

탁·약주개론

Makgeolli and Yakju :
Science and Application

김계원 · 김재호 · 노봉수
안병학 · 여수환 · 조호철

농림수산식품부
수 학 서

저자소개

김계원

서울대학교 농업생명과학대학 농화학과 학사
서울대학교 대학원 농화학과 석사·박사
동아제약(주) 연구본부 수석연구원
국순당 연구소장
현재 한경대학교 부교수

김재호

배재대학교 유전공학과 학사
배재대학교 대학원 유전공학과 석사
배재대학교 대학원 생물학과 박사
배상면주가 연구원, 품질보증팀장, 공장지원팀장
현재 한국식품연구원 우리술연구센터 선임연구원

노봉수

서울대학교 농업생명과학대학 식품공학과 학사, 석사
University of California, Davis 식품공학과 석사, 박사
현재 국립농산물품질관리원 시험연구소 자문교수
한국식품과학회 부회장, 양조분과위원장
서울여자대학교 식품공학과 교수

안병학

동국대학교 식품공학과 학사
동국대학교 대학원 식품공학과 석사, 박사
한국식품개발연구원 품질규격연구본부 본부장
한국식품연구원 전통식품연구단 책임연구원
현재 한국식품연구원 우리술연구센터 센터장

여수환

오사카대학 대학원 발효공학전공 공학박사
오사카대학, 한국생명공학연구원, 경남대 Post-doc 및 연구교수
현재 농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부 발효이용과
대한민국 전통주 품평회 추진위원 및 심사위원
한국식품연구원 술 품질인증 관능품질 전문위원

조호철

건국대학교 산업대학원 와인학 석사
주류제조관리사 자격취득
조호철의 酒이야기(www.proof.pe.kr) 운영
전통주 만들기(cafe.daum.net/homebrewing) 운영
현재 국제청주류면허지원센터 근무
저서 우리술 빚기, 나만의 맥주 만들기, 100가지 술 담그기,
와인 가이드 & 홈메이드 와인

감수 정동호

중앙대학교 명예교수

이철

고려대학교 생명과학대학 식품공학부 교수

신우창

국순당 연구소장

송상훈

CJ A팀 팀장

이 책은 농림수산식품부의 우리술 산업육성지원사업으로 제작되었습니다.

학.약주개론

이 책은 농림수산식품부의 우리술 산업육성지원사업으로 제작되었습니다.

약·약주개론

Makgeolli and Yakju :
Science and Application

김계원 · 김재호 · 노봉수
안병학 · 여수환 · 조호철

농림수산식품부
수 학 서



머리말

최근 막걸리가 선풍적인 인기를 끌면서 우리 술에 대한 관심이 높아지자 우리 술을 어떻게 만드느냐가 호기심의 대상이 되고 있다. 하지만 막걸리로 불리는 탁주를 비롯하여 약주 등에 관해 다룬 책자가 부족하고, 과학적인 원리와 근거를 바탕으로 다룬 안내서가 거의 없었다. 이에 우리 술에 대해 깊이 있게 다룬 전문도서의 필요성을 느낀 농림수산 식품부가 중심이 되어 한국식품과학회 양조분과위원들과 함께 이러한 문제들을 해결해 보고자 하였다.

이 책을 집필한 분들은 현장에서 술 만드는 일에 오랫동안 종사해왔거나, 좋은 술의 품질을 인증해주는 일을 해왔거나, 술의 원료 중 가장 중요한 누룩에 관해 연구해왔거나, 오랫동안 전통주를 비롯한 다양한 술에 관해 연구해온 분들이다.

이러한 분들이 모여 탁주는 물론 약주와 다양한 약재가 함유된 술을 만드는 데 필요한 지식과 노하우를 정리해 현장에서 바로 활용할 수 있는 안내서를 만들어보고자 하였다. 집필진은 또한 국제청 주류면허업무를 수행하면서 부딪치는 다양한 문제를 해결한 경험을 바탕으로, 공장을 설립해 인허가를 받거나 새로운 제품을 만들어 국제청의 허가를 받는 데 필요한 각종 업무를 어떻게 진행해야 하는지 하나하나 자세히 설명하여 누구나 쉽게 일을 해결할 수 있도록 하였다.

국가 경쟁력의 발전은 식품산업의 발전으로 이어져 결국 우리 술의 경쟁력까지 높아진다. 이에 따라 좀 더 체계적이고 전문적인 실용서를 제공함으로써 우리 술 산업 발전에 조금이나마 보탬이 되고 탁·약주 분야에서 최고의 책을 만들려고 노력하였으나 부족한 점이 많다. 여러분의 아낌없는 충고와 질책이 있기를 바란다.

길이 남을 좋은 책을 만들어야 한다고 강조하시면서 기꺼이 감수에 참여하신 정동호 교수님, 이철 교수님, 국순당 연구소장 신우창 박사님, CJ의 막걸리팀장 송상훈 박사님에게 진심으로 감사드리며, 수학사 이영호 사장님과 편집업무에 노고가 많았을 편집부 여러분에게도 감사 인사를 전한다.

2012년 6월

저자 일동

일/ 러/ 두/ 기

이 책의 용어 사용은 한국식품과학회의 『식품과학사전』(2012)에 따라 표기하였습니다. 다만, 법령에서는 법령에 표기되어 있는 대로 두어 법령의 내용을 그대로 전달하고자 하였습니다.

[예]	식품과학사전	법령
	석신산	호박산
	소브산	소르빈산
	슈크랄로스	수크랄로스
	아세설팜케이	아세설팜칼륨
	알데하이드	알데히드
	에스터	에스테르

CHAPTER 1

탁·약주 제조의 변천사

1. 술의 유래	14
1) 술의 어원	14
2) 신화·전설에서 본 술	15
2. 탁·약주 제조의 변천사	16
1) 고대의 술	17
2) 삼국시대	18
3) 고려시대	19
4) 조선시대	21
5) 일제강점기	23
6) 현대	26
3. 동서양 술의 기원	27
1) 중국 술의 기원	27
2) 일본 술의 기원	27
3) 맥주의 기원	28
4) 포도주의 기원	28
5) 위스키의 기원	29

CHAPTER 2

원료

1. 쌀 ————— 33
 - 1) 쌀의 재배 • 33
 - 2) 쌀의 이화학적 특성 • 33
 - 3) 쌀의 양조적성 • 37
2. 밀 ————— 39
 - 1) 밀의 형태와 구조 • 39
 - 2) 밀의 이화학적 특성 • 40
3. 기타 원료 ————— 41
 - 1) 옥수수 • 41
 - 2) 보리 • 42
 - 3) 전분당 • 43
4. 물 ————— 45
 - 1) 양조용수 • 45
 - 2) 수질과 주질 • 46
 - 3) 경도 • 47
 - 4) 무기성분이 양조에 미치는 영향 • 48
 - 5) 양조용수의 처리 • 50
 - 6) 양조용수의 관리 • 52
5. 국(麴) ————— 52
 - 1) 누룩 • 52
 - 2) 입국 • 60
 - 3) 조효소제 • 71
 - 4) 정제효소제 • 72
6. 효모 ————— 76
 - 1) 효모의 일반성상과 종류 • 76
 - 2) 효모세포의 구조와 특징 • 77
 - 3) 효모의 증식 • 80
 - 4) 탁주효모의 특징 • 81
7. 발효 ————— 82
 - 1) 발효의 원리 • 82
 - 2) 주요 발효 부산물 • 85
 - 3) 발효 중의 이화학적 변화 • 85

CHAPTER 3

탁 · 약주와 청주 제조

1. 원료 전처리 ————— 92
 - 1) 원료 반입과 저장 • 92
 - 2) 쌀의 원료처리 • 94
 - 3) 밀가루의 원료처리 • 105
 - 4) 보리쌀의 원료처리 • 106
 - 5) 옥수수의 원료처리 • 107
2. 밀술(酒母, 술밑) ————— 107
 - 1) 밀술 제조 원리 • 107
 - 2) 밀술설비 • 108
 - 3) 밀술의 종류 • 109
 - 4) 밀술의 품질 • 120
3. 탁주의 제조 ————— 121
 - 1) 제조계획 • 121
 - 2) 탁주 제조의 기본공정 • 125
 - 3) 탁주 제조방법 • 127
 - 4) 입국술덧 제조공정 • 138
 - 5) 제성과 병입 • 152
 - 6) 다양한 탁주 제조법 • 160
4. 약주의 제조 ————— 177
 - 1) 약주의 유래 • 177
 - 2) 약주의 원료 • 179
 - 3) 약주의 분류 • 181
 - 4) 약주의 제조기술 • 183
5. 청주의 제조 ————— 196
 - 1) 청주의 유래 • 196
 - 2) 청주의 정의 • 196
 - 3) 원료와 규격 • 197
 - 4) 청주 제조기술 • 197
 - 5) 발효공정 • 200
 - 6) 술덧의 품질관리 • 203
 - 7) 숙성 • 206
 - 8) 살균 • 215
 - 9) 제성 • 218
 - 10) 여과 • 220
 - 11) 병입 공정 • 225
6. 탁주의 성분과 효능 ————— 226
 - 1) 탁주의 성분 • 226
 - 2) 탁주의 효능 • 228

CHAPTER 4

품질과 안전위생관리

- 1. 품질관리 ————— 236
- 2. 관능평가 ————— 243
- 3. 안전위생관리 ————— 247
 - 1) 제조장 일반위생관리 • 247
 - 2) 제조공정별 위생관리 • 251
 - 3) 작업자 위생관리 • 253
 - 4) 세정과 살균 • 255

CHAPTER 5

환경과 폐수

- 1. 탁·약주 제조회사의 폐수처리 ————— 263
 - 1) 폐수처리방법의 종류 • 264
 - 2) 미생물에 의한 유기물 분해법 • 265
 - 3) 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률과 환경관련법 • 270
- 2. 폐수처리 시 수질분석 ————— 271
 - 1) 용존산소 • 271
 - 2) 생화학적 산소요구량 • 272
 - 3) 질소성 산소요구량 • 273
 - 4) 화학적 산소요구량 • 273
 - 5) 총질소 • 273
 - 6) 총인 • 274
 - 7) 수소이온농도 • 274
- 3. 폐기물관리 ————— 275
 - 1) 폐기물과 자원순환 시스템의 문제 • 275
 - 2) 폐기물과 무배출 • 276
 - 3) 폐기물 관리방향과 역할 • 277
 - 4) 폐기물관리법 • 277

CHAPTER 6

주류관련 법규와 제도 해설

1. 주세법 ————— 282
 - 1) 주세의 의의와 특징 • 282
 - 2) 주세법의 연혁 • 283
 - 3) 주류 및 용어의 정의 • 284
 - 4) 주류의 종류 • 285
 - 5) 주류의 규격 • 296
 - 7) 주류의 제조면허제도 • 301
 - 8) 면허 후 행정절차 • 308
 - 9) 주류판매면허 • 313
 - 10) 주류의 판매 • 313
 - 11) 주세의 부과 · 징수 • 316
 - 12) 종가세 과세방법 • 318
 - 13) 주세의 납부 • 318
 2. 식품위생법 ————— 322
 - 1) 식품위생법의 의의와 특징 • 322
 - 2) 주류의 규격 • 323
 - 3) 주류의 유통기한 • 331
 3. 전통주 등의 산업진흥에 관한 법률 및 술 품질인증제도 — 356
 - 1) 법률 · 시행령 · 시행규칙 전문 • 356
 - 전통주 등의 산업진흥에 관한 법률 356
 - 전통주 등의 산업진흥에 관한 법률 시행령 366
 - 전통주 등의 산업진흥에 관한 법률 시행규칙 370
 - 2) 술 품질인증제 • 376
 - [별첨1] 술 품질인증기준 384
 - [별첨2] 품질인증 신청서 412
 - [별첨3] 식품위생법 및 주세법에 관련된 기준 등 자료 414
- 주류 용어 426
 - 참고문헌 432
 - 찾아보기 436



CHAPTER 1

탁·약주 제조의 변천사

술의 유래 / 탁·약주 제조의 변천사 / 동서양 술의 기원



탁·약주 제조의 변천사

인간이 언제부터 술을 빚기 시작했는지 정확히 알 수는 없다. ‘술의 역사는 곧 인류의 역사’라고 할 만큼 술은 인류와 오랜 역사를 함께했다. 그 기원을 살펴보면, 원숭이가 과일로 만들어진 천연 과일주를 우연히 발견하였고, 이를 유심히 관찰하던 인간이 과일주를 마시기 시작하였다는 설이 가장 유력하다. 이러한 천연 과일주는 과일에 함유되어 있는 당분이 자연에 존재하는 효모와 만나 발효된 술이었다. 천연 발효주 이후 처녀들이 입으로 곡물을 씹어 빚은 ‘미인주’와 말의 젖으로 만든 ‘마유주’ 등이 있었다.

처음에 술이 어떻게 만들어졌으며 술의 어원은 무엇인지, 우리나라에서는 탁주와 약주를 언제부터 마셨는지 알아보기 위해 고대부터 삼국시대, 고려시대, 조선시대, 일제강점기를 거쳐 현대에 이르기까지 술의 변천과정을 살펴보고자 한다.¹⁾

1. 술의 유래

1) 술의 어원

술 주(酒)자는 익을 유(酉)자에서 나왔는데 밑이 뾰족한 항아리 모양의 상형문자에 물

1) 탁·약주 제조의 변천사 ‘서론’ 부분과 ‘3. 동서양 술의 기원’은 농촌진흥청 여수환 님이 쓴 글이다.

수(水)자가 첨가되어 삼수변에 익을 유자로 합성되었다고 한다. 고대 이집트에서 포도주 저장용기로 사용한 암포라같이 중국의 술항아리도 밀이 뽕죽했던 것 같다. 우리나라의 빗살무늬토기 중에도 밀이 뽕죽한 것이 발견되는데 술 빚는 데 사용한 것 같다. 중국에서는 술을 빚는 원료(물), 형상(액체: 수), 그릇 등을 술의 어원으로 삼았다.

이에 비하여 우리나라에서 ‘술’이라는 말은 술의 특성을 살펴서 지은 것 같다. 첫째, 술이 목으로 술술 넘어간다는 뜻에서 술이라고 이름 지었다는 설이 있다. 둘째, 술의 어원은 술을 마셨을 때 느낌을 나타낸 것에서 온 것 같다. 『조선관역어(朝鮮館譯語)』에는 술을 ‘수본(數本)’으로 표기하였다. 조선시대 한글 문헌에는 술이 ‘수울’ 혹은 ‘수을’로 기록되어 있고, 이 수블은 ‘수블>수울>수을>술’로 음이 변형되어왔음을 알 수 있다. 여기서 ‘수블’의 의미는 술을 마셨을 때 취기가 오르는 상태가 불을 켜 것같이 얼굴에서 열이 나는 것을 표현한 것이 아닐까? 즉, 물 같은 액체를 마셨는데 불 같은 느낌이 나므로 ‘수블’이라 한 것으로 보인다.

알코올을 한자로는 주정(酒精)이라 하고 영어로는 스피리츠(spirits)라 하는데, 이는 술이 정신작용에 영향을 준다는 뜻에서 유래한 것임을 알 수 있다. 한글에서 술의 어원이 수블이라면 술이 정신작용에서 기인한다는 추론과 맥을 같이한다고 볼 수 있다.

2) 신화 · 전설에서 본 술

전설에 술이 등장하는 것을 보면 술이 생성된 시기는 인류가 출현하기 이전이었을 것으로 짐작된다. 술은 자연 발생적으로 생겨났을 것이다. 태곳적 원시림의 과일나무 밑에 조그만 웅덩이가 하나 있었다. 무르익은 과일이 하나둘 떨어져 이 웅덩이에 쌓이고, 쌓인 과일들이 문드러지면서 웅덩이엔 과즙이 괴었다. 여기에 나뭇잎이 떨어져 덮였다. 그러자 효모가 번식하게 되고 마침내 발효가 일어났다. 효모는 과일껍질, 흙, 물, 공기 어디에나 있으니 말이다. 이 효모에 의해 알코올 발효가 일어나 술이 빚어졌다. 오가던 동물들이 마른 목을 축이느라 웅덩이에 끈 물(액체)을 마시게 되었다.

영리한 원숭이들이 우연히 이 액체를 마시고 황홀감에 도취되었다. 그 맛을 잊지 못한 원숭이들은 나무 등치나 움푹 파인 바위에 과일을 쌓아두어 술을 만들었다. 일본의 철학자 시미즈(清水)는 젊은 시절 산속에서 수도하다가 원숭이와 사귀게 되었다. 하루는 원숭이를 따라갔다가 원숭이들이 움푹 파인 바위에 과일 등을 이용해 술을 만들어놓

고 마시며 노는 것을 보았다.

수렵시대 사람들은 이와 같은 방식으로 과실주를 만들었을 것이고, 유목시대에는 가축의 젖을 자연 발효해 젖술을 만들었을 것이다. 농경시대에 접어들면서 인류는 곡물을 이용하여 술을 만들게 되었다. 그렇다면 농경시대 사람들은 곡물을 어떻게 당화시켰을까? 입으로 씹었을 것이다. 이는 가장 원시적인 당화법이다. 이는 최근에도 아프리카, 남양군도 등 미개사회에서 발견되고 있다. 고대 중국에도 예쁜 처녀들에게 쌀밥을 씹게 해서 당화시킨 후 술을 빚었다는 이른바 ‘미인주’에 관한 기록이 있다.

고려시대 『제왕운기(帝王韻記)』 동명성왕 건국담에는 술에 관한 전설이 기록되어 있다. 하루는 천제의 아들 해모수(解慕漱)가 지상에 내려와 놀다가 연못가에서 물의 신인 하백(河伯)의 세 딸을 만난다. 그녀들의 미모에 취해 사랑에 빠진 해모수는 그녀들의 마음을 사로잡기 위하여 술을 권한다. 그 술을 기꺼이 받아 마신 큰딸 유화(柳花)는 술에 취해 수궁으로 돌아가기를 거부한다. 마침내 해모수와 하룻밤 달콤한 사랑을 나눈 유화는 열 달 뒤 커다란 알을 낳는데 그 알에서 나온 것이 주몽(朱蒙)이다. 주몽이 바로 나중에 고구려를 건국한 동명성왕(東明聖王)이다. 이 신화를 보면 한반도에는 이미 삼국시대 이전에 술이 있었다는 것을 알 수 있다.

2. 탁·약주 제조의 변천사

탁·약주로 대표되는 전통주는 찹쌀이나 멥쌀을 주원료로 한다. 여기에 누룩을 발효제로 넣고 부원료로 약재류, 과실류 등을 첨가해 각기 독특한 방법으로 양조했다. 모두 누룩을 넣어 만들었으니 누룩 제조가 전통주 제조의 핵심이라 할 수 있다.

누룩은 일종의 미생물 덩어리이다. 원료는 주로 밀(소맥)이고 그 밖에 보리, 옥수수, 콩, 팥, 귀리 등을 섞어 만들기도 한다. 지역 풍토와 기후에 따라 형상, 크기, 품질 등이 독특한데, 누룩의 지름이 너무 작거나 두께가 얇으면 수분이 쉽게 발산되어 숙성이 제대로 안 되고, 너무 두꺼우면 습도가 지나치게 높아지거나 통기가 어려워 미생물이 잘 생육하지 않아 역가도 낮고, 향미도 좋지 않게 된다. 결국 누룩의 독특한 형태에는 주위 환경에 따라 미생물이 잘 생육할 수 있는 최적의 조건을 찾은 선조들의 지혜가 담겨 있다고 할 수 있다.

탁주와 소주 양조에는 밀을 거칠게 빻아서 만든 조곡을, 약주 양조에는 밀을 곱게 빻아 만든 분곡 또는 밀기울이 포함되지 않은 백곡을 사용했다. 이러한 누룩이 일본의 코지와 다른 점은 곡류를 조분쇄한 뒤 살균하지 않은 생전분을 그대로 자연 발효상태에서 제조하기 때문에 곰팡이, 효모, 세균류 등 다양한 미생물이 존재함으로써 곰팡이에 의한 전분의 당화력과 효모에 의한 알코올 발효능을 동시에 지녀 누룩 단독으로 전통주를 제조할 수 있다는 것이다.

이러한 누룩의 당화력을 담당하는 미생물은 원료와 공기 중에 있는 누룩곰팡이(*Aspergillus*속), 거미줄곰팡이(*Rhizopus*속), 털곰팡이(*Mucor*속), 빨강곰팡이(*Monascus*속) 및 푸른곰팡이(*Penicillium*속) 등이며, 여러 종류의 사카로미세스(*Saccharomyces*속)가 알코올 발효에 관여한다.

술을 빚으려면 먼저 곡물에 함유된 전분을 당으로 분해해야 하는데, 누룩에는 당화효소가 듬뿍 들어 있어 술밥을 당화한다. 누룩은 꼬들꼬들한 밥을 흐물흐물하게 죽처럼 만들고 마침내 액체 상태로까지 변화시킨다. 요즘이야 당 분해효소가 많이 개발되었고, 기술도 발전해 곡물을 당화하기가 쉽지만, 예전에는 어떻게 해서 누룩을 만들었는지 놀랍기만 하다.

누룩에 들어 있는 효모는 당을 분해해 알코올 발효를 일으킨다. 누룩은 당화와 발효를 동시에 일으킬 수 있는 일종의 미생물 군집체이므로 예로부터 주모나 술꾼들이 애지중지한 신비의 물건이었다. 술이 다 익으면 액체(술)와 고체(술지게미, 酒粕)로 나뉘는데 액체를 분리하기 위해 일종의 체에 해당하는 용수를 박는다. 이 용수에는 맑은 술이 고이는데 이것이 약주(藥酒)이다. 특권층이나 특별한 날을 제외하고는 양반을 비롯한 모든 백성이 막걸리를 주로 마셨다.

1) 고대의 술

우리나라는 중국의 영향을 받아 곡주제조에 국과 얼을 사용했을 것이다. 『서경(書經)』 「설명편(說命篇)」에는 술을 만들 때 국얼(麴蘖)을 쓴다 하였는데 국(麴)은 누룩을 지칭한 것이고 얼(蘖, 그루터기에 돋은 싹)은 엿기름(보리를 침지하여 싹이 나게 한 맥아)을 가리키는 것이다. 고대부터 술을 만드는 데 누룩과 곡아(곡식의 싹)를 사용하였음을 알 수 있다. 그러나 누룩에는 당화효소와 함께 효모가 다량 존재하므로 술빚기가 편

리하여 지속적으로 발전해왔다. 강원도, 이북지역에 전승된 제조법 중에는 엿기름을 이용하는 술 양조법이 많이 소개되어 있다. 누룩의 변천은 우리나라 주류의 변화를 주도하였다.

고대 누룩은 중국의 영향을 받아 만들었을 것이다. 누룩 제조법이 상세하게 기록된 최초의 서적은 북위(6세기경) 때 북양태수였던 가사협(賈思勰)이 지은 농서『제민요술(齊民要術)』이다. 『제민요술』에서는 누룩을 떡처럼 성형된 병국(駢麴)과 흩임누룩인 산국(散麴)으로 나누었다. 병국은 밀을 뺏아서 물을 약간 뿌린 뒤 뭉쳐서 만든 막누룩을 말한다. 여기에서 분국은 볶은 밀을 가루 낸 것인데 신국(神麴) 발효력의 반박에 되지 않는다. 신국은 볶은 밀, 전밀, 생밀을 가루 내어 각각 같은 양을 섞어 쓴다. 신국에는 반드시 생밀이 들어가 누룩곰팡이가 쉽게 번식하나 오염되기 쉬워 만들기가 까다롭다. 곰팡이 균사를 공급하기 위해 도꼬마리, 보릿짚, 뽕나무잎을 누룩에 덮었다. 물 대신 뽕나무잎, 쭉 등을 달인 즙으로 반죽하기도 했다.

산국은 곡물 낱알이나 곡분으로 만든 것으로 성형하지 않고 흩어져 있는 누룩을 말한다. 산국은 다시 황의(黃衣)와 황증(黃蒸)으로 나뉘는데, 황의는 밀알을 침지한 뒤 꺼내서 두 치 두께로 펴놓고 물엿새나 도꼬마리(혹은 독고마리) 같은 식물의 잎으로 덮은 다음 7일이 지나 포자가 노랗게 덮이면 꺼내서 햇볕에 말려 쓴다. 황증은 거칠게 뺏은 밀가루를 찌서 식히고 손으로 덩어리를 부수어 띄우는 데 7일 정도 걸린다. 오늘날 중국, 우리나라에서도 흩임누룩 방식을 많이 사용한다. 『제민요술』은 농업 분야를 다룬 방대한 저술로 중국과 우리나라 삼국시대의 술 제조법에 많은 영향을 주었을 것이다.

2) 삼국시대

고구려 건국 이야기에 술이 등장하고, 『삼국사기(三國史記)』 「대무신왕편」에 지주(旨酒) 이야기가 나온다. 『삼국지위지동이전(三國志魏志東夷傳)』을 보면 동이족의 무천, 영고, 동맹 등 제천행사에서 ‘주야음주가무(晝夜飲酒歌舞)’를 하였다는 기록이 있다. 중국 당나라 때 수필집 『유양잡조(酉陽雜俎)』 「주식편」에 낙랑주법이란 말이 나오는데 낙랑시대에 누룩이 체계적으로 보급된 것을 말해준다.

8세기 때 저술된 일본의 『고사기(古事記)』 「응신 천황편」에 따르면 백제의 누룩과 술을 빚는 법이 일본에 전해졌다. 이는 백제의 술 빚는 기술이 그만큼 발달했다는 것을 입

증하는 것이다. 백제의 개로왕(455~475)은 고구려 첩자인 승(僧) 도림(道琳)의 꾀에 빠져 술에 도취했고, 무왕(600~641) 역시 술에 빠져 있는 사이 나라의 기둥이 썩어 들어갔다.

백제는 쌀농사가 발달해 의자왕의 전설처럼 술을 많이 빚은 것 같다. 의자왕(641~660)은 부왕이 놀던 사비하(泗沘河, 백마강)에서 국운이 기울어가는 것도 모르고 술과 궁녀에게 묻혀 망국을 재촉하다 마침내 신라와 당의 연합군에게 항복하였다. 당나라 시인 이상은(李商隱)이 “일잔 신라주준 신평역소(一盞 新羅酒浚晨悤易銷): 한 잔의 신라주의 취기가 새벽바람에 사라질까 두렵구나”라고 읊은 것을 보면 신라의 술 빚기 기술이 발달했던 것 같다. 신라시대에는 김유신과 천관녀의 전설에서 보듯 술집이 상업화된 것 같다.

3) 고려시대

고려시대 전기에는 송나라와 활발히 교류해 문물교환이 활발했고, 후기에는 원나라의 침공과 주둔으로 원의 영향을 많이 받았다. 송나라 때 사신 서궁(徐兢)이 지은 『선화봉사 고려도경(宣和奉使高麗圖經)』에는 고려의 풍속이 상세히 기록되어 있는데, “고려에는 찹쌀이 없어서 멥쌀과 누룩으로 술을 빚는다. 그 색깔이 짙고 맛이 독하여 쉽게 취하고 쉽게 깬다(高麗國無糯米而稭合麵而成酒色重味烈易醉易速醒)”라고 고려의 술에 대하여 적었다. 송·원대를 통하여 중국에는 찹쌀술이 있었으나 고려 때는 중국 강남의 영향을 받아 멥쌀로 술을 빚은 것이 서궁의 눈에 특이하게 비친 것 같다. 또 ‘술의 맛이 독하여 쉽게 취하고 빨리 깬다’고 하였다. 당시 알코올 도수는 중양법, 삼중법 등 여러 차례 덧술을 해서 도수를 높였는데, 이 방법도 송나라에서 도입된 것으로 보인다.

다른 부분에서는 “왕이 마시는 술은 양온서(良醞署)에서 다스리는데 청주와 법주 두 가지가 있어서 질항아리에 넣어 명주로 봉해서 저장해둔다(王之所飲日良醞左庫淸法酒亦有二品貯瓦尊而黃絹封之)”라고 하였다.

『고려도경』에서는 “고려 사람들은 일반적으로 술을 즐긴다. 그러나 서민들은 양온서에서 빚는 좋은 술은 얻기 어려워 맛이 박(薄)하고 빚깔이 짙으며, 마셔도 별로 취하지 않는 술을 마신다”라고 하였다. 이렇듯 서민들은 막걸리를 마셨을 것으로 보인다.

고려시대 정사를 기록한 『고려사(高麗史)』에 보면 문종(1046~1082) 때는 양온서를

두고 국가의 의식용 술을 빚었다고 하였다. 고려시대에는 종묘 제사에 쓰는 등 관용 농후주를 법주라고 불렀던 것 같다. 그리하여 『제민요술』과 『북산주경(北山酒經)』에 나오는 법주가 고려시대에는 체계적으로 전파된 것으로 보인다.

고려시대에 술을 의인화하여 쓴 글로는 임춘의 『국순전(麴醇傳)』과 이규보의 『국선생전(麴先生傳)』이 있다. 여기서 국은 술을 만드는 누룩을 지칭한다. 『국선생전』에 ‘주중청자위성인(酒中淸者爲聖人, 술 중에 청주는 성인이다)’이라고 기록된 것으로 보아 청주가 고급 술로 여겨졌음을 알 수 있다. 고려시대에는 포도주 등 과일주가 송나라와 원나라에서 유입된 것 같으나 문헌에는 나타나지 않는다. 송나라 때의 『북산주경』에서는 쌀, 누룩에다 포도즙을 넣어서 포도주를 빚는다고 하였다. 소동파(蘇東坡)의 『동파주경(東坡酒經)』에 나오는 포도주도 누룩, 밥, 포도즙으로 빚는다고 하였다. 또 그의 시(詩)에 나오는 밀감주도 이와 유사하다.

원나라의 침공과 함께 소주가 전파된 때는 충렬왕 3년(1277)으로 볼 수 있다. 고려를 지배하게 된 몽골은 일본 침략을 위한 병력 일부와 군선, 군량 등을 고려에서 제공하라고 강요하였다. 전초기지를 제주도, 병참기지를 안동과 개성에 둔 몽골군은 소주를 술병에 넣어 옆구리에 차고 다니며 마셨다. 이 고장에서는 소주를 만들어 몽골군에게 보급하면서 그 전통으로 안동소주, 개성소주가 유래하게 되었다. 소주류에는 1차 증류주인 소주, 2차 증류주인 감홍로(甘紅露) 등이 있다.

『고려사』 충렬왕 22년(1296)조에 따르면 중국에 간 세자(世子, 忠宣王)에게 원나라 태후는 양 700마리와 술 500항아리를 내리고 잔치를 베풀었다. 이때 몽골의 술이 나왔는데 양의 젖을 발효해 만든 양주(洋酒)와 말의 젖으로 만든 마유주였다. 충렬왕 비 제국공주(齊國公主)가 고려 궁중으로 들어와 잔치를 베풀 때 몽골식 양주와 마유주를 사용하였다. 이로써 양주나 마유주가 고려에 알려져 고려 일부에서도 이를 음용했음을 알 수 있다.

고려 고종 때 학자 이규보(1168~1211)가 지은 『동국이상국집(東國李相國集)』은 시문집이다. 여기에 ‘백주시일수(白酒詩一首)’라는 시가 있는데, “젊을 때는 백주를 즐겨 상음(常飲)하였으나 벼슬길에 오르고는 청주를 마시게 되었다. 청주가 없을 때는 부득이 백주를 마시는데, 위에 차서 배가 부르니 불쾌하다”라고 하였다. 여기서 백주가 오늘날의 탁주인 것을 알 수 있다. 또 “발효된 밀술은 압착하여 맑은 청주를 얻는데 겨우 4~5병을 얻을 뿐이다(新醪壓罷強澄清所得難過四五瓶)”라고 한 시가 있는데, 여기서

밑술을 압착해 청주를 얻었음을 알 수 있다. 그러나 용수를 박아서 떠냈는지 주머니에 넣어 압착했는지는 알 수 없다.

고종(1213~1259) 때 한림학자들의 문집이라고 알려져 있는 『한림별곡(翰林別曲)』에는 황금주(黃金酒), 백자주(柏子酒), 송주(松酒), 예주(醴酒), 죽엽주(竹葉酒), 이화주(梨花酒), 오가피주(五加皮酒) 같은 술 이름이 나온다. 이규보의 시문에는 수많은 술이 나오는데, 이화주(梨花酒), 자주(煮酒), 화주(花酒), 초화주(椒花酒), 파파주(波把酒), 백주(白酒), 방문주(方文酒), 춘주(春酒), 천일주(千日酒), 천금주(千金酒), 녹파주(綠波酒) 등이 있다. 이와 같이 고려시대에 비로소 우리 전통주의 근간인 탁주, 약주, 증류식소주 등이 완성된 것을 알 수 있다.

4) 조선시대

조선은 유교를 숭상하며 예를 존중하였다. 통과의례인 사례와 각종 세시풍속에 술을 곁들여 예를 차렸다. 이른바 ‘술로 예를 이룬다(酒以成禮)’는 것이다. 조선시대의 행사는 술 빚기에서 시작되어 주연을 베푸는 것으로 종료되곤 했다. 세종 때 시작하여 성종 때 편찬된 『종국조오례』에는 각종 의례에서 술을 사용하는 방법이 자주 나온다. 그러나 술을 빚는 방법에 대해 언급한 책은 매우 드물다. 효종 때 간행된 『농가집성(農家集成)』 「사시찬요초」에 따르면 누룩은 삼복에 보리 10되, 밀가루 2되로 만들었다. 녹두즙에 여뀌와 함께 반죽한 뒤 밟아서 떡처럼 만들어 연잎, 도꼬마리잎으로 싸서 바람이 잘 통하는 곳에 걸어놓고 말렸다. 반죽을 단단히 하고 강하게 밟아야만 좋은 누룩이 된다고 하였는데 이렇게 만든 것이 막누룩이다.

한글로 쓴 장씨 부인의 『음식디미방』(1680년경)에서는 “누룩은 밀기울 5되에 물 1되씩을 섞어 짹짹 밟아 디디고 비오는 날이면 더운 물로 디딘다. 시기는 6월과 7월 초순이 좋으며, 이 시기는 더울 때이므로 마루방에 두 두레씩 매달아 자주 뒤적거리고 썩을 우려가 있을 때는 한두 차례씩 바람벽에 세운다. 날씨가 서늘하면 고석(竈방석)을 깔고 서너 두레씩 늘어놓고 위에 또 고석을 덮어놓고 썩지 않게 자주 끌고루 뒤집어가며 띄운다. 거의 다 뜯 것은 하루쯤 벌에 쪼여 다시 거두어 더 뜨게 한다. 이것을 여러 날을 두고 밤낮으로 이슬을 맞히는데 비를 맞추지는 않는다”라고 하였다. 이렇게 만든 것도 막누룩이다.

조선 후기에 실학과 학자들이 여러 농서를 발간했다. 영조 때(1766) 발간된 『증보산림경제(增補山林經濟)』에 수재된 누룩 제조법을 보면, 신미(辛未), 을미(乙未), 경자(庚子)일을 누룩 만들기 길일로 보았다. 삼복에 만들면 벌레가 생기지 않는데 초복 이후가 가장 좋으며, 중복 뒤나 말복 전이 다음으로 좋고, 매월 초하룻날 만들면 좋다고 되어 있다. 『증보산림경제』에 나타난 누룩 종류에는 진면곡, 요곡, 녹두곡, 미곡, 추모곡, 이화주법의 곡 등이 있다.

진면곡(眞麵麴)은 밀가루를 단단히 반죽해 원판상으로 작게 만들되 도랑이 있는데, 이것은 통풍과 과열을 방지하기 위한 것이다. 여기서는 조곡(粗麴), 즉 밀가루, 밀기울을 섞어 만든 막누룩과 밀가루 막누룩인 분곡을 구별하지 않았다. 요곡(蓼麴)은 쌀알맹이에 밀가루를 부착하여 종이주머니에 넣어 띄우는데, 곰팡이 균사가 주머니 속이라는 제한된 환경에서 자라기 때문에 약간 단단한 덩이 모양이 된다. 낱알 모양으로 부스러지므로 준 흘임누룩(산곡)이라 할 수 있다. 녹두곡은 백미와 녹두 각각 1되씩 갈아서 누룩을 만들되 원판은 작고 얇아야 한다. 미곡(米麴)은 쌀가루를 약간 찌서 누룩을 디디고 술잎에 묻어 띄운다. 추모곡은 가을보리로 누룩을 디딘 것으로 술맛이 세지 않다고 한다.

이화주의 누룩은 쌀가루를 달걀만 하게 만들어 술잎으로 커를 지으며 독 안에 넣는다. 7일이 지나면 꺼내어 반나절 말리는 일을 되풀이해서 잘 건조되면 종이 주머니에 넣어둔다. 배꽃 필 때 만들기 시작해서 여름이 지난 뒤 사용한다.

누룩 재료로는 밀이 가장 많이 쓰이고 그다음이 쌀이며 녹두와 보리가 약간 쓰인다. 밀은 거칠게 빻아 쓰고, 쌀은 곱게 가루 내어 사용하며, 쌀알맹이에 밀가루를 부착한 것도 있다. 녹두는 불려서 갈아 쓴다. 재료는 가볍게 찌기도 했으나 거의 날로 찼다. 누룩 성형은 간신히 뭉쳐지도록 반죽한 것을 형짚, 짚, 풀잎 등으로 싸서 누룩틀에 넣어서 발로 밟는 방법이 표준이었다. 조선시대 누룩의 형태는 막누룩이 90% 정도로 가장 많고, 흘임누룩이 10% 정도였다. 도수가 높은 술을 얻고자 덧술을 할 때는 대개 고두밥만 넣었으며 누룩과 함께 넣는 경우가 드물고 물을 넣지 않았다.

대한제국시대에는 곡자를 분류하는 방법이 매우 다양했다. 제조 시기별로 춘곡, 하곡, 절곡, 동곡으로 나누었다. 용도별로 탁주용, 약주용, 소주용, 과하주용이 있었다. 원료처리 방법으로 조곡과 분곡이 있는데, 분곡은 밀가루로 만들고 주로 약주, 과하주용으로 쓰였다. 기울을 빼고 밀가루만으로 만든 백곡(白麴)이 있다.

조곡은 밀을 세 조각으로 타개서 얻은 가루와 밀기울을 함께 그대로 써서 만드는 것

을 말하며 주로 탁주나 소주용으로 사용되었다. 소주용 조곡에는 밀 말고도 옥수수, 콩, 팥, 보리 등을 섞은 것과 귀리로 만든 것, 소주지게미에 쌀 등을 섞어 만든 것 등이 있었다. 충청도와 경상도에는 조곡, 밀가루를 조곡의 20~40% 섞어 체에 받쳐낸 나머지로 만든 조곡도 있으며, 함경도에는 귀리, 겉보리, 피 등을 술지게미(주박)와 섞어서 찼던 것을 원료로 한 것도 있었다.

누룩을 띄우는 방법에는 퇴적 방법과 매어달기가 있었다. 형상과 용량은 크고 두꺼운 것과 작고 얇은 것이 있으며, 편원형, 원주형, 만두형, 각형, 컵형, 장방형, 방형, 모자형, 월(月)형, 원판형 등 매우 다양하였다. 누룩 제조에 쓰이는 기구는 간단한데, 원료나 물의 양을 가늠하는 바가지, 혼합용 나무통, 반죽한 것을 싸는 포목, 누룩틀이 전부였다. 누룩을 제조할 때 원료 분쇄에는 물레방아나 소와 말의 힘을 이용하였다.

분쇄한 밀은 적당량 바가지로 떠서 누룩틀에 넣고 발로 밟는다. 이어 포목천을 제거하고 누룩방이나 온돌 또는 헛간에 적당히 배열한다. 틀을 쓰지 않고 생 누룩을 부엌 천장에 매달기도 했다. 짚이나 쭉으로 덮고 누룩곰팡이가 자연히 자라서 발열하기를 기다렸다가 덮었던 짚이나 쭉을 치우고 배열 간격을 넓힌 뒤 차차 건조시키면서 누룩을 만들었다. 짧은 것은 1주일, 긴 것은 40일 이상 걸리는데 지방, 모양, 제조법, 계절 등에 따라 일정하지 않았다. 또 서울과 영남의 조곡 제조법을 보면 원료를 반죽해 형겅에 싸서 틀에 넣고 단단히 밟아 청초(靑草) 또는 짚으로 싸서 온돌에 퇴적하여 만들었는데, 모양은 편원형이라 했다. 호남지역이나 충청지방에서는 실내에 매달아두었다. 분곡은 보통 조곡보다 저온 발효시키는 것이니 퇴적하는 것보다 매달아 만드는 것이 쉽고 품질이 좋다.

조선시대는 누룩 제조 방법이 다양해지고 찹쌀이 양조 원료로 사용되었으며, 떡, 죽, 밥 등 원료처리 방법이 다양해지고 단양주(속성주), 이양주(일반주), 삼양주(저온장기주) 외에 십양주까지 덧술을 통한 중양주 양조법이 적용됨으로써 우리 역사상 가장 찬란한 술 문화가 번성했던 전통주 전성시대였다. 조선시대 명주로는 경기의 삼해주·약산춘, 충청의 소곡주·노산춘, 평안도의 벽향주·감홍로, 영남의 과하주·송엽주, 호남의 호산춘·두견주 등이 있었다.

5) 일제강점기

예로부터 우리나라는 술에 세금을 물게 한 적이 없었고, 자가양조(自家釀造)가 발달

하였다. 그러므로 가정에서 술을 담갔을 뿐만 아니라 상업적인 양조장 수가 많았고 술의 종류가 다양하였다. 1904년 8월 한일조약으로 일제는 본격적으로 내정간섭을 시작했고 일본인 재정고문이 취임하였다. 1906년에 통감부를 설치해 모든 분야에서 통제를 가했다. 이어 1909년 2월 법률 제3호로 「주세령(酒稅令)」을 발표했다.

일제가 「주세령」을 제일 먼저 시행한 것은 대한제국의 재정권을 쥐기 위한 것은 물론 전통문화 파괴 전략의 하나였다. 한국인의 조상송배나 두레 같은 문화의식에는 술이 필수품이었는데 이를 통제하는 것은 한민족 문화를 말살하는 것이었다. 이로써 전통 가양주(家釀酒)는 자취를 감추게 되었다. 자가용주세(自家用酒稅, 면허세)와 기본 제조량(제한 석수)을 급격히 상향 조정해 소규모 주조업체를 본격적으로 정리·축출했다. 이로써 대자본이 주류시장을 지배하기 시작했고, 주세도 급증했다. 그 결과 주조업이 대규모화했는데, 이러한 업계 개편을 선도한 주종은 소주, 청주 등이었다. 특히 소주 부문에는 일본인 자본이 대거 진출해 탁주의 대규모화를 압박했다. 조선주(朝鮮酒), 특히 탁주에 대한 기본방침은 세무 행정 효율화라는 명목으로 새로운 검사방법이나 설비를 도입하게 해서 심하게 통제하는 것이었다. 일부 지방에서는 탁주업 자체를 강제적으로 도태시키려고 했다.

일제는 일본 술이 위생적·과학적이라는 명목으로 획일적인 방식을 강제로 도입하도록 함으로써 일본식 술이 제조되기 시작했다. 그럼에도 민간에서는 암암리에 밀주가 성행했다. 그러자 일제는 1916년 1월 「주세령」을 발표하여 주류 단속을 더욱 강화하고, 모든 주류를 약주, 소주, 탁주로 획일화했다.

1917년에 주류 제조업이 정비되면서 자가용술 제조면허제도는 1934년 폐지되었다. 게다가 1920년을 기점으로 제조방식에 일제식 개량 주조법을 의무화해 흑국(黑麴), 황국(黃麴) 배양균을 사용하는 방법이 보급됨과 동시에 황국은 사케(청주) 제조에 이용되었고, 흑국은 소주 제조에 이용되었으며 1960년대 이전까지는 탁주, 약주 제조에 누룩이 여전히 사용되었다. 일제는 「주세령」을 5회 개정하면서 제조 방법을 점점 획일화하였다. 1932년에는 자가용 술 면허자가 단 한 명만 남게 되었으며, 1934년에는 그것마저 완전히 없어지기에 이르렀다. 일제의 주세는 종가세(從價稅) 제도였는데 주세관리 행정편의를 위하여 주종과 제조방법을 규격화하였다. 이렇게 함으로써 각 지역의 독특하고, 다양한 명주(名酒)가 사라지는 암흑기를 맞이하게 되었다.

일제강점기의 전통 누룩 제조방법에 대하여는 1930년 일본인이 저술한 『농산제조학』

에 비교적 자세히 소개되어 있다.

곡자는 밀을 거칠게 빻아 물을 가하고 일정한 형틀로 압착한 뒤 적당한 온도에서 곰팡이류, 기타 미생물을 번식시킨 것인데 청주의 국(麴)과 같은 작용을 함과 동시에 또 한 가지 중요한 역할은 주모 작용을 하는 것이다. 곡자의 형상은 대소, 품질 등 각양각색이고 원료 소맥의 분쇄 정도에 따라 크게 분곡과 조곡으로 나뉜다(혹은 분곡, 조곡이라고도 함). 분곡은 소맥을 갈아서 분쇄한 분말로 만든 것으로, 밀기울을 포함하지 않고 소맥분만으로 만든 것을 백곡이라고 한다. 이것들은 주로 약주나 탁주에 사용한다. 조곡은 소맥을 3개 정도로 빻는 소위 뇌쇄(雷碎)를 하여 제조한 것으로 탁주, 소주에 널리 사용한다. 곡자는 제조 계절에 따라 춘곡(1, 2, 3월), 하곡(4, 5, 6, 7월)이라고 한다. 소맥을 수확하는 8, 9월에 가장 많이 생산한다. 그 밖에 대맥(보리), 나맥(裸麥) 또는 대두(大豆)분을 혼합한 것을 원료로 하는 것, 귀리(龜梨), 나맥(裸麥) 등의 주요박(酒耀粕)과 혼합한 것 중 강한 것을 원료로 하는 희귀한 방법이 있다. 원료처리 방법을 보면 소맥을 물로 씻어 충분히 건조한 것을 돌절구로 연쇄(研碎)하고 필요한 분의 세조(細粗)에 따라 연쇄 정도를 가감한다. 동력은 우마(牛馬) 아니면 체로 쳐서 곡자 원료로 한다.

곡자제조에는 특별한 구조를 갖춘 시설은 필요치 않으나 대개 보통집의 온돌에 가마나 덕석을 깔아 사용한다. 규모가 큰 공장에서는 이중벽의 천장 높이를 9자 정도로 하고 환기가 잘되게 지창(地窓)과 천창(天窓)을 둔다.

곡자제조의 조작은 성형, 발효실 입실, 갈아 쌓기, 집 빼기, 출곡으로 구성된다. 곡자실의 구조와 제곡 계절, 지방에 따라 제조 경과가 반드시 일정치 않고 대략 8, 9월 출곡된다. 우선 분쇄된 소맥을 곡자실에 운반하여 덕석 또는 아연 합석판 위에 원료당 40% 정도 물을 뿌리면서 교반 혼합하고 1시간 정도 방치하여 점성이 충분히 생겼을 때 일정량씩 단괴(團塊)로 하여 삼베로 싸서 형틀에 넣고 발로 밟아 단단하게 평원판(平圓板)으로 성형한다. 곡자 모양의 대소(大小)는 지방에 따라 다르고 형상은 편평(扁平)한 원판상 또는 각판상(角板狀)이 가장 보편적이나 모자 모양이 있고 크기는 1.3 내지 3.4툼 등 각양각색이다.

성형한 소맥은 서로 밀착되지 않게 짚으로 된 새끼로 나선상으로 두르거나(지름 8.6 cm) 둘레는 새끼끈을 부치고 뒷면과 주변은 짚으로 싸서 온돌에 15~16개씩 막대기 모양으로 위로 싸서 전면에 쌓아올려 그 위를 가만히 덮어둔다. 이와 같이 한 다음 날 미생물이 번식한 듯 온도가 올라가고 탄산가스가 집적되기를 기다리며 때때로 품온이 균일하

도록 자리를 이동하는 적채(積債)를 하여 통풍이 되게 한다. 제2일부터 제3일까지 보통 3회 적채를 한다. 제4일 품온이 47~48도가 되면 각기 사이와 주위에 감아두었던 짚을 빼내어 이것으로 위를 덮고 갈아 싸준다. 제5일째는 각 단괴(團塊) 사이의 ‘새끼’를 빼내고 또 갈아 싸준다. 제6일 이후는 그대로 방치하면 차차 건조하고 품온은 내려간다. 9일째 출곡한다. 이 기간 사이에 발효실 실온을 유지하기 위하여 난로로 보온한다.

6) 현대

1945년 해방 이후 극도의 혼란기와 6.25 전쟁을 겪으면서 일본식 제도는 청산되지 못한 채 대부분 그대로 계승되었다. 일제의 주세정책을 그대로 계승한 정부는 술의 사회문화적 역할을 무시한 채 술을 세원으로만 인식하였다. 쌀을 원료로 하던 탁주와 약주도 1964년부터 쌀 이용이 금지되면서 밀가루 80%, 옥수수 20%의 도입 양곡을 이용한 술만 양조하게 되었으며, 알코올 도수나 첨가물 종류, 술을 담는 용기까지 철저히 규정해 제한했다. 이와 같은 제도적 규제와 더불어 양조장에서는 대부분 대량 양조를 안전하게 하기 위하여 산 생산능이 강한 아스페르길루스 가와치(*Asp. kawachii*)를 배양한 입국을 발효제로 사용함으로써 제조 방법의 획일화가 불가피하였다.

1970년대 중반 이후 쌀 자급이 실현됨과 동시에 1980년대 이후 경제개발로 전통문화의 정체성에 대한 인식이 고조되면서 전통주의 식문화적 가치를 인식하기 시작했다. 그 결과 전통주에 일련의 정책적 지원이 이루어지면서 약주와 탁주 원료 규제 완화, 식물성 약재와 주정 등 다양한 첨가물 사용 허용, 알코올 도수 제한과 공급구역 제한 철폐 등 제도 개선을 통한 제조방법의 준거가 마련되고 있다. 이러한 제도적 개선과 함께 포

장재 개선, 저온살균 기술과 탄산가스 주입 기술 등의 적용으로 다양한 상품이 소개되면서 탁주와 약주가 하나의 브랜드로 정착하게 되었다.

2009년에는 비살균탁주의 유통 안정성을 개선하기 위해 발효제어기술이 적용된 상품이 소개되었다. 이러한 제품이 세계 최대 규모의 식품과학기술학술



그림 1-1 IUFOST 2010에서 Global Food Industry Awards 수상

대회인 IUFOST (International Union of Food Science & Technology) 2010에서 Global Food Industry Awards를 수상함으로써 전통주가 글로벌 푸드로 성장할 가능성이 입증되기도 하였다(그림 1-1).

3. 동서양 술의 기원

1) 중국 술의 기원

하나라 시조 우왕 때 의적이 처음 곡류로 술을 빚어 왕에게 헌상하였는데, 나중에 그는 주신(酒神)으로 숭배되었다. 은나라 유적에서 술 빚는 항아리가 발견되었으며(그림 1-2), 진나라 강통은 「주고(酒誥)」에서 “술이 만들어지기 시작한 것은 천지개벽과 함께 태어난 사람으로 알려진 상황 때부터이다”라고 하였으니 인류가 시작되면서 술이 만들어졌음을 보여준다.



그림 1-2 은나라 양조장 유적

2) 일본 술의 기원

일본의 천지천왕 시절 죽유가 대나무를 베어낸 그루터기에서 이상한 향기가 나서 자세히 살펴보니, 새들이 물어다 놓은 쌀이 발효되어 술이 되어 있었다. 이것이 일본 술의 시초가 되었다. 『대화사시』에 따르면 미잔오존이 신라국 춘성군 산복면 우두리에서 술 빚는 방법을 배워왔다는 설도 있다. 『고사기(古事記)』에 따르면 목화소비매라는 사람이 쌀을 입으로 씹어서 술을 만들었다는 기록이 있다. 이것이 일본 최초의 원시적인 술 빚는 방법이었다.



그림 1-3 일본에서 술을 관리하던 관청

3) 맥주의 기원

BC 4000년경, 오늘날 중동지역의 수메르 민족이 최초로 술을 빚었다는 설이 있다. 이들은 보리를 말려 가루로 만든 뒤 그 위에 물을 부어 자연적으로 발효시키는 원시적인 방법으로 맥주를 빚었다. BC 3000년경, 이집트 나일강변에서 수확한 보리로 맥주를 빚기 시작하였고, 그리스·로마시대를 거쳐 중세에는 약초에 대한 지식이 풍부한 수도사들이 품질이 우수한 맥주를 빚었다.

4) 포도주의 기원

인류가 언제부터 포도주를 마셨는지는 알 수 없지만, 포도가 저장 중에 야생효모에 자연스럽게 발효된 것을 우연히 인간이 음용하면서 포도주가 발전하게 되었다. 문헌상으로 포도주 역사는 지금부터 약 7,000년 전 페니키아인이 이집트, 유럽 등에 알리면서 더욱 발전하게 되었다.

BC 4000년경에 메소포타미아지역에서 포도주를 담은 항아리 뚜껑 등이 발견되었고, 고대 이집트 벽화와 아시리아 유적을 통해 BC 3500년경에 이미 포도주가 널리 보급된 것을 알 수 있다. 그리스는 BC 600년에 페니키아인이 포도와 포도주를 전해준 유럽 최초의 포도주 생산국으로, 이 기술을 로마에 전해주었다. 로마는 유럽 전역을 지배하면서 프랑스, 독일 등 식민지 국가에 포도를 재배해 포도주를 빚게 하였다.



그림 1-4 포도주에 취한 노아



그림 1-5 술의 신 디오니소스

포도주의 발생과 전파

메소포타미아문명과 이집트문명의 발상지인 중동지역은 다양한 술의 보고(寶庫)이자 근원지이다. 이 지역에서 포도주 양조법을 그리스와 로마에, 맥주 양조법을 유럽에 보급했다. 그리스신화에서 디오니소스로 불리는 주신(酒神) 바쿠스(Bacchus)는 제우스와 세멜레 사이에서 태어났는데, 대지의 풍작을 관장하는 신으로 포도 재배법과 양조법을 전파하였다. 또 『구약성서』에는 하느님이 노아에게 포도 재배법과 포도주 제조법을 전수했다고 한다.

5) 위스키의 기원

위스키의 기원은 확실하지 않지만 1170년 헨리 2세가 아일랜드를 원정하기 전부터 증류주가 빚어졌다고 한다. 15세기 스코틀랜드에서 증류주를 제조하였다는 기록이 있지만 오늘날 같은 스카치위스키 제조기술이 제대로 정립된 것은 19세기 중반이다. 18세기 초, 엿기름에 대한 세금과 증세정책으로 작은 가마 사용이 금지되면서 소규모 생산자는 산속에 숨어서 우스케보를 만들었다. 이 술이 오크통에서 숙성되면서 몰트 위스키로 발전하였다.

막걸리(Makgeolli)

탁주(濁酒), 농주(農酒), 재주(滓酒), 회주(灰酒)라고도 하며 문헌상 『양주방(釀酒方)』에 '혼돈주'라는 이름으로 처음 등장하였다. 쌀과 누룩으로 술을 빚은 뒤 숙성되면 술미를 채로 받아 버무려 걸러낸 것으로 쌀 이외에 찹쌀, 멥쌀, 보리, 밀가루 등을 찐 다음 이용하기도 한다.



The background of the entire page is a close-up photograph of white rice grains. The grains are piled in a wooden tray, with a light-colored, coarse-textured cloth draped over them. A glass thermometer is placed diagonally across the rice, with its bulb resting in the grains. The lighting is warm and soft, highlighting the texture of the rice and the cloth.

CHAPTER 2

원료

쌀 / 밀 / 기타 원료 / 물 / 국(麴) / 효모 / 발효

원료

탁주, 약주의 원료로는 무엇보다도 양조용수가 가장 많은 부분을 차지하며 그다음으로는 전분성분에 해당하는 쌀, 밀, 옥수수, 보리, 전분당, α -전분 등이 있다. 이들이 알코올 발효과정을 거쳐서 술로 변화되는데, 이 과정에서 빠지지 않고 들어가야 하는 것이 바로 누룩과 입국이다. 그 밖에도 조효소, 정제효소, 효모 등이 있다. 우리나라에서 사용해온 누룩은 떡누룩과 흙임누룩이 있는데 흙임누룩이 곧 입국이고 입국은 순수배양한 단일균을 배양한 것으로 일본에서 도입되었다고들 생각한다. 사실 흙임누룩은 떡누룩보다 앞선 시기에 등장한 동아시아 발효제이며, 중국에서 우리나라, 일본으로 전파된 방식으로 볼 수 있다. 대표적인 것이 홍국을 이용한 홍주로 중국, 일본, 동남아시아, 우리나라 문헌에 남아 있고, 지금까지도 많이 양조되는 방법으로 홍국은 명백히 대륙에서 일본으로 전파된 것으로 흙임누룩의 원조는 대륙이다. 일본도 독일로부터 서양의 미생물학을 도입하기 전에는 배양한 순수균이 아닌 자연에 존재하는 균을 배양한 흙임누룩을 썼다.

이들은 하나같이 효소를 만들어내는 미생물이거나 효소로 발효과정에서 활발히 활동해 전분을 분해함으로써 포도당이나 이당류로 만들거나 포도당 등을 알코올로 전환하는 반응을 한다. 이와 같은 탁주, 약주에 활용되는 원료에 대하여 알아보고 마지막으로 발효과정에서 일어나는 여러 가지 변화를 살펴보고자 한다.

1. 쌀

쌀은 탁주와 약주의 가장 중요한 원료로, 쌀에 따른 주질의 차이는 큰 관심을 갖고 있던 사안이다. 그러나 쌀 자체는 주질에 큰 영향을 미치지 않으며, 탁주와 약주 제조공정은 매우 복잡해 주질의 좋고 나쁨은 주로 공정관리에 의하여 결정되므로 양조용 쌀로 적합한지는 공정관리의 난이도에 대한 영향으로 판정하는 것이 좋다. 일본 청주의 경우, 증자 적성, 국균의 파정 적성, 용해·당화 적성 등을 고려해 양조적합 쌀의 특성을 설정하고, 대립에 심백(心白)이 있는 연질미로 조단백질 함량과 조지방 함량이 낮은 쌀이 적합한 것으로 알려져 있다.

탁주와 약주 제조공정 또한 일본 청주와 매우 유사해서 대부분 쌀을 증자하고, 곰팡이 배양물인 쌀 입국을 사용하는 경우가 많으므로 이와 같은 특성을 고려하는 것이 좋다.

1) 쌀의 재배

쌀의 원산지는 아시아 대륙 동남부의 인도에서 중국 남부에 걸친 열대와 아열대 지역이다. 쌀 품종은 분류 기준에 따라 다양하지만 크게 장립형인 인디카(*Indica*)와 단립형인 자포니카(*Japonica*), 중립형인 자바니카(*Javanica*)로 구분한다. 단립형인 자포니카는 주로 우리나라, 일본, 중국 등에서 생산된다. 자포니카는 대체로 쌀알이 둥글고 작으며 밥을 지었을 때 끈기가 있다. 인디카는 쌀알이 가늘고 길며, 밥을 지었을 때 끈기가 적은데, 인도와 동남아시아, 남아메리카 등에서 생산된다. 자바니카는 자바섬 등 동남아시아와 아열대 지역에서 재배된다.

2) 쌀의 이화학적 특성

(1) 쌀의 내부 구조

쌀은 현미와 이를 도정한 백미 상태로 시판되는데 현미는 벼 겉껍질인 왕겨만 제거한 것이며, 백미는 현미의 쌀겨층과 배아 모두 제거한 것이다. 현미는 과피와 종피로 쌓여 있고, 내부는 배유로 되어 있다(그림 2-1). 배유의 바깥층에 단백질과 지방이 많이 함유되어 있는 호분층이 있고, 호분층 안쪽으로는 전분 저장조직인 배유세포가 있다.

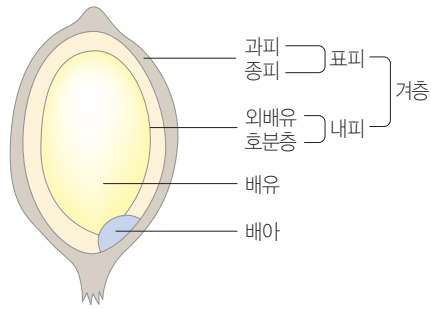


그림 2-1 쌀의 구조

배유세포 안에는 복합 전분립이 조밀하게 채워져 있는데 이러한 복합 전분립은 보통 50~80개의 전분립으로 구성되어 있다. 쌀의 전분입자는 2~5 μm 의 다각형 구조로 여타 식물 전분에 비해 크기가 작은 특성이 있다.

(2) 심백

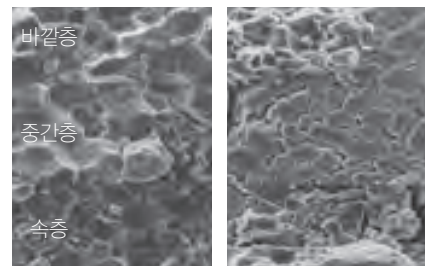
일부 멍쌀 품종에서는 쌀알 중심 부근에서 희고 불투명한 부분이 관찰되는데 이를 심백이라 한다. 심백은 일반적으로 대립쌀에서 나타나며, 품종 고유의 특성이다. 이와 같은 심백은 전분립이 조밀하게 채워져 있지 않아서 나타난다. 심백이 있는 쌀은 일반적으로 흡수성이 양호하고, 효소분해에 대한 감수성이 크며, 곰팡이 균사의 파정이 용이하므로 양조에 적합하다. 최근 국내에서는 일품의 변이종인 설갱(雪糠)이라는 새로운 품종이 육종되어 탁주와 약주 제조에 사용하는데, 쌀알 전체가 심백과 같이 희고 불투



일품

설갱

그림 2-2 일품과 설갱의 성상



일품

설갱

그림 2-3 일품과 설갱의 전자현미경 사진

명하다(그림 2-2, 그림 2-3). 이는 전체적으로 볼 때 쌀알이 전분립으로 조밀하게 채워지지 않았기 때문이다.

(3) 도정

일반적으로 쌀의 도정률을 높이면 높일수록 주질이 좋아지는 것으로 알려져 있다. 배아와 외층부에는 단백질, 지방, 회분, 비타민 등이 풍부하여 누룩곰팡이나 효모의 생육을 급격하게 촉진해 제조관리의 균형을 깨뜨리고, 주류의 착색과 잡미 성분의 생성 등 주질을 악화시키므로 도정을 통해 이와 같은 유해성분을 제거한다. 일본 청주의 경우, 현미를 50% 이하까지 도정해 사용하기도 하는데, 이는 현미의 바깥부분에 많이 들어 있는 단백질, 지질 등을 제거하여 전분 함량이 높은 부분만으로 양조하기 위함이다. 쌀의 도정률에 따라 특정 명칭을 부여하여 등급화하고 상표에 기재하도록 하고 있다.

현재 국내에서 제조되는 약주는 농담금하거나 알코올 도수가 높아 담금 시 쌀이 많이 들어간다. 따라서 현미를 사용할 경우 단백질, 지질 함량이 높아 주질에 나쁜 영향을 미치는 경우가 많다. 그런 까닭에 약주용 쌀은 도정비율을 높여 단백질, 지질 함량을 낮추는 것이 바람직하다. 최근 양조장에서는 쌀의 도정률을 높이기보다는 쌀 일부를 전분으로 대체 사용함으로써 전체적으로 단백질, 지질 함량을 낮추는 양조법도 사용한다.

이에 반해 탁주는 알코올 도수가 6~8%로 낮고, 급수비율이 높기 때문에 상대적으로 단백질, 지질 함량이 낮아져 밥쌀용인 10분도 쌀을 사용해도 큰 문제가 없다. 반면, 향기 성분이 풍부한 탁주를 만들기 위해 현미를 일부 사용하거나 찐라기를 사용하는 경우도 있다.

일반적으로 밥쌀용으로 사용하는 쌀은 10분도 정도로 도정하는데, 현미에서 배아와 쌀겨를 완전히 제거한 것으로, 현미의 8% 정도가 제거되었음을 의미한다. 도정률 표기에서 1분도는 현미의 0.8%가 제거된 상태이다. 국내의 경우 대부분 탁주, 약주 제조에 밥쌀용과 같은 10분도 쌀을 사용하는데 일부 제조업체에서는 주질 향상 목적으로 밥쌀용보다 도정률이 높게 도정한 쌀을 사용하고 있다.

(4) 쌀의 성분

쌀에는 당질이 많은데 대부분 전분이며, 그 함량은 현미에 73~74%, 백미에 77% 정도이고, 그 밖에 소량의 텍스트린, 당분, 펜토산, 셀룰로스 등이 들어 있다. 찰쌀의 전분은 아밀로펙틴(amylopectin)만으로 구성되어 있고, 멥쌀의 전분은 아밀로스(amylose) 20~25%, 아밀로펙틴 75~80%이며 자포니카형에 비해 인디카형에서 아밀로스 함량이 높다. 아밀로스와 아밀로펙틴 함량 차이에 따라 흡수율, 흡수속도, 증자조건, 분쇄조건 등이 달라지므로 양조장의 제조방식에 따라 제조공정 관리 난이도를 고려하는 데 중요한 요인이 될 수 있다.

10분도 쌀에는 보통 단백질이 6~7% 함유되어 있다. 쌀의 주요 단백질은 글루텔린, 글로불린, 알부민, 프롤라민이며, 그중 글루텔린이 3.2~5.4%로 가장 많이 함유되어 있다. 쌀 단백질은 발효제에 함유되어 있는 단백질 가수분해 효소의 작용에 의해 아미노산으로 분해되어 탁주와 약주 제조 시 효모 생육에 필요한 영양원, 아미노산과 아미노산 2차대사에 의한 각종 향미성분 생성의 전구물질로 작용한다. 하지만 과도하면 누룩 곰팡이나 효모의 생육을 급격하게 촉진해 약주, 탁주 제조관리의 균형을 깨뜨리고, 주류의 착색과 잡미 성분의 생성 등 주질을 악화시키므로 적절한 수준이 유지되도록 관리해야 한다. 일반적으로 쌀 단백질은 바깥층에 많이 분포하므로 도정률을 조절하여 제거하는데, 재배 단계에서 시비관리 또는 단백질 함량이 낮은 품종을 적용하는 것이 효율적이다.

현미에는 지질이 3% 정도 함유되어 있지만 탁주와 약주 제조에 주로 이용되는 10분도 쌀에는 지질이 매우 적게 함유되어 있다. 오래 저장한 쌀에서 특유의 냄새가 나는 것은 분해된 지방산이 산화해 생성된 알데하이드류 때문이다.

그 밖에 인, 칼륨, 칼슘, 마그네슘, 나트륨, 철분 등의 무기물과 비타민 B 복합체가 함유되어 있으나 배아나 겨층에 많으며, 지질과 마찬가지로 탁주와 약주 제조에 주로 이용하는 10분도 쌀에는 매우 적게 들어 있다.

3) 쌀의 양조적성

(1) 양조적성

탁주 제조에 적합한 품종으로 한아름, 다산2호, 큰섬 등 다수확 계통의 통일벼 품종 3종과 미광, 한설, 화성, 조운 등 고품질 계통의 일반벼 품종 4종이 선발되었다. 또 국내에서 많이 재배되는 상위 20개 쌀 품종을 대상으로 발효와 제성 수율과 관능평가 등 탁주 제조 특성을 조사한 뒤 그 결과를 지역별 주요 쌀 품종 재배 현황과 함께 막걸리를 제조할 때 활용하도록 <표 2-1>과 같이 제시하였다.

표 2-1 국내 대표 쌀 품종으로 발효제별로 제조한 막걸리의 관능평가 결과(9점 척도법)

품종	전체적 기호도 평가(N=87)			
	입국/누룩	입국	누룩	조효소제
남평	4.44	4.73	5.39	4.51
동진1호	5.13	5.98	5.09	4.98
동진2호	4.81	5.74	5.40	5.30
동진찰	3.73	6.16	4.49	5.49
삼광	4.55	5.13	5.91	5.90
삼덕	4.93	5.57	4.68	5.90
새추청	4.71	5.15	5.25	5.92
수라	4.82	6.17	4.39	5.84
신동진	4.55	4.77	4.54	5.89
오대	5.37	5.24	5.35	6.24
온누리	5.43	5.31	5.98	6.20
운광	4.84	5.91	4.91	6.35
일미	5.20	5.40	3.94	4.16
일품	4.18	5.15	5.82	5.26
주남	4.65	5.11	5.00	5.89
추청	4.95	5.55	4.88	5.43
호평	4.32	5.66	5.43	4.55
호품	4.93	6.34	5.36	4.92
화영	5.76	6.35	5.13	5.44
설강미	5.20	5.49	4.94	5.38

9점척도법

관능검사를 통해 1점은 매우 싫음, 5점은 보통, 9점은 매우 좋음 등 9개 간격으로 나누어 평가하는 방법이다.

한편, 발효, 제성 수율, 관능품질 등은 단순히 쌀의 특성으로만 결정되는 것이 아니라 제조업체별 고유 제조방식에 따른 차이가 더 크게 나타날 수 있으므로 양조용 쌀로 적합한지는 양조업체별 공정관리 난이도의 영향을 위주로 판단하고, 업체별 고유 제조방식으로 발효, 제성 수율, 관능품질 등을 병행하여 판정하는 것이 좋다. 즉, 쌀의 양조적 성은 도정에서 증자 또는 분쇄까지 원료처리 과정에서 처리의 난이도, 입국제조과정에서 관리의 난이도, 술덧 발효 시 적절한 용해 등 쌀알의 물리화학적 성질에 크게 좌우되며, 폐수처리의 용이함도 고려하는 것이 좋다. 이와 같은 관점에서 양조에 적합한 쌀의 이화학적 특성 중 중요한 인자를 살펴보면 술덧 발효 시 적절한 용해에 관여하는 가수분해 용이성, 조단백질 함량, 천립중, 흡수속도, 전분가와 쌀알의 강도 등이 있다.

예를 들면 한 양조업체에서 무증자 발효로 탁주와 약주를 제조하는데 설갱이라는 쌀 품종을 사용한다. 설갱은 일반 쌀에 비해 조단백질 함량이 낮으며, 멍쌀인데도 일반 쌀 품종과 달리 쌀알이 전체적으로 전분립이 조밀하게 채워져 있지 않아 쌀알이 심백과 같이 희고 불투명한 상태로 관찰된다. 이러한 구조적 특성으로 흡수속도가 빠르고, 분쇄가 용이하므로 원료처리 과정 개선, 각종 효소에 대한 가수분해감수성이 향상됨으로써 발효와 제성 수율의 개선, 종자관리와 계약재배 등 재배관리를 통한 조단백질 함량을 관리해 주질 개선 등의 효과를 얻고 있다.

(2) 팽화미

곡류 등을 고압, 고온으로 가압·가열한 다음 급격히 상압으로 되돌려 물을 순간적으로 증발시켜 다공질상으로 부피를 팽창시키는 것을 팽화라 한다. 팽화미는 쌀을 고온·고압으로 유지하다가 상온·상압으로 급격히 조절함으로써 내부의 수증기가 급격히 팽창하여 다공질로 되고, 쌀을 증자하였을 때와 마찬가지로 전분이 호화되어 탁주와 약주 제조 시 증자 쌀 대용으로 사용할 수 있으므로 쌀 증자까지 원료처리과정을 거치지 않고, 술덧 발효 원료로 사용할 수 있어 생산성을 개선할 수 있다.

또 막걸리 제조에서는 다공질 구조에 따른 특유의 물성으로 막걸리 침전물의 풀림을 용이하게 하는 목적과 음용 시 입안 질감을 개선하는 목적으로도 활용이 가능하다. 팽화미는 보통 건조된 상태로 사용되므로 쌀의 침미과정에서 쌀 중량 대비 30~35%의 수분이 쌀에 흡수된다는 점을 고려해 급수율을 조절해야 한다.

2. 밀

밀은 1964년 탁주와 약주 제조에 쌀 사용이 금지된 이후 최근 5~6년 전까지 탁주 제조에서 가장 중요한 원료로 사용되었다. 그러나 전통문화의 정체성에 대한 인식이 고조되면서 전통주의 식문화적 가치를 인식하고, 쌀 소비 촉진 방안의 하나로 전통주에 일련의 정책적 지원이 이뤄지면서 최근에는 발효제인 누룩 또는 조효소제 제조에 통밀가루나 밀기울을 사용하는 것 외에 탁주와 약주 제조업체에서 밀을 주원료로 사용하는 양은 급격히 줄어들고 있다.

1) 밀의 형태와 구조

밀은 세계 각 지역에서 재배되며, 식량작물 중 가장 넓은 지리적 분포를 보인다. 밀은 우리나라에서 쌀 다음으로 많이 소비되나 대부분 수입에 의존하고 있다. 밀은 배유부 83%, 밀기울 14.5%, 배아 2.5%로 되어 있는데 밀가루로 이용되는 것은 부스러지기 쉬운 배유부이다. 이들을 분리하지 않고 그대로 제분한 것을 통밀가루라 한다.

밀가루는 5~6년 전까지만 해도 탁주 제조에 가장 많이 사용되는 전분 원료였으나 최근 탁주 원료로 쌀이 보편화되면서 주원료로 사용되는 양은 급격히 감소하였다.

통밀가루는 입자가 거칠어 덩어리 형태로 뭉쳤을 때도 일정 두께까지는 통기가 가능하고 곰팡이 균사의 과정이 용이하며, 밀기울과 배아에 많이 함유되어 있는 단백질, 무기질, 비타민 함량도 높아 전통누룩 제조에 주로 사용된다. 피층과 그 안쪽에 배유부를 감싸고 있는 밀기울은 통밀가루보다 거친 입자가 훨씬 많이 포함하고 있고, 미생물 생육에 필요한 영양원 함량도 높아 전통누룩 외에 순수 분리한 곰팡이의 고밀도 배양을 통한 조효소제 제조에 많이 사용된다.

배유부에는 주로 전분과 단백질이 들어 있는데 배유 중심부로 갈수록 전분이 많고 단백질은 적으며, 호분층에 가까울수록 단백질이 많다.

2) 밀의 이화학적 특성

밀은 쌀, 보리 등 다른 곡류와 달리 배유부가 무르기 때문에 도정하면 쉽게 부스러지므로 보통 제분하여 밀기울을 제거하고 가루로 만들어 사용한다. 밀 알갱이에는 탄수화물이 65~70% 들어 있는데, 대부분 전분이며 텍스트린, 펜토산, 당분, 셀룰로스 등이 소량 함유되어 있다.

밀 단백질의 20% 정도는 수용성 단백질인 알부민과 글로불린이며, 80% 정도는 물에 녹지 않는 글루텐(gluten)이다. 글루텐은 글리아딘(gliadin)과 글루테닌(glutenin)으로 나뉘는데, 글리아딘은 점성을, 글루테닌은 탄성을 나타낸다. 밀에는 이들이 들어 있어 다른 곡류와 달리 물과 함께 반죽하면 점탄성을 나타낸다. 글루텐 함량에 따라 밀 알갱이의 단단함이 달라지는데 글루텐 함량이 많은 초자질 밀을 경질맥이라 하고, 글루텐 함량이 적고 상대적으로 전분 함량이 높은 분상질 밀을 연질맥이라고 한다.

밀가루는 글루텐 함량과 그 질에 따라 여러 가지 용도로 다양하게 사용한다. 강력분은 경질맥으로 만들며 글루텐은 13~16% 함유하고 있다. 강한 탄력성과 점성을 가지고 있고 물 흡착력도 강하므로 반죽하면 크게 부푸는 특성이 있어 식빵, 마카로니 등의 제조에 적합하다. 중력분은 글루텐 함량이 10~13%로 탄력성과 점성, 수분 흡착성이 강력분과 박력분의 중간 정도여서 가정에서 흔히 다목적으로 사용한다. 박력분은 연질맥으로 만들며, 글루텐 함량은 10% 이하로 탄력성과 점성이 약하고 물 흡착력도 약해 과자, 케이크 등의 제조에 적합하다.

밀가루는 제분할 때 피층 혼입이 많은데 피층 부분은 배유 부분에 비하여 회분 함량이 높으므로, 밀가루에 겉질이 많이 혼입될수록 회분이 많아진다. 밀가루에 겉질이 많으면, 착색이 되고 글루텐 형성에 방해를 받는다. 따라서 밀가루 품질은 겉질 부분의 혼입률로 등급을 매기는데, 보통 회분 함량의 많고 적음으로 판단한다. 한국농산물 검사규격에서 밀가루 등급과 회분 함량이 1등급은 0.45% 이하, 2등급은 0.46~0.65%, 3등급은 0.66~1.00%로 되어 있다. 이와 같은 특성이 있어 밀가루를 원료로 하는 탁주와 약주는 쌀을 원료로 하는 경우보다 색이 짙고 풍미가 풍부하지만 발효 관리를 정상적으로 하지 않으면 잡미가 생성될 수 있으므로 주의해야 한다.

탁주와 약주의 원료로는 강력분보다 원료처리가 용이하고 단백질 함량이 낮으며 전분 함량이 높은 박력분 1등급이 가장 적합하고, 입국제조용으로는 미생물 생육에 필요한 영양원 함량이 높은 박력분 2등급이나 3등급이 적합하다.

3. 기타 원료

1) 옥수수

옥수수는 생육기간이 짧기 때문에 추운 지역이나 표고가 높은 지역에서도 여름철 기온이 높은 기간에 재배할 수 있어 세계적으로 널리 재배되고 있다. 옥수수는 바깥쪽으로 과피와 종피가 있고, 내부에 배유가 있으며, 밑에 배아가 있는데 그 비율은 7:85:8 정도이다. 옥수수 알갱이는 경질이 강해 도정하기가 어려우므로 알갱이를 대부분 물 또는 알칼리에 침지하여 1차 가공한 다음 탁주와 약주 원료로 사용한다. 옥수수 껍질과 배아를 제거하고 배유부만 거칠게 분쇄한 콘그리트(corn grit)나 곱게 분쇄한 옥분을 사용하거나 전분만 추출한 옥수수전분 또는 옥수수물엿 등이 그 예이다.

옥수수전분은 국내에서 시판되는 탁주와 약주 제조 시 술덧 발효용 원료로 폭 넓게 사용되는데, 단백질 등 다른 영양성분이 거의 들어 있지 않고 전분질만 있으므로 약주 제조 시 쌀 등 다른 곡물 등과 혼합해 사용하면 잡미가 생성되거나 색이 짙게 형성되는 현상을 개선할 수 있다. 탁주의 경우, 옥수수전분의 혼합 사용으로 술덧 중 당질 함량이 높아지므로 잡미가 생성되거나 색이 짙게 되는 현상을 개선하고 침전물 생성을 줄임으로써 탁도 개선을 기대할 수 있다. 그러나 옥수수전분을 탁주와 약주의 양조 원료로 사용하는 경우, 술덧 중 당분질 외의 성분은 감소가 불가피해 원료에서 유래하거나 발효·숙성 과정에서 생성되는 풍미 감소를 유발할 수 있으므로 풍미 조화를 위한 세심한 주의가 필요하다.

콘그리트나 옥분은 입국제조와 술덧 발효용 원료로 사용되지만 옥수수전분과 마찬가지로 대부분 다른 곡물과 혼합해 사용하는데, 최근에는 소수 양조장에서만 그 명맥을 이어가고 있다. 옥수수물엿을 술덧 발효 원료로 사용할 경우, 물엿 가공 중 당화제 유래, 가열 과정 중 생성되는 특유의 풍미로 개성 있는 탁주와 약주 제조가 가능하나 콘그리트나 옥분과 마찬가지로 최근에는 소수 양조장에서만 그 명맥을 이어가고 있다.

이와 같이 옥수수전분을 제외하고, 콘그리트, 옥분 또는 옥수수물엿을 탁주와 약주 원료로 사용하는 예는 소수에 불과하다. 이는 원료처리 과정이 번거로워 생산성이 떨어지고 양조용 원료 옥수수 생산량이 줄어들므로써 비용이 올라가는 등 양조장 경영에 직접 영향을 주기 때문이다.

그러나 옥수수를 원료로 사용하는 탁주와 약주는 색이나 풍미에서 쌀 등 다른 곡물을 원료로 사용하는 경우와는 확연히 구분되는 특성이 있고, 강원도의 전래 특산주로 문화적 가치도 상당하므로 대중적으로 유통되는 탁주나 약주 상품과 차별화된 패키지, 술덧 발효 등 제조방법을 개선하여 활성화할 수 있다.

2) 보리

보리는 줄기 끝에 있는 과립 열 수에 따라 2맥종, 6맥종으로 구분된다. 보리는 도정과정에서 껍데기와 외층이 제거되는데 외층으로 갈수록 여러 영양성분이 다량 존재한다. 보리에는 성숙 후에도 껍질이 종실에 밀착하여 분리되지 않는 겉보리와 성숙 후 껍질이 종실에서 쉽게 떨어지는 쌀보리가 있다. 보리는 도정 후 전분질 원료로 탁주와 약주 원료로 사용된다. 발아된 맥아나 엿기름은 발아과정에서 전분 가수분해효소가 활성화되는데, 이와 같은 가수분해효소의 작용으로 전분이 저분자당으로 변환됨으로써 주류, 장류, 식혜 등을 양조할 때 효소원과 당분질 원료로 이용되기도 한다.

양조 원료로 사용할 때 보리는 일반적으로 쌀에 비해 흡수속도가 빠르고 최대 흡수량도 많다는 특성이 있으므로 쌀보다 침지시간을 짧게 해야 한다. 침지시간이 길면 흡수가 다가 될 가능성이 크므로 목표로 하는 흡수율이 되도록 시간을 적절하게 조절해야 한다. 일반적으로 양조 원료로 적합한 보리의 흡수율은 34~38%가 되도록 하는 것이 좋다.

보리는 쌀보다 난분해성 탄수화물이 많이 포함되어 있고 당분질 원료 함유량이 낮으므로 쌀을 원료로 탁주나 약주를 양조할 때보다 세심한 주의가 필요하다. 도정률을 높이는 등 원료처리 방법을 개선하거나 발효 시 가수분해 효소 활성 증가와 발효 초기 세균 오염을 방지할 수 있도록 산을 첨가하며, 입국을 사용할 때는 입국 사용량을 늘리는 것 등이 여기에 해당한다.

보리를 원료로 사용하는 탁주와 약주는 현재 소수에 불과하지만 보리에 많이 들어 있는 난분해성 탄수화물인 베타글루칸의 기능성이 주목받고 있으므로 제조방법을 개선해 품질을 높여 웰빙 트렌드에 부합되는 제품을 제조할 수 있다.

한 예로 제주특별자치도에는 고유 풍속인 신다리라는 탁주 성상의 음료용 술이 중산간지대 등에



그림 2-4 제주 신다리술

서 소량 빚어지고 있다. 특별한 방법 없이 먹다가 쉰 보리밥을 버리지 않고 제주도 고유의 전통누룩과 섞어 만드는데, 지금도 제주 사람들에게는 친숙한 음료용 술로 알려져 있지만 가양주 성격이 강하다(그림 2-4). 대중적으로 유통되고 있는 탁주나 약주 상품과 달리 전통제조방법이 광범위하게 전승되고 있으므로 제조방법을 체계화한다면 이야기가 있는 문화상품으로 정립할 수 있다.

농업에서 보리가 차지하는 비중이나 관광이 주산업인 제주특별자치도의 특수성 등을 고려한다면 지역 문화가 근간이 되는 방향으로 제주도의 특성화된 양조산업이 1차 산업과 3차 산업 등 전후방 산업을 활성화할 수 있다.

3) 전분당

전분을 산 또는 당화효소로 가수분해하여 얻은 당류를 총칭하여 전분당이라 한다. 주로 가공식품의 감미료로 소비되는데, 탁주와 약주 제조에서는 술덧 발효원료 또는 부원료로 사용한다. 전분당은 당화 정도에 따라 포도당, 올리고당, 텍스트린류로 구분한다. 올리고당은 포도당 또는 과당이 2~10개 결합된 것을 총칭하며, 일반적으로 포도당 2분자 이상이 결합되어 있는 말토올리고당과 말토올리고당이 주성분인 물엿이 가장 많이 사용되고 있다. 이와 같은 당류에 이성화효소를 작용한 생성물인 과당, 아이소말토올리고당 등도 전분 원료로 사용하므로 광의의 전분당이라 할 수 있다. 전분당 제조의 기본 원료인 전분으로는 주로 옥수수전분이 이용된다.

이러한 전분당류는 순도, 회수 방법 등에 따라 액상 또는 결정형, 분말 등 다양한 성상으로 상품화되는데, 일반적으로는 액상 상품이 보편화되어 있다. 액상 전분당류에는 대개 포도당이 일정량 함유되어 있다.

포도당은 탁주와 약주 등 병행복발효 주류의 알코올 생성에 중심적 물질이다. 탁주와 약주를 제조할 때 원료 곡물인 전분의 당화로 생성되는 포도당이 효모에 의하여 알코올로 전환되므로 포도당을 발효 원료로 직접 사용할 수도 있다. 주곡물 원료의 품미가 강해 관능품질에 나쁜 영향을 주거나 단백질 함량 또는 폴리페놀 함량이 높아 색이 짙어지거나 침전물의 생성 속도가 빨라지는 등 주질에 부정적 영향을 주는 경우 포도당의 일정량을 발효 원료로 사용하면 개선이 가능하다.

그러나 포도당을 발효 원료로 사용하는 경우, 첨가 시기에 따라 일시적으로 술덧 중 매우 높은 함량으로 존재함으로써 발효 지연 또는 발효 정지를 초래할 수 있고, 풍미를 단순화할 수 있으므로 사용량과 사용 시기에 세심한 주의가 필요하다. 포도당은 고순도 결정포도당과 물이 혼입되어 있는 액상포도당 두 가지 성상의 제품이 시판되고 있는데, 사용 편의성이나 비용 등을 고려해 사용하면 된다.

과당은 정제포도당에 포도당이성화효소(glucose isomerase)를 반응시켜 제조하며, 고순도 결정과당과 포도당이 함유되어 있는 액상과당(고과당) 두 가지 성상의 제품이 시판되고 있다. 발효 원료로 사용할 때 포도당과 유사한 영향을 주므로 포도당과 마찬가지로 사용량과 사용 시기에 세심한 주의가 필요하다. 과당의 설탕 대비 상대적 감미도는 1.3~1.4배 정도로 단맛이 매우 강해 쓴맛이나 신맛을 상쇄하는 작용이 뛰어나므로 일반적으로 살균탁주와 살균약주 제성 시 감미를 보완하기 위해 많이 사용한다.

포도당 2분자 이상이 중합되어 있는 말토올리고당과 설탕 1분자에 과당 분자가 1~3개 결합되어 있는 프럭토올리고당은 설탕이나 과당에 비해 당도는 낮지만 부드러운 주질과 보디(body)감 증가 등을 구현할 수 있으므로 살균탁주나 살균약주 제성 시 감미료로 사용하면 효과적이다. 말토올리고당의 이성질체인 아이소말토올리고당은 효모 이용 속도가 늦다는 특성이 있어 효모가 살아 있는 비살균탁주를 제성할 때 사용하면 유통 중 주질 변화를 늦출 수 있다. 그러나 비살균탁주에는 효모 외에 젖산균도 살아 있으며, 이 젖산균이 아이소말토올리고당을 영양원으로 쉽게 이용할 수 있으므로 비살균탁주 중 젖산균이 많이 살아 있는 경우에는 젖산균 생육에 따른 급격한 주질 변화가 초래될 수 있으므로 주의해야 한다. 상품으로 시판되는 올리고당류에는 대부분 포도당이 일정량 함유되어 있으므로 발효 원료 또는 감미료로 사용할 때는 반드시 포도당 함량을 고려해야 한다.

전분당류로 구분하지는 않지만 맥아를 효소원으로 곡물 전분을 분해한 물엿도 탁주와 약주 제조에 사용하는 올리고당류이다. 물엿은 포도당 2분자가 중합된 맥아당과 텍스트린이 주성분인데, 보통 정제하지 않고 사용하므로 곡물 원료와 맥아 제조과정에서 특유의 풍미를 나타내는 경우가 많아 개성 있는 품질이 구현될 수 있으며, 제성 시 감미 보완보다는 주로 발효 원료로 사용한다.

4. 물

1) 양조용수

물은 탁주와 약주의 80% 이상을 차지하며 직접 술의 일부가 되어 술 품질에 영향을 줄 뿐만 아니라 양조과정 중 모든 원료와 효소의 용제가 된다. 물에 들어 있는 미량의 무기성분은 미생물의 영양분과 자극제로 중요한 역할을 하며, 효소작용의 완충제 역할을 한다. 술의 일부가 되는 담금용수 외에도 원료 세척, 침지용수, 희석용수, 보일러용수, 세척용수 등으로 사용된다.

그중에서도 가장 중요한 것은 담금용수로, 세미와 침미 시에 백미 중량의 30~35%의 물을 흡수하므로 물의 선택이 중요하다. 양조용수로 구비해야 할 필수 조건은, 탁주·약주 제조는 식품공업이므로 통상 먹는 물 수질기준에 적합해야 한다.

수질기준에 적합하더라도 주질을 떨어뜨리는 등 부정적인 영향을 주는 요인은 제거해야 한다. 일반적으로 양조용수로 구비해야 하는 조건은 무색, 무미, 무취에 투명해야 하며, 계절에 따른 온도 변화가 적어야 하고, 약알칼리성 또는 중성이어야 한다. 철분은 제품 색상과 관계되므로 가급적 함량(0.05 ppm)이 낮아야 하며, 유해성분(암모니아, 황산 등)이 적고, 발효촉진 성분(칼슘, 마그네슘)을 적당량(100 mg 이하) 함유하고 있어야 한다. 또 유해 미생물과 유해성분이 없는 것이 양조용수로 바람직하다. 양조용수의 수질기준은 <표 2-2>와 같다.

표 2-2 양조용수의 수질기준

분석항목	수질기준
pH	5.8~8.5
암모니아성 질소(ppm)	0.5 이하
질산성 질소(ppm)	10 이하
유기물(ppm)	10 이하
철분(ppm)	0.3 이하
망간(ppm)	0.3 이하
증발잔류물(ppm)	500 이하
염소이온(ppm)	150 이하
경도(ppm)	300 이하
대장균	음성(-)

현재 탁주와 약주 제조에 사용하는 양조용수인 상수 또는 먹는 물 수질기준에 적합한 지하수는 대부분 이와 같은 조건을 구비하고 있고, 필요한 무기성분도 원료 곡물에서 충분히 공급 가능하므로 특별한 경우가 아니라면 문제되지 않는다.

2) 수질과 주질

물은 술의 품질에 영향을 많이 미친다. 물에 함유된 무기성분이 미생물과 술덧 발효와 제성주의 후발효와 숙성에 미치는 영향은 크게 두 가지로 나뉜다. 미생물 생육에는 금속이 필요한데, 일반적으로 칼륨, 마그네슘, 인산 등이 알려져 있고, 철, 망간, 아연, 구리 등은 미량 필요하다. 이러한 금속들은 미생물의 에너지 대사와 효소반응의 조효소로 필요하다.

일반적으로 경도가 높은 물은 칼슘과 마그네슘 함량이 높을 뿐만 아니라 그 밖의 미량 성분도 많이 존재하므로 당화와 발효를 촉진하여 발효 초기에 발효 속도가 빠르게 진행되는 전급(前急)형 발효 양상을 나타내 주질이 거칠어지고 매운맛을 나타내기 쉽다. 반대로 경도가 낮은 물은 전완(前緩)형 발효 양상을 나타내 부드럽고 감미가 있는 주질을 나타내기가 쉽다. 그러나 술덧의 발효 양상 변화는 물의 종류 외에도 효모, 품온, 원료 미의 종류 등 종합적인 작용에 따라 달라짐에 유의해야 한다.

최근 탁주와 약주 양조에 누룩이나 입국 사용량을 줄이고, 당화를 위한 발효제로 정제효소를 병행해 사용하는 사례가 많은데 이 경우, 누룩이나 입국 사용량을 줄인 상태에서 경도가 낮은 물을 담금용수로 사용하면 무기성분이 부족해 당화와 발효가 지연될 수 있으므로 주의해야 한다.

물맛은 이화학 성분의 기기분석으로 농도를 측정해 분석할 수 있지만 주로 관능검사로 판정한다. 일반적으로 연수가 맛이 좋은 것으로 알려져 있다. 물에 함유되어 있는 각종 무기성분은 신맛, 쓴맛, 매운맛을 나타내는 것이 있고, 단독으로는 무미이나 다른 물질과 섞이면 맛을 내는 혼합물도 있다.

먹는 물 수질기준에 적합한 양조용수의 경우 대부분 특이한 냄새가 없으나 조류나 식물이 부패해 오염된 지하수를 직접 사용하거나 관리가 소홀한 수조에 저장된 물을 사용하면 곰팡이 냄새 같은 불쾌한 냄새가 날 수 있는데, 주로 포화지방산, 불포화지방산, 아

민류가 그 원인으로 알려져 있다.

3) 경도

양조용수의 경도는 물에 녹아 있는 칼슘이온(Ca^{2+}), 마그네슘이온(Mg^{2+}) 등에 의해 유발된다. 경도는 물의 세기($^{\circ}\text{H}$)로 표시한다. 나라별로 물의 경도는 다음과 같이 구분한다.

$$1^{\circ}\text{d} = 10 \text{ mg CaO/L} = 1 \text{ g CaO/hL}(\text{d=독일})$$

$$1^{\circ}\text{f} = 10 \text{ mg CaCO}_3/\text{L} = 1 \text{ g CaCO}_3/\text{hL}(\text{f=프랑스})$$

$$1^{\circ}\text{e} = 14.3 \text{ mg CaCO}_3/\text{L}(\text{e=영국})$$

$$1 \text{ ppm} = 1 \text{ mg CaCO}_3/\text{L}(\text{미국 단위})$$

문제 1: 용액 시료의 수질분석 결과 Ca^{2+} 가 60 mg/L였다. Ca^{2+} 의 경도는? Ca의 원자량은 40이다.

$$\text{경도} = \text{분석결과}(\text{mg/L}) \times 50 / (0.5 \times \text{원자량})$$

$$\text{Ca}^{2+} \text{ 경도} = 60(\text{mg/L}) \times 50 / (0.5 \times 40) = 150 \text{ mg/L}$$

문제 2: 위 용액의 수질분석 결과 Mg^{2+} 가 24.5 mg/L였다. Mg^{2+} 의 경도는? Mg의 원자량은 24.3이다.

$$\text{Mg}^{2+} \text{ 경도} = 24.5(\text{mg/L}) \times 50 / (0.5 \times 24.3) = 100.1 \text{ mg/L}$$

문제 3: 위 용액의 물의 수질분석 결과(Ca^{2+} , Mg^{2+})를 가지고 총경도를 구하면?

$$\text{총경도} = \text{Ca}^{2+} \text{ 경도} + \text{Mg}^{2+} \text{ 경도} = 150 + 100.1 = 250.1 \text{ mg/L}$$

문제 4: 위의 용액에는 음이온이 HCO_3^- (분자량 61 g): 30 mg/L, SO_4^{2-} (분자량 96 g): 120 mg/L, Cl^- (원자량 35.5 g): 2.5 mg/L, CO_3^{2-} (분자량 60 g): 30 mg/L가 분석되었다. 위 용액의 총경도, 탄산염경도, 비탄산염경도는 얼마인가?

$$\text{풀이)} \quad \text{총경도} = 150 \text{ mg/L} + 100.1 \text{ mg/L} = 250.1 \text{ mg/L}$$

$$\text{탄산염경도 } \text{CO}_3^{2-} : 30 \text{ mg/L} \times 50 / (0.5 \times 60) = 50 \text{ mg/L}$$

$$\text{HCO}_3^- : 30 \text{ mg/L} \times 50 / (0.5 \times 61) = 49.2 \text{ mg/L}$$

$$\therefore \text{탄산염경도} = 50 + 49.2 = 99.2 \text{ mg/L}$$

$$\text{총경도} = \text{탄산염경도} + \text{비탄산염경도}$$

$$250 = 99.2 + \text{비탄산염경도}$$

$$\therefore \text{비탄산염경도} = 150.8 \text{ mg/L}$$

경도의 종류는 탄산염경도(일시경도)와 비탄산염경도(영구경도)로 나눌 수 있다. 일시경도는 끓이면 연수화하지만 영구경도는 끓여도 연수화하지 않는다. 일시경도 유발 물질은 OH^- , CO_3^{2-} , HCO_3^- 이고 영구경도 유발물질은 SO_4^{2-} , NO_3^- , SiO_3^{2-} 이며, 총경도는 탄산염경도와 비탄산염경도의 합이다.

4) 무기성분이 양조에 미치는 영향

무기성분은 미생물의 성장과 발효에 필수적인 칼륨, 마그네슘, 인산 등 유효성분과 미량 함유 시 유효성분으로 작용하지만 다량 함유되면 이상착색 등 관능품질 저하를 유발하는 철, 망간, 구리 등이 있다.

(1) 소듐

효모의 생육에 필수적이지는 않지만 칼륨이 부족할 때 흡수되어 이용된다. 담금 술덧 중 30~40%가 양조용수에서 유래하며 염산염 또는 황산염으로 존재한다.

(2) 칼륨

미생물의 생육과 발효에 필수적인 원소로 일반적으로 분출량이 풍부한 지하수에 염산염, 황산염 또는 탄산염으로 다량 함유되어 있다. 효모 필요량인 4 mM(156 ppm)의 대부분은 원료 쌀에 포함되어 있는 정도로 충분하지만 원료 쌀에 유리형으로 존재하므로 침지과정에서 유출되기 쉽다.

(3) 마그네슘

미생물의 생육에 필수적인 원소로 효모의 증식에는 0.4 mM(9.6 ppm), 발효에는 0.2 mM(4.8 ppm) 정도가 필요하며, 일반적으로 물보다는 원료 쌀에 많이 함유되어 있는데 원료 쌀 중에서는 비교적 용출되기 쉬운 형태로 존재한다.

(4) 칼슘

미생물 생육에 필수적이지는 않지만 효소의 생산·추출 작용을 촉진한다. 물의 경도를 결정하는 주성분이며, 탄산염 또는 황산염으로 존재한다. 함량이 극단적으로 높은

물 이외에는 원료 쌀에 더 많이 포함되어 있고, 제품에 지나치게 많이 함유되면 품질을 떨어뜨리므로 주의가 필요하다.

(5) 철

철은 미생물 생육에도 미량 필요하고, 효소의 활성화에도 영향을 주지만 다량 함유되면 이상착색을 유발하고, 아미노-카보닐 반응(amino-carbonyl reaction)을 촉진해 풍미를 떨어뜨리는 것으로 알려져 가급적 제거해야 하는 성분으로 인식되고 있다. 물에 함유되어 있는 철은 세척·침지 등 원료 쌀의 전처리 과정에서 원료 쌀에 흡착되었다가 발효 술덧에서 용출되는데, 효모에 필요한 양은 일반적으로 원료 쌀에 함유되어 있는 정도로 충분하므로 적절히 제거함으로써 0.2 ppm 이하로 관리하는 것이 좋다. 제조공정에서는 양조용수나 원료 쌀 외에도 각종 기계, 탱크, 배관 등에서 혼입될 수 있으므로 주의가 필요하다.

(6) 망간

망간은 빛을 쏘이면 착색의 촉매 역할을 하는 것으로 알려져 있다. 일반적으로 빛 조사에 의한 착색과 이취 발생은 유사한 산화과정을 거치므로 착색 촉진은 이취 발현의 촉진과도 연계될 수 있다. 양조용수보다는 원료 쌀에 더 많이 함유되어 있고, 탁주나 약주같이 산성조건에서 쉽게 용출되므로 적절히 제거하는 것이 좋다.

(7) 구리

구리 함량이 높아지면 혼탁을 유발할 수 있으므로 주의가 필요하지만 일반적으로 물에는 거의 함유되어 있지 않으므로 수도관이나 제조과정 중 기구 등에서 용출되지 않게 주의해야 한다.

(8) 아연

물에는 다량 함유되어 있지 않고 주로 원료 쌀에서 유래하나 아미노산 생성과 상관이 있으므로 함량이 높은 약주류는 저장 중 아미노-카보닐 반응에 의한 착색에 주의해야 한다.

(9) 질소화합물

양조용수로 적합한 물에는 거의 함유되어 있지 않으나 취수원이 깊지 않은 지하수를 사용하는 경우, 오염물 분해로 생성되는 암모니아나 아질산이 검출될 수 있다. 암모니아나 아질산은 발효 중 미생물의 질소원으로 이용될 수 있으므로 부정적인 영향을 직접 주지는 않지만 취수원의 환경오염 척도로 볼 수 있으므로 세심한 주의가 필요하다.

(10) 인산

일반적으로 물에는 거의 함유되어 있지 않으나 효모 증식과 발효에 필수적인 성분으로 주로 누룩과 원료 쌀에서 유래한다. 누룩이나 쌀에 함유되어 있는 인산은 피틴(phytin) 등 유기태 인산으로 존재하는데, 누룩 또는 입국 배양 과정에서 곰팡이가 생산하는 인산가수분해효소(phosphatase)에 의하여 무기물화되어 효모가 이용한다. 효모 증식에는 1 mM(31 ppm), 발효에는 0.5 mM(15 ppm)이 필요한 것으로 알려져 있다. 최근 탁주와 약주 양조에 누룩이나 입국 사용량을 줄이고, 당화를 위한 발효제로 정제효소를 병행해 사용하는 사례가 많은데, 당화를 위한 정제효소에는 이러한 활성이 없어 인산 부족에 따른 발효 지연이 유발될 수 있으므로 주의해야 한다.

5) 양조용수의 처리

탁주와 약주 양조장에서 양조에 사용하는 상수 또는 먹는 물 수질기준에 적합한 지하수의 경우 대부분 별도 처리가 필요하지 않으나 경도가 매우 높거나 용수 공급 배관 또는 수조 등 공정 중 수질 악화와 이에 따른 주질 열화가 우려되는 경우에는 경도를 낮춰 사용하거나 주질 또는 제조 설비에 유해한 성분과 미생물을 제거한 뒤 사용해야 한다.

(1) 이온교환수지

일반적으로 양이온교환수지를 사용해 높은 경도를 나타내는 주요 금속 이온을 제거함으로써 경도를 떨어뜨리는 방법이 많이 사용되었으나 최근에는 음이온교환수지를 병행 사용하여 순수에 가까운 용수로 처리해 사용하기도 하며, 담금용수보다는 보일러용수 등에 많이 사용한다.

(2) 이미이취(異味異臭) 제거

지하수를 양조용수로 사용하거나 용수 공급 배관 또는 수조 등의 관리 소홀로 유기물 분해에 따른 미세한 불쾌취가 발생할 수 있는데 주로 활성탄을 사용한 흡착으로 제거하며, 최종 제품의 희석수에 적용하는 경우가 많다.

(3) 미생물 제거

상수 또는 먹는 물 수질기준에 적합한 지하수의 경우 주질에 영향을 줄 정도의 잔존 미생물이 존재하지 않으므로 탁주·약주 양조장에서는 미생물 제거 공정을 적용하지 않으나 용수 공급 배관 또는 수조 등의 관리 소홀로 미생물이 다량 증식하면 발효에 영향을 줄 뿐 아니라 제품의 유통 안정성에도 문제가 될 수 있어 일부 양조장에서는 배관 또는 수조 안에 자외선등을 설치하여 처리하거나 제균여과 등 미생물 제거 공정을 적용한다. 자외선 조사에 의한 살균은 화학적인 부작용이 없으며 잔류독성이 없다. 그러나 장비가 고가이고 물의 사멸 처리량이 적은 편이다. 정수처리수층의 농축이 적어야 하며 물의 탁도, 색도가 높으면 살균력이 현저히 떨어진다. 더구나 세균의 양이 많으면 자외선 조사량도 높여야 한다.

(4) 기타

아직까지 활성화되지는 않았지만 원적외선 방출 소재를 처리한 양조용수를 적용함으로써 주질을 개선하고자 하는 시도가 있다. 자연 상태에서 물은 단일분자로 존재하지 않고 10~15개의 분자가 수소결합에 의한 분자집합체(cluster)를 형성하는데 이 집합체는 매우 짧은 시간에 반복해서 붙었다 떨어졌다는 반복한다. 일반적으로 집합체의 크기가 작으면 물맛이 좋은 것으로 알려져 있는데, 원적외선을 조사해 집합체의 크기를 작게 할 수 있다.

탁주와 약주를 포함하는 주류에서는 숙성하면 주질이 부드러워지는데, 숙성 중 화학적 변화의 본질이 물 분자 집합체와 알코올 분자 집합체의 크기가 작아지면서 물 분자와 알코올 분자의 집합체가 만들어지는 것이므로, 이와 같은 효과는 충분히 기대할 수 있다. 원적외선 방출 소재는 대부분 세라믹을 이용하며, 여과 등의 방법으로 대단위 공정 적용이 시도되고 있다.

6) 양조용수의 관리

주류 제품의 우수한 품질 유지는 물론 경쟁이 극심한 사업 환경에서 양조용수 관리는 대단히 중요하다. 이를 위해서 먹는 물의 수질기준에 초점을 맞추어 관리하는 것이 요체가 된다. 관련 법규를 알아보려면 인터넷에서 ‘법제처’를 검색한 뒤 ‘바로가기’를 하여 ‘국가법령정보센터’에서 다시 ‘먹는물관리법’을 검색하면 「먹는물관리법」, 「먹는물관리법 시행령」, 「먹는물관리법 시행규칙」까지 상세히 알아볼 수 있다.

<http://www.moleg.go.kr/main.html>을 참조하거나 <http://www.law.go.kr/LSW/>에서 ‘먹는물관리법’을 입력하면 확인할 수 있다.

5. 국(麴)

국에는 전통누룩, 개량누룩, 개량누룩(생쌀발효), 조효소제, 정제효소제, 입국(백국, 황국, 흑국), 맥아 등이 있다. 이들 전체를 누룩이라는 말로 표현하는데 이에 대해 알아본다.

1) 누룩

(1) 누룩의 정의

누룩은 곡자, 국얼, 국자, 주매, 은국으로 불리지만, 『표준국어대사전』에는 ‘술을 빚는 데 쓰는 발효제’로, 『새우리말 큰사전』에는 ‘곡물을 찌서 누룩곰팡이를 번식시킨, 술을 빚는 데 쓰는 발효제’로 풀어놓았다. 1971년 국세청 기술연구소의 약·탁주제조방법에는 ‘곡자란 낱곡류 자체가 함유하고 있는 효소와, 여기에 리조푸스(*Rhizopus*), 아스페르길루스(*Aspergillus*), 압시디아(*Absidia*), 털곰팡이(*Mucor*속) 등의 사상균과 효모와 기타 균류가 번식하여 각종 효소를 생성·분비하는 발효제’라고 정의하고 있다.

누룩은 술을 빚기 위한 원료로 사용되지만, 「주세법」, 「주세법 시행령」, 「주세법 시

행규칙」 등에 구체적으로 설명되어 있지 않고, 국(麴)으로 광의의 개념으로 해석되지만 누룩과 국은 근본적으로 다르다. 「주세법」 제3조에 정의된 국은 전분물질 또는 전분물질과 기타 물료를 섞은 것에 곰팡이류를 번식시킨 것 또는 효소로서 전분물질을 당화시킬 수 있는 것을 말한다.

(2) 누룩의 종류

삼국시대부터 고을마다 다양한 형태의 누룩을 만들었다. 이러한 누룩은 주종에 따라 약주용, 탁주용, 소주용으로 구분되었고, 사용 원료에 따라 소맥누룩, 쌀누룩, 녹두누룩, 고량누룩, 연맥누룩 등 수십 종이 알려져 있다.

누룩은 다음과 같이 분류한다. 병국(떡누룩)은 원료 분쇄 정도에 따라 곡류를 곱게 분쇄한 분말로 만든 분국, 거칠게 분쇄한 분말로 만든 조국, 한약재(쑥, 여귀, 녹두, 도꼬마리, 천초, 생강, 연꽃, 매화꽃, 복합 한약제 누룩) 첨가에 따라 초국으로 분류한다. 병국과 대별되는 산국(흙임누룩)은 곡물의 낱알이 흩어져 있는 누룩으로 나뉜다(표 2-3).

국(麴)은 *Asp. oryzae*(일본)이고 국(麴)은 *Rhizopus*속(한국, 중국)인데 사람들은 대부분 麴을 누룩→국, 麴을 누룩→곡으로 읽고 있으나 한자옥편을 찾아보면 麴도 麴도 다 같이 누룩→곡으로 되어 있다. 즉 麴은 麴과 같은 글자로 되어 있고 컴퓨터 한자에서도 국을 한자로 변환하면 麴과 麴이 함께 있다. 그래서 麴을 누룩→국, 麴을 누룩→곡으로 읽는 것은 잘못으로 생각되어 여러 한문 전공자에게 문의하여도 두 글자는 같은 글자라 한다. 일본 고지(koji)는 원료를 살균하고 목적하는 순수 균을 접종한 것이므로 국(麴)으로 하고, 우리나라 중국과 같이 전통방법으로 원료를 살균하지 않고 자연계의 균을 자연 증식시킨 것을 국(麴)으로 하였다. 이를 구별하기 위하여 국의 경우에는 한자(麴, 麴)를 괄호 안에 넣어 구별하여야 할 것이다. 그런데 중국의 한자는 최근 간자체(簡字體)를 제정하고 많이 쓰는데 麴의 간자체는 曲으로 되어 있으나 曲으로는 쓸 수 없을 것 같다(정동호 교수).

표 2-3 누룩의 분류

제조 형태	분쇄 형태	특성 및 첨가에 따른 분류
떡누룩(병국)	분국	곡물을 가루내어 덩어리로 만든 누룩(이화주국, 미국, 백국, 납도국)
	조국	곡물을 거칠게 갈아서 덩어리로 만든 누룩(소맥국, 분국)
	초국	여뀌잎, 닥나무잎 등 약초를 넣거나 그 즙에 반죽하여 덩어리로 만든 누룩(산국)
흙임누룩(산국)	곡물의 낱알이 흩어져 있는 상태의 누룩(입국)	

누룩은 제조시기에 따라 춘국(春麴, 춘곡이라고도 함. 음력 1~3월), 하국(夏麴 또는 하곡, 음력 4~6월), 추국(秋麴 또는 추곡, 음력 7~9월), 동국(冬麴 또는 동곡, 음력 10~12월)으로 구별하기도 한다. 조선시대 각종 문헌에 실린 누룩의 종류는 다음과 같다(표 2-4).

표 2-4 고문헌에 실린 대표적인 누룩

종 류	고문헌
내분비전국	임원십육지, 농정회요, 조선무쌍신식요리제법
녹두국	증보산림경제, 온주법, 농정회요, 국학회등, 농가월령가
동양주국	농정회요, 오주연문장전산고
맥국법	태상지, 임원십육지
요국	산림경제, 고사십이집, 증보산림경제, 감서종식법, 고사신서, 임원십육지, 농정회요, 학음잡록, 국학회등, 농가월령가
미국	본초강목, 증보산림경제, 임원십육지, 농정회요, 조선주조요제, 군학회등, 산림경제촬요, 조선무쌍신식요리제법, 농가월령가
백국	본초강목, 임원십육지, 농정회요, 조선무쌍신식요리제법
추모국	증보산림경제, 본초강목, 임원십육지, 농정회요, 조선무쌍신식요리제법
신국	본초강목, 동의보감, 색경, 산림경제, 민천집설, 농정회요
이화주국	음식디미방, 주방문, 산림경제, 고사십이집, 증보산림경제, 감자종식법, 고사신서, 온주법, 해동동서, 규합총서, 주방, 주찬, 임원십육지, 농정회요, 양주방, 김승지택주방문, 음식방문, 역주방문, 조선무쌍신식요리제법, 농가월령가
면국	본초강목, 증보산림경제, 임원십육지, 조선무쌍신식요리제법
홍국	본초강목, 임원십육지, 농정회요, 오주연문장전산고, 조선무쌍신식요리제법
향온국	음식디미방, 산림경제, 임원십육지

* 자료: 이효지, 『한국의 전통 민속주』, 한양대출판부, 1996

(3) 누룩 미생물의 특징

떡누룩은 밀을 가루로 내어 반죽해 만든 누룩으로 리조푸스, 아스페르길루스, 압시디아, 털곰팡이(*Mucor*) 등의 곰팡이와 사카로미세스속의 효모, 고초균, 젖산균 등이 생육하고 있다. 이들 미생물은 특별히 접종한 것이 아니며 원료나 제조과정에서 들어간 야생균으로 이루어져 있다. 따라서 누룩은 제조지역이나 제조방법에 따라 미생물상이 각기 달라질 수 있으며 이로써 독특한 누룩을 만들 수 있다. 같은 지역이라 해도 계절과 제조시기에 따른 미생물 간 차이로 누룩의 특색이 달라지기도 한다. 특히 관여 누룩곰팡이에 따라 누룩의 색상이 달라지기도 한다. 아스페르길루스속 곰팡이의 형태학적 특

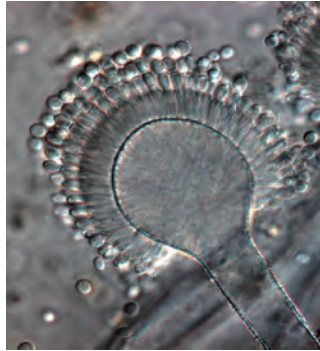
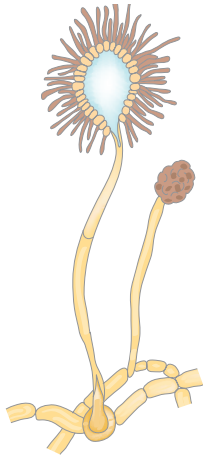


그림 2-5 아스페르길루스속 곰팡이의 형태학적 특성

성은 <그림 2-5>와 같다.

우리 술을 현대화·세계화하려면 주질의 맛과 향이 항상 일정하게 유지되도록 품질을 표준화·고급화해야 한다. 재래시장과 몇몇 누룩제조업체에서 판매하는 전통누룩으로 술을 빚을 경우, 양조 미생물을 제어할 수 없어 술을 빚을 때마다 주질에 차이가 있다. 이러한 발효제인 전통누룩에는 양조 미생물뿐만 아니라 주질을 악화시키는 위해 미생물도 있다. 유대식 등(2011)에 따르면 우리나라 각지에서 수집한 전통누룩의 양조 미생물은 곰팡이가 18속 97종, 효모가 15속 48종, 세균이 6속 19종이었다. 일부 누룩곰팡이(*Asp. flavus*, *Asp. parasiticus*)는 암을 유발하는 곰팡이 독소를 생성한다.

전통누룩에는 사카로미세스 세레비지에(*Sacch. cerevisiae*), 사카로미세스 코레아누스(*Sacch. coreanus*) 등 술을 빚을 때 뛰어난 알코올 생성능을 지닌 효모도 있고, 피키

전통누룩은 미생물이 매우 다양한 분포를 보여준다. 전통누룩의 경우, 자연배양의 형태를 취하므로 인공배양을 통해 품질관리가 엄격한 경우와는 차이가 많다. 다양한 미생물 중에는 유익한 미생물도 존재하지만 해롭거나 바람직하지 못한 미생물도 존재한다. 따라서 현장에서 누룩을 고를 때 좋은 누룩을 고르는 것이 매우 중요하다.

미생물의 종류가 다양한 현 상황에서는 누룩의 품질관리를 하기가 매우 어려워 탁주의 맛과 향도 매우 다른 제품이 제조될 수 있다. 즉, 술맛의 차이가 나는 근본적인 이유는 누룩의 품질을 일정하게 유지하는 일이 어렵기 때문이다. 이러한 이유 때문에 최근 입국이나 개량국자로 가려는 경향이 있는 것이 사실이다.

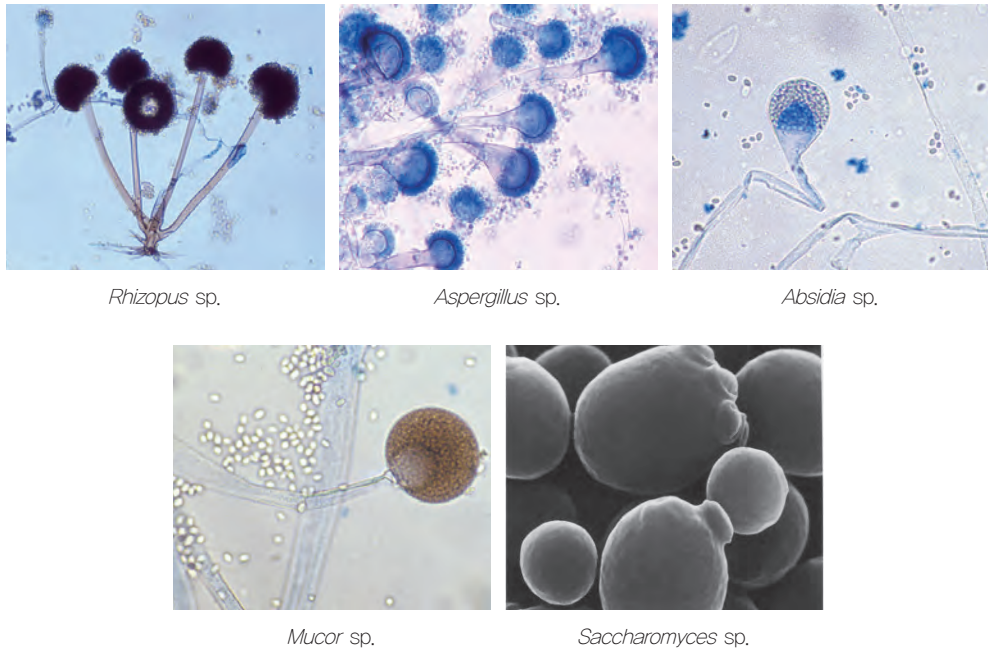


그림 2-6 다양한 누룩 미생물

아(*Pichia*)속, 한세놀라(*Hansenula*)속, 칸디다(*Candida*)속 등 산막을 형성하고 휘발산, 악취를 생성하는 효모도 있다(그림 2-6).

아스페르길루스 오리제(*Asp. oryzae*)나 아스페르길루스 가와치(*Asp. kawachii*) 배양 물을 첨가해 만든 누룩은 전통적인 누룩이라 볼 수 없으며, 입국에 가까운 것으로 보아야 한다. 한편, 누룩과 입국, 분국 등을 발효제라 한다.

(4) 누룩의 효소와 특징

누룩은 술덧 숙성 중에 전분질을 분해하여 포도당으로 만드는 효소원이 되며, 야생효모도 있으므로 종효모(種酵母) 급원으로 사용한다. 주로 밀을 원료로 제조하며, 보릿겨, 옥수수, 귀리, 쌀겨, 녹두, 싸라기 등을 적절히 혼합해 만들지만 밀로 만든 누룩이 최고 품질을 유지한다. 떡누룩과 흘임누룩 곰팡이의 특성과 당화력은 다음과 같다(표 2-5).

표 2-5 떡누룩과 흙임누룩의 비교

종 류	전처리	종국 접종	형 태	곰팡이	당화력
떡누룩	날곡류	자연	병국	<i>Rhizopus</i> sp.	강함
흙임누룩	증 미	인공	산국	<i>Aspergillus</i> sp.	약함

(5) 누룩의 제조

조선시대 고문헌인 『증보산림경제』(유중립, 1766)에는 누룩 디디기 좋은 날로, 여름 삼복에 누룩을 만들면 벌레가 안 생기고, 초복부터 말복 사이, 매달 초하룻날 또는 6월에서 7월 초에 누룩 만들기 좋다고 되어 있다. 그러나 오늘날은 누룩 제조 후 온도와 습도 등의 품질관리를 하면 1년 열두 달 계속 누룩을 제조할 수 있다.

누룩 제조법은 다음과 같다(그림 2-7). 원료 밀을 깨끗이 씻어서 충분히 말린 뒤 곡립이 되도록 분쇄한다. 여기서 원료에 대하여 25~30%의 물을 주고 잘 혼합해서 1~2시간 재워둔 후 수분이 균일하게 흡수되면 다양한 형태로 성형한다.

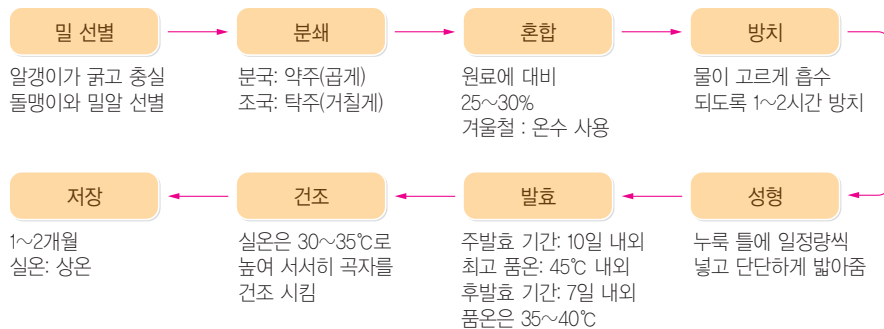


그림 2-7 전통누룩 제조공정

누룩 크기가 건조제품으로 0.8 kg 또는 1.6 kg이 되도록 납작하게 만들어진 누룩틀에 천으로 싼 재료를 넣고 발로 눌러서 모양을 찍어낸다(그림 2-8). 모양이 만들어지면 따뜻한 방에 벗짚을 깔 뒤 그 위에 늘어놓고 10여 일 띄운다. 그 뒤 짚으로 묶어서 처마 밑에 매달아두면 후숙과 건조가 진행되면서 누룩이 완성된다. 최근에는 온도와 습도 조절이 잘되는 누룩발효실을 이용한다(그림 2-9, 그림 2-10). 누룩의 형태는 지역에 따라 다양하다(그림 2-11).



그림 2-8 누룩 던기



그림 2-9 전통식 누룩발효실



그림 2-10 현대식 누룩발효실



그림 2-11 다양한 누룩

누룩의 품질은 찌갠 때 속까지 담황색 또는 회백색을 띠는 곰팡이가 잘 번식되어 있고 특유의 향기가 있어야 좋은 것이다. 부패취나 메주냄새가 나고 속이 갈색인 것은 좋지 않게 만들어진 것이다.

(6) 잘 띄워진 누룩 품질

전체적으로 얇게 제조한 누룩은 짧은 시간에 숙성되어 색상은 좋지만, 외측 수분이 빨리 증발되어 당화력이 나빠질 수 있고 향미가 깊지 않아 술지게미가 많이 생긴다. 따라서 온습도 조절을 할 수 있는 누룩 발효실에서 띄우는 것이 가장 적합하다.

두껍게 성형한 누룩은 내부의 수분 발산이 어려워 품온이 높아질 수 있고 고온에서 잘 생육하는 위해 미생물이 존재할 수 있다. 외측의 수분은 공기 중으로 쉽게 날아가지만 내부 수분 발산이 어려워 중심부가 썩어 들어가기 쉽다. 성형할 때 단단히 밟지 않으면 발효될 때 부풀어 오른 공극에 의해 미생물이 번식하여 부패하기 쉽다. 특히 가정에서는 여름 삼복에 누룩을 빚으면 온습도가 적당히 조절되어 좋은 누룩을 얻을 수 있다.

잘 띄워진 누룩은 단면을 잘라보면 내부까지 곰팡이 균사가 충분히 번식했고 황백색 또는 회백색 포자가 있다. 이러한 누룩은 특유의 고소한 향기가 있어 좋은 술을 빚을 수 있다.

(7) 다양한 누룩틀

지역별 누룩은 그 지역의 환경과 발효조건 등에 따라 독특하고 차별화된 누룩으로 발전하였다. 누룩 성형틀도 서울, 경기도, 경상도 지역에서는 원반형, 사각형으로 만들었다. 사각형 누룩틀은 지름 38~40 cm, 두께 2~2.5 cm 또는 지름 16~17 cm, 두께 3~3.5 cm로 아주 얇고 큰 것이 있는 반면, 두꺼운 것도 있다. 전형적인 원형 누룩틀은 지름 17~20 cm, 두께 4~5 cm로 600~700 g 원반형 누룩을 제조할 수 있다.

지역별로 다양한 전통주가 있듯이 전라도와 충청도 지역에서는 원추형, 정방형 등 누룩 성형틀을 이용했으며 전국적으로 사각형, 원형에 폭과 두께 등이 다양한 형태로 발달했다(그림 2-12).



그림 2-12 다양한 형태의 누룩틀

전통주를 과학화·현대화하기 위해서는 누룩에 대하여 체계적으로 연구해야 하며 최근 원형 종류별·누들형의 개량누룩, 현대식 누룩 성형기가 개발되었다. 또 전통주를 산업화하기 위해 농촌진흥청에서는 한국형 신개량 누룩을 연구하고 있다.

2) 입국

(1) 입국의 정의

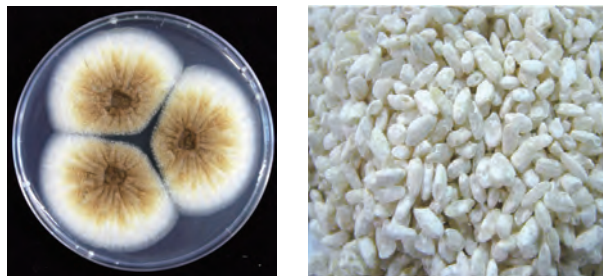
쌀, 보리, 밀가루를 증자한 후 순수 배양한 곰팡이 종국을 접종·배양한 홀임누룩 형태로, 일본식 코지의 일종인 발효제이다. 증자한 원료에 곧바로 곰팡이를 배양하기 때문에 국 자체가 발효제인 동시에 원료이다.

(2) 입국의 종류

입국은 주로 아스페르길루스속의 누룩곰팡이를 사용하지만 중국과 동남아시아 등 화교권에서는 붉은곰팡이인 모나스쿠스속(*Monascus* sp.)으로 만든 홍국으로 홍주를 제조하기도 한다. 여기에서는 백국, 흑국, 황국, 홍국에 대하여 살펴본다.

① 백국

흑국균(*Asp. niger*)이 변이주(*Asp. kawachii*)로 띄운 국으로 산 생성력이 높아 강한 신맛을 띠고, 술덧의 오염방지가 탁월하며, 주질의 향미가 깨끗하고, 균총이 흰색에 가까워 오늘날 탁·약주 제조에 가장 많이 사용하는 균주이다(그림 2-13). 대표적인 백국균으로 아스페르길루스 우사미 무트(*Asp. usamii* mut), 아스페르길루스 시로우사미(*Asp. shirousamii*) 등이 알려져 있다.



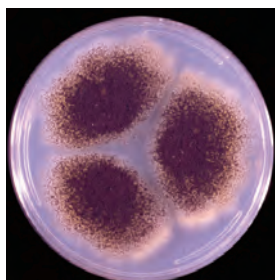
백국균

백국

그림 2-13 백국균과 제조된 백국

② 흑국

균총이 흑색 또는 흑갈색에 가까운 흑국균(*Asp. niger*, *Asp. awamori*, *Asp. usamii*)으로 띄운 국으로 신맛과 단맛을 낸다(그림 2-14). 전분, 단백질 분해력과 구연산 생산능이 다른 양조 미생물보다 높아 주정 제조에 적합하다. 우리나라뿐만 아니라 일본에서도 증류식 소주를 만들 때 많이 사용하는 균주이다.



흑국균

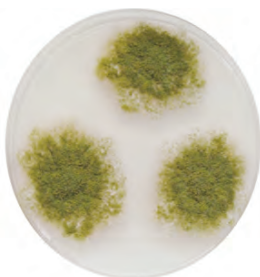


흑국

그림 2-14 흑국균과 제조된 흑국

③ 황국

일본주(sake), 장류(된장, 간장, 고추장 등) 제조에 사용하는 곰팡이인 황국균(*Asp. oryzae*)으로 띄운 국으로 단맛을 내며, 전분 당화력과 단백질 분해력이 강하다. 제국되면서 균층의 색상은 초기에는 백색이지만 점차 황록색, 회갈색 등 다양한 색깔로 변한다(그림 2-15).



황국균



황국

그림 2-15 황국균과 제조된 황국

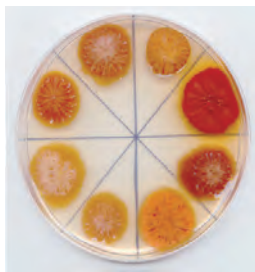
④ 홍국

증자한 백미에 홍국균(*Monascus* sp.)을 접종하여 일정한 온도와 습도를 유지하면서 2주 이상 순수 고체 발효한 국으로 다양한 색소를 생산한다. 홍국은 조선 중기 이후 중국에서 들어온 누룩으로 인도네시아, 말레이시아, 태국, 대만, 베트남, 캄보디아 등 동남아시아뿐 아니라 우리나라, 일본 등 동북아시아에서 홍주 제조에 사용하는 누룩이다(그림 2-16).

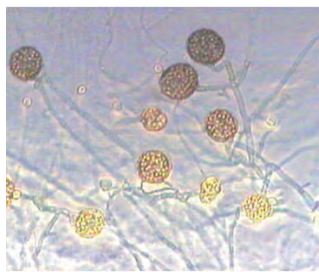
이 누룩에는 진분홍 색소(Monascorbin)를 형성하는 모나스쿠스속 균주로 만든 발효제로서 주로 홍국균(*Monascus anka*, *Monascus purpureus*, *Monascus ruber*, *Monascus pilosus* 등)이 관여해 고지혈증 치료제인 모나콜린 케이(Monacolin K)와 로바스타틴(Lovastatin) 등을 생산한다(그림 2-17). 『동의보감』에는 피를 잘 돌게 하고 소화가 잘되게 하며 이질을 멎게 하는 신국으로 소개되어 있다.



그림 2-16 홍국의 분포도



다양한 홍국균



홍국균



홍국

그림 2-17 홍국균과 제조된 홍국

(3) 입국의 미생물

입국은 주로 아스페르길루스속의 곰팡이를 사용하며, 균총 색깔에 따라 백색인 백국균(*Asp. kawachii*), 황색인 황국균(*Asp. oryzae*), 흑색인 흑국균(*Asp. niger*, *Asp. awamori*)으로 나뉜다. 이들은 당화력과 단백질 분해력이 강하여 탁·약주, 청주, 증류주, 고량주를 비롯하여 식초류, 장류(된장, 간장), 음청류(감주) 등의 양조산업에 많이 사용된다.

우리나라의 대표적 술인 탁주와 약주 제조용으로는 백국균(*Asp. kawachii*)을, 일본의 일본주(sake) 제조용으로는 황국균(*Asp. oryzae*)을, 중국과 대만의 홍주 제조용으로는 홍국균(*Monascus* sp.)을 많이 사용한다.

(4) 입국의 효소와 특징

국류 및 누룩 1 g이 기질인 가용성 전분 1 g에 작용해 생성된 포도당을 기질에 대하여 백분율로 표시한 것을 당화율이라 하며, 이 당화율에 효소의 회석배수를 곱한 수치를 당화력(Saccharogenic power, SP)이라 한다.

주류제조에서 총당화력은 원료(100 kg)를 본 담금에서 50~60시간 발효시킬 때 술덧의 알코올 도수를 14% 이상으로 만드는 데 필요한 것으로, 쌀 100 kg 기준으로 국의 효소역가를 270만 SP 정도 첨가하면 당화력이 충분하다. 발효 시 당화력이 부족하면 이상 발효 또는 산패의 원인이 되고 퓨젤유 등 숙취성분이 늘어난다.

발효제에 따른 당화력과 총당화력을 바탕으로 하는 쌀 사용량 대비 국 사용 비율을 <표 2-6>에 나타냈다. 최근 일반 가공식품의 원료뿐만 아니라 건강 기능식품의 원료와 한약 재료도 이용되고 있다.

표 2-6 발효제에 따른 당화력과 국 사용 비율

발효제 종류	당화력(SP/g)	쌀 대비 국 사용 비율
전통누룩	300 이상	9% 이하
개량누룩	1,200 이상	2.3% 이하
개량누룩(생쌀발효)	1,200 이상	2.3% 이하
조효소제	600 이상	4.5% 이하
정제효소제	15,000 이상	0.27% 이하
입국(백국)	60 이상	45% 이하
맥아	300 내외	9% 내외

탁·약주 제조 시 단일 입국을 사용하는 것보다 서로 다른 몇 종류를 혼합해 제조한 술은 비율에 따라 주질이 다양하므로 지역별 양조장에 차별성을 줄 수 있다.

문제: 백미 100 kg에 입국 20%를 첨가하여 술을 제조하고자 한다면 전통누룩을 얼마나 넣어야 할까?

백미 100 kg으로 술을 빚을 때 입국 20%를 사용한다면 입국량은 20 kg이다.
 $2,700,000 \text{ SP} - (20,000 \text{ g} \times \text{입국 역가 } 60 \text{ SP/g}) = 1,500,000 \text{ SP}$ 이고
 이를 전통누룩의 당화력으로 환산하면
 $1,500,000 \text{ SP} \div 300 \text{ SP/g} = 5,000 \text{ g}$ 이다.
 따라서 누룩 5 kg을 사용하면 당화력을 확보할 수 있다.

입국은 다음과 같은 역할을 한다. 첫째, 각종 효소(α -, β -아밀레이스, 글루코아밀레이스)에 의한 전분질을 분해하는 당화작용을 한다. 둘째, 단백질 분해 효소에 의해 생성되는 여러 가지 아미노산과 효모작용에 의한 향기성분 등을 생성함으로써 술의 품질 다양성을 이끌어낸다. 셋째, 탁주(막걸리) 제조 시 사용하는 백국균에 의해 산 생성력이 높아져 술덧의 pH를 저하시킴으로써 잡균 오염을 방지한다.

(5) 입국제조

입국제조는 다양한 제국방법으로 할 수 있으며, 양조장 특성에 맞게 선택·제조한다.

① 보쌈바닥국법

제국법 중에서 가장 원시적인 방법으로, 증숙된 원료를 국실에서 옮겨 40℃까지 냉각시키고 여기에 백국균 종국(0.1~0.3%)을 균일하게 살포·접종한 다음 국의 품온이 28~30℃가 되면 두둑하게 쌓고 보 또는 이불로 덮어서 보온한다. 이러한 국 제조 작업을 입국이라 한다(그림 2-18).



그림 2-18 보쌈바닥국법

입국 후 통상적으로 10시간 정도 지나면 살포한 백국균의 곰팡이 포자가 발아하면서 품온이 서서히 올라 35~36℃가 되면 국 전체를 혼합하면서 30℃까지 품온을 내린다. 이러한 작업을 1차 손질이라 하며, 손질 후에는 보쌈 높이를 3분의 1 정도로 얇게 깔고 품온이 37℃를 넘지 않도록 조절한다.

1차 손질 후 5~6시간이 지나 또 품온이 37~38℃가 되면 2차 손질을 한다. 2차 손질 후에는 원료 두께가 반 이하가 되게 아주 얇게 펴서 온도가 37~38℃를 넘지 않도록 주의하며 관리한다. 이렇게 해서 제3일 아침에 출국을 완료한 후 건조하거나 다음 공정인 담금으로 간다.

② 상자국법

보쌈바닥국법은 제국상자 등이 필요 없지만 상대적으로 넓은 장소가 필요하며 국의 품온 관리에 어려움이 있지만 상자국법은 이와 같은 단점을 보완해 국 제조를 한 단계 향상시킨 방법이다.

보쌈 후 1차 손질 시에 또는 접종 후 바로 제국상자에 일정량씩 담아 쌓아놓고 품온을 관리한다. 처음에는 원료를 뿔등[山] 모양으로 담아서 막대 쌓기를 하고 제2일 오후에 품온이 37~38℃가 되면 2차 손질을 하고 제국상자를 벽돌쌓기로 하여 품온을 37~38℃ 이하로 떨어뜨려 관리한 다음 제3일 오전에 출국한다. 이러한 방법은 사용하는 제국상자의 크기에 따라 구분하기도 한다.

가. 작은 상자국법

보쌈바닥국법의 단점을 보완한 방법으로, 종국이 균일하게 살포된 고두밥을 보쌈 후 1차 손질하여 제국상자에 소량씩(1.5~2.5 kg) 옮겨 쌓아놓고 뒤섞기와 뒤집기 등의 방법으로 온습도를 관리하며 제국하는 것으로 영세한 양조장에서 많이 사용한다(그림 2-19).



그림 2-19 상자국법

나. 대형 상자국법

고두밥(10~45 kg)을 대량 담을 수 있는 대형 상자에 보를 덮어 보쌈하고 입상 조작해 출국하는 제국법으로, 노동력을 줄일 수 있다. 최근에는 이를 더 보완한 다단식 제국기가 개발되어 사용되고 있다(그림 2-20).



그림 2-20 다단식 제국기

③ 기계제국법

이 방법은 우리나라 탁·약주 공장에서 주로 사용한다. 두껍게(14~20 cm) 쌓은 원료 사이에 온도와 습도가 조절된 바람을 강제로 통풍시켜 자동으로 온도와 습도를 조절하므로 인력이 절감되고 장소가 넓지 않아도 되며 고역가 제품을 얻을 수 있는 이상적인 제국방법이다.

가. 간이제국기

탁·약주를 제조하는 양조장에서 가장 많이 사용하는 방법으로 제국기 안에 고두밥을 두껍게 쌓고 온도와 습도가 조절된 공기를 강제로 통풍시키는 반자동 방식의 제국기이다(그림 2-21). 최근 적은 양을 제조할 수 있는 Mini 15, HK 30과 60 시리즈가 나왔다.



그림 2-21 다양한 간이제국기

나. 자동제국기

대형 드럼 모양으로 쌀을 투입해 세미, 증자, 파종, 제국을 원스톱으로 조작할 수 있는 제국기로 값은 비싸지만 노동력과 시간을 절감할 수 있어 탁·약주와 증류식 소주공장 등 대기업 양조장에서 가장 많이 사용하는 제국기이다(그림 2-22).

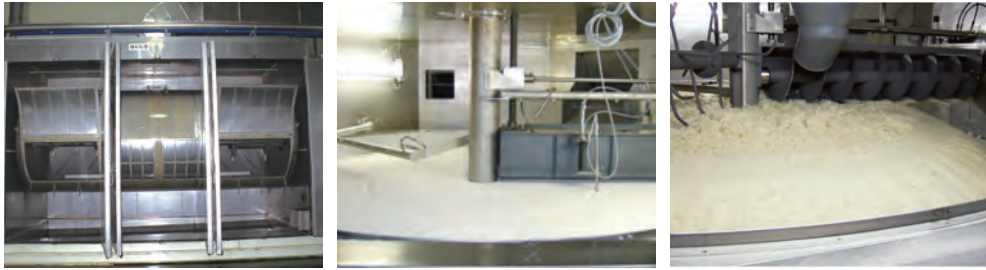


그림 2-22 자동제국기

④ 입국제조법

입국제조과정을 <그림 2-23>에 나타냈다.

- 쌀은 현미에서 쌀겨층과 배를 제거해 백반용으로 쓸 정도 품질이면 충분하다.
- 쌀은 잘 씻어서 표면의 분질물과 이물질 제거하고 8~12시간 침지한다. 수침시간은 동절기나 하절기의 수온이나 쌀 품종에 따라 달리한다. 특히, 수침 중 위해 미생물이 증식해 주류의 향미에 나쁜 영향을 초래할 수 있다. 따라서 침지수를 1~2회 갈아주거나 젖산이나 구연산을 첨가해 pH를 4.5 이하로 떨어뜨린다.
- 침지 후 물 빼기 시간은 계절에 따라 차이가 있다. 일반적으로 1~2시간 이상 물 빼기를 하고 시루 또는 증미기에서 증숙한다. 증숙시간은 김이 충분히 오른 뒤부터 40분 정도로 하며, 김을 막고 20~30분 방치해서 뜸을 들인다.
- 증자된 고두밥을 광목천 또는 방냉기에 풀어 헤쳐서 40℃ 정도로 식힌 다음 백국균(0.1~0.15%)을 고두밥에 조금씩 살포하면서 섞는다.
- 제국기에 백국균을 접종한 고두밥을 넣고 사용 균주와 계절에 따라 차이가 있지만, 품온을 30℃ 이상 유지해 20시간 동안 제국한다.
- 입국 발효과정에 품온이 40℃ 이상으로 올라가므로 설정된 팬으로 38℃로 내린다.



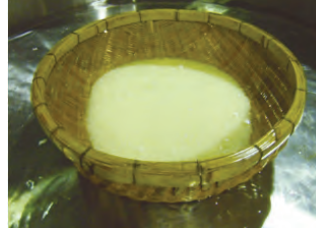
도정



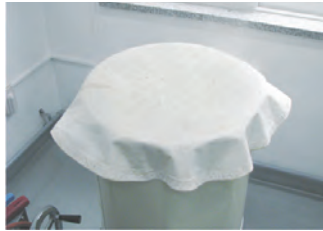
세미



수침



물 빼기



증자



방냉



제국



뒤집기/뒤섞기



출국



건조

그림 2-23 입국제조과정

전체 품온을 일정하게 유지하고 산소를 공급해 군사의 생육을 좋게 하기 위해 보쌈을 풀어헤쳐서 덩어리를 부수는 뒤집기를 한다. 보쌈을 제국기에 넣고 16~17시간 국을 띄운 뒤 보쌈을 풀어헤쳐 덩어리를 부수는 뒤섞기를 통해 외부의 신선한 산소를 공급하고 붙어 있는 쌀알이 없도록 한다.

- 쌀알의 색상이 변하고 군사가 생성되었다면 입국이 완성된 것이므로 바로 출국하여 술을 빚을 수 있다. 특히 완성된 입국을 열풍 건조하여 냉장보관하면 최소 6개월 이상 사용할 수 있다.

(6) 입국의 품질관리

입국의 품질관리는 효소 역가에 의해 결정되며 관능적으로 파정상태와 노곡 또는 약곡(약국)으로 구분된다. 입국의 품질은 국의 파정상태에 따라 다음과 같이 구분한다.

① 총파정(總破精)

군사가 증자된 쌀 입자 전체에 고루 깊숙이 파고들어간 상태로, 당화력과 단백질 분해력이 강하여 주류 제조에 가장 적합한 파정이다(그림 2-24).



그림 2-24 총파정된 입국

② 결발림파정

군사가 증자된 쌀 입자 내부에 파고들어가지 못하고 표면에만 번식한 상태를 말한다.

③ 멍텅구리파정

군사가 증자된 쌀 입자의 중심부까지 완전히 파고들어가 쌀 입자 몸이 무른 상태로, 잡균오염의 우려가 많은데 과습한 고두밥을 사용하였을 때 주로 생긴다.

④ 들파정

군사가 증자된 쌀 입자에 부분적으로 깊숙이 파고들어간 상태를 말한다.

⑤ 미파정

군사가 증자된 쌀 입자에 부분적으로 깊숙이 파고들어간 상태로, 효소 역가가 아주 낮고 자체 용해·당화의 부진으로 입국의 파정이 제대로 되지 못해 품질에 영향을 미치게 된다. 이는 제국을 제대로 조작하지 못하여 생긴 것으로 지나친 건조나 냉각이 주요 원인이다.

3) 조효소제

(1) 정의

밀기울(피질) 또는 전분을 함유한 재료를 찌거나 생피를 그대로 살균한 다음 인위적으로 우량한 당화효소 생성균을 번식시킨 홀임누룩 형태의 발효제를 말한다.

(2) 종류

조효소제는 재래 누룩의 주균인 리조푸스속(*Rhizopus* sp.)과 아스페르길루스 우사미(*Asp. usamii*), 아스페르길루스 오리제(*Asp. oryzae*) 등의 균을 배양하여 당화력을 높인 것으로, 자연누룩의 복잡한 맛과 당화력을 동시에 추구한 것이다. 대표적인 것이 개량누룩이다(그림 2-25).



그림 2-25 시판되는 개량누룩

(3) 특징

전통주의 품질을 높이고 생산성을 향상시키면서 전통주 고유의 맛과 향을 유지하기 위하여 제조한 누룩으로, 주로 가락누룩 형태로 제조한다. 우선 액체배지에 우수한 균주를 접종하여 종국을 만든 후 밀기울이나 분쇄한 통밀에 희석시킨 종국을 원료 밀에 대하여 10~20% 넣어 반죽한다. 골고루 수화된 반죽을 압출 성형기에 넣어 모양을 만들고 습도를 85~90%로 유지하며 온도를 30℃로 조절해 72시간 배양한 뒤 숙성·건조시켜 완성한다.

4) 정제효소제

(1) 정의

고체와 액체배지에 당화효소 생성 곰팡이를 배양한 후 전분질을 당화·분해시키는 효소만 추출·분리하여 주류제조에 사용하려고 액상 또는 분말 형태로 제품화한 것을 말한다(그림 2-26).



그림 2-26 정제효소제(분말)

(2) 종류

① 아밀레이스

아밀레이스는 전분의 α -1,4-글루코사이드 결합 또는 α -1,6-글루코사이드 결합을 가수분해하는 효소로, α -아밀레이스와 β -아밀레이스, 글루코아밀레이스, 아밀로-1,6-글루코시테이스로 구분된다.

- α -아밀레이스: 전분에 작용하여 포도당 6개로 된 호정(dextrin)으로 자른다. 경우에 따라서는 맥아당을 생성하기도 하는데 가수분해되는 과정에 α -1,6-결합을 가수분해하지 못하여 α -1,6-결합이 있는 텍스트린으로 분해하므로 아밀로-1,4-텍스트린가수분해효소(amylo-(1,4)-dextrinase)로 부르거나 호정화 효소 또는 액화효소라고도 부른다(그림 2-27).

임의의 위치에서 α -1,4-결합을 가수분해하기 때문에 점도가 빠르게 떨어지는 변화가 일어나 액화되므로 옥도반응을 실시해보면 작용 즉시 청색이 소실되고 점도를 감소시켜 액화가 빠르게 이루어진다(그림 2-27). 계속된 반응이 일어나 가수분해되어 당화과정까지 다다르면 이론수의 36% 맥아당을 생성한다. 이 효소는 사람의 타액, 맥아 중에 존재하며, 세균은 고초균(*Bac. subtilis*)에 가까운 균주가, 곰팡이는 국균(*Aspergillus* sp.)에 속하는 균주들이 α -아밀레이스를 생산하는 대표적인 양조 미생물이다.

- β -아밀레이스: 전분에 작용하여 아밀로스나 아밀로펙틴의 비환원성 말단에서 맥아당 단위로 분해하는 당화효소이다. 이 효소는 맥아에만 주로 존재하며 미생물에서는 발견되지 않는다. 따라서 β -아밀레이스는 당화효소의 일종이라 볼 수 있어 아밀로말토시테이스(amylomaltosidase)라고도 부른다. 그리고 아밀로스, 아밀로펙틴,



그림 2-27 α -아밀레이스에 의한 아밀로펙틴의 가수분해

호정을 가수분해하여 포도당으로 글루코사이드 말단부터 끊는 효소로 아밀로글루코시테이스(amyloglucosidase)라는 당화형 아밀레이스가 있다.

보통 국균의 아밀레이스는 50~60℃에 작용하면 맥아당을 많이 생성하지만, 그 이상의 온도에서는 호정분을 많이 생성한다. 아밀레이스 작용 최적온도는 50~60℃이지만, α -아밀레이스는 고온, 알칼리성에서 안정성을 가진다. 반면, 당화효소는 저온, 산성에서 안정성을 유지하는 특징이 있다.

- 글루코아밀레이스: 전분 분자의 비환원성 말단에서 포도당 분자 단위로 α -1,4결합을 끊는 것으로 β -아밀레이스가 끊지 못하는 α -1,6결합까지도 끊는다(그림 2-28, 그림 2-29). 전분 분자를 거의 100% 포도당으로 분해할 수 있으므로 전분을 원료로 하는 포도당 제조나 발효산업에서 당화제로 사용한다. 특히, 거미줄곰팡이(*Rhizopus* sp.)나 누룩곰팡이(*Aspergillus* sp.) 등에서 생산한다.

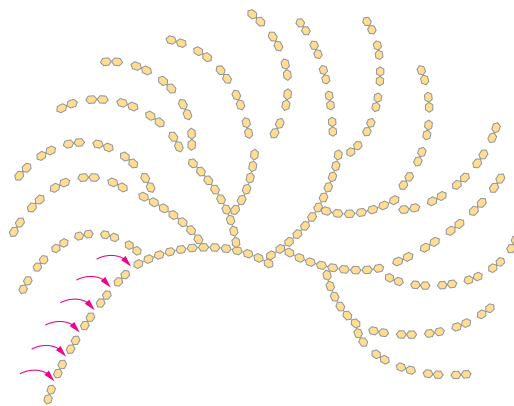


그림 2-28 β -아밀레이스에 의한 아밀로펙틴의 가수분해

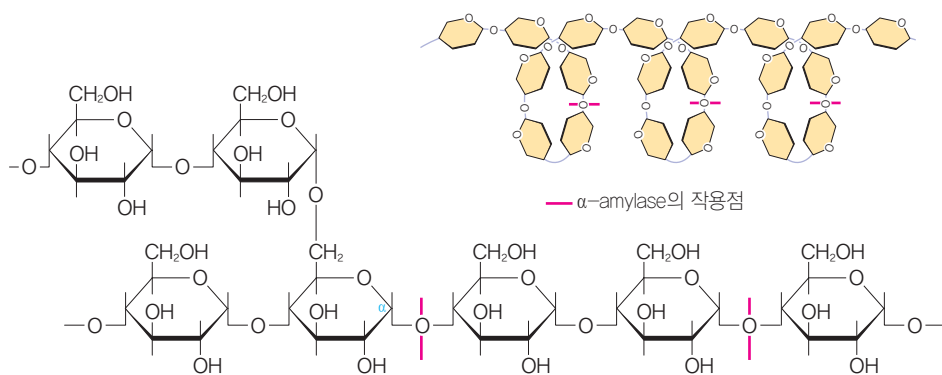


그림 2-29 아밀레이스의 작용

- 아밀로 1,6-글루코시데이스(Amylo 1,6-glucosidase): 아밀로펙틴, 글리코젠 등의 α -1,6-글루칸 결합을 가수분해해서 α -1,4결합으로만 구성되는 아밀로스를 만든다. 생성된 아밀로스 때문에 요도반응은 처음의 자주색에서 짙은 청색으로 변한다. 이러한 효소는 효모, 감자, 두류, 동물조직, 소화액 등에 주로 존재한다.

전체 아밀레이스의 활성 측정 방법

- ① 가용성 전분용액 5 mL를 기질로 효소액 1 mL를 가한 것을 반응용 시료로 한다.
- ② 효소액 대신에 증류수 1 mL를 가한 것을 공시험구로 한다.
- ③ 반응용 시료와 공시험구를 완충용액으로 최적 pH를 맞춘다.
- ④ 항온수 욕조에서 효소-기질액을 반응시킨다. 반응시키는 동안 가끔 흔들여준다.
- ⑤ 얼음물을 사용하여 효소반응액을 냉각해 효소의 활성을 정지시킨다.
- ⑥ 0.1N I_2 용액 20 mL를 가한다.
- ⑦ 660 nm에서 흡광도를 측정하여 1분당 흡광도 변화를 측정해 이를 효소단위로 계산한다.
($\Delta E/\Delta t : \Delta O.D./min$)

α -아밀레이스의 활성 측정 방법

- ① 0.02 M 초산완충용액 2 mL를 0.5% 가용성 전분용액 5 mL에 가하고, 1% NaCl용액 1 mL의 증류수 0.8 mL를 시험관에 넣고 75℃에서 5분간 예열한다.
- ② 효소액 0.2 mL를 넣고 10분간 반응시킨 후 얼음물에 담가 반응을 정지시킨다.
- ③ 여과지(Whatman No.1)를 사용하여 침전물을 제거한다.
- ④ 여액 1 mL를 취하여 다이니트로살리실산(dinitrosalicylic acid) 시약 3 mL와 혼합하고 끓는 물에서 5분간 반응시킨다.
- ⑤ 상온으로 냉각한 다음 분광광도계로 550 nm에서 흡광도를 측정한다.
- ⑥ 시료의 흡광도 값은 맥아당 표준곡선에서부터 맥아당 함량으로 환산한다.
- ⑦ 효소단위는 분당 1몰의 맥아당을 유리시키는 효소의 양으로 정의한다.

② 말테이스

아밀레이스의 작용으로 생긴 맥아당에 작용해 발효성 포도당으로 가수분해한다. 국균, 효모, 발아 곡류에 존재하는 효소이다. 말테이스 작용 최적온도는 40℃로, 55℃에서 15분이면 효소작용에 장애가 온다. 국균 말테이스는 적온 47℃, 산성일 때는 37℃이고, 40℃가 되면 효소력을 잃는다. 최적 pH는 효모 말테이스 6.8, 국균 말테이스 4.5, 맥아 말테이스 4.5~5.0, 세균 말테이스 6.5~7.0인 약산성에서 중성 범위에 있다.

③ 자이메이스

효모의 주요 효소로 단당류(육탄당)를 분해하여 알코올과 탄산가스를 생성하는 효소이다. 발효과정이 상당히 복잡하며, 여기에 관여하는 효소들은 처음 당 분해를 핵세이스에서 포스테이스, 알데하이드레이스, 뮤테이스(Mutase), 카복시레이스 등으로 구성되어 있다. 자이메이스(Zymase)의 작용 적온은 28~30℃에서는 불안정하고 12~14℃가 가장 안정하며, 40~50℃에서는 효소작용이 억제된다. 최적 pH는 3.0~7.5, 당의 최적 농도는 25%로 인산염이 절대적으로 필요하다.

발효 중인 효모는 자이메이스 양이 적지만 이를 씻어서 저온에 두면 자이메이스 생산량은 급속히 증가한다. 이는 저온에서 단백질가수분해효소가 자이메이스를 파괴하는 힘이 약하기 때문이다. 또 고온에 두면 자이메이스 효소 활성은 강해지지만 단백질가수분해효소 등에 의한 효소 활성이 강해져 자이메이스가 단백질분해효소에 의해 분해된다. 따라서 장시간 발효할 때는 12~14℃에 발효량 최대가 되는 것이다. 청주 제조에서 최고 품질을 저온에 두는 이유는 자이메이스 활성이 활발하기 때문이다. 알코올은 자이메이스에 직접 영향을 주지는 않지만, 효모 자체가 알코올(18~20%)에 저해를 받기 때문에 알코올 생성에 따라 알코올 발효 능력이 저하된다.

전통누룩은 국이나 효소제와 달리, 50 종류 이상의 효소가 있는데, 그 주요 기능은 원료미 중 쌀 등 전분을 당화해 당분으로 만들고, 단백질을 분해해 아미노산을 만드는 효소작용을 하며, 당분을 분해해 알코올과 탄산가스를 생성하는 한편, 아미노산으로부터는 정미성분이나 효모의 영양을 얻고, 고급 알코올 등 향기성분을 만드는 발효작용을 한다.

6. 효모

1) 효모의 일반성상과 종류

알코올 발효에 관여하는 효모는 사카로미세스 세레비지에(*Saccharomyces cerevisiae*)이며 당을 에너지원으로 이용해 알코올을 생산한다. 술덧을 발효하기 위하여 효모를 순수하게 대량 배양한 것을 주모(酒母=술밑)라 한다. 예로부터 우리 조상은 증자(고두밥 또는 죽, 백설기, 구멍떡 등)와 누룩을 일정량 섞은 뒤 끓여 식힌 물을 혼합해 4~5일 두꺼운 솜옷을 덮어 따뜻한 온도에 둬으로써 효모가 증식할 수 있게 하였다. 이 밖에도 맛을 좋게 하거나 산패시키는 효모도 소량 존재한다. 인류가 효모를 발견하게 된 과정은 <표 2-7>과 같다.

주모(酒母)는 술덧의 발효를 영위할 효모를 증식·배양한 것이다. 술덧을 발효하려면 효모가 다량 필요하나 단번에 많은 양을 증식하기 어려우므로 효모를 소량 배양하기 시작하여 단계적으로 양을 늘려간다. 여기서 첫 공정이 주모(술밑)이며 그다음 공정이 1단 담금(초단, 初段)이다. 탁·약주에서는 1단 담금 공정도 2단계 주모 제조공정의 연속이 된다.

배지 조성, 배양 조건이 술덧과 같거나 술덧으로 주모를 대용하는 경우 이를 종덧(seed mash)이라 한다. 주모는 술덧에 비하여 배지 농도가 진하고 산도가 높으며 배양 온도가 낮다. 따라서 술덧과 전혀 다르게 관리해야 한다. 주모에는 다량의 건전한 효모와 상당량의 산(구연산 혹은 젖산)이 존재하지 않으면 안 된다. 산이 포함되어 있어야 주모 및 1단 담금에서 잡균에 의한 오염이 방지된다. 나아가 2단 담금 초기에 효모가 증식하기에 충분할 정도로 알코올이 생성되어야 잡균 오염에 따른 위험을 방지할 수 있다.

술을 걸러서 마시고 약간 남은 것은 좋은 주모가 될 수 있으며, 이것에 '국'과 물 그리고 고두밥을 넣으면 발효가 가능한데, 이것을 밑술이라고 보는 견해가 있다. 최근 밑술이라는 단어를 많이 쓰며 각종 법규나 공적 문서에는 밑술이라는 말로 쓰고 있다.

술밑(sulmit, mother brew), 밑술 등으로 알려져 있는 주모는 효모를 증식시킨 양조 스타터(starter)를 말하는 것으로 『고사촬요』(1613)에서는 부분(腐本)이라 하였고, 일본에서는 서원(西元)이라 하였다. 『음식디미방』(1670)과 『음식보』(1700년대)에서는 밑술, 『주방문』(1600년대 말)에서는 '석임'이라 하였고 『자류주석』(1856)에서는 술밑이라고 하였다. 즉 배양된 효모와 산으로 실패 없이 알코올 발효가 일어나도록 하는 복발효식 곡류 양조 스타터를 말한다.

표 2-7 효모의 발견

효모	기원
효모 기원	• 인류가 최초로 사용(술, 빵) • BC 4000년 고대 바빌로니아 시대 • 곡류 재배와 맥주양조 기록(티그리스강, 유프라테스강) • 소맥분을 물로 반죽해 발효 후 구우면 빵 • 곡류, 과일 등의 액즙이 자연적으로 발효 → 포도주, 맥주
미생물 발견	• 1680년 네덜란드 상인 레빈 후크가 렌즈를 개발해 미생물 발견
파스퇴르 (1857년)	• 미생물의 분성 규명(파스퇴르코루벤) • 발효는 생물로만 이루어지고 생명이 없는 곳에는 발효도 없다.

2) 효모세포의 구조와 특징

효모는 단세포이지만 사상 또는 위균사를 나타내는 것도 있다. 보통 크기는 1~5 μm , 길이는 5~30 μm 이나 환경조건에 따라 변동이 심하고 계란형, 구형, 타원형, 사상형, 소세지형 등 균주에 따라 다르다(그림 2-30).

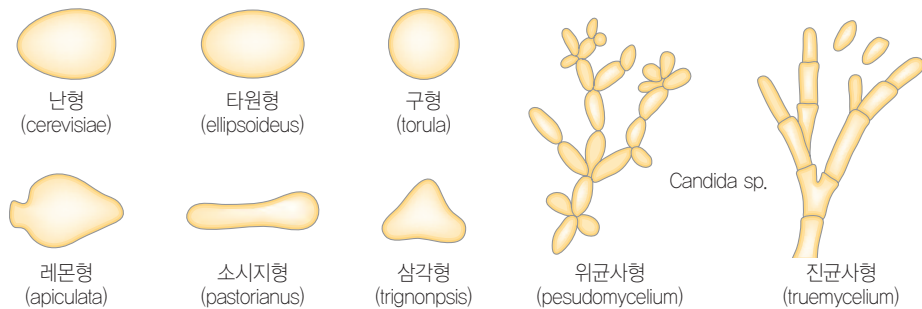


그림 2-30 효모의 다양한 형태

효모의 구조는 <그림 2-31>과 같다. 효모는 관습적으로 사용하는 용도에 따라 맥주효모(brewer's yeast), 청주효모(sake yeast), 와인효모(wine yeast), 주정발효에 이용하는 알코올효모(alcohol yeast), 빵효모(baker's yeast), 장류효모(soy-sauce yeast), 석유효모(petroleum yeast) 등으로 구분한다.

전통누룩에서 분리된 효모에는 *Sacch. coreanus saito*, *Sacch. coreanus forma*, *Sacch. tomentosus*, *Sacch. sake*, *Sacch. thermantitanum*, *Sacch. mandshuricus*,

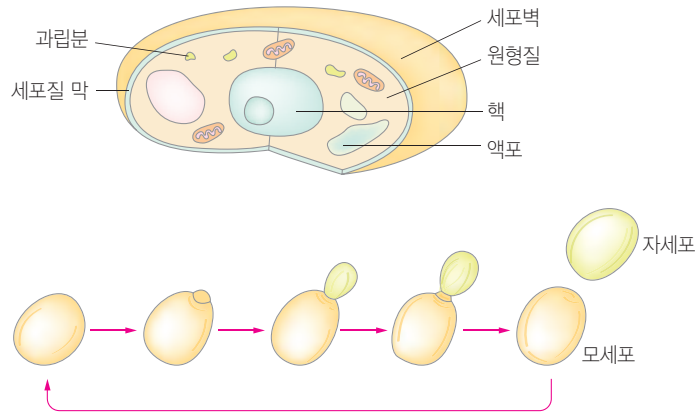


그림 2-31 효모의 구조

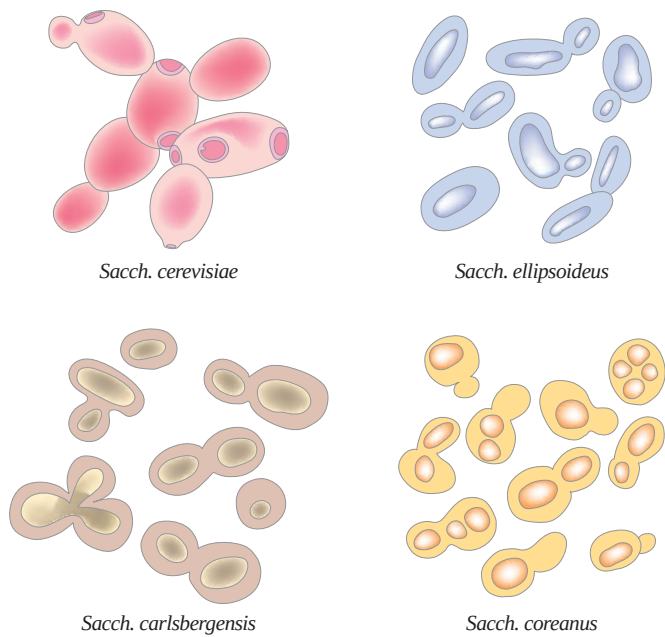


그림 2-32 양조용 효모

Sacch. cerevisiae, *Sacch. bayanus*, *Sacch. jorgensikk*, *Sacch. major*, *Sacch. capensis*, *Sacch. globosus*, *Sacch. chevalieri*, *Sacch. pretoriensis*, *Mycoderma* sp., *Torula* sp., *Hansennula subpelliculosa*, *Pichia* sp., *Schzosaccharomyces* sp., *Candida* sp. 등이 있다.

사카로미세스속의 효모는 출아법에 따른 다극출아로 생육하며, 단위생식으로 자낭 안에 1~4개의 구형 또는 계란형 자낭포자를 형성한다(그림 2-32). 양조 분야에 관여하는 대표적인 효모의 특성은 다음과 같다.

- *Saccharomyces cerevisiae*: 맥주, 포도주, 청주, 알코올, 빵 등의 제조에 사용하는 효모로, 영국식 맥주(ale) 발효에 이용하는 상면발효 효모가 여기에 해당한다.

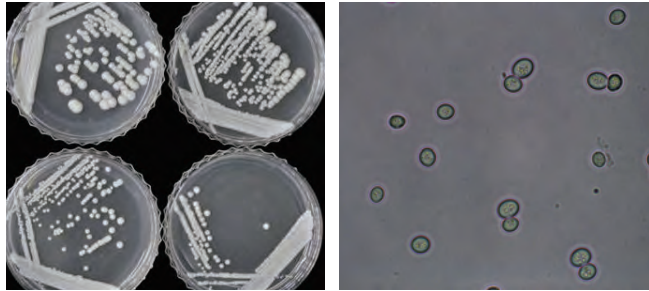


그림 2-33 *Saccharomyces cerevisiae* 형태

- *Saccharomyces sake*: 일본의 대표 술인 청주발효에 사용하는 효모(청주효모)로 원형 또는 계란형의 단세포이며, 크기는 6~12 μm 이다. 효모의 생육한계 온도는 1~45℃이나 주정 생성 최적온도는 23~24℃이고 단위시간에 최대 발효를 할 수 있는 온도는 33~34℃이다. 청주효모라고 불리는 것이 여러 가지 있지만 아미노산 소비량이 많고 산이 덜 생성되며 향미가 있는 것이면 우량균이라 할 수 있다.
- *Saccharomyces ellipsoideus*(*Sacch. cerevisiae* var *ellipsoideus*): 포도주 발효에 사용하는 효모로, 단독 또는 2개씩 출아되고 세포는 타원형이다.
- *Saccharomyces formosensis*: 당밀에서의 알코올 발효에 사용하는 효모이다.
- *Saccharomyces carlsbergensis*: 발효 시 공기가 필요 없는 독일식 맥주 발효에 사용하는 하면발효효모이며, 멜리비오스(melibiose)와 라피노스(raffinose)를 이용하여 발효한다.
- *Saccharomyces pastorianus*: 계란형, 소세지형으로 맥주에 불쾌한 향기를 부여하는 위해 효모이다.
- *Saccharomyces diastaticus*: 텍스트린과 녹말을 당화하여 알코올 발효하는 효모로,

맥주 발효 중에 혼입되면 맥주에 고형분을 떨어뜨리는 위해 효모이다.

- *Saccharomyces rouxii*: 높은 식염 농도에서도 생육하는 내염성 효모이며 알코올 발효력은 약하다. 세포구조는 구형 또는 난형이며, 간장 액면에 피막을 만들어 품질을 떨어뜨리는 유해 효모이다.

술을 빚는 효모는 주로 사카로미세스속에 해당하는 미생물이다. 이러한 효모들은 포도원 등 자연 상태에 널리 분포하며, 포도당과 같은 단당류를 발효해 에틸알코올을 만든다. 맥주발효에 사용되는 대표적인 효모에는 발효가 진행되는 동안 기포와 함께 발효액 표면으로 부상하는 상면효모(*Sacch. cerevisiae*)와 발효 말기에 응집하여 바닥으로 침강하는 하면효모(*Sacch. carlsbergensis*)가 있다. 하면효모는 다시 응집성 효모와 비응집성 효모로 나뉜다. 효모는 알코올 발효 외에 다양한 대사생성물을 만들어 맥주의 맛과 향기에 결정적인 영향을 미친다.

포도주, 맥주, 청주, 전통주 등 술 종류에 따라 사용하는 효모가 다르지만, 일반적인 발효과정에서는 큰 차이를 보이지 않는다. 주정발효에서는 발효 효율만 중요하게 여기지만 양조주에서는 이보다 제품의 향과 맛에 좋은 영향을 주는 효모를 선발해 이용한다.

3) 효모의 증식

효모의 증식은 대부분 출아(budding)로 이루어지며 분열로 이루어지는 종류도 있다. 모세포(mother cell)에서 출아한 것을 딸세포(daughter cell)라고 한다(그림 2-34). 출아한 다음에는 출아가 이루어진 부위에 출아흔(bud scar)이 남는다(그림 2-35). 환경조건이 열악한 경우에는 세포 중에 자낭(ascus)을 형성하며, 그 내부에는 1~6개의 자낭포자(ascospore)를 만든다. 그러나 균주에 따라서 포자를 형성하지 않는 종류도 있다.

효모의 포자는 적당한 영양과 온도에서 발아하며 대부분 출아로 번식한다. 효모는 세균보다 산에 강하므로 낮은 pH에서 배양해 오염의 기회를 줄인다. 배양온도는 균종에 따라 차이가 있지만, 대부분 20~28℃에서 잘 생육한다. 배양 중 세균 생육을 억제하기 위해 클로람페니콜(chloramphenicol)을 사용한다. 이 항생물질은 산과 열에 안정성이 높아 세균 억제제로 주로 사용한다. 스트렙토마이신(streptomycin)이나 옥시테트라사이클린(oxytetracycline) 등은 몇몇 효모의 성장을 억제하므로 사용하지 않는 것이 좋

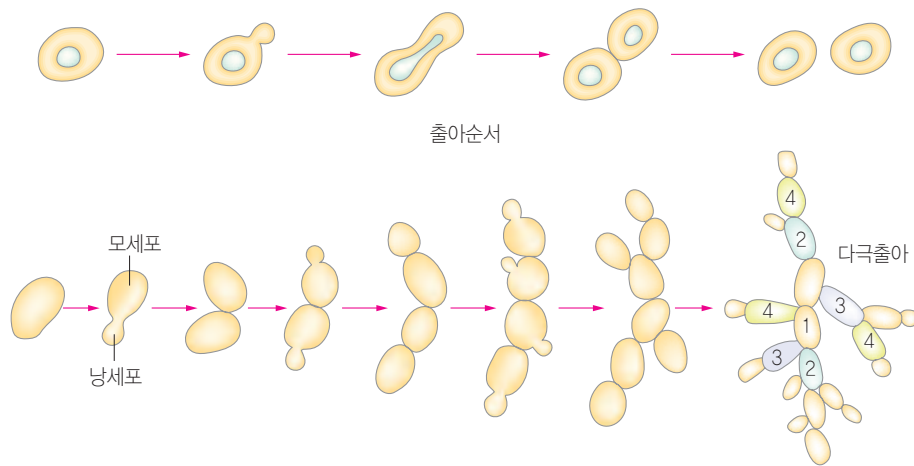


그림 2-34 효모의 출아법

다. 또 곰팡이 생육을 억제하기 위해 0.1% 정도의 프로피온산을 첨가해 배양하는 것이 좋다.

효모는 맥아즙의 당분을 발효해 알코올과 탄산가스로 만든다. 양조효모의 종류는 풍부한 향을 만들어내는 효모, 맛을 조화롭게 하는 효모, 깨끗한 끝맛을 특징으로 하는 효모 등 매우 다양하다. 맥주효모는 특성이 다양한 여러 종류가 있다. 효

모는 살아 있는 생명체로, 특성이 변하지 않고 건강한 상태를 유지하려면 세심한 주의가 필요하다. 효모의 특성을 잘 살리려면 순수 배양한 효모만 사용하며 엄격히 관리해야 한다.

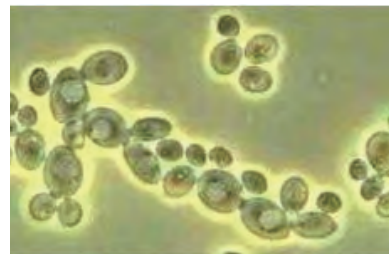


그림 2-35 *Sacch. cerevisiae*의 다극출아

4) 탁주효모의 특징(*Sacch. coreanus*)

1910년 일본인 사이토 겐도 박사가 누룩과 탁주에서 분리한 균주이다. 사카로미세스 코레아누스(*Saccharomyces coreanus* Saito)로 우리나라 탁주발효에 사용하는 대표적인 효모이다. 향미가 양호하고 산이 많은 기질에도 알코올 발효를 잘한다.

세포는 구형, 원통형, 타원형이며 단독 또는 2개씩 연결되어 출아한다. 세포의 크기

는 3~7 μm , 최적온도는 37℃이다. 탁주효모를 배양하였을 때 색상은 크림색 내지 갈색을 띤 크림색이며, 맥아당과 젖당은 발효하지 못한다(그림 2-36).

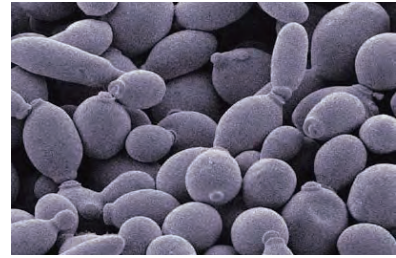


그림 2-36 *Sacch. cerevisiae* 형태

7. 발효

1) 발효의 원리

알코올 발효산업은 미생물을 이용한 산업에서 역사가 가장 오래되었으며 현대생활에서도 상당히 중요한 발효산업의 하나이다. 알코올은 주류, 화장품, 의약품 등에서 수요가 많다.

알코올 발효는 사용하는 원료에 따라 공정도 다르다. 알코올은 효모를 비롯하여 세균, 곰팡이류 등이 당에서 생성할 수 있으나 산업적으로는 효모를 사용한다. 알코올 발효성 효모는 기질로서 단당류를 이용하며, 이당류 중에는 설탕, 맥아당 등을 이용한다. 그 밖에 다당류, 올리고당, 삼당류 등은 가수분해를 하기 전에는 발효기질로 이용하지 못한다(그림 2-37).

발효는 크게 산소가 필요한 호기성 발효(산화발효)와 산소가 필요하지 않은 혐기성 발효가 있다. 곰팡이에 의한 유기산 발효는 호기성 발효에, 효모에 의한 알코올 발효나 젖산발효는 혐기성 발효에 속한다.

혐기성 발효는 에너지를 공급하는 산화환원 반응으로 유기화합물이 수소 공여체와 수소 수용체 두 가지 역할을 하는 반응이며, 호기성 발효는 호흡과 혐기적 발효의 중간으로 유기화합물이 분자상태의 산소에 의해 일어나는 불완전 산화반응이다. 포도당을 기질로 하는 호흡과 젖산발효의 에너지 생산을 비교하면 CO_2 와 H_2O 를 획득하는 방식이다.





그림 2-37 다양한 기질별 알코올 발효

(1) 알코올 발효

술을 빚을 때 일어나는 주된 발효로 양조주의 종류에 따라 독특한 양조 미생물이 술의 맛과 향을 결정하지만, 최종 생산물은 에틸알코올이다. 이러한 발효는 효모에 의해 일어나지만, 일부 곰팡이나 세균에 의해 알코올 발효를 하는 것도 있다.

효모에 의한 알코올 발효는 발효성 당분인 포도당, 과당, 만노스, 갈락토스의 육탄당에 의해 일어난다. 전분, 호정분, 설탕, 맥아당 등은 직접 자이메이스의 작용을 받지 못해 먼저 포도당 또는 포도당과 과당으로 가수분해된 다음 이용된다(그림 2-38).

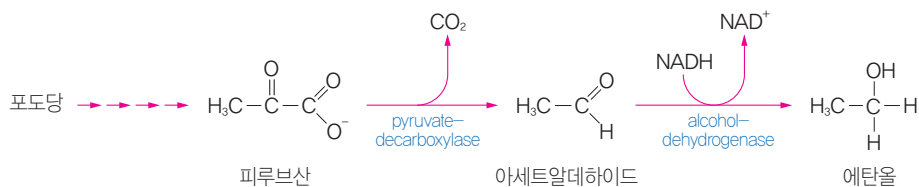
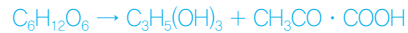
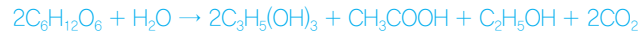
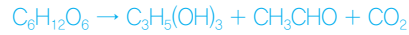


그림 2-38 효모에 의한 알코올 생성반응

이러한 알코올 발효는 $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$ 과정으로 되지만 대사계는 복잡한 EMP 대사 경로를 거치면서 발효 중간에 생성물이 생긴다.

효모는 약품 첨가, pH 변화, 기질 변화 등 특수한 조건을 부여하면 이상발효를 한다.



등과 같이 반응에 따라 다양한 생성이 나온다. 발효 생성물 중 글리세린은 알코올 발효의 부산물로 생성되었다. 발효과정 중 반응물의 성분, 효모 종류에 따라 다양한 퓨젤유를 만드는데, 이는 아미노산의 알코올 발효로 생성된 방향성 고급 알코올이다. 보통 주류에는 0.02~0.1% 함유되어 있어 향기성분과 관계가 있다.

(2) 젖산발효

포도당, 과당, 만노스, 갈락토스 등 육탄당류는 젖산균에 발효되어 젖산을 생성한다. 다음과 같이 젖산만 생성하는 발효를 정상 젖산발효라 한다.



젖산 이외에 주정, 초산, 탄산가스, 수소를 생성하는 발효를 이상 젖산발효라 한다.



(3) 낙산발효

낙산균(butyric acid bacteria)에 의해 당류, 단백질, 유기산, 지방 등에서 낙산과 여러 가지 부산물을 생성하는 발효를 지칭한다. 부산물로는 탄산가스, 수소, 프로필알코올, 부틸알코올, 프로피온산, 젖산, 개미산, 초산 등을 생성한다. 특히 발효 중에 불쾌한 악취를 생성하므로 양조에서 가장 유해한 발효라 할 수 있다.

2) 주요 발효 부산물

술을 빚은 후 생성된 술지게미 부산물을 활용한 신제품들이 소개되어 판매되고 있다. 일본의 경우 입욕제, 식초, 화장품, 식빵, 발효식품, 사탕, 면류, 장류 등 발효 부산물인 술지게미를 이용한 새로운 제품이 다양한 분야에서 소개되었고 우리나라에서는 예전부터 장아찌 등의 발효식품에 술을 거르고 남은 술지게미를 활용하였다.

최근 막걸리와 술지게미의 효용성과 기능성 등이 알려지면서 막걸리와 술지게미를 이용한 빵, 식초뿐만 아니라, 피부각질 제거, 노폐물 제거 등 이·미용 제품들도 개발되었다(그림 2-39).

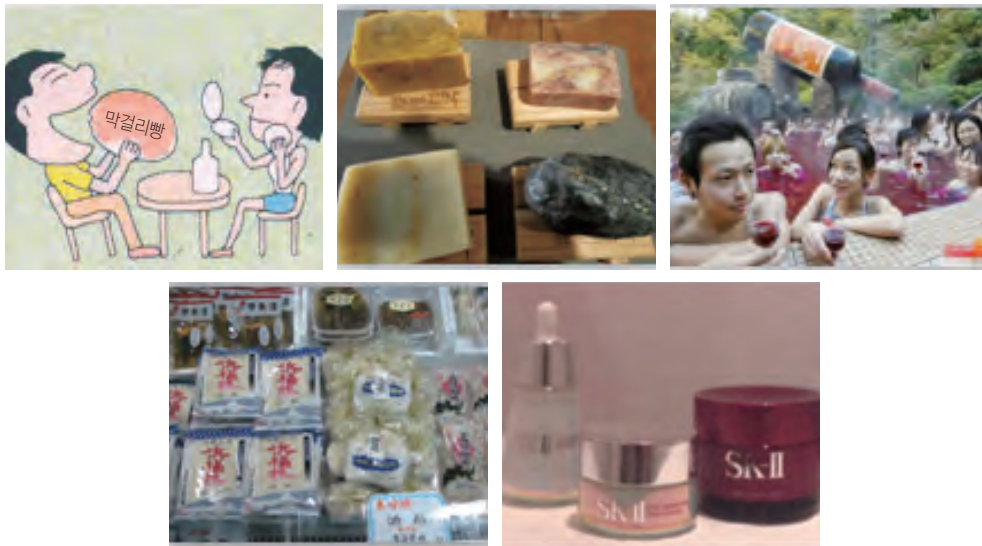


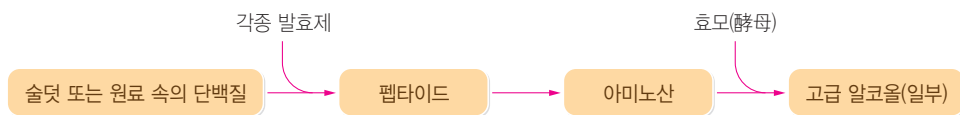
그림 2-39 다양한 발효 부산물

3) 발효 중의 이화학적 변화

쌀의 용해·당화와 효모의 생육·발효라고 하는 과정이 병행해서 진행되며, 다양한 발효과정을 거친다. 이러한 발효과정은 덧밥, 술밑(주모), 입국, 담금수, 배합비율, 온도 등 술을 빚을 때 결정되는 인자에 따라 정해진다. 이러한 발효과정 중 일어나는 변화는 다음과 같다.

(1) 단백질의 변화

술덧 중 고두밥이나 국에 들어 있는 단백질의 30~40%가 국의 산성 단백질가수분해 효소 또는 산성 카복시펩티데이스 등 단백질가수분해효소에 분해되어 아미노산이나 펩타이드로 분해된다. 여기서 생성된 아미노산의 일부는 효모가 이용하고 나머지는 술의 구성성분이 된다. 백미를 사용해 칼륨이나 마그네슘 등 무기이온을 첨가한 술덧과 효모의 생육이 뛰어난 경우에는 효모에 의해 흡수되는 양이 증가되어 술덧에 포함된 아미노산의 양이 현저히 감소되는 효과가 나타났다.



(2) 지방의 변화

원료 전처리 단계에서 쌀을 도정하면서 쌀의 지방은 제거되므로 술덧 속 지방은 아주 적은 상태이다. 지방은 국(입국)의 라이페이스에 분해되어 지방산과 글리세린을 생성하고 지방산은 알코올과 결합해 에스터화된다. 산소가 없는 상태에서 효모가 증식하는 데는 리놀레산과 올레산이라는 불포화지방산이 필수적이다. 청주 술덧에서 국에 함유된 단백질과 지질복합체는 중요한 공급원으로, 이 복합체는 술덧 후반에 높은 알코올에서 효모의 발효능을 보호해주는 작용을 한다.

(3) 산 생성과 변화

술덧에 포함된 유기산은 대부분 효모의 증식과 발효로 생성된다. 정상적으로 발효된 술덧에는 석신산(succinic acid), 사과산(malic acid), 젖산(lactic acid)이 전체의 약 80%를 차지하고 그 밖에 구연산, 피루브산, 초산 등이 있다. 술덧이 산패하면 젖산과 초산이 상당히 증가하고 사과산은 감소된다.

정상적인 술덧에서 생성된 젖산은 효모 유래가 많으며, 술덧에서 생성된 양은 3분의 1 정도이다. 술을 빚는 담금의 차이에서 오는 젖산은 적다. 석신산, 피루브산, 초산 등은 술덧 초기에 당 농도가 높고 효모증식과 발효가 급속하게 이루어질 때 많이 축적되

며 발효 후반에는 거의 생성되지 않는다. 특히 피루브산은 술덧 중에 용출한 것으로 효모가 후반에 다시 흡수되어 알코올로 전환되면서 수백 ppm 이상이던 것이 압착 시에는 수십 ppm 이하로 되어 산도로 환산하면 0.1~0.2 감소된다.

산의 대사에는 각각 비오틴, 티아민, 판토텐산 등의 비타민이 관여하는데, 이들은 제국 중에 많이 생성되기 때문에 제국 방법과 신선한 국과 오래된 국에 따라 술덧에서 생성된 산의 양이나 조성에 차이가 생긴다. 특히, 오래된 국에서는 비타민류가 많고 효모에 의해 석신산, 사과산이 많이 생성되어 중간에 산도가 높아진다. 그 반대인 신선한 국에서는 비타민과 산 생성이 적으며, 피루브산의 분해력이 약하고 술덧에 잔존하기 쉽다. 무기산으로는 인산이 다량으로 존재하며 대부분 원료미 가운데 유기인산화합물이 국의 산성 인산가수분해효소에 분해되어 액 중으로 용출된다. 그러나 술덧 초기에는 효모 균체로 흡입이 많이 되고 액 중 농도가 0에 가깝지만 증식이 끝나면 100~200 ppm이 청주에 남는다.

효모는 발효 중에 유기산을 생성하고 정상적인 술덧에서 산도는 0.5~1.0으로 술덧 발효기간에 1.5~2.0으로 증가하며 발효 말기 술덧에서 대체로 2.0~2.8의 산도를 가진다. 산도 증가는 알코올 분이 15%를 넘으면 거의 중단된다. 발효 술덧이 젖산균에 오염되었을 경우, 산도는 비정상적으로 증가해 7~10이 되기도 한다. 특히, 술덧의 산도가 하루에 0.5를 넘으면 주의 깊게 관찰해야 한다.

(4) 알코올 변화

발효조에서 술덧의 알코올 최고치는 5~7%에 달하고, 그 뒤 매일 1~1.5%씩 증가해 13~16%가 된다. 술덧 발효 후반은 일본주도가 5~6도 떨어지면 알코올분은 1% 증가한다. 만일 덧밥의 용해가 최종 엑기스분의 보충 없이 알코올만 생성하면 알코올 1% 생산 시 일본주도가 대체로 10도 떨어진다. 또 알코올 생성분만으로 엑기스가 보급되면 1% 알코올 생산에 대해 일본주도는 2도 떨어진다(표 2-8).

표 2-8 전분 원료별 알코올 생성량 비교

원 료	알코올 100 L당 원료(kg)
생고구마	696
생감자	1,038
쌀	274
보리	307
밀	253
옥수수	290
전분박	382

(5) 용존산소의 변화

청주제조 시 술덧에 남아 있는 용존산소 농도는 2~4 ppm이 되지만 담근 후 효모의 흡수와 탄산가스에 의해 0~5 ppb로 감소한다. 술덧의 용존산소는 초기에 효모가 생육할 때, 균체막중의 불포화지방산의 합성이나 에너지 획득이 필요하고 이것에 의해 효모의 알코올 내성을 높여 고농도 알코올을 만들어낸다. 그러나 생육이 정지된 뒤에는 발효를 저해하는 쪽으로 작용한다. 특히, 술덧에 공기를 주입하면 발효 초기에 초산, 피루브산이 현저히 감소하고 아미노산이 적은 술이 되지만, 발효 후기에는 통기량에 비례하여 초산, 피루브산, 석신산 등이 증가하기도 한다.







CHAPTER 3

탁·약주와 청주 제조

원료 전처리 / 밑술 / 탁주의 제조 / 약주의 제조 / 청주의
제조 / 탁주의 성분과 효능

CHAPTER 3

탁·약주와 청주 제조

탁주와 약주를 제조하려면 원료에 어떤 전처리를 해야 하며 밑술은 어떻게 만들고 어떤 종류가 있는지, 이를 이용하여 탁주를 어떻게 제조하는지 살펴본다. 탁주뿐만 아니라 약주, 청주 등의 제조에 대해서도 살펴보고 마지막으로 탁주의 여러 효능, 예를 들면 항암, 항비만 등 다양한 효과를 살펴봄으로써 전통술의 효능과 가치를 재조명해본다.

1. 원료 전처리

1) 원료 반입과 저장

탁·약주의 주원료로는 찹쌀, 멍쌀, 보리, 옥수수 등 곡류와 감자, 고구마 등의 서류와 그 가공품인 밀가루, 전분 등 녹말이 포함된 재료를 사용할 수 있다. 부원료로 당분, 과일, 채소류를 사용할 수 있다. 그 밖에 첨가재료로 「주세법 시행령」 제2조제1항 관련 [별표1]에 따라 아스파탐·스테비올배당체·젖산·주석산·구연산·아미노산류·수크칼로스·토마틴·아세틸팜칼륨·에리스리톨·자일리톨·산탄검(탁주에 한함)·글리세린지방산에스테르(탁주에 한함)·당분, 「식품위생법」상 허용되는 식물(물 또는 주정 등으로 추출한 액을 포함한다)을 사용할 수 있다.

원료의 부패, 변질은 술 품질 저하와 제조 중 이물 혼입의 원인이 되므로 조달과 보관

에 세심한 주의를 기울여야 한다. 원료 입하 시에는 이물질 혼입 상태를 체크하고 저온에서 단기간 보관해야 하며, 장기 보관이나 고온 다습한 장소에서 보관하는 것은 가급적 피해야 한다.

원재료와 부재료는 종류별 분리해 따로 보관하고, 청결을 유지하며, 적절히 환기하고, 온도를 적당히 유지해 곰팡이가 발생하지 않도록 관리해야 한다(그림 3-1). 시약, 약품, 소독제 등은 원재료·부재료와 함께 보관하지 않는다.

쌀은 세척·증자 과정에서 이물이 제거되고 원료 살균과정을 거치기 때문에 술을 양조할 때 오염원이 많이 제거되어 비교적 안전하다. 요즘은 입국, 누룩, 팽화미 등을 제조장에서 만들지 않고 전문제조업체에서 제조한 것을 구입해 사용하기도 한다. 입국, 누룩 등 발효제나 팽화미 등은 증자와 같은 살균과정을 거치지 않고 곧바로 양조과정에 투입된다. 따라서 품질이 나쁘거나 변질된 재료를 사용할 경우 술의 품질이 저하되는 원인으로 작용하므로 세심히 주의해야 한다. 특히 발효제¹⁾는 미생물이 살아 있기 때문에 온도와 습도가 높으면 증식하여 품질을 급격히 떨어뜨리므로 건조한 저온창고에서 단기간 저장하는 것이 무엇보다 중요하다. 팽화미도 구입과 동시에 사용하는 것이 좋으나 저장해야 할 경우 습도가 낮은 곳에서 단기간 보관하는 것이 좋다.

소맥분, 옥분 등은 적당히 통풍되는 곳에서 25℃ 이하로 보관하면 6개월 정도는 별다른 문제가 없다. 그러나 통풍이 좋지 못한 곳에서 25℃ 이상으로 보관하면 가루의 호흡이 증가하고 발열이 급격히 진행된다. 1~2주만에 내부 온도가 35℃ 이상 상승하고 산함량이 급증한다.

탁·약주의 부원료나 첨가재료는 안전성을 확보하기 위하여 첨가물 허가와 품목 보고된 제품을 사용해야 하며, 식용으로 사용할 수 없는 공업용, 사료용, 의약품용 등은 사용할 수 없다. 유통기한이 지난 재료 또는 부패, 변질된 원료는 사용하지 않아야 하며



그림 3-1 원재료·부재료의 분리와 따로 관리

1) 발효제: 재료를 당화시킬 수 있는 국(麴)과 알코올 발효를 시킬 수 있는 밀술(酒母) 또는 술밑을 총칭한다.

원료가 입출되는 과정을 수불부에 작성해 비치해야 한다. 그래야 원재료와 부재료를 사용할 때 선입선출이 이루어지도록 관리된다.

2) 쌀의 원료처리



그림 3-2 쌀의 원료처리 공정

(1) 쌀의 조달

쌀은 탁·약주 제조에서 가장 많이 사용하는 주원료이다. 양조용으로 사용하는 쌀은 시중에서 쉽게 구입할 수 있는 밥쌀용 쌀(참쌀 포함), 가공용 쌀인 국내산 재고미와 수입쌀 그리고 양조용으로 개발된 양조미가 있다.

밥쌀용 쌀은 밥맛이 좋은 고품질 벼인 남평, 동진, 삼강, 추청, 오대, 수라 등으로 지역에 따라 재배 품종에 차이가 있다(표 3-1). 주로 햅쌀 또는 전년도에 수확한 쌀을 사용하는데, 직접 재배하거나 인근 지역에서 구입한다. 한 번에 많은 쌀을 구입하여 저장창고에 보관하기보다는 도정된 쌀을 즉시 공급받아 단기숙성 과정을 거쳐 양조에 사용하는 것이 좋다.

가공용 쌀은 정부 비축미와 WTO 협정에 따라 의무적으로 도입되는 수입쌀로 「양곡관리법」(법률 제10932호, 2011. 07. 25)과 「가공용 쌀 공급 및 관리지침」(2010. 9. 1)에 따라 가공식품에 공급하는 쌀이다. 가공용 쌀을 공급받으려면 주류제조업을 영위하는 자로서 보유시설의 쌀 가공처리 능력이 월간 10톤 이상인 자에 한하며 ‘가공용쌀매입대상자 지정 신청서류’를 (사)한국쌀가공협회장 추천을 받아 관할 특별시장·광역시장이나 시장·군수로부터 가공용 쌀 매입대상자 지정을 받아야 한다(그림 3-3).

표 3-1 2010년 지역별 주요 쌀 품종 재배 현황(농산경영과)²⁾

경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	특별·광역시
삼광 수라 오대 추청	삼광 새추청 수라 오대 운광 추청	동진1호 동진찰 삼광 오대 운광 주남 추청 호품	남평 동진찰 삼광 운광 일미 주남 추청 호품	남평 동진찰 신동진 온누리 운광 일미 주남 호품	남평 동진1호 동진2호 온누리 운광 일미 호평 호품	동진1호 삼광 삼덕 새추청 운광 일품 주남 추청 화영	남평 동진1호 운광 일미 주남 추청 호품 화영	남평 동진1호 삼광 운광 일품 주남 추청 호품

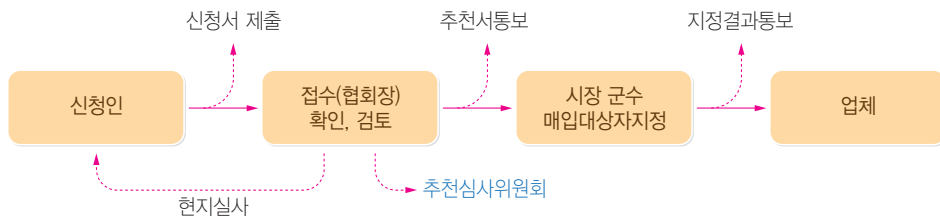


그림 3-3 가공용 쌀 매입 대상자 지정절차

출처: 한국쌀가공식품협회(<http://www.krfa.or.kr>)

표 3-2 가공용 쌀 공급가격(2012. 1. 13 적용)

수입산(40 kg)			
단립종백미	28,200원	단립종현미	25,010원
중립종백미	27,400원	중립종현미	23,890원
장립종백미	24,540원	장립종현미	20,760원
합성미: 단립종 80% + 중립종 20%			27,000원
국내산(40 kg)			
2011년산	80,050원		
2010년산	72,050원		
2009년산	64,040원		
2008년산	40,020원		
2007년산 이전	14,200원		

출처: 한국쌀가공식품협회(<http://www.krfa.or.kr>)

2) 농림수산식품부 보도자료(2011. 4. 15), “좋은 막걸리 제조하려면 쌀 품종도 골라서 써야” (www.mifaff.go.kr).

국내산 가공용 쌀을 사용할 경우 제조원
가 경쟁력을 확보하기 위해 일반적으로 5
년 이상 묵은 쌀을 사용하게 된다. 쌀을 오
랫동안 저장해두면, 고미화(古米化)가 진
행되어 성상이 변하고, 고미취가 증가해 술
품질에 나쁜 영향을 미치는 결점이 있다(그
림 3-4).



그림 3-4 막걸리 제조에 많이 사용하는 가공용 쌀

수입쌀은 장기 저장한 쌀이 아니므로 재
고미에 비해 고미화로 인한 품질에 미치는
영향이 크지 않다. 다만, 장립종(인디카형)은 경질미이므로 원료처리와 제곡이 까다롭
기 때문에 단립종(자포니카형) 백미를 사용하는 것이 좋다. 가공용 쌀은 온도, 습도, 해
충, 곰팡이 등에 의해 고미화가 빠르게 진행되므로 저장할 때 세심한 주의를 요한다.

탁·약주 제조에는 쌀은 햅쌀 또는 전년도에 수확한 백반용 쌀을 사용하는 것이 제일
좋다. 쌀 가격이 고가이지만 지역에서 재배하는 품질 좋은 쌀을 바탕으로 햅쌀탁주, 프
리미엄 탁·약주 등 지역 특성을 살린 술 제조에 많
이 사용한다. 한번에 쌀을 많이 구입해 저장창고에
보관하기보다는 인근 정미소와 계약하여 도정 즉
시 공급받은 쌀을 사용함으로써 상태가 가장 좋은
쌀을 양조에 곧바로 이용할 수 있다. 양조장에서는
대부분 도정된 쌀을 구입하기 때문에 제조장에 도
정기를 별도로 갖추는 경우는 드물다.



그림 3-5 양조장에서 사용하는 소형 도정기

도정기로는 밥쌀용으로 ‘마찰식 도정기’를 많이
사용하고, 정백률이 높은 양조미용은 ‘연삭식 도정
기’를 사용한다. 마찰식 도정기는 미립 상호 또는
금속망과 마찰시켜 현미 표면을 제거하고, 연삭식
도정기는 현미 표면을 고속회전하여 깎는 방식이
다(그림 3-5).

도정할 때 마찰열 때문에 백미의 온도가 올라가
고 수분이 줄어든다. 도정 후 백미는 수분이 급격

하게 변하지 않도록 얼마간 저장해 알곡 내부의 수분이 균일하게 되기를 기다렸다가 사용하는 것이 좋다.

정부에서 공급하는 오래 보관한 가공용 쌀은 강도가 증가하고 지방산이 산화되어 술을 빚으면 고미취가 생겨 좋은 술을 만들기 어렵다. 그리고 보관 도중 칼륨, 인 등 무기물이 배유 내부로 이동하여 제국 시 국균 번식을 빠르게 하거나 효모 발효를 촉진해 주질의 조화가 깨진 술이 되기 쉽다. 이러한 결점을 보완하기 위해 일부 양조장에서는 도정기를 설치하고 가공용 쌀을 한 번 더 도정해 고미취를 제거함으로써 품질을 높이기도 한다.

(2) 세미, 침지, 물 빼기

① 세미

세미(洗米)는 백미에 부착되어 있는 쌀겨 등을 물로 깨끗이 씻어서 제거하는 공정이다. 세미과정 중 마찰로 백미가 1~2% 깎여 나가므로 제2의 도정이라고도 한다. 세미량이 소량일 경우 세미 탱크에서 삽 등을 이용하여 세미하지만, 대량일 때는 기계식 세미기를 쓴다. 일반적인 세미기는 쌀이 물에 투입되어 세미와 동시에 침지 탱크까지 물이 수송을 겸할 수도 있다(그림 3-6).

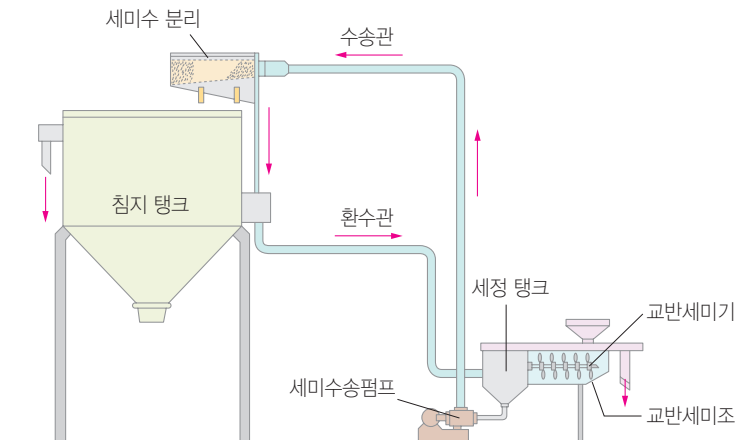


그림 3-6 쌀의 세척용 세미장치와 침지 탱크

세미과정에서는 폐수가 많이 발생하므로 폐수 배출을 줄이기 위해 세미를 생략하기도 한다. 세미 과정을 생략할 경우, 쌀을 건식 세미기 또는 연마식 도정기로 도정해 겨를 잘 제거해야 한다. 일부 양조장에서는 정미소에서 도정과 동시에 공급받은 쌀을 세미과정을 생략하고 침지과정만 실시하기도 한다. 가공용 쌀인 정부 재고미는 상대적으로 고미 성분과 쌀겨 등이 많으므로 일반 백미보다 세미 시간과 횟수를 늘리는 것이 좋다.

② 침지

침지(浸漬)는 세미한 백미를 침지 탱크에 넣고 물을 흡수시키는 공정이다. 침지는 백미의 중심부까지 물이 흡수되어야 증자하였을 때 설 익는 일이 생기지 않는다. 침지 탱크는 호퍼(hopper)형 탱크를 사용하면 백미를 꺼내는 노력을 줄일 수 있고, 하부에 컨베이어 벨트를 두어 증자기로 수송할 수 있다.



그림 3-7 침지 탱크와 겸용이 가능한 증자기

수작업으로 세미, 침지를 할 경우 세미가 끝난 쌀을 침지 탱크로 수송한 다음 다시 물 빼기를 하고 증자기로 수송하려면 노동력이 많이 필요하므로 세미한 쌀을 증자기에 넣고 증자기에서 침지, 물 빼기 과정을 거쳐 바로 증자하는 방법을 사용하기도 한다(그림 3-7).

백미의 침지시간은 60~180분이면 최고에 도달하고, 이 이상 침지해도 흡수율은 거의 증가하지 않는다(그림 3-8). 흡수속도는 물의 온도가 높아지면 빨라진다. 수온은 8~12℃가 적합하고 20℃를 넘지 않은 것이 바람직하다. 여름철에 수온이 상승하면 세균이 번식하여 주질에 나쁜 영향을 끼칠 수 있으므로 주의해야 한다.

침지과정에서 백미는 물을 25~30% 흡수하는 한편 칼슘, 마그네슘, 인산 등 무기질 성분이 물에 녹아 유출되고, 수중의 칼슘, 철은 흡착된다. 국균의 번식과 발효를 촉진하는 칼륨은 30~40%, 인산은 20% 정도 유출된다. 칼슘은 쌀 용해를 촉진하고, 철은 주질에 나쁜 영향을 미친다.

침지과정에서 물을 빼고 다시 채우거나 일정시간 물을 흘려보내 넘치게 하는 물 넘기기 과정을 거친다. 물 넘기기를 통해 쌀의 칼륨, 인산, 마그네슘 등 무기물이 유출되어 완전한 알코올 발효를 유도할 수 있다. 물 넘기기 시간은 10~30분이 적당하며 시간이

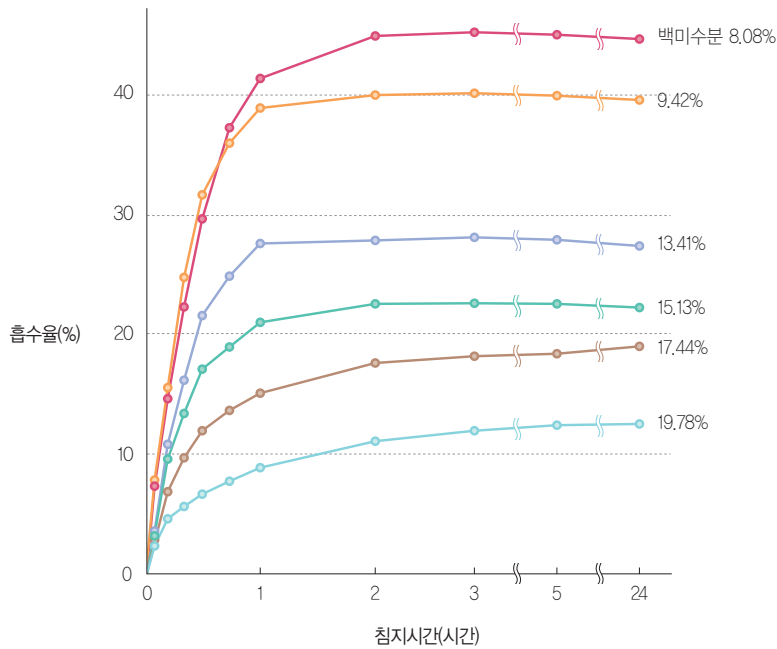


그림 3-8 침지시간과 쌀 흡수량의 경시적 변화

길어지면 무기물이 너무 많이 유출되어 오히려 국균의 번식을 나쁘게 하거나 발효불량을 일으킬 수 있다.

③ 물 빼기

침지 후 쌀알과 쌀알 사이에 잔존하는 물을 없애야 한다. 그렇지 않으면 증자할 때 쌀 알갱이가 뭉쳐서 잘 풀리지 않거나 연한 고두밥이 된다. 물 빼기 시간은 2~15시간이 적당하다. 공정의 효율성을 위해 담금 전날 세미, 침지하여 하룻밤 동안 물 빼기를 하고 다음 날 아침 증자를 실시하기도 한다. 물 빼기할 때는 겨울철 쌀이 얼지 않게 하고, 수온이 15℃ 이하에서 실시하는 것이 좋다. 언 쌀은 고두밥이 물러져서 끈적거리게 된다. 또 20℃ 이상 증가하면 물 빼



그림 3-9 침지한 쌀 물 빼기

기 도중 세균이 번식할 수 있고, 쌀을 증자하면 고두밥이 적갈색으로 변하는 적반(赤飯) 현상이 일어나기도 한다. 여름철에는 침지수에 차아염소산소듐(NaClO)을 첨가하면 세균 번식을 억제할 수 있다(그림 3-9).

(3) 증자

① 증자의 목적

침지한 쌀을 증자(蒸煮)하는 것은 생쌀의 녹말분자가 질서정연하게 배열된 구조인 β -형 녹말을 가열·변화시켜 분자가 풀어진 구조인 α -화형(호화현상)으로 만들기 위해서이다. 생녹말은 아밀로스와 아밀로펙틴 두 가지 구조의 분자가 밀착하여 촘촘한 형태를 이루고 있다. 침지한 백미를 수증기로 가열하면 촘촘한 녹말 구조가 팽창과 동시에 파괴되어 느슨한 구조가 된다. α -형 녹말은 β -형 녹말보다 당화효소의 작용을 5,000배나 받기 쉽게 되고, 국균이 생육하기 쉽다. 수분을 흡수하지 않은 백미는 증자해도 쌀알 내부는 β -형 녹말 그대로 유지되며 α -화하기가 어렵다. 또 고두밥을 생각해 방치하면 수분이 증발되면서 딱딱해져 효소 침투가 어렵고 결국 효소 작용을 받기 어렵게 된다. 이 현상을 녹말의 노화(老化)라고 하는데, α -형 녹말이 다시 β -형 녹말로 돌아가면 원료 이용률이 감소한다(그림 3-10).



그림 3-10 생녹말 입자의 촘촘한 구조와 녹말입자가 팽윤한 α -형 녹말구조

증자과정에서는 녹말 변화 외에도 단백질, 지질, 미량 성분의 휘발, 분해, 생성을 동반한다. 증자하면 단백질이 적당히 변성되고 발효 도중 단백질분해효소에 의해 아미노산으로 분해되어 술의 맛과 향기를 좋게 만든다. 그러나 가압하여 너무 증자하면 단백질이 과도하게 변성하여 생성되는 아미노산 함량이 낮아지고 주질이 단조롭게 되는 경향이 있다(그림 3-11).

지질은 증자시간이 길어짐에 따라 분해·휘발되어 좋은 향기 생성을 저해하는 불포화지방산이 감소한다. 그 밖에 질소성분, 철 등의 무기성분이 감소한다. 증자는 생쌀에 물리적·화학적 변화를 가하는 것 외에도 생쌀에 부착되어 있는 미생물을 살균하여 안전발효에 도움이 된다.



그림 3-11 증자한 고두밥

증자과정에서 수분을 흡수하게 되는데 침지미의 중량보다 12~13% 더 물을 흡수하여 쌀 중량의 35~42%로 증가한다. 쌀 침지 시 물을 과다 흡수하였거나 물 빼기할 때 쌀이 동결되거나 시루 몸체가 냉각되어 응축수가 생기면 고두밥이 물러진다.

물이 덜 흡수되었거나 불어넣은 증기압이 너무 높을 경우 고두밥이 단단해질 수 있다. 고두밥이 설익는 것은 침지시간이 부족하거나 증자시간이 충분하지 못했기 때문이다. 증자 도중 증기가 한쪽으로 우회하여 빠져나가는 경우 다른 쪽에 있는 쌀이 제대로 익지 않는 일도 발생한다.

② 증자기와 조작법

증자에는 일반적으로 1기압 100℃의 포화증기를 사용한다. 포화증기 외에 건조증기, 습증기(濕蒸氣)를 사용할 수 있지만, 건조증기는 침지미의 수분을 빼앗아 고두밥이 딱딱해지는 경향이 있고, 습증기로 찌면 수분이 침지미에 흡수되어 고두밥이 물러지는 원인이 된다. 옛날에는 가마솥에 물을 채우고 시루를 올려놓은 뒤 침미를 넣고 가열하여 발생한 증기를 접촉시켜 증자하였지만, 최근에는 보일러를 이용해 직접 포화증기를 불어넣는 방법으로 증자한다(그림 3-12).



그림 3-12 시루를 이용한 전통적인 증자용

전통방식으로 향아리에 소량 담금하는 지역 특산물 양조장에서는 ‘떡 찌는 스팀기’를 증자기(蒸煮機)로 대체 사용하기도 한다. ‘떡 찌는 스팀기’는 전기로 코일을 가열해 물을 끓여서 수증기를 만드는 방식으로, 최대 20 kg의 쌀을 증자할 수 있다(그림 3-13).

시루형 증자기는 증자솥 없이 보일러로부터 포화증기를 시루 하단에서 곧바로 불어 넣는 형태, 시루의 기능과 침지 탱크의 기능을 겸하여 물에 불리고, 물 빼기를 한 뒤 바로 증기를 보내 증자하는 형태, 시루에서 고두밥을 쉽게 퍼낼 수 있도록 회전하여 뒤집을 수 있는 형태가 있다(그림 3-14).

시루형 증자기는 1회 2톤 이하를 증자할 수 있으며, 밑지름보다 구경이 약간 넓고, 높이는 지름보다 짧은 것이 일반적이다. 시루형 증자기에 침지미를 균등하게 골고루 채운다. 침지미를 채우는 방법은 한꺼번에 채우는 방법과 증기솥음 방식이 있다. 한꺼번에 채우는 방법은 침지통과 시루를 겸용할 때 주로 사용하는데 증기가 먼저 올라오는 것을 삼으로 덮어가면서 시루 전면에서 증기가 골고루 올라오게 해야 한다.

균일한 고두밥을 만들고자 할 때는 증기솥음법이 적합하다. 시루에 쌀을 5~10 cm 두께로 골고루 넣고 증기가 올라오면 다시 넣는 것을 되풀이하며 침지미를 채운다. 일반적으로 침지미를 모두 채우고 증기가 빠져나가는 데 5분 정도 소요된다. 쌀을 모두 채웠으면 아마포를 덮고 끈으로 시루에 단단히 묶는다.

고두밥을 찌는 시간은 이론적으로 침지층으로 증기가 올라온 후부터 15분 정도면 되지만 전분의 탄성률, 점성률을 높이고 고두밥이 설익는 것을 방지하며, 단백질의 적당한 변성을 유도하고 지질을 휘발시키는 등 적당한 물리적·화학적 변화를 수반하기 위



그림 3-13 떡 찌는 스팀기



그림 3-14 회전식 시루형 증자기

해서는 40~60분간 증자하는 것이 바람직하다.

증자가 끝나면 뜨거운 열로부터 발을 보호할 수 있는 시루 전용 신발을 신고 들어가 스테인리스 스틸 삽 등으로 고두밥을 퍼낸다. 증자기에 여단을 수 있는 문을 설치하면 고두밥을 퍼내기가 쉽다. 술을 부을 수 있도록 회전식 증자기를 사용하면 고두밥을 퍼내기가 훨씬 쉬워진다.

대량의 고두밥을 연속적으로 제조할 수 있는 연속증미기에는 가로형 연속증미기를 많이 사용한다(그림 3-15). 가로형 연속증미기는 스틸제 컨베이어벨트 위에 침지미를 균일하게 놓고 20~45분 이동하는 사이에 아래에서 증기를 공급해 연속적으로 쌀을 다량 증자하는 방법이다.

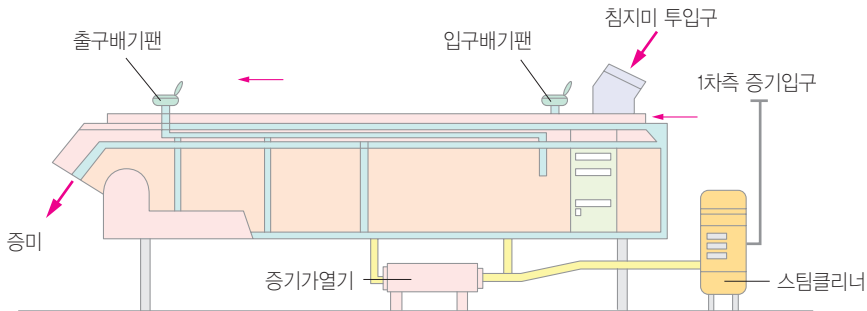


그림 3-15 가로형 연속증미기

금속제 시루는 시루 내면에서 증기 응축이 일어나 응축수가 쌀에 흡수되기 때문에 그 부분은 특히 무른 고두밥이 되고 만다. 시루 응축미는 쌀알끼리 달라붙어 국 제조 시 국균이 전혀 번식되지 않은 별사탕 모양 국이 될 수도 있다. 시루 응축미를 방지하려면 금속시루에 단열재를 감싸주는 것이 좋다.

최근 양조장에서는 회전 드럼식 자동 증자기를 많이 사용한다. 드럼식 증자기는 증자기에서 세미, 침지, 증기를 송풍해 40~50분간 드럼을 회전시키면서 증자하는 방식이다. 1회에 500~2,000 kg의 고두밥을 만들 수 있으며 시간은 3~5시간 소요된다(그림 3-16).

증자 조작은 증자기 드럼에 쌀을 투입하여 드럼을 회전하면서 세척한 뒤 물을 채워

180~210분간 침지한 다음 30분간 물 빼기를 한다. 이후 증기를 불어넣고 쌀 층의 온도가 100℃에 도달하면 증기를 멈추고 1~3회 회전한 다음 다시 5~10분간 증기를 통과시킨 후 증기를 멈추고 드럼을 1~3회 회전시킨다. 재차 강한 증기를 20~30분간, 다시 약 증기를 20분간 통과시켜 증자한 뒤 증기 공급을 멈춘다. 증자가 완료되면 송풍하여 고두밥을 냉각하고 드럼을 회전시켜 고두밥을 쏟아 부어 사용한다.



그림 3-16 드럼형 자동증미기

③ 고두밥의 냉각과 수송

고두밥은 제국용, 덧밥용과 그 용도에 따라 적절한 품온이 될 때까지 냉각시킨다. 제국용 고두밥은 38℃ 내외로 냉각시키는 것이 좋고, 덧밥용 고두밥은 발효온도와 비슷하게 냉각해서 사용한다. 고두밥은 냉각됨에 따라 덧술용은 백미 중량의 10%, 입국미는 8% 정도 수분 손실이 예상된다.

소량은 대나무발이나 스테인리스 스틸 판 위에 고두밥을 넓게 펼쳐서 방냉하지만, 대량 생산하는 양조장에서는 고두밥 냉각기를 사용한다. 스테인리스 스틸 금속망 위를 고두밥이 움직이는 동안 밑에서 강제로 불어내는 바람이 올라와 냉각시킨다. 간단한 고두밥 냉각기 형태는 나무판이나 금속판으로 된 상자에 중간층에 스테인리스 스틸 금속제 선반을 부착하여 밑에서 송풍기로 강제 송풍하도록 제작한 것이 있는데, 이것은 고두밥량이 소량인 소규모 양조장에서 많이 사용한다(그림 3-17).



그림 3-17 강제 송풍기가 설치된 고두밥 냉각기

고두밥 이동은 소규모 제조장에서는 인력이나 손수레로 한다. 규모가 큰 곳에서는 컨베이어나 공기수송기(air shooter, 공기압으로 고두밥을 수송하는 장치)를 사용한다.

3) 밀가루의 원료처리

밀가루는 밀을 곱게 갈아서 만든 가루로 많은 식품제조의 원료로 들어가고 빵, 과자 제품의 기본 재료이다. 밀가루 제분공정은 깨끗하게 세척한 밀알을 가수와 탈수과정을 통해 부드럽게 만든 뒤 기울에서 배유를 분리하고 분쇄한 후 표백과정을 거쳐 자연숙성해 제품화한다. 보통 말하는 통밀가루는 밀을 그대로 분쇄한 것이다.

밀가루는 종류가 많다. 경질소맥은 글루텐 함량이 높아 제빵용으로 쓰이며, 연질소맥은 기질이 무르고 글루텐 함량이 낮아 양조용이나 과자용으로 많이 사용한다(표 3-3).

표 3-3 소맥분의 글루텐 함량별 호칭과 용도

소맥분 호칭	글루텐 함량	용도
강력분(경질)	13~16%	제빵용
중력분(중경질)	10~13%	다목적용
박력분(연질)	10% 이하	양조용, 과자용

『고주방문(古酒方文)』을 살펴보면 진말(辰末)이라 하고, 전통 약주 제조에 부원료로 사용한 기록이 많이 있다. 1960년 들어 쌀 부족 현상이 심화되었고, 다행히 미국에서 원조받은 밀가루가 여유 있었기에 양조 원료를 쌀 대신 소맥분, 옥수수 등으로 대체하는 양조법 개발에 박차를 가하게 된다. 당시 정부에서 개발한 밀가루를 이용한 입국제조와 양조법은 만족할 만한 성과를 얻었다. 1962년에는 식량사정이 더욱 급박하여 탁·약주 제조에 쌀 사용량을 70% 이하로 제한하고 밀가루 사용을 권장하게 되었다. 밀가루는 값이 싸고 술 빚기가 쉬우며 맛 또한 좋았기 때문에 당시 밀가루 막걸리가 크게 유행하기도 하였다.

제분비율에 따라 등급이 달라지는데 1급품은 70%, 2급품은 77%, 3급품은 85%의 제분비율로 되어 있다. 탁·약주 제조용 밀가루는 1급품 박력분이 가장 적합해서 주질을 향상시킬 수 있다.

밀가루 100 kg 기준으로 물 27~30 L를 살수·혼합한다. 흡수 과다 또는 흡수가 균일하지 않으면 덩어리가 생기고 증자 시 익지 않는 부분이 생겨 제조수율을 떨어뜨리고 주질이 나빠진다. 반죽 후 10~20분간 방치해 수분을 골고루 흡수시킨 다음 제국용은 0.5 cm²인 체로, 덧밥용은 1.0~1.5 cm² 내외의 체로 쳐서 증자한다.

밀가루 반죽기와 고두밥 분쇄기가 있으면 밀가루 원료처리에 편리하다(그림 3-18, 그림 3-19). 소규모 양조장에서는 반죽기 개폐문 안쪽에 1.0 cm² 철망으로 된 체를 부착하



그림 3-18 밀가루 반죽기



그림 3-19 고두밥 분쇄기

여 고두밥 분쇄기로 검용하는 경우가 많다. 하단부 개폐문을 닫고 밀가루를 살수·혼합한 다음 개폐문을 열어 계속 회전시키면 철망을 통해 크기가 적당한 입자 반죽이 빠져 나온다. 밀가루 반죽은 연속식 증미기나 드럼형 자동 증미기로 증자할 수 없으며 시루형 증자기를 사용해야 한다. 시루에 반죽한 밀가루를 5~10 cm 두께로 골고루 넣고 증기가 올라오면 다시 넣기를 되풀이하여 반죽을 채운다. 일반적으로 수분을 흡수시킨 밀가루를 모두 채우고 증기가 빠져나가고부터 40~50분간 증자하는 것이 좋다. 증자가 끝나면 다시 체로 치거나 고두밥 분쇄기로 분쇄한 뒤 냉각하여 제국용 또는 덧술용으로 사용한다(그림 3-20).



그림 3-20 증자한 소맥분 냉각하기

4) 보리쌀의 원료처리

보리쌀은 대맥(大麥)과 나맥(裸麥)을 도정한 것이다. 가공한 제품에는 정백 후 용해성을 높이기 위해 압편 처리한 압맥이 있다. 쌀, 밀가루에 비해서 무기질이 많아 제국하기 어렵고 빛깔이 검은 결점이 있지만, 보리술 특유의 향기가 있고 맛이 좋아 특징 있는 술을 빚을 수 있다. 보리쌀은 쌀보다 흡수속도가 빠르고 최대 흡수량도 크다. 따라서 쌀보다 침지시간을 조금 짧게 하는 것이 좋으며, 침지 후 흡수율은 34~38%가 적당하다. 증

자 조건은 쌀과 유사하다. 증자시간은 40~60분이 적당하고, 증자 후 수분은 36~40%일 때가 좋다. 보리쌀을 증기가 통하는 압편기에 넣어 압축시킨 압맥을 사용하면 원료처리가 편리하다. 압맥은 특별히 침지하지 않고 살수·혼합하여 증자한다.

5) 옥수수의 원료처리

옥수수는 조직이 단단한 경질원료이기 때문에 원료처리하기가 쉽지 않다. 제조장에서 통옥수수 자체를 원료로 사용하기에는 어려움이 많다. 그래서 탁주 제조용 옥수수는 가공공장에서 가공한 옥분을 주로 사용한다. 옥분 100 kg 기준으로 물 40~45 L를 살수·혼합한다. 수분을 골고루 흡수할 수 있도록 3시간 이상 두었다가 체로 치거나 고두밥 분쇄기로 입자화한 다음 60분 이상 증자한 뒤 다시 체로 치거나 고두밥 분쇄기로 분쇄한 다음 냉각하여 제국용 또는 덧술용으로 사용한다.

과쇄 옥수수의 원료처리는 침지를 3~5시간 실시하거나 2번 증자하는 것이 좋다. 압편옥수수를 증자하는 경우 45% 정도 살수하여 수분이 균일하게 흡수되도록 충분히 교반한다. 살수 후 2시간 흡수시킨 다음 1시간 증자하여 사용한다. 다른 원료처리 방법으로 팽화시킨 옥수수를 만들어 사용하는 것도 좋은 방법이다.

2. 밀술(酒母, 술밑)

1) 밀술 제조 원리

탁·약주 양조에서 재현성 있는 양질의 제품을 제조하려면 발효과정에서 순수효모를 안정적으로 배양하는 것이 매우 중요하다. 원료처리과정이나 입국, 누룩 제조과정, 용기 소독 불충분 등으로 항상 유해세균이나 야생효모의 오염 위험성이 따른다. 특히, 개방발효를 많이 하는 탁·약주 제조 환경에서는 우량효모와 유해 미생물이 항상 생존경쟁을 한다. 미생물을 이용한 발효는 개체 수 논리에 지배되기 때문에 이런 환경에서도 우량 효모가 압도적으로 많으면 야생효모나 유해 세균을 억제할 수 있어 안전하게 제조할 수 있다.

밀술이란 양조과정 중 본 담금에 앞서 술을 안전하게 제조할 목적으로 우량효모를 대

량으로 배양하는 것을 말한다. 술덧을 발효하려면 효모가 다량 필요하지만 단번에 필요한 양을 증식하기 어려우므로 처음 효모를 소량 배양한 후 단계적으로 확대 배양해나간다. 그 첫 공정이 바로 밀술제조이다. 그다음 공정이 1단 담금이 된다. 탁·약주 제조에서는 1단 담금 공정도 2단계의 밀술 제조공정의 연속이 된다. 효모는 에틸알코올과 유기산, 향기성분 등 향과 맛을 생성하고 발효 경과에 영향을 미치며 술덧의 거품이나 표면의 형태 등 술의 품질에 영향을 크게 미친다.

밀술이 갖추어야 할 조건으로는 우량효모를 다량 함유하고 있고, 적당한 농도의 젖산을 함유하고 있어야 하며, 술덧에서 정상적으로 증식되는 활성을 가지고 있어야 한다. 밀술의 중요성은 술의 품질과 직결되기 때문이다. 우량효모가 술덧을 지배하지 못하면 야생효모나 유해 세균이 번식해 술덧이 불량해지거나 망치게 된다.

2) 밀술설비

① 밀술실

발효실과 가까운 곳에 독립된 방이 있는 것이 바람직하다. 바닥은 물청소가 쉬운 재질이어야 하며 온도를 조절할 수 있는 난방시설이 갖추어져 있으면 좋다. 특히, 밀술탱크의 품온은 20~28℃로 유지해야 하며 겨울철에 밀술실 온도가 20℃ 이하로 떨어지면 밀술발효가 지연되므로 온도를 올려줄 난방장치를 갖추어야 한다.

② 밀술탱크

밀술은 일반적으로 전체 양조원료 대비 2~3%에 해당하는 원료를 담금하기 때문에 탱크 크기는 50~100 L 정도가 적당하다. 밀술탱크 한 개에 1회분의 밀술을 담금하기도 하지만, 2~3회분을 한꺼번에 담금하기도 한다. 스테인리스 스틸을 사용하면 소독 등 청결하게 유지하기가 쉽다. 일반적으로 밀술탱크(밀술조)는 스테인리스 스틸로 이중 재킷 방식으로 제작해 온도 조절 장치를 설치한다(그림 3-21). 품온이 올라가면 지하수나 냉각수를 재킷에



그림 3-21 이중 재킷 방식의 밀술탱크

흘려보내 품온의 상승을 억제할 수 있다. 간혹 2중 재킷 탱크 대신 냉각사관을 이용해 품온을 억제하는 방식을 사용하기도 한다.

3) 밀술의 종류

(1) 현대적 방식의 밀술

밀술은 젖산의 사용 유무에 따라 속양계 밀술과 생원계 밀술로 나눌 수 있다. 그 밖에도 고온에서 당화해 효모를 투여하는 고온당화 밀술과 술덧을 이용하는 연양 밀술 등이 있다.

① 속양계 밀술

속양계(速釀系) 밀술의 가장 큰 특징은 젖산을 첨가해 산성 환경을 조성하여 유해 세균을 억제하는 것이다. 산성환경에서 효모를 투입해 야생효모보다 우위적 번식을 유도하여 우량효모를 순수하게 배양하는 방법이다.

속양계 밀술은 pH를 낮추는 젖산의 역할이 중요하다. 젖산은 항균력이 뛰어나지만 국의 당화력을 덜 저해하고 음용할 때 식감이 좋다. 밀술을 제조할 때 pH를 낮추면 효모의 증식활동이 활발하지 않은 발효 초기에 유해 세균이 먼저 증식하여 오염되는 것을 방지할 수 있다.

배양효모는 일반적으로 산성 환경에 내성이 강하기 때문에 젖산 폐해가 비교적 적다. 야생효모도 산성 환경에서 내성이 있으므로 젖산의 역할을 기대할 수 없다. 따라서 배양효모를 다량 첨가해 야생효모보다 수의 우위를 확보하여 야생효모를 억제해야 한다. 밀술 발효 후기에는 젖산이 존재하는 낮은 pH, 고농도 에틸알코올 등 임계환경이 조성되어 내성이 약한 야생효모는 대다수 도태된다. 여러 종류의 배양효모를 동시에 밀술에 투입하여 발효시키는 것은 큰 의미가 없다. 비록 사카로미세스속의 효모들일지라도 효모 한 종류만이 술덧 발효 환경에 적응하여 발효를 이끌어가기 때문이다.

젖산은 안정성이 확보된 양조용 또는 식품첨가물용 젖산(총산 함량 90% 이상)을 사용해야 하며 시약용, 공업용 젖산은 사용할 수 없다. 강산이기 때문에 다른 유기산에 비해 적은 양을 사용해도 효과가 뛰어나다. 구연산, 사과산 등 다른 유기산에 비해 안정된 구조여서 젖산균에 의해 더는 발효되지 않는 장점이 있어 밀술을 제조할 때 대부분 젖

산을 사용하게 된다. 실제로 사과산은 젖산균에 의해 말로락틱발효가 일어나 젖산과 부산물을 생성한다. 구연산은 밀술을 제조할 때 또는 제성할 때 산미조절용으로 가끔 첨가한다. 구연산을 사용하면 알코올 도수가 높은 약주를 제조할 때는 큰 영향이 없지만 알코올 도수 6% 정도로 제성하는 생탁주의 경우, 유통기간이 길어짐에 따라 젖산균에 의해 구연산대사가 일어나 젖산, 아세트인, 다이아세틸, 2,3-뷰테인다이올 등이 함께 생성되면서 관능적인 면에도 나쁜 영향을 끼친다.

속양계 밀술은 사용하는 발효제에 따라 입국밀술, 누룩밀술, 조효소제밀술 등으로 나눌 수 있다.

가. 입국밀술

백국 입국을 사용한 밀술제조법은 탁주 제조에서 가장 많이 사용하는 방법이다. 입국은 구연산 등 유기산을 다량 함유해 젖산을 소량 첨가하더라도 pH를 쉽게 낮출 수 있어 술을 안전하게 제조하는 데 도움이 된다. 입국제조할 때 입국의 산도를 높이면 굳이 젖산을 첨가하지 않아도 밀술의 pH를 충분히 낮출 수 있다. 일반적으로 밀술용 입국은 출국 시기를 늦추어 산이 충분히 축적되도록 조절한다.

젖산 첨가량은 입국 산도에 따라 달라지므로 입국 산도를 측정한 후 첨가량을 결정해야 한다. 젖산을 첨가한 후 밀술의 pH는 3.0~3.2가 적당하다.

- 밀술배합 예시: 입국 10 kg을 사용하여 밀술을 제조하고자 할 경우, 밀술제조 예시는 <표 3-4>와 같다. 젖산은 첨가량을 한 번에 투입하지 말고 3분의 2 정도를 투입하여 교반한 다음 pH 미터로 pH를 측정해 pH 3.0~3.2가 되도록 소량씩 투입하며

입국 산도를 무시하고 젖산을 첨가할 경우 산이 과량 투입되어 pH가 2.8 이하까지 내려가게 되면 발효가 정상적으로 진행되지 못한다.

입국의 산도 측정법

1. 입국 20 g과 물 100 mL를 삼각플라스크에 넣고 20℃ 내외에서 2시간 추출한다.
2. 추출액을 거름종이로 여과한 뒤 10 mL를 취한다.
3. BTB-NR(Brom thymol blue-neutral red) 지시약을 2~3방울 떨어뜨린다.
4. 0.1N-NaOH 용액으로 중화 적정한다. 붉은색이 녹색으로 변하는 점이 변곡점이다.
5. 중화하는 데 소요된 0.1N-NaOH 용액의 mL 수가 바로 산도이다.
만약 0.1N-NaOH 용액 8 mL가 소비되었다면 산도는 8이다.

입국산도에 따라 젖산의 첨가량을 조절한다(표 3-4).

탁·약주를 제조할 때 밀술 담금량은 일반적으로 전체 원료량 대비 2~3% 사용한다.

표 3-4 입국밀술의 예

배합원료	첨가량	
입국	10 kg	
급수	14~15 L	
배양효모	분말효모 40~60 g, 액체효모 200~300 mL	
젖산	입국산도	첨가량
	5 내외	약 80 mL
	7 내외	약 40 mL
	9 내외	첨가하지 않음

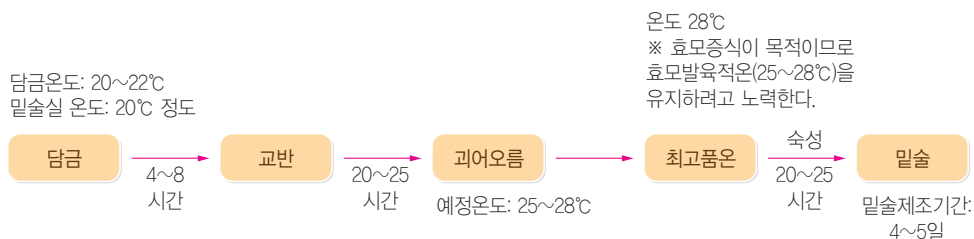


그림 3-22 밀술 제조공정도

소독한 밀술용기에 담금수 전량을 넣고 젖산을 소량 넣어 고루 저어준 다음 입국을 넣고 고무래[攪棒]를 사용하여 면밀히 저어준 뒤 pH를 측정하여 pH 3.0~3.2가 되도록 조절한다. 이때 담금온도는 20~22℃, 실온은 20℃가 적절하다. 실온이 낮을 때는 전기 난방기, 난로 등으로 가온하거나 깨끗한 이불 등을 이용하여 용기를 보온하였다가 밀술이 괴어오르기 시작하면 벗겨낸다.

담금 완료 후 4~8시간이 지나면 입국이 물을 흡수해 부풀어 오르는데 이때 고무래로 면밀히 저어준다. 첫 번째 교반 이후 하루 평균 3~4회(매 6~8시간) 간격으로 1~2분 정도 저어준다. 너무 지나치게 저어주면 풀과 같이 되어 오히려 당화가 지연된다.

저어주는 목적은 효모 증식에 필요한 산소를 공급하고, 입국의 용해 당화를 촉진하며 품온을 균일하게 하기 위한 것이다. 당화가 충분하지 않으면 당분, 텍스처린이 축적되

지 않은 상태에서 끓어오르는 조용(早湧)현상이 일어난다. 조용현상이 일어난 밀술을 사용하면 끓다가 그만두어 알코올 도수가 낮은 술덧이 된다.

담금 후 1~2일이 경과하면 당화가 충분히 진행되어 당분이 축적되고 효모의 활성화와 함께 증식이 활발해지면서 입국이 부풀어오른다. 2~3일째부터는 거품과 함께 소리를 내면서 발효가 왕성하게 일어나 최고 품온(30℃ 내외)에 도달한다. 이때 실온이 높으면 품온이 급격히 상승하여 35℃ 이상에 이르게 된다. 밀술제조는 에틸알코올 생성보다 효모의 안정적 증식이 목적이므로 효모 발육에 적합하도록 품온을 25~28℃로 조절하는 것이 중요하다.

효모가 품온 상승으로 고온에 오랫동안 노출되면 노쇠현상이 일어나 외관상으로는 잘 끓고 있어 정상같이 보이지만 효모 수가 아주 적은 밀술이 되기 쉽다. 품온이 30℃ 이상으로 상승하면 재킷에 냉각수를 흘려보내 품온을 억제해야 한다. 최고 품온에 도달한 다음 20시간 정도 지나면 품온이 떨어지기 시작한다. 이 시기에는 발육 적온을 유지하



그림 3-23 밀술의 발효

는 방향으로 보온에 유의하여 품온을 서서히 내린다. 밀술은 담금일부터 4~5일이면 발효·숙성이 완료된다(그림 3-23). 숙성된 밀술은 5~10℃에서 5일 정도는 보존할 수 있지만 가급적 2일 안에 사용해야 효모의 활성이 좋다(그림 3-22).

나. 누룩밀술

누룩 단용으로 술을 빚을 때는 밀술에 사용하는 발효제도 누룩으로 사용하여 담금한다. 누룩에 존재하는 다양한 미생물의 번식을 억제하고 탁·약주 효모만 순수하게 배양하는 것이 목적이다. 누룩에는 효모가 다양하게 들어 있기 때문에 특별히 배양효모를 첨가하지 않아도 된다. 하지만 재현성 있는 품질의 술을 제조하려면 배양효모를 첨가하는 것이 좋다. 누룩은 충분히 후숙되어 구수한 냄새가 나고 잘 건조된 것을 사용해야 한다(표 3-5). 누룩밀술의 배합비는 <표 3-5>와 같다.

표 3-5 누룩밀술 배합 예시

배합원료	배합량
고두밥	10 kg
누룩(곡자)	2 kg
조효소제	200 g
급수	14~15 L
배양효모	분말효모 40~60 g, 액체효모 200~300 mL
젖산	120 mL

누룩은 입국과 달리 산 함량이 매우 낮기 때문에 젖산을 과량 첨가해야 한다. 누룩은 내산성 당화력이 낮을 수 있으므로 산성환경에서 당화력이 강한 조효소제를 보충해주면 더욱 좋다. 밀술에 사용하는 원료는 전체 양조원료의 2~3%를 증가하여 첨가한다. 누룩밀술[麴子酒母]의 담금조작은 입국밀술과 큰 차이가 없다. 다만 입국밀술에 비해 발효·숙성기간이 길어 1~2일 더 소요된다.

다. 조효소제밀술

조효소제를 발효제로 사용해 양조한 뒤 탁·약주를 제조하거나 생산을 중단했다가 다시 가동할 경우 또는 미처 입국이 준비되지 않았거나 입국 상태가 불량할 경우 조효소제밀술을 담금하는 경우가 있다. 조효소제는 내산성 당화력이 강하므로 젖산을 사용하는 데 아무런 지장이 없다. 조효소제는 누룩이나 입국에 비해 당화력이 강하기 때문에 용해하기가 쉽다. 따라서 첫 번째 교반을 입국밀술보다 조금 더 빨리 시행한다. 특히 원료가 너무 빨리 용해되어 텍스트린, 포도당 등의 형태로 용기 바닥에 쌓이기도 하므로 교반할 때 바닥까지 끌고루 저어주는 것이 좋다(표 3-6).

표 3-6 조효소제밀술 배합 예시

배합원료	배합량
고두밥	10 kg
조효소제	500 g
급수	14~15 L
배양효모	분말효모 40~60 g, 액체효모 200~300 mL
젖산	120 mL

② 생원계밑술

젖산을 사용하지 않고 밑술 내부에서 미생물의 생존경쟁에 따라 산성환경이 조성되어 안전한 양조가 가능한 밑술제조법이다. 입국을 사용하여 빚는 일본청주 제조법 중 생원계밑술법은 전통적으로 내려오는 밑술법 중 하나이다. 오늘날 탁·약주 밑술제조법으로는 극히 드물게 사용하는 방법이다. 그렇지만 누룩을 사용한 전통방식의 제조법에서는 생원계밑술법을 응용한 밑술법을 많이 이용한다.

생원계밑술법의 원리는 입국, 고두밥, 물만 첨가하여 6~7℃에서 담금한다. 이때 저온에서 잘 생육하는 질산환원균이 아질산을 생성하여 유해세균을 사멸한다(그림 3-24).

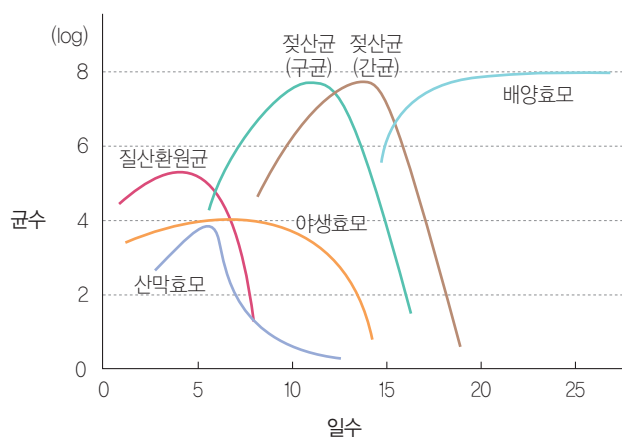


그림 3-24 밑술에서 미생물의 천이모델

생원계 주모와 유사한 방법으로 고래부터 누룩 밑술에 사용된 방법이 있다. 고대 누룩과 술 빚는 법을 가장 잘 알 수 있는 문헌으로 복위 때 산동성 태수 가사협(價思協)이 저술한 『제민요술』에서 그 예를 찾아볼 수 있다.

『제민요술』에 소개된 백료주(白醪酒) 담그는 법에 살펴보면, “참쌀 1섬을 냉수로 깨끗이 씻어 걸러서 향아리에 넣은 다음 물고기 눈알처럼 부글거릴 때까지 물에 담가둔다. 하룻밤 지나 쌀이 아주 시큼해지면 찌서 술밥을 지어 아주 차게 식힌다. 물고기 눈알처럼 부글거리는 쌀뜨물 2말을 가져다가 6되가 될 때까지 달인 다음 밑술을 넣은 향아리에 붓고 기포가 일어나도록 대나무 비로 치댄다”라고 소개되어 있다.

쌀을 물에 오랫동안 담가두면 젖산균에 의해 젖산발효가 일어나 그 쌀로 고두밥을 지으면 고두밥 또한 산성을 띤다. 그리고 젖산발효된 쌀뜨물을 달여 젖산을 농축한 다음 밑술을 넣고 담금함으로써 pH를 낮추어 안전한 밑술을 제조해 사용한다. 즉, 자연 속 미생물을 이용해 산성환경을 조성하여 밑술을 만들어 안전조조를 영위한 것이다. 우리나라에서는 이와 유사한 방법을 부본(腐本) 또는 ‘서김’이라고 한다.

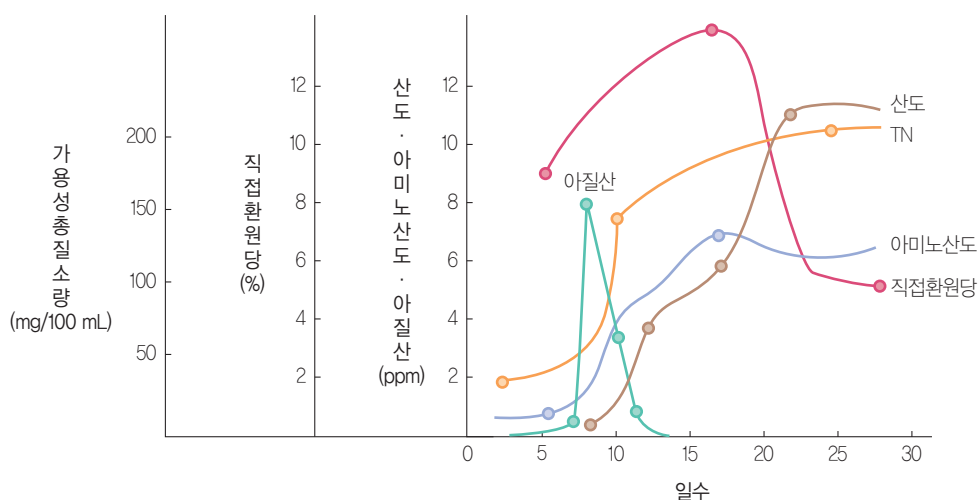


그림 3-25 밀술의 성분 변화

4~5일이 지나면 당화가 진행되어 고당도의 담금 상태가 되고 뒤따라 젖산균이 증식하여 젖산을 생성한다. 이미 생성된 아질산과 젖산농도가 증가하면서 세균은 물론 야생효모, 젖산균도 함께 사멸하여 무균상태가 된다. 이때 순수 배양한 효모를 첨가하여 우량의 밀술을 제조할 수 있다. 생원계 밀술의 제조기간은 25~30일로 매우 길지만 젖산을 첨가하지 않고 재래적 방법으로 제조할 수 있다는 것이 특징이다(그림 3-25).

③ 고온당화밀술

고두밥과 물을 1:2로 혼합하고 55~58℃로 높게 담금하여 조효소제, 누룩 등을 첨가해 5~7시간 당화한다. 입국을 사용할 경우 고두밥을 첨가하지 않고 담금한다. 당화한 후 급속히 냉각해 젖산을 첨가하고 20~25℃에서 효모를 첨가한 뒤 3~4일간 발효·숙성시켜 밀술로 사용한다. 고온당화밀술은 고온당화과정에서 야생효모 등 미생물이 대부분 사멸하여 어떠한 방법보다 순수한 밀술을 만들 수 있다.

④ 연양밀술

연양밀술(連釀酒母)은 1단 담금 또는 2단 담금 술덧 중 품질이 뛰어나고 향기가 좋은 술덧을 밀술 대용으로 사용하는 것이다. 1단 담금 술덧은 자체가 pH가 낮기 때문에 곧바로 밀술 대용으로 사용하지만, 2단 담금 술덧은 젖산을 첨가해 pH 3.0~3.2를 조절한 후 1~2일간 두었다가 밀술로 사용한다.

⑤ 배양효모담금

밀술담금을 생략하고 1단 담금에 입국과 함께 다량의 배양효모와 적당량의 젖산을 첨가하여 술덧을 발효시키는 방법을 효모담금이라 한다. 밀술제조공정이 단축되기 때문에 시간과 인력이 절약된다. 제조를 개시하거나 쉬었다가 다시 제조할 경우 많이 사용하는 방법이다. 생쌀발효용 개량누룩을 이용한 생쌀발효법으로 술을 빚을 때 밀술을 제조하지 않고 효모담금으로 양조하는 경우가 증가하고 있다. 효모는 1단 담금 원료량의 1% 정도를 첨가한다.

(2) 전통방식의 밀술제조법

전통방식으로 탁·약주를 빚을 때 밀술제조에서 양조원료처리방법이 술맛을 결정하는 중요한 요소가 된다. 전통방식에서는 젖산을 사용하지 않고 발효제는 누룩만으로 담금한다. 대체로 배양효모를 첨가하지 않고 누룩에 존재하는 야생효모를 이용한다. 이는 생원계밀술과 유사한 방법으로 미생물의 생존 경쟁에 의해 자연스럽게 조성된 산성 환경에 따라 안전주조가 가능하게 된다.

밀술을 빚는 방식은 크게 죽, 고두밥, 범벅, 백설기, 구멍떡 방식 등이 있고 그 방식에 따라 다양한 술맛을 연출할 수 있다. 밀술을 제조할 때 원료처리방법이 발효에 미치는 영향은 매우 크다. 특히 원료처리방법에 따라 적합한 급수량이 달라지고 급수량 차이는 밀술 발효기간과 술의 향미 등에 큰 영향을 미친다. 밀술에 젖산을 사용하지 않기 때문에 자연적으로 젖산균이 번식하여 산성 환경이 조성된 후 누룩 속 효모가 증식하기 시작하면서 발효가 진행된다. 따라서 밀술의 급수량이 많아질수록 밀술에 생성된 젖산량이 많아지고 덧술한 후 완성한 술의 산도가 증가해 산미가 강하고 청량감이 뛰어난 술을 만들 수 있다. 반대로 밀술 급수량이 적어지면 상대적으로 신맛이 적고 달착지근한 술을 빚을 수 있다(표 3-7).

표 3-7 밀술제조법에 따른 분류

밀술 형태	쌀:물	밀술 발효기간	대표적인 술	관능
죽	1:5	2~3일	청명주, 석탄주 등	도수가 높고 신맛이 강함
범벅	1:1~2	3~5일	백하주, 삼해주 등	도수가 낮고 신맛이 적고 단맛이 강함
구멍떡	1:1 이하	10일 이상	이화주, 하향주	도수가 낮고 방향이 있고 단맛이 매우 강함
백설기	1:1.5	3~5일	경액춘, 하절주 등	도수가 높고 담백하고 빨리 익음
고두밥	1:1.5	3~7일	두견주, 향온주 등	다양한 향미 연출 가능

① 죽으로 빚는 밀술 방식

죽으로 빚는 밀술 방식은 『제민요술』에도 소개되어 있는 방법으로 고대부터 빚어오던 대표적인 밀술 빚는 방법이다. 『산가요록』, 『임원십육지』, 『주방문』, 『규곤시의 방』 등 우리나라 대부분의 고문헌에 등장하는 밀술법이다. 쌀을 물에 침지, 물 빼기한 후 곱게 가루 내어 물과 혼합해 타지 않게 저어주면서 죽을 쑈다. 죽을 쑤기 위해서는 쌀 사용량 대비 급수비율이 5~7배의 물이 필요하다. 즉, 밀술에 모든 급수량이 다 들어가고 덧술할 때는 급수하지 않는다.

죽을 차갑게 식힌 뒤 누룩을 총원료대비 5~10% 첨가하여 2~3일간 발효해 밀술을 완성한 다음 땀쌀이나 찹쌀로 고두밥을 지어 덧술한다. 대체로 도수가 높고, 술빛이 밝으며 달착지근하고 방향이 뛰어난 뿐 아니라 산미가 풍부한 술을 빚을 수 있다. 대표적인 전통주로는 청명주(淸明酒), 석탄주(惜呑酒), 벽향주(碧香酒), 녹파주(錄波酒), 호산춘(壺山春), 두강주(杜康酒), 사시주(四時酒) 등이 있다(그림 3-26).



그림 3-26 죽으로 빚는 밀술 방식

② 고두밥으로 빚는 밀술 방식

곡류를 물에 불린 다음 찹쌀이나 시루로 찌서 고두밥을 만들어 밀술을 빚는 방식이다. 오늘날 가양주를 비롯하여 전통방식으로 양조하는 양조장에서 가장 많이 사용하는 방식의 술 빚기로 원료처리 과정이 간단하고 위생적이다. 담금수 사용량을 자유롭게 조절하여 단맛이 풍부한 탁·약주에서부터 달지 않은 탁·약주는 물론, 다양한 향미의 술을 만들 수 있다. 막걸리, 동동주, 합주(合酒), 백로주, 백주(白酒) 등 탁주계열의 술은 대부분 전통방식의 단양주로 고두밥 형태로 빚는다. 고두밥으로 빚는 밀술법의 전통주



그림 3-27 고두밥으로 빚는 밀술 방식

로는 청주, 향온주(香醞酒), 동방주(東方酒), 동파주(東坡酒), 화랑, 경주법주 등이 있다(그림 3-27).

③ 범벅으로 빚는 밀술 방식

곡류 가루에 팔팔 끓는 물을 부어 이겨서 반쯤 익은 죽처럼 만들어 식힌 다음 누룩을 넣고 밀술을 빚는 방법이다. 원료처리와 밀술 빚는 방법이 간단하고 범벅을 만든 뒤 냉각하는 데 시간이 많이 걸리지 않기 때문에 우리나라 고문헌에서 가장 많이 소개한 밀술법이다. 대체로 담금수가 적게 들어가고 발효기간이 길며 알코올 도수가 낮다. 단맛이 강하며 깊은 맛과 방향이 뛰어난 반면 발효되지 않은 생전분, 덱스트린 등이 술 속에 있어 술 빛이 약간 탁한 것이 특징이다. 덧술은 쌀이나 찹쌀로 고두밥을 찌서 사용하는 대표적 전통주로는 방문주(方文酒), 백하주(白霞酒), 소곡주(小麴酒), 백화주(百花酒), 백화춘(白花春) 등이 있다(그림 3-28).



그림 3-28 쌀가루에 뜨거운 물을 부어 범벅 만들기

④ 백설기로 빚는 밀술 방식

쌀을 물에 불려 물기를 뺀 다음 가루를 내어 찹쌀에 넣고 증기로 쪄내어 백설기 형태로 원료처리하여 밀술을 만드는 방식이다. 술빛이 밝고 빨리 익으며, 알코올 도수가 높고, 술맛이 담백하다. 원료처리가 쉽고 밀술의 물 사용량이 원료 사용량 대비 1~1.5배이고 3~5일간 발효해 밀술을 완성한다. 대표적인 전통주로는 벽향주(碧香酒), 약산춘(藥山春), 사절주(四節酒), 경액춘(鏡液春, 『조선무쌍신식요리제법』, 『주찬』 방식), 하일청향죽엽주(夏日清香竹葉酒) 등이 있다(그림 3-29).



그림 3-29 쌀가루를 찐 백설기 형태의 원료처리 방식

⑤ 구멍떡으로 빚는 밀술 방식

쌀가루를 반죽하여 도넛 모양이나 송편 모양으로 빚은 다음 끓는 물에 삶아서 건져내 주걱으로 풀어서 죽처럼 만들어 사용하는 밀술법이다. 이 밀술 방식은 물을 아주 적게 사용하여 걸쭉하고 단맛이 강하며, 과일향, 방향이 뛰어나지만 얻어지는 술의 양이 매우 적다(그림 3-30).



구멍떡 만들기

삶기

으깨기

그림 3-30 구멍떡 방식의 원료처리

4) 밀술의 품질

밀술을 제조할 때 품온 관리가 잘되어 발효가 순조로워야 한다. 초기 품온은 가능한 한 20~28℃로 지속하다가 발효가 본격적으로 진행되어 품온이 올라갈 시기에는 온도를 낮추어 28℃ 이하로 유지하는 것이 중요하다. 품온이 비교적 저온에서 발효 지속 기간이 긴 것이 좋다. 최근에는 밀술 발효온도를 더 낮추고 발효기간을 더 길게 하는 경향이 있다.

완성된 밀술의 품질을 관능적으로 볼 때 산취(酸臭)나 부패취 등 악취가 나지 않아야 하며, 감미가 지나치게 강하거나 불쾌한 맛이 나지 않아야 한다.

품온 관리에 실패해 밀술의 발효온도가 과도하게 상승할 경우 외관상으로 잘 끓는 정상적인 것처럼 보이지만 죽은 효모가 많은 활성이 약한 밀술이 되기 쉽다.

완성된 밀술을 현미경으로 관찰(배율 20×40배)하면 잡균이 검출되지 않아야 한다. 막대기 모양의 간균(桿菌)이 한 시야에 한 마리만 있어도 밀술로 사용할 수 없다. 효모 형태는 원형 또는 난형(卵形)으로 효모 수는 1 mL당 2억 마리 이상이어야 한다. 현미경으로 관찰하면 메틸렌블루로 염색하였을 때 염색되지 않는 효모 수가 염색되는 효모 수보다 훨씬 많아야 한다. 염색되는 효모는 죽은 효모이기 때문에 염색된 효모가 많은 것은 활성이 약한 밀술로 발효가 불량하거나 발효 도중 조용현상이 일어나 발효가 멈추거나 알코올 도수가 낮은 술덧이 되기 쉽다. 완성된 밀술의 pH는 3.0~3.2여야 하며 알코올 도수가 13 v/v% 이상이고 산도는 25~30 정도가 적당하다.

효모 관찰을 위한 메틸렌블루(methylen blue) 염색법

1. 살균수 9 mL를 시험관에 넣고 밀술 1 mL를 첨가하여 10배 희석한다.
2. 슬라이드 글라스에 1백금이를 도말하여 바람으로 건조한다.
3. 0.02% 메틸렌블루용액 1~2방울을 떨어뜨린 뒤 20초 정도 둔다.
4. 슬라이드 글라스를 경사지게 하여 여분의 염색액을 살균수로 도말한 균이 세척되지 않게 주의해서 씻어낸다.
5. 커버글라스를 덮어 핀셋으로 살짝 눌러 여분의 물이 빠져나오게 하고 여지로 닦아낸다.
6. 현미경으로 검경한다.

3. 탁주의 제조

1) 제조계획

(1) 수요 예측

탁주(濁酒)는 발효시킨 술덧을 물로 희석하여 알코올 도수가 5~8% 되도록 조절하고 지게미를 제거하지 않고 혼탁하게 제성하여 만든 술이다. 탁주는 대부분 살균하지 않은 생주로 유통될 뿐만 아니라 유통 중에도 대부분 지속적으로 발효되고 있는 미숙주이다. 따라서 유통기한이 짧고 유통이 까다롭기 때문에 제조장을 중심으로 인접 시군구, 연접 도시를 주요 공급처로 하는 경우가 많다.

탁주는 유통 범위가 좁고, 기존 제조장의 탄탄한 공급망을 유지하기 때문에 면밀한 수요 예측이 무엇보다 중요한 제품이다. 제조 수요 예측에서 현 제조장의 과거 판매현황과 소비 트렌드, 공급지역의 총소비 수량, 다른 제조장의 시장 경합, 경쟁업체의 동향과 판매수량 등을 참고로 한다.

(2) 제조장 입지

주류 제조는 미생물을 이용해 발효시킨 기호음료를 제품으로 하는 것이므로 위생적인 환경이 필수적이다. 제조장 주변에는 축사, 매연시설, 소음시설 등 오염원과 오염물질의 유입 가능성이 없어야 한다. 탁주 제조에서 사용 원료량 대비 20~40배의 양조용수가 필요하므로 수량을 풍부하게 확보할 수 있는 조건도 중요하다. 제품을 신속히 출하할 수 있어야 하므로 교통이 편리하고 공급지역과 밀착된 입지조건일수록 좋다. 또 지역을 바탕으로 한 원료의 조달과 계약재배가 쉽고 인근에서 노동력을 쉽게 수급할 수 있어야 한다.

(3) 탁주 제조장의 조건

주류제조장은 “작업장은 독립건물이거나 완전히 구획되어서 위생에 영향을 미칠 수 있는 다른 목적의 시설과 구분되어야 하며 충분한 조명·환기와 방충시설을 갖추어야 한다(주류의 제조, 저장, 이동, 원료, 설비 및 가격에 관한 명령위임 고시(국세청고시 제 2010-6호, 2010. 4. 1))” 라고 규정되어 있다.

제조 위생상 오염구역과 비오염구역으로 구분하고 주거, 사무실 등과 격리 또는 격벽을 설치하여 교차오염 방지가 가능하도록 구획하는 것이 요구된다. 제조장은 제조에 종사하는 자 외에는 출입을 제한하고, 문은 견고한 내수성 재질로 밀폐 가능한 구조로 잠금장치를 하고, 쥐, 곤충 등의 유입을 방지할 수 있어야 한다(그림 3-31). 또 배수가 원활해야 하며 폐수가 역류되지 않고 퇴적물이 쌓이지 않아야 한다.



그림 3-31 견고한 내수성 재질의 밀폐 가능한 출입문

출입구에는 외부 오염물의 작업장 혼입방지를 위해 손 세척기, 손 소독제를 구비하고 탈의실이 있어 종사자가 위생복, 위생모를 착용하고 제조장을 출입하도록 하는 것이 좋다(그림 3-32).



그림 3-32 출입구에 설치한 손 세척기

특히 초파리, 곤충 등의 유입을 막기 위해 출입구에 에어커튼을 설치하는 것이 좋고 창문은 밀폐와 통풍이 가능하고, 방충망이 설치되어 있어야 한다. 천장, 문, 벽, 바닥 등은 물청소와 소독이 용이한 구조와 재질로 청결하게 유지해야 한다. 제조장에는 작업특성에 적합한 밝기를 유지하기 위해 채광과 조명 설비가 있어야 하고, 발효 도중에 생성된 탄산가스가 원활히 배출될 수 있도록 환기시설을 충분히 갖추어야 한다.

양조용수는 수돗물을 사용하거나 「먹는물관리법 시행규칙」 제35조 규정에 따라 지정된 수질검사기관에서 마시기에 적합하다고 인정된 것을 사용해야 한다. 수돗물 이외의 양조용수는 「식품위생법」에 따라 6개월마다 수질검사를 하고 수질검사 성적서를 비치하고 있어야 한다.

주류 제조시설로는 밀술실, 원료처리실, 국실, 담금실, 병입(瓶入)시설, 냉장저장고(저온창고), 원료보관실 등을 갖추는 것이 좋다. 밀술실, 담금실은 항상 18~25℃를 유지할 수 있도록 냉난방 장치를 설치하는 것이 좋고, 28℃ 이상을 유지해야 하는 국실은 난방장치를 설치해야 한다. 자동 제곡기를 보유할 경우 국실을 따로 둘 필요는 없다(그림 3-33).

탁주는 생산한 제품을 실온에 보관할 경우 급격한 후발효가 일어나거나 변질될 우려가 크므로 5℃ 이하를 유지할 수 있는 저온창고가 반드시 필요하다.

작업장은 원료나 술덧, 제품 흐름이나 사람의 동선을 잘 파악하여 제조공정 순으로 근접 배치하여 능률적인 작업 진행이 가능하도록 한다.

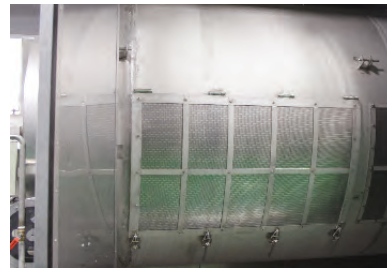


그림 3-33 최근 많이 사용하는 드럼식 자동 제곡기

(4) 제조설비 선정

① 탁주 제조 설비

제조설비 선정에 앞서 무슨 탁주를 어떤 제조법으로 얼마나 생산할지 제조 수량 계획을 세워야 한다. 생탁주를 생산할지 생탁주와 살균탁주를 함께 생산할지는 물론 탄산주입 여부에 따라 갖추어야 할 시설이 달라진다. 사용 발효제나 증자 방식, 부원료 사용 여부에 따라 원료처리에 적합한 추가 설비가 요구된다. 그리고 생산량에 따라 갖추어야 할 설비의 규모, 수량 등이 결정된다.

탁주 양조장에서 요구하는 탁주 설비에는 「주세법」상 일반적 시설기준으로 담금용기와 간이증류기, 주정계, 온도계 등 시험시설만 갖추면 된다. 하지만 탁주 제조를 정상적으로 수행하기 위해서는 세미기, 증자기, 제곡기(국실 제곡법으로 입국제조할 경우 제외), 제성기, 병입 라인, 저온저장고, 고두밥 분쇄기, 고두밥 냉각기, 술덧 냉각기 등이 필요하다.

살균탁주를 제조할 경우 국세청고시 제2011-20호에 따라 살균에 필요한 제반시설을 갖추고 완전 살균된 제품만 출고해야 한다. 살균에 필요한 시설로 살균기 또는 살균 탱크, 살균시험기구, 살균시험실을 갖추어야 한다.

표 3-8 탁주 제조에 필요한 설비

제조설비		용도	「주세법」상 일반적 시설기준
담금용기	밑술탱크	밑술제조용 담금용기	3 kL 이상
	발효조	술덧 발효용 담금용기	
	제성탱크	발효가 끝난 술덧을 제성하기 위한 용기	2 kL 이상
	술덧냉각기	발효 도중 술덧을 냉각시키기 위한 장비 사관식 냉각기, 온도 컨트롤러, 냉동기와 냉수순환기 등	—
원료처리	세미기	탁주의 원료인 곡류를 세척하는 기계	—
	침지탱크	곡류에 수분을 흡수시키기 위한 용기	—
	증자기	쌀, 소맥분 등을 수증기로 익히는 기계	—
	분쇄기	증자 후 뭉쳐진 원료를 분쇄하는 기계	—
	고두밥냉각기	증자된 원료를 냉각하기 위한 장치	—
	반죽기	소맥분을 사용한 탁주 제조에서 소맥분과 물을 배합하는 기계	—
	컨베이어	많은 원료를 처리할 경우 원료를 쉽게 이송하기 위한 장치	—
제국	국실	국실제국법으로 입국을 제조할 때 필요 보쌈대, 국상자, 온습도 조절장치 등 필요	—
	누룩실	누룩을 직접 만들어 사용할 때 필요 곡류 파쇄기, 누룩틀, 선반, 온습도 조절장치 등 필요	—
	제국기	기계제국법으로 입국제조할 때 필요 간이제국기, 자동제국기 등	—
제성	제성기	탁주의 거친 찌꺼기를 걸러내고, 술지게미 입자를 곱게 가는 장치	—
병입 포장설비	세병기	탁주용기를 세척하는 장치	—
	병주입기	병에 술을 주입하는 장치	—
	타전기	병뚜껑을 닫기 위한 장치	—
	라벨기	라벨 부착 장치	—
	집병대	병입한 술을 포장하기 위해 술병을 모으는 곳	—
	포장	술병을 박스 등에 담는 장치	—
시험시설	간이증류기	술덧 또는 완성주의 알코올 도수를 측정하는 증류장치	1대 이상 보유
	주정계	간이증류기로 증류해 수득한 알코올의 도수를 측정하는 계기	0~30도 1조 이상 보유
살균	살균기	살균탁주를 제조하기 위해 필요한 살균장치	—
	탄산주입기	살균탁주에 청량감을 제공하기 위해 인공적으로 탄산을 주입하는 설비	—
기타	보일러	곡류를 증자하기 위한 수증기 제조, 난방, 온수, 살균 등에 사용하는 설비	—
	저온저장고	완성한 탁주를 낮은 온도에서 보관하도록 냉장설비가 갖추어진 저장고	—
	순환 펌프	술덧, 제성주, 양조용수를 이송하기 위한 펌프	—
	컴프레서	공기를 압축하는 기계	—

2) 탁주 제조의 기본공정

탁주는 원료, 원료처리방법, 사용한 국의 종류 등의 조건에 따라 다양한 발효공정으로 제조한다. 제조공정에서 가장 크게 구분되는 것은 사용한 발효제의 종류로, 어떤 발효제를 사용하느냐에 따라 공정이 달라진다. 오늘날 막걸리 제조에 사용하는 발효제의 약 80%가 입국방식(대부분 입국과 다른 발효제를 혼용하여 사용)이고, 20% 내외는 개량누룩을 사용한 생쌀발효법이다. 전통누룩을 사용한 막걸리는 아주 미미한 양이지만 점차 사용량이 증가하고 있다.

여기에서는 현재 가장 많이 빚어지는 입국방식에 따라 쌀을 원료로 한 탁주 제조의 기본공정을 간략히 소개하고, 다음에서 소개할 다양한 양조기법에서 개량누룩을 사용한 생쌀발효법, 전통누룩을 사용한 탁주 제조법 등을 소개한다. 일반적인 탁주 제조공정은 원료처리, 입국제조, 밀술제조, 술덧공정, 제성, 주입포장 등의 공정을 거친다(그림 3-34).

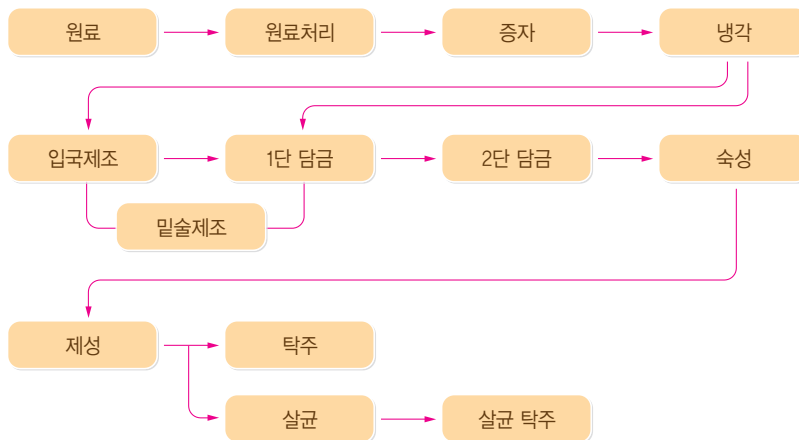


그림 3-34 탁주 제조공정도

① 원료처리

입고된 쌀은 표면에 붙어 있는 먼지 등을 제거하는 세미과정을 거친다. 깨끗이 씻은 쌀의 적당량을 수분을 흡수시키는 침미과정과 물 빼기 과정을 거쳐 증자기로 증자하여 고두밥을 만든 후 고두밥을 사용 용도에 적합하도록 냉각시켜 사용한다(그림 3-35).



그림 3-35 쌀의 원료처리과정

② 제국

입국을 만드는 공정을 말하며 고두밥을 30℃ 내외로 냉각시킨 후 종국을 뿌려 골고루 혼합한 다음 입실보쌈, 뒤집기, 입상, 갈아쌓기, 손질하기, 출국의 순서로 제조한다. 제국법에는 보쌈대제국법, 작은 상자국법, 대형 상자국법, 기계(간이제국기, 자동제국기) 제국법이 있다. 제국의 원리는 상자국법과 큰 차이가 없으며, 총제국 시간은 파종으로부터 36~40시간이 소요된다.

③ 밀술 제조

총 원료대비 2~3%의 입국과 물, 젖산을 첨가하여 발효시키면 잡균 번식을 억제하는 동시에 우량효모를 다량 증식할 수 있다.

④ 1단 담금

밀술에 입국과 물을 추가로 담금하여 단계적으로 발효에 필요한 효모를 증식하는 공정이다. 1단 담금은 입국에 존재하는 효소와 산의 용출과 입국을 당화하는 동시에 효모를 안전하게 증식하는 것을 목적으로 한다.

⑤ 2단 담금

본담금이라고도 하며 밀술과 1단 담금이 효모의 확대 배양이 주된 목적이었다면, 2단 담금은 본격적인 알코올 발효 단계이다. 1단 담금 술덧에 주원료인 고두밥과 물, 국을 잘 혼합하면 전분질 원료의 당화와 함께 효모의 알코올 발효에 의해 에틸알코올과 탄산가스, 향미 성분이 생성된다.

⑥ 제성

발효가 끝난 술덧을 급수와 재료를 첨가해 가공해서 음용하기에 적합하도록 조절하는 공정을 말한다. 발효술덧을 희석할 물을 첨가하여 상품화할 탁주의 알코올 도수로 조정하고 체 또는 제성기로 거른 다음 단맛, 신맛, 감칠맛 등을 알맞게 조절한다.

⑦ 살균

탁주의 저장, 유통 중 부패하거나 효소에 의해 술맛이 변질되는 것을 막기 위해 미생물을 사멸하고 효소를 파괴하는 공정이다. 생탁주는 살균하지 않으며 살균탁주 제조에만 실시하는 공정으로 섭씨 62~65℃에서 30분 이상 가열하거나 이와 같은 수준의 효력이 있는 방법을 가하여 살균한다.

⑧ 병입

제품을 완성하는 최종 단계로 병을 세척한 뒤 제성주를 병에 주입하고 타전, 상표 부착, 포장하여 출하하는 공정이다.

3) 탁주 제조방법

(1) 제조방법을 검토하는 목적

주류제조 면허를 신규로 획득하여 술을 제조하거나 생산하는 제품의 원료, 첨가물, 제조공정 등을 변경하여 제조하고자 할 경우에는 「주세법」에 따라 제조방법 신청서를 작성하여 관할 세무서장에게 접수해 기술검토를 받은 뒤 적정 여부를 통보받아 제품생산을 개시해야 한다.

그리고 승인받은 제조방법에 따라 최초로 생산한 주류를 관할 세무서를 거쳐 국세청 주류면허지원센터에 제출해 규격, 유해 성분 함유 여부 등에 대한 주질감정을 받은 다음 적합한 것으로 통보받아야만 출고할 수 있다.

주류제조방법의 적정성을 검토하는 목적은 보건 측면, 주세보전 측면, 양조학 측면은 물론 주세검사 시 활용하기 위한 것이다. 「주세법」상 규정된 규격과 재료, 첨가물을 주류 제조 시 적정하게 사용하는지 검토하고, 양조학적 측면에서 주류를 제조하기 위해 투입하는 원료대비 주류 생산량의 적정 여부를 검토한다. 그리고 인체에 유해한 원료, 식품에 첨가할 수 없는 재료를 사용하지 못하도록 하여 부정·불법 주류 유통을 미연에 방지해 국민 건강을 보호하고, 주류 제조자의 법규 위반을 사전에 예방하기 위함이다. 또 주세검사 시 신고한 주류제조방법과 실제 제조 시 공정과 원료 수불의 차이 등을 검사하여 불법주류 제조를 단속하기 위한 목적도 있다.

(2) 탁주 제조방법 작성

탁주 제조방법을 신고하거나 변경하고자 하는 경우 아래와 같은 서식을 활용하면 된다.

① 신청서식

신청서식은 <표 3-9>와 같다.

표 3-9 탁주 제조방법 신청서

【주세사무처리규정 제50호 서식】

탁주 제조방법(변경) 신청서											
근거 : 주세법 시행령 제65조 제1항											
신청인	① 제조장명칭					② 전화번호					
	③ 대표자성명					④ 사업자등록번호					
	⑤ 제조장소재지										
신청내용											
⑥ 상표명		⑦ 제조장에서 정한 제조방법 번호		신규 또는 추가시		변경시(종전번호)					
1. 입국 제조방법(원료명 : 쌀, 소맥분, 보리쌀, 옥분 등)											
원료배합											
⑧ 원료명		⑨ 사용량(kg)		⑩ 조제종국(g)		⑪ 분말종국(g)		⑫ 종국사용비율(%)			
2. 밀술 제조방법											
용기용량(L)		원료배합									
		⑬ 입국미(kg)		⑭ 호모(g)		⑮ 누룩(kg)		⑯ 찻산(mL)		⑰ 급수(L)	
3. 주류1당금 제조방법 [백미, 소맥분, 전분당(농도) 등 발효원료는 품명별로 품명과 사용량을 기재]											
원료종류		주류 1 당금원료배합수량					발효제당화력(SP)		4. 각종 수량 및 비율		
원료명		밀술	1단 당금	2단 당금	3단 당금	4단 당금	계			당금조 용기용량(L)	
⑱ 입국							(kg)		⑳ 최종당금 숙성술덧 예정수량 (L)		
㉑							(kg)		㉒ 숙성술덧알코올분(%)		
㉓							(kg)		㉔ 후수수량(L)		
㉕ 누룩							(kg)		㉖ 술지게미 수량(L)		
㉗ 정제호소제							(g)		㉘ 제성수량(L)		
㉙ 조효소제											
㉚ 식물약재							(kg)				
㉛ 첨가물료							(kg)				
㉜ 급수							(L)				
주세법 시행령 제65조 제1항에 따라 신청합니다.											
년 월 일 신청인 (서명 또는 인) 세무서장 귀하											
첨부서류 : 제조공정 설명서 및 제조방법(신규, 추가, 변경)사유서 1부											

210mm×297mm(신문용지(54g/㎡))

② 기재방법

가. 신청인 기본사항 및 제조할 탁주 명칭

- ① 제조장 명칭
- ② 연락 가능한 전화번호
- ③ 면허자의 성명
- ④ 사업자등록번호
- ⑤ 제조장 소재지 주소
- ⑥ 제조할 주류의 상표명 및 알코올분(예: 금강산 생탁주 6v/v%)
- ⑦ 제조방법 번호: 제조장에서 신고한 제조방법을 구분 관리하기 위한 것으로 새로운 제조방법일 경우 ‘신규 또는 추가시’란에 추가할 제조방법 기호를 표기하고, 기존 제조방법을 변경할 경우 ‘변경시’란에 종전의 제조방법 기호 표기

나. 입국 제조방법

- ⑧⑨ 쌀, 밀가루 등의 원료명과 사용량(kg) 기재
- ⑩⑪ 조제종국 사용량(g) 또는 분말종국 사용량(g) 표시
- ⑫ ⑩ 또는 ⑪의 종국 사용량/⑨ 원료 사용량의 비율(%)

※ 단, 입국을 구입·사용하거나 입국 외 다른 국을 사용할 경우 표기하지 아니하며, 제조공정 설명서에 해당사항을 기재

다. 밀술 제조방법

- ⑬ 입국 또는 원료 사용량(kg)
- ⑭⑮⑯⑰ 효모(g), 누룩(kg), 젖산(mL), 급수량(L) 기재

라. 주류 1담금 제조방법

- ⑱ 입국의 원료명과 사용량 기재
- ⑲⑳ 쌀, 밀가루, 옥수수, 팥화미, 전분당 등 원료명과 사용량(kg) 기재
- ㉑㉒㉓ 사용한 발효제를 해당란에 사용량(kg) 기재
- ㉔㉕ 식물약재 및 첨가물료의 명칭과 사용량 기재, 2개 이상인 경우 총량을 기재하고
별도 내역서 작성
- ㉖ 급수량(L) 기재

마. 각종 수량 및 비율

- ②⑦②⑧ 최종담금 숙성술덧 예정수량(L)과 알코올 도수(v/v%) 기재
- ②⑨ 제조할 주류의 알코올분 규격을 맞추기 위한 추가 급수량(L) 기재
- ③⑩ 술지게미 수량 기재
- ③⑪ 최종 제품의 제성 수량(L) 기재

③ 제조공정별 작성법

가. 입국제조방법

- 입국미 사용량: 입국은 주조원료를 증자한 후 곰팡이류를 번식시킨 것으로 일반적으로 입국 사용량은 총원료량 대비 20~45%를 사용한다.
- 종국 사용량: 조제종국이란 좁쌀이나 고두밥 등에 국균을 접종, 제국하여 포자를 충분히 형성한 것이다. 종균으로는 아스페르길루스 가와치(*Aspergillus kawachii*), 아스페르길루스 우사미(*Aspergillus usamii*), 아스페르길루스 아와모리(*Aspergillus awamori*), 리조푸스속(*Rhizopus* sp.), 모나스쿠스속(*Monascus* sp.) 등을 사용하며 탁주 제조용으로는 아스페르길루스 가와치를 많이 사용한다. 분말종국이란 조제종국에서 순수 포자만을 채취한 것을 말한다. 입국을 만들 때 종균으로 사용하며, 고두밥량을 기준으로 조제종국은 0.2~0.25 w/w%, 분말종국은 0.04~0.05 w/w% 첨가한다.

나. 밀술 제조방법

- 입국미, 누룩 사용량: 밀술은 일반적으로 입국만으로 담금하며 전체 양조원료 사용량 대비 2~3%를 사용한다. 누룩을 발효제로 사용할 경우 쌀을 증자한 고두밥을 전체 원료 사용량 대비 2~3% 사용한다. 누룩 사용량은 밀술에 사용한 원료량 대비 8~12%를 사용하여 담금한다.
- 급수량: 밀술의 급수비율은 원료 사용량 대비 130~150% 사용하는 것이 효모 증식에 유익하다
- 젖산 사용량: 밀술제조 시 젖산을 사용하는 것은 pH를 떨어뜨려 잡균 오염을 방지하기 위해서이다. 밀술의 pH는 3.0~3.2일 때 적당하다. 젖산 사용량은 입국의 산도에 따라 달라지며, 일반적으로 입국미 사용량 대비 0~0.8 v/v%를 사용한다.
- 효모 사용량: 효모는 건조효모를 사용할 경우 입국 사용량 대비 0.4~0.6%, 액체효

모를 사용할 경우 2~3% 사용하는 것이 좋다.

다. 주류 1담금 제조방법

- 주원료: 탁주의 주원료는 「주세법」상 녹말이 포함된 재료(발아시킨 곡류는 제외한 다)를 사용할 수 있다. 쌀, 보리, 옥수수 등의 곡류를 비롯하여 감자, 고구마 등의 서류, 곡물이나 서류를 가공한 가루, 전분 등을 포함한다. 녹말이 포함된 재료 외에도 당분과 과실·채소류(첨가재료로 사용한 과실·채소류를 포함한다)를 사용할 수 있다. 이 경우 녹말재료의 중량은 녹말재료와 당분(첨가재료로 사용한 당분을 포함한다)과 과실·채소류(첨가재료로 사용한 과실·채소류를 포함한다)의 합계중량을 기준으로 하여 100분의 50 이상 사용하여야 하고, 과실·채소류의 중량은 녹말재료와 당분과 과실·채소류의 합계중량을 기준으로 하여 100분의 20을 초과하지 아니해야 한다.〔「주세법 시행령」 제3조제1항〕

당분은 「주세법 시행령」 제2조제2항 관련 [별표2]에 명기된 설탕(백설탕·갈색설탕·흑설탕·시럽을 포함한다)·포도당(액상포도당·정제포도당·함수결정포도당·무수결정포도당을 포함한다)·과당(액상과당·결정과당을 포함한다)·엿류(물엿·맥아엿·덩어리엿을 포함한다)·당시럽류(당밀시럽·단풍당시럽을 포함한다)·올리고당류 또는 꿀 등을 말한다.

- 발효제: 탁주 제조에는 전통누룩, 개량누룩, 조효소제, 정제효소제, 입국을 사용할 수 있다. 국은 단독으로 사용하기도 하지만 대부분 혼용한다. 주원료 사용량 대비 국의 종류별 사용량은 당화력을 기준으로 계산할 수 있다.

당화력(SP)이란 전분 1g에 효소 1g이 작용하여 포도당으로 변화시킬 수 있는 능력의 세기를 말한다. 양조에서 총당화력이란 원료 100kg을 본담금에서 50~60시간 발효시킬 때 술덧의 알코올 도수를 14% 이상 만드는 데 필요한 당화력을 말한다. 보통 쌀 100kg 기준으로 국의 효소역가를 270만 SP 정도 첨가되면 당화능력이 충분하다.

발효제별 당화력과 총당화력을 바탕으로 하는 쌀 사용량 대비 국 사용비율은 '제2장 원료'를 참고한다. 일반적으로 탁주나 약주를 제조할 때 한 가지 국만 사용하는 것이 아니라 몇 가지 국을 혼용하여 술의 향미를 좋게 하고 제조장 고유의 특징적인 술을 제조한다.

문제: 국(개량 누룩)의 사용량을 계산하라.

쌀 100 kg으로 양조할 경우 입국을 25%를 사용하고 나머지는 개량누룩을 사용한다.

$$2,700,000 \text{ SP} - (25,000 \text{ g} \times \text{입국의 역가 } 60 \text{ SP/g}) = 1,200,000 \text{ SP}$$

즉, 1,200,000 SP를 누룩의 당화력으로 보충해야 하므로 아래 계산식에 따라 1 kg의 개량누룩을 사용하면 당화력을 충분히 확보할 수 있다.

$$1,200,000 \text{ SP} \div \text{개량누룩의 역가 } 1,200 \text{ SP/g} = 1,000 \text{ g}$$

다음은 쌀 100 kg 기준으로 당화력을 충분히 확보하면서 국을 조합해 다양한 탁주 제조 사례를 소개하였다(표 3-10).

표 3-10 쌀 100 kg기준 국 사용량 사례

국(kg)	사례 1	사례 2	사례 3	사례 4	사례 5	사례 6	사례 7	사례 8
누룩	—	2	1	4	1	—	—	2
입국	35	35	35	25	25	20	20	20
개량누룩	—	—	—	—	—	—	1.25	0.75
개량누룩(생쌀발효)	—	—	0.25	—	—	—	—	—
정제효소제	—	—	—	—	—	0.1	—	—
조효소제	1	—	—	—	1.5	—	—	—

라. 첨가재료

탁주에 사용할 수 있는 첨가재료는 「주세법 시행령」 제2조제1항 관련 [별표1]에 따라 아스파탐 · 스테비올배당체 · 젯산 · 주석산 · 구연산 · 아미노산류 · 수크랄로스 · 토마틴 · 아세실팜칼륨, 에리스리톨, 자일리톨, 산탄검, 글리세린지방산에스테르 · 당분, 「식품위생법」상 허용되는 식물(물 또는 주정 등으로 추출한 액을 포함한다)을 사용할 수 있다. 식물을 주정 등으로 추출하는 경우 그 추출액의 알코올분 총량은 최종제품의 알코올분 총량의 100분의 5를 초과할 수 없다. 당분의 사용량은 주원료의 사용량 범위 내에서 사용해야 한다.

마. 밀술

앞에서 소개한 밀술제조법을 참고하여 사용한 입국미, 누룩 사용량, 급수량 등을 기재한다.

- 1단 담금: 1단 담금의 목적은 효모를 단계적으로 확대·배양하는 것으로 담금 탱크에 밀술을 넣고, 입국과 급수만 하여 담금한다. 입국 사용량은 전체 원료 사용량 대비 17~43%까지 사용 가능하지만, 일반적으로 17~28%를 사용하고 부족한 당화력은 다른 국으로 보충한다. 급수량은 입국 사용량 대비 140~180%를 사용한다. 입국을 사용하지 않고 누룩이나 다른 발효제를 사용하는 제조방법일 경우에는 전체 원료 사용량 대비 17~28%의 주원료를 넣고 당화력을 계산하여 원료를 충분히 당화할 수 있는 양의 발효제를 첨가한다. 급수비율은 동일하다.
- 2단 담금: 밀술, 1단 담금에서 사용한 원료를 제외한 나머지 주원료를 첨가하는 단계이다. 1단 담금에 주원료 외에 발효제, 식물약재, 물 등을 첨가하며 급수비율은 원료 사용량 대비 150~180%가 적당하다. 2단 담금만으로 발효를 완료할 수도 있지만 2단 담금에 첨가하는 재료를 나누어서 3단 또는 4단 담금하는 경우도 있다.

④ 각종 수량과 비율

가. 최종담금 숙성술덧 예정수량(L)

담금에 투입한 각종 원료는 원료의 전처리 과정 또는 발효 도중 부피와 무게의 증감이 발생한다. 발효조건이나 원료처리 방법에 따라 다소 차이가 있을 수 있으나 일반적으로 원료를 담금하여 발효가 완료되었을 때 예상할 수 있는 숙성술덧 예정수량은 <표 3-11>과 같다.

표 3-11 원료 100 kg을 사용할 경우 숙성술덧 예정수량

원료별	쌀	소맥분	보리쌀	녹말	전분당	누룩	조효소제
숙성술덧 예정수량(L)	100	90	105	90	70	70	90

나. 숙성술덧 알코올분(%)

원료, 발효제, 급수비율, 발효경과 등에 따라 차이가 있을 수 있으나 일반적인 제조법에서 숙성술덧의 예정 알코올 도수는 13~17 v/v%이다.

다. 제성수량(L), 후수수량(L), 술지게미 수량(L)

최종담금 숙성술덧 예정수량과 알코올분을 알았다면, 제성·후수하여 제성주의 알코올 도수를 맞춘다. 제성기를 통과하는 동안 발효제 찌꺼기, 원료의 거친 입자들이 제거

된다. 일반적으로 제거되는 술지게미 수량은 총원료량 대비 0~8%이다. 제성수량은 숙성술덧 예정수량에 후수수량을 합한 수량에 술지게미 수량을 차감한 수량을 말한다.

[산출식]

- 제성수량(L) = [숙성술덧 예정알코올분(%) × {숙성술덧 예정수량(L) - 술지게미 수량(L)}]

÷ 제성주의 알코올분(%)
- 후수수량(L) = 제성수량(L) - 숙성술덧 예정수량(L) - 술지게미 수량(L)

⑤ 제조방법 작성 예

제조방법 기재법과 제조공정별 작성법을 참고하여 탁주 제조방법 신청서를 작성해보자. 입국을 사용한 제조방법과 누룩을 사용한 제조방법을 작성 예로 소개한다. 입국을 사용한 제조방법에서는 전체 원료 사용량 대비 입국을 20% 사용하였고 나머지 부족한 당화력은 누룩으로 대체하였다(표 3-12).

표 3-12 탁주 제조방법의 원료 사용량 작성 예

	입국, 누룩을 혼용한 제조방법	누룩 단용으로 사용한 제조방법
원료	쌀 100 kg(입국미 포함)	쌀 100 kg
국(麴)	입국 25 kg, 누룩 4 kg	누룩 9 kg
밀술 사용비율	2%	3%
급수비율	160%	150%
숙성술덧 예정알코올분	15%	15%
제성주 알코올분	6%	8%
술지게미 비율	4%	8%

가. 입국을 사용한 제조방법

• 제조방법 신청서 작성

제조방법의 신청서는 〈표 3-13〉과 같이 작성하면 된다.

표 3-13 탁주 제조방법 신청서 작성 예

【주세사무처리규정 제50호 서식】

탁주 제조방법(추가) 신청서												
근거 : 주세법 시행령 제65조 제1항												
신청인	① 제 조 장 명 칭		금강산주조(주)				② 전 화 번 호		1234-5678			
	③ 대 표 자 성 명		홍 길 동				④ 사 업 자 등 록 번 호		123-45-67890			
	⑤ 제 조 장 소 재 지		서울특별시 종로구 세종대로 0000									
신 청 내 용												
⑥ 상표명		금강산 생탁주 6%		⑦ 제조장에서 정한 제조방법 번호			신규 또는 추가 시		나		변경시(종전번호)	
1. 입국 제조방법(원료명 : 쌀, 소맥분, 보리쌀, 옥분 등)												
원 료 배 합												
⑧ 원 료 명		⑨ 사용량 (kg)		⑩ 조제종국 (g)		⑪ 분말종국 (g)		⑫ 종국사용비율(%)				
쌀		25		62.5				0.25				
2. 밀술 제조방법												
원 료 배 합												
용기용량(L)		⑬ 입국미(kg)		⑭ 효 모(g)		⑮ 누 록(kg)		⑯ 젖 산(mL)		⑰ 급 수(L)		
6		2		10				8		2.8		
3. 주류1담금 제조방법 [백미, 소맥분, 전분당(농도) 등 발효원료는 품명별로 품명과 사용량을 기재]								4. 각종 수량 및 비율				
원료 종류		주류 1 담금원료배합수량						발효제 당화력 (SP)		담금조 용기용량(L)		
원료명		밀 술		1단 담금	2단 담금	3단 담금	4단 담금	계			330	
⑱ 입국	쌀	2	23				25	(kg)	60	⑳ 최종담금 숙성술덧 예정수량 (L)	262.8	
㉑ 증미	쌀			75			75	(kg)		㉒ 숙성술덧알코올분(%)	15.0	
㉓								(kg)		㉔ 후수수량(L)	388.2	
㉕ 누룩				4			4	(kg)	300	㉖ 술지게미 수량(L)	4	
㉗ 정제효소제								(g)		㉘ 제성수량(L)	647	
㉙ 조효소제												
㉚ 식물약재								(kg)				
㉛ 첨가물료	아스파탐						65	(g)				
㉜ 급 수		2.8	37.2	120			160	(L)				
주세법 시행령 제65조 제1항에 따라 신청합니다.												
2012년 5월 2 일												
신 청 인 홍 길 동 (서명 또는 인)												
세 무 서 장 귀 하												
첨부서류 : 제조공정 설명서 및 제조방법(신규, 추가, 변경)사유서 1부												
210mm×297mm(신문용지(54g/㎡))												

나. 각종 수량과 비율 계산

• 입국제조

$$\text{조제중국 사용비율(\%)} = \frac{\text{중국 사용량 } 0.0625 \text{ kg}}{\text{입국 사용량 } 25 \text{ kg}} \times 100 = 0.25\%$$

• 밀술 제조방법

$$\text{밀술 원료미 사용비율(\%)} = \frac{\text{밀술 원료미 사용량 } 2 \text{ kg}}{\text{담금 총원료량 } 100 \text{ kg}} \times 100 = 2\%$$

다. 주류 1담금 제조방법

$$\text{입국 사용비율(\%)} = \frac{\text{입국 사용량 } 25 \text{ kg}}{\text{담금 총원료량 } 100 \text{ kg}} \times 100 = 25\%$$

$$\text{누룩 사용비율(\%)} = \frac{\text{누룩 사용량 } 4 \text{ kg}}{\text{담금 총원료량 } 100 \text{ kg}} \times 100 = 4\%$$

$$\text{급수비율(\%)} = \frac{\text{급수총량 } 160 \text{ L}}{\text{담금 총원료량 } 100 \text{ kg}} \times 100 = 160\%$$

$$\text{술지게미 비율(\%)} = \frac{\text{술지게미 수량 } 4 \text{ L}}{\text{담금 총원료량 } 100 \text{ kg}} \times 100 = 4\%$$

$$\text{대원료 제성비율(\%)} = \frac{\text{제성수량 } 647 \text{ L}}{\text{담금 총원료량 } 100 \text{ kg}} \times 100 = 647\%$$

$$\text{첨가물료(아스파탐) 사용량(제품 100 mL당)} = \frac{\text{아스파탐 사용량 } 65 \text{ g}}{\text{제성수량 } 647 \text{ L} \times 10} = 0.01005 \text{ g}$$

라. 누룩을 사용한 제조방법

• 제조방법 신청서 작성

제조방법 신청서는 <표 3-14>와 같이 작성하면 된다.

표 3-14 탁주 제조방법 신청서 작성 예

【주세사무처리규정 제50호 서식】

탁주 제조방법(변경) 신청서											
근거 : 주세법 시행령 제65조 제1항											
신청인	① 제조장명칭	금강산주조(주)				② 전화번호	1234-5678				
	③ 대표자성명	홍길동				④ 사업자등록번호	123-45-67890				
	⑤ 제조장소재지	서울특별시 종로구 세종대로 0000									
신청내용											
⑥ 상표명	한라산 생탁주 8%	⑦ 제조장에서 정한 제조방법 번호	신규 또는 추가 시			다	변경시(종전번호)				
1. 입국 제조방법(원료명 : 쌀, 소맥분, 보리쌀, 옥분 등)											
원료배합											
⑧ 원료명	⑨ 사용량 (kg)	⑩ 조제종국 (g)		⑪ 분말종국 (g)		⑫ 종국사용비율(%)					
해당 없음											
2. 밀술 제조방법											
원료배합											
용기용량(L)	⑬ 쌀(kg)		⑭ 호모(g)	⑮ 누룩(kg)	⑯ 젖산(mL)	⑰ 급수(L)					
10	3		15	0.3	36	4.2					
3. 주류1담금 제조방법 [백미, 소맥분, 전분당(농도) 등 발효원료는 품명별로 품명과 사용량을 기재]											
원료종류		주류 1 담금원료배합수량					발효제당화력 (SP)	4. 각종 수량 및 비율			
	원료명	밀술	1단담금	2단담금	3단담금	4단담금	계		담금조 용기용량(ℓ)	320	
⑱ 입국							(kg)		⑳ 최종담금 숙성술덧 예정수량(L)	256.3	
⑲ 증미	쌀	3	27	70		100	(kg)		㉑ 숙성술덧알코올분(%)	15.0	
㉒							(kg)		㉒ 후수수량(L)	217.3	
㉓ 누룩		0.3	2.4	6.3		9	(kg)	300	㉓ 술지게미 수량(L)	8	
㉔ 정제효소제							(g)		㉔ 제성수량(L)	465.6	
㉕ 조효소제											
㉖ 식물약재							(kg)				
㉗ 첨가물료	아스파탐					47	(g)				
㉘ 급수		4.2	40.8	105		150	(L)				
주세법 시행령 제65조 제1항에 따라 신청합니다.											
2012년 5월 2일											
신청인 홍길동 (서명 또는 인)											
세무서장 귀하											
첨부서류 : 제조공정 설명서 및 제조방법(신규, 추가, 변경)사유서 1부											
210mm×297mm(신문용지(54g/㎡))											

마. 각종 수량 및 비율 계산

• 밀술 제조방법

$$\text{밀술 원료미 사용비율(\%)} = \frac{\text{밀술 원료미 사용량 } 3 \text{ kg}}{\text{담금 총원료량 } 100 \text{ kg}} \times 100 = 3\%$$

• 주류 1담금 제조방법

$$\text{누룩 사용비율(\%)} = \frac{\text{누룩 사용량 } 9 \text{ kg}}{\text{담금 총원료량 } 100 \text{ kg}} \times 100 = 9\%$$

$$\text{급수비율(\%)} = \frac{\text{급수총량 } 150 \text{ L}}{\text{담금 총원료량 } 100 \text{ kg}} \times 100 = 150\%$$

$$\text{술지게미 비율(\%)} = \frac{\text{술지게미 수량 } 8 \text{ L}}{\text{담금 총원료량 } 100 \text{ kg}} \times 100 = 8\%$$

$$\text{대원료 제성비율(\%)} = \frac{\text{제성수량 } 465.6 \text{ L}}{\text{담금 총원료량 } 100 \text{ kg}} \times 100 = 465.6\%$$

$$\text{첨가물료(아스파탐) 사용량(제품 100 mL당)} = \frac{\text{아스파탐 사용량 } 47\text{g}}{\text{제성수량 } 465.6 \text{ L} \times 10} = 0.01001 \text{ g}$$

4) 입국술덧 제조공정

술덧은 밀술, 국(입국, 누룩, 조효소제, 정제효소제 등), 원료와 담금수를 혼합한 것으로 효모의 확대배양과 본격적인 알코올 발효가 일어나는 제조단계이다. 술덧은 탁주 제조의 핵심공정으로 에틸알코올 생성과 함께 탄산가스, 향미성분을 생성하여 탁주의 골격을 형성하는 공정이다.

탁주 제조 시 원료와 재료를 밀술에 단번에 투입하는 것이 아니라 여러 단계로 나누어 투입한다. 일반적으로 1단 담금, 2단 담금으로 나뉜다. 최근에는 2단 담금을 더 세분하여 4단 담금까지 하는 경우가 많다. 이렇게 단계를 나누어 담금하는 목적은 유해 미생물이 술덧을 오염시키는 것을 방지하고 우량 효모가 발효 도중 좋은 향미를 생성할 수 있도록 하기 위해서이다(표 3-15).

탁주 제조에서 어떤 발효제를 사용하느냐에 따라 술맛 차이가 매우 크다. 즉, 입국 단용, 입국 혼용, 누룩 단용, 조효소제 단용 등 국을 단용 또는 혼용하여 제조함으로써 다양한 술맛을 연출할 수 있다. 여기에서는 가장 일반적인 제조법인 백국균을 사용한 입

표 3-15 술덧 배합비율표

구분		원료 사용량	발효기간 등
밑술	쌀입국(60 SP)	2 kg	4~5일
	물	2.8 L	
	효모	10 g	
	젖산	8 mL	
1단 담금	쌀입국(60 SP)	23 kg	3~5일
	물	29.2 L	
2단 담금	쌀	70 kg	3~10일 발효조 탱크용량 320 L 이상
	누룩(300 SP)	4 kg	
	올리고당	10 kg	
	물	12.8 L	
급수비율		145%	—
입국 사용비율		22.7%	당화력 60 SP
누룩 사용비율		3.6%	당화력 300 SP
숙성술덧 알코올 도수		15%	—
숙성술덧량		263.5 L	—
술지게미 수량 및 비율		4 L(원료대비 3.6%)	—
후수수량 및 비율		381.3 L	—
대원료 제성비율		648.8%	제성 탱크용량 660 L 이상

국으로 탁주를 제조하는 공정을 소개한다. 2단 담금에서 재래누룩을 3.6% 사용하여 당화력을 보충하였다(그림 3-36).

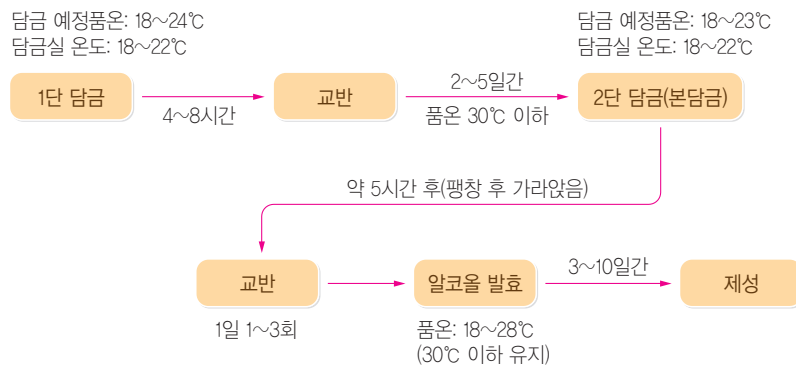


그림 3-36 입국술덧 제조공정도

(1) 1단 담금

1단 담금은 밀술에 입국, 물을 넣고 발효시키는 것으로 밀술에 이어 2단계로 효모를 확대 배양하는 공정이다. 입국에 존재하는 각종 효소와 유기산을 충분히 담가서 우려내고, 입국 자체의 용해 당화를 촉진하는 역할도 겸한다. 1단 담금에서는 밀술의 젖산 농도가 지나치게 묽게 되지 않기 때문에 유해 세균의 오염을 방지하는 효과가 있다. pH를 측정하여 3.0~3.2를 유지하면 좋다.

1단 담금 발효가 완료된 시점의 효모밀도 역시 밀술과 같은 개체수를 유지하기 때문에 수의 우위를 확보하여 2단 담금에서도 유해 세균이나 야생효모의 오염을 방지할 수 있어 안전하게 술덧의 발효를 개시할 수 있다. 특히, 탁주 발효공정은 공기 중에서 고두밥을 냉각하여 사용하고 개방식 탱크를 주로 사용함에 따라 외부로부터 유해균이 끊임없이 혼입된다. 따라서 밀술과 1단 담금을 통해



그림 3-37 1단 담금 탱크와 본담금(2단 담금 이상) 탱크를 분리해 운영하는 사례

효모의 개체수를 충분히 확보해 주발효(2단 담금 이후)에서 유해균 번식을 억제하고 효모가 우위적 알코올 발효를 진행할 수 있도록 하는 것이 주역할이다.

발효 중에 입국의 효소용출과 당화를 촉진하기 위해 하루 2~4회 교반해준다. 발효조를 효율적으로 운영하기 위해 크기가 작은 1단 담금용 탱크에서 발효시킨 다음 대용량의 본담금 탱크에 옮겨서 발효시키기도 하나 양조장에서는 대부분 본담금 탱크에서 직접 1단 담금을 겸한다(그림 3-37).

예전에는 발효온도를 25~28℃로 유지하고 1~2일 발효시킨 다음 2단 담금하였으나 최근에는 20℃ 내외에서 4~5일 발효·숙성시킨 후 2단 담금하는 경우가 늘고 있다. 최고 온도가 30℃로 올라가지 않도록 한다. 온도가 너무 낮으면 술덧이 끓지 않고 효모 증식이 불량할 수 있다. 이때 발효실이나 발효조의 온도를 올려준다. 발효 도중 발효열이 발생하는데 이때 냉각하지 않으면 술덧 온도가 35℃까지 올라가게 된다. 발효조에 냉각사관을 설치하고 온도가 상승하면 지하수 또는 냉각수를 흘려 술덧온도를 낮춰야 한다.

탁주 재고가 남거나 물량이 부족할 경우 1단 담금 기간을 1~2일 가감하더라도 전체적인 발효에는 큰 영향이 없다. 산도가 높으면서 거품이 일어나지 않을 때는 유해 세균

오염을 의심해야 하며 부패한 냄새가 난다면 2단 담금에 사용하지 않고 폐기해야 한다.

(2) 2단 담금(본담금)

① 발효탱크와 냉각장치

발효탱크(발효조)의 재질은 스테인리스 스틸, 철제에 법랑을 칠한 것, 글라스 라이닝(glass lining), 에폭시 라이닝을 칠한 것, 용기류 등이 있다. 오늘날 발효조는 대부분 사용하기 편리하고 녹슬지 않으며, 세척·소독이 용이한 스테인리스 스틸 재질의 탱크를 사용한다. 간혹 전통방식의 소규모 탁주 제조장이나 소규모 양조장에서는 항아리를 사용하기도 한다. 스테인리스 스틸 탱크의 용접이 불량하거나 쇠파지 등으로 두드릴 경우 녹이 생기기도 하므로 주의해야 한다. 또 매끄럽지 않은 용접부위 등에 술덧찌꺼기가 부착되면 그 부분이 세척·소독되지 않아 세균 은신처가 되어 술덧을 오염시키기도 한다.

발효조는 일반적으로 총원료 담금 용량 대비 3.3배 크기가 표준이다. 탱크 형태로는 맨홀과 냉각장치 등이 설치된 밀폐식 탱크와 원통형으로 밀폐가 안 되는 개방식 탱크가 있다. 밀폐식 탱크는 내부에 기계적 교반장치나 세척장치가 설치된 경우가 많기 때문에 고가여서 자동화 공정을 갖춘 대규모 탁주 제조장에서 많이 사용하며 탁주 제조장에서는 대부분 개방식 탱크를 사용한다(그림 3-38).

발효조는 발효 도중 생성되는 열에 의해 품온이 증가하는 것을 방지하기 위해 냉각장



그림 3-38 개방식 탱크와 밀폐식 탱크

치를 갖추어야 한다. 냉각방식은 탱크 바깥쪽에 냉수 또는 냉매가 들어가는 이중재킷식과 냉수가 흐를 수 있는 관을 술덧에 직접 투입하는 방식이 있다. 관의 형태는 둥글게



그림 3-39 사관식과 U자관 투입식 냉각관

성형한 사관식과 U자관을 술덧 안에 매달아 사용하는 투입식이 있다(그림 3-39).

냉각장치에는 지하수 또는 수돗물을 냉각수로 사용해 수온으로 술덧을 냉각하는 방식과 냉각장치를 설치해 냉매를 강제로 냉각해 순환하는 방식이 있다. 냉매로는 물 외에 프로필렌글리콜, 에틸알코올 등을 많이 사용한다. 수온이 12~18℃인 지하수 또는 수돗물로 발효조를 냉각하는 방식은 설치비가 저렴하고 조작이 간단한 반면 물 낭비가 심하고 냉각효율이 떨어지는 단점이 있다. 냉각 시스템을 갖추고 10℃ 이하로 냉각하는 냉매 사용방식은 냉각효율이 높은 반면 설치비와 전력소비가 많은 것이 단점이다.

용량이 작은 탱크나 항아리를 사용할 경우 담금실 전체에 공기조절기를 설치하여 냉난방하는 경우가 많다.

발효탱크의 온도조절

술덧의 발효온도를 자동관리하지 않는다면 한밤중이나 새벽에도 일일이 발효온도를 체크하고 냉각수를 흘려주는 수고를 감수해야 한다. 발효조의 품온을 자동으로 조절하는 온도 컨트롤러가 있다면 이러한 수고를 하지 않아도 된다. 이 장치는 미리 설정되어 있는 온도에 근접하면 자동으로 탱크 재킷이나 관에 냉각수 또는 냉매를 흘려보내 실제 온도를 근접시키는 작업을 수행한다. 온도를 검출하는 서미스터(thermister) 등을 발효술덧에 꽂아두면 온도를 체크하여 냉수기의 제어용 릴레이를 자동 on/off해 발효온도를 조절하는 시스템이다. 일반적으로 컨트롤러 1개로 탱크 3개의 온도를 조절할 수 있다.



그림 3-40 온도 컨트롤러

② 발효제 사용량

1단 담금까지는 효모의 확대 배양이 주목적이었다면 2단 담금부터는 본격적인 알코올 발효를 수행하는 단계이다. 1단 담금과 2단 담금의 원료 사용 비율은 1단 담금에서 입국 사용량이 얼마이냐에 따라 결정되며, 2단 담금의 원료 사용 비율이 높고 낮음은 발효에 큰 영향을 미치지 않는다.

전체 원료 대비 밀술을 포함한 1단 담금에서 입국 사용량은 20~45%이다. 입국을 30% 이상 사용하면 입국에서 용출된 구연산 함량이 높아 제성 후 신맛이 강한 탁주가 만들어진다. 그래서 양조장에서는 일반적으로 입국을 20~30% 사용한다. 술덧 발효에 충분한 당화력을 확보하려면 입국을 40% 정도까지 사용해야 한다. 따라서 부족한 당화력을 2단 담금에서 다른 국(누룩, 개량누룩, 조효소제, 정제효소제 등)으로 보충하여 발효시킨다. 2단 담금에서 어떤 발효제를 보충하느냐에 따라서 개성과 다양한 풍미를 살린 술을 양조할 수 있다. 또 다른 목적은 입국을 주력 또는 전용으로 담금할 경우에는 입국 당화력에 기복이 있어 당화력 부족에 따른 이상발효를 일으킬 수 있기 때문에 당화력이 보충된 다른 국을 혼용함으로써 안전발효에도 도움이 된다.

정제효소제는 사용량이 적고 술지게미가 적게 나오므로 많이 사용하고 있다. 최근에는 전통누룩을 부발효제로 사용함으로써 전통적 풍미와 복잡 다양한 맛을 연출하는 제조법이 증가하고 있다. 누룩을 부발효제로 사용할 경우 전체 원료대비 2~5% 사용하는 것이 적당하다. 누룩은 내산성 당화력이 약한 반면 조효소제는 입국의 산에 견디는 내산성 효소를 다량 함유해 당화에 유리한 것이 장점이다.

1단 담금의 물료에 급수와 당화효소제(누룩, 조효소제, 정제효소제), 고두밥을 잘 혼합하여 본담금을 완료한다. 발효제 사용량 계산법과 다양한 사례는 앞에서 소개한 탁주 제조방법을 참고하기 바란다.

③ 발효 경과

본담금 후 5시간 정도 지나면 담금 물료는 물을 충분히 흡수한다. 고두밥의 2.5배 정도까지 흡수하게 되어 고두밥 알갱이의 유동성이 매우 나빠진다. 이후 점차 고두밥의 전분입자에 아밀레이스가 작용해 텍스트린이나 가용성 당류가 생성됨으로써 흡수된 수분이 빠져나와 유동성이 다시 증가하게 된다. 당화와 동시에 알코올 발효작용이 활발하게 진행된다. 이에 따라 담금 물료는 최대로 팽창했다가 재료의 용해당화와 발효로 약

간 가라앉는다. 이 무렵 첫 번째 교반한다.

담금 초기 고두밥이 용해되지 않은 상태에서 발효열이 중심 부분에 축적되어 술덧 내부 온도에 차이가 생긴다. 이 시기 술덧은 유동성이 없기 때문에 강제로 교반하지 않고는 온도를 제어하지 못한다. 매일 1~2회 교반을 실시하는데, 교반 정도는 술덧 자체의 용해당화 진행 정도와 발효 속도의 강약에 따라 조절해야 한다.

교반의 목적

술덧의 용해와 당화를 촉진하고 품온을 균일화하며, 효모 증식에 필요한 산소를 공급한다. 또 당분, 덱스트린 축적에 따른 조용을 방지해 산패 가능성을 줄인다.



그림 3-41 술덧의 교반

교반은 도무래를 탱크 중심부에서 술덧 깊숙이 찢러 넣어 단번에 위로 당겨 올려 술덧이 잘 섞이도록 해야 한다. 특히 탱크 바닥 가장자리의 고두밥이 잘 저어지지 않으면 용해가 불량하므로 골고루 저어주는 것이 중요하다. 발효가 점차 진행되어 술덧의 유동성이 증가하면 발효로 생성된 탄산가스에 의해 교반 효과가 높아져 교반 횟수를 줄이더라도 온도가 충분히 균질화한다. 고무래질을 하면 술덧이 균일해지고 발효할 때 발생해 술덧에 잔류하는 탄산가스도 제거된다(그림 3-41).

효모는 술덧 발효 초기의 증식기와 최대증식 이후 정지 상태에서의 알코올 발효라는 두 가지 상태로 발효를 수행한다. 발효 초기 효모는 출아에 의한 분열로 증식하며 술덧이 급속히 끓어오르게 된다. 술덧의 알코올 도수가 10 v/v% 이상이면 효모가 더 증식하

술덧 바닥부에 교반장치를 설치하거나 파이프를 꽃아 압축공기를 불어넣는 방법도 있다. 파이프를 술덧에 꽃아 압축공기를 불어넣어 공기로 교반하는 장치를 갖추면 노동력을 절약할 수 있다. 공기교반방식은 발효 초기에는 술덧에 산소를 공급하여 효모 증식에 도움이 되나 장시간 사용하면 효모가 과도하게 증식할 수 있으므로 발효 초기에 유용한 방법이다.

지 않기 때문에 효모 수가 최대가 되며, 그 뒤로는 일정한 상태에서 알코올 발효를 수행한다.

2단 담금 후 군내가 약간 나는 것은 술덧이 오염되었다는 증거이다. 군내가 나는 것은 초산균, 젖산균 등에 의해 산패한 것이며 군내의 정체는 식초산과 그 부산물들이다.

발효 도중 생성되는 탄산가스의 위험

발효 중에 탄산가스는 에틸알코올 생성량과 거의 같은 비율로 발생한다. 당분 무게의 40%는 가스로 사라지는데 백미 100 kg당 가스가 15,000~30,000 L(약 39 kg) 발생한다. 탄산가스 자체는 위험한 물질이 아니지만 탄산가스가 공기보다 무거워 발효실 바닥으로 가라앉음에 따라 그곳에 있는 산소를 밀어내기 때문에 위험하다. 탄산의 부피가 공기의 10%에 이르면 호흡이 곤란해지며 15% 이상이면 죽음에 이른다.

발효실의 촛불이 꺼지는 시점인 10%가 되면 상당히 주의해야 하며 환기를 충분히 해야 한다. 실내의 탄산가스 농도를 1%로 유지하는 데는 그의 100배나 되는 외부공기를 들여와야 한다. 따라서 반드시 환기 시설을 충분히 확보해야 한다. 강제 환풍 시스템을 갖출 경우 환풍구를 바닥 가까이 설치해야 한다.

④ 발효온도

술덧의 발효기간과 향기, 산미 등은 발효온도와 밀접한 관계가 있다. 고온에서 발효시키면 단기간에 발효가 완료되고 저온에서 발효시키면 발효기간이 길어진다. 고두밥 용해, 포도당 생성, 알코올 발효 속도는 온도가 상승함에 따라 달라진다. 특히 효모의 알코올 발효는 20~30℃ 범위에서 온도가 1℃ 상승할 때마다 당의 알코올 발효는 10% 가량 증가한다.

에틸알코올만 생산할 거라면 고온에서 단기간 발효시키면 되지만 술은 알코올 이외에 향과 맛 성분의 조화가 가장 중요하므로 저온에서 천천히 발효시키는 것이 좋다. 탁주 제조에 많이 사용하는 사카로미세스속 효모는 상면효모로 15~25℃에서 발효력이 가장 좋다.

가. 고온발효

발효기간을 단축할 수 있는 반면 생성된 향과 에틸알코올이 휘발한다. 발효온도가 높으면 주질이 거칠고 씹쌀한 술이 되기 쉽다. 입국의 효소역가가 충분하고 품온을 적정하게 유지·관리하면 알코올 수득량이 많고 술지게미가 적은 술덧을 만들 수 있다. 탁주 제조에서 고온발효는 품온을 23~28℃로 유지하며 발효를 진행하는 것이라 할 수 있

다. 발효온도가 30도 이상 상승하면 효모가 발효력을 점차 상실해 결국 발효가 중단된다. 생성된 열과 알코올이 효모 세포막 손상과 단백질 변성을 일으키기 때문이다. 결과적으로 탁주의 품질과 수율 면에서 손실을 가져오며, 초산, 에스터, 퓨젤유 등이 활발하게 생성되어 발효 부산물의 조성도 다르게 나타난다.

고온발효는 열 발산이 쉬운 작은 스테인리스 스틸 용기에서 하는 것이 적당하다. 대용량 탱크는 발효액이 많아 발효 중 열이 더 많이 발생하므로 냉각장치를 이용해 발효 온도를 적정하게 유지해야 한다. 온도가 높으면 젖산균 활동이 활발해질 수 있다. 고온에서는 당화 속도도 빨라져 당 함량이 높아진다. 이로 인해 효모 발효가 중단될 경우, 젖산균이 효모보다 열 스트레스에 저항력이 강하므로 술덧에 젖산균이 쉽게 번식한다.

나. 저온발효

품을 온을 22℃ 이하로 유지하여 발효를 수행하는 것을 말한다. 저온에서 효모 스트레스가 적고 고급 알코올 등 부산물이 적게 생성된다. 또 고온을 필요로 하는 초산균, 젖산균, 야생효모 등이 번식하기 어렵다. 알코올이 많이 휘발되지 않아 최종 알코올 함량이 높고 향기도 덜 손실된다. 탄산 함량이 증가해 청량감을 높일 수 있으며 향미가 부드럽고 온화하게 형성될 뿐 아니라 유기산도 덜 생성된다. 발효기간이 길어지면서 냉각 유지비가 많이 들고 넓은 발효공간이 필요한 것이 단점이다.

효모에는 당이 분해되어 에틸알코올과 탄산가스를 생성하는 효소를 총칭하여 부르는 자이메이스(Zymase)가 있다. 자이메이스가 활성화하는 최적온도는 28~30℃이므로 고온 발효에서 자이메이스의 작용이 강해지지만 동시에 단백질가수분해효소의 자이메이스 효소 파괴도 활발해진다. 고온에서 발효 중인 효모에는 자이메이스가 적지만 저온으로 보관하면 단백질분해효소의 활동이 적어 자이메이스 양이 급속히 증가한다. 즉, 저온에서는 단백질분해효소가 자이메이스를 가수분해하는 힘이 약하기 때문에 12~15℃에서 장기간 발효할 때 최대의 발효력을 얻을 수 있다.

⑤ 발효 중 성분의 변화

쌀에 들어 있는 전분은 증자과정을 거쳐 α -화되고, 술덧 속에서 국이 방출한 α -아밀레이스의 작용으로 맥아당, 다당류, 올리고당으로 분해된다. 글루코아밀레이스에 의해 연속적으로 포도당을 생성한다. 국의 효소 중 하나인 트랜스글루코시테이스(trans-glucosidase)는 맥아당, 올리고당 등에 작용해 포도당을 생성시키는 동시에 포도당 결

합을 변화시켜 글루코아밀레이스에 분해되지 않는 올리고당을 생성하기도 한다. 비발효성인 이 당은 탁주에 중요한 맛과 보디감을 주기도 한다(그림 3-42).

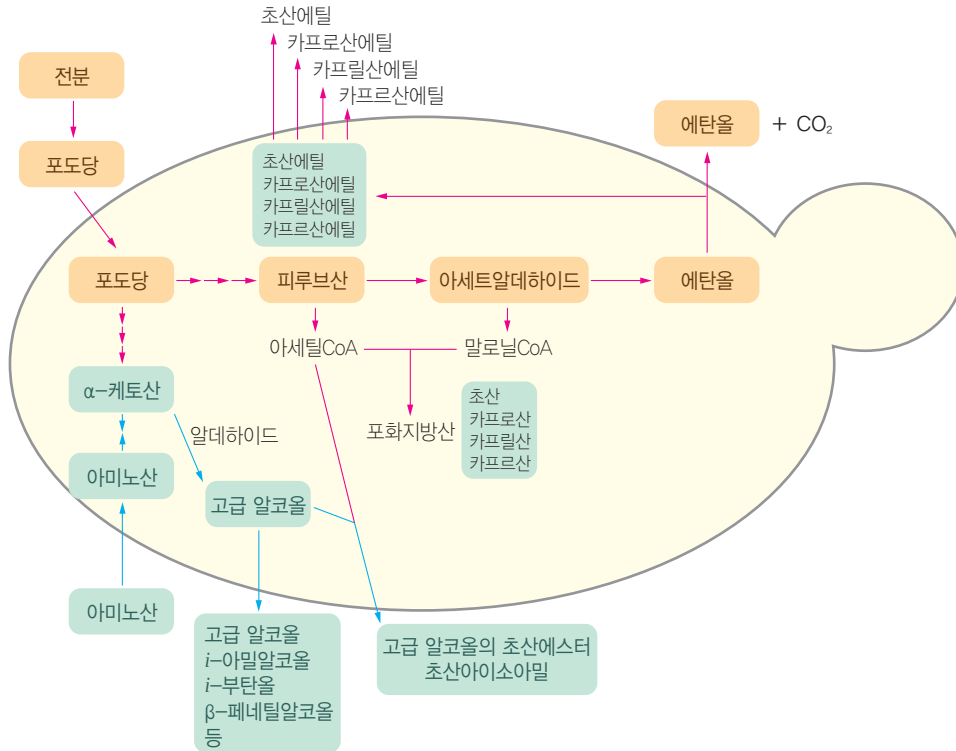


그림 3-42 효모의 발효 메커니즘

아밀레이스에 의해 분해·생성된 포도당은 효모 발효에 의해 에틸알코올과 탄산가스로 분해되며 에너지를 생성한다. 이 에너지의 일부는 효모의 생체활동에 이용되고 나머지는 열로 방출된다. 이렇게 배출된 열량은 발효 도중 술덧의 품온을 상승시킨다.



국과 고두밥에 존재하는 단백질은 국이 배출한 단백질가수분해효소, 카복시펩티데이스 등의 단백질분해효소에 의해 분해되어 아미노산이나 펩타이드로 된다. 생성된 아미노산의 절반은 효모가 이용하고 나머지는 그대로 남아 술의 성분이 된다. 효모는 증식에 필요한 필수아미노산을 생합성하기도 하며, 흡수한 아미노산을 증식에 이용하는 과

정에서 부산물로 고급 알코올류(퓨젤유의 성분)를 생성한다. 퓨젤유는 n-프로필알코올, 부틸알코올, 아이소-아밀알코올 등 탄소 수가 많은 알코올을 총칭하는 혼합물이다. 고급 알코올류는 미량만으로도 탁주에 향미를 제공하는 중요한 성분이다. 그렇지만 너무 많이 있으면 탁주의 풍미에 악영향을 끼친다.

국과 양조 원료에 존재하는 지방은 지방가수분해효소에 분해되어 지방산과 글리세린을 생성한다. 지방산은 다시 효모 균체 내의 효소에 의해 에틸알코올과 결합하여 에스터류를 생성한다. 고급 알코올 또한 효모균체 내의 효소에 의해 에틸알코올과 결합하여 초산 에스터류를 생성함으로써 탁주의 중요한 향기성분으로 작용한다.

정상적인 술덧에는 석신산, 사과산, 젖산, 피루브산, 초산 등이 존재하는데 이 유기산은 대부분 효모의 발효 도중 생성된다. 피루브산은 발효가 왕성할 때 증가하나 발효가 종식함에 따라 감소한다. 산도는 젖산균에 오염되면 술덧 초기부터 이상 증가하다가 최종적으로 7~10에 도달하기도 한다. 산도를 분석하여 하루에 0.5 이상 증가할 경우 주의해야 한다.

술덧의 총산 측정법

[시험도구]

0.1 N 수산화나트륨 용액, 삼각플라스크, 지시약(브롬티몰블루(B.T.B) & 뉴트랄레드(N.R)), 스포이드, 20 mL 피펫 또는 뷰렛

[시험방법]

1. 피펫으로 술을 10 mL 채취해 삼각플라스크에 넣는다. 색이 진한 술은 물을 소량 첨가하여 희석한 다음 적정하면 색 변화를 더 쉽게 관찰할 수 있다.
2. 삼각플라스크에 지시약을 2방울 정도 첨가한다.
3. 피펫 또는 뷰렛으로 0.1 N 수산화나트륨 용액 20 mL를 채운 뒤 삼각플라스크에 한 방울씩 떨어뜨리면서 삼각플라스크를 흔들며 색의 변화를 살핀다.
4. 오렌지색에서 청록색으로 변할 때까지 적정한 다음 피펫 또는 뷰렛에서 소요된 수산화나트륨 용액의 양을 읽으면 그 값이 산도이다.
5. 총산은 다음 계산식에 따라 석신산으로 환산한 총산 농도를 구한다.

$$\text{총산(석신산으로) g/100 mL} = \text{산도} \times 0.0059 \times 10$$



그림 3-43 채취한 시료 10 mL에 지시약을 넣고 0.1 N 수산화나트륨으로 적정

(3) 다단 담금과 고온발효 온도관리

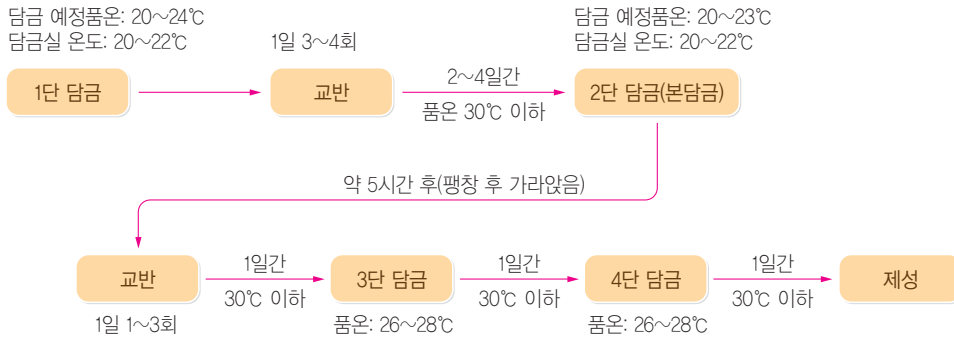


그림 3-44 다단 담금 공정도

최근 양조장에서는 양조원료를 2단 담금(본담금)에 모두 투입하기보다는 본담금을 2~3회 나누어 하는 것이 추세이다. 2단 담금에 전체 원료의 70~80%를 투입하려면 발효를 효율적으로 관리하기에 어려움이 따른다. 따라서 원료를 몇 차례 나누어 첨가함으로써 효모의 충격을 줄이고 발효효율을 높일 수 있다. 특히, 최근 잔당을 남겨서 제성·병입하여 미숙주 형태로 출고하는 막걸리가 증가하고 있다. 미숙주는 잔당이 유통과정에서 천천히 발효하여 막걸리에 청량감을 제공한다. 다단 담금 방식은 미숙주 제조에 유용한 방법이기도 하다(그림 3-44).

고온발효 조건에서 4단 담금으로 미숙주를 제조하는 술덧공정은 다음과 같다. 술덧 배합비율은 <표 3-16>과 같다.

1단 담금의 담금수는 온도를 20℃로 조절하여 밀술에 첨가한다. 입국 18 kg을 끌고 루 혼합하고 담금실 온도는 20~22℃로 조절한다. 2~3시간 지났을 때 저어주고, 1일 2~3회 저어준다. 1단 담금 탱크를 따로 사용하지 않고 본담금 탱크에 담금할 경우 탱크의 지름이 크고 술덧의 깊이가 깊지 않기 때문에 별도로 냉각하지 않더라도 발효온도는 26~30℃가 유지된다. 겨울철에는 담금 즉시 발효열이 약해 온도가 내려가기 쉽다. 온도가 내려가면 효모 증식이 늦어지고 발효가 부진할 수 있으므로 보온에 유의해야 한다. 1단 담금 후 2~3일 지나면 2단 담금하게 되는데 재고가 남아 있을 경우 1~2일 2단 담금을 늦추더라도 큰 문제가 없다.

1단 담금까지는 효모 증식이 주목적이었다면 2단 담금부터는 알코올 발효가 본격적

으로 진행된다. 1단 담금 발효가 끝난 술덧에 담금수와 누룩을 넣고 잘 저은 다음 고두밥을 첨가한다. 고두밥은 상온까지 식혀서 사용하지만, 겨울철에는 30~40℃로 식혀서 첨가해야 급격한 품온 저하를 막을 수 있다. 본담금 품온은 일반적으로 1단 담금 품온보다 1~2℃ 낮게 조정한다. 본담금 후 약 5시간이 경과하면 고두밥이 물을 충분히 흡수한다. 고두밥이 최대로 팽창하였다가 용해·당화가 진행되면서 서서히 가라앉으면 1차 교반하여 당화와 발효를 촉진한다. 1차 교반 직후부터 발효와 함께 품온이 점차 상승하여 최고 품온에 도달한다. 여름철에는 품온이 급격히 오르지 않게 2단 담금과 동시에 냉각사관을 삽입하는 것이 좋다. 발효실 온도는 20℃로 유지하는 것이 좋고 겨울철에는 1~2℃ 높여주는 것이 좋다. 이후 매일 1~2회 교반하고, 발효온도 조절장치(온도 컨트롤러)의 온도를 28℃로 조절하면 발효온도가 27~30℃로 자동 관리된다. 겨울철에는 지하수(12~16℃)를 냉각수로 사용하면 적당하며, 온도가 높은 여름철에는 냉동기를 이용해 10℃ 이하로 조절한 냉각수로 발효온도를 낮추는 것이 효율적이다.

미숙주를 제조하려면 발효온도를 1~2℃ 낮추어 관리하는 것이 좋다. 1~2일 경과한 다음 3단 담금한다. 3단 담금은 증자하지 않아도 담금이 가능한 팽화미를 사용하는 것이 공정의 효율성을 높일 수 있다. 팽화미는 곧바로 투입하면 발효가 왕성하게 일어나

표 3-16 다단 담금의 술덧 배합비율과 발효기간

구분		원료 사용량	발효기간 등
밑술	쌀입국(60 SP)	2 kg	4~5일 (25~27℃)
	물	2.8 L	
	효모	10 g	
	젖산	8 mL	
1단 담금	쌀입국(60 SP)	18 kg	2~3일(26~30℃)
	물	29.2 L	
2단 담금	쌀	50 kg	1~2일(26~30℃)
	누룩(300 SP)	5 kg	
	물	80 L	
3단 담금	쌀(팽화미)	15 kg	1일(26~30℃)
	누룩(300 SP)	5 kg	
	물	24 L	
4단 담금	쌀(팽화미)	5 kg	1일(26~30℃)
	누룩(300 SP)	5 kg	
	올리고당	10 kg	
	물	24 L	

괴어올라 술덧이 넘칠 수 있으므로 골고루 혼합해가며 조금씩 첨가하는 것이 좋다.

3담 담금 하루 뒤 물, 팽화미, 올리고당을 혼합해 4담 담금한다. 미숙주를 출고할 경우 하루가 지나면 곧바로 제성·병입해야 한다. 알코올 도수를 측정하여 13~14%가 되면 제성하고, 알코올 도수가 낮다면 조금 더 발효시켜 제성한다. 완숙된 술을 출고할 경우에는 올리고당 대신 팽화미를 추가해 3~6일 발효시킨 다음 발효가 현격히 줄어들고 알코올 도수가 15% 이상이면 제성한다.

(4) 이상발효

본담금 후 술덧의 당화와 발효의 조화가 깨져 이상발효현상이 나타나는 경우가 있다. 이상발효는 미생물에 오염되었거나 효모의 발효력이 약하거나 당화력이 부족한 것 등이 주요 원인이다.

① 괴어 넘침

담금 원료의 용해, 당화에 비해 발효가 급격히 진행되어 품온이 급상승하고 술덧이 괴어오르는 현상으로, 심하면 넘치기도 한다. 주로 밀술(술밑)이 강하거나 담금 온도가 높거나 고온에서 발효가 지속될 경우 발효 속도는 빠르지만 상대적으로 당화 속도가 느려 술덧의 점도가 높아져 일어난다. 고두밥이나 입국이 경화되어 용해가 불충분할 경우에도 발생한다. 이 경우 냉각기로 품온을 떨어뜨려 발효를 지연시키는 동시에 발효제를 추가해 당화를 촉진함으로써 당화와 발효의 균형을 맞추면 된다.

② 감패

감패(甘敗)는 당화가 급속도로 진행되어 포도당 농도가 높은 고당도 상태가 됨에 따라 알코올 생성속도가 둔화되거나 멈추는 현상을 말한다. 발효 도중 품온이 32℃ 이상에 장시간 노출되어 효모가 급속도로 노쇠함으로써 알코올 발효능력을 상실하거나 담금 온도가 낮았거나 기온이 급강하해 효모의 발효력이 약화되었을 때 주로 발생한다. 그 외에 교반을 너무 많이 하여 당화가 촉진된 반면 효모의 활성이 나빠졌을 때도 일어난다.

단순히 저온 담금이나 기온 급강하, 약성밀술이 원인이라면 보온하여 품온을 높이거나 물을 첨가하여 당농도를 희석하고 건전한 밀술을 첨가하는 방법으로 비교적 쉽게 구제할 수 있다. 품온이 고온에 장시간 노출 등에 의해 감패현상과 함께 고온에서 활발하게 증식하는 세균에 오염되어 부조나 변조 현상이 일어나는 경우가 많다.

③ 부조와 변조

부조(腐造)는 효모의 발효능력이 떨어져 술덧에 유해 젖산균이 번식함으로써 산이 많이 생성되거나 야생효모에 오염되어 나쁜 냄새가 나는 등 술덧이 부패하는 현상을 말한다. 부조한 술덧은 폐기할 수밖에 없다. 변조(變造)는 부조 정도가 비교적 가볍거나 유해 미생물에 심하게 오염되지는 않았지만, 효모 증식이 늦거나 장애가 발생해 발효와 당화에 균형이 깨짐으로써 알코올 생성이 미약한 상태를 말한다.

부조현상은 술덧의 거품이 왕성하게 일어나야 하는데도 거품이 일지 않거나 산취가 있으므로 쉽게 감지할 수 있다. 부조의 원인으로는 입국의 오염을 들 수 있다. 오염된 입국은 효모가 번식하기 전에 젖산균 등이 먼저 번식하여 산도를 높이고 효모의 발효력을 떨어뜨린다. 그 밖에도 물의 오염, 용기와 도구류의 불완전한 살균 등을 들 수 있다. 특히, 여름철 부조로 한번 산패가 발생하면 계속 술덧을 오염시키는 경우가 많으므로 입국실, 제조장, 종업원의 의류, 양조도구, 탱크 등을 철저히 살균하여 부조를 방지해야 한다.

변조현상을 구제하려면 효모를 활성화하는 것이 중요하다. 발효조의 품온을 올리고 10~20%의 물을 첨가하여 술덧을 희석한 다음 우량한 밀술이나 발효가 왕성한 술덧을 첨가해 발효를 활발하게 유도한다.

5) 제성과 병입

(1) 제성

제성(製成)이란 주류를 병에 담아 출고하기 전에 목표로 하는 품질에 맞추기 위해 알코올 도수, 산 함량, 아미노산 등의 성분이 일정하고, 관능검사를 통해 관능적으로 양호하도록 규격을 조정하는 것을 말한다. 탁주의 제성은 발효술덧에 물을 가하여(割水) 제품의 알코올 도수로 조절하고, 60~120 mesh의 제성기로 술덧 찌꺼기를 거르고, 감미와 산미를 조절하기 위해 아스파탐, 구연산 등 첨가 물료를 혼합해 병입 직전의 술을 만드는 과정을 말한다.

① 탁주 제성기

탁주 제성기는 발효술덧을 거칠게 여과하여 술지게미를 미세한 입자로 만들어 술덧

을 혼탁하게 제성하게 하고 누룩 등 발효제나 거친 원료 찌꺼기를 제거하는 기기이다. 탁주 제성기의 종류에는 드림 방식과 진동체 방식이 있으며, 소규모 탁주 제조장에서는 체를 이용해 수작업으로 제성하기도 한다(그림 3-45).



그림 3-45 체를 이용해 수작업으로 제성

드림식 탁주 제성기는 60~120 mesh의 입도 조절이 가능한 체가 부착된 드림 내부에 양방향으로 설치된 긴 술이 회전하면서 술지게미 입자를 곱게 갈아 체를 통과시키게 하는 구조이다. 전국 양조장의 95% 이상이 사용하는 가장 일반적인 제성기로, 생산량에 따라 소형, 중형, 대형 3종류가 있다. 최근에는 이물감을 덜 느낄 수 있도록 미세한 입자로 만들고, 탁도를 높이기 위해 탁주 제성기 2대를 연속 설치하여 2단 제성하는 방법을 많이 이용한다. 특히 탁주에는 간혹 이물질이 혼입되어 이물질 사고가 발생할 수 있기 때문에 이를 방지하기 위해 2단 제성을 추천한다. 1단 제성기 체의 입도는 60~100 mesh로, 2단 제성기 체의 입도는 80~120 mesh로 조절해 사용하며, 일반적으로 두 번째 제성기는 용량이 작은 것을 사용한다(그림 3-46).

희석수를 첨가하지 않은 발효술덧을 제성기에 통과시켜 여과하기도 하지만 제성기에 발효술덧과 희석수를 동시에 공급해 제성과 할수를 같이하기도 한다. 제성기에 희석수 총량을 첨가하는 것이 아니라 희석수 10~20%를 제외한 양을 첨가한 다음 나머지 희석수를 첨가해 최종 알코올 도수를 조절한다.

발효조에서 술덧은 술 수송펌프를 통해 제성기로 수송되며 제성된 술덧은 제성기에 설치된 수송펌프를 통해 제성탱크로 수송된다.



그림 3-46 드림 방식 탁주 제성기가 2대 연속 설치된 2단 제성기와 드림체

최근 새롭게 개발·보급되고 있는 진동체 방식의 제성기는 각각의 체가 80, 100, 120 mesh 순으로 배치되고 내부에 볼이 상하로 진동하면서 술덧이 걸러지게 하는 구조로 되어 있다. 분해하기 쉽고 체를 손쉽게 교체해 원하는 입도로 제성이 가능하며, 세척하기 쉬운 뿐 아니라 공간을 적게 차지하는 장점이 있다(그림 3-47).

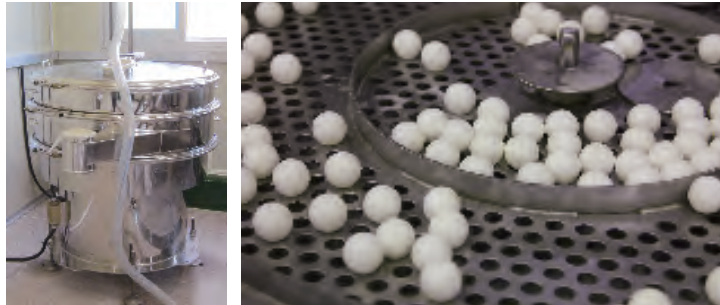


그림 3-47 진동체 방식 탁주 제성기와 내부 모습

제성기를 통과한 후 제거되는 술지게미 수량은 원료, 발효제, 발효 경과 등에 따라 차이가 있다. 일반적으로 총원료량 대비 0~8%의 술지게미가 발생한다.

② 제성탱크

제성탱크(製成槽)는 여과된 술덧을 투입해 알코올 도수를 조정하고, 조미를 위해 재료가 첨가된 술을 보관하는 동시에 최종 공정인 병입 라인으로 수송하는 일을 하는 탱크이다. 초파리, 이물질 등이 들어갈 경우 곧바로 제품에 이행되어 이물질 사고를 발생시키는 원인이 된다. 따라서 제성탱크로는 밀폐식 탱크를 사용하는 것이 좋다(그림 3-48). 제품의 알코올 도수로 제성할 때 발효술덧



그림 3-48 이중재킷의 냉각장치와 교반기가 설치된 밀폐식 제성탱크

양 대비 1~1.5배의 희석수를 첨가하기 때문에 발효조 용량보다 2.5배 이상 더 크게 제작해야 제성이 가능하다. 특히 제성탱크의 용기는 정밀하게 검정해 용량 눈금을 표시해야 희석수를 첨가할 때 원하는 도수와 수량을 정확히 알 수 있다.

여과주와 희석수, 감미료, 산미료 등 첨가물료가 골고루 혼합될 수 있도록 교반장치가

설치되어 있어야 한다. 그리고 미숙주로 제품화하는 경우 제성탱크 안에서도 발효가 계속 진행된다. 제성탱크의 품온이 증가할 경우 발효가 과잉 진행되어 잔당을 급속히 소비함에 따라 원하는 형태의 미숙주를 제조하기 힘들어진다. 따라서 제성탱크는 이중재킷의 냉각장치가 설치된 탱크를 사용해 낮은 온도에서 제성주를 보관함으로써 후발효를 늦출 수 있는 구조이면 더욱 좋다. 제성에는 수온이 낮은 희석수를 사용해 술덧의 전체 온도를 낮추는 것이 좋다.

③ 알코올 도수 조정

발효가 끝난 술덧의 알코올 도수는 완숙주의 경우 15~16%, 미숙주의 경우 13~14%가 적당하다. 먼저 발효술덧의 알코올 도수를 측정하고, 제품화할 알코올 도수로 맞추기 위해 첨가할 할수량을 구해야 한다.

「주세법」상 최종 탁주 제품의 에틸알코올 표시도수에서 0.5%까지 증감이 허용된다. 살균하지 않은 탁주는 추가로 0.5% 증가를 허용한다. 즉, 생탁주의 제품 표시 도수가 6%라면 제품의 알코올 도수는 5.5% 이상, 7% 이하의 규격을 벗어나지 않아야 유통이 가능하다.

완숙주를 제조할 경우 할수량을 구하는 방식은 어렵지 않다. 예를 들어 앞에서 소개한 제조법으로 제조한 술덧의 알코올 도수가 15%이고 여과술덧 양이 260 L일 경우 6% 탁주 제품으로 제성한다면 다음과 같다.

$$\text{제성주의 수량(L)} = \frac{\text{술덧의 알코올 도수(}\times\text{)} \times \text{술덧량(L)}}{\text{제성주의 알코올 도수(}\times\text{)}} = \frac{15\% \times 260 \text{ L}}{6\%} = 650 \text{ L}$$

즉, 제성탱크에 여과한 술덧 260 L를 옮겨 담고, 희석수로 할수해 탱크에 표시된 눈금을 확인한 뒤 650 L까지 채우면 알코올 도수 6%인 제성주가 완성된다.

미숙주는 발효술덧의 알코올 도수가 13~14%일 때 발효를 끝낸 다음 알코올 도수를 5.5% 정도로 제성하여 하루가 경과했을 때 알코올 도수가 약 6%가 될 수 있도록 한다. 즉, 제성탱크에 여과한 술덧 260 L를 옮겨 담고, 희석수로 할수해 탱크에 표시된 눈금을 확인한 뒤 650 L까지 채우면 알코올 도수 5.5% 내외의 제성주가 된다. 숙성 또는 유통 과정에서 하루가 경과하면 병 속에서 후발효가 일어나 음용 직전 알코올 도수는 6% 내외가 된다.

미생물이 다르고 제조 조건이 다르면 술의 맛과 향은 다르기 마련이다. 그러나 같은 미생물과 동일한 제조 조건을 적용한다 하더라도 제조 날짜에 따라서 다소 다른 맛을 띠는 경우도 있다. 일반적으로 미생물의 분포를 단순화한 경우 맛이 단순화될 가능성이 높는데 이를 해결하기 위하여 제조한 술이 담겨 있는 탱크끼리 혼합하거나 다른 미생물을 이용하여 제조한 술을 혼합하거나 해서 복합적이면서도 다양한 맛을 창출하게 되는데 이런 과정을 블렌딩(blending)이라고 한다. 우리나라의 경우 현재 탁주 제조 후 물로 희석하여 알코올 농도를 조절하는 과정에서 맛을 향상시킬 목적으로 감미료를 첨가하는 일종의 시즈닝(seasoning) 과정이 이루어짐에도 이를 블렌딩 작업이라고 표현하기도 한다. 그러나 엄격히 말하면 이것은 블렌딩 작업은 아니다.

④ 첨가재료의 혼합

제성과정에서 중요한 공정 중 하나가 첨가재료를 혼합[調味]하는 것이다. 조미는 탁주에 다섯 가지 맛이 고루 갖춰지도록 하고, 부족한 맛 성분을 보충해 소비자 기호도를 높이기 위한 제성공정 중 하나이다.

「주세법 시행령」 제2조제1항 관련 [별표1]에 따르면 탁주에 사용할 수 있는 첨가재료로는 아스파탐, 스테비올배당체, 젯산, 주석산, 구연산, 아미노산류, 수크랄로스, 토마틴, 아세실팜칼륨, 에리스리톨, 자일리톨, 산탄검, 글리세린지방산에스터, 당분, 「식품위생법」상 허용되는 식물(물 또는 주정 등으로 추출한 액을 포함한다)이 있다. 「주세법」에서 허용하지 않은 첨가재료는 탁주에 사용할 수 없다. 식물을 주정 등으로 추출하는 경우 그 추출액의 알코올분 총량은 최종제품의 알코올분 총량의 100분의 5를 초과할 수 없다. 당분은 주원료의 사용량 범위 안에서 사용해야 한다.

당분은 「주세법 시행령」 제2조제2항 관련 [별표2]에 따르면 설탕(백설탕, 갈색설탕, 흑설탕·시럽을 포함), 포도당(액상포도당, 정제포도당, 함수결정포도당·무수결정포도당을 포함), 과당(액상과당·결정과당을 포함), 엿류(물엿, 맥아엿·덩어리엿을 포함), 당시럽류(당밀시럽·단풍당시럽을 포함), 올리고당류 또는 꿀 등을 포함한다.

그렇지만 실제 양조장에서 탁주를 제조할 때 첨가재료가 많이 들어가는 것은 아니다. 부족한 술맛을 보완하고 청량감을 높이고, 조화로운 주질을 연출할 목적으로 올리고당, 아스파탐, 아세실팜칼륨, 구연산 정도를 첨가한다.

가. 아스파탐

알코올 도수를 6% 내외로 제성하면 잔당의 후발효가 진행되어 감미가 사라지고 쓴맛과 신맛이 상대적으로 강해져 맛이 조화를 이루지 못한다. 포도당, 과당, 맥아당, 올리

고당 등 당류를 첨가하면 살균주는 유용하겠지만, 생주일 경우 유통과정에서 후발효과 일어나 짧은 시간 안에 단맛이 사라지고 알코올 도수만 높아진다. 생탁주를 선호하는 소비자를 만족시키려면 효모에 분해되지 않거나 분해속도가 느린 감미료를 사용할 수밖에 없다.

아스파탐(aspartame)은 설탕 단맛의 200배에 달하며, 생탁주의 단맛을 유지하는 데 효과적이어서 가장 많이 사용한다. 아스파탐은 아스파틸-페닐알라닌-1-메틸 에스터(Aspartyl-phenylalanine-1-methyl ester)의 약칭으로 아미노산의 일종인 페닐알라닌과 아스파르트산 그리고 메탄올을 5:4:1의 비율로 결합해 만든다. 설탕과 비슷한 단맛이 나는 아미노산계 합성감미료로 많은 식품에 설탕 대용 저칼로리 감미료로 쓰이고 있다. 다이어트 콜라를 비롯한 청량음료, 요구르트를 비롯한 믹스 등 분말제품, 식탁용 감미료, 냉동 유제품 등 식품에 광범위하게 쓰인다.

탁주에 아스파탐을 첨가해 단맛을 조절할 경우 제조장마다 다소 차이가 있으나 대략 0.005~0.015 w/v%를 첨가한다. 아스파탐은 찬물에 잘 녹지 않기 때문에 40℃ 이상의 온수에 녹인 다음 전체 제성주에 첨가하는 것이 바람직하다.

아스파탐의 성분 중에는 페닐알라닌이 있기 때문에, 페닐케톤뇨증 환자가 섭취할 경우 유해할 수 있다. 페닐알라닌은 필수아미노산 중 하나이며, 체내에 이 아미노산을 분해하는 효소가 없을 경우 페닐케톤뇨증에 걸리게 된다. 그래서 아스파탐을 사용하는 식품에는 '페닐알라닌 함유', '합성감미료'라는 문구를 반드시 표시해야 한다.

나. 아세설팜칼륨

아세설팜칼륨(acesulfame K, 새 용어로는 아세설팜케이)은 1967년 독일 누트리노바사가 개발한 고감미 무칼로리 감미료이다. 1998년 FDA에서 식품첨가물로 사용승인을 받았으며 국내에서는 2000년 사용이 허가되었다. 현재 세계 100여 개국에서 음료, 껌, 캔디류, 과자류, 빙과류, 유가공품, 주류, 의약품 등 5,000여 종에 이르는 제품에 저칼로리 감미료로 사용한다. 설탕의 200~300배에 이르는 강력한 감미를 나타내고 높은 농도에서도 뒷맛이 느껴지는데, 중성도에서는 뒷맛과 불쾌한 맛이 느껴지지 않는다. 아스파탐보다 가격은 2배 정도 비싸지만, 아스파탐, 설탕, 포도당, 과당 등과 혼합하면 감미의 상승효과가 일어난다. 안전성이 뛰어나 최근 탁주 제조에 많이 사용하고 있다.

(2) 병입

생탁주는 제성이 끝난 술이 제성탱크 안에서도 계속해서 발효되기 때문에 병입 작업이 지연되면 후발효가 과도하게 일어나 청량감을 충분히 제공하지 못한다. 제성이 끝난 탁주는 될 수 있는 한 2시간 이내에 병입 작업을 완료해야 하며 병입이 끝나면 곧바로 냉장창고로 옮겨 후발효를 늦춰야 한다.

탁주에 사용하는 병입장치의 종류에는 로터리주입기와 라인주입기가 있다(그림 3-49, 그림 3-50). 로터리주입기는 컨베이어 또는 회전 후크(hook)를 통해 진입한 병에 자동으로 술을 주입하는 로터리 타입의 자동 주입기이다. 공병 세척기, 정량토출장치, 주입기, 캡핑기가 일체형으로 구성되어 있으며, 대량의 술을 병입하기 위한 시스템이다. 시간당 4,000병 이상 병입하므로 대량생산 체제를 갖춘 양조장에 적합하다. 초기 설치비용은 많이 들지만 운영할 때 인건비를 대폭 줄일 수 있는 최적의 비용 절감 시스템이다.



그림 3-49 로터리주입기

라인주입기는 컨베이어를 통해 진입한 병에 자동으로 주류를 주입하기 위한 라인타입의 자동 주입기이다. 공병 세척기, 정량토출장치, 캡핑기 등을 추가로 부착할 수 있으며 시간당 2,000병 내외의 병입 작업이 가능하다. 라인주입기는 생산량이 중간 규모인 탁주 양조장에 적합한 제품으로, 로터리주입기보다 설치비용이 적게 들고, 자동화 시스템으로 비용 절감 효과가 크다.



그림 3-50 라인주입기

수동식 주입기는 소규모 탁주 양조장에 적합한 병입장치로 정량토출장치가 설치된 주입기와 자동 또는 수동 캡핑기로 이루어져 있다(그림 3-51). 병을 수작업으로 주입구에 투입하고, 발로 페달을



그림 3-51 수동식 주입기

밧아 병에 정량토출한 다음 수동 캡핑기 또는 병마개를 꺾아 사용할 수 있는 핸드 드릴을 이용해 캡핑한다. 주입, 캡핑, 포장 작업에 최소 2~3명이 필요하며 작업자의 숙련도에 따라 시간당 1,000~2,000병을 포장할 수 있다.

탁주 병뚜껑에 숨은 비밀

미숙주 형태의 제성주는 병 속에서도 지속적으로 발효한다. 밀폐형 병뚜껑을 사용하면 발효로 부생하는 탄산이 과도하게 축적되어 병이 폭발하거나 뚜껑을 열 때 술이 분출되어 옷과 탁자를 더럽힐 수 있다.

탁주의 병뚜껑에는 특별한 홈과 부직포가 끼워져 있어 적당한 압력 이상이면 가스가 밖으로 배출되지만 내용물은 잘 쏟아지지 않는다. 최근에는 부직포 대신 내주면에 일정한 간격으로 수직선상의 가스 배출로를 갖추고 밀폐판을 삽입해 발효가스가 가스 배출로로 배출되는 특수한 병뚜껑을 개발해 사용하고 있다.



그림 3-52 탁주의 병뚜껑

(3) 저장과 배송

미숙주 형태의 탁주는 병 속에서 발효가 급격히 일어나지 않도록 병입이 끝나는 즉시 저온창고에 보관해 발효를 지연시켜야 한다. 저온창고 안에서도 병에 담긴 탁주의 온도는 서서히 냉각되기 때문에 초기에는 급속냉장으로 냉각해 후발효를 멈추게 하는 것이 좋다. 온도는 4℃ 이하에서 보관하는 것이 좋으며, 병입 후 하루 이상 저장하였다가 출고하는 것이 첨가재료와 희석수의 혼합, 맛과 향의 안정화는 물론 급격한 후발효를 막을 수 있다.

탁주는 저온 유통이 가능한 차량으로 배송하는 것이 좋다. 특히 여름철에는 배송과정에서 고온에 만나질만 노출되어도 발효가 끝나 단맛과 보디감이 부족할 뿐 아니라 세균에 의해 산패가 일어날 수 있다. 발효가 완전히 끝난 술덧을 병입한 완숙주는 여름철 유통에 각별히 신경 써야 한다. 이용할 당이 사라지면 효모는 바닥에 가라앉아 자기소화를 한다. 효모가 물리나면 젖산균 등이 효모가 자가분해한 영양성분, 잔당, 유기산 등을 분해하며 급속히 증식함으로써 산패되어 마실 수 없게 된다.

6) 다양한 탁주 제조법

(1) 전통누룩을 이용한 탁주 제조법

① 누룩탁주의 개요

탁주는 고대 동양에서 최초로 즐기기 시작한 술로써 수천 년 세월을 조상들의 삶과 애환을 함께했다. 고대에는 곡식을 입으로 씹어 침에 들어 있는 효소로 당화해 발효시키는 미인주 방식이나 맥주처럼 발아곡류를 사용하는 엿기름 방식, 좁쌀로 띄운 흘임누룩 형태인 양국 방식 등 다양한 방식으로 탁주를 만들었지만, 밀이 보급되어 덩어리 누룩이 개발되면서 누룩으로 빚은 탁주가 주류를 형성하게 되었다. 수천 년 동안 이어온 누룩막걸리는 1960년대 이전까지만 해도 큰 변화 없이 그대로 내려왔다. 그때까지만 해도 법률에 따라 오늘날 탁주 제조에 많이 사용하는 발효제인 입국은 사용할 수 없었기 때문이다.

그리고 1990년대 이전까지만 해도 법률상 탁주에는 안전주조를 위한 젖산첨가 외에는 어떠한 첨가물도 첨가할 수 없었다. 1992년 「주세법 시행령」이 개정되어 비로소 감미료인 아스파탐, 스테비오사이드, 유기산, 아미노산류를 첨가할 수 있게 되었다. 즉, 1960년대까지만 해도 탁주는 조상들이 대대로 마셔온 맛과 향기를 고스란히 유지하며 면면히 이어져 내려왔던 것이다.

『조선주조사』에 소개된 탁주 제조법

전통적 탁주 제조법은 1905~10년 당시 조선의 민가나 음식점에서 사실적으로 조사한 제조법이 『조선주조사』에 자세히 소개되어 있다. 이는 『조선무쌍신식요리제법』, 『주방문』 등의 고문헌 자료와 큰 차이가 없는 것으로 보아 전통적으로 빚어온 탁주 제조법의 원형으로 추정할 수 있다.

『조선주조사』에 소개된 서울지방 탁주 제조법

- ① 쌀 3말(48 kg)을 하룻밤 물에 담가둔다.
 - ② 쌀을 소쿠리에 건져 물기를 빼고 굵게 분쇄한다.
 - ③ 이것을 증자(蒸煮)한 뒤 돛자리에 넓게 펴서 냉각시킨다.
 - ④ 조국(粗麴, 밀을 거칠게 빻아 띄운 누룩) 7개를 가루에 섞어 항아리에 담는다.
 - ⑤ 물 3동이(54 L)를 붓는다.
 - ⑥ 교반하여 방치하면 2~3일 내지 4~5일이면 숙성한다.
 - ⑦ 숙성되면 체로 여과하고 술지게미[酒粕]에 물을 첨가하여 비벼 부순다.
 - ⑧ 탁주의 보존기간은 4~5일로, 그 뒤에는 부패된다.
- ※ 『조선주조사』를 보면 1905~33년에 이르기까지 탁주 제조에는 발효제로 입국을 사용하지 않았고 누룩만 사용하였다는 것을 알 수 있다.

입국 막걸리의 등장 시기

「주세법 시행령」(일부개정 1961. 12. 31. 국무원령 제170호)에 따르면 탁주는 “전분을 함유하는 물료, 국자 또는 액체효모와 물을 원료로 하여 발효시킨 주료를 여과하지 아니하여 제성한 것을 말한다”라고 규정되어 있다.

1960년까지 발효제는 누룩만 사용할 수 있었다. 쌀 부족현상은 1960년대에 들어와 더욱 심해졌다. 다행히 미국에서 원조받은 소맥분은 여유가 있었다. 쌀이 부족해 양조원료를 쌀 대신 소맥분, 옥수수, 고구마 등으로 대체하는 양조법 개발에 박차를 가하게 된다. 당시 정부에서 개발한 밀가루를 이용한 입국제조·양조법이 만족할 만한 성과를 얻었다. 밀가루를 이용한 입국방식은 약 1,500년 전 『제민요술』에 언급된 흘임누룩 중 하나인 황증(黃蒸) 제법(6월, 7월 중에 생미를 찢어 곱게 갈아 물로 반죽한 뒤 증기로 폭 썰 익혀서 내려놓고 펴서 차게 식힌 다음 잎으로 덮어 띄운 누룩이다)과 유사하다.

행정당국에서는 식량사정이 급박한 상황이라 1962년 1월 1일부터 탁·약주 제조에 쌀 사용량을 70% 이하로 제한하게 된다. 「주세법 시행령」이 개정(일부개정 1961. 12. 30. 각령 제325호)되어 탁주는 “탁주라 함은 곡류 기타 전분을 함유하는 물료와 그 원료곡류(입국을 포함한다) 총량의 100분의 10 이상의 국자, 입국 또는 효모와 물을 원료로 하여 발효시킨 주료를 여과하지 아니하고 제성한 것을 말한다. 단, 원료 곡류 중 백미 사용량은 그 총량 중 100분의 70을 초과하지 못한다”라고 정의되면서 입국을 발효제로 사용하게 된다. 이로써 우리나라에서 새롭게 개발된 흘임누룩 방식의 밀가루 입국 역사 시작되었다.

여기에서는 전통적 방식인 누룩을 사용한 탁주 제조법을 소개한다. 다만, 오늘날에는 양조장에서 대용량 담금에 따른 안전발효를 할 수 있도록 젖산을 사용한 밀술법을 도입하므로 이에 대해서도 소개한다.

② 누룩탁주 공정

가. 술덧 배합비율표

고문헌에 소개된 제조법이나 전통민속주의 탁주 제조법은 대부분 단양주 제조법이다. 『조선주조사』에 소개된 초기 제조법도 단양주였으나 점차 시간이 지나면서 밀술법이 접목되기 시작하였다. 밀술을 사용하지 않고 단양주로 술을 담그면 효모보다 젖산균이 먼저 증식해 신맛이 강한 술덧이 되거나 심할 경우 산패한 술덧이 될 확률이 매우 높다. 수없이 많은 미생물이 존재하는 재래누룩으로 술을 빚을 때 가양주(家釀酒)가 아닌 양조장에서의 대용량 담금이라면 필수적으로 밀술을 빚어 사용하는 것이 좋다. 밀술을 사용함으로써 실패를 줄이고, 신맛을 조절할 수 있을 뿐 아니라 일관된 향미를 가진 탁주를 제조할 수 있다.

아스파탐 등 합성감미료를 사용하지 않고 토속적인 맛이 나는 탁주를 제조하려면 알코올 도수를 7~9%로 제성하여 가볍지 않게 제품화하는 것이 좋다. 담금수의 급수비용

도 입국으로 제조한 탁주보다 낮은 120~150%로 조절하는 것이 좋다. 누룩은 최소 9%는 사용해야 하며, 좀 더 중후한 술맛을 원한다면 누룩을 더 사용하는 것이 좋지만, 누룩 취가 강한 술이 빚어진다. 재래누룩의 당화력이 부족할 경우 발효가 불량하거나 산패나 변패하기 쉬우므로 조효소제나 정제효소제 등 발효제를 보충해 일정한 당화력을 유지 해주면 안전주조에 도움이 된다(표 3-17).

표 3-17 누룩탁주의 술덧 배합비율표

구분		원료 사용량	발효기간 등
밑술	쌀	3 kg	5~7일
	물	4.2 L	
	누룩(300 SP)	1 kg	
	효모	15 g	
	젖산	36 mL	
1단 담금	쌀	27 kg	4~6일
	물	40.8 L	
	누룩(300 SP)	4 kg	
2단 담금	쌀	70 kg	3~10일 발효조 용량 310 L 이상
	누룩(300 SP)	4 kg	
	물	105 L	
급수비율		150%	—
누룩 사용비율		9%	당화력 300 SP
숙성술덧 알코올 도수		15%	—
숙성술덧량		256.3 L	—
술지게미 수량 및 비율		8 L	대원료 사용량 대비 8%
후수수량 및 비율		217.3 L	제성탱크 용량 560 L 이상
대원료 제성비율		465.6%	—

나. 술덧 제조과정

밑술은 소독한 밑술탱크에 물을 붓고 젖산을 탄 다음 pH 미터로 측정하여 pH 3.0~3.2로 조정된 뒤 누룩과 효모, 고두밥을 순서대로 넣어 담금한다. 누룩과 고두밥을 손으로 골고루 비벼 누룩의 효소가 고두밥에 잘 부착되도록 한 다음 담금하면 당화에 도움이 된다.

누룩 자체에 효모가 있어 배양효모를 첨가하지 않아도 되지만, 재현성 있는 탁주를 제조하려면 효모를 첨가하는 것이 좋다. 당화력 부족에 대비하여 밑술에는 누룩 투입량을

늘려서 사용하는 것이 좋다. 담금온도와 실온을 22℃ 내외로 입국밑술에 비해 약간 높게 유지해 당화를 촉진한다. 누룩의 당화력이 부족해 당화가 느리게 진행되는데 효모의 알코올 발효가 왕성하게 되면 술덧이 과도하게 끓어 밑술탱크가 넘쳐 흘러내릴 수도 있다. 담금완료 후 4~8시간이 지나면 고두밥과 누룩이 물을 흡수하여 부풀어 오른다. 이때 고무래로 저어준다. 밑술 담금 초기에는 입국밑술에 비해 젖기가 힘들지만 교반이 거듭되면서 젖기가 쉬워진다. 최고 품온을 30℃ 이하로 유지하면서 5~7일 발효시킨 후 1단 담금에 사용한다.

밑술발효가 끝나면 소독한 발효조에 밑술을 붓고 물과 고두밥을 순서대로 첨가해 골고루 저어 1단 담금을 완료한다. 소량으로 담금할 경우 1단과 2단 담금에 사용할 누룩 총량을 1단 담금에 모두 투입해도 된다. 1단 담금하면 술덧의 pH가 상승하여 잡균의 오염 위험이 커지기 때문에 발효온도를 약간 낮게 조절하는 것이 안전발효에 도움이 된다. 발효기간은 4~6일이 적당하며 1단 발효가 끝나면 물과 고두밥, 누룩을 추가하여 2단 담금한다. 냉각사관을 투입해 품온을 25~28℃로 조절하여 발효시킨다.

다. 제성

누룩으로 빚은 탁주는 입국으로 빚은 탁주보다 알코올 도수를 약간 높게 제성하는 것이 좋다. 특히 아스파탐 등 합성감미료를 첨가하지 않는 탁주의 경우 알코올 도수를 8도 내외로 제성해야 술이 싱겁지 않고 음용하기 좋다.

미숙주를 제조할 경우 2단 담금의 발효기간을 4~5일로 하고 술덧의 알코올 도수가 13~14%일 때 제성해 알코올 도수를 7~7.5%로 맞춰 병입한 뒤 하루 정도 저온 보관한 다음 출고하는 것이 좋다. 완숙주의 경우 2단 담금의 발효기간을 6~8일로 해 완전 발효시켜 술덧의 알코올 도수가 15% 내외일 때 제성하여 알코올 도수 8%로 맞춰 병입한다. 완숙주의 경우 입국 탁주보다 유통기한이 짧고, 젖산균에 의한 산패가 빠르게 진행될 수 있으므로 항상 냉장보관·유통하여 산패를 방지하는 것이 중요하다.

(2) 전통방식의 밑술법에 따른 합주 제조법

① 합주의 정의

합주(合酒)란 발효시킨 술덧에 후수를 가하지 않고 혼탁하게 제성한 탁주를 말한다. 경우에 따라서는 지게미를 체로 비벼 으깬 때 물을 약간 첨가하기도 한다. 전주(全酒)라

고도 불린 합주 제조법은 『조선무쌍신식요리제법』, 『조선주조사』에 잘 소개되어 있다. 문헌으로 볼 때 오늘날에는 혼탁한 술을 탁주라는 통합된 명칭으로 부르지만, 조상들은 다양한 제조법으로 탁주를 빚었고, 각각 다른 이름으로 분류해서 다양하게 즐겨왔다는 것을 알 수 있다.

합주 형태와 유사한 탁주에는 부의주, 일일주, 삼일주 등이 있다. 수천 년 동안 다양한 제조법으로 빚어온 탁주는 일제강점기 이후 근대화와 상업화를 거치면서 제조법이 획일화되어 오늘날 접할 수 있는 형태로만 남게 되었다.

『조선주조사』에 소개된 합주

조선합주는 『조선주조사』에 다음과 같이 소개되어 있다.

“유백색의 탁한 액체로 탁주의 일종이다. 탁주보다 희고 신맛이 적으며, 단맛과 매운맛이 강한 것으로 주정분을 11~12% 함유한다. 외관, 향미 모두 탁주와 약주의 중간에 위치하는 것으로서 제법도 탁주나 약주와 유사하다.”

『조선주조사』에 소개된 합주 제조법: 멥쌀 7되 5홉을 거칠게 분쇄한 것과 찹쌀 3말을 증자하여 냉각시킨 것, 여기에 소맥을 세분하여 제조한 분곡(粉麴) 5개를 조분(粗粉, 거칠게 빻은 것)한 것을 혼합하여 5~6말 용량의 흙독에 넣는다. 여기에 4동이의 물을 첨가해 휘저은 후 방치하면, 점차 발효가 시작되어 7일쯤에는 숙성한다. 숙성되면 체로 거르고 술지게미는 체 안에서 잘 비벼 으깨어 물을 첨가하고 여과하여 합주 7동이를 얻는다.

최근 가양주가 활성화되고 지역토산주 양조장이 증가하면서 전통방식의 약주제조법으로 빚은 술덧을 혼탁하게 제성한 탁주를 많이 생산하고 있다. 이 제조법으로 빚은 술은 엄연히 따지면 합주에 해당하며, 이는 오늘날 합주 제조법이 재정립되고 있음을 의미한다.

② 합주의 배합비율표

전통방식의 합주 제조법은 한번에 담금을 완료하는 단양주 형태이지만, 최근 지역 토산주 양조장에서 빚어지는 합주 형태의 탁주는 고문헌에 소개된 약주 제조법으로 빚은 후 체나 여과주머니로 여과해 혼탁하게 제성한다. 가장 많이 사용하는 방법은 범벅으로 빚는 밀술법과 죽으로 빚는 밀술법이다(표 3-18).

표 3-18 합주의 술덧 배합비율표

구분		범벅 방식으로 빚는 합주	죽 방식으로 빚는 합주	발효기간 등
밀술	쌀	10 kg	6 kg	범벅: 5~7일 죽: 2~3일
	물	15 L	30 L	
	누룩(300 SP)	1.5 kg	2.5 kg	
1단 담금	참쌀	—	24 kg	15~20일(발효조 용량 80 L 이상)
	쌀	20 kg	—	
	물	15 L	—	
	누룩(300 SP)	1 kg	—	
급수비율		100%	100%	—
누룩 사용비율		8.3%	8.3%	당화력 300 SP
숙성술덧 알코올 도수		14%	18%	—
숙성술덧 양		61.7 L	61.7 L	—
술지게미 수량 및 비율		2 L	2 L	대원료 사용량 대비 10%
후수수량 및 비율		—	—	—
대원료 제성비율		199%	199%	—

급수비율은 100% 내외로 농담금하고, 발효가 끝난 술덧에 물을 타지 않고 혼탁하게 제성해 알코올 도수가 13~18%로 높고, 단맛이 매우 강하다. 즉, 아스파탐 등 합성감미료를 사용하지 않고도 달착지근한 탁주를 만들 수 있다. 다만, 알코올 도수가 높아 6% 내외의 탁주를 선호하는 소비자 기호에 맞지 않는 것이 단점이다.

알코올 도수를 낮추기 위해 물을 타면 후발효가 일어나 단맛은 사라지고 다시 알코올 도수가 높아져 원하는 도수로 맞출 수 없게 된다. 따라서 이 방법으로 제조한 술덧을 후수하여 알코올 도수가 낮은 탁주를 제조하고자 할 경우 살균하거나 후발효가 일어나지 않게 해야 한다. 이 방법은 대용량 담금에는 적합하지 않으며 항아리 등 작은 용량의 발효조를 이용해 전통방식으로 소량 담금할 때 적합한 제조법이다.

③ 범벅 방식으로 빚는 합주 공정

범벅 방식으로 빚는 밀술은 쌀을 세척·침지한 후 분쇄해 가루로 만들어 팔팔 끓는 물을 붓고 반죽해 반쯤 익은 죽처럼 만들어 식힌 다음 누룩을 넣어 만든다. 범벅 방식은 원료량 대비 끓는 물 사용량이 1~2배로 밀술의 물 사용량이 적다.

대체로 담금수 사용량이 증가할수록 최종 제품의 알코올 도수가 높아진다. 담금수를 적게 사용해 농담금하게 되면 당화로 생성된 당분이나 발효로 생성된 에틸알코올이 희

석되지 않고 고농도로 존재하게 되고, 당분과 에틸알코올의 삼투압, 독성 때문에 알코올 발효가 저해되어 알코올 도수가 낮은 반면 당 농도가 높은 밀술이 된다. 농담금에 의한 밀술법으로 빚은 술은 최종 알코올 도수가 13~16%로 낮고 단맛이 강하며, 깊은 맛과 방향이 풍부한 술을 빚을 수 있다. 당분이 충분해 효모 발효가 유지되어야 하나 중간에 발효가 멈추는 일종의 스틱 효과(Stuck effect) 또는 감패현상을 유도한 제조법이라 할 수 있다(그림 3-53).



그림 3-53 뜨거운 물을 부어 반쯤 익혀 죽처럼 만드는 범벅 방식의 밀술법

• 제조법

- 1 쌀 10 kg을 5~7회 깨끗이 씻어 2시간 물에 불린 뒤 바구니에 건져 1시간 이상 물기를 뺀다.
- 2 물기를 뺀 쌀을 분쇄기로 곱게 뿜아 가루로 만든다.
- 3 펄펄 끓는 물을 부어가며 이겨서 골고루 익힌다.
- 4 반쯤 익은 죽처럼 만들어 식힌 후 누룩 1.5 kg을 넣고 밀술 담금하여 5~7일 발효시킨다.
- 5 쌀 20 kg을 세척, 침지, 물 빼기 한 후 증자기에 물기를 빼 불린 쌀을 안친다.
- 6 40~60분 증자한 다음 10분간 뜸을 들여 고두밥을 만든다.
- 7 고두밥 냉각대에 증자한 고두밥을 골고루 펼쳐서 식힌다.
- 8 발효 중인 밀술에 고두밥과 물 15 L를 첨가한 뒤 골고루 젓는다.
- 9 발효통 입구를 덮고 15~20일 발효시킨다.
- 10 발효가 완료되면 체나 제성기 등으로 술을 걸러낸다.
- 11 알코올 도수를 측정해 필요하면 물을 소량 타서 원하는 도수의 제품으로 제성한다. 술덧의 알코올 도수는 13~16%, 제품의 도수는 술덧의 도수보다 1~2% 낮게 제품화하는 것이 좋다. 만약 15% 이상의 높은 도수로 제품화할 경우 술덧의 알코올 도수가 낮게 나오면 제성하기 힘들다. 일반적인 탁주와 같이 알코올 도수 6~8%로 제성하면 당분과 에틸알코올이 희석되어 유통과정에서 효모가 다시 발효하기 때문에 단맛은 사라지고 알코올 도수가 높아져 규격에서 벗어난 제품이 되

기 쉽다. 따라서 낮은 도수로 제품화할 경우 살균하여 살균탁주로 출고하는 것이 좋다.

- 12 생주 유통의 경우 제성주는 신속히 병입한 후 냉장보관하여 후발효가 일어나지 않도록 한다.

④ 죽 방식으로 빚는 합주 공정

죽 방식으로 빚는 밀술은 쌀을 세척·침지한 후 분쇄하여 가루로 만든 다음 물을 붓고 죽을 쑀어 식혀 누룩을 넣어 만든다. 범벅 방식은 원료량 대비 물 사용량이 5~7배로 매우 많다. 그렇지 않으면 죽을 쑤 때 타거나 저어지지 않아 죽을 제대로 쑤기가 어렵다. 죽 방식으로 빚을 때는 담금수 총량이 밀술에 모두 투입되고 덧술할 때는 고두밥만 추가한다. 밀술을 묽게 담금하기 때문에 밀술 발효 기간이 짧고 발효 후에도 당 함량과 알코올 도수가 낮다. 자칫 밀술 발효기간을 길게 할 경우 젖산 발효가 일어나 신맛이 강한 술이 될 수 있다. 대체로 범벅 방식의 술덧보다 젖산발효의 영향을 많이 받아 술덧의 신맛이 강하고 방향과 상쾌한 술맛을 지닌 합주를 빚을 수 있다. 이 방식으로 빚으면 알코올 도수가 18~20%로 매우 높고, 술빛이 밝으며, 맛이 달착지근하고 산미가 풍부하다(그림 3-54).



그림 3-54 쌀가루에 물을 넣고 죽을 쑤는 죽 방식의 밀술법

• 제조법

- 1 쌀 5 kg을 5~7회 깨끗이 씻어 2시간 물에 불린 뒤 바구니에 건져 1시간 이상 물기를 뺀다.
- 2 물기를 뺀 쌀을 분쇄기로 곱게 빻아 가루로 만든다.
- 3 물 25 L를 솥에 넣고 끓인 다음 곱게 간 쌀을 천천히 넣고 타지 않게 주걱으로 저어가며 쌀죽을 쑤다.
- 4 쌀죽을 차가운 곳에 두어 식힌다. 하루 전에 죽을 쑤 다음 한밤 동안 식혀 아침에 밀술 담금을 하는 것이 좋다.
- 5 누룩 2 kg을 식은 죽에 골고루 뿌리고 쌀죽과 누룩이 잘 섞이도록 버무린다. 버무린 쌀죽을 항아리에 옮겨 담아 밀술을 담금한다.

- 6 한지나 깨끗한 천으로 항아리를 덮고 18~25℃에서 2~4일 발효시켜 밀술을 완성한다.
- 7 덧술하기 위해 찹쌀 20 kg으로 고두밥을 지어 넓게 펼쳐놓아 차갑게 식힌다.
- 8 발효시킨 밀술을 식혀둔 찹쌀 고두밥에 따라 붓고 잘 섞이도록 골고루 버무린다.
- 9 밀술과 버무린 고두밥을 다시 술독에 옮겨 담고, 손바닥으로 다독다독 눌러 1단 담금으로 완료한다.
- 10 15~25℃에서 3주간 발효시킨다. 발효가 끝나면 술독 둘레로 맑은 술이 고이고 성냥불을 독에 넣었을 때 불이 꺼지지 않는다.
- 11 체나 제성기로 술덧을 걸러내 탁주를 제성한다. 제성한 탁주는 신속히 병입한 뒤 냉장보관하여 후발효가 일어나지 않게 한다.

급수비율(汲水比率)

술맛은 물맛이라는 말에서도 알 수 있듯이 수질(水質)이 술의 품질에 미치는 영향은 크다. 양조용수로 적합한 물은 무색투명하고 냄새가 나지 않아야 한다. 무엇보다 유해 미생물에 오염된 물은 술을 망치게 하므로 사용해선 안 된다.

수질도 중요하지만, 약주나 막걸리를 만드는 데 담금수 사용 비율을 어떻게 하느냐가 술 빚을 때 가장 중요한 요소이다. 즉, 담금수를 어떻게 사용했는지 알면 최종 제품의 알코올 도수나 어떤 술맛이 될지 예측이 가능하다. 전체적으로 쌀 사용량 대비 담금수를 150%로 하면 대체로 알코올 도수 17% 내외에 달지 않은 술덧을 만들 수 있다. 담금수 비율을 150% 이하로 하면, 비율이 낮아질수록 알코올 도수가 낮아지고, 발효되지 않고 남아 있는 당이 많아 달착지근한 술이 된다. 150%로 담금한 후 발효가 끝날 무렵 물을 추가하지 않고 고두밥만 더 추가하면 알코올 도수는 최대 19% 가까이 높아지면서 잔당이 많아 달착지근한 술을 만들 수 있다.

(3) 동동주(부의주) 제조법

동동주는 술이 다 익으면 밥알이 하얗게 떠오르는데 마치 개미 유충같이 보인다 하여 붙여진 이름이다. 쌀이 발효되면서 섬유질인 쌀 껍질만 남아 가벼워져 술 위에 동동 떠오른 것이다. 항아리에서 술이 익으면서 밥알이 떠 있는 모습이나 밥알을 동동 띄워 술을 내어 놓는 데서 浮(뜰 부), 蟻



그림 3-55 동동주

(개미 의)자를 써서 부의주(浮蟻酒)라고도 한다(그림 3-55).

부의주는 발효가 끝난 술덧을 거르지 않고 쌀 껍질을 함께 마시는 형태의 술로 동양을 대표하는 탁주 형태의 술이다. 유사한 형태의 술로써 중국에는 미주(米酒), 일본에는 도부로쿠(どぶろく)가 아직도 남아 있다.

오늘날 동동주는 형태나 술을 분류할 때 탁주 범위에 있으며, 쌀알이 동동 떠 있는 술로 굳어져 있다(표 3-19).

탁주의 종류

- 탁주(濁酒): 발효시킨 술덧을 혼탁하게 걸러낸 술을 총칭하며, 막걸리의 공식 명칭이다. 모주, 합주, 동동주, 이화주 등도 모두 탁주에 속한다.
- 합주(合酒): 발효시킨 술덧에서 약주를 떠나지 않고 후수를 가하지 않은 혼탁하게 제성한 탁주를 말한다. 경우에 따라서는 지게미를 체로 비벼 으깬 때 물을 소량 첨가하기도 한다. 전주(全酒)라고도 하며, 옛 문헌의 일일주, 삼일주 등의 속성주는 합주에 가까운 형태이다.
- 모주(母酒)와 박주(薄酒): 모주는 발효가 끝난 술에서 약주를 떠나고 남은 지게미에 물을 넣어 걸러낸 탁주를 말하며, 박주는 모주의 옛 명칭으로 추정한다. 전주 등지의 음식점에서 막걸리에 생강, 대추, 인삼, 칩 등의 한약재를 넣고 끓여 만든 해장술을 모주라고 하는데 이는 동의어로 볼 수 있다.
- 동동주(浮蟻酒): 술이 다 익으면 밥알이 하얗게 떠오르는데, 이 밥알을 그대로 동동 띄워 만든 막걸리이다.
- 이화주(梨花酒): 쌀누룩으로 빻어 죽과 같이 걸쭉해 손가락으로 떠먹거나 여름철 찬물에 타서 시원하게 즐기는 고급 탁주이다.

표 3-19 동동주 술덧 배합비율표

구분		전통방식	현대적 방식		발효기간 등
			제조법 1	제조법 2	
밑술	쌀	—	3 kg	—	4~7일
	쌀입국	—	—	2 kg	
	물	—	4.2 L	2.8 L	
	누룩(300 SP)	—	1 kg	—	
	효모	—	15 g	10 g	
	젖산	—	36 mL	8 mL	
1단 담금	쌀	—	27 kg	—	3~6일
	입국	—	—	23 kg	
	물	—	40.8 L	32.7 L	
	누룩(300 SP)	—	4 kg	—	

(계속)

구분		전통방식	현대적 방식		발효기간 등
			제조법 1	제조법 2	
2단 담금	참쌀	20 kg	60 kg	65 kg	3~10일
	누룩(300 SP)	2 kg	4 kg	4 kg	
	물	40 L	105 L	114.5 L	
3단 담금	쌀	—	10 kg	10 kg	—
급수비율		200%	150%	150%	—
누룩 사용비율		10%	9%	4%	당화력 300 SP
입국 사용비율		—	—	25%	당화력 60 SP
숙성술덧 알코올 도수		6~10%	15%	15%	—
숙성술덧 양		60 L	256.3 L	252.8 L	—
술지게미 수량 및 비율		—	8 L	4 L	—
후수수량 및 비율		—	217.3 L	217.7 L	—
최종 제성주 양		60 L	465.6 L	466.5 L	—
대원료 제성비율		300%	465.6%	466.5%	—

① 전통방식의 부의주 제조법

부의주는 『산가요록』, 『지봉유설』, 『음식디미방』, 『산림경제』, 『조선무쌍신식요리제법』, 『농정회요』, 『주찬』 등 옛날 조리서에 대부분 언급된 대표적인 술 제조법이다.

문헌상 제조법을 살펴보면 미리 누룩을 물에 풀어 사용하거나, 물에 풀어 둔 누룩물을 내려 누룩찌꺼기를 버리고 누룩 속 효소를 추출한 액을 사용하여 담금하였다. 이는 술을 거르지 않고 통째로 마시거나 누룩찌꺼기를 제외한 윗부분만 떠서 마시는 형태의 술임을 의미한다. 급수비율이 높고, 발효기간이 3일로 매우 짧은 것으로 보아 미숙주 형태의 술로써 단맛이 있고 알코올 도수가 높지 않은 술이었음을 알 수 있다.

• 제조법

- 1 끓였다 식힌 물 40 L에 누룩가루 2 kg을 풀어 하룻밤 재운다.
- 2 참쌀 20 kg을 세척, 찹지, 물 빼기 한 다음 고두밥을 찐다.
- 3 물에 담가두었던 누룩가루를 주물러 즙을 내고 체로 찌꺼기를 걸러낸다.
- 4 누룩물과 식힌 고두밥을 항아리에 넣고 술을 빙는다. 발효기간에 밥알이 깨지지 않도록 술덧을 짓지 말아야 한다.
- 5 3일이 지나 술이 익어서 맑아지기 시작하면 재강에 밥풀을 조금 띄워 마신다.

② 현대적 방식의 부의주 제조법

밥알이 떠 있는 동동주는 그 자체만으로도 먹음직스럽고, 토속적이라 인기 있는 탁주로 자리 잡았다. 전통방식의 제조법으로 제품화할 경우 알코올 도수, 산도 등 탁주 규격에 만족하는 제품을 제조하기가 쉽지 않다. 그래서 최근 동동주는 제품화에 적합하도록 개선된 방법으로 제조하고 있다.

• 제조법 1

- 1 쌀 3 kg을 세척, 침지, 물 빼기 한 후 고두밥을 만든다.
- 2 밀술탱크에 물 4.2 L, 누룩 1 kg, 효모 15 g, 젖산 36 mL를 넣고 pH를 3.0~3.2로 조절한다.
- 3 식힌 고두밥을 넣고 5~7일 발효시켜 밀술을 만든다.
- 4 쌀 27 kg을 세척, 침지, 물 빼기 한 후 고두밥을 만든다.
- 5 발효조에 물 40.8 L와 밀술을 붓고 누룩 4 kg과 식힌 고두밥을 넣은 뒤 1단 담금하여 3~6일 발효시킨다.
- 6 1단 담금 발효가 끝나면 찹쌀 60 kg으로 고두밥을 짓고, 누룩 4 kg, 물 105 L와 함께 2단 담금한다.
- 7 5~7일 발효시킨 후 탁주제성기로 제성한다.
- 8 제성주를 다시 발효조에 옮긴 후 물 217.3 L를 첨가한다. 이때 목표 알코올 도수는 7.5%이다.
- 9 다시 쌀 10 kg으로 고두밥을 지어 제성주가 담긴 발효조에 넣은 다음 2일간 후발효시킨다. 이때 술덧을 저으면 밥알이 깨져 원하는 동동주를 얻을 수 없다.
- 10 2일 후 밥알이 깨지지 않도록 조심스럽게 밥알을 띄운 다음 병입한다. 제품의 알코올 도수는 8%가 된다.

• 제조법 2

- 1 밀술탱크에 물 2.8 L, 효모 10 g, 젖산 8 mL, 입국 2 kg을 넣고 pH를 3.0~3.2로 조절한 다음 4~5일 발효시켜 밀술을 만든다.
- 2 발효조에 물 32.7 L와 밀술을 붓고 입국 23 kg을 넣은 뒤 1단 담금하여 3~5일 발효시킨다.
- 3 1단 담금 발효가 끝나면 찹쌀 65 kg으로 고두밥을 짓고, 누룩 4 kg, 물 114.5 L와

함께 2단 담금한다.

- 4 5~7일 발효시킨 후 탁주제성기로 제성한다.
- 5 제성주를 다시 발효조에 옮긴 후 물 217.7 L를 첨가한다. 이때 목표 알코올 도수는 7.5%이다.
- 6 쌀 10 kg으로 고두밥을 지어 제성주가 담긴 발효조에 넣은 다음 2일간 후발효시킨다. 이때 술덧을 저으면 밥알이 깨져 원하는 동동주를 얻을 수 없다.
- 7 2일 후 밥알이 깨지지 않도록 조심스럽게 밥알을 띄운 다음 병입한다. 제품의 알코올 도수는 8%가 된다.

(4) 생쌀발효 탁주 제조법

개량누룩은 곡류나 밀기울에 곰팡이를 번식시킨 것으로 전통누룩과 같은 형태이다. 전통누룩은 자연에 존재하는 다양한 곰팡이와 야생효모, 잡균 등이 다량 증식해 있어 술을 빚으면 향과 맛이 복잡하고 풍부하나 품질이 균일하지 않고, 술덧이 유해균에 오염될 확률이 높다. 이에 전통누룩의 단점을 보완하여 순수한 우량 곰팡이(*Rhizopus* sp. *Aspergillus usami*, *Aspergillus oryzae*)를 선별해 단용 또는 혼용하여 밀기울에 번식시켜 압출성형한 뒤 펠릿(pellet) 형태로 제조한 개량누룩이 개발되었다. 우수한 균만 선택 배양한 개량누룩은 재현성 있고 품질을 제어하는 장점이 있다.

좀 더 나아가 전통주 중 백하주(白霞酒), 삼해주(三亥酒)같이 범벅 형태의 술이 생전분을 발효한다는 것에 착안해 누룩에서 선별한 리조푸스속을 이용한 무증자용 개량누룩을 개발했다. 무증자용 개량누룩을 사용하면 쌀의 증자·냉각 과정이 생략되어 노동력과 동력비용을 현격히 줄일 수 있다. 개량누룩은 누룩에 비해서 내산성 당화력이 강하기 때문에 젖산을 사용하는 밀술이나 1단 담금에 입국을 사용한 술덧과 같이 산도가 높은 환경에서도 효소작용이 원활한 발효제이다.

이러한 장점으로 최근 양조장에서 생쌀발효법에 따라 탁주를 제조하는 곳이 증가하고 있다. 2~3회 나누어 담금하는데 이는 원료를 증가시켜 담금하는 것으로 사실상 소량으로 담금해 효모를 확대·배양하는 밀술 개념은 약화된다. 즉 1단, 2단, 3단 담금으로 보아도 무방하다.

표 3-20 생쌀발효 탁주의 술덧 배합비율표

구분		원료사용량	발효기간 등
밑술	쌀	20 kg	3~5일 25~28℃
	물	36 L	
	누룩(1,200 SP)	0.5 kg	
	효모	200 g	
	젖산	300 mL	
1단 담금	쌀	40 kg	2~4일 25~28℃
	물	62 L	
	누룩(1,200 SP)	0.9 kg	
2단 담금	쌀	40 kg	3~5일 25~28℃
	누룩(1,200 SP)	0.9 kg	
	물	52 L	
급수비율		150%	—
누룩 사용비율		2.3%	당화력 1,200 SP
숙성술덧 알코올 도수		15%	—
숙성술덧량		250 L	—
술지게미 수량 및 비율		4 L	—
후수수량 및 비율		369 L	—
최종 제성주 양		615 L	—
대원료 제성비율		615%	—

• 제조법

- 1 쌀 20 kg을 5~7회 세척한 다음 침지 3시간, 물 빼기 1시간을 실시한다.
- 2 침지한 쌀을 분쇄기로 분쇄해 가루로 만든다.
- 3 발효조에 물 36 L, 무증자용 개량누룩 0.5 kg, 젖산 300 mL, 효모 200 g과 분쇄한 쌀가루를 첨가해 밑술 담금한다. 발효기간은 3~5일이 적당하며 매일 1~2회 교반한다.
- 4 쌀 40 kg을 동일한 방법으로 가루낸 후 발효조에 물 62 L, 무증자용 개량누룩 0.9 kg과 함께 1단 담금한다. 발효기간은 3~5일이 적당하고 매일 교반한다.
- 5 1단 담금이 끝나면 쌀 40 kg을 동일한 방법으로 가루낸 후 발효조에 물 52 L, 무증자용 개량누룩 0.9 kg과 함께 2단 담금한다.
- 6 5~7일 발효시킨 후 탁주제성기로 제성한다.
- 7 원주를 다시 발효조에 옮긴 후 물 369 L를 첨가하여 알코올 도수 6%로 제성한다.
- 8 아스파탐 80~140 g을 녹여서 첨가해 제성을 완료한 후 병입한다.

무게, 부피 측정 단위

양조에서 무게와 부피를 측정할 수 있어야 과학적이고 재현성 있는 제조가 가능하다. 양조에 필요한 측정 단위는 크게 부피 단위와 무게 단위로 나눌 수 있다. 부피는 보통 액체의 양을 측정하는 단위로 물이나 액체시약, 술의 양 등을 측정할 때 사용된다. 양조원료인 쌀, 소맥분, 설탕, 물엿, 아스파탐 등은 부피로 측정하기보다는 무게 단위로 사용한다. 자주 쓰이는 단위를 소개하면 다음과 같다.

부피 단위

1 L(리터) = 1,000 mL(밀리리터) = 1,000 cc = 1,000,000 μ L(마이크로리터)

1되 = 10홉 = 1.8 L = 1,800 mL = 0.1말

미국 : 1gallon(갤런) = 4quart(쿼트) = 8pint(핀트) = 16컵(cup) = 3.785 L

※ 영국: 1gallon = 4quart = 8pint = 4.546 L = 4,546 mL

1컵(cup) = 16Tablespoons(Tsp, 테이블스푼) = 0.237 L = 237 mL

1tsp(teaspoons) = 5 cc = 5 mL

1Tsp(Tablespoons) = 3tsp(teaspoons)

무게 측정

1 kg = 1,000 g = 1,000,000 mg = 0.001톤

1관 = 3.75 kg = 3,750 g = 1,000돈

1근 = 600g, 1톤 = 1,000 kg

1pound(lb나 #으로 표시) = 1 lb = 16 oz(온즈, 단수는 ounce) = 0.4536 kg

1ounce = 28.4 g = 1/16 lb

부피와 무게의 환산

물 1 L = 1 kg

쌀 1되 = 1.8 L $\approx$ 1.6 kg

100% 순수알코올 1 L = 0.754 kg = 754 g

설탕 1 kg $\approx$ 1.15 L $\approx$ 5cup

효모 10 g $\approx$ 14 cc $\approx$ 14 mL $\approx$ 티스푼 약 3스푼

※ 부피와 무게의 환산은 실측치로 제품 상태에 따라 다소 차이가 날 수 있음

(5) 이화주 제조법

이화주는 ‘배꽃 필 무렵 담그는 술’이라 하여 붙여진 이름이다. 빛깔이 눈과 같고 향기가 뛰어나 백설향(白雪香)이라고도 하며 농도가 가장 진한 막걸리이다. 옛 문헌에 따르면 고려시대부터 양반들이 즐겨 마신 유서 깊은 술이다. 이화주는 『산가요록』, 『수운잡방』, 『음식디미방』, 『증보산림경제』, 『주찬』, 『임원십육지』, 『조선무쌍신식요리제법』 등 옛날 조리서에 술 빚는 법이 가장 많이 소개되어 있는 탁주이다(그림 3-56).

밀누룩을 사용하는 대부분의 토속주와 달리 이화주는 이화곡이라는 쌀누룩을 사용

한다. 쌀을 백설기나 구멍떡 형태로 원료 처리하고 물을 매우 적게 사용한다. 완성된 술은 빗갈이 희고 요구르트처럼 걸쭉하여 숟가락으로 떠먹기도 하고, 여름철에는 찬물에 타서 시원하게 마시면 갈증까지 씻어준다. 조상의 풍류가 배어 있는 이화주는 특유의 깊고 풍부한 과일향에 맛이 달고 상큼한 신맛이 어우러진 최고급 탁주이다(그림 3-57).



그림 3-56 이화주



그림 3-57 이화곡

• 이화곡 제조법

- 1 멥쌀을 5~7회 깨끗이 씻어서 2시간 물에 불린 후 바구니에 건져 30분 정도 물기를 뺀다.
- 2 물기를 뺀 쌀을 분쇄기로 곱게 갈아 가루로 만든다.
- 3 쌀가루에 소량의 물을 뿌려서 질지 않을 정도로 반죽한다.
- 4 반죽을 단단히 뭉쳐서 오리알 크기로 만든다.
- 5 웅기나 종이박스 등에 솔잎이나 말린 쭉, 벚짚을 깔고 쌀누룩을 얹힌 다음 다시 벚짚 등으로 덮고 뚜껑을 닫는다.
- 6 따뜻한 곳에 놓고 가끔 뒤집어 두면서 21일간 띄운다.
- 7 표면이 누렇게 뜨고 솜털 같은 포자가 생기면 햇볕에 바짝 말려 껍질을 한 겹 벗겨내 이화곡을 완성한다.

• 이화주 제조법

- 1 이화곡 10 kg을 절구에 넣고 곱게 뺨는다.
- 2 뺨은 가루를 고운체로 쳐서 이화곡 가루를 만든다.
- 3 쌀 20 kg을 세척, 침지, 물 빼기 한 후 분쇄기로 곱게 갈아 가루로 만든다.
- 4 쌀가루에 소량의 물을 뿌려가며 질지 않을 정도로 반죽한다. 반죽을 조금씩 떼어내 도넛 모양으로 구멍떡을 만든다.
- 5 끓는 물에 구멍떡을 넣고 삶는다. 구멍떡은 익으면 동동 떠오른다.
- 6 떠오른 구멍떡만 건져내 자배기에 놓고 으깬 뒤 비닐이나 깨끗한 천으로 덮어두고

20~30℃로 식을 때까지 기다린다.

7 곱게 간 이화곡을 반죽에 골고루 섞는다.

8 쌀반죽과 이화곡이 잘 섞이도록 충분히 주무르고 치대어 익반죽을 만든다. 반죽이 말라서 섞기 힘들면 구멍떡 삶았던 물을 식혀서 뿌리면서 섞는다.

9 혼합한 반죽을 살균한 항아리에 옮겨 담는다. 깨끗한 천으로 덮고 고무줄로 동여매 15~25℃의 실내에 둔다.

10 10~15일 발효시키면 이화주가 완성된다. 냉장보관했다가 조금씩 떼내어 숟가락으로 떠먹거나 냉수를 타서 시원하게 마신다.

고문헌 속 이화주

『산가요록』

- 2월 상순에 멍쌀 다섯 말을 물에 담가둔다. 이튿날 곱게 가루를 내어 체로 친 다음 적당히 물을 섞어 멍쳐질 정도로 반죽해 오리알 크기로 빚는다.
- 그것을 알 모양대로 속으로 싸고, 풀길을 그대로 맞추어 싣다. 빈 섬에 담아 온돌방에 놓아두고 빈 섬으로 덮는다.
- 7일이 지나면 뒤집어두고, 또 7일 후 뒤집어두고 다시 7일 후 꺼낸다.
- 거친 껍질을 벗기고, 한 덩어리를 서너 조각으로 깨서 마른 상자에 담고 홀보자기로 덮는다. 날씨가 맑은 날이면 매일같이 벌에 말린다.
- 배꽃이 막 피려고 할 무렵, (이화곡을) 가루를 내어 체로 곱게 치고 고운 흰 모시로 다시 친다.
- 멍쌀 10말을 가루 내어 체에 쳐서 구멍떡을 만들어 끓는 물에 삶아낸다. 잠시 두었다가 큰 그릇에 담아 뚜껑을 덮어 밖에 내어두면 쉽게 마른다.
- 쌀 한 말 기준으로 누룩가루 다섯 되 비율로 섞어 손으로 두세 번 문지르며 뒤섞는다. 그것을 아주 조금씩 떼어 술독 바닥에 넣는다.
- 만일 말라서 섞기 힘들면 먼저 만든 구멍떡 삶은 물을 식혀서 뿌리면서 섞는다.
- 떡을 충분히 식혀서 항아리 안쪽 가장자리에 나란히 붙여 놓고 가운데는 비운다.
- 3~4일 후 열어보아 온기가 차 있으면 바로 밖으로 꺼내어 식힌 후 다시 서늘한 곳에 두었다가 5월 15일쯤 열어 쓰면 그 맛이 매우 달고 향기롭다.

『조선무쌍신식요리제법』

- 정월 첫 해일(亥日)이나 상순(上旬) 삼일 전에 흰쌀을 백 번 씻어 물에 담갔다 곱게 가루 내어 물 치지 말고 반죽하여 계란만큼씩 덩어리로 만든다.
- 독 안에 술임을 격지격지 놓고 층층으로 퍼서 모두 놓고 난 다음 덩지 않은 방 안에 둔다.
- 이레 만에 꺼내어 사자리나 형검 조각에 펴놓고 반나절쯤 벌에 말려서 다시 술임을 격지로 놓는다.
- 이렇게 두어 번 한 다음 내어서 바싹 마르거든 종이 주머니에 넣어두면 배꽃이 진 다음이나 여름에 술을 빚을 수 있게 된다.
- 멍쌀을 백 번 씻어 앞과 같이 가루를 내어 구멍떡을 만들어 찌서 식거든 만들어두었던 누룩가루로 고루

주물러서 독에 넣는다. 15일 만에 한 번씩 뒤집어, 봄에는 한 7일, 여름에는 3~7일이면 쓸 수 있다. 익을 때 독을 물에 담글 것이다.

- 술을 달게 하려면 쌀 한 말에 누룩 일곱 되를 넣고, 맑고 싹싹하게 하려면 누룩을 서너 되 넣고 떡 삶은 물을 식혀서 함께 넣을 일이다. 혹은 멥쌀을 찌서 보통 하는 법처럼 빻기도 하고 혹은 찹쌀로 빻기도 하나 처음부터 마지막까지 물기는 절대 피해야 한다. 누룩을 반죽할 때에 너무 마르면 단단하지 못하고 너무 축축하면 가운데가 썩어서 푸른곰팡이가 슬게 된다. 배꽃을 넣지 않고 이화주라 하는 것도 이상하고 봄보다 여름에 더 빻는 것이 모호하나 예법대로 쓰는 것이다.

『음식디미방』

- 이화주 누룩법: 멥쌀 3말을 깨끗이 씻어 물에 하룻밤 두고 다시 씻은 뒤 곱게 가루를 내어 주먹만 한 크기로 만들어 짚으로 싸서 빈 섬에 담아 더운 방구들에 두고 자주 뒤적여 누렇게 뜨면 좋다. 쓸 때에는 껍질을 벗기고 가루를 내어서 쓴다. 물을 처음에 너무 많이 넣으면 썩어서 좋지 않다.
- 이화주 1말 빻기: 멥쌀 1말을 깨끗이 씻어 곱게 가루를 내어 구멍떡을 만들어 익도록 삶는다. 차게 식으면 잘게 뜯어서 이화국 가루 3되를 잘 섞는다. 두 손으로 많이 두드려서 넣어두면 3~4일 뒤 쓸 수 있다.

4. 약주의 제조

1) 약주의 유래

미작 문화권인 우리나라의 술은 대부분 쌀로 제조하였다. 쌀과 누룩으로 발효시킨 술(혹은 밀술)을 맑게 여과한 것을 약주라 하고 술미를 증류한 것을 소주, 발효가 끝난 술미에서 맑은 술을 떠내지 않고 그대로 거른 것을 탁주라고 하였다.

약주는 발효술덧의 숙성이 끝날 때쯤 통같이 둥글고 깊게 만든 ‘용수’를 발효용기에 박아 맑은 액체만 떠낸 것이다. 약주는 원래 중국에서는 약으로 쓰이는 술이라는 뜻이지만 우리나라에서는 약용주라는 뜻이 아니다.

조선시대 학자인 서유거(徐有渠)가 좋은 술을 빻았는데 그의 호가 약봉(藥峰)이고, 그가 약현동(藥峴洞)에 살았다고 하여 약봉이 만든 술, 약현에서 만든 술이라는 의미에서 약주라고 부르게 되었다고 한다.

갑작스러운 인구증가와 식량 기근 등으로 조선시대 내내 금주령이 시행되었는데 다만 질병을 치유하는 데 사용하는 약용주는 예외로 허용했으므로 술을 만들어 마시기 위한 편법으로 청주를 약주라 부르기 시작한 것이 이제까지 전통청주 또는 모든 술을 약

주라고 부르게 된 것이다. 「주세법」에서는 일본식 청주를 ‘약주류 중 청주’, 전통청주를 ‘약주류 중 약주’라고 분류하였다.

서양에서는 대부분 맥아(엿기름)를 사용하여 술을 빚는 반면 동양에서는 누룩을 사용하여 술을 빚는다. 따라서 동양 3국의 술은 누룩과 곡물을 사용한다는 점에서는 비슷하며, 맛도 대체로 비슷하다. 그러나 누룩은 크게 밀을 껍질째 파쇄해 메주처럼 덩어리지어 띄운 막누룩과 쌀알에 곰팡이를 띄운 쌀알흙임 누룩으로 나뉘며, 이 누룩의 종류에 따라 술의 맛과 성질이 완전히 달라진다.

껍질을 벗긴 쌀알을 찌서 흩어놓은 채 띄우면 아스페르길루스 오리제라는 곰팡이가 잘 자라며, 밀을 타개 단단하게 디딘 막누룩에는 리조푸스라는 곰팡이가 잘 자란다. 따라서 아스페르길루스 오리제 곰팡이를 사용한 일본식 청주는 독특한 맛을 내며 데워서 먹어야 더 맛이 좋다. 그러나 오늘날 청주는 차게 해서 마시는 냉청주가 일반화되었다. 막누룩에는 리조푸스, 젯산균, 효모 등 다양한 미생물이 번식하여 복잡 미묘한 맛이 나며 차게 해서 마실 때 제맛이 난다. 쌀알만으로 만든 일본식 청주는 맛이 단순하고 경쾌한 반면, 단백질, 지질은 물론 여러 가지 무기질을 포함한 껍질을 그대로 사용해 다양한 미생물이 자란 막누룩으로 만든 전통약주는 맛이 매우 복잡하고 오묘하며 다양한 수백 가지 전통약주가 탄생할 수 있었다.

다른 고대문화의 이동 경로에서처럼 일본식 술도 백제의 주조기술이 전해지기 전까지는 미인주에 머물러 있었다. 백제의 수수보리가 일본에 주조기술을 전하였는데 이때 누룩은 남방계통의 흙임누룩이었다. 결국 신라계의 막누룩과 백제계의 흙임누룩이 함께 일본에 전해졌으나 고온다습하고 쌀이 흔한 일본에서 막누룩은 사라지고 흙임누룩이 일본술의 근간이 되었다.

중국청주도 우리나라와 같이 막누룩을 사용하는 점에서는 전통약주와 거의 유사하다. 따라서 전통청주는 일본청주보다 중국식 청주와 좀 더 가깝다고 할 수 있다. 다만 추운 북방은 물론이고 남방에서도 기름진 음식과 함께 마시기에 좋은 증류주가 발달해 상대적으로 청주는 그리 발달하지 못한 것 같다. 중국식 청주는 황주이며, 황주 중 오랫동안 숙성시킨 것은 노주(老酒)라고 해서 누룩냄새가 많이 나고 오래 묵혀 진한 맛이 나는 것이 특징이다. 이에 비하여 우리 전통청주는 누룩에서 자생하는 젯산균에 의한 젯산발효를 유도해 산미와 감미가 강하다.

2) 약주의 원료

『임원십육지』, 『산림경제』, 『음식디미방』 등 음식과 관련된 고문헌에 수록된 전통주의 원료를 살펴보면, 찹쌀, 멥쌀, 기장, 밀, 보리, 수수, 메밀, 녹두, 차조, 찰피, 찰벼, 왕겨, 옥수수, 고구마, 대두, 귀리, 감자, 팥 등이 전통주의 원료로 사용되었음을 알 수 있다. 또 각종 과실과 생약, 채소 등이 부재료로 기록되어 있다(표 3-21). 그러나 현대에 와서는 멥쌀과 찹쌀을 많이 사용하며, 식물약재는 「식품공전」에 등재되어 식용이 가능한 것으로 한정되어 있다(표 3-22).

표 3-21 전통주 제조에 사용된 원료

구 분	품 명
곡류(18)	찹쌀, 멥쌀, 기장, 밀, 보리, 수수, 메밀, 녹두, 차조, 팥, 찰피, 찰벼, 옥수수, 대두, 귀리, 고구마, 감자, 왕겨(싷밥)
과실(14)	상수리열매, 뽕나무열매, 포도, 과라, 광양열매, 굴, 배, 참외, 앵실, 안석류, 복분자, 능금, 호두, 잣
발효제(2)	누룩, 맥아(엿기름)
채소(4)	진면, 고추, 풋고추즙, 파
생약(110)	녹용, 고라니뺨, 호골, 백화, 두견, 족초, 천초, 계심, 자금피, 육계, 정향, 국화, 매화, 복숭아꽃, 감국, 창포, 장미, 연화, 복사꽃, 감국화, 두견화, 송화, 생강, 감초, 백출, 인삼, 생강즙, 목향, 천문동, 지황, 방풍, 천궁, 우슬, 반하, 사인, 부자, 하수오녹말, 천오, 천남성, 창포뿌리, 창출, 찰참, 지초(자초), 적출, 우방근, 오두, 양강, 숙지황, 황정, 생지황, 생강가루, 백부근, 맥문동, 대황, 길경, 단삼, 당귀, 백지, 사근, 침향, 유향, 송지, 몰약, 구기자, 대추, 측사, 유자, 사상, 측사인, 천선자, 오미자, 행인, 솔방울, 소자(차조기씨), 백자, 진피, 동아, 대마자, 통초자, 솔잎, 닥나무잎, 송순, 연잎, 쑥잎, 해조, 계피, 오가피, 곽향, 단향, 청호, 인동, 송절, 백단, 박나무껍질, 천금목피, 죽령, 인진호, 남동, 소나무, 용안용, 관계, 청마자, 척근, 오가근경, 생견강, 백약, 도인, 구기근, 향령, 백복령(군사)

표 3-22 식품공전에 등재된 식물약재

이용 부위	원재료명
줄기(78)	뽕나무, 계피, 장미, 로즈마리, 질레꽃, 차나무, 참나리, 고구마, 생강, 죽대, 층층둥굴레, 캐러웨이, 올방개, 생열귀, 헛개나무, 다래나무, 호프, 여주, 호손, 한련, 각시, 둥굴레, 갯대, 개미나리, 꿀풀, 달래, 레몬그라스, 마디풀, 마조람, 물미모사, 미나리, 브로콜리, 쇠비름, 시금치, 아그리모니, 애기수영, 코구, 토란, 통통마디소나무, 아티초크, 메밀, 근대, 민들레갯, 바질, 줄, 회향, 감자, 개사철쭉, 고추냉이, 곤약, 기름골, 누리장나무, 다냉이, 단수수, 돼지감자, 두릅, 마타리, 말오줌때, 머느리배꼽, 민박쥐나물, 사탕수수, 썸바귀, 아스파라거스, 잔대, 양파, 케이퍼, 대나무, 대잎, 둥굴레, 마초, 모시풀, 여귀, 제비꽃, 좁쌀풀, 진득찰, 참죽나무, 향유, 서양민들레

(계속)

이용 부위	원재료명
뿌리(52)	마시멜로, 감초, 고량강, 덕덕, 도라지, 띠, 마, 사탕무, 삼칠, 숙근초, 야마유리, 암, 우영, 유카, 지치, 천마, 초석, 카사바, 큰조롱, 하수오, 황금, 황기, 찔레꽃, 차나무, 참나리, 당근, 마늘, 미국삼, 고무마, 생강, 죽대, 증충동굴레, 올방개, 오크라, 뽕나무, 구기자나무, 인삼, 갈대, 고비, 냉이, 숙단, 수영, 신선초, 참당귀, 치커리, 무, 순무, 셀러리, 근대, 민들레, 잔대, 서양민들레
씨앗(69)	보리지, 강낭콩, 귀리, 그레인오브 파라다이스, 그린콩, 기장, 녹두, 니거, 달단메밀, 달맞이꽃, 대두, 동부, 들깨, 땅콩, 렌즈콩, 목화, 밀, 밤나무, 비둘기콩, 수수, 스위트아몬드 쌀, 아마(Flax), 완두, 옥두구, 울무, 이집트콩, 참두, 제비콩, 조, 참깨, 커피나무, 퀴노아, 파피씨드, 팔, 호밀, 아마란스, 잣나무, 피, 해바라기, 홍화, 캐러웨이, 올방개, 과라나, 동아, 서양호박, 소두구, 수박, 아니스, 참외, 키위, 파파야, 팔각회향, 갈매보리수나무, 큰노랑꽃자리풀, 포도, 오크라, 무, 순무, 겨자, 밀크씨슬, 셀러리, 메밀, 갓, 바질, 줄, 회향, 물냉이, 양파
열매(132)	시트론, 장미, 가시여지, 가시연꽃, 가지, 감귤(a mandarin(orange)), 개암나무, 검은뽕나무, 고추, 구스베리, 굴, 금앵자, 까마귀쪽나무, 까무까무, 깔라몬딘, 오렌지, 나무토마토, 남방개, 노니, 당굴나무, 덩굴월굴, 도두, 두리안, 들쪽나무, 딸기, 람부탄, 랑샹, 레드 커런트, 로코토, 루로, 마름, 마카다미아, 망고, 망고스틴, 멜론, 모과나무, 무화과, 바라밀, 배나무, 뽕딸기, 벌사상자, 베르가못, 오렌지, 베리골드, 복분자딸기, 붉은뽕나무, 비자나무, 빅나이, 뽕나무, 사과, 산돌배나무(Chinese pear, Sand pear), 산사나무, 산수유, 상수리나무, 서양자초, 선인장, 수세미오이, 아단, 아로니아, 아보카도, 아세로라, 앵두, 양벚나무, 오미자, 월과, 월굴나무, 이스라엘, 일본호손, 자두(plum), 저단선, 주목, 참나무, 카사바나무, 카카두플럼, 카카오, 캐슈, 캘리포니아, 블랙베리, 코코넛, 타마린드, 토마토, 파라다이스넛, 파인애플, 팜, 피망, 피칸, 필리핀, 레몬, 필리핀, 오렌지, 호두나무, 호리병박, 후추, 흑호두나무, 바나나, 엘더, 과라나, 동아, 서양호박, 소두구, 수박, 아니스, 참외, 키위, 파파야, 팔각회향, 갈매보리수나무, 큰노랑꽃자리풀, 포도, 오크라, 감나무, 결명자, 고수, 고욤나무, 나무딸기, 나한과, 대추, 바나바, 벨벳빈, 보리, 블랙베리, 빌베리, 시계꽃, 양까막까치밥나무, 오갈피나무, 오이, 뽕나무, 구기자나무, 인삼, 생열귀, 헛개나무, 다래나무, 호프, 여주, 호손, 올리브나무, 케이퍼
버섯자실체(44)	갯버섯, 개암버섯, 검은서양송로, 구름버섯, 그물버섯, 겹겹이그물버섯, 꽃송이버섯, 피꼬리버섯, 나도팽나무버섯, 노루궁뎅이버섯, 느타리버섯, 느티만가닥버섯, 능이버섯, 다색벚꽃버섯, 달걀버섯, 땅찌만가닥버섯, 망태버섯, 먹물버섯, 목이버섯, 보라버섯, 비단그물버섯, 뽕나무버섯, 뽕나무팔버섯, 석이버섯, 송이버섯, 수원그물버섯, 신령버섯, 싸리버섯, 아귀버섯, 양송이버섯, 영지버섯, 옐로우볼레투스, 왕그물버섯, 은빛쓴맛그물버섯, 임새버섯, 저령, 전복느타리버섯, 큰전나무버섯, 키다리곰보버섯, 팽이버섯, 표고버섯, 풀버섯, 흰목이버섯, 흰서양송로
잎(183)	계피, 비솔나무, 참느릅나무, 당아욱, 라벤더, 유럽피나무, 정향, 캐모마일, 팔랑개비국화, 피나무, 히비스커스, 히습, 보리지, 로즈마리, 찔레꽃, 차나무, 참나리, 당근, 마늘, 미국삼, 아마란스, 잣나무, 피, 해바라기, 홍화, 캐러웨이, 갈매보리수나무, 큰노랑꽃자리풀, 포도, 오크라, 감나무, 결명자, 고수, 고욤나무, 나무딸기, 나한과, 대추, 바나바, 벨벳빈, 보리, 블랙베리, 빌베리, 시계꽃, 양까막까치밥나무, 오갈피나무, 오이, 뽕나무, 구기자나무, 인삼, 생열귀, 헛개나무, 여주, 호손, 갈퀴나물, 갈퀴덩굴, 개박쥐나물, 고사리, 곤달비, 골파, 곰취, 나래박쥐나물, 나문재, 넓은잎쥐오줌풀, 노박덩굴, 돌외잎, 두충나무, 레몬밤, 레몬베나, 레이디스맨틀, 루이보스타메, 머위, 물로키아, 방가지풀, 방아풀, 배추, 번행초, 별꽃병꽃풀, 병풍쌔, 부추, 브루셀스프라우트, 사사파릴라, 상추, 생강나무, 서양박하, 섬쑥부쟁이, 세이지, 쇠뜨기, 수국, 수리취, 스테비아, 쑥갓, 아욱, 애기우산나물, 애플민트, 야생, 약쑥, 양배추, 양상추, 양하, 여러병풍, 얼룩조릿대, 오레가노, 우산나물, 원추리, 월계수, 오이리, 옻나무, 이질풀, 인디안, 사사파릴라, 집신나물, 참나래박쥐, 참빗살나무, 참취, 천차, 청경채, 청전류, 카피르, 라임, 케일, 타임, 파, 파슬리, 팔각향, 허니부쉬, 화살나무, 회령, 멜린조, 쓴박하, 한련, 갈대, 고비, 냉이, 숙단, 수영, 신선초, 참당귀, 치커리, 무, 순무, 겨자, 밀크씨슬, 셀러리, 올리브나무, 각시동굴레, 갓대, 개미나리, 꿀풀, 달래, 레몬그라스, 마디풀, 마조람, 물미모사, 미나리, 브로콜리, 쇠비름, 시금치, 아그리모니, 애기수영, 코쿠, 토란, 통통마디, 소나무, 아티초크, 메밀, 근대, 민들레, 갓, 바질, 줄, 회향, 물냉이, 대나무, 대잎동굴레, 망초, 모시풀, 여뀌, 제비꽃, 좁쌀풀, 진득찰, 참죽나무, 향유, 서양민들레

(계속)

이용 부위	원재료명
껍질(6)	왕느릅나무, 타히보, 시트론, 비술나무, 참느릅나무, 소나무
꽃(32)	꽃양배추, 마리골드, 메도우스위트, 목서, 물망초, 아라비안자스민, 자스민, 진달래, 마시멜로, 장미, 당아욱, 라벤더, 유럽피나무, 정향, 캐모마일, 팔랑개비국화, 피나무, 히비스커스, 히솜, 보리지, 로즈마리, 찔레꽃, 차나무, 참나리, 바나나, 엘더, 오크라, 멜린조, 썬박하, 한련, 아티초크, 메밀
기타(48)	갈래곰보, 갈파래, 개암(hazelnut), 검정콩(Black Beans), 고로쇠나무, 곰피, 김, 꼬시래기, 다시마, 당귀(當歸, Angelicae Gigantis Radix), 도토리(Acorn), 돌가사리, 돌나물, 둥근돌김, 뽕부기, 리마콩, 매생이, 모자반, 몰약, 미역, 박하, 백리향, 버찌(cherry), 불등가사리, 브라질넛, 사철쑥, 사프란, 석목, 쑥, 엉겅퀴, 엔디브(endive), 용안, 우뚝가사리, 유채, 적로메인 상추(Romaine), 진두발, 클레리, 클로렐라, 톳, 트리티케일(triticale), 파래, 자작나무, 블랙더랙, 아이리쉬, 모스, 국화, 차풀, 형개

3) 약주의 분류

(1) 전통약주의 분류

근대화 이전의 전통술은 대부분 상업적으로 판매하기 위한 제품이라기보다 가양주 형태였으므로 현대적인 의미의 브랜드(상표)가 형성되지 않았다. 또 같은 이름의 전통술이라 하더라도 제조방법은 지역에 따라 판이한 경우가 허다하고, 다른 이름으로 불리는 것이라도 제조방법이 유사한 경우도 많았다. 따라서 전통약주의 종류를 『임원십육지』의 분류법에 따라 다음과 같은 규칙을 가지고 분류해볼 수 있다.

① 전통약주의 특성에 따른 분류

『임원십육지』의 분류법에 따라 특성별로 분류하는 방법이다. 이때 구분의 요체가 되는 것은 제조방법과 주질의 특성이다.

가. 청주 또는 지주

대중적 약주로 세 번 미만 덧술하였거나 숙성기간이 길지 않은 약주류이다. 일반약주, 백하주, 향온주, 부의주, 소곡주, 녹과주, 벽향주, 청명주, 석탄주, 동정춘 등이 있다.

나. 춘주(春酒)

세 번 이상 덧술하였거나 적절한 냉장 저장기간을 거친 고급 약주로 일반적으로 저장기간은 100일을 넘지 않는다. 호산춘, 삼해주, 백일주, 약산춘, 사마주, 범주 등이 있다.

다. 홍주

홍곡을 사용한 술로 누룩이 특이하다. 천대홍주가 있다.

라. 이양주

특이한 방법으로 담근 술을 총칭하는 것으로 수냉식 저온발효법으로 담근 청서주, 생대나무 속에서 발효시킨 죽통주, 생소나무 속에서 발효시킨 와송주 등이 있다.

마. 가향주

꽃잎이나 방향성 식물을 사용하여 만든 술로, 민자약주를 만드는 방법과 유사하나 향미를 내는 재료를 사용하는 것이 다르다. 도화주(복숭아꽃), 송화주(송화), 송순주(송순), 하엽청(연잎), 두견주(진달래) 등이 있다.

② 전통약주의 용도에 따른 분류

전통주를 사용하는 용도에 따라 분류한 것이다. 행사나 기념으로 한정적으로 제조되는 것을 기념주 범주에 포함시키기도 한다.

가. 상용주

연중 늘 음용하는 술로, 대부분의 약주가 포함된다.

나. 약미주

약효를 도모하고 약재의 효능과 맛, 향이 주질 특성의 중요한 차별점인 술이다.

다. 기능주

목욕술, 맛술 등 특이한 목적에 이용되는 술이다.

라. 세시주

세시풍속에 따라 담그는 술로, 대보름의 귀밝이술이나 청명주, 단오의 창포주 등이 있다.

③ 원방 또는 확립되어 있는 주조법에 따른 분류

범주방, 내국향온주방, 소곡주방 등과 같이 전통제조법 중 특징 있는 방법이나 널리 확립되어 있는 주조법을 밝히는 분류법이다.

(2) 주세법의 분류

현재 우리나라의 주류는 「주세법」 제4조에 따라 종류를 나누고 있다. 약주의 경우 제4조제2항나목에 해당하며 세부내용은 다음과 같다.

① 녹말이 포함된 재료(발아시킨 곡류는 제외한다)와 국 및 물을 원료로 하여 발효시

킨 술덧을 여과하여 제성한 것

② ①에 따른 주류의 원료에 당분을 첨가하여 발효시킨 술덧을 여과하여 제성한 것

③ ① 또는 ②에 따른 주류의 원료에 과실·채소류를 첨가하여 발효시킨 술덧을 여과하여 제성한 것

④ ①부터 ③까지의 규정에 따른 주류의 발효·제성과정에 대통령령으로 정하는 재료를 첨가한 것

⑤ ①부터 ④까지의 규정에 따른 주류의 발효·제성과정에 대통령령으로 정하는 주류를 혼합하여 제성한 것으로서 알코올 분도수가 대통령령으로 정하는 도수 범위 내인 것

대통령령이 정하는 재료

아스파탐, 스테비올배당체, 젖산, 주석산, 구연산, 아미노산류, 식물, 수크랄로스, 토마틴, 아세살팜칼륨, 에리스리톨, 자일리톨, 당분(설탕, 포도당, 과당, 엿류, 당시럽류, 올리고당류, 꿀)

4) 약주의 제조기술

(1) 제조과정

약주의 제조과정은 <그림 3-58>과 같다.

제조과정에서 곡류의 처리에서 1단 담금까지와 식물약재의 첨가를 제외한 2단 담금까지의 공정은 탁주와 동일하다.



그림 3-58 약주 제조과정

(2) 술덧 발효

전통약주는 범벅, 죽, 백설기, 구멍떡, 인절미, 물송편, 고두밥 등과 물, 누룩을 혼합하여 밀술을 제조하고 여기에 덧술 시 고두밥과 물만 첨가하여 저온(15℃ 이하)에서 장기간(3주에서 100일 정도) 발효시키는 것이 일반적인 제조방법이다. 이러한 제조방법은 무형문화재, 식품명인 등이 제조하는 민속주의 경우 그 맥을 이어오고 있다.

저온발효의 경우 효모의 스트레스가 적고 고급 알코올류 등 부산물이 적게 생성된다. 또 높은 온도가 필요한 초산균, 젖산균, 야생효모 등의 번식이 어려우며, 휘발되는 알코올 양이 적어 최종 알코올 함량이 높아지고 향기 손실이 적어 향미가 좋은 약주가 만들어진다. 그러나 발효기간이 길어 발효공간이 많이 필요하다는 단점이 있다.

현대양조에서는 고두밥, 누룩, 효모, 물을 혼합하여 1단 담금을 실시하고 여기에 다시 고두밥과 물을 첨가해 2단 담금을 실시한 다음 25~30℃에서 2주가량 발효시키는 제조방법을 사용한다. 이 방법의 경우 발효기간을 단축할 수 있는 반면, 생성된 향기 성분과 알코올이 휘발하여 감소하는 현상이 나타난다. 또 발효온도가 높아 주질이 거칠어지므로 이를 보완하기 위하여 저장·숙성이 필요하다. 효모를 직접 투입해 발효시키므로 일정한 수준의 품질을 유지할 수 있는 약주를 제조할 수 있다.

(3) 여과와 청정

발효가 끝난 술덧은 사멸한 효모의 균체로부터 아미노산 등의 질소화합물과 효소가 용출되어 이러한 성분들이 술의 품질에 잡미를 부여하기도 하고, 저장 중 착색과 혼탁도가 높아지는 것을 촉진하는 등 품질저하의 원인이 되므로 신속하게 여과해야 한다.

① 여과기

과거에는 용수를 술덧에 넣어 맑은 술을 얻어내거나 쳇다리에 체를 걸쳐 술을 걸렀다. 오늘날에는 기기를 이용한 가압여과방식과 감압여과방식으로 여과하여 맑은 술을 얻는다. 주류에서는 가압여과방식을 주로 사용한다.

여과기의 여과능력을 높이기 위해서 여과면적을 넓게 하거나 압력차를 크게 하는 두 가지 방법이 있다. 여과면적을 넓게 하는 데는 여과판의 크기와 수량을 늘리는 경우 경비가 많이 들며, 압력차를 크게 하려면 여과보조제를 사용하여 퇴적층의 압축성을 낮게 하거나, 여액이 나오는 쪽을 감압상태로 하거나, 원심력에 의한 압력 증가를 도모하는 방법 등이 있다.

대표적인 여과기는 보통은 ‘필터 프레스’라고 하는 판형가압여과기이다. 이 여과기는 여과판(filter plate), 여과포(filter cloth), 여과틀(filter frame)을 교대로 배열하여 조립한 것으로 여과틀 안에 케이크가 채워지면 배출 속도가 줄어들고 압력이 급격히 올라가므로 여과를 끝내고, 여과기를 해체하여 쌓여서 누적된 케이크를 모두 제거해야 한다. 조작이 비교적 간편하고 가격이 저렴하지만 인건비와 여과포 등 유지비가 많이 들고 세척 효율이 좋지 않으며, 장시간 사용할 경우 여과포의 공극이 넓어져 여과효율이 떨어지게 된다.

막여과법은 가장 발달된 여과형태로 병입 전에 약주에 남아 있는 이물질을 완벽하게 제거할 수 있다. 이 막은 셀룰로스 아세테이트, 셀룰로스 나이트레이트, 폴리프로필렌, 폴리카보네이트, 폴리아마이드 등 여러 가지 합성수지를 사용하여 구멍 크기를 다양하게 만들 수 있다. 이들은 부유물질을 제거하는 능력이 약하므로 병입 직전에 미리 청정을 마친 맑은 약주에 사용한다. 즉 보완적인 여과방법으로 액을 맑게 만드는 것보다는 이물질 제거의 완벽성을 기하는 데 그 의의가 있다.

밀봉된 스테인리스 스틸 하우스에 내장된 형태가 일반적이다. 이 막은 기계적 내성이나 열 내성이 좋다. 가동 압력은 3~5기압이며, 85℃ 평균온도에서도 견딜 수 있어 열



용수



첻다리



튜브형 여과기(Tubular filters)



판형가압여과기(Plate and frame filter presses)

그림 3-59 약주 제조에 사용되는 기구와 장치

수세척도 가능하다. 그러나 사전에 필터상태와 장착상태를 살펴야 한다. 구멍보다 큰 물체는 통과시키지 않는 거름작용만 하므로 이물질이 쌓여 구멍이 막히면 압력이 높아져 막(membrane)을 교체하여야 한다. 또한 장착이 불완전하여 틈이 생길 경우 이물질이 막을 거치지 않고 틈새로 통과하여 주병에 들어갈 수 있으므로 잘 살펴야 한다(그림 3-59).

② 여과의 원리와 방식

가. 여과의 원리

필터프레스(filter presses)에 의한 여과는 밀폐된 여과실 내로 원액을 압입한 뒤 여재를 통해 고체와 액체를 분리하는 공정이다. 원액의 특성상 점성이 있어 여과할 때 저항을 받아 여과속도가 느리거나 미세한 불순물이 여재(여과포 또는 여과지)의 여액배출을 막는 눈막힘 현상이 일어날 때는 여과보조제(규조토)를 혼합·여과하면 여액의 유로를 형성해 원활하게 여과할 수 있다.

나. 여과방식

여과는 일반적으로 프리코팅과 보디피딩 두 가지 방식을 주로 사용한다.

- 프리코팅 방식(pre-coating): 약주를 저장·숙성한 후 발생하는 앙금과 혼탁 물질을 제거하기 위한 정밀여과 시 주로 실시한다. 본 여과에 앞서 미리 여재(여과포)에 규조토를 3~5 mm 코팅한 뒤 여과하는 방식인데 점성이 매우 낮고 이물질이 거의 없는 원액을 여과할 때 주로 사용한다. 프리코팅의 양은 일반적으로 필터 면적 1 m²당 약 1 kg의 여과조제가 필요하나, 필터 내의 흐름이 원활치 못하거나 새로운 필터를 처음 사용하는 경우 양을 늘린다. 프리코팅 펌프의 속도는 액체의 점도에 따라 달라진다. 속도는 기본적으로 모든 여과조제가 부유해 있을 정도여야 하며, 필터에 형성된 프리코팅을 손상시킬 정도로 빨라서는 안 된다. 물의 경우 일반적인 속도는 필터 면적 m²당 1분에 40~80 L이지만, 점성이 매우 높은 액체의 경우 시간당 20 L 속도가 될 수도 있다.

프리코팅 슬러리는 육안상 2~5분이면 깨끗해지지만, 보이지 않는 여과조제까지 여과막에 완전히 코팅되도록 프리코팅을 지속해야 하며, 이 작업에는 10~15분 소요된다. 필터 내의 배기 부적절, 너무 빠른 순환으로 인한 프리코팅의 손상, 너무 느린 순환으로 인한 여과막 상부의 프리코팅 부족, 여과막의 손상이나 주름짐, 여과구멍이나 여과판 가장자리로의 누출 등으로 여과된 액체가 계속 혼탁해지는 경우가 있다.

- 보디피딩 방식(body feeding): 발효가 끝난 술덧에서 술지게미를 제거할 경우에 주로 실시한다. 원액에 점성과 이물질이 있어 프리코팅 방식만으로는 여과가 안 되는 경우에 원액과 규조토를 혼합해 여과하는 방식으로, 프리코팅을 먼저 한 뒤 보디피딩으로 여과를 실시한다. 이때 프리코팅 완료 후 피드 펌프 라인을 열고, 동시에 프리코팅 순환밸브를 닫아 필터 내에서의 급작스러운 압력 변화 없이 프리코팅에서 여과로 전환되도록 해야 한다. 보디피드 양이 너무 많을 경우에는 여과판 사이에 케이크가 적정 수준 이상으로 두껍게 형성되어 압력이 높아지고 여과면적이 줄어든다. 이때 여과판에 심각한 손상을 줄 수 있다. 보디피드의 양이 적을 경우 보디피드가 불용성 고형물질에 완전히 둘러싸여 케이크의 투과력이 떨어지는 결과를 초래한다. 보디피드의 양을 점차 증가시키면, 어느 수준까지는 여과량이 지속적으로 늘어

나지만, 최고점에 다다른 이후에는 보디피드의 양을 늘려도 투과력이 좋아지지 않기 때문에 여과량은 감소한다. 이때 규조토의 혼합 비율은 점성과 이물질 정도에 따라 달라지므로 여과실험을 통해 가장 적합한 비율을 선정한다.

③ 여과조제

액체에 포함되어 있는 불순물을 제거하기 위해 필터에 코팅하여 불순물을 걸러내는 물질로, 일반적으로 규조토가 사용된다.

- 규조토: 규조라 불리는 수중 단세포 식물의 잔해가 해저나 호수 바다에 퇴적한 집합체로 일종의 화석토이다. 주성분은 산화규소(SiO_2)이며 약간의 산화알루미늄(Al_2O_3), 기타 석회(CaO) 등으로 되어 있다. 이 암석을 분쇄하는 정도에 따라 입자 크기는 몇 μm 에서 수백 μm 까지 다양하여, 약주의 여과에서 회망하는 탁도에 따라 그 사용폭이 다양하다. 다공성 분말로 부피의 80%가 공극으로 되어 있으며, 가비중은 100~250 g/L, 1 g의 표면적은 20~25 m^2 이므로 여과 보조제로 사용하면 효과가 좋다. 흡수성이 좋아 4배의 수분을 흡수할 수 있다. 일반적으로 800~1,200℃에서 가열 처리하여 유기물을 없앤 것을 사용하며, 적색 분말은 고온 여과에, 백색 분말은 저온 여과에 사용하는데, 물리 화학작용에 안정적이다.
- 펄라이트: 화산 활동으로 발생한 용암이 급속히 냉각되어 생성된 유리질 암석으로 3~5%의 결정수를 함유하고 있다. 보통 회색 혹은 푸르스름한 색을 띠나 갈색이나 청색, 적색을 띠는 것도 있다. 펄라이트 광물에는 흑요석(obsidian), 진주암(perlite), 송지암(pitch stone) 등이 있으나 일반적인 펄라이트는 앞서 나온 암석을 정석 가공한 뒤 871℃ 이상의 온도에서 급속히 가열해 결정수를 기화시켜 만드는 팽창 펄라이트(Perlite)라는 가벼운 다공성 입자를 말한다. 결정수가 기화하면서 입자 속에 수많은 미세 기공을 형성하게 되고, 이로 인해 매우 가볍고 독특한 물성을 띤다.

백색의 분말로 크기가 다양하다. 규조토보다 공극이 더 많으며, 비중이 작고 구조가 미세해서 여과 효율이 더 좋다. 흡착력이 낮아서 고온 프리코팅에 효율적이다.

④ 청징의 원리

청징에서는 약주를 저장하거나 유통과정 중 생성되는 혼탁물질을 사전에 제거할 목

적으로 응집력이 있는 첨가제(청징제, 침강가속제)를 투입해 혼탁입자를 결합시켜 부피를 크게 만들어 가라앉혀 술을 맑게 만드는 과정이다. 이 과정에서 사용되는 첨가제는 대부분 단백질로, 부원료로 첨가한 식물약재에서 유래한 폴리페놀류와 작용하여 응집한다. 자연산물인 우유, 계란흰자, 소의 피 등을 예로부터 경험적으로 사용해왔으나, 현재에 와서는 젤라틴, 알부민, 카세인, 벤토나이트 등을 사용한다.

청징제로 사용되는 단백질은 (+)전하를 띠는 콜로이드 입자이며, 콜로이드 상태의 폴리페놀류는 (-)전하를 띠고 있다. 두 입자가 가까이 있으면 서로 끌어당겨 중합체를 형성하며 가라앉는다.

청징제를 용액으로 만들어 약주에 첨가하면 혼탁상태가 되면서 탁한 정도가 강해진다. 이 혼탁상태에서 혼탁물질이 서로 엉겨서 천천히 가라앉으면서 약주가 훨씬 맑아진다. 응집 초기에는 여전히 혼탁하지만, 시간이 지남에 따라 천천히 응집되어 전체적으로 맑아진다. 그러므로 청징은 오랜 시간이 걸리므로 자연적으로 침전이 잘 일어나지 않는 경우에 빨리 가라앉히기 위한 방법이다.

⑤ 청징제의 종류

청징제(fining agent)에는 여러 가지가 있다. 백탁의 원인물질인 단백질을 안정화시키는 데 벤토나이트나 실리카젤 등을 사용하고, 거친 맛을 주고 과잉의 갈색을 제거하는 데는 젤라틴, 부레폴, 카세인, 계란흰자 등을 사용한다. 그러므로 청징제는 한 가지만 단독으로 사용하는 것이 아니고 서로 다른 것들을 병행 사용하여 앙금과 침전 형성이 잘 되도록 하는 것이 좋다.

- 벤토나이트: 화산토의 일종으로, 알루미늄과 규소의 음이온 $[(Al_2O_3 \cdot SiO_2)(H_2O)_n]$ 으로 칼슘, 나트륨, 칼륨, 마그네슘 등 양이온과 결합해 중성을 띠고 있다. 나트륨과 결합한 벤토나이트가 가장 많고 효과적인 것으로 알려져 있다. 물에 부풀리기는 어렵지만 용액의 안정성이 높아 청징에는 효과적이다.

벤토나이트는 물을 흡수하여 10배 이상 팽창한다. 강한 음(-)전하를 띠기 때문에 양(+)전하를 띤 단백질과 결합하여 침전을 잘 형성한다. 그 밖에 여러 가지 금속과 결합하여 침전이 된다. 약주의 콜로이드상 물질과 결합력이 강하지만, 대신 색소를 고정시켜 색깔을 옅게 만든다. 따뜻한 물(50~60℃)에 풀어서(5~150 g/L) 팽윤시킨 걸쭉한 상태로 만들어 사용한다. 약주에 첨가할 때 농도는 0.2~1.5 g/L가 바람직하

며, 잘 저어서 술의 표면에 뿌리고, 서로 엉겨 덩어리가 형성되어 가라앉지 않도록 주의한다.

- 실리카젤: 규산질의 흰색 콜로이드 용액으로 산화규소(SiO_2)를 30% 함유하고 있으며, 키셀졸(Kieselzol), 베이키졸(Baykisol), 클레브졸(Klebsol)이라는 이름으로 판매하고 있다. 벤토나이트와 같이 음전하를 띠어 양전하를 띤 단백질과 결합력이 강하다. 순도가 높아서 약주의 향미에 영향을 주지 않는다.

젤라틴과 병행 사용하면 보호 콜로이드가 많아서 혼탁한 약주에 효과적이다. 이때 두 가지를 한꺼번에 넣지 말고 따로 넣어야 한다. 같이 처리할 경우 실리카젤과 젤라틴이 결합하여 침전을 형성하므로 효과가 떨어진다. 청징이 목적이면 젤라틴을 먼저 첨가하고, 폐놀 화합물을 제거하려면 실리카젤을 먼저 첨가하여 단백질을 침전시킨 후 하루 뒤 젤라틴을 넣는 것이 효과적이다. 과잉 청징이 없고, 형성된 침전물의 양이 적어서 술이 덜 손실된다.

- 젤라틴: 단백질로 콜라겐이 주성분인 뼈, 힘줄, 연골, 가죽 등을 장기간 가열하여 만들며, 아교로 가장 많이 사용된다. 젤라틴은 식품, 제약, 화장품 산업 등에 널리 사용되므로 약주의 청징에 적합한 것을 선택해야 한다. 젤라틴은 단백질이 주성분인 열용해성 젤라틴과 단백질이 없는 액체 젤라틴 등이 있으나, 약주 청징에는 열용해성 젤라틴으로 백색 분말이나 얇은 막 형태로 되어 있는 것이 좋다.

약주의 청징에 사용되는 젤라틴은 분자량 15,000~150,000, 단백질 함량 85%, 겔 형성 능력 80~100블룸(bloom, 겔 형성 능력)인 것이 적합하다. 또 색깔이 거의 없고 냄새가 없어야 한다. 젤라틴은 등전점이 약주의 pH보다 높은 4.9~5.2이기 때문에 약주에서는 양전하를 띤다. 약주에서는 부재료로 첨가한 식물 약재에서 유래된 폐놀중합체와 젤라틴이 결합하여 침전을 형성하며, 이 과정에서 일부 떫은맛이나 쓴맛, 안토시아닌 등과 같은 색소물질도 제거된다. 과잉 사용할 경우 약주의 향미나 특성에 손상을 줄 수 있으므로 주의해야 한다. 식물 약재를 사용하지 않는 순수 곡물약주의 경우에는 효과가 크지 않다.

젤라틴은 벤토나이트로 청징이 어려운 경우에 사용하면 효과가 크다. 젤라틴은 조각이나 덩어리 혹은 분말형태로 판매되므로, 사용하기 전에 따뜻한 물에 계속 저어주면서 첨가하여, 완전히 녹인 다음(식으면 고체로 변함) 약주에 투입하며, 약주와 완전히 섞이도록 교반하면서 천천히 부어주는 것이 효과적이다.

- PVPP(polyvinylpolypyrrolidone): 합성중합체로 고분자 물질이다. 제품으로 나오는 것은 백색 분말의 입자 형태로 되어 있으며, 잘 녹지 않는다. 페놀 화합물과 반응성이 강하며, 그중에서도 중합도가 낮은 페놀 화합물인 카테킨, 안토시아닌 등과 반응성이 좋다. 물에 녹지 않기 때문에 페놀분자가 PVPP 표면에 흡착되어 바로 침전된다. 약주의 갈변을 감소시키며, 예방 효과도 있다. 나쁜 냄새나 쓴맛을 감소시키며, 특히 활성탄과 같이 사용하면 약주의 색깔을 열게 하는 데 효과적이다. PVPP는 공정 중 어느 단계에서나 사용할 수 있으며, 잘 혼합할 수 있다면 탱크에 직접 투입할 수 있다. 그러나 5~10% 용액으로 만들어 사용하는 것이 좋으며 효과가 빨라 3시간 정도만으로도 침전이 가능하다.

(4) 살균

약주를 살균하면 살아 있는 미생물이 줄어들 뿐만 아니라 발효제에서 유래한 당화효소, 단백질가수분해효소 등 효소의 활성이 상실되어 저장성을 높이게 된다. 살균하여 저장하면 거친 맛이 개선되어 부드러워져 마시기 좋게 된다. 생주를 그대로 장기 저장하면 사멸된 효모가 자가분해되면서 용출되는 이취와 군내 같은 이취가 증가되어 품질의 변화를 초래한다.

술의 살균에는 고온단시간살균(high temperature short time, HTST)처리를 주로 사용한다. 높은 온도에서 짧은 시간 노출시켜 효율적으로 살균효과를 얻을 수 있으며 매우 편리하고 유지·보수 비용을 절감하는 데 유용하나 살균처리 전반에 걸쳐 정밀하고 엄격하게 관리해야 한다.

미생물의 수를 줄이는 것이 주목적인 살균법은 미생물의 포자를 완전히 파괴하거나 내열성 미생물을 완전히 제거하는 멸균법과는 온도처리 및 열처리 시간이 다르다. 지나친 가열처리는 약주의 향기성분과 알코올까지도 손실을 초래할 수 있다. 이런 문제의 해결이 가능한 저온살균법의 발견으로 주류의 장기보존이 가능하게 되었다.

저온살균법(low temperature sterilization)이란 액체를 100℃ 이하에서 가열해 세균, 곰팡이, 효모, 비내열성 부패균 등을 부분적으로 살균하는 가열살균법이다.

일본에서 나온 『다문원일기(多聞院日記)』(1569)에 따르면 저온살균법은 1117년 중국에서 술을 보존하기 위해 가열한 데서 유래하였다고 기록되어 있으나 현대판 저온살균법은 프랑스의 화학자이자 미생물학자인 루이 파스퇴르(Louis Pasteur)가 고안하였다. 그의 이름을 따서 파스퇴라이제이션(pasteurization)이라고도 한다. 첫 번째 저온살균법은 1864년 4월 20일 루이 파스퇴르와 그의 동료 클로드 베르나르(Claude Bernard)가 실시하였다. 이 살균법은 포도주와 맥주 등 주류의 산화를 방지하는 방법으로 고안되었다.

① 살균장치

술 살균에는 열 교환을 통해 가열하는 방법이 주로 이용되며, 열 교환기로는 사관식과 플레이트식이 있다. 술을 병에 주입한 후 살균하는 후살균방식을 이용하기도 한다(그림 3-60).

가. 사관식

뜨거운 물이 들어 있는 탱크에 코일 모양의 금속관을 넣고 관으로 술을 통과시켜 살균하는 방식이다. 처리용량이 적으며 설정한 살균온도를 유지하려면 열수탱크의 온도와 관에 흐르는 술의 속도를 잘 조절해야 한다.



사관식 가열살균기



플레이트식 가열살균기



후살균기

그림 3-60 약주의 다양한 살균장치

나. 플레이트식

사판식에 비해 능률이 현격하게 뛰어나 생산규모가 큰 업체에 적합하다. 판형열교환기는 금속판을 압축 성형하여 돌기부와 파상형을 여러 개 만든 전열용 플레이트를 전열 용량에 따라 여러 장 겹쳐 유로를 형성한 것으로, 고정 프레임과 이동 프레임 사이에 설치된 상하단의 가이드 바(guide bar)에 플레이트를 끼우고 지정된 거리까지 볼트로 압축하여 대용량의 전열면적을 최소용적으로 집결함으로써 열효율을 높이고 전열면적의 가감이 용이한 점이 특징이다.

플레이트의 두께는 종류에 따라 다르나 통상 0.6~1 mm의 스테인리스 스틸, 티타늄, 구리-니켈, 알루미늄-황동 등을 프레스 가공해 돌기부를 여러 개 형성한 다음 압력에 견디게 하고 전열의 효율을 높인다.

② 살균온도

대부분의 경우 끓는점을 넘어서면 어떤 형태의 식품이든 되돌릴 수 없을 정도로 물리적·화학적 특성이 변하므로 저온살균법의 온도는 일반적으로 끓는점 아래에서 시행한다. 저온살균공정은 온도와 시간에 따라 저온장시간처리(LTLT), 고온단시간처리(HTST), 최고온처리(UHT) 세 가지로 분류할 수 있다.

알코올 함량이 15.5% 술에서의 살균은, 62℃의 경우 미생물이 10분의 1로 감소하기까지 걸리는 시간은 약 10초이고, 58℃일 때는 40초 정도 소요된다. 따라서 살균온도가 영향을 크게 미친다는 것을 알 수 있다. 살균온도가 높을수록 살균효과는 높으나 비용이 많이 들고, 알코올 성분의 손실이 증대되며, 열에 의한 성분 변화로 인하여 향미가 저하되는 문제가 발생할 수 있다.

살균 효과는 미생물의 수가 많을수록 적고, 미생물이 덩어리로 존재하는 경우 살균하기 어려우므로 탱크, 여과기, 이송배관 등의 청결이 중요하다. 미생물의 사멸 속도는 온도가 높을수록 빠르다. 따라서 살균 중에 술이 배출되어 나오는 출구의 온도가 설정온도보다 낮아지지 않도록 주의해야 한다.

(5) 저장과 숙성

살균처리된 술은 저장 중에도 여러 가지 화학반응이 일어나 향미와 색택이 변한다. 살균 직후의 술에서는 살균과정에서 생성된 살균취가 난다. 이 냄새는 저장 중 1~3개

월이 지나면 사라지며, 향미의 균형이 잡히고 맛이 깊이가 있고 깨끗하게 느껴진다. 계속 저장하면 색이 진해지고 과실향 등 좋은 향이 감소되며 노향이라고 하는 과숙취가 강해진다. 그러나 미각적으로는 깊이 있는 술이 된다.

저장 중 숙성은 온도와 관계가 밀접하다. 온도가 10℃ 상승하면 화학반응은 2~3배 빨라진다($Q_{10} \cong 2 \sim 3$). 겨울과 여름에는 숙성에 큰 차이가 있다. 주질을 좋게 유지하려면 특히 여름철 온도관리가 중요하다. 일반적으로 약주의 저장·숙성은 노향을 억제하고 좋은 향을 유지하기 위해 15℃ 이하의 낮은 온도에서 행한다.

약주는 압착여과 직후부터 향, 맛, 색이 변하기 시작한다. 살균 전에는 주로 잔존하고 있는 효소의 작용으로 텍스트린이 포도당으로, 단백질이 아미노산으로 분해되며, 살균 후에는 화학변화에 따라 신주향이 점차 소멸되고, 약주 특유의 향이 형성되어 자극적인 거친 맛이 순화된다. 색도도 저장기간이 경과함에 따라 점차 짙어진다(표 3-23).

표 3-23 숙성에 의한 주질 변화

관능 특성	변 화	원 인
색	증 가	아미노산과 당의 반응
흔 탁	증 가	-
맛	거친 맛 → 둥근 맛 → 고미	아미노산, 펩타이드 등의 변화
향	신주향: 소멸 노향: 증가	알데하이드 등과 아미노산의 반응 아미노산의 변화

저장 숙성을 지배하는 요인은 살균 후 낮은 온도까지 조절하는 속도, 저장 온도, 활성탄소 사용량과 사용방법, 저장탱크의 용량, 용존산소 등이다. 과숙을 방지하는 방법에는 살균온도를 높게 하고 빨리 냉각시키며 살균한 술의 저장온도는 저온으로 유지하면서 숙성에 관여하는 원인물질을 활성탄소로 처리한 뒤 제거하는 방법 등이 있다.

저장창고는 온도를 관리하기 쉽고 미생물에 의한 오염을 철저히 방지할 수 있는 구조가 바람직하다. 또 직사광선을 피할 수 있고 바람이 직접 통하지 않는 곳으로 외측벽은 흰색이 좋다. 바닥은 청소하기가 편한 구조여야 하며 배수구 경사가 잘



그림 3-61 약주의 저장·숙성 탱크

유지되어야 한다. 단열재 등으로 외부 온도의 영향을 최소화하고, 밀폐할 수 있게 창은 조금만 만든다. 내부 온도를 일정하게 유지하기 위해 냉방장치를 가동하는 것이 좋다(그림 3-61).

(6) 병입

숙성과정이 끝난 술은 다시 한 번 미세여과과정을 거쳐 2차 살균을 한 다음 살균온도 그대로 주입한다. 병입은 약주 생산에서 최종공정인 만큼 세밀한 주의가 필요하다. 병입은 빈 병에 정확한 양을 채우는 것과 술의 팽창에 대비해 헤드스페이스를 두는 것을 의미한다. 병입과정에는 특히 미생물의 오염 방지, 이물질의 혼입 방지, 공병 세척을 통한 불순물 제거 등 여러 가지를 고려해야 한다. 여과를 통해 이물질이 제거된 맑은 술이 외부에 노출되는 것은 빈 병에 술이 주입되고 마개가 닫히는 아주 짧은 동안이다. 그러나 이 짧은 시간에 외부에서 이물질이 혼입될 수 있다. 따라서 세병기, 주입기, 캡핑기는 청정실 등 별도의 공간에 배치해 이물질의 유입 사고를 방지해야 한다.

병입기는 로터리충진기와 라인충진기를 주로 사용한다. 로터리충진기는 회전형 포장기계로 세병기, 주입기, 캡핑기가 일체형으로 되어 있으며, 생산량이 많은 제품 포장에 이용한다. 라인충진기는 직선형 포장기계로 생산량이 적은 제품에 적합하다(그림 3-62, 그림 3-63).



그림 3-62 약주 포장용 로터리충진기



그림 3-63 약주 포장용 라인충진기

5. 청주의 제조

1) 청주의 유래

청주(淸酒)의 한자 표기는 맑은 술을 나타낸 것으로 흐린 술인 탁주와 구별하였다. 『고려도경』에는 “왕이 마시는 술은 양온서에서 다스리는데 청주와 법주의 두 가지가 있어서 질항아리에 넣어 명주로 봉해서 저장해둔다” 라고 기술되어 있다.

고려시대에는 발효된 술덧을 압착하거나 걸러내어 맑은 술을 빚었고, 이미 덧술법도 사용하여 알코올 농도가 상당히 높은 청주를 빚어 부드럽게 마실 수 있게 하였으나, 조선시대에 들어와서 금주령이 시행되면서 가가호호 술을 빚을 수는 없었지만 질병을 치유하는 약용주는 예외적으로 허용되었다. 따라서 사대부에서 빚었던 청주에 한방재료를 첨가하여 몸에 이롭다는 약주로 부르기 시작하였다.

2) 청주의 정의

전분질 원료와 국을 주원료로 하여 발효시킨 술덧을 여과·제성한 것 또는 제성과정에 주류 등을 첨가한 것을 청주라 한다. 「주세법」에서 청주는 “곡류 중 쌀(참쌀 포함)·국 및 물을 원료로 하여 발효시킨 술덧을 여과하여 제성한 것 또는 대통령령이 정하는

재료를 첨가한 것 혹은 주류의 발효·제성과정에 대통령령이 정하는 주류 또는 재료를 혼합하거나 첨가하여 여과·제성한 것으로서 알코올 도수가 대통령령으로 정하는 도수 범위 내인 것”을 말한다.

3) 원료와 규격

우리나라의 청주는 일본청주보다 중국청주에 가까운데, 두 나라 모두 발효제인 떡누룩을 사용하고 있다. 중국의 청주는 노주(老酒)라 하여 누룩취가 많이 나고 오랫동안 숙성시켜 맛이 진하다. 우리나라 청주는 누룩에 자생하는 젖산균의 젖산발효를 유도하여 산미와 감미가 강하다.

원료는 주로 쌀(멥쌀, 찰쌀)을 이용하고 1단(초첨), 2단(중첨), 3단(유첨) 담금으로 발효해 숙성 술덧을 제조한 후 여과·제성하는 순미청주와 발효 도중에 식물약재(오미자 등)를 첨가하는 첨가청주가 있다. 청주 원주에 30% 조미알코올을 첨가하는 청주의 경우 누룩을 소량 사용한다. 청주의 규격으로 에탄올(v/v%)은 「주세법」 규정에 따르고, 총산(w/v%)은 0.3 이하(석신산), 메탄올(mg/mL)은 0.5 이하여야 한다.

4) 청주 제조기술

청주는 쌀을 주원료로 사용하고 황국균(*Asp. oryzae*)에 의한 당화와 효모(*Sacch. cerevisiae*)에 의한 알코올 발효가 동시에 일어나는 병행복발효로 제조된다. 청주 제조 공정은 3단 담금과 개방 발효를 통한 잡균의 오염방지와 생육 효모의 우점종 유지를 가능하게 하며, 효모의 생리에 영향을 미치는 고농도의 당을 피하면서 20% 정도의 높은 알코올을 생성할 수 있다(그림 3-64, 그림 3-65).

청주는 탁·약주 제조와 원료 선별, 전처리, 제곡, 담금과정까지는 유사하지만, 여과 단계에서 뚜렷한 차이가 있다. 특히, 술덧을 압착 여과해 제품을 만드는 제성(製成)의 5 공정으로 구별할 수 있다.

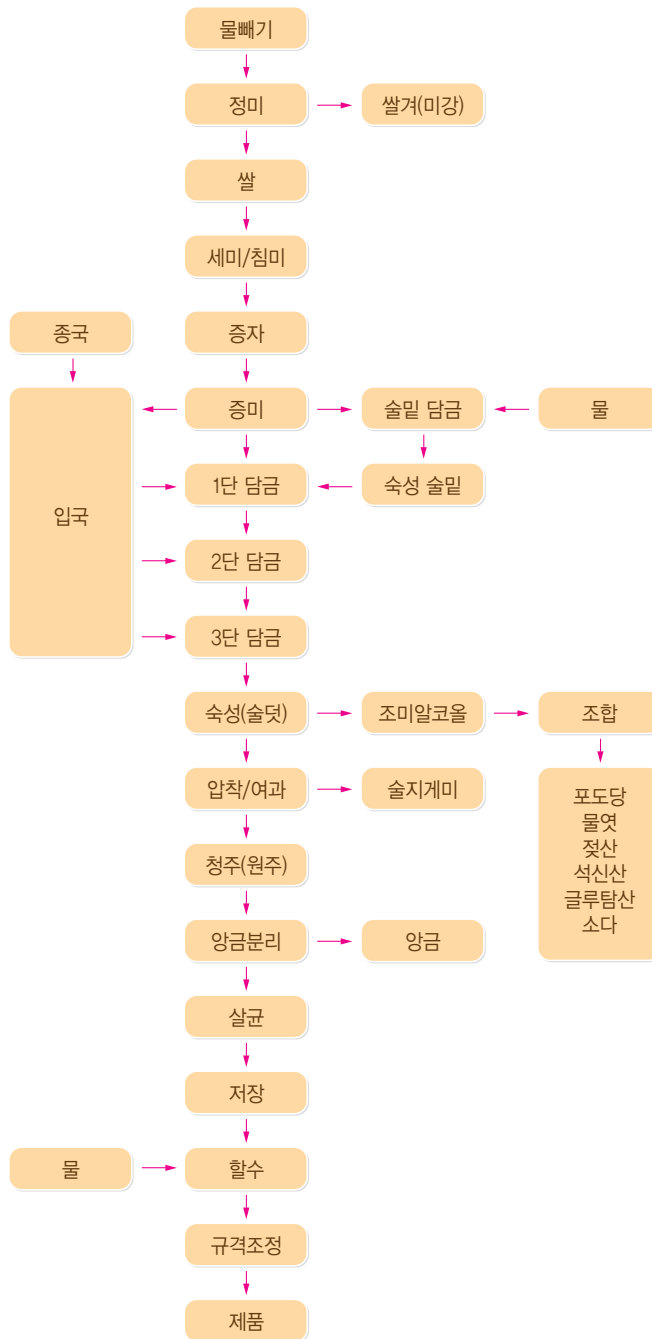


그림 3-64 청주 제조과정 1

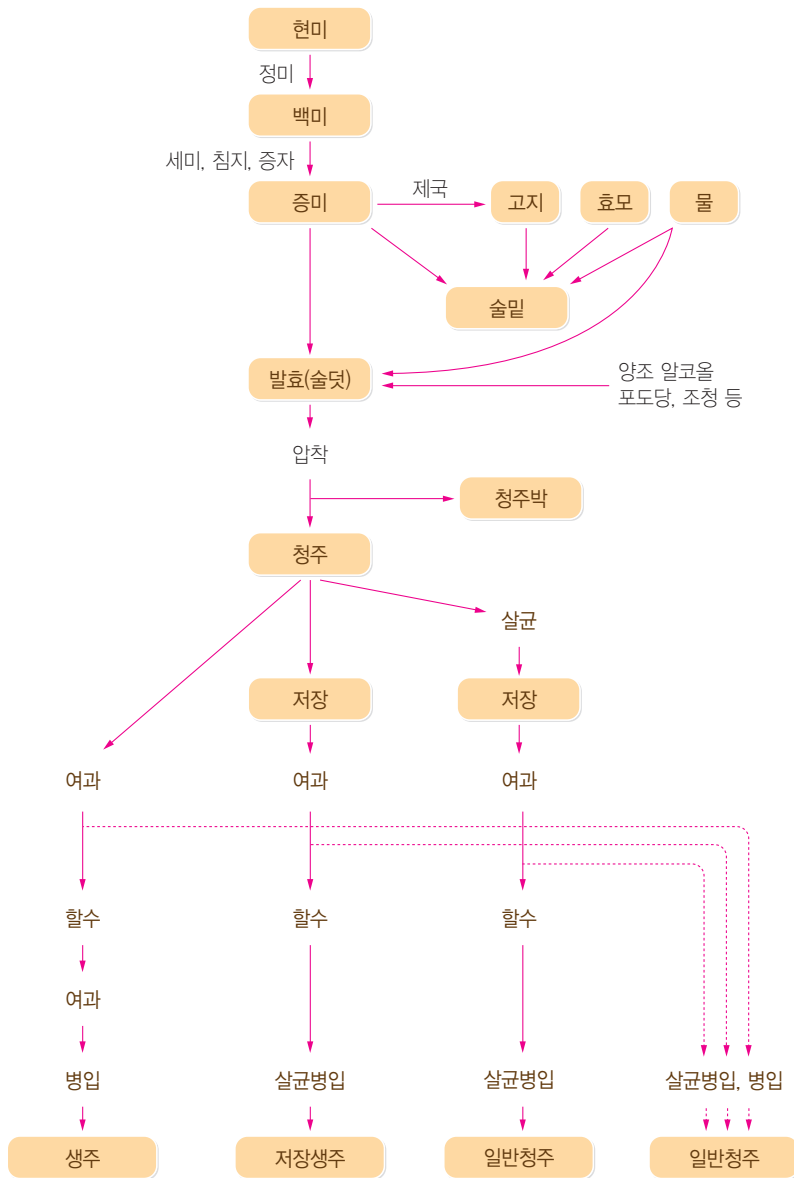


그림 3-65 청주 제조과정 2

5) 발효공정

(1) 발효장비

① 발효조

발효조 재질은 스테인리스 스틸, 철 표면에 유리질 유약을 칠한 것, 철관이나 금속용기 내면에 유리를 융착한 것, 에폭시 라이닝 등 업체에 따라 다양하다. 발효조를 구성하는 재질에 따라 가격, 내열성 등에 차이가 있고, 외형에 따라 원통형, 종형, 횡형 탱크로 구분된다.

현재 업계에서 사용하는 발효조의 기능을 살펴보면 밀폐형 발효조와 개방형 발효조가 있다. 이들의 크기는 소량 담금 시, 총 쌀 사용량(톤)의 3배(kL)가 가장 적당하며, 대량으로 발효 생산할 때는 건물 외부에 100 kL 용량에 총 30톤의 쌀로 술을 발효하는 업체도 있다.

② 냉각 장치

발효 중인 술덧은 발효조 내에 냉수 재킷 등을 사용해 술덧의 높은 품온을 제어한다. 술덧의 상하부를 혼합해 발효가 잘 진행되게 하려고 발효조 바닥부에 임펠러형 교반장치를 설치한 것과 압축공기를 불어넣는 발효조도 있다. 이러한 임펠러의 종류는 조개형, 프로펠러형, 터빈형 등이 있는데, 빠른 교반에는 터빈형이, 저점도 대용량 교반에는 프로펠러형이, 천천히 교반하기에는 조개형 임펠러 등이 적합하다.

③ 술덧 발효조의 품온조절

발효조 품온제어의 경우, 우선 발효조를 냉각하기 위해 차가운 물을 사용한다. 그 밖에 사용하는 냉매는 PG(propylene glycol), 에틸알코올 등 동결점이 낮은 액체로 보통 염화칼슘(CaCl_2)과 염화나트륨(NaCl)의 수용액을 사용한다. 특히, 0°C 이하 저온에서는 냉각효율이 높지만 품온제어는 잘되지 않는다.

그 밖에도 술덧의 품온을 조절하기 위해 밀폐된 발효조에 냉각수를 넣는 방법, 냉각순환용 재킷을 이용하는 방법, 냉각코일을 발효조에 넣는 방법 등이 사용된다.

(2) 냉방 장치

청주를 생산하는 양조장에서 냉방 장치를 갖추어야 하는 장소는 술을 직접 빚는 발효

실 이외에 술덧을 여과하는 압착실, 출국의 보관 장소 등이다. 발효실의 술덧 발효조 품온을 조절하는 경우에는 실내온도는 약 5℃로 설정하고 다른 장소는 대부분 10℃로 유지하면 된다.

또 발효실 실내온도 5℃에서 나오는 물은 증발하기 어려워 미생물 오염과 건물 부식 등에 영향을 많이 미친다. 양조장에서 술을 빚는 종업원 또한 저온에서 작업성이 나쁘고 냉풍과 공기 조절기의 소음 등 작업환경에 영향을 미친다.

(3) 담금

청주의 담금 온도는 1단, 2단, 3단의 순서로 온도를 낮추지만, 이러한 온도는 물누룩[水麴]의 온도와 고두밥 온도에 따라 정해진다. 통상 물누룩의 온도보다 담금 온도가 높은 경우를 올린다고 하고 그 반대를 낮춘다고 한다. 담금 온도를 올리거나 낮추면 발효조 안의 고두밥 온도가 달라져 용해·당화에 영향을 많이 미치기 때문에 물누룩 온도를 잘 조절해야 한다.

양조장에서 희망하는 물누룩 온도로 조절하기 위한 담금수의 온도는?

수온 = [(물누룩 예정온도) × 2] - 물누룩 전의 온도

술덧을 담금할 때, 외부온도가 높아 고두밥을 냉각하기 어려우면 냉각수(0℃)로 물누룩 온도를 낮춤으로써 목적인 담금 온도에서 술을 제조한다.

증자된 쌀을 냉각시키기 적당한 온도는?

고두밥 온도 = (담금 예정온도 - 물누룩 온도) × F + 물누룩 온도

상수 F는 1단과 2단 담금은 5로, 3단 담금은 6으로 한다.

(4) 1단 담금법

1단 담금은 술밑으로 순수 배양한 효모를 많이 배양하기 위해 담금 시 온도가 꽤 높다. 통상, 1단 담금은 1 kL 발효조에 담으며, 2단 담금 시 친통(親桶)에 옮겨 발효를 시

작한다. 고두밥을 담그기 몇 시간 전(통상 1~2시간)에 입국과 물을 발효조에 혼입하는 것을 물누룩이라 한다. 청주의 술덧처럼 급수가 채워진 경우에는 담금 후 고두밥이 주위의 수분을 흡수함으로써 발효조 내에 물이 거의 없는 상태로, 입국에 있는 효소 추출과 유리는 더욱더 어려워진다. 따라서 발효조 내에서 이러한 현상을 방지하기 위해 담금수에 입국의 효소를 용출해놓고 흡수와 동시에 효소도 고두밥에 넣어 담그는 작업을 하는데 이때 온도는 7~8℃가 최적이다.

1단 담금조의 온도는 12℃가 최적이며, 담금 용기는 발효조 안의 품온이 떨어지지 않도록 뚜껑을 덮어 일정한 온도를 유지한다. 청주를 담근 후 10~20시간이 지나면 담금수를 흡수한 고두밥이 떠오른다. 이때 술덧의 내용물을 균질하게 혼합한다.

(5) 용(踊)

1단 담금 후 이튿날은 효모를 많이 배양하기 위해 담금을 하루 쉬는데 이것을 용(踊)이라고 한다. 1단 담금 온도인 12℃와 같거나 0.5℃ 정도 높은 12.5℃로 하는 것이 청주 술덧의 품온 관리에 좋다.

효모의 생육상태를 나타내는 것이 상모(狀貌)인데, 담금 후 30시간이 지나면 직선상으로 배열된 거품[筋泡]이 나타난다. 장시간 지난 술미를 사용하였을 때 술덧에서 탄산가스가 없으면 효모 생육이 늦어진 것이기 때문에 당화와 발효를 진행하기 위해 보온을 한다.

1단 담금하여 30시간 지난 후 발효액을 분석해 산도가 2 이상 되어야 하며, 그 이하이면 젖산을 넣어야 한다.

(6) 2단 담금법

2단 담금을 하기 전에 전처리로 발효조의 1단 술덧을 원래의 발효조에 넣고 여기에 입국과 담금수를 넣고 물누룩 온도를 7~8℃ 되게 조절한 후 2단 담금을 실시하는데, 9~10℃가 되도록 냉각한 고두밥을 넣고 내용물이 잘 섞이게 혼합한다. 청주를 담근 후 10~20시간 지난 다음에는 물을 흡수한 고두밥이 위로 떠오르므로 내용물을 균일하게 혼합하고 발생한 탄산가스가 술덧에 남아 있으므로 이를 없애야 한다.

(7) 3단 담금법

3단 담금을 하기 1시간 전에 입국과 담금수를 넣고 물누룩 온도를 7~8℃가 되게 조절한 후 3단 담금을 실시한다. 대량으로 발효할 경우, 담금 후에는 혼합하기 어려워 물누룩을 하지 않고 고두밥과 국을 병행하여 청주를 담그기도 한다.

술덧의 품온이 8~9℃가 되도록 냉각한 고두밥을 넣고 내용물이 잘 섞이게 혼합한다. 청주를 담고 10~20시간 지난 뒤에는 물을 흡수한 고두밥이 술덧 위로 떠오르므로 내용물을 균일하게 하고 발생한 탄산가스가 술덧에 남아 있으므로 이를 제거한다.

6) 술덧의 품질관리

청주를 빚을 때마다, 발효조의 술덧성분은 향미와 주질에 큰 변화 없이 항상 일정하게 유지되어야 한다. 즉 주질의 표준화 또는 균일화가 필요하다. 그러나 양조장에서는 원료나 원료처리 이후 공정이 달라 생산된 제품의 주질에 차이가 난다. 따라서 발효 관리는 분석 시료와 이들의 상태에 따라 현재 술덧상태를 판단하고 이상발효가 있을 때는 조치를 해야 한다. 그 밖에도 술덧 경과 이상이나 변동 원인을 구명함으로써 담금법 표준화 등의 정립도 필요하다.

(1) 발효상태에 따른 술덧의 품질 판단

청주를 빚은 후 술덧의 산도와 알코올 등을 매일 분석한다. 분석한 자료를 전년도 빚은 술덧분석 자료와 비교해 특성을 평가한다. 또 발효조마다 술덧 발효일수, 시료 채취 시간 등을 정해 기재한다.

술덧의 온도에 따라, 처음에 빠르고 나중에 느린 형(전고후저형), 표준형, 처음에 느리고 나중에 빠른 형(전저후고형), 음양형 네 가지로 나뉜다. 이들의 발효 양상을 <그림 3-66>에 나타냈다. 전고후저형은 술덧 발효일수가 짧고, 고두밥 용해는 술덧 발효 전반에서 거의 멈춘다. 전저후고형은 술덧 발효일수가 길고 고두밥 용해가 서서히 진행된다. 음양형의 경우, 알코올, 원 엑기스가 모두 증가하는 것을 볼 수 있다.

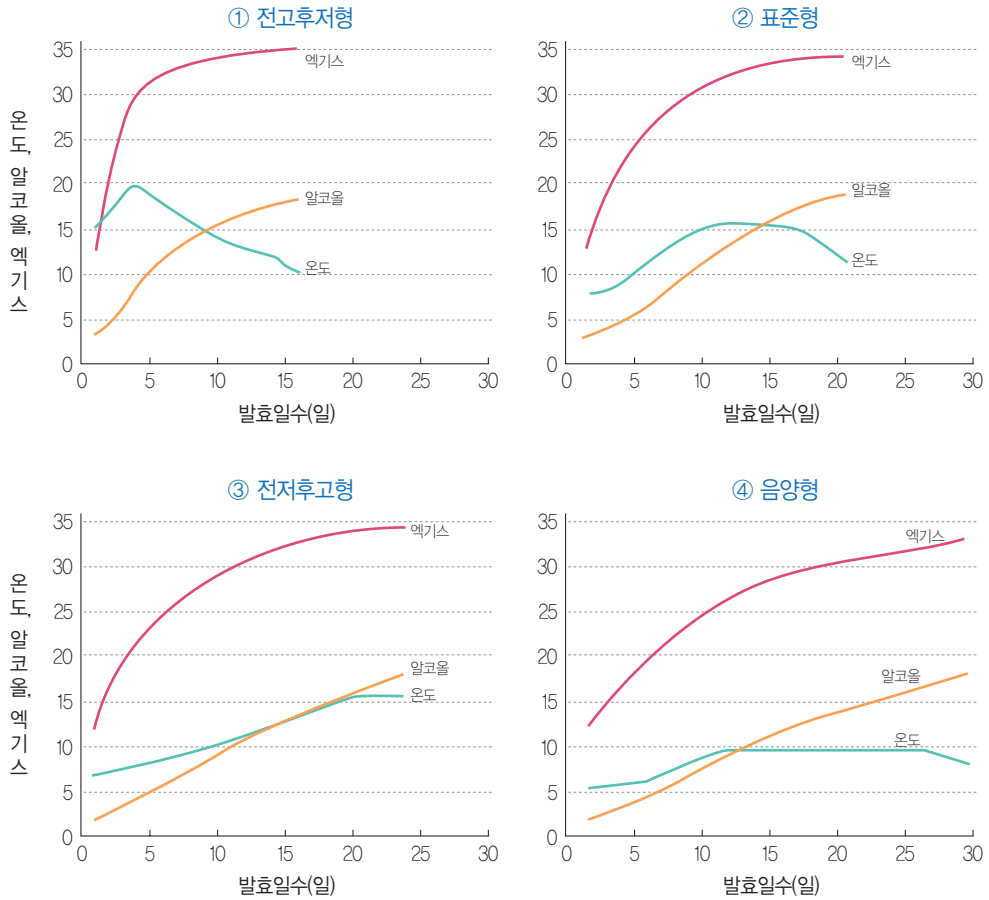


그림 3-66 청주 술덧의 발효 유형

(2) 술덧의 이상변화에 따른 발효조절법

청주를 빚을 때 고두밥이나 술밑이 이상하거나 술덧성분이 표준형과 다르면 다음 단계를 취해야 한다.

① 술밑(밑술)이 오래된 것

잠복기가 길었던 술밑은 효모 활성이 상당히 약화되어 있다. 이럴 때는 1단 담금 급수를 100%로 증가하고 술덧의 산도가 3.2가 되도록 젖산을 넣고 발효조 온도를 높이면 효모 생육이 촉진되어 술밑을 사용할 수 있다.

② 담금 온도가 높을 때

3단 담금 온도가 높을 때와 술덧의 품온이 처음에는 빠르게 오르고 나중에는 느리게 오를 때는 효모의 발효력과 고두밥의 용해속도가 균형을 유지해야 한다. 1단 담금이 저온이어서 용 상태가 느려 2단 담금도 늦어진 경우에 3단 담금의 온도를 높이면 위해 세균에 오염되기 쉽다. 이러한 경우, 효소역가가 높은 입국 또는 효소제를 첨가해 2단 담금까지 효모의 발효력을 높여야 한다.

③ 온도가 계속 올라갈 때

발효에 의해 술덧에 거품이 정상적으로 생긴 경우는 문제가 없지만, 술덧의 변화가 늦어지고 온도가 계속 내려가는 경우에는 효모가 제대로 생육되지 않은 것이다. 이런 경우는 온도를 올려 발효조를 충분히 보온하면서 인산수소칼륨(KH_2PO_4)을 톤당 300 g 넣고, 신선한 술밑을 첨가해 술덧 속의 효모 수를 늘린다.

④ 산도가 높을 때

술덧의 산도가 높은 것은 자연계의 야생효모에 의한 오염이 주를 이루기 때문이므로 미생물 관리를 좀 더 철저히 해야 한다. 야생효모나 젖산균·초산균에 의한 입국 오염을 방지하기 위해서는 제국실의 살균과 위생관리를 준수해 최적의 입국을 만들어야 한다.

⑤ 술지게미 비율이 높을 때

술지게미 비율을 낮추는 것은 고두밥 용해도를 높인다는 것을 의미한다. 특히, 아밀레이스 역가가 높은 입국을 사용하고, 3단 담금 뒤 온도를 높이면 술덧은 산도가 낮고 상대적으로 술지게미 비율은 적어진다. 이렇게 한 뒤 술덧 후반에 온도를 낮춘다.

담금 시 효소제를 첨가하면 고두밥의 용해도는 커지며 산성 단백질 가수분해효소 역가가 큰 효소제를 사용하면 술덧 속의 고두밥 용해가 활성화되지만 최종적으로 술지게미 비율을 줄이기에는 한계가 있다. 술지게미를 줄이려면 양조미, 원료 전처리, 제국 등 술을 빚기 전 단계가 중요하다.

(3) 자동관리 시스템

술덧의 자동관리에는 프로그램 이용, 컴퓨터 이용, 인공지능망 등 단순한 것부터 인공지능을 사용한 첨단 방법이 사용되고 있다. 청주는 병행복발효로, 술덧의 온도는 알코

을 발효와 고두밥 용해에 영향을 미친다. 따라서 온도제어만으로 알코올과 술지게미 비율 등 성분을 조절하기는 상당히 어렵다.

컴퓨터에 의한 술덧 관리 시스템은 온도 계측과 제어를 쉽게 할 수 있고 인건비 등이 적게 들어가므로 주로 대기업 양조장에서 많이 이용한다(그림 3-67). 이 시스템은 온도 계측하는 부분, 술덧 온도의 프로그램 제어 부분, 엑스퍼트 시스템 등으로 구성되어 있다.

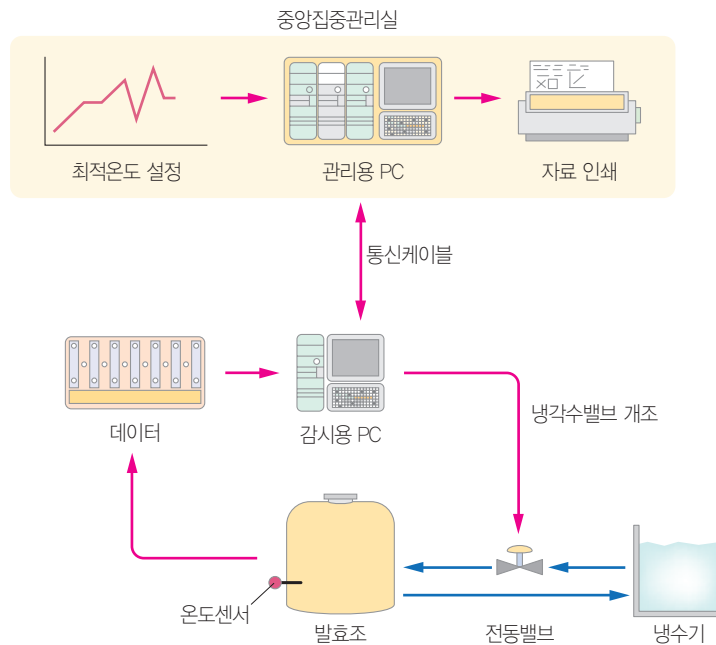


그림 3-67 술덧 관리 시스템

7) 숙성

(1) 정의와 원리

양조물의 발효나 증류 후 맛과 향을 조절하기 위해 양조산물을 적당한 조건에서 일정 시간 두는 것을 숙성이라 한다. 청주의 숙성은 저온살균 전과 저온살균 후로 나뉜다. 저온살균 전의 숙성은 효모와 효소에 의한 단기간의 생물화학적 변화를 나타내고, 저온살균 후의 숙성은 적당한 온도에서 장기간 관리하는 물리화학적 변화를 나타낸 것이다.

(2) 저온살균 전의 숙성

청주를 압착한 후 효모 균체 등의 미세한 부유물로 혼탁되어 새로운 술을 빚었을 때 나는 냄새 또는 입국인 특유의 오이향과 비슷한 냄새가 나며 이산화탄소를 함유한 거칠고 자극적인 맛이 난다. 따라서 청징화를 통해 향미를 조절한다.

① 효모의 작용

양금에 있는 효모는 맥주 후발효처럼 알데하이드, 다이아세틸, 아세트인 함량 등을 줄이면서 지방산 에스터나 에탄올을 증가시킨다(그림 3-68).

청주에서 다이아세틸 함량이 0.1 ppm 이상 되면 역겨운 냄새가 나는데, 이를 다이아세틸냄새라고 한다.

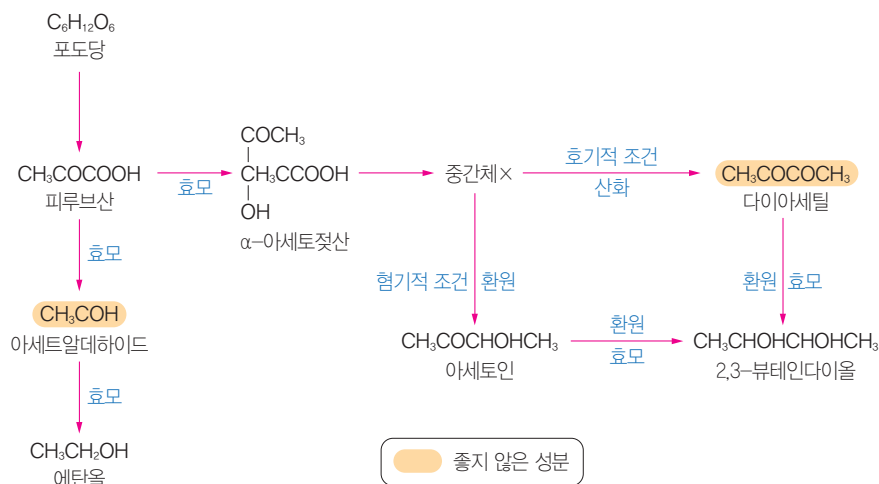


그림 3-68 피루브산 유래 물질

② 잔존효소의 작용

저온살균 전의 청주를 생주(生酒)라 하는데 <표 3-24>에서 보듯이 입국 유래 효소가 활성을 가진 것을 잔존효소라 한다.

생주에서는 뉘어(mure)향 또는 매스티(masty)향이라고 하는 불쾌한 냄새가 나는데, 이 향은 생주를 상온에서 보존할 때 발생하는 열화취(劣化臭)로 주성분은 아이소발레르알데하이드(isovaleraldehyde)로 아이소아밀알코올(isoamyl alcohol)에서 생성되는 향

이며 매스티향은 공기의 유통이 나쁠 때 생성되는 악취로 이들 복합향은 저온살균이나 한외여과로 방지할 수 있다.

표 3-24 생주의 잔존효소 활성능 비교

효 소	입 국	생주 ¹⁾ (U/g 입국)	잔존효소활성 ²⁾
α -아밀레이스	1,270	8.1	8
글루코아밀레이스	223	16.9	100
트랜스글루코시데이스	182	16.6	120
산성 단백질가수분해효소	2,285	39.4	23
산성카복시펩티데이스	7,750	173.5	30

1) 3단주, 4단주 15점의 평균치

2) (U/mL 술) ÷ (U/g 입국) × 1.32(글루코아밀레이스를 100으로 하기 위하여 곱하는 인자)

(3) 저온살균 후의 숙성

저온살균 후에는 새로 만든 술[新酒]의 냄새는 사라지고 독특한 향과 맛이 순해짐과 동시에 색이 진해진다. 이때 잔존효소는 실활되고 미생물은 사멸되어 물리화학적 변화만 일어난다. 청주는 증류주에 비해 다양한 성분이 들어 있어 에탄올과 물 분자 간의 물리적 변화보다 화학적 변화가 일어난다.

① 숙성의 요인

가. 환경

숙성에 가장 크게 영향을 미치는 것은 온도이다. 청주의 숙성을 촉진하기 위해 생주를 30~35℃로 가온하는 방법도 있지만 향이나 맛에 관여하는 성분 변화 온도계수의 차이가 있어 향이나 맛이 균형을 이루지 못해 이 방법을 권장하지 않는다. 두 번째로는 청주의 용존산소도 숙성을 촉진하며, 최근에는 자외선을 차단하는 병이 많이 쓰이고 있다. 따라서 청주 저장·숙성에는 온도, 산소, 빛을 주의해야 한다.

나. 술의 품질

숙성 속도는 농도가 진한 술이 연한 술보다 빠르고, 착색 증가는 일본주도, 아미노산도, 자외선 흡수, 철분 함량 등과 관계가 있다. 양조법에서 보면 저급한 양조미, 도정비율이 높은 쌀, 장기간 보존한 입국, 술지게미 비율이 낮은 것, 생주기간이 오래된 것 등 질소성분이 많을 경우 숙성하기가 어렵다.

② 숙성과 착색의 상관관계

청주의 착색물질은 <표 3-25>에 나타났다. 신주(新酒) 중에는 푸른빛을 띠는 플라빈 비율이 높고 저장 중에는 갈변된다. 출하 후 빛에 노출되면 일광착색이 된다. 제조나 저장 중에 철분이 들어가면 입국 유래의 데페리크리신(deferrichrysin)과 결합하여 적갈색인 페리크리신을 생성한다(그림 3-69). 페리크리신(ferrichrysin)은 알코올이 있을 때는 활성탄에 흡착되기 어렵기 때문에 반드시 철분이 들어오는 것을 피해야 한다. 병입공정에서 구리가 혼입되면 환원상태가 되어 이상착색 또는 혼탁을 일으킨다.

표 3-25 청주 중의 착색물질들

유래	착색물질	관련물질	색 기여율
원 료	플라빈	—	1~10%
철	페리크리신	데페리크리신, 삼가철	10~50%
숙 성	비효소적 갈변물질 (melanoidin)	합질소화합물, 당류, 유기산류카보닐화합물, 페놀계화합물, 기타	40~80%
빛	광화학적 갈변물질	타이로신, 트립토판, 데페리크리신, 옥살산, 케토산, 망간, 플라빈, 키뉴렌산, 인돌초산, 프로토키테추산	—
구 리	구리 갈변물질	구리, 미지인자	—

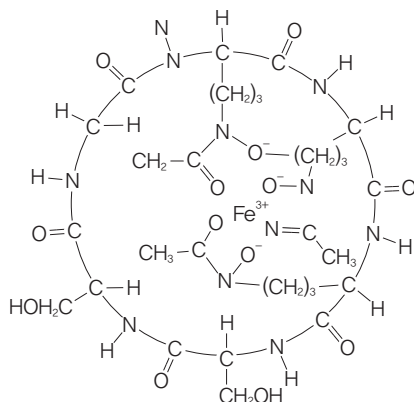


그림 3-69 페리크리신의 구조

가. 저장착색

청주의 숙성과정에서 3-데옥시글루코손(3-deoxyglucosone)이나 3-데옥시펜토손(3-deoxypentosone)이 증가하며, 포도당이 착색물질과 결합해 멜라노이딘의 일부가 분리되었지만 복잡한 구조로 되어 있다. 청주를 이온교환수지로 분획하여 저장기간에 따른 착색효과를 살펴보면(표 3-26) 신주에서는 중성, 산성, 질소 구분의 기여율이 가장 높다.

표 3-26 청주의 숙성착색에 대한 기여율

획분	기여율(%)	
	생신주(生新酒)	열처리 저장 술
금속	18.6	17.7
염기성 질소	0.0	10.6
중·산성 질소	50	27.4
산성	21.2	24.8
중성	10.2	19.5

이상과 같이 새로 빛은 술에서는 아미노산 등의 성분이 착색물질이 되지만 숙성 중 여러 가지 중간체로 변하고 복잡한 반응이 집합해 착색반응이 일어난다.

나. 일광착색

착색에 관여하는 성분은 아미노산(타이로신, 트립토판), 유기산(옥살산, 케토산, 프로토카테츄산, 인돌아세트산), 광산화(테페리크리신, 키뉴렌산, 플라빈, 망간) 반응이다. 특히, 키뉴렌산과 플라빈산은 빛의 증감제 역할을 한다.

(4) 숙성에 따른 향기성분 변화

① 숙성으로 증가되는 성분들

청주가 숙성되면 신주 냄새가 없어지면서 노향이 생긴다. 이 향은 몇 가지 향기성분이 합쳐진 향이며, 대표적인 향 성분은 3-하이드록시-4,5-다이메틸-2(5H)-플라논(HDMF)과 바닐린으로 구성되어 있다.

〈그림 3-70〉은 HDMF 생성 메커니즘을 나타낸 것으로 트레오닌에서 시작하여 HDMF가 생성된다. 향기성분의 농도가 높으면 카레 냄새→한약 냄새→탄내→당밀 냄새로 변한다.

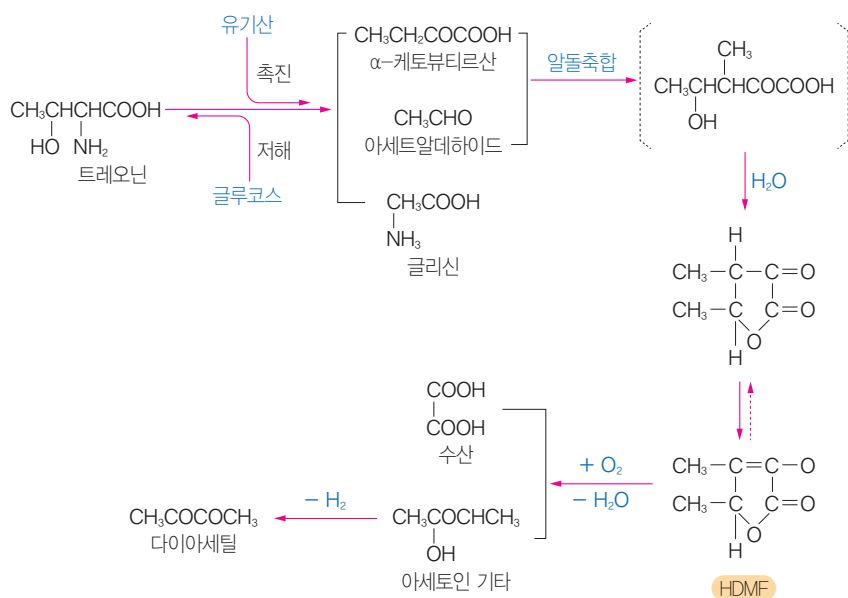


그림 3-70 3-하이드록시-4,5-다이메틸-2(5H)플라논 생성과 분해경로

소주의 바닐린과 바닐산은 <그림 3-71>의 메커니즘에 따라 만들어지는 것이 밝혀졌다. 헤미셀룰로스에 결합된 펙틴산이 중국균 효소에 유리되어 비닐과이어콜을 거쳐 바닐린 또는 바닐산을 생성한다.

오래된 술에서 검출되는 주요 성분을 <표 3-27>에 나타냈다. 그 밖에 아세트산, 프로피온산(propionic acid), 아이소발레르산(isovaleric acid), 메틸머캅탄(methyl mercaptan), 다이메틸설파이드(dimethyl sulfide), 다이메틸다이설파이드(dimethyl disulfide) 등의 휘발성 함유화합물, 아민, 아세톤 성분이 증가한다. 이들 성분은 대부분 마이야르반응(maillard reaction)으로 만들어진다.

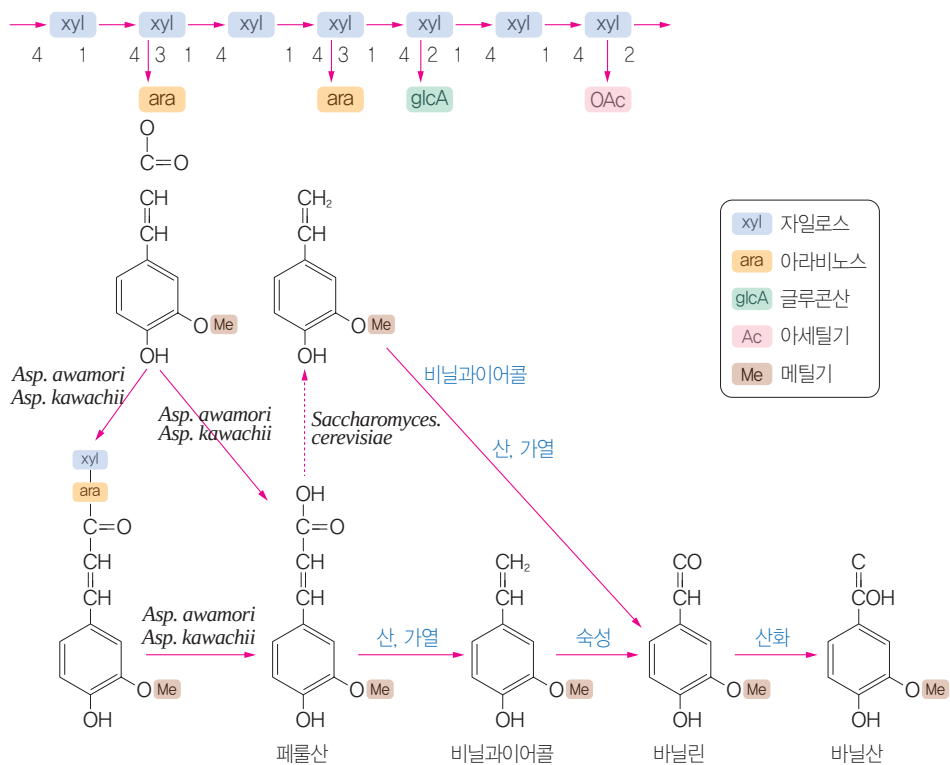


그림 3-71 소주에서 바닐린 생성과 산화 메커니즘

표 3-27 오래된 술에서 검출되는 주요 성분들

종류	성분
유 기 산	Coumaric acid, <i>p</i> -oxy cinnamic acid, <i>p</i> -oxyphenyl acetate, 페닐아세테이트, 바닐산
에스터	페닐초산에틸, 바닐산에틸, 페룰산에틸, <i>p</i> -옥시안식향산에틸
카보닐	벤즈알데하이드, 계피알데하이드, 푸랄, <i>p</i> -옥시벤즈알데하이드, 페닐아세트 알데하이드, 마니톨, 3-하이드록시-4,5-다이메틸-2(5H)플라논, 바닐린
함황화합물	다이메틸설파이드

② 숙성으로 감소되는 성분들

청주를 숙성하면 할수록 에스터(아이소아밀 아세테이트), 지방산(*n*-뷰티르산, *n*-카프로산, *n*-카프릴산), 아세트알데하이드, 아이소발레르알데하이드, *n*-카프로 알데하이드 등이 감소된다.

(5) 숙성에 따른 맛

청주가 숙성되면 그해 빛은 새로운 술은 거친 맛이 사라지고 부드럽고 순해진다. 이 술을 장기간 숙성하면 잡미나 쓴맛이 생겨 주질을 떨어뜨린다.

① 아미노산 성분

미각성분을 불러오는 아미노산은 저장기간에 마이야르반응으로 서서히 감소되며 멜라노이딘 또는 노향성분으로 전환된다. 형광물질이나 노향 생성에 관여하는 트레오닌, 트립토판, 함황아미노산들이 많이 감소된다. 숙성에 의해 생겨난 대표적인 맛 성분인 글루탐산은 피롤리돈카복실산(pyrrolidone carboxylic acid)으로, 프로필류신(propyl leucine) 무수물이 증가한다.

② 유기산 성분

숙성에 의해 휘발산(acetic acid)과 비휘발산(succinic monoethyl, succinic diethyl ester, malic monoethyl ester)이 증가하고, 아미노산 분해로 분지산(分枝酸)이 증가하는 대신 직쇄산은 감소한다.

③ 쓴맛 성분

청주의 쓴맛 성분은 <그림 3-72>에 나타났다. 대표적인 쓴맛 성분은 프로필류신 무수물, 5'-메틸아데노신(5'-methyl adenosine, MTA), 테트라하이드로할만-3-카보네이트, 할만인데, 이들 물질은 저온살균하여 저장기간에, α -에틸글루코사이드는 생주 시기에 증가한다. 5'-메틸 아데노신, 5'-아데노실 메싸이오닌은 알코올 농도가 낮은 양조물에서는 검출되지 않고 청주에서만 검출되는 고유성분이다.

④ 쓴맛 성분과 미각의 상관관계

청주의 쓴맛 성분과 미각의 관계를 <그림 3-73>에 나타났다. 이들 성분의 관계는 쓴맛을 느낄 수 없지만 쓴맛 성분을 알 수 있는 한계값 이상 존재하면 청주의 맛으로 감지되고, 그보다 함량이 증가하면 잡미로 느껴진다.

L-프로필-L류신 무수물

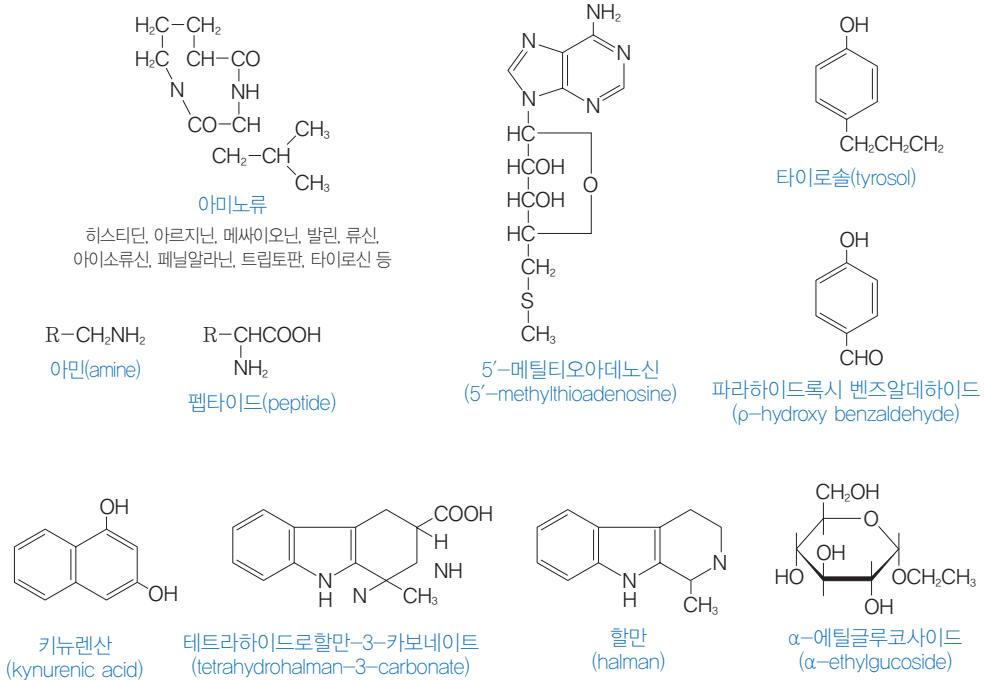


그림 3-72 청주에 포함된 대표적인 쓴맛 성분

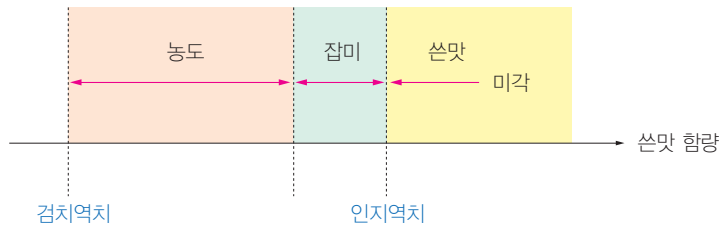


그림 3-73 쓴맛성분과 미각의 상관관계

(6) 숙성에 따른 카뮈산에틸(EC) 생성

카뮈산에틸(ethyl carbamate)은 암을 일으키는 물질로 알려져 있으며, 주류업계 자율 기준치로 정해져 있다(미국, FDA). 이 물질은 청주에서 200 ppb 이하로 규제하고 있다(캐나다). 생성기작을 <그림 3-74>에 나타냈으며 이 물질은 청주 속의 요소와 알코올이

반응해 자연발생적으로 만들어진 것이다.

카밤산에틸의 저감화 방법으로는 저온살균하여 급냉한 뒤 저온에서 저장하는 방법, 산성 요소가수분해효소(acid urease)로 요소를 암모니아와 탄산가스로 분해하는 방법, 요소 미생산성 효모(일본양조협회의 KArg-9, KArg-9아호)로 술을 제조하는 방법 등이 알려져 있다.

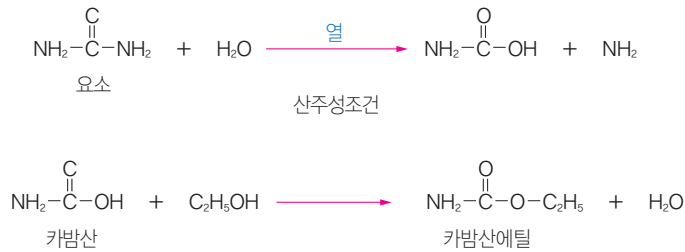


그림 3-74 카밤산에틸 생성 경로

8) 살균

(1) 살균설비

① 사관식 살균

뜨거운 물이 들어 있는 탱크에 코일 모양의 금속관을 넣고 관으로 술을 통과시켜 살균하는 방식으로, 살균처리 용량이 작아 설정된 온도를 지키려면 열수탱크의 온도와 관에 흐르는 술 속도의 균형을 잘 조절해야 한다.

② 플레이트식 살균

플레이트식은 살균 능력이 현격하게 뛰어나 규모가 큰 주류업체에 적합한 살균장치이다. 판형 열교환기는 금속판을 압축·성형하여 돌기부와 파상형을 여러 개 만든 전열용 플레이트를 전열 용량에 따라 여러 장 겹쳐 유로를 형성한 것으로 고정 프레임과 이동 프레임 사이에 설치된 상하단의 가이드 바에 플레이트를 끼우고 지정된 거리까지 볼트로 압축해 대용량의 전열면적을 최소용적으로 집결함으로써 효율을 높이고 전열면적의 가감이 용이한 것이 가장 큰 특징이다.

(2) 살균방법

살균은 일반적으로 어떤 주종이든 발효 술덧에 존재하는 위해 미생물을 살균하고 각종 효소를 실�활하는 것이다. 살균방법은 온도에 따라 크게 저온살균법과 고온살균법으로 나눈다.

① 저온살균법

청주의 주질을 떨어뜨리는 주요 원인인 화락균, 젖산균, 효모 등을 살균하고, 술덧에 존재하는 각종 잔존 효소를 실�활시키면 청주의 품질이 안정되고 숙성단계로 접어든다. 저온(60~70℃)에서 청주를 살균하는 방법은 유럽보다는 아시아에서 더욱 발전한 것으로 보인다.

열에 의한 화락균의 사멸속도는 주어진 온도에 따라 다르다. 살균온도가 다르면 현탁된 화락균의 숫자가 10분의 1로 감소한다. 통상 60℃에서 2분 살균하면 청주 속의 화락균은 사멸한다. 그러나 이러한 저온살균에도 온도가 낮아서 생기는 문제점이 있다. 술의 열 때문에 발효조도 살균되므로 현탁 상태에 따라 사멸하기 어려운 것도 있다. 화락균의 종류에 따라 내열성에도 차이가 있으므로 소비자의 안전을 고려하여 63℃에서 10분간 저온살균한다.

가. 발효조 저온살균법

우선 살균할 술을 넣는 발효조가 청결하게 살균되었는지 살펴본다. 혹시 앙금 등이 남아 있으면 살균제가 작용하지 않고 저온살균에 의한 고온에도 노출되지 않아 화락균이 살아남을 확률이 높다. 작업 후 탱크를 제때 세척하지 않으면 술덧의 앙금 등이 붙어 떨어지지 않으며 화락균이 그곳에서 생육하므로 저온살균을 하여도 오염원이 그대로 남아 있게 된다. 따라서 작업이 끝나면 반드시 발효조를 세척해야 한다.

과거에는 술에 사관을 연결해 저온살균을 하였지만, 오늘날 보일러가 설치된 공장에서는 스팀으로 살균한다. 그러나 아직도 많은 양조장에서는 술·사관 유형으로 저온살균한다. 이 방법의 단점은 찌는 것처럼 술을 사용하면 그 사이에는 저온살균하기가 어렵다는 것이다. 보일러 증기를 이용해 발효조에서 뜨거운 물을 끓여 사관저온살균을 한다.

최근에는 살균 공정의 간이화·합리화에 좋은 관상가열교환기를 사용하는 저온살균법이 보급되어 많은 양조장에서 사용되고 있다.

저온살균을 하기 전에 사관 또는 관상히터로 최소한 80℃ 정도로 가열한 뜨거운 물로

호스와 발효조 등을 가열한다. 특히, 동절기에는 호스나 발효조에 열수를 채워 가열해 두면 사용하기에 편리하다. 만약 이러한 조치를 하지 않았을 경우, 저온살균을 하면 저온살균 개시 직후 뜨거운 술은 호스와 발효조에 의한 열 손실로 살균이 제대로 되지 않아 화락균에 의한 오염이 일어난다.

나. 병 저온살균법

병 저온살균을 하면 향기성분의 손실을 최소화하고 주질을 신선하게 유지할 수 있다. 병을 가열하는 것이 품질 면에서는 제일 좋지만 술을 대량 처리하는 데는 문제가 있다. 양이 많아서 병 살균이 어려울 때는 뜨거운 술을 병에 넣는 것도 한 방법이며 병입 포장 후에는 반드시 냉각해야 한다. 병 살균 시 처음부터 단단히 막으면 상부 공간에 있는 공기가 빠져나갈 수 없어 품질에 나쁜 영향을 미친다.

② 고온살균법

현재까지 고온살균법으로는 고온순간살균법(HTST)과 초고온순간살균법(UHT) 등이 알려져 있다. 고온에서 단시간 살균하는 것이 저온에서 장시간 살균하는 것보다 주류의 변패와 세균 사멸에 상당히 효과적이다.

가. 고온순간살균법

주류, 우유, 과즙처럼 신선미나 비타민 등과 같은 영양소의 보존을 중요시하는 식품의 살균을 목적으로 고안된 방법(그림 3-75)이다. 저온살균과 살균효과는 거의 같지만 풍미가 잘 유지된다. 특히 75℃에서 15초 또는 71.1℃에서 15초간 살균하면 양조물에 함유된 미생물을 대부분 살균할 수 있으며 주류의 품질 저하도 막을 수 있다.



그림 3-75 고온순간살균장치

나. 초고온순간살균법

내열성 포자를 사멸시키기 위한 살균법으로 우유를 70~80℃로 일단 가온한 뒤 130~150℃로 0.75~2초 동안 순간 살균하는 방법(그림 3-76)이다.

〈그림 3-77〉에서 나타난 것처럼, 장시간 가열하



그림 3-76 초고온순간살균장치

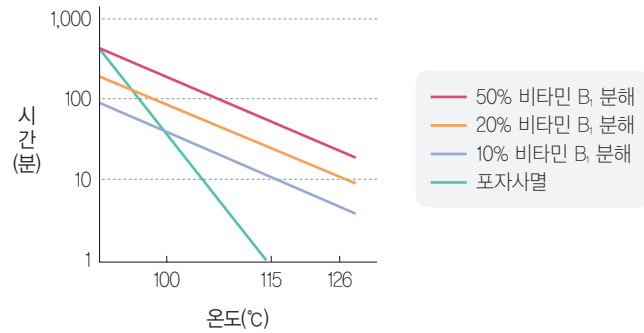


그림 3-77 포자의 가열치사곡선과 비타민 B₁ 분해곡선

면 비타민 B₁은 많이 분해되지만 포자의 가열치사곡선과 비교하면 경사가 급하지 않다. 초고온순간살균법은 포자는 사멸하고 비타민 B₁의 분해 정도가 매우 낮다. 따라서 초고온에서 단시간 가열하는 것이 저온에서 장시간 가열하는 것보다 살균효과가 좋고 성분 변화가 적은 것을 알 수 있다.

9) 제성

청주 제조공정을 살펴보면 술덧의 압착이 크게 구분된다. 그 이전의 공정은 입국과 효모라는 미생물이, 그 이후는 물리·화학적 공정에 따라 결정된다. 따라서 청주의 품질이 좋고 나쁜 것은 숙성에 의한 품질 향상도 있지만 그 이후의 공정에서 주질의 품질을 잘 유지하는 것도 중요하다. 청주의 품질은 결국, 소비자가 마시는 시점에서 평가되기 때문에 압착공정, 출하공정, 유통관리, 판매처 관리 등이 중요하다. 품질을 떨어뜨리는 주된 요인으로서는 잔존효소, 위해 미생물, 산소, 온도 등이 알려져 있다. 따라서 이들 요인을 어떻게 제거할지 아니면 조절할지는 압착 이후 공정에서 해결해야 한다.

(1) 압착

술덧을 압착한 여과포에는 불완전하게 분해된 전분, 단백질, 식이섬유, 효모 등이 들어 있고, 압착할 때 여과포에 화락균과 젖산균이 들어 있는 경우도 있다.

전통방식으로 술덧을 압착하는 경우는 앙금 등의 성분이 많아 우선, 앙금질하여 제거한다. 자동압착기로 사용하는 경우는 앙금이 적어 앙금질 공정을 생략하고 활성탄을 투