

Chapter 12. 알코올 발효

강의 요약	<ol style="list-style-type: none"> 1. 주류의 개념 및 분류 : 양조주, 증류주, 재제주 2. 포도주 제조과정과 관련미생물 이해 3. 맥주의 제조과정 및 관련미생물 이해 4. 청주, 탁주, 약주 차이점 및 관련 미생물 이해
Key word	<ol style="list-style-type: none"> 1. 주류의 분류 : 양조주, 증류주, 재제주 2. 포도주 <ul style="list-style-type: none"> - 포도주의 종류, 과즙의 개량방법 - 포도주 관련 미생물 : 곰팡이, 세균, 효모 - Zymocide와 Killer plasmid - 양조산업에서 Zymocide 생산균주의 오염을 방지하기위한 대책 - 포도주 제조시 SO₂의 기능 - 위스키, 브랜디, 진의 차이점 3. 맥주 <ul style="list-style-type: none"> - 맥아제조과정 - 맥주효모의 특성(응집성, 당류이용, 아미노산 이용) - 상면발효맥주와 하면발효맥주의 차이점 - 생맥주와 병맥주의 차이점 - 호프의 기능 - 맥주의 청징 방법 - 효모의 당류 및 아미노산 이용 - 맥주 효모의 부산물 및 품질저하 요인 4. 청주제조 <ul style="list-style-type: none"> - 코오지 제조 → 주모(moto)제조 → 술덧제조 - 담금온도 : 초침(11~12℃), 중침(9~10℃), 유침(7~8℃) - 술덧의 발효과정 중의 성분변화 : 퍄온, 보메, 산도, 알코올 - 관련균주 : 코오지 곰팡이, 청주효모, 질산환원균, 젖산균 5. 탁주, 약주제조 <ul style="list-style-type: none"> - 증미제조 → 발효제 제조 (누룩, 입국, 분국) → 주모 → 담금 → 발효 →제성

☞ 보메 (A. Baum, Be) - 물을 기준으로 하여 어떠한 용액의 비중을 눈금으로 나타내는 비중계.

- 주류의 정의 : 주정과 알코올 성분이 1% 이상 함유된 음료 또는 분말주 의약품 중에서 alcohol량이 6도 이상
- $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 32ATP(686kcal)$ **[호기적 조건]**
 $C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_2H_5OH + 6CO_2 + 2ATP(58kcal)$ **[혐기적 조건]**

◎ 주류의 분류

- **양조주** : 발효 후 직접 또는 여과하여 마시는 술로서 엑스(ex)분이 많이 함유되어 있다
 - 단발효주 : 당화과정 없이 효모에 의하여 발효되는 주류
과실자체의 당분이 직접 발효된 것
ex) 포도주, 사과주 등 일반과실주
 - 복발효주 : 발효재료인 전분이 당화과정을 반드시 거쳐야 하는 주류
 - 단행복발효주 : 당화과정과 발효과정을 구분하는 것 ex) 맥주 등
 - 병행복발효주 : 당화와 발효가 동시에 진행되는 것 ex) 탁주, 청주 등
 - **증류주** : 알코올 발효액을 증류하여 알코올 농도를 높인 것
ex) 위스키, 브랜디, 보드카 등
고량주, 럼, 진, 원액함량 20% 미만의 저급위스키
 - **재제주** : 양조주나 증류주에 등에 + 감미료 + 향료, 과즙, 착색료, 한약제, 조미료 및 기타성분 첨가하여 가공한 것
ex) 리쿠르, 감미포도주, 등
 - 리쿠르(혼성주) : 인삼주, 매실주, 오가피주
 - 기타주류 : 분말주, 미림
- Alcohol 발효균주 : ***Saccharomyces cerevisiae* (효모)**
 - 효모는 전분을 분해할 수 없기 때문에 전분 분해 곰팡이 및 식물전분 분해효소를 이용한다.
 - 발효액의 pH : 포도주, 청주, 탁주는 산성 pH에서 발효(세균의 성장 억제)
 - 맥주의 경우는 세균 등이 오염되지 않도록 밀폐된 탱크속에서 제조 :
 - Alcohol 발효조건
 - 발효초기 : 효모의 균체수를 증가시키기 위하여 호기적 상태 배양
 - 발효후기: 알코올 발효를 하기 위해서는 혐기적 상태를 유지
 - 알코올음료 : 맥주, 포도주, 청주, 탁주
 - 특산물을 이용한 전통술
 - 포도(프랑스, 포르투갈 등) : 포도주 → 증류 → 브랜디
 - 보리(영국, 독일, 러시아) : 맥주 → 증류 → 위스키, 진, 보드카
 - 쌀(한국, 일본, 중국) : 탁주, 약주, 청주, 소흥주 → 증류 → 소주, 고량주

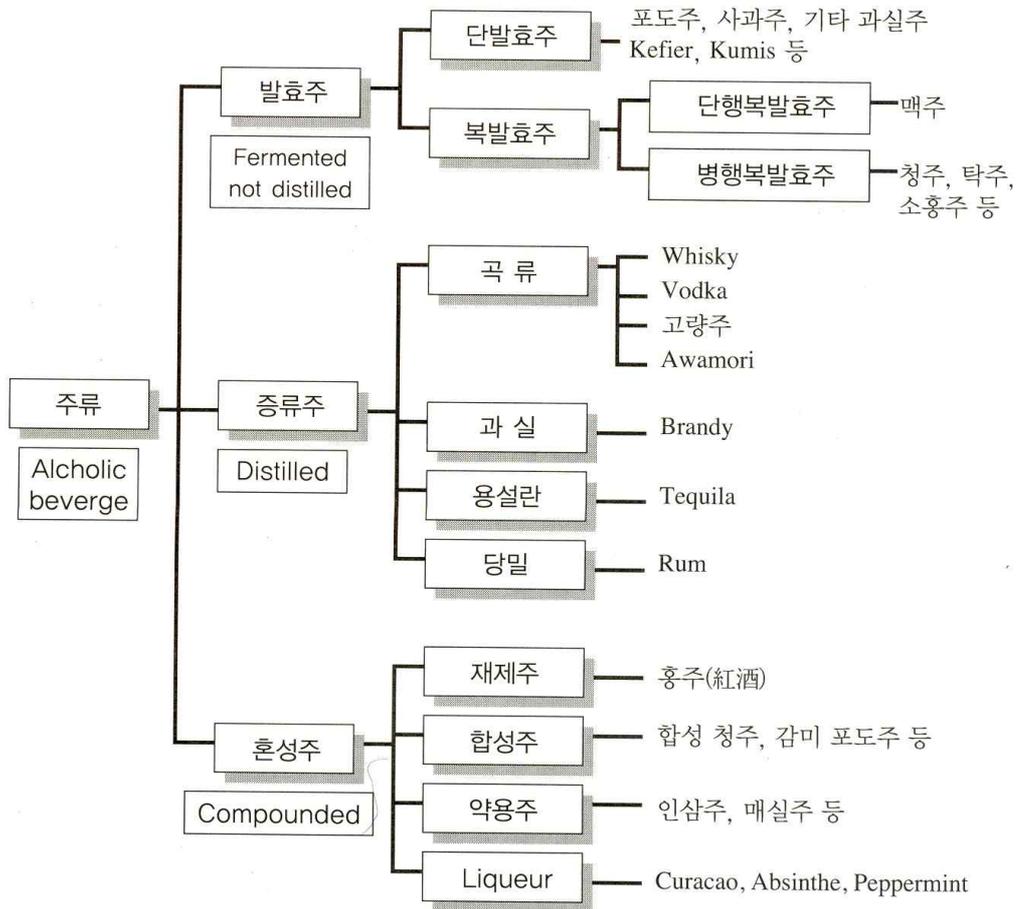


그림 15-1 알코올 음료(술)의 제조방법

I. 포도주(wine)

1. 포도주의 종류

1) 색상에 따른 구분

- 백포도주 : 과피를 제거한 적포도 또는 청포도로 제조한 것
- 적포도주 : 적색포도를 과피와 함께 발효시켜서 색소를 용출시킨 것

2) 당분함유 여부에 따른 구분

- 생포도주(dry wine) : 당분이 1% 이하인 것
- 감미포도주(sweet wine) : 감미를 느낄 정도의 당분을 함유한 것

3) 제조법에 따라

- ① 천연포도주(natural wine) : 포도과즙만으로 발효, alcohol 함량(12%내외)
- ② 보강포도주(fortified wine) : alcohol 농도(16-21%)
 - 농축과즙, 주정, 브랜디 등을 첨가 (식후 주)
 - * Port wine : 포르투갈 원산의 달콤한 붉은 포도주
 - * Sherry wine : 스페인 산 황갈색 포도주

- ③ 혼성포도주(compounded wine)
 - 당, 알코올, 향료, 색소, 식물약제 등을 첨가
 - 감미포도주, 약미포도주

4) 식사 용도에 따른 분류

① 식전포도주(Appetizer Wine) :

- 식욕을 돋우기 위해 식전에 마시는 와인으로 산뜻한 맛을 낸다.
- 외국에서는 풀코스의 정식을 먹는 식사(주로 저녁)에는 반드시 에피타이저부터 주문을 받고 **스프, 메인디쉬, 디저트** 순으로 식사가 진행된다.
- 보통 산미와 향이 강하며, 주정 또는 브랜디로 강화된 와인(알코올 18%)이다.

② 식탁용포도주(Table Wine) :

- 식사 중 또는 식사 외에 통상적으로 마시는 와인(14% 이하의 주정함유)이다.
- 우리나라에서 보통 마시는 와인은 대부분 테이블와인이라고 생각하면 된다.
- 식사 중에 마시는 와인은 입안을 헹구어 나중에 나오는 음식의 맛을 잘 느낄 수 있도록 한다.

③ 후식포도주(Dessert Wine) :

- 식후 디저트와 함께 마시는 것으로 알코올 도수가 높고 단맛을 낸다.
- 와인 이외에 브랜디도 많이 음용한다.
- 주정분을 증가 한 것으로 14-20%의 알코올 함유

5) 발효성의 여부 따른 분류

- ① 발포성포도주(Sparkling wine) : 강압하에서 자연발효로 많은 CO₂를 함유케 한 것
- ② 비발포성 포도주(Still wine) : CO₂를 함유하지 않은 것

2. 포도주의 제조 공정

1) 포도즙의 조제

* 재료 : 과육, 과피, 씨 + SO₂ 첨가 + 보당(24%)

* 과즙의 개량

- 보당 : 설탕, 포도당, 과당, 시럽
- 청징 : 과즙을 방치하여 침전물 제거, 파쇄 후 pectinase 첨가
- 제산 : CaCO₃ 첨가, 발효과정에 미생물을 이용한 감산

2) 발효

- 효모배양액(1-3%)을 포도즙에 첨가하여 발효
- 주발효 : 25-27℃, 5-6일 발효 → 압착 → 발효액을 후 발효(17℃에서 한 달)
- 적포도주(25-27℃)와 백포도주(15-20℃)의 발효온도에서 약간의 차이가 남

3) 후 발효 및 숙성

- 발효 후 한 달 정도 정치 → 앙금제거 → 상등액을 숙성(11-15℃, 1-2년)

④ *Hansenula* 속

- 에탄올 함량이 낮은 포도주에서 피막을 형성
- 에탄올 발효력은 없지만, 포도즙에서 많은 양의 ester를 생산

3) 세 균

① *Oenococcus oeni* (*Leuconostoc oenos*)

- 포도즙과 포도주에서 잘 자라는 대표적인 젖산균
- pH 6.5이상에서 생육 저해, pH4.8이하에서 생육, pH 3.5에서 가장 잘 생육
- L-malic acid, citric acid에 의하여 증식이 촉진, 10% 에탄올에서도 잘 생육
- Malic acid \longrightarrow L-lactic acid + CO₂ (malo-lactic fermentation)
- 포도주의 산도가 1/3정도 감소, 신맛이 줄어들고, 향미

4. 효모의 zymocide

- *Saccharomyces servisiae*의 균주 중에서 생산되는 단백질성독소(killer factor, killer toxin)가 효모에 대해서만 독성을 나타내고 고등생물이나 세균에서는 독성을 나타내지 않으므로 Zymocide 라고 한다.

1) Killer strain : zymocide 독소를 생산하는 균주

- sensitive strain : 독소에 의하여 사멸되는 균주
- resistant strain : 독소에 의하여 사멸되지 않고, 독소를 생산하지 않는 균주

2) Killer Plasmid

- *Saccharomyces* 의 zymocide 생산능력은 killer plasmid에 의하여 결정된다.
- Killer plasmid들은 효모세포 증식과 동조적으로 증식하지만 한 세포에서 다른 세포로 자연적으로 전이 되지 않는다.
- *Kluyveromyces lactis* : zymocide 생산, 두 개의 plasmid RNA가 독소 생산

① MDs(middle size double strands) RNA : 1.1×10^6 dalton

- zymocide 단백질을 code(암호)
- 숙주를 독소로부터 보호하기 위한 면역단백질 code

② Lds(large size double strands) RNA : 2.6×10^6 dalton

- 두 가지 dsRNA를 포장하기 위한 껍질 단백질을 code화한다.

3) 양조산업에서 Zymocide 생산균주의 오염을 방지하기위한 대책

- 철저한 위생관리를 하여 zymocide를 생산하는 야생효모의 오염방지
- 양조효모를 유전적으로 변형시켜 zymocide에 의하여 사멸되는 것을 방지
- 양조용 효모와 zymocide 생산균주의 fusion에 의하여 양조용 killer strain을 개발하여 사용한다.

5. 아황산의 효과(메타중아황산 칼륨(K₂S₂O₃))

1) 방부효과

- * 아황산이 물에 용해되어 유리상태에서 항균력을 나타낸다.
- * 포도주 양조에 유해한 야생효모(*Candida*, *Kloeckera* 등), 곰팡이 및 세균은 아황산에 민감(100 mg/L)하다.

2) 기타효과

- * 아황산은 포도주 중의 **음으로 하전된 콜로이드를 중화**

↓
침전생성이 촉진, 포도주가 청징

- * malo-lactic 발효를 하는 미생물을 억제 → 산도의 감소 방지
- * 이황산은 강산으로 작용하여 **포도주의 산도를 유지**
- * 술덧의 산화 환원전위를 낮추어 **항산화제로 작용**

- ↓
- anthocyan 계 색소의 산화에 의한 퇴색이 억제(적포도주)
 - **산화에 의한 갈변이 억제(백포도주)**

- * 아황산은 anthocyan 계 색소에 대하여 용매로 작용(**적색 색소의 안정화**)

☞ Anthocyanin 색소는 pH에 따라 산성(적색), 중성(보라색 or 자색), 알칼리성(청색)으로 색상이 변한다





보르도 지방의 와인 이름엔 사토.xx라는 말이 많이 들어갑니다. 사토 미고를 예로 들자면 마고는 아파 말한 대로 지역 명칭이고

사토는 프랑스어로 '성'이라는 뜻으로 중세시대 때 성에서 와인을 생산하던 것이 유래가 되어 와인 이름의 품격과 역사를 드높이기 위해 사용 되고 있습니다.



이토록 보르도 지방에서 훌륭한 와인이 생산 되는 이유는 페루아가 와인생산의 최적인 이유도 있었지만.

페루아- 포도 재배에 관여하는 일조량 기온 토질 등 전체적인 환경을 총칭하는 프랑스어



더욱 중요한 것은 400년 동안 이어온 와이너리들의 탐과 노력에 최상 품질의 와인을 생산하게 만드는 원동력 일 것입니다.



이러한 보르도 만의 각별함은 세계적인 평론가 로버트 파커가 보르도 지역에 대해 4000여 페이지의 와인 지침서인 '보르도'를 출간했을 정도 입니다.



보르도 지방의 와인을 마시다 보면 한 병의 와인에는 세상의 어떤 책보다 더 많은 철학이 있다는 격언이 떠오르게 됩니다.

다음시간에는 보르도와 양대산맥이라 불리는 브루고뉴 지방에서 뵈겠습니다

II. 맥주(Beer)

* 보리, 호프, 물을 원료로 하여 제조되는 단행복발효주로서 탄산가스 함유

1. 맥주의 종류

1) 발효에 사용되는 **효모에 따라** :

- 하면발효맥주(독일계) : 발효말기에 효모가 바닥에 가라앉는다.
- 상면발효맥주(영국계) : 발효말기에 효모가 떠오른다.

2) 맥주색의 농도에 따라 **농색맥주와 담색맥주**로 구분

2. 맥주의 제조

* 맥아제조과정 → 맥아즙 제조과정 → 발효과정

1) 맥아제조

- **녹맥아(green malt)** : 발아된 보리
- **배조(kilining)** : 녹맥아의 열처리에 의한 건조(수분함량 2%)
녹맥아의 생장과 용해작용을 정지, 저장성 증가
맥주특유의 향기와 색깔을 부여

☞ **담색맥주용 맥아와 흑색맥주용 맥아의 차이점? : 고온 배조**

2) 맥아즙 제조

- 맥아의 amylase로 전분질을 당화하여 맥아즙을 얻는 공정이다
- amylase의 최적온도는 62-65°C로 하여 맥아즙 제조(dextrin, maltose)
- 온도가 증가하면 dextrin 증가 (maltose : dextrin = 1 : 0.54-0.40)

◎ 호프(hop)의 기능

- 호프 주성분 : 호프수지, 호프유
- 호프수지 : 맥주에 고미성분과 방부력을 부여한다.
- 호프유 : 방향을 부여
- 호프탄닌 : 맥주의 단백질 혼탁방지 작용

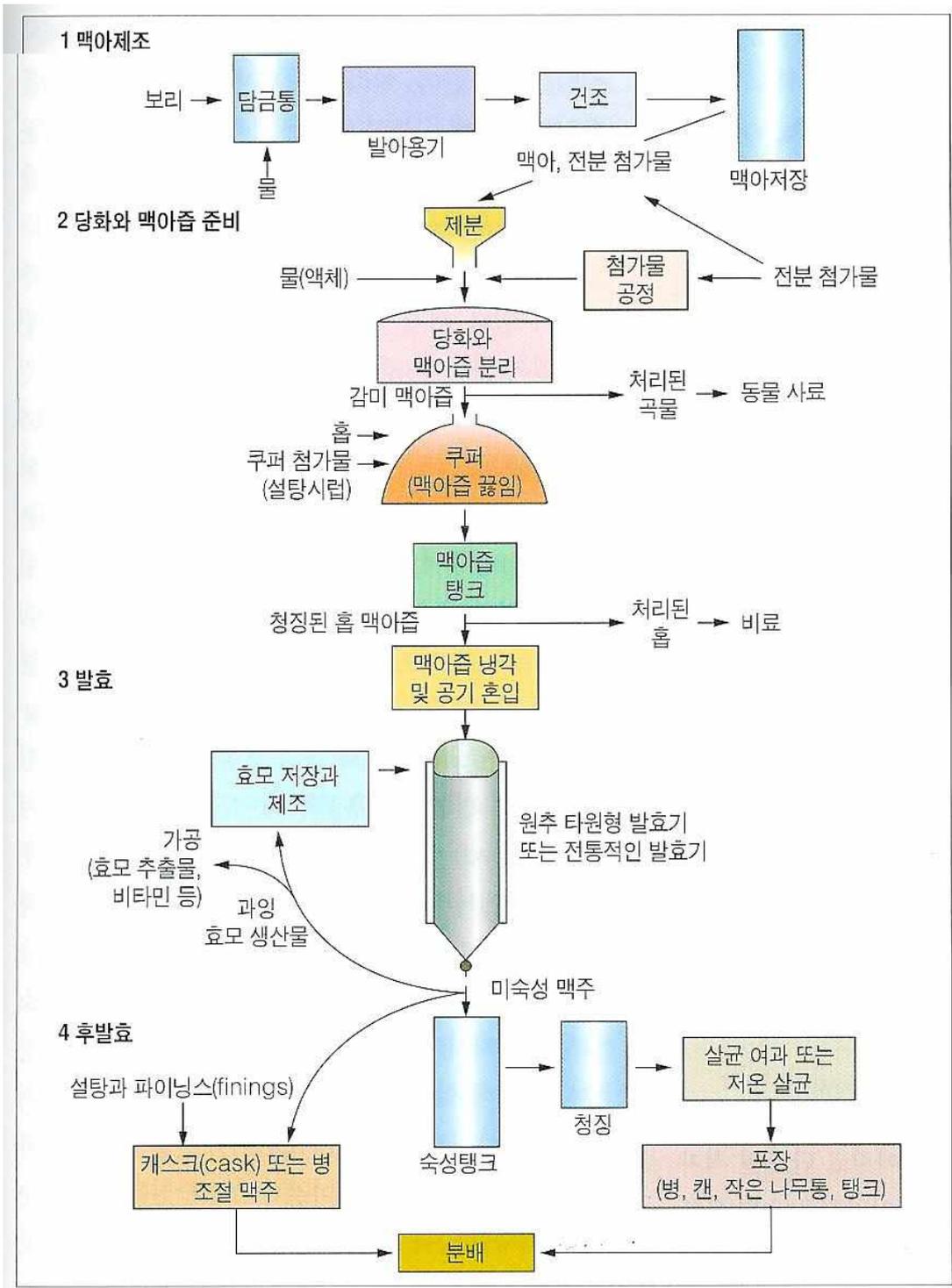
3) 맥아즙의 발효

- 효모첨가 (0.5%, v/v) : 5 L/kl)
- 상면발효맥주 : 15-20°C, 4-6일
- 하면발효맥주 : 5-10°C 10일(주발효) - young beer
0-2°C 30-90일(후발효) - Lager(강압하에서 CO₂ 함유)

☞ **라거(lager) : 후 발효저장을 한 하면발효맥주를 의미한다.**

4) 여과 및 살균

- 생맥주 : 후 발효가 끝난 맥주를 여과한 것
- 병맥주 : 60°C, 20분간 or 70°C, 20초간 살균



3) 맥주효모의 당류 이용

- **sucrose**> **glucose**> **fructose**> **maltose**> maltotriose 순으로 잘 이용
- maltotetraose, dextrin : 잘 이용하지 못함
- maltose, maltotriose : 분해되지 않고 흡수, 맥주 술덧의 주된 당류
- permease : maltose, maltotriose를 세포내로 수송
- 맥주효모 유전자 (Mal1, **Mal2**, Mal3, Mal4, Mal5)
- 술덧에 **glucose** 가 존재 : 맥주의 발효 속도가 지연, 이것은 포도당의 존재가 **maltose**와 **maltotriose**의 세포내로의 흡수를 방해하기 때문이다

4) 맥주효모의 아미노산 이용

- 아미노산 : 효모 증식을 위한 질소원으로 이용, 단백질과 핵산 생합성
- 아미노산 소모는 초기에 많고 후기에는 거의 중지된다.
- 술덧에 가장 풍부한 아미노산 : **proline** (혐기적 조건에서 자화되지 않음)

4. 맥주의 청징 방법

- 1) 저온에 의한 침전법
- 2) 흡착제에 의한 흡착제거
 - 탄닌흡착제 : **insinglass**, **nylon**, **polyvinyl pyrrolidin**
- 3) 효소에 의한 분해법 - 단백질 분해효소 (papain, pepsin)
- 4) 원심분리법
- 5) 여과법

5. 맥주효모가 생산하는 부산물

* **맥주의 향미에 영향을 주는 성분** : 고급알코올, ester류, carbonyl류, 유기산류, 유황화합물, amine류, phenol 류

- 1) 고급알코올 : phenylethanol
 - 사용균주에 따라 생산량이 결정, 발효온도에 영향
 - 아미노산 함량이 낮을수록 : 고급알코올 생성량 증가
- 2) Ester 류 : ethylacetate
 - 효모의 증식이 왕성할 때 많이 생성
 - 발효온도 증가 생성량 증가
 - 산소의 함유량이 낮을수록 생성량 증가
- 3) Carbonyl compounds : acetaldehyde
 - 맥주의 향기에 중요한 성분으로 가장 대표적인 것이 아세트알데히드이다
 - 아세트 알데히드의 생성은 효모균에 따라 영향이 크며, 효모의 투입이 많은 경우, 발효 중 통기량이 많으면 증대,
 - *Zymomonas anaeroba*가 오염 → 생성량 증가

4) Diacetyl :

- 맥주에 좋지 못한 냄새와 맛을 준다.
- ale 에서보다 hop 가 적게 함유된 lager에서 더욱 민감하게 느껴짐
- α -acetolactate \rightarrow diacetyl \rightarrow acetoin
- *Pediococcus*, *Lactobacillus* 오염시 diacetyl 생성량 증가
- α -acetolactate \rightarrow acetoin으로 전환
- 발효초기에 주로 생성, 후 발효에 의하여 제거

5) H₂S

- threonine, glycine을 술덧에 첨가 \rightarrow 황화수소 생성 촉진
- 황화수소의 생성을 억제하기 위해 술덧에 Met의 수준을 높게 유지
- 효모세포가 출아중일 때 황화수소의 생성이 감소

6. 맥주의 품질

1) 맥주의 성분

- * 알코올(2-5%), 탄수화물(2-8%), 조단백질(0.15-0.65%), CO₂(0.3-0.6%), 호프 물질, 유기산 등

2) 품질열화의 요인

① 유해미생물

- 미생물 생육억제 : pH(4.1-4.5), 혐기성상태(CO₂), 호프수지의 항균력
- ***Lactobacillus brevis* : 맥주의 혼탁이나 이취의 원인**
- *L. pastorianus*, *Acetomonas oxydans* : 침전물생성
- *Pediococcus damonosus* : 젖산, diacetyl 생성
- *Acetobacter*, *Acetomonas* : 초산생성(호기적 상태)
- 야생효모

② 산화취와 일광취

- **산화취 : 맥주에 존재하는 산소의 산화작용**
 - 고급알콜, 불포화 지방산, iso- α -acid : 저장 중 산화적으로 분해·생성된 휘발성 알데히드에서 유래
- **일광취 : 맥주를 일광이나 형광에 노출될 때 생성**
 - 냄새의 원인물질 : 3-methyl-2-butene-1-thiol
 - **400-500nm 파장의 빛이 원인**

③ 분출(gushing)

- 순간 돌발적으로 거품이 일어나 급팽창한 맥주가 분출하는 현상
- 산발성(sporadic) : 제조공정의 요인
- 유행성(epidemic) : 수확 시 습해를 받은 보리를 맥아제조의 원료로 사용할 때 발생

III. 청주(Sake)

- * 일본 전통술로서 쌀, 코오지(koji), 물을 원료로 하여 제조하는 병행복발효주
- * 쌀을 곰팡이의 amylase로 당화하여 주모(밑술)를 사용하는 점은 약주의 제조 원리와 동일하다

1. 청주의 원료

- * 쌀 : 현미를 70-80% 정백한 정백미를 사용.
- * 현미는 외층부와 배아에 있는 단백질과 지방이 청주의 색깔과 향미를 나쁘게 하고, 비타민과 회분이 국균과 효모의 증식을 과도하게 하여 양조상 관리가 어렵다.
- * 양조용수 : 무색, 무취로 이미가 없고, 칼륨과 인은 효모의 증식에 필수 유해성분인 철과 망간은 0.02ppm이하, 질산염, 아질산염 및 암모니아가 검출되지 않아야한다.
- * 청주는 수질에 큰 영향을 받음
- * Fe : 청주의 착색을 촉진(0.02 mg/L)
- * Ca, Mg : 정도가 높으면 당화와 발효를 촉진하여 나쁨

2. 청주의 제조과정

- * 코오지(koji) 제조과정, 주모(moto) 제조과정, 술덧(moromi)제조과정

1) 코오지(koji) 제조 : (증미 1kg에 종국 1g을 접종)

- 코오지는 증미에 곰팡이를 번식시킨 것으로 amylase와 protease의 급원이다.
- *Asp. oryzae*는 종국을 만들어 사용한다.

2) 주모 (moto)의 제조

- 주모는 양조효모(*S. cerevisiae*)를 활력이 좋은 상태로 배양해 놓은 것.
즉 술덧을 발효시키는 효모를 확대 배양한 것
- 주모 제조시 잡균의 오염을 방지하기 위해 젖산을 첨가한다.
- 청주용 주모는 젖산을 첨가하는 방법에 따라 생완계(kimoto)주모와 속양계 주모로 구분한다.

3) 술덧(moromi)의 제조

- 술덧은 주모에 술덧(증미, 코지, 용수)을 3차로 나누어 4일간에 걸쳐서 담금한다.
- 첫날 담금을 초침, 셋째 날의 담금을 중침, 넷째 날의 담금을 유침 이라고 한다.

4) 압착, 여과 살균 : 숙성 술덧은 압착, 앙금질, 조합, 살균, 저장 등 상품화공정

- 압착하여 주박을 분리한다.
- 앙금질 : 약 10일간 방치
- 조합 : 알콜도수, 엑기스분, 산도, 아미노산도, 색, 맛, 향
- 살균·저장 : 여과가 끝난 생주 50-60℃, 15분간 살균
- 살균의 목적 : 살균, 효소의 파괴, 향미의 숙성 조절

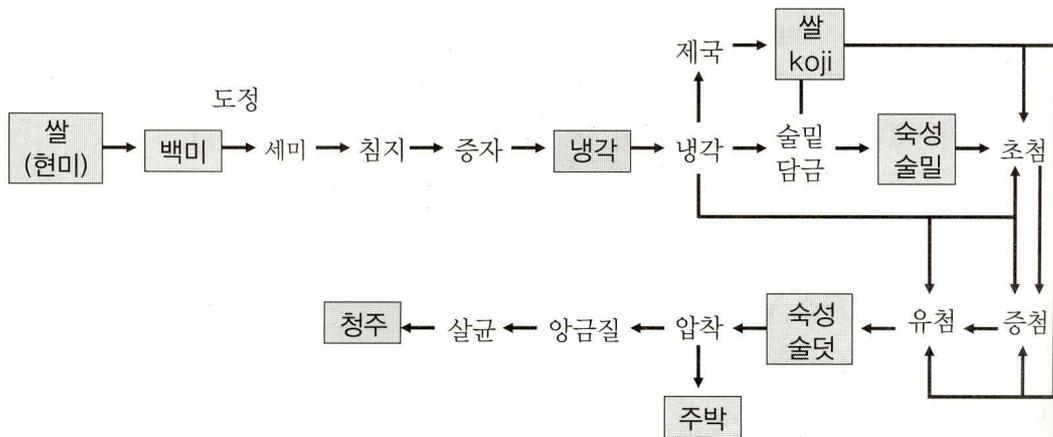


그림 15-2 청주 제조 공정도

3. 청주제조에 관련된 미생물

1) 코지 곰팡이 : *Aspergillus oryzae*

① 코지 곰팡이의 특성 :

- 밤 냄새를 내는 균주, 산화형
- 균사가 길지 않음, 증미에 잘 번식
- amylase 분비력이 강함, protease 분비력이 적절, 향미가 좋은 것
- 비타민, 아미노산, proteolipid 등을 생산 → **청주효모, 젖산균의 증식을 촉진**
- Mevalonic acid는 *Lactobacillus homohiochii*의 생육을 위한 필수비타민

2) 청주효모 : *Saccharomyces cerevisiae*(*S. sake*)

- * *Saccharomyces servisiae* Kyokai No. 6. No. 7
 - 10~12°C의 저온에서 잘 발효, 향기 좋음
- * *Saccharomyces servisiae* Kyokai No. 9. No. 10

3) 세균

① 질산 환원균 : *Pseudomonas, Alcaligenes, Flavobacterium* :

- 질산 → 아질산 : 야생효모의 증식을 저지

② 젖산균 : *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides*

Lactobacillus sake

- 질산 환원균을 도태, 유해 세균의 증식을 억제
- 효모에 의한 에탄올 생산과 더불어 차츰 도태

◎ *Lactobacillus homohiochii* (청주의 변패균)

- 저장중인 청주에 증식하여 백탁과 산패를 유발
- 에탄올(15%이상)에 의하여 증식이 촉진되며 코오지 곰팡이가 생산한 mevalonic acid를 필수비타민으로 요구한다.

IV. 탁주·약주

- * 쌀의 전분을 곰팡이의 효소로 **당화**시키고 효모로 **발효**시켜 알코올을 함유한 술덧을 얻는 병행복발효주이다
- * 탁주는 발효시킨 술덧을 여과하지 아니하고 혼탁하게 제성한 것
발효·제성과정에 법정 첨가물을 첨가한 것으로 알코올분 6도 이상
- * 약주는 약제의 사용과 무관하게 완숙한 술덧을 맑게 걸러서 제품화한 것

1. 탁주와 약주의 제조

- * 증미제조, 발효제 준비, 주모준비, 발효 및 제성

1) 증미제조

- 쌀을 세척하고 2-3시간 침지하여 25-30%의 흡수율이 되게 한다.
- 침지 중 세균의 증식을 억제하기 위하여 **구연산이나 젖산**을 첨가

2) 발효제 준비

- 발효제는 주류제조에 사용되는 효소제품으로 누룩, 입국, 조효소등을 말한다
- 원료중의 전분과 단백질을 분해하여 당과아미노산을 생성한다.

① 누룩(곡자) :

- 거칠게 부순 밀에 물을 가하여 성형한 후 띄운 것
- 곰팡이가 생산한 **amylase**와 **protease**가 다량 함유되어 있다
- 곰팡이 : *Rhizopus*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Absidia*
- 효모 : *Saccharomyces*, *Hansenula*
- 세균 : *Bacillus*, *Lactobacillus*

② 입국

- 쌀 또는 다른 곡물을 증숙하고 종국을 접종한 후 배양
- 고두밥에 백국균을 접종하여 30-35℃에서 40시간정도 띄운다.
- **종국(*Aspergillus awamori* var. *kawachii*)**특성
 - 포자의 색이 초기에는 희고 후기에는 연한 황토색
 - 내산성 당화효소, 구연산을 생산, 탁주에 신맛을 부여
- 입국은 오늘날 탁주양조에 필수불가결한 주발효제가 되고 있다

③ 분국

- 밀기울을 증자하거나 날 것을 약품으로 소독한 것에 균주 접종 배양한 것
- *Aspergillus usamii* mut. *shirousamii*, *Rhizopus japonicus*
- 당화 효소력이 누룩보다 2배 높으며, 내산성이 높아서 탁주 및 약주제조에 사용

3) 제조방법

① 주모

- 양조용 효모를 다량 배양해 놓은 것(술밑, 밑술)
- 술덧의 발효를 영위하는 효모를 확대 배양해 놓은 것
- 종류 : 수국주모, 곡자주모, 속양주모, 대용주모

② 담금(mashing)

- 담금이란 입국과 증자한 원료, 용수, 기타재료를 혼합(술덧)하는 것
- 담금은 2회로 나누어서 한다.
 - 1단 담금 : 술덧을 가끔 저어 주면서 20-24℃로 유지
 - 2단 담금 : 1단 술덧에 증미와 물을 가하여 담금하며 누룩이나 분국을 쓸 경우에는 이때에 첨가한다.
 - 이유 : 효모가 증식할 시간을 주어 **술덧이 항상 높은 효모수를 유지**하게 한다.

③ 발효

- 담금 작업이 끝난 술덧에서는 중요한 두 반응이 동시에 진행된다.
- 하나는 발효제 중의 amylase에 의한 당화작용과, 다른 하나는 효모에 의한 알코올 발효이다
- 2단 담금 후 10시간이 경과한 후 품온이 상승하기 시작하며, 이 때 고루 저어 품온을 균일하게 하여 당화와 효모증식이 촉진되게 한다.

◎ 품온(Temperature of fermenting material) :

- 물질의 내부발열로 외부온도보다 높아진 물질의 온도.
ex) 발효 중 술독의 온도, 저장 중 배추온도

◎ 발효이상

- 감패(sweetification)

- 효소에 의한 당화와 효모에 의한 알코올 생산이 균형 있게 진행(x)
- 발효에 의해서 포도당이 축적되어 삼투압증가로 발효가 중지되는 현상

- 산패(acidification)

- 술덧의 초기산도가 부적절하거나 미생물관리가 미비 할 경우 젖산균의 오염도가 높아지는 것

☞ **원인 - 35℃ 이상의 고온으로 발생 (30 -33℃ 이하 온도로 관리)**

④ 제성(finishing)

- 발효가 끝나 숙성 상태의 술덧으로 제품을 만드는 과정.

- 할수 : 숙성 술덧에 소정의 물을 가하여 교반하는 조작
- 저온살균 : 60℃, 저장성 향상

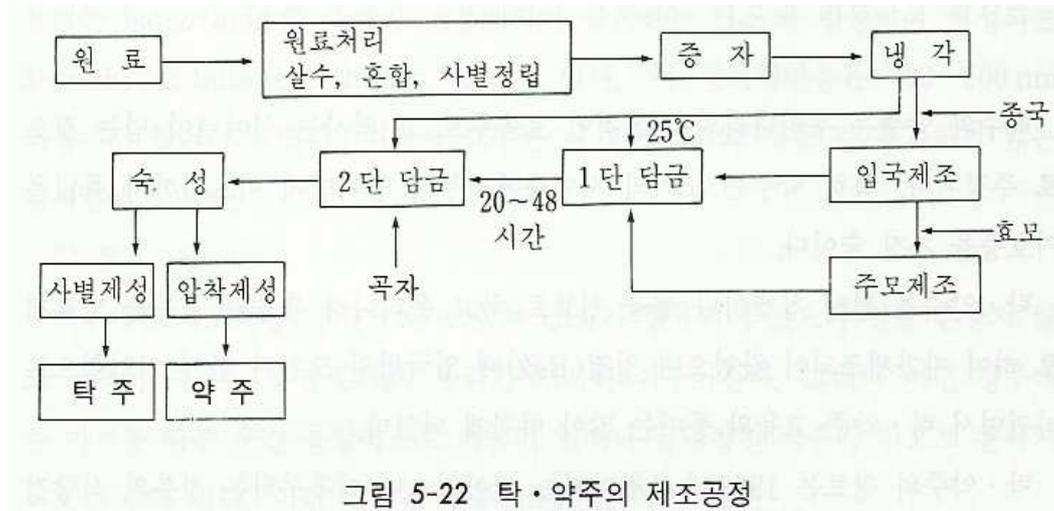
4) 탁·약주의 품질

* 탁주

- 앙금이 쉽게 형성되지 않아야 한다.
- 용존 CO₂ 함량이 높고, 백색, 특유의 향기, 산미가 있어야한다

* 약주

- 담황색, 투명, 순한 향기
- 저온살균에 의해 색이 진해지고 이취가 발생하는 결점이 있음



V. 위스키, 브랜디, 진, 보드카

1. 위스키

- 위스키는 원래 Ale 맥주를 증류하여 조제
- 곡류전분을 발아된 곡류의 효소로 당화하고 효모에 의해 발효시킨 술덧을 증류하여 나무통에서 저장·숙성시킨 증류주
- 종류 : 맥아 위스키(3년 이상 저장), 곡류 위스키(2년간 숙성)
- 위스키의 알코올 농도 : 40 - 52%

2. 브랜디 :

과즙발효액을 증류하여 제조한 증류주로 원료 명에 따라 포도브랜디, 사과브랜디, 체리브랜디 등이 있음

○ 꼬냑(Cognac), 아르마냑(Armagnac) : 포도 브랜디

- 포도주를 2-3회 증류해서 58-60%의 알코올 농도로 만들어 참나무통에 담아 5년 이상 숙성

3. 진(Gin) :

- 라이맥이나 옥수수를 당화용 맥아로 당화한 다음 발효시켜 곡류위스키로 만든 다음 노간주나무 열매를 넣고 다시 증류하여 제조
- 알코올 함량 37-50%이고 숙성 시키지 않는다.

1) 드라이 진 : 설탕을 첨가하지 않은 것

2) 스위트 진 : 드라이 진에 설탕(2-4%)과 글리세린(12.5%)을 첨가한 것

4. 보드카(Vodka) :

- 라이맥이나 보리를 원료로 하여 만든 곡류 위스키나 40%로 희석한 중성 알코올을 자작나무 숲에 통과시켜 정제한 후 조미하여 만든 술
- 알코올 함량은 45-58%이고 무색투명하며 칵테일 베이스로 많이 이용