đường trong thời gian đun sôi và làm nguồn dinh dưỡng chính cho nấm men. Trong dịch đường lượng nitơ do hoa houblon cung cấp là 10 - 20 mg/l, hay 62.5 - 125 mg/l chất có N quy ra protit.

7.4.2.4. Quá trình keo tụ protit

Dịch đường sau khi lọc có chứa một lượng chất keo đáng kể như dextrin, protit, pectin, pentozan, chất chất... Khi đun sôi với hoa houblon thì những chất chiết ra như axit đắng và một số chất khác cũng ở dạng keo hoà tan. Khi nhiệt độ tăng lên sự bền vững keo của cả hệ thống ở dạng hoà tan bị phá vỡ, các phân tử keo dính lại nhau và xảy ra hiện tượng keo tụ. Trong tất cả những chất keo có trong dịch đường thì protit là chất kém bền nhiệt nhất. Sự hình thành những chất hấp phụ giữa protit và chất chất hay chất đắng sẽ làm thuận lợi cho sự keo tụ protit.

Quá trình keo tụ của protit xảy ra theo 2 giai đoạn: đầu tiên, chúng mất nước, sau đó keo tụ. Các phân tử protein sau khi mất nước chúng liên kết lại với nhau, lúc đầu bé, sau lớn dần và từ từ lắng xuống. Ngoài sự kết tủa, theo một số tác giả còn cho rằng cấu tạo phân tử

của protit cũng có sự thay đổi. Các phân tử protein có cấu trúc đặc biệt chúng có gốc $-NH_2$ và gốc $-COOH$, giữa những gốc này có những mối liên kết ion bên trong phân tử, khi mất nước các mối liên kết ion bị phá vỡ, kết quả là cấu tạo vòng bị phân cắt và tạo thành những mạch peptit thẳng.

Giữa giai đoạn đầu và giai đoạn cuối có một sự khác nhau rất lớn, giai đoạn đầu xảy ra rất phức tạp và phụ thuộc vào nhiều yếu tố. Khi đun sôi dịch đường với hoa houblon khả năng hoạt động của các chất khử tăng lên, sự gia tăng này phụ thuộc vào thời gian đun sôi và khối lượng hoa houblon được sử dụng. Ngược lại khi nồng độ của môi trường giảm thì khả năng khử sẽ giảm đi rất nhiều.

7.4.2.5. Các biến đổi khác về thành phần và tính chất của dịch đường

a. Ổn định dịch đường

Về mặt sinh học, dịch đường khi chuyển sang nồi nấu hoa có thể chứa các vi khuẩn chịu nhiệt. Đun sôi trong vòng 15 phút ở $pH = 5,2$ (pH của dịch đường) cũng đủ để diệt trùng dịch đường. Những tính chất kìm hãm vi khuẩn của hoa houblon cũng góp phần bảo vệ cho dịch đường.

Về mặt hoá sinh, các enzym bị phá huỷ, đặc biệt là α -amylaza, là một enzym chính còn hoạt động ở nhiệt độ lọc. α -amylaza có nguồn gốc vi khuẩn được sử dụng trong việc dịch hoá các hạt tinh bột có thể hoạt động ở nhiệt độ tới $90^\circ C$. Sự tiêu diệt enzym ở công đoạn nấu tránh sự biến đổi cấu trúc phân tử đường trong quá trình lên men mà những chất này sẽ cản trở hay có tác động xấu tới độ bền sinh học hay khả năng giữ bọt của bia thành phẩm.

Về mặt bền keo, để cải thiện tính bền keo của bia cần phải loại bỏ các hợp chất nitơ bằng cách đông tụ và kết tủa chúng với sự liên kết protein và tanin. Nếu chỉ đun nhẹ là không đủ. Sự đông tụ bị ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố khác như thời gian, cường độ (mang tính vật lý) của quá trình đun sôi, sự có mặt của oxy, các tác nhân khử, pH môi trường, các phản ứng của photphat, của tanin....

Các yếu tố ảnh hưởng đến sự kết tủa keo:

* Thời gian đun sôi: thường đun sôi từ 1,5 - 2h. Nếu đun sôi kéo dài quá 2h không tăng thêm được sự kết tủa các protein trong cặn đã được hình thành. Cặn cặn-có kích thước lớn để có thể loại bỏ một cách dễ dàng, song chúng cũng luôn luôn kéo theo một số hợp chất có kích thước nhỏ. Cặn nhỏ có thể là kết quả của việc sử dụng malt chất lượng kém, đun sôi chưa đủ hoặc là sử dụng nước với hàm lượng cacbonat cao.

* Cường độ sôi: bọt xuất hiện trong quá trình đun sôi mãnh liệt làm cho keo tụ được tốt hơn. Các phân tử protein nhỏ bé bị biến tính và được các bọt bóng kéo lên bề mặt, và chúng kết lại với nhau tạo thành khối lớn hơn. Trong nồi đun sôi tốt nhất bọt phải được tạo thành ở khắp mọi nơi.

Cũng cần phải chú ý tạo nhiệt độ đồng nhất tại mọi vị trí trong thiết bị để tránh cho những phần gần với bề mặt cấp nhiệt có nhiệt độ quá cao gây ra phản ứng caramen hoá.

* Các tác nhân hoá học: Các tác nhân hoá học có ảnh hưởng tới độ bền keo vốn rất phức tạp. Sự có mặt của oxy trong dịch đường ức chế quá trình đông tụ protein. Để cải thiện được việc này có thể cho thêm tác nhân khử như các sunfit.

Phản ứng xảy ra giữa canxi, nước và các photphat làm giảm pH của dịch đường. Điều này có lợi cho việc kết tủa protein (điểm đẳng điện). pH vào khoảng 5,2 được coi là pH tối ưu. Khi pH giảm không đủ, người ta thêm axit trực tiếp khi dịch bắt đầu sôi. Tuy nhiên việc giảm pH sẽ làm giảm hiệu suất houblon hoá song nó lại cho một vị đáng dễ chịu.

pH có ảnh hưởng tới tổng lượng các hợp chất nitơ kết tủa. pH thấp làm cho tính bền keo tốt hơn và khi đó các cặn kết hợp tạo thành cặn lớn làm cho việc kết lắng được dễ dàng và dịch đường có độ trong và màu sáng hơn.

Ở Anh người ta sử dụng các tác nhân làm trong để dễ dàng đông tụ một lượng lớn protein. Ngoài ra người ta cũng sử dụng agar-agar, alginate, axit tannic, gelatin, bentonit và diatomit.

Cuối quá trình đun sôi, chỉ cho phép còn lại từ 1,5 đến 2,0 mg nitơ có thể đông tụ trên 100 ml dịch đường sử dụng 100% malt.

b. Tăng màu và mùi

Loại bỏ các hợp chất bay hơi không mong muốn:

Việc loại bỏ các hợp chất bay hơi chỉ có thể xảy ra khi thiết bị hờ. Đó là một trong những nguyên nhân khi sử dụng các thiết bị đun sôi dạng tấm bản làm cho dịch đường có các vị khác. Cũng như vậy, khi người ta sử dụng các thiết bị đun sôi dưới áp suất cao để có nhiệt độ cao hơn thì dịch đường có chất lượng khác. Việc đun sôi cho phép giảm thiểu các hợp chất dimethylsulfit (DMM) và tiền chất của nó là S.metyl-methionin xuống dưới ngưỡng phát hiện: 100 mg/l do có sự bay hơi. DMS và tiền chất của nó hình thành trong quá trình sản xuất malt và bia, chúng lại bị phân hủy trong khi đun sôi thành dạng tự do DMS và tiền chất bị bất hoạt. Đun sôi càng mạnh trong thời gian càng dài thì càng nhiều SMM chuyển sang dạng DMS. Nhưng vì lý do kinh tế, nên thường chỉ đun sôi 70 - 90 phút. Bởi vậy, malt chỉ nên có hàm lượng tiền chất SMM thấp.

Một số các hợp chất khác sinh ra từ phản ứng Maillard như furfurylaldehyd, furfurylalcool và hydroxymetylfurfural được xem như các chất chỉ định cho quá trình xử lý nhiệt. Các chất này là nguyên nhân gây ra một số vị không mong muốn khi đun sôi dịch đường.

Caramen hoá:

Việc hình thành các hợp chất melanoidin trong quá trình đun sôi làm tăng màu của dịch đường. Mặt khác quá trình caramen hoá sử dụng các đường khử như maltoza, fructoza

và glucoza. Nó là kết quả của sự đun nóng kết hợp với một phản ứng oxy hoá nhẹ bởi không khí, phản ứng oxy hoá lúc này thường khá yếu do hơi thoát ra tạo thành một lớp đệm cản trở sự tiếp xúc của dịch đường với không khí.

Các hợp chất caramen được hình thành có bản chất keo, vị đắng nhẹ và màu nâu. Melanoidin và caramen làm đậm màu dịch đường. Do đó cần phải khống chế phản ứng caramen hoá trong quá trình nấu bia vàng.

* Cách thức nấu: Sự caramen hóa sẽ càng mạnh khi nhiệt độ của thành thiết bị nấu tăng cục bộ.

* Hình dạng của nồi nấu: Với nồi nấu có chiều cao lớn, dịch đường ở đáy chịu áp suất lớn làm cho nhiệt độ sôi ở đây lớn hơn 100°C.

* pH của dịch đường: Các đường khử tham gia phản ứng một cách dễ dàng trong môi trường kiềm nhẹ, sự tạo thành màu tăng cùng với pH của dịch đường. Đó là trường hợp của các loại bia nâu được đường hoá với nước cứng chưa qua xử lý.

Những nghiên cứu gần đây chỉ ra rằng các hợp chất melanoidin chuyển hoá thành các aldehyt cao phân tử tham gia tạo hương vị nấu chín và hương vị hủ trong bia trong quá trình tàng trữ. Xu hướng hiện nay là khống chế tối đa sự hình thành các hợp chất melanoidin trong quá trình sản xuất malt, đặc biệt là ở giai đoạn nấu và làm lạnh nhanh dịch đường xuống mức có thể (90 phút bao gồm cả bơm, lắng cặn và làm lạnh).

c. Ảnh hưởng đến bọt bia

Các chất nhựa đắng của hoa houblon có ảnh hưởng một cách rõ rệt tới một số tính chất vật lý của dịch đường và của bia. Chúng không làm biến đổi nhiều về độ nhớt song lại làm giảm đáng kể sức căng bề mặt.

Nhờ tính chất hoạt động bề mặt mà nhựa đắng của houblon tập trung lại tạo màng ở bề mặt, điều này lý giải cho việc hao tổn một phần nhựa đắng dính trên nắp thiết bị trong lên men chính và tác động chủ yếu tới độ bền bọt là phần còn lại hoà tan trong bia.

** Phương thức bổ sung hoa*

Thông thường, trong nấu hoa người ta thường chia lượng hoa thành 3 phần:

- Phần thứ nhất, khoảng 1/4 lượng tổng số được cho vào sau khi dịch sôi khoảng 15 - 20 phút, có nghĩa là khi bắt đầu có sự đông tụ. Đây là phần sản phẩm houblon đắng nhất, ít thơm nhất và giàu tanin nhất được đưa vào trước tiên.

- Phần thứ hai cũng là phần chính với một nửa lượng tổng số được đưa vào sau lần thứ nhất 30 phút. Phần này sẽ mang lại cho bia vị đắng quan trọng nhất của houblon.

- Trong khoảng 30 - 15 phút trước khi kết thúc nấu, đưa nốt phần thứ ba vào. Đây là phần hoa houblon thơm nhất giữ lại trong bia một mùi thơm đặc trưng của houblon.

Xu hướng hiện nay chỉ thực hiện thành 2 lần bổ sung hoa để tăng được hiệu suất đồng phân hoá.

Mùi thơm của houblon tươi bị phân huỷ khá nhanh chóng dưới tác dụng của oxy và nhiệt. Đó là lý do chủ yếu khiến cho các nhà máy sản xuất bia không nghiên cứu thêm nữa về mảng này đối với bia có thời gian bảo quản lâu (từ 12 - 18 tháng).

d. Cô đặc

Cô đặc là kết quả của sự bay hơi nước trong khi đun sôi. Nó cho phép có được dịch đường với nồng độ mong muốn. Trong thực tế khi rửa bã, nồng độ của dịch đường giảm xuống dưới nồng độ cần thiết, do vậy việc cô đặc dịch đường khi đun sôi cho phép điều chỉnh nồng độ dịch đường đến mức yêu cầu. Lượng nước bay hơi trung bình vào khoảng từ 6 - 8%.

Trong thực tế chi phí cho việc đun sôi dịch lớn hơn nhiều so với cái lợi thu được do tăng hiệu suất. Do đó người ta có xu hướng giảm thời gian đun sôi, như vậy là giảm sự bốc hơi và tận dụng dịch rửa bã sau cùng để dùng vào mẻ nấu sau.

Tốc độ bay hơi phụ thuộc vào hình dạng và kích thước của nồi nấu, đặc biệt là vào mối tương quan giữa bề mặt bay hơi của dịch đường với bề mặt cấp nhiệt.

Đun sôi ở nhiệt độ cao:

Đun sôi dịch dưới áp suất cao đã được nghiên cứu từ những năm 80. Việc đồng phân hoá, đồng tụ các protein, tăng màu và làm bay hơi các hợp chất bay hơi không mong muốn là các tiêu chí để đánh giá.

Hệ thống đun sôi ở áp suất thấp (106 - 110°C) trong vòng từ 20 đến 30 phút cho các kết quả như sau:

** Đối với dịch đường:*

- Bay hơi kém hơn.
- Đồng phân hoá các nhựa đắng tốt hơn.
- Kết tủa protein tốt hơn.
- Màu tương tự hay đậm hơn một chút.
- Làm bay hơi DMS và phân huỷ các tiền chất của nó tốt hơn.
- Lượng hydroxymethyl furfural không đổi và tăng một chút axit thiobarbituric (TBA).

** Đối với bia:*

- Hiệu suất đồng phân hoá tốt hơn.
- Không ảnh hưởng tới màu, bọt và độ bền keo.

Lượng bay hơi mong muốn sẽ đạt được khi lựa chọn nhiệt độ thích hợp. Sẽ tiết kiệm được từ 30 - 50% năng lượng tiêu thụ tùy theo từng hệ thống. Mặc dù thời gian quay vòng vốn ngắn (2 - 3 năm), song các hệ thống này vẫn phát triển rất chậm.

7.4.3. Thiết bị đun sôi dịch đường với hoa houblon

Theo xu hướng tăng kích thước thiết bị, giảm giá thành (tăng hiệu quả sử dụng nhiệt) và giảm sự bốc hơi (gây ô nhiễm) nên người ta đã thiết kế nhiều kiểu thiết bị đun hoa với

các kiểu cấp nhiệt khác nhau.

7.4.3.1. Cấp nhiệt trực tiếp

Phương pháp cấp nhiệt cổ điển nhất là dùng than đốt trực tiếp dưới đáy. Thiết bị chế tạo bằng sắt, thân hình trụ, đáy hình chòm cầu, kiểu hồ, về sau được chế tạo bằng đồng để tăng khả năng truyền nhiệt. Thiết bị đun kiểu hồ này xả hơi ra xung quanh, gây ô nhiễm môi trường làm việc, nhà xưởng. Sau đó, người ta sử dụng nhiên liệu đốt là gaz hoặc dầu hỏa. Ngày nay loại thiết bị này không được sử dụng nữa.

Thiết bị được cải tiến, có kích thước lớn hơn, cấu trúc phức tạp hơn, có ống thoát hơi ra ngoài nhà xưởng, cánh khuấy cơ học, motor truyền động từ phía trên và cấp nhiệt bằng hơi nóng, thiết bị đun được chế tạo 2 vỏ hay còn gọi áo hơi (hình 7.23).

Để đảm bảo cường độ sôi cần thiết, người ta thường gia công theo tỷ lệ 8 m³/1 tấn nguyên liệu. Cường độ sôi được đánh giá bằng % nước bốc hơi trong 1 giờ, thường vào khoảng 8 - 12%, thậm chí đến 15% tổng thể tích/h. Thời gian đun sôi kéo dài từ 2 - 2,5 h làm giảm đáng kể thể tích và tăng nồng độ dịch đường. Như vậy cho phép sử dụng lượng nước rửa bã lớn, tăng hiệu suất thu hồi chất chiết, nhưng tiêu tốn năng lượng nhiều để bốc hơi nước.

Nhược điểm của các thiết bị kiểu cũ này là bề mặt truyền nhiệt nhỏ, sự tuần hoàn dịch đường và đảo trộn kém.

7.4.3.2. Cấp nhiệt bằng nước nóng

Nước có thể được đun nóng dưới áp suất cao để có nhiệt độ cao 160 - 170°C để cấp nhiệt cho nồi đun, bằng cách này sẽ không bị thất thoát nhiệt do hơi ngưng tụ. Mặt khác, đường kính đường ống cần to hơn và năng lượng cần dùng nhiều. Ngày nay không còn dùng kiểu cấp nhiệt này nữa.

7.4.3.3. Cấp nhiệt bằng hơi

Nước được đun tới áp suất 2 - 3 bar tạo hơi dẫn vào áo hơi bao bọc xung quanh đáy nồi nấu. Hơi truyền nhiệt vào dịch đường và ngưng tụ lại trong khi dịch đường dẫn đến nhiệt độ sôi.

Nếu áp suất trong nồi càng cao, nhiệt độ đạt được càng cao khiến cho nhiệt độ bề mặt đáy nồi tăng cao, gây cháy dịch đường trên bề mặt, ảnh hưởng tới hương vị bia.

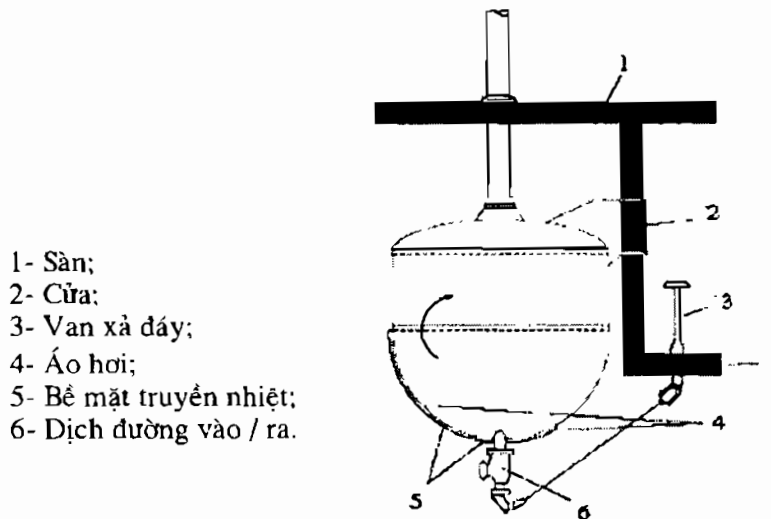
Để nồi đun cấp nhiệt bằng hơi hoạt động tốt cần lưu ý một số vấn đề sau: ống dẫn hơi phải được bảo ôn tốt để tránh thất thoát nhiệt. Đường cấp hơi phải lắp van giảm áp để giảm áp suất hơi xuống áp suất cho phép. Thông thường nồi đun có thể chịu áp lực 2 - 3 bar. Cần không chế áp suất hơi để đáy nồi không bị hỏng nếu áp suất hơi lên đến 15 bar.

Áo hơi cũng được bảo ôn bên ngoài để tránh tổn thất nhiệt, có van an toàn và áp kế. Trước tiên cần phải đuổi hết không khí ra khỏi áo hơi bằng hơi, mở van xả khí đến lúc bắt đầu có hơi nóng thoát ra thì đóng van lại, lúc này đảm bảo hơi nóng đã choán hết đường ống

dẫn hơi. Khi kết thúc đun sôi, mở các van xả ra để tránh tạo chân không do ngưng tụ hơi làm cho đáy dễ bị vỡ. Ngày nay, thao tác này thường được tự động hóa.

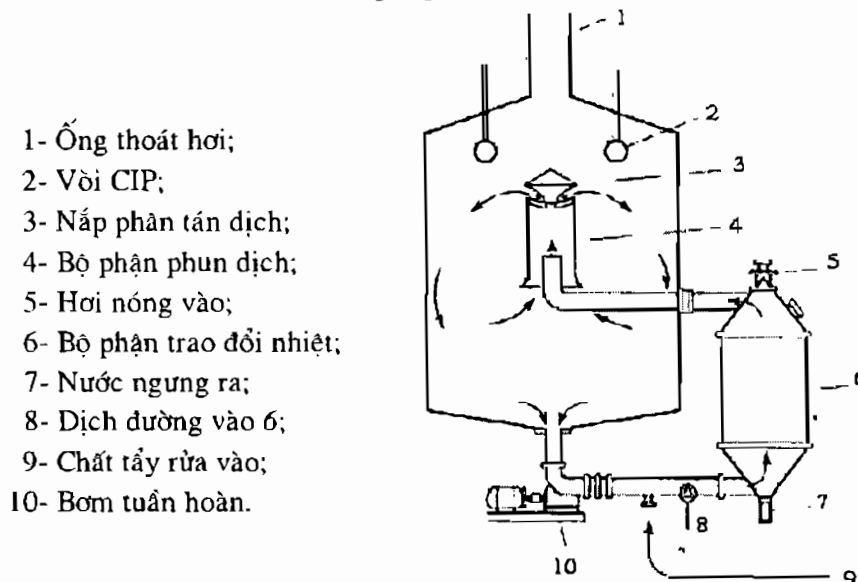
Có sự khác nhau về nhiệt độ giữa hơi nóng và dịch đường và hơi nóng được phân tán đều nhờ dẫn nhiệt từ đáy nồi. Dịch đường nóng lên đến nhiệt độ sôi trong khi hơi truyền nhiệt và ngưng tụ lại.

Nước ngưng tụ nặng hơn hơi sẽ chảy xuống phần dưới áo hơi, và chảy vào cốc chứa nước ngưng. Nước ngưng là nước tinh khiết có thể sử dụng lại cho nồi hơi.



Hình 7.22. Thiết bị đun hoa 2 vỏ (áo hơi) (1982).

7.4.3.4. Nồi đun hoa với hệ thống cấp nhiệt bên ngoài



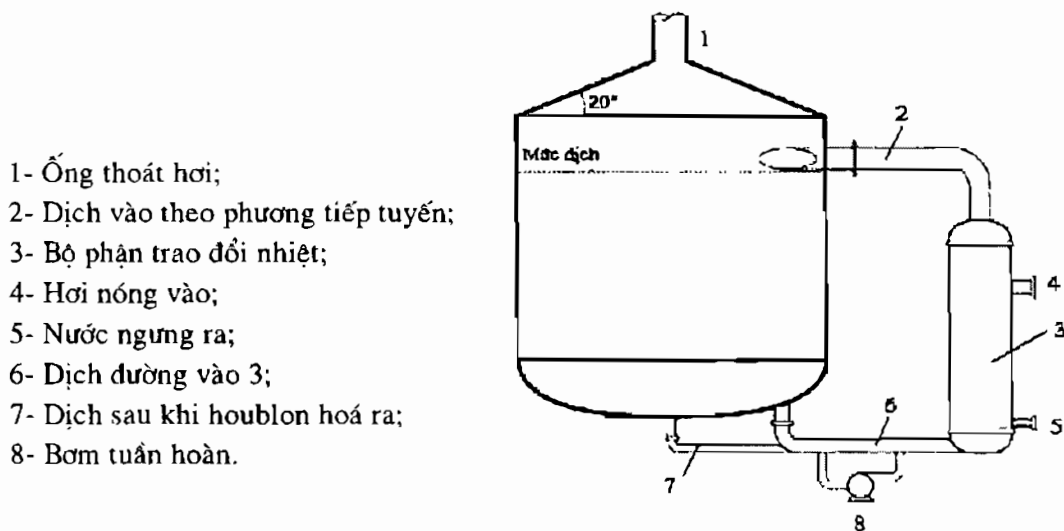
Hình 7.23. Nồi đun hoa cấp nhiệt bên ngoài kiểu cũ.

Với kiểu nồi nấu này, dịch đường cho chảy liên tục qua hệ thống đường ống trong buồng trao đổi nhiệt (hình 7.23, 7.24), nhờ thế dịch đường được cấp nhiệt.

Trong khi dịch đường được cấp nhiệt dưới áp suất thường, thì bên trong bộ trao đổi nhiệt có sự quá áp nhẹ bằng cách điều khiển áp suất hơi hoặc tốc độ quay của bơm, bởi vậy dịch đường được đun nóng tới 102 - 106°C. Kiểu đun này gọi là đun sôi áp suất thấp.

Khi dịch đường quay trở lại nồi nấu, xả áp ra lúc này diễn ra sự bốc hơi mạnh mẽ. Để đạt được hiệu quả, đường ống dẫn dịch đường phải có đường kính khoảng 20 cm, hút dịch đường từ nồi vào, tạo nên một lực khuấy dịch đường bên trong nồi.

Trên đầu ống phun dịch có gắn một nắp chắn để phân tán dịch đường không bị phun lên phía trên và rải dịch như cái quạt.



Hình 7.24. Thiết bị đun hoa cấp nhiệt bên ngoài.

Đun sôi bên ngoài thường được dùng như một giải pháp phụ trợ khi hiệu quả đun sôi kém, một số ưu điểm khi sử dụng hệ thống này:

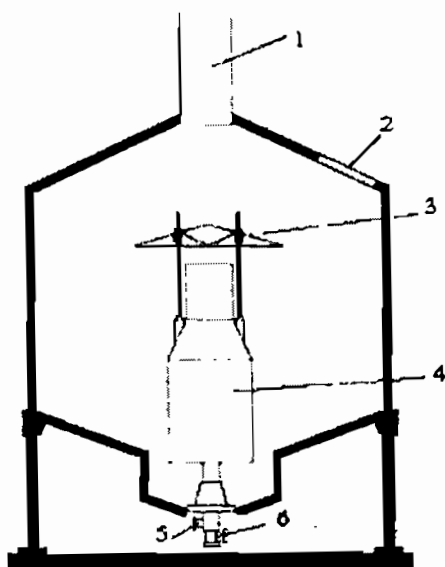
- Áp suất đun sôi cao.
- Thời gian đun giảm 20 - 30%, tiết kiệm năng lượng.
- Tăng hiệu suất chiết chất đắng từ hoa houblon.
- Protein tạo keo kết tủa hoàn toàn.
- Vòng tuần hoàn có thể kiểm soát.
- Có thể điều chỉnh áp suất hơi nước dễ dàng.
- Dễ dàng điều chỉnh tốc độ bay hơi và nhiệt độ sôi.
- Việc xả áp khiến loại bỏ các chất thơm không mong muốn tốt hơn. Các chất này bao gồm tinh dầu và các hợp chất sulfua dễ bay hơi, kể cả DMS.
- Thực hiện đun sôi tốt làm giảm pH, màu dịch sáng hơn, vị ngon hơn và độ bền hương vị gia tăng.

Tuy vậy, hệ thống đun sôi bên ngoài có một số nhược điểm:

- Cần thêm năng lượng điện để bơm tuần hoàn
- Cần bảo ôn để tránh thất thoát nhiệt.
- Tăng tiền đầu tư
- Lực kéo tăng do tốc độ chảy trong bộ phận đun bên ngoài cao.

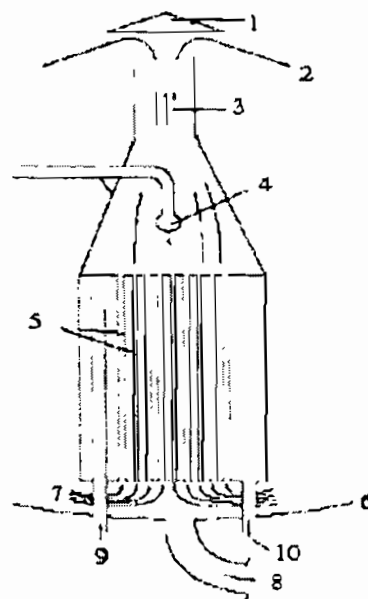
7.4.3.5. Cấp nhiệt bên trong

Kiểu thiết bị này hiện nay được sử dụng rộng rãi. Bộ phận trao đổi nhiệt bên trong dạng ống chùm, dịch đường đi qua ống, còn hơi nóng đi xung quanh các ống. Do đó, hơi dẫn nguội đi và ngưng tụ lại. Dịch đường phân tán rộng ra ngoài nhờ một tấm chắn phía trên chùm ống, cấu trúc này tránh tạo bọt. Dịch đường tuần hoàn rất tốt bên trong nồi đun.



Hình 7.25a. Thiết bị đun hoa gia nhiệt bên trong:

- 1- ống thoát hơi; 2- cửa; 3- nắp phân tán dịch; 4- bộ phận gia nhiệt trung tâm; 5- hơi nóng vào; 6- xả nước ngưng.



Hình 7.25b. Bộ phận cấp nhiệt bên trong:

- 1- nắp phân tán dịch; 2- dịch đường; 3- dòng dịch đường phun lên; 4- đầu phun; 5- ống chùm dịch đường chảy qua; 6- đáy thiết bị đun hoa; 7- dịch đường vào; 8- dịch đường ra; 9- hơi nóng vào; 10- nước ngưng.

Quá trình đun sôi diễn ra như sau:

- Gia nhiệt tới 100°C trong 15 phút.
- Đun sôi 100°C trong 10 phút.
- Gia nhiệt tới 102°C trong 10 - 15 phút, đun trong khoảng 15 phút.
- Cuối cùng sôi ở 100°C trong 10 phút.

Như vậy thời gian đun sôi giảm còn khoảng 60 - 70 phút, sự bốc hơi giảm tới 50%.
Ưu điểm của kiểu thiết bị đun hoa này là:

- Giá thành đầu tư thấp hơn, không bảo trì, không bảo ôn.
- Không yêu cầu thêm năng lượng điện.
- Không thêm bức xạ nhiệt.
- Có thể thay đổi nhiệt độ sôi và bay hơi.
- Có thể sử dụng áp suất hơi bão hòa thấp (1 bar).
- Dịch đường sôi không tạo bọt mà không cần rút không khí.
- Nồi nấu không cần cấp nhiệt bên ngoài, cũng không cần cánh khuấy.

Tuy vậy, nó có một số nhược điểm sau:

- Khó làm sạch nồi nấu.
- Nếu hơi quá nóng, dịch đường sẽ bị quá nhiệt bởi tốc độ dịch chảy trong ống chậm.
- Nếu dịch đường đun quá nhiệt sẽ bị sẫm màu và mùi không đạt yêu cầu.

Tuy có những nhược điểm nhưng kiểu nồi đun hoa cấp nhiệt bên trong cho kết quả tốt hơn kiểu nồi đun khác.

Nếu nồi đun không được đóng kín sẽ không tạo được áp suất cao trong thiết bị, dịch đường chỉ được đun nóng tới 102 - 103°C. Thời gian đun sôi chỉ cần 75 phút đã đạt yêu cầu.

7.4.4. Tiến hành đun sôi

Để tiến hành đun sôi dịch đường với hoa houblon cần chú ý mục tiêu quan trọng cần đạt là đun sôi dịch đường và chuyển hóa các hợp chất trong hoa houblon.

7.4.4.1. Đun sôi dịch đường

Dịch đường được gia nhiệt ngay từ khi bắt đầu dịch chảy vào thiết bị đun. Đun sôi trong vòng 60 - 100 phút. Cần đun sôi mạnh trong thời gian dài để:

- Các hợp chất đắng hoà tan vào dung dịch tốt.
- Protein tạo keo kết tủa tốt hơn.
- Nhiều DMS bị loại bỏ.

Nhưng giá thành năng lượng sẽ tăng lên theo mỗi phút đun sôi nên khi thật cần thiết mới kéo dài thời gian đun sôi.

Điều quan trọng là dịch đường sau khi đun với hoa houblon phải đạt yêu cầu về nồng độ chất chiết. Vì thế cần phải kiểm tra để điều khiển quá trình đun sôi. Đặc biệt là kiểm tra xem đã đường hóa hoàn toàn chưa trước khi đun sôi để tránh tinh bột còn sót sẽ làm đục bia.

7.4.4.2. Tính lượng hoa houblon cần thiết

Lượng hoa cần thiết nằm trong một giới hạn khá rộng từ 100 - 700 g/ 100 lít. Khối lượng này phụ thuộc vào chất lượng hoa, loại hoa bia sẽ sản xuất và thành phần của nước để dùng chế biến. Bình thường mức độ đắng của các loại bia theo yêu cầu khác nhau, được chế biến từ dịch đường có nồng độ 10,0 - 12,5% nằm trong giới hạn 800 - 1800 đơn vị đắng/100

hectolit. Hàm lượng chất đắng trong dịch đường thường từ 65 -100 mg/l, trong bia từ 35 - 100 mg/l. Khi ta dùng nước mềm (ít thành phần muối) thì hàm lượng hoa houblon nhiều hơn và ngược lại. Hoa houblon được cho vào nồi đun sôi dạng chưa ép, hoặc ở dạng đã ép thành bánh hoặc ở dạng đã nghiền nhỏ.

Lượng chất đắng tùy thuộc loại bia, thường tính theo công thức sau:

$$\text{Đơn vị đắng (BU)} = \text{số mg chất đắng} / \text{l bia.}$$

Bảng 7.5. Một số tiêu chuẩn đắng của một số loại bia Đức

Loại bia	g α -axit / hl bia	Đơn vị độ đắng (BU)
Bia đại mạch	5,0 - 7,0	14 - 20
Bia bock	6,0 - 8,0	19 - 23
Bia Marzen	7,0 - 8,5	20 - 25
Bia độ cồn thấp	7,0 - 11,0	22 - 30
Bia xuất khẩu	7,5 - 11,0	22 - 30
Bia Pilsner	10,0 - 16,0	28 - 40

Như vậy để sản xuất bia Pilsner có 32 BU có nghĩa 32 mg chất đắng / l bia.

Do có thất thoát, lượng dịch đường đun sôi lớn hơn lượng bia thành phẩm rất nhiều. Lượng bia thành phẩm trước tiên phải tính từ lượng dịch đường đem đun sôi theo công thức:

$$\text{Lượng bia} = \text{lượng dịch đường} \times \frac{(100 - \text{thất thoát})}{100}$$

Ví dụ: 500 hl dịch đường, nếu tính lượng chất đắng cho lượng dịch này bia sẽ đắng quá. Bởi vậy phải tính lượng chất đắng cho lượng bia thành phẩm.

Ngoài ra còn một nhân tố khác cũng rất quan trọng là chỉ có một phần chất đắng tan vào trong thành phần bia. Lượng chất đắng thất thoát phụ thuộc các điều kiện vận hành (thời gian đun sôi, áp suất, pH, ...) và biến thiên trong khoảng 25 - 35%, được tính toán từ bia thành phẩm. Kiểm tra số liệu đưa ra ở bảng 7.8 số gam α -axit cho vào dịch đường luôn luôn bằng khoảng 1/3 đơn vị độ đắng mong muốn có trong bia.

Bài toán đặt ra: trong nhà máy bia sản xuất bia Pilsner, đun 36000 lít dịch đường, cần đạt độ đắng = 32 BU trong bia. Đối với bia Pilsner thất thoát 10,8% và năng suất chiết chất đắng 31%. Câu hỏi: Cần bổ sung bao nhiêu α -axit ?

Với lượng dịch đường là 36000 lít có:

$$\begin{aligned} \text{Lượng bia thành phẩm} &= 36000 \times (100 - 10,8) / 100 \\ &= 36000 \times 89,2 / 100 = 32112 \text{ lít.} \end{aligned}$$

Cần một lượng chất đắng cho bia thành phẩm, hiệu suất chiết chất đắng 31% cho 1028 kg chất đắng

$$\text{Độ đắng yêu cầu cho bia thành phẩm là } 32 \text{ BU} = 32 \text{ mg/l bia.}$$

Cho 1 lít = 32 mg, vậy cho 32112 l cần 102758 mg α -axit.

$$100\% \text{ độ đắng} = \frac{1028 \times 100\%}{31\%} = 3,32 \text{ kg } \alpha\text{-axit}$$

Như vậy cần 3,32 kg α -axit.

Bước tiếp theo là xem lượng α -axit có trong các chế phẩm hoa houblon như thế nào để tính toán khối lượng mỗi loại hoa cần đưa vào. Theo ví dụ trên, cần cấp 3,32 kg α -axit trong đó 75% được cấp bởi loại hoa viên 45 có chứa 9% α -axit và 25% của hoa cánh có chứa 7% α -axit.

Cần bao nhiêu kg hoa viên và bao nhiêu hoa cánh?

a. $100\% = 3,32 \text{ kg}$

$$75\% = X$$

$$X = \frac{3,32 \times 75}{100} = 2,49 \text{ kg } \alpha\text{-axit}$$

$$9\% = 2,49 \text{ kg}$$

$$100\% = Y \text{ kg}$$

$$Y = \frac{2,49 \times 100}{9} = 27,67 \text{ kg hoa viên}$$

b. $100\% = 3,32 \text{ kg}$

$$25\% = X_1$$

$$X_1 = \frac{3,32 \times 25}{100} = 0,83 \text{ kg } \alpha\text{-axit}$$

$$7\% = 0,83 \text{ kg}$$

$$100\% = Y_1 \text{ kg}$$

$$Y_1 = \frac{0,83 \times 100}{7} = 11,86 \text{ kg hoa cánh}$$

7.4.4.3. Loại hoa và thời gian bổ sung hoa vào dịch

Có 3 loại sản phẩm hoa houblon thường được sử dụng trong các nhà máy bia hiện nay là: hoa tươi, hoa cánh, hoa viên hoặc bột và cao hoa.

Sử dụng hoa tươi (còn nguyên bắp, chưa qua chế biến)

Chỉ còn một số ít nơi sử dụng hoa tươi, sau khi đun hoa cần một thiết bị lọc bã hoa, như vậy sẽ làm thất thoát chất chiết và dịch đường. Để chiết các chất trong hoa tươi tốt người ta nghiền mịn hoa ngay trước khi bổ sung vào nồi đun sôi, sau đó cho lắng cạn ở thùng Whirlpool.

Sử dụng hoa dạng viên hoặc bột

Dạng chế phẩm hoa này đã được tiêu chuẩn hóa chất đắng nên rất dễ sử dụng và dễ bảo quản và dễ dàng tự động hóa.

Sử dụng cao hoa

Cao hoa được hòa tan trước bằng nước nóng 45 - 50°C. Ở một số nhà máy lớn có hệ thống tự động phun nước nóng và đông hóa cao hoa trước khi cho vào dịch để đun sôi. Ở những nhà máy nhỏ thường hòa trực tiếp cao hoa trong dịch đang đun sôi.

Dùng loại sản phẩm nào tùy thuộc nhà máy, có nơi dùng cả 3 loại. Vấn đề là cho hoa vào như thế nào, thời điểm ra sao, loại sản phẩm nào cho vào trước, loại nào cho vào sau?

Những loại sản phẩm hoa có độ đắng cao thường cho vào trước tiên để phản ứng isome hóa xảy ra tạo được nhiều α -axit. Ngoài ra, các cấu tử bay hơi không mong muốn bị loại bỏ. Loại chế phẩm hoa có hương thơm nhất được cho vào sau cùng, kể cả khi đun sôi dưới áp suất, cho hoa thơm vào ngay sau khi xả áp để tinh dầu thơm được giữ lại trong bia. Tuy nhiên lượng α -axit lớn nhất cần tính toán trước.

Thường toàn bộ khối lượng hoa cho vào làm 3 hay 2 lần. Nếu cho hoa vào 2 lần thì lần đầu cho 1/2 vào lúc toàn bộ dịch đường đã được bơm sang và bắt đầu sôi, 1/2 còn lại cho vào nồi trước khi kết thúc quá trình đun sôi 1 giờ. Nếu cho hoa vào nồi 3 lần thì có nhiều phương án khác nhau, ví dụ một phương án như sau: 1/3 cho vào lúc đầu, 1/3 cho vào khi đã bơm toàn bộ dịch đường vào nồi đun sôi và 1/3 cho vào nồi trước khi kết thúc quá trình đun sôi 30 phút. Hay một phương án khác là: 1/3 cho vào lúc đầu, 1/3 cho vào sau khi đun sôi 40 phút và 1/3 còn lại cho vào nồi 40 phút trước khi kết thúc quá trình đun sôi. Theo chuyên gia Tiệp Xalach thì phương án thứ 2 cho lượng chất đắng nhiều nhất. Tùy thuộc vào tình hình thực tế của mỗi nhà máy mà ta áp dụng những phương án khác nhau cho thích hợp, song ta phải bảo đảm nguyên tắc cơ bản là phải bảo đảm lượng chất đắng được hoà tan nhiều nhất, với ý nghĩa như vậy ta cần đun sôi dịch đường trong một thời gian ngắn trước khi cho hoa houblon vào, khối lượng hoa houblon chủ yếu cho vào nồi 1 giờ trước khi kết thúc đun sôi, còn lại 10 - 20% cho vào lúc cuối cùng của đun sôi.

Do khả năng hoà tan các chất đắng của hoa houblon rất yếu và hao tổn chất đắng trong quá trình đun sôi rất lớn, đồng thời xu hướng phát triển của ngành bia ngày càng mạnh, đòi hỏi ta cần sử dụng hoa houblon thích hợp để tiết kiệm hoa. Để nâng cao hệ số sử dụng hoa houblon, người ta đã đề ra một số biện pháp cụ thể sau đây:

1. Nghiền hoa trước khi đun sôi với nước dịch đường

Hoa được nghiền trong các máy nghiền đặc biệt, sau khi nghiền xong chia làm 3 loại: Cuống hoa, cánh hoa và bột phần lupulin. Ba phần này được đưa vào dịch đường đun sôi theo thứ tự từng phần. Bằng biện pháp này ta có thể nâng cao hệ số sử dụng hoa houblon lên khoảng 10%.

2. Chiết hoa houblon với dịch đường

Người ta dùng 1 thùng hình trụ, trong thùng có bộ phận ép và cánh khuấy, nước đường và nước rửa bã được cho vào thùng liên tục đi qua lớp hoa, hoa cũng được ép liên tục, bằng cách như vậy có thể thu hồi đến mức tối đa những chất đắng hoà tan ở nhiệt độ 75 - 77°C.

3. Chiết hoa houblon với dung dịch kiềm

Hoa houblon được đun sôi trong dung dịch kiềm yếu (dung dịch Na_2CO_3 0,06 N ở áp suất bình thường trong thời gian 30 phút). Sau khi hoà tan những chất đắng, ta lại đun sôi một lần nữa với nước rửa bã lọc hay nước lã sạch với tỷ lệ 30 lít/1 kg hoa. Thời gian đun sôi kéo dài 40 phút, bằng cách này ta tiết kiệm được 20 - 25% hoa houblon.

4. Tái sử dụng hoa houblon

Hoa sau khi đã sử dụng xong, vẫn còn lại một lượng chất đắng đáng kể, ta có thể cho vào đun sôi lại với dịch đường để thu hồi hết chất đắng còn lại, song bằng cách này bia có chất lượng không đạt yêu cầu kỹ thuật.

Sau khi đun sôi nước đường với hoa houblon, ta tiến hành lọc và tách bã hoa. Nước đường trong được bơm và chuyển sang bộ phận làm nguội, trong bã còn lại một lượng đáng kể nước đường (6 - 7 lít/1 kg hoa) lượng nước thừa này có thể thu hồi bằng cách rửa bã với nước nóng đến khi nồng độ chất hoà tan hạ xuống dưới 2,5%.

Thành phần hoá học của dịch đường sau khi đun sôi với houblon rất phức tạp, thành phần này phụ thuộc vào loại bia và chất lượng của các nguyên liệu sử dụng và phụ thuộc vào qui trình công nghệ. Các chỉ số dưới đây chỉ rõ mỗi thành phần của các chất hoà tan chính tính ra % so với tổng lượng chất chiết.

Maltoza	66 - 70%
Glucoza và fructoza	6 - 9%
Fructozan	0,3 - 0,5%
Dextrin không lên men	15%
Saccaroza	2 - 6%
Các chất ở dạng keo	đến 0,2%
Các chất có N	
Nitơ amin	0,2 - 0,3%
Nitơ kết tủa	0,03 - 0,04%
Các chất khoáng	1,5 - 2,0%

Hàm lượng maltoza hoàn toàn trong chất hoà tan của dịch đường thường là 50%. Ngoài ra trong dịch lên men còn có maltotrioza (12 - 13%), maltotetraoza (2 - 5%), maltopentaoza (1,2 - 1,6%)... những chất này thể hiện khả năng khử rất mạnh và cùng với maltoza, glucoza, fructoza và pentoza tạo thành maltoza thô. Trong các chất có N của dịch đường có 15 - 20% là những chất có phân tử lượng cao, kết tủa với tanin; 15 - 20% những chất có phân tử lượng trung bình (pepton và polipeptit) không kết tủa với tanin mà kết tủa với axit photphat molipdít và 60 - 70% là những chất có phân tử lượng thấp (peptit và aminoaxit) không kết tủa với axit photphat molipdít. Khoảng 45 - 50% nitơ bị nấm men tiêu thụ. Trong dịch đường còn chứa các chất chất (150 - 200 mg/l) các chất đắng của houblon (100 - 150 mg/l axit hữu cơ (lactic, citric v.v.), vitamin (B1, B2, B6)... Những chất khoáng gồm có: P_2O_5 (0,68%) so với chất hoà tan; K_2O (0,41%); SiO_2 (0,155); MgO (0,12%) ...

7.4.4.5. Chế biến dịch lên men cô đặc

Sản xuất bia từ dịch lên men cô đặc là một hướng phát triển mới của ngành công nghiệp bia. Người ta trang bị những nhà máy đặc biệt nằm gần nhà máy sản xuất malt. Nhờ hàm lượng nước rất thấp (3 - 6%) nên dịch lên men cô đặc dễ vận chuyển và dễ bảo quản. Sau khi vận chuyển đến nhà máy bia, dịch lên men cô đặc hoà với nước thành dịch đường và chuyển đến thùng lên men. Dịch lên men cô đặc có dạng bột với màu vàng hay màu sẫm, được chế biến từ nước đường đun sôi với hoa houblon. Đối với bia vàng, dịch lên men cô đặc cần thoả mãn những yêu cầu sau: Màu kem 9 - 17 ml iôt 0,1N /100 g, mùi thơm của malt, vị ngọt có pha vị đắng của hoa houblon, độ ẩm đến 6%; màu krem (22 - 30 ml iôt 0,1N /100g) mùi thơm của malt rất mạnh, vị ngọt pha lẫn vị đắng của hoa houblon và vị của caramen, độ ẩm đến 6%, độ axit đến 18 ml dung dịch kiềm 0,1N cho 100 g.

7.5. LẮNG TRONG VÀ LÀM LẠNH NHANH

7.5.1. Mục đích

Trong dịch đường sau khi đun sôi với hoa houblon có chứa các cặn ở dạng huyền phù và cặn từ hoa houblon. Để có thể cấy giống nấm men cần thiết phải làm trong dịch, tách bỏ cặn và làm lạnh đến nhiệt độ lên men.

Do đó công đoạn này có hai mục đích:

- Loại bỏ cặn.
- Làm lạnh dịch đường.

Dịch đường rất dễ bị nhiễm tạp vi sinh vật, bởi trong đó chứa rất nhiều đường lên men được và nhiều hợp chất nitơ mà vi sinh vật có thể đồng hoá trực tiếp. Dần dần trong quá trình làm lạnh thì dịch này là môi trường lí tưởng cho vi sinh vật phát triển.

Cần chú ý rằng các vi sinh vật (đặc biệt là các loại vi khuẩn chịu nhiệt, thuộc loại coliform) phát triển rất nhanh trong dịch và nó để lại trong dịch nấu mùi "cân tây" rất khó chịu. Các vi khuẩn chịu nhiệt này không chịu được rượu nên sẽ bị tiêu diệt trong quá trình lên men, nhưng vị mà chúng gây ra thì vẫn còn lại trong bia thành phẩm.

7.5.2. Cặn

Có hai dạng cặn trong dịch nấu thu được:

- Cặn nóng: Là phần cặn chủ yếu sau quá trình nấu.
- Cặn mịn, hay là các cặn lạnh: xuất hiện dần dần trong quá trình làm lạnh.

Thành phần của cặn phụ thuộc vào:

- Chất lượng malt.
- Phương pháp đường hoá.
- Chất lượng dịch đường.
- Cường độ sôi.
- Loại chế phẩm và hàm lượng hoa houblon (với hoa cánh, lượng cặn nóng sẽ nhiều hơn).

Bảng 7.9. Thành phần của hai loại cặn

Thành phần của các cặn	Cặn nóng	Cặn lạnh
Kích thước các phần tử (μm)	30 - 80	0,5 - 1,0
Protein (%)	50 - 60	50 - 70
Chất đắng (%)	15 - 20	6 - 12
Polyphenol (%)	20 - 30	20 - 30
Chất khoáng (%)	2 - 3	2 - 3
Khối lượng cặn (g/hl)	40 - 80	15 - 30

7.5.2.1. Cặn nóng

Việc tách hoàn toàn cặn nóng là rất quan trọng. Nếu một lượng lớn cặn nóng tham gia vào quá trình lên men sẽ gây ra quá trình lên men bất thường, khi đó nấm men sẽ kết tủa cùng với cặn. Kết quả là bia kém chất lượng và còn sinh ra một số axit có hại cho độ bền của bia.

7.5.2.2. Cặn lạnh (cặn mịn)

Cặn mịn được hình thành dần dần trong quá trình làm lạnh dịch đường. Hàm lượng của cặn phụ thuộc vào tỷ lệ nguyên liệu thay thế và mức độ sôi. Người ta chỉ mong muốn loại bỏ được tối đa 70% đến 80%, nếu nhiều hơn lại làm giảm hương vị bia và khả năng giữ bọt của bia kém.

7.5.3. Cung cấp oxy

Thời gian đầu, nấm men cần một lượng oxy để sinh trưởng tốt, vì vậy cần phải thông khí sau khi làm lạnh dịch đường. Không khí được sử dụng phải được tiệt trùng hoặc cũng có thể dùng oxy tinh khiết, tuy nhiên nếu không chế lượng khí không tốt gây ra nguy cơ quá bão hòa và tạo ra các vị không tốt cho bia. Việc thông khí thường tiến hành sau khi làm lạnh và trước khi bổ sung nấm men.

7.5.4. Xử lý dịch đường sau khi đun hoa

7.5.4.1. Loại bỏ cặn nóng

Có thể loại bỏ cặn nóng nhờ các hệ thống sau:

a. Thùng nóng

Đó là thùng có chiều cao thấp, hình trụ, thường là thùng mở nắp, có bề mặt tiếp xúc giữa dịch và không khí rất lớn. Người ta để dịch trong thùng hai giờ và nguội tự nhiên đến 60°C. Sau đó dịch sẽ được lấy đi và làm lạnh tiếp trong một hệ thống trao đổi nhiệt khác.

Đây là phương pháp được sử dụng nhiều cho đến năm 1950. Còn ngày nay không còn sử dụng nữa.

Nhược điểm của phương pháp này là:

- Nguy cơ nhiễm vi sinh vật lớn.
- Thu hồi nhiệt kém.

b. Thùng kín

Thùng hình trụ, đáy hình nón cụt để dễ dàng làm sạch và loại bỏ các cặn nhỏ. Dịch được chứa trong thùng trong khoảng từ vài chục phút đến hai giờ. Thùng kín thường ít khi làm việc một mình, nó thường được sử dụng như một dụng cụ phụ trợ cho quá trình xử lý dịch bằng phương pháp lọc hay li tâm. Với phương pháp này nguy cơ nhiễm vi sinh vật rất nhỏ.

c. Ly tâm

Quá trình phân tách sẽ loại bỏ các chất rắn ở dạng huyền phù trong chất lỏng bằng cách sử dụng lực li tâm. Máy li tâm quay 4000 - 5000 vg/ph.

Có nhiều dạng máy ly tâm tùy vào:

- Bản chất của sản phẩm xử lý (nhiệt độ, độ nhớt, vật liệu cần phải loại bỏ).
- Phương pháp tách cặn (liên tục-gián đoạn).
- Hệ thống điều khiển.

Máy phân tách thường được sử dụng để loại bỏ cặn nóng. Độ nhớt quá lớn của dịch lạnh làm hạn chế rất lớn khả năng phân tách.

Các ưu điểm của phương pháp:

- Lưu lượng lớn (700 h/h)
- Khả năng tự động hoá cao.
- Vệ sinh và tiệt trùng đơn giản.
- Gọn nhẹ
- Cặn thu được rất đặc và điều đó tránh được việc khuếch tán trở lại và tổn thất rất nhỏ (< 0,5%).

Hạn chế của phương pháp này là chi phí mua máy và việc bảo trì rất tốn kém.

Máy phân tách càng ngày càng được cải tiến và trong tương lai nó sẽ được sử dụng làm công cụ chính để xử lý dịch nấu trong sản xuất bia.

d. Lọc

Người ta sử dụng các máy lọc với chất trợ lọc diatomit. Các máy này có dạng nằm ngang hay đứng. Người ta có thể tiến hành lọc ở nhiệt độ nóng, lạnh hay nhiệt độ bình thường.

Việc lọc nóng chỉ cho phép loại bỏ duy nhất các cặn nóng, thường dùng thùng Whirlpool hay một số phương pháp đơn giản hơn và ít tốn kém hơn. Ngược lại việc lọc lạnh cho phép lấy hết hay một phần cặn lạnh.

Hệ thống lọc này loại bỏ được nhiều cặn nhất ở nhiệt độ thấp sẽ khiến quá trình lên men tốt hơn và độ bền keo lớn nhưng lại có xu hướng làm cho bia nhạt đi.

Việc lọc thường được tiến hành ở 20 - 30°C.

Trong trường hợp quá trình làm lạnh đầu tiên đưa dịch về nhiệt độ lọc. Sau quá trình lọc lần một, quá trình lọc lần hai sẽ đưa về nhiệt độ lên men.

Tác nhân lọc thường là diatomit có kích thước lớn với lượng 60 - 65 g/100 l hoặc dùng peclit 70 g/100 l, tác nhân này rẻ hơn nhưng khả năng hấp thụ kém.

Chất lượng lọc được đánh giá theo chất lượng dịch đường thu được: Thu được dịch đường có chất lượng theo mong muốn.

Nhược điểm của phương pháp này là:

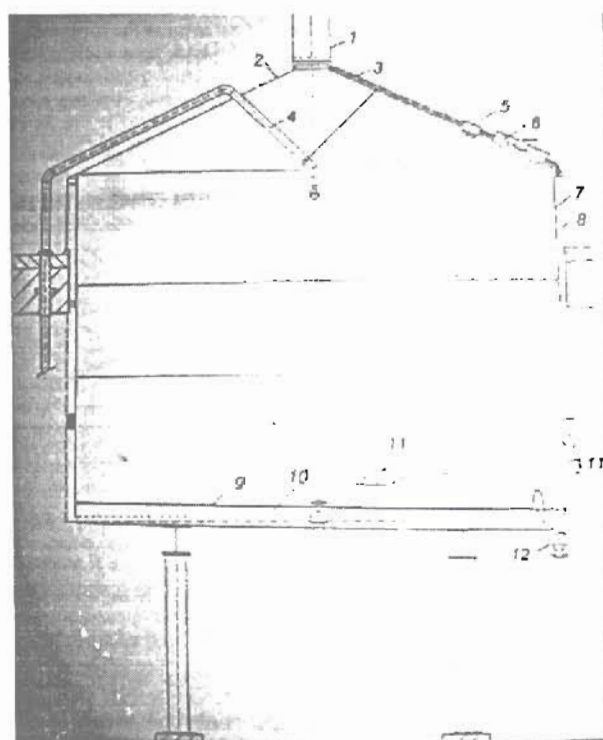
- Giá mua tác nhân lọc đắt.
- Khó thao tác.

c. *Whirlpool* (thùng lắng xoáy)

Whirlpool là thùng lắng xoáy có đáy hơi nghiêng so với mặt phẳng ngang ($1,5''$), dịch được bơm vào với vận tốc lớn (12-14 m/s) theo phương tiếp tuyến với thành thùng. Thông thường, vị trí dịch vào ở 1/3 chiều cao thùng tính từ dưới đáy lên.

Khối dịch sẽ quay bên trong không gian của thùng và đẩy dần lên. Cặn tập hợp lại ở giữa. Dịch trong sẽ được lấy ra ngoài ở phía dưới thùng lắng xoáy. Cặn dễ dàng được loại bỏ. Việc vận hành thùng lắng xoáy dễ, phụ thuộc chủ yếu vào vị trí của các thiết bị, nhất là khoảng cách giữa thiết bị đun hoa và thùng Whirlpool, khoảng cách này càng nhỏ càng ít cản trở cho việc bơm mạnh càng tốt. Chất lượng của malt và phương pháp nấu cũng ảnh hưởng tới việc sử dụng thùng lắng xoáy.

Thùng Whirlpool là một thiết bị khá đơn giản, ít tốn kém cho việc lắp đặt và sử dụng (hình 7.26).



Hình 7.26. Thùng Whirlpool:

1- ống thoát hơi; 2- nắp trên;
3- loại bỏ nước ngưng; 4- CIP;
5- đèn; 6- cửa quan sát và ra vào vệ sinh; 7- ống thủy; 8- bảo ôn;
9- đáy nghiêng 1%; 10- vòi phun vệ sinh đáy; 11- đường dịch vào theo phương tiếp tuyến; 12- lấy dịch ra.

Hạn chế của phương pháp này là tổn thất lớn (2 - 3%), nếu vận hành không tốt thì việc phân tách tạp chất và dịch cũng không tốt và thường không có quy luật.

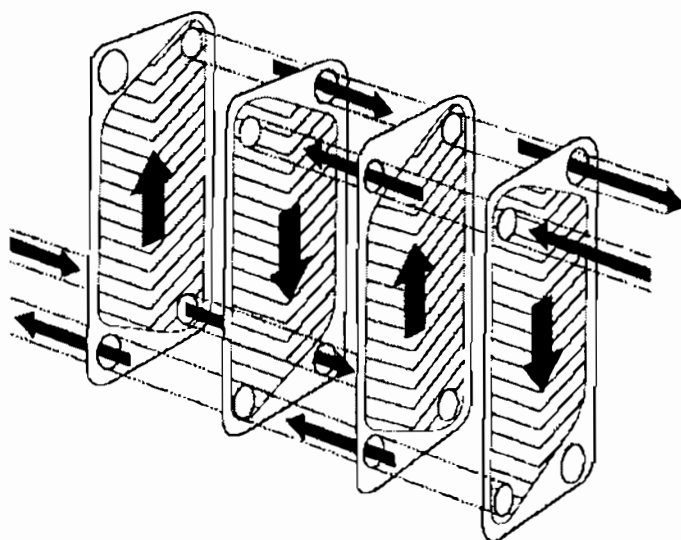
Để hạn chế tổn thất, có thể dùng phối hợp với máy li tâm hay máy lọc tách cặn phân dịch cuối cùng.

7.6. LÀM LẠNH DỊCH ĐƯỜNG

Sau khi làm trong, dịch đường được làm lạnh xuống nhiệt độ lên men, phù hợp với chủng nấm men sử dụng, ví dụ 6 - 12°C đối với nấm men lên men chìm, 15 - 22°C đối với lên men nổi. Việc làm lạnh phải tiến hành nhanh và vô trùng để ngừng các phản ứng hóa học và giảm tối đa các cơ hội phát triển của vi sinh vật nhiễm tạp. Khi làm lạnh dịch đường có thể xuất hiện cặn lạnh.

Thiết bị làm lạnh cổ nhất là thùng hồ, nằm ngang, lớp dịch đường chỉ khoảng 15 - 25 cm. Trong 12h, dịch được làm lạnh, lấy oxy từ không khí, đồng thời để lắng cặn. Trần nhà chứa thùng làm lạnh có hình cong để nước ngưng không rơi vào dịch đường. Thời gian sau, dịch được cấp khí vô trùng chứ không để tự nhiên nữa. Kiểu làm lạnh dịch đường này có nguy cơ nhiễm tạp vi sinh vật quá cao, nên không còn được sử dụng nữa.

Một số nơi làm lạnh dịch đường bằng cách lắp ống ruột gà ở đáy thùng chứa dịch đường, tác nhân làm lạnh là nước lạnh. Nhược điểm là khó vệ sinh.



Hình 7.27. Nguyên tắc làm việc của máy lạnh nhanh kiểu tấm bản.

Máy làm lạnh kiểu đứng được đưa ra có nhiều ưu điểm hơn cả, dễ vận hành, dễ vệ sinh, làm lạnh tương đối nhanh. Dịch đường vào thiết bị từ trên đỉnh, chảy xuống dưới thành một lớp mỏng trùm qua dây ống nằm ngang có nước lạnh chảy bên trong theo chiều ngược lại. Đường ống làm lạnh được thiết kế nhiều điểm cắt ngang hoặc lõi để hướng dịch đường

và tăng bề mặt trao đổi nhiệt. Dịch đường đã làm lạnh được bơm chuyển sang thiết bị lên men từ đáy thiết bị làm lạnh. Dịch đường được thông khí ở giai đoạn này, nhưng không loại bỏ được cặn lạnh.

Một máy làm lạnh dịch đường khác là đường ống kín. Dịch đường chảy qua đường ống được chế tạo bằng thép không gỉ, phía trên cùng làm nguội bằng không khí, phần giữa bằng nước, phía dưới làm lạnh bằng tác nhân lạnh. Khí vô trùng cho vào từ phía dưới và chảy ngược lên dòng dịch đường chảy ngược lại. Thiết bị làm lạnh này có thể đạt năng suất 450 h/h, cao 7 m, chiều rộng 2 m.

Thiết bị làm lạnh được sử dụng phổ biến nhất hiện nay là thiết bị trao đổi nhiệt dạng khung bản, thiết bị này bền, hiệu suất cao, đa năng. Thiết bị này dễ vệ sinh, đảm bảo vô trùng.

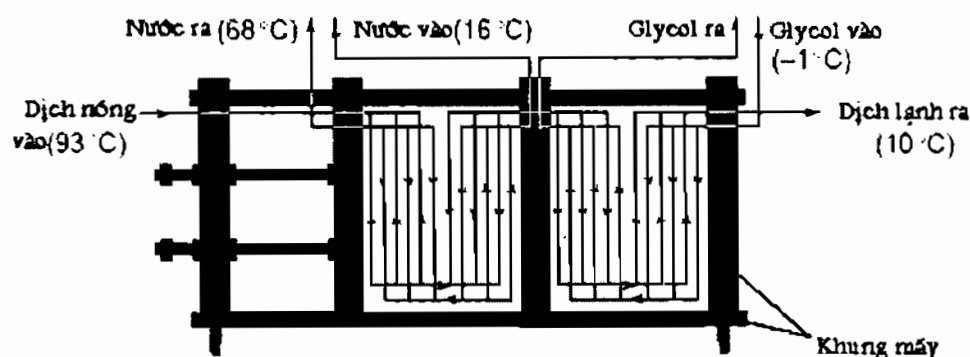
Đó là thiết bị kín bao gồm nhiều tấm bản mảnh bằng thép không gỉ. Các tấm bản được ghép chặt với nhau trên một khung. Số tấm bản phụ thuộc năng suất máy.

Máy này chia thành hai hoặc ba vùng, thường là hai vùng.

Dịch lọc bắt đầu được làm lạnh nhờ nước lạnh 16°C . Nước làm lạnh sau khi ra khỏi máy có nhiệt độ là 68°C . Nước nóng sau khi làm lạnh được thu hồi sử dụng trong giai đoạn nấu - đường hóa để tiết kiệm nhiệt, hoặc gia nhiệt thêm để làm nước rửa bã.

Trên mỗi tấm bản có nhiều đường rãnh, và có 4 lỗ ở các góc. Mép tấm bản có lắp gioăng cao su để khi ghép lại đảm bảo độ kín cho máy và cho đường dẫn dịch tạo thành.

Dịch đường chảy vào từ một đầu, chảy qua đường khía tạo thành giữa 2 tấm bản và đi ra đường khác, trong khi nước hoặc tác nhân làm lạnh chảy theo chiều ngược lại theo các rãnh kế tiếp của các tấm bản. Các đường rãnh trên các tấm bản đảm bảo dòng chảy thay đổi hướng liên tục để có hiệu quả trao đổi nhiệt.



Hình 7.28. Sơ đồ đường dịch đi trong hệ thống làm lạnh hai giai đoạn:

Giai đoạn đầu, làm nguội dịch đường bằng nước 16°C chảy ngược chiều;

Giai đoạn hai, làm lạnh dịch đường bằng glycol.

Sau khi làm nguội sơ bộ, tác nhân làm lạnh tiếp theo có thể là nước lạnh, glycol, amoniắc hoặc cồn và dịch được làm lạnh xuống nhiệt độ yêu cầu. Nếu sử dụng tác nhân làm lạnh không phải nước thì cần kiểm tra máy định kỳ, các tấm bản, gioăng, cần phải tháo thiết bị ra để vệ sinh định kỳ, loại bỏ các cặn rắn bám trên các tấm bản, kiểm tra rò rỉ. Đôi lúc có thể sục khí vô trùng vào dịch đường trong máy làm lạnh để làm xáo trộn dòng chảy và hòa tan khí vào dịch đường.

Thiết bị làm lạnh kiểu tấm có ưu điểm sau:

- Gọn nhẹ.
- Thu hồi được nhiều năng lượng.
- Vệ sinh trong chu trình kín.
- Không nhiễm vi sinh vật.

Xu hướng hiện nay là sử dụng các loại máy lạnh một cấp mà tác nhân làm lạnh là nước 0°C.

7.7. SỤC KHÍ

Giai đoạn đầu của quá trình lên men, nấm men rất cần một lượng oxy hoà tan. Hàm lượng oxy phụ thuộc chất lượng dịch đường, ví dụ thành phần sterol, các axit béo chưa no và chủng giống nấm men. Trước kia, người ta bão hòa dịch đường bằng oxy từ không khí (khoảng 21% là đủ), ngày nay, yêu cầu phải sử dụng oxy tinh khiết. Rất khó hòa tan oxy vào dung dịch. Với sự cân bằng về lượng khí hoà tan tại một nhiệt độ đã chọn tương ứng với một áp suất khí trên dung dịch. Mặc dù độ hòa tan thường được cho rằng ở áp suất khí quyển. Áp suất này tăng hoặc giảm tương ứng với nồng độ khí hoà tan trong dung dịch. Áp suất khí quyển luôn bị phá vỡ bởi khi nhiệt độ tăng thì độ hòa tan của không khí hoặc oxy tinh khiết vào dung dịch giảm.

Hàm lượng các chất hòa tan trong nước (các đường, muối,...) làm giảm hàm lượng oxy có thể hoà tan. Dịch đường bao gồm rất nhiều chất hoà tan nên khả năng oxy hòa tan vào dịch đường kém hơn vào nước tinh khiết, và dịch đường càng đặc, càng nhiều chất chiết thì oxy hoà tan vào càng kém nếu với cùng điều kiện.

Không khí hoặc oxy có thể cho vào dịch đường ngay từ khi dịch nóng vào máy lạnh nhanh hoặc vào dịch sau khi đã làm lạnh. Việc bổ sung không khí vào dịch đường nóng hoặc ấm đều gây ra các phản ứng oxy hóa các thành phần dịch đường, làm biến đổi hương vị và làm sẫm màu bia. Tuy nhiên, dịch nóng đảm bảo vô trùng cho khí bởi vi sinh vật bị tiêu diệt ở nhiệt độ cao. Không khí hoặc oxy dùng để bổ sung vào dịch đường lạnh cần phải vô trùng, có nhiều phương pháp vô trùng không khí như cho qua máy lọc khí có lưới lọc bằng kim loại đã nung, lỗ lưới < 0,45 µm hoặc tiệt trùng bằng tia tử ngoại. Không khí phải tinh khiết không có lẫn dầu máy nén.

Bảng 7.10. Độ hòa tan của oxy (mg/l) từ không khí và từ oxy tinh khiết vào nước và dịch đường ở áp suất khí quyển với những nhiệt độ khác nhau

Nhiệt độ (°C)	Từ không khí		Oxy tinh khiết
	Nước	Dịch đường	Nước
0	14,5	11,6	69
3	-	-	64
5	12,7	10,4	61
8	-	-	56
10	11,2	9,3	54
15	10,0	8,3	48
20	9,9	7,4	-

Tốc độ hòa tan khí vào chất lỏng phụ thuộc áp suất, sự đảo trộn và bề mặt tiếp xúc giữa chất lỏng và chất khí. Bởi vậy, cách hiệu quả nhất là nén một dòng khí nhỏ vào dòng dịch đường chảy xoáy.

Thiết bị sục khí thường dùng gồm máy làm bằng kim loại đã nung hoặc nền ceramic, cho không khí vô trùng rất từ từ vào từ đáy thiết bị hoặc vào dòng dịch đường chuyển dịch. Thiết bị này mạnh nhưng khó làm sạch. Còn loại máy trộn li tâm rất hiệu quả nhưng giá thành cao.

Loại thiết bị sục khí làm việc dựa theo nguyên tắc ống Ventori cho không khí/ oxy vào đường ống dịch đường vào thiết bị lên men được sử dụng phổ biến nhất. Dịch đường chảy tới cuối đường ống, ở đây, dịch đường tụ lại, áp suất giảm, không khí/ oxy được đưa vào từ các vòi phun nhỏ, hòa vào dịch đường. Đám không khí chuyển tiếp tới phần tiếp theo, phần ống mở rộng, dịch chảy chậm, áp suất tăng và dòng dịch bị xáo trộn, khí nhanh chóng hòa tan vào dịch. Người ta còn lắp mảnh kim loại chắn trên đường ống tại điểm sục khí nhằm xáo trộn dòng dịch, có tác dụng như máy trộn.

Trong các nhà máy hiện đại, oxy bổ sung được hòa tan hoàn toàn vào dịch đường. Việc điều chỉnh lưu lượng oxy được tự động hóa. Oxy được bổ sung vào ở phần đầu, nấm men được cấy vào ở phần thứ hai. Nồng độ oxy hoà tan được điều chỉnh liên tục bằng điện cực hoặc tế bào oxy phủ màng lọc.

Chương 8

QUÁ TRÌNH LÊN MEN BIA

8.1. MỤC ĐÍCH

Theo định nghĩa của Pasteur lên men là “sự sống không có không khí”, lên men bia còn là một quá trình yếm khí và toả nhiệt dưới tác động của nấm men. Tồn tại nhiều dạng lên men khác nhau hiếu khí hoặc yếm khí.

Quá trình sản xuất bia bao gồm duy nhất quá trình lên men rượu (ngoại trừ một số bia không cồn) từ nguồn cơ chất cacbonhydrat có khả năng lên men và cho ra các sản phẩm lên men là rượu (rượu etylic và rượu bậc cao), các axit, este và khí cacbonic.

8.2. CÁC BIẾN ĐỔI SINH HÓA TRONG QUÁ TRÌNH LÊN MEN

Nấm men có thể phát triển cả ở điều kiện kỵ khí và hiếu khí. Ở điều kiện hiếu khí thì các tế bào được hô hấp, còn ở điều kiện kỵ khí thì lên men. Chỉ có phương thức lên men được áp dụng trong sản xuất bia. Pasteur đã định nghĩa quá trình lên men là “cuộc sống không có không khí” và đây là sự mô tả rất đúng cho quá trình lên men bia.

Để quá trình diễn ra thì nấm men bia đòi hỏi môi trường dinh dưỡng. Dịch chiết malt có chứa tất cả các chất dinh dưỡng mà nấm men bia đòi hỏi. Việc thiếu hụt các chất dinh dưỡng này sẽ dẫn đến quá trình lên men mất cân bằng và không hoàn toàn.

8.2.1. Quá trình lên men đường tạo rượu etylic, CO₂

Đường và các axit amin thấm qua màng tế bào nhờ các enzym “permeaza” đó là những enzym đặc hiệu với một đường hoặc một axit amin.

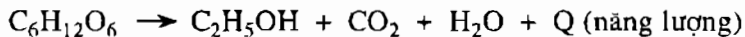
Đường thấm vào màng tế bào theo thứ tự sau: glucoza, fructoza, saccaroza, maltoza. Khả năng sinh tổng hợp enzym permeaza biến đổi tùy thuộc vào các chủng ở đó có sự khác nhau về điều kiện của quá trình lên men maltoza và nhất là lên men maltotrioza trong khi bảo quản ở nhiệt độ lạnh nhiều hoặc ít.

Khi quá trình lên men bị ngừng, thường là do sự mất khả năng tổng hợp các enzym permeaza của nấm men, đặc biệt là đối với các đường (maltoza, maltotrioza), nhưng điều này cũng có thể do những nguyên nhân khác. Trong quá trình lên men nấm men tiết ra các aminoaxit, các hợp chất peptit đó là những chất sẽ tạo nên chất lượng cảm quan của bia.

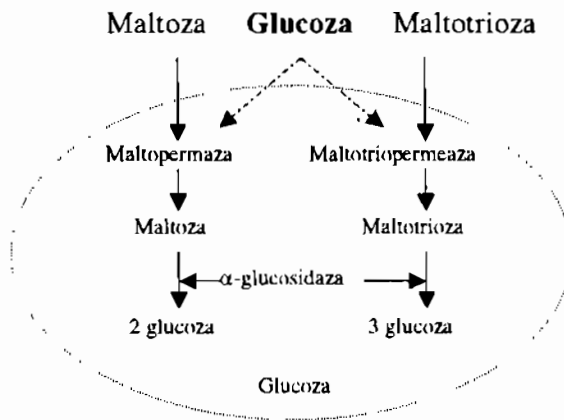
Các loại đường có thể lên men được trong dịch chiết malt là maltoza, maltotrioza và một ít đường saccaroza, glucoza, fructoza. Đường saccaroza được thủy phân bên ngoài tế bào nhờ enzym invertaza thành glucoza và fructoza. Enzym này được định vị ngay trên

màng tế bào và sẽ tiết vào môi trường khi có đường saccaroza. Glucoza và fructoza được chuyển vào tế bào để chuyển hoá. Đường maltoza và maltotrioza đi vào trong tế bào và được thuỷ phân thành đường glucoza (hình 8.1). Enzym invertaza có tác dụng thuỷ phân đường saccaroza được định vị trong màng tế bào, tuy nhiên enzym này sẽ tiết vào trong môi trường khi có đường saccaroza ở trong đó.

Trong quá trình lên men, nấm men thông qua con đường trao đổi chất và năng lượng trong các điều kiện kỹ thuật thích hợp để chuyển các glucit phân tử lượng thấp (các đường, dextrin...) thành rượu etylic, CO_2 theo sơ đồ phản ứng:



Đồng thời có các quá trình sinh hoá xảy ra do sự xúc tác sinh học của các enzym được hình thành trong quá trình lên men, một số sản phẩm phụ cũng được hình thành như các axit hữu cơ, các este, các rượu bậc cao, aldehyt, glyxerin...



Hình 8.1. Cơ chế vận chuyển và thuỷ phân của maltoza và maltotrioza.

Tất cả những biến đổi này đã dẫn đến sự thay đổi về chất và lượng của các chất hoà tan có trong dịch đường lên men và biến dịch đường thành bia. Thành phần, chất lượng bia phụ thuộc vào thành phần dịch đường, loại nấm men và điều kiện lên men.

Độ lên men (là mức độ chuyển hóa các đường thành etylic và CO_2) phụ thuộc vào nhiều yếu tố mà quan trọng hơn cả là thành phần các chất hoà tan trong dịch đường và điều kiện tiến hành lên men (nhiệt độ, pH...).

Độ lên men cuối cùng là khả năng lên men được 100% chất chiết trong dịch lên men. Yêu cầu đối với sản xuất là không có sự chênh lệch quá lớn giữa độ lên men và độ lên men cuối cùng. Đó cũng là yếu tố quan trọng cho bia có độ bền sinh học cao.

8.2.2. Quá trình hấp thụ axit amin

Nấm men có thể không sử dụng axit amin mà sử dụng các nguồn nitơ khác (photphat và amonium) nhưng điều này làm thay đổi các sản phẩm bậc hai của quá trình lên men. Điều

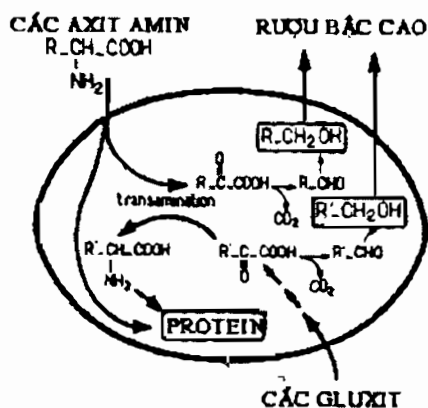
này giải thích sự có mặt của diacetyl. Nếu nấm men sử dụng các axit amin của nhóm A thì nó sẽ không sử dụng valin của nhóm B. Các axit amin được sử dụng theo sự sắp xếp ở bảng 8.1.

Bảng 8.1. Các axit amin nấm men sử dụng

Nhóm A	Nhóm B	Nhóm C	Nhóm D
Arginin	Histidin	Alanin	Prolin
Asparagin	Isoloxin	Glyxin	
Axit aspartic	Loxin	Phenylalanin	
Axit glutamic	Methionin	Tryptophan	
Glytamin	Valin	Tyrosin	
Lysin			
Serin			
Threonine			

Nấm men bắt đầu hoạt động bằng việc sử dụng các axit amin của nhóm A mà không sử dụng các axit amin của nhóm B. Các axit amin của nhóm C và D không được sử dụng trong quá trình lên men chìm cũng như trong lên men nổi, ngoại trừ khi lên men trong thùng sâu ở đó có sự sử dụng các axit amin của nhóm C, các axit amin của nhóm D thì rất ít được sử dụng.

Các axit amin trong dịch đường được chuyển hoá theo hai cách (hình 8.2). Ban đầu các axit amin này được đưa vào trong tế bào và tham gia trực tiếp tạo thành protein của nấm men. Sau đó nhóm amin được chuyển thành một enzym (transaminaza) và sự duy trì bộ khung cacbon được tiết ra hay được sử dụng để tạo thành NAD^+ . Ở trường hợp sau axit oxo được tạo thành bởi sự cacboxyl hóa.



Hình 8.2. Sơ đồ quá trình trao đổi chất và chuyển hoá các axit amin.

Chuyển amin được decarboxyl hoá để tạo thành CO_2 và một aldehyt. Sau đó aldehyt này được khử thành rượu. Rượu này được tạo thành từ rượu bậc cao (có nhiều nguyên tử cacbon hơn etylic) hay rượu-fusel (bởi vì chúng được tìm thấy trong phần đầu fusel của các sản phẩm cất). Các loại rượu bậc cao là các hợp chất tạo hương quan trọng.

Một phần các chất chứa nitơ trong dịch đường được nấm men tiêu thụ, một phần kết tủa và lắng xuống đáy thùng lên men hay nổi trên bề mặt, do vậy mà dẫn đến chỗ giảm hàm lượng nitơ trong dịch đường. Mặt khác, trong quá trình lên men từ các tế bào nấm men lại tách ra một lượng các chất chứa nitơ và đi vào thành phần của dịch đường. Khoảng 50% nitơ của dịch đường bị nấm men tiêu thụ, đồng thời lúc đó từ nấm men lại tách ra khoảng 16 - 17% nitơ. Hàm lượng các chất chứa nitơ trong dịch đường thường từ 60 - 70 mg/100 ml tính theo protein. Khi lên men phụ và tăng trữ hàm lượng này hạ xuống đến 50 - 55 mg/100 ml.

Trong quá trình lên men chính, ta thấy có sự gia tăng đáng kể độ axit của dịch đường, nguyên nhân chính là sự tạo thành H_2CO_3 và một số axit hữu cơ khác. Một nguyên nhân khác gây sự giảm pH là sự biến đổi các muối phosphat trong dịch đường do quá trình trao đổi chất của nấm men.

8.2.3. Sự chuyển hoá chất béo

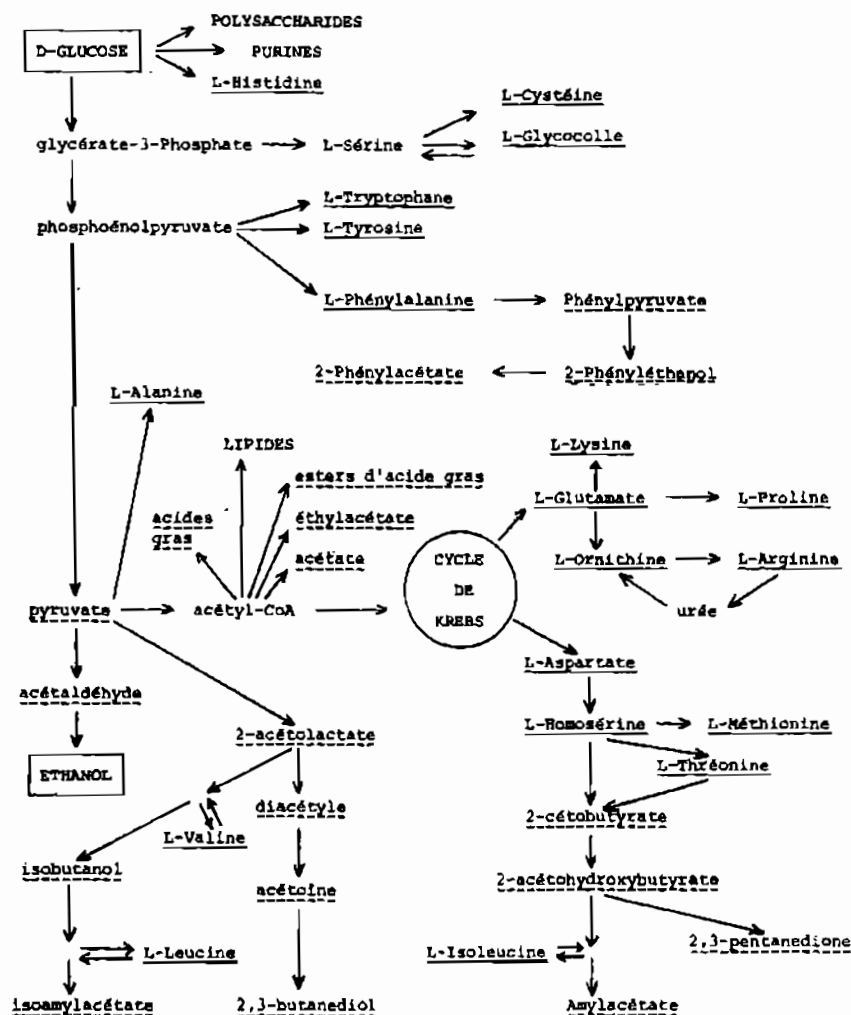
Sinh tổng hợp các tế bào nấm men mới trong quá trình lên men đòi hỏi sự tổng hợp các lipid. Những đại phân tử này chủ yếu được tìm thấy là các thành phần quan trọng của màng tế bào. Cả các chất béo bão hoà và không bão hoà. Thông thường với các màng tế bào của sinh vật nhân chuẩn, nấm men có chứa các sterol (chủ yếu ergosterol). Quá trình tổng hợp các chất béo và sterol cần thiết bắt đầu với axetyl coenzym A để tạo thành các phân tử axyl CoA và sterol bão hoà và không bão hoà. Quá trình sinh tổng hợp của các phân tử và các sterol không bão hoà đòi hỏi một bước oxy hoá; quá trình oxy hoá này đạt được nhờ có oxy phân tử, tạo thành nước. Oxy phân tử này trong dịch đường hoá malt được sử dụng cho mục đích này. Các loại nấm men khác nhau đòi hỏi lượng oxy khác nhau mà nhu cầu về oxy được thay thế trong quá trình lên men bởi việc cung cấp các axit béo và các sterol không bão hoà vào môi trường lên men. Sự thiếu hụt oxy sẽ dẫn đến quá trình lên men nghèo nàn và có thể dẫn đến việc tăng mức axetyl coenzym A trong các tế bào. Điều này sẽ dẫn đến việc tăng hàm lượng este trong bia, làm ảnh hưởng đáng kể đến hương. Do đó việc cung cấp đủ lượng oxy ban đầu vào dịch đường chuyển vào lên men là rất quan trọng trong việc đảm bảo cho môi trường lên men thích hợp.

8.2.4. Sự tạo thành các sản phẩm phụ

Ngoài những sản phẩm chính được tạo thành khi lên men chính như rượu etylic và CO_2 , còn có một số chất khác cũng được hình thành và chúng đóng vai trò quan trọng trong quá trình hình thành mùi vị của bia...

Rất nhiều các hợp chất bay hơi được nấm men sinh ra làm cho bia có mùi thơm và cũng ảnh hưởng tới độ bền bọt. Tất cả các hợp chất dễ bay hơi của bia đều được sinh ra

trong quá trình lên men, trừ một lượng rất nhỏ các tinh dầu của hoa houblon và chất thơm của malt tạo ra từ các phản ứng mélanoidine trong quá trình đun sôi dịch đường. Người ta chia các hợp chất dễ bay hơi sinh ra từ quá trình lên men làm năm loại: Các rượu bậc cao, các axit dễ bay hơi, các este, các aldehyt và dẫn xuất của aldehyt, các hợp chất sulfua (hình 8.3). Các hợp chất này đã được nghiên cứu nhiều trong những năm gần đây bằng phương pháp sắc ký khí.

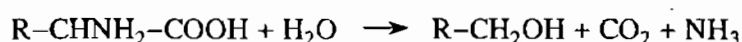


Hình 8.3. Sơ đồ chuyển hóa đường glucoza thành etanol và các sản phẩm bậc 2.

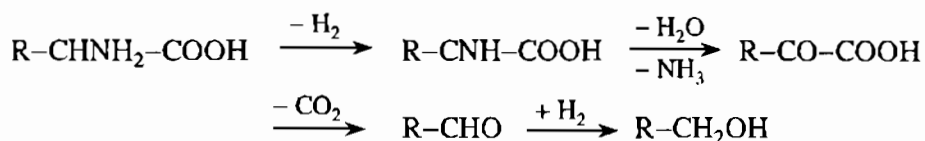
8.2.4.1. Các rượu bậc cao

Các rượu bậc cao là những thành phần chính của dầu fusel. Ngoài ra trong dầu fusel còn có axit dễ bay hơi, este và các aldehyt. Khối lượng và thành phần rượu bậc cao phụ thuộc vào thành phần dịch đường, chủng nấm men và nhiệt độ. Trong bia có các rượu như

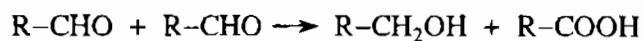
propylic, izopropylic, butylic, izobutylic, amylic, izoamylic và một số rượu khác. Hàm lượng các rượu này thay đổi trong những giới hạn khá rộng (20 - 95 mg/l) nhưng thường là từ 50 - 60 mg/l. Khi lên men ở điều kiện nhiệt độ cao thì hàm lượng này tăng lên. Hàm lượng izoamin chiếm phần chủ yếu trong các rượu bậc cao. Theo số liệu của Enebo thì trong bia của Thụy Điển sản xuất hàm lượng rượu bậc cao izoamylic và amylic trung bình là 44 mg/l. Trong các loại bia của Mỹ hàm lượng izoamylic lên đến 58 mg/l. Nếu cả amylic thì hàm lượng này chiếm tới 77 mg/l, các loại rượu bậc cao khác chỉ chiếm từ một vài mg/l. Mỗi loại rượu bậc cao đều gây cho bia có những mùi vị khác nhau, nhưng nói chung chúng đều cho bia có mùi vị khó chịu. Phần lớn các rượu bậc cao đều tạo thành trong quá trình lên men chính, lúc đầu mạnh và về sau yếu dần. Trong quá trình lên men phụ hàm lượng này tăng lên không đáng kể. Sự hình thành các rượu bậc cao là kết quả của các quá trình sinh hoá, trước đây theo thuyết của Ehrlich thì nguồn gốc chủ yếu của các rượu bậc cao là aminoaxit, ngày nay thuyết này đã được chứng minh càng rõ hơn. Quá trình này có thể biểu diễn như sau:



Theo Nolberg thì quá trình trên còn qua giai đoạn trung gian như sau:

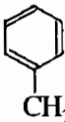


Theo 2 thuyết trên ta thấy rằng nguồn N duy nhất cho nấm men là NH_3 được hình thành sau các quá trình trên. Ngược lại Thorne lại cho rằng aminoaxit là thức ăn chính của nấm men, chúng sử dụng trực tiếp aminoaxit mà không phá vỡ cấu trúc phân tử của chúng. Theo tác giả này thì nấm men sử dụng lượng nitơ như sau: 50% lấy trực tiếp từ axit amin và 40% từ các axit amin đã amin hoá và 10% dạng nitơ tự do NH_3 . Trái ngược với Ehrlich và Noiberg, Genevois và Lafen lại cho rằng rượu bậc cao có thể hình thành từ axit valariomic; ông đã chứng minh điều này bằng cách dùng nguyên tử đánh dấu. Veselov lại cho rằng sự hình thành các rượu bậc cao khi có mặt axit pyrotractic là kết quả của phản ứng Konichare:



Cùng với các rượu bậc cao, glycerin cũng được hình thành trong quá trình lên men chính. Chúng được hình thành khi các aldehyt glyxeric bị khử. Aldehyt glyxeric được hình thành khi fructozodiphosphat bị phá vỡ dưới dạng aldehyt glyxeric và photphodiocxyxeton. Ngoài ra, glycerin còn hình thành khi để amin hóa axit glutamic. Trong bia hàm lượng glycerin có từ 1,5 - 3,0 g/l.

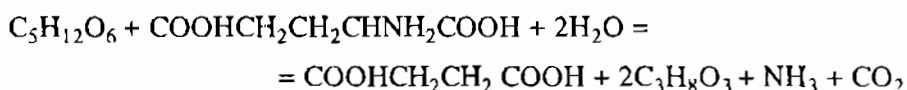
Bảng 8.2. Một số rượu bậc cao chủ yếu hình thành trong quá trình lên men

Rượu bậc cao	Công thức	Nồng độ (mg/l)	Ngưỡng nhận biết (mg/l)
Propanol	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	40	-10
Isobutanol (2 metyl propanol)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	30	-10
Active amyl alcohol (2 metyl butanol)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHCH}_2\text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	15	<10
Iso amyl alcohol (3 metyl butanol)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	50	40
2 phenyl ethanol (β phenyl ethanol)		40	30

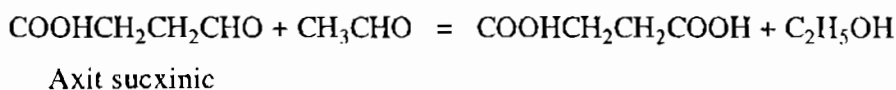
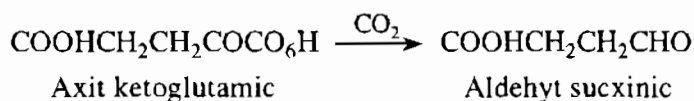
8.2.4.2. Các axit hữu cơ

Trong quá trình lên men chính một số axit hữu cơ được tạo thành, một phần là sản phẩm phụ của sự lên men các đường, một phần là do kết quả của sự trao đổi chất của nấm men và vi khuẩn. Axit lactic và xitric hình thành trong khi lên men chính từ axit pyrotactic. Trong trường hợp mà axit pyrotactic không dễ cacboxyl hoá mà khử thành axit lactic, bình thường hàm lượng của chúng trong bia đạt tới 150 - 200 mg/l. Nếu có mặt các vi khuẩn lên men lactic, axetic thì hàm lượng axit lactic sẽ tăng lên mạnh.

Axit succinic cũng được tạo thành bởi sự dễ amin hoá axit glutamic:



Trong quá trình dễ amin hoá các axit glutamic đến axit glutamic ở dạng xeto và amin hoá axit tactic ở dạng pyrio đến alamin và sản phẩm cuối cùng là axit succinic và rượu etylic:



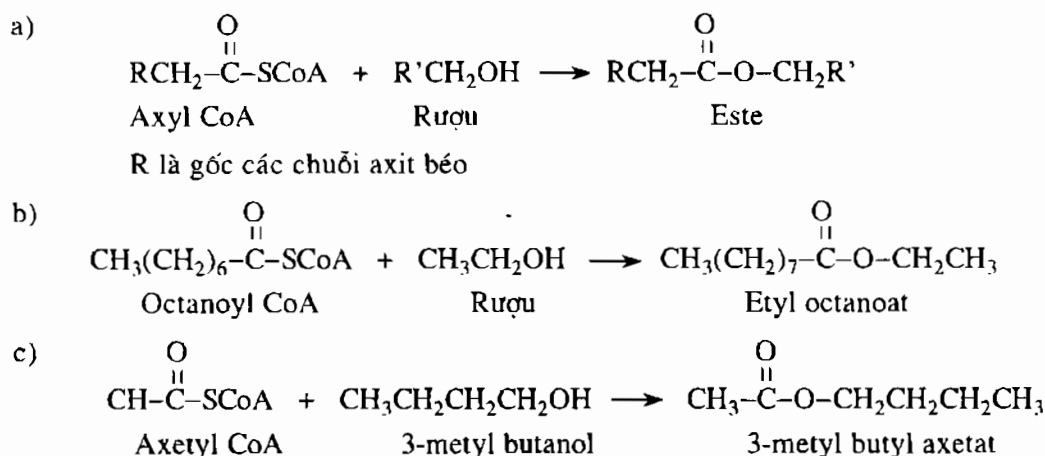
Hàm lượng axit succinic có trong bia thường từ 60 - 70 mg/l trong khi lên men chính một số axit dễ bay hơi như axetic (CH_3COOH) hay axit formic (HCOOH) cũng được tạo thành. Thông thường hàm lượng axit axetic trong bia là từ 80 - 100 mg/l, axit formic 25 - 30 mg/l.

8.2.4.3. Sự tạo thành các este

Phản ứng giữa một phân tử rượu và một phân tử axyl coenzym A tạo thành một este.

Các chất este được tạo thành do quá trình este hoá các axit bay hơi và không bay hơi với những loại rượu khác nhau. Nhiều nhất là hàm lượng axetat etyl (15 - 20 mg/l). Các axit không bay hơi tạo nên các este kém bay hơi, tổng hàm lượng thường từ 40 - 50 mg/l.

Các chất este đóng một vai trò khá quan trọng trong việc hình thành mùi vị của bia. Phần lớn các este hình thành trong khi lên men chính. Theo số liệu của một số tác giả thì khi lên men chính có 18,6 mg/l axetat etyl, trong bia thành phẩm có 25 mg/l. Ở điều kiện nhiệt độ như nhau thì lên men nổi cho nhiều este hơn lên men chìm. Các este axetat của các rượu bậc cao thường là các este etyl của axit béo mạch dài (caproic và caprylic).



Bảng 8.3. Một số este và axit béo chính trong bia

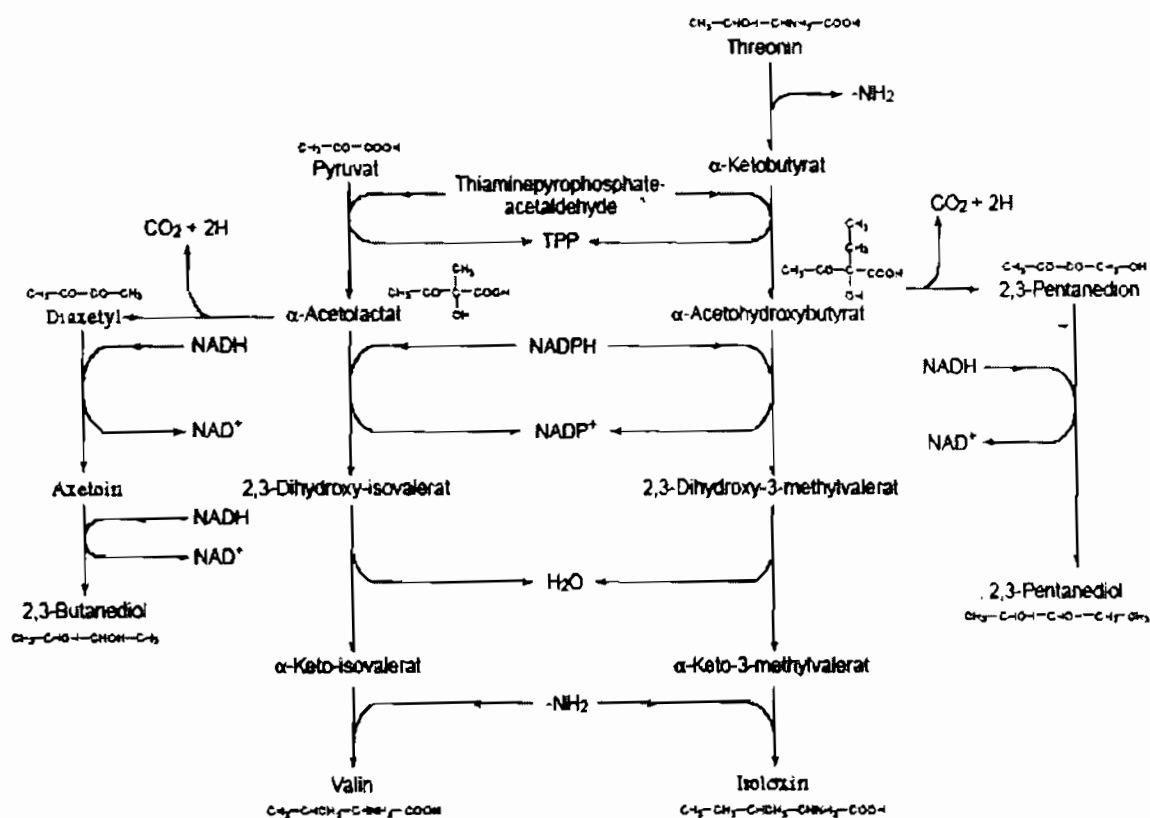
Các este	Công thức phân tử	Nồng độ (mg/l)	Ngưỡng nhận biết (mg/l)
Axetat etyl	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OC}(=\text{O})\text{CH}_3$	8 - 10	33
Axetat isoamyl	$\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OC}(=\text{O})\text{CH}_3$	0,4 - 6	1,6
Octanoat etyl (Caprylat etyl)	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OC}(=\text{O})(\text{CH}_2)_6\text{CH}_3$	1,5	0,9
Decanoat etyl (caproat etyl)	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OC}(=\text{O})(\text{CH}_2)_8\text{CH}_3$	0,2	1,5
Các axit béo			
Butyric	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$	0,6	2
Octanoic	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	6	14
Izovaleric	$\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{COOH}$	1,3	1,5

8.2.4.4. Sự tạo thành aldehyt và các dẫn xuất

Axetaldehyt là sản phẩm bậc hai thông thường của quá trình lên men, có nồng độ khoảng từ 3 đến 25 mg/l trong bia. Các aldehyt bản thân nó không có ảnh hưởng nhiều, nhưng dẫn xuất của nó, đặc biệt là một vài chất gây cho bia vị không tốt. Cho tới nay hai chất được biết nhiều đó là: diaxetyl và axetoin.

Diaxetyl tạo hương thơm cho bơ, nhưng lại đem đến cho bia hương vị xấu. Hàm lượng cho phép trong bia là 0,2mg/l, nhưng nếu ở 0,35 mg/l thì hương vị xấu bắt đầu được nhận ra.

Nhiều các sản phẩm hay các sản phẩm phụ khác của quá trình chuyển hoá cũng ảnh hưởng đến hương bia. Một nhóm các hợp chất quan trọng là diketone. Diacetyl (butan-2,3-dion) và hợp chất liên quan pentan-2,3-dion được tạo ra từ các sản phẩm trao đổi chất của nấm men và được tiết vào trong bia.



Hình 8.4. Sơ đồ hình thành và khử vicinal diketone, diacetyl và 2,3-pentanedione.

Tiền chất của diacetyl là α -axetolactat và tiền chất của pentan-2,3-dion, α -xetobutyral. Những axit này được tạo thành như các hợp chất trung gian trong quá trình sinh tổng hợp các axit amino, valin và isoloxin. Trong bia các axit thường trải qua quá trình decarboxyl hoá, oxy hoá để tạo thành diketone. Các diketone đều tạo nên hương không mong muốn trong bia.

Nấm men sinh tổng hợp valin khi cần chất này đồng thời tạo ra diacetyl (hình 8.4). Trong quá trình lên men, diacetyl tăng và sẽ giảm dần vào cuối quá trình lên men chính. Sự khử diacetyl thành acetol phụ thuộc vào số tế bào nấm men trong dịch lên men, nhiệt độ (nhiệt độ càng cao sự khử càng nhanh) và pH (pH càng thấp sự khử càng nhanh).

8.2.4.5. Các hợp chất lưu huỳnh

Nấm men sản sinh ra các hợp chất lưu huỳnh hữu cơ từ các hợp chất sulphat, sulphit và các hợp chất nitơ có chứa lưu huỳnh có trong dịch đường. Nấm men còn tạo ra các hợp chất lưu huỳnh từ H_2S và từ mercaptan. Những sản phẩm này có vị xấu và được coi như là những chất chủ yếu gây ra vị chưa chín của bia sau khi lên men. Chúng ta cũng thấy rằng những hợp chất này còn được tạo ra trong bia từ các hợp chất lưu huỳnh khác khi mà ta để bia ngoài ánh sáng.

8.2.5. Sự tạo thành bọt

Sự tạo bọt là một trong những tính chất quan trọng và đặc trưng của bia. Bọt được hình thành trong khi lên men dịch đường cũng như trong tất cả các thời kỳ của các quá trình công nghệ và cả lúc ta sử dụng bia, chính những lúc ấy ta đã tạo điều kiện cho sự giải phóng CO_2 khỏi bia. Ở thời kỳ đầu của quá trình lên men vì nhiệt độ còn thấp nên CO_2 được tạo thành sẽ hoà tan trong dung dịch và không bị tách ra. Nhưng khi khối lượng CO_2 tăng lên đồng thời nhiệt độ cũng tăng lên và đã bão hoà CO_2 thì khối lượng CO_2 thừa sẽ tách ra dưới dạng bọt nhỏ li ti. Trên bề mặt của chúng hình thành một lớp hấp phụ gồm những chất hoạt động bề mặt như protit, nhựa hoa houblon... lớp hấp phụ này tạo điều kiện cho các bọt nhỏ li ti liên kết dính lại với nhau và tạo thành một lớp dày. Lúc đầu lớp bọt này chỉ gồm những bóng rất nhỏ, mịn, nhưng dần dần các bóng nhỏ mịn này kết hợp lại với nhau thành những bóng lớn hơn đồng thời màu của lớp bọt cũng thay đổi, lúc đầu có màu trắng như tuyết, sau sẫm dần, nguyên nhân là do khối lượng các phức chất protit - tanin và nhựa hoa houblon ngày càng tăng, các chất này bị oxy hoá dưới tác dụng của oxy không khí.

Trong suốt quá trình nổi bọt, CO_2 góp phần đẩy O_2 ra làm giảm thế oxy hóa khử, vừa hạn chế vi sinh vật “hiếu khí” phát triển, vừa tránh được sự oxy hóa làm giảm chất lượng bia.

Quá trình “chín” bia khi bia vừa lọc ra có mùi vị của malt, hơi ngọt, vị đắng gắt, cay tê đặc trưng của men. Nó cũng có mùi chưa “chín” của các chất hương mới tạo thành như rượu, este, H_2S , diacetyl. Dần dần vị hơi ngọt sẽ mất dần do nấm men lên men hết phần chất khô còn lại, vị đắng gắt cũng mất dần do sự tác dụng tương hỗ giữa protein và tanin hình thành các phức chất kết tủa. Vị cay tê cũng dịu bớt khi kết thúc lên men phụ và nấm men lắng hết xuống, khi này bia “đã chín”.

8.2.6. Quá trình kết bông của nấm men

Nấm men kết bông ở cuối giai đoạn lên men, trong sản xuất bia, hiện tượng này có một tầm quan trọng đáng kể, bởi vì nếu nấm men kết bông quá nhiều thì nó sẽ không còn

tiếp xúc với bia và làm ngừng quá trình lên men; nếu nấm men kết bông không nhiều thì sẽ gây đục, khó lọc và hương vị kém.

Quá trình kết lắng là quá trình ngưng kết các tế bào nấm men, xảy ra ở cuối giai đoạn lên men, người ta phân biệt bốn loại kết bông:

1. Nấm men dạng bụi rất nhỏ: Khối kết tụ khoảng 10 tế bào nằm lơ lửng trong bia.
2. Nấm men dạng bụi: Khối kết tụ lên tới 1000 tế bào, nó hình thành sau 2/3 quá trình lên men.
3. Nấm men kết bông: Khối kết tụ hơn 1000 tế bào, cũng hình thành sau 2/3 quá trình lên men.
4. Nấm men kết bông rất lớn: Kết bông ngay từ đầu do các tế bào vẫn còn gắn kết với nhau khi sinh sản.

Loại nấm men kết bông theo trường hợp thứ nhất và thứ tư không được sử dụng trong thực tế, khi ta nói theo ngôn ngữ kỹ thuật về nấm men dạng bụi và kết bông lớn thì có nghĩa là trường hợp kết bông của nhóm hai và ba. Và lại hai loại kết bông này cũng không phân biệt nhau một cách rõ ràng. Tất cả những biến đổi đều tồn tại giữa hai loại này và ngay cả trong cùng một loại nấm men cũng có thể biến đổi.

Khi nấm men kết tụ quá mịn, nó sẽ nằm lơ lửng trong môi trường và có nguy cơ tự thủy phân gây khó cho quá trình lọc bia. Nếu nấm men kết tụ quá nhiều trước khi kết thúc lên men, điều đó đôi khi sẽ cản trở đạt đến một mật độ nấm men giới hạn.

Quá trình kết bông phụ thuộc vào:

- Chúng loại nấm men.
- Số thế hệ (sự kết bông sẽ tăng cùng với số thế hệ).
- Điều kiện không khí.
- Nhiệt độ và áp suất.
- Nồng độ canxi.
- Điều kiện thu nhận sữa men.

Quá trình lên men nhanh hỗ trợ cho nấm men ở dạng bụi.

8.2.7. Các biến đổi khác

(i) Oxy-các hợp chất khử

Khi bắt đầu quá trình lên men lượng oxy trong dịch đường tới 8 mg/l, sau 24 giờ còn 0,4 mg/l. Chứng tỏ nấm men tiêu thụ oxy là rất nhanh.

Màu sắc giảm trong khi lên men do sự giảm pH và sự hấp thụ các hợp chất melanoidin của nấm men.

(ii) Tổn hao các hợp chất axit-iso alpha.

Trung bình mất khoảng 20%. Đặc biệt tổn thất này phụ thuộc vào quá trình sinh sản của nấm men.

(iii) Các hợp chất polyphenol: Giảm 30%.

Ngay khi bia được nạp CO_2 (3,5 g/l) giá trị pH giảm xuống còn khoảng 4,5. Dưới 4,5, pH của bia phụ thuộc vào lượng axit hữu cơ được nấm men tiết ra và phụ thuộc vào khả năng đệm của môi trường.

8.3. KỸ THUẬT LÊN MEN BIA

8.3.1. Động học quá trình lên men

Ngay khi quá trình lên men diễn ra nấm men rất cần oxy với mục đích:

- Tạo năng lượng nhờ sự oxy hoá các đường và hình thành các protein.
- Thúc đẩy quá trình sinh tổng hợp sterol cần thiết cho sự tăng trưởng.

Thông khí trong quá trình lên men sẽ làm hỏng hương vị của bia do sự biến đổi các chất trong quá trình chuyển hoá. Nếu thiếu oxy trong dịch lên men thì chu kỳ lên men sẽ chậm lại hoặc quá trình lên men bị đình chỉ đó là kết quả của sự già hoá các tế bào nấm men do thiếu sự sinh sản.

Một chu kỳ lên men bao gồm bốn pha:

Pha thích nghi: Nấm men lấy oxy của dịch đường và bắt đầu hấp thụ các axit amin (nhóm A) các đường đơn để sản sinh năng lượng cần thiết cho sinh tổng hợp tế bào.

Pha sinh sản: Nấm men sinh sản bằng cách nảy chồi, trung bình có hai lần sinh sản trong một chu kỳ lên men hay số tế bào gấp bốn lần so với khi cho giống.

Pha cân bằng: Nấm men ngừng sinh sản và số tế bào có trong dịch là không đổi.

Pha suy giảm: Đó là pha nấm men bắt đầu kết bông.

8.3.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình lên men

Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình lên men chính và chất lượng của bia gồm có:

8.3.2.1. Loại nấm men

Chỉ tiêu này ảnh hưởng đến các thông số của quá trình công nghệ và đến hương vị của sản phẩm cuối cùng do khả năng kết bông, lắng và khả năng sống của nấm men. Chúng nấm men được chọn lựa phải có tính ổn định về các đặc trưng trên.

8.3.2.2. Tăng trưởng của nấm men

Vận tốc lên men phụ thuộc vào chất lượng của nấm men, vào nhiệt độ và vào nồng độ ban đầu của dịch đường. Tăng trưởng nấm men phụ thuộc vào các yếu tố sau:

- Tỷ lệ men giống vừa phải, không quá lớn.
- Cấy giống càng sớm càng tốt.

- Sự phân bố đồng đều của nấm men trong dịch.
- Khả năng sinh trưởng cực đại của nấm men.
- Nhiệt độ lên men và thông khí thích hợp.

Lượng nấm men cấy vào trong dịch vào khoảng 10 đến 18 triệu tế bào/ml dịch. Nồng độ bia càng cao, tỷ lệ nấm men cấy ban đầu càng phải lớn để duy trì thời gian lên men.

Nhiệt độ nuôi cấy phải nằm trong khoảng 7 đến 10°C để đảm bảo quá trình lên men bắt đầu nhanh, tuy nhiên không quá nhanh. Quá trình lên men không được bắt đầu trước khi mẻ dịch cuối cùng được đưa vào tank lên men. Sẽ xuất hiện khó khăn nếu như thời gian diễn đầy dịch vào một thiết bị lên men lớn hơn 24h.

Thông khí: trong khi thiết bị lên men đang được diễn đầy bằng các mẻ dịch liên tiếp, cần phải giảm quá trình thông khí. Nếu một tank lên men nhận được 5 - 6 mẻ trong 24 h, trong 2 mẻ đầu cần phải giảm thông khí. Nếu quá trình diễn đầy dịch trong tank lên men có thể tích lớn bị kéo dài sẽ dẫn đến giảm sự hình thành các este và tăng sự hình thành các rượu bậc cao, axetaldehyt và diacetyl.

Tăng trưởng của nấm men: nếu trong quá trình lên men nấm men phát triển gấp 3 lần về số lượng thì được coi là bình thường, hai phần sẽ được lấy ra để cấy vào các mẻ lên men sau, một phần được giữ lại trong bia trong quá trình làm chín bia. Nấm men tăng trưởng càng nhiều, sự hình thành rượu bậc cao càng tăng trong khi sự hình thành este lại giảm.

Nhiệt độ lên men: Nhiệt độ lên men càng cao (khoảng 10 đến 25°C), cường độ lên men càng nhanh và lượng este, diacetyl hình thành càng tăng.

Ảnh hưởng của áp suất: sử dụng áp suất trong quá trình lên men (0,3 đến 0,7 bar) sẽ làm tăng sự hòa tan CO₂ nhưng lại làm giảm tăng trưởng nấm men. Vì vậy ảnh hưởng của áp suất đến quá trình lên men ngược lại so với ảnh hưởng của nhiệt độ đến quá trình lên men. Nó chỉ được sử dụng trong phần lớn các phương pháp lên men gia tốc.

Nhiệt độ quá trình lên men phụ: Nhiệt độ trong khi làm chín bia có thể tăng lên bằng cách giảm diacetyl ở nhiệt độ cao: 3 ngày ở 12°C và 1 ngày ở 20°C nhưng sẽ dẫn đến nguy cơ tự phân. Quá trình làm chín bia có thể thực hiện ở 5 - 8°C đặc biệt đối với nấm men không kết lắng. Bia được giảm từ nhiệt độ lên men chính đến nhiệt độ lên men phụ trong 24 - 36 h.

Nhiệt độ này được giữ trong 5 - 8 ngày cho đến khi diacetyl được khử hoàn toàn (< 0,1 mg/l). Các hợp chất không mong muốn khác như axetaldehyt, H₂S và mercaptan cũng được khử trong quá trình này.

8.3.3. Nuôi cấy nấm men thuần khiết

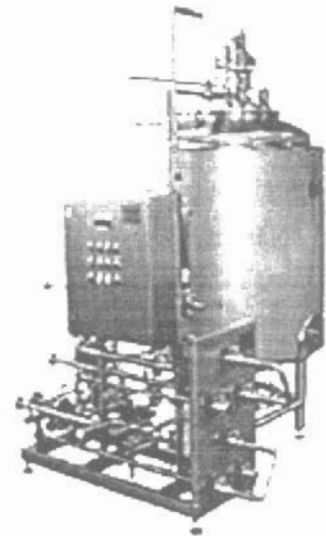
Chúng ta đã nhận thấy rằng chủng nấm men có ảnh hưởng rất lớn đến quá trình lên men và hầu hết các nhà máy bia hiện nay đều sử dụng nuôi cấy nấm men thuần khiết được nhân lên từ một lượng nhỏ tế bào. Người ta có thể tạo được chủng nấm men thuần khiết

trong các nhà máy sản xuất bia hay các chủng nấm men thuần khiết trong phòng thí nghiệm. Nhưng chúng ta cũng biết rằng nấm men là cá thể rất nhỏ bé và ít chịu được những đột biến. Vì vậy cần phải bảo quản chúng ở điều kiện tốt.

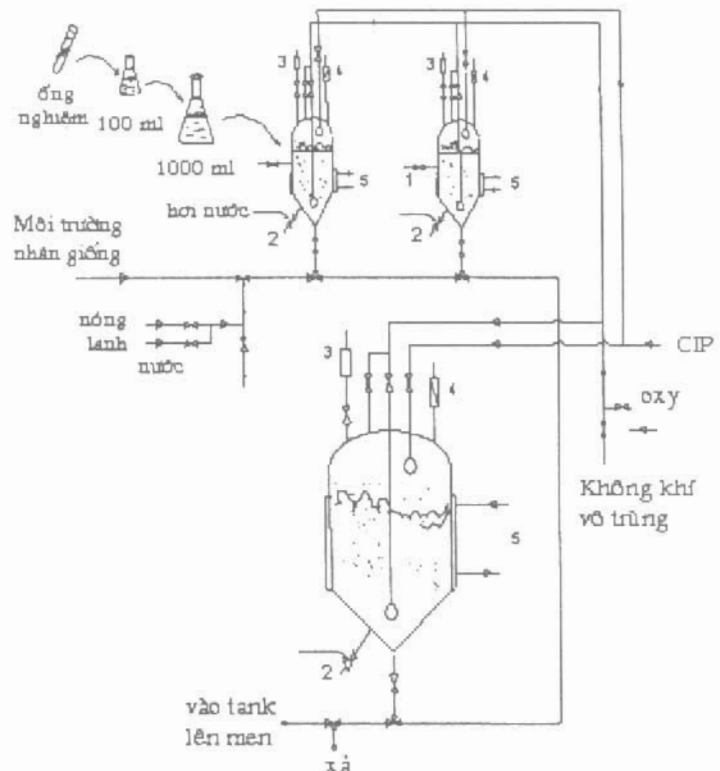
Để nhân giống cần phải có thiết bị nuôi cấy nấm men thuần khiết, kín và tiết trùng theo các mô hình khác nhau. Các thiết bị này nói chung là phức tạp, chỉ những người chuyên môn mới sử dụng được, nếu không nấm men có thể bị nhiễm trong quá trình nuôi cấy.

Đó là một thiết bị chịu nhiệt kín 2 vỏ được sử dụng khi tiết trùng dịch đường, có phần làm lạnh dùng khi làm lạnh dịch đường đến nhiệt độ nuôi cấy, ống cấp oxy, đường ống cấp dịch đường, đường ống cấp nấm men, van xả CO_2 (hình 8.5).

Hình 8.6 giới thiệu một sơ đồ nhân giống nấm men thuần khiết từ phòng thí nghiệm đến thiết bị nhân giống lớn. Sau mỗi cấp nhân giống kể từ phòng thí nghiệm thì chuyển tiếp sang cấp nhân giống tiếp theo trong điều kiện vô trùng cho đến khi đủ lượng men giống cần dùng (tính theo lượng dịch lên men trong một tank lên men). Chú ý trong quá trình nhân giống cần tạo điều kiện tốt cho nấm men phát triển đặc biệt nhiệt độ và oxy.



Hình 8.5. Thiết bị nhân giống.



Hình 8.6. Hệ thống nhân giống nấm men:

1- tiếp men giống; 2- van lấy mẫu; 3- van xả CO_2 ; 4- van an toàn; 5- tác nhân làm lạnh.

Thiết bị này yêu cầu phải thao tác rất cẩn thận và theo dõi thường xuyên. Người ta có thể thực hiện việc nuôi cấy từ nấm men khô thuần khiết trong điều kiện đơn giản hơn nhiều mà vẫn đảm bảo an toàn.

8.3.4. Thu hồi và tái sử dụng sữa men

Hoạt hoá men sữa là khâu cực kỳ quan trọng để duy trì thật tốt nấm men vừa thu được sau khi lên men chính và để dùng cấy giống cho mẻ tiếp theo.

Nấm men bị thoái hoá một cách rõ rệt nếu để cả một ngày mà không lên men. Như vậy cần phải sử dụng nấm men càng sớm càng tốt ngay sau khi thu được. Đó là cách tốt nhất để giữ nấm men ở trạng thái tốt. Nhưng người ta buộc phải bảo quản nấm men một thời gian nếu chưa có mẻ nấu sau để nuôi cấy. Trường hợp này cần phải bảo quản lạnh ở 0°C.

Cần phải rửa nấm men để loại bỏ các chất cặn hay chất đắng làm bẩn nấm men sau khi lên men. Cho nước lạnh vô trùng vào nấm men, khuấy trộn đều để các cặn bẩn, xác men chết nổi lên trên, gạn bỏ phần bẩn và thay nước rửa nhiều lần cho đến khi nấm men sạch.

Để thực hiện thao tác này dễ dàng, người ta dùng thiết bị rửa men có thể lật được, gồm 2 vỏ mà ở đó cho nước lạnh chạy xung quanh, gọi là "thùng rửa men sữa" (hình 8.7). Không nên lặp lại quá trình rửa quá nhiều lần vì người ta nhận thấy rằng các hợp chất trong nấm men sẽ khuếch tán vào trong nước và khi ở trong nước thì nấm men bị thoái hoá nhanh hơn rất nhiều so với ở trong bia.

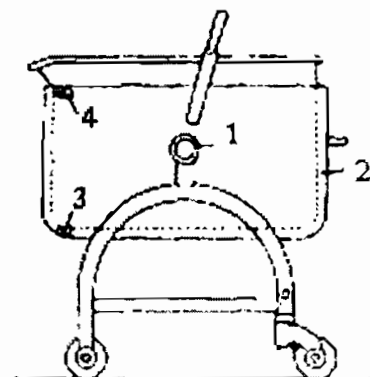
8.3.5. Lên men chính

Trong sản xuất bia, có hai chủng nấm men được sử dụng, chúng có những đặc tính công nghệ khác nhau do đó kéo theo các hình thức lên men khác nhau:

- Lên men nổi với chủng *Saccharomyces cerevisiae*,
- Lên men chìm với chủng *Saccharomyces carlsbergensis*

Hai chủng nấm men này được phân biệt do *Sacch. carlsbergensis* lên men ở nhiệt độ tương đối thấp và lắng xuống đáy thùng lên men ở giai đoạn cuối của quá trình, trong khi đó *Sacch. Cerevisiae* không lên men được ở nhiệt độ dưới 10°C và nổi lên bề mặt dịch lên men. Và *Sacch. cerevisiae* trái ngược với *Sacch. carlsbergensis* là không lên men đường melibioza. Từ các đặc tính này mà phân biệt loại bia lên men chìm và lên men nổi.

Nhiệt độ của dịch lên men cần phải khống chế trong một giới hạn thích hợp, giới hạn



Hình 8.7. Thùng rửa men sữa

- 1- gá đỡ thùng trên đường ray;
2- dây bên trong để nước tuần hoàn; 3- nước lạnh vào; 4- nước bẩn ra.

này phụ thuộc vào phương pháp lên men chính và loại bia sản xuất. Đối với cách lên men chìm được tiến hành có đặc trưng là nấm men hoạt động ở những lớp dưới của dịch đường, sau khi lên men xong thì lắng xuống đáy, ta cần khống chế ở nhiệt độ thấp. Ngược lại đối với phương pháp lên men nổi nhờ loại nấm men đặc trưng hoạt động mạnh trên bề mặt của dịch đường ta cần khống chế ở nhiệt độ cao hơn. Ta cũng cần phải biết rằng thời gian lên men ở nhiệt độ thấp là một trong những yếu tố quan trọng để thu được bia có độ bền keo và độ bền sinh học.

Các phương pháp lên men chính:

8.3.5.1. Lên men chìm ở điều kiện hở

Bơm dịch đường vào đến 1/3 thể tích thiết bị lên men, cho nấm men vào với hàm lượng trung bình 0,5 - 1 lít men giống/hl nếu là men sữa và 10 - 20% nếu là dịch nhân giống. Nhiệt độ lên men 8 - 12°C.

Thời gian lên men:

Tuỳ theo nồng độ dịch đường mà thời gian lên men chính khác nhau:

- Dịch đường 14 - 18°S: 8 - 10 ngày
- Dịch đường 10 - 13°S: 6 - 8 ngày
- Dịch đường 18°S: 8 - 10 ngày và nên tăng số lượng men giống một cách thích hợp.

Quá trình lên men:

Thời kỳ 1 (khoảng 2 ngày đầu): Nấm men bắt đầu phát triển, biểu hiện bọt li ti bám thành thùng và dần phủ kín bề mặt thùng lên men. Bọt trắng, mịn, chất hoà tan giảm 0,3 - 0,5%, nhiệt độ tăng khoảng 0,5°C.

Thời kỳ 2 (2 - 3 ngày tiếp theo): Lên men mạnh dần, bọt nhiều, màu sẫm hơn, chất hoà tan giảm 2 - 2,5% (trung bình: 0,7 - 1% / 24 h), nhiệt độ tăng 1 - 1,5°C.

Thời kỳ 3 (2 - 3 ngày tiếp theo): Lên men mạnh nhất, bọt nhiều, dày, màu sẫm. Chất hoà tan giảm 2,5 - 3% (trung bình: 1,2 - 1,5% / 24 h) nhiệt độ lên men tăng nhanh, cần theo dõi chặt chẽ và khống chế nhiệt độ.

Thời kỳ 4 (các ngày còn lại): Cường độ lên men yếu dần: bọt giảm, tạo ra một lớp vàng sẫm trên bề mặt, chất hoà tan giảm 0,8 - 1% (trung bình 0,3 - 0,5% / 24 h) nhiệt độ giảm 3 - 4°C, nấm men bắt đầu lắng xuống. Đến đây quá trình lên men kết thúc.

8.3.5.2. Lên men nổi (được ứng dụng nhiều ở Bắc Âu).

- Nhiệt độ lên men: 15 - 20°C.
- Thời gian lên men: 4 - 6 ngày.
- Dịch lên men được làm lạnh bằng nước thường.
- Tỷ lệ men giống: 0,2 - 0,5 l / 1 hl dịch đường.

Những dấu hiệu lên men 3 ngày đầu giống như lên men chìm, sau đó 1 phần nấm men bắt đầu lơ lửng trên bề mặt, sau nổi dần lên bề mặt dịch. Nó cho loại bia có mùi quả. Hiện nay, loại hình lên men này vẫn còn sử dụng để sản xuất bia Ale. Trong suốt quá trình lên men không có sự chuyển thùng tăng trức.

8.3.5.3. Lên men kín và thu hồi CO₂

Lên men bằng phương pháp này có nhiều ưu điểm nổi bật như: bia có độ bền vững keo và sinh học cao hơn, khả năng tạo bọt và giữ bọt tốt hơn. CO₂ thừa được thu hồi (có thể thu được 1,3 - 1,5 kg CO₂/h/ dịch lên men).

Quá trình lên men:

Thời kỳ 1 (sau 1 ngày): Nấm men phát triển và sinh sản (nhân giống), sau 12 - 24h men bắt đầu phát triển, biểu hiện bọt như các bong bóng bám quanh thùng và trên bề mặt của dịch lên men.

Thời kỳ 2 (1 ngày tiếp theo): Quá trình lên men tiếp tục và mạnh dần, 1 lớp bọt (vàng nhạt như kem) nổi trên bề mặt dịch đường. Lớp bọt này chứa các phân chất phân huỷ của các chất nhựa đắng hoa houblon, protein và cặn mịn.

Thời kỳ 3 (2 ngày tiếp theo): Đạt được sự lên men sâu nhất, chất khô giảm 1,5 - 2%, 24h lên men (giảm nhanh nhất trong cả quá trình lên men). Bọt dày, màu sẫm.

Thời kỳ 4 (2 ngày tiếp theo): Sự lên men giảm dần, trên bề mặt dịch lên men xuất hiện 1 lớp màu nhạt đó là cặn và nhựa của houblon.

8.3.5.4. Thu hồi CO₂

Việc thu hồi và làm sạch tốt CO₂ là rất quan trọng, bởi CO₂ sau đó được sử dụng để bổ sung vào bia thành phẩm hoặc cho các sản phẩm đồ uống có gas khác.

- *Nguyên tắc thu hồi:* loại bỏ các tạp chất sau (hình 8.8):

+ Không khí: làm oxy hoá bia nếu người ta dùng CO₂ để làm bão hoà và không khí lúc này rất có hại cho các đồ uống có gas vì nó làm sủi bọt quá nhiều.

+ Nước: có thể bị đọng lại ở van giảm áp khi xả hơi.

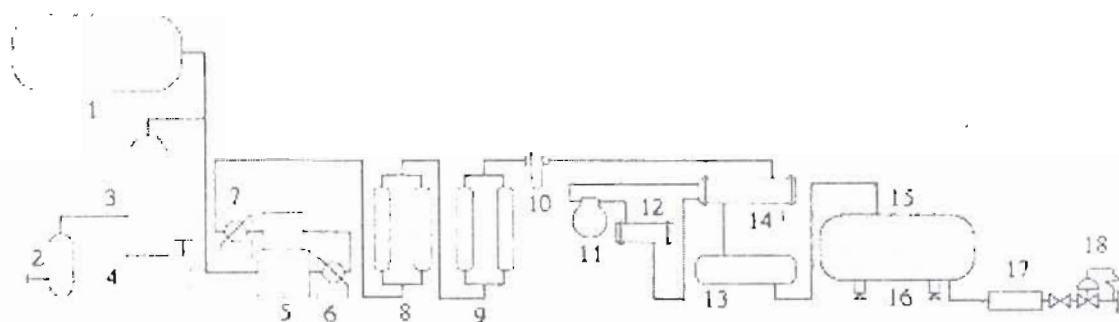
+ Chất dễ bay hơi được tạo thành trong quá trình lên men.

- *Lượng CO₂ thu hồi:*

Về lý thuyết, 1 kg maltoza tạo ra 0,514 kg CO₂. Đối với bia có nồng độ chất khô ban đầu là 12%, hiệu suất lên men thực là 60%, đây là những chỉ số thường dùng cho quá trình lên men chìm, thì lượng CO₂ tạo ra là:

$$12 \times 0,6 \times 0,514 = 3,70 \text{ kg CO}_2 / \text{h/}$$

Nhưng một phần CO₂ hoà tan trong bia, gần 350 g/h/, nghĩa là chỉ thu hồi được xấp xỉ 3,35 kg/h/. Trong đó, một phần lại trộn lẫn với không khí, được thải ra từ đầu và một phần ở khoảng không phía trên mặt dịch ở cuối quá trình lên men, xấp xỉ 0,4 - 0,5 kg/h/. Một phần nhỏ mất đi do quá trình thu hồi, do đó người ta chỉ có thể thu hồi được khoảng 2,8 kg/h/ bia.



Hình 8.8. Hệ thống thu hồi CO₂:

1- bóng chứa khí; 2- máy tách bột; 3- máy rửa khí; 4- van quá áp thủy lực; 5- máy nén khí CO₂; 6- thiết bị làm nguội trong quá trình nén khí; 7- thiết bị làm nguội khí sau khi ra khỏi máy nén; 8- máy làm khô; 9- thiết bị khử mùi (làm sạch CO₂); 10- thiết bị lọc bụi; 11- máy nén khí-làm lạnh; 12- máy ngưng tụ - làm lạnh; 13- thiết bị đun sôi lại CO₂; 14- thiết bị hóa lỏng CO₂; 15- thùng chứa CO₂ lỏng; 16- để chịu lực; 17- thiết bị hóa hơi CO₂; 18- hệ thống làm giảm áp.

Đối với lên men nhiệt độ cao, bia được lên men đến giới hạn, hiệu suất lên men thực tế có thể đạt đến 65%. Nhiệt độ cao thì lượng CO₂ hoà tan trong bia ít. Lượng CO₂ thu hồi cao hơn 10% so với lên men nhiệt độ thấp, khoảng 3,08kg.

Ví dụ: Một nhà máy bia sản xuất 80% bia lên men nhiệt độ thấp có tỷ trọng trung bình, không cần bão hoà và 20% bia có tỷ trọng ít hơn, cần 0,3 kg CO₂/hl để bão hoà. Do đó, cần phải có:

$$0,3 \times 0,2 = 0,06 \text{ kg CO}_2/\text{hl bia sản phẩm}$$

Nếu bia được đẩy vào thùng chứa với áp suất $P_{\text{CO}_2} = 1 \text{ atm}$ và đẩy vào thùng lọc bia với áp suất 2 atm thì nếu tính cho 80% bia có tỷ trọng bình thường thu được $2,8 \times 0,8 = 2,24 \text{ kg CO}_2 / \text{hl}$. Chỉ cần khoảng 0,4 kg/hl đối với lên men phụ và 0,6 kg/hl để chiết chai như vậy tổng là 1 kg. Vậy còn lại 1,24 kg dùng cho mục đích khác.

8.3.6. Lên men phụ và tăng trữ bia non

8.3.6.1. Các quá trình xảy ra trong quá trình lên men phụ

(i) Sử dụng chất chiết còn lại

Thường để lại 0,5 - 1°S các chất chiết lên men được khi chuyển từ thùng lên men chính sang thùng lên men phụ cho phép tách được không khí nhờ quá trình lên men tự nhiên. Trong trường hợp tiến hành lên men chính và lên men phụ trong cùng một thùng, quá trình lên men sẽ diễn ra liên tục ở nhiệt độ thấp hơn rất nhiều, 0 - 2°C.

Đặc trưng của quá trình lên men phụ là lên men rất chậm với một lượng đường không đáng kể. Cùng một lúc quá trình lên men các chất đường có thể kết thúc, song quá trình

“chín” của bia vẫn tiếp tục. Quá trình tăng trổ chín và lên men phụ có một ý nghĩa rất lớn đối với việc hình thành vị, bọt và quyết định độ bền vững của bia. Các quá trình sinh hoá xảy ra khi lên men phụ và tăng trổ đều tương tự như khi lên men chính, song tốc độ chậm hơn và cường độ yếu hơn.

(ii) *Hoà tan CO₂*

Mục đích này chỉ có thể đạt được nếu có sự lên men phụ mạnh hay lên men chính dưới áp suất. Sử dụng các thùng đặt thẳng đứng có chiều cao lớn dẫn đến hiện tượng phân tầng CO₂.

Một trong những quá trình quan trọng xảy ra khi lên men phụ và tăng trổ bia là sự hoà tan CO₂ vào trong bia. CO₂ là một thành phần chính của bia, giúp bia có khả năng tạo bọt tốt, đồng thời đây cũng là chất bảo quản ức chế sự phát triển của vi sinh vật trong bia. Độ hoà tan của CO₂ phụ thuộc chủ yếu vào nhiệt độ và áp suất trong thùng tăng trổ. Những chỉ số sau đây chỉ rõ điều đó.

Độ hoà tan CO₂ trong nước theo nhiệt độ và áp suất có thể thấy trong các bảng sau:

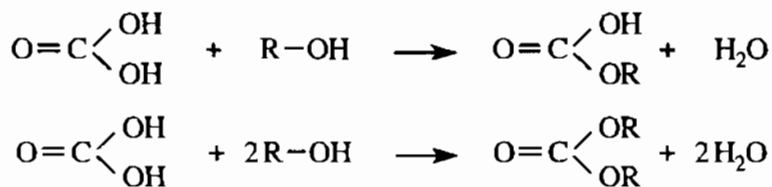
Bảng 8.3. Độ hoà tan CO₂ trong nước theo nhiệt độ và áp suất

Ở áp suất 760 mmHg				
Nhiệt độ (°C)	1	2	3	4
Hàm lượng CO ₂ hòa tan (% khối lượng)	0,3346	0,3213	0,3091	0,2871
Ở nhiệt độ 1 ± 0,5°C				
Áp suất tối đa (at)	0,1	0,2	0,3	
CO ₂ hoà tan (% khối lượng)	0,33 - 0,44	0,36 - 0,38	0,39	0,41

Độ hoà tan của CO₂ trong bia hơi nhỏ hơn trong nước, độ hoà tan này phụ thuộc vào hàm lượng cồn và chất hoà tan trong bia, hàm lượng cồn càng cao thì khả năng CO₂ hoà tan càng tốt, chất hoà tan càng nhiều thì khả năng hoà tan của CO₂ càng yếu. Một phần nhỏ CO₂ có trong bia ở dưới dạng tự do, phần chủ yếu còn lại ở dạng liên kết. Khi ta mở từ từ một chai bia và để yên trong 2 giờ thì lượng CO₂ mất đi chỉ khoảng 2 - 3%. Cùng lúc ấy ta cũng mở một chai nước uống có bọt nhân tạo thì lượng CO₂ mất đi khoảng 80%, qua đó ta thấy rằng CO₂ trong bia phần lớn là nằm ở dạng liên kết.

Sự liên kết của H₂CO₃ trong bia là liên kết hấp phụ và liên kết hoá học. Người ta cho rằng H₂CO₃ đã bị những phân tử protit keo tụ hấp phụ các phân tử H₂CO₃ mang điện tích âm và những phân tử protit keo tụ mang điện tích dương chúng sẽ liên kết với nhau, nhưng mối liên kết này không bền vững. H₂CO₃ có tác dụng làm tăng khả năng hoà tan của protein. Người ta đã chứng minh rằng, nếu những điều kiện khác không thay đổi khi CO₂ bị tách ra ngoài sẽ gây ra hiện tượng kết tủa từng phần protein.

Một số tác giả khác như Veselov lại cho rằng H_2CO_3 liên kết dưới dạng este với rượu tạo thành các este trung tính hay axit mono hoặc dietyl cacbon.



Những loại este thứ nhất không bền vững, những loại thứ hai khá bền vững. So với este của những axit khác thì este của H_2CO_3 rất kém bền vững, dễ phá vỡ những liên kết này ta chỉ cần tác dụng một lực cơ học nhỏ, ví dụ lắc chai bia thì cũng đủ để cho những liên kết este bị phá vỡ. Tổng khối lượng este khi lên men phụ và tàng trữ tăng khoảng 1,5 lần (trung bình từ 50 - 75 mg/l).

Những thành phần còn lại của bia trong quá trình lên men phụ và tàng trữ cũng thay đổi ít nhiều như glucit, protein... Hàm lượng chất hoà tan khi lên men phụ giảm khoảng 1%. Độ lên men sau khi tàng trữ thấp hơn độ lên men cuối cùng từ 2 - 3%. Hàm lượng nitơ chừng từ 65 mg/100 ml giảm xuống còn 45 - 47 mg/100 ml. Hầu hết các aminoaxit đều giảm xuống đáng kể, và trong bia thành phẩm chúng còn lại những hàm lượng rất nhỏ bé (0,3 - 5,0 mg/100 ml cho từng aminoaxit). Hàm lượng các axit hữu cơ và các rượu bậc cao có tăng lên nhưng rất yếu. Thế hiệu oxy hoá - khử khi ta bơm bia non từ thùng lên men chính sang thùng lên men phụ có tăng lên một ít, nhưng sau đó khi lên men phụ thì thế hiệu này giảm xuống. Hàm lượng O_2 từ 1,0 - 1,5 mg/l hạ xuống còn 0,3 - 0,4 mg/l.

(iii) Hoàn thiện hương vị của bia

Hương vị bia non lúc vào thùng lên men phụ nồng, mùi nấm men đắng và ít hấp dẫn. Nhiều loại hợp chất đã được chuyển hoá trong quá trình tàng trữ như:

Diaxetyl

Hợp chất có ảnh hưởng lớn nhất là diaxetyl, nó trở thành một dấu hiệu của quá trình chuyển từ lên men chính sang phụ hay giai đoạn tàng trữ "nóng" được thực hiện trong cùng một tank hoặc sau khi chuyển từ thùng lên men chính sang phụ ở $t^\circ = 6 - 12^\circ\text{C}$ trong nhiều ngày. Mục đích là điều khiển được lượng chất để tạo tiền diaxetyl. α -Axetolactat và α -axetohydroxy butyrat cũng như tạo ra diaxetyl và 2,3-pentaldion có hàm lượng < 0,1 mg/l. Ở đây, cách dùng tank cón - trụ đóng một vai trò cần thiết để tạo ra diaxetyl và những chất tiền diaxetyl. Theo Masschelein 1975, trước hết dùng tank cón - trụ với dịch thoáng khí ở mỗi thùng lên men bia. Cho dịch đường vào 1 lần và trong suốt quá trình đó cho nấm men vào cùng. Cách cho vào này gây ra nguy cơ bị nhiễm tạp. Trong mỗi trường hợp, cách tốt nhất là phân bổ nấm men cho đều, làm thoáng khí và gia nhiệt dung dịch.

Các cách làm giảm diaxetyl trong bia là:

- Thay đổi gen di truyền của nấm men như cấy vào gen mã để enzym α -axetolactat

decarboxylaza hay nhân gen mật mã để dehydrataza và reductoisomeraza cho phép tăng lượng trao đổi chất về phía valin và izoloxin

- Thêm enzym α -axetolactat decarboxylaza dưới hình thức tự do hay liên kết với bia cuối quá trình lên men.

- Thêm enzym diaxetyl reductaza (khử diaxetyl).

Hợp chất lưu huỳnh:

Đóng vai trò quan trọng trong quá trình chín của bia. Sự chuyển hoá các hợp chất lưu huỳnh được mô tả ở mục 8.2.4.5. Sự cảm nhận các hợp chất này rất thấp, khó khăn khi phân tích chúng hiện nay. Dấu hiệu chung được sử dụng trong quá trình chín của bia là DMS (dimethyl sunfua). Thêm DMS trong bia kiểu Pilsen 35 - 40 mg/l thì mới cảm thấy được. Mỗi cơ sở sản xuất bia cần phải biết độ lí tưởng của mình. Hàm lượng DMS trong mỗi trường hợp, nhiều hơn ngưỡng cảm nhận. Đôi khi từ 100 mg/l vị của bia Pilsen làm cho người ta đánh giá thấy mùi giả tạo như rau nấu, ngô luộc. Zangrando và Girini (1969) đã thực hiện một nghiên cứu về các hợp chất bay hơi kéo theo bởi CO₂ hình thành trong quá trình lên men. Bằng cách sử dụng đặc tính của phương pháp đã được ứng dụng:

- Hệ số hoạt động của các định luật cơ bản của dung dịch hoà tan (định luật Raoult).
- Xác định hệ số khuếch tán và chuyển hoá khối lượng trong giai đoạn lỏng và khí.

Các kết luận thực nghiệm dựa trên 3 hợp chất: nước, etanol, H₂S là thêm CO₂ vào bia trong quá trình tàng trữ ở nhiệt độ thấp dưới áp suất chỉ đóng vai trò phụ. CO₂ hình thành trong quá trình lên men và CO₂ thêm vào đều cùng có ảnh hưởng đến sự loại bỏ các hợp chất bay hơi. Chỉ một hợp chất H₂S người ta cũng có thể nói lên hiệu quả của CO₂.

Chất aldehyt:

Đặc biệt là axetaldehyt, có thể gây ảnh hưởng đến mùi vị của bia, những thao tác trong lúc chuyển từ lên men chính sang phụ hay trong các cung đoạn vận chuyển dịch, li tâm, làm lạnh, có thể kéo theo sự oxy hoá bia như chuyển từ etanol sang axetaldehyt. Trong quá trình chín thông thường, axetaldehyt giảm đến 3 - 6 mg/l. Ngưỡng cảm nhận bia Pilsen lên đến 7 - 10 mg/l và cho mùi táo tươi. Những nghiên cứu của Sommer và đồng sự 1977 thêm 5 - 20 mg/l O₂ hoà tan thấy rằng oxy hoà tan bị hấp thụ sau 2 - 8 ngày. Sự hình thành axetaldehyt rất quan trọng trong quá trình tàng trữ nhưng sẽ bị hấp thụ lại sau 32 ngày.

Axit béo bay hơi:

Được Van De Meersche và đồng sự (năm 1979) đánh giá trong quá trình tàng trữ. nhiệt độ tàng trữ đóng vai trò quan trọng đến tốc độ sinh ra axit béo bay hơi C₄ → C₁₀. Nồng độ trong và ngoài của nấm men của các axit béo có mạch ngắn luôn có sự cạnh tranh giữa tính đối xứng và bất đối xứng. Sự tổng hợp axit béo sẽ dừng lại khi bắt đầu quá trình chín. Axit béo có 8C (C₈) tích tụ trong quá trình lên men, còn glyxerin, photpholipit được tổng hợp ngay bắt đầu quá trình chín.

Sự tổng hợp này diễn ra đến khi nồng độ axit béo mạch dài đạt tới độ lớn nhất. Ngay sau khi phản ứng ngược bắt đầu, hàm lượng axit béo tự do sẽ tăng do sự thủy phân một phần glyxerit dự trữ. Sự tạo ra và mất đi muon của axit caprich trong quá trình chín (ở t° cao) có thể đóng một vai trò gì đó trong hương vị của bia.

Axit amin:

Trong quá trình chín do nhóm các nhà nghiên cứu của Bỉ nghiên cứu. Nitơ của amin tự do trong bia của nấm men tăng 35 lần sau 12 tuần tàng trữ. Hiện tượng tương tự đã được quan sát bằng photphat hữu cơ và vô cơ. Quá trình tàng trữ chia thành 2 giai đoạn:

- Giai đoạn 1: 14 ngày sau khi lên men chính với nấm men kết bông chuyển hoá tốt.
- Giai đoạn 2: phân tán chậm những sản phẩm tạo ra và sự tự phân li bởi nấm men ở đáy tank. Nghiên cứu sự phát triển (thay đổi) axit amin và sự tích lũy trong - ngoài tế bào của nó cũng như sự phân tán trong quá trình lên men, thấy rằng axit amin dần dần có sự tương ứng với việc phân tích bia trung bình. Một quan trọng khác trong thành phần axit amin quan sát được giữa nấm men kết bông và bụi.

Các hợp chất khác:

Có trong quá trình chín như photphat, axit nucleic, peptit, polyphenol... proteinaza có thể chuyển hoá trong bia sau khi nấm men tự phân li. Các enzym này có một hiệu ứng xấu với sự ổn định của bọt.

(iv) Lắng trong bia

Một vấn đề quan trọng khi lên men phụ và tàng trữ bia là sự lắng trong của bia. Khi bia non từ thùng lên men chính được bơm sang thùng lên men phụ thì dịch bị đảo trộn, quá trình lắng trong chưa xảy ra được, một mặt do sự chênh lệch nhiệt độ giữa phòng lên men chính và phụ nên CO₂ bay lên, một mặt ở giai đoạn đầu quá trình lên men vẫn tiếp tục, sự ổn định của các lớp trong bia vẫn chưa được sắp xếp lại, do vậy lúc này bia non còn mang nặng mùi của nấm men và vị đắng của hoa houblon rất mạnh. Sang giai đoạn thứ hai của quá trình tàng trữ do thời gian kéo dài, nhiệt độ hạ thấp dần, các lớp của bia ổn định dần, do vậy quá trình lắng trong bắt đầu xảy ra từng phần; dần dần một số keo protein của nấm men lắng xuống, kéo theo một lượng nhựa đắng của hoa houblon lắng xuống đáy thùng, bia trong dần và mùi vị bia cũng nhẹ và không đắng mạnh như trước.

Quá trình lắng trong của bia phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: nhiệt độ, tính chất của nấm men, chiều cao của thùng lên men phụ... Để gia tăng quá trình lắng trong bia, người ta thường cho chất hấp phụ vào bia, những chất này cho vào giai đoạn cuối của quá trình tàng trữ, chúng sẽ hấp phụ và kết tủa xuống kéo theo một số bã men hoặc các phức chất tanin - protit.

(v) Làm chín bia

Cần chú ý đến các yếu tố sau:

- + Hoạt động của nấm men: sự đồng hoá - sự bài tiết.

- + Khả năng tự thủy phân.
- + Làm sạch bia nhờ CO_2 .
- + Phản ứng giữa các hợp chất của môi trường và các chất tiết ra từ nấm men.

Điều quan trọng là lượng nấm men trong giai đoạn làm chín bia phải đủ. Nấm men ở trạng thái sinh lý tốt. Ở cuối quá trình lên men, nấm men tiết ra các hợp chất khác nhau: axit amin, peptit, axit nucleic, muối photphat vô cơ và hữu cơ. Sự tiết dịch này góp phần tạo ra độ đậm và độ sánh cho bia nhưng nếu để nó tiếp tục xảy ra đến giai đoạn tự thủy phân, khi đó sẽ xuất hiện các hương vị không mong muốn của quá trình tự thủy phân (mecaptan, H_2S).

Nấm men cũng có thể tiết ra enzym proteaza làm ảnh hưởng xấu đến độ bền của bọt khi tàng trữ thời gian dài trong các thùng lên men có chiều cao lớn.

(vii) Ổn định bia

Ở cuối thời kỳ chín, bia có thể được làm lạnh đến $3 - 4^\circ\text{C}$ sau đó đưa nhanh đến -1°C và để ít nhất 48 h. Tùy theo loại trang thiết bị có sẵn, người ta có thể sử dụng loại thiết bị trao đổi nhiệt kiểu tấm để chuyển bia vào thùng bảo quản lạnh.

Nếu không phải vận chuyển bia, thời gian làm lạnh ở -1°C sẽ phải kéo dài. Việc đưa CO_2 vào cuối thùng lên men dạng đúng cho phép sự đối lưu được thường xuyên và tăng nhanh quá trình làm lạnh. Quá trình làm lạnh bia cần ít nhất là 48 h ở -1°C để làm kết tủa các phức chất protein - tanin. Sau đó cần phải tránh nâng nhiệt độ của bia trước khi đem lọc để không hoà tan các chất cặn lạnh đã có.

Ở một vài nước châu Mỹ người ta tiến hành lên men phụ và tàng trữ bia theo 2 thời kỳ. Trong 2 tuần đầu bia được giữ cho lên men phụ trong một thùng kín sau đó bia được làm lạnh và lọc cùng bột trợ lọc diatomit và đổ vào một thùng khác. Bia được giữ trong thùng này từ vài ngày cho đến vài tuần, trong thời gian này ta có thể cho thêm bia non vào, cuối cùng người ta cho thêm những chất hấp phụ có khả năng kết tủa tốt các chất chống oxy hoá hoặc các men làm cho bia lắng trong nhanh.

Đặc biệt ở Anh, Bỉ và một vài nước khác khi sản xuất bia loại Lambik người ta đã tiến hành lên men phụ bằng phương pháp rất lý thú: sử dụng nấm men giống *Saccharomyces* thuộc nhóm nấm men đại có khả năng tạo váng trên bề mặt. Loại men này sẽ khử một lượng lớn những chất thơm trong bia. Lên men phụ tiến hành trong chai, trước khi rót bia vào chai cần phải có 1% chất hoà tan, sau khi rót bia vào chai người ta cho men thuần khiết hoặc men tạo hương vào; những chai bia này sẽ đặt nằm ngang giữ trong 1 tháng, sau đó mang hấp. Sau khi hấp ta có thể làm lạnh nhân tạo hoặc tự nhiên (trong mùa đông) bia lắng trong dần và có thể mang sử dụng không qua khâu tách cặn lắng vì khi ta mở bia ở nhiệt độ thấp và các cặn lắng liền kết dính với nhau dưới đáy, do vậy bia không bị vẩn đục lên những phần trên. Ở Anh, bia Lampik được nhân dân rất ưa chuộng, đồng thời là sản phẩm xuất khẩu, vì loại bia này có mùi và vị rất đặc trưng, hiện nay trên thị trường thế giới người ta tìm kiếm

rất nhiều loại bia như vậy.

Ngoài ra người ta bổ sung chất ổn định để tăng tính bền keo, thường cho vào cuối quá trình lọc bia. Đôi khi người ta cho vào giai đoạn chuyển phụ, hoặc trong quá trình tàng trữ và hoàn tất sản phẩm.

Việc xử lý phải chú ý đến thành phần của chất ổn định và hiểu rõ cách sử dụng:

- Tính chất hoá lý và vi sinh.
- Độ tinh khiết.
- Chất này có được nhà nước cho phép sử dụng không.
- Mức độ ổn định trong bia.

Hoạt động của chất ổn định dựa trên tính chất hoá lý (đôi khi cả tính vi sinh) của bia. Năm 1987 Moli đã nghiên cứu xem xét tính ổn định của keo và các phương pháp khác nhau của sự ổn định và đã viết hơn 1400 bản báo cáo. Các chất ổn định chia ra làm 2 loại: Chất ổn định cải thiện độ ổn định keo đặc hiệu và chất làm giảm độ đục lại của bia.

Chất ổn định cải thiện tính ổn định của keo:

- Than hoạt tính $10 \div 200$ g/hl hấp thụ cả polyphenol cũng như các hợp chất protein.

Nó dùng để loại mùi xấu của bia.

Chất làm giảm khả năng làm đục lại:

- Phôi (vỏ bào): Tăng độ trong bằng cách hình thành khuôn hấp thụ những phần tử huyền phù.

- Bentonit (đất sét): $50 \div 200$ g/hl, đó là $Al_2(SO_3)_3$ của nhóm monorillorit có tính trương nở mạnh ($5 \div 6$ lần trong nước). Trước hết nó phản ứng với phức protein. Có sự hao hụt.

- Gel của silic, axit silicic, xerogel, hydrogel, hydrosol của axit silicic: $10 \div 100$ g/hl. Nó đặc hiệu với hợp chất protein.

- Nylon: $100 \div 300$ g/hl, hợp chất này hấp phụ polyphenol làm ổn định keo.

- Polyamit: $50 \div 100$ g/hl, đây là chất phản ứng giống như nilon phản ứng với polyphenol.

- Polyvinylpyrrolidon không tan: $5 \div 50$ g/hl, chất này PVPP có cấu trúc giống như một protein và cũng hấp phụ đặc hiệu polyphenol.

- Tanin gallic: $4 \div 10$ g/hl, tanin làm kết tủa hợp chất nitơ. Cần đặc biệt chú ý lúc chuyển dịch và thêm vào trong quá trình vận chuyển bia. Tổn thất bia khá lớn.

- Casein và resin: 100 g/hl, hấp phụ polyphenol.

- Gelatin: $20 \div 150$ g/hl, hấp phụ polyphenol.

- Enzym proteaza (papain, pepsin): $0,5 \div 3$ g/hl, papain được dùng từ nhiều năm nay như một tác nhân ổn định. Phản ứng đặc hiệu trên các hợp chất protein tham gia ổn định keo.

- Antoxyanata, polyphenol oxydaza: Những enzym này có phản ứng với polyphenol. Chỉ thử nghiệm màu.

- Glucanaza và xenluloza: không hoà tan các chất phấn, keo gồm, β - glucan.

Sự lựa chọn chất ổn định không đơn giản. Việc xử lý với 2 chất ổn định đã được ứng dụng. Ví dụ: kết hợp giữa hấp phụ đặc hiệu polyphenol và hợp chất protein. Theo De Clerck và các cộng sự, những chất khử theo phương pháp phổ - quang học: 2,6 diophenol - indophenol DCI có thể xếp thành 3 lớp.

- Chất khử trực tiếp: có thể khử DCI < 15 giây ở nhiệt độ $t^{\circ} = 20^{\circ}\text{C}$: axit ascorbic, nhóm -SH phần lớn từ các chất khử và làm giảm lượng melanoidin.

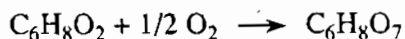
- Chất khử nhanh: phản ứng < 5 phút: chúng có bản chất khử yếu hơn các chất tiền khử melanoidin và ngẫu nhiên cả SO_2 .

- Chất khử chậm: phản ứng đến tận 150 phút đó là tanin, gốc và bản chất phụ melanoidin.

- Kết hợp chất phụ gia chống oxy hoá và hợp chất khử tự nhiên của bia đã được Moll đề xuất năm 1986. Các loại chất khử được nêu ra trong bảng gồm những tính chất khử được sử dụng trong sản xuất bia:

Chất khử	Trọng lượng phân tử	Lượng chất khử (mg) cần thiết để cố định 1 mg O_2
Axit ascorbic	176,13	11
Axit D -erythobic	176,13	11
Natri ascorbat	198,11	12,4
Izoascorbat Na monohydrat	216,12	13,5
SO_2	64,04	4,0
Na_2HSO_3	104,06	6,5
$\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$	202,22	6,81
Na dithionit	174,11	10,88
Na_2SO_3	190,10	6,94
H_2SO_4	222,33	

Để khử 1 mg O_2 cần 11 mg axit ascorbic tính theo công thức:



16 mg O_2 phản ứng 176 mg axit ascorbic hay $176/16 = 11$ mg axit ascorbic tương ứng 1 mg O_2 .

O_2 có nồng độ 1,4295 g/l ở 0°C và 760 mmHg, trong 1 lít không khí:

$1,4295 \times 0,2095$ (thể tích $\times$ trọng lượng của O_2) = 0,2995 mg $\sim$ 0,3 mg O_2 /ml không khí.

Để có 1 ml không khí cần $0,3 \times 11 = 3,3$ mg axit ascorbic.

Mỗi nơi sản xuất, thao tác trong điều kiện không có không khí để sự oxy hoá thấp nhất. Các cách đo đã biết về độ O_2 hoà tan cho phép dự đoán sự biến đổi từ lúc tăng trữ đến lúc chiết chai, nếu cần có thể sử dụng những chất khử O_2 .

Hàm lượng SO_2 cho phép trong bia vàng 12% plato là 15 - 25 mg/l. SO_2 , nếu vượt quá giới hạn sẽ gây mất vitamin B_1 , gây ra viêm mũi, khó thở, nhức đầu, chứng mảy đay, thủng ruột...

Axit ascorbic bị oxy hoá bởi O_2 và chuyển thành axit dehydro-ascorbic và nước oxy già. Chất ene-diol có trong phân tử ascorbic làm tăng hoạt động của phản ứng oxy hoá khử. Sự oxy hoá axit ascorbic trải qua các sản phẩm xấu: 2,3 dioxeton, gluconic, axit oxalic, theonic, lyxonic và xylonic. Sự hình thành các gốc tự do trong chuỗi phản ứng oxy hoá khử của axit ascorbic gây ra những ảnh hưởng xấu cho bia. Những gốc hoạt động oxy hoá một phần các chất glucit, axit amin, polyphenol, axit phenolic, rượu... gây ra ngừng ảnh hưởng xấu đến độ ổn định của vị và keo. Sự có mặt của chất nhạy cảm ánh sáng như riboflavin, chất vận chuyển điện từ giữa các axit ascorbic có thể cải thiện sự hình thành hợp chất lưu huỳnh ngay cả metanehiol, metyl-3-buten-2-thiol-1 quyết định vị của bia.

Vì axit ascorbic không bền vững nên (có khả năng) phải sử dụng các chất chống oxy hoá liên kết với SO_2 .

Bằng sắc ký lỏng cao áp ta tìm ra trong bia 3 loại chất khử ngay lập tức, nhanh và chậm. Một phương pháp khác, oxy hoá bia trong không khí ở áp suất tiêu chuẩn cho phép đánh giá hơn 200 mg/l tính theo axit ascorbic. Nồng độ chất chống oxy hoá nhanh, kết quả không tồi nếu họ so sánh nồng độ $10 \div 30$ mg/l axit ascorbic thường thêm vào trong bia.

Để thêm chất đắng cho bia cuối quá trình tăng trữ có thể bổ sung cao hoa.

8.3.6.2. Các phương pháp tăng trữ

Có thể tăng trữ theo phương pháp cổ điển hoặc hiện đại

(i) Phương pháp cổ điển

Bia non chuyển từ thùng lên men chính sang thùng lên men phụ bằng cách tự chảy hoặc nhờ bơm. Thường bia non ở một thùng lên men chính có hàm lượng chất khô $1^{0}S$ sẽ chia ra làm 2 hoặc 3 cho vào các thùng lên men phụ, mục đích nhằm làm đồng nhất bia ở các thùng lên men chính; trong khi chuyển bia như vậy cần chú ý tránh không nổi bọt quá nhiều, tránh tiếp xúc với không khí. Bia bơm sang thùng lên men phụ đến 95 - 98% thể tích thùng có $t^0 = 4^0C$ và giữ trong 2 - 4 tuần ở $0 - 1^0C$. Thiết bị tăng trữ có thể nằm ngang hay thẳng đứng.

Để tránh sự oxy hoá bia khi chuyển thiết bị nên đưa bia non vào từ từ, dạng lớp mỏng và bơm CO_2 vào trước. Trước đó cần cho nước vào trước, và nén CO_2 vào để tháo hết nước ra.

Sau khi cho vào tank, sau 24 - 48 h, giữ $p = 0,3$ bar trong tuần đầu. Để kiểm tra lượng CO_2 trong bia thì dùng phương pháp lý hoá.

Kiểm tra quá trình lên men phụ và tàng trữ bằng cách quan sát lượng CO_2 thoát ra, sự giảm dần hàm lượng chất hoà tan, sự lắng trong của bia... Thời gian lên men phụ và tàng trữ kéo dài từ 3 - 6 tuần và thậm chí có thể đến 9 tháng, phụ thuộc vào yêu cầu kỹ thuật của mỗi loại bia và điều kiện thực tế của từng nhà máy. Đối với những loại bia bình thường thì thời gian tàng trữ tương đối ngắn, đối với bia có chất lượng cao cần phải qua thanh trùng thì thời gian tàng trữ tương đối dài.

Thời gian tàng trữ theo phương pháp cổ điển đối với bia 12°S là 4 - 6 tuần ở 0°C. Có thể dao động trong khoảng 2 - 12 tuần. Mỗi một loại bia có một thời gian tàng trữ thích hợp.

(ii) Các phương pháp hiện đại:

Sử dụng tank hình trụ đáy côn hoặc các loại thùng chứa khác. Với tank lớn, phải thêm hệ thống trao đổi tấm để tuần hoàn nhiệt của bia. Dùng li tâm để có tổng lượng nấm men huyền phù (đặc) trong quá trình tàng trữ. Nhìn chung ở giai đoạn chuyển đổi này lượng nấm men có $15 - 20.10^6$ tế bào/ml và phải đáp ứng được theo kiểu nấm men bông hay bụi.

Thời gian cả lên men và tàng trữ có thể giảm xuống đến 10 - 14 ngày. Ví dụ: cho lên men trong 24h, tàng trữ nóng (nhiệt độ thường) trong 84h, làm lạnh trong 60 h, tàng trữ lạnh ở $t^\circ = -1^\circ\text{C}$ trong 72 h. Áp suất trong thiết bị lên men hình trụ đáy côn khoảng 0,5 - 0,6 atm và thay đổi trong quá trình tàng trữ. Thiết bị lên men tốt nhất là tank hình trụ đáy côn để đảm bảo sự phát triển bình thường trong lúc tàng trữ. Narris và các cộng sự 1974 đã nghiên cứu ảnh hưởng của t° , p và thiết bị trong tàng trữ dựa vào sự hình thành các chất bay hơi. Lên men lạnh và tàng trữ nóng cho phép thu được một loại bia gần như là khi sản xuất cổ điển.

Nấm men ở đáy tank được thu hồi bằng quay li tâm, lọc quay chân không, lọc áp suất, vi lọc. Cho phép giảm sự hao hụt xuống 2%. Thu hồi nấm men ở đáy thiết bị lên men có 2 tác dụng phụ: Giảm sự nhiễm và thu được nấm men chứa 20% chất khô. Nấm men thu hồi được có thể sử dụng tiếp cho mẻ lên men tiếp theo hoặc sấy khô hay làm thức ăn cho người và gia súc.

(iii) Một số phương pháp tàng trữ đặc biệt:

Phương pháp Miller: kỹ thuật tàng trữ tiếp tục lúc bia lọc tuần hoàn giai đoạn 12 → giai đoạn 1 trong 21 ngày. Họ sử dụng thiết bị nằm ngang, mục đích làm bia luôn luôn được tuần hoàn. Ưu điểm của phương pháp này ít phải sửa chữa tank, chỉ mở sau 3 - 4 năm.

Phương pháp Gaeng 1972: Đó là phương pháp tàng trữ và hoàn chỉnh bia cải tiến trong thùng đáy côn. Bia sau khi giảm được lượng diacetyl trong lúc tàng trữ ở t° thường, cho tuần hoàn từ trên xuống dưới. Cho một dòng khí đã vô trùng từ dưới lên trên kéo theo các chất bay hơi, CO_2 sinh ra trong quá trình lên men và oxy hoá cùng thời gian lớp phía trên của bia làm giảm hợp chất lưu huỳnh.

Phương pháp dùng tia bức xạ hoá học: dùng tia có $\lambda > 400 - 450$ nm để tăng tốc độ chín của bia. Máy đã được Kahler năm 1969 sử dụng giống như trao đổi nhiệt kiểu tấm bằng

thủy tinh plêxi, được trang bị đèn rọi lên bia. Đã thu được được kết quả tương ứng giữa bia 23 ngày tăng trũ cổ điển và bia được rọi bằng đèn xạ quang học và 7 ngày tăng trũ để bão hoà CO₂.

Phương pháp cố định tế bào nấm men: Pauner và các cộng sự 1957 đã mô tả một phương pháp mẫu để hoàn chỉnh bia thực hiện với các tế bào nấm men được cố định thành các viên tròn với chất mang là DEAE (dietyl - aminoetyl - xenluloza). Phương pháp công nghiệp này đã được Lommi và cộng sự 1990 thực hiện với 2 thiết bị 1000 l. Dùng 2 thiết bị sản xuất làm tăng 10 h/l hay 10% khả năng của cơ sở sản xuất. Chất lượng bia trong 2 - 3 h ở thiết bị này tương ứng 10 - 14 ngày tăng trũ theo phương pháp cổ điển.

8.3.6.3. Phương pháp lên men gia tốc

Các phương pháp lên men có sự khác nhau rõ rệt, nhưng hiện nay xuất hiện một xu hướng mới: quá trình lên men cổ điển ở 8 - 10°C với thời gian tăng trũ ở 0°C dần dần được thay thế bởi những kĩ thuật mới.

Những xu hướng sau đây rất được coi trọng:

- Đẩy nhanh quá trình lên men và giảm thời gian bảo quản.
- Thay thế các từ lên men/ tăng trũ bằng lên men/ ủ chín/ ổn định.
- Lắp đặt những thiết bị kích thước lớn.
- Tìm nguyên nhân các sự cố trong quá trình lên men (chuyển hoá thành những sản phẩm không mong muốn).
- Phát triển sản xuất bia theo công nghệ lên men trong cùng một thiết bị.
- Sự thất bại khi sử dụng các phương pháp sản xuất liên tục.

Những đặc trưng của phương pháp lên men gia tốc

*** Giai đoạn lên men**

- Loại bỏ phần lớn các cặn lạnh.
- Thông khí vừa phải dịch đường.
- Dùng một lượng lớn nấm men.
- Nhiệt độ lên men cao.
- Lên men có áp suất.
- Được khuấy trộn tốt.
- Lên men hoàn toàn đến giới hạn cho phép.
- Giảm đáng kể những hợp chất không mong muốn.
- Tách hoàn toàn nấm men.

*** Giai đoạn đóng chai**

- Làm lạnh nhanh ở nhiệt độ thấp.
- Làm sạch nhân tạo bia bằng CO₂.
- Kết tủa các protein.
- Bão hoà CO₂.

Quá trình lên men và tàng trữ theo phương pháp lên men gia tốc

Quá trình lên men và tàng trữ bia được thực hiện trong cùng một thùng CCV (cylindro-conical-vessels).

Dù dùng phương pháp nào thì điều kiện trước hết của quá trình khởi động lên men là thông khí thật mạnh dịch đường. Như đã biết, O_2 là kẻ thù chất lượng của bia cho nên chúng ta cần làm mọi cách để loại O_2 . Tuy nhiên để khởi đầu quá trình lên men nhanh chóng và sử dụng khả năng lên men của nấm men được triệt để thì đưa O_2 vào dịch đường trong vài giờ đầu. Sự bổ sung O_2 này không làm ảnh hưởng đến dịch đường vì nấm men sẽ sử dụng O_2 nhanh chóng và khởi đầu quá trình lên men nhanh chóng khi O_2 đã được dùng hết. Nhưng nếu bỏ qua việc cấp O_2 cho dịch đường trước khi lên men thì quá trình lên men sẽ diễn ra chậm, do vậy mà thời gian lên men sẽ kéo dài.

Có một quy luật của nhà sản xuất bia cổ điển: Một tuần lên men và một tuần tàng trữ bia cho mỗi độ đường. Quy luật này không còn được ứng dụng nữa thậm chí rút ngắn 1/2 thời gian tàng trữ bia. Bia phải được lên men và được làm chín trong khoảng thời gian ngắn nhất để đảm bảo tính kinh tế. Ngày nay quá trình lên men, làm chín và tàng trữ bia thường 17 - 20 ngày. Xu hướng ngày nay muốn giảm hơn nữa quá trình trên trong khi vẫn cần đảm bảo chất lượng bia.

Những điều kể trên cũng có thể thực hiện được với hãm lên men cổ điển, nhưng quá trình lên men và tàng trữ trong CCV cũng có nhiều lợi thế nhằm thực hiện các quá trình trên một cách dễ dàng.

Điểm cần lưu ý khi lên men và làm chín bia trong CCV

Tổng thời gian lên men và tàng trữ bia trong CCV chỉ dưới 3 tuần cho nên cần đặc biệt quan tâm đến một số điểm, nhất là những điểm mà ta không trực tiếp theo dõi được quá trình.

Trước hết là thành phần hợp chất chứa nitơ của dịch đường, các chất chứa nitơ này đã được tạo ra trong quá trình nấu là rất quan trọng. Lý tưởng nhất là dịch đường chứa 23 mg chất nitơ/ 100 ml dịch sao cho chế độ lên men của nấm men được đảm bảo hoàn toàn.

Lượng chất béo trong dịch đường từ malt không được nhỏ hơn 20 mg/ 100 ml và khi nấu bia có sử dụng nguyên liệu phụ thì lượng chất nitơ này ít nhất phải là 13 mg/ 100 ml.

Sự thông khí và mật độ tế bào nấm men là những yếu tố cực kỳ quan trọng cho sự mở màn quá trình lên men nhanh chóng và mạnh mẽ. Mật độ nấm men 30 triệu tế bào/ 1 ml dịch đường tương ứng 1 lít men sữa/ hl dịch đường .

Nấm men rất nhạy cảm với thay đổi nhiệt độ, nó sẽ biểu hiện sốc nhiệt khi bị làm lạnh đột ngột, đây là một bất lợi cho quá trình lên men và sinh sản nấm men. Bởi vậy cần tránh làm lạnh nhanh trong giai đoạn tiền phát và giai đoạn logarit, khi sử dụng phương pháp lên men từng phần thì nhiệt độ dịch đường mới cho vào cần có $t'' \cong t'$ dịch đường lên men.

Chỉ số biểu hiện tình trạng của quá trình chín bia là mức độ khử diacetyl. Chúng ta cần bảo đảm rằng nếu như toàn bộ lượng diacetyl được loại bỏ thì các chất như: Rượu bậc cao, este cũng cần phải “biến mất”. Tổng hàm lượng diacetyl cần $< 0,1 \text{ mg/l}$ khi kết thúc quá trình tăng trưởng chín bia. Một lượng nhỏ diacetyl cũng được loại bỏ trong thời gian lên men bia. Bia thành phẩm cần có hàm lượng diacetyl $< 0,10 \text{ mg/l}$.

Nấm men đã lắng cần được loại bỏ khỏi tank lên men ngay sau khi đạt độ đặc cho phép. Nấm men bị thủy phân sẽ làm xấu chất lượng của bia.

Sau quá trình tăng trưởng chín bia, thì tất cả các loại bia t° được hạ xuống -1° - -2° và giữ ở nhiệt độ này ít nhất 7 ngày để đảm bảo độ bền keo của bia. Khi giảm thời gian ủ bia và nhiệt độ ủ bia cao hơn đòi hỏi phải có nhiều thời gian và chi phí cho sự ổn định của bia. Khi chúng ta làm lạnh một cách đơn thuần hạ nhiệt độ thấp hơn thì sẽ chẳng đạt được kết quả gì.

Ta có thể thực hiện quá trình lên men, tăng trưởng và làm hoàn thiện bia trong:

- Một thùng CCV dùng cho cả 2 mục đích.
- Hai thùng: 1 thùng lên men chính và 1 thùng lên men phụ, tăng trưởng.

Chúng ta cũng có thể lên men trong CCV, hoàn thiện bia và tăng trưởng trong tank lên men bình thường. Khi sử dụng 2 tank thì quá trình hoàn thiện bia, tăng trưởng (giai đoạn khử diacetyl) phải được thực hiện trong CCV để có được chất lượng bia ổn định. Do vậy mà các thùng hình trụ đáy côn chỉ được sử dụng cho quá trình ủ bia để ổn định keo, làm trong bia và tạo vị dễ chịu.

Về cơ bản thì quá trình lên men sử dụng 1 thùng có những lợi thế sau:

- Chi phí CIP (vệ sinh - tẩy rửa - sát trùng) giảm, chỉ phải CIP một thùng.
- Tổn thất CO_2 nếu ta chuyển bia trong điều kiện đẳng áp.
- Tổn thất bia giảm đi bởi vì tránh được tổn thất trên đường ống.
- Thời gian thao tác rút ngắn do không phải chuyển bia (khi chuyển lên men chính sang lên men phụ).
- Do không chuyển bia cho nên giảm chi phí vận chuyển.
- Tránh được sự xâm nhập của O_2

Một nhược điểm chính là thể tích sử dụng thùng trong giai đoạn tăng trưởng bị giảm. Không có sự khác nhau cơ bản về chất lượng bia theo phương pháp lên men dùng 2 thùng.

Thu hồi CO_2 là cần thiết và có ý nghĩa quan trọng về mặt kinh tế hay do những lý do về môi trường. Bảo hoà CO_2 chỉ cần thiết đối với quá trình tăng trưởng chín bia ở nhiệt độ âm và áp suất thấp. Mỗi tank cần phải có hệ thống làm lạnh riêng.

Các quá trình lên men, tăng trưởng và hoàn thiện bia thành phẩm đối với phương pháp lên men chìm có thể chia thành các nhóm sau:

- Lên men ở t° thấp - tăng trưởng, hoàn thiện bia ở t° thấp.
- Lên men ở t° thấp - tăng trưởng, hoàn thiện bia ở t° vừa phải.
- Lên men ở t° vừa phải - tăng trưởng, hoàn thiện bia ở t° thấp

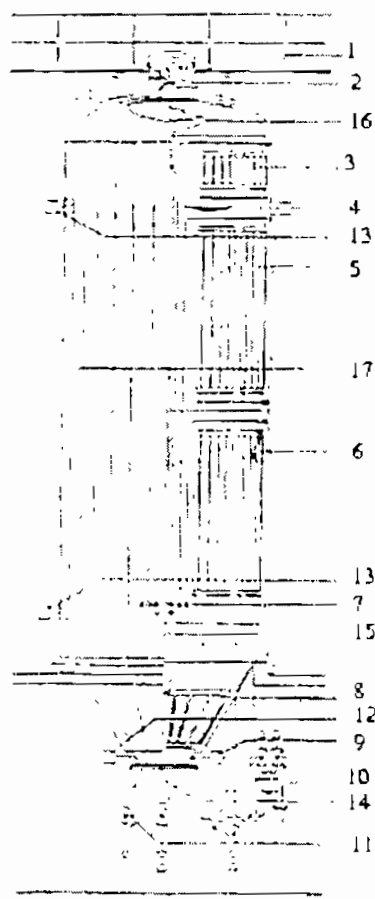
8.3.7. Thiết bị lên men

Là các thùng hình trụ (đứng, nằm ngang), đáy bằng hay hình chóp, nắp hình chòm cầu. Kích thước dao động 200 - 2000 hl được chế tạo bằng thép không gỉ. Thông thường chiều cao/φ thùng = 2,5 - 5 H.

Mỗi chu kỳ lên men (bĩa 10 – 11%) trung bình 192 - 240 h. Trên mỗi thùng đều có ống dịch đường vào, sản phẩm ra, bộ phận làm lạnh, đường thu CO₂, xả CO₂, áp kế, nhiệt kế, van an toàn..., van lấy mẫu, bộ phận CIP,....

Thiết bị lên men CCV

- 1- Sàn thao tác;
- 2- Nắp trên bao gồm: van an toàn, ống CO₂ và đường ống vệ sinh, kính quan sát;
- 3,5,6- Vùng làm lạnh kín;
- 4- Kính quan sát để xem mức thể tích lên men tối đa;
- 7- Bộ phận nối các ống thu nhận;
- 8- Vùng làm lạnh phần đáy côn;
- 9- Kính quan sát xem mức độ dịch tối thiểu;
- 10- Van xả CO₂, điều chỉnh áp suất;
- 11- Van lấy mẫu;
- 12- Ống định mức;
- 13- Nhiệt kế;
- 14- Van xoay DN-450 để cho dịch vào và lấy dịch ra;
- 15- Lọc không khí/ CO₂ (có chất giữ nhiệt);
- 16- Hạt tích điện và ống tháo nước đáy (có chất giữ nhiệt);
- 17- Lớp bảo ôn.



Hình 8.9. Thiết bị lên men CCV.

Thiết bị lên men bằng thép không gỉ có bề mặt thường từ 0,04 ÷ 0,06 m³/ hl, chất làm lạnh là dung dịch glycol -4°C và tốc độ đi trong khoang lạnh của chất làm lạnh từ 0,8 ÷ 1 m/s (hình dạng thiết bị như trên hình 8.9).

8.3.8. Kiểm soát quá trình lên men

Một số thay đổi trạng thái lên men cần được chú ý:

- Giảm mật độ tế bào nấm men trong quá trình lên men: Mật độ nấm men trong quá trình lên men có thể xác định theo phương pháp trực tiếp: máy quang phổ, máy so màu và phương pháp gián tiếp.

- Đo CO₂ thoát ra trong quá trình lên men có 2 phương pháp:

+ Tế bào hồng ngoại.

+ Máy đo khí.

- Đo áp suất thay đổi trong quá trình lên men.

- Đo nhiệt toả ra trong quá trình lên men (dùng calorimetrie).

- Xác định nồng độ nấm men trong quá trình lên men.

Có thể sử dụng buồng đếm và kính hiển vi để đếm lượng tế bào nấm men.

- Xác định độ kết lắng của nấm men. Đây là một phương pháp định tính. Lawrence và đồng sự năm 1989 đã đo hiệu điện thế Zeta dùng vi điện di thẩm tích và một kỹ thuật về tế bào điện thẩm thấu.

- Xác định độ nhiễm tạp. Quan trọng là kiểm soát được độ sạch của nấm men, của dịch trước và trong quá trình lên men. Những phương pháp đã được mô tả trong cuốn phân tích vi sinh vật học.

- Xác định diacetyl trong quá trình lên men. Lượng diacetyl mà đặc biệt là diacetyl là những dấu hiệu lên men.

- Xác định dấu hiệu (chỉ số) bắt đầu và đơn vị hoạt động giảm dần:

- Chỉ số bắt đầu (ID): Trước khi đạt 7% plato (bắt đầu lên men), chỉ số này cung cấp nhanh chóng những dấu hiệu của sự giảm không đều trong thành phần dịch, tình trạng sinh lý của nấm men... Giá trị ID khoảng một nửa ngày.

- Đơn vị hoạt động giảm dần UTA được tính bằng công thức sau:

$$\frac{1000 E}{T - 1}$$

E - dịch chiết (% plato) lên men trong thời gian đã định;

T - t^oC lên men trong thời gian này.

Một số biện pháp đặc biệt

• Bổ sung chất hoạt động: trong trường hợp lên men bị ì nhiều cơ chất được thay thế trong quá trình lên men bột malt 20 - 30 g/hl, bột đậu tương tách dầu 20 - 30 g/hl, dịch chiết nấm men.

• Bổ sung chất chống tạo bọt: trong tank dạng hình trụ đáy côn, 20% V bị mất do sự hình thành bọt (cả lên men bề mặt lẫn bề sâu). Nó được loại bỏ trong quá trình lọc sau này.

• Lên men với xirô tinh bột.

• Lên men có khuấy trộn: Janssen 1976 đã đề cập phương pháp lên men sử dụng khuấy trộn trong công nghệ làm bia. Tank 7000 hl có chiều cao 20 m, đường kính 10 m, phần còn bằng thép không gỉ khuấy trộn để giữ cho nấm men không kết lại.

- Lên men có áp suất: Wellhoener 1954 đã phát triển kỹ thuật này, và đã được sử dụng rộng rãi trên toàn thế giới. Kiểu này ứng dụng lên men chìm và nổi, áp suất thường sử dụng trong quá trình lên men là 2 bar. Nhiều tác giả đã mô tả những thí nghiệm của họ bằng phương pháp này.

Một số biện pháp xử lý trong quá trình tàng trữ và hoàn tất sản phẩm

Tàng trữ bia ở $-1 \div -1,5^{\circ}\text{C}$ trong một tuần để loại bỏ phần lớn các chất keo tụ. Trong thời gian này phải luôn kiểm tra nhiệt độ ngay cả khi đưa ra lọc. Cần tránh vận chuyển bia sau lên men chính để không cho O_2 xâm nhập.

Sự kiểm soát trong quá trình tàng trữ bia có thể tóm tắt như sau:

- Hàm lượng dioxeton, đặc biệt diacetyl và những tiền chất của nó được dùng làm dấu hiệu điều khiển quá trình tàng trữ (nóng).

- Lượng O_2 hoà tan.
- CO_2 .
- Nấm men dạng huyền phù (lơ lửng).
- Chất lượng vi sinh vật.
- Dimethyl sulfua.
- Axetaldehyt.
- Chất lượng cảm quan.
- Kiểm tra khả năng lọc của bia.

Bảng sau tóm tắt trạng thái thay đổi và sự hoạt động của tàng trữ, chín, vào chai, thùng, box.

Trạng thái thay đổi

Trước:

- Mật độ
- Nồng độ nấm men
- Độ đắng
- Hợp chất bay hơi
- O_2 hoà tan
- Chất lượng vi sinh vật
- Chất lượng cảm quan

Trong quá trình:

- Mật độ
- CO_2
- O_2 hoà tan
- Nồng độ nấm men
- Chất lượng vi sinh vật

Thay đổi hoạt động

- Cách đổ
- Li tâm bia non
- Làm lạnh
- Cách tàng trữ:
thời gian dài / sơ đồ t^o
- Áp suất
- Thêm CO_2
- Thêm chất ổn định

- Chất lượng
- Thêm chất khử

- Lượng

- Chất lượng cảm quan
- Dixeton và các tiền chất
- Thêm

Sau quá trình lên men:

- Mật độ, chất chiết ban đầu
- O₂ hoà tan / khả năng khử
- Hợp chất bay hơi
- Kiểm tra khả năng lọc
- Ổn định chất keo
- Nồng độ nấm men
- CO₂
- Chất đắng
- Chất lượng vi sinh vật
- Chất lượng cảm quan

8.3.9. Vi sinh vật nhiễm tạp trong sản xuất bia

8.3.9.1. Nguyên nhân

Các vi sinh vật lạ từ không khí, thiết bị, đường ống, nhà xưởng, từ đất, nước và đặc biệt từ các canh trường nuôi cấy men giống không thuần khiết. Khi bị nhiễm ta hay dùng danh từ "Yeast Weakness" nghĩa là men yếu. Điều này làm cho chúng ta phải biết nguyên nhân cụ thể để xử lý kịp thời, tiêu diệt các vi sinh vật nhiễm tạp và kiểm tra lại toàn bộ quá trình sản xuất từ đầu đến cuối.

Các vi sinh vật nhiễm tạp ảnh hưởng xấu đến mùi vị của bia, làm giảm độ rượu, làm bia chua do nó dễ tạo ra các chất như axit butyric, axit valeric, axit caproic, H₂S.

Vi sinh vật trong không khí phát triển trên dung dịch các chất dinh dưỡng. Tất cả các nguyên liệu dùng trong sản xuất bia nhất là nước, malt và ngũ cốc, đường và hoa houblon là nguồn dinh dưỡng đầy đủ cho vi sinh vật. Trong quá trình sản xuất, vi sinh vật phát triển ngay khi tiếp xúc với dịch hèm, bia hoặc cả hai, mặt bằng thiết bị (bên trong và bên ngoài) cũng là nơi ẩn náu của chúng. Việc thu hồi sữa men có thể là nguồn tích tụ vi sinh vật nhiễm tạp lớn. Nước nấu bia sạch (nước dùng cho sinh hoạt) nhưng vẫn chứa một lượng rất nhỏ vi sinh vật và không có hại đối với con người. Trong hầu hết các công đoạn, nước phải được phân tích để kiểm tra sự có mặt của vi khuẩn lên men lactoza, phát triển ở 34°C; vi khuẩn đường ruột. Nước sinh hoạt mà bị nhiễm các vi khuẩn này thì có thể xem là bị nhiễm bẩn nước thải và tất nhiên không thể dùng cho sản xuất.

Các nguyên liệu được chế biến ở nhiệt độ cao và sôi (malt, ngũ cốc, đường, hoa houblon) được bảo quản trong kho. Tuy nhiên chúng có thể bị nhiễm tạp từ các công đoạn của quá trình sản xuất sau khi ra khỏi nồi nấu, đặc biệt là từ quá trình lên men và nơi xử lý nấm men. Nguyên liệu nào được bổ sung vào bất kỳ công đoạn nào sau quá trình đun sôi dịch đường với hoa houblon (ví dụ nước pha loãng, đường, vv...) đều không được chứa vi sinh vật có nghĩa phải được vô trùng trước khi sử dụng.

Các biện pháp tiệt trùng thường được sử dụng: Giữ dịch đường ở 70°C hoặc đun sôi. Chiều tia cực tím có thể được sử dụng để thanh trùng nước. Hệ thống vệ sinh (CIP) thường dùng cho sản xuất bia với chất tẩy rửa và chất sát trùng là không thể thiếu được để giữ mức độ vệ sinh công nghiệp cao.

Nấm men cần được đặc biệt lưu ý và việc giám sát chặt chẽ. Sự nhiễm khuẩn (vi sinh vật không phải nấm men) có thể bị loại trừ bằng axit và phải rất cẩn thận khi nuôi cấy hoặc xử lý sữa men.

Ở những nơi tiêu chuẩn sản xuất cao nhất, có thể bảo quản bia lạnh (-1°C) tại nơi bán. Nhờ đó có thể ức chế sự phát triển của bất kỳ vi sinh vật nhiễm vào trong sản phẩm.

Ngoài malt, nguyên liệu khi bị mốc làm giảm khả năng giữ bọt của bia, mà còn có hại cho môi trường khác đối với vi sinh vật trong sản xuất bia. Dịch đường có thành phần dinh dưỡng cao, pH 5,5, chứa O₂ và rất nhiều loại vi sinh vật có thể phát triển trên đó. Các vi sinh vật đó, phát triển rất nhanh và không bị ảnh hưởng bởi các thành phần có trong hoa houblon. Bia là một môi trường nghèo chất dinh dưỡng (nấm men đã sử dụng hầu hết chất dinh dưỡng), pH ≤ 4,5, chứa 3 - 5% rượu, thành phần hoa, là môi trường yếm khí và lạnh. Môi trường trung gian của hai môi trường này diễn ra trong quá trình lên men mặc dù thời gian ngắn.

8.3.9.2. Các loại vi khuẩn nhiễm tạp

Nếu bảo đảm nhiệt độ lên men, mức độ vệ sinh tốt, men giống không bị nhiễm thì tránh được sự nhiễm tạp dịch lên men vì khi lên men bia một số vi sinh vật nhiễm tạp ban đầu (lượng cho phép nhỏ hơn 5%.) có thể bị chết hay mất dần do: pI giảm dần, chất kháng sinh của hoa houblon, hàm lượng rượu etylic tăng lên, dầu fusel, aldehyt... là các chất ức chế không cho vi sinh vật nhiễm tạp phát triển được.

Các nhóm vi sinh vật nhiễm tạp hay gặp nhất là

- Vi khuẩn lên men axetic: *Acetobacter*, *Acetomonas*.
- Vi khuẩn lên men lactic: *Lactobacillus pastorianus*, *L.brevis*, *Pediococcus*, *Streptococcus*: làm bia bị chua.
- *Flavobacterium proteus*: hay gặp khi làm giống nhưng không có hại cho bia và khi pH của môi trường giảm xuống làm cho nó bị chết.
- *Zymomonas proteus*: tụ cầu khuẩn loại yếm khí, Gram (-), loại này phát triển nhanh, làm giảm mùi vị của bia và làm đục bia.
- *L. delbrückii*, *L. brevis*: là trực khuẩn có kích thước 1 × (3 - 12) μm, không chuyển động, không tạo bào tử. Khi pH nằm trong khoảng 4,5, vi khuẩn này dễ dàng tạo ra axit lactic và tạo ra diacetyl làm xấu mùi vị của bia.
- *Pediococcus damnosus*: thuộc loại vi khuẩn lên men lactic, vi khuẩn Gram (+), ít nhạy cảm với hoa houblon, phát triển tốt ở áp suất CO₂ cao. Tế bào hình cầu, cặp đôi hoặc cặp 4 trong dung dịch có kích thước trong khoảng 0,18 - 1 μm. Trong quá trình sinh sản và phát triển ngoài tạo axit lactic nó còn tạo ra diacetyl và một số chất làm tăng độ nhớt làm

cho bia bị đục và khó lọc.

- *Pectinatus*: Hay gặp loại *P. cerevisiphilus*, Gram (-). Tế bào hình que hoặc hơi uốn cong, có thể đứng riêng lẻ hoặc cặp đôi. Vi khuẩn này chuyển động nhờ tiên mao ở phía uốn cong. Kích thước nằm trong khoảng $(0,6 - 0,8) \times (2 - 8) \mu\text{m}$, có loại dài tới $30 \mu\text{m}$. Khi có loại vi khuẩn này nhiễm tạp trong bia làm mất vị thơm của bia do nó tạo ra nhiều axit propionic và H_2S .

- *Megasphaera*: Đây là loại vi khuẩn yếm khí tùy tiện, Gram (-). Tế bào hình cầu hoặc hơi dẹt, đứng riêng lẻ hoặc cặp đôi hoặc thành chuỗi ngắn. Kích thước nằm trong khoảng $(1,3 - 1,6) \mu\text{m}$. Khi nhiễm loại vi khuẩn này làm mất mùi vị của bia, làm giảm độ rượu, làm bia chua do nó dễ tạo ra các chất như axit butyric, axit valeric, axit caproic, H_2S .

Phạm vi các vi sinh vật trong sản xuất bia rất hẹp với 3 nhóm chính: (1) vi khuẩn Gram(+); vi khuẩn Gram (-) và nấm men đại. Bảng 8.1 liệt kê các giai đoạn trong quá trình sản xuất trong đó mỗi nhóm VSV phổ biến nhất.

Bảng 8.4. Nhiễm tạp vi sinh vật ở các công đoạn khác nhau trong sản xuất bia

Công đoạn	Nhóm VSV chính
Hỗ hoá	Vi khuẩn lactic chịu nhiệt <i>Enterobacteria</i>
Làm lạnh dịch đường	Enterobacteria: <i>Hafnia protea</i>
Trước khi lên men	Enterobacteria: <i>Hafnia protea</i> Vi khuẩn axetic: <i>Lactobacillus</i> ; <i>Pediococcus</i>
Sau khi lên men	Vi khuẩn axetic: <i>Lactobacillus</i> ; <i>Pediococcus</i>
Lên men chính, lên men phụ, tàng trữ, phân phối	Vi khuẩn axetic: <i>Lactobacillus</i> ; <i>Pediococcus</i> ; <i>Zymomonas</i> ; <i>Pectinatus</i> ; <i>Megasphaera</i>

Các loài vi khuẩn hay gặp nhiễm tạp và tác hại trong sản xuất bia.

(i) Vi khuẩn Gram (+)

Các thành viên chính của nhóm này bao gồm: vi khuẩn lactic, *Leuconostoc*, *Streptococcus*, *Micrococcus* và *Bacillus*. Các vi khuẩn này chắc chắn gây nên những vấn đề trong sản xuất bia. Hai chủng (*Lactobacillus* và *Pediococcus*) thường gây hỏng bia nhiều nhất. Chúng là vi khuẩn Gram (+), không tạo bào tử, phản ứng âm tính trong kiểm tra có xúc tác ($10\% \text{H}_2\text{O}_2$ tạo ra làm sủi bọt môi trường).

+ *Lactobacillus*

Chúng có dạng hình que với kích thước $1,0 \times (2 - 20) \mu\text{m}$. Các trực khuẩn có kích thước lớn liên quan chặt chẽ với các vi sinh vật sinh trưởng trong bia. Vi khuẩn chịu axit, bị ức chế bởi O_2 và một vài chủng gắn CO_2 . Quá trình sinh trưởng được kích thích khi có mặt khí CO_2 . Sinh trưởng mạnh nhất ở 30°C . Quá trình chuyển hóa của vi sinh vật có thể lên men đồng hình, sản phẩm cuối cùng tạo ra là axit lactic. Các chủng này chuyển hoá theo con

đường Embden-Mayerhof-Parnas từ đường hexoza thành pyruvat và sau đó khử thành axit lactic. Mặt khác, các chủng lên men đồng hình đi theo con đường phosphoketolaza (axit 6-phosphogluconic) tạo ra một hỗn hợp mà chủ yếu là axit lactic và axit axetic. Cả hai chủng lên men đồng hình và dị hình đều có mặt trong sản xuất bia. Chủng *Bacillus* sử dụng glucoza, fructoza, maltoza, riboza như nguồn cacbon. Hầu hết các chủng đòi hỏi axit amin (pepton) và vitamin cho quá trình sinh trưởng. Trong hầu hết các loại bia đều có đầy đủ nguồn cacbon, nitơ, vitamin cho sự phát triển của vi sinh vật. Không phải tất cả các vi sinh vật đều sinh trưởng tốt trong môi trường bia. Các chủng này tạo vị chua (axit lactic), độ đục cho bia và sinh diacetyl (mùi ôi bơ). Diacetyl được tạo ra bằng cơ chế khác với các sản phẩm do hoạt động của nấm men và hầu hết liên quan đến sự ngưng tụ "axetaldehyt hoạt hoá" với axetylcoenzym A. Việc tạo diacetyl (butan 2,3-dion) gây nên vấn đề nghiêm trọng, đặc biệt nó làm hỏng mùi vị của bia bằng cách tạo ra hương vị không mong muốn. Chủng *Bacillus* được phân lập trong môi trường chứa đường (maltoza), axit amin và vitamin (cao thịt và dịch chiết nấm men). Rất nhiều khảo sát về môi trường nuôi cấy đã được thực hiện và phần lớn các kết luận đều cho rằng không môi trường nào là hoàn hảo và nhiều nhà máy bia tự chuẩn bị môi trường cho riêng mình. Tuy nhiên, về lợi ích kinh tế thì môi trường Racka-Ray và MRS thông dụng nhất. Chất kháng sinh polymixin có thể được thêm vào để ức chế sự phát triển của vi khuẩn chịu axit Gram (-). Môi trường ở điều kiện yếm khí, có mặt CO₂, 30°C thích hợp cho sự phát triển *Bacillus*.

+ *Pediococcus*.

Chủng này có hình cầu, đường kính 0,8 -1,0 µm, thường tạo thành cụm gồm 4 tế bào. Chủng *Pediococcus* lên men đồng hình. *P. damnosus* đặc biệt phổ biến trong sản xuất bia và phát triển tốt trong bia thành phẩm. Chúng cần có vitamin để sinh trưởng hoặc kích thích sinh trưởng và nhiệt độ tối ưu là khoảng 25°C. Trong bia, cuối quá trình lên men và trong quá trình bảo quản thì nhiễm tạp *Pediococcus* phổ biến hơn so với nhiễm tạp *Lactobacillus*. Đặc biệt chúng làm hỏng của bia ở nhiệt độ thấp. Kết quả chủ yếu là tạo ra diacetyl. *Pediococcus* có thể được phân lập trên môi trường của *Lactobacillus*. Một vài môi trường có bổ sung 2-phenylethanol (20 µg/ml) để ức chế sinh trưởng của *Lactobacillus*. Ủ ở 25°C trong điều kiện yếm khí như các vi khuẩn Gram (+) khác bị nhiễm nhiều làm cho bia chua, vị ôi bơ.

Một vài vi khuẩn Gram (+) không thuộc nhóm vi khuẩn lactic được phân lập một cách ngẫu nhiên ở trong mẫu. Sự có mặt của chúng có thể tạo ra kết quả dương tính giả trong kiểm tra bằng mắt thường hoặc kiểm tra bằng kính hiển vi bởi vì chúng dễ nhầm lẫn với vi khuẩn lactic.

(ii) Vi khuẩn Gram (-).

Các thành viên chính của nhóm này bao gồm *Enterobacteriaceae*, vi khuẩn lactic, *Zymonas*, *Pectinatus* và *Megasphaera*.

+ *Enterobacteriaceae*

Chúng gây nhiễm khuẩn dịch đường, ở đó chúng phát triển rất nhanh, một số có thể tạo dimethyl sulfit và diacetyl. Ban đầu trong quá trình lên men chúng tạo mùi lạ và có thể ức chế nấm men. Một vài chủng có thể chuyển nitrat thành nitrit và làm cho lượng nitroamin trong bia tăng lên. Vấn đề nghiêm trọng này (có quy định về hàm lượng nitroamin được phép trong bia) có thể xấu thêm do sự sinh trưởng của vi khuẩn dưới nổi cháo hoặc thùng đựng bia trong phân xưởng. Các kết quả này hầu hết là do vệ sinh không cẩn thận bên dưới các thiết bị và sự phát triển của vi khuẩn giữa các mẻ nấu.

+ *Enterobacter agglomerans*, *Citrobacter freundii* và *Klebsiella*

Đây là những chủng thường gặp nhất, tương tự đối với chủng *Obesumbacterium proteus* (*Hafnia protea*). Các chủng này có thể làm hỏng bia do tạo ra cả diacetyl và dimethyl sulfit. Cần lưu ý là sự nhiễm tạp thường diễn ra trong quá trình nuôi cấy nấm men với lượng vi khuẩn chiếm 1% tế bào nấm men. Nó diễn ra chậm hơn so với các chủng *Enterobacteria* khác, tuy vậy, nó ức chế nấm men và được tập trung trong quá trình cấy men giống. *E. agglomerans* cũng được tập trung theo con đường này. Tất cả các vi sinh vật này bị tiêu diệt khi rửa bằng axit hoặc thanh trùng.

+ *Vi khuẩn axetic*

Các vi khuẩn Gram (-) này có dạng que, kích thước $0,6 \times (1 - 4) \mu\text{m}$, chúng bao gồm cả chủng chuyển động và bất động. Hai loài điển hình là *Acetobacter* và *Gluconobacter*. Chúng vừa chịu axit vừa chịu cồn và không bị ảnh hưởng bởi các chất có trong hoa houblon. Chúng làm hỏng bia do chuyển hoá rượu thành axit axetic (tạo thành giấm). Đây là những nhiễm tạp điển hình trong quá trình phân phối bia, không khí xâm nhập vào trong bia khi rót ra khỏi thùng. Cả hai loài này đều hiếu khí bắt buộc và thường không làm hỏng bia trong quá trình tàng trữ và khi đã sục CO_2 . Chúng thường tập trung ở xung quanh nơi rò rỉ của thùng và ở các van.

+ *Zymomonas*

Chủng này ngắn, to tròn với kích thước $(1,0 - 1,5) \mu\text{m} \times (2,5 - 6,5) \mu\text{m}$. Chúng nhiễm tạp trong bia và nhiễm ngay từ công đoạn chuẩn bị. Chúng chịu cồn và chịu axit, bền với các thành phần của hoa houblon. Các thành viên của nhóm có thể hoặc không chuyển động. Quá trình chuyển hoá của chúng cho phép chuyển saccaroza, glucoza, fructoza thành rượu và CO_2 . Sự hư hỏng bia hầu hết là do tạo diacetyl và phần nhiều là do tạo sulfit hydro.

+ *Pectinatus*

Trực khuẩn Gram (-), hơi cong, chuyển động, tròn xoe ở một đầu hoặc cả hai đầu. Tế bào trẻ rất linh hoạt và có hình chữ "X" là do sự chuyển động của chúng. Tế bào già di chuyển theo kiểu giống con rắn. Kích thước tế bào là $(0,7 - 0,9) \times (2,0 - 32) \mu\text{m}$. Tiền mao nhô ra từ một vị trí trên tế bào. Sự hư hỏng bia là do tạo ra các axit axetic, propionic và sulfit hydro.

+ *Megasphaera*

Megasphaera là cầu khuẩn Gram (-), bất động và yếm khí bắt buộc. Sự hư hỏng bia là do tạo ra một lượng đáng kể axit butyric và một lượng nhỏ axit caproic. *Megasphaera* có thể phát triển ở điều kiện yếm khí trong môi trường bia được làm giàu bởi glucoza và-pepton (các peptit dễ tiêu hoá trong thịt).

8.3.9.3. Các loài nấm men đại

Theo định nghĩa, nấm men đại là một loại nấm men khác với nấm men bia, chúng được tìm thấy trong quá trình sản xuất bia. Về nguyên tắc, nấm men đại có thể được tìm thấy một cách ngẫu nhiên trong sản xuất bia bởi hai lý do: thứ nhất, chúng rất khó phát hiện; thứ hai, không giống với vi khuẩn, chúng không bị tiêu diệt khi rửa bằng axit và vì thế chúng không bị triệt tận gốc khi xử lý bằng axit trong cấy giống. Trong thực tế, cách duy nhất đảm bảo cấy men không có nấm men đại là phải thực hiện nghiêm ngặt việc đưa canh trường thuần khiết vào sản xuất bia.

Người ta chia nấm men đại thành hai nhóm chính: những loại thuộc chủng khác với nấm men bia (nấm men đại không phải *Saccharomyces*) và những loại thuộc chi *Saccharomyces*. Trước đây nấm men đại bao gồm các chủng: *Pichia*, *Hansenula*, *Debaryomyces*, *Kluyveromyces*, *Schizosaccharomyces* và các chủng khác. Hầu hết nấm men đại đều không kết lắng tốt cũng như không tương tác với chất lắng, do đó chúng nhanh chóng xâm nhập vào bia trong quá trình tàng trữ. Chúng chịu axit và thích nghi tốt với nhiều hoàn cảnh để sống sót trong điều kiện yếm khí. Quá trình sinh trưởng của chúng làm đục bia nhưng mùi lạ còn xuất hiện trước giai đoạn này. Nhiều chủng nấm men đại không phải *saccharomyces* tạo mùi este (chuối, táo ửng). Những mùi như vậy thường xuất hiện trong sản phẩm nhưng những sai lệch của tổng thể và sự nổi trội của một hoặc nhiều mùi hương làm hỏng sản phẩm. Các chủng *Saccharomyces* đại cũng có thể làm hỏng bia theo cách này nhưng cũng có thể tạo ra mùi khổi, mùi bùn hoặc mùi phenol.

Chủng nấm men đại không phải *Saccharomyces* thường có hình dạng khác với nấm men bia, ví dụ: chúng có thể kéo dài hoặc hình quả chanh. Chúng có thể sinh sản khác kiểu so với nấm men bia: chỉ nảy chồi ở các đỉnh tế bào hoặc như trường hợp của *Schizosaccharomyces* sinh sản bằng cách phân đôi. Giai đoạn chuẩn bị có thể thực hiện nhuộm màu Gram (nấm men là Gram(+)). Kiểm tra cẩn thận bằng kính hiển vi có thể phát hiện ra một vài chủng nấm men đại nhưng kỹ thuật này thường không nhạy và không chính xác. Nấm men đại thường tạo bào tử với những hình dạng đặc trưng (hình mũ, hình quả thận). Cấy truyền nấm men vào môi trường đặc hiệu kích thích tạo bào tử để tạo ra nhiều bào tử nấm men (thường được kiểm tra bằng nhuộm màu) nhưng sự có mặt của nấm men đại thấy rõ hơn nhiều. Nói chung các nhà sản xuất thường sử dụng nhiều loại môi trường thạch khác nhau để phát hiện sự có mặt của nấm men đại. Vì sự giống nhau giữa nấm men đại *Saccharomyces* và nấm men bia nên rất khó phát hiện và có thể gây hỏng bia. Các vấn đề đã

được thực nghiệm, đặc biệt đối với chủng *S. cerevisiae* trước đây được biết đến với cái tên *S. ellipsoideus* và *S. diastaticus* (lên men các dextrin mà nấm men không sử dụng).

Nhiều chủng không phải *Saccharomyces* có thể sử dụng axit amin như lyzin làm nguồn nitơ trong quá trình sinh trưởng (nấm men bia và đa số nấm men đại *Saccharomyces* không sử dụng). Vì vậy môi trường lyzin là môi trường cơ bản để phát hiện một vài chủng phi *Saccharomyces*, việc bổ sung chlortetracyclin ức chế sự phát triển của một vài vi khuẩn có trong mẫu. Vì sẵn có và dễ sử dụng nên môi trường này rất phổ biến nhưng cũng vì thế mà những thông tin thu được rất hạn chế. Môi trường cho nấm men đại *Saccharomyces* thường được bổ sung chất ức chế. Theo cách này thuốc nhuộm tím (20 µg/ml), ion Cu^{2+} hàm lượng 10 µg/ml hoặc actidion hàm lượng 0,2 µg/ml ức chế tất cả các nấm men bia. Môi trường chứa các yếu tố này cho phép các chủng nấm men đại bên, cả *Saccharomyces* và phi *Saccharomyces* đều phát triển. Một sự tuyển lựa khác, đặc biệt khi cấy giống, là sử dụng môi trường phân loại. Nguyên tắc là tất cả các nấm men đều phát triển nhưng khác nhau về kích thước, hình dạng khuẩn lạc hoặc khi có mặt chất chỉ thị thích hợp, những màu khác nhau giúp phân biệt nấm men đại từ những tế bào nấm men có cùng hình dạng bên ngoài. Tổ hợp các môi trường sử dụng trong thực tế cũng như môi trường dùng cho vi khuẩn, không một môi trường nào là hoàn hảo.

Nấm men bia đại trong quá trình lên men và tàng trữ

Nấm men bia đại đã là một vấn đề lớn đối với những người sản xuất bia trong lịch sử và cũng là chủ đề của hàng loạt cuộc tọa đàm khi vấn đề vi sinh vật học của nấm men bia được biết đến. Nhiều tác giả đã đưa ra những lợi ích và chỉ ra cụ thể những mặt có hại của nấm men đại và ít thay đổi trong nhiều năm. Các nấm men bia đại là “những nấm men không đóng vai trò quan trọng trong quá trình lên men thông thường”, “những nấm men này không được sử dụng một cách vội vàng và phải đặt dưới sự kiểm soát chặt chẽ”, điều này hoàn toàn phù hợp với chủ đề của những vấn đề hiện tại.

Mặc dù *Saccharomyces cerevisiae*, được đặt tên theo sự phân loại của Kregervan Rij (1984), là nấm men nuôi cấy của công nghệ lên men bia, trong tự nhiên nó sống tự do, thường xuyên có trong nhiều loại quả khác. Đó là nguồn đầu tiên có thể dự đoán được của quá trình lên men, quá trình tạo ra bởi các chủng có sẵn của những quá trình lên men. Những ví dụ rất hiếm về những quá trình lên men bia đã sử dụng các chủng tự nhiên vẫn còn tồn tại. Hàng loạt nấm men và các vi sinh vật khác tham gia vào quá trình lên men đã được xác định. Một số chủng phát hiện trong thiết bị lên men có thể không phải là nấm men đại như phán đoán đã nêu trên nhưng một số loài nấm men khác của quá trình thì tình cờ bị nhiễm và người ta hy vọng là nó sẽ không ảnh hưởng xấu đến quá trình lên men.

Mặt khác, những nấm men bị nhiễm từ các loại nấm men đại là nguyên nhân tiềm tàng làm hỏng quá trình lên men: những tính chất hoá sinh khác nhau của chúng là nguyên nhân làm mất mùi thơm, và sự kết tủa cùng với khả năng lọc đều là nguyên nhân gây đục, gây khó khăn cho quá trình lên men. Những phát triển trong công nghiệp lên men gần đây

đã nêu lên những nguy hiểm của chủng nấm men mới: quá trình lên men khác nhau đối với từng loại bia, mỗi loại với giống nấm men của nó hay một hỗn hợp các giống phải được đảm bảo rằng mỗi loại nấm men nhất định được sử dụng cho một loại bia nhất định.

8.3.9.4. Loại bỏ các vi sinh vật nhiễm tạp

Việc loại bỏ các nấm men dại trong quá trình lên men bia hiển nhiên cần được chú trọng và cần xác định nguồn gây nhiễm. Thường thì nấm men dại tạo thuận tiện và kinh tế hơn khi ở mức độ thấp nhưng sự ổn định của vi sinh vật gây nhiễm cao hơn sự bài tiết ban đầu của nấm men dại. Theo quan điểm này thì việc giữ các vi sinh vật gây nhiễm ở mức thấp chấp nhận được là cần thiết.

Đường như không phải bản thân dịch đường là nguồn gây nhiễm mà đường ống dẫn dịch đến thiết bị lên men hoặc bề mặt của thùng lên men là nơi nhiễm vi sinh vật còn sót lại từ quá trình lên men trước. Cả các đường ống và bản thân thiết bị lên men phải được làm sạch, khử trùng bằng chất diệt trùng phù hợp, có thể kết hợp cả hai quá trình hoặc là làm tuần tự. Bề mặt trong của các đường ống và các thiết bị lên men phải nhấn để đảm bảo sạch và thoát nước hiệu quả.

Cần phải kiểm tra vi sinh thường xuyên, kiểm tra độ thuần khiết của men sữa, bất kỳ sự phát triển của nấm men dại, vi khuẩn và các vi sinh vật gây nhiễm dù ở mức độ nào đều không thể chấp nhận được. Cần nhân giống từ nấm men giống theo định kỳ sau một số chu kỳ lên men liên tiếp để tránh sự phát triển mạnh mẽ của các vi sinh vật gây nhiễm.

Nếu các vi sinh vật tạp nhiễm phát triển trong nấm men giống hoặc men sữa thì phải loại bỏ bằng cách dùng axit photphoric hoặc các axit khác để rửa nhằm làm giảm độ pH xuống 2,8 - 3 trong vài giờ là cách thích hợp nhất để loại bỏ các vi khuẩn gây nhiễm, những vi sinh vật nhiễm tạp có khả năng chịu được pH thấp như *S. cerevisiae*. Nhưng có các loại nấm men dại có thể chịu được pH thấp như các nấm men chính, thậm chí còn tốt hơn, đó là một mối nguy hiểm. Do đó việc rửa bằng axit không phải là biện pháp hiệu quả để loại bỏ nấm men dại.

Sự nhiễm tạp trong quá trình lên men chính cũng có thể do các chất phụ gia được sử dụng. Bởi vậy cần kiểm tra vi sinh đều đặn mỗi giai đoạn lên men và các chất phụ gia như chất trợ lọc, đường ống của mỗi thiết bị là rất cần thiết để tránh làm hư hỏng và đảm bảo yêu cầu chất lượng sản phẩm. Các chai, lon và thùng phải được loại bỏ các vi khuẩn gây hại. Ở cuối mỗi quá trình thì hệ thống pha chế cũng có thể là nguồn gây nhiễm do đó đòi hỏi phải có sự giám sát cẩn thận.

Các thùng lên men phải được làm sạch trước khi sử dụng, tất cả các giai đoạn sau của việc sản xuất bia đòi hỏi cả làm sạch về vật lý và cả vi sinh. Tất cả các thiết bị lên men đều phải được tiệt trùng trước khi sử dụng. Thông thường thì khử trùng bằng nhiệt khó thực hiện, do đó phương pháp sử dụng các chất khử trùng hoá học đã được lựa chọn. Việc lựa chọn chính xác chất khử trùng hoặc kết hợp nó với xà phòng cho mỗi thiết bị lên men là một việc

làm phức tạp và tùy từng thiết bị. Thanh trùng bằng nhiệt chỉ có hiệu quả khi đun nóng hoa houblon, trong quá trình này các chất hoá học ảnh hưởng đến hoa houblon và dịch đường phải đảm bảo vô trùng. Trong quá trình cuối thì ảnh hưởng của việc thanh trùng bằng chất hoá học vẫn có thể gia tăng hoặc vận hành ở nhiệt độ 40 - 60°C đáng tin tưởng hơn ở các nhiệt độ khác, điều này đặc biệt có lợi đối với những hệ thống làm sạch tự động. Biện pháp xử lý nhiệt cuối cùng là thanh trùng Pasteur, có thể làm chết các vi sinh vật gây nhiễm và ảnh hưởng xấu đến mùi thơm. Trong thực tế nó được thiết kế để loại bỏ ít các nấm men nuôi cấy sống hơn các vi khuẩn gây hại, và những con số vượt quá như là tỉ lệ vi sinh vật gây nhiễm sống sót trong lần lọc bia cuối cùng thể hiện ở tủ hấp Pasteur sẽ loại bỏ cả quá trình. Portno (1986) đã đưa ra các nguyên tắc của phương pháp thanh trùng Pasteur và một số phương pháp thanh trùng bia khác.

Quá trình loại bỏ vi khuẩn gây hại phát hiện ra thường đòi hỏi việc kiểm tra các nguồn có thể gây nhiễm một cách rộng rãi. Cuối cùng là việc loại bỏ các nấm men dại gây nhiễm là phụ thuộc vào kinh nghiệm và cảm giác tốt của người lên men và các nhà quản lý chất lượng vi sinh trong quá trình sản xuất bia và trách nhiệm của đội ngũ kỹ thuật cùng công nhân sản xuất từ khâu nhân giống nấm men thuần khiết đến khâu vệ sinh, tẩy rửa và sát trùng cẩn thận nhà xưởng thiết bị và đường ống, con người... trong từng công đoạn sản xuất của nhà máy bia và mức độ quản lý chặt chẽ theo HACCP và CCPs (điểm lấy mẫu cần thiết để kiểm tra thường xuyên) nếu đạt yêu cầu thì làm giảm tối thiểu quá trình nhiễm tạp vi sinh vật lạ vào bia và duy trì chất lượng ổn định cho sản phẩm và an toàn cho người uống bia, mang lại uy tín cho khách hàng và hiệu quả kinh tế cho nhà máy.

Chương 9

LỌC TRONG VÀ BẢO HÒA CO₂

9.1. CÁC PHƯƠNG PHÁP LÀM TRONG BIA

Bia sau quá trình lên men phụ đủ đã qua quá trình tách cặn và xác men nhưng vẫn còn chứa nhiều nấm men dư thừa và các chất kết tủa khác có nguồn gốc từ quá trình nấu đường hóa và đun hoa hoặc được tạo ra từ quá trình lên men. Để có được một sản phẩm được người tiêu dùng chấp nhận cần làm trong bia, có nghĩa tách các thành phần cặn kết tủa và nấm men dư thừa ra khỏi bia tạo cho bia sản phẩm có độ trong nhất định.

Thông thường có các phương pháp làm trong bia như sau:

- Lắng: dựa trên tác dụng của trọng lực, bản thân các hạt cặn, kết tủa sẽ lắng dần và tách ra khỏi bia.

- Ly tâm: sử dụng lực ly tâm để tách các chất kết tủa có khối lượng ra khỏi bia

- Lọc: sử dụng bộ phận lọc (màng lọc, lớp lọc) để phân tách cặn ra khỏi dịch bia

Trong 3 phương pháp trên, phương pháp lọc là có hiệu quả và thông dụng nhất.

9.1.1. Lắng trong bia

Nếu bia được giữ ở nhiệt độ thấp trong một khoảng thời gian đủ dài, các hạt cặn sẽ lắng dần và làm bia trở nên trong (tuân theo định luật Stoke). Theo định luật này, những hạt lớn và nặng sẽ lắng nhanh hơn những hạt nhỏ nhẹ, và các hạt sẽ lắng tốt nhất trong chất lỏng có tỷ trọng và độ nhớt thấp. Phương trình của định luật Stoke như sau:

$$V_g = \frac{d^2 \times (\rho_v - \rho_l) \times g}{18 \times \mu}$$

Trong đó V_g là vận tốc lắng giới hạn của một hạt dưới tác dụng của lực hấp dẫn; d là đường kính của hạt; ρ_v là tỷ trọng của hạt, ρ_l là tỷ trọng của chất lỏng; g là gia tốc phụ thuộc vào trọng lực; và μ là độ nhớt của chất lỏng.

Phương pháp lắng trong tuy đơn giản và có thể kết hợp đồng thời với quá trình lên men phụ (ở nhiệt độ thấp) có tách cặn và men định kỳ nhưng thời gian cần thiết để đảm bảo bia có một độ trong nhất định thường dài. Hiện nay, xu hướng làm trong bia này thường được sử dụng trong các cơ sở sản xuất bia “nhà hàng” với thời gian để lắng khá lâu. Hơn nữa phương pháp này không thể tách được cặn triệt để, đặc biệt là những dạng cặn lơ lửng.

9.1.2. Ly tâm

Sử dụng biện pháp ly tâm, các hạt huyền phù và nấm men dưới tác dụng của lực ly

tâm sẽ văng ra xa, nhờ vậy tách được chúng ra khỏi bia.

Phương pháp này được sử dụng khi lượng nấm men có trong bia cần lọc rất nhiều (lên men nổi, chu kỳ lên men ngắn).

Máy ly tâm cần đảm bảo phải kín (không có sự xâm nhập của không khí), giá thành của máy hợp lý.

Sử dụng máy ly tâm để làm trong bia có ưu điểm rút ngắn thời gian và có thể sử dụng trước khi đưa bia vào lên men phụ. Với phương pháp ly tâm cho phép giảm lượng nấm men xuống ít hơn 500.000 tế bào/ml.

Tuy vậy, máy ly tâm ít được sử dụng để làm trong bia trong công đoạn cuối vì dưới tác dụng của lực ly tâm, có thể bia sẽ bị nóng lên (nhiệt độ của bia có thể tăng lên từ 1 - 2°C) và do một số nhược điểm như sau :

- Vốn đầu tư cao.
- Máy ly tâm cần được bảo dưỡng thường xuyên.
- Có nguy cơ hoà tan O₂.
- Hao hụt nhiều.
- Áp suất tăng đột ngột (cần thiết phải có thùng điều khiển áp suất).

9.1.3. Lọc trong bia

Quá trình lọc trong bia nhằm 3 mục đích:

- Tạo độ trong *lóng lánh* cho bia.
- Loại bỏ đáng kể số lượng các vi sinh vật bao gồm nấm men vẫn còn tồn tại sau quá trình tàng trữ có khả năng làm đục bia.

Loại bỏ các phức chất protein, các hạt dạng keo polyphenol, polysaccarit và protein ít tan, những chất này làm bia rất nhanh đục, nhờ vậy làm bia trở lên ổn định hơn.

9.1.3.1. Nguyên tắc lọc bia

Có 2 cơ chế để tách huyền phù và tế bào nấm men ra khỏi bia :

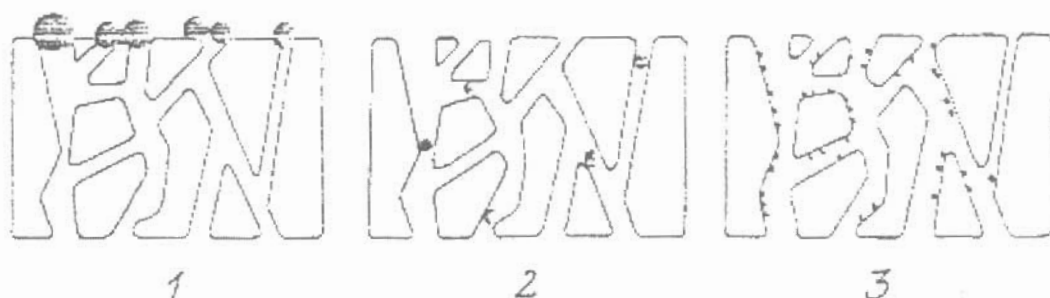
Cơ chế sàng: Giữ lại tất cả các hạt có kích thước lớn hơn kích thước của vật liệu lọc một cách cơ học như cơ cấu sàng, trong đó lớp vật liệu lọc đóng vai trò như một mặt sàng. Các hạt huyền phù có thể bị giữ ngay trên bề mặt của lớp vật liệu lọc hoặc bị giữ bên trong lớp vật liệu lọc tùy theo kích thước của chúng.

Cơ chế hấp phụ: Cơ chế này cho phép giữ lại các hạt huyền phù có kích thước nhỏ hơn kích thước của các lỗ trong vật liệu lọc, dựa trên sự hấp phụ các hạt đó với vật liệu lọc. Thông thường tương tác hấp phụ này là lực tĩnh điện, như trường hợp các chất đáng hoà tan bị giữ lại.

Ở đây có thể chia thành 2 nhóm:

- Lọc bề mặt: Các huyền phù bị giữ ngay trên bề mặt của lớp vật liệu lọc.

Lọc sâu: Huyền phù bị giữ lại bên trong lớp bề mặt lọc, do cơ chế sàng và do sự hấp phụ.



Hình 9.1. Cơ chế của quá trình lọc:

1- lọc bề mặt; 2- lọc bề sâu (các hạt bị giữ lại một cách cơ học); 3- lọc bề sâu kết hợp hấp phụ.

9.1.3.2. Vật liệu lọc (môi trường lọc)

Để tách cặn huyền phù ra khỏi dịch người ta có thể sử dụng các dạng vật liệu lọc như sau:

- Các sàng bằng kim loại được đục lỗ hoặc có cấu tạo với các rãnh nhỏ.
- Các tấm lọc bằng kim loại hoặc bằng vải: trong đó với tấm lọc bằng kim loại dễ dàng vệ sinh hơn so với các tấm lọc bằng vải.
- Các tấm lọc bằng xenluloza, bằng bông, bằng sợi thủy tinh.

Các màng lọc bằng các sợi hữu cơ như polyamit, polyurathan, polyacrylat... Các màng này thường rất mỏng (0,02 - 1 μm) nên được phủ lên một khung đỡ tránh bị rách. Dạng màng lọc này thường có kích thước lỗ lọc rất nhỏ (có thể tới 0,001 - 0,1 μm), do vậy thường được sử dụng để lọc vô trùng.

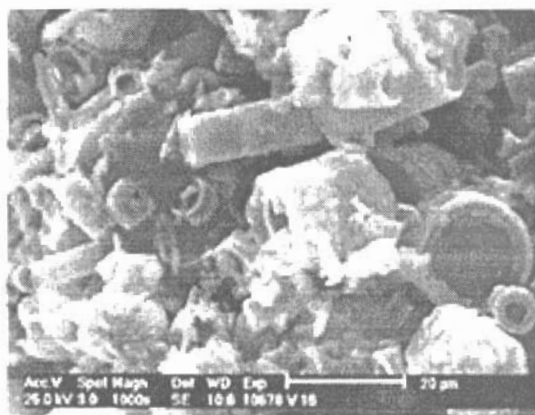
Ngày nay phương pháp được sử dụng phổ biến trong lọc bia là dùng lọc đĩa, lọc nền hay lọc khung bản có sử dụng các bột trợ lọc.

9.1.3.3. Bột trợ lọc

Có 2 dạng chất trợ lọc có nguồn gốc khác nhau:

* *Kieselguhr* hay *diatomit*

Đây là một dạng hóa thạch của một loại tảo đơn bào có chứa silic oxit, gọi là diatomit với 15000 loại khác nhau. Đá diatomit thô chứa từ 25 đến 60% nước tùy theo từng vùng. Kích thước của nó có thể



Hình 9.2. Bột trợ lọc diatomit.

thay đổi từ 1 đến 200 μm (hình 9.2). Độ xốp là một tính chất rất quan trọng của diatomit, hơn 90% bề mặt của các hạt nhỏ là các khoảng trống.

Diatomit thô chưa nung, có màu xám. Sau khi nung nó trở thành màu hồng. Đối với một số loại, có thể tạo ra bằng cách nung diatomit có liên kết với các vỏ, các mai của một số động vật biển có chứa nhiều silic và bổ sung thêm từ 3 đến 10% kiềm nóng chảy với mục đích là cải thiện vận tốc lọc của diatomit. Diatomit nung với vôi có màu trắng, hạt có kích thước từ 2 đến 3 μm .

Có rất nhiều thông số đánh giá chất lượng của diatomit:

- Độ thấm thấu.
- Độ xốp.
- Tổn thất khi nung.
- Thành phần chất tan.

Hiện nay, trên thế giới đang sử dụng một số bột diatomit có các thông số tốc độ lọc tương đối và độ trong tương đối so với loại diatomit Filter Cel (coi tốc độ lọc và độ trong tương đối là 100%) (bảng 9.1).

Bảng 9.1. Một số loại bột diatomit được sử dụng trên thế giới hiện nay

Loại diatomit	Tốc độ lọc tương đối *	Độ trong tương đối *	Mục đích sử dụng
Filter - Cel	100	100	Lọc tinh với độ trong cao
Celite 577 và 505	115	98	
Standard			Sử dụng để lọc bia có độ trong trung bình
Super – cel	213	85	
Celite 512	326	76	
Hyflo			Lọc thô
Super cel	534	58	
Celite 503	910	42	
Celite 535	1269	35	
Celite 545	1830	32	
Celite 560	2670	29	

* Coi loại diatomit Filter cel có tốc độ lọc và độ trong của dịch thu được là 100%.

* *Peclit*

Ở trạng thái tự nhiên peclit là nham thạch đặc, chủ yếu có ở Châu Mỹ, Hy Lạp. Đây là một chất khoáng bao gồm natri, kali và nhôm silicat.

Khi nung peclit đến 800 - 1100°C, nước liên kết được giải phóng và vật liệu nở ra từ 20 đến 30 lần. Nghiền và phân loại theo kích thước hạt cho phép thu nhận các sản phẩm có chất lượng và đặc tính khác nhau về kích thước hạt và độ thấm thấu. Ngược với kieselgur, cấu trúc của peclit không xốp, hiệu quả lọc của peclit dựa trên cấu trúc tế bào của nó (hình 9.3). Hơn nữa ở pH thấp, peclit có thể bị hòa tan và giải phóng các ion sắt, vì vậy peclit thường được sử dụng trong lọc dịch đường khi pH của dịch đường từ 5,4 - 5,5.



Hình 9.3. Peclit.

Bảng 9.2. Thành phần hoá học của các chất trợ lọc

	Diatomit (% khối lượng)			Peclit (% khối lượng)
	Không nung	Có nung	Nung khô	
SiO ₂	86,8	91	87,9	74,7
Al ₂ O ₃	4,1	4	4	13,2
Fe ₂ O ₃	1,6	1,5	1,5	0,7
P ₂ O ₅	0,2	0,2	0,2	vết
CaO	1,7	1,4	1,4	0,8
MgO	0,4	0,4	0,4	0,03
Na ₂ O+K ₂ O	1,1	1,1	1,1	9,3

9.1.3.4. Các tác nhân làm bền keo cho bia

a) Bản chất kết tủa keo

Kết tủa keo trong bia được chia thành 2 nhóm chính: kết tủa lạnh (thuận nghịch) và kết tủa bền (bất thuận nghịch).

Kết tủa lạnh được định nghĩa là kết tủa xuất hiện khi bia được làm lạnh và hòa tan trở lại khi nhiệt độ tăng tới 20°C. Theo thời gian, kết tủa lạnh có thể chuyển thành các kết tủa bền không hòa tan gây đục cho bia.

Kết tủa lạnh được cấu tạo bởi các sản phẩm thủy phân protein có phân tử lượng cao với các phân tử polyphenol bằng những liên kết lỏng lẻo. Liên kết này có thể bị phá khi nhiệt độ được nâng lên. Trong bia luôn tồn tại các thành phần này và chuyển động theo quỹ đạo bất kỳ (chuyển động Brown) trong bia, va chạm vào nhau tạo thành liên kết hydro với nhau và nhờ vậy tăng dần kích thước cho tới khi hình thành nên các kết tủa có thể nhìn thấy được.

Các yếu tố ảnh hưởng tới sự hình thành kết tủa keo trong bia gồm có:

- Nhiệt độ bảo quản: khi nhiệt độ này tăng, tốc độ hình thành kết tủa sẽ tăng. Vì lý do

này mà sự thanh trùng sẽ hình thành các kết tủa.

- Sự oxy hóa làm tăng tốc độ hình thành kết tủa lên khoảng 5 lần.

- Ion kim loại nặng cũng tăng cường sự tạo thành kết tủa.

- Sự vận chuyển bia làm tăng sự chuyển động của các thành phần, tăng số lượng va chạm nên cũng tăng sự hình thành kết tủa.

Do tác động của những yếu tố trên, đặc biệt là sự tác động của oxy, kết tủa lạnh sẽ nhanh chóng trở thành kết tủa bền vững.

Thành phần của 2 loại kết tủa lạnh và kết tủa bền là như nhau, nhưng thời gian hình thành nên kết tủa bền thường lâu hơn, khoảng vài tuần sau khi chiết bia. Để kéo dài hạn sử dụng của bia thành phẩm cần kéo dài thời gian hình thành kết tủa bền bằng các biện pháp sau:

- Bảo quản bia ở nhiệt độ thấp.

- Loại bỏ và hạn chế sự xâm nhập của oxy.

- Hạn chế sự vận chuyển bia.

- Tránh ánh sáng trong quá trình bảo quản bia.

Một biện pháp hạn chế sự hình thành kết tủa keo trong bia hiện nay hay được sử dụng đó là dùng các tác nhân làm bền keo. Các tác nhân này có thể ngăn chặn được sự hình thành kết tủa bởi chúng sẽ loại bỏ các thành phần gây kết tủa ra khỏi bia. Các tác nhân được sử dụng phổ biến hiện nay là silicagel và polyvinylpolypirrolidol (PVPP).

b) Silicagel

Các chế phẩm silicagel có thể liên kết với các chuỗi polypeptit nhưng không làm thay đổi khả năng tạo bọt của bia. Silicagel được tạo ra từ axit sunfuric và natri silicat. Chế phẩm tạo thành phải có kích thước các mao quản từ 3 - 3,5 μm mới đảm bảo sự hấp phụ các polypeptit tốt. Lượng sử dụng từ 50 - 150 g/hl được bổ sung vào thiết bị hòa bột trợ lọc trước khi lọc bia.

Có 2 loại silicagel dựa theo hàm lượng ẩm trong đó: hydrogel với hơn 50% ẩm và exogel có dưới 5% ẩm.

c) Polyvinylpolypirrolidone (PVPP)

PVPP là một axit hữu cơ không tan mà chỉ trương nở trong các dung môi và nước. PVPP là tác nhân loại bỏ một cách chọn lọc các hợp chất polyphenol. Các liên kết hydro hình thành giữa PVPP và các hợp chất polyphenol bền ở pH axit, kém bền với pH kiềm, vì vậy để tái sử dụng PVPP có thể sử dụng môi trường kiềm. Hàm lượng PVPP sử dụng 50 g/hl bia.

9.1.3.5. Máy lọc bia

Có nhiều dạng máy lọc khác nhau và cách thức sử dụng cũng khác nhau tùy theo quá trình sản xuất bia và mục đích bảo quản.

Người ta có thể phân ra thành các loại sau:

* Máy lọc có sử dụng bột trợ lọc Kieselgur (diatomit):

- Máy lọc khung bản.
- Máy lọc lưới kim loại.
- Máy lọc nển.

* Máy lọc không sử dụng bột trợ lọc :

- Máy lọc khối.
- Máy lọc tấm.
- Máy lọc màng.

a. Máy lọc có sử dụng bột trợ lọc

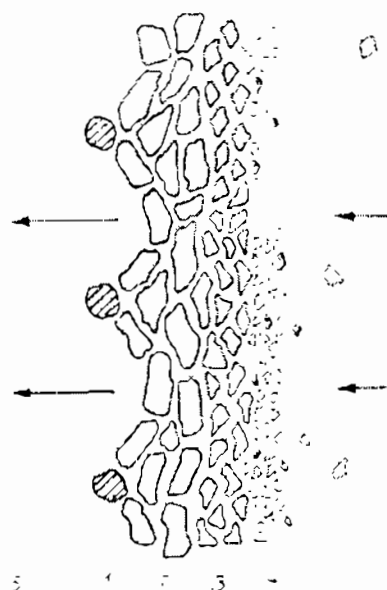
Trong các thiết bị lọc loại này, bột trợ lọc được sử dụng để phủ lên các vật liệu lọc (hình 9.4). Quá trình lọc sẽ diễn ra qua 2 bước chính: phủ bột lọc và lọc bia.

Quá trình phủ bột trợ lọc có vai trò quan trọng đối với việc lọc trong bia. Vật liệu lọc thường có lỗ kích thước từ 70 - 100 μm , lớn hơn từ 2 - 4 μm so với kích thước của hạt bột trợ lọc diatomit nhỏ. Do đó quá trình phủ bột trợ lọc nhằm mục đích sắp xếp các hạt diatomit theo một trình tự nhất định trên bề mặt vật liệu lọc để tăng hiệu quả lọc.

Để đảm bảo quá trình lọc có hiệu quả, sau khi phủ bột trợ lọc, lớp bột này phải hình thành các lớp phân bố trên bề mặt vật liệu lọc như sau:

- Lớp bột đầu tiên: gồm những hạt bột có kích thước lớn nhất, sát với vật liệu lọc có nhiệm vụ ngăn cản các hạt bột có kích thước nhỏ hơn lọt qua. Lớp bột trợ lọc này được tạo thành bằng cách tuần hoàn nước bài khí hoặc bia trong có chứa bột trợ lọc thô qua máy lọc với áp suất 2 - 3 bar. Thông thường, lớp bột này chiếm 700 - 800 g/m^2 bề mặt lọc, sử dụng 70% tổng lượng bột trợ lọc.

- Lớp bột thứ 2: gồm những hạt bột trợ lọc có kích thước trung bình, lớp này đảm bảo bia lọc ra có độ trong đảm bảo. Để tạo ra lớp bột trợ lọc này, người ta vẫn sử dụng cách tương tự như đối với lớp bột lọc đầu tiên nhưng với bột có độ mịn hơn. Các lớp bột trợ lọc phải đảm bảo phân bố đều trên toàn bộ bề mặt lọc với tổng lượng bột sử dụng 1000 g/m^2 , dày 2 - 3 mm. Tổng thời gian phủ bột trợ lọc mất 15 - 20 phút.



Hình 9.4. Cấu trúc các lớp bột lọc:

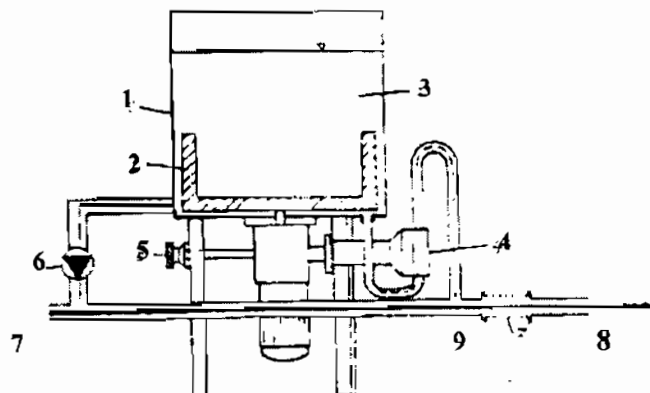
1- khung kim loại; 2- lớp phủ lọc thứ nhất; 3- lớp phủ lọc thứ 2; 4- bột trợ lọc bổ sung.

- Trong quá trình lọc chính, bột trợ lọc vẫn liên tục được bổ sung vào cùng với bia cần lọc với một lượng xác định nhờ một hệ thống bơm định lượng. Chính lượng bột này duy trì độ thấm qua của lớp áo bột lọc để đảm bảo tốc độ dòng chảy của dịch lọc ra không đổi. Lượng bột bổ sung thêm trong quá trình lọc thường từ 60 - 120 g/hl bia trong đó 2/3 là bột lọc có độ mịn trung bình và 1/3 là bột lọc mịn.

Thiết bị hòa bột và bổ sung bột trợ lọc

Nguyên tắc cấu tạo và làm việc của thiết bị hòa và bổ sung bột trợ lọc được thể hiện trên hình 9.5

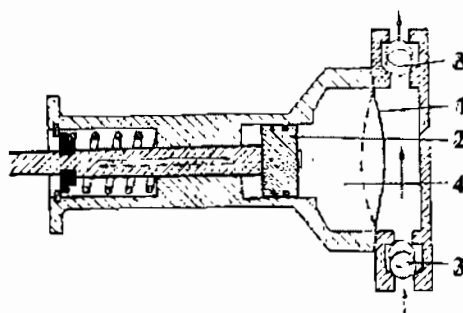
Thiết bị này có cấu tạo gồm một bình chứa dịch bột hòa trộn 1, nhờ cánh khuấy cơ học 2 để tạo ra trạng thái huyền phù của bột trợ lọc. Dịch huyền phù này, khi phủ bột được bơm bằng một bơm ly tâm 6. Trong quá trình lọc bia, bột trợ lọc được bổ sung đều đặn vào đường dẫn bia chính bằng bơm định lượng 4 theo đường 9, sau đó qua một kính quan sát và theo đường 8 sang máy lọc. Bộ phận 5 là một vít để điều chỉnh lưu lượng của bơm định lượng.



Hình 9.5. Cơ cấu hòa bột và bổ sung bột trợ lọc:

1- thùng hòa bột; 2- cánh khuấy; 3- hỗn hợp bột trợ lọc và bia; 4- bơm định lượng; 5- điều chỉnh lưu lượng bơm định lượng; 6- bơm tuần hoàn; 7- bia từ tank lên men; 8- bia sang máy lọc; 9- đường bổ sung bột trợ lọc.

Bơm định lượng bột trợ lọc có cấu tạo là dạng bơm piston màng (hình 9.6). Bơm này có thể bơm chính xác lượng bột nhờ cơ cấu piston 2 với bộ phận chính là màng cao su 1, màng cao su này có thể dao động được nhờ piston. Khoảng trống 4 chứa dầu silicon, do vậy bất kể khi piston chuyển động đều tác động tới màng cao su, tạo ra lực hút và đẩy dịch huyền phù bột trợ lọc qua bơm. Lưu lượng của bơm có thể điều chỉnh được nhờ núm xoay có khắc số (bộ phận 5 trên hình vẽ 9.5), khi đó chu trình làm việc của piston sẽ được tăng lên (tương ứng với trường hợp lưu lượng bơm tăng lên) và giảm đi (với trường hợp lưu lượng bơm giảm đi).



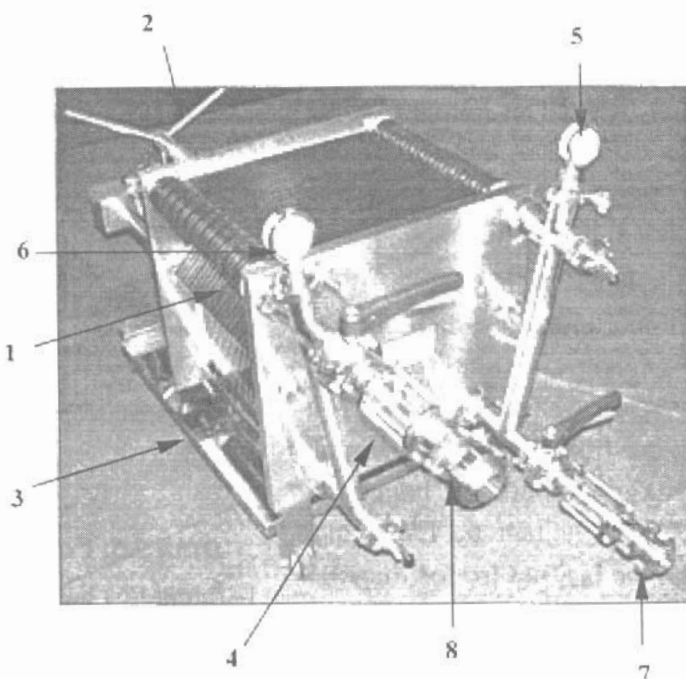
Hình 9.6. Cấu tạo bơm định lượng:

1- màng cao su; 2- piston;
3- van bi; 4- dầu silicon.

Thùng hòa bột và bơm định lượng bột trợ lọc thường lắp thành một hệ thống độc lập với các máy lọc. Do vậy hệ thống này có thể được lắp với các máy lọc khung bản, lọc đĩa hay máy lọc nền.

♦ **Máy lọc khung bản:**

- 1- Khung - bản;
- 2- Vít ép khung bản;
- 3- Khay hứng bia;
- 4- Kính quan sát độ trong;
- 5- Đồng hồ đo áp suất bia vào máy lọc;
- 6- Đồng hồ đo áp suất bia ra khỏi máy lọc;
- 7- Đường dẫn bia vào máy lọc;
- 8- Đường dẫn bia ra khỏi máy lọc.



Hình 9.7. Thiết bị lọc khung bản.

Nguyên tắc làm việc của máy lọc khung bản

Một máy lọc khung bản bao gồm các khung và bản được ngăn với nhau bằng các tấm giấy lọc phủ cả 2 phía của bản. Sau khi các khung và bản được ép sát nhau, khoảng không giữa các khung sẽ là nơi chứa huyền phù bột trợ lọc và bia cần lọc. Lớp áo bột trợ lọc sẽ được phủ lên bề mặt giấy lọc, bia trong được lọc và đi qua các tấm bản và ra ngoài.

Máy dạng này có thể có bề mặt lọc lên đến 20 - 400 m², hiệu suất của máy từ 70 đến 1000 hl/h với khoảng 3,5 hl/m² bã lọc. Máy có thể chịu được áp suất lên đến 6 - 8 kG.

Ưu điểm:

- Bề mặt lọc lớn.
- Dịch lọc trong và loại bỏ được nấm men.
- Tấm đỡ có thể thay thế dễ dàng.
- Lọc được các cặn bẩn.
- Không cần người có chuyên môn cao.

Nhược điểm:

- Cần nhiều thời gian vệ sinh.
- Phải thay thế tấm đỡ theo chu kỳ.
- Giá thành tấm đỡ cao.
- Dịch chảy nhiều, phân bố không đồng đều.
- Phải tháo khung bản khi cần giảm áp suất.

Khi sử dụng máy, trước khi khởi động máy, cần thiết phải kiểm tra các vấn đề sau:

- Các tấm giấy lọc phải được lắp đúng chiều: bề mặt nhẵn được lắp về phía khung, bề mặt phẳng được hướng về phía bản. Tấm lọc đặt không đúng hướng có nguy cơ gây ra hiện tượng: các sợi nhỏ và hạt nhỏ diatomit sẽ đi vào dịch lọc, đồng thời làm giảm hiệu suất lọc do thiếu độ xốp dẫn đến máy bị tắc.

- Sự cân đối của máy lọc.
- Không sục CO_2 ở giữa bơm và máy lọc (có nguy cơ diatomit và nấm men đi vào dịch trong).

♦ **Máy lọc đĩa**

Thiết bị lọc đĩa có cấu tạo chính bao gồm một vỏ hình trụ nằm ngang hoặc thẳng đứng có chứa một trục rỗng trên đó gắn rất nhiều đĩa làm nhiệm vụ lọc. Các đĩa này được gắn trên một trục rỗng có nhiệm vụ dẫn bia trong. Trên bề mặt đĩa có các rãnh hoặc đục lỗ, đây chính là các bề mặt phủ bột trợ lọc.

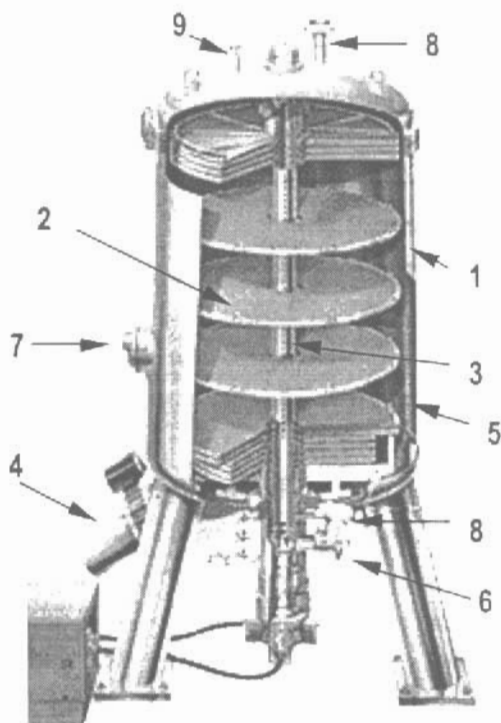
Có một số loại thiết bị lọc đĩa như sau:

- Thiết bị lọc đĩa thẳng đứng (hình 9.8): Thân hình trụ đặt thẳng đứng, các đĩa được đặt nằm ngang.

- Thiết bị lọc đĩa ngang: Thân hình trụ đặt nằm ngang, đĩa lọc được gắn thẳng đứng.

- Thiết bị lọc đĩa quay: Trong quá trình lọc, các đĩa lọc quay với vận tốc 350 đến 450 vòng trên phút.

Các đĩa lọc được chế tạo bằng sắt crom nickel với kích thước các lỗ trên đó



Hình 9.8. Máy lọc đĩa:

1- vỏ thiết bị; 2- đĩa lọc; 3- trục gắn đĩa, dẫn bia trong; 4- đường tháo bột khi rửa; 5- hệ thống phun rửa; 6- bia trong ra; 7- cửa quan sát; 8- bia đục vào; 9- đường sục khí nén.

là 50 đến 80 μm . Trong trường hợp đĩa nằm ngang (thiết bị lọc thẳng đứng), bột trợ lọc chỉ bám ở mặt trên của đĩa (hình 9.9). Đối với thiết bị lọc ngang, bột trợ lọc có thể được phủ cả hai phía của đĩa. Tuy nhiên, đối với đĩa nằm ngang, lớp bột phủ lên đĩa tốt hơn so với đĩa đặt thẳng đứng bởi bột có thể không bám dính tốt lên các đĩa đặt đứng.

Bia và bột trợ lọc được bơm vào máy, bột trợ lọc sẽ phủ ở phía bên ngoài của các đĩa, bia trong được lọc qua các lớp bột trợ lọc và đi vào bên trong các đĩa và được gom vào đường dẫn giữa trục để đi ra ngoài theo.

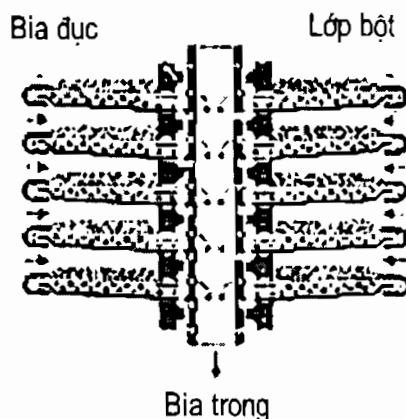
Khi rửa bột trợ lọc, nước được phun lên các bề mặt đĩa nhờ hệ thống gắn phía bên trong vỏ máy, thường hệ thống phun nước là các thành trụ hình chữ U, được đục lỗ có thể quay xung quanh các đĩa nhờ động cơ gắn phía dưới hoặc phía trên máy lọc (hiện nay các thiết bị lọc do Việt Nam chế tạo thường đặt động cơ này phía trên đỉnh máy). Trong quá trình quay, nước đồng thời được phun vào và nhờ vậy xung quanh các đĩa đều được phun rửa. Bột trợ lọc tách ra khỏi đĩa sẽ được tháo ra theo đường tháo bột thải phía dưới thiết bị. Tuy nhiên cũng có thể cố định hệ thống phun nước rửa và quay các đĩa lọc.

Bề mặt lọc của máy lọc loại này có thể lên đến 10 đến 200 m^2 . Hiệu suất của máy là 5 $\text{hl}/\text{m}^2/\text{h}$ với hiệu suất tối đa lên tới 1000 hl/h tùy theo từng loại máy. Chu kỳ lọc của máy là 6 đến 9 h.

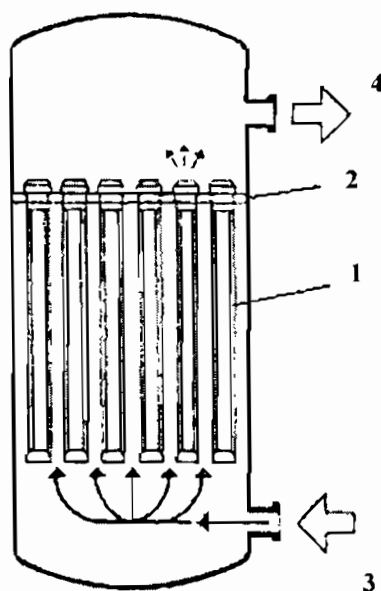
Những máy có bề mặt lọc lớn hơn 45 m^2 phải có 2 cửa vào để chất trợ lọc được phân bố đồng đều khi tạo màng lọc. Các máy lọc này có thể hoạt động tốt với áp suất tối đa lên đến 6 - 8 at.

♦ Lọc nén

Máy lọc nén là một thiết bị hình trụ, đáy còn đặt thẳng đứng, trong đó có chứa các ống lọc được gắn vào cùng một tấm vì ngăn cách giữa vùng dịch chưa lọc và dịch đã lọc (hình 9.10). Các nén lọc cũng có thể được gắn với một



Hình 9.9. Nguyên tắc làm việc của đĩa lọc.

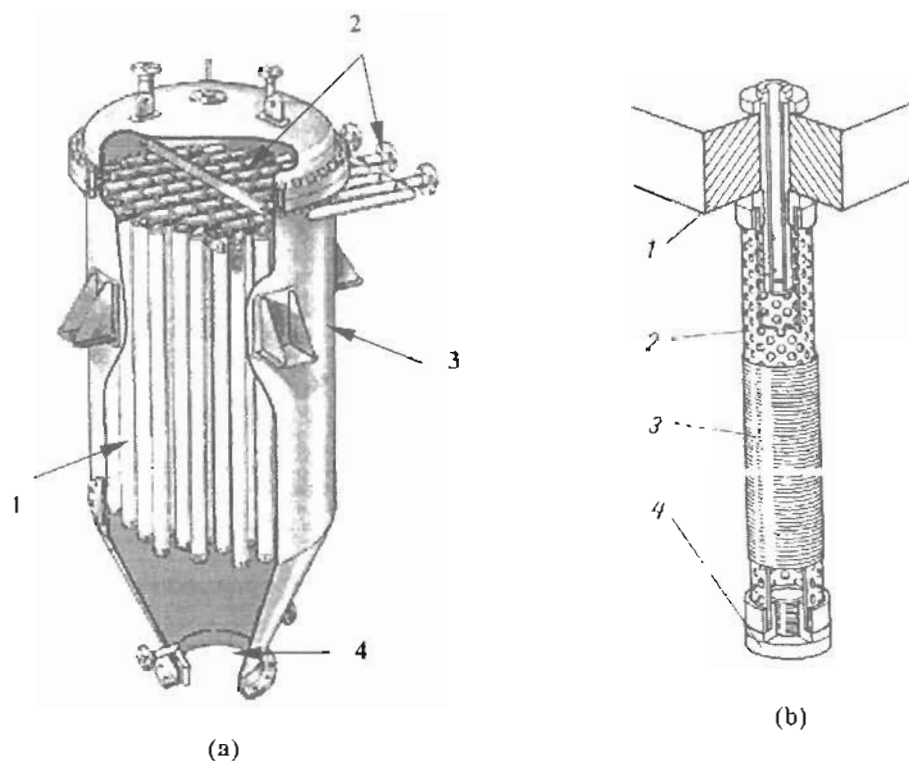


Hình 9.10. Nguyên tắc làm việc của máy lọc nén:

1- nén lọc; 2- vì gắn nén lọc; 3- đường bia đục vào; 4- đường bia trong ra.

hệ thống các ống dẫn bia trong thay thế cho các vỉ ngăn này.

Khi làm việc, bia và bột trợ lọc được bơm vào thiết bị theo đường 3, bột sẽ phủ lên trên bề mặt các cột lọc, bia trong sẽ đi qua lớp bột trợ lọc này và đi vào tâm của cột lọc sau khi đã được tách các kết tủa và cặn. Bia trong theo tâm ống được dẫn lên khoang phía trên và đi ra ngoài theo đường 4.



Hình 9.11. Máy lọc nền (a) và nền lọc (b):

- a) 1- nền lọc; 2- hệ thống ống gom bia; 3- vỏ thiết bị; 4- đường xả bột.
b) 1- vỉ đỡ; 2- ống rỗng đục lỗ; 3- sợi kim loại cuốn quanh; 4- vít xiết.

Các cột lọc có thể được cấu tạo là những sợi kim loại hình nêm được cuốn quanh một ống rỗng đục lỗ sao cho cách nhau một khoảng xác định từ 50 - 80 μm (hình 9.11 b). Chiều dài của sợi dây có thể tới 2 m.

Trong một máy lọc nền có thể có tới 700 cột lọc như vậy tạo ra một bề mặt lọc rất lớn. Tùy theo kích thước của cột lọc mà bề mặt lọc có thể khác :

- Với cột đường kính 25 mm, dài 1,5 m, diện tích lọc là 0,118 m^2
- Với cột đường kính 30 mm, dài 1,5 m, diện tích lọc là 0,141 m^2
- Với cột đường kính 35 mm, dài 2 m, diện tích lọc là 0,220 m^2

Ngoài ra các cột lọc cũng có thể được cấu tạo bằng thép không gỉ với các lỗ lọc dạng khe hoặc bao gồm nhiều vành thép không gỉ gắn cách nhau một khoảng nhất định. Các rãnh

của ống có đục lỗ cho phép hút dịch và thoát dịch trong được thực hiện ở đầu trên.

Ưu điểm:

- Bề mặt lọc tăng dần do sự bồi đắp liên tục bột trợ lọc
- Các bộ phận lọc không di chuyển.
- Bề mặt lọc không bị thay thế định kỳ.
- Có thể tự động hoá.
- Giảm hàm lượng oxy xâm nhập.
- Dễ dàng lắp đặt.

Nhược điểm:

- Rất nhạy cảm với sự tăng áp suất đột ngột .
- Chu trình lọc ngắn.
- Không thể tăng năng suất bằng cách tăng bộ phận lọc.
- Tiêu thụ lượng nước rửa lớn.
- Khó khăn trong việc rửa và bảo dưỡng các nền lọc.
- Việc tháo dỡ phức tạp đối với các nền dạng cốc.
- Có nguy cơ bị biến dạng khi siết chặt các nền dạng cốc.
- Có nguy cơ bị đứt vòng đỡ của dải trên các nền dạng sợi quấn thành hình xoắn ốc.

Các công đoạn chính trong chu trình làm việc của máy lọc nền bao gồm:

- Bơm nước đã bão khí vào dây thiết bị lọc để đuổi khí.
- Hòa bột trợ lọc với nước và bơm tuần hoàn vào thiết bị lọc trong 10 phút cho tới khi lớp lọc thứ nhất được hình thành. Lớp bột trợ lọc thứ 2 cũng sẽ được phủ tiếp theo bằng cách tương tự.

- Lọc bia từ thùng lên men.

- Trong quá trình lọc, thường xuyên bổ sung bột trợ lọc. Sự chênh lệch áp suất giữa đầu vào và ra của máy lọc sẽ tăng dần.

- Kết thúc quá trình lọc, dùng nước đã bão khí hoặc dùng CO₂ để đẩy bia ra khỏi máy lọc.
- Sục khí từ trong phía bên trong nền lọc để tách lớp bột lọc và cặn bẩn ra khỏi nền lọc.
- Sử dụng nước có kết hợp sục khí nén định kỳ để rửa.

- Cuối cùng rửa lại toàn bộ hệ thống đường ống và máy lọc bằng nước nóng để chuẩn bị cho lần lọc tiếp theo.

Đối với các máy lọc khác, quy trình làm việc cũng diễn ra tương tự, chỉ khác công đoạn rửa bề mặt lọc.

- Đối với lọc khung bản, để rửa các tấm giấy lọc, thông thường sục ngược khí hoặc nước từ đường bia ra của thiết bị, hoặc tháo các khung bản và phun nước trực tiếp lên các tấm giấy lọc để rửa triệt để hơn.

- Đối với thiết bị lọc đĩa, lớp cặn bẩn và bột trợ lọc được tách ra bằng cách sử dụng hệ thống phun rửa có kết hợp chuyển động quay của các đĩa.

b) Máy lọc không sử dụng bột trợ lọc

♦ **Máy lọc khối**

Máy lọc khối (mass filter) là thiết bị lọc được sử dụng nhiều trước đây, hiện nay không được sử dụng nữa.

Trong thiết bị lọc này, bia được dẫn qua một khối vật liệu lọc dày khoảng 6 cm bằng vật liệu bông có bổ sung 1% amiăng để tăng mức độ trong cho dịch lọc. Vật liệu lọc này được nén thành khối đặc và được đặt trong máy lọc. Máy lọc dạng khối vận hành theo nguyên tắc giống máy lọc dịch đường, nhưng vải lọc được thay thế bằng khối lọc. Máy lọc khối có khả năng hấp thụ và sàng tốt nhờ bề dày của khối lọc. Do lọc chậm, người ta thu được một ít bia gần như tiệt trùng với điều kiện là các khối lọc được ép đều nhau và các tấm đệm hoàn toàn kín. Năng suất thiết bị lọc khối có thể đạt tới 68 hl/m² diện tích lọc trong một giờ.

Ngày nay, do cấm sử dụng amiăng nên thiết bị lọc dạng này không còn được sử dụng. Hơn nữa máy lọc khối còn có nhược điểm cần nhiều thao tác cho các công đoạn như tháo, rửa, sắp xếp các khối lọc dẫn tới chi phí nhân công cao:

- Tháo máy lọc.
- Tháo, rửa và vô trùng các khối vật liệu lọc.
- Sắp xếp lại và nén chặt các khối vật liệu lọc.

Ngoài ra, ở quy mô nhà máy có năng suất trung bình, khi dùng thiết bị lọc này còn đòi hỏi nhiều công đoạn bổ trợ khác.

♦ **Máy lọc tấm**

Máy lọc tấm (sheet filter), không như máy lọc khung bản, chỉ có các bản, trên đó các tấm lọc được treo giữa 2 bản. Bia được cấp vào các bản từ cả trên và dưới đồng thời và chảy sang các bản kế cận.

Các tấm lọc thường được làm bằng xenluloza và diatomit. Tỷ lệ giữa 2 thành phần này cũng như các cấu trúc sợi của xenluloza có ảnh hưởng tới hiệu quả làm việc của máy lọc.

Các tấm lọc này có thể được chia thành các nhóm khác nhau tùy theo khả năng lọc của chúng:

- Lọc thô.
- Lọc trong.
- Lọc tinh.
- Lọc vô trùng.

Trong nhà máy bia, thông thường lọc tấm được sử dụng để lọc sơ bộ trước khi lọc có sử dụng bột trợ lọc.

Tuy nhiên sử dụng lọc tấm có một số nhược điểm sau:

- Các tấm lọc không tái sử dụng được.
- Máy lọc cần diện tích lớn và cần nhiều công sức cho quá trình lọc.
- Chi phí vận hành cao.
- Khó tự động hóa và phải vệ sinh máy thủ công.
- Không thể sử dụng được đối với bia có hàm lượng chất rắn cao và có nhiều tế bào nấm men.

♦ Máy lọc màng

Máy lọc màng được sử dụng để lọc vô trùng bia nhờ cấu tạo các màng lọc bằng xenlulo có khả năng giữ các vi khuẩn với các kích thước như sau: $0,45 \div 0,22 \mu\text{m}$; $0,30 \div 0,05 \mu\text{m}$; $1,2 \div 0,3 \mu\text{m}$. Các màng này không có tính hấp thụ mà chỉ có vai trò sàng giữ lại tất cả những vật có kích thước lớn hơn kích thước các lỗ của màng. Màng lọc thường hình tròn, chúng được đỡ bởi những tấm kim loại được đục xung quanh và được ghép trên một trục thẳng đứng dùng để thu hồi bia.

Máy lọc màng có một số nhược điểm chính là:

- Giá thành cao.
- Thường chỉ sử dụng cho công đoạn lọc cuối cùng, có nghĩa là bia trước khi lọc màng cần phải được tách cặn thô trước.
- Nhanh bị bí bề mặt lọc.

9.1.3.6. Sử dụng các tác nhân làm bền keo cho bia trong quá trình lọc bia

PVPP thường được bổ sung cùng với silicagel vào thiết bị định lượng. Đối với các máy lọc không sử dụng bột trợ lọc, PVPP có thể được bổ sung vào thành phần của tấm lọc. Quy trình sử dụng PVPP để làm bền bia được thực hiện trong hệ thống lọc và là một quy trình kín với các bước như sau:

- Ban đầu máy lọc được điền đầy nước. Dùng CO_2 đẩy nước ra khỏi thiết bị từ trên xuống để hạn chế sự có mặt của O_2 .
- Lớp PVPP từ chu trình làm bền lần trước vẫn còn trên các bề mặt lọc được tách ra và được hồi trở lại thiết bị định lượng, đồng thời lúc này máy lọc được rửa.
- Máy lọc được điền đầy bia đã lọc có chứa huyền phù PVPP. Các hạt PVPP sẽ nằm trên bề mặt lọc.
- Khi bia được dẫn qua, các thành phần polyphenol sẽ liên kết với PVPP và được giữ lại.
- Cuối quá trình, bia sẽ được đẩy ra khỏi máy lọc bằng nước đã bão khí.
- Cho nước ấm vào để rửa sơ bộ các lớp PVPP.
- Bơm xút nóng 1% nhiệt độ 85°C để tái tạo PVPP vào máy lọc. Tuần hoàn xút nóng.
- Dùng nước nóng để đẩy xút.

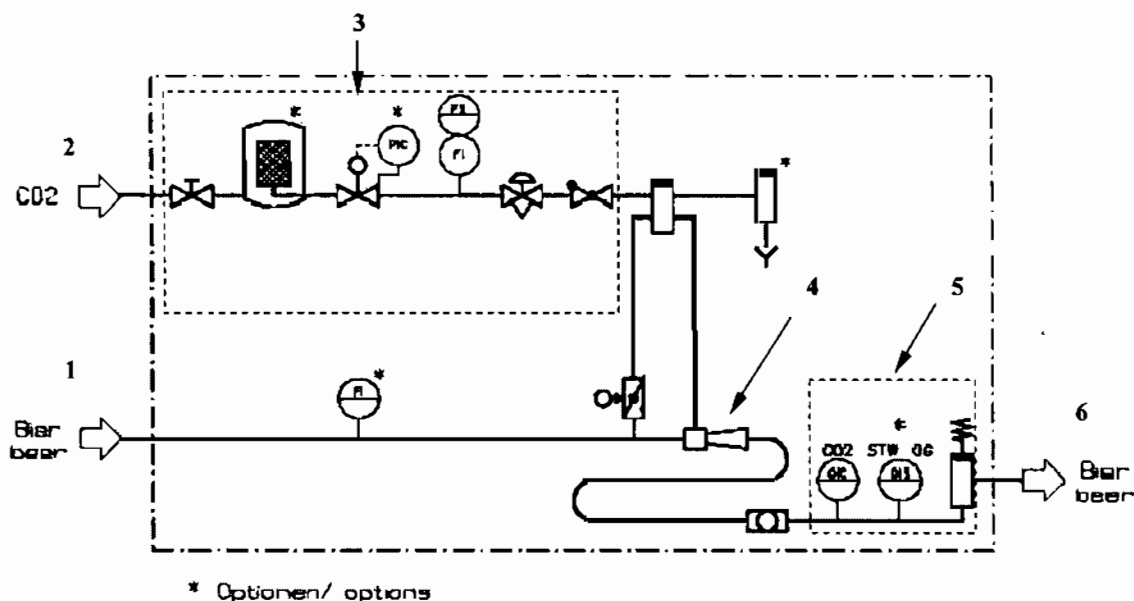
- Trung hoà bằng axit nitric 0,2%, nhiệt độ 40°C.

- Rửa toàn bộ hệ thống lọc bằng nước và tuần hoàn nước nóng để vô trùng, trước khi tiếp tục quy trình mới.

Sử dụng xút nóng để rửa PVPP rất có hiệu quả. Hầu hết các hợp chất polyphenol được loại ra trong lần nước rửa xút đầu tiên làm xút có màu đen. Lượng xút ban đầu này được loại bỏ.

PVPP khi sử dụng sẽ được hòa vào nước theo tỷ lệ 1 kg/9 lít nước. Lượng PVPP yêu cầu khoảng 200 g/m² bề mặt lọc.

9.2. BẢO HÒA CO₂ VÀ TÀNG TRỮ BIA



Hình 9.13. Sơ đồ nguyên lý của hệ thống bảo hòa CO₂:

1- bia vào; 2- CO₂ vào; 3- hệ thống xử lý CO₂;

4- ống ventury; 5- hệ thống kiểm tra bia sau bảo hoà; 6- bia ra.

Do các công đoạn làm việc ở nhiệt độ cao và áp suất thấp nên hàm lượng CO₂ ít nhiều sẽ giảm, do vậy trước khi chiết bia vào chai cần bổ sung hàm lượng CO₂ tới mức yêu cầu.

CO₂ được bổ sung vào bia nhờ các đường ống dẫn dài kết hợp các đoạn nối mà hòa tan vào bia. Để đảm bảo độ hòa tan tốt cần:

-CO₂ được phun vào ở dạng các bọt khí có kích thước càng nhỏ càng tốt

-Ban đầu CO₂ còn liên kết với các thành phần của bia một cách lỏng lẻo, cần phải có một thời gian để các liên kết này trở nên bền vững.

Chất lượng của CO₂ bổ sung phải đảm bảo: không chứa O₂ và vi sinh vật nhiễm tạp. Hệ thống bảo hòa CO₂ thường dễ vệ sinh.

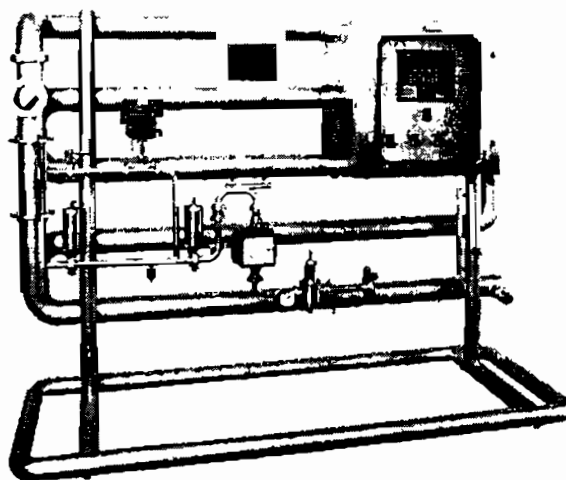
Bia sau khi bổ sung CO_2 được chứa trong các thùng chịu áp suất trong thời gian từ 2 đến 3 ngày để CO_2 hòa tan hết vào bia.

Các thùng này được bố trí hệ thống làm lạnh sao cho hạ nhiệt độ của bia xuống $0 - 2^\circ\text{C}$. Đây là công đoạn trung gian bảo quản bia trước khi chiết chính vì vậy thùng chứa cần đảm bảo tuyệt đối vệ sinh.

- Thùng chứa phải được vệ sinh toàn bộ và quá trình vệ sinh phải được kiểm tra .

- Bề mặt bên trong thùng chứa phải nhẵn.

Trước khi đưa bia vào thùng, CO_2 được đưa vào để đẩy O_2 ra ngoài, đồng thời tạo áp suất đủ lớn để hạn chế sự giải phóng CO_2 ra khỏi bia.



Hình 9.14. Hệ thống bão hòa CO_2 của HAFFMAN.

Chương 10

HOÀN THIỆN SẢN PHẨM

Chiết bia vào bao bì là một công đoạn đòi hỏi nhiều lao động nhất trong tất cả các công đoạn sản xuất bia. Đồng thời đây là một bước quan trọng gắn liền với quá trình phân phối sản phẩm. Các thiết bị sử dụng trong công đoạn này có cấu tạo và vận hành phức tạp để đảm bảo chất lượng của sản phẩm bia khi tới tay người tiêu dùng.

10.1. NGUYÊN TẮC VÀ MỘT SỐ HIỆN TƯỢNG XẢY RA TRONG QUÁ TRÌNH CHIẾT BIA

Quá trình chiết bia có nguy cơ gây oxy hoá và nhiễm tạp vi sinh vật lớn nhất cho bia. Hơn nữa, để có hình thức đẹp, bao bì nhất là chai phải sạch, trong suốt, và được dán nhãn.

Một số hiện tượng có thể xảy ra trong quá trình chiết bia đó là:

- Sự oxy hóa.
- Sự nhiễm tạp vi sinh vật.
- Tổn thất CO₂ trong bia.

10.1.1. Sự oxy hóa

Trong quá trình chiết vào bao bì, bia tiếp tục tiếp xúc với không khí và hoà tan oxy, nếu để không khí trong cổ chai, oxy này sẽ hoà tan dần vào bia sau quá trình chiết. Sự oxy hoá này sẽ gây ra một số hậu quả rất xấu như:

- Chất đắng của hoa houblon kể cả tanin khi bị oxy hoá sẽ làm thay đổi hương vị của sản phẩm, có thể tạo ra những cảm giác khó chịu cho người sử dụng. Những chất bay hơi tạo hương thơm là những hợp chất dễ bị oxy hoá, sẽ mất đi mùi thơm tinh tế, dễ chịu của nó hoặc chuyển sang mùi khó chịu khi bị oxy hoá.

- Tính bền keo của bia sẽ giảm mạnh khi bị oxy hoá. Các hợp chất chứa nitơ là nguyên nhân đầu tiên tạo ra những cặn kết tủa keo, sẽ bị polyme hoá do sự oxy hoá khi chúng chứa lưu huỳnh. Chúng cũng luôn luôn liên kết với các polyphenol và những chất này cũng bị polyme hoá do sự oxy hoá.

- Cặn men: chúng ta cũng biết rằng nấm men cần oxy để sinh sản, bia bị oxy hoá sẽ dễ có cặn men hơn nhiều.

- Sự oxy hoá tanin có thể làm tăng màu bia.

Nguyên nhân sâu xa quan trọng nhất của sự oxy hoá trong quá trình chiết bia là không khí có thể bị giữ lại ở cổ chai.

10.1.2. Sự nhiễm khuẩn trong quá trình chiết bia

Các thiết bị sử dụng trong quá trình chiết bia là những thiết bị phức tạp, đòi hỏi nhiều thao tác trong quá trình vệ sinh, có thể coi là phức tạp nhất trong công nghệ làm bia. Hơn nữa, các bao bì sử dụng cũng cần phải được tiệt trùng một cách kỹ càng.

Sự nhiễm khuẩn trong quá trình chiết luôn nguy hiểm vì các vi khuẩn có khả năng phát triển nhanh. Những kiểm tra về sự nhiễm khuẩn trong sản xuất bia cho thấy nguyên nhân chủ yếu nhất là trong máy lọc và máy chiết bia.

10.1.3. Tổn thất CO₂

Do có sự xáo động và giảm áp suất bia trong quá trình chuyển bia từ thùng chứa vào bao bì, CO₂ có xu hướng thất thoát ra khỏi bia. Điều đó không chỉ có hậu quả là mất cân bằng lượng CO₂ mà còn gây khó khăn lớn cho quá trình rót do bọt sinh ra ở đó. Vì thế người ta phải giữ bia trong máy chiết ở một áp suất đối kháng đủ lớn, áp suất đối kháng này phải càng cao khi hàm lượng CO₂ của bia càng lớn, nhiệt độ bia càng cao và đường ống vận chuyển càng cong và không đều. Yếu tố cuối cùng này phụ thuộc nhiều vào cấu trúc máy chiết, nhưng cũng cần phải làm sao để các ống dẫn bia đến máy không có khuỷu đột ngột, đường kính đồng nhất và liên tục. Áp suất đối kháng cho phép trong các thiết bị chiết bia thay đổi trong khoảng $1 \div 3 \text{ atm}$.

Ngoài ra, để hạn chế sự tổn thất CO₂, thùng chứa bia trước khi chiết nên đặt nhiệt độ khoảng 0°C và được đặt gần máy chiết. Trước đây, áp suất bia ở máy chiết luôn được xác định bởi áp suất đặt ở thùng chứa và ngày nay vẫn thường xác định như vậy. Hiện nay, người ta có thể đặt bơm trước máy chiết để điều chỉnh áp suất bia. Trong trường hợp này, áp suất trong thùng chứa bia sau bão hòa CO₂ chỉ đủ để đẩy bia đến đầu vào của bơm này.

Một chú ý quan trọng là phải đặt một ống dẫn bằng thép không gỉ giữa thùng chứa bia đã lọc và máy chiết để có thể tẩy rửa và tiệt trùng tốt mà không sợ sự hoà tan kim loại vào bia.

Trước khi rót bia vào thùng chứa, người ta đặt vào thùng chứa một áp suất đối kháng của không khí, tốt hơn là dùng CO₂. Nhờ vậy, lúc bắt đầu rót đầy vào thùng chứa, bia sẽ không bị giảm áp suất đột ngột, nên tránh được khả năng bị oxy hoá và tổn thất CO₂. Khi bão hoà bia, thùng chứa phải đầy nếu không bọt sinh ra ở đó khi vỡ sẽ tạo ra chỗ hỏng và trên thực tế điều đó đôi khi làm giảm mạnh độ bền keo của bia.

Dung tích thùng chứa có thể lớn hơn thể tích bia cần chiết 1 ngày, tổng dung tích thùng chứa phải đủ cho ít nhất là 2 ngày bán và nếu nơi bán chưa bán hết thì bia cần giữ ở đó lâu hơn, do đó cần phải dự tính dung tích tương ứng cho 3 ngày bán.

Bia thường được chiết vào các dạng bao bì là chai, lon và bock (bock). Để đảm bảo chất lượng của bia không đổi sau khi chiết bia vào bao bì cần chú ý tới một số nguyên tắc cơ bản sau:

- Trong quá trình chiết, không khí (oxy) luôn luôn được cách ly với bia. Hàm lượng O_2 cho phép từ 0,02 - 0,04 mg/l.

- Áp suất chiết luôn được duy trì ở mức đảm bảo không thất thoát CO_2 .

- Toàn bộ dây chuyền chiết bia được vệ sinh nghiêm ngặt.

- Sự kiểm soát các quá trình vận hành chặt chẽ.

10.2. HOÀN THIÊN SẢN PHẨM BIA HƠI

Gần như cho tới cuối thế kỷ trước tất cả các loại bia vẫn được bán trong các thùng chứa kiểu tang trống (gọi là cask), với mục đích chủ yếu bán trong các nhà hàng... Khi sự xuất hiện và phát triển của kỹ thuật chiết bia chai, đặc biệt là kỹ thuật xiết nút, bia chai giữ vai trò quan trọng trong việc cung cấp sản phẩm tới tận tay người tiêu dùng. Vì thế lượng bia tươi tiêu thụ (chủ yếu chứa trong các thùng bốc) giảm đi đáng kể.

Thùng bốc chứa bia có thể được chia thành 2 loại chính:

- Loại hình tang trống (barrel) được làm bằng gỗ hoặc bằng kim loại. Loại này được sử dụng nhiều trước đây.

- Loại hình trụ làm bằng kim loại (keg) có cấu tạo gồm một ống dẫn bia lắp đặt bên trong thùng.

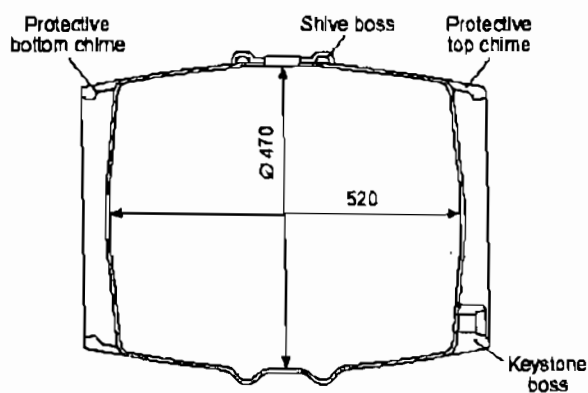
10.2.1. Các loại bốc chứa bia

10.2.1.1. Bốc dạng tang trống

Thùng bốc dạng tang trống được sử dụng từ rất lâu, ban đầu được làm từ các tấm ván gỗ sồi uốn cong ghép với nhau thành dạng tang trống, mặt trên và mặt dưới cũng được ghép kín. Các tấm ván cong được giữ chặt với nhau bằng các vành đai bằng kim loại, có thể là bằng đồng. Các thùng này sau khi ghép xong sẽ được đem đi kiểm tra độ kín bằng nước. Ở giữa thân thùng có một lỗ để rót bia vào, người ta gọi là “nút” thùng. Nắp trên của thùng có lỗ van tháo bia. Ở nhiều nơi, kiểu bốc dạng này còn có một lỗ van khác nằm ở trên thân thùng để đảm bảo ở tư thế nằm vẫn có thể tháo được bia ra khỏi thùng.

Thành gỗ của thùng dày khoảng 3 cm để đảm bảo chịu được áp suất tạo ra trong quá trình vận chuyển. Có nghĩa là ngay từ lúc chưa có bia, thùng gỗ đã có khối lượng khá lớn: với loại thể tích 30 lít có khối lượng 25 kg, loại 50 lít có khối lượng 32 kg.

Thùng bốc dạng tang trống cũng có thể được chế tạo từ vật liệu kim loại nhằm hạn chế các nhược điểm từ thùng bằng gỗ. Vật liệu làm thùng có thể là hợp kim nhôm hoặc bằng



Hình 10.1. Thùng bốc dạng tang trống.

thép nickel crom. Xung quanh thùng có bố trí 2 vòng cao su để chống va đập và thuận lợi cho quá trình vận chuyển. Để chống ăn mòn với trường hợp thùng được làm bằng nhôm, bên trong thùng được tráng một lớp bảo vệ hoặc được mạ vật liệu chống ăn mòn.

Các thùng đều có “nút”: thùng dạng vít xoắn, sau khi chiết các “nút” thùng sẽ được vận kín.

10.2.1.2. Thùng bốc dạng hình trụ

Cấu tạo chính thùng bốc dạng hình trụ (gọi là keg) gồm một thùng hình trụ tròn có khả năng chịu lực tác động lớn và thuận lợi khi vận chuyển, ở phía trên và phía dưới đáy có các gờ bảo vệ để tránh hư hỏng thùng khi vận chuyển và dễ sắp xếp. Mặt trên keg có lỗ để lắp vòi dẫn bia hoặc CO₂ trong quá trình chiết bia vào keg (hình 10.2).

Vật liệu làm keg thường là thép không gỉ hoặc nhôm. Khối lượng không chứa bia của loại keg bằng thép không gỉ là: loại 30 lít: 7,9 - 12,5 kg, loại 50 lít: 10 - 15 kg, độ dày thành keg khoảng 1 - 2 mm.

Keg nhôm làm bằng hợp kim có chứa cả magie và silicon. Loại

keg này nhẹ hơn và phổ biến hơn so với keg thép không gỉ. Keg nhôm không thể rửa bằng xút bởi có thể tạo ra khí hidro do phản ứng giữa kiềm và nhôm. Vì thế, loại keg này chỉ được rửa bằng axit hoặc kiềm loãng. Keg bằng thép không gỉ có thể rửa bằng axit hoặc kiềm và chịu được va đập tốt hơn keg bằng nhôm.

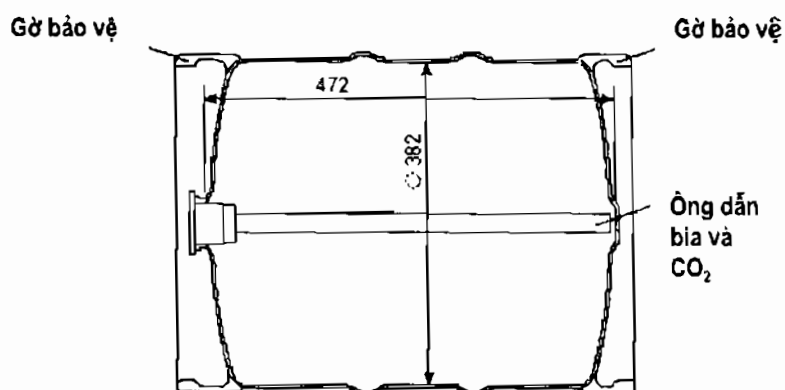
Các ưu điểm của keg là:

- Các công đoạn vận chuyển, rửa và chiết bia có thể được tự động hóa.
- Mức độ kín của keg có thể được kiểm tra một cách tự động.
- Dễ dàng phân phối.
- Keg được đưa trở lại nhà máy thường vẫn còn áp suất dư bên trong, do vậy khả năng nhiễm vi sinh vật có hại vào keg từ bên ngoài là rất thấp.

10.2.2. Chiết bia vào bốc

10.2.2.1. Nguyên tắc chiết bia vào bốc

Quá trình chiết bia vào bốc dựa trên nguyên tắc chiết đẳng áp (hình 10.3) diễn ra theo 2 giai đoạn:



Hình 10.2. Cấu tạo của bốc hình trụ.

- Thùng chứa được tạo áp suất đối kháng với không khí nén hoặc CO₂.

- Dòng bia tự chảy nhờ chênh lệch chiều cao khi đã có sự cân bằng áp suất.

10.2.2.2. Quá trình chiết bia vào thùng bốc dạng tang trống

Do vật liệu là dạng gỗ là chính nên công đoạn chiết bia vào các thùng bốc trống thường được tiến hành khá thủ công. Quá trình chiết bia vào thùng bốc dạng tang trống diễn ra theo 2 giai đoạn chính:

- Rửa thùng.
- Rót bia vào thùng.

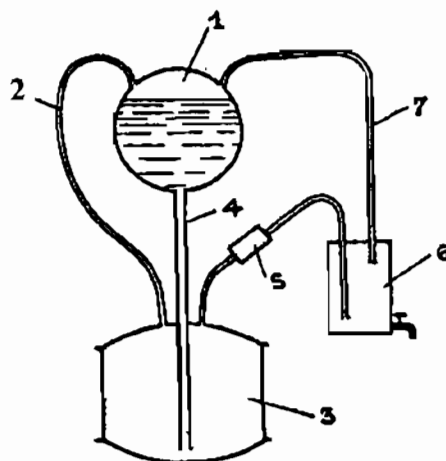
Trong máy rửa, thùng bốc được vận chuyển bằng một cơ cấu đặc biệt qua nhiều vị trí để lần lượt:

- Ngâm, cọ rửa xung quanh thùng khi thùng quay.
- Phun rửa bằng nước nóng từ phía dưới.
- Rửa lại bằng nước lạnh và kiểm tra hiệu quả quá trình rửa.

Chất tẩy rửa thường là xút ở 90 - 95°C và axit ở 60 - 70°C.

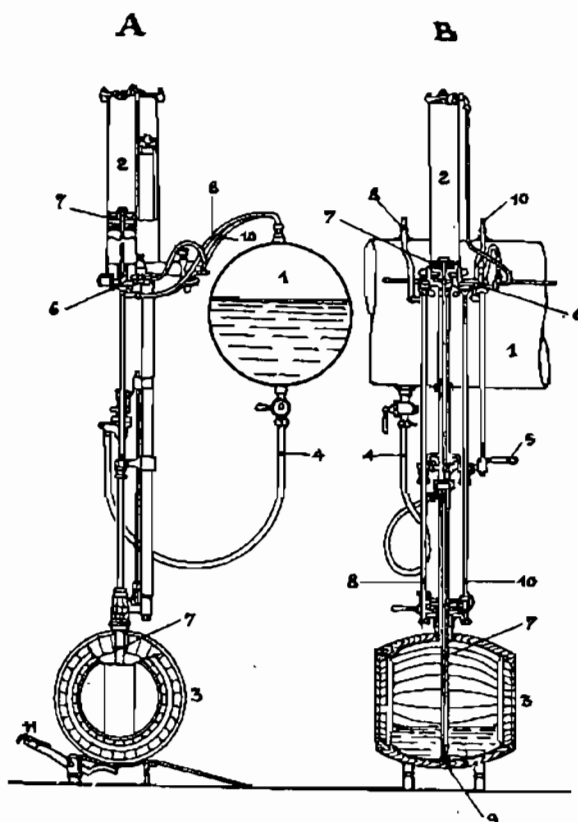
Hình 10.4. Cấu tạo vòi chiết bia vào thùng bốc dạng tang trống:

1- bể chứa; 2- xilanh không khí nén; 3- bốc; 4- ống dẫn bia; 5- cần gạt của vòi tự động; 6- vòi tự động; 7- piston vận hành; 8- ống cân bằng áp suất; 9- van đáy ống dẫn bia; 10- ống dẫn khí hồi lưu; 11- bàn đạp di chuyển bốc.



Hình 10.3. Nguyên tắc chiết đẳng áp vào thùng bốc

1- bể chứa bia; 2- ống cân bằng áp suất; 3- thùng bốc; 4- ống dẫn bia vào bốc; 5- kính quan sát bọt; 6- bể phá bọt; 7- ống dẫn khí quay lại bình chứa

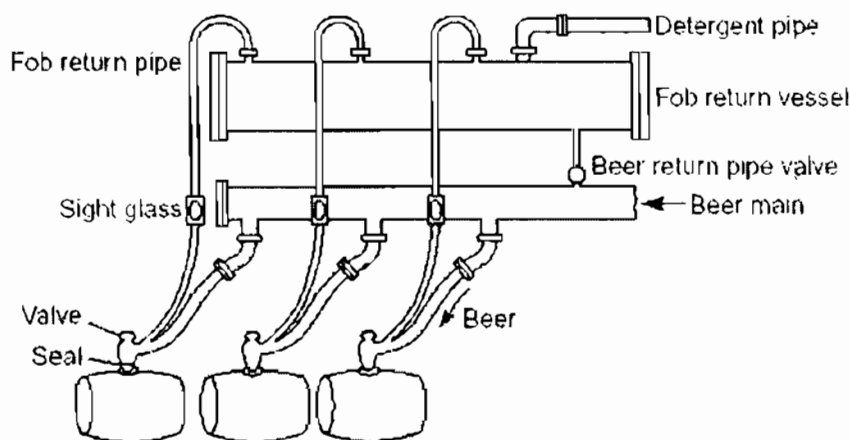


Khi chiết, các bồn tang trống được đưa thủ công vào phía dưới đầu chiết. Sau đó các đầu chiết hạ xuống cũng bằng tay để rót bia vào thùng.

Đầu chiết có cấu tạo khá phức tạp và có nhiều loại khác nhau. Thông thường nhất là cấu tạo như hình (10.4).

- Đầu cón khi chiết sẽ áp sát vào “nút” thùng tạo ra độ kín.
- Ống dẫn bia được đưa sâu vào trong thùng chứa. Đồng thời, van khí mở ra, CO₂ hoặc khí nén đưa vào để tạo áp suất đối kháng sẽ đẩy không khí trong thùng ra. Sau đó, van dẫn bia sẽ mở ra để bia tự chảy vào thùng
- Khí có mặt trong bồn được đẩy ra ngoài theo đường dẫn khí. Thông qua sự tạo bọt thấy được thông qua kính quan sát trên đường khí ra có thể biết được bia đã đầy thùng.
- Khi bia đã đầy thùng, hệ thống chiết được nâng lên, thùng bia được đưa ra ngoài và được đóng “nút” thùng.

Nhiều nhà máy hiện nay vẫn sử dụng hệ thống chiết bồn thủ công trên đó có bố trí nhiều vòi chiết (hình 10.5).



Hình 10.5. Hệ thống chiết bồn thủ công:

Beer main:	Đường dẫn bia chính
Valve:	Van
Seal:	Nút xiết kín
Sight glass:	Kính quan sát
Fob return pipe:	Ống thu hồi bọt
Fob return vessel:	Bình tách bọt
Beer return pipe valve:	Van bia hồi lưu từ bình tách bọt sang đường dẫn chính.

Quá trình chiết bồn tang trống cần nhiều sức lao động và còn có một số nhược điểm khác, đặc biệt là hàm lượng oxy xâm nhập vào khá lớn. Đó là lý do hiện nay loại bồn này

không còn được sử dụng nhiều trong các nhà máy bia mà chủ yếu được dùng trong các xưởng bia sản xuất mang tính chất truyền thống.

10.2.2.3. Quy trình chiết bia vào thùng bốc dạng hình trụ

Khác với thùng bốc dạng tam giác, thùng bốc dạng hình trụ bằng vật liệu kim loại nên quá trình chiết có thể được tự động hóa. Các công đoạn chiết bao gồm các bước sau:

- Kiểm tra sơ bộ thùng, mục đích nhằm kiểm tra :

- Độ sạch phía bên ngoài thùng.
- Lượng bia dư trong thùng.
- Thùng bốc có bị hư hỏng hay không.
- Vòi dẫn bia vào thùng có bị hư hỏng hay không.

Có thể kiểm tra sơ bộ bằng thủ công hoặc tự động. Phương pháp kiểm tra tự động là sử dụng các camera chụp ảnh các phía của thùng bốc và so sánh với các tiêu chuẩn đã định trước.

- Vệ sinh bên ngoài thùng bốc

Thùng bốc được thu hồi từ các nơi tiêu thụ thường chứa nhiều chất cặn bẩn cần được loại bỏ. Sử dụng vòi phun áp suất lớn để loại bỏ các chất bẩn và nhãn mác phía bên ngoài. Trong công đoạn này cần chọn chất tẩy rửa thích hợp để tránh ăn mòn vật liệu, đặc biệt là bốc làm bằng nhôm.

- Rửa bên trong bốc và chiết

Trước khi rót bia phải đảm bảo bên trong thùng bốc sạch và vô trùng. Bốc được băng tải dẫn đi qua lần lượt các vị trí trên máy rửa và chiết, ở mỗi vị trí đó, bốc được rửa, được vô trùng và được điền bia vào tới mức yêu cầu. Thông thường bốc được đặt ngược (úp) để đảm bảo dịch rửa đi ra nhanh hơn.

Máy rửa và chiết bốc nói chung có 2 loại cơ bản: dạng quay và dạng dòng. Thiết bị rửa dạng dòng có gồm một số vị trí nối tiếp, tại những vị trí đó bốc được rửa, vô trùng và được chiết theo trình tự.

Quá trình gồm 4 bước: rửa, vô trùng, tạo áp suất đối kháng và rót bia.

Giai đoạn rửa bốc

Bốc vào máy chiết ở tư thế úp. Lần lượt nước rửa sơ bộ, chất tẩy rửa và nước tráng lần cuối được phun vào bên trong thông qua vòi dẫn bia và ra ngoài theo đường thoát CO₂.

Giai đoạn vô trùng

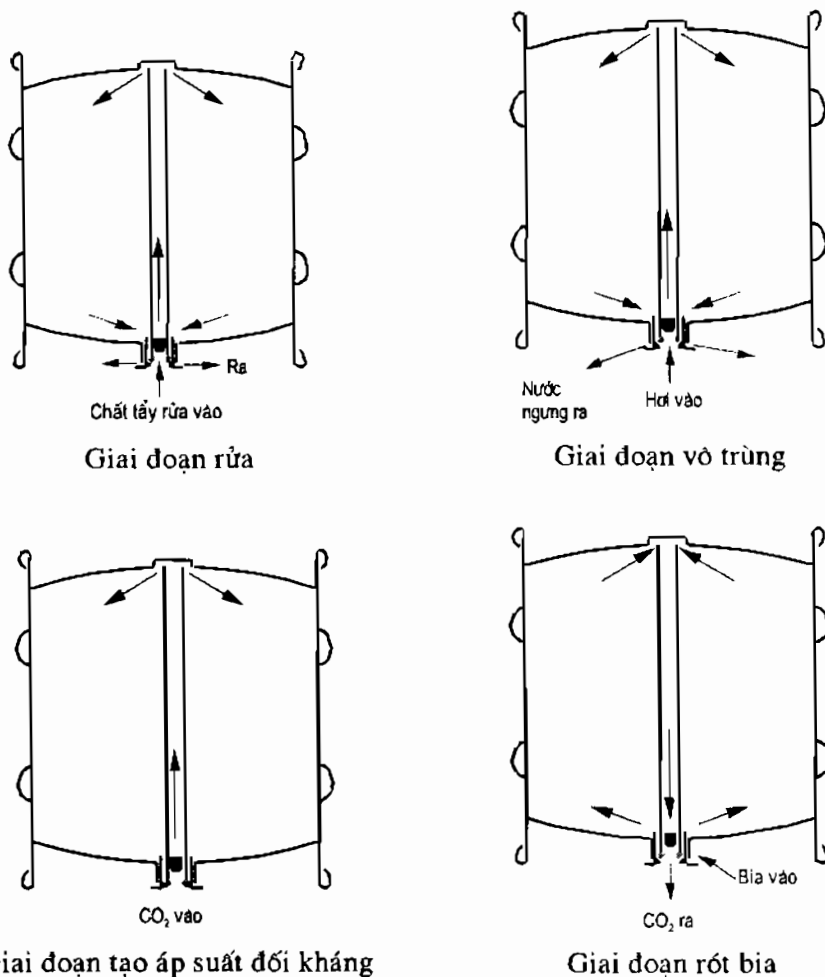
Sau khi rửa xong, hơi được sục vào bốc để khử trùng, nước ngưng sẽ được tháo ra ngoài.

Giai đoạn tạo áp suất đối kháng

Ở tư thế úp, CO₂ được đưa vào bên trong, một phần đẩy triệt để nước ngưng còn sót lại, một phần để tạo áp suất bằng với áp suất CO₂ trong bình chứa bia.

Giai đoạn rót bia

Bia tự chảy vào bốc theo đường thoát CO_2 , đẩy CO_2 từ bên trong ra ngoài theo đường dẫn tác nhân tẩy rửa.



Hình 10.6. Các giai đoạn chiết bia vào bốc.

• Kiểm tra mức bia trong bốc

Công đoạn này nhằm kiểm tra lượng bia đã rót vào bốc có đủ số lượng hay không, đồng thời kiểm tra mức độ kín của bốc. Việc kiểm tra được tiến hành thông qua cân khối lượng của các bốc khi chúng được dẫn trên dây chuyền ra ngoài.

10.3. HOÀN THIỆN SẢN PHẨM BIA CHAI

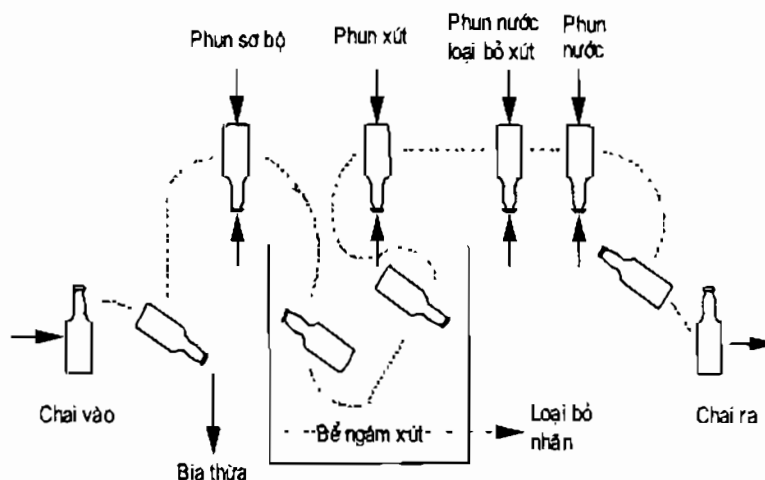
Quy trình hoàn thiện sản phẩm bia chai bao gồm các bước sau:

- Rửa chai.
- Kiểm tra chai sau rửa.
- Rót bia vào chai.
- Dập nắp chai.
- Thanh trùng.
- Dán nhãn.

10.3.1. Rửa chai

Mục đích của quá trình rửa chai nhằm loại bỏ toàn bộ nhãn, các cặn bẩn bên trong và ngoài chai, đồng thời đảm bảo chai được vô trùng trước

khi chiết bia (hình 10.8). Quá trình rửa chai được tiến hành trong các máy rửa. Trong máy rửa, chai được phun bằng nước, ngâm, phun bên trong và ngoài chai bằng chất tẩy rửa sau đó được tráng lại bằng nước để loại bỏ toàn bộ chất tẩy rửa



Hình 10.8. Quy trình rửa chai trong máy rửa.

10.3.1.1. Yêu cầu đối với chai chứa bia

Chai được chế tạo từ vật liệu thủy tinh cần phải đáp ứng những điều kiện sau:

- Có độ cứng đủ để chịu được các va chạm trong các thiết bị và trong quá trình vận chuyển và chống lại áp suất tạo ra do CO_2 bên trong chai bia, nhất là khi thanh trùng.

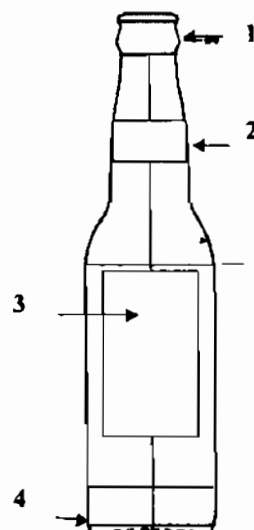
- Nhẹ nhất có thể được, để giảm các chi phí vận chuyển.

- Có hình dáng sao cho không dễ bị rơi hoặc đổ trong các thiết bị vận chuyển và phải dễ vệ sinh.

- Phải hoàn toàn đồng nhất, dĩ nhiên cần phải có các chai khác kiểu nhau, nhưng trong cùng một loại bia thì cần phải tiêu chuẩn hóa tốt, để chúng không gây ra bất kỳ một chèn ép nào trong các thiết bị.

- Thủy tinh phải có màu sao cho bia ở bên trong được bảo vệ tránh khỏi tác động của ánh sáng.

- Thủy tinh không được để lọt các vẩn nhỏ vào trong bia; nó không được phép có các vết sùi, nếu không bia sẽ sùi bọt rất nhiều khi ta rót đầy chai.



Hình 10.9. Hình dạng chai bia:

1- miệng chai; 2- nhãn cổ chai;
3- nhãn thân chai; 4- đáy chai.

- Chai phải có hình dáng hấp dẫn. Hình dáng thông thường của một chai chứa bia thể hiện trên hình 10.9

10.3.1.2. Các yếu tố ảnh hưởng tới hiệu quả rửa chai

Quá trình rửa chai cần đảm bảo 2 yêu cầu:

- Loại bỏ hoàn toàn cặn bẩn trong chai.
- Loại bỏ hoặc tiêu diệt các vi sinh vật gây hư hỏng bia.

Để đảm bảo được hai yêu cầu này, trong quá trình rửa chai cần chú ý tới các yếu tố ảnh hưởng như:

- Thời gian ngâm chai: ngâm chai phải đảm bảo các cặn bẩn hòa tan, các nhãn mác tách rời khỏi chai. Thời gian ngâm chai thường từ 10 - 30 phút.

- Áp suất phun có tác động một cách cơ học tới sự loại bỏ các cặn bẩn và nhãn mác ra khỏi chai. Trong các máy rửa hiện nay, quá trình ngâm được kết hợp với quá trình phun rửa để tăng hiệu quả rửa.

- Nhiệt độ rửa: nhiệt độ càng cao, sự hòa tan cặn bẩn càng tăng nhanh. Nhiệt độ thích hợp cho quá trình rửa là 60 - 85°C.

- Tác nhân tẩy rửa: chất tẩy rửa hay được sử dụng là kiềm. Kiềm thường được sử dụng ở nhiệt độ cao để tăng hiệu quả rửa và tiêu diệt vi sinh vật.

10.3.1.3. Nguyên tắc cấu tạo của máy rửa chai

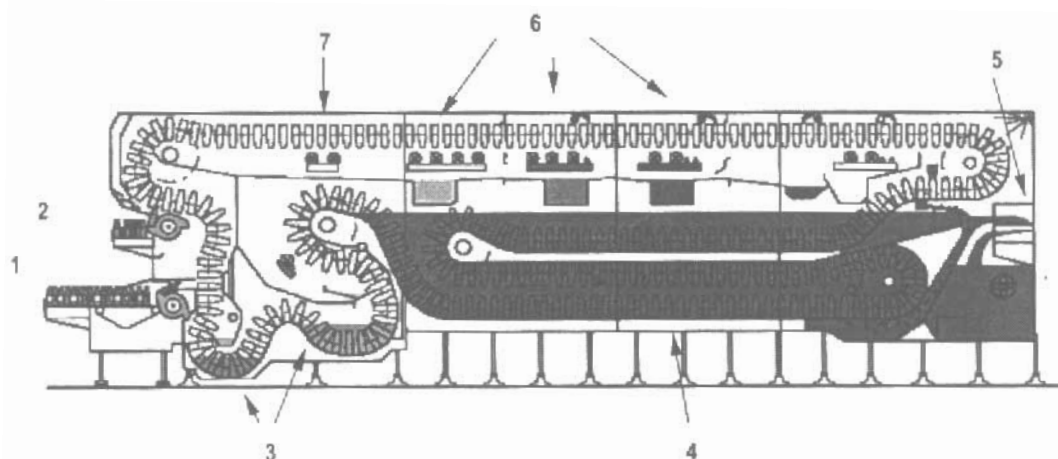
Chai đi trong máy rửa lần lượt được trải qua các công đoạn sau:

- Ngâm sơ bộ trong một hoặc nhiều bể chứa nước có nhiệt độ tăng dần.
- Ngâm trong xút nóng.
- Phun rửa bằng xút nóng.
- Phun rửa bằng nước nóng.
- Phun rửa bằng nước thường.
- Phun rửa bằng nước sạch.

Tổng thời gian lưu chai trong máy rửa khoảng 10 - 15 phút.

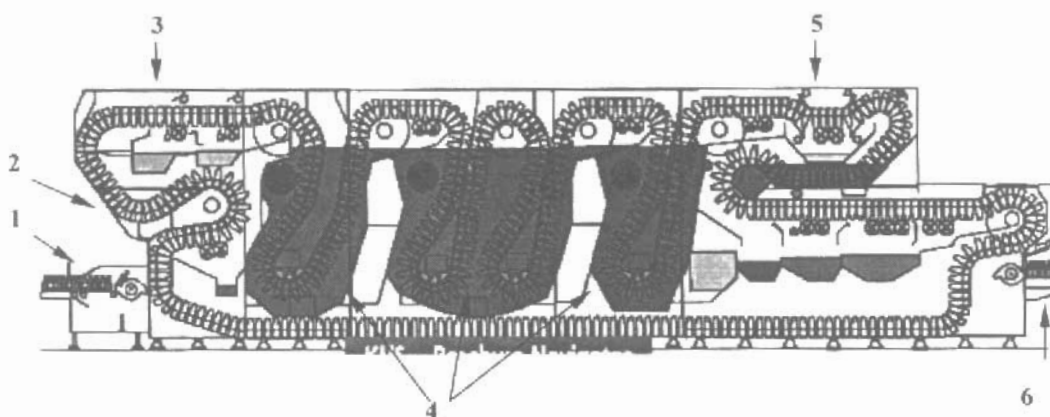
Tùy thuộc vào cách chai vào và ra khỏi máy rửa, có thể chia thiết bị rửa chai thành 2 loại:

- Thiết bị rửa 1 đầu ra: chai vào và ra cùng một phía của máy rửa (hình 10.10).
- Thiết bị rửa 2 đầu ra: chai vào và ra ở 2 phía khác nhau của máy rửa (hình 10.11).



Hình 10.10. Sơ đồ nguyên lý của máy rửa chai một đầu:

1- cửa chai vào; 2- cửa ra của chai; 3- bể ngâm sơ bộ; 4- bể ngâm xút chính; 5- tách nhãn; 6- khu vực phun rửa, tráng; 7- sấy khô chai.



Hình 10.11. Sơ đồ nguyên lý của máy rửa chai 2 đầu:

1- cửa chai vào; 2- bể ngâm rửa sơ bộ; 3- khu vực phun sơ bộ; 4- các bể ngâm xút; 5- khu vực phun rửa sau ngâm xút; 6- cửa chai ra.

10.3.1.4. Các bộ phận chính trong máy rửa chai

Các bộ phận chính của máy rửa chai gồm có:

- Bộ phận nạp và tháo chai.
- Băng tải vận chuyển chai.
- Bể ngâm sơ bộ.
- Bể ngâm chính.
- Giàn phun rửa.
- Bộ phận loại bỏ nhãn.

Nhờ cơ cấu nạp (hình 10.12), chai được đẩy vào các giỏ chứa chai trên băng tải vận chuyển. Thông thường trên một hàng của băng tải có từ 7 đến 10 giỏ chứa chai. Các rổ chứa chai có nhiệm vụ giữ chai trong suốt quá trình đi trong máy rửa, tuy nhiên vẫn đảm bảo thuận lợi cho các công đoạn rửa. Các rổ chứa chai được làm bằng vật liệu chịu kiềm, axit đồng thời nhẹ để dễ vận chuyển, thường là kim loại phủ nhựa.

Ban đầu khi vào máy rửa, chai sẽ được ngâm sơ bộ với mục đích:

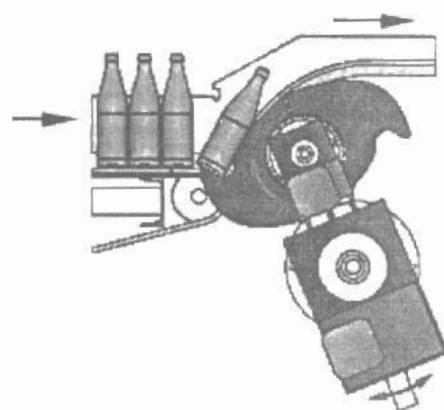
- Loại bỏ bia còn sót trong chai.
- Hòa tan các chất bẩn bên ngoài chai.
- Làm ấm chai.

Sau ngâm sơ bộ, chai được ngâm tiếp trong các bể chứa xút. Thời gian ngâm có thể được điều chỉnh bằng tốc độ di chuyển của băng tải và kích thước của bể ngâm. Băng tải có thể được sắp xếp nhiều vòng trong bể xút để tăng thời gian ngâm. Trong nhiều máy rửa chai có thể tăng hiệu quả rửa bằng cách bố trí nhiều bể xút với các nồng độ và nhiệt độ khác nhau.

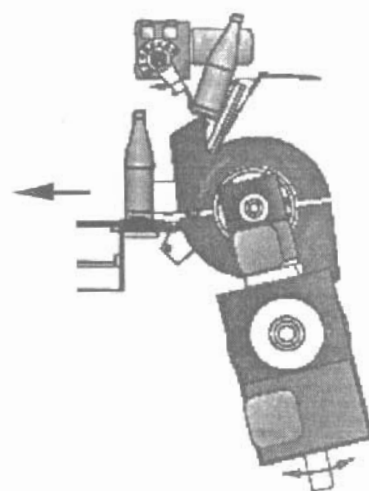
Ra khỏi bể ngâm, chai được phun bên ngoài để tách các cặn bẩn và đặc biệt là nhãn mác còn dính lỏng lẻo trên vỏ chai sau khi ngâm xút. Người ta sử dụng luôn xút từ bể ngâm để phun, xút được dẫn qua hệ thống sàng để tách nhãn và được gia nhiệt rồi đưa trở lại bể xút. Các nhãn mác được tập trung lại và ép để tách xút bám theo. Thể tích của khối nhãn sau khi ép có thể giảm từ 50 - 70% so với thể tích nhãn trước khi ép. Máy ép nhãn được bố trí phía dưới máy rửa.

Phần phía trên của máy rửa có bố trí hệ thống phun rửa. Ở đây các chai được dốc ngược để miệng chai hướng xuống phía dưới. Nhờ vậy chai được phun cả bên trong và bên ngoài. Các tác nhân phun rửa ở đây lần lượt là:

- Xút nóng.
- Nước nóng tráng xút, nước này được hồi trở lại bể ngâm sơ bộ.
- Nước ấm để hạ nhiệt độ chai chuẩn bị cho bước làm lạnh tiếp theo.
- Nước lạnh để làm lạnh và loại bỏ tất cả cặn bẩn.
- Nước sạch để tráng vô trùng chai.

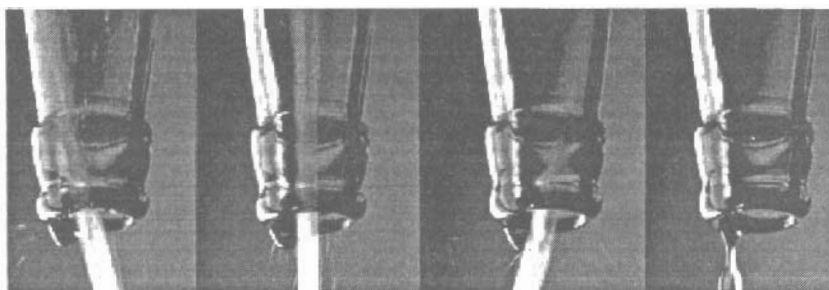


Hình 10.12. Cơ cấu đưa nạp chai.



Hình 10.13. Cơ cấu tháo chai khỏi máy rửa.

Để đảm bảo rửa sạch bên trong chai, áp lực của vòi phun phải mạnh, từ 2,0 - 2,5 atm. Đồng thời các vòi phun được bố trí tương xứng với sự vận chuyển của băng tải



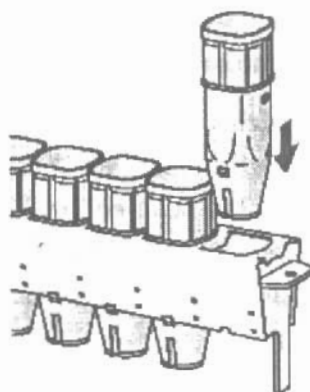
Hình 10.14. Các hướng phun tác nhân rửa vào chai.

chai. Các vòi phun có thể nghiêng để phun dịch vào chai ở các góc phun khác nhau đảm bảo phun được toàn bộ trong chai.

Tác nhân phun rửa sau khi phun vào chai sẽ chảy xuống các bể chứa ngay phía dưới. Các bể chứa xút nóng và nước nóng đều được cách nhiệt.

Trong quá trình rửa, chai được nâng nhiệt độ đến nhiệt độ của bể xút sau đó được hạ trở lại nhiệt độ 10 - 15°C. Để tránh thay đổi đột ngột nhiệt độ của chai, nhiệt độ của các bể trong máy rửa được bố trí như sau:

- Bể ngâm sơ bộ: 35 - 40°C.
- Bể ngâm lần 2: 55 - 60°C.
- Bể xút: 75 - 85°C.
- Nước phun tráng xút: 45 - 50°C.
- Nước ấm: 35 - 40°C.
- Nước thường: 20 - 25°C.
- Nước sạch vô trùng: 10 - 15°C.



Hình 10.15. Giỏ chứa chai trên băng chuyền.

10.3.1.5. Tác nhân rửa chai

Yêu cầu đối với chất tẩy rửa

Hóa chất dùng trong tẩy rửa cần đảm bảo một số yêu cầu sau:

- Hiệu quả rửa cao: hòa tan nhanh chất bẩn, khả năng thấm giấy tốt, hòa tan tốt trong nước, tiêu diệt hoặc ức chế tốt vi sinh vật.

- Không độc hoặc không làm ô nhiễm nước thải.
- Không tạo cặn.
- Không tạo bọt.
- Dễ định lượng.
- Rẻ, dễ kiếm.

Chất tẩy rửa hay được sử dụng là NaOH với nồng độ 1 - 3 %, đồng thời có bổ sung một

số phụ gia khác để đảm bảo được các yêu cầu trên. Các chất phụ gia sử dụng gồm: chất chống tạo bọt, chống tạo cặn hoặc các chất hoạt động bề mặt với nồng độ có thể 0,06 - 2%.

Sau khi rửa, xút chứa các thành phần

- Chất không hòa tan: mảnh nhãn, chất kết tủa do phản ứng của xút với các muối, các chất màu không hòa tan.

- Các chất huyền phù phân tán trong nước: như vi sinh vật, keo dán nhãn, tinh dầu và dầu béo.

- Các hợp chất hòa tan: muối, bia dư trong chai.

Xút cần được xử lý loại bỏ các chất không hòa tan bằng cách đơn giản là để lắng trong thùng lắng, chất rắn lắng xuống đáy thùng, xút được thu hồi phía trên. Xút có thể được sử dụng nhiều lần và có thể sau 1 năm mới thay xút 1 đến 2 lần.

Trong quá trình rửa, xút sẽ bị giữ lại trong chai một phần nhỏ và sẽ thoát hết ra ngoài ở công đoạn tiếp theo. Do vậy, lượng xút sẽ giảm dần theo thời gian. Để khắc phục điều này, xút luôn luôn được bổ sung thêm.

10.3.2. Kiểm tra chai sau rửa

Để kiểm tra chai sau rửa, tùy theo mức độ hiện đại của nhà máy, có thể sử dụng biện pháp thủ công như dùng mắt (gọi là soi chai). Biện pháp thủ công này cần nhiều lao động và thường không đảm bảo toàn bộ 100% chai có lỗi được loại ra. Hiện nay, hầu hết các dây chuyền hiện đại của hãng KHS hay Krones đều sử dụng hệ thống kiểm tra chai bằng phương pháp sử dụng camera chụp hình với tốc độ cao.

Chai ra khỏi máy rửa sẽ được kiểm tra: thành chai, đáy chai, miệng chai, bên trong chai (chủ yếu là phát hiện xem còn hay không chất lỏng dư trong chai) đảm bảo chai hoàn toàn sạch bên trong, không chứa các vật lạ, không bị hư hỏng như nứt mẻ...

Chùm sáng chiếu tới chai theo phương ngang hoặc thẳng đứng, hình ảnh sẽ thu được ở phía đối diện với chùm sáng. Khi ảnh thu được bất thường, lập tức chai sẽ được loại bỏ ngay ra khỏi băng chuyền.

Kiểm tra thành chai

Ba phía của chai được kiểm tra trước và sau khi vào máy rửa nhờ hệ thống gương. Nếu chai quá cao hoặc quá thấp sẽ được đẩy ngay ra khỏi băng tải. Kiểm tra thành chai nhằm loại bỏ các chai bị xước, nứt hoặc có một số hư hỏng khác.

Kiểm tra đáy chai

Sử dụng chùm sáng đèn halogen chiếu qua đáy chai từ phía dưới để thu được hình ảnh dưới dạng số, sau đó đánh giá theo một số bước đọc lập. Các chất bẩn, hoặc những lỗi có ở đáy chai sẽ được tạo thành những vùng tối trên hình ảnh, nhờ vậy chai sẽ được loại ra.

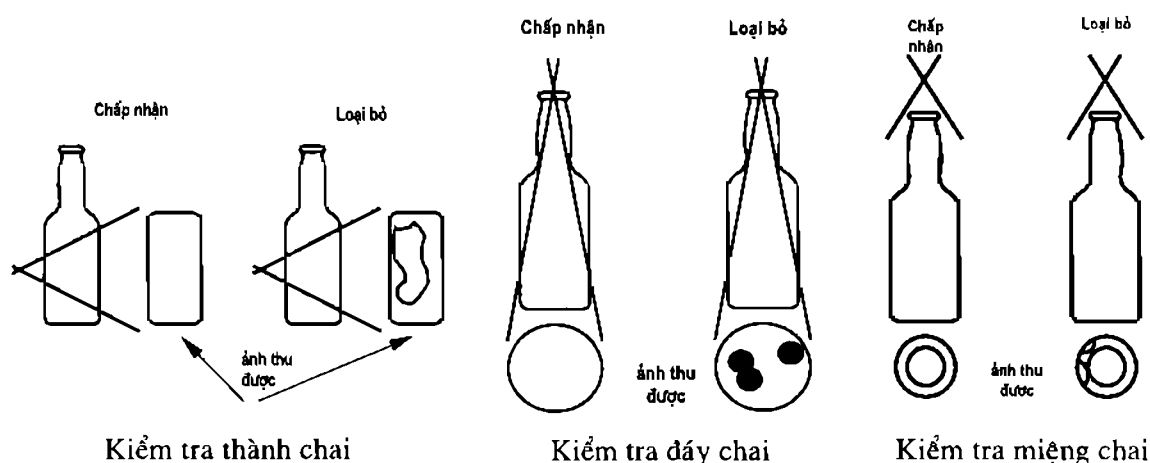
Kiểm tra miệng chai

Miệng chai cần đảm bảo kín khi ghép nắp để tránh thoát CO₂ và sự xâm nhập của oxy. Chai có miệng nứt mẻ sẽ bị loại.

Kiểm tra dịch còn dư trong đáy chai

Khả năng còn dư chất tẩy rửa trong chai là hoàn toàn có thể có, vì vậy cần kiểm tra và loại bỏ những chai này ra khỏi băng tải trước khi vào công đoạn chiết bia. Để xác định, hiện nay thường sử dụng tia chiếu xạ từ phía dưới đáy chai. Dựa vào tia sáng thu nhận được sau khi qua đáy chai, có thể biết được chai còn dư chất tẩy rửa hay không.

Chai sau kiểm tra được vận chuyển trên băng tải và được đưa tới máy chiết. Để đảm bảo sự làm việc liên tục của máy chiết, các chai sau khi rửa thường được tập trung với nhau nhờ cấu tạo của băng tải.



Hình 10.16. Kiểm tra chai sau khi rửa.

10.3.3. Chiết bia vào chai

Chiết bia vào chai đã được rửa sạch có tầm quan trọng đặc biệt, trong quá trình này cần đảm bảo:

- Không làm tổn thất bia.
- Toàn bộ các chai đều được rót đủ lượng bia.
- Chất lượng bia không bị ảnh hưởng: tránh sự nhiễm tạp vi sinh vật, sự xâm nhập O₂, sự tổn thất CO₂.

10.3.3.1. Các phương pháp chiết bia

Để đảm bảo các yêu cầu trên, có các phương pháp chiết như sau:

- Chiết bia ở độ chân không thấp: Tạo ra áp suất chân không (áp suất từ 0,93 - 0,98 bar) trong chai, nhờ vậy chất lỏng sục vào chai. Phương pháp này sử dụng cho các chất lỏng có độ nhớt thấp và không chứa CO₂ như rượu vang, rượu cao độ...

- Chiết với độ chân không cao: mức độ chân không cao hơn được tạo ra trong chai với áp suất khoảng 0,6 - 0,8 bar, chất lỏng sẽ đi vào chai tốc độ nhanh hơn. Phương pháp này dùng cho các chất lỏng có độ nhớt cao hơn như dịch quả, siro, dầu béo...

- Chiết ở áp suất thường: phương pháp này ít được sử dụng.

- Chiết đối áp, hoặc chiết có áp suất cao: được sử dụng đối với các dịch chứa nhiều CO₂ như bia.

Phương pháp chiết bia hiện nay được sử dụng phổ biến là phương pháp có sử dụng áp suất đối kháng. Có thể chia thành 2 phương pháp cụ thể:

- Chiết đẳng áp: áp suất trong bao bì và trong bể chứa bia của máy chiết cân bằng, nhờ đó bia đi vào bao bì dưới tác động của trọng lực (chênh lệch chiều cao).

- Chiết có áp suất: áp suất trong bể chứa của máy chiết lớn hơn sẽ đẩy bia đi vào bao bì có áp suất nhỏ hơn.

Có thể dựa vào nhiệt độ chiết bia mà chia ra thành:

- Chiết bia ở nhiệt độ thấp: dưới 8°C.

- Chiết bia ở nhiệt độ trung bình: dưới 20°C.

- Chiết bia nóng: trên 60°C, kết hợp đồng thời với quá trình thanh trùng bia.

10.3.3.2. Máy chiết chai

Máy chiết chai thường được thiết kế dạng quay tròn với số vòi chiết có thể lên tới 200 vòi. Các chai được vận chuyển trên băng tải cách nhau một khoảng cách xác định được điều chỉnh nhờ một bộ phận dẫn chai dạng xoắn vít trước khi vào máy chiết. Trong máy chiết, chai được đặt lên các giá đỡ, phía dưới bộ phận chiết bằng bộ phận nạp chai hình sao.

Khi vào máy chiết, chai sẽ được nâng lên sát với đầu chiết, không khí trong chai được hút ra và CO₂ được đưa vào chai nhằm tạo ra áp suất đối kháng. Khi có sự cân bằng áp suất, bia tự chảy vào chai cho tới khi đạt chiều cao đã quy định của bia trong chai. Chai được hạ xuống và đưa ra khỏi máy chiết.

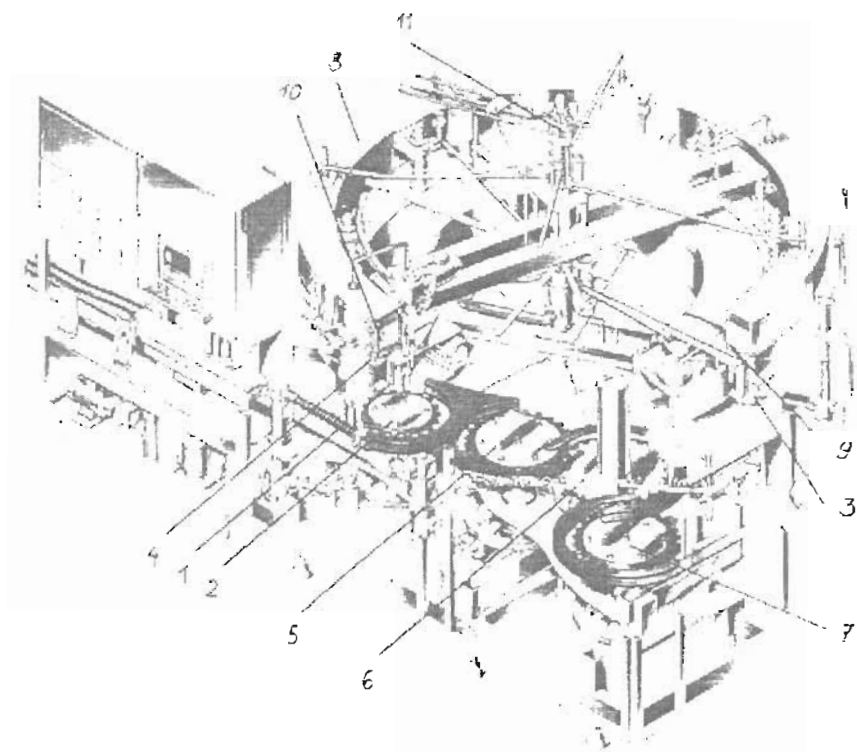
Trong quá trình chiết bia, giai đoạn rót bia vào chai chiếm thời gian nhiều nhất trong khoảng tổng thời gian chai qua máy chiết.

Để nâng cao năng suất làm việc của máy chiết, số vòi chiết sẽ được tăng lên, vì thế kích thước (đường kính) của máy chiết có thể từ 1,4 - 5,0 m. Năng suất chiết biến đổi từ 50000 đến 100000 chai một giờ.

Vòi chiết có 2 loại chính:

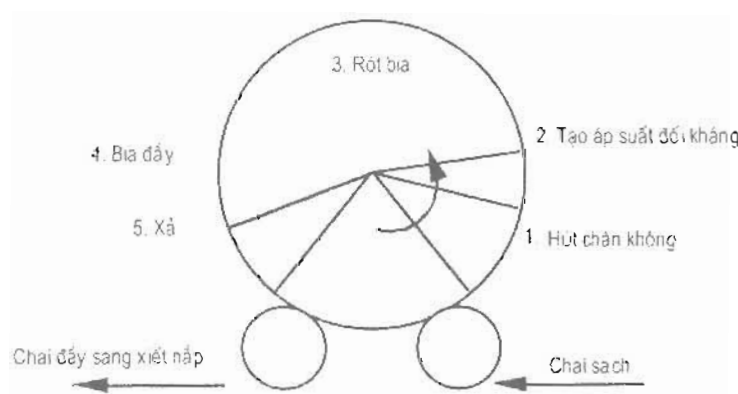
- Loại có ống dẫn bia: với loại vòi chiết này bia được dẫn xuống sát đáy chai, nhờ vậy giảm được khả năng hấp thụ O₂ vào bia. Tuy nhiên, đường kính của ống dẫn bia phải nhỏ hơn đường kính miệng chai nên năng suất của máy chiết thường không cao.

- Loại không có ống dẫn bia: Bia được rót vào chai men theo thành chai, khả năng hấp thụ O₂ sẽ tăng lên nhưng bù lại năng suất của máy chiết sử dụng vòi chiết kiểu này lớn, có thể tới 1000 chai/1 phút (hình 10.19).

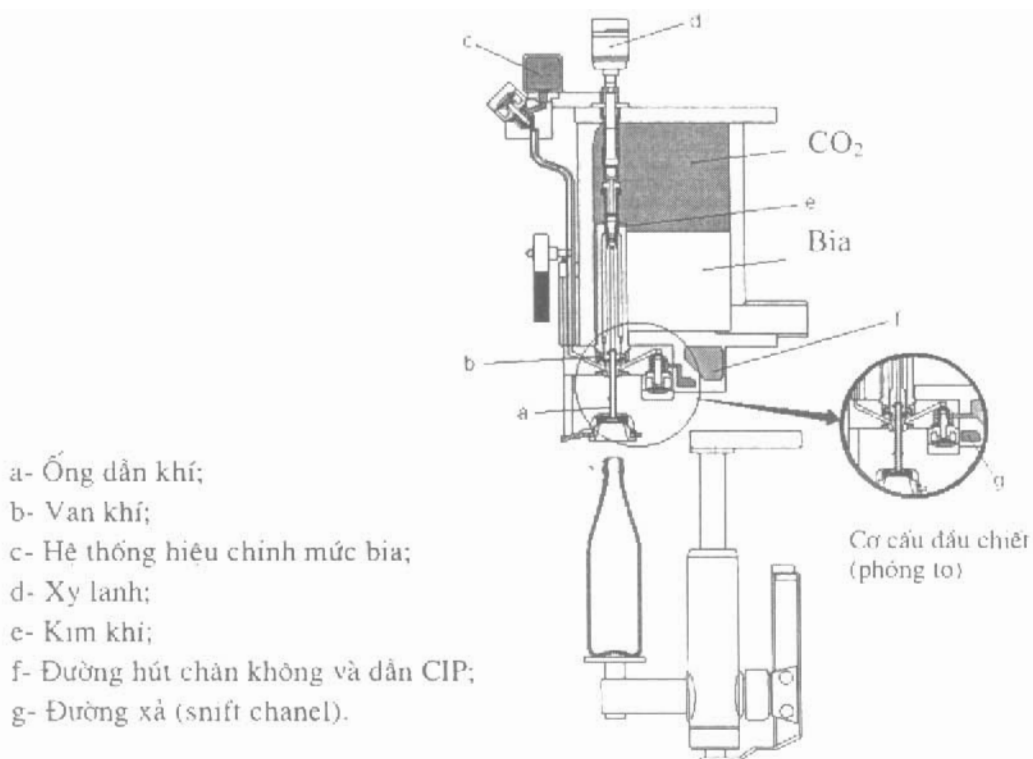


Hình 10.17. Cấu tạo của máy chiết chai.

1- bộ phận dẫn chai dạng vít; 2- bộ phận nạp chai hình sao; 3- bộ phận nâng chai; 4- bộ phận áp miệng chai của vòi chiết hình tulip; 5- bánh quay hình sao trung tâm; 6- bánh răng nối với thiết bị xiết nút; 7- bộ phận tháo chai hình sao; 8- bể chứa bia hình vành khăn; 9- đường hút khí tạo độ chân không; 10- van chiết; 11- phân phối chuyển động quay.



Hình 10.18. Sơ đồ làm việc của máy chiết.



Hình 10.19. Cấu tạo vòi chiết không có ống dẫn bia.

Các giai đoạn chiết bia (hình 10.20):

• **Giai đoạn 1: hút chân không**

Chai khi vào máy chiết chứa đầy không khí. Đầu vòi chiết có liên kết với một bơm chân không, hút không khí từ trong chai ra.

• **Giai đoạn 2: Tạo áp suất đối kháng**

Sau khi hút chân không, CO₂ được đưa vào chai, có thể từ khoảng không phía trên bể chứa bia của máy chiết hoặc từ ngoài.

• **Giai đoạn 3: Rót bia vào chai.**

Khí áp suất trong chai và áp suất trong bể chứa bia của máy chiết cân bằng nhau, bia được chảy một cách nhẹ nhàng vào chai do sự chênh lệch về chiều cao. Khí trong chai được đẩy ra ngoài theo đường dẫn khí của vòi chiết.

Quá trình rót bia vào chai cần đảm bảo:

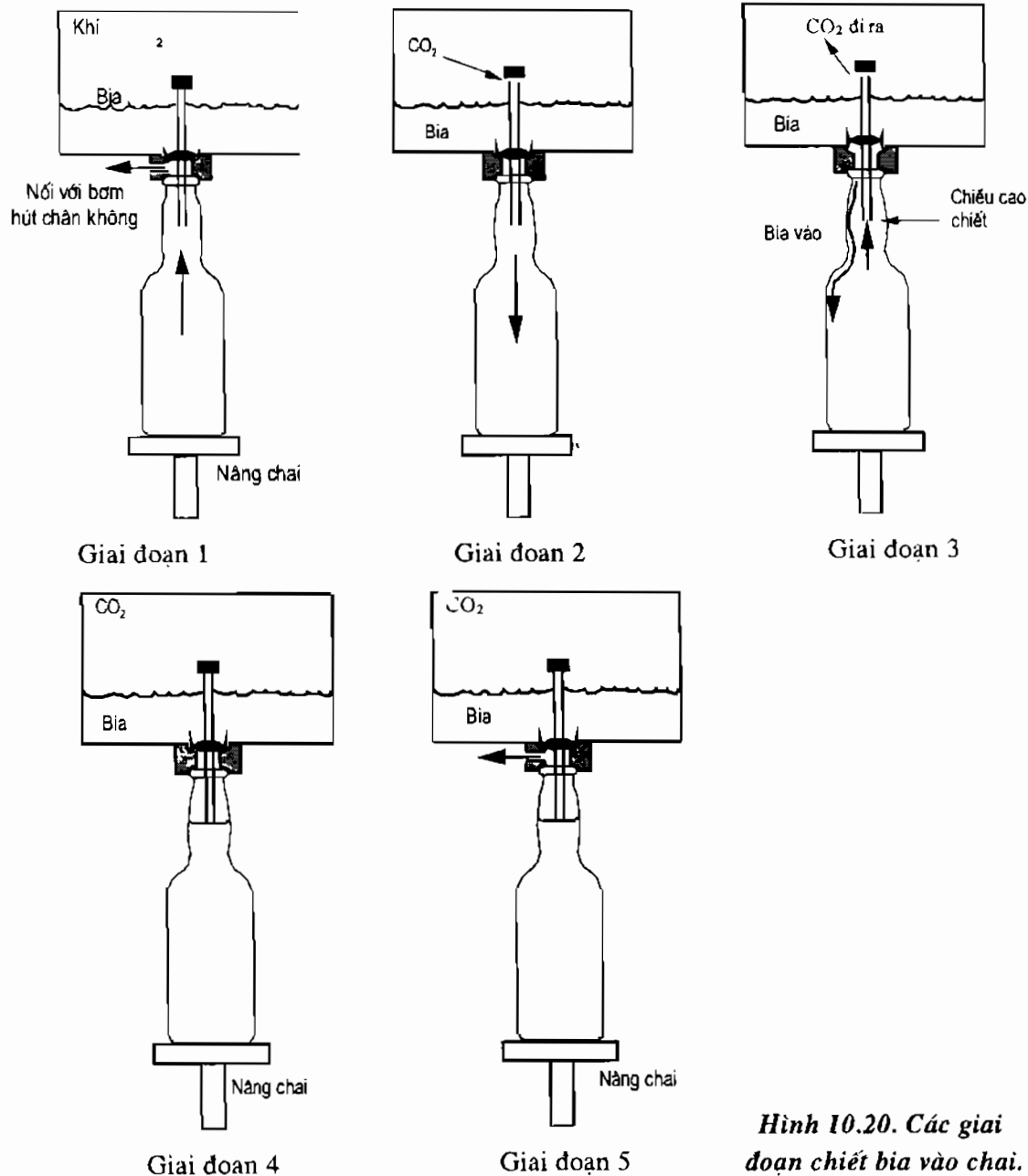
- Thể tích bia trong chai đủ với quy định. Mức bia trong chai sẽ được điều chỉnh bằng độ sâu của vòi dẫn khí CO₂ ra. Khi bia chạm đầu vòi này thì quá trình tự chảy của bia vào chai sẽ dừng lại.

- Không có sự xâm nhập O_2 vào chai: nhờ áp suất đối kháng CO_2 tạo ra và bia chảy nhẹ xuống chai dọc theo thành chai mà không tạo ra sự xáo động.

• Giai đoạn 4: Đẩy chai

Quá trình rót bia sẽ dừng lại khi mức bia chạm tới ống dẫn khí ra của đầu chiết. Khi đó van thông khí phía trên bể chứa bia cũng đóng lại.

• Giai đoạn 5: Hạ chai ra khỏi vòi chiết



Hình 10.20. Các giai đoạn chiết bia vào chai.

10.3.4. Dập nút chai

Sau khi chiết, chai được xiết nút càng nhanh càng tốt. Chính vì vậy, máy xiết nắp chai được gắn cùng một khối với máy chiết và được vận hành từ cùng một động cơ sao cho sự làm việc của 2 máy tương ứng nhau.

Nắp bia hiện nay được sử dụng làm bằng sắt không gỉ có mạ thiếc hoặc crom mỏng 0,235 mm, phía trên có hình logo của nhà sản xuất bia. Xung quanh nắp chai có 21 răng, đường kính của nắp là 32,1 mm (đường kính ngoài) và chiều cao là 6 mm. Phía trong nút chai có lớp đệm có nhiệm vụ làm kín miệng chai khi chiết để không cho oxy xâm nhập vào chai hoặc CO₂ thoát ra khỏi chai. Khi nắp được đặt trên miệng chai, trong quá trình dập nắp, 21 răng của nắp sẽ bị nén xuống và bao lấy miệng chai. Lớp đệm sẽ bị ép sát và nhờ đó làm kín miệng chai.

Nắp chai được dán vào máy dập nắp bằng một băng tải từ, qua một cơ cấu đặc biệt để xoay nắp chai theo đúng hướng cho quá trình dập nắp.

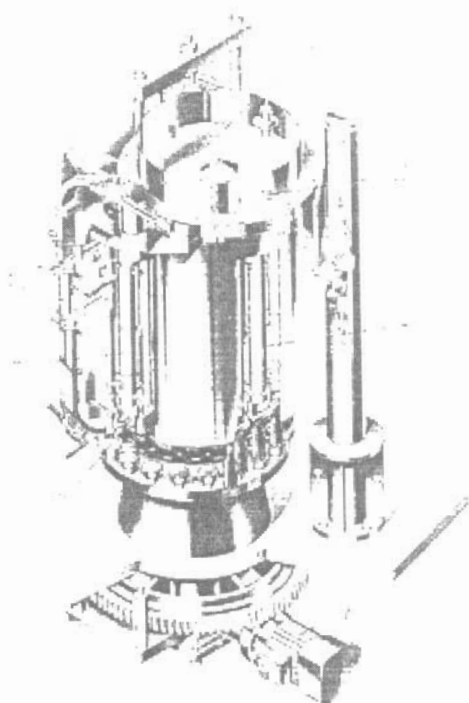
Quá trình xiết nắp

Đầu xiết nắp được hạ xuống sát miệng chai. Nắp chai được giữ bởi nam châm của đầu xiết. Nhờ lực tác động của đầu xiết, 21 răng của nắp được ép sát vào miệng chai. Khi đó đầu chiết được nâng lên giải phóng chai sang giai đoạn tiếp theo.

10.3.5. Thanh trùng

Tại cuối quá trình nấu, dịch đường đã được vô trùng, do vậy, các vi sinh vật gây hư hỏng bia chỉ có thể xâm nhập vào sản phẩm do sự thiếu vệ sinh trong các công đoạn từ lên men đến ra sản phẩm cuối cùng.

- Các thao tác vệ sinh thiết bị không đảm bảo về thời gian, nồng độ hóa chất sử dụng...
- Thiết bị lọc bia không đảm bảo đủ kín hoặc quá tải.
- Sự nhiễm tạp của khí nén sử dụng trong quá trình chiết.
- Do người vận hành và thao tác đưa vào từ trạng phục lao động của họ.



Hình 10.21. Máy dập nắp chai:

- 1- bộ phận phân phối nắp chai; 2- động cơ của bộ phận phân phối nắp; 3- đường dẫn nắp chai với ống định hướng; 4- đầu xiết nắp; 5- cơ cấu dẫn chai; 6- động cơ.

Một số nhóm vi sinh vật có thể gây hư hỏng cho bia là:

- Nấm men dại như *Saccharomyces diasticus* hoặc *Saccharomyces pastorianus*.
- Vi khuẩn gây hư hỏng bia: *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus fridus*, *Pediococcus damnosus*.

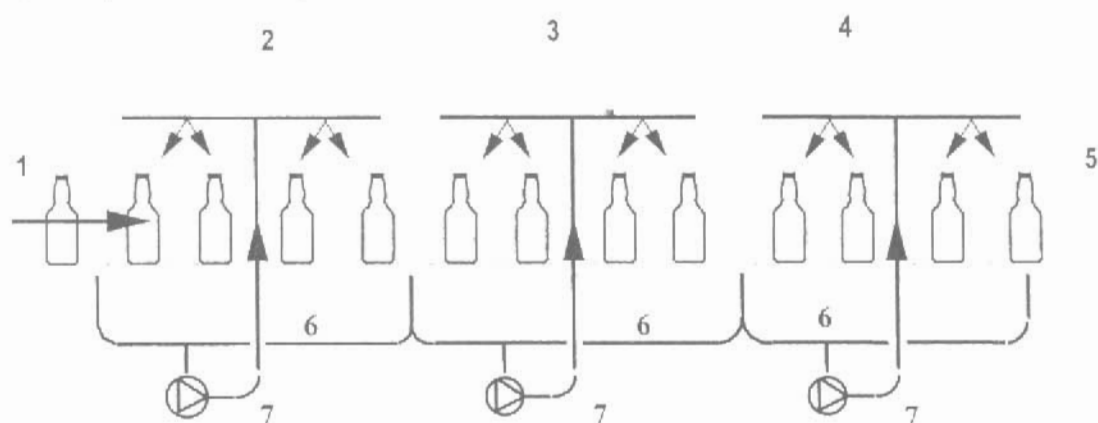
Khi xâm nhập vào bia, các vi sinh vật này phát triển một cách nhanh chóng, thậm chí có thể làm hư hỏng sản phẩm sau vài ngày bia được chiết vào chai. Một biện pháp được đặt ra thường xuyên mang tính chất phòng ngừa: vệ sinh sạch sẽ kỹ càng mọi nơi, mọi công đoạn sản xuất, làm việc dưới điều kiện vệ sinh nghiêm ngặt.

Một số biện pháp để đảm bảo loại bỏ được vi sinh vật có hại trong bia thường được sử dụng ngoài các biện pháp phòng ngừa trên đó là sử dụng nhiệt để xử lý bia trước hoặc sau khi rót bia vào bao bì như:

- Thanh trùng nhanh.
- Chiết nóng.
- Thanh trùng tunnel.

10.3.5.1. Thanh trùng pasteur

Thanh trùng là một biện pháp xử lý nhiệt nhằm tiêu diệt hầu hết các tế bào vi sinh vật sinh dưỡng được nhà khoa học Louis Pasteur đưa ra. Thông thường chế độ nhiệt là 60 - 65°C trong thời gian 10 đến 20 phút.



Hình 10.22. Các công đoạn chai đi qua trong máy thanh trùng:

- 1- chai vào; 2- khu vực nâng nhiệt; 3- khu vực giữ nhiệt độ thanh trùng;
4- khu vực hạ nhiệt; 5- chai ra; 6- các bể chứa tác nhân rửa; 7- bơm.

a) Thanh trùng nhanh

Bia khi bị xử lý nhiệt độ cao dẫn tới một số thay đổi về hương vị của sản phẩm, đặc biệt là thời gian xử lý nhiệt kéo dài. Thanh trùng nhanh (flash pasteurization) là một biện pháp rút ngắn thời gian xử lý nhiệt độ nhờ các thiết bị thanh trùng dạng tấm bản. Bia có thể

được nâng tới nhiệt độ 68 - 72°C trong thời gian 50 giây. Sau đó được làm lạnh trở lại.

♦ Thiết bị thanh trùng nhanh

Ban đầu bia lạnh được làm ấm trong vùng 2 của thiết bị trao đổi nhiệt, sau đó được nâng tới nhiệt độ thanh trùng ở khoang thứ 3 của hệ thống bằng nước nóng được kiểm soát một cách chặt chẽ. Bia được giữ tại nhiệt độ này theo thời gian đã định trong khoang giữ nhiệt rồi tiếp tục được làm lạnh xuống nhiệt độ chiết bia bằng chính bia vào thiết bị thanh trùng. Nếu nhiệt độ bia vào thanh trùng là 0°C, với khoang 2 đủ diện tích trao đổi nhiệt, nhiệt độ bia ra có thể đạt được 4°C để đem đi chiết.

Toàn bộ quá trình chỉ được phép diễn ra trong thời gian tối đa là 2 phút, nhờ vậy chất lượng của bia ít bị ảnh hưởng.

♦ Thời gian thanh trùng

Nhiệt độ thay đổi một chút cũng có thể dẫn tới thời gian cần thiết để tiêu diệt vi sinh vật giảm đi khá nhiều.

Một đơn vị được sử dụng để đánh giá quá trình thanh trùng, đó là đơn vị thanh trùng PU (Pasteurization unit). Đơn vị này được định nghĩa là thời gian cần thiết tính bằng phút tại một nhiệt độ cụ thể. Trong đó, 60°C là nhiệt độ chuẩn và số đơn vị thanh trùng tại một nhiệt độ xác định được xác định bằng công thức sau:

$$\text{Số đơn vị PU} = t \times 1,393^{(T-60)}$$

trong đó:

t - thời gian thanh trùng (phút);

T- nhiệt độ thanh trùng (°C).

Từ công thức này có thể tính được thời gian cần thiết để thanh trùng một sản phẩm bia ở một nhiệt độ xác định với mức độ thanh trùng (số đơn vị thanh trùng) cho trước. Thông thường quá trình thanh trùng bia cần từ 14 - 15 PU, số đơn vị thanh trùng càng ít, chất lượng bia càng được đảm bảo nhưng thời gian sử dụng của sản phẩm càng ngắn.

Ví dụ:

Mức độ thanh trùng bia đòi hỏi là 15 PU.

Nhiệt độ thanh trùng cần sử dụng là 75°C.

Thời gian cần thiết để giữ ở nhiệt độ 75°C được tính bằng:

$$t = \frac{\text{PU}}{1,393^{(T-60)}} = \frac{15}{1,393^{(75-60)}} = 0,104 \text{ phút}$$

Thanh trùng nhanh chỉ đảm bảo tiêu diệt được vi sinh vật nhiễm vào bia tại các công đoạn trước, trong khi đó khả năng nhiễm vi sinh vật vào bia trong công đoạn chiết bia là rất cao, chính vì vậy, khi sử dụng thanh trùng nhanh cần đảm bảo các điều kiện vệ sinh chặt chẽ trong quá trình chiết bia vào bao bì.

b) Chiết bia nóng

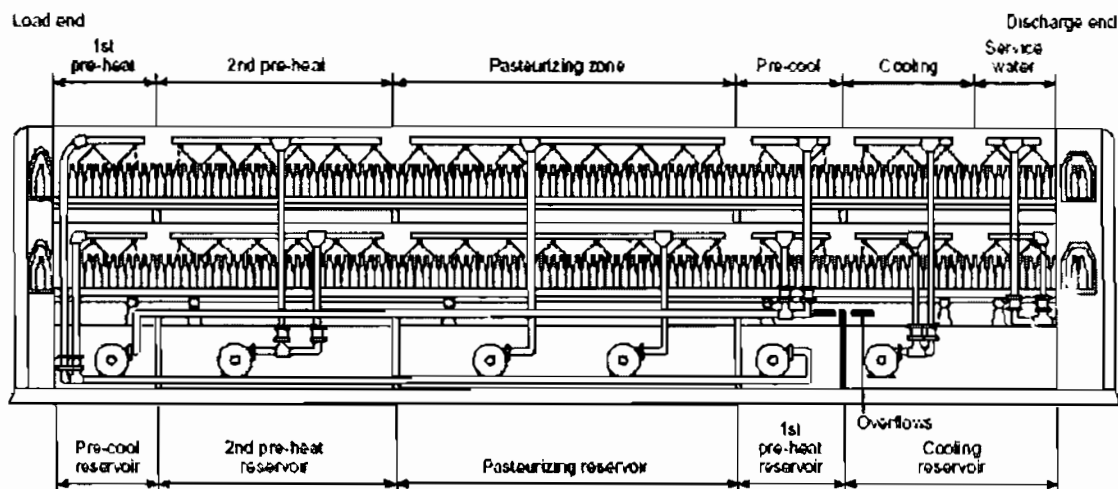
Sử dụng phương pháp rót nóng bia có thể giảm được rất nhiều khả năng nhiễm vi sinh vật vào bia. Sử dụng phương pháp này, chai sau khi rửa không cần làm nguội. Tuy nhiên cần đảm bảo áp suất trong quá trình làm việc từ 8 - 10 bar để hạn chế sự thất thoát CO₂ ra khỏi bia.

Một số nhược điểm của phương pháp rót nóng:

- Chất lượng của bia giảm đi do sự tác động của nhiệt độ cao trong thời gian dài.
- Tổn thất bia do vỡ chai rất cao bởi quá trình làm việc cần áp suất cao.
- Đòi hỏi nhiều năng lượng.

c) Thanh trùng tunnel

Đây là phương pháp thanh trùng bia sau khi đã được rót vào chai hay lon. Trong quá trình này chai được dẫn qua thiết bị thanh trùng trong thời gian khoảng 1 giờ. Thiết bị thanh trùng có thể tích lớn chiếm chỗ trong phân xưởng, đồng thời giá thành của chúng cao, đòi hỏi nhiều năng lượng.



Hình 10.23. Hầm thanh trùng tunnel:

Load end:	Cửa nạp chai;	Pre-cool:	Làm lạnh sơ bộ;
Discharge end:	Cửa tháo chai;	Cooling:	Làm lạnh;
1st, 2nd pre-heat:	Khoang nâng nhiệt lần 1, lần 2;	Reservoir:	Bể chứa;
Pasteurizing zone:	Khoang thanh trùng;	Overflows:	Đường chảy tràn.

Việc đảm bảo đồng đều nhiệt độ trong chai không phải là đơn giản. Do vỏ chai làm bằng thủy tinh có khả năng dẫn nhiệt kém, đồng thời do không có sự chuyển động của bia trong chai nên khi lớp bia sát thành chai đã được nóng lên thì ở giữa chai, nhiệt độ của bia vẫn còn thấp. Điểm tăng nhiệt độ chậm nhất trong chai bia thường cách 1,5 cm từ đáy chai lên và nằm trên đường tâm của chai bia. Quá trình thanh trùng sẽ chưa đạt nếu nhiệt độ của tâm này vẫn thấp hơn nhiệt độ thanh trùng.

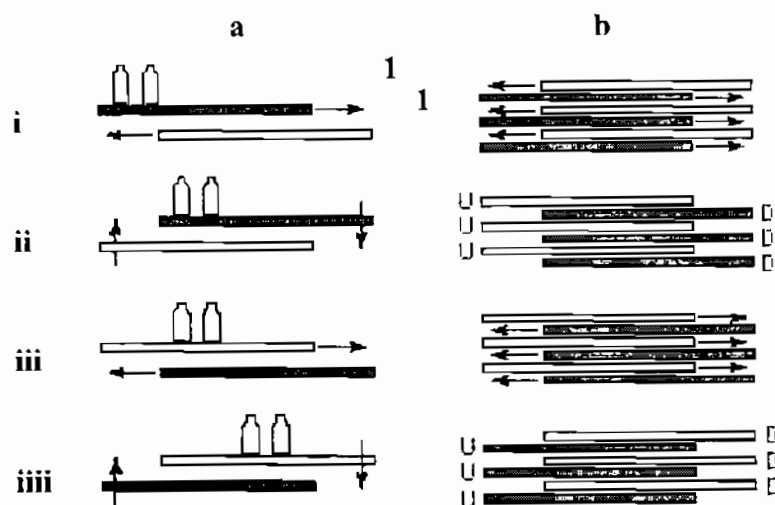
Trong quá trình thanh trùng, áp suất của bia trong chai sẽ tăng lên do sự giải phóng CO_2 . Do vậy, khoảng không trong chai phải tối thiểu là 5% so với tổng thể tích của chai, nếu không áp suất tăng lên có thể làm vỡ chai. Chính bởi sự giải phóng CO_2 này, khi làm nguội bia về nhiệt độ phòng, lượng CO_2 sẽ không hòa tan trở lại bia như ban đầu nên hàm lượng của nó trong bia sẽ giảm đi.

Thanh trùng là một biện pháp đảm bảo tiêu diệt các tế bào vi sinh vật khi sản phẩm tới tay người tiêu dùng. Bia sau khi chiết chai sẽ được xử lý nhiệt trong thiết bị thanh trùng dạng hầm (thanh trùng tunnel).

Các chai khi đi qua hầm thanh trùng sẽ được trải qua các chế độ nhiệt độ khác nhau trong khoảng thời gian xác định nhờ hệ thống băng tải dạng thanh chuyển động liên tục. Ở trên băng tải dạng này, chai được di chuyển một cách từ từ về phía trước khi các thanh nâng và hạ đều đặn theo chuyển động tịnh tiến tròn (hình 10.24). Sử dụng dạng băng tải này có ưu điểm là tránh làm thay đổi nhiệt độ của từng vùng, bởi các thanh này chỉ chuyển động tịnh tiến tròn trong 1 khoang nhiệt độ mà không sang các khoang khác như trường hợp băng tải dạng xích.

Chai được nạp vào một đầu và được di chuyển dưới các vùng có phun nước ở các nhiệt độ khác nhau. Nhiệt độ của các khoang được bố trí sao cho bia dần dần được nâng tới nhiệt độ thanh trùng. Chế độ thanh trùng đòi hỏi là $60^\circ\text{C}/20$ phút. Sau đó, chai tiếp tục được làm nguội dần xuống nhiệt độ thường.

Thiết bị thanh trùng tunnel phổ biến hiện nay là dạng có 2 tầng. Chai di chuyển tới cuối tầng trên và đi xuống tầng thấp hơn. Nhờ cấu tạo 2 tầng, nước nâng nhiệt sơ bộ cho chai



Hình 10.24. Nguyên tắc làm việc của băng tải dạng thanh:

a- mặt cắt đứng; b- mặt cắt bằng;

U- lên; D- xuống;

- i - Thanh 1 ở trên có nhiệm vụ đưa chai về phía trước, thanh 2 chuyển động theo chiều ngược lại;
- ii - Thanh 1 hạ xuống, thanh 2 đi lên đỡ chai;
- iii - Thanh 2 ở trên chuyển động đưa chai về phía trước, thanh 1 chuyển động ngược lại;
- iiii - Thanh 2 hạ xuống, thanh 1 nâng lên đỡ chai. Hoàn thành một chu kỳ chuyển động tịnh tiến tròn của 2 thanh.

tầng trên sẽ được sử dụng làm nước làm lạnh cho chai tầng dưới.

Việc kiểm soát một cách chính xác nhiệt độ thanh trùng rất quan trọng. Mục tiêu của quá trình này là tiêu diệt một cách hiệu quả các vi sinh vật với sự tiêu tốn năng lượng ít nhất. Nhiệt độ của tất cả các vùng đều được ghi lại. Tổng thời gian chai qua máy thanh trùng thường khoảng 1 h.

Máy thanh trùng là thiết bị có kích thước lớn nhất trong dây chuyền hoàn thiện sản phẩm. Năng suất máy thanh trùng có thể tới thấp nhất là 150000 chai/h.

Nước sử dụng thanh trùng phải được làm sạch và có pH khoảng 8, nếu không máy thanh trùng sẽ nhiễm nhiều loại vi khuẩn và nấm mốc và các vòi phun nhanh chóng bị đóng cặn, các chai đi ra sẽ nhiễm bẩn. Độ cứng của nước thanh trùng phải thấp càng tốt để tránh đóng cặn trên các đường dẫn nước. Các chất sát trùng và clo đôi khi được bổ sung vào nước. Trong quá trình thanh trùng, nhiệt độ trong chai tăng lên, CO₂ bị giải phóng và tạo áp suất lớn tác động vào thành chai và nắp chai. CO₂ tập trung chủ yếu ở khoảng không phía trên chai, vì vậy thể tích khoảng không này cần được kiểm soát chặt chẽ sao cho giảm tối đa khả năng chai bị vỡ. Nếu hàm lượng CO₂ trong bia là 0,38%, thể tích khoảng không chiếm 1,7% thể tích chai, thì áp suất tạo ra trong quá trình thanh trùng có thể lên tới 10 at. Sự va chạm chai trong quá trình thanh trùng cũng có thể dẫn tới khả năng vỡ chai. Băng tải dạng thanh chuyển động tịnh tiến cũng hạn chế tối đa các va chạm của chai.

Thanh trùng hầm tunel là phương pháp an toàn để đảm bảo sự vô trùng cho bia. Tuy nhiên đây là phương pháp tốn kém, cả về chi phí đầu tư ban đầu và chi phí vận hành thiết bị, có thể gấp đôi chi phí so với phương pháp lọc vô trùng và gấp ít nhất là 5 lần so với phương pháp thanh trùng nhanh. Hơn nữa, đối với phương pháp thanh trùng này, một dạng lỗi hay gặp đó là bia bị quá thanh trùng. Do vậy làm mất đi hương vị tươi của bia, đặc biệt khi hàm lượng O₂ lớn hơn 0,2 mg/l.

10.3.6. Dán nhãn chai

10.3.6.1. Nhãn mác sản phẩm

Nhãn mác của sản phẩm là một thành phần không thể thiếu khi sản phẩm lưu thông trên thị trường. Không chỉ có vai trò cung cấp thông tin về sản phẩm, nhãn mác có tác động rất lớn tới người tiêu dùng thông qua cách bố trí, màu sắc, số lượng của các nhãn mác...

Thông thường trên chia bia thành phẩm gồm các nhãn mác sau:

- Nhãn ở thân chai: có vai trò cung cấp các thông tin chính về sản phẩm.
- Nhãn phía lưng chai (đối diện với nhãn ở thân).
- Nhãn cổ chai.

Lớp giấy bạc bọc ở cổ chai và miệng chai cũng được coi là nhãn mác của sản phẩm với vai trò trang trí.

Yêu cầu cơ bản đối với nhãn mác của sản phẩm gồm có:

- Các thông tin và hình ảnh trên nhãn phải được in một cách rõ ràng, màu sắc và cách bố trí trên nhãn hài hòa, hấp dẫn người tiêu dùng.

- Nhãn cần đảm bảo đủ độ dày để đảm bảo không thấy được màu sắc và hình dáng của chai, ngay cả khi nhãn bị ẩm. Người ta có thể bổ sung titan oxít trong quá trình sản xuất ra giấy in nhãn.

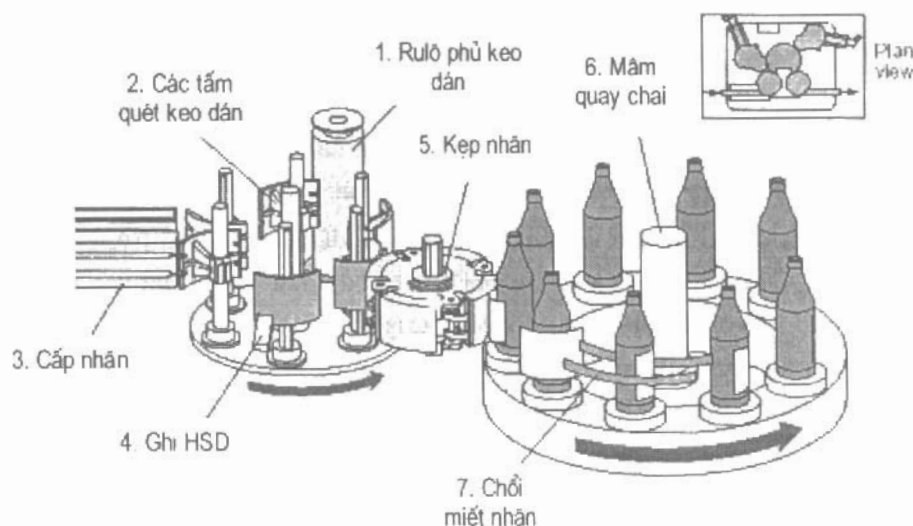
- Nhãn phải chịu được xút để tránh trường hợp bị phân hủy khi ngâm trong quá trình rửa chai.

- Chịu được nước.

- Không bị quần dưới điều kiện ẩm hay khô. Thông thường 2 mặt của nhãn được tráng một lớp polimer vừa có tác động chống ẩm, vừa chống quần nhãn.

10.3.6.2. Máy dán nhãn

Cấu tạo của máy dán nhãn được thể hiện trên hình 10.25.



Hình 10.25. Nguyên tắc làm việc của máy dán nhãn chai.

Nguyên tắc làm việc của máy dán nhãn:

Keo dán được phủ lên rulô 1. Khi rulô 1 quay tiếp xúc với các tấm quét keo 2 đặt trên một mâm xoay tròn, nhờ vậy keo được quét lên các tấm 2. Khi các tấm 2 tiếp xúc với các nhãn ở bộ phận cấp nhãn 3 (mặt sau của nhãn), nhãn sẽ được gắn vào các tấm này nhờ lực kết dính của keo dán. Mặt trước của nhãn được hướng ra ngoài và được phun hạn sử dụng nhờ bộ phận 4. Sau đó nhãn được kẹp lên các tấm của rulô 5 và được dính vào chai khi tiếp xúc với chai quay trên mâm 6. Chối 7 sẽ miết các nhãn dán xung quanh chai. Chai tiếp tục chuyển động trên mâm 6 và đi ra ngoài.

Chương 11

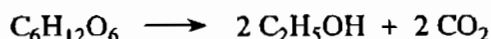
ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG BIA THÀNH PHẨM

11.1. CÁC CHỈ TIÊU CHẤT LƯỢNG CỦA BIA

11.1.1. Thành phần hoá học

Nước là thành phần chính của bia, bên cạnh đó là rượu etylic, axit cacbonic, một số sản phẩm phụ tạo ra từ quá trình lên men và các chất hòa tan không lên men còn lại trong bia.

Hàm lượng cồn tạo thành phụ thuộc vào dịch chiết ban đầu và hiệu suất lên men theo phản ứng sau:



Theo lý thuyết cứ 180 g đường sinh ra 92 g rượu, dựa vào đó mà người ta tính toán dịch chiết ban đầu. Tuy nhiên, trong thực tế, một phần đường nhỏ bị nấm men đồng hoá, một phần chuyển thành glyxerin và các sản phẩm lên men thứ cấp khác; cuối cùng một phần rượu bị este hoá và bị oxy hoá thành axit axetic. Do vậy để xác định được nồng độ chất hòa tan ban đầu của dịch đường người ta thường sử dụng công thức của Balling như sau:

$$E = \frac{(2,0665A + n)100}{100 + 1,0665A}$$

trong đó:

n - hàm lượng chất hòa tan thực của bia (°S);

E - hàm lượng chất hòa tan ban đầu của dịch đường (°S);

A - hàm lượng rượu (% khối lượng).

Bên cạnh rượu etylic, người ta cũng luôn tìm thấy một ít rượu bậc cao, bắt nguồn từ lên men các axit amin, một ít este và các axit hữu cơ.

Glyxerin, cũng là một sản phẩm lên men, được hình thành và tồn tại trong dịch chiết, có tỷ lệ 0,2 - 0,3% ở bia có tỷ trọng trung bình (nồng độ dịch chiết 10 - 12%).

Hàm lượng axit cacbonic không phụ thuộc vào sự lên men, bởi vì nó thoát đi. Do vậy nó chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ tăng trữ bia, áp suất đối kháng và sự khuấy trộn khi chiết bia, hay phụ thuộc vào lượng khí bổ sung vào trong bia. Bình thường hàm lượng CO₂ trong bia khoảng từ 0,35 tới 0,40%, đối với bia non có thể 0,10% và bia quá bão hoà có thể là 0,70%.

Sau hydratecacbon là các chất chứa nitơ, chiếm khoảng 8 - 10% dịch chiết. Tỷ lệ của chúng giảm dần cùng với việc sử dụng nguyên liệu thay thế, đường, hay đại mạch ít nitơ, hay malt chứa ít nitơ hoà tan; do đó các con số khá biến động. Các hợp chất nitơ phân thành các hợp chất có phân tử lượng cao (20 - 30%), albuminoit trung gian (các albumoze, các pepton) (40 - 50%) và các hợp chất được phân cắt mạnh (các polypeptit, các axit amin, nitơ amoniac) (20 - 30%).

Tiếp theo là các chất khoáng, chiếm 3 - 4% dịch chiết, nhưng hàm lượng thay đổi theo thành phần nguyên liệu đặc biệt là nước. Người ta thấy dịch chiết có khoảng 1/3 là muối của Na và K, 1/3 là muối của P, 1/10 là SO_2 , một ít Ca, Mg, Al, và Fe. Các con số thay đổi theo thành phần nước.

Cuối cùng, người ta thấy trong một lít bia 12% chất chiết có 50 tới 100 mg chất đắng, trong đó hàm lượng isohumulon trung bình là 25 mg. Nhưng lượng isohumulon thay đổi từ 15 mg trong bia rất ít houblon như bia Mỹ tới 50 mg trong bia Anh rất nhiều houblon.

11.1.2. Độ bền của bia sản phẩm

11.1.2.1. Độ bền keo

Không những phải chiết chai tốt mà còn cần phải giữ được những tính chất của bia. Thời gian bảo quản biến đổi rất nhiều tùy vào từng vùng. Tại những đất nước có một lượng tiêu thụ bia lớn như Bỉ và phần lớn các nước ở trung tâm Tây Âu, thời gian bảo quản chỉ là 1 tháng. Nhưng ở các nước khác thì cần phải cần đến 3 tháng và đối với bia xuất khẩu thì cần tới 1 năm.

Người ta nêu ra 3 dạng cặn trong bia:

- Cặn vi sinh vật do sự phát triển của các vi sinh vật.
- Cặn keo do sự kết bông của các thể keo.
- Cặn hoá học do sự kết tủa hoá học đơn thuần.

Phần lớn các cấu tử của bia, nhất là dextrin, hợp chất nitơ phức tạp, các chất nhựa của houblon, các chất chát, các chất màu đều không tồn tại dưới dạng các phân tử phân tán, mà ở trạng thái keo, tức là ở trạng thái tập hợp các phân tử mang điện tích. Vị, độ sánh, độ bọt, độ bền của bia phụ thuộc vào độ lớn hay độ phức tạp của những thể tập hợp này. Một lượng lớn các chất khoáng và các axit tồn tại dưới dạng các ion sẽ được hấp phụ bởi các chất keo và ảnh hưởng tới điện tích của chúng và tới sự ngậm nước của chúng; theo quan điểm này, ion H^+ đóng một vai trò đáng kể.

Các chất keo cũng tự hấp phụ nhau. Khi người ta phân tích các cặn keo kết tủa trong bia, người ta luôn tìm thấy có những hợp chất có bản chất khác nhau như: các hợp chất nitơ, pentosan, dextrin, các chất khoáng, các chất nhựa, các chất tanin. Việc kết tủa các hợp chất nitơ bởi tanin là kết quả của một phản ứng keo.

Sự hình thành bọt cũng thể hiện tính chất có bản chất keo của bia. Đó chính là sự đông tụ các chất keo trong các màng bọt mà màng bọt bia bền vững trong một thời gian. Độ bền bọt là đặc tính phân biệt rõ nhất bia với các đồ uống khác.

Trong bia cũng giống như tất cả các dung dịch keo khác luôn có xu hướng tiến đến quá trình đông tụ. Các phức chất hay các mixen keo tương tác với nhau và dần hình thành các khối có thể quan sát bằng mắt thường, đó chính là cặn. Bia thường trong ngay lập tức sau khi lọc cho dù đã được làm lạnh ở 0°C. Sau đó một thời gian khi nhúng chai vào nước đá người ta thấy bia có một lớp màng: đó là “cặn lạnh”, nhưng cặn này hòa tan lại ở nhiệt độ thường. Sau một thời gian bảo quản dài ở nhiệt độ thường cũng xuất hiện cặn, đó là “cặn thường”, nói chung cặn này tạo nên khối kết tủa. Tốc độ xuất hiện cặn loại này trong bia rất khác nhau tùy từng trường hợp. Ngoài ra còn đồng thời tồn tại cả những cặn hydratecacbon. Đôi khi, người ta gặp rất nhiều cặn tinh bột trong bia, đơn giản đó là kết quả của một quá trình đường hoá không tốt trong công đoạn nấu bia.

Cặn lạnh

Giống như từ “cặn lạnh” vốn đã không rõ ràng, theo E.B.C đã định nghĩa nó như sau: đó là cặn được tạo ra ở 0°C và bị hoà tan hoàn toàn ở 20°C.

Thành phần của cặn lạnh rất biến đổi. Người ta thấy trong đó có 40 - 76% là các hợp chất nitơ, 17 - 35% là tanin, 3 - 13% là các hydratecacbon và một ít chất tro, nhất là các kim loại nặng.

Bản chất của các hợp chất nitơ cũng đã được nghiên cứu, việc phân tích các axit amin được tìm thấy sau khi thuỷ phân cặn cho thấy cặn có thành phần tương tự như hordeine (đại mạch). Việc phân tích cặn cho thấy chúng được tạo nên từ các loại protein khác nhau.

Còn đối với các polyphenol, đặc biệt là các anthocyanogen được tìm thấy trong các cặn lạnh, chúng có thể có từ cả malt và cả houblon. Đối với các hydratecacbon, người ta chưa nghiên cứu một cách hệ thống. Theo HARTONG, không hề có hydratecacbon phức, nhưng một số tác giả khác lại nhấn mạnh đến sự có mặt của glucoza và các đường pentoza khác và có cả các kim loại trong cặn, nhất là Fe, Cu.

Cặn thường và các loại cặn khác

Thông thường, cặn thường hình thành từ cặn lạnh và nhiều tác giả đã chứng minh điều này trong quá trình theo dõi bia, họ kết luận rằng khi cặn thường tăng lên thì cặn phụ tạo ra trong quá trình làm lạnh lại giảm đi. Nhưng cặn thường còn có thể tạo ra bởi một hợp chất làm kết tủa protein.

Kết quả là tạo ra một lượng kết tủa nhất định. Ví dụ sự kết tủa này là do cặn có thể được hình thành từ formol hay ngẫu nhiên từ các chất sát khuẩn khác được trộn vào trong bia hoặc do tanin hoà tan từ nút lie của chai.

Người ta đã sử dụng một loạt các phương pháp định lượng và các phản ứng để dự đoán độ bền keo như là định lượng các hợp chất nitơ phức, sunfat amonium... Tuy nhiên để dự đoán độ bền của keo nhanh nhất, người ta giữ bia ở nhiệt độ 60°C rồi làm lạnh xuống 1°C và giữ nhiệt độ đó trong 3 giờ, nhằm thúc đẩy quá trình hình thành cặn nhanh hơn 10 - 30 lần so với việc bảo quản ở 25°C và người ta dự đoán thật nhanh độ bền một cách không hoàn toàn chính xác nhưng còn tốt hơn là các kiểm tra về hoá học.

Bên cạnh các kết tủa có nguồn gốc từ các chất keo còn có các kết tủa mang bản chất hóa học. Đây không phải là cặn keo mà là sự kết tủa của các tinh thể, đặc biệt là oxalat được hình thành từ các tinh thể canxi oxalat. Các tinh thể thường được tìm thấy ở đáy thùng.

11.1.2.2. Độ bền vi sinh của bia

Nhiều vi sinh vật không thể phát triển trong bia bình thường bởi chúng không thể chịu được pH quá thấp, chẳng hạn như các vi khuẩn lên men butyric, các vi khuẩn bền nhiệt, các nấm mốc và phần lớn các vi khuẩn lên men axetic.

Vi sinh vật nhiễm tạp trong bia chủ yếu là các nấm men dại và các chủng vi khuẩn lên men lactic.

Các vi khuẩn bền nhiệt gây nhiễm cho dịch đường cũng chỉ phát triển được trong bia có hàm lượng rượu rất thấp và pH cao. Nhóm vi khuẩn nhiễm tạp này có thể bắt nguồn từ nước và không khí.

Cặn do nấm men

Xét về hình thái, rất khó phân biệt được nấm men thuần khiết và nấm men dại. Trên thực tế, tuy nhiên chúng ta có thể phân biệt dựa trên 2 yếu tố rất quan trọng trong quá trình phát triển của nấm men: các đường có thể lên men được và oxy.

Để hạn chế được các cặn do nấm men, người ta có thể giảm lượng đường lên men còn lại trong bia xuống tới mức tối đa và hạn chế sự hòa tan của oxy không khí. Nhưng trước hết, để tránh sự nhiễm tạp nấm men và các vi sinh vật khác thì cần đảm bảo vô trùng, tiệt trùng các thiết bị bằng các biện pháp vệ sinh chặt chẽ.

Cặn do trực khuẩn và bát cầu khuẩn (sarcine)

Các vi khuẩn có thể phát triển trong bia bão hoà axit cacbonic chủ yếu là các chủng vi khuẩn lên men lactic. Đây là các vi khuẩn Gram (+), không di chuyển, không tạo bào tử, catalaza (-), chủ yếu tạo ra axit lactic, có nhu cầu cao về nguồn dinh dưỡng protein.

Các biện pháp hạn chế sự nhiễm tạp trực khuẩn và bát cầu khuẩn thường ít được nghiên cứu hơn so với trường hợp của nấm men. Người ta có thể sử dụng các cách: tăng hàm lượng houblon hay hàm lượng rượu trong bia, hiệu quả và đơn giản nhất là giảm pH xuống dưới giá trị thấp.

Hiện tượng tạo nhớt

Đây là sự nhiễm tạp khó chịu nhất thường gặp, bia khi đó trở nên nhớt như dầu. Tuy nhiên, sự nhiễm tạp này thường xuất hiện đối với các loại bia chưa bão hòa CO₂. Vi sinh vật gây nhớt cho bia chính là vi khuẩn axetic. Khi CO₂ chưa được bổ sung vào bia, sự tồn tại của O₂ thúc đẩy sự phát triển của các vi khuẩn này.

Nhớt tạo nên do lớp vỏ hay lớp màng nhầy bao quanh tế bào vi khuẩn. Để hạn chế hiện tượng này, người ta cũng có thể sử dụng biện pháp tăng hàm lượng hoa houblon.

Sự khử trùng và kiểm soát vi sinh vật dĩ nhiên là những phương tiện cơ bản để tránh nhiễm tạp ở bia. Ngoài ra có thể sử dụng các chất kháng khuẩn như SO₂ để đảm bảo quá trình bảo quản bia. Tại Pháp, người ta cho phép thêm anhydrit sulfur vào bia với liều lượng 80 mg/lít. Tại Bỉ, người ta không cho phép trong bia có quá 14 mg/lít SO₂ bởi vì đó là hàm lượng cao nhất có thể có được từ nguyên liệu ban đầu.

Hiện nay, một nhóm chất bảo quản có nguồn gốc tự nhiên như các bacterioxin được sử dụng trong bảo quản bia nói chung và các thực phẩm nói riêng. Các bacterioxin có thể ức chế sự phát triển của nhiều loại vi khuẩn Gram dương trong quá trình lên men bia mà không ảnh hưởng tới sự sinh trưởng và phát triển của nấm men. Trong khi đó, các chất kháng sinh y tế thường bị cấm sử dụng để bảo quản bởi có thể có hại cho sức khỏe của người tiêu dùng.

Gần đây, người ta đã tìm ra một hợp chất, đó là axit pyrocacbonic dietyl este có khả năng tự phân huỷ hoàn toàn sau khi thanh trùng bia. Người ta cũng thêm vào bia axit sorbic để làm chậm sự phát triển của các nấm men. Sản phẩm này không hề độc hại, có thể được sử dụng để làm chậm sự xuất hiện cặn do nấm men gây ra trong bia.

11.1.2.3. Độ bền bọt

Bọt của bia được hình thành do sự giải phóng CO₂ có trong bia. Bia được phân biệt với các loại đồ uống khác bởi tạo được bọt bền hơn. Một lớp bọt dày và rất bền trong cốc làm cho bia trở nên hấp dẫn, hơn nữa, bọt bia sánh lại cũng tạo cảm giác dịu mát.

Những điều kiện cần thiết để tạo ra dạng bọt tốt

Nói chung, tất cả các yếu tố góp phần làm giàu dạng keo phức của bia sẽ dẫn đến độ bền của bọt tốt hơn; malt không thể quá nhuyễn, sấy malt ở nhiệt độ cao có xu hướng thuận lợi cho việc tạo bọt; như ở malt đen chúng tạo ra các chất melanoidine tăng cường cho khả năng tạo bọt; hay các phương pháp nấu bia trong thời gian dài, một quá trình lên men chậm cũng cải thiện bọt.

Người ta kết luận rằng một dịch đường chứa càng nhiều protein có khả năng keo tụ thì càng tạo độ bền tốt hơn cho bọt bia. Chất chiết từ houblon không có tanin hay houblon được ngâm trong nước sôi tách bớt tanin sẽ tạo bọt bền hơn và khi quá trình nấu hoa quá mạnh thì lại làm giảm độ bền của bọt.

Quá trình lên men ở nhiệt độ cao cũng làm giảm độ bền của bọt, có khả năng là do sự hình thành quá nhiều các hợp chất dễ bay hơi. Hơn nữa, chủng nấm men cũng ảnh hưởng đến bọt.

Lọc quá kỹ cũng làm giảm độ bền của bọt, các xử lý tạo sự ổn định cho bia, nhất là việc sử dụng các chất bentonit gây nguy hiểm cho bọt.

Trong trường hợp việc tạo bọt quá yếu, người ta phải cho thêm chất làm bền bọt. Chúng có bản chất khác nhau. Có thể là albumoze hay các muối alginate là các hydrat cacbon phức. Hàm lượng thông thường bổ sung thêm vào bia của các thành phần này từ 5-10 g/ hl bia.

11.1.3. Đánh giá cảm quan

11.1.3.1. Vị

Cảm giác về vị là do các gai vị giác trên lưỡi và vòm miệng. Các gai khác nhau đem lại cảm giác về vị khác nhau, do vậy có bốn loại vị cơ bản dựa trên 3 nhóm gai vị giác: đắng, ngọt, chua, mặn. Sự cảm nhận về vị thay đổi tùy theo lứa tuổi và từng cá thể. Ở trẻ em, gai vị ngọt phát triển hơn. Khứu giác cũng tham gia trực tiếp vào cảm giác vị.

Vị của bia thường đặc trưng cho từng loại bia. Đối với loại bia Pilsen, vị chủ yếu là vị đắng của houblon; với bia Munich là vị thơm của malt và bia Lambic là vị do các axit sinh ra nhờ *Brettanomyces* và một số vi sinh vật đại khác. Chủng nấm men lên men cũng có ảnh hưởng rất lớn đối với lên vị của bia.

Dù như thế nào thì vị cũng luôn phải thuần khiết, rõ ràng, tức là không trộn với các vị khó chịu khác, ví dụ như vị của rơm, vị của cặn, hay vị của nấm men, hay dư vị đắng chát.

Bia có hương và vị hài hoà là nhờ hỗn hợp các chất tạo hương và vị từ malt và hoa houblon. Việc sản xuất cũng phải được tiến hành một cách cẩn thận và được kiểm soát từ đầu tới cuối.

Các vị dở

Vị đắng là vị đặc trưng nhất của bia, có thể kiểm soát thông qua hàm lượng và chất lượng hoa houblon sử dụng. Một số vị không mong muốn có trong bia do một số nguyên nhân từ nguyên liệu và phương pháp sản xuất:

- Vị chát do nước có tính kiềm, hoa houblon quá hạn sử dụng, hoặc do quá trình oxy hoá.
- Vị rơm do đại mạch có vỏ dày được ngâm chiết quá lâu hay ở pH quá cao.
- Vị khét, hăng của malt sẫm bị sấy quá nhiệt hay của các malt caramel.
- Vị tẻ, vị se, vị hoa quả của một số houblon.

- Vị của nấm men: do sự tự phân hủy của nấm men già, bị thoái hoá hoặc do nấm men còn tồn tại dạng huyền phù không thể loại bỏ.

Những vị xấu do sự cố trong sản xuất:

- Vị chua của lên men lactic và axetic do nhiễm tạp.
- Vị đặc trưng của bát cầu khuẩn (sarcine).
- Vị đắng hay vị của nấm men của một số nấm men đại.
- Vị đặc trưng của các vi khuẩn bền nhiệt phát triển trong dịch hèm trước khi lên men.
- Vị mốc thường bắt nguồn từ mùi mốc của các hầm chứa cũng như do sự phát triển của các nấm mốc trong nguyên liệu. Nút chai đôi khi cũng có mùi nấm mốc.
- Vị do sự cố khác: nhựa đường, vecni do việc chứa bia trong xường mới sơn hay trong các thùng chứa, thùng lên men tráng lớp sơn không.

Khi bia có vị mốc hay các vị do sự cố khác, người ta thường loại bỏ bằng cách xử lý bằng than hoạt tính, than hoạt tính sẽ hấp phụ các hợp chất tạo vị xấu.

Hương vị bị biến đổi sau khi chiết chai

Sau quá trình chiết, hương vị của bia có thể bị thay đổi do một số nguyên nhân: oxy, ánh sáng...

Sự oxy hoá làm biến đổi hương vị của bia. Bia bị oxy hoá sẽ gây vị đắng hơn; tính đắng này có thể là do sự oxy hoá tanin và các chất nhựa đắng của houblon.

Hương vị thanh trùng chỉ có thể xuất hiện sau một thời gian bảo quản bia lâu dài. Người ta gọi nó là vị *bánh mì chín* hay vị *oxy hoá*. Tuy nhiên bản chất của các chất tạo ra vị này chưa được làm rõ.

Đôi khi, việc bổ sung các tác nhân chống oxy hóa cũng có thể gây ra những thay đổi về vị cho bia thành phẩm chẳng hạn như dư thừa các chất khử nhất là bisulfit hay axit ascorbic. Vị này đặc trưng hơn và dễ nhận ra hơn vị oxy hoá. Cường độ của nó và tốc độ xuất hiện thay đổi tùy theo loại bia và nhiệt độ bảo quản bia.

Vị gây ra do tác động của *ánh sáng* thường rất khó chịu. Vị này thường xuất hiện khi các bao bì có màu sắc không hạn chế được tác động của ánh sáng mặt trời, hoặc khi bia được rót ra các cốc uống bằng thủy tinh.

11.1.3.2. Độ sánh

Trước tiên, độ sánh của bia rõ ràng phụ thuộc vào tỷ trọng ban đầu của bia. Nhưng ở cùng tỷ trọng như nhau, độ sánh có thể khác xa nhau.

Độ sánh là vấn đề của các chất keo; các hợp chất nitơ có độ lớn trung gian, dạng albumoze hẳn là đóng vai trò trội nhất. Những thí nghiệm với các loại houblon khác nhau

cũng cho thấy houblon đóng một vai trò quan trọng trong độ sánh. Theo quy tắc chung, bia có bọt bền thì sánh.

Theo quy tắc chung, người ta thu được các bia sánh hơn với những đại mạch nhiều nitor hơn. Chủng nấm men cũng ảnh hưởng tới độ sánh. Lọc luôn làm mất độ sánh của bia. Không cần thiết phải mong muốn có được độ sánh tối đa; điều này tùy thuộc vào loại bia. Bia Munich đòi hỏi độ sánh cao, bia Dormund cũng thế, nhưng bia Pilsen thì khô hơn. Trong các bia cao cấp, người ta thấy có các dạng bia khô, bia nồng, và các dạng sánh khác.

11.1.4. Giá trị dinh dưỡng

Người ta uống bia không vì giá trị dinh dưỡng mà vì tính chất giải khát và cảm quan của nó. Nhưng thực tế, giá trị dinh dưỡng của bia không hề kém, bia mang lại một nguồn năng lượng đáng kể.

Năng lượng sinh ra từ 1 lít bia (tạo thành từ dịch đường 12% chất chiết) là 440 cal, bằng 2/3 năng lượng được cung cấp từ cùng với một thể tích sữa.

Trong bia, chất chiết có lợi thế là có thể tiêu hoá được hoàn toàn và hàm lượng rượu khoảng 4% là nồng độ giới hạn an toàn cho phép đi qua ruột non đã được pha loãng trước khi xuống dạ dày.

Bia cũng chứa nhiều vitamin, nhất là một lượng nhỏ vitamin B1 hay thiamine, vitamin B2 hay riboflavin và rất nhiều axit nicotic hay còn gọi là vitamin PP.

11.2. PHÂN LOẠI BIA

Bia có thể được phân loại theo nhiều cách khác nhau: theo các tính chất của sản phẩm (độ cồn, màu sắc,...), theo phương cách lên men hoặc theo công nghệ sản xuất.

11.2.1. Theo độ cồn

Thường bia càng sánh càng chứa nhiều cồn và độ cồn thường tính theo tỷ lệ phần trăm thể tích.

Loại bia	Độ cồn (%V)
Bia không cồn	< 1,2
Bia "khai vị"	2 - 2,2
Bia tươi	3,3 - 3,9
Bia chai, lon	4,4 - 5,5
Bia cao độ	> 5,5

11.2.2. Theo hàm lượng chất khoáng có trong nước

Một số loại bia sở dĩ có tính đặc đáo riêng là do loại nước sử dụng ít nhiều chứa muối khoáng. Thực tế, khi các phản ứng enzym xảy ra trong quá trình đường hóa và lên men thì chính vào lúc này các muối khoáng tạo nên vị bia. Theo trật tự tăng hàm lượng muối khoáng, ta thấy có các loại bia sau: Pilsen, Munich, Dortmund và Burton.

Ngày nay, các nhà sản xuất phối hợp một cách hoàn hảo thành phần nước với chất lượng bia.

11.2.3. Theo phương cách lên men

11.2.3.1. Các loại bia sản xuất theo phương thức lên men nổi

* Loại bia "Ales"

Theo truyền thống, ale có ở nhiều nước như Anh, Ailen và Scotlen. Sự khác nhau giữa các kiểu ale Anh là có loại ale trung bình, đắng, vàng; Ale vàng Ấn Độ, ale nâu, ale cổ và vang đại mạch. Ngày nay, bia ale được sản xuất trên khắp thế giới. Họ nhà Ale cũng bao gồm các loại bia đặc sản của Bỉ, của Đức và ale Mỹ. Ale thường có hương vị trái cây, có hương thơm tổng hợp, và các loại bia ale lại khác nhau về độ đắng, màu sắc, độ ngọt và vị chất. Tỷ trọng của Pale-Ale ở Anh là 11-12% chất chiết nhưng để xuất khẩu người ta làm tới 16-17%.

Bia Ale được sản xuất với malt vàng có hàm lượng chất chiết cao. Nước nấu bia chứa nhiều muối sunfat canxi. Người ta dùng đường cho vào nồi nấu giống như các loại bia Anh khác. Phương pháp nấu và lên men của nó tuân theo cách làm chung ở Anh. Nấu với lượng lớn 100 - 200g hoa houblon tươi được lựa chọn trong số các loại houblon thơm nhất của vùng Kent hay của vùng Worcestershire cho thêm vào cuối quá trình lên men và vào trong bock tạo nên hương thơm đặc trưng của loại bia này.

Bia Stout, bia đen được sản xuất với sự kết hợp của malt vàng có hàm lượng chất chiết cao như các malt của Anh với 7-10% malt rang cháy, đôi khi có thể là malt caramel (malt thơm). Người Anh nấu bia bằng phương pháp ngâm chiết (hãm) trực tiếp ở nhiệt độ cao không hề pepton hoá. Nấu với cao hoa houblon (tới 600 - 700 g/hl) có thêm đường và caramel vào nồi nấu. Lên men nổi với hiệu suất lên men cao.

Người ta phân biệt bia Stout khô và ngọt tùy tỉ lệ malt rang cháy, houblon, caramel và tùy theo hiệu suất lên men.

Tỷ trọng của bia Anh khoảng 12% chất chiết nhưng để xuất khẩu người ta có thể tăng lên đến 20%, đôi khi người ta để bia lâu và để chúng lên men tiếp tục trong chai.

Bia Porter là một loại Stout nhẹ.

Bia Scotch hay Scotch-Ale (của Scotlan) là một loại bia sản xuất theo phương pháp lên men nổi với malt thơm như bia Munich nồng độ rất cao, lên tới 22% chất chiết. Để xuất khẩu các loại bia “Christmas” và Scotch, người Anh thường thêm các loại hạt và các chất tạo hương: rau mùi, thìa là, gừng để làm vị thêm đậm đà.

Tại Bỉ, có rất nhiều loại bia lên men nổi truyền thống, nhiều thành phố cũng như các làng mạc đều có các loại bia riêng của mình. Một số loại đã bị thay thế và nhiều các loại bia khác lại thay thế chúng cho tới ngày nay.

Bia Lambic của Bruxelles được nấu với 60% malt và 40% lúa mì tươi, đun sôi cho đến khi dịch đường tạo cặn. Người ta đun sôi dịch đường với houblon trong thời gian dài với lượng cao (600 g/hl). Một đặc điểm đặc biệt nhất là quá trình lên men diễn ra tự nhiên. Người ta đưa dịch cháo vào thùng lên men lớn mà không cấy nấm men giống. Quá trình lên men thực hiện với nấm men dại, các vi khuẩn lactic và *Brettanomyces*. Một quá trình lên men khá mạnh trong những tháng đầu nhưng không nên lên men quá mạnh, để làm được điều đó người ta chỉ nấu bia Lambic vào mùa đông. Nó được giữ trong 1-2 năm hoặc hơn. Người ta trộn lẫn các thùng với nhau để từ đó nhận được một hương vị tương đối ngon, có mùi rượu và thơm, nhưng thường chua (pH = 3,2 - 3,5). Hiệu suất lên men biểu kiến lên tới 90% và đôi khi là 100%. Bia Lambic đóng chai có tên là Gueuze thêm vào bia non để tạo quá trình tái lên men.

Các mẫu cấy nấm men và *Brettanomyces* để làm bia Lambic không thu được kết quả tốt. Bia Lambic ngon chỉ sản xuất được ở Bruxelles, nó cần phải có hỗn hợp vi sinh vật phù hợp.

Bên cạnh bia Lambic các loại bia Louvain là loại bia cổ của Bỉ duy nhất còn sản xuất một ít, hình như chúng đang dần biến mất. Chúng được làm với 50% lúa mì tươi và 50% malt phơi khô bằng phương pháp nấu cực kỳ phức tạp (1 nồi Pertermen kéo dài trong 17 h trong phòng nấu bia) chỉ có 1/3 dịch đường nấu với houblon. Người ta chỉ dùng rất ít houblon để lâu, cấy nấm men với hiệu suất lên men thấp, dễ nhiễm trực khuẩn và đôi khi cả bất cầu khuẩn. Lên men trong các thùng. Hiệu suất lên men chỉ đạt được 50%. Người ta không lọc. Đóng kín thùng lại và sau vài ngày bia được bão hoà do quá trình tái lên men và được đem bán lẻ. Bia vẫn còn cặn.

Các loại bia đặc biệt được lên men theo phương pháp lên men nổi mà người ta thường làm ở Bỉ giống như phần nhiều các bia lên men nổi có hiệu suất lên men cao, đôi khi nhiều houblon, thường cho houblon tươi, được làm lạnh và lọc, phần lớn thời gian là bão hoà mạnh axit cacbonic (tới 7g/l). Tồn tại các loại bia khác nhau. Chúng ngày càng ngon hơn do biết kế thừa và phát huy các loại bia truyền thống.

Người ta còn khá thành công khi sản xuất các loại bia “có cặn” tái lên men trong chai

tuỳ theo cách của người Anh.

Cuối cùng, những loại bia đặc trưng của Bỉ mà người ta sản xuất rất nhiều thường là các bia pha chế.

Tại Đức, có rất nhiều loại bia lên men nổi, như bia Weissbier hay Weizenbier ở Berlin và ở Baviere cũng tương tự như bia Blanche của Louvain nhưng màu sáng hơn nó được sản xuất với malt lúa mì. Người ta cũng sản xuất một ít bia lên men nổi như loại 'pale-ale' rất đắng.

Tại Pháp, ở phía Bắc người ta vẫn còn sản xuất một số loại bia lên men nổi. Còn ở Canada, ở các vùng phía Đông thường sản xuất các loại bia "Ale" theo phương pháp lên men nổi giống như bia của Anh nhưng ít ngọt hơn.

Người ta làm bia cho những người bị bệnh tiểu đường, với các loại bia này người ta cho thêm các enzym amylaza trước quá trình lên men để lên men hoàn toàn dextrin. Cũng như vậy có sản xuất loại bia độ cồn cao nhưng gần như không còn hydratcacbon.

Người ta còn sáng chế ra bia dạng bột chế biến bằng phương pháp đông khô lạnh. Bột này hoà tan dễ dàng và giữ được hương vị nguyên vẹn nhưng không có mùi thơm. Bằng cách thêm vào rượu và CO₂, người ta có thể tạo ra được một loại bia.

Hiện nay người ta có xu hướng sản xuất bia cô đặc bằng cách đông lạnh. Người ta biết rằng khi mà đông lạnh cục bộ một dung dịch, các chất chiết tự cô đặc ở dạng lỏng mà không bị đông tụ.

"pale-ale": bia do hãng "Abbaye de Burton on Trent" nổi tiếng sản xuất, độ rượu 5,4%V.

"slight ale" (bitter): 3,2 - 4,2°V.

"brown ale": bia nâu vùng Midlands, có màu sẫm hay màu đồng, 2,8 - 4%V.

"scotch-ale": bia vùng Ecosse, được xếp vào loại bia "ale" cổ xưa, độ cồn tới 7%V.

Loại "Christmas-ale": được làm và pha vào thời gian gần lễ Noel, là loại bia rất mạnh với vị của nấm men khá đặc sắc.

** Các loại bia làm từ malt lúa mì*

Các loại bia lên men tự nhiên: Quá trình lên men tự phát xảy ra khi tiếp xúc với nấm men sẵn có trong tự nhiên và với các loại vi sinh vật khác.

"Lambic": bia Bỉ được làm từ 60% malt đại mạch và 40% malt lúa mì, 5%V.

"Gueuze": bia Bỉ, thuộc loại bia Lambic, có độ cồn khác nhau, 12 - 15%V.

"Faro": bia Bỉ thuộc loại bia "lambic", "petite bière" và đường phèn, 4,5 - 5,5°V.

"Kriek": bia Bỉ thuộc loại bia "lambic", quả anh đào, 5°V.

"Framboise": bia Bỉ gồm từ loại bia "lambic", quả phúc bồn tử, 6 - 7°V.

11.2.3.2. Các loại bia lên men chìm

Lager là một họ bia lớn bao gồm các loại bia Pilsner nhẹ, tới các loại bia Munich đen, thơm và các loại lager mạnh như bia bock. Có một sự đa dạng phong phú về các loại bia lager của Đức và Châu Âu (continental). Lager được người Mỹ biết đến là loại bia vàng, hàm lượng CO₂ cao, uống lạnh, có hương vị trong, sáng khoái. Đặc biệt, lager có hàm lượng este và VDKs thấp và 1 chút hương houblon, một tính chất quan trọng của bia Pilsner và German export. Các loại bia lager cũng như ale có ở dạng có hoặc không thanh trùng, có hoặc không lọc, bia hơi hoặc đóng chai.

Pilsen là một loại bia vàng có độ đậm đặc khoảng 12 - 13 % chất chiết, nhiều houblon (400 g/ hl hoặc hơn nữa), bọt rất bền. Loại bia này được sản xuất từ loại đại mạch hảo hạng của xứ Bohême và Moravie, người ta cho nảy mầm trong điều kiện lạnh và trong thời gian không quá dài; trong quá trình sấy, ban đầu người ta làm khô hoàn toàn sau đó nâng nhiệt độ lên 80°C trong 4 hoặc 5 giờ. Nước nấu bia rất mềm (50 mg/lít). Người ta dùng phương pháp (đường hoá) nấu 3 lần đối với bia Pilsen nhưng thường loại bia này được nấu 2 lần. Người ta lên men lạnh trong các thùng nhỏ Pilsen lên men đến cùng, tăng trữ 3 tháng và cho thêm một cách thường xuyên Krauseng vào thùng lên men.

Munich là loại bia nâu và thơm. Nồng độ chất chiết ban đầu khoảng 12% nhưng để xuất khẩu người ta phải tăng thêm lên đến khoảng 18%. Đại mạch chứa nhiều hợp chất nitơ, nảy mầm ở nhiệt độ cao trong thời gian dài, hàm lượng chất chiết lớn; trong quá trình sấy, giai đoạn 1 khi malt còn ẩm thì nhiệt độ sấy thấp để hình thành các axit amin và đường cần cho quá trình tạo các melanoidin. Trong quá trình sấy giai đoạn 2, tăng nhanh nhiệt độ lên khoảng 100°C. Nước nấu bia được cacbonat hoá nhưng không tạo các muối khác ngoài các muối cacbonat; đường hoá trong thời gian dài với dịch hèm đậm đặc; lượng hoa ít; lên men ở nhiệt độ lạnh không quá mãnh liệt, bảo quản trong 3 tháng.

Dortmund cũng là một loại bia vàng giống Pilsen nhưng ít đắng hơn và sánh hơn, rất đặc trưng. Nguyên tắc chủ yếu của quá trình sản xuất là sử dụng giống đại mạch dùng để sản xuất bia Munich và kỹ thuật nảy mầm với sấy malt giống của Pilsen. Kết quả là thu được một loại malt từ đại mạch hảo hạng có độ nhuyển cao.

Nước nấu bia chứa rất nhiều các muối cacbonat, sulfat, clorua của các kim loại kiềm thổ. Đường hoá theo phương pháp đun sôi 2 lần, quá trình nấu hoa trung gian giữa Munich và Pilsen. Lên men lạnh và hiệu suất lên men cao. Người ta thường sử dụng thêm vỏ bào trong quá trình tăng trữ.

Các loại bia Mỹ cũng có tính chất đặc biệt hương vị nhẹ, rất ít houblon, màu rất nhạt và rất tươi. Những loại bia này rất phù hợp với các vùng nhiệt đới nơi mà thường sản xuất bia loại này. Bia Mỹ được sản xuất từ đại mạch có nhiều enzym amylaza, nhiều nguyên liệu

thay thế (30 - 40%), phương pháp đường hoá nhanh, ít hoa houblon (120 - 130 g/hl), lên men nhanh ở nhiệt độ cao, tàng trữ với thời gian ngắn có xử lý độ bền.

Chúng được sản xuất với các đại mạch để thủy phân, có nhiều hạt tươi (30 - 40%) theo phương pháp lên men nhanh rất ít houblon (120-130 g/hl) lên men thường là ở nhiệt độ cao và trong thời gian ngắn khi xử lý độ bền.

Ngoài ra cũng cần nói thêm là người ta nhận thấy rằng thế giới hiện nay người tiêu dùng đang có xu hướng thích các bia có ít houblon và màu nhạt hơn.

11.2.4. Theo màu sắc bia

Bia có các loại: bia vàng, bia đỏ, bia nâu, bia nâu sẫm và bia đen.

Màu sắc của bia được tạo thành là do một phản ứng hóa học: phản ứng Maillard. Phản ứng này xảy ra giữa các hydratcacbon với các axit amin nhất là trong quá trình sấy malt đại mạch nảy mầm và trong quá trình đường hóa. Hạt đại mạch càng được ương mầm lâu, càng thủy phân nhiều chất dự trữ và càng chứa nhiều đường. Trong quá trình sấy, đường bị caramel hóa và tạo ra màu sẫm ở hạt. Như vậy là thu được malt có màu sẫm dùng để tạo ra loại bia hung đỏ hay loại bia nâu. Với loại malt màu nhạt hơn sẽ thu được loại bia vàng. Cần phải theo dõi sát thời gian và cường độ sấy malt.

11.2.5. Theo sở thích của người tiêu dùng

Bia cũng có thể được xếp theo sở thích của người tiêu dùng nghĩa là đáp ứng mong đợi và nhận thức của khách hàng.

Theo Tập đoàn Bia HEINEKEN, thị trường chia thành 7 nhóm bia:

- Extra Special beer (rất đặc biệt): bia có vị mạnh, độ rượu mạnh, dành cho người sành điệu thích tìm cảm giác và vị khác nhau để thưởng thức.
- Special beer (đặc biệt): bia tinh chế và có chất lượng cao, dành cho người theo mốt, có vị trí xã hội, dùng để mời khách.
- Standard beer (tiêu chuẩn): bia phổ biến, dễ uống, dùng để giải khát.
- Domestic beer (bia gia đình): dùng trong gia đình, uống trong bữa ăn, chứa ít rượu.
- Light beer (bia nhẹ): chứa ít rượu.
- Alcohol free beer (bia không cồn): dùng khi giữ dáng, giữ sức khỏe và chơi thể thao.
- Panaché beer (Bia phối trộn): cho thanh niên, phụ nữ, vị ít đắng hơn các loại khác.

Những loại bia nổi tiếng thường mang tên nơi mà nó sinh ra như là Pilsen, Munich. Từ lâu người ta đã cho rằng khí hậu ôn hoà đóng vai trò quan trọng trong những thành công của các loại bia này ở các thành phố mà nó mang tên và các hãng bia của các thành phố đó cũng lưu truyền những truyền thuyết để bảo vệ ngành công nghiệp của họ.

Ngày nay, chúng ta cũng biết rằng sự xuất hiện của các loại bia này xuất phát từ tính chất địa phương: đại mạch và houblon của vùng và nhất là nước nấu bia.

Từ khi người ta có thể xử lý được nước nấu bia và việc vận chuyển dễ dàng mọi nơi cho phép sự lựa chọn các loại đại mạch và các loại houblon mà họ muốn, người ta có thể sản xuất các loại bia đó ở khắp mọi nơi.

11.2.6. Phân loại theo quốc gia

Mặc dù hầu hết các loại bia cổ điển có nguồn gốc từ châu Âu, nhưng nhiều loại được sản xuất thành công trên khắp thế giới. Đối với bia không có bất kỳ nguyên tắc cứng nhắc nào về hương vị, thành phần và phương pháp sản xuất. Mỗi nhà sản xuất bia đều có bí quyết riêng thích hợp cho loại bia của họ.

Sự miêu tả các loại bia cổ điển dưới đây không phải là khái niệm hay định nghĩa mà chỉ đơn thuần là những mô tả về hương vị, thành phần, và kỹ thuật đặc trưng của mỗi loại.

11.2.6.1. Các loại bia Bỉ

i) *Flanders Brown Ale* (Bia Ale nâu vùng Flander)

Bia ale nâu của Flander là loại bia đặc trưng của một vùng thuộc nước Bỉ. Loại bia này có màu đồng sẫm đến màu nâu, vị chát từ không rõ đến rất mạnh với đặc trưng của lactic rất rõ, lên men kiệt. Loại bia này có hương vị tổng hợp của malt caramel /mùi hạnh nhân /socola, với hương vị giống như oliu, nho hoặc gia vị. Quá trình lên men độc đáo tạo nên hương vị của quả, của gia vị. Cho dù loại bia này có vị đắng mạnh nhưng không phải của hoa houblon.

ii) *Red ales* (Bia Ale đỏ)

Loại bia vùng đông Flander được biết đến như một loại “rượu vang Bourgogne của Bỉ” có màu đỏ đặc biệt, thanh nhưng bền, vị chát với mùi trái cây. Màu đỏ có được một phần từ malt Vienna, một phần tạo nên bởi quá trình tàng trữ bia trong thùng gỗ sồi, nhờ đó bia có hương vị caramel, tannin và độ chua.

iii) *Saison*

Saison là loại bia đặc biệt chỉ có vào mùa hè của vùng nổi tiếng Pháp thuộc nước Bỉ. Các đặc trưng của loại bia này là sủi bọt mạnh, có hương vị trái cây độc đáo, thường có mùi vị axit xitric, vị chua, hăng khác với hương vị của hoa houblon thơm. Loại bia này có độ đắng cao nhưng không mạnh. Loại bia này có vị chát mạnh, làm cho người uống dễ chịu, thích thú. Loại bia này có màu cam từ nhẹ tới màu hổ phách.

iv) *Strong Golden Ale* (Bia Ale vàng)

Bia Strong Golden Ale của Bỉ có màu vàng đậm, đậm hương vị trái cây, và một chút

của hoa houblon. Thường loại bia này có độ sủi bọt mạnh.

v) *Trappist Ale* (Bia Ale của tu sĩ)

Là loại bia chỉ được sản xuất bởi các tu sĩ, hoặc dưới sự ủy quyền của các Tòa tu sĩ. Tên gọi của nó dựa vào nguồn gốc chứ không có ý nghĩa là một kiểu bia. Loại bia này được phân biệt bởi từ 'tu sĩ' và được sản xuất tại 5 nhà máy bia của Bỉ (Orval, Chimay, Rochefort, Westvleteren, Westmalle), và 1 ở Hà Lan. Loại bia tương tự lưu hành trên thị trường được biết đến với tên gọi 'bière d'abbaye' hoặc 'abbey beer' có thành phần và công nghệ sản xuất giống bia Trappist Ale. Mặc dù bia có đặc tính rất đa dạng nhưng bia Trappist Ale có hương vị của malt, trái cây tương đối mạnh, với một hương thơm đặc trưng duy nhất của Bỉ và vị chua nhẹ khiến nó khác hẳn với các loại bia Ale truyền thống khác.

vi) *Lambic*

Lambic là một loại bia lúa mì được sản xuất từ lúa mì không qua chế biến malt và lên men tự nhiên. Dòng bia Lambic bao gồm nhiều loại khác ví dụ gueuze, faro, kriek, và framboise.

vii) *Bia lúa mì*

Bia có xuất xứ từ những vùng xung quanh Leuven và Hoegaarden, được biết tới là bia 'trắng' bởi chúng có màu rất nhạt và độ đục rất thấp. Đây là loại bia thường được uống sau bữa ăn của Bỉ với hương thơm và hậu vị hơi chua, làm cho người uống có cảm giác sảng khoái với sự liên tưởng tới hương vị của cam, mật ong và gia vị.

11.2.6.2. Các loại bia Anh

i) *Barley wine* (Vang đại mạch)

Những nhà sản xuất bia ở Anh sử dụng thuật ngữ 'Barley wine' để mô tả loại bia Ale mạnh nhất của họ, được sản xuất từ dịch đầu, từ đó sản xuất ra nhiều loại bia có nồng độ và độ cồn thấp. Barley wine là loại bia Ale của Anh mạnh nhất và đậm đà nhất với hàm lượng cồn giống trong vang. Màu sắc có thể từ màu đồng thối tới màu gụ, cũng có loại màu vàng. Loại bia này có hương vị malt, nặng, ngon, nhiều rượu, chúng có nhiều hương vị trái cây và thường tỷ lệ với độ đắng của hoa houblon cao và hương thơm thấp, cả hai đều có thể giảm đi trong quá trình tàng trữ (lên men phụ).

ii) *Bitter* (Bia đắng)

Bitter là loại bia phổ biến ở Anh, thường là bia nhà hàng (served on-tap) và có loại 'đắng' (bitter) hoặc 'đắng nhất' (best bitter). Vị đắng của nó từ trung bình tới mạnh, độ cồn từ trung bình tới thấp. Nó có màu hổ phách, thường hơi đỏ, cũng có loại màu vàng. Vị nổi trội của loại bia này là vị đắng của hoa houblon, đặc biệt là nồng độ thấp. Hương thơm của houblon từ trung bình tới cao, nhưng điều này chỉ là thứ yếu. Trái với loại bia vàng nhạt và

trung bình, bia Bitter thường được lên men kiệt. Một số loại có bọt nhiều, mịn, trong khi một số loại khác lại có ít CO₂. Chúng rất giống bia Pale ale, nhưng có loại lại rất khác. Ngày nay sự khác nhau chủ yếu giữa bia Pale ale và Bitter là tên gọi. Các loại bia Bitter hiện có 3 độ đắng: thường, đặc biệt (special), siêu đặc biệt (extra special) (ESB).

iii) Brown Ale (Bia Ale nâu)

Loại bia này thường có ở vùng đông bắc nước Anh, đặc biệt là ở vùng Newcastle-upon-Tyne, ngày nay nó được phổ biến khắp nước Anh. Nói chung bia Brown ale có vị ngọt, nhiều rượu, màu nâu hơi đỏ, mạnh hơn loại bia Mild ale. Một số chất este và hương vị trái cây còn có trong bia, hương houblon và độ đắng thấp nhưng có loại cũng rất cao. Brown ale có độ đắng thấp hơn Pale ale, nhưng hương vị malt cao hơn và có độ cồn cao hơn.

iv) Indian Pale Ale (Bia Ale vàng Ấn Độ)

Indian Pale Ale (IPA) là loại bia nồng độ cao, hàm lượng houblon cao được sản xuất để xuất sang Ấn Độ.

v) Mild Ale (Bia Ale trung bình)

Loại bia này có gốc kiểu Luân Đôn, khá phổ biến ở miền Trung nước Anh, nó có những đặc trưng từ sở thích của dân địa phương. 'Mild' thường dùng cho bia tươi. Mild ale có độ cồn thấp hơn loại bia tương tự và không đặc trưng, nhưng nó có hương vị thơm ngon khiến người uống cảm thấy thích.

vi) Old Ale (Bia Ale cổ)

Old ale là một loại bia của Anh, thật ngữ 'Old' là do nó được tàng trữ trong khoảng thời gian dài trước khi đưa vào sử dụng. Bia có màu vàng nâu, với vị ngọt của malt hạnh nhân đem lại cho người uống cảm giác thích thú. Nồng độ chất chiết cao tạo cho bia Old ale có hương vị đặc trưng của trái cây. Nó thường có màu hổ phách sáng tới đỏ sẫm. Chúng có độ cồn cao nhưng không mạnh và đậm như vang đại mạch.

vii) Pale ale

Pale ale, có xuất xứ từ Burton-upon-Trent và Tadcaster, là loại bia rất phổ biến ở Anh. Bia có hương thơm trung bình, hương vị malt từ thấp tới trung bình, có màu đồng thicket hoặc đồng, có hương vị của houblon với vị khô rõ rệt, hơi ngọt. Pale ale được phân biệt bởi hương vị hạnh nhân của malt, và hương thơm este của nó cùng với độ đắng của houblon còn giữ lại sau khi uống.

viii) Porter

Porter là loại bia chủ yếu ở Anh, đặc biệt ở Luân Đôn trong suốt giai đoạn công nghiệp và kinh tế của đất nước phát triển mạnh mẽ nhất. Porter là loại bia có độ đắng mạnh, có màu nâu hơi đỏ tới nâu sẫm, nhưng thường có hương vị nhẹ hơn bia stout. Nói chung,

poster tương đối giống với loại bia stout có độ ngọt và hương vị houblon. Chúng có một đặc điểm – nhưng không rõ rệt – tính chất của este và vị giống cà phê của loại malt cà phê. Poster được biết đến là loại bia ‘mạnh’ và ‘nâu’.

ix) Stout

Stout có từ đầu thế kỷ thứ 19, là loại poster nồng độ cao được gọi là ‘stout porter’, sau một thời gian, những nhà làm bia bỏ đi từ ‘porter’. Stout có màu rất sẫm, có khi đen. Màu tạo nên bởi loại malt rang hoặc đại mạch rang, malt caramel đen, thậm chí do malt socola. Stout, so với porter, có nồng độ cao, độ lên men thấp và độ đắng tương đối cao. Trong số các loại bia Stout có loại stout thượng hạng, ngọt, và sủi bọt mạch.

11.2.6.3. Các loại bia Pháp

Bière de Garde

Mặc dù Pháp không phải là quốc gia nổi tiếng về bia, tuy nhiên vùng tây bắc của Flander thuộc Pháp lại có một truyền thống bia lâu đời, giống như vùng Flemish bên kia biên giới. Bière de Garde được sản xuất từ tháng 2 đến tháng 3 và được tiêu thụ trong suốt mùa hè. Loại bia này đặc trưng bởi hương vị đậm đà của malt và của trái cây, vị tươi mát, có màu vàng đậm đến màu nâu đỏ. Bière de Garde có hương vị caramel thời gian đun sôi dịch đường kéo dài. Bière de Garde thường được đóng trong chai sâm panh.

11.2.6.4. Các loại bia Tiệp

Pilsner

Pilsner là một trong các loại bia larger vàng đầu tiên trên thế giới, có xuất xứ từ Bohemia, tại thị trấn Pilsen thuộc Czechoslovakia. Đôi khi người ta đọc là ‘Pilsener’ hoặc ‘Pils’. Pilsner là loại bia có màu vàng của malt và houblon chất lượng cao, có hương vị đậm đà. Hương thơm của hoa houblon rất mạnh, với hương thơm hài hòa và vị khô của sản phẩm. Bia Pilsner vùng Bohemian có hương thơm của hoa houblon, vị hài hòa. Người uống cũng cảm nhận được vị caramel, và một chút diacetyl tạo nên tính đặc biệt và độ ngọt, độ cồn nhẹ đến trung bình với vị đắng, hương thơm đặc trưng của houblon vùng Saaz Czech.

11.2.6.5. Các loại bia Đức

i) Altbier

Altbier được sản xuất ở vùng bắc nước Đức, xung quanh thành phố Düsseldorf. Loại bia này có màu đồng thicket đến màu hổ phách hơi nâu, và độ cồn nhẹ đến trung bình. Hương vị đặc trưng của malt không nhiều, hương hoa houblon không mạnh nhưng nó có độ đắng trung bình tới cao. Đây loại bia lên men nổi, có hương trái cây nhưng được giảm thiểu bởi quá trình tàng trữ ở nhiệt độ rất thấp. Diacetyl hầu như không còn tồn tại trong bia Altbier. Vị của nó dịu, ít mùi nấm men và độ axit thấp hơn các loại bia Ale cổ điển của Anh.

ii) Kölschbier

Kölschbier là một loại bia của địa phương vùng Cologne, thường được gọi là 'Kölsch'. Kölsch có màu rất nhạt, và vị nhẹ. Vị của loại bia này thanh, độ cồn nhẹ, mềm, dễ uống, một chút hương trái cây (ít hơn của Pilsner) và độ axit nhẹ, hương vị houblon trung bình và trong thành phẩm thường có vị của thảo mộc.

iii) Bock

Loại bia bock truyền thống của Đức không quá đắng và không có hương vị của hoa houblon. Ở đây hoa houblon chỉ được dùng để làm giảm vị ngọt của malt. Nhiều nhà sản xuất bia tin rằng yếu tố quan trọng để đảm bảo chất lượng của bia bock là các chất melanoidin. Melanoidin là chất tạo nên hương chính của loại bia này. Melanoidin là các hợp chất tạo màu, nó cho mùi và vị của malt, đây là đặc điểm khác biệt của bia bock. Loại bia này có một lượng dimethyl sulfit (DMS) nó làm tăng hương vị 'lager' và tăng cường đặc tính malt. Các hợp chất đầu fusel như isoamyl và cồn phenol tạo nên mùi chuối và hoa hồng đều dưới ngưỡng nhận biết. Trong bia thành phẩm không còn este, và diacetyl. Nước dùng để sản xuất bia bock thường có hàm lượng canxi cacbonat cao.

iv) Dortmunder Export

Loại bia này được sản xuất ở hầu hết các vùng trên nước Đức, nhưng nó mang đặc tính riêng của thành phố Dortmund. Nói chung, Dortmunder là loại bia lager vàng mạnh, đặc trưng bởi độ đắng cao và ít vị malt. Không thấy hương vị của houblon hay của malt nổi trội trong loại bia này mà hài hòa. Loại bia này có màu rất nhạt, giống Pilsner, nhưng có nồng độ cao hơn những loại lager vàng khác.

v) Oktoberfest

'Oktoberfest' hoặc 'märzen' là các thuật ngữ để gọi loại bia này. Nguồn gốc của tên gọi đó là bia được sản xuất vào tháng 3 mà tới tháng 10 mới đưa vào sử dụng. Loại bia này có màu hổ phách – đỏ, nồng độ và độ cồn nhẹ tới trung bình, hương vị houblon hài hòa, nhưng vị đắng hoa houblon không để lại lâu sau khi uống.

vi) Munich Dark

Là loại bia truyền thống ở Munich được gọi là 'dunkels', có nghĩa sẫm màu. Ở Mỹ, thường có nhãn hiệu 'dark beer' (bia đen). Munich dark thường có màu hổ phách sẫm tới nâu sẫm. Nó có vị ngọt và hương đặc trưng của malt socola. Độ đắng trung bình, hơi se. Đôi khi có hương vị bơ, nhưng không phải hương vị chủ đạo.

vii) Munich Helles

Thường được gọi là 'Light Munich' (Munich nhẹ), có hương vị malt và houblon trung bình, màu vàng rất nhạt tới vàng rơm. Loại bia này không lên men kiệt như Pilsner nhưng

gần giống kiểu Dormunder, độ cồn thấp và hơi ngọt. Vị ngọt của malt thường được miêu tả giống vị caramel, đây là đặc trưng của loại bia này.

viii) Pilsner

Là loại bia lager nổi tiếng nhất của nước Đức. Pilsner được sản xuất lần đầu tại Bohemia vùng nổi tiếng Đức, một làng thuộc Áo. Pilsner không được coi là một loại bia địa phương, mà phổ biến khắp nước Đức. Pilsner là loại bia vàng được sản xuất từ malt chất lượng cao và hương vị hoa houblon rất rõ trong bia thành phẩm.

ix) Vienna

Loại bia này có từ thời chiến tranh Áo – Hungari, cùng với sự phát triển ngành bia ở Vienna. Bia lager kiểu Vienna có màu đỏ - hổ phách tới màu đồng thối, với hương và vị malt nhẹ. Trong bia thành phẩm có vị ngọt nhẹ, độ cồn nhẹ tới trung bình, độ đắng thấp tới trung bình và hương thơm và vị của houblon thấp.

x) Berline Weisse

Loại bia này được sản xuất tại Bắc Đức, vùng lân cận Berlin, được biết đến là sâm panh bia. Berline Weisse có vị chua, màu rất nhạt, nhiều bọt, hương vị houblon nhẹ. Vị chua là vị đậm mạnh, gây nên bởi axit lactic và axetic và có cả mùi trái cây của este. Tính axit là đặc trưng của loại bia này. Cho đến nay, loại bia này ít chua hơn và không còn este. Những người dân Berlin thường bổ sung vào bia của họ một ít xiro mâm xôi ngọt (làm cho bia có màu đỏ) hoặc xiro woodruff (làm bia có màu xanh) để làm giảm độ axit. Weisse thường được uống vào mùa hè.

xi) Dunkles Weizen

Đây là loại bia phổ biến ở vùng Barvaria. Dunkles Weizen là phiên bản có màu sẫm của thể loại weizenbier nhạt màu hơn, nhưng hương vị malt nhiều hơn. Dunkles Weizen cũng thường có một chút hương vị của phenol, este, trái cây. Sự kết hợp giữa vị chất của lúa mì và malt đen khiến hương vị của loại bia này rất đặc biệt. Hàm lượng cồn có thể hơi nhẹ hơn các loại bia weizen khác bởi lượng chất chiết có thể lên men được trong malt đen ít hơn. Độ chua rất thấp.

xii) Hefe Weizen

Là một loại bia vùng Bavaria. Một số loại weizen được đóng chai và có chứa cặn men, do đó nó có tên 'mit hefe' (có nấm men). Loại bia này có màu vàng nhạt tới vàng, độ cồn thấp tới trung bình, độ bọt cao, hương vị malt nhẹ. Đặc trưng của Hefe weizen là hương vị của phenol, nó thường được miêu tả giống hương của đinh hương, bởi lượng houblon sử dụng rất ít.

xiii) Kristall Weizen

Khác loại weizenbier, loại bia này được sản xuất ở Nam Đức (trong các Bang của

Bavaria và Baden-Wuerttemberg), nhưng nó cũng được sản xuất ở những vùng khác trên nước Đức. Bia Weizen hoàn toàn khác so với bia Berliner weisse. Nó có độ axit thấp, nhưng thường có hương của phenolic (mùi đinh hương) và hương của este – trái cây (chuối) tạo nên bởi nấm men.

xiv) Weizenbock

Weizenbock là loại bia mạnh hơn Dunkel weizen. Đặc tính của phenolic có trong weizenbock, nhưng đặc tính nổi bật là ở malt. Weizenbock thường sử dụng nhiều houblon hơn weizenbier vàng.

11.2.6.6. Các loại bia Ailen

i) Irish Ale

Irish Ale có đặc trưng của malt, thường có hương bơ (diacetyl), và một chút hương trái cây. Irish Ale giống Scottish ale (ale Scotlen) nhưng nhẹ hơn và nhạt màu hơn. Độ đắng thấp.

ii) Dry Stout

Ireland là một trong những quốc gia đầu tiên sản xuất loại bia stout. Bia stout khô của Ireland rất thơm, hương vị của malt và houblon rất rõ. Độ đắng thấp tới trung bình. Là loại bia ale rất sẫm màu, đen đục, độ cồn thấp tới trung bình và bọt mịn màu nâu. Độ ngọt và độ khô khác nhau tùy loại stout, đây là loại bia lên men nổi có đặc trưng của malt rang tạo nên vị đặc biệt giống cà phê.

11.2.6.7. Các loại bia của Scotlen

Scotish Ale

Nếu Anh nổi tiếng với hương hoa houblon đắng, loại bia ‘bitter’ thì Scotlen nổi tiếng với loại bia ale đậm hương vị của malt, độ cồn cao, ngọt với sự nổi trội của hương thơm malt và malt rang. Nó có màu từ đồng thối bóng đến nâu. Bia ale của Scotlen luôn luôn đậm đà, có hậu vị bởi chứa nhiều các chất không thể lên men. Nó có hương và vị của malt, màu đen, độ cồn và gaz cao hơn bia ale Anh, ít hương vị của houblon hơn bia của Anh.

11.2.6.8. Các loại bia của Mỹ

i) American Dark beer (Bia đen)

Có màu đồng thối tới nâu đen, độ cồn nhẹ tới trung bình, hương vị của houblon thấp. Hương vị đặc trưng giống socola hoặc rang của malt đen. Bia lager đen của Mỹ thường không đen bằng bia đen của Đức. Và độ cồn cao hơn loại bia lager nhẹ nhất của Mỹ. Để sản xuất loại bia này, người ta dùng nguyên liệu thay thế với tỷ lệ khá cao, ví dụ ngũ.

ii) Common California

Loại bia này có nguồn gốc từ California Gold Rush, nó khác hẳn loại bia lager hoặc ale. Được sản xuất bằng nấm men lager, nhiệt độ lên men giống của bia ale. California common có vị trong và đầy đặn của bia lager, nhưng phức tạp giống ale. Có hương vị đặc trưng của malt sạch, hơi có hương vị trái cây, hương thơm của houblon tươi rất rõ, có vị ngọt của malt crystal. Loại bia này có màu giống màu dầu tây. California common thường là bia hơi, được sản xuất bởi công ty bia Anchor ở San Francisco.

iii) Diet light beer

Bia lager Diet/ light dựa theo kiểu Pilsner của Czech và có giá trị calo thấp hơn. Loại bia này màu rất nhạt, không có hương thơm và vị của malt và độ cồn rất nhẹ so với các loại bia thông thường. Độ đắng houblon thấp hơn ngưỡng nhận biết, vì thế không phát hiện được hương vị của houblon. Este và diacetyl không có nhưng có chút hương vị của dimethyl sulfit có thể chấp nhận được. Loại bia thấp năng lượng cũng có độ cồn giống của bia năng lượng cao của Mỹ.

iv) Dry beer

Dry beer là bia có hàm lượng cồn thấp, màu rất nhạt. Hầu như không có hương và vị của malt. Loại bia này không để lại hậu vị sau khi uống, hàm lượng CO₂ bão hòa rất cao.

v) Malt liquor (rượu malt)

Malt liquor tương tự loại bia lager Mỹ khác nhưng có độ cồn cao hơn. Màu rất nhạt, hương, vị và độ đắng của houblon rất ít, có khi hầu như không có. Tên gọi 'malt liquor' có ý nghĩa là loại bia này thường có mức độ cồn vượt quá mức cho phép ở một số Bang.

vi) Premium Beer (Bia hảo hạng)

Premium beer có độ cồn nhẹ, hương và vị malt ít. Độ đắng houblon thấp tới trung bình nhưng trên ngưỡng nhận biết, nhưng chỉ đủ để có thể nhận ra. Có màu rất nhạt tới vàng đậm. Nồng độ cao hơn bia Standard beer. Este hoặc diacetyl đều không còn trong loại bia này. Nhiều loại lager của các nước như Canada, Mexico và Úc thuộc chủng loại bia này.

vii) Standard beer (Bia tiêu chuẩn)

Standard beer là loại bia phổ biến nhất ở Canada và Mỹ. Chúng có màu nhạt tới vàng đậm, vị có loại ngọt tới khô, hương houblon nhẹ, độ cồn thấp, hàm lượng CO₂ cao. Loại bia này có hương và vị malt thấp. Vị đắng của houblon khó nhận biết, hương vị rất thấp, mặc dù những loại bia lager nhẹ của Canada có độ đậm houblon cao hơn. Este và diacetyl không có trong thành phần bia thành phẩm.

viii) Wheat beer (Bia lúa mì)

Chưa có thông số kỹ thuật nào cho loại bia này bởi nó là loại bia mới; thay đổi tùy nhà

máy bia. Nói chung, bia lúa mì có chút hương và vị đặc trưng của hạt lúa mì. Độ cồn nhẹ tới trung bình, thường có màu vàng rơm nhạt tới vàng, cũng có loại màu đen. Loại bia này thường có hương vị trái cây và este. Bia lúa mì của Mỹ giống của Đức, nhưng không có gia vị / phenol như bia Đức. Hương thơm và vị houblon cũng thay đổi, độ đắng từ thấp tới trung bình.

11.3. MỘT SỐ SẢN PHẨM BIA NỔI TIẾNG TRÊN THẾ GIỚI

11.3.1. HEINEKEN

Dạng bia: bia vàng, dùng malt nguyên chất, lên men chìm, độ rượu 5%V, thuộc loại bia "Đặc biệt".

Nhãn hiệu này lần đầu xuất hiện năm 1863 và đến năm 1888, một người Pháp H. Elion, học trò của Pasteur, mới tạo cho HEINEKEN chủng nấm men thuần khiết gọi là nấm men "A". Tiếp theo đó loại bia này nổi tiếng ngay bằng việc chiếm được giải thưởng lớn của Paris cho chất lượng tốt nhất ở triển lãm năm 1889. Từ hơn 1 thế kỷ nay, HEINEKEN sử dụng loại nấm men này, nó tạo ra một hương vị rất đặc biệt, vị đắng vừa phải, màu vàng, trong và óng ánh. Loại nấm men "A" được nuôi cấy ở Amsterdam và được gửi đều đặn qua máy bay đến tất cả các nhà máy Bia HEINEKEN.

Để đảm bảo chất lượng của mình ở mọi nước, HEINEKEN đã thực hiện những kiểm tra nghiêm ngặt từ nguyên liệu đến mỗi giai đoạn sản xuất trên toàn thế giới.

HEINEKEN đứng đầu bảng trên thị trường về các loại bia đặc biệt kể từ năm 1984. Từ năm 1980, loại bia này là loại được tiêu thụ nhiều nhất dưới dạng đóng chai và 95% người tiêu dùng biết tới nhãn hiệu này. Lượng bán ra đã tăng hơn gấp đôi trong vòng 10 năm.

Nhờ độ mịn và nhẹ và cũng nhờ tính liên quốc gia của mình, HEINEKEN trở thành tên gọi của một loại bia và trở thành loại bia chuẩn được người tiêu dùng thích uống và được tiêu thụ ở 150 nước.

Các sản phẩm HEINEKEN

- Loại chai 250 ml đóng hộp 6, 12, 20 chai.
- Loại chai 330 ml đóng hộp 3 chai.
- Loại lon 330 ml đóng gói 3, 6 và 12 hộp.
- Bia tươi, bia hơi.

11.3.2. AMSTEL

Dạng bia: bia vàng, lên men chìm, độ cồn 5,3%V, thuộc dạng bia "Standard" (tiêu chuẩn).

Được xuất hiện lần đầu năm 1870 ở Amsterdam, là tên dòng sông chảy ngang qua thành phố Amsterdam, loại bia này được phổ biến nhờ những thủy thủ Hà Lan trong những chuyến đi xa.

AMSTEL được bán ở gần 60 nước trong số đó có Hà Lan, Mỹ, Nam Phi, Ai Cập và Italia. Đây là loại bia dùng để giải khát và rất tinh tế, vị dịu, cảm giác là mùi hương trái cây và hoa.

Ở Pháp, loại bia này được bán dưới dạng bia hơi.

11.3.3. AMSTEL LEGEND

Dạng bia: bia vàng, lên men chìm, độ cồn 6,3%V, thuộc loại bia "Đặc biệt".

Là sản phẩm cao cấp trong loạt sản phẩm AMSTEL. AMSTEL LEGEND được làm từ những loại malt đặc biệt tạo cho nó vị caramel nhẹ rất đặc trưng. Bọt của loại bia này chắc và như kem. Đây là loại bia được đặc biệt yêu thích trong hệ thống đại lý, bán dưới dạng bia hơi.

11.3.4. BUCKLER

Dạng bia: bia không cồn, lên men chìm, độ cồn 0,9%V.

Năm 1988, BUCKLER được tung ra thị trường Pháp, Tây Ban Nha, Hà Lan và Ai len. Các năm tiếp theo, loại bia này được bán ở phần lớn các nước châu Âu và Mỹ. Ngày nay, nó có mặt ở trên 50 nước.

BUCKLER được làm theo cách thức làm bia cổ truyền. Loại bia này được uống khi còn tươi, tạo cho một vị đắng nhẹ, gần như hoàn toàn không chứa rượu, chứa cùng lượng glucit nhưng năng lượng ít hơn 2 lần so với loại bia không có rượu, BUCKLER đặc biệt thích hợp với những người thích uống bia nhưng lại phải hạn chế mức năng lượng và mức tiêu thụ vì phải giữ trọng lượng cơ thể hay lý do sức khỏe.

Ở Pháp, loại BUCKLER đứng thứ 2 về mức tiêu thụ trong các loại bia không rượu.

Các sản phẩm BUCKLER

- Chai 25 cl trong hộp 6, 12 chai.
- Hộp 33 cl trong hộp 6 lon.

11.3.5. "33" EXPORT

Dạng bia: bia vàng, lên men chìm, độ cồn 4,8%V, thuộc loại bia "standard".

Ra đời từ những năm 50 ở Đông Nam Á, nhãn hiệu bia này được sản xuất ở Pháp từ năm 1960.

"33" EXPORT là loại bia thông dụng luôn được cải tiến trên thị trường. Nó có màu vàng nhạt, có tác dụng giải khát nhờ vị đắng dịu của mình.

"33" EXPORT giữ vị trí thứ 2 trên thị trường thực phẩm với lượng bán ra lớn hơn loại bia lon và bia lít.

Các sản phẩm "33" EXPORT

- Loại chai 25cl trong hộp 6, 10, 16, 25 chai.
- Loại chai 33 cl trong loại hộp 6 chai.
- Loại hộp 33 cl trong hộp 6 lon.
- Bia hơi.

11.3.6. PELFORT BRUNE

Dạng bia: bia nâu, lên men nổi, độ cồn 6,5%V, thuộc loại bia "spécialité" (bia Đặc biệt).

Năm 1937, nhà máy bia PELICAN ở gần Lille đã cho ra đời loại bia PELFORT BRUNE. Tên gọi này là sự kết hợp của hai từ tiếng Anh của nhãn hiệu PELICAN FORTE. Phương cách sản xuất loại bia này diễn hình theo kiểu Anh.

PELFORT BRUNE sở dĩ có màu nâu sẫm là do malt được sấy kỹ tạo ra mùi hương mạnh.

PELFORT BRUNE dẫn đầu trên thị trường, trong mạng lưới phân phối thì cứ 3 cơ sở có 2 cơ sở có bán loại bia này. Nhãn hiệu PELFORT BRUNE đứng thứ 4 trong các nhãn hiệu bia nổi tiếng.

Năm 1992, loại bia này được người miền Bắc công nhận và xếp vào di sản ẩm thực của Pháp.

Các sản phẩm PELFORT BRUNE

- Loại chai 25cl trong hộp 4, 8 chai.
- Loại lon 33 cl trong hộp 4 lon.
- Bia hơi.

11.3.7. PELFORT BLONDE

Dạng bia: bia vàng, lên men chìm, độ rượu 5,8%V, thuộc loại bia standard.

Năm 1963, nhà máy bia PELICAN tung ra thị trường nhãn hiệu PELFORT PALE mà sau này vào năm 1991 đổi tên thành PELFORT BLONDE.

Có tác dụng giải khát, có hương vị trái cây và hoa houblon, PELFORT BLONDE được phân biệt nhờ vào màu vàng hổ phách và mùi thơm như mùi bánh nướng và hạt dẻ tươi rất đặc trưng của mình.

Các sản phẩm PELFORT BLONDE

- Loại chai 25cl trong hộp 4, 8 và 20 chai.
- Loại lon 33 cl trong hộp 6 lon.
- Bia hơi, bia tươi...

11.3.8. GEORGE KILLIAN'S

Dạng bia: bia đỏ hung, dùng malt thuần khiết, lên men nổi, độ cồn 6,5%V, thuộc loại bia "spécialité".

GEORGE KILLIAN'S được nhà máy PELICAN tung ra thị trường năm 1976. Loại bia đỏ hung này có màu sáng là do biết cách trộn malt sau khi sấy khô, hơi có mùi khói, bọt nhiều và bền. Do có độ cồn vừa phải, GEORGE KILLIAN'S tạo được cân bằng hài hòa giữa vị ngọt và vị đắng.

Ở Mỹ, loại bia này được nhà sản xuất COORS sản xuất. GEORGE KILLIAN'S đứng đầu trong số các bia màu hổ phách. Đây là loại bia nổi tiếng nhất trong số các loại bia truyền thống của Anh.

Các sản phẩm GEORGE KILLIAN'S

- Loại chai 25cl trong hộp 6 và 12 chai.
- Loại lon 33 cl trong hộp 4 lon.
- Bia hơi.

11.3.9. PANACH'

Dạng bia: bia phối trộn, không cồn, độ cồn 0-1%V, thuộc loại "panaché"(bia hỗn hợp)

Năm 1979, lần đầu tiên loại bia hỗn hợp, là hỗn hợp của bia và nước chanh được đóng chai ở nhà máy bia Marseille dưới nhãn hiệu PANACH'.

Năm 1992, PANACH' tạo ra một loại hương vị mới phối trộn với các loại nước quả khác nhau, cân đối hơn, độ cồn 0,1%V.

Mặc dù được sao chép từ nhiều nhãn hiệu khác, loại bia PANACH' từ khi ra đời đã chiếm lĩnh hoàn toàn thị trường với gần 1/2 số điểm bán hàng.

Các sản phẩm PANACH'

- Loại chai 25 cl trong hộp 10 và 16 chai.
- Loại lon 33 cl trong hộp 6 lon.

11.3.10. TUBORG OR

Dạng bia: bia vàng, lên men chìm, 5,7⁰R, thuộc loại bia spéciale (bia đặc biệt)

Năm 1880, nhà máy bia TUBORG ở Copenhaguen tung ra loại bia "Pils" Đan Mạch. TUBORG OR là sản phẩm cao cấp trong loạt sản phẩm này xuất hiện năm 1895.

Từ nhiều năm nay, ở nhà máy bia Marseille, TUBORG được sản xuất trên dây chuyền tương tự.

Được chăm sóc rất đặc biệt để có được chất lượng cao: TUBORG OR được làm chủ yếu từ đại mạch mùa xuân, nấm men được gửi từ Copenhagen tới các nhà máy, thời gian lên men phụ và tàng trữ bia là nhiều tuần.

Như hình chiếc mũ miện trên nhãn hiệu chỉ ra, TUBORG là nhà cung cấp chính thức cho triều đình Đan Mạch. Loại bia này có ở trên 120 nước.

Các sản phẩm TUBORG

- Loại chai 25 cl trong hộp 6 chai.
- Loại lon 33 cl trong hộp 6 lon.
- Bia hơi.

11.3.11. LOWENBRAU

Dạng bia: bia vàng của Munich, dùng malt thuần khiết, lên men chìm, độ cồn 7%V, thuộc loại bia Special.

Theo biên niên sử của Munich, loại bia LOWENBRAU đã có từ năm 1383. Năm 1516, loại bia này được nấu đúng theo luật: men thuần khiết, chỉ dùng Malt đại mạch, hoa houblon và nước.

Loại bia LOWENBRAU được Tập đoàn HEINEKEN S.A nhập và đóng chai. Đây là loại bia có mùi hương rất mạnh và đặc biệt: mùi hương caramel, mùi hoa houblon Đức. Nó còn tạo cảm giác tươi mát, dễ chịu và vị đắng giúp giải khát.

Hiện nay, LOWENBRAU có ở trên 110 nước và là nhãn hiệu của Đức bán chạy nhất trên thế giới.

Các sản phẩm LOWENBRAU

- Loại chai 25 cl trong hộp 6 chai.
- Bia hơi.

11.3.12. JOHN COURAGE

Dạng bia: Loại bia "ale" của Anh có màu vàng hổ phách, lên men nổi, độ cồn 6,3%V, thuộc loại bia 'Special'.

Ra đời ở Luân Đôn, đến năm 1968, loại bia JOHN COURAGE được bán tại Pháp. Đây là loại bia Anh điển hình, được biết tới trên toàn thế giới nhờ mùi hương mạnh của hoa houblon thơm đặc biệt của Tiệp khắc. Mùi thơm này tăng mạnh do có quá trình ướp hoa bia thứ 2 ở nhiệt độ lạnh. Đây là loại bia dịu, màu đồng, rất ít bọt, ít óng ánh và có vị rất ngọt làm giảm vị đắng.

11.3.13. SILVER CHRISTMAS

Dạng bia: thuộc loại pils, màu vàng hổ phách, lên men chìm, độ cồn 7,3%V, thuộc loại bia 'Special'.

Từ nhiều năm nay, Các tập đoàn Bia HEINEKEN S.A làm sống lại một tập quán cũ: đó là loại bia của lễ Noel, mà xưa kia là món quà của người làm bia dành cho khách hàng vào dịp Tết.

SILVER CHRISTMAS chứa nhiều rượu. Màu vàng hổ phách của nó tỏa ra một cảm giác nóng ấm, dưới lớp bọt nhiều và mịn là mùi hương của malt rang, mùi caramel. Đây là loại bia của các lễ hội cuối năm. Nó được thưởng thức trong quán cà phê giữa những người bạn, loại bia này được uống chủ yếu dưới dạng bia hơi và vào tháng 12.

11.3.14. BIERE DE MARS (Bia tháng 3)

Dạng bia: loại bia vàng, lên men chìm, độ cồn 5,3%V, thuộc loại bia Standard.

Loại bia truyền thống này có riêng ở tất cả các vùng sản xuất bia. Nó có từ thế kỷ 15. Đây là loại bia được làm từ đợt thu hoạch đại mạch cuối cùng của mùa hè và sản xuất malt vào mùa thu. Từ năm 1990, nhờ Hội những nhà làm bia Pháp, loại bia tháng 3 này lại xuất hiện trở lại.

Là loại bia truyền thống được PELFORTH lưu truyền, loại bia tháng 3 của PELFORT rất dịu, thơm mùi quả và có rất nhiều vị. Nó chỉ được bán dưới dạng bia hơi và chỉ được bán vào quãng tháng 3.

11.3.15. AMBERLEY

Dạng bia: màu vàng hổ phách, lên men chìm, độ rượu 7,1%V, thuộc loại bia special.

AMBERLEY được tung ra thị trường vào năm 1993 theo một thực đơn truyền thống. Đây là loại bia có ánh vàng và có bọt đậm đặc, vị của nó rất đặc biệt, có mùi thơm của loại malt sản xuất rượu whisky, vị caramel và vị ngọt nhẹ. Đây là loại bia được những người không chuyên yêu thích. Nó được bán chỉ ở dưới dạng bia hơi theo mạng lưới lưu thông phân phối riêng...

Chương 12

HỆ THỐNG TẮY LÀM SẠCH VÀ KHỬ TRÙNG

Việc giữ ổn định các thông số chất lượng của bia trong một thời gian dài là vô cùng quan trọng. Các thông số đó là mùi, vị, độ bền bọt, độ trong của bia, với điều kiện nó không phải là bia đục tự nhiên.

Tuy nhiên, nếu chỉ duy nhất quá trình lọc sẽ không đảm bảo các đặc tính chất lượng đó, mà cần kết hợp với các công đoạn vệ sinh, tẩy rửa. Cần luôn luôn duy trì vệ sinh sạch sẽ tại mọi khu vực sản xuất, các thiết bị, đường ống và vệ sinh định kỳ để loại bỏ hoàn toàn bất kỳ các tạp nhiễm xuất hiện, đó là một yêu cầu chính đối với tất cả các xưởng sản xuất.

Để hiểu rõ hơn về mục đích và các vấn đề trong quá trình tẩy rửa và khử trùng cần phải lưu tâm đến:

- Các thiết bị và vật liệu chế tạo và các tính chất của chúng.
- Các tác nhân làm sạch và khử trùng và
- Việc tẩy rửa và khử trùng bởi hệ thống CIP và các phương pháp khác.

12.1. KHÁI NIỆM VỆ SINH TẠI CHỖ

Khái niệm vệ sinh tại chỗ (CIP - Cleaning in place) được dịch là bộ phận chuẩn bị các dung dịch để tẩy rửa, vệ sinh và khử trùng tại phân xưởng.

CIP là một hệ thống tự động làm sạch bề mặt phía trong của các trang thiết bị sản xuất như: thùng chứa, ống dẫn... mà không đòi hỏi tháo dỡ các trang thiết bị đó.

Những ưu điểm của CIP là:

- Hoạt động an toàn.
- Kết quả làm sạch ổn định.
- Kinh tế.
- Đạt được độ an toàn về sinh học cho sản phẩm (giảm tối đa sự lây nhiễm).

12.2. CÁC LOẠI VẬT LIỆU VÀ CÁC PHẢN ỨNG VỚI CÁC TÁC NHÂN TẮY RỬA

Các loại thiết bị cũ đều được làm bằng thép. Chúng được lót một lớp hắc ín hoặc chất dẻo để ngăn cách với bia. Lớp lót này trung tính và hầu như được làm sạch hoàn toàn bởi các tác nhân tẩy rửa thông thường. Một nhược điểm của các lớp lót đó là phải thay mới sau một thời gian sử dụng bởi vì chúng có thể bị hư hại và có nhiễm tạp. Duy nhất chỉ có các thiết bị

bằng nhôm được dùng mà không cần lớp lót bảo vệ bởi vì sự hình thành lớp oxit nhôm bền vững.

Lưu ý đặc biệt trong việc sử dụng:

- Các thiết bị bằng nhôm.
- Các thiết bị và các đường ống bằng thép V2A.
- Các thiết bị và các đường ống làm bằng các vật liệu khác.

12.2.1. Các thiết bị bằng nhôm

Nhôm là một loại vật liệu khá rẻ để chế tạo các thùng chứa và thiết bị. Nó trung tính và không ảnh hưởng đến hương vị của bia và cũng không cần lớp lót bảo vệ, do vậy nhôm là vật liệu lý tưởng. Tuy vậy nhôm vẫn có một số nhược điểm sau:

- Nhôm không chịu được các tác nhân kiềm và sẽ bị ăn mòn nhanh chóng. Nhôm thuộc nhóm thứ 3 của bảng tuần hoàn và do đó có mối liên hệ mật thiết với các kim loại kiềm (Na, K) và kiềm thổ (Ca, Mg). Trong môi trường kiềm, bề mặt của nhôm sẽ có những vết rỗ, khi đó có nguy cơ nhiễm tạp và thành thiết bị dần dần bị phá hỏng.

- Nhôm ở vị trí cuối cùng trong dãy điện hoá. Nếu để nhôm tiếp xúc với các kim loại khác (ví dụ các thiết bị làm lạnh bằng đồng tiếp xúc với thiết bị bằng nhôm) thì nhôm sẽ bị ăn mòn do đó việc cách ly là cần thiết.

- Nhôm không chịu được các axit mạnh, chúng bị hư hỏng nhanh chóng.

- Nhôm rất mềm và không chịu được áp suất chân không. Các thiết bị lớn bằng nhôm sẽ có nguy cơ bị móp vào trong khi có một áp suất nhỏ.

Vì các lý do trên, các thiết bị bằng nhôm ít được dùng trong các nhà máy bia.

12.2.2. Các thùng chứa và các đường ống làm bằng thép niken-crom

Trong các nhà máy bia, người ta luôn nói về các loại thép Ni- Cr hay còn gọi là thép V2A. Thép Ni-Cr, khác với thép đen, là các hợp kim của thép với Cr, Ni, Mn, Mo, và các nguyên tố khác để làm tăng khả năng chống chịu của thép với các hợp chất khác và không bị gỉ (oxy hoá).

Các loại thép được phân loại theo thành phần theo các tiêu chuẩn DIN 17006 và 17007 và được ký hiệu theo số để đảm bảo thành phần đặc thù. Các loại thép không gỉ được dùng để chế tạo các thùng chứa bia, thiết bị lên men, các loại bơm, đường ống dẫn,... (bảng 12.1).

Các ký hiệu V2A, V4A,... (tên công ty) là các từ viết tắt thuộc các seri thép khác nhau, chúng khác nhau về tính chất và ứng dụng. Một điểm quan trọng cần lưu ý là thép V2A không chịu được các tác nhân tẩy rửa và khử trùng có chứa clo nên đặc biệt tránh dùng dung dịch tẩy rửa hypoclorit kết hợp với các dung dịch tẩy rửa có tính axit nếu không loại thép này sẽ bị ăn mòn nhanh chóng. Các dung dịch làm sạch có chứa clo hoạt động cũng không được chứa trong các thùng chứa làm bằng V2A.

Bảng 12.1. Các loại thép thường được sử dụng trong các nhà máy thực phẩm

Vật liệu Nr trong DIN 17007	Các tên viết tắt trong DIN 17006	Đặc tính và các lĩnh vực áp dụng	Tên
1.4301 1.4396 1.4541 1.4550	X 5 CrNi 18 10 X 2 CrNi 19 11 X6 CrNi 18 10 X6 CrNi 18 10	Nước và nước thải đã bị ô nhiễm nhẹ, thành phần và các axit hữu cơ, nhìn chung chống chịu được pH khoảng 4,5 trong môi trường ăn mòn có hàm lượng clo thấp. Khi dùng các tác nhân có chứa hypoclorit sẽ có nguy cơ bị mài mòn ở pH < 9,0.	V2A
1.4401 1.4404 1.4571 1.4580	X 5 CrNiMo 17 12 2 X 2 CrNiMo 17 13 2 X6 CrNiMo 17 12 2 X6 CrNiMoNb 17 12 2	Có khả năng chống chịu cao hơn nhóm V2A. Thường dùng cho các thiết bị chứa hoá chất, có khả năng chống chịu cao hơn với hàm lượng clo cao hơn.	V4A
1.4436 1.4435 1.4438	X 5 CrNiMo 17 13 3 X 2 CrNiMo 18 14 3 X2 CrNiMo 18 16 4	Khả năng chống chịu cao hơn các nhóm ở trên với các axit không có tính oxy hoá và các tác nhân ăn mòn có chứa clo.	V44A Supra và V18A Supra NK
1.4311 1.4406 1.4429	X 2 CrNiN 18 10 X 2 CrNiMoN 17 12 3 X 6 CrNiMo 18 13	Khả năng chống chịu cao hơn các nhóm ở trên với các môi trường có tính oxy hoá, độ bền cấu trúc cao hơn, rất cứng.	-
1.4439	X 2 CrNiMoN 17 13 5	Khả năng chống chịu cao với các axit không có tính oxy hoá và các môi trường có chứa clo, ví dụ như nước biển, dung dịch kiềm hypoclorit.	ASN 5W Novonox AS175h
1.4335	X 1 CrNi 25-21	Khả năng chống chịu cao với axit nitric	-
1.4573	X6 CrNiMoTi 18-12	Khả năng chống chịu cao đối với các axit không có tính oxy hoá và các môi trường ăn mòn có chứa halogen.	V44A Extra
1.4583	X6 CrNiMoNb 18-12	Dùng trong ngành bột giấy xenluloza	V44 AX Extra

Bảng 12.1. (tiếp theo)

Vật liệu Nr trong DIN 17007	Các tên viết tắt trong DIN 17006	Đặc tính và các lĩnh vực áp dụng	Tên
1.4465 1.4577	X1 CrNiMoN 25 25 2 X5 CrNiMoTi 25 25	Khả năng chống chịu cao đối với các axit hữu cơ không có tính oxy hoá. Dùng trong ngành dệt, ngành chế biến sản phẩm phụ từ lò luyện than cốc.	
1.4506 1.4505 1.4586	X4 NiCrMoCuTi 20 18 2 X4 NiCrMoCuNb 20 18 2 X5 NiCrMoCuNb 22 18	Khả năng chống chịu cao với axit sunfuric và axit photphoric. Dùng trong công nghiệp hoá chất.	V16A Extra và V16 AX Extra

Những loại thép thường được sử dụng để chế tạo các thiết bị và đường ống trong nhà máy sản xuất bia là: V2A (ví dụ 1.4301, hoặc 1.4541), V4A (ví dụ 1.4401, 1.4404 hoặc 1.4571) và V44, do đó khi sử dụng các tác nhân tẩy rửa và khử trùng cần phải kiểm tra cẩn thận thành phần và tính phù hợp của chúng đối với các loại vật liệu chế tạo để tránh hư hại.

Vì thép không gỉ không cần một lớp lót bảo vệ và cũng không ảnh hưởng đến hương vị nên không giới hạn sử dụng. Các ưu điểm chính là khả năng chống chịu axit và kiềm có nghĩa là chúng rất thích hợp cho quá trình tẩy rửa bằng các hệ thống CIP, do đó các phân xưởng mới luôn luôn được xây dựng bằng loại vật liệu này.

Bề mặt bên trong của thùng chứa phải nhẵn (giảm thiểu độ nhám) là rất quan trọng để loại bỏ tất cả các cặn nhiễm tạp. Các phương pháp làm nhẵn bề mặt:

- Mài nhẵn các mối hàn.
- Đánh bóng (bằng điện) bề mặt bên trong.

Đặc biệt, đối với các thiết bị, bơm, các thiết bị lọc và các đường ống đã sử dụng sau giai đoạn lên men, việc đánh nhẵn bề mặt bên trong là hết sức cần thiết.

12.2.3. Các ống nối làm từ cao su hoặc chất dẻo

Hầu hết các ống nối đều được làm bằng cao su dùng để nối các đường ống dẫn thường có nguy cơ nhiễm tạp rất cao. Nếu chỉ xét đoán tình trạng bên trong của ống nối qua bề ngoài của nó là một sai lầm lớn vì bên trong của các ống nối cao su có nhiều vết gợn, hơn nữa chúng rất khó làm sạch. Các hư hỏng nhẹ và nứt vỡ ở bên trong rất khó phát hiện và khoanh vùng.

Các ống nối cao su nên được làm sạch với dung dịch kiềm loãng. Các axit có tính oxy hoá như axit nitric và các ion đồng gây ra những biến đổi ở cao su, do đó cần phải thận trọng khi dùng. Không tẩy rửa ống nối cao su bằng hệ thống CIP tuần hoàn khép kín có đường ống dẫn bằng đồng.

Chất lượng của cao su rất đa dạng. Nhiều loại ống cao su đưa mùi cao su vào trong bia, đặc biệt khi bề mặt bên trong của chúng bị phá huỷ hoặc lão hoá. Do đó, cần kiểm tra sự phù hợp của các ống nối cao su khi dùng cho công nghiệp thực phẩm.

Để tránh nguy cơ nhiễm tạp và nguy cơ tăng oxy xâm nhập khi sử dụng các ống nối cao su, người ta đang thay thế dần các ống nối cao su bằng các đường ống cố định.

Vật liệu đàn hồi tương tự cao su được sử dụng làm ống nối tốt nhất là viton.

Các vật liệu gioăng: được sử dụng ở các khớp nối xoay, khuỷu cũng gây nhiều khó khăn như các ống cao su. Vì chúng tiếp xúc trực tiếp với bia nên chúng phải có chất lượng được quy định bởi Bộ Y tế và phải không ảnh hưởng đến hương vị của bia.

Gioăng thường được làm bằng vật liệu đàn hồi như cao su nhưng khác đáng kể về các tính chất như độ cứng, độ đàn hồi, độ căng, độ kéo dãn,... cũng như độ chịu nhiệt và căng phồng. Các loại polime thường dùng là cao su tổng hợp hoặc các chất dẻo chịu nhiệt (bảng 12.2).

Bảng 12.2. Các loại polyme dùng làm gioăng

Vật liệu polyme	Từ viết tắt ISO R 1629	Tên thương mại
Các cao su tổng hợp		
Cao su acrilon nitrilbutadien	NBR	Perbunan
Cao su chloruabutadien	CR	Neoprene
Cao su vinyliden furit	EPM	Viton
Polyme etylen propylen	EPDM	Buna AP
Vinyl metyl polysiloxan	MPQ	Cao su silicon
Các chất dẻo chịu nhiệt		
Polytetrafluetylen	PTFE	Teflon
Polyvinylclorua	PVC	
Polyamit	PA	Nylon

Bởi vì gioăng cũng chịu tác động khi dùng hệ thống CIP tuần hoàn nên tùy vào các vật liệu sử dụng mà chọn các hoá chất làm sạch và khử trùng thích hợp (bảng 12.3).

Bảng 12.3. Loại gioăng thích hợp với loại chất làm sạch và khử trùng

Chất làm sạch và khử trùng	Nồng độ	Nhiệt độ	Vật liệu ghép kín thích hợp
Xút (dạng bột hoặc dung dịch)	1,5 - 4%	$\geq 140^{\circ}\text{C}$	EPDM
Xút có chứa clo hoạt tính (lỏng)	2,5 - 5%	$\geq 70^{\circ}\text{C}$	NBR, EPDM
Axit photphoric	2,5 - 5%	$\geq 90^{\circ}\text{C}$	NBR, EPDM
Axit nitric	2,5 - 5%	$\geq 50^{\circ}\text{C}$	EPDM
Axit nitric	2,5%	$\geq 90^{\circ}\text{C}$	EPDM (có giới hạn)
Clo hoạt tính (lỏng)	0,5%	$\geq 60^{\circ}\text{C}$	NBR, CR, EPDM
Axit peraxetic/ H_2O_2	0,2 - 1%	$\geq 90^{\circ}\text{C}$	NBR, EPDM

12.3. CÁC CHẤT LÀM SẠCH

Làm sạch nhằm loại bỏ khỏi bề mặt các thiết bị: cặn, bã và các kết tủa như protein, nhựa, lipid, các muối vô và hữu cơ và vi sinh vật.

Một bề mặt vô trùng đạt được bằng cách:

- Khử trùng bằng hoá chất.
- Tiệt trùng bằng nhiệt.

Các chất bẩn có thể được phân chia như sau:

- Các chất hoà tan và không hoà tan trong quá trình tẩy rửa.
- Các chất tạo thể nhũ tương nhưng không hoà tan, các chất này phải được nhũ hoá.
- Các chất không tạo nhũ tương nhưng không tan. Các chất này phải được nhũ hoá sau khi thấm ướt bằng cách sử dụng các chất phụ gia.

Môi trường tẩy rửa đơn giản và dễ sử dụng nhất là **nước**. Các dụng cụ sử dụng để cọ rửa là bàn chải với các loại kiểu và kích cỡ. Tuy nhiên không phải mọi vết bẩn đều có thể loại bỏ theo cách thủ công. Việc rửa sơ bộ các van lúc đầu bằng vòi phun rất quan trọng, mặc dù không bao gồm trong hệ thống CIP và không thể làm sạch trong các thùng chứa xút.

** Yêu cầu đối với một chất làm sạch*

- Tính hoà tan trong nước cao.
- Có khả năng làm sạch tốt.
- Có hiệu quả ở nhiệt độ thấp.
- Có khả năng thấm ướt cao.
- Lắng cặn lại ít.
- Không tạo bọt.

- Dễ rửa trôi, không lắng cặn.
- Không phản ứng với muối ở trong nước.
- Không bào mòn các thiết bị.
- Dễ dàng sử dụng.
- Giá thành thấp.
- Ít gây ô nhiễm môi trường bởi nước thải.

Ngày nay, các chất làm sạch có sẵn ở rất nhiều dạng (dạng bột khô, bột ướt, lỏng). Nhìn chung, dạng lỏng được ưa dùng hơn cả, bởi vì dung dịch dễ sử dụng và dễ tính liều lượng.

Tất cả các tác nhân tẩy rửa được sản xuất phổ biến hiện nay có chứa 2 thành phần:

- Chất mang (xút hoặc axit).
- Tác nhân hoạt tính (các chất ổn định, các dung môi, chất tẩy rửa).

Xét theo pH, chúng được chia ra thành:

- Các chất tẩy rửa tính kiềm và tính axit.
- Các tác nhân khử trùng tính kiềm, trung tính, và tính axit.

Các chất làm sạch có tính kiềm: chủ yếu là dung dịch xút chiếm 60 - 80% cùng các chất bổ trợ như Na_2CO_3 , hợp chất silicat kim loại, polyphotphat, Na_3PO_4 , các chất thấm ướt và ức chế.

Các chất làm sạch có tính axit: axit photphoric, axit sunfuric, axit nitric, hoặc axit xitric cùng các chất ức chế.

Một thực tế phải được tính đến khi làm sạch là thường có trên tất cả các bộ phận của thiết bị mà tiếp xúc trực tiếp với bia một lớp cặn bia dày do kết tủa sau một thời gian sử dụng. Bề mặt thô nhám của cặn bia tạo nên 1 nơi ẩn nấp lý tưởng cho các vi sinh vật nhiễm tạp. Do đó cần loại bỏ cặn bia định kỳ. Dung dịch tốt nhất cho việc loại bỏ các cặn bia là axit HNO_3 hoặc axit H_3PO_4 loãng.

Hầu hết các dung dịch làm sạch đều chứa dung dịch xút. Đây là 1 chất làm sạch rất hiệu quả và cũng có tác dụng diệt vi sinh vật. Các chất phụ gia nhằm làm tăng khả năng làm sạch. Một nhóm các chất đó là các chất hoạt động bề mặt. Các chất hoạt động bề mặt là các hợp chất hoà tan trong nước được dùng trong dung dịch tẩy rửa để loại bỏ các chất bẩn bằng cách làm giảm sức căng bề mặt của nước. Ở Đức, các quy định về các chất hoạt động bề mặt là các chất này phải ở trạng thái thoái biến ít nhất 80%. Danh mục các chất làm sạch luôn đưa ra có hay không chứa chất hoạt động bề mặt.

Các chất hoạt động bề mặt phải được loại bỏ hoàn toàn khi xả rửa bởi vì chúng có thể làm hỏng bọt bia.

12.4. CÁC TÁC NHÂN KHỬ TRÙNG

Các tính chất tương tự cũng được yêu cầu đối với các tác nhân khử trùng, ngoại trừ, thay cho khả năng làm sạch tốt, yếu tố quyết định là hiệu quả khử trùng trên 1 dải rộng.

Các chất khử trùng thường dùng là :

- Các hợp chất halogen (ví dụ: NaOCl, natri hypoclorua).
- Các chất oxy hoá (H_2O_2 , peraxetic axit).
- Các hợp chất amoni bậc bốn (NH_4^+).
- Các chất hoạt động bề mặt lưỡng tính.

Các hợp chất amon bậc 4: có ở trong nhiều chất khử trùng. Chúng là các chất hoạt động bề mặt cation có pH trung tính và có đặc tính diệt khuẩn tốt. Chúng hoạt động bề mặt tốt và vì vậy đảm bảo thấm ướt tốt. Nhược điểm là tạo bọt và tạo cặn.

Axit peraxetic: được sử dụng ở dung dịch 0,01 - 0,1%. Hiệu quả khử trùng của nó phụ thuộc vào việc giải phóng oxy nguyên tử mà các oxy này hoạt động như là một chất tiết trùng và mất khỏi dung dịch bằng cách tạo thành oxy phân tử. Axit peraxetic là một tác nhân khử trùng lý tưởng bởi vì nó hoàn toàn không tạo cặn sau khi sử dụng. Tuy nhiên, axit này không thích hợp dùng để ngâm cao su bởi nó hòa tan dần dần cao su.

Khi làm sạch và khử trùng cần nghĩ đến bất kỳ tác nhân nào mà không sử dụng sẽ có trong nước thải và có thể gây ô nhiễm môi trường. Đặc biệt khi sử dụng các chất làm sạch có chứa clo. Các sản phẩm có chứa clo này được chuyển thành các hợp chất halogen hữu cơ hấp thụ được (AOX), chúng hòa vào trong nước thải dẫn đến tăng chi phí cho xử lý nước thải.

Ở đây không thể liệt kê tất cả các tác nhân tẩy rửa và khử trùng có trên thị trường cùng tên, các thành phần và nồng độ. Tuy nhiên trong mọi trường hợp, cần kiểm tra danh mục chi tiết về các tác nhân tẩy rửa và khử trùng của nhà cung cấp.

- Chất sử dụng cho mục đích gì.
- Nên dùng các nồng độ nào.
- Dùng cho các vật liệu nào và giới hạn sử dụng.

12.5. QUÁ TRÌNH TẨY RỬA VÀ KHỬ TRÙNG TRONG HỆ THỐNG CIP

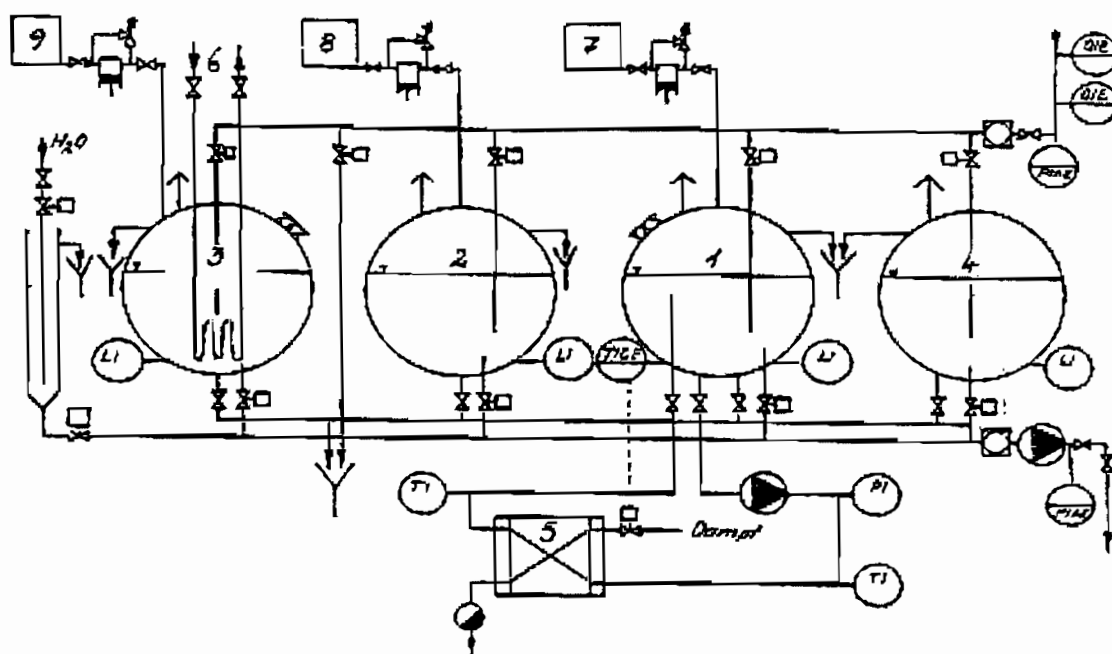
Ở các nhà máy và các xưởng bia nhỏ người ta vẫn dùng các bàn chải để cọ rửa thiết bị, nhà xưởng. Tuy nhiên, khi tăng kích thước thiết bị và nhà xưởng thì việc cọ rửa bằng tay không còn phù hợp thậm chí rất khó thực hiện và trở nên không kinh tế. Từ đó phải xây dựng nên các khu vực đặc biệt trong các nhà máy, đó là các trạm tẩy rửa và khử trùng. Tại đây có các đường ống dẫn chất tẩy rửa và khử trùng đến mọi vị trí trong thiết bị và nhà xưởng. Bằng việc tự động CIP, thời gian làm sạch và khử trùng cũng được rút ngắn.

Ngày nay, hầu hết các máy móc và thiết bị trong các nhà máy bia được thiết kế hoàn chỉnh từ đầu nên dễ dàng áp dụng hệ thống CIP để tẩy rửa. Bởi vậy, ở các nhà máy hiện đại

không hề có quá trình tẩy rửa bằng tay từ bộ phận nấu bia đến rót chai.

Tuy vậy, vẫn có những bộ phận rời, ví dụ các đoạn ống nối, các cút, các van,...mà chúng không thể nối với hệ thống CIP. Để làm sạch và khử trùng các bộ phận này người ta cho chúng vào máng xối hoặc bồn có chứa dung dịch tẩy rửa.

Việc kiểm tra định kỳ dung dịch ở trong các máng và các thùng chứa trên rất quan trọng bởi vì theo thời gian, chúng bị giảm hoạt tính làm sạch và cuối cùng trở thành dung dịch dinh dưỡng cho các vi sinh vật nhiễm tạp. Nên thay dung dịch sau một khoảng thời gian sử dụng nhất định, đặc biệt đối với dung dịch NH_4^+ , bởi vì các vi sinh vật gây hỏng bia có khả năng chống chịu cao có thể phát triển.



Hình 12.1. Hệ thống CIP:

1- Thùng chứa xút;	6- Bộ phận làm nguội thùng chứa chất khử trùng;
2- Thùng chứa axit;	7- Thùng chứa xút đậm đặc;
3- Thùng chứa dung dịch khử trùng;	8- Thùng chứa axit đậm đặc;
4- Thùng chứa nước;	9- Thùng chứa dung dịch khử trùng đậm đặc;
5- Bộ phận cấp nhiệt cho thùng xút;	

Damp: hơi; TI: cảm biến đo nhiệt độ; TICE: bộ điều khiển nhiệt độ; LI: đồng hồ định mức; PI: cảm biến đo áp suất; PIAE: bộ điều hòa áp suất; QIE: cảm biến phân tích.

Một phân xưởng CIP bao gồm:

- Thùng chứa dung dịch tẩy rửa kiềm tính (1);
- Thùng chứa dung dịch tẩy rửa axit tính (2);
- Thùng chứa dung dịch khử trùng (3);
- Thùng chứa nước (4);
- Hệ thống cấp nhiệt cho xút (5);
- Thiết bị làm nguội dung dịch khử trùng (6);
- Thùng chứa dung dịch kiềm đậm đặc (7);
- Thùng chứa dung dịch axit đậm đặc (8);
- Thùng chứa dung dịch khử trùng đậm đặc (9);

và các đường ống, van, bơm,...

Sử dụng hệ thống nút bấm tự động, bơm mạnh dung dịch tẩy rửa từ các thùng chứa qua các thiết bị và các đường ống theo một hệ thống kín. Trong suốt quá trình chảy, lưu lượng, nhiệt độ,... đều đã được thiết lập từ kết quả thực tế (theo kinh nghiệm) ở nhà máy. Một quy trình vệ sinh tại chỗ như sau:

- Rửa sơ bộ với nước, có thể dùng nước xả cuối cùng của chu trình trước, trong thời gian từ 3 - 5 phút.
- Xả hết nước đi trong 1 - 3 phút.
- Làm sạch với dung dịch kiềm bằng cách tuần hoàn dung dịch kiềm 1 - 2% ở 70⁰C trong 30 - 50 phút.
- Xả hết dung dịch kiềm trong 1 - 3 phút.
- Rửa sạch bằng nước, trong 4 - 5 phút.
- Xả hết nước đi trong 1 - 3 phút.
- Tiếp tục rửa bằng axit 1 - 2% trong 10 - 15 phút.
- Xả hết axit đi trong 1 - 3 phút.
- Rửa sạch bằng nước, trong 2 - 3 phút.
- Xả hết nước đi trong 1 - 3 phút.
- Rửa bằng dung dịch khử trùng trong 10 - 20 phút.
- Xả hết dung dịch khử trùng trong 1 - 3 phút.
- Tráng lần cuối bằng nước sạch trong 3 - 5 phút.
- Xả hết nước đi trong 1 - 3 phút.

Toàn bộ chu trình mất khoảng 1 - 2 h.

Ở các nhà máy nhỏ, tất cả các thiết bị đều được làm sạch chỉ với 1 trạm CIP. Tuy nhiên, có thể xảy ra nguy cơ lây nhiễm từ phân xưởng này sang phân xưởng khác, nên ở các nhà máy lớn hơn, người ta sử dụng các hệ thống CIP riêng biệt. Việc sử dụng các hệ thống CIP riêng biệt rất hợp lý bởi những phân xưởng khác nhau cần được xử lý khác nhau. Ví dụ,

có một số phân xưởng cần được làm sạch với dung dịch kiềm nóng trong khi những phân xưởng khác lại không cần thiết hoặc không tiến hành thường xuyên. Có thể phân vùng như sau:

Đối với khu vực nấu và chuyển dịch đường:

- Xút nóng, khu vực nấu bia.
- Xút nóng, chuyển dịch đường (cần chia nhỏ ra bởi vì dung dịch kiềm ở khu vực nấu nhanh bắn).

- Axit.
- Nước sạch (có thể lấy từ nguồn nước sinh hoạt).
- Nước dự trữ.

Đối với các thùng chứa bia chưa lọc:

- Xút.
- Axit.
- Nước sạch (có thể từ nguồn nước sinh hoạt).
- Nước dự trữ.
- Dung dịch khử trùng.

Đối với các thùng chứa bia đã lọc:

- Xút nóng.
- Axit.
- Nước sạch (có thể từ nguồn nước sinh hoạt).
- Nước dự trữ.
- Dung dịch khử trùng.

Đối với bia đã qua lọc

- Kiềm nóng.
- Axit.
- Nước sạch (có thể từ nguồn nước dân cư).
- Nước nóng.
- Dung dịch khử trùng.

Có một số lưu ý đặc biệt về việc vệ sinh bằng CIP đã được đưa ra, ví dụ khi làm sạch các thùng lên men gia tốc (CCVs) thì không được dùng chất làm sạch kiềm tính khi có mặt CO₂ trong thiết bị, nếu không sẽ tạo chân không,...

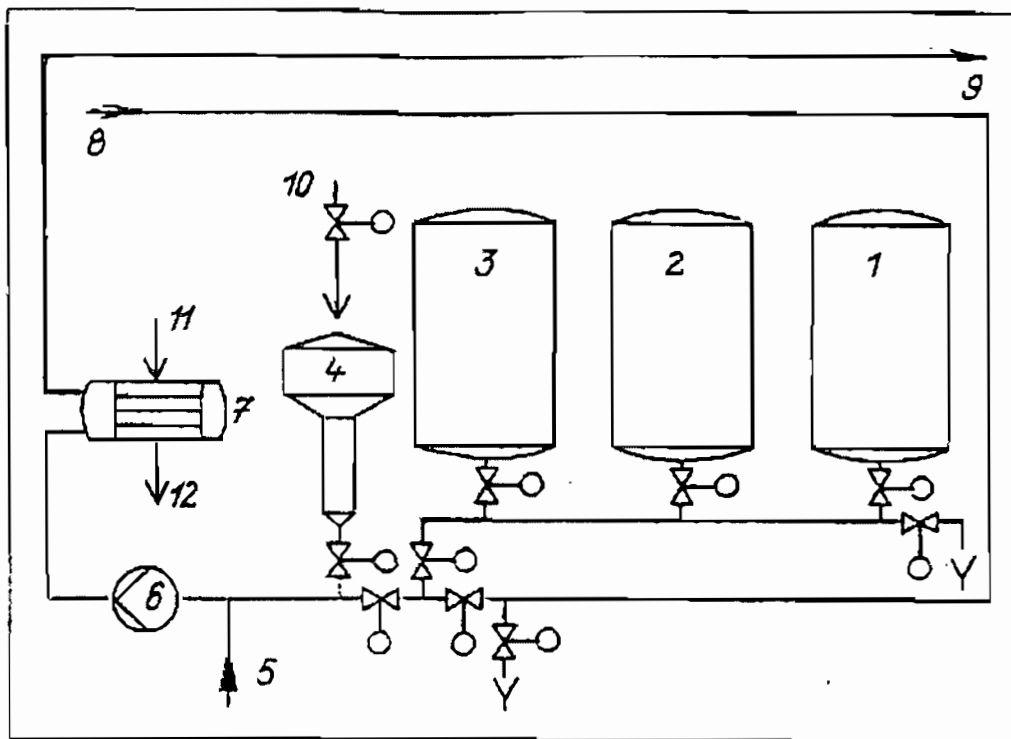
Phân xưởng đóng chai cũng có 1 hệ thống CIP riêng cho tất cả các bộ phận của máy. Các bộ phận truyền động của máy vệ sinh định kỳ.

Dung dịch xút dùng trong một hệ thống CIP trở nên bẩn trong quá trình sử dụng và do đó chỉ có thể được dùng trong một quãng thời gian nhất định. Có 2 phương án liên quan:

- Dung dịch làm sạch chỉ được sử dụng 2 lần; lần đầu dùng cho làm sạch lần cuối dùng và lần tiếp theo dùng khi làm sạch sơ bộ, sau đó xả bỏ đi.

- Có thể sử dụng lại dung dịch xút đã được làm sạch, như với dung dịch xút đã dùng ở phân xưởng chiết chai, dung dịch xút được xử lý bằng cách để lắng cặn, lọc, hoặc các cách xử lý khác.

Việc dùng lại các dung dịch tẩy rửa và khử trùng chỉ có ích trong 1 giới hạn nhất định. Vì thế cần quan tâm đến thiết kế hệ thống để có thể kết hợp giữa thu hồi và bổ sung mới.



Hình 12.2. Hệ thống tẩy rửa kết hợp thu hồi và bổ sung mới:

1- Thùng chứa dung dịch làm sạch;	7- Bộ phận gia nhiệt;
2- Thùng chứa dung dịch khử trùng;	8- Đường hồi lưu;
3- Thùng chứa nước đã sử dụng;	9- Đường đi sử dụng;
4- Thùng chứa nước dùng cho lần phun rửa lần đầu tiên;	10- Nước sạch;
5- Bổ sung dung dịch xút mới;	11- Hơi;
6- Bơm;	12- Nước ngưng tụ.

Với mỗi một thiết bị cần có:

- + Vị trí lấy dung dịch tẩy rửa ra hoặc đường dẫn không vào nó,
- + Thu hồi dung dịch hoặc xả bỏ đi sau khi sử dụng.
- + Điều chỉnh được nhiệt độ dung dịch tẩy rửa theo yêu cầu và
- + Điều chỉnh được nồng độ tác nhân tẩy rửa theo yêu cầu, có thể tăng nồng độ nhờ bộ phận định mức. Thùng chứa chỉ chứa dung dịch có nồng độ cần thiết.

Vì hình dạng đặc biệt của thùng chứa nước rửa sơ bộ, đó là 1 cột cấp nước, giống như tháp nước, nó cung cấp một dòng chảy áp lực cao vào trong hệ thống tẩy rửa với một công suất dự trữ nhỏ nhất.

12.6. QUY TRÌNH TẨY RỬA

Phun nước để làm sạch sơ bộ các thiết bị, sau đó phun dung dịch tẩy rửa, cả hai bước đều có thể phun với áp lực thấp hoặc áp lực cao.

Khi phun với áp lực cao, dùng áp lực 60 bar tạo lực cơ học để làm sạch. Khi phun áp lực thấp, dòng chảy của dung dịch có vận tốc 20 - 75 m³/h ở áp lực thấp (có thể tới 6 bar) để phun lên thành thiết bị và chảy trên đó, để cho các tác động hoá học của dung dịch tẩy rửa được thực hiện. Ngày nay, phun áp lực thấp được sử dụng chủ yếu.

Dù sử dụng phương pháp nào cũng phải phù hợp với thiết bị sao cho tất cả các bộ phận, thậm chí cả chòm cầu đều được rửa sạch. Nhằm mục đích này, người ta đã thiết kế ra rất nhiều kiểu đầu phun. Nhưng cần luôn đảm bảo tất cả các đầu phun đều phải có một khe hở nhỏ ở đáy để cho tất cả các cạnh của dung dịch tẩy rửa ra ngoài.

Các hệ thống CIP bao gồm 2 bơm, một bơm để bơm chất tẩy rửa qua các đường ống tới vòi phun, một bơm để thu hồi hóa chất. Để đảm bảo không bị tắc, bơm thứ 2 cần có công suất lớn nhất, lớn hơn bơm thứ nhất 25%.

Hệ thống CIP chỉ vận hành hiệu quả khi kiểm soát chặt chẽ các công việc sau đây:

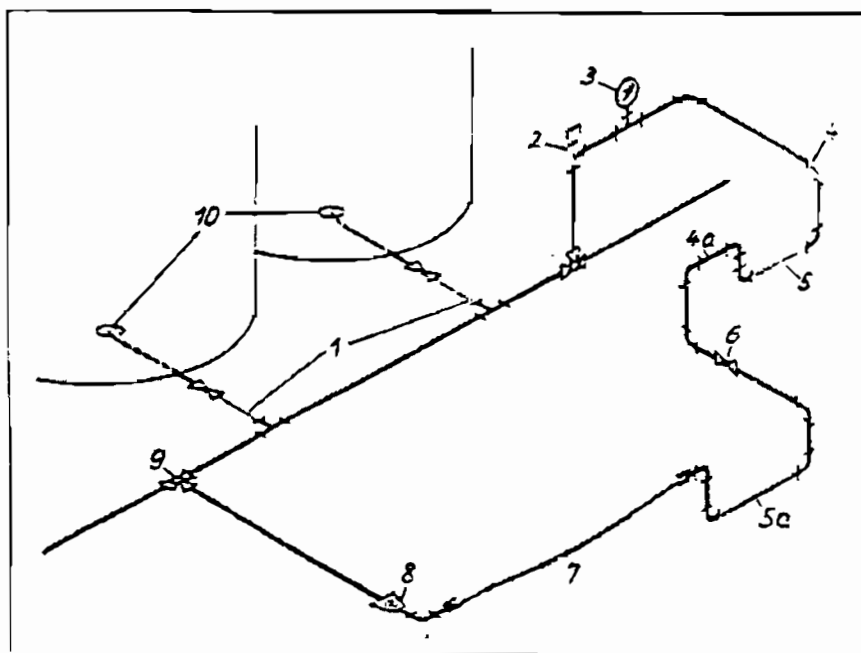
- Kiểm tra các bước của quy trình.
- Phân tách chính xác các dung dịch (suất dẫn đo lường với thời gian xác định).
- Sử dụng đúng công suất bơm.
- Giám sát cẩn thận các đầu phun và nồng độ dung dịch.
- Bảo dưỡng thường xuyên các van, các cảm biến và các thiết bị đo lường.
- Thiết kế các bộ phận có tiếp xúc trực tiếp với sản phẩm sao cho dễ dàng tẩy rửa.
- Làm sạch định kỳ các hệ thống CIP.

Các thông số được kiểm soát trong dây chuyền:

- + Vận tốc dòng chảy;
- + Nhiệt độ;
- + Tính dẫn (nồng độ hóa chất)

của dung dịch xút sạch, và tất cả các dữ liệu cần cho quá trình được tập hợp lại.

Các lỗi thường xảy ra khi làm sạch các ống và các sai phạm này thường không biểu hiện ra ngay. Hình 12.3 chỉ ra một số nguyên nhân gây lỗi.



Hình 12.3. Các nguyên nhân thông thường gây lỗi cho hệ thống tẩy trùng.

	Lỗi	Biện pháp khắc phục
1	Động nước	Sử dụng van đôi hoặc van chữ T thay cho van thẳng
2	Khí dư do ống không có lỗ thoát khí	Tạo lỗ thoát khí
3	Khí dư trong áp kế Bourdon	Sử dụng dụng cụ có màng
4	Khí dư do trong đường ống không có lỗ thông khí tại điểm cao nhất hoặc khi đường ống có chỗ uốn cong tạo hình yên (4a)	Thêm lỗ thông khí, không để các chỗ uốn cong hướng lên
5	Cặn đọng tại các chỗ trũng trong đường ống (5a)	Không tạo thành chỗ trũng trong đường ống, tạo lỗ xả
6	Cặn đọng trong các van	Sử dụng các van có các khe xả cặn thích hợp
7	Cặn đọng ở những nơi đường ống bị võng xuống	Lắp nghiêng các phần nằm ngang.

8	Cần đóng ở những phần ống mở rộng hoặc thất	Sử dụng đường ống đồng nhất, không tạo bất kỳ sự biến đổi nào trong đường ống thẳng
9	Vòi hoặc van ba ngã không dễ vệ sinh	Sử dụng các van dễ vệ sinh
10	Đường ren trên tank chỗ lắp đường ống với gioăng trong	Dùng các ống nối có ren hàn vào thùng chứa

12.7. LÀM SẠCH BẰNG PHƯƠNG PHÁP CƠ HỌC

Không chỉ các thiết bị mới cần làm sạch bên trong, mà cả các bộ phận có liên quan như các các ống nối, cút, các dụng cụ kèm theo, các van, và các bộ phận phụ trợ khác cũng cần phải được làm sạch, thường dùng bồn rửa. Tuy vậy, một số bộ phận không thể tháo rời như các ống nối... phải làm sạch bằng phương pháp cơ học, người ta dùng một vòi phun áp lực cao có thể di chuyển. Trong các nhà máy bia, một chương trình đặc biệt được thiết lập để tẩy rửa toàn diện.

Thậm chí ngay cả khi tất cả các thiết bị đều đã được tẩy rửa bằng hệ thống CIP thì việc làm sạch vẫn chưa hoàn toàn mà còn phải:

- + Tẩy rửa sàn nhà.
- + Làm sạch bên ngoài các thiết bị.
- + Tường phải được sơn trắng...

Ngoài ra, cần phải nghĩ đến việc vệ sinh một số khu vực như:

- + Đáy của máy nghiền, nên được làm sạch dưới áp suất chân không.
- + Sân xưởng phải được quét sạch, không được có góc bẩn.

Kết quả của quá trình tẩy rửa và khử trùng được phản ánh bởi sự tồn tại các tạp nhiễm ở trong nhà máy bia. Cần phải kiểm soát vi sinh vật với các phương pháp khác nhau, xác định rõ vị trí và thời gian của mọi tạp nhiễm và từ đó cung cấp cơ sở để quyết định các bước làm cần thiết tiếp theo.

Chương 13

XỬ LÝ CHẤT THẢI VÀ BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG CỦA NHÀ MÁY BIA

Trong quá trình sản xuất bia thường hình thành nên các sản phẩm phụ hoặc các yếu tố có tác động xấu tới môi trường xung quanh, cần được xử lý loại bỏ hoặc tái sử dụng. Các loại chất thải trong nhà máy bia thường là:

- Nước thải và các chất gây ô nhiễm.
- Bã dịch đường hoá và hoa houblon.
- Cặn lắng từ quá trình lên men.
- Men thừa.
- Bột trợ lọc.
- Nhãn bao bì.
- Các mảnh vỡ thủy tinh.
- Mùi từ phân xưởng nấu.
- Khí đốt thoát ra từ nồi đun hoa.
- Tiếng ồn tại nhiều phân xưởng...

13.1. NƯỚC THẢI

Trừ nước có mặt trong sản phẩm bia hay trong các sản phẩm phụ và lượng nước đã bay hơi, phần nước còn lại cuối cùng được coi là nước thải.

Thông thường, tổng lượng nước sử dụng cho 1 hl bia là 6 hl, nếu trừ đi lượng nước trong sản phẩm chính và sản phẩm phụ, và lượng nước đã bay hơi khoảng 1,8 – 2,5 hl, thì lượng nước thải sẽ có $3,5 \div 4,2$ hl. Lượng nước thải sẽ tỷ lệ thuận với lượng nước sử dụng cho sản xuất.

Trong quá trình sản xuất ở nhà máy bia, nước cuốn theo hoặc hoà tan nhiều hợp chất. Nước thải trong nhà máy bia bao gồm:

- Bã bia và bã dịch đường.
- Nước rửa thiết bị.
- Nước thải chứa cặn.
- Nước thải chứa bã men.
- Nước thải từ hệ thống CIP.
- Xút và axit thải ra từ hệ thống CIP.

- Nước thải rửa bột trợ lọc.
- Nước tráng hóa chất rửa.
- Nước thải trong phân xưởng chiết:
 - Nước xút thải ra từ thiết bị rửa chai
 - Các thành phần không tan như giấy vụn từ vỏ bao bì, bã
 - Chất thải hoà tan như: andehyt, xút ăn da, muối của kim loại nặng
 - Chất bôi trơn ở đai chuyển động và dầu mỡ từ phân xưởng đầu máy
 - Bìa còn lại từ những bao bì tái sử dụng.
 - Bìa tổn thất ra ngoài từ khâu chiết rót.

Các chất bôi trơn từ lớp mạ mỏng ở đai chuyển động cuối cùng cũng đi theo vào nước thải.

13.1.1. Một số thành phần trong nước thải có tác hại tới môi trường

Trong nước thải, có một số thành phần khi đưa ra ngoài, sẽ có tác động đáng kể đối với môi trường xung quanh.

- *Các chất có thể oxy hoá*: những chất này có thể bị chuyển hóa nếu có mặt O_2 . Nếu những chất này không qua xử lý mà đi thẳng vào hệ thống thoát nước, trong trường hợp không được thông khí đầy đủ, chúng có thể oxy hoá một phần và gây thối rữa và tạo mùi hôi thối, đồng thời tiêu diệt các vi sinh vật có mặt trong môi trường nước. Tổng số các chất có thể oxy hoá được thể hiện bằng giá trị COD (lượng oxy yêu cầu cho phản ứng hoá học) tính bằng $mg\ O_2/l$ hoặc giá trị BOD_5 (lượng O_2 yêu cầu cho quá trình hoá sinh) đơn vị $mg\ O_2/l$.

- *Photpho dưới dạng photphat*: hợp chất photpho cùng với nitơ bậc cao kích thích cho sự phát triển của tảo trên mặt nước, cũng được coi là chất có hại cho môi trường. Do đó trong những năm gần đây, các nhà công nghệ đang cố gắng chuyển sang sử dụng các chất làm sạch không chứa photpho.

- *Nitơ dưới dạng nitrat*: ảnh hưởng của nitrat tới môi trường đã thu hút nhiều sự quan tâm. Sự thẩm thấu nitrat vào nước ngầm làm tăng sự ô nhiễm của đất. Trong khi đó, ở các nhà máy bia, axit nitric được sử dụng trong hệ thống CIP để hoà tan cặn.

- *Hợp chất halogen hữu cơ (Adsorbable organically bound halogens – AOX)*: trong sản xuất bia, các hợp chất clo được sử dụng trong công đoạn tẩy trắng, sát trùng.

- Muối của kim loại nặng như: Hg, Pb, Cd, Cr, AOX và các dẫn xuất halogen của hydrocacbon là những chất nguy hiểm bởi vì chúng gây hại rất lớn cho sức khỏe.

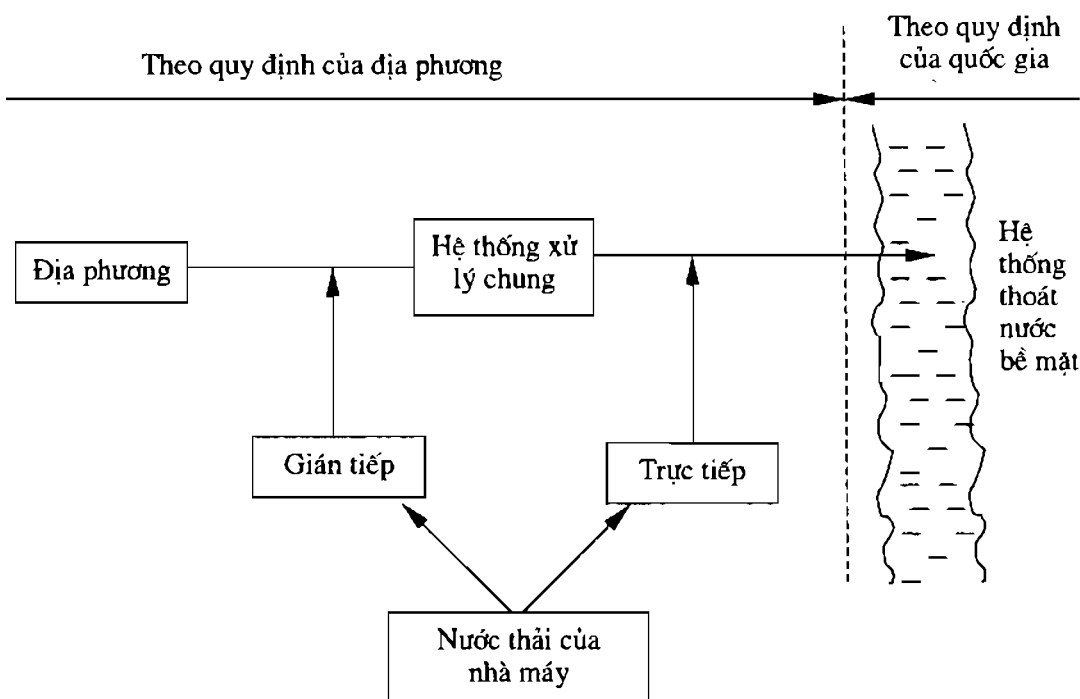
- *Axit, dung dịch kiềm, những chất làm sạch và những chất khử trùng* cùng với thành phần dầu gia nhiệt cũng được coi là những chất có hại cho môi trường và con người.

Đối với một doanh nghiệp sản xuất, có thể có 2 cách xử lý nước thải khi đưa ra môi trường:

- *Xả gián tiếp*: Nước thải của nhà máy được đưa qua trạm xử lý nước chung.

- *Xả trực tiếp*: Nước thải của của nhà máy sau khi làm sạch được xả trực tiếp vào hệ thống nước bề mặt.

Các chỉ tiêu của nước thải khi vào hệ thống thoát nước cần đảm bảo theo những quy định về nước thải sinh hoạt.



Hình 13.1: Thải trực tiếp và thải gián tiếp.

13.1.2. Một số thuật ngữ kỹ thuật được sử dụng trong xử lý nước thải

Những thuật ngữ dưới đây được sử dụng liên quan đến nước thải

- Chất rắn khả lắng;
- BOD₅;
- COD;
- Lượng nước thải.

a. Chất rắn khả lắng

Chất rắn khả lắng (có thể lắng) là những chất có khả năng lắng xuống đáy nhờ khối lượng riêng lớn hơn khối lượng riêng nước thải. Để xác định giá trị này, người ta sử dụng bình Imhoff cao 40 cm, thể tích 1 lít, có đáy hình phễu. Phép đo được thực hiện sau 2 giờ lắng.

b. BOD₅

BOD₅ là nhu cầu O₂ cho các phản ứng hoá sinh xảy ra trong nước thải, tính bằng tổng lượng O₂ (mg/l) mà các vi khuẩn sử dụng trong 5 ngày ở t° = 20°C.

Để xác định BOD₅, hàm lượng O₂ của mẫu nước sẽ được xác định ban đầu. Sau đó người ta xác định hàm lượng O₂ của mẫu nước thứ 2 sau 5 ngày bảo quản kín ở 20°C. Hàm lượng O₂ chênh lệch chính là BOD₅. Tuy nhiên, bởi vì một mẫu nước hiếm khi sạch đến mức không còn chứa một lượng O₂ hòa tan sau 5 ngày, nên một lượng nước tinh khiết bão hòa O₂ được thêm vào mẫu nước thải, nhờ vậy sẽ còn ít nhất là 2 mg/l O₂ sau 5 ngày (phương pháp pha loãng).

Một số giá trị BOD₅ của các nguồn nước thải khác nhau được chỉ ra ở dưới đây:

Nước thải sinh hoạt	300 mg O ₂ /l
Nước thải nhà máy bia	1200 mg O ₂ /l
Nước thải ra từ hệ thống xử lý	20 mg O ₂ /l
Nước rửa bã cuối	lên tới 10000 mg O ₂ /l
Nước trong bã đại mạch	lên tới 15000 mg O ₂ /l
Bia	Khoảng 80000 mg O ₂ /l

c. COD

Nhu cầu O₂ cho các phản ứng hoá học xảy ra được xác định từ phản ứng giữa chất oxy hoá mạnh với những chất vô cơ và hữu cơ dễ oxy hoá chứa trong nước thải. Trước đây, người ta sử dụng dung dịch KMnO₄ trong môi trường axit làm chất oxy hóa. Phương pháp này dễ dùng và thực hiện nhanh chóng. Ở Đức các mẫu được đun sôi trong 10 phút, còn ở Anh các mẫu được giữ ở t° = 27°C trong vòng 4 giờ. Tuy nhiên, phương pháp này đưa đến những giá trị khác nhau khi các chất gây ô nhiễm khác nhau, do vậy hiện nay không được sử dụng.

Thay thế cho phương pháp sử dụng KMnO₄, dung dịch K₂Cr₂O₇ trong môi trường axit H₂SO₄ cũng được dùng. Với dung dịch này thì các hợp chất hữu cơ được oxy hoá hoàn toàn theo đúng yêu cầu về O₂ theo lý thuyết. Thời gian đun sôi cần thiết là 2 giờ.

d. Tải trọng nước thải

Tải trọng nước thải được xác định bằng tích số của lượng nước thải (tính bằng m³) với nồng độ COD tính bằng g/m³.

13.1.3. Xử lý nước thải

Thông thường có 2 cách để xử lý nước thải: hiếu khí và yếm khí.

*** Xử lý hiếu khí**

Có rất nhiều chất trong nước thải có thể bị phân huỷ bởi vi sinh vật. Để thực hiện quá trình này vi sinh vật cần có O₂. Do đó, nước thải có thể được làm sạch hoàn toàn bằng cách

đưa không khí vào. Sau quá trình xử lý thu được bùn hoạt hoá có chứa vi sinh vật ưa khí (sinh vật hiếu khí). Quá trình này được gọi là xử lý nước thải hiếu khí. Tuy nhiên, để sục khí vào hệ thống xử lý cần sử dụng năng lượng.

*** Xử lý yếm khí**

Khi không có mặt O_2 không khí, nước thải sẽ phân huỷ dần dần bởi các vi khuẩn gây thối rữa. Trước tiên các axit hữu cơ được tạo ra nhờ sự thủy phân, sau đó là khí metan. Quá trình này chính là quá trình xử lý nước yếm khí. So với quá trình xử lý hiếu khí, hiệu quả xử lý của xử lý yếm khí thấp hơn nhưng lượng bùn tạo thành sau xử lý lại thấp hơn, đồng thời, khí metan sinh ra có thể được tận dụng là nguồn nhiên liệu.

Cả 2 quá trình hiếu khí và yếm khí đã được sử dụng trong thực tế, nhưng quá trình xử lý hiếu khí thường phổ biến hơn.

13.1.3.1. Hệ thống xử lý nước thải hiếu khí

Có nhiều hệ thống xử lý nước thải hiếu khí khác nhau và chúng có thể chia ra làm 3 nhóm:

a. Hệ thống bể chứa sử dụng bùn hoạt tính

Đó là những bể chứa lớn dài tới 50 m, mức nước sâu 3 m trong đó nước thải được cung cấp O_2 qua thiết bị sục khí. Sự sục khí đồng thời có tác dụng khuấy trộn, hạn chế sự lắng của bùn hoạt tính.

b. Thiết bị phản ứng

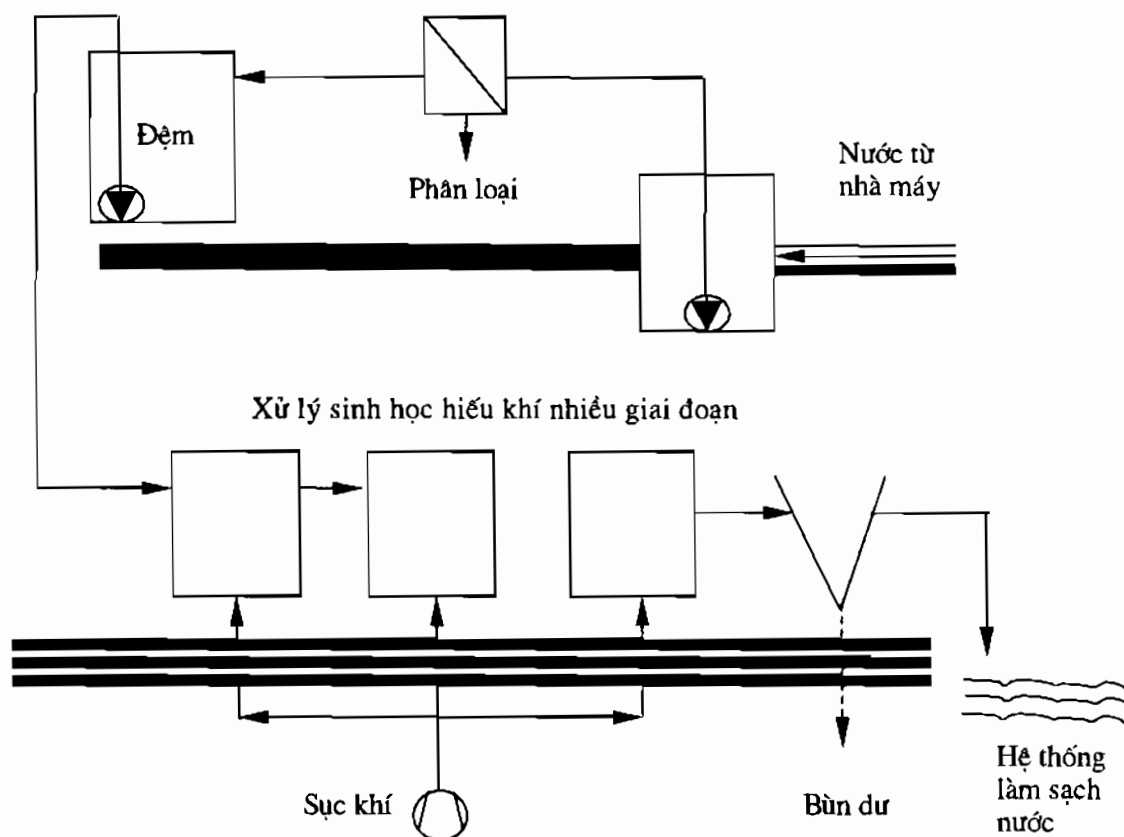
Đây là những thiết bị có mức độ thông khí cường độ mạnh. Bùn được tạo ra được loại bỏ bằng một thiết bị đặc biệt.

c. Những thiết bị phản ứng cố định sinh khối

Trong các thiết bị phản ứng, sinh khối vi sinh vật thường xuyên được tiếp xúc với nước thải và cùng lúc đó được cung cấp O_2 .

Một dạng thiết bị tiêu biểu là hệ thống lên men kiểu sàng quay bao gồm nhiều đĩa bằng plastic, đường kính 2 + 3 m, được gắn đều trên trục nằm ngang một khoảng cách ngắn và khoảng 40% trong số các đĩa đó được nhúng chìm trong nước thải. Các đĩa này được quay một cách cơ học từ từ và vi sinh vật hiếu khí lớn lên trong đó và từ từ phân huỷ các chất trong nước thải.

Về cơ bản, sơ đồ xử lý nước thải theo phương pháp hiếu khí được trình bày như hình 13.2.



Hình 13.2: Sơ đồ xử lý nước thải hiếu khí.

13.1.3.2. Hệ thống xử lý nước thải yếm khí

Quá trình xử lý yếm khí đã được sử dụng hiệu quả từ nhiều năm trước đây để xử lý nước thải bị ô nhiễm cao trong các nhà máy đường, nhà máy giấy, gỗ, nhà máy rượu...cũng tạo ra một nguồn lợi lớn cho các nhà máy khác trong công nghiệp, ví dụ như các nhà máy bia, từ năng lượng dưới dạng nhiên liệu khí metan có thể được thu hồi lại trong quá trình xử lý. Hơn nữa các thiết bị yếm khí này có thể vận hành mà không cần dùng năng lượng như quá trình xử lý hiếu khí.

Thiết bị xử lý yếm khí thường là những bể thủy phân hình trụ hoặc hình trụ dẹt lớn, trong đó quá trình phân huỷ xảy ra ở nhiệt độ không đổi. Quá trình này được chia thành nhiều giai đoạn (hình 11.3.) và kết thúc quá trình này, sản phẩm sinh ra chủ yếu là khí metan.

Hiện nay chỉ có hệ thống xử lý hiếu khí được sử dụng để xử lý nước thải trong nhà máy bia. Tuy vậy, cũng nên xây dựng các hệ thống xử lý yếm khí trong nhà máy bia bởi nước thải từ các nhà máy bia có độ ô nhiễm lớn và khả năng tận dụng khí metan từ các hệ thống này rất lớn.

Trong nước thải	Tương đương với tải trọng nước thải (g COD/hl bia)
Nước tráng chai khoảng 0,96 ml/chai	23
Bia thừa 1,6 ÷ 2,6 ml/chai	38,4 ÷ 62,4
Các chất chiết từ nhãn chai 2,5 ÷ 37.5 mg COD/chai	5
Keo dán nhãn	7,5
Tổng	72,4 ÷ 166,5 g COD/hl

Do thành phần và lượng nước thải thường biến đổi như vậy nên để đạt được hiệu quả xử lý nước thải, người ta thường dùng hệ thống xử lý có bể phối trộn và cân bằng các thành phần nước thải khác nhau đó. Khi đó lượng nước thải của hàng ngày và cả tuần được phối trộn lại, sau đó được đem đi xử lý.

Ưu điểm của hệ thống xử lý này:

- Trung hòa các thành phần nước thải có độ kiềm và độ axit, để đưa pH của nước thải về vùng trung tính.
- Trung hòa về nhiệt độ, giữa các nguồn nước thải có nhiệt độ cao với các nguồn nước thải có nhiệt độ thấp.
- Màu sắc của nước thải sẽ được pha loãng.
- Lượng nước thải xả ra ngoài có thể được kiểm soát hoặc được phân phối trong một vài giờ ban đêm hay cuối tuần.

13.1.3.4. Xử lý nước thải với bể hoà trộn và tạo sự cân bằng

Hệ thống bể xử lý nước thải dạng này bao gồm:

- Một bể trộn hình tròn.
- Một thiết bị thông khí được bố trí trong lòng bể để sục khí và đảo trộn.
- Một thiết bị điều khiển sự thông khí và điều khiển quá trình.
- Một hệ thống điều khiển thoát nước.

Có 2 dạng hệ thống bể hòa trộn và cân bằng cơ bản sau:

Loại A:

- Những thiết bị mà trong đó sinh khối không được giữ lại và vì vậy được nước rửa cuốn theo. Sử dụng cho những nhà máy bia có nước thải không quá ô nhiễm.
- Những bể có dung tích nhỏ, tương đương với lượng nước thải của một ngày sản xuất.
- Những bể có dung tích lớn tương đương với lượng nước thải của một tuần sản xuất.

Loại B:

Đây là dạng hệ thống xử lý trong đó sinh khối vẫn được giữ lại, có 2 dạng tương ứng với kích thước như sau:

- Những bể có kích thước nhỏ tương đương với lượng nước thải của một ngày sản xuất (dạng B_1).

- Những bể có kích thước lớn để xử lý nước thải của một tuần sản xuất (bể dạng B_2)

Sử dụng loại B_2 có thể đạt được:

- Sự phân huỷ sinh học đạt 90 – 95%.
- Tạo ra sự đồng nhất về độ sạch cho toàn bộ nước thải.

Quá trình hoạt động của bể cân bằng B_2 có 4 giai đoạn (hình 13.4):

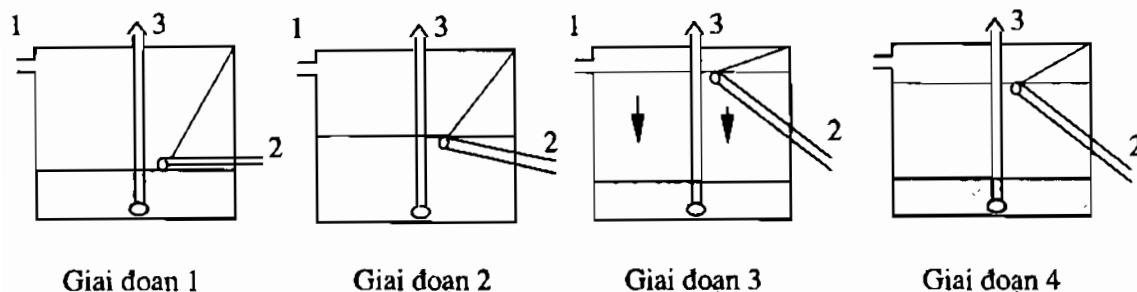
- *Giai đoạn 1:* Giai đoạn khởi động – trong bể chỉ chứa lớp sinh khối cao xấp xỉ 1,5 m, thường vào tối ngày chủ nhật.

- *Giai đoạn 2:* Giai đoạn làm đồng đều, trung hòa và xảy ra một số quá trình phân huỷ sinh học. Giai đoạn này bắt đầu vào sáng thứ hai khi có nước thải chảy vào trong bể. Bể được đổ đầy từ từ và thiết bị thông khí làm việc một cách có chu kỳ tùy thuộc vào việc sử dụng O_2 . Quá trình phân huỷ sinh học của các chất hữu cơ xảy ra, kèm theo CO_2 tạo thành góp phần làm trung hòa nước thải.

- *Giai đoạn 3:* Giai đoạn lắng - sinh khối tách riêng ra khỏi nước thải sạch ở phía trên

- *Giai đoạn 4:* Nước thải sạch tách sinh khối được dẫn ra ngoài. Cơ cấu tháo nước sử dụng một cái phao nổi.

Giai đoạn 3 và 4 xảy ra sau khi các cặn bẩn đã được làm sạch trong nước thải. Trong một ngày có thể diễn ra vài lần. Dưới những điều kiện xác định, số lượng bùn trong bể tăng lên không đáng kể. Sau khi quá trình sản xuất tạm nghỉ, lượng bùn cũ được phân huỷ do sự tự phân và sự hô hấp nội sinh. Những chất vô cơ được tạo ra do sự phân nhỏ sẽ hoà tan hoặc không còn khả năng lắng.



Hình 13.4. Các giai đoạn làm việc của bể B_2 :

1- nước thải vào; 2- nước thải ra; 3- hệ thống sục khí.

13.2. CÁC CHẤT THẢI KHÁC TRONG NHÀ MÁY BIA

Tuy nhiên, không phải chỉ có nước thải mà còn các chất thải khác cũng được thải ra từ nhà máy bia. Số lượng các thành phần này có thể ước lượng như sau:

Loại chất thải	Lượng trung bình (kg/hl bia)
Bã malt và hoa houblon	18,86
Men thừa	2,64
Cặn nóng	1,42
Cặn nguội	0,22
Cặn khoáng	0,62
Bụi malt	0,12
Nhãn / giấy	0,29
Những chất bao gói	0,04

13.2.1. Bã malt và hoa houblon

Cứ 100 kg malt nghiền nhỏ có thể tạo ra 110 ÷ 130 kg bã malt đại mạch có độ ẩm 70 ÷ 80% hay khoảng 20 kg/hl bia thành phẩm. Vì vậy có thể ước lượng, hàng năm có khoảng 200 tấn bã malt ẩm tương ứng với lượng bia thành phẩm 10.000 hl.

Bã malt với nhiều thành phần dinh dưỡng trong đó thường được sử dụng để làm thức ăn gia súc. Để có thể tăng khả năng bảo quản thành phần sản phẩm phụ này và hạn chế chi phí cho vận chuyển, người ta có thể sấy bã malt thành dạng khô.

Khác so với bã malt, bã hoa houblon sau quá trình đun hoa thường bị loại bỏ, hiếm khi người ta thu hồi bã hoa để tái sử dụng vào bất kỳ một mục đích gì. Vì thế, hầu hết trong các nhà máy bia, người ta thường nghiền nhỏ hoa hoặc sử dụng các chế phẩm hoa cao và hoa viên để giảm nhân công cho công đoạn lọc cánh hoa sau quá trình nấu hoa. Sau đun hoa, bã hoa sẽ được tách ra trong thiết bị lắng xoáy. Bao bì chứa các chế phẩm hoa như các lon thiếc hoặc giấy thiếc được tập trung để xử lý.

13.2.2. Cặn nóng

Cặn nóng hình thành được tách ra ở thiết bị lắng xoáy, đôi khi được tách ra ở các thiết bị phân tách đặc biệt hoặc ở các thùng lắng. Nói chung trong cặn tách ra vẫn còn chứa một phần dịch đường cần được thu hồi lại. Vì thế, ở nhiều nhà máy, người ta đã sử dụng dịch chứa cặn này để làm nước rửa bã nhằm tận thu lượng chất chiết trong dịch đường này, đồng thời làm giàu protein trong bã malt. Tuy nhiên, công đoạn này có thể ảnh hưởng tới chất lượng của dịch đường và để hạn chế ảnh hưởng tới chất lượng của bia, người ta thường không tận dụng lượng dịch đường còn lại trong bã.

13.2.3. Nấm men thừa

Một số lượng lớn nấm men giống sau khi sử dụng còn thừa lại, nếu không được xử lý có thể sẽ dẫn tới sự thối rữa và gây ô nhiễm môi trường.

Thông thường, từ 10 000 hl bia một năm có thể tạo ra 15 + 18 tấn bã men cần được xử lý. Giải pháp tốt nhất đó là tận dụng để làm nguồn dinh dưỡng giàu vitamin và protein làm thức ăn gia súc. Bã men phải được sấy khô nhanh chóng để bảo quản, đồng thời giảm những tác động của chúng đối với hệ vi sinh và hệ thống tiêu hóa của gia súc. Một hướng khác có thể được quan tâm đó là sử dụng nấm men trong ngành dược phẩm.

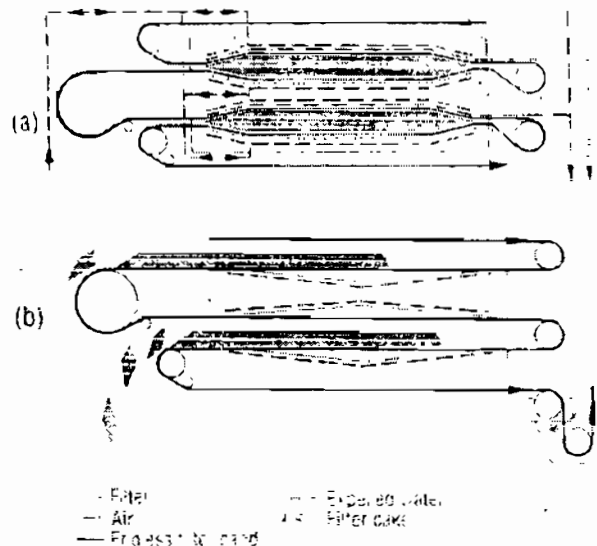
13.2.4. Bã chất trợ lọc Kieselguhr

Từ 1 hl bia sau lọc thường tạo ra 500 g bùn trợ lọc. Nếu tính cho 10 000 hl bia trong 1 năm, sẽ có 5 tấn bùn trợ lọc, tính cho 1 ngày sản xuất là gần 20 kg bùn (nếu coi 1 năm sản xuất 250 ngày).

So với cách xử lý xả thẳng vào hệ thống nước thải như nhiều nhà máy bia hiện vẫn đang sử dụng, biện pháp xử lý lại bột trợ lọc đòi hỏi nhiều nhân công và chi phí hơn nhiều. Trong đó, bột trợ lọc có thể được gia nhiệt trở lại và thay thế cho 50 % lượng bột mới sử dụng để lọc bia.

Nhiều nhà máy bia chỉ xử lý bằng cách đổ bùn trợ lọc thành đống lớn. Nước trong bùn sẽ thoát ra và vì thế hạn chế sự dàn trải của bùn trợ lọc trên mặt đất. Chất trợ lọc trong các bể lắng hoặc trong các đường ống lâu ngày sẽ trở nên bám cứng và rất khó loại bỏ.

Vì những lý do trên và vì chi phí cho việc xử lý bùn trợ lọc ngày càng tăng lên, nên người ta đang cố gắng tìm ra những biện pháp thích hợp để có thể loại bỏ chất trợ lọc với giá cả phù hợp mà vẫn hiệu quả. Một khả năng đó là ép bùn trợ lọc sao cho giảm hàm lượng nước xuống dưới 50%, sản phẩm thu được của quá trình này có thể bẻ vụn một cách dễ dàng. Với phương pháp này, 2 dạng thiết bị sử dụng là máy sấy dạng băng và máy ép lọc (hình 13.5). Với dạng khô sau quá trình ép như vậy, bột trợ lọc có thể được đổ ra đất. Nhờ thành phần nấm men bám theo bột trợ lọc, thành phần này có thể được sử dụng làm phân bón trong nông nghiệp



Hình 13.5: Hệ thống xử lý bùn trợ lọc dạng băng:
a- công đoạn ép bùn bằng màng;
b- tháo bỏ bột trợ lọc đã khô.

Hiện nay, người ta cũng có thể sử dụng bột trợ lọc thải để dùng trong công nghiệp xây dựng như sản xuất gạch, xi măng.

13.2.5. Nhân mác

Với hệ thống rửa chai năng suất 10 ngàn hl bia trên năm, có thể thải ra 1,5 tấn nhân chai. Số lượng này có thể tăng lên phụ thuộc loại nhân và số nhân sử dụng trên chai.

Để có thể hòa tan hoặc phân hủy hoàn toàn nhân trong hệ thống rửa thì cần có nồng độ kiềm cao bởi nhân mác có chứa vật liệu nhôm. Với nồng độ kiềm như vậy có thể gây ra hiện tượng nổ trong quá trình rửa chai do hỗn hợp H_2 và O_2 hình thành lên. Nhân loại ra từ máy rửa chai được tách ra và được ép để thu hồi lượng kiềm dính trên nhân.

Việc loại bỏ nhân thường đòi hỏi tốn thất năng lượng lớn để tuần hoàn kiềm trong máy rửa chai đồng thời chỉ thu được bột nhão giấy khó thu hồi và tái sử dụng. Vì thế, nhân này chủ yếu được chất thành đống. Ngoài ra, trong nhân loại bỏ có thể kéo theo các mảnh thủy tinh vỡ và nút chai vì thế dễ gây hỏng cho máy nghiền. Do vậy cần loại bỏ 2 thành phần này trước khi tái chế lại giấy.

13.2.6. Chai vỡ

Lượng chai vỡ trong nhà máy phụ thuộc rất nhiều vào chất lượng của thủy tinh. Có thể giả định rằng với thủy tinh chất lượng trung bình, hàng năm có khoảng 3,5 tấn vụn thủy tinh từ các bao bì thu hồi lại được tạo ra tương ứng với năng suất 10 000 hl bia.

Những chai bia vỡ được tập trung vào các khu chứa và được xử lý đều đặn. Thường những chai này được gửi trả lại nhà máy thủy tinh để tái chế.

13.2.7. Lon bia

Lon bia rỗng, do vỏ của chúng rất mỏng nên dễ dàng bị hư hỏng. Người ta đã ước lượng có khoảng 3 ÷ 4% lon bia không thể sử dụng để chiết và bị loại ra.

Đối với năng suất 10000 hl bia, hàng năm khối lượng lon thép có thể tới 3,8 ÷ 4 tấn. Nếu sử dụng lon nhôm, khối lượng này có thể chỉ còn một nửa so với con số trên. Các lon chủ yếu được ép và gửi trở lại nhà sản xuất để tái chế.

13.2.8. Các chất thải thứ yếu khác

Ngoài những nguồn thải đã đề cập ở trên còn có những thành phần khác được thải ra trong quá trình sản xuất và cần được xử lý. Những chất thải đó bao gồm:

- Bia cứng và bìa carton đóng hộp.
- Giấy thải từ phòng quản lý và sản xuất.
- Kim loại và nhựa thải.
- Gỗ vụn.
- Lốp xe cũ.

- Chất thải của nhà ăn.
- Bùn vôi.
- Mỡ và chất béo.
- Dung môi.

Các thành phần này luôn luôn được tập trung lại một cách riêng rẽ, được bán hoặc được loại bỏ.

13.3. BỤI

Bụi có thể được tạo ra tại công đoạn tiếp nhận, vận chuyển và nghiền malt và nghiền gạo đặc biệt là hệ thống nghiền khô. Trong phân xưởng nghiền, bụi có thể được thu hồi bằng hệ thống hút và lọc bụi. Bụi là thành phần giàu chất hòa tan, tuy nhiên chủ yếu là các chất có thể gây ảnh hưởng xấu cho sản phẩm, vì thế bụi này thường được chứa vào các bao tải để loại bỏ.

13.4. KHÍ THẢI TỪ NHÀ NẤU

Trong quá trình đun sôi dịch đường, thành phần các chất dễ bay hơi trong dịch đường và hoa houblon bay hơi và thường tạo ra các mùi đặc trưng cho không gian xung quanh nhà nấu. Để giảm lượng khí tạo ra từ nhà nấu, người ta có thể sử dụng các hệ thống ngưng tụ hơi lắp đặt trên các nồi nấu và được nén lại nhờ các máy nén khí.

13.5. TIẾNG ỒN

Nhìn chung, những tiếng ồn chủ yếu tạo ra ở các vị trí như sau:

- Trong phân xưởng đóng chai.
- Gắn máy nén chất làm lạnh và không khí.
- Gắn thiết bị ngưng tụ hơi.
- Gắn máy nén hơi.

Để giảm tiếng ồn phát ra, có thể sử dụng các biện pháp:

- Lựa chọn vật liệu xây dựng, ví dụ như, kết cấu tường đôi để cách âm, cửa sổ kín để hạn chế sự thoát âm ra ngoài.
- Lắp đặt thiết bị giảm tối đa âm thanh ở phân xưởng chiết chai.
- Hạn chế sử dụng tường ghép.
- Làm vỏ cách âm ở những máy gây ồn lớn.

**Phụ lục 1. Bảng tra hàm lượng chất khô hoà tan theo tỷ trọng của dịch
(Goldiner và Klemann)**

d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml	d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml
1,00000	0,00	0,99823	0,00	1,00172	0,44	0,99994	0,44
004	01	827	01	176	45	998	45
008	02	831	02	180	46	1,00002	46
012	03	835	03	184	47	006	47
016	04	839	04	187	48	009	48
020	05	843	05	191	49	013	49
024	06	847	06	195	0,50	017	0,50
028	07	851	07	199	51	021	51
031	08	854	08	1,00203	52	025	52
035	09	858	09	207	53	029	53
039	0,10	862	0,10	211	54	033	54
043	11	866	11	215	55	037	55
047	12	870	12	219	56	041	56
051	13	874	13	223	57	045	57
055	14	878	14	226	58	048	58
059	15	882	15	230	59	052	59
063	16	886	16	234	0,60	056	0,60
067	17	890	17	238	0,61	1,00060	61
070	18	893	18	242	62	064	62
074	19	897	19	246	63	068	63
078	0,20	0,99901	0,20	250	64	072	64
082	21	905	21	254	65	076	65
086	22	909	22	258	66	080	66
089	23	912	23	262	67	084	67
093	24	916	24	265	68	087	68
097	25	920	25	269	69	091	69
1,00101	26	924	26	273	0,70	095	0,70
105	27	928	27	277	71	099	71
109	28	932	28	281	72	103	72
113	29	936	29	285	73	107	73
117	0,30	940	0,30	289	74	1,00111	74
121	31	944	31	293	75	115	75
125	32	948	32	297	76	119	76
128	33	951	33	1,00301	77	123	77
132	34	955	34	304	78	126	78
136	35	959	35	308	79	130	79
140	36	963	36	312	0,80	134	0,80
144	37	967	37	316	81	138	81
148	38	971	38	320	82	142	82
152	39	975	39	324	83	146	83
156	0,40	979	0,40	328	84	150	84
160	41	983	41	332	85	154	85
164	42	987	42	336	86	158	86
167	43	990	43	340	87	162	87

Phụ lục I. (tiếp theo)

d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml	d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml
1,00343	0,88	1,00165	0,88	1,00523	1,34	1,00344	1,34
347	89	169	89	527	35	348	35
351	0,90	173	0,90	531	36	352	36
355	91	177	91	535	37	356	37
359	92	181	92	539	38	360	38
363	93	185	93	543	39	364	1,40
367	94	189	94	547	1,40	368	41
371	95	193	95	551	41	372	42
375	96	197	96	555	42	376	43
379	97	1,00201	97	558	43	379	44
382	98	204	98	562	44	383	45
386	99	208	99	566	45	387	46
390	1,00	212	1,00	570	46	391	47
394	01	216	01	574	47	395	48
398	02	220	02	577	48	398	49
1,00401	03	223	03	581	49	402	1,50
405	04	227	04	585	1,50	406	51
409	05	231	05	589	51	410	52
413	06	235	06	593	52	414	53
417	07	239	07	597	53	418	54
421	08	243	08	1,00601	54	422	55
425	09	247	09	605	55	426	56
429	1,10	251	1,10	609	56	430	57
433	11	255	11	613	57	434	58
437	12	259	12	616	58	437	59
440	13	262	13	620	59	441	1,60
444	14	266	14	624	1,60	445	61
448	15	270	15	628	61	449	62
452	16	274	16	632	62	453	63
456	17	278	17	636	63	457	64
460	18	282	18	640	64	461	65
464	19	286	19	644	65	465	66
468	1,20	290	1,20	648	66	469	67
472	21	294	21	652	67	473	68
476	22	298	22	655	68	476	69
479	23	1,00301	23	659	69	480	1,70
483	24	305	24	663	1,70	484	71
487	25	309	25	667	71	488	72
491	26	313	26	671	72	492	73
495	27	317	27	675	73	496	74
499	28	321	28	679	74	1,00500	75
1,00503	29	325	29	683	75	504	76
508	1,30	329	1,30	687	76	508	77
512	31	333	31	691	77	512	78
516	32	337	32	694	78	515	79
519	33	340	33	698	79	519	1,80

Phụ lục 1. (tiếp theo)

d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml	d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml
1,00702	1,80	1,00523	1,81	1,00883	2,26	1,00703	2,28
706	81	527	82	887	27	707	29
710	82	531	83	891	28	711	2,30
714	83	535	84	895	29	715	31
718	84	539	85	899	2,30	719	32
722	85	543	86	1,00903	31	723	33
726	86	547	87	907	32	727	34
1,00730	1,87	551	1,88	910	33	730	35
733	88	554	89	914	34	734	36
737	89	558	1,90	918	35	738	37
741	1,90	562	91	922	36	742	38
745	91	566	92	926	37	746	39
749	92	570	93	930	38	750	2,40
753	93	574	94	934	39	754	41
757	94	578	95	938	2,40	758	42
761	95	582	96	942	41	762	43
765	96	586	97	946	42	766	44
769	97	590	98	950	43	770	45
773	98	594	99	954	44	774	46
777	99	598	2,00	958	45	778	47
781	2,00	1,00602	01	962	46	782	48
785	01	606	02	966	47	786	49
789	02	610	03	969	48	789	2,50
792	03	613	04	973	49	793	51
796	04	617	05	977	2,50	797	52
1,00800	05	621	06	981	51	1,00801	53
804	06	625	07	985	2,52	805	2,54
808	07	629	08	989	53	809	55
812	08	633	09	993	54	813	56
816	09	637	2,10	997	55	817	57
820	2,10	641	11	1,01001	56	821	58
824	11	645	12	005	57	825	59
828	12	649	13	008	58	828	2,60
831	13	652	14	012	59	832	61
835	14	656	15	016	2,60	836	62
840	15	660	16	020	61	840	63
844	16	664	17	024	62	844	64
848	17	668	18	028	63	848	65
852	18	672	19	032	64	852	66
856	19	676	2,20	036	65	856	67
860	2,20	680	21	040	66	860	68
864	21	684	23	044	67	864	69
868	22	688	24	048	68	868	2,70
871	23	691	25	052	69	872	71
875	24	695	26	056	2,70	876	72
879	25	699	27	060	71	880	73

Phụ lục 1. (tiếp theo)

d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml	d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml
1,01064	2,72	1,00884	2,74	1,01245	3,18	1,01064	3,21
067	73	887	75	249	19	068	22
071	74	891	76	253	3,20	072	23
075	75	895	77	257	21	076	24
079	76	899	78	261	22	080	25
083	77	1,00903	2,80	265	23	084	27
087	78	907	81	269	24	088	28
091	79	911	82	273	25	092	29
095	2,80	915	83	277	26	096	3,30
099	81	919	84	281	27	1,01100	31
1,01103	82	923	85	285	28	104	32
106	83	926	86	289	29	108	33
110	84	930	87	293	3,30	112	34
114	85	934	88	297	31	116	35
118	86	938	89	1,01301	32	120	36
122	87	942	2,90	304	33	123	37
126	88	946	91	308	34	127	38
130	89	950	92	312	35	131	39
134	2,90	954	93	316	36	135	3,40
138	91	958	94	320	37	139	41
142	92	962	95	324	38	143	42
146	93	966	96	328	39	147	43
150	94	970	97	332	3,40	151	44
154	95	974	98	336	41	155	45
158	96	978	99	340	42	159	46
162	97	982	3,00	344	43	163	47
165	98	985	01	348	44	167	48
169	99	989	02	352	45	171	49
173	3,00	993	03	356	46	175	3,50
178	01	997	04	360	47	179	51
182	02	1,01001	05	363	48	182	52
186	03	005	06	367	49	186	53
190	04	009	07	371	3,50	190	54
194	05	013	08	375	51	194	55
198	06	017	09	379	52	198	56
1,01202	07	021	3,10	383	53	1,01202	57
206	08	025	11	387	54	206	58
210	09	029	12	391	55	210	59
214	3,10	033	13	395	56	214	3,60
218	11	037	14	399	57	218	61
222	12	041	15	1,01403	58	222	62
225	13	044	16	407	59	226	63
229	14	048	17	411	3,60	230	64
233	15	052	18	415	61	234	65
237	16	056	19	419	62	238	66
241	17	060	3,20	423	63	242	68

Phụ lục I. (tiếp theo)

d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml	d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml
1,01427	3,64	1,01246	3,69	1,01610	4,10	1,01428	4,16
431	65	250	3,70	614	11	432	17
435	66	254	71	618	12	436	18
439	67	258	72	622	13	440	19
442	68	261	73	626	14	444	4,20
446	69	265	74	630	15	448	21
450	3,70	269	75	634	16	452	22
454	71	273	76	638	17	456	23
458	72	277	77	641	18	459	24
462	73	281	78	645	19	463	25
466	74	285	79	649	4,20	467	26
470	75	289	3,80	653	21	471	27
474	76	293	81	657	22	475	28
478	77	297	82	661	23	479	29
482	78	1,01301	83	665	24	483	4,30
486	79	305	84	669	25	487	31
490	3,80	309	85	673	26	491	32
494	81	313	86	677	27	495	33
498	3,82	317	87	681	28	499	34
1,01502	83	321	88	685	29	1,01503	35
506	84	325	89	689	4,30	507	36
510	85	329	3,90	693	31	511	38
515	86	333	91	697	32	515	39
519	87	337	92	1,01701	33	519	4,40
523	88	341	93	705	34	523	41
527	89	345	94	709	35	527	42
531	3,90	349	95	713	36	531	43
535	91	353	96	717	37	535	44
539	92	357	97	721	38	539	45
542	93	360	98	725	39	543	46
546	94	364	99	729	4,40	547	47
550	95	368	4,00	733	41	551	48
554	96	372	01	737	42	555	49
558	97	376	02	741	43	559	4,50
562	98	380	03	745	44	563	51
566	99	384	05	749	45	567	52
570	4,00	388	06	753	46	571	53
574	01	392	07	1,01757	4,47	575	4,54
578	02	396	08	760	48	578	55
582	03	1,01400	09	764	49	582	56
586	04	404	4,10	768	4,50	586	57
590	05	408	11	772	51	590	58
594	06	412	12	776	52	594	59
598	07	416	13	780	53	598	4,60
1,01602	08	420	14	784	54	1,01602	61
606	09	424	15	788	55	606	62

Phụ lục I. (tiếp theo)

d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml	d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml
1,01792	4,56	1,01610	4,63	1,02976	5,02	1,01793	5,11
796	57	614	64	980	03	797	12
1,01800	58	618	65	984	04	801	13
804	59	622	66	988	05	805	14
808	4,60	626	67	992	06	809	15
812	61	630	69	996	07	813	16
816	62	634	4,70	1,02000	08	817	17
820	63	638	71	004	09	821	18
824	64	642	72	008	5,10	825	19
828	65	646	73	012	11	829	5,20
832	66	650	74	1,02016	5,12	833	21
836	67	654	75	020	13	837	22
840	68	658	76	024	14	841	23
844	69	662	77	028	15	845	24
849	4,70	666	78	032	16	849	25
853	71	670	79	036	17	853	26
857	72	674	4,80	040	18	857	27
861	73	678	81	044	19	861	29
865	74	682	82	048	5,20	865	5,30
869	75	686	83	052	21	869	31
873	76	690	84	056	22	873	32
877	77	694	85	060	23	877	33
881	78	698	86	064	24	881	34
885	79	1,01702	87	068	25	885	35
889	4,80	706	88	072	26	889	36
893	81	710	89	076	27	893	37
897	82	714	4,90	080	28	897	38
1,01901	83	718	91	084	29	1,01901	39
905	84	722	92	088	5,30	905	5,40
909	85	726	93	092	31	909	41
913	86	730	94	096	32	913	42
917	87	734	95	1,02100	33	917	43
921	88	738	96	104	34	921	44
925	89	742	98	108	35	925	45
929	4,90	746	99	112	36	929	46
933	91	750	5,00	116	37	933	47
937	92	754	01	120	38	937	48
941	93	758	02	124	39	941	49
945	94	762	03	128	5,40	945	5,51
949	95	766	04	132	41	949	52
953	96	770	05	136	42	953	53
957	97	774	06	140	43	957	54
960	98	777	07	144	44	961	55
964	99	781	08	148	45	965	56
968	5,00	785	09	152	46	969	57
972	01	789	5,10	156	47	973	58

Phụ lục 1. (tiếp theo)

d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml	d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml
1,02160	5,48	1,01977	5,59	1,02345	6,94	1,02161	6,07
164	49	981	5,60	349	95	165	08
168	5,50	985	61	353	96	169	09
172	51	989	62	357	97	173	6,10
176	52	993	63	362	98	178	11
180	53	997	64	366	99	182	12
185	54	1,02001	65	370	6,00	186	13
189	55	005	66	374	01	190	14
193	56	009	67	378	02	194	15
197	57	013	68	382	03	198	16
1,02201	58	017	69	386	04	1,02202	17
205	59	021	5,70	390	05	206	18
209	5,60	025	71	394	06	210	19
213	61	029	72	398	07	214	6,20
217	62	033	73	1,02402	08	218	21
221	63	037	74	406	09	222	23
225	64	041	76	410	6,10	226	24
229	65	045	77	414	11	230	25
233	66	049	78	418	12	234	26
237	67	053	79	422	13	238	27
241	68	057	5,80	426	14	242	28
245	69	061	81	430	15	246	29
249	5,70	065	82	434	16	250	6,30
253	71	069	83	438	17	254	31
257	72	073	84	442	18	258	32
261	73	077	85	446	19	262	33
265	74	081	86	450	6,20	266	34
269	75	085	87	454	21	270	35
273	76	089	88	458	22	274	36
1,02277	77	093	89	462	23	278	37
281	78	097	5,90	466	24	282	38
285	79	1,02101	91	470	25	286	39
289	5,80	105	92	474	26	290	6,40
293	81	109	93	478	27	294	41
297	82	113	94	482	28	298	42
1,02301	83	117	95	486	29	1,02302	43
305	84	121	96	490	6,30	306	45
309	85	125	97	494	31	310	46
313	86	129	98	498	32	314	47
317	87	133	6,00	1,02502	33	318	48
321	88	137	01	506	34	322	49
325	89	141	02	510	35	326	6,50
329	5,90	145	03	514	36	330	51
333	91	149	04	519	37	334	52
337	92	153	05	523	38	338	53
341	93	157	06	527	39	342	54

Phụ lục I. (tiếp theo)

d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml	d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml
1,02531	6,40	1,02346	6,55	1,02717	6,86	1,02532	7,03
535	41	350	56	721	87	536	04
539	42	354	57	725	88	540	05
544	43	359	58	729	89	544	07
548	44	363	59	733	6,90	548	08
552	45	367	6,60	737	91	552	09
556	46	371	61	741	92	556	7,10
560	47	375	62	745	93	560	11
564	48	379	63	749	94	564	12
568	49	383	64	753	95	568	13
572	6,50	387	66	757	96	572	14
576	51	391	67	761	97	576	15
580	52	395	68	766	98	581	16
584	53	399	69	770	99	585	17
588	54	1,02403	6,70	774	7,00	589	18
592	55	407	71	778	01	593	19
596	56	411	72	782	02	597	7,20
1,02600	57	415	73	786	03	1,02601	21
604	58	419	74	790	04	605	22
608	59	423	75	794	05	609	23
612	6,60	427	76	798	06	613	24
616	61	431	77	1,02802	7,07	617	26
620	62	435	78	806	08	621	27
624	63	439	79	810	09	625	28
628	64	443	6,80	814	7,10	629	29
632	65	447	81	818	11	633	7,30
636	66	451	82	822	12	637	31
640	67	455	83	826	13	641	32
644	68	459	84	830	14	645	33
648	69	463	85	834	15	649	34
652	6,70	467	87	838	16	653	35
656	71	471	88	842	17	657	36
660	72	475	89	846	18	661	37
665	73	480	6,90	850	19	665	38
669	74	484	91	855	7,20	669	39
673	75	488	92	859	21	673	7,40
677	76	492	93	863	22	677	41
681	77	496	94	868	23	682	42
685	78	1,02500	95	872	24	686	43
689	79	504	96	876	25	690	45
693	6,80	508	97	880	26	694	46
697	81	512	98	884	27	698	47
1,02701	82	516	99	888	28	1,02702	48
705	83	520	7,00	892	29	706	49
709	84	524	01	896	7,30	710	7,50
713	85	528	02	1,02900	31	714	51

Phụ lục I. (tiếp theo)

d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml	d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml
1,02904	7,32	1,02718	7,52	1,03091	7,78	1,02905	8,01
908	33	722	53	095	79	909	02
912	34	726	54	099	7,80	913	03
916	35	730	55	1,03103	81	917	04
920	36	734	56	107	82	921	05
924	37	738	57	111	83	925	06
928	38	742	58	115	84	929	07
932	39	746	59	119	85	933	08
936	7,40	750	7,60	123	86	937	09
940	41	754	61	127	87	941	8,10
944	42	758	62	132	88	946	11
949	43	763	64	136	89	950	12
953	44	767	65	140	7,90	954	13
957	45	771	66	144	91	958	14
961	46	775	67	148	92	962	15
965	47	779	68	152	93	966	17
969	48	783	69	156	94	970	18
973	49	787	7,70	160	95	974	19
977	7,50	791	71	1,03164	96	978	8,20
981	51	795	72	168	97	982	21
985	52	799	73	172	98	986	22
989	53	1,02803	74	176	99	990	23
993	54	807	75	180	8,00	994	24
997	55	811	76	184	01	998	25
1,03001	56	815	77	189	02	1,03002	26
005	57	819	78	194	03	007	27
010	58	824	79	198	04	011	28
014	59	828	7,80	202	05	015	29
018	7,60	832	82	206	06	019	8,30
022	61	836	83	210	07	023	31
026	62	840	84	214	08	027	32
030	63	844	85	218	09	031	34
034	64	848	86	222	8,10	035	35
038	65	852	87	226	11	039	36
042	66	856	88	230	12	043	37
046	67	860	89	234	13	047	38
050	68	864	7,90	238	14	051	39
054	69	868	91	242	15	055	8,40
058	7,70	872	92	246	16	059	41
062	71	876	93	250	17	063	42
066	7,72	880	7,94	255	18	068	43
071	73	885	95	259	19	072	44
075	74	889	96	263	8,20	076	45
079	75	893	97	267	21	080	46
083	76	897	98	271	22	084	47
087	77	1,02901	8,00	275	23	088	48

Phụ lục 1. (tiếp theo)

d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml	d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml
1,03279	8,24	1,03092	8,49	1,03467	8,70	1,03280	8,99
283	25	096	8,51	471	71	284	9,00
287	26	1,03100	52	475	72	288	01
291	27	104	53	479	73	292	02
296	28	109	54	483	74	296	03
1,03300	29	113	55	487	75	1,03300	04
304	8,30	117	56	491	76	304	05
308	31	121	57	495	77	308	06
312	32	125	58	1,03500	78	313	07
316	33	129	59	504	79	317	08
320	34	133	8,60	508	8,80	321	09
324	35	137	61	512	81	325	9,10
328	36	141	62	516	82	329	11
1,03332	8,37	1,03145	8,63	520	83	333	12
336	38	149	64	525	84	337	13
340	39	153	65	529	85	341	15
344	8,40	157	67	533	86	345	16
348	41	161	68	537	87	349	17
352	42	165	69	542	88	354	18
357	43	170	8,70	546	89	358	19
361	44	174	71	550	8,90	362	9,20
365	45	178	72	554	91	366	21
369	46	182	73	558	92	370	22
373	47	186	74	562	93	374	23
377	48	190	75	566	94	378	24
381	49	194	76	570	95	382	25
385	8,50	198	77	574	96	386	26
389	51	1,03202	78	578	97	390	27
393	52	206	79	583	98	395	28
398	53	211	8,80	587	99	399	9,30
1,03402	54	215	81	591	9,00	1,03403	31
406	55	219	83	595	01	407	32
410	56	223	84	599	02	411	33
414	57	227	85	1,03603	03	415	34
418	58	231	86	607	04	419	35
422	59	235	87	611	05	423	36
426	8,60	239	88	615	06	427	37
430	61	243	89	619	07	431	38
434	62	247	8,90	624	08	436	39
439	63	252	91	628	09	440	9,40
443	64	256	92	632	9,10	444	41
447	65	260	93	636	11	448	42
451	66	264	94	640	12	452	43
455	67	268	95	644	13	456	45
459	68	272	96	648	14	460	46
463	69	276	97	652	15	464	47

Phụ lục 1. (tiếp theo)

d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml	d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml
1,03656	9,16	1,03468	9,48	1,03845	9,62	1,03657	9,97
660	17	472	49	850	63	662	98
665	18	477	9,50	854	64	666	99
669	19	481	51	858	65	670	10,00
673	9,20	485	52	863	66	674	01
677	21	489	53	1,03867	9,67	1,03678	10,03
681	22	493	54	872	68	683	04
686	23	498	55	876	69	687	05
690	24	1,03502	56	880	9,70	691	06
694	25	506	57	884	71	695	07
698	26	510	59	888	72	699	08
1,03702	27	514	9,60	892	73	1,03703	09
706	28	518	61	896	74	707	10,10
710	29	522	62	1,03900	75	711	11
714	9,30	526	63	904	76	715	12
718	31	530	64	908	77	719	13
722	32	534	65	913	78	724	14
727	33	539	66	917	79	728	15
731	34	543	67	921	9,80	732	17
735	35	547	68	925	81	736	18
739	36	551	69	929	82	740	19
743	37	555	9,70	933	83	744	10,20
747	38	559	71	937	84	748	21
751	39	563	72	941	85	752	22
755	9,40	567	74	945	86	756	23
759	41	571	75	949	87	760	24
763	42	575	76	954	88	765	25
768	43	580	77	958	89	769	26
772	44	584	78	962	9,90	773	27
776	45	588	79	966	91	777	28
780	46	592	9,80	970	92	781	10,30
784	47	596	81	975	93	786	31
788	48	1,03600	82	979	94	790	32
792	49	604	83	983	95	794	33
796	9,50	608	84	987	96	798	34
1,03800	51	612	9,85	991	97	1,03802	35
804	52	616	86	995	98	806	36
809	53	621	88	999	99	810	37
813	54	625	89	1,04003	10,00	814	38
817	55	629	9,90	007	01	818	39
821	56	633	91	011	02	822	10,40
825	57	637	92	016	03	827	41
829	58	641	93	020	04	831	42
833	59	645	94	024	05	835	44
837	9,60	649	95	028	06	839	45
841	61	653	96	032	07	843	46

Phụ lục 1. (tiếp theo)

d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml	d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml
1,04037	10,08	1,03848	10,47	1,04228	10,54	1,04038	10,97
041	09	852	48	232	55	042	98
045	10,10	856	49	236	56	046	99
049	11	860	10,50	240	57	050	11,00
053	12	864	51	245	58	055	01
057	13	868	52	249	59	059	02
061	14	872	53	253	10,60	063-	03
065	15	876	54	257	61	067	04
069	16	880	55	261	62	071	05
073	17	884	57	265	63	075	06
078	18	889	58	269	64	079	07
082	19	893	59	273	65	083	08
086	10,20	897	10,60	277	66	087	11,10
090	21	1,03901	61	281	67	091	11
094	22	905	62	286	68	096	12
099	23	910	63	290	69	1,04100	13
1,04103	24	914	64	294	10,70	104	14
107	25	918	65	298	71	108	15
111	26	922	66	1,04302	72	112	16
115	27	926	67	307	73	117	17
119	28	930	68	311	74	121	18
123	29	934	69	315	75	125	19
127	10,30	938	10,71	319	76	129	11,20
1,04131	31	942	72	323	77	133	22
1,04135	10,32	1,03946	10,73	328	78	138	23
140	33	951	74	332	79	142	24
144	34	955	75	336	10,80	146	25
148	35	959	76	340	81	150	26
152	36	963	77	344	82	154	27
156	37	967	78	348	83	158	28
161	38	972	79	352	84	162	29
165	39	976	10,80	356	85	166	11,30
169	10,40	980	81	360	86	170	31
173	41	984	82	364	87	174	32
177	42	988	84	369	88	179	33
181	43	992	85	373	89	183	35
185	44	996	86	377	10,90	187	36
189	45	1,04000	87	381	91	191	37
193	46	004	88	385	92	195	38
198	47	008	89	390	93	1,04200	39
1,04203	48	013	10,90	394	94	204	11,40
207	49	017	91	398	95	208	41
211	10,50	021	92	1,04402	96	212	42
215	51	025	93	406	10,97	216	11,43
219	52	029	94	411	98	221	44
224	53	034	95	415	99	225	45

Phụ lục I. (tiếp theo)

d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml	d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml
1,04419	11,00	1,04229	11,47	1,04611	11,46	1,04420	11,97
423	01	233	48	615	47	424	98
427	02	237	49	620	48	429	99
432	03	242	11,50	624	49	433	12,00
436	04	246	51	628	11,50	437	01
440	05	250	52	632	51	441	02
444	06	254	53	636	52	445	03
448	07	258	54	641	53	450	04
452	08	262	55	645	54	454	05
456	09	266	56	649	55	458	06
460	11,10	270	57	653	56	462	08
464	11	274	58	657	57	466	09
468	12	278	11,60	662	58	471	12,10
473	13	283	61	666	59	475	11
477	14	287	62	670	11,60	479	12
481	15	291	63	674	61	483	13
485	16	295	64	678	11,62	487	12,14
489	17	299	65	683	63	492	15
494	18	1,04304	66	687	64	496	16
498	19	308	67	691	65	1,04500	17
1,04502	11,20	312	68	695	66	504	19
506	21	316	69	699	67	508	12,20
510	22	320	11,70	1,04704	68	513	21
515	23	325	72	708	69	517	22
519	24	329	73	712	11,70	521	23
1,04523	25	333	74	716	71	525	24
527	26	337	75	720	72	529	25
532	27	341	76	725	73	534	26
537	28	346	77	729	74	538	27
541	29	350	78	733	75	542	28
545	11,30	354	79	737	76	546	29
549	31	358	11,80	741	77	550	12,31
553	32	362	81	746	78	555	32
558	33	367	82	750	79	559	33
562	34	371	84	754	11,80	563	34
566	35	375	85	758	81	567	35
570	36	379	86	762	82	571	36
574	37	383	87	766	83	575	37
578	38	387	88	770	84	579	38
582	39	391	89	774	85	583	39
586	11,40	395	11,90	778	86	587	12,40
590	41	399	91	782	87	591	41
594	42	1,04403	92	787	88	596	43
599	43	408	93	791	89	1,04600	44
1,04603	44	412	94	795	11,90	604	45
607	45	416	96	799	91	608	46

Phụ lục I. (tiếp theo)

d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml	d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml
1,04803	11,92	612	47	998	38	806	97
808	93	617	48	1,05002	39	810	99
812	94	621	49	006	12,40	814	13,00
816	95	625	12,50	010	41	818	01
820	96	629	51	014	42	822	02
824	97	633	52	019	43	827	03
829	98	638	54	023	44	831	04
833	99	642	55	027	45	835	05
837	12,00	646	56	031	46	839	06
841	01	650	57	035	47	843	07
845	02	654	58	040	48	848	09
850	03	659	59	044	49	852	13,10
854	04	663	12,60	048	12,50	856	11
858	05	667	61	052	51	860	12
862	06	671	62	056	52	864	13
867	07	675	63	061	53	869	14
872	08	680	65	065	54	873	15
876	09	684	66	069	55	877	16
880	12,10	688	67	073	56	881	17
884	11	692	68	077	57	885	18
888	12	696	69	082	58	890	13,20
893	13	1,04701	12,70	086	59	894	21
897	14	705	71	090	12,60	898	22
1,04901	15	709	72	094	61	1,04902	23
905	16	713	73	098	62	906	24
909	17	717	74	1,05103	63	911	25
914	18	722	76	107	64	915	26
918	19	726	77	111	65	919	27
922	12,20	730	78	115	66	923	28
926	21	734	79	119	67	927	29
930	22	738	12,80	124	68	932	13,31
935	23	743	81	128	69	936	32
939	24	747	82	132	12,70	940	33
943	25	751	83	136	71	944	34
947	26	755	84	140	72	948	35
1,04951	27	1,04759	12,85	145	73	953	36
956	28	764	87	149	74	957	37
960	29	768	88	153	75	961	38
964	12,30	772	89	157	76	965	39
968	31	776	12,90	161	77	969	13,40
972	32	780	91	166	78	974	42
977	33	785	92	170	79	978	43
981	34	789	93	174	12,80	982	44
985	35	793	94	178	81	986	45
989	36	797	95	182	82	990	46
993	37	1,04801	96	187	83	995	47

Phụ lục 1. (tiếp theo)

d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml	d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml
1,05191	12,84	1,04999	13,48	1,05386	13,30	1,05193	13,99
195	85	1,05003	49	390	31	197	14,00
199	86	007	13,50	394	32	1,05201	01
1,05204	87	011	51	399	33	206	02
209	88	016	53	1,05403	34	210	04
213	89	020	54	407	35	214	05
217	12,90	024	55	411	36	218	06
221	91	028	56	416	37	223	07
1,05225	92	1,05032	13,57	420	38	227	08
230	93	037	58	425	39	232	09
234	94	041	59	429	13,40	236	14,10
238	95	045	13,60	433	42	240	11
242	96	049	61	437	43	244	12
247	97	054	63	442	44	249	13
251	98	058	64	446	45	253	15
256	99	063	65	450	46	257	16
260	13,00	067	66	454	47	261	17
264	01	071	67	458	48	265	18
268	02	075	68	463	49	270	19
273	03	080	69	467	13,50	274	14,20
277	04	084	13,70	471	51	278	21
281	05	088	71	475	52	282	22
285	06	092	73	479	53	286	23
289	07	096	74	484	54	291	25
294	08	1,05101	75	488	55	295	26
298	09	105	76	492	56	299	27
1,05302	13,10	109	77	496	57	1,05303	28
306	11	113	78	1,05500	13,58	1,05307	14,29
310	12	117	79	505	59	312	14,30
315	13	122	13,80	509	13,60	316	31
319	14	126	81	513	61	320	32
323	15	130	82	517	62	324	33
327	16	134	84	522	63	328	35
331	17	138	85	526	64	333	36
336	18	143	86	530	65	337	37
340	19	147	87	534	66	341	38
344	13,20	151	88	539	67	345	39
348	21	155	89	544	68	350	14,40
352	22	159	13,90	548	69	354	41
357	23	164	91	553	13,70	359	42
361	24	168	92	557	71	363	43
365	25	172	94	561	72	367	45
369	26	176	95	565	73	371	46
373	27	180	96	570	74	376	47
378	28	185	97	574	75	380	48
382	29	189	98	578	76	384	49

Phụ lục I. (tiếp theo)

d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml	d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml
1,05582	13,77	1,05388	14,50	1,05777	14,22	1,05583	15,01
586	78	392	51	782	23	588	03
591	79	397	52	786	24	592	04
595	13,80	1,05401	53	790	25	296	05
599	81	405	55	794	26	1,05600	06
1,05603	82	409	56	799	27	605	07
607	83	413	57	1,05803	28	609	08
612	83	418	58	808	29	614	09
616	84	422	59	812	14,30	618	15,10
620	85	426	14,60	816	31	622	11
624	86	430	61	820	32	626	13
629	87	435	62	825	33	631	14
633	88	439	63	829	34	635	15
638	89	444	65	833	35	639	16
642	13,90	448	66	837	36	643	17
646	91	452	67	841	37	647	18
650	92	456	68	846	38	652	19
655	93	461	69	850	39	656	15,20
659	94	465	14,70	854	14,40	660	22
663	95	469	71	858	41	664	23
667	96	473	72	863	42	669	24
671	97	477	74	867	43	673	25
676	98	482	75	872	44	678	26
680	99	486	76	877	45	682	27
684	14,00	490	77	881	46	686	28
688	01	494	78	885	47	690	29
692	02	498	79	890	48	695	15,30
697	03	1,05503	14,80	894	49	699	32
1,05701	04	507	81	898	14,50	1,05703	33
705	05	511	82	1,05902	51	707	34
709	06	515	84	906	52	711	35
714	07	520	85	911	53	716	36
718	08	524	86	915	54	720	37
723	09	529	87	919	55	724	38
727	14,10	533	88	923	56	728	39
731	11	537	89	928	57	733	15,41
735	12	541	14,90	932	58	737	42
740	13	546	91	937	59	742	43
744	14	550	92	941	13,60	746	44
748	15	554	94	945	61	750	45
752	16	558	95	949	62	754	46
756	17	562	96	954	63	759	47
761	18	567	97	958	64	763	48
765	19	571	98	962	65	767	49
769	14,20	575	99	966	66	771	15,51
773	21	579	15,00	970	67	775	52

Phụ lục 1. (tiếp theo)

d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml	d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml
1,05975	13,68	1,05780	15,53	1,06172	15,14	1,06977	16,04
979	69	784	54	176	15	981	06
983	13,70	788	55	180	16	985	07
987	71	792	56	184	17	989	08
992	72	797	57	189	18	994	09
996	73	1,05801	58	193	19	998	16,10
1,06001	74	806	15,60	197	15,20	1,06002	11
005	75	810	61	1,06201	21	006	12
009	76	814	62	206	22	011	13
013	77	818	63	211	23	015	15
018	78	823	64	216	24	020	16
022	79	827	65	220	25	024	17
026	14,80	831	66	224	26	028	18
030	81	835	67	228	27	032	19
034	82	839	69	233	28	037	16,20
039	83	844	15,70	237	29	041	21
043	84	848	71	241	15,30	045	22
047	85	852	72	245	31	049	24
051	86	856	73	250	32	054	25
1,06056	14,87	1,05861	15,74	254	33	058	26
060	88	865	75	259	34	063	27
065	89	870	76	263	35	067	28
069	14,90	874	78	267	36	071	29
073	91	878	79	271	37	075	16,30
077	92	882	15,80	276	38	080	32
082	93	887	81	280	39	084	33
086	94	891	82	284	15,40	088	34
090	95	895	83	288	41	092	35
094	96	899	84	292	42	096	36
099	97	1,05904	85	297	43	1,06101	37
1,06103	98	908	87	1,06301	44	105	38
108	99	913	88	305	45	109	39
112	15,00	917	89	309	46	113	16,41
116	01	921	15,90	314	47	118	42
120	02	925	91	318	48	122	43
125	03	930	92	323	49	127	44
129	04	934	93	327	15,50	131	45
133	05	938	94	331	51	135	46
137	06	942	95	1,06335	15,52	1,06139	16,47
141	07	946	97	340	53	144	48
146	08	951	98	344	54	148	16,50
150	09	955	99	348	55	152	51
154	15,10	959	16,00	352	56	156	52
158	11	963	01	357	57	161	53
163	12	968	02	361	58	165	54
167	13	972	03	366	59	170	55

Phụ lục 1. (tiếp theo)

d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml	d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml
1,06370	15,60	1,06174	16,56	1,06569	16,06	1,06372	17,08
374	61	178	57	573	07	376	09
378	62	182	59	578	08	381	17,11
383	63	187	16,60	582	09	385	12
387	64	191	61	586	16,10	389	13
391	65	195	62	590	11	393	14
395	66	199	63	595	12	398	15
1,06400	67	1,06204	64	599	13	1,06402	16
404	68	208	65	1,06604	14	407	17
409	69	213	66	608	15	411	19
413	15,70	217	68	612	16	415	17,20
417	71	221	69	616	16,17	419	21
421	72	225	16,70	621	18	424	22
426	73	230	71	625	19	428	23
430	74	1234	16,72	629	16,20	432	24
434	75	238	73	633	21	436	25
438	76	242	74	638	22	441	26
443	77	247	76	642	16,23	445	17,28
447	78	251	77	647	24	450	29
452	79	256	78	651	25	454	17,30
456	15,80	260	79	655	26	458	31
460	81	264	16,80	660	27	463	32
464	82	268	81	664	28	467	33
469	83	273	82	669	29	472	34
473	84	277	83	673	16,30	476	36
477	85	281	85	677	31	480	37
481	86	285	86	681	32	484	38
486	87	290	87	686	33	489	39
490	88	294	88	690	34	493	17,40
495	89	299	89	694	35	497	41
499	15,90	1,06303	16,90	698	36	1,06501	42
1,06503	91	307	91	1,06703	37	506	44
507	92	311	92	707	38	510	45
512	93	316	94	712	39	515	46
516	94	320	95	716	16,40	519	47
520	95	324	96	720	41	523	48
524	96	328	97	724	42	527	49
529	97	333	98	729	43	532	17,50
533	98	337	99	733	44	536	51
538	99	342	17,00	737	45	540	53
542	16,00	346	02	741	46	544	54
547	01	350	03	746	47	549	55
552	02	355	04	750	48	553	56
556	03	359	05	755	49	558	57
561	04	364	06	759	16,50	562	58
565	05	368	07	763	51	566	59

Phụ lục I. (tiếp theo)

d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml	d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml
1,06768	16,52	1,06571	17,61	1,06968	16,98	1,06770	18,13
772	53	575	62	973	99	775	14
777	54	580	63	977	17,00	779	15
781	55	584	64	981	01	783	16
785	56	588	65	986	02	788	18
789	57	592	66	990	03	792	19
794	58	597	67	995	04	797	18,20
798	59	1,06601	69	999	05	1,06801	21
1,06802	16,60	605	17,70	1,07003	06	805	22
806	61	609	71	007	07	809	23
811	62	614	72	012	08	814	24
815	63	618	73	016	09	818	26
820	64	623	74	020	17,10	822	27
824	65	627	75	024	11	826	28
828	66	631	76	029	12	831	29
833	67	636	78	033	13	835	18,30
837	68	640	79	038	14	840	31
842	69	645	17,80	042	15	844	32
846	16,70	649	81	046	16	848	34
850	71	653	82	051	17	853	35
854	72	657	83	055	18	857	36
859	73	662	84	060	19	862	37
863	74	666	86	064	17,20	866	38
867	75	670	87	068	21	870	39
871	76	674	88	073	22	875	18,40
876	77	679	89	077	23	879	42
881	78	683	17,90	082	24	884	43
886	79	688	91	086	25	888	44
890	16,80	692	92	090	26	892	45
894	81	696	94	094	27	896	46
899	82	1,06701	17,95	099	28	1,06901	47
1,06903	83	705	96	1,07103	29	905	48
908	84	710	97	107	17,30	909	18,50
912	85	714	98	111	31	913	51
916	86	718	99	116	32	918	52
921	87	723	18,00	120	33	922	53
925	88	727	02	125	34	927	54
930	89	732	03	129	35	931	55
934	16,90	736	04	133	36	935	56
938	91	740	05	138	37	940	58
942	92	744	06	142	38	944	59
947	93	749	07	147	39	949	18,60
951	94	753	08	151	17,40	953	61
955	95	757	18,10	155	41	957	62
959	96	761	11	160	42	962	63
964	97	766	12	164	43	966	64

Phụ lục I. (tiếp theo)

d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml	d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml
1,07169	17,44	1,06971	18,66	1,07370	17,90	1,07171	19,18
173	45	975	67	374	91	175	19,20
177	46	979	68	379	92	180	21
181	17,47	983	69	383	93	184	22
186	48	988	18,70	388	94	189	23
190	49	992	71	392	95	193	24
194	17,50	996	72	396	96	197	25
198	51	1,07000	74	1,07401	97	1,07202	26
1,07203	52	005	75	405	98	206	28
207	53	009	76	410	99	211	29
212	54	014	77	414	18,00	215	19,30
217	55	018	78	418	01	219	31
221	56	022	79	423	02	224	32
226	57	027	18,80	427	03	228	33
230	58	031	82	432	04	233	34
235	59	036	83	436	05	237	36
239	17,60	1,07040	18,84	440	06	241	37
243	61	044	85	445	07	46	38
248	62	049	86	449	08	250	39
252	63	053	87	454	09	255	19,40
257	64	058	89	458	18,10	259	41
261	65	062	18,90	462	11	263	43
265	66	066	91	466	18,12	267	44
270	67	071	92	471	13	272	45
274	68	075	93	475	14	276	46
279	69	080	94	479	15	280	47
283	17,70	084	95	783	16	284	48
287	71	088	97	488	17	289	49
291	72	092	98	492	18	293	19,51
296	73	097	99	497	19	298	52
1,07300	74	1,07101	19,00	1,07501	18,20	1,07302	23
304	75	105	01	505	21	306	54
308	76	109	02	510	22	311	55
313	77	114	03	514	23	315	56
317	78	118	05	519	24	320	58
322	79	123	06	523	25	324	59
326	17,80	127	07	527	26	328	19,60
330	81	131	08	532	27	333	61
335	82	136	09	536	28	337	62
339	83	140	19,10	541	29	342	63
344	84	145	11	545	18,30	346	64
348	85	149	13	549	31	350	66
352	86	153	14	555	32	355	67
357	87	158	15	559	33	359	68
361	88	162	16	564	34	364	69
366	89	167	17	568	35	368	19,70

Phụ lục 1. (tiếp theo)

d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml	d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml
1,07572	18,36	1,07372	19,71	1,07775	18,82	1,07575	20,25
577	37	377	73	779	83	579	26
581	38	381	74	784	84	584	27
586	39	386	75	788	85	588	28
590	18,40	390	76	792	86	592	29
594	41	394	77	797	87	597	20,30
599	42	399	78	1,07801	88	1,07601	32
1,07603	43	1,07403	79	806	89	606	33
608	44	408	19,81	810	18,90	610	34
612	45	412	82	814	91	614	35
616	46	416	83	819	92	619	36
621	47	421	84	823	93	623	37
625	48	425	85	828	94	628	38
630	49	430	86	832	95	632	20,40
634	18,50	434	88	836	96	636	41
638	51	438	89	841	97	641	42
643	52	443	19,90	845	98	645	43
647	53	447	91	850	99	650	44
652	54	452	92	854	19,00	654	45
656	55	456	93	858	01	658	47
660	56	460	94	863	02	663	48
665	57	465	95	867	03	667	49
669	58	469	97	872	04	672	20,50
674	59	474	98	876	05	676	51
678	18,60	478	99	880	06	680	52
682	61	482	20,00	886	07	685	54
687	62	487	01	890	08	689	55
691	63	491	03	895	09	694	56
696	64	496	04	899	19,10	698	57
1,07700	65	1,07500	05	1,07903	11	1,07702	58
704	66	504	06	908	12	707	59
709	67	509	07	912	13	711	20,61
713	68	513	08	917	14	716	62
718	69	518	20,10	921	15	720	63
722	18,70	522	11	925	16	724	64
726	71	526	12	930	17	729	65
731	72	531	13	934	18	733	66
735	73	535	14	939	19	738	67
740	74	540	15	943	19,20	742	69
744	75	544	16	947	21	746	20,70
748	76	548	18	952	22	751	71
1,07753	18,77	1,07553	19	956	23	755	72
757	78	557	20,20	961	24	760	73
762	79	562	21	965	25	764	74
766	18,80	566	22	969	26	768	76
770	81	570	23	974	27	773	77

Phụ lục 1. (tiếp theo)

d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml	d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml
1,07978	19,28	1,07777	20,78	1,08182	19,74	1,07981	21,32
983	29	782	79	186	75	985	33
987	19,30	786	20,80	190	76	989	34
991	31	790	81	195	77	994	35
996	32	795	83	199	78	998	36
1,08000	33	799	84	1,08204	79	1,08003	37
005	34	1,07804	85	208	19,80	007	39
009	35	808	86	212	81	011	21,40
013	36	812	87	217	82	016	41
018	37	817	88	222	83	020	42
022	38	821	20,90	227	84	025	43
027	39	826	91	231	85	029	44
031	19,40	830	92	236	86	034	46
035	41	834	93	240	87	038	47
040	42	1,07839	94	245	88	043	48
044	43	843	95	249	89	047	49
049	44	848	97	254	19,90	052	21,50
053	45	852	98	258	91	056	51
057	46	856	99	263	92	061	53
062	47	861	21,00	267	93	065	54
066	48	865	01	272	94	070	55
071	49	870	02	276	95	074	56
075	19,50	874	04	280	96	078	57
080	51	879	05	285	97	083	58
084	52	883	06	289	98	087	21,60
089	53	888	07	294	99	092	61
093	54	892	08	298	20,00	096	62
098	55	897	09	1,08302	01	1,08100	63
1,08102	56	1,07901	21,11	307	02	105	64
107	57	906	12	311	03	109	65
111	58	910	13	316	04	114	67
116	59	915	14	320	05	118	68
120	19,60	919	15	324	06	122	69
124	61	923	16	1,08329	07	127	21,70
129	62	928	18	333	08	131	71
133	63	932	19	338	09	136	72
138	64	937	21,20	342	20,10	140	74
142	65	941	21	347	11	145	75
1,08146	66	1,07945	22	351	12	149	76
151	67	950	23	356	13	154	77
155	68	954	25	360	14	158	78
160	69	959	26	365	15	163	79
164	19,70	963	27	369	16	167	21,81
168	71	967	28	374	17	172	82
173	72	972	29	378	18	176	83
177	73	976	21,30	383	19	181	84

Phụ lục I. (tiếp theo)

d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml	d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml
1,08387	20,20	1,08185	21,85	1,08592	20,66	1,08389	22,39
391	21	189	86	597	67	394	22,41
396	22	194	88	1,08601	68	398	42
1,08400	23	198	89	606	69	1,08403	43
405	24	1,08203	21,90	610	20,70	407	44
409	25	207	91	615	71	412	45
413	26	211	92	619	20,72	416	46
418	27	216	94	624	73	421	48
422	28	220	95	628	74	425	49
427	29	225	96	633	75	430	22,50
431	20,30	229	97	638	76	435	51
435	31	233	98	642	77	439	52
440	32	238	99	646	78	444	53
444	33	242	22,01	651	79	448	55
449	34	247	02	655	20,80	452	56
453	35	251	03	659	81	456	57
458	36	256	04	664	82	461	58
462	37	260	05	668	83	465	59
467	38	265	06	673	84	470	22,61
472	39	269	08	677	85	474	62
476	20,40	274	09	682	86	479	63
480	41	278	22,10	686	87	483	64
485	42	283	11	691	88	488	65
489	43	287	12	695	89	492	66
494	44	292	13	1,08700	20,90	497	68
498	45	296	15	704	91	1,08501	69
1,08502	46	1,08300	16	709	92	506	22,70
507	47	305	17	713	93	510	71
511	48	309	18	718	94	515	72
516	49	314	19	722	95	519	73
520	20,50	318	22,21	726	96	523	75
525	51	323	22	731	97	528	76
529	52	327	23	735	98	532	77
534	53	332	24	740	99	537	78
538	54	336	25	744	21,00	541	79
543	55	341	26	749	01	546	22,81
547	56	345	28	753	02	550	82
552	57	350	29	758	03	555	83
556	58	354	20,30	762	04	559	84
562	59	359	31	767	05	564	85
566	20,60	363	32	771	06	568	86
570	61	367	33	776	07	573	88
575	62	372	35	780	08	577	89
579	63	376	36	785	09	582	22,90
584	64	381	37	789	21,10	586	91
588	65	385	38	794	11	591	92

Phụ lục I. (tiếp theo)

d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml	d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml
1,08798	21,12	1,08595	22,94	1,09005	21,58	1,08801	23,48
1,08803	13	1,08600	95	010	59	806	49
807	14	604	96	014	21,60	810	23,50
812	15	609	97	019	61	815	51
816	16	613	98	023	62	819	53
821	17	618	99	028	63	824	54
825	18	622	23,01	032	64	828	55
830	19	627	02	037	65	833	56
834	21,20	631	03	041	66	837	57
838	21	635	04	046	67	842	59
843	22	640	05	050	68	846	23,60
847	23	644	07	055	69	851	61
852	24	649	08	059	21,70	855	62
856	25	653	09	064	71	860	63
861	26	658	23,10	068	72	864	65
865	27	662	11	073	73	869	66
870	28	667	12	077	74	873	67
874	29	671	14	082	75	878	68
879	21,30	676	15	086	76	882	69
883	31	680	16	091	77	887	23,70
888	32	685	17	095	78	891	72
893	33	689	18	1,09100	79	896	73
898	34	694	23,20	104	21,80	1,08900	74
1,08902	35	698	21	109	81	905	75
907	36	1,08703	22	113	82	909	76
911	37	707	23,23	118	83	914	78
916	38	712	24	122	84	918	79
920	39	716	25	127	85	923	23,80
925	21,40	721	27	131	86	927	81
929	41	725	28	136	87	932	82
934	42	730	29	140	88	936	84
938	43	734	23,30	145	89	941	85
943	44	739	31	149	21,90	945	86
947	45	743	33	154	91	950	87
951	46	747	34	158	92	954	88
956	47	752	35	163	93	959	89
960	48	756	36	167	94	963	23,91
965	49	761	37	172	95	968	92
969	21,50	765	38	176	96	972	93
974	51	770	23,40	181	97	977	94
978	52	774	41	185	98	981	95
983	53	779	42	190	99	986	97
987	54	783	43	194	22,00	990	98
992	55	788	44	199	01	995	99
996	56	792	46	1,09203	22,02	999	24,00
1,09001	57	797	47	208	03	1,09004	01

Phụ lục 1. (tiếp theo)

d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml	d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml
1,09212	22,04	1,09008	24,03	1,09421	22,50	1,09216	24,57
217	05	013	04	425	51	220	59
221	06	017	05	430	52	225	24,60
226	07	022	06	434	53	229	61
231	08	026	07	439	54	234	62
236	09	031	08	443	55	238	63
240	22,10	035	24,10	448	56	243	65
245	11	040	11	452	57	247	66
249	12	044	12	457	58	252	67
254	13	049	13	461	59	256	68
258	14	053	14	466	22,60	261	69
263	15	058	16	471	61	266	24,71
267	16	062	17	475	62	270	72
272	17	067	18	480	63	275	73
276	18	071	19	484	64	279	74
281	19	076	24,20	488	65	283	75
285	22,20	080	22	493	66	288	76
290	21	085	23	498	22,67	293	24,78
294	22	089	24	1,09502	68	297	79
299	23	094	25	507	69	1,09302	24,80
1,09303	24	098	26	511	22,70	306	81
308	25	1,09103	28	516	71	311	82
312	26	107	29	520	72	315	84
317	27	112	24,30	525	73	320	85
321	28	116	31	529	74	324	86
326	29	121	32	534	75	329	87
330	22,30	125	33	538	76	333	88
335	31	130	35	543	77	338	24,90
339	32	134	36	547	78	342	91
344	33	139	37	552	79	347	92
348	34	143	38	556	22,80	351	93
353	35	148	39	561	81	356	94
357	36	152	24,41	566	82	360	96
362	37	157	42	571	83	365	97
366	38	161	43	575	84	369	98
371	39	166	44	580	85	374	99
375	22,40	170	45	585	86	379	25,00
380	41	175	47	589	87	383	02
384	42	179	48	594	88	388	03
389	43	184	49	598	89	392	04
393	44	188	24,50	1,09603	22,90	397	05
398	45	193	51	607	91	1,09401	06
1,09403	46	198	53	612	92	406	08
407	47	1,09202	54	616	93	410	09
412	48	207	55	621	94	415	25,10
416	49	211	56	625	95	419	11

Phụ lục I. (tiếp theo)

d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_{20}^{20}	% chất khô g/100 ml	d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_{20}^{20}	% chất khô g/100 ml
1,09630	22,96	1,09424	25,12	1,09839	23,42	1,09633	2568
634	97	428	14	843	43	637	69
639	98	433	15	848	44	642	25,70
643	99	437	16	852	45	646	71
648	23,00	442	17	857	46	651	72
653	01	447	18	861	47	655	74
657	02	451	25,20	866	48	660	75
662	03	456	21	870	49	664	76
666	04	460	22	875	23,50	669	77
671	05	465	23	880	51	674	78
675	06	469	24	884	52	678	25,80
680	07	474	26	889	53	683	81
684	08	478	27	893	54	687	82
689	09	483	28	898	55	692	83
693	23,10	487	29	1,09904	56	697	84
698	11	492	25,30	908	57	1,09701	86
1,09702	12	496	32	913	58	706	87
707	13	1,09501	33	917	59	710	88
711	14	505	34	922	23,60	715	89
716	15	510	35	927	61	720	25,90
721	16	515	36	931	62	724	92
725	17	519	38	936	63	729	93
730	18	524	39	940	64	733	94
734	19	528	25,40	945	65	738	95
739	23,20	533	41	949	66	742	96
744	21	538	42	954	67	747	98
748	22	542	44	958	68	751	99
753	23	547	45	963	69	756	26,00
757	24	551	46	967	23,70	760	01
762	25	556	47	972	71	765	03
766	26	560	48	976	72	769	04
771	27	565	25,50	981	73	774	05
775	28	569	51	985	74	778	06
780	29	574	52	990	75	783	07
784	23,30	578	53	995	76	788	09
789	31	583	54	999	77	792	26,10
1,09793	32	1,09587	56	1,10004	78	797	11
798	33	592	57	008	79	1,09801	12
802	34	596	58	013	23,80	806	13
807	35	1,09601	59	018	81	811	15
812	36	606	25,60	022	82	815	16
816	37	610	62	027	83	820	17
821	38	615	63	031	84	824	18
825	39	619	64	036	85	829	19
830	23,40	624	65	040	86	833	26,21
834	41	628	66	045	87	838	22

Phụ lục 1. (tiếp theo)

d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml	d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml
1,10049	23,88	1,09842	226,3	1,10260	24,34	1,10052	26,79
054	89	847	24	265	35	57	26,80
058	23,90	851	25	270	36	62	81
063	91	856	27	274	37	66	82
067	92	860	28	279	38	71	84
072	93	865	29	283	39	75	85
076	94	869	26,30	288	24,40	80	86
081	95	874	31	293	41	85	87
086	96	879	33	297	42	89	88
090	97	883	26,34	1,10302	43	94	26,90
095	98	888	35	306	44	98	91
099	99	892	36	311	45	1,10103	92
1,10104	24,00	897	38	316	46	108	93
109	01	1,09902	39	320	47	112	94
113	02	906	26,40	325	48	117	96
118	03	911	41	329	49	121	97
122	04	915	42	334	24,50	126	98
127	05	920	44	339	51	131	99
132	06	925	45	343	52	135	27,01
136	07	929	46	348	53	140	02
141	08	934	47	352	54	144	03
145	09	938	48	357	55	149	04
150	24,10	943	26,50	362	56	154	05
155	11	948	51	366	57	158	07
159	12	952	52	371	58	163	08
164	13	957	53	375	59	167	09
168	14	961	54	380	24,60	172	27,10
173	15	966	56	385	61	177	11
178	16	971	57	389	62	181	13
182	17	975	58	394	63	186	14
187	18	980	59	398	64	190	15
191	19	984	26,61	1,10403	65	195	16
196	24,20	989	62	408	66	1,10200	18
1,10201	21	994	63	412	67	204	19
205	22	998	64	417	68	209	27,20
210	23	1,10003	65	421	69	213	21
214	24	7	67	426	24,70	218	22
219	25	12	68	431	71	223	24
223	26	16	69	435	72	227	25
228	27	21	26,70	440	73	232	26
232	28	25	71	444	74	236	27
238	29	30	73	449	75	241	28
242	24,30	34	74	454	76	246	27,30
247	31	39	75	458	77	250	31
251	32	43	76	463	78	255	32
256	33	48	77	467	79	259	33

Phụ lục 1. (tiếp theo)

d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml	d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml
1,10472	24,80	1,10264	27,35	1,10685	25,26	1,10476	27,91
477	81	269	36	689	27	480	,92
481	82	273	37	694	28	485	93
486	83	278	38	698	29	489	94
490	84	282	39	1,10703	25,30	494	95
495	85	287	27,41	708	31	499	97
1,10500	86	292	42	712	32	1,10503	98
504	87	296	43	717	33	508	99
509	88	1,10301	44	721	34	512	28,00
513	89	305	45	726	35	517	02
518	24,90	310	47	731	36	522	03
523	91	315	48	735	37	526	04
527	92	319	49	740	38	531	05
532	93	324	27,50	744	39	535	06
536	94	328	52	749	25,40	540	08
541	95	333	53	754	41	545	09
546	96	338	54	758	42	549	28,10
550	97	342	55	763	43	554	11
555	98	347	56	767	44	558	13
559	99	351	58	772	45	563	14
564	25,00	356	59	777	46	568	15
569	01	361	27,60	781	47	572	16
574	02	365	61	786	48	577	18
579	03	370	63	790	49	581	19
583	04	374	64	795	25,50	586	28,20
588	05	379	65	1,10800	51	591	21
593	06	384	66	804	52	595	22
597	07	388	67	809	53	1,10600	24
1,10602	08	393	69	813	54	604	25
606	09	397	27,70	818	55	609	26
611	25,10	1,10402	71	823	56	614	27
616	11	407	72	827	57	618	29
620	12	411	74	832	58	623	28,30
625	13	416	75	836	59	627	31
629	14	420	76	841	25,60	632	32
634	15	425	77	846	61	637	33
639	16	430	78	851	62	642	35
643	17	434	27,80	855	63	646	36
648	18	439	81	860	64	651	37
652	19	443	82	865	65	656	38
657	25,20	448	83	870	66	661	28,40
662	21	453	85	874	67	665	41
666	22	457	86	879	68	670	42
671	23	462	87	883	69	674	43
675	24	466	88	888	25,70	679	44
680	25	471	89	893	71	684	46

Phụ lục I. (tiếp theo)

d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml	d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml
1,10897	25,72	1,10688	28,47	1,11111	26,18	1,10901	29,03
1,10902	73	693	48	115	19	905	05
907	74	697	49	120	26,20	910	06
912	75	1,10702	28,51	125	21	915	07
917	76	707	52	130	22	920	08
921	77	711	53	134	23	924	29,10
926	78	716	54	139	24	929	11
930	79	720	55	144	25	934	12
935	25,80	725	57	149	26	939	13
940	81	730	58	153	27	943	14
944	82	734	59	158	28	948	16
949	83	739	28,60	162	29	952	17
953	84	743	62	167	26,30	957	18
958	85	748	63	172	31	962	19
963	86	753	64	176	32	966	29,21
967	87	757	65	181	33	971	22
972	88	762	67	185	34	975	23
976	89	766	68	190	35	980	24
981	25,90	771	69	195	36	985	26
986	91	776	28,70	199	37	989	27
990	92	1,10780	71	1,11204	38	994	28
995	93	785	73	208	39	998	29
999	94	789	74	213	26,40	1,11003	29,30
1,11004	95	794	75	218	41	008	32
009	96	799	76	223	42	013	33
014	97	1,10804	78	227	43	017	34
018	98	808	79	232	44	022	35
023	99	813	28,80	237	45	027	37
028	26,00	818	81	243	46	032	38
033	01	823	83	247	47	036	39
037	02	827	84	252	48	041	29,40
1,10042	03	1,10832	28,85	256	49	045	42
046	04	836	86	261	26,50	050	43
051	05	841	87	266	51	055	44
056	06	846	89	270	52	059	29,45
060	07	850	28,90	275	53	064	47
065	08	855	91	279	54	058	48
069	09	859	92	284	55	073	49
074	26,10	864	94	289	56	078	29,50
079	11	869	95	293	26,57	082	29,51
083	12	873	96	298	58	087	53
088	13	878	97	1,11302	59	091	54
092	14	882	98	307	26,60	096	55
097	15	887	29,00	312	61	1,11101	56
1,11102	16	892	01	317	62	106	58
106	17	896	02	321	63	110	59

Phụ lục 1. (tiếp theo)

d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml	d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml
1,11326	26,64	1,11115	29,60	1,11541	27,10	1,11330	30,17
331	65	120	61	546	11	335	18
336	66	125	63	550	12	339	30,20
340	67	129	64	555	13	344	21
345	68	134	65	559	14	348	22
349	69	138	66	564	15	353	23
354	26,70	143	68	569	16	358	24
359	71	148	69	573	17	362	26
363	72	152	29,70	579	18	367	27
368	73	157	71	583	19	371	28
372	74	161	72	588	27,20	376	29
377	75	166	74	593	21	381	30,31
382	76	171	75	1,11598	27,22	1,11386	30,32
387	77	176	76	602	23	390	33
391	78	180	77	607	24	395	34
396	79	185	79	612	25	1,11400	36
1,11401	26,80	190	29,80	617	26	405	37
406	81	195	81	621	27	409	38
410	82	199	82	626	28	414	39
415	83	1,11204	84	630	29	418	30,41
419	84	208	85	635	27,30	423	42
424	85	213	86	640	31	428	43
429	86	218	87	644	32	432	44
433	87	222	89	649	33	437	46
438	88	227	29,90	653	34	441	47
442	89	231	91	658	35	446	48
447	26,90	236	92	663	36	451	49
452	91	241	93	668	37	456	30,51
456	92	245	95	672	38	460	52
461	93	250	96	677	39	465	53
465	94	254	97	682	27,40	470	54
470	95	259	98	687	41	475	56
475	96	264	30,00	691	42	479	57
480	97	269	01	696	43	484	58
484	98	273	02	1,11700	44	488	59
489	99	278	03	705	45	493	30,60
494	27,00	283	05	710	46	498	62
499	01	288	06	715	47	1,11503	63
1,11503	02	292	07	719	48	507	64
508	03	297	08	724	49	512	65
512	04	1,11301	30,10	729	27,50	517	67
517	05	306	11	734	51	522	68
522	06	311	12	738	52	526	69
527	07	316	13	743	53	531	30,70
531	08	320	15	747	54	535	72
536	09	325	16	752	55	540	73

Phụ lục I. (tiếp theo)

d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml	d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml
1,11757	27,56	1,11545	30,74	1,11974	28,02	1,11761	31,32
762	57	550	75	978	03	765	33
766	58	554	77	983	04	770	34
771	59	559	78	988	05	775	35
776	27,60	564	79	993	06	780	37
781	61	569	30,80	997	07	784	38
785	62	573	82	1,12002	08	789	39
790	63	578	83	006	09	793	31,40
794	64	582	84	011	28,10	798	42
799	65	587	85	016	11	1,11803	43
1,11804	66	592	87	021	12	808	44
808	67	596	88	025	13	812	45
813	68	1,11601	89	030	14	817	47
817	69	605	30,90	035	15	822	48
822	27,70	610	92	040	16	827	49
827	71	615	93	044	17	831	31,50
832	72	620	94	049	18	836	52
836	73	624	95	053	19	840	53
841	74	629	97	058	28,20	845	54
846	75	634	98	063	21	850	55
851	76	639	99	068	22	855	57
855	77	643	31,00	072	23	859	58
860	78	648	02	077	24	864	59
864	79	652	03	082	25	869	31,60
869	26,80	657	04	087	26	874	62
874	81	662	05	091	27	878	63
879	82	667	07	096	28	883	64
883	83	671	08	1,12100	29	887	65
888	84	676	09	105	28,30	892	67
893	85	681	31,10	110	31	897	68
898	86	686	12	115	32	1,11902	69
1,11902	27,87	690	31,13	119	33	906	31,70
907	88	695	14	124	34	911	72
11	89	699	15	129	35	916	73
917	27,90	1,11704	17	134	36	921	74
922	91	709	18	139	37	926	75
927	92	714	19	143	38	930	77
931	93	718	31,20	148	39	935	78
936	94	723	22	153	28,40	940	79
941	95	728	23	158	41	945	31,80
946	96	733	24	162	42	949	82
950	97	737	25	167	43	954	83
955	98	742	27	171	44	958	84
959	99	746	28	176	45	963	85
964	28,00	751	29	181	46	968	87
969	01	756	31,30	186	47	973	88

Phụ lục 1. (tiếp theo)

d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml	d_{20}^{20}	% chất khô g/100 g	d_4^{20}	% chất khô g/100 ml
1,12190	28,48	1,11977	31,89	1,12366	28,85	1,12152	32,36
195	49	982	31,90	371	86	157	37
1,12200	28,50	987	92	376	87	162	32,38
205	51	992	93	380	88	166	39
209	52	996	31,94	385	89	171	32,41
214	53	1,12001	95	390	28,90	176	42
218	54	005	97	395	91	181	43
223	55	010	98	399	92	185	44
228	56	015	99	1,12404	93	190	46
233	57	020	32,00	408	94	194	47
237	58	024	02	413	95	199	48
242	59	029	03	418	96	1,12204	49
247	28,60	034	04	423	97	209	32,51
253	61	039	05	427	98	213	52
258	62	044	07	432	99	218	53
262	63	048	08	437	29,00	223	54
267	64	053	09	442	01	228	56
272	65	058	32,10	447	02	233	57
277	66	063	12	451	03	237	58
281	67	067	13	456	04	242	32,60
286	68	072	14	461	05	247	61
290	69	076	15	466	06	252	62
295	28,70	081	17	471	07	257	63
1,12300	71	086	18	475	08	261	65
305	72	091	19	480	09	266	66
309	73	095	32,20	485	29,10	271	67
314	74	1,12100	22	490	11	276	68
319	75	105	23	494	12	280	32,70
324	76	110	24	499	13	285	71
328	77	114	26	1,12503	14	289	72
333	78	119	27	508	15	294	73
337	79	123	28	513	16	299	75
342	28,80	128	29	518	17	1,12304	76
347	81	133	32,31	522	18	308	77
352	82	138	32	527	19	313	78
356	83	142	33	532	29,20	318	32,80
361	84	147	34				

Chú thích

d_{20}^{20} - tỷ trọng của dịch đường ở 20°C so với tỷ trọng của nước ở 20°C

d_4^{20} - tỷ trọng của dịch đường ở 20°C so với tỷ trọng của nước ở 4°C

Phụ lục 2. Bảng tra độ rượu (% V/V) theo tỷ trọng của dung dịch etanol ở 20°C

d_{20}^{20}	%V	d_{20}^{20}	%V	d_{20}^{20}	%V	d_{20}^{20}	%V
0,9999	0,07	0,9949	3,50	0,9899	7,24	0,9849	11,34
0,9998	0,13	0,9948	3,57	0,9898	7,31	0,9848	11,43
0,9997	0,20	0,9947	3,64	0,9897	7,39	0,9847	11,51
0,9996	0,27	0,9946	3,76	0,9896	7,47	0,9846	11,60
0,9995	0,34	0,9945	3,78	0,9895	7,55	0,9845	11,68
0,9994	0,40	0,9944	3,85	0,9894	7,63	0,9844	11,77
0,9993	0,47	0,9943	3,92	0,9893	7,71	0,9843	11,85
0,9992	0,54	0,9942	4,00	0,9892	7,79	0,9842	11,94
0,9991	0,61	0,9941	4,07	0,9891	7,87	0,9841	12,02
0,9990	0,67	0,9940	4,14	0,9890	7,95	0,9840	12,11
0,9989	0,74	0,9939	4,22	0,9889	8,03	0,9839	12,19
0,9988	0,81	0,9938	4,29	0,9888	8,12	0,9838	12,28
0,9987	0,88	0,9937	4,36	0,9887	8,20	0,9837	12,36
0,9986	0,94	0,9936	4,43	0,9886	8,28	0,9836	12,45
0,9985	1,01	0,9935	4,51	0,9885	8,36	0,9835	12,54
0,9984	1,08	0,9934	4,58	0,9884	8,44	0,9834	12,62
0,9983	1,15	0,9933	4,65	0,9883	8,52	0,9833	12,71
0,9982	1,21	0,9932	4,72	0,9882	8,60	0,9832	12,80
0,9981	1,28	0,9931	4,80	0,9881	8,68	0,9831	12,89
0,9980	1,35	0,9930	4,87	0,9880	8,76	0,9830	12,97
0,9979	1,42	0,9929	4,94	0,9879	8,85	0,9829	13,06
0,9978	1,49	0,9928	5,01	0,9878	8,93	0,9828	13,15
0,9977	1,56	0,9927	5,09	0,9877	8,93	0,9827	13,24
0,9976	1,62	0,9926	5,16	0,9876	9,01	0,9826	13,32
0,9975	1,69	0,9925	5,24	0,9875	9,10	0,9825	13,41
0,9974	1,76	0,9924	5,32	0,9874	9,18	0,9824	13,50
0,9973	1,83	0,9923	5,39	0,9873	9,26	0,9823	13,54
0,9972	1,90	0,9922	5,47	0,9872	9,34	0,9822	13,60
0,9971	1,97	0,9921	5,54	0,9871	9,33	0,9821	13,70
0,9970	2,03	0,9920	5,62	0,9870	9,51	0,9820	13,80
0,9969	2,10	0,9919	5,69	0,9869	9,68	0,9819	13,90
0,9968	2,17	0,9918	5,77	0,9868	9,76	0,9818	14,03
0,9967	2,24	0,9917	5,84	0,9867	9,84	0,9817	14,12
0,9966	2,31	0,9916	5,92	0,9866	9,92	0,9816	14,21
0,9965	2,38	0,9915	6,00	0,9865	10,01	0,9815	14,30
0,9964	2,44	0,9914	6,07	0,9864	10,09	0,9814	14,39

Phụ lục 2. (tiếp theo)

d_{20}^{20}	%V	d_{20}^{20}	%V	d_{20}^{20}	%V	d_{20}^{20}	%V
0,9963	2,51	0,9913	6,15	0,9863	10,17	0,9813	14,48
0,9962	2,58	0,9912	5,22	0,9862	10,26	0,9812	14,56
0,9961	2,65	0,9911	5,30	0,9861	10,34	0,9811	14,65
0,9960	2,72	0,9910	5,38	0,9860	10,42	0,9810	14,74
0,9959	2,79	0,9909	6,46	0,9859	10,51	0,9809	14,83
0,9958	2,86	0,9908	6,53	0,9858	10,59	0,9808	14,92
0,9957	2,93	0,9907	6,61	0,9857	10,67	0,9807	15,01
0,9956	3,00	0,9906	6,69	0,9856	10,76	0,9806	15,10
0,9955	3,08	0,9905	6,77	0,9855	10,84	0,9805	15,19
0,9954	3,15	0,9904	6,84	0,9854	10,92	0,9804	15,28
0,9953	3,22	0,9903	6,92	0,9853	11,00	0,9803	15,37
0,9952	3,29	0,9902	7,00	0,9852	11,09	0,9802	15,46
0,9951	3,36	0,9901	7,08	0,9851	11,17	0,9801	15,55
0,9950	3,43	0,9900	7,16	0,9850	11,26	0,9800	15,64

Chú thích:

%V - nồng độ phần trăm thể tích của dịch.

d_{20}^{20} - tỷ trọng của dịch.

Chú ý: Nếu tỷ trọng của dịch đo ở nhiệt độ khác nhiệt độ 20°C thì phải hiệu chỉnh về 20°C.

**Phụ lục 3. Bảng tra chuyển độ màu của dịch đường và bia
từ số ml dung dịch I₂ 0,1 N thành độ EBC**

Số ml dung dịch I ₂ 0,1 N	E.B.C	Số ml dung dịch I ₂ 0,1 N	E.B.C	Số ml dung dịch I ₂ 0,1 N	E.B.C	Số ml dung dịch I ₂ 0,1 N	E.B.C
0,06	1,0	0,30	5,0	0,54	8,7	0,78	12,0
0,08	1,4	0,32	5,4	0,56	9,0	0,80	12,3
0,10	1,8	0,34	5,6	0,58	9,2	0,82	12,5
0,12	2,1	0,36	6,0	0,60	9,6	0,84	12,8
0,14	2,4	0,38	6,2	0,62	9,8	0,86	13,0
0,16	2,8	0,40	6,6	0,64	10,0	0,88	13,3
0,18	3,2	0,42	6,9	0,66	10,3	0,90	13,6
0,20	3,4	0,44	7,2	0,68	10,7	0,92	13,8
0,22	3,8	0,46	7,5	0,70	11,0	0,94	14,1
0,24	4,2	0,48	7,8	0,72	11,2	0,96	14,3
0,26	4,4	0,50	8,2	0,74	11,5	0,98	14,6
0,28	4,8	0,52	8,4	0,76	11,8	1,00	14,8

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- 1- NGUYỄN VĂN VIỆT (CHỦ BIÊN), NGUYỄN THỊ HIỀN, TRƯƠNG THỊ HOÀ, LÊ THỊ LAN CHI, NGUYỄN THU HÀ
Nấm men Bia và ứng dụng
Nhà xuất bản Nông nghiệp, 2001.
- 2- NGUYỄN TRỌNG CẦN (CHỦ BIÊN), NGUYỄN THỊ HIỀN VÀ CỘNG SỰ
Công nghệ ENZIM
Nhà xuất bản Nông nghiệp, 1998.
- 3- NGUYỄN THỊ HIỀN (CHỦ BIÊN), PHAN THỊ KIM, TRƯƠNG THỊ HOÀ, LÊ THỊ LAN CHI
Vi sinh vật nhiễm tạp trong lương thực - thực phẩm
Nhà xuất bản Nông nghiệp, 2003.
- 4- DENNIS E. BRIGGS, CHRIS A. BOULTON, PETER A. BROOKES AND ROGER STEVENS
Brewing Science and practice
CRC press, Boca Raton Boston New York Washington DC.
Woodhead Publishing Limited, Cambridge England, 2004.
- 5- WOLFGANG KUNZE
Technology Brewing and Malting
VLB Berlin, Germany, 1996.
- 6- HAROLD M. BRODERICK
The practical Brewer
A manual for the Brewing Industry. Printed in the United States of America, 1981
- 7- J. S. HOUGH. D.E BRIGGS R. STEVEN AND W. YOUNG
Malting and Brewing Science.
Published by Chapman & Hall, UK, 1991.
- 8- F. G. PRIEST AND I. CAMPBELL
Brewing Microbiology
Elsevier applied Science publishers, USA, 1987.
- 9- ANNA HALÁSZ-RADOMI LÁSZTY
Use of yeast biomass in food production
CRC Press, Inc, 1991.

- 10- BOURGEOIS C.M AND J.P LARPEUT
Microbiologie alimentaire
Tec. and Do. Lavoisier. 1989.
- 11- JEAN-PAUL LARPENT
Biotechnologie des levures
Collection Biotechnologie - Paris 1991.
- 12- J. H. PIGGOTT AND A. PATERSON
Distilled Beverage flavour
VCH publisher, New York, USA, 1989.
- 13- MANFRED MOLT ET CO-ORDONATEUR
Bieres & Coolers
Tech & Doc- Lavoisier - Paris - London - New York, 1991.

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU	3
PHẦN MỞ ĐẦU	
LỊCH SỬ CÔNG NGHỆ NGÀNH SẢN XUẤT BIA	5
Giới thiệu	5
0.1. Khởi nguồn đầu tiên về bia	5
0.2. Sơ lược về sự hình thành IGB (The Institute and Guild of Brewing Asia Pacific Section)	9
0.3. Định nghĩa về bia	9
0.4. Tình hình sản xuất và tiêu thụ bia trên thế giới hiện nay	10
0.4.1. Tình hình sản xuất và tiêu thụ bia trên thế giới	10
0.4.2. Tình hình sản xuất và tiêu thụ bia ở Việt Nam	14
PHẦN 1	
NGUYÊN LIỆU SẢN XUẤT BIA	17
Chương 1	
HẠT ĐẠI MẠCH	18
1.1. Các giống đại mạch và chủng giống	18
1.1.1. Phân loại đại mạch	18
1.1.2. Các giống đại mạch	19
1.2. Trồng đại mạch	19
1.3. Cấu tạo hạt đại mạch	20
1.3.1. Cấu trúc bên ngoài	20
1.3.2. Cấu trúc bên trong	20
1.4. Thành phần và tính chất của đại mạch	21
1.4.1. Các hợp chất cacbonhydrat	21
1.4.2. Các hợp chất chứa nitơ	24
1.4.3. Chất béo	25
1.4.4. Các hợp chất vô cơ	25
1.4.5. Các hợp chất khác	26
1.5. Quá trình làm sạch, phân loại và bảo quản đại mạch	29

1.5.1. Phân loại và làm sạch đại mạch	30
1.5.2. Bảo quản đại mạch	37
1.6. Đánh giá chất lượng đại mạch	41
1.6.2. Các phương pháp lý hoá	42
1.6.3. Kiểm tra các tính chất lý học	45

Chương 2

HOA HOUBLON

2.1. Các vùng trồng hoa houblon	48
2.2. Thu hoạch, sấy khô, bảo quản hoa houblon	50
2.2.1. Thu hoạch	50
2.2.2. Sấy khô	50
2.2.3. Làm ổn định houblon	50
2.3. Cấu trúc búp hoa houblon	51
2.4. Thành phần và tính chất các cấu tử chính của hoa houblon	51
2.4.1. Nước	52
2.4.2. Các hợp chất đắng của hoa houblon	52
2.4.3. Tinh dầu thơm của hoa houblon	55
2.4.4. Các tanin hoặc polyphenol	56
2.4.5. Các hợp chất có chứa nitơ	56
2.4.6. Chất béo và chất sáp	56
2.4.7. Các nguyên tố khoáng	57
2.5. Đánh giá hoa houblon và chế phẩm hoa houblon	57
2.5.1. Đánh giá bằng cảm quan	57
2.5.2. Hàm lượng chất đắng	59
2.6. Các loại hoa houblon	59
2.7. Các chế phẩm hoa houblon	60
2.7.1. Hoa viên	60
2.7.2. Cao hoa	62

Chương 3

NƯỚC VÀ NGUYÊN LIỆU THAY THẾ

3.1. Nước	65
3.1.1. Thành phần	65
3.1.2. Nước sử dụng trong nhà máy bia	72
3.1.3. Xử lý nước	76

3.1.4. Tiêu thụ nước trong sản xuất malt và bia	83
3.2. Nguyên liệu thay thế	84
3.2.1. Nguyên liệu tinh bột	84
3.2.2. Nguyên liệu dạng lỏng	88

Chương 4 NẤM MEN BIA

4.1. Sinh lý nấm men	90
4.1.1. Thành phần hóa học của nấm men	90
4.1.2. Hình dáng và kích thước	90
4.1.3. Cấu tạo tế bào nấm men	91
4.1.4. Sự hấp phụ chất dinh dưỡng của tế bào nấm men	100
4.1.5. Các enzym thủy phân glucit đơn giản chính trong tế bào nấm men <i>S. cerevisiae</i>	100
4.2. Một số đặc tính hình thái và đặc tính công nghệ lên men giữa nấm men chìm và nấm men nổi	100
4.2.1. Đặc tính hình thái	100
4.2.2. Đặc tính sinh lý	101
4.2.3. Sự khác nhau về công nghệ lên men	101
4.3. Lựa chọn chủng nấm men trong sản xuất bia	103

Chương 5 CÁC NGUYÊN LIỆU PHỤ KHÁC

5.1. NaOH	106
5.2. Axit	106
5.3. Muối	107
5.4. Chất trợ lọc	107
5.5. Một số chất khử	108
5.5.1. Các chất khử tác dụng ngay lập tức	108
5.5.2. Các chất khử nhanh	108
5.5.3. Các chất khử chậm	108
5.6. Các loại enzym sử dụng trong công nghệ sản xuất bia	110
5.6.1. Enzym thủy phân protein - proteolytic (papain, pepsin)	110
5.6.2. Enzym anthocyanaza, polyphenol oxydaza	110
5.6.3. Enzym xenluloza	110

5.6.4. Enzym endo-glucanaza (Cereflo)	110
5.6.5. α -amylaza (Termamyl)	110
5.6.6. α -Amylaza (Fungamyl)	111
5.6.7. Amyloglucosidaza (AMG)	111
5.6.8. α -axetolactat decarboxylaza (Maturex L)	111

PHẦN 2

CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT MALT VÀ BIA

Chương 6

CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT MALT

6.1. Sơ đồ công nghệ sản xuất malt đại mạch	112
6.2. Thu nhận, làm sạch, phân loại hạt đại mạch	112
6.3. Quá trình ngâm hạt đại mạch	113
6.3.1. Mục đích và yêu cầu của quá trình ngâm hạt đại mạch	113
6.3.2. Các yếu tố ảnh hưởng tới quá trình ngâm hạt	113
6.3.3. Các phương pháp ngâm hạt	114
6.3.4. Tiến hành quá trình ngâm hạt	116
6.3.5. Thiết bị ngâm	118
6.3.6. Lượng nước và không khí ngâm	122
6.3.7. Đánh giá chất lượng ngâm	122
6.3.8. Tổn thất trong quá trình ngâm	122
6.4. Quá trình ươm mầm	122
6.4.1. Mục đích	122
6.4.2. Các điều kiện thiết yếu cho quá trình nảy mầm	123
6.4.3. Biến đổi hoá sinh trong giai đoạn ươm mầm	123
6.4.4. Những tác nhân làm thay đổi thành phần của malt tươi	127
6.4.5. Kỹ thuật ươm mầm	129
6.4.6. Phương pháp tiến hành nảy mầm bằng hệ thống nảy mầm trong ngăn	139
6.5. Sấy malt	142
6.5.1. Mục đích và nguyên tắc của quá trình sấy	142
6.5.2. Các biến đổi trong quá trình sấy	143
6.5.3. Kỹ thuật sấy	145
6.5.4. Phương pháp sấy các loại malt	149
6.6. Tách rế và đánh bóng malt	150
6.6.1. Tách rế	150

6.6.2. Đánh bóng malt	151
6.6.3. Loại bỏ các hạt cứng	152
6.7. Thể tích chứa đầy	154
6.8. Tổn thất trong quá trình sản xuất malt	154
6.9. Đánh giá chất lượng malt đại mạch	154
6.9.1. Chỉ số vật lý	154
6.9.2. Chỉ tiêu hoá học	155
Chương 7	
QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT DỊCH ĐƯỜNG	159
7.1. Nghiền malt	159
7.1.1. Mục đích	159
7.1.2. Nghiền khô	159
7.1.3. Nghiền ướt	165
7.1.4. Nghiền ẩm	167
7.2. Quá trình đường hóa (nấu)	171
7.2.1. Mục đích	171
7.2.2. Các biến đổi xảy ra trong quá trình đường hóa	172
7.2.3. Axit hoá dịch đường	180
7.2.4. Thiết bị nấu	181
7.2.5. Hòa bột với nước	182
7.2.6. Tiến hành đường hóa	183
7.2.7. Ảnh hưởng của oxy	194
7.2.8. Thời gian đường hóa	194
7.3. Quá trình lọc dịch đường	194
7.3.1. Mục đích	194
7.3.2. Thùng lọc	196
7.3.3. Máy lọc ép kiểu khung bản	200
7.3.4. Máy lọc khung bản thế hệ mới	203
7.3.5. Máy lọc ép với màng MK 15/20	204
7.3.6. Bã	205
7.4. Quá trình đun sôi dịch đường với hoa houblon	206
7.4.1. Mục đích	206
7.4.2. Sự hoà tan và chuyển hoá các hợp chất chính trong hoa houblon	206
7.4.3. Thiết bị đun sôi dịch đường với hoa houblon	212
7.4.4. Tiến hành đun sôi	217
7.5. Lắng trong và làm lạnh nhanh	222

7.5.1. Mục đích	222
7.5.2. Cặn	222
7.5.3. Cung cấp oxy	223
7.5.4. Xử lí dịch đường sau khi đun hoa	223
7.6. Làm lạnh dịch đường	226
7.7. Sục khí	228

Chương 8

QUÁ TRÌNH LÊN MEN BIA

8.1. Mục đích	230
8.2. Các biến đổi sinh hóa trong quá trình lên men	230
8.2.1. Quá trình lên men đường tạo rượu etylic, CO ₂	230
8.2.2. Quá trình hấp thụ axit amin	231
8.2.3. Sự chuyển hoá chất béo	233
8.2.4. Sự tạo thành các sản phẩm phụ	233
8.2.5. Sự tạo thành bọt	239
8.2.6. Quá trình kết bông của nấm men	239
8.2.7. Các biến đổi khác	240
8.3. Kỹ thuật lên men bia	241
8.3.1. Động học quá trình lên men	241
8.3.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình lên men	241
8.3.3. Nuôi cấy nấm men thuần khiết	242
8.3.4. Thu hồi và tái sử dụng sữa men	244
8.3.5. Lên men chính	244
8.3.6. Lên men phụ và tàng trữ bia non	247
8.3.7. Thiết bị lên men	260
8.3.8. Kiểm soát quá trình lên men	260
8.3.9. Vi sinh vật nhiễm tạp trong sản xuất bia	263

Chương 9

LỌC TRONG VÀ BẢO HÒA CO₂

9.1. CÁC PHƯƠNG PHÁP LÀM TRONG BIA	272
9.1.1. Lắng trong bia	272
9.1.2. Ly tâm	272
9.1.3. Lọc trong bia	273
9.2. BẢO HÒA CO ₂ VÀ TÀNG TRỮ BIA	287

Chương 10

HOÀN THIỆN SẢN PHẨM

10.1. Nguyên tắc và một số hiện tượng xảy ra trong quá trình chiết bia	289
10.1.1. Sự oxy hóa	289
10.1.2. Sự nhiễm khuẩn trong quá trình chiết bia	290
10.1.3. Tổn thất CO ₂	290
10.2. Hoàn thiện sản phẩm bia hơi	291
10.2.1. Các loại béc chứa bia	291
10.2.2. Chiết bia vào béc	292
10.3. Hoàn thiện sản phẩm bia chai	296
10.3.1. Rửa chai	297
10.3.2. Kiểm tra chai sau rửa	302
10.3.3. Chiết bia vào chai	303
10.3.4. Dập nút chai	308
10.3.5. Thanh trùng	308
10.3.6. Dán nhãn chai	313

Chương 11

ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG BIA THÀNH PHẨM

11.1. Các chỉ tiêu chất lượng của bia	315
11.1.1. Thành phần hoá học	315
11.1.2. Độ bền của bia sản phẩm	316
11.1.3. Đánh giá cảm quan	320
11.1.4. Giá trị dinh dưỡng	322
11.2. Phân loại bia	322
11.2.1. Theo độ cồn	322
11.2.2. Theo hàm lượng chất khoáng có trong nước	323
11.2.3. Theo phương cách lên men	323
11.2.4. Theo màu sắc bia	327
11.2.5. Theo sở thích của người tiêu dùng	327
11.2.6. Phân loại theo quốc gia	328
11.3. Một số sản phẩm bia nổi tiếng trên thế giới	336
11.3.1. HEINEKEN	336
11.3.2. AMSTEL	336
11.3.3. AMSTEL LEGEND	337

11.3.4. BUCKLER	337
11.3.5. "33" EXPORT	337
11.3.6. PELFORT BRUNE	338
11.3.7. PELFORT BLONDE	338
11.3.8. GEORGE KILLIAN'S	339
11.3.9. PANACH'	339
11.3.10. TUBORG OR	339
11.3.11. LOWENBRAU	340
11.3.12. JOHN COURAGE	340
11.3.13. SILVER CHRISTMAS	341
11.3.14. BIERE DE MARS (Bia tháng 3)	341
11.3.15. AMBERLEY	341

Chương 12

HỆ THỐNG TẮY LÀM SẠCH VÀ KHỬ TRÙNG

12.1. Khái niệm vệ sinh tại chỗ	342
12.2. Các loại vật liệu và các phản ứng với các tác nhân tẩy rửa	342
12.2.1. Các thiết bị bằng nhôm	343
12.2.2. Các thùng chứa và các đường ống làm bằng thép niken-crom	343
12.2.3. Các ống nối làm từ cao su hoặc chất dẻo	345
12.3. Các chất làm sạch	347
12.4. Các tác nhân khử trùng	349
12.5. Quá trình tẩy rửa và khử trùng trong hệ thống CIP	349
12.6. Quy trình tẩy rửa	354
12.7. Làm sạch bằng phương pháp cơ học	356

Chương 13

XỬ LÝ CHẤT THẢI VÀ BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG CỦA NHÀ MÁY BIA

13.1. Nước thải	357
13.1.1. Một số thành phần trong nước thải có tác hại tới môi trường	358
13.1.2. Một số thuật ngữ kỹ thuật được sử dụng trong xử lý nước thải	359
13.1.3. Xử lý nước thải	360
13.2. Các chất thải khác trong nhà máy bia	366
13.2.1. Bã malt và hoa houblon	366
13.2.2. Cặn nóng	366

13.2.3. Nấm men thừa	367
13.2.4. Bã chất trợ lọc Kieselguhr	367
13.2.5. Nhãn mác	368
13.2.6. Chai vỡ	368
13.2.7. Lon bìa	368
13.2.8. Các chất thải thứ yếu khác	368
13.3. Bụi	369
13.4. Khí thải từ nhà nấu	369
13.5. Tiếng ồn	369
 Phụ lục 1. Bảng tra hàm lượng chất khô hoà tan theo tỷ trọng của dịch	370
Phụ lục 2. Bảng tra độ rượu (% V/V) theo tỷ trọng của dung dịch etanol ở 20°C	402
Phụ lục 3. Bảng tra chuyển độ màu của dịch đường và bia từ số ml dung dịch I ₂ 0,1 N thành độ EBC	403
 TÀI LIỆU THAM KHẢO	404

KHOA HỌC – CÔNG NGHỆ MALT VÀ BIA

Chịu trách nhiệm xuất bản:

PGS. TS. TÔ ĐĂNG HẢI

Biên tập và sửa bài:

ThS. NGUYỄN HUY TIẾN

NGỌC LINH, QUANG NGỌC

Trình bày bìa:

HƯƠNG LAN

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
70 Trần Hưng Đạo - Hà Nội

In 500 cuốn, khổ 19 × 27 cm, tại Công ty In Thương Mại (Bộ Công Thương)
Quyết định xuất bản số: 75-2007/CXB/125-02/KHKT-9/8/2007
In xong và nộp lưu chiểu quý III năm 2007.

2 0 7 2 0 1

khoa học công nghệ mới và bi.



1205680000057

96.000

GIÁ: 96.000^Đ