

분자 생물학적인 측면에서 최근에는 야생 자연발효의 긍정적인 측면과 아로마의 다양성을 포도주 효모에 응용하는 연구가 시도되고 있으며 한 가지 효모가 아닌 여러 종류의 배양효모를 각각 순수 배양하여 발효할 때 투입하는 방법을 새로운 차원에서 시도하고 있다.

(7) 효모의 종류와 특징

① 백포도주용 효모(*Saccharomyces cerevisiae*)

구 분	유 래	특 징
Anaferm 2	L 1597 ITV Tours/F	• 낮은 온도에서 발효가 우수하며 다량의 에스터 형성 • 에스터향이 강조된 적포도주에 널리 사용
Anaferm 4	Fermicru VB1	• 낮은 온도(8℃)에서 발효가 우수하며 알코올 내성이 강함 • 발효부산물이 적게 생성됨
Anaferm Classic	Lallemand/ Germany	• 온도 내성이 강하며(14℃까지) 초기 발효력이 우수 • 10℃ 이상부터 발효가 왕성하며 알코올 내성이 강함(13~14.5% vol) • 발효 시 영양소 요구량이 적으며 과실향이 풍부한 포도주 제조에 적당
Anaferm Exotic	BA 11/Portugal	• 초기 발효력이 우수하고 11℃부터 발효가 왕성하며 최적 발효온도는 15~20℃ • 알코올 내성은 13.5% vol이며 발효 시 질소 요구량이 کم • 아로마가 풍부하고 잔당이 많은 포도주 제조에 사용
Anaferm Primo	AWRI 350/ Australien	• 다량의 에스터와 소량의 아세트알데하이드 생성 • 고온(20℃)에서 초기와 최종 발효도가 높음 • 바쿠스(Bacchus), 쇼우레베(Scheurebe) 같은 과실향이 특징적인 품종을 이용한 포도주 제조에 사용 • 단맛이 특징적인 포도주 제조에 널리 사용
Anaferm Riesling	EHG/Ostria	• 12℃부터 왕성한 발효력, 최적 발효온도는 15~20℃ • 알코올 내성은 16.5% vol이며 리슬링 같은 순수 과실향이 특징적인 포도 품종을 이용해 포도주 제조 시 사용
Anchor VIN 7	Stellenbosch/ South Africa	• 최적 발효온도는 16℃이며 낮은 질소 요량, 다량의 휘발산 생성 • 아로마가 강한 포도주 제조에 사용하며 알코올 내성은 14~16% • 뮐러트루가우, 구테델, 실바너, 소비뇽 블랑 등의 포도 품종을 이용한 포도주 제조에 주로 사용하며 향이 강한 포도주를 제조하기 위해 향이 약한 포도 품종에도 사용
Anchor VIN 13	Stellenbosch/ South Africa	• 최적 발효온도는 14~16℃이며 알코올 내성은 16.5% vol • 발효 시 거품과 휘발산이 덜 생성됨 • 높은 β-글루코시데이스 활력, 소량의 질소 요구량 • 리슬링, 머스캣 포도 품종에 사용되며 과실향이 풍부한 적포도주 제조에도 사용

(계속)

구 분	유 래	특 징
Anchor WE 14	Stellenbosch/ South Africa	• 낮은 삼투압 내성, 온도 편차에 민감하게 반응 • 높은 질소 요구량 • 잔당이 많은 백포도주 제조에 사용
Achor N 96	Stellenbosch/ South Africa	• 최적 발효온도는 13~16℃이며 알코올 내성은 15% vol • 낮은 질소 요구량과 소량의 휘발산 생성 • 포도 품종 특유의 특성을 살려주며 적포도주 제조에도 사용
Anchor NT 116	Stellenbosch/ South Africa	• 최적 발효온도는 14~16℃이며 알코올 내성은 16.5% vol • 낮은 질소 요구량과 소량의 휘발산 생성 • 리슬링, 뮐러트루가우, 바이스부르크너 등의 포도 품종에 사용
Ceres B 201	Elsass/F INRA Colmar	• 초기 발효가 빠르나 전체적으로 발효는 느리게 진행됨 • 다량의 에스터향과 소량의 휘발산 생성 • 알코올 수율이 높으며 이국적인 꽃향이 강조된 백포도주와 로제포도주 제조에 사용
Cross Evolution	Stellenbosch/ South Africa	• 알코올 내성이 우수하며 소량의 질소 요구량 • 최적 발효온도는 14~16℃이며 향이 풍부한 백포도주와 로제포도주 제조에 사용
DSM Cepage Chardonnay	LW 05 DSM	• 16℃부터 정상 발효하며 충분한 영양소 요구 • 소량의 에스터 생성, 알코올 내성 13.5% vol • 소량의 아세트알데하이드 생성, 샤르도네 타입의 포도 품종과 바리케 포도주 제조에 사용
DSM Cepage Sauvignon	LW 07 DSM	• 15℃부터 정상 발효하며 소량의 휘발산 생성 • 아황산가스 내성은 50 mg/L, 알코올 내성은 14.5% vol • 소비뇽 포도 품종에 사용
Enoferm M1	AWRI 350 AWRI Aidelaid	• 발효가 늦게 진행되며 질소 요구량이 높음 • 소량의 황화수소가 생성되며 최적 발효온도는 17℃ • 과실향이 풍부한 백포도주와 로제포도주 제조에 사용
Enoferm M2	W 796 AWRI Aidelaid	• 발효가 빨리 진행되며 적당량의 질소 요구량 • 알코올 내성은 15% vol이며 15℃부터 정상 발효 • 리슬링, 뮐러트루가우 품종에 사용
Enoferm T 306	Tyrell/Australien	• 리슬링, 뮐러트루가우, 벨티너 등과 같이 과실향이 풍부한 백포도주 제조에 사용
Enoferm Simi White	Kalifornien	• 발효온도는 15~30℃이며 알코올 내성은 14% vol • 다량의 에스터 생성과 소량의 거품 생성 • 백포도주와 로제포도주 제조에 사용하며 열대성 과실향을 강조하는 포도주 제조에도 사용
Enolevure	Stamm K1, ICV-INRA Montpellier	• 발효온도 13~18℃, 활발한 발효 • 적당량의 발효부산물 생성 • 샤르도네, 특히 오크통 포도주 제조에 적당 • 바이스부르크너, 그라우부르크너 품종에 적당

(계속)

구 분	유 래	특 징
Equinox B1	No.B1, CIVAM	• 발효온도가 15℃ 이상일 때 정상 발효 진행 • 알코올 내성이 14%까지이며 소량의 발효부산물 생성 • 구테델, 윌러트루가우, 샤르도네 품종에 적당
Fermiblanco arom	Stamm SM 102	• 최적 발효온도는 15~25℃이며 소량의 발효부산물 생성 • 발효가 서서히 진행되며 아주 소량의 휘발산 생성 • 젖산발효를 저해하며 강한 부케의 포도주 제조에 적당
Fermicru AR2	Stamm LO122	• 전체적으로 원활한 발효력을 나타내며 12℃에 발효 시작 • 소량의 발효부산물 생성 • 아로마가 풍부한 백포도주와 로제포도주 제조에 적당
Fermicru 4F9	Stamm 4F9	• 전체적으로 원활한 발효력, 최적 발효온도는 15~25℃ • 소량의 발효부산물 생성 • 중간 정도의 아세트알데하이드 생성 • 과실향이 풍부한 백포도주와 로제포도주 제조에 적당
Fermicru LVCB	Casablancatal Chile Santiago University	• 최적 발효온도 12~18℃, 빠른 발효 속도, 알코올 내성 15% • 소량의 발효부산물 생성 • 샤르도네, 소비뇽 블랑, 리슬링 품종에 적당
Fermicru VB1	Stamm VB1 DSM	• 최적 발효온도 14~18℃, 빠른 발효 속도, 알코올 내성 16% • 소량의 황화수소, 아황산가스 생성, 기타 발효부산물 중간 정도 생성 • 다량의 에스터 생성 • 과실향이 풍부한 포도주 제조에 적당 • 소비뇽 블랑, 샤르도네, 리슬링 품종에 적당
Fermivin	Stamm No.7013 I.N.R.A	• 저온에서도 발효가 원활히 진행 • 소량의 거품 형성 및 침전력 우수 • 강한 아황산가스 내성
Fructoform W3	Waedensvil Swiss	• 지고사카로미세스 베일리속 효모로 프럭토스 분해력이 우수하며 발효를 억제하는 데 사용
GWS 111	Burgund/ France	• 빠른 발효, 낮은 발효온도에 적당 • 발효는 8℃부터 가능, 알코올 내성 13%까지 가능
GWS 804	Loire Tal/ France	• 발효온도는 8~45℃, 알코올 내성은 18% • 황함유부산물 생성이 적음 • 부케가 오래 남는 백포도주와 로제포도주 품종에 적당 • 리슬링, 트라미너, 머스캣, 소비뇽
GWS S325	UCLM S325 France	• 사전 여과된 과실즙에서 발효가 잘됨 • 발효온도는 16~30℃, 알코올 내성은 14.5% • 글리세린 8~10 g/hL 생성 • 백포도주, 적포도주, 로제포도주 제조에 적당
GWM 520	California Davis/Calif-USA	• 초기 발효가 왕성하며 발효온도는 12~35℃ • 알코올 내성은 13.5% • 백포도주와 적포도주 제조에 적합

(계속)

구 분	유 래	특 징
Hefix 1000	LW 128-91	- 초기발효와 완전 발효도 높음, 아황산가스 생성이 적음 - 거품 생성이 적고 중성의 포도주 제조에 적당 - 알코올 내성은 13%
Hefix 2000	LW 185-25	- 저온에서도 알코올 내성이 강함 - 초기발효와 완전발효도가 높음
IOC 18-2007	Champagne Oenologique de Champagne Institute/France	- 효모증식이 우수하고 빠른 발효 진행 - 알코올 내성은 15% - 거품 생성, 발효부산물 생성 및 질소요구량이 적음 - 저온에서 과실향이 우수한 포도주 제조에 적당
IOC B 2000	IOC Epernay/ Champagne	- 발효부산물이 매우 적게 생성됨 - 알코올 내성은 14% - 게뷔르츠트라미너와 소비뇽 포도주 제조에 적당
IOC R 9001	IOC Epernay/ Champagne	- 초기 발효가 빠르고 거품 생성이 적음 - 사과산을 30%까지 감소시킬 수 있음 - 젖산발효를 위한 유리한 환경 조성 - 적포주나 로제포도주 제조 후 조기출하에 적당
IOC BR 8000	IOC Epernay/ Champagne	8 g/L 글리세린 형성 - 알코올 내성은 14% - 소량의 발효부산물 생성 - 중성의 포도주 타입 제조에 적당
LALVIN 71-B	INRA- Narbonne	- 강한 과실 아로마 생성 - 사과산을 30~40%까지 분해 - 중성의 포도 품종을 이용한 백포도주 제조에 적당

② 적포도주용 효모(*Saccharomyces cerevisiae*)

구 분	유 래	특 징
ANAFERM 5	Rhone	- 강한 아로마 생성 - 효모영양 수요가 없음 - 알코올 내성 15.5%
ANAFERM Frucht	Burgund	- 최적 발효온도 26~30℃ - 알코올 내성 13.5% - 글리세린 생성과 젖산발효에 효과적
ANAFERM Komplex	Burgund	- 알코올 내성 15.5% - 최적 발효온도 20~28℃ - 휘발산과 유황 생성이 적음 - 아세트알데하이드와 이산화황 결합성분 생성이 매우 적음

(계속)

구 분	유 래	특 징
ANAFERM Rot	ICV D80	• 전체적으로 발효 속도가 빠르고 특히 초기 발효가 빠름 • 최적 발효온도 24~28℃ • 알코올 내성 13.5% • 젖산발효에 효과적
ANCHOR NT50 Constantiavin	South Africa University	• 최적 발효온도 14~30℃ • 알코올 내성 16% • S-결합물질이 생성 안 됨
ANCHOR NT16	South Africa University	• 최적 발효온도 20~30℃ • 알코올 내성 15% • 질소수요가 적음
CERES C2C	INRA Narmonne	• 최적 발효온도 18~35℃ • 알코올 내성 15% • 발효부산물 생성이 적음
COLLECTION CEPAGE DSM Merlot	Bordelais ITV Brodeaux /France	• 최적 발효온도 25~30℃ • 알코올 내성 14% • 아세트알데하이드 생성이 적고 아황산가스 내성이 강함
FERMICRU Primeur	Loeretal DSM	• 발효 속도가 빠르고 12℃부터 발효 가능 • 발효부산물 생성이 적음 • 아로마가 강한 영포도주 제조에 적당
GWS 202	Bio Springer France	• 발효온도 12~32℃ • 발효 시 황화합물 미생성 • 알코올 내성 14.0% vol • 풍미가 강한 적포도주 제조에 효과적
IOC R 902	IOC Epernay/ Champagne	• 발효 시 소량의 아황산과 휘발성 산 생성 • 알코올 내성 14.9% vol • 보디감이 강한 적포도주와 로제포도주에 적합
LALVIN AMH	Assmannshausen/ FA Geisenheim	• 발효 시 색소가 유지되며 발효력이 강함 • 최적 발효온도 26~28℃ • 영양소 요구량이 적음
LAVIN BM 45	University Siena, Consorzio di Montalcino	• 초기 발효가 늦게 시작되어 마세레이션(maceration) 발효법에 적당 • 소량의 발효부산물과 다량의 이산화황 생성 • 알코올 내성 10.6% vol • 최적 발효온도 18~28℃ • 풍미가 강한 적포도주 제조에 적당
LEVULINE BRG	Bourgogne University Dijon	• 최적 발효온도 20~28℃ • 알코올 내성 15% vol • 백포도주와 부르군더 포도주 제조에 적당

(계속)

구 분	유 래	특 징
LAVIN ICV D 21	Languedoc, ICV Montpellier	• 영양소 요구량이 적음 • 알코올 내성 16.0% vol • 발효 시 황화합물이 소량 생성됨 • 꽃향기와 보디감이 강한 적포도주 제조에 적당
LALVIN RC 212	Burgund BIVB Beaune	• 발효가 서서히 진행되며 소량의 휘발성 산 생성 • 알코올 내성 12.5% vol • 발효부산물 생성이 적으며 가메 포도주 제조에 적당

③ 발포성 와인 효모(*Saccharomyces cerevisiae* var. *bayanus*)

구 분	유 래	특 징
ANAFERM 5	Siha 5	• 빠른 발효력 • 질소 요구량이 적으며 과실향이 풍부한 발포성 포도주 제조에 적합 • 병 발효에 사용
ANCHOR N 96	South Africa University Stellenbosch	• 발효력이 강하고 발효도가 매우 높음 • 발효온도 14~16℃ • 알코올 내성 16.0% vol • 삼투압 내성 108oe • 소량의 질소 요구량 • 탱크 및 병 발효에 적합
FERMICHAMP	Narbonne/France	• 알코올 내성 17% vol • 유리이산화황 내성 50 mg/L • 소량의 휘발성 산 생성 • 적당한 아세트알데하이드 생성
GWS 103	Champagne Bio Springer/France	• 효모 증식이 강하고 발효가 빨리 시작됨 • 알코올 내성 18% vol • 완전 발효 가능 • 발포성 포도주와 기주 제조에 사용
IOC 18-2007	Champagne Oenologique de Champagne Lab	• 효모 증식이 강하고 발효가 빨리 시작됨 • 알코올 내성이 강하며 완전 발효 가능 • 소량의 검품 생성 • 발포성 포도주와 기주 제조에 사용
LAVINC	University Davis	• 소량의 영양소 요구 • 알코올 내성 17% vol • 소량의 휘발성 산 생성 • 카바 타입의 중성 포도주 제조에 적합

4) 숙성 공정

숙성 공정은 발효 직후 시작되는 공정으로, 한편으로는 주석산 침전과 젖산발효 등 자연발생적인 과정, 또 한편으로는 기술적으로 자연발생적인 과정을 증진 또는 억제하는 등 모든 공정을 포함하는 광의의 개념이다. 개별 숙성 공정에 대해 정해진 레시피는 없으며 포도주 타입, 빈티지, 품종 등을 고려하여 소비자 요구에 부응하는 포도주를 제조하는 것이 중요하다. 일반적으로 효모의 자가분해 후 생성되는 영양 성분을 이용하기 위해 젖산발효를 증진하려면 앙금거르기 과정 이전에 실시하는 것이 타당하다. 유럽 일부 국가에서는 반대로 앙금거르기를 거친 후 발효조를 데워 젖산발효를 진행한다. 젖산발효에 관여하는 세균들은 알코올 발효과정에서 이미 증식하여 당분을 젖산으로 분해하는데, 이런 경우 사우어크라우트(sauerkraut) 맛 등의 생성으로 포도주 품질을 저하시킨다. 이런 경우 젖산균 번식을 저해하고 효모 증식을 증진하는 건조효모를 이용하면 알코올 발효 중의 젖산발효를 막을 수 있다.

(1) 젖산발효(malolactic fermentation, MLF)

필러 트루가우는 1890년 최초로 세균 때문에 감산이 될지 모른다는 가설을 내놓았다. 1900년 알프레드 코흐(Alfred Koch)는 발효과정과 숙성과정에 감산되는 원인이 세균임을 증명하였다. 1918년 필러 트루가우와 오스터발더(Osterwalder)는 세균은 포도주와 과실의 감산뿐 아니라 따꺼거리는 젖산 맛과 끈끈한 맛 그리고 주석산과 글리세린 감소 등의 부작용도 발생하는 것을 밝혀냈다. 1960년대에는 효모도 발효 중에 사과산 분해에 관여하는 것이 알려졌다. 포도즙에는 산이 다량 함유되어 있으며, 특히 주석산과 사과산이 대부분을 차지한다. 주석산 농도는 빈티지와 관련이 없는 반면 사과산 농도는 기후가 좋은 해에는 감소하는 경향을 보이기 때문에 기후가 좋은 해에는 총산도가 낮고 pH는 높으며, 기후가 좋지 않은 해에는 총산도는 높고 pH는 낮게 나타난다.

일반적으로 발효와 안정화과정에서 주석산이 칼륨염으로 분리되어 산도는 감소한다. 주석산은 알코올 농도가 높을수록, 발효온도가 낮을수록 감소한다. 발효 중 탈락한 주석산의 양은 적지 않으나 총산도를 낮추기에는 여전히 적은 양이다. 따라서 충분한 감산을 위해서는 탄산칼슘을 이용할 수 있으나 포도즙의 엑기스가 심하게 감소된다는 단점이 있다. 엑기스 감소를 억제하고 감산하는 방법이 생물적인 감산, 즉 젖산발효(영

어 malolactic fermentation, 프랑스어 fermentation malolactique, 독일어 biologischer saureabbau)이다. 생물적이라는 표현은 화학적 방법인 탄산칼슘을 이용하는 것과 구별하기 위한 것이다.

① 효모에 의한 젖산발효

포도주 효모에 의한 사과산 분해는 주로 효모 증식 기간에 이루어지며 발효 중에 일부 분해가 일어나기 한다. L-사과산만이 효모에 분해되고 D-사과산은 분해되지 않는다. 호기성균인 쉬조사카로미세스의 경우 피루브산이 생합성의 전구물질이기 때문에 사과산이 사과산 효소에 의해 피루브산으로 분해되는 과정을 거치지만 포도주 효모의 경우 통성 혐기성균으로서 사과산 효소를 통한 사과산 분해는 의미가 없다. 따라서 포도주 효모에 의한 사과산 분해과정은 효모세포 내로 흡수된 사과산을 사과산 효소가 존재함에 따라 자연적으로 일부만 분해한다.

② 젖산균에 의한 젖산발효

젖산균은 사과산을 젖산으로 탈탄산화하며 그 과정에서 이산화탄소가 발생하게 되어 예전엔 2차발효라 불렸다. 젖산발효는 일반적으로 포도즙의 산도가 높은 경우 젖산발효가 원활히 일어나도록 조건을 형성하는데, 알코올 발효에서처럼 의도된 대로 진행되지 않는 경우가 많고 진행속도도 주어진 조건에 따라 달라진다. <표 6-26>은 젖산발효 진행상황을 나타낸 것으로 적포도주의 경우 대부분 젖산발효를 수행하며 백포도주의 경우도 많은 경우에 실시하는 것으로 나타났다.

젖산발효가 진행되면 다른 미생물적 연쇄 반응이 일어나고 포도주 풍미에 영향을 미치는 성분들이 생성되어 젖산발효가 포도주 품질에 미치는 영향은 수치화하기 어렵다. 또 포도주 품종이 지닌 고유의 강한 아로마를 마스킹하는 부작용도 있어 리슬링 같은 품종으로 제조하는 포도주는 젖산발효를 하지 않는 반면 아로마가 약한 품종으로 포도주를 제조할 경우 젖산발효가 생성하는 부산물이 품질에 긍정적인 영향을 줄 수 있다. 미국 와이너리의 경우 포도즙에 사과산을 일부러 첨가하는 경우가 있는데, 이는 증가된 사과산을 분해해 생성된 부산물이 포도주 아로마에 긍정적인 효과를 주기 때문이다.

표 6-26 포도주 종류에 따른 젖산발효

구 분	적포도주 71종류(100%)	백포도주 353종류(100%)
약 사과산 분해 (L-젖산 0.2 g/L 이하)	67(94.4%)	229(64.9%)
강 사과산 분해 (사과산 1.0 g/L 이하)	45(63.4%)	31(8.8%)
아주 강한 사과산 분해 (사과산 0.5 g/L 이하)	26(36.6%)	7(2.0%)
완전 사과산 분해 (사과산 0.2 g/L 이하)	9(12.7%)	2(0.6%)

표 6-27 탄산칼슘과 젖산발효 후 산도의 변화

구 분	탄산칼슘	자연 젖산발효	배양효모에 의한 젖산발효
기간	—	45	14
pH	4	3.8	3.7
총산(g/L)	5.2	4.8	4.7
사과산(g/L)	3.8	0	0
휘발산(g/L)	0.2	0.4	0.4
구연산(g/L)	0.2	0	0
결합형 SO ₂ (mg/L)	120	90	70

가. 젖산균의 종류

포도에 자연 번식하는 젖산균은 소량이며 그 일부가 다시 압착액을 거쳐 포도즙으로 유입되는 것과 발효 설비와 배관 등에 서식하는 젖산균 등이 있으나 그 분포 수가 적어 젖산발효를 원활히 하기 위해서는 배양된 젖산균을 이용해야 한다. 포도잎 등 자연 상태와 포도주에서 발견되는 젖산균은 프랑스나 독일의 경우 류코노스톡(*Leuconostoc*), 오에노코쿠스(*Oenococcus*), 락토바실러스(*Lactobacillus*), 페디오코쿠스(*Pediococcus*) 속에 속한 균이다. 통상 주석산은 분해를 하지 못하며 구연산은 17% 정도 분해 능력을 가지고 있다. 또 이형발효(hetero fermentation)형 종류가 동형발효(homo fermentation)형 종류보다 10배 이상 많다. 젖산발효에 가장 중요한 균은 이형발효형인 오에노코쿠스 오에니이며 류코노스톡 오에니라 불리기도 하나 기존 류코노스톡 종류와는 특

징이 다르므로 별도로 구분하기도 한다.

이 세균은 pH가 낮은 포도즙에서 다른 젖산세균에 비해 적응력이 뛰어나 증식이 용이하고 발효 중에 그 수는 계속 증가하나 다량의 증식은 일어나지 않는다. 류코노스톡 메센테로이데스(*Leuconostoc mesenteroides*)와 류코노스톡 파라메센테로이데스(*Leuconostoc paramesenteroides*), 락토바실루스(*Lactobacillus*) 등은 포도즙에 자주 등장하나 포도주에서는 알코올 내성이 약해 증식을 하지 못한다. 또 포도주 품질을 저해하는 페디오코쿠스 댐노수스(*Pediococcus damnosus*)의 경우 극소량이 존재하여 별 의미는 없다. 오에노코쿠스 오에니균은 증식할 때 두 가지 타입의 군락으로 분류된다. 하나는 건조 군락으로 긴 사슬 모양으로 포도주에 증식을 잘하며, 또 하나는 점성 군락으로 짧은 사슬 모양을 하고 있고 포도주에서 증식이 어렵다.

표 6-28 발효 기간 중 젖산균의 변화

구 분	발효 초기	발효 중기	발효 말기	양금거르기 후 2주째
<i>Lactobacillus brevis</i>	14	6	14	8
<i>Lactobacillus buchneri</i>	0	3	9	0
<i>Lactobacillus casei</i>	9	3	14	14
<i>Lactobacillus plantarum</i>	17	17	17	14
<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	20	9	3	3
<i>Leucon, Paramesenteroides</i>	9	3	0	0
<i>Oenococcus oeni</i>	40	43	54	74

나. 젖산균 증식에 필요한 조건

젖산균은 영양 요구량이 크며 당분을 분해하여 증식한다. 따라서 포도즙이나 포도주에 당분이 많이 분포할수록 젖산균 증식은 늘어난다. 포도주에는 젖산균이 증식하기에 충분한 당분이 함유되어 있고 젖산발효 중에 당분 감소량은 0.4~0.8 g/L로 소량이다. 당알코올 이노시트(inositol) 역시 젖산균이 이용해 감소한다. 오에노코쿠스 오에니와 페디오코쿠스 펜토사세우스(*Pediococcus pentosaceus*) 종류는 아미노산 발린과 글루타민산 요구량이 큰 반면 포도주에 충분히 함유되어 있는 아스파라진, 라이신, 프롤린, 알라닌 요구량은 거의 없다. 젖산균은 효모와 달리 암모늄(NH₄)을 이용하지 못한다. 포도즙

과 포도주에는 비타민이 젖산균이 필요로 하는 양보다 많이 함유되어 있는데 모든 젖산균은 니코틴, 판토텐산 등이 필요하며 오에노코쿠스 종류는 모두 엽산을, 오에노코쿠스 및 류코노스톡 종류는 티아민을 필요로 한다.

무기영양 성분도 젖산균 효소의 활성화를 위해 필요하다. 특히 포도주에 충분히 함유되어 있는 칼륨은 필수적이다. 일반적으로 적포도주에 젖산균의 증식이 원활한데 이는 적포도주에 영양성분이 더 많이 함유되어 있기 때문이다. 또 젖산균은 통성 혐기성균으로 산소가 결핍된 환경을 선호한다. 발효가 진행 중인 발효즙에서 젖산균은 영양분을 흡수할 불리한 조건이기 때문에 효모가 통상 $40\sim100\times10^6/\text{mL}$ 의 세포수를 나타내는 반면 젖산균은 $10^7/\text{mL}$ (무게로 환산하면 0.005~0.1 g에 해당)의 세포수를 나타내며 그 이상의 증가는 거의 불가능하다.

발효 후에는 효모효소에 의해 자가분해되어 효모세포 밖으로 유출되는 아미노산, 비타민, 마노단백질 등은 젖산균의 좋은 영양성분이 된다. 일반적으로 포도주는 아황산과 저온 및 높은 산도로 젖산균이 서식하기에 적당한 환경이 아니기 때문에 젖산발효를 원활히 하기 위해서는 순수 배양으로 얻어진 세균을 미숙성 포도주에 접종하여 수행하는 것이 가장 안전하다. 유럽에서는 젖산발효를 위해 젖산균속 오에노코쿠스, 류코코쿠스, 락토바실루스, 페디오코쿠스 등을 포도즙이나 포도주에 액상이나 분말형태로 첨가하는 것을 허용한다. 첨가되는 양은 최소 $10^7/\text{mL}$ 또는 $10^8/\text{g}$ 정도는 되는 것이 좋다.

산업체에서 사용하는 젖산균은 1~4가지 종류의 오에노코쿠스 오에니를 혼합한 분말형태로, 미숙성 포도주에 바로 첨가하여 사용한다. 젖산균을 접종하는 시기는 발효 중에 효모와 함께 포도즙에 젖산균을 투입하면 효모는 불필요한 다른 야생효모를 억제하고 오에노코쿠스 오에니는 불필요한 다른 젖산균의 증식을 억제하지만 효모와 오에노코쿠스 오에니가 서로 대사를 일정 부분 저해하는 문제가 발생할 수 있으므로 발효 후에 접종하는 것이 효과적이다. 분말세균을 첨가해도 젖산발효가 원활하지 않을 경우에는 이미 젖산발효가 시작된 미숙성 포도주의 5% 정도를 첨가하면 젖산발효를 정상적으로 진행할 수 있다. 포도즙이나 포도주는 통상 3.0~3.6의 pH가를 나타내는데 젖산발효를 위해 최소 3.2는 유지해야 하며 최적 pH로 3.3~3.4를 유지하기 위해서는 탄산칼슘을 이용해 조정한다. 젖산균 증식에 중요한 또 다른 요소는 이산화황이다. 이산화황은 효모보다는 세균 증식을 저해한다. 결합형 이산화황은 유리형 이산화황보다 5~10배 약하게 세균증식을 억제하지만 결합형 이산화황이 포도주에 100 mg/L 함유되면 오

에노코쿠스의 증식과 젖산발효는 거의 일어나지 않는다.

일반적으로 포도즙이나 포도주에 첨가된 아황산 때문에 젖산발효가 억제되는 경우는 드물며 대개 미숙성 포도주에는 이산화황이 20~40 mg/L 함유되어 있는데 그 일부는 결합형 형태로 존재해 젖산균에 영향을 미치지 않으므로 아황산에 의한 젖산발효 억제 현상은 일어나지 않는다. 아황산을 첨가하지 않는 일명 ‘아황산 무첨가 포도주’의 경우 젖산균 번식이 왕성하여 초산이나 글리세린 감소 및 1,3-프로페인다이올 등의 생성으로 포도주 품질의 저하를 야기할 수 있다.

한편 아황산 첨가를 앙금거르기 뒤에 하면 미숙성 포도주의 pH가 3.4 정도면 아황산 20 mg/L만으로도 젖산균은 사멸되어 젖산발효는 일어나지 않게 된다. 젖산균 증식의 최소 온도는 18℃이며 최적 온도는 22~25℃이다. 일부 국가에서는 21~27℃를 최적 온도로 잡지만 이런 고온에서는 젖산균 증식이 과하여 젖산균 관리가 어렵고 포도주 품질을 저하시키는 결과를 초래한다. 한편 대량생산이면서 젖산발효를 원치 않을 경우 때로 문제가 발생하기도 한다. 발효량이 많으면 열이 많이 발생해 온도를 제시간에 낮추지 못함으로써 온도가 25℃까지 상승해 젖산균 증식이 왕성하게 된다. 특히 발효조의 재질이 콘크리트일 경우 냉각하기가 더욱더 어려워진다. 산도가 높은 리슬링의 경우 작은 발효조에서는 젖산발효가 일어나지 않지만 큰 발효조에서는 때로 원치 않는 젖산발효가 일어나기도 한다.

반면, 발효온도가 낮을 경우 발효실을 데우거나 포도주를 열차외선을 이용해 데우기도 한다. 젖산균은 통상 효모와 같이 60℃에서 1~2분이면 사멸한다. 포도주의 알코올은 젖산균 증식을 억제하지 않으며 남유럽, 남아프리카, 오스트레일리아, 미국 캘리포니아 등지의 포도주는 14~15%의 알코올 조건에서도 젖산발효가 일어날 수 있으며 알코올 농도가 25% 이상이면 사멸한다. 일반적으로 적포도주가 백포도주보다는 젖산발효가 활발히 일어나는데 젖산균은 영양분이 더 많은 파쇄즙에 다량 분포할 수 있고 발효온도와 pH도 젖산균 증식에 알맞은 조건이기 때문이다. 거의 모든 오에노코쿠스 오에니 종류는 β-글루코사이드인 안토사이안을 분해하지만 오히려 적포도주는 젖산발효를 통해 더욱더 진한 색을 얻는다.

다. 젖산발효의 생화학

젖산발효는 L-사과산이 L-젖산으로 전환되는 과정으로 1 g의 사과산에서 0.67 g의 젖

산이 생성되고 나머지는 이산화탄소로 방출된다. 젖산은 당으로부터 일부 생성되므로 실제로 젖산은 67% 이상 생성되는 경우가 많으며 생성된 젖산량을 통해 원래 사과산량을 추정할 수 있다. 생성된 젖산량은 일반적으로 1.5~3.5 g/L이며 예외적으로 4 g/L까지 생성되는 경우도 있다. 이 과정에서 수소이온농도가 감소하여 pH는 상승하게 되며 전체적으로 젖산발효 과정을 거친 포도주는 산도가 감소하면서 맛이 부드러워지는 효과를 나타낸다.



동형 및 이형 발효 젖산균은 사과산을 중간 산물없이 바로 젖산으로 전환하며 이 과정에 관여하는 효소를 젖산발효 효소라 한다. 이 효소는 효모의 사과산 분해효소처럼 조효소로 망간이온과 NAD⁺를 필요로 한다. 젖산발효 효소를 함유하지 않은 젖산균은 사과산을 젖산, 초산, 이산화탄소, 석신산으로 전환한다. 효모의 사과산 분해효소는 적은 포도당 농도로 생성되는 반면 젖산균의 젖산발효 효소는 상대적으로 충분한 포도당 농도가 필요하다. 모든 젖산균은 L-사과산을 L-젖산으로 전환하는 반면 포도당을 분해할 때는 각 젖산균 특이 이성질체, 즉 L-젖산 또는 D-젖산을 생성한다. 오에노코쿠스 오에니와 류코노스톡 종류는 포도당과 과당으로부터 D-젖산만을 생성하고 락토바실루스 카제이(*Lactobacillus casei*)는 L-젖산만을, 그 밖의 젖산발효에 관여하는 젖산균은 L-젖산 및 D-젖산을 생성한다. 포도주의 총산이 0.5 g/L 이하일 때는 대부분 D-젖산이고 2.2 g/L 이상일 때는 총산의 80~85%는 L-젖산으로 구성되어 있다.

라. 젖산발효가 성분변화에 미치는 영향

젖산발효 시 사과산이 젖산으로 전환될 때 포도주의 다른 구성성분도 동시에 변화한다. 오에노코쿠스 오에니는 포도당을 적게 소비하는 반면 과당을 만넛트로 빠르게 전환시킨다. <표 6-29>는 젖산발효에 따른 포도주 성분의 변화를 나타냈다. 젖산발효 시 아미노산은 아민으로 탈탄산화되고 포도즙과 포도주에 1 g/L 함유되어 있는 아미노산 아르지닌은 젖산균에 의해 L-오니틴(L-ornithine)과 요소로 생성되어 암모니아와 이산화탄소로 분해된다.

표 6-29 젖산발효를 통한 성분 변화

감 소	증 가
총산	pH
L-사과산	L-젖산
피루브산, 아세트알데하이드, 케토글루타르산염	-
구연산	초산
과당	만니트
-	다이아세틸
-	젖산 에틸에스터
아르지닌	암모니아
아미노산	아민

구연산은 통상 포도즙과 포도주에 100~300 mg/L 함유되어 있고 유럽 일부 국가의 경우 구리 혼탁을 예방할 목적으로 구연산을 1 g/L 첨가하는 것이 허용되어 있으며 일부 국가에서는 산도 증가를 목적으로 첨가하는 경우도 있다. 일부 오에노코쿠스 종류와 많은 젖산균은 구연산을 완전 분해하여 포도주 부패를 야기할 수 있기 때문에 젖산균 증식은 통제해야 한다. 또 과일 포도주와 구연산 주스 등에서도 구연산 감소가 제품의 부패 원인이 될 수 있으므로 구연산 분해 젖산균의 과도한 증식은 제어해야 한다. 구연산은 구연산 분해효소에 의해 옥살산과 초산으로 분해되며 옥살산은 구연산으로 탈카복실화한다. 구연산은 다시 젖산으로 환원되거나 초산과 이산화탄소로 산화된다. 두 분자의 피루브산은 두 분자의 이산화탄소의 유리화 아래 아세톤이 생성되며 그로부터 다시 2,3-부탄올로 환원된다. 젖산발효 시 다이아세틸의 과도 생성으로 인한 ‘디아세톤취’가 생성되지 않도록 젖산발효과정을 통제하며 젖산발효 후 아황산 첨가 및 살균을 통해 젖산발효를 정지시킨다.

〈그림 6-20〉은 젖산발효에 따른 포도주 구성성분의 변화를 나타냈다.

- 젖산균 증식기에는 세포수가 증가하며 그에 따른 사과산이 분해되고 과당은 만니트로 가수분해되며 소량의 포도당은 젖산과 초산으로 분해되어 초기 사과산 함량에 비해 젖산이 더 많이 생성된다.
- 잔당이 전부 소진되었을 때 사과산이 본격적으로 분해되며 그로부터 젖산이 다량 생성되기 시작한다.

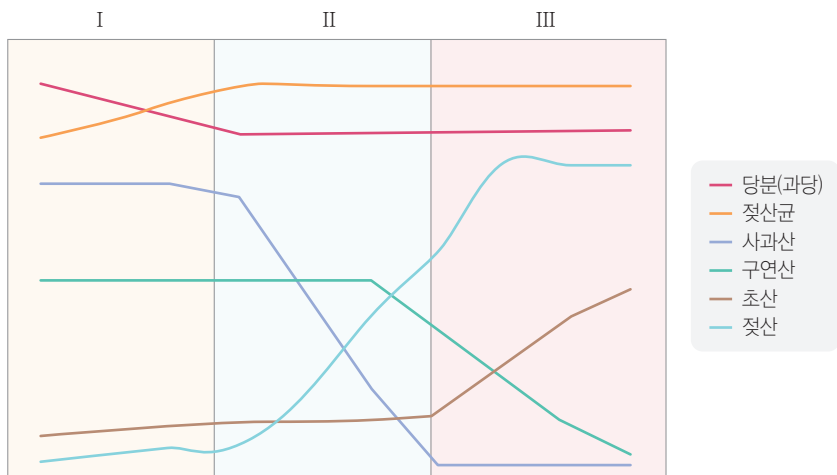


그림 6-20 젖산발효 시기에 따른 성분의 변환

- 구연산 생성은 사과산 분해가 종료되면 시작되므로 초산은 젖산발효 말기에 증가하기 시작한다.

푸마르산(fumaric acid)은 포도즙과 포도주에 소량 함유되어 있으며 효모발효 시 대부분 소진되는데 미국 캘리포니아, 오스트레일리아, 남아프리카 등지에서는 산도를 높일 목적으로 첨가하는 경우도 있으며 젖산발효 시 푸마르산은 젖산과 이산화탄소로 분해된다. 피루브산은 젖산효소 젖산 탈수소효소(lactate dehydrogenase)에 의해 거의 대부분 젖산으로 가수분해된다. 피루브산은 이산화황 결합 성분이므로 젖산발효에 의한 피루브산 분해는 포도주의 아황산 요구량을 줄이는 효과가 있다. 아세트알데하이드 역시 알코올분해효소인 알코올 탈수소효소(alcohol dehydrogenase)에 의해 알코올로 가수분해되어 농도가 줄어들게 된다. 케토글루타르산도 젖산발효 시 농도가 극소량 감소하는데 대부분의 젖산균에 의해 하이드록시글루타르산(hydroxy glutaric acid)으로 가수분해되고 오에노코쿠스 오에니에 의해서는 구연산 알데하이드로 탈탄산화되어 당 존재 아래 4-하이드록시부티르산(4-hydroxybutyrate)으로 환원되고 당이 결핍되면 석신산으로 산화된다.

일반적으로 젖산발효를 통한 이산화황 결합 성분들의 감소로 포도주의 아황산 요구량이 줄어드나 젖산발효가 계속 진행되어도 아황산 결합 성분이 지속적으로 감소하지

는 않는다. 젖산 에틸에스터의 경우 젖산발효를 통해 60~110 mg/L 생성되어 비교적 다량 증가하는 성분이다. 오에노코쿠스 오에니에 의해 초산과 아이소부탄올은 증가하는 반면 아이소부틸알데하이드와 아이소부틸아세테이트는 감소한다. 젖산발효를 통한 글리세린 분해로 아크롤레인(acrolein)이 증가하며 다이아세틸, 아세톤 및 2-아세토락테이트(2-acetolactate) 등도 생성되지만 젖산발효를 조정해 생성을 억제할 수 있다. 또 젖산발효만을 통해 생성되는 성분들이 있는데 초산 에틸에스터, 초산 헥실에스터 등이 있다.

마. 젖산발효의 증진과 억제

젖산발효는 과실 포도주 제조장에 따라 필요한 곳이 있고 필요하지 않은 곳도 있다. 젖산발효의 증진과 억제를 위한 기술적인 방법을 <표 6-30>에 기술하였다. 일반적으로 적포도주는 젖산발효과정을 거치며, 산도가 낮은 백포도주는 젖산발효를 실시하지 않는다. 젖산발효 시 첨가하는 젖산균의 선택과 그 기술에 따라 ‘포도주 향미관리(wine flavour management)’를 할 수 있으며 이에 따라 포도주 아로마는 점차 바뀔 수 있다. 예를 들면 다이아세틸의 경우 미숙성 포도주에 젖산균 접종을 많이 하여 젖산발효를 신속히 진행하면 그 농도를 줄일 수 있고 오에노코쿠스 오에니의 투입과 효모와의 장시간 접촉으로도 다이아세틸 양을 줄일 수 있다.

표 6-30 젖산발효를 증진 또는 억제하는 방법

방법	증진	억제
발효 및 저장 온도	고온발효 및 저장(20~25℃)	저온발효 및 저장
아황산 처리	아황산 첨가 생략 또는 소량을 늦게 첨가	발효 직후 아황산 첨가(30 mg/L 유지)
pH와 산도 조절	탄산칼슘을 이용한 pH 상승 유도	젖산이나 구연산 등을 이용 pH 저하 유도
청징 및 앙금거르기	훈탁 발효액과 효모에 장시간 체류	청징 실시 및 효모 제거
라이소자임	—	500 mg/L 첨가
젖산균 첨가	젖산발효 중인 어린 포도주에 5%의 젖산균 첨가	포도즙 살균, 발효 후 규조토 여과, 병입 시 정밀 여과

젖산발효는 일반적으로 적포도주에서 실시하며 사과산을 적게 함유하는 뮐러트루가 우나 케르나 품종 등에는 보통 실시하지 않는다. 젖산발효에 적합한 품종은 바이스부르

군더, 실바너, 토프기저 등이며 리슬링, 쇼이레베, 모리오 머스캣 등은 젖산발효 수행에 덜 적합하다. 또 탄산칼슘을 이용한 화학적 감산 방법이 젖산균을 이용한 생물학적 감산 방법보다 안전하고 간단하다.

바. 젖산발효의 부작용

젖산발효는 이미 언급한 것처럼 당, 산, 아미노산, 포도주 성분을 전환해 유용한 젖산을 생성하는 반면 젖산발효 시 젖산균의 과도한 증식으로 포도주 품질을 저해하는 성분을 생성해 ‘포도주 품질 장애(wine fault)’를 일으켜 조건에 따라 포도주 부패로 이어질 수 있다. 포도주 품질을 저해하는 부패균은 야생효모와 초산균이 거론되나 주 원인균은 젖산균이다. 젖산균에 감염된 포도주는 미세 혼탁이 심하게 나타나며 질기고 끈끈한 맛을 나타내는데, 그러한 젖산균은 제거하기가 상당히 어렵다. <표 6-31>은 젖산균으로 발생하는 포도주 품질 장애로, 각각의 장애물질이 복합적으로 작용해 젖산균 종류에 따라 따로 구별하기는 어렵다.

표 6-31 젖산발효에 따른 포도주 품질 장애와 원인

포도주 품질 장애	원인 물질	원인	세균 종류
탈색(적포도주)	안토시아닌 분해	안토시아닌 가수분해	여러 젖산균
아민 생성	아민(히스타민)	아미노산의 탈탄산화	여러 젖산균
쥐노취	2-acetyl tetra hydropyridin	라이신 대사	여러 젖산균
초산취	초산, 에틸아세테이트 D-젖산	포도당 분해	오에니코쿠스
따끔거리는 젖산 맛	초산, 만닛트, D-젖산, 프로판올, 2-부탄올, 다이아세틸	포도당 분해, 과당과 뷰테인다이올 분해	오에니코쿠스
젖산취	다이아세틸, 에틸아세테이트, D-젖산	구연산과 포도당 분해	페디오코쿠스
점성화	글루칸 생성	포도당 분해	페디오코쿠스, 오에니코쿠스
쓴맛	아크롤레인+폴리페놀, 1,3-프로페인다이올	글리세린과 뷰테인다이올 분해	일부 이형발효 젖산균

‘젖산취’는 부패한 고기 냄새나 사우어크라우트 등의 냄새를 연상시키는 것으로 젖산취가 심해지면 ‘따끔거리는 젖산 맛(lactic acid prick)’ 단계로 넘어가 결국 포도주 품질

이 저하되어 상품화하기 어려운 포도주가 된다. 본래 사과산과 젖산은 맛으로 구별이 안 되기 때문에 젖산취나 따끔거리는 젖산 맛은 젖산발효 중에 생성되는 다이아세틸을 통해 더욱 두드러진다. 다이아세틸은 1:1,000,000의 희석에서도 맛을 느낄 수 있으며 맥주(맛 최소감응농도 0.15~0.20 mg/L)와 주스제품 등의 품질을 떨어뜨리는 성분이기도 하다. 포도주에서의 다이아세틸은 주로 젖산발효가 종료되고 난 직후 구연산이 분해될 때 생성된다.

일반적으로 동종 발효젖산균이 이중 발효젖산균보다 다이아세틸을 많이 생성하는데 오에노코쿠스 오에니로 젖산발효된 포도주에서는 0.18 mg/L로 정상적인 포도주 품질을 나타내지만 페디오코쿠스로 젖산발효된 포도주에서는 3.9 mg/L의 다이아세틸이 생성되어 젖산취를 나타낸다. 정상적인 젖산발효과정을 거친 포도주에서는 통상 다이아세틸이 0.2~0.3 mg/L를 나타내며 0.9 mg/L 이상이면 이미 젖산취를 느낄 수 있다. 또 다이아세틸 맛 최소감응농도는 적포도주가 백포도주보다 높으며 미국산 샤르도네 포도주에서는 다이아세틸 농도가 0.2 mg/L, 슈페르트부르군더에서는 0.9 mg/L, 카베르네 소비농에서는 2.8 mg/L가 나타난다. 다이아세틸 맛에 대한 평가는 지역이나 국가에 따라 다르며 일정 농도를 초과했음에도 긍정적인 평가를 하는 경우도 있다. 포도주에서 다이아세틸을 제거해야 하는 경우에는 포도주를 신선한 포도즙으로 발효하고 다시 새로운 효모를 투입하여 숙성과정을 거치면 된다. 다이아세틸은 효모의 알코올 탈수소효소에 의해 20%, 다이아세틸 환원효소에 의해 80% 분해된다.

포도주 품질 장애에 관여하는 성분은 또 다른 에틸아세테이트이며 젖산발효가 종료된 포도주에 80~130 mg/L 분포되어 있다. 에틸아세테이트의 맛 최소감응농도는 60~110 mg/L이기 때문에 그 이상의 농도는 조화롭지 않은 포도주 맛을 야기한다. 젖산발효에 따른 포도주 품질 장애의 징표가 되는 또 다른 성분은 고급 알코올 성분인 2-부탄올이다. 특히 산도가 낮은 사과와 배 포도주에 많이 함유되어 나타나며 고농도의 부탄올은 고농도의 메탄올과 1-프로판올 동반하는 것이 일반적이다. 아이소프로판올 역시 포도주 품질 장애 시 나타나는 성분이다.

‘따끔거리는 초산 맛(acetic acid prick)’은 포도주 품질 장애 중 가장 흔히 나타나는 현상으로 젖산균이 젖산발효 중에 생성한 초산이 주원인이다. 따끔거리는 젖산 맛은 기술적으로 개선할 수 있으나 따끔거리는 초산 맛은 되돌릴 수 없다. 따끔거리는 초산 맛은 백포도주와 로제포도주에서는 초산이 1.08 g/L, 적포도주에서는 1.2 g/L일 때 나타

나는데 이 농도에서는 음용이 불가능하다.

한편 포도주의 초산량이 일정 농도를 벗어났는데도 따끔거리는 초산 맛을 느끼지 못하는 경우도 있는데 이는 초산만이 따끔거리는 초산 맛의 유일한 원인이 아니라는 사실을 증명하는 것이다. 그래서 일부 포도주 학자는 포도주가 따끔거리는 초산 맛으로 분류되려면 초산이 포도주에 0.8 mg/L 이상 존재하는 상태에서 초산 에틸에스터의 농도가 90 mg/L 이상일 때 또는 초산이 0.8 mg/L 이하 존재하면서 초산 에틸에스터의 농도가 200 mg/L 이상일 때라고 주장하기도 한다. 유럽연합과 캘리포니아에서는 초산이 일반 백포도주에서는 1.08 g/L, 적포도주에서는 1.2 g/L 이상이면 법적으로 상품화될 수 없으며, 독일의 아이스 와인이나 베어렌아우스레제 포도주의 경우 초산이 1.8 g/L, 트로크넨아우스레제 포도주는 2.1 g/L 그리고 일부 프랑스와 이탈리아 포도주에서는 1.5 g/L까지 허용하고 있다.

젖산발효 중에 생성되는 초산은 다양한 젖산균에 의해 분비되며 호기적 조건에서 알코올을 산화시켜 초산을 생성하는 초산균에 의해 생성되는 경우는 거의 없다. 포도즙에서 야생효모 한세니아스포라속, 칸디다속, 피치아속, 포도주에서 텍케라속, 브레타노미세스속 및 일부 사카로미세스속 등이 초산을 생성한다. 동종발효 젖산균이 당으로부터 젖산만 생성하는 반면 이종발효 젖산균은 젖산과 초산 및 이산화탄소를 생성한다. <그림 6-21>은 오에노코쿠스 오에니의 당 분해로 생성된 부산물에 대해 나타냈다.

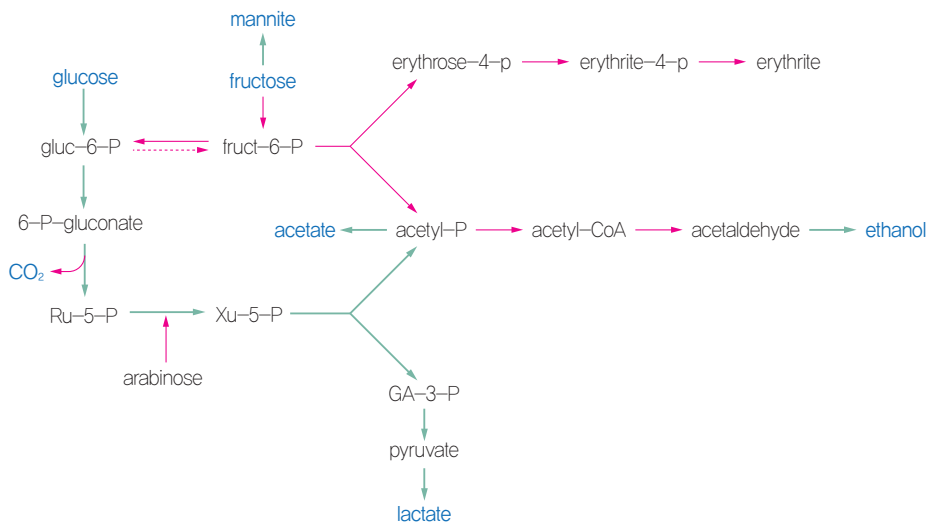


그림 6-21 이형발효균에 의한 젖산발효 기전

젖산균 *오에노코쿠스 오에니*가 젖산발효 시 당으로부터 생성하는 부산물은 다음과 같다. 포도당 한 분자로부터 0.95젖산+0.96이산화탄소+1.03알코올+0.06초산+0.04에리트라이트를 생성하고, 과당 한 분자로부터 0.32젖산+0.32이산화탄소+0.01에탄올+0.68만닛트+0.45초산을 생성한다. 포도주에는 젖산발효를 통해 사과산으로부터 L-젖산이 생성되는 반면 D-젖산은 당 분해를 통해 생성된다. 포도주에 D-젖산이 1 g/L 이상 함유되면 부패된 것으로 판단한다.

따라서 이종 발효 젖산균에 의한 따끔거리는 초산 맛은 초산과 D-젖산이 주원인으로 볼 수 있다. 포도즙이나 포도주에 당 성분이 함유되면 젖산균이 젖산발효 중에 초산을 생성할 가능성은 항상 존재하며 당 성분이 없는 완전발효 상태에서는 초산 생성이 불가능하다. 또 이종 발효젖산균 *오에노코쿠스 오에니*, *류코노스톡 텍스트라니쿰* 및 다양한 락토바실러스 등은 과당을 분해하며 당 알코올인 만닛트를 생성하여 포도주의 거친 단맛을 나타낸다. 특히 가정에서 산도가 낮은 과실을 이용해 과실 포도주를 만들 때 발효 직후 아황산 처리를 안 한 경우 만닛트의 거친 단맛이 자주 생성되며 이런 부패성 포도주에는 1-프로판올과 2-부탄올 생성이 함께 두드러지게 나타난다.

일반적으로 젖산균은 우선 사과산 분해가 종료되면 당을 이용하여 따끔거리는 젖산 및 초산 맛, 그리고 만닛트의 거친 단맛을 생성한다. 또 산도가 낮은 포도주의 경우 젖

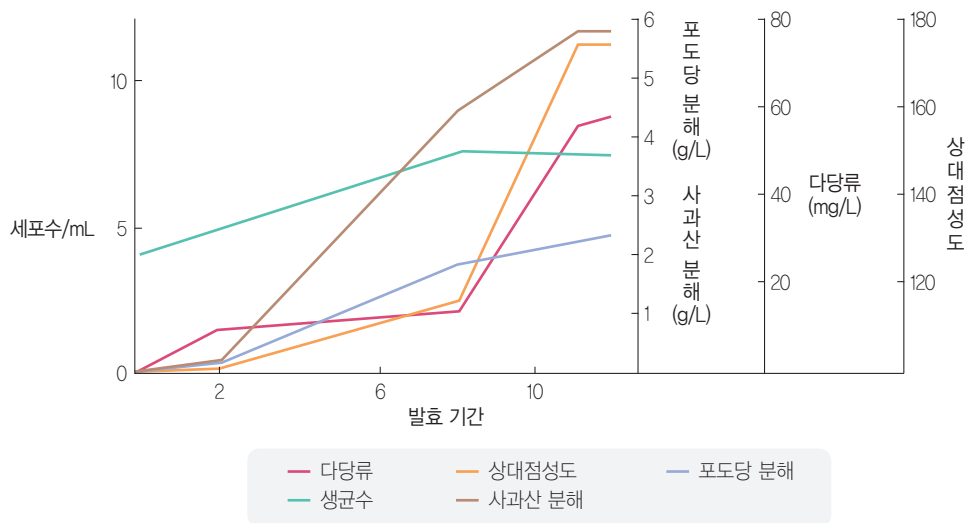


그림 6-22 젖산발효 중 글루칸에 의한 점성 변화

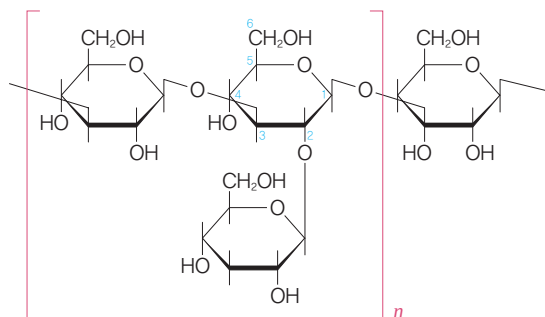


그림 6-23 쌍구균에 의해 생성된 글루칸의 구조

산균에 의해 점성이 강한 포도주로 변해 포도주가 글라스에서 기름처럼 끈적끈적 흘러 내리는 현상이 나타나는데 이는 포도주 품질 장애로 볼 수 있다. 점성 포도주의 주원인은 글루코스로부터 다당류가 생성되기 때문이며 점성 포도주에서는 다이아세틸의 농도도 높아진다.

초산균, 효모, 곰팡이균 등도 다당류를 생성할 수 있으며 오에노코쿠스 오에니와 특히 페디오코쿠스 댐노수스가 점성 형성에 가장 큰 영향을 미친다. 보통 $10^6 \sim 5 \times 10^6$ coccus/mL이면 점성이 이미 시작된 것으로 본다. 페디오코쿠스 종류는 적은 포도당 양으로도 80만 달톤의 글루칸을 형성할 수 있다.

포도당 사슬 2분자마다 측면에 한 분자의 포도당을 동반하는데 보트리티스가 생성하는 글루칸과는 구조면에서 다르다. 페디오코쿠스 글루칸은 exo- β -1,3-글루카네이스(exo- β -1,3-glucanase)로 보트리티스 글루칸보다는 분해되기 어렵다. 효모의 자가분해와 높은 pH로 젖산균 증식이 용이한 발효조 바닥에서부터 포도주 점성이 나타나며 아황산 처리를 하면 이 균은 억제되어 점성 문제를 해결할 수 있다. 아미노산은 젖산균에 의해 아민으로 탈탄산화되어 히스티딘이 히스타민으로 전환돼 두통을 유발한다. 아민이 생성되면 포도주 품질이 저하되며, 아민이 생성된 포도주에는 대부분 초산, D-젖산 등이 함께 함유되어 상품화하기 어렵다. 평균적으로 적포도주가 백포도주보다 아민을 많이 함유한다.

여러 연구 결과로 보면 젖산발효가 아민 생성의 주원인이라고 단정할 수 없으며 산도가 높고 부패한 포도일수록, 당도가 높을수록 아민 함유량이 더 많다. 특히 아이소펜틸 아민(isopentyl amine)과 페닐에틸 아민(phenylethyl amine)이 함유되어 있다. 산도가

낮고 아황산 처리를 하지 않은 발효즙에서 나타나는 포도주 품질 장애의 형태인 ‘쥐노취’는 주로 추운 포도 재배 지역에서 나타나며 락토바실루스속, 류코노스톡 메센테로이데스(*Leuconostoc mesenteroides*), 오에노코쿠스 등이 주 원인균이다. 이중 발효 젖산균인 락토바실루스 힐가디(*Lactobacillus hilgardi*)와 락토바실루스 브레비스(*Lactobacillus brevis*)는 2-아세틸 테트라하이드로피리딘(2-acetyl tetrahydropyridin, 328~580 µg/L), 2-아세틸-1-피롤린(2-acetyl-1-pyrrolin, 50 µg/L), 2-에틸-테트라하이드로피리딘(2-ethyl-tetrahydropyridin, 10 µg/L)을 생성하고 오에노코쿠스는 주로 2-에틸-테트라하이드로피리딘(87~162 µg/L)만 생성한다. 페디오코쿠스 뎀노수스와 락토바실루스 플란타리움(*Lactobacillus plantarum*)은 위의 세 가지 물질을 극히 적게 생성한다(37 µg/L 이하). 또 쥐노취가 있는 포도주에는 4-에틸페놀(4-ethylphenol)이 500 µg/L 함유되어 있으며 락토바실루스 브레비스, 락토바실루스 플란타리움(*Lactobacillus plantarium*), 페디오코쿠스, 오에노코쿠스균은 쿠마르산을 4-에틸페놀로 대사한다. 초산균인 글루코노박터(*gluconobacter*)와 더운 포도주 재배 지역에서는 야생효모 텍카라와 브레타노미세스 등이 쥐노취를 유발하기도 한다.

(2) 발효와 숙성조

발효조로서 나무통은 오크통이 가장 좋으며 부적당한 나무통은 포도주에 나무취를 오랫동안 남긴다. 나무통의 표면이 다공성이기 때문에 세척하기가 용이하지 않으며 세척을 제대로 못하면 곰팡이가 번식할 수 있다. 오크통의 특징은 타닌 성분을 소량 용출하는 것이며 과도하게 용출된 타닌은 포도주 품질에 부정적인 영향을 미친다. 타닌의 흡수량은 나무의 종류, 통의 크기, 저장시간에 따라 달라진다. 따라서 백포도주 저장용 나무통의 크기는 최소 30 0L이며 적포도주 저장에는 225 L 용량을 사용하는데 대개 2~3회 사용한 뒤 교체한다. 일반적으로 나무통에서 생성되는 나무취는 나무 자체에서 나기보다는 나무를 굽는 과정에 생성된다. 특히 전통 방식으로 제조된 나무통에서 이러한 성분이 더 많이 생성된다.

나무통 크기가 클수록 통 두께가 굵기 때문에 증발하는 양이 적지만 장기간 저장할 때는 증발된 만큼 포도주를 보충해야 한다. 나무통의 장점은 소비자에게 좋은 이미지를 주어 광고효과가 있고 크거나 형태를 자유롭게 할 수 있으며 숙성이 빠르게 진행된다는 것이다. 반면 경제성이 떨어지고 위생관리가 어려우며 나무 상태가 적합지 않을 경

우 포도주 품질에 나쁜 영향을 미치게 된다. 또 증발을 통한 포도주 손실을 감수해야 하고 살균처리에 어려움이 있다. 폴리에스터 합성수지통은 특히 소규모 공장에서 나무통을 대신하여 많이 사용한다. 강도는 스테인리스 탱크와 유사하며 가벼워 수송하기 편리하다. 폴리에스터 합성수지통의 또 다른 장점은 부식되지 않아 관리하기 편하다는 점이다. 반면 통이 충분히 경화되지 않았을 때는 수지냄새 등 이취가 발생할 수 있기 때문에 사용하기 전에 반드시 경화도를 점검하여 이취가 없는지 확인해야 한다.

(3) 오크통 숙성

바리케(barrique) 숙성은 오크통을 이용하는 프랑스 보르도 지방에서 사용하며 전 세계적으로는 2% 정도가 바리케 숙성을 이용해 포도주를 생산한다. 일반적으로 청징 공정이 완료된 포도주에 독특한 향을 내기 위해 오크통을 1~3번만 사용한다. 바리케 숙성은 오크통에서 통상 6~12개월 걸리는데 그사이 포도주가 증발되므로 일정 기간을 두고 새로운 포도주를 보충해야 한다. 또 바리케 숙성은 ‘산화적 숙성’이므로 아황산 요구량도 그만큼 증가한다. 바리케 숙성 기간에 미생물 감염을 억제하려면 고농도 알코올 포도주를 발효하는 것이 좋으며 타닌 성분이 많고 품종 특성이 약한 포도주에 적합하므로 대체로 적포도주에 적용하면 조화로운 포도주를 생산할 수 있다. 바리케 숙성은 포도주 고유의 특성이 근본적으로 바뀌는 작업으로, 비용이 많이 든다. 통상 소비자들에게 특별한 포도주라는 이미지를 주기 위한 마케팅 측면에서 프랑스 보르도 지방에서 주로 사용한다. 포도주는 대부분 몇 년 동안만 품질이 유지되는 반면 카베르네 소비뇽, 시라즈, 템프라니요, 네비올로, 피노 누아르 등의 품종으로 제조한 포도주는 10년에 걸쳐 아로마와 미묘한 맛이 향상된다. 리슬링, 샤르도네, 소비뇽 블랑, 비우라 등의 백포도 품종으로 제조한 포도주도 숙성 잠재력이 뛰어나다. 품질이 지속적으로 향상되는 포도주에서는 아로마 손실도 함께 나타나지만 이러한 포도주는 그 대신 숙성 부케를 얻을 수 있다.

포도주 품질 저하는 포도 품종 특유의 아로마 이외에 신선한 과일 부케의 감소를 의미한다. 포도주 숙성은 광의의 개념으로서 일반적으로 두 단계로 나뉜다. 첫 번째 숙성은 알코올 발효와 병입 사이에서 발생한 변화를 일컫는 숙성(maturation)이 있다. 일반적으로 숙성은 6~12개월 걸리지만 수년간 지속되는 경우도 있다. 숙성 기간에 포도주는 젖산발효, 오크통 저장, 수차례 앙금거르기와 청징과정 등을 거친다. 앙금거르기와 청

표 6-32 오크통 숙성에 따라 생성된 성분

성분		최소감응농도(mg/L)			맛과 냄새
		물	백포도주	적포도주	
Furan	Furfural	8	65	20	아몬드향
	5-methylfurfural	6	52	45	구운 아몬드향
	Furfury alcohol	1	35	45	곰팡이취의 건조
Lacton	β -methyl-octalacton	0.02	0.12	0.125	코코너스
Aromatic aldehyde	Vanillin	0.105	0.4	0.32	바닐라향
	Syringaldehyde	50 이상	—	—	—
Phenol	Guaiacol	0.055	0.095	0.075	아린맛
	4-methyl guaiacol	0.01	0.065	0.065	탄취
	4-ethyl guaiacol	0.025	0.07	0.15	훈연취
	4-viny guaiacol	0.032	0.44	0.38	정향
	4-vinylphenol	0.085	0.77	1.5	흰독말풀향
	Eugenol	0.007	0.1	0.5	정향
	o-Cresol	0.045	0.06	0.8	아스팔트향
	m-Cresol	0.085	0.38	0.18	의약품취
	Phenol	5.5	35	25	잉크취
	4-ethylphenol	0.13	1.1	1.2	마굿간취

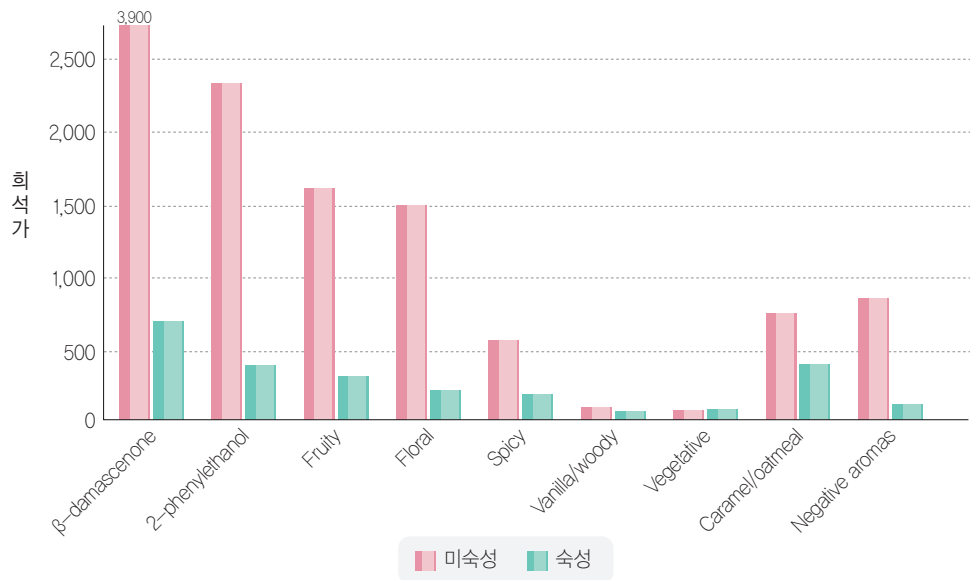


그림 6-24 숙성 중의 아로마 손실

정과정을 거치면서 포도주는 연간 약 40 mL의 산소를 흡입하는데 이 농도로는 포도주에 산화적 특징을 주기에 부족하다. 포도주 숙성의 두 번째 숙성은 병입 후에 일어나는 숙성(aging)을 의미하며 이때 숙성은 산소 유입이 차단된 상태이기 때문에 환원적 숙성(reductive aging)이라 불린다.

① 숙성이 포도주에 미치는 영향

숙성과 관련된 포도주의 화학적 변화는 미완숙 포도주의 효모취나 가벼운 맛을 줄이고 숙성 부케와 부드러운 보디감을 높여주는 데 있다. 따라서 많은 포도주 제조자는 숙성 부케와 보디감을 향상하기 위해 포도주를 신선한 곳에 장기간 보관한다. 그러나 포도주는 대부분 장기 숙성에 부적합하여 특히 백포도주는 대개 몇 년 안에 소비한다. 적포도주의 아로마도 대부분 5~10년이다. 비효소적 산화반응은 숙성과정에 많은 관능적인 변화를 가져오나 병 안에서는 코르크마개를 통한 산소분자 유입에 따라 숙성 변화가 매우 느리게 나타난다.

숙성에는 온도, pH, 페놀 함량이 많은 영향을 미친다. 페놀 함량에 따라 포도주는 일주일 안에 최대 6 mg/L 산소와 결합하는 것으로 보인다. 산소와 관련 없이 산화반응도 숙성 중에 발생하는데, 이것이 포도주 품질에 미치는 영향은 미미하며 구리나 철 이온 등이 포도주 산화를 촉매하는 것으로 알려져 있다. 일반적으로 숙성 중에 변화된 아로마 농도는 대개 맛 최소감응농도 이하로 나타나기 때문에 분석하는 데 어려움이 있다. 숙성 중에 나타나는 외형상 변화는 갈변이며 적포도주의 경우 발효 후 진한 적색을 띠다가 루비색으로 변했다가 벽돌색으로 변한다. 이는 안토시아닌 복합체의 해리와 피라노안토시아닌(pyrananthocyanins), 카테킨피릴리움(catechinpyrylium), 잔틸리움(xanthylum) 등의 새로운 색소 형성 및 타닌-타닌, 안토시아닌-타닌 복합체의 형성에 기인한 것이다.

초기 적포도주의 자줏빛색은 복합체에서 해리된 안토시아닌이 산화되고 점진적으로 타닌과 중합반응을 일으키며 나타난다. 산소가 있으면 소량의 아세트알데하이드도 안토시아닌-타닌 중합반응을 증가시킨다. 중합반응은 혐기성 조건에서도 직접적으로 일어나는데 이러한 중합반응은 포도주에서 장기간에 걸쳐 서서히 일어나므로 병 숙성에서 중요한 의미를 갖는다. 온도가 높을수록 중합반응이 늘어난다. 중합반응의 또 다른 경로는 주석산이 글리옥실산으로 촉매 산화 반응하는 것으로, 이는 금속이온이 있을

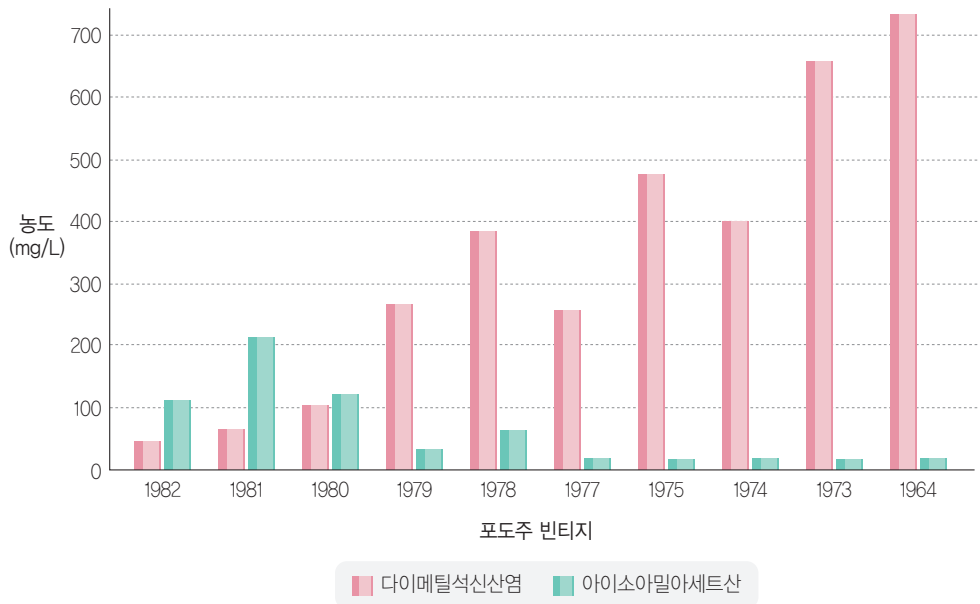


그림 6-25 숙성 기간에 따른 에스터 함량의 변화

때 활성화된다. 글리옥실산은 카테킨과 페놀 성분 등을 결합해 긴 폴리머를 형성하는데, 이러한 반응은 결국 무색이나 황색 폴리페놀이 생성된다. 백포도주도 안토시아닌 색소의 중합반응으로 색깔이 변하는데, 숙성 중에 어두운 색으로 변하고 황금색을 거쳐 최종적으로 갈변현상을 보인다.

그 밖에 백포도주 가운데 스위트 와인은 당과 아미노산 반응에 따른 마이알(maillard) 반응으로 갈색이 되기도 한다. 숙성 중 가장 크게 변하는 맛은 적포도주에서 쓴맛과 짭은맛인데, 이는 타닌과 안토시아닌, 단백질과 탄수화물 등의 중합반응에 기인한다. 초기 중합반응에서 타닌 크기는 중간 정도로, 타닌은 포도주에 쓴맛을 부여하는데, 중합반응이 지속되면서 쓴맛과 짭은맛이 점차 줄어든다. 적포도주의 경우 숙성 중의 색도 변화에 관심을 기울이지만 백포도주의 경우에는 방향 성분 변화에 더 많은 관심을 갖게 된다. 숙성 중인 백포도주의 아로마 손실은 에스터 함량의 변화와 밀접한 관계가 있으며 티펜과 휘발성 페놀 성분과도 연관이 있다. 발효 중에 에스터는 포도주에서 허용되는 평형상태보다 과다 생성되는데 이 에스터는 산이나 알코올로 가수분해된다. 따라서 숙성 중에는 에스터의 함량, 특히 아세트산아이소아밀과 아이소아밀 부틸 등이 줄어들며 일부 에스터는 몇 년 동안 일정 농도를 유지하기도 한다.

pH가 높을수록, 온도가 낮을수록 에스터는 산과 알코올로 덜 가수분해된다. 또 아황산이나 페놀(caffeic, gallic acids) 성분 등에 의해서도 가수분해는 줄어든다. 아황산은 3-머캅토헥산-1-올(3-mercaptohexan-1-ol) 같은 티오 성분의 손실을 줄여주는 역할도 하는 반면 다마스세논(damascenone)과 결합해 일부 포도주에서는 과실 특성을 줄이는 부정적 영향을 미치기도 한다. 에탄올과 긴 사슬 포화지방으로 구성되어 있는 에스터의 경우 숙성 초기에 감소하다가 숙성이 지속되면서 증가한다. 에스터는 에탄올과 유기산과의 결합으로도 생성된다. 이때 에스터는 온도가 높을수록, pH가 낮을수록, 고급 알코올 함량이 많을수록 증가한다. 포도주 숙성 중에 변화하는 아로마는 터핀이다. 특히 터핀은 머스캇 품종의 아로마에 중요한데 터핀의 산화는 품종 특유의 특성에 손실을 야기한다.

모노터펜 알코올 전체 함량은 숙성 중에 감소하며, 특히 게라니올, 리나롤, 시트로네올 등이 대폭 감소한다. 예를 들면 리슬링의 경우 리나롤 함량이 3년 안에 80%까지 감소하며 이로써 리슬링 포도주의 꽃향기 특성을 잃어버리게 된다. 반대로 리나롤 산화물, 네롤 산화물, 호트리에놀 산화물, α -터피네올 등이 증가하며 이러한 산화물은 향기 최소감응농도가 모노터펜보다 높게 나타난다. 리나롤 산화물은 향기 최소감응농도가 3,000~5,000 $\mu\text{g/L}$ 인 반면 리나롤은 100 $\mu\text{g/L}$ 이다. 산화 터핀 유도체들은 각각 다른 향을 내는데 α -터피네올은 곰팡이취나 솔나무취를 내는 반면 리나롤은 꽃향기를 낸다. 비아이소프레노이드계의 장미향을 내는 β -다마스세논(β -damascenone)은 감소하며 아이소프레노이드계의 일부 성분도 숙성 중에 감소하는 것으로 보인다. 일반적으로 휘발성 페놀은 낮은 농도에서는 포도주 향기를 증진하지만 고농도에서는 페놀취를 나타낸다. 일부 휘발성 페놀인 비닐페놀, 비닐과이어콜은 비휘발성 페놀인 에티옥시에틸페놀로 전환되며 2-페닐에탄올도 숙성 중 감소한다.

피루랄과 헥산알은 숙성 중의 산화취를 유발하는 성분으로 포도주 본래의 향을 마스킹하는 것으로 알려져 있다. 백포도주에서처럼 로제포도주도 1~2년 안에 과실향을 잃어버리는데 특히 휘발성 티올인 3-머캅토헥산-1-올과 3-머캅토펜일 아세테이트(3-mercaptohenyl acetate)의 감소가 두드러진다. 3-머캅토헥산-1-올의 경우 1년 안에 원래 농도의 절반이 줄어들고 아세테이트 에스터는 거의 존재하지 않게 된다. 로제포도주의 경우 타닌 성분이 결핍되어 색도 변화가 빠르고 과실향을 내는 페닐에틸아세테이트(phenethyl acetate) 함량도 숙성 중에 급격히 줄어들어 결국 로제포도주의 저장 수명

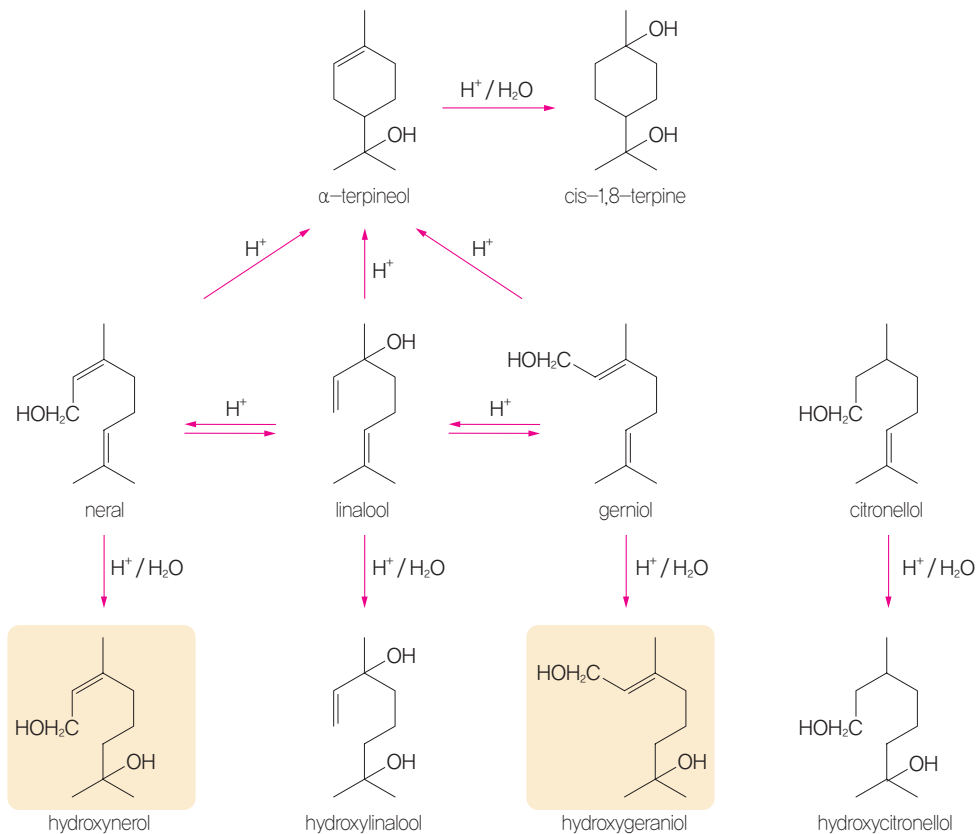


그림 6-26 병 숙성 중 모노터펜의 변환 기전

을 단축하는 요인으로 작용한다.

병 숙성 중에 생성되는 부케는 일반적으로 네 가지 성분으로 분류되는데, ① 비휘발성 배당 결합체, ② 변형된 탄수화물, ③ 비아이소프레노이드의 전구체 및 관련 다이테펜스, ④ 황화 성분 등의 산 또는 효소적 가수분해로 유리된 성분들이 그것이다. 포도 속의 향미 성분은 대부분 배당체로 존재하며 병 숙성 중의 배당체로부터 터펜이 유리화했다는 것은 아로마의 손실을 의미한다. 또 모노터펜 산화물과 2,2-다이메틸-5-(1-메틸프로페닐) 테트라하이드로푸란[2,2-dimethyl-5-(1-methylpropenyl) tetrahydrofuran] 이성체는 리슬링 포도주 숙성과정에 시네올 같은 향을 주는 것으로 보인다.

아이소프레노이드 분해 산물인 비티스피란(vitispirane)과 1,1,6-트리메틸-1,2-다이하이드론나프탈렌(1,1,6-trimethyl-1,2-dihydronaphthalene, TDN)은 숙성 부케 중에 가장

중요한 성분으로 보인다. 특히 TDN은 리슬링 포도주의 숙성 부계에 중요한 역할을 한다. TDN은 적포도주 숙성 중에도 발견되는데 TDN이 등유와 같은 향을 내므로 과도하게 함유되어 있는 것은 바람직하지 않다.

황 성분 가운데 숙성 중에 변화를 나타내는 성분은 다이메틸설파이드이다. 이 성분은 포도주에 소량 존재하면 숙성 부계를 향상하는 것으로 알려져 있으나 숙성 온도가 20℃ 이상이면 과도하게 생성되어 포도주 고유의 아로마를 마스킹하는 일도 발생한다. 포도주 숙성 중에 아브시스산의 농도는 증가하지만 포도주 아로마에는 별다른 영향을 주지 않으며 고급 알코올과 그의 에스터 및 락톤류도 병 숙성과정에서 영향을 받지 않는다.

② 숙성에 영향을 미치는 요소

가. 산소

일부 포도주는 산소에 민감하게 반응하며 특히 페놀 성분의 농도와 유형에 따라 다르게 반응할 수 있다. 백포도주에 가장 많이 함유되어 있는 페놀인 카프타린산(caftaric acid)은 가수분해 후에 커피산의 산화적 갈변을 증가시키는데, 이는 플라보노이드와의 중합반응에 기인한다. 적포도 포도주 품종인 그르나슈는 카프타린산 및 그 유도체의 농도가 높아 산소에 특히 민감하게 반응한다. 산화된 포도주에서는 2-노네날(2-nonenal), 2-옥테날(2-octenal), 벤즈알데하이드(benzaldehyde) 등이 존재할 수 있다. 백포도주에 페놀 성분이 적게 함유되어 있는데도 적포도주보다 산소에 더 민감하게 반응하는데, 이

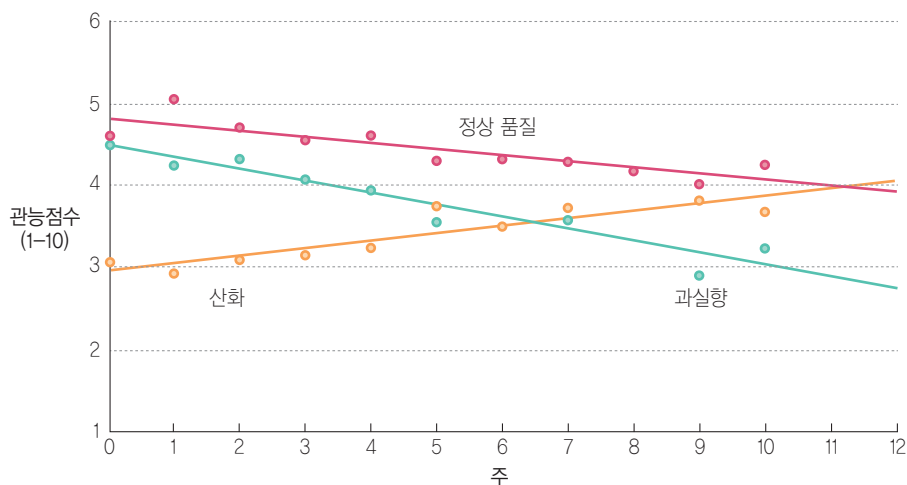


그림 6-27 산소에 노출된 샤르도네 포도주의 품질 변화

는 포도주에 따라 산소 소비량이 다르기 때문이다. 또 백포도주의 옅고 온화한 아로마가 적포도주보다 산화를 빠르게 하는 요인으로 작용한다. 높은 pH, 고온 지방 재배, 곰팡이 감염 등은 숙성 중에 갈변을 빠르게 일으키는 요인이다. 그러나 병입된 포도주에서의 산화적 갈변이 항상 소비자에게 부정적인 평가를 받는 것은 아니다. 갈변이 과도하게 일어나지 않았다면 대부분 색도만 노란색이나 황금색으로 변한 것이다. 외관상 산화를 인식할 정도면 산소 흡수가 상당히 진척된 것이다.

포도주에서 산화가 일어나면 아세트알데하이드가 증가하는데, 포도주의 다른 성분이 생성한 아세트알데하이드와 결합해 존재하면서 향 최소감응농도에 영향을 주는 유리화된 휘발성 아세트알데하이드 함량은 제한적이며, 과도하게 산화된 상태에서만 산화취를 낸다.

나. 온도

온도는 포도주 숙성에 직접적으로 영향을 미치는데, 저온(10℃)에서 숙성하면 포도주의 신선한 맛과 과일향이 보존된다. 아이소아밀(isoamyl)과 헥실 아세테이트(hexyl acetate) 등과 같은 꽃향의 아세테이트 에스터는 0℃에서 안정적인 반면 30℃에서는 급

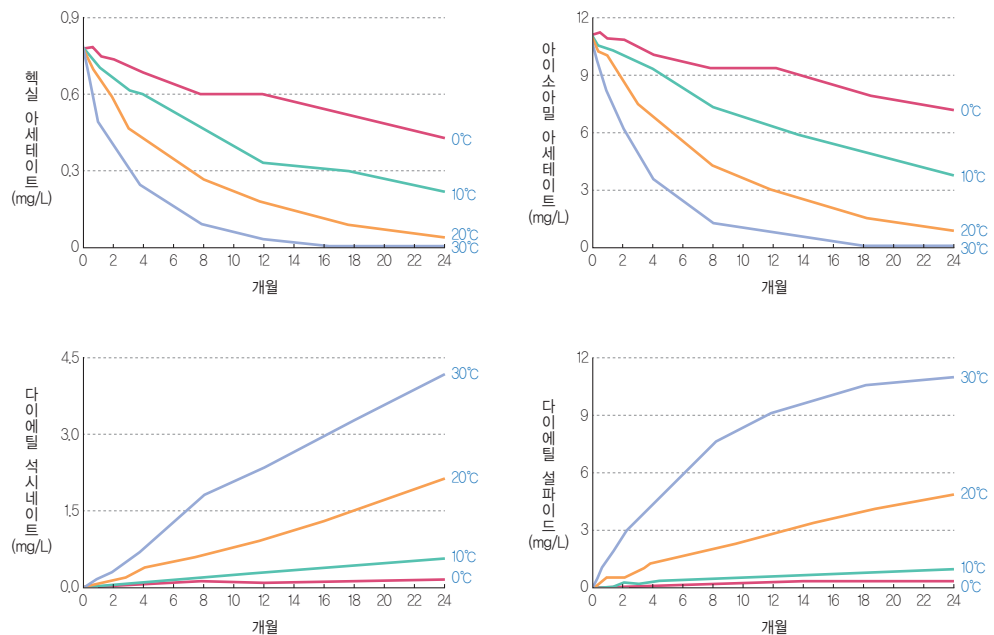


그림 6-28 숙성온도가 발효부산물에 미치는 영향

격히 가수분해된다. 온도는 배당체의 전구물질로부터 비아이소프레노이드 아로마의 유리화에 영향을 주며 리슬링 포도주의 경우 30℃에서 숙성하면 TDN 농도가 증가한다. 포도주는 대부분 40℃ 이상의 고온에 노출되었을 경우 품질이 급격히 떨어지는데 30℃에서도 몇 개월 안에 향미가 손실된다. 포도주를 10℃에서 숙성하면 과일 에스터 등은 오래 유지되는 반면 다른 숙성 반응을 과도하게 억제하지는 못한다. 적포도주에서는 20℃까지는 관능에 부정적인 영향을 미치지 않는다.

다. 기타

포도주가 숙성 중 빛에 노출되면 일반적으로 품질이 떨어지는데 이는 포도주 숙성을 바람직하지 않은 방향으로 진행하고 포도주 부피를 늘린다. 또 자외선은 포도주 품질에 부정적 산화 반응을 촉진한다. 빛은 다이메틸설파이드, 다이메틸 다이설파이드(dimethyl disulfide), 메틸 머캡탄(methyl mercaptan) 등 여러 유황 성분의 합성을 촉진하기 때문에 포도주를 어두운 곳에 저장하는 것이 좋다.

(4) 오크통

참나무(oak)는 로마시대부터 포도주통 제조에 사용되어왔다. 당시에는 포도주 저장 용으로 사용하였으며 유럽에서는 밤나무나 아카시아나무도 같은 용도로 이용하였다. 오크통은 현대에 와서 스테인리스 탱크로 대체되면서 주로 프리미엄 포도주의 숙성용으로 사용되고 있다. 오크통 숙성으로 생성된 아로마와 경미한 산화는 품종 특유의 아로마와 함께 포도주의 특성을 나타낸다.

① 오크통의 종류와 나무의 특성

오크통은 다른 종류의 나무통과 달리 촘촘한 조직과 미세한 향미를 부여하는 것이 특징이다. 오크의 종류에는 퀘르쿠스 알바(*Quercus alba*), 퀘르쿠스 로브루(*Quercus robur*), 퀘르쿠스 세실리스(*Quercus sessilis*) 등이 있다. 퀘르쿠스 알바는 미국 오크통의 주재료로 사용되는데 북미에서는 고가구의 45% 정도가 오크나무로 제작된다. 유럽에서는 퀘르쿠스 로브루와 퀘르쿠스 세실리스가 오크통의 주재료로 사용되며 각 오크 재질은 화학적 구성이 달라 퀘르쿠스 세실리스의 경우 퀘르쿠스 로브루보다 추출될 수 있는 풍부한 아로마 성분인 락톤류(lactones), 유제놀(eugenol), 바닐린(vanillin) 등을 보유한 반면 엘라기타닌(ellagitannin)과 엘라그산(ellagic acid) 등이 적게 함유되어 있

다. 유럽에 가장 많이 분포되어 있는 퀘르쿠스 로브루는 깊고 축축한 토양에 잘 적응하는 반면 퀘르쿠스 세실리스는 건조한 음지 토양을 선호한다.

북미의 경우 오크통 제조에 사용하는 오크는 대부분 켄터키주, 미주리주, 아칸소주, 미시건주에서 나온다. 북미에서는 각 주에서 생산되는 오크를 구별하지 않는 반면 유럽에서는 생산지역에 따라 지역 또는 원산지 호칭을 붙인다. 오크는 성장 조건에 따라 나무 조직이나 화학적 구성성분이 달라진다. 예를 들면 봄에 느리게 성장한 오크는 지름이 큰 도관 부분이 많음에 따라 적목질 부분이 덜 조밀하고, 반대로 여름에 빠르게 성장한 오크는 도관의 지름이 작아 적목질 부분이 조밀하다. 타닌 축적은 백목질 부분이 적목질 부분과 구분되는 시기인 도관 형성 후 10~15년이 되어야 일어난다. 페놀 성분은 오크통 숙성에서 향미를 부여할 뿐 아니라 나무 부식을 방지하는 역할을 한다. 지름의 도관이 커서 느리게 자란 오크는 부드러우며, 세포벽을 구성하는 부분이 적음으로써 빠르게 자란 오크보다 유연성이 뛰어나다.

프랑스에서는 느베르나 알리에 산림지역에서 느리게 성장하는 퀘르쿠스 세실리스로 제작한 오크통에 포도주를 숙성시키지만, 브랜디 숙성에는 촘촘하면서 아로마가 약한 리무진 지역에서 자란 퀘르쿠스 로브루 오크를 선호한다. 미국산 오크는 유럽산 오크보다 엘라기타닌 성분이 적으며, 엘라기타닌이 많을수록 오크에 축적되는 페놀 양이 늘어난다. 오크의 특성은 지역의 기후와 산림재배 기술 등에 달려 있다. 프랑스 트롱세 지역에서는 오크를 매우 촘촘히 재배함으로써 성장을 느리게 하며 고품질의 오크를 생산한다. 오크의 품질에 영향을 미치는 다른 요소는 유전적인 것이다. 이는 특히 미국산 품종인 퀘르쿠스 알바와 유럽산 품종인 퀘르쿠스 세실리스, 퀘르쿠스 로브루의 차이점이다. 미국산 오크는 유럽산에 비해 페놀 성분 함유량이 40% 정도이며 모든 유럽산이 고농도의 타닌을 함유하고 있는 것은 아니다. 또 퀘르쿠스 세실리스는 일반적으로 퀘르쿠스 로브루에 비해 페놀 함유량이 적다.

포도주의 타닌과 페놀 함유량을 높이려면 리무진 지역에서 생산된 오크를 이용하면 되고, 온화한 타닌을 원하면 미국산 퀘르쿠스 알바나 독일산 퀘르쿠스 세실리스를 사용하는 것이 좋다. 프랑스산 오크에서보다는 미국산 오크에서 포도주색이 안정성이 높은 것으로 나타났다. 비록 미국산과 유럽산 오크의 타닌 함유량과 특성은 다르지만 오크향에서 나타나는 강도는 유사하다. 미국산 오크에는 휘발산 비아이소프레노이드의 이성체, 3,4-다이하이드로-3-옥소엑티니돌(3,4-dihydro-3-oxoactinidol), 옥소에두란

(oxoedulan) 유도체 등이 프랑스 오크보다 많이 함유되어 있다.

오크 종류에 따라 오크락톤(β -methyl- γ -octalactone의 이성체), 세스퀴테펜과 지방산 함량이 다르게 나타날 수 있다. 예를 들면 퀘르쿠스 알바는 오크락톤, 특히 아로마가 강한 시스(cis) 이성체를 가장 많이 함유하는 반면 퀘르쿠스 로브루는 가장 적게 함유하고 있다. 유럽에서는 전통적으로 특종 지역의 오크만 선호하는데, 예를 들면 스페인은 미국 오크를, 프랑스는 자국의 오크만 사용한다. 흥미로운 것은 산림 지역이 파괴된 프랑스는 19세기에 러시아, 독일, 북미, 오스트레일리아 등지에서 수입한 오크로 통을 만들었다는 것이다. 일반적으로 동일한 포도주를 서로 다른 오크에 숙성시키면 전문 패널은 향의 차이를 알 수도 있다. 그러나 오크향이 포도주향과 어우러져 있어 알려지지 않은 포도주는 오크 원산지에 따른 오크향 차이를 구별하기가 매우 어렵다. 포도주의 오크향에 영향을 주는 요소는 다양해서 오크 종류, 건조 방법, 지리적 원산지, 통 제조 방법, 굵는 정도, 통 크기, 숙성 기간과 조건, 재사용 횟수 등에 따라 달라진다.

② 오크통 제조

가. 통판

통판을 제조하는 데는 100~150년 되고 지름이 45~60 cm인 나무가 이상적이다. 벌목된 나무를 원하는 크기로 4등분하여 널빤지를 만든 뒤 이 널빤지를 다시 균일한 두께로 4등분한다. 널빤지의 길이, 폭, 두께는 숙성될 포도주의 부피와 정도에 달려 있으며 숙성을 가속화하기 위해선 통 두께를 2.1 cm 정도로 얇게 만든다. 225 L 표준형 오크통의 경우 널빤지와 위 뚜껑의 두께는 약 2.7 cm가 이상적이다. 널빤지와 위 뚜껑은 건조하기 위해 층층이 쌓아야 한다. 자연 건조할 때 나무 두께 1 cm마다 건조 시간이 1년 소요되므로 통상 표준형 널빤지 건조에는 약 3년이 걸린다. 널빤지를 건조할 때는 통풍에 유리하기 때문에 대개 직각으로 쌓아올리며 해마다 해체하여 무작위로 다시 쌓아올려 위치를 바꿔줌으로써 널빤지가 균일하게 건조되도록 한다.

자연 건조한 널빤지에는 바닐라향을 부여하지만 가마솥에 인공 건조한 널빤지는 거칠고 때로는 송진 냄새를 유발한다. 가마솥에 건조할 때 나타나는 이러한 냄새는 오크락톤, 휘발성 페놀, 지방산, 비아이소프레노이드 함량의 감소 그리고 퍼퓨랄과 하이드록시메틸푸랄(hydroxymethylfural)의 증가에 기인하며 건조 온도가 높을수록 이러한 현상은 확대된다. 가마솥 건조는 통상 45~65℃에서 실시하는데 이는 널빤지의 수분 함

량을 12%로 낮추는 데 이상적인 온도이다. 가마솥 건조 후 상태는 오크 품종에 따라 달라진다. 예를 들어 퀘르쿠스 세실리스는 퀘르쿠스 로브루보다 가마솥 건조 후에 타닌이 더 많이 생성된다.

자연건조법은 건조 중에 곰팡이균의 번식 잠재력이 커 가마솥 건조법과 혼합하기도 한다. 공기건조법에 의한 곰팡이균은 나무통의 품질을 떨어뜨리지만 다른 한편으로는 나무 리그닌으로부터 방향성 알데하이드와 락톤을 생합성할 수 있는 잠재성을 가지고 있다. 예를 들면 나무를 썩게 하는 구름버섯(*Coriolus versicolor*)균은 리그닌을 분해하고 페놀성 중합반응을 유도하는 폴리페놀 옥시테이스를 생성한다. 오크 아로마의 농도는 자연건조법에 의해 변하는데 리그닌의 분해산물, 즉 유제놀, 바닐린, 시린쥐알데하이드 등이 증가 또는 감소하는 것이 널빤지 외부에서 발견된다. 그러나 이러한 변화는 오크통을 만들 때 널빤지 굽기과정에서 생성되는 변화보다는 강도가 약하다.

나. 통 조립

널빤지가 준비되면 통세우기 작업(raising) 전에 널빤지를 손질(dressing)한다. 첫 번째 손질 작업을 귀통이 작업(listing)이라 하는데, 이는 오크통의 기본 모양을 갖추기 위해 널빤지 끝 부분의 가장자리를 잘라주는 공정을 말한다. 귀통이 작업은 오크 통 높이에 따라 정해진다. 그다음은 끝을 이용하여 널빤지 끝 부분(backing)과 가운데 부분에 홈(hollowing)이 생기게 하여 널빤지가 구부러지기 쉽게 하는 작업을 한다. 홈 작업을 하고 나면 널빤지 두께는 27 mm에서 24 mm로 줄어든다. 그다음 널빤지는 경사면이 널빤지 측면 안쪽 귀통이를 따라 대패질되는 이음작업(jointing)을 거치는데, 이 이음작업의 정교함에 따라 이어지는 널빤지의 견고함이 결정된다. 오크통의 굽은 모양은 한편으로는 내구성을 부여하는데, 이는 더블아치(double arch)라 불리는 공학적 개념으로 해석할 수 있다.

다른 한편으로는 오크통을 쉽게 회전하거나 굴릴 수 있다. 손질 작업이 마무리되면 오크통은 세우기 작업으로 들어가는데 이때 널빤지를 지탱하기 위해 쇠틀(hoops)을 이용한다. 225 L짜리 오크통 제작에 널빤지가 28~32개 소요된다. 세우기 작업이 마무리되면 널빤지 내부와 외부는 물을 뿌리거나 스팀을 이용하여 부드럽게 만들어준다. 그다음 굽기(toasting)를 시작하는데 이때 오크통 특성에 변화를 주게 된다. 이들 변화는 열분해(pyrolysis) 및 열가수분해(thermohydrolysis)에 기인한다. 또 굽기는 불 위에서 직

접 하는데 이때 뚜껑을 금속덮개로 덮거나 열어둔다. 뚜껑을 덮은 채 굽기를 할 경우 축축한 상태를 유지해야 하는데 이렇게 하면 오크통 내부에 열이 균일하게 전달된다.

오크통 내부가 축축하면 굽는 정도를 줄일 수 있으며 증기가 발생하는데 이 증기가 헤미셀룰로스, 리그닌, 타닌의 가수분해를 촉진한다. 굽기과정에서 오크통 내부 온도는 200℃ 이상 상승하며 나무의 탄화(carbonization)는 약 250℃에서 시작된다. 열분해 정도는 원하는 포도주 특성과 유형에 따라 다르다. 약한 굽기(light toasting)는 내부 표면 온도가 100~150℃에 이르도록 5분 정도 실시하는데, 이때 열분해 산물은 거의 생성되지 않고 나무의 자연취만 남는다.

중간 굽기(medium toasting)는 내부 표면 온도가 150℃ 이상 이르면 15분 정도 굽는데, 이때 페놀성(phenolic) 및 프라닐성(furanilic) 알데하이드가 생성된다. 리그닌으로 유도된 페놀성 알데하이드는 구운 바닐라 특성을 내는 반면 헤미셀룰로스로부터 유도된 프라닐성 알데하이드는 캐리멜 특성을 낸다. 헤미셀룰로스는 분해되면 구운 향을 내는 2-하이드록시-3-메틸-사이클로펜타논(2-hydroxy-3-methyl-cyclopentanone)을 생성하기도 한다. 중간 굽기는 일반적으로 프랑스의 퀘르쿠스 세실리스 종류에 적합하는데, 이는 오크 타닌의 용해도를 줄이며 특히 수용성 엘라기타닌의 농도가 높은 유럽산 오크에 적합한 굽기 온도이다.

표 6-33 오크통 굽는 정도에 따른 아로마 성분의 차이(단위: mg/L)

성분	굽는 온도			
	100℃	150℃	200℃	탄화
Vanillin	1.1	3.8	13.5	2.8
Propiovanillone	0.6	1.1	1.4	0.9
Syringaldehyde	0.1	3.8	32.0	9.2
Acetosyringone	—	0.025	1.5	0.6
Coniferylaldehyde	미량	4.3	24.0	4.8
Vanillic acid	—	1.8	6.1	1.1
Sinapaaldehyde	미량	6.5	60.0	9.0

강한 굽기(heavy toasting)는 내부 표면 온도가 200℃ 이상이며 약 25분간 실시한다. 이때 닳은 내부 층이 탄화되며 페놀성과 프라닐성 알데하이드가 합성되지 않거나 제

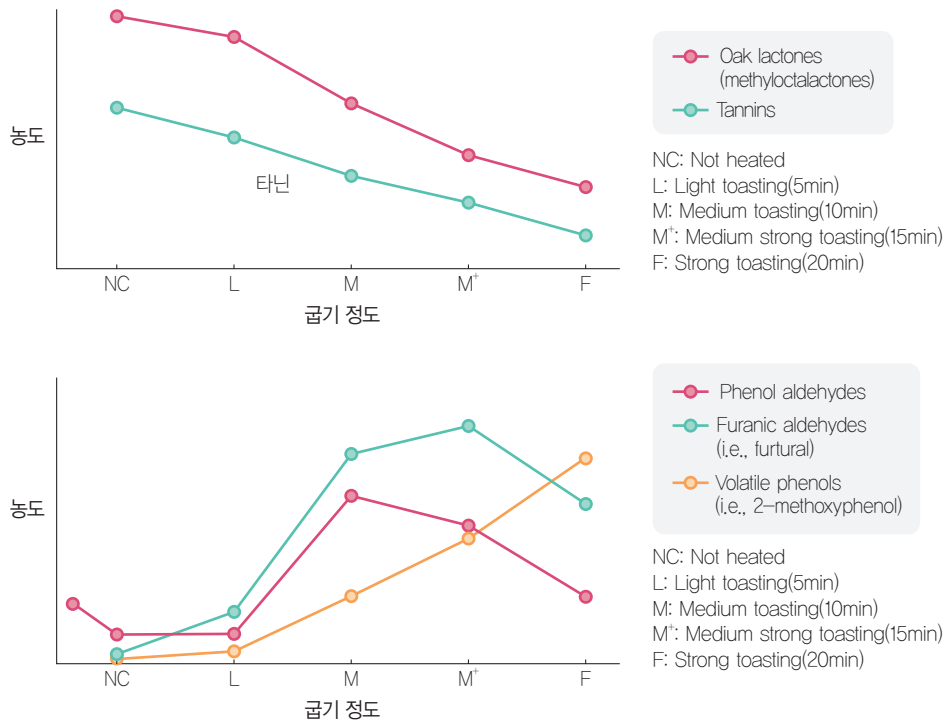


그림 6-29 오크통 굽기 정도가 아로마 농도에 미치는 영향

한받게 되고 연기냄새가 난다. 또 바닐린이나 시링알데하이드 같은 휘발성 및 페놀 성분이 점진적으로 파괴되거나 생성이 제한된다. 프랑스 남서부 지방의 퀘르쿠스 세실리스는 종종 강한 굽기를 실시한다. 강한 굽기를 할 때 작게는 6 μm 정도의 미세한 균열부터 몇 밀리미터에 이르는 균열이 생긴다. 굽기 정도를 일정 수준으로 유지하기는 매우 어려우며 가벼운, 중간, 강한 굽기에 대한 표준화된 작업은 없어서 제작사에 따라 다르게 나타날 수 있다. 일단 굽기 작업이 완료되면 오크통의 외부 표면은 대패질을 하여 매끄럽게 하고 내부는 거친 표면 상태로 한다. 거친 내부 표면은 표면적이 넓어짐으로써 포도주 청정에 도움이 된다. 마지막으로 통에 구멍(bung hole)을 내고 특수 송곳으로 구멍을 뚫는다.

225 L 오크통을 고정하기 위해 필요한 쇠테는 총 6개로 통 머리와 아랫부분에 각각 1개, 머리와 아랫부분으로부터 1/3 떨어진 곳에 각각 1개, 마지막으로 통 머리와 아랫부분에서 1/4 떨어진 곳에 각각 1개씩 고정한다. 이러한 고정 방법이 오크통을 굴릴 때 손

상을 최소화한다. 통 머리와 아랫부분은 널빤지가 12~16개 소용되며 몸통 부분에서처럼 휘게 하지 않고 바로 펴서 사용하며 굽기도 하지 않는다. 마지막으로 쇠테를 망치질하며 널빤지 등을 한데 모아 균열이 없도록 작업하고 물을 채워 24시간 누수 시험을 거친 뒤 출시한다.

다. 오크통의 크기

과거에는 오크통 크기가 5~10 hL로 주로 발효조나 숙성조로 사용했는데, 큰 오크통은 일반적으로 산화를 최소화하고 세척하기에 쉬운 장점이 있었다. 그러나 나무통 대신 내구성과 세척성이 우수한 스테인리스 탱크, 고밀도의 폴리에틸렌과 섬유유리 등을 이용하면서 나무통은 주로 오크향이 요구되는 포도주 숙성에 이용되었다. 특히 작은 오크통은 발효조로도 이용된다. 오크통의 크기가 작을수록 표면적은 넓어지는데 이를테면

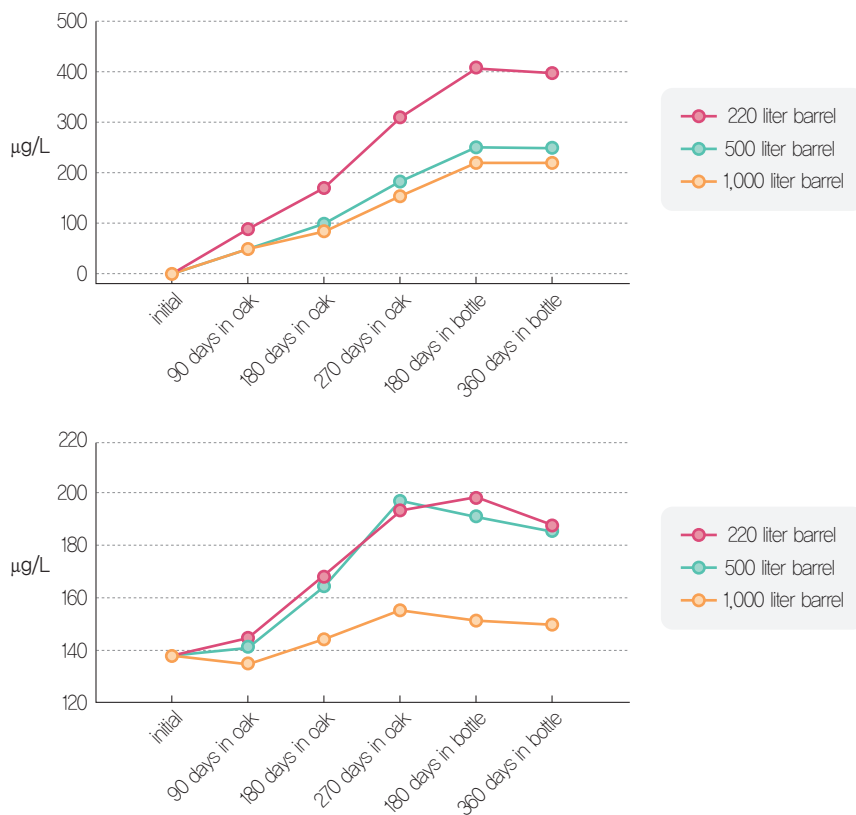


그림 6-30 포도주 숙성에 따른 오크락톤 농도의 변화

226 L 통은 표면적이 $104 \text{ cm}^2/\text{L}$ 인 반면 500 L 통은 $76 \text{ cm}^2/\text{L}$ 로 줄어든다. 따라서 상업적인 측면에서는 큰 오크통을 생산하는 것이 효율적이지만 포도주 숙성 속도를 빠르게 하기 위해 일반적으로 크기가 작은 오크통을 이용한다. 경제성과 숙성도를 고려한 오크통의 크기는 200~250 L가 적당하다.

유럽에서는 지역마다 특수한 오크통을 사용한다. 예를 들면 보르도 오크통은 225 L, 샤블리 궤예트는 132 L, 라인 도펠롬은 300 L, 셰리 버트는 470.9 L 그리고 포트 파이프는 522.5 L 용량을 사용한다. 프리미엄 백포도주는 일반적으로 병입 전에 3~6개월 숙성하는 반면 적포도주는 18~24개월 숙성한다. 밀폐가 잘된 오크통의 경우 산화를 최소화하고 타닌의 양을 줄여주며 포도주에 오크향을 부여한다. 반대로 프랑스 바리케는 연간 약 $2\sim5 \text{ mgO}_2/\text{L}$ 가 유입된다. 크기가 큰 오크통은 10여 년 동안 사용할 수 있으나 작은 오크통은 몇 차례밖에 사용하지 못한다.

최근의 연구 결과에 따르면 220 L 오크통에 숙성한 포도주가 500~1,000 L 오크통에 숙성한 포도주보다 락톤과 바닐린의 생성으로 아로마에 차이가 있다는 것이 밝혀졌다. 또 오크통에서 숙성 중 아로마는 오크의 추출물뿐 아니라 에스터화, 산화, 가수분해와 알코올분해 등의 작용으로 생성된다. 최근에는 기본 오크통의 대체용으로 사각형 오크통이 개발되었는데, 이는 표면적은 기본 오크통과 같으면서 제작비용이 저렴하다. 또 널빤지를 구부리거나 세우는 작업 등이 필요 없으며 공간도 조금 차지하고 세척하기도 쉽다. 사각 오크통은 락톤, 과이어콜, 4-메틸과이어콜, 유제놀 등이 추출돼 포도주 아로마에 영향을 주는 것으로 보인다.

라. 오크통 관리

포도주를 오크통에 숙성하기 전에 숙성될 포도주 타입이나 특성에 따라 오크통에 전처리를 하는데 일반적으로 세척과정과 물 침지를 거친다. 물이 뜨거울수록 오크의 향과 추출은 증가한다. 보통 적포도주 숙성에 이용되는 오크통은 전처리과정을 가볍게 하여 오크향 손실을 막아 포도주 숙성 시 오크향이 포도주에 많이 함유되도록 하는 반면 발포성에 포도주의 기주로 사용하는 포도주는 전처리를 강하게 하여 발포성 포도주의 특징을 살린다. 오크통 숙성 시에는 초기에 청징을 실시하여 통 내부 표면에 물질 등이 붙지 않도록 하고, 찌꺼기 등이 과도하게 모이지 않게 한다. 또 숙성 중에는 1년에 몇 차례 양금거르기를 실시하여 통 바닥에 두꺼운 층이 생기지 않도록 함으로써 숙성 후 통 세

척을 용이하게 하며, 오크통에 번식할 수 있는 포도주 부패균 번식도 차단한다.

오크통을 사용한 뒤 세척과 살균을 하며 침전물이 적을 경우 80℃ 정도의 뜨거운 물로 세척하는 것이 좋다. 주석산 때문에 두꺼운 침전물이 생겼을 때는 0.1~1%의 탄산나트륨이나 탄산칼륨으로 처리한 뒤 뜨거운 물로 세척한다. 배수한 뒤에는 유향을 이용하여 살균한다. 오크통은 가능하면 세척·살균 후 바로 사용하는 것이 좋다. 바로 사용하지 않을 때는 배수, 살균을 거쳐 밀폐한다. 오크통을 2개월 이상 사용하지 않을 때는 아황산 200 ppm의 산성용액으로 채워 놓는다. 아황산은 미생물 오염을 방지하며 물은 오크통의 수축과 균열을 방지한다. 일반적으로 오크통은 수분 함량이 30% 이상일 때 안정적이다. 오크통이 부패균에 오염되었을 때는 85~85℃의 온수로 20분간 세척하면 초산균 증식이 억제된다. 또 브레타노미세스균에 오염되었을 때는 오크통당 7g의 아황산이 효과적이며 오존(O₃)을 이용하는 것도 미생물 살균에 효과적이다. 오크통 표면의 곰팡이 증식은 포도주 품질에 영향을 미치지 않는다.

마. 통의 수명

일부 포도주 타입에서는 일정 기간 사용한 뒤 오크통을 교체하도록 법적으로 규정하고 있지만 포도주 제조자는 대부분 오크통 재사용 횟수를 정한다. <그림 6-31>은 미국산과 프랑스산 오크통 사용 횟수에 따라 총페놀과 비플라보노이드 함량의 차이를 나타냈다.

그림에서 보는 바와 같이 1차 오크통 사용과 2차 오크통 사용에 따른 페놀과 비플라보노이드 함량 차이는 매우 크다. 또 미국산이나 프랑스산이나에 따라서도 차이가 크다. 오크통 사용 횟수가 증가함에 따라 추출되는 아로마 함량의 차이는 줄어들며 총페놀 함량은 횟수에 따른 감소폭이 비플라보노이드 함량보다 크게 나타난다. 오크통의 아로마 성분, 즉 퍼퓨랄, 오크락톤, 페놀성 알데하이드 등은 통을 재사용함에 따라 고갈되어가는 반면 냄새가 좋지 않은 휘발성 페놀이 증가한다. 따라서 사용 횟수가 증가하면 재급기를 시행하여 본래 오크 아로마가 생성되도록 할 수 있으나 오래 사용한 오크통에서 추출되는 성분의 특성은 엘라기타닌, 푸란알데하이드, 유제놀, 바닐린 함량의 감소로 새 오크통에서 추출되는 성분과는 다르다.

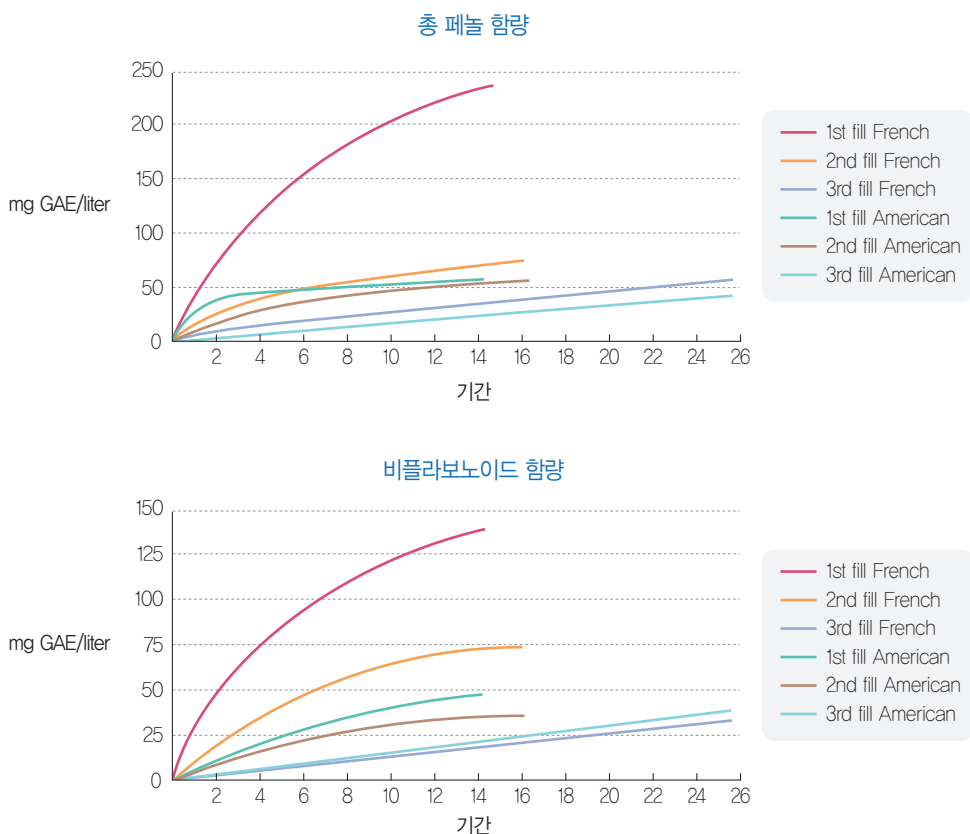


그림 6-31 미국산과 프랑스산 오크통의 페놀 성분의 변화 차이

③ 오크통의 화학적 구조

오크 적목질 세포벽은 셀룰로스가 50%, 헤미셀룰로스와 리그닌이 각각 30%씩을 차지한다. 셀룰로스는 나무의 내구력과 탄력성을 부여하지만 리그닌은 수분 투과성을 제한하고 구조적 내구성을 부여한다. 헤미셀룰로스는 펙틴과 더불어 셀룰로스와 리그닌을 같이 잡아준다. 셀룰로스는 효소적, 비효소적 분해에 내성이 강하기 때문에 오크 아로마 생성과 연관이 없어 보이는 반면 헤미셀룰로스는 포도주 산도에 따라 당분과 아세틸 그룹이 유리되는 가수분해가 일어난다. 이 가수분해현상은 오크통 굽기과정에서 상당히 증가한다. 굽기과정에서는 또한 당분이 피퓨랄, 5-하이드록시메틸-2-푸르알데하이드(5-hydroxymethyl-2-furaldehyde) 및 5-메틸-2-푸라논(5-methyl-2-furanone)과 같은 푸란알데하이드와 케톤으로 전환된다.

리그닌은 큰 복합체로 이루어진 페닐프로파노이드 중합체(phenylpropanoid polymer)로 구성되어 있다. 이 페닐프로파노이드 중합체는 하이드록시 또는 메톡실기를 함유하는데 이들은 다시 2-메톡시페놀(2-methoxyphenol)과 2,6-다이메톡시페놀(2,6-dimethoxyphenol) 등을 형성한다. 이들은 다시 과이어콜과 리그닌으로 중합된다. 리그닌의 중합체들은 페놀성 알코올을 함유하며 가알코올 분해(ethanolysis)를 거쳐 아로마 성분으로 산화되는 것으로 보인다. 열분해에 따라 리그닌은 시링알데하이드(syringaldehyde), 바닐린 같은 페놀성 알데하이드 및 유제놀, 과이어콜, 시링올과 같은 페놀성 알코올 그리고 아세토바닐론(acetovanillone), 아세토시링온(acetosyringone) 같은 페놀성 케톤 등이 생성된다. 리그닌은 소수성(hydrophobic)이기 때문에 수분의 투과성을 제한할 수 있다. 나무 세포가 죽으면 세포벽에 의해 형성된 내강(lumen)만 남는데 이후 백목질 부분이 적목질 부분으로 발달되면 페놀 성분이 내강으로 퇴적된다. 이 퇴적물이 엘라기타닌이며 엘라기타닌은 가수분해되어 엘라그산(eggallic acid)과 몰식자산(gallic acid)으로 가수분해된다.

오크의 타닌 함량은 오크 종류, 성장 조건, 나무 나이 등에 달려 있다. 수용성 엘라기타닌의 함량은 적목질 안쪽에서 바깥 방향으로 증가하는 반면 불용성 적목질은 그 반대 경향을 보인다. 오크 적목질에서 추출되는 또 다른 페놀성 성분은 계피산(cinnamic acid)의 유도체, 즉 *p*-쿠마르산(*p*-coumaric acid)과 페룰산(ferulic acid)이다. 이들 성분은 효모와 젖산균에 의해 4-에틸페놀, 4-비닐과이어콜, 4-에틸과이어콜노릭 등의 페놀 성분으로 전환되는 것으로 보인다. 리오니레지놀(lyoniresinol)도 오크에서 생성되는 주요 아로마 성분이다. 오크 적목질에서 발견되는 다른 아로마 성분은 카로티노이드, 락톤, 지방, 스테롤, 수지 성분이다. β -카로틴과 잔토피렌 굽기과정에서 방향성 비아이스프레노이드, 터펜, 세스퀴터펜을 생성하면서 산화되거나 분해된다. 이들 성분이 포도주의 꽃향이나 방향성에 영향을 준다. 전형적인 오크 아로마인 락톤은 목질부의 내공에 들어 있으며 배당체로 존재한다. 이는 락톤 성분이 숙성 중에 가수분해되어 포도주 아로마에 서서히 영향을 준다는 의미이기도 하다. 또 이러한 현상은 유제놀, 바닐린, 시링알데하이드에도 적용된다.

오크의 휘발성 성분들은 적은 농도로도 포도주 아로마에 영향을 주며 비휘발성 성분들은 포도주의 맛과 외형에 영향을 준다. 예를 들면 포도주는 나무로부터 타닌의 약 30%를 용해하고 비휘발성이기 때문에 포도주의 색도, 맛, 질감 등에 영향을 미친다. 반

면 포도주에 의해 추출되는 2% 정도의 오크 리그닌은 낮은 냄새 최소감응농도로 포도주 아로마에 영향을 준다. 현재 200가지 이상의 휘발성 아로마가 오크에서 식별되어 있다. 비휘발성 페놀 성분은 오크 추출 성분 중 가장 많은 부분을 차지하는데, 이 중 2/3는 비플라보노이드계 성분이고 비플라보노이드계에서 가장 주요한 성분은 엘라기타닌이다. 엘라기타닌은 일반적으로 미국산 오크보다는 유럽산 오크에서 잘 추출되며 포도주에 용해가 잘되는 성질을 띠고 있으나 실제로 포도주에서 검출되는 양은 많지 않다. 이것은 굵기를 통해 나무 표면층에서 엘라기타닌의 대부분이 가수분해되었기 때문이고 또 탄수화물이나 단백질 등과 결합이나 침전을 형성한 데 기인한다. 가수분해가 잘되는 엘라기타닌의 성질 덕분에 오크통에서 숙성된 백포도주에서 짙은맛이 적게 난다.

리그닌 분해 산물은 오크에서 두 번째로 많이 추출된다. 리그닌의 용해도는 포도주 알코올과 산도에 달려 있으며 오크 추출물은 안토시아닌과 포도 타닌과도 직접 반응할 수 있다. 오크 타닌이 포도주의 짙은맛에 큰 영향을 미치지 않지만 엘라그산으로 분해되면서 쓴맛을 주게 된다. 따라서 백포도주는 적포도주보다 숙성 기간을 짧게 하고 추출될 수 있는 타닌이 거의 없는 오크통을 사용한다. 오크향은 가벼운 적포도주에서는 품질에 부정적인 영향을 미치는 반면 향이 풍부한 적포도주에서는 긍정적인 영향을 미친다. 리그닌 분해산물은 오크 부케 증진에 도움이 되는데 리그닌 분해과정에는 알코올, 산소, 굵기 등이 영향을 미친다. 에탄올은 리그닌과 반응하여 에탄올-리그닌을 형성하고 이 복합체가 분해되면서 에탄올은 리그닌 단위체와 코니페릴(coniferyl) 및 시나필알코올(sinapyl alcohol) 등과 함께 유리된다. 이와 같은 성분들이 산성조건에서 코인페알데하이드(coinferaldehyde), 바닐린, 시납알데하이드(sinapaldehyde), 시링알데하이드 등과 같은 페놀성 알데하이드를 형성하면서 산화되고 이들 성분들이 최소감응농도에 도달하면 나무취나 바닐라향 등과 같은 아로마를 부여한다. 굵기 온도가 200℃ 이상일 때 이들 성분은 더 많이 증가한다.

리그닌 분해는 바닐산 또는 시링산 등과 같은 페놀산과 쿠마린 유도체인 스코폴레틴(scopoletin)과 에스쿠테린(escutelin)을 생성시킨다. 스코폴레틴은 오크락톤과 더불어 오크 숙성 여부를 진단하는 성분이다. 오크통의 헤미셀룰로스의 분해과정 또는 아세트알데하이드 산화과정에서 생성되는 초산은 가장 주요한 산으로서 0.1~0.2 g/L 정도 생성되는데, 빈 오크통을 보관해놓으면 생기는 초산에 의해 가장 많이 생성된다. 바닐린, 시링알데하이드, 피퓨릴 알코올 등과 같은 일부 휘발성 성분도 미생물 활동에 의해 생

성되는 것으로 보인다. 오크락톤은 오크에서 가장 주요한 성분이지만 포도주에는 아주 서서히 용해된다. 락톤의 경우 최소감응농도보다 적은 양이 추출되지만 특히 적포도주에서는 베리, 바닐라, 코코넛 같은 아로마 특징에 직접 영향을 준다. 이는 숙성 중에 락톤의 전구체인 3-메틸-4-하이드로시옥탄산(3-methyl-4-hydroxyoctanoic acid)이 아주 서서히 락톤으로 전환되기 때문이다. 따라서 오크락톤의 코코넛 같은 아로마를 얻기 위해서는 6개월에서 1년 정도 걸릴 수 있으며 시스형일 때 향이 더욱 강해진다.

포도주에 시스-오크락톤이 적게 함유되면 약품취와 건조풀 냄새가 강해진다. 따라서 오크락톤은 부가적으로 시너지 또는 억제 효과를 나타내 관능에 영향을 미치는 것으로 보인다. 오크 숙성을 통해 많은 주요한 아로마 성분이 증가하는 반면 다이메틸설파이드와 다이메틸다이설파이드 등과 같은 성분은 감소하며 산소 존재 아래에서는 메싸이오닐 아세테이트(methionyl acetate)도 감소한다. 카베르네 소비뇽의 칠리 냄새도 오크 숙성을 통해 제거되는 것으로 보인다. 오크는 아로마 성분들을 흡수하기도 하는데 포도주에 함유되어 있는 아세트산아이소아밀, 에틸 헥사노에이트, 에틸 옥타노에이트 등과 같은 과일 에스터의 많은 양이 오크에 흡수되는 현상이 나타난다. 과일 에스터는 미숙성 백포도주의 주요한 아로마 성분이다. 이러한 이유로 백포도주는 대부분 오크통 숙성을 하지 않는다.

오크통 숙성 시 유입되는 산소량은 원칙적으로 많지 않으며 대부분 앙금거르기 과정에서 산소 유입이 일어난다. 포도주로 가득 차고 봉입이 잘된 오크통의 경우 연간 산소 유입은 2~5 mL/L로 알려져 있으며 통 안으로 유입된 산소는 페놀 성분, 특히 엘라기타닌과 반응하는 것으로 보인다. 대기압이 오크통 위 가장자리를 압축하여 5~15일 안에 진공상태가 형성된다. 부압(negative pressure)과 견고함이 오크통마다 다르게 나타나는데 이것이 오크통마다 숙성 정도가 다르게 나타나는 이유이다. 오크통의 견고함, 온도, 습도에 따라 연간 4~10 L의 포도주 손실이 나타나며 통 구멍이 위쪽으로 향해 있을 때 더욱 심하게 증발된다. 앙금거르기와 샘플링을 통해 산소가 연간 15~40 mg/L 유입되며 유리마개일 경우 산소 유입은 증가한다. 앙금거르기를 한 번 하는 데 유입되는 산소량은 6 mL/L이며 적포도주에서는 유입된 산소는 12℃에서 15~20일 안에 소비된다. 산소는 또한 대부분 *o*-다이페놀(*o*-diphenol)로 산화되는 것으로 보인다.

일반적으로 앙금거르기 과정이나 기타 과정에서 흡입되는 소량의 산소는 적포도주에서는 바람직한 것이다. 소량의 산소는 타닌과 안토시아닌의 중합반응을 촉진해 색도를

안정시키며 찌꺼기에 함유되어 있는 황화수소는 산화된다. 이는 백포도주에서는 특히 품질 향상에 중요하다. 또 찌꺼기에 남아 있는 효모도 포도주의 과도한 산화를 억제하면서 산소 소비를 촉진하는 역할을 하며 아황산과 엘라기타닌도 산화방지제 역할을 한다.

④ 오크통 발효

발효는 대부분 경제성과 균일한 발효를 위해서 스테인리스 탱크를 이용한다. 오크통 발효는 발효량이 적을 때나 특이한 품질과 원산지를 나타내기 위해서 한다. 오크통에서 발효하면 스테인리스 탱크에서보다 발효 온도가 상승하는데 오크통의 표면적과 부피의 비율이 충분하여 과열이나 발효 장애를 방지한다. 발효 장애가 일어나는 원인은 오크통의 효모 증식에 필요한 스테로이드나 불포화지방산이 부족하기 때문으로 보인다. 새 오크통에 발효와 숙성을 하면 발효 후 숙성만 오크통에 실시한 포도주보다 페놀 함유량이 적다. 이는 추출된 타닌이 효모와 마노단백질 등과 함께 발효 직후 침전되었기 때문이다. 오크통 발효에서는 퍼퓨랄과 5-하이드록시메틸-2-푸르알데하이드(5-hydroxymethyl-2-furaldehyde)가 방향성이 약한 알코올로 전환이 증가하며 효모는 페룰산과 *p*-쿠마르산은 방향성 페놀, 4-비닐과이어콜, 4-에틸과이어콜 및 4-에틸페놀 등으로 전환시키며 이들 성분은 스파이시하고 스모키한 향을 부여한다. 또 오크통 발효 시에는 오크락톤, 질소화합물, 효모 마노단백질에서 유리된 다당체 등이 증가한다. 특히 이 다당체는 포도주에 부드러운 맛을 부여한다.

⑤ 오크통의 장점과 단점

프리미엄 포도주의 경우 오크통에서의 발효와 숙성은 미묘하고 복합적인 향을 특징으로 하는 적포도주에서는 바람직하다고 볼 수 있는 반면 아로마가 약한 백포도주에서는 오크향에 마스킹되기 쉽다. 섬세하고 중립적인 맛을 내고자 하는 포도주에는 오크통 숙성이 오히려 부정적인 영향을 미친다. 포도주 숙성 시 통 안쪽에 축적되는 주석산과 타닌은 제거하기가 힘들다. 양금거르기는 노동력이 많이 필요하며 자동화된 큰 오크통에 비해 비효율적이다. 또 숙성 중 2~5%의 포도주 증발에 따른 경제적 손실을 감수해야 한다. 특히 숙성 온도가 높을 때 증발은 많아진다.

저장고의 상대습도에 따라 포도주 알코올이 증가 또는 감소하는데 상대습도가 높은 저장고에서는 수분 증발이 억제되므로 알코올 농도는 상대적으로 감소하는 반면 건조한 저장고에서는 수분 증발이 알코올보다 많이 일어나기 때문에 알코올 농도는 증가한

다. 알코올과 수분뿐 아니라 아세트알데하이드, 아세트알, 초산, 에틸아세테이트 등은 오크통 표면의 증발로 감소한다. 또 상대습도는 추출되는 페놀의 함량과 유형에 영향을 미치는데 상대습도가 낮으면 총페놀 흡수는 감소하는 반면 바닐린 합성은 증가한다. 또 다른 포도주 손실은 널빤지의 흡수로 발생하며 225 L 오크통의 경우 5~6 L가 널빤지에 흡수된다.

⑥ 오크향의 대안과 다른 발효숙성 탱크

포도주에 오크칩이나 톱밥 등을 첨가하여 오크 숙성을 경제적으로 하고자 하는 방법이 시도되고 있다. 이렇게 하면 오크통 구입이나 오크통 숙성으로 발생하는 손실이 없다. 지름이 1 mm 이하인 작은 오크칩의 경우 1주일 안에 오크칩의 약 90%가 추출되며 일부 아로마 성분은 포도주 숙성 중에 서서히 형성된다. 오크칩에서 얻어진 아로마와 오크통 숙성으로 얻어진 향은 서로 다르게 나타나는데, 이는 오크칩의 경우 굵기를 통해 유도되는 오크 구성성분의 가수분해결핍과 양금거르기 과정의 결핍, 나무 건조 또는 포도주 숙성 중의 오크 미생물의 변환 차이 등에 기인한다. 오크칩을 사용할 경우에는 발효과정에 첨가하며 포도주와 칩의 광범위한 접촉으로 추출된 여분의 타닌과 페놀의 침전을 증진한다. 게다가 오크칩에 존재하는 산소도 빠르게 소비된다.

오크칩은 포도주에 직접 첨가할 수 있으나 펌프나 여과기를 막히게 할 수 있다. 이러한 경우에는 폴리에스터 봉지에 칩을 싸서 투입하면 문제를 해결할 수 있다. 오크칩을 사용하지 않고 오크향을 유도하는 또 다른 방법은 오크 널빤지를 스테인리스 탱크 안에 삽입하는 것이다. 이때 이미 사용된 오크통의 널빤지를 뒤집어 다시 사용한다. 이 널빤지는 적외선 방사를 통해 원하는 굵기 정도를 재생하기도 한다. 널빤지를 이용한 아로마는 오크통에 숙성한 아로마보다 다양하지 못하는데, 그 이유는 재사용되는 널빤지는 두께가 얇기 때문이다. 오크향만 얻기 원하는 경우에는 오크 엑기스나 오크 분말을 이용하는 것도 하나의 방법이다. 오크 엑기스나 분말을 발효과정에 투입하면 발효 후에 다른 찌꺼기 등과 같이 침전되며 양금거르기 과정을 거쳐 분리된다. 유럽에서는 이러한 대체재 사용을 법으로 금지하였으나 일부 포도주 타입에는 허용하고 있다.

포도주 발효와 숙성조로는 스테인리스 탱크가 가장 흔히 사용되지만 섬유유리와 시멘트도 발효숙성 탱크로 광범위하게 이용되고 있다. 스테인리스 탱크, 섬유유리 및 시멘트 모두 산소에 불침투성이어서 포도주 산화는 극히 제한적이다. 이와 같은 숙성조에

는 신선하고 과일향이 풍부한 포도주가 잘 보관되기 때문에 포도주를 조기에 소비할 목적으로 하는 포도주 타입에 매우 적합하다. 스테인리스 탱크는 우수한 내구성이 강점이며, 비활성 성질이기 때문에 파라핀이나 에폭시 수지 등으로 코팅할 필요가 없다.

스테인리스 탱크의 부식을 막으려면 제조 시에 크롬(17~18%)과 니켈(8~14%)을 첨가해야 한다. 또 몰리브덴(2~3%)과 티타늄(0.5%)도 일부 첨가되는데 이는 각각 이산화황에 의한 부식 방지와 접합 부분의 부식 방지를 위해 필요하다. 섬유유리 탱크는 나무통을 대체하고 있으며 스테인리스 탱크보다 저렴하고 가볍다는 장점이 있는 반면 내구성과 열전도율이 떨어지며 부식성이 강하고 세척하기가 어렵다는 단점이 있다. 또 잔존하는 스타이렌(styrene)은 포도주에 유입될 수 있고 농도가 100 µg/L 이상이면 포도주에 플라스틱 냄새를 주게 된다.

5) 청징 및 안정화 공정

과실주의 원료인 과실에는 다양한 물질이 있는데, 과실주 제조공정에서 과쇄 등의 물리적 공정이나 발효로 생성되는 에탄올 생성 조건에서 불안정화되고 용해도가 감소되어 침전된다. 병입 후에도 소비자가 소비하기까지 병 속에서 장시간 머무르면서 서서히 아래로 침전하거나 과실주가 뿌옇게 된다. 영양적인 측면에서 과실주의 침전물은 건강에 해가 되지 않으나 관능적인 측면에서 기호성을 감소시켜 소비자의 구매 의지를 떨어뜨린다. 따라서 병입 전에 과실주를 충분히 안정화하는 과정이 필요하다.

안정화 공정에서 과실주 안정화 공정의 대상이 되는 물질에는 주석산, 단백질, 폴리페놀성 성분, 탄수화물 등이 포함된다. 과실주 안정화 공정은 병입 전에 이들 물질이 침전되도록 유도하여 제거하는 공정과 과실주 특성에 필요한 물질은 적정 수준을 유지하고 추가로 침전되지 않도록 첨가물을 첨가하여 침전을 방해하는 과정이 포함된다.

(1) 앙금 제거

발효통에 침전된 물질들이 확인되면 다른 발효통으로 맑은 술을 이동시키는 앙금 제거 또는 침전물 제거공정(racking)을 실시한다. 앙금 제거 공정은 숙성과정에서 몇 차례 진행되는데, 이 과정에서 일어나는 가장 큰 변화는 과실주가 맑아지고 과실주에 산소가 유입된다는 것이다.

침전물질들은 매우 약하게 침전되어 있어 통을 옮기는 과정에서 발생하는 약간의 충격으로도 다시 부유하기 때문에 침전물질이 흐트러지지 않게 사이펀(siphon)이나 펌프로 술을 옮긴다. 사이펀 원리는 액체의 높이 차이를 이용하여 액체를 위쪽에서 아래쪽으로 이동시키는 것이다. 위쪽에 침전물이 생성된 발효통을 놓고 발효액에 튜브의 한쪽 끝을 연결한 뒤 튜브 반대쪽을 밑으로 늘어뜨려 아래쪽의 빈 용기에 튜브를 연결해 순간적으로 흡입하면 발효주가 위쪽에서 아래쪽으로 연속적으로 이동한다.

밸브가 발효통에 부착되어 있는 경우에는 앙금을 더 쉽게 제거할 수 있다. 일반적으로 밸브의 위치는 침전물보다 위쪽에 있으므로 밸브를 열어서 맑은 술을 깨끗한 통으로 옮기는 과정으로 앙금 제거를 완성한다. 침전물에는 효모나 다른 미생물의 죽은 균체가 포함되어 있어서 자기분해가 진행되어 과실주의 품질을 떨어뜨리므로 가능한 한 빨리 주기적으로 앙금을 제거함으로써 죽은 균체를 제거해야 한다.

앙금 제거 공정에서 상층부의 맑은 과실주를 새로운 통으로 옮기면서 유입되는 산소는 0.1~5 mg/L 수준이다. 유입된 산소는 과실주에 나쁜 영향을 주지만, 특히 투명한 과실주(예를 들면 백포도주, 사과주)의 경우 갈변화를 진행하므로 산소 유입을 최소화해야 한다. 적포도주의 경우 약간의 산소 유입은 숙성에 도움을 주는 예외적인 경우도 있지만 대부분 산소 유입을 엄격하게 제한한다. 앙금 제거 공정에서 산소보다 무거운 이산화탄소를 공급하면 술의 표면에 위치하여 산소 유입을 제한하는 효과가 있다. 질소를 사용할 수도 있다. 앙금 제거 공정은 필요하면 청정과정에서 몇 차례 실시하지만 앙금 제거 공정을 지나치게 자주 해서는 안 된다(표 6-34).

표 6-34 앙금 제거 공정

공정 횟수	시기	목적
1차	발효 종료 직후	• 죽은 효모의 자가분해 방지 • 과일의 씨에서 유래하는 쓴맛 성분 제거
2차	발효 종료 후	• 1차 앙금 제거 공정에서 남은 물질 제거
3차	벤토나이트 처리 후	• 청징제 사용에 따른 침전물 제거 • 적포도주는 이 과정 이후 오크통으로 옮겨감
4차	3차 앙금 제거에서 4~6개월 후	• 오크통 숙성에서 생성된 효모와 펄프 성분 제거
5차	병입 직전	• 각각의 오크통 숙성에서 숙성된 과실주를 모아서 품질을 균일화함
6차	병입	• 최종 병입

(2) 주석산 안정화

과실주에서 유기산은 0.3~1%(w/v)로, 주석산은 사과산, 구연산 등과 더불어 과실과 과실주의 주요 유기산이다. 복분자 발효주의 경우, 구연산(10~12 mg/mL)이 주요 유기산이며, 사과산은 0.7~1.3 mg/mL 수준으로 발견된다. 포도주와 머루주의 주요 유기산은 주석산과 사과산이다. 유기산의 종류가 과실주의 산미에 미치는 영향은 총산도가 동일하였을 때는 사과산 > 주석산 > 구연산 > 젖산(lactic acid)의 순으로 산미가 강하며, 동일한 수소이온농도(pH)에서는 사과산 > 젖산 > 구연산 > 주석산의 순으로 산미가 강하다. 따라서 사과산과 주석산의 함량은 포도주와 머루주의 산미를 결정하는 가장 중요한 유기산이다. 과실주에는 이들 주석산, 사과산, 구연산 세 가지 유기산을 포함하여 발효과정에서 생성되는 젖산, 석신산, 초산 등이 발견된다(그림 6-32).

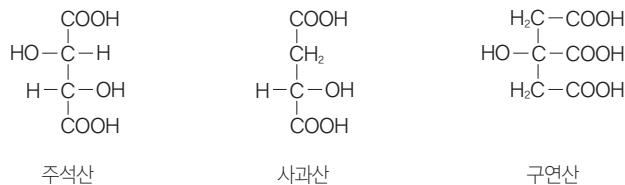


그림 6-32 과실주의 주요 산

한국인의 적포도주 기호도 특성을 파악하기 위하여 250명의 소비자를 대상으로 기호도를 조사한 결과, 단맛이 전체적인 과실주 선호도 결정에 중요한 영향을 주었다(유기선 등, 2008).

연구자들은 2008년 현재 국내 유통 중인 여섯 가지 적포도주에 대하여 어떤 적포도주를 가장 선호하는지 조사하였다(표 6-35). 참가자들은 B > D > E > C > A > F 순으로 높은 선호도를 나타냈다. 선호도가 높은 B와 D의 경우, 공통적으로 단맛이 강하고 타닌과 주석산의 함량이 낮았다. 따라서 저자들은 국내 적포도주 소비자들이 당도가 높은 포도주를 선호하고, 반대로 짙은맛이 낮을수록 선호한다고 결론지었다. 적정 수준의 당도, 타닌, 유기산 함량을 유지하는 것은 포도주의 재구매를 결정하는 가장 중요한 기준이 된다.

주석산은 분자 구조식이 $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$ 로 포도와 머루 이외의 과일에서는 드물게 발견된다.

표 6-35 국내 유통 적포도주 6종의 유기산과 타닌 성분 분석 결과

특징	포도주 종류					
	A	B	C	D	E	F
포도 품종	DornFelder, Point Noir	Cabernet Sauvignon, Meritge	미기재	Campbell Early	미기재	Monstrell, Bobal
생산국가	독일	이탈리아	프랑스	한국	프랑스	스페인
생산연도	2005	2004	—	2007	—	2006
타닌(%)	0.11	0.14	0.16	0.13	0.18	0.17
구연산(mg/mL)	—	—	—	0.78	1.78	1.65
주석산(mg/mL)	1.44	1.27	1.72	1.19	3.56	0.37
사과산(mg/mL)	0.64	0.99	0.81	2.35	2.64	1.70
젖산(mg/mL)	1.37	1.36	1.50	3.41	1.28	2.17
석신산(mg/mL)	4.37	2.12	2.50	2.28	1.84	—
초산(mg/mL)	—	—	—	3.27	—	—

출처: 유기선 등, 한국식품과학회지, 2008

적당량 있을 때는 건강에 해가 되지 않으며 과실주의 맛을 결정짓는데 꼭 필요한 유기산이다. 주석산은 물에서는 잘 녹으나 에탄올, 칼륨, 칼슘 등이 존재할 때는 이들 물질과 반응하여 흰색 결정체인 중주석산칼륨, 주석산칼슘 등의 주석산염(tartrate, 주석) 형태로 변하여 쉽게 침전된다. 주석산염은 색을 갖는 물질에 쉽게 착색되는 성질이 있어서 백포도주에서는 흰색 결정체인 반면, 적색 과실주에서는 안토시아닌 등의 색소 물질에 착색되어 붉은색 주석산염 결정체로 나타난다.

과실주에 주석산염이 형성되어 빨리 침전되면 병입 전에 제거할 수 있으나 주석산염은 대부분 매우 천천히 침전된다. 따라서 과실주가 병입된 뒤 결정으로 침전될 확률이 매우 높으며 일단 결정체가 되면 다시 액체 상태로 녹이기는 어렵다.

① 중주석산칼륨 침전

포도 원액에 다량 함유된 주석산과 칼륨은 각각 2~10 g/L와 1~2 g/L 수준인데, 과실과 췌 공정으로 유리되어 서로 결합해 중주석산칼륨($C_4H_5KO_6$)을 형성한다. 중주석산칼륨(potassium bitartrate)의 화학구조식은 $C_4H_5O_6K$ 이며 분자량은 188.18이다.

중주석산칼륨은 순수한 물과 에탄올에서 용해도의 차이를 나타내는데, 물에서 훨씬 잘 녹고 에탄올에서는 용해도가 낮아진다. 과실 원액에서 침전되지 않고 안정적으로 존

재하던 중주석산칼륨은 과실주에서는 발효에서 생성되는 에탄올 농도가 증가함에 따라 용해도가 감소되면서 서서히 침전된다.

과실 품종, 과실주 상태에 따라 차이가 있지만 과실 원액에 존재하는 양 중에서 절반 정도의 중주석산칼륨이 침전되며 이 과정이 과실주 숙성과정에서는 매우 느리게 진행되므로 과실주 제조 시 충분히 제거되지 않고 병입 후 소비자에게 발견되어 문제가 된다. 병에 침전된 중주석산칼륨을 소비자들은 깨진 유리 조각이나 설탕이 들어 있는 것이라고 오해하여 소비자 불만 신고로 이어진다. 따라서 침전속도가 느린 중주석산칼륨 침전과정을 빠르게 하여 병입 전에 충분히 제거해야 한다. 과실주의 콜로이드 성분인 단백질, 폴리페놀, 펙틴 등은 중주석산칼륨을 안정화해 침전물 생성을 방해하므로 중주석산칼륨 침전을 촉진할 목적이면 콜로이드 성분을 제거하는 것이 효과적이다.

중주석산칼륨의 침전과 관련된 가장 중요한 요인으로는 온도, 에탄올 농도, pH 등이 있다. 중주석산칼륨은 저장기간이 길수록, 저장온도가 낮을수록 침전이 잘된다(그림 6-33).

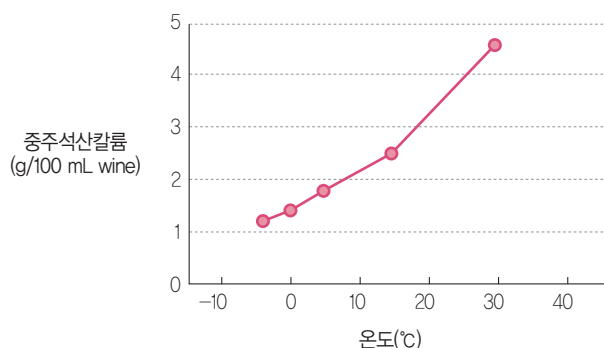


그림 6-33 과실주 저장온도에 따른 중주석산칼륨 침전량

과실주의 에탄올 농도에 따라, 그리고 사용된 과실 품종에 따라 다소 차이는 있지만 과실주의 보관 온도에 따라 중주석산칼륨은 용해도에 매우 큰 차이를 보인다. 냉장고에 보관한 과실주와 30℃에서 보관한 과실주는 중주석산칼륨의 용해도가 2배 이상 차이 나서 저온에서 보관할수록 중주석산칼륨이 더 많이 침전된다. 중주석산칼륨은 수용액상에서는 상당히 안정된 상태이나 에탄올 농도가 증가하면서 용해도가 떨어진다.

물을 대신하여 에탄올 농도가 증가하면서 이온 성분들은 용해도가 감소되어 염석현상(salting-out)을 일으키며 침전된다.

과실주의 pH 또한 중주석산칼륨의 침전에 영향을 준다. 과실주의 일반적 pH인 2.8~4.0 범위에서는, pH가 산성 쪽으로 이동할수록 주석산은 증가하고 주석산 이온은 감소한다. 중주석산 이온의 경우 산성인 pH 2.8에서 낮은 함량을 보이다가, pH가 증가할수록 점진적으로 증가하여 pH 3.7에서 가장 높은 중주석산 이온 농도를 나타내며 그 이후에는 감소한다. 예를 들면, pH 3.1에서는 전체 주석산 중에서 중주석산 이온이 차지하는 비율은 약 52%이나 pH 3.4에서는 이 비율이 65%로 증가한다. 이러한 의미는 낮은 pH의 과실주에서는 높은 pH의 과실주와 비교할 때 중주석산칼륨이 더 안정적으로 존재한다는 것을 의미한다.

침전을 방해하는 요인으로서는 결정화 저해제, 탄닌 성분과 단백질 등이 있으며, 반대로 순도가 높은 소량의 중주석산칼륨을 과실주에 첨가하고 저온안정화할 경우 침전이 더욱 빨라진다.

② 메타주석산 첨가

일반적인 주석산 침전은 염(salt) 형태로 중주석산칼륨을 형성하면서 진행된다. 따라서 메타주석산(metatartaric acid), 마노단백질, 카복시메틸셀룰로스 등의 중주석산칼륨 염 형성을 방해하는 물질을 과실주에 첨가하여 중주석산칼륨 결정화를 떨어뜨릴 수 있다. 이들 물질들은 과실주의 중주석산칼륨 침전형성을 방해하여 과실주의 안정화를 도와주는 결정화 저해제이다.

이 중에서 가장 흔하게 사용되는 결정화 저해제인 메타주석산은 주석산이 에스터 결합으로 연결된 폴리머로, 공급회사와 제조방법에 따라서 메타주석산에서 주석산 단위의 반복 횟수가 달라져 분자량이 달라진다. 산업적으로 메타주석산은 주석산을 고온(170℃)과 진공상태에서 제조하여 가루로 만들게 되는데 이때 완성된 제품에는 메타주석산 이외에도 피루브산, 옥살로아세트산 등이 1~6% 섞인 상태로 만들어진다. 메타주석산은 주석산 침전의 결정이 서로 결합하지 못하게 방해하여 주석산 침전을 방지한다. 하지만 과실주 온도가 올라가거나 첨가시간이 늘어나면 메타주석산은 천천히 주석산으로 변하여 효능을 잃는다.

메타주석산은 주석산 침전을 늦추지만 결국에는 주석산 침전이 일어나므로 사용할 때

는 과실주 음용 시기와 저장 온도가 중요하다. 비교적 빠른 기간에 소모되는 과실주에 제한하여 주석산 안정화를 목적으로 메타주석산을 100 mg/L 농도로 첨가해 사용한다.

이때 첨가되는 메타주석산은 온도에 매우 민감하여 5℃에서 1년, 20℃에서 3~6개월, 30℃에서 1주일 정도 과실주의 주석 침전을 방지하는 효능이 유지된다(표 6-35). 하지만 이 기간이 지나면 메타주석산은 주석산으로 변해 오히려 침전의 원인이 되므로 25℃ 이상 고온에서 장시간 과실주를 저장하는 경우 메타주석산을 첨가하는 것은 적당한 방법이 아니며, 주로 백포도주와 로제포도주 등 숙성 기간이 비교적 짧은 포도주에 사용한다.

메타주석산은 사용할 때까지 서늘한 장소에서 습기가 완전히 차단된 상태로 보관하여야 하며, 메타주석산을 물에 녹일 때 반드시 찬물을 사용하여 과실주 1 L 기준으로 0.1 g 첨가한다.

표 6-36 메타주석산 첨가 시 온도에 따른 과실주 안정화 가능 기간

과실주 저장 온도(℃)	과실주 안정화 가능 기간(월)
0	~36
5~10	~12
10~15	~10
20	3~6
25	1~3
30	0.25
35	<0.01

③ 효모 마노단백질 사용

마노단백질은 유럽 과실 양조장에서 광범위하게 사용되는 과실주 안정화 방법이다. 마노단백질은 단백질이 약 30%이고 나머지는 탄수화물로 구성된 다당류로, 다당류는 소량의 포도당과 98%의 마노스로 구성된다.

마노단백질은 과실주 발효에 사용하는 효모인 사카로미세스속의 세포벽 성분으로 과실주 발효가 진행될수록 증가하는 효모의 양에 비례하여 증가한다.

효모는 과실주 발효와 숙성 시에는 발효액에서 부유하는 특성이 있으나 발효가 완료 되면 효모끼리 서로 뭉치고 무게가 늘어나 침전하게 되고, 죽은 효모세포가 분해되어 유

리된 각종 영양물질이 다시 살아 있는 효모의 먹이로 이용되는 후발효가 진행되어 과실주에 나쁜 영향을 주게 된다. 이때 유리되는 물질 중에는 마노단백질도 포함된다. 상업적으로 공급되는 마노단백질은 효모를 충분히 생육한 뒤 원심분리법으로 수확하고, 효모를 파쇄한 다음 몇 단계 추가 정제과정을 거쳐 제조한다. 효모의 주요 세포벽 성분은 마노단백질 이외에도 베타글루칸(β -glucan)이 다량 존재하여 마노단백질의 추출 효율을 떨어뜨리므로 베타글루칸만 선택적으로 제거하는 베타글루카네이스(β -glucanase)를 처리하여 추출 효율을 높인다.

세포벽에서 회수 시 마노단백질은 저분자화되어 각각 분자량이 다른 마노단백질들로 혼합되어 회수되는데, 최근 연구에 따르면 마노단백질에 의한 주석산의 결정화 방해 정도는 사용하는 마노단백질의 특정 분자량에 따라 효율이 크게 달라진다. 이러한 특성을 고려하여 상업적 제품은 특정 분자량의 마노단백질을 판매하고 있는데, 상업명 클라리스타(Claristar), 만노스탭(Mannostab) 제품들이 여기에 해당된다.

만노스탭을 예를 들면,

- 1.5 g을 물 40 mL에 녹인다.
- 과실주 1 L에 0, 2, 4, 6, 8, 10 mL 수준으로 첨가한다.
- 각각을 영하 4℃에서 1일에 1회씩 6일간 침전 여부를 확인한다.
- 첨가하지 않은 과실주에서 침전물이 확인되고, 동시에 만노스탭을 첨가하였을 때 침전물이 없는 농도를 안정화된 농도로 판단한다.

마노단백질과 메타주석산은 동일한 용도로 사용할 수 있지만 마노단백질의 경우 장시간의 저온 안정화과정에서도 분해되지 않아 효과가 장시간 유지되는 장점이 있으며 사용 농도는 150~200 mg/L이다.

④ 카복시메틸셀룰로스 사용

2008년 이후 사용이 허가된 카복시메틸셀룰로스(carboxymethylcellulose, CMC)는 백포도주와 발포성 와인(sparkling wine) 제조에 사용되는 폴리머이다. 일부 소비자들은 CMC에 알레르기 반응을 일으킬 수 있으며, CMC는 과실주의 점도를 변화시킬 수 있으므로 주의가 필요하다. 아직까지 CMC를 과실주 양조에 사용할 수 있도록 모든 국가에서 허가하지는 않았지만 허가 국가가 꾸준히 늘고 있다.

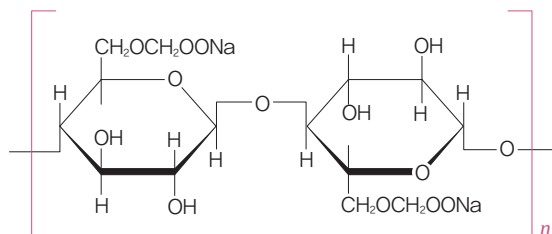


그림 6-34 카복시메틸셀룰로스소듐의 구조

시중에서 CMC는 소듐(sodium)이 결합된 소듐 CMC 형태로 판매된다(그림 6-34). 즉, 셀룰로스의 기본구조에서 OH가 소듐 카복시메틸(sodium carboxymethyl)기로 변형된다. 중합도는 25~250에 해당되며 하나의 셀룰로스당 최대 3개의 소듐 카복시메틸기가 존재한다. 소듐 CMC는 찬물과 더운물 모두에서 쉽게 녹으며, 이를 처리한 포도주는 주석산 침전방지 효과가 오랫동안 그리고 높은 온도에서도 지속된다. 과실주의 중주석산칼륨 침전은 바이타타르산염(bitartarate)에 의해서 중주석산칼륨으로 결합하면서 진행되는데, CMC는 바이타타르산염과 경쟁하여 바이타타르산염에 의한 중주석산칼륨 형성을 방해한다.

이 방법은 기존의 중주석산칼륨 형성을 억제하는 방법을 대체하기보다는 보조적으로 사용하며 과실주 1 L당 0.1 g 이하로 첨가하여 사용한다. 여러 가지 제품이 상업적으로 판매되지만 여기서는 상업명 비노스텝(VinoStab, www.erbsloeh.com)의 사용법을 설명한다.

CMC 처리 전 과실주는 벤토나이트 처리 등으로 사전에 단백질을 완전히 제거해야 한다. 과실주 100 L 기준으로 비노스텝 75~130 mL를 조금씩 첨가하면서 천천히 장시간 저어준다. 과실주에 콜로이드성 물질이 많거나 CMC 사용량이 지나치면 후속 공정인 여과과정에서 문제가 된다.

⑤ 이온교환법에 의한 소듐 바이타타르산염 유도

중주석산칼륨 침전을 예방하는 또 다른 방법은 주석산을 소듐 바이타타르산염 형태로 바꾸는 것이다. 소듐 바이타타르산염은 중주석산칼륨과 비교할 때 용해도가 높아서 과실주에서 침전되는 양이 적고 상대적으로 안정적으로 존재한다.

이온교환(ion exchange) 원리는 연수기와 유사하다. 즉, 음용하는 물은 특정 무기이

온의 존재 여부와 함량에 따라 경수와 연수로 구분한다. 이 중 경수(센물)는 칼슘이온이나 마그네슘 이온 등 2가 이상의 양이온을 많이 포함한 물을 말하며, 소금(sodium chloride, NaCl)을 첨가하고, 이온교환수지를 장착한 연수기를 통과시키면 물에서 칼슘과 마그네슘 등이 제거되어 연수로 바뀌게 된다.

이러한 연수기의 원리를 과실주의 주석산염 제거에 이용한 것으로 과실주를 소듐 이온으로 충전된 칼럼을 통과시켜서 소듐 바이타타르산염 형태로 변형할 수 있다. 이온교환법에 의한 소듐 바이타타르산염 유도 방법은 과실주에서 침전물질 예방 효과는 뛰어나나 과실주에 남게 되는 소듐 이온이 건강, 특히 심장 건강에 나쁜 영향을 주므로 일부 국가에서는 이 방법을 사용하지 못하게 한다. 유럽의 경우 Regulation(EC) No 606/2009 Annex 1A #43에서 이온교환은 포도주의 주석산 안정을 도와주는 목적으로 사용할 수 있다고 규정하고 있다.

⑥ 탄산칼슘 사용

탄산칼슘(CaCO_3)은 칼슘의 탄산염으로 자연계에 존재하는 염 중에서 가장 흔한 물질이다. 국내에서는 식품첨가물 용도로 제한적으로 사용이 허가되어 있으며, 가공보조제로는 용도 제한 없이 허가된 품목이다. 탄산칼슘은 상온에서 안정한 백색의 약알칼리성이며, 순도, 입자의 크기, 제조 방법에 따라 교질탄산칼슘, 경질탄산칼슘, 중질탄산칼슘 등으로 나뉜다.

과실이나 과실주에서 산도가 강할 때 감산(deacidification)을 목적으로 탄산칼슘 또는 탄산칼륨을 사용한다. 과실주 1 L 기준으로 0.67 g 첨가하면 총산도가 0.1% 감소한다. 탄산칼슘을 지나치게 사용하면 과실주 맛에 나쁜 영향을 주므로 과실주 1 L 기준으로 사용 한계량은 1.5 g 이하이다. 청징을 목적으로 사용하면 탄산칼슘은 주석산과 반응하여 주석산칼슘(calcium tartarate)을 형성한다.

수용액에서 주석산칼슘은 주석산 또는 중주석산칼륨과 비교할 때 용해도가 약 10% 수준으로 매우 낮아서 쉽게 결정이 되지만, 과실주에서 생성된 주석산칼슘은 몇 개월에서 몇 년에 걸쳐서 천천히 침전된다. 하지만 포도주에 통상적으로 존재하는 30~200 mg/L 수준의 칼슘 이외에도 감산 목적으로 사용하는 탄산칼슘, 청징 목적으로 사용하는 벤토나이트, 여과보조제 같은 물질 등에서 추가로 칼슘이온이 유입된다. 칼슘이온과 주석산의 반응으로 생성되는 주석산칼슘은 주석산 구조에 따라 용해도가 크게 달라진다.

D, L-주석산(D, L-tartaric acid)에 의해 형성되는 주석산칼슘은 L-주석산으로 생성되는 L-주석산칼슘(300 mg/L)보다 20℃에서 용해도가 10배 정도 낮다. 비교적 용해도가 높은 포도주스의 L-주석산은 시간이 지나면 서서히 용해도가 낮은 D, L-주석산으로 변하게 되고 결국에는 주석산칼슘 침전이 진행된다.

과실주의 칼슘 농도를 측정하여 주석산칼슘 형성 여부를 예상할 수 있으며 적포도주에서는 60 mg/L, 백포도주에서는 80 mg/L 이상의 칼슘이 존재할 때 문제가 된다. 과실주의 주석산칼슘 침전 문제는 소량의 D, L-주석산칼슘을 인위적으로 첨가하거나, D, L-주석산을 칼슘 이온의 3배 정도로 첨가하거나, 100 mg/L 수준의 메타주석산을 첨가함으로써 완화할 수 있다.

주석산은 탄산칼슘으로 중화하면 제거되지만 주석산과 사과산을 함께 제거할 필요가 있으면 아시텍스(ACIDEX)라는 상업적으로 판매되는 제품을 사용할 수 있다. 제조사에 따르면 아시텍스는 과실주의 산도를 낮춰주지만 과실주의 맛에 영향을 주므로 이 제품을 첨가하여 최대 0.4% 이하의 감산을 권장하고 있다. 또 포도주나 머루주에만 사용을 권장하는데, 그 이유는 다른 과일의 경우 주석산 함량이 낮기 때문이다. 이 제품은 가격이 비싸고 너무 많이 사용하면 과실주의 pH를 알칼리로 변하게 하므로 주로 발효 전 단계에 사용한다.

이외에도 상업명 콜돈(Koldone)으로 판매되는 제품은 주석산칼슘과 칼슘 이온이 포함되어 있다. 칼슘 이온은 과실주의 주석산과 결합하여 불용성의 주석산칼슘으로 침전되는 반면, 제품에 포함된 주석산칼슘은 침전을 촉진하는 결정(seeding nuclei)으로 작용한다. 포도주에 첨가하는 사용량은 1~2 g/L이다.

⑦ 저온 안정화

주석산의 침전을 방해하는 물질들을 효과적으로 제거하는 방법에서 꼭 필요한 공정이 저온 안정화(cold stabilization)이다. 주석산의 일반적인 안정화법은 저온상태에서 주석산이 주석산염으로 용이하게 전환되는 성질을 이용하여, 과실주 온도를 영하 4~영하 8℃의 얼지 않는 최대 낮은 온도로 낮추고 1주일 정도 유지하여 주석산염의 생성을 유도하고 이를 여과기로 제거하는 것이다. 에탄올 농도 12%에 해당하는 과실주의 경우 영하 4℃에서는 얼지 않으며 이 상태에서 7~8일 보관하면 과실주는 저온 안정화된다. 과실주의 많은 부유물질이 저온에서는 침전되는 경향이 있으므로 저온 안정화는 과실

주가 열지 않는 범위에서는 가능한 한 온도를 낮추면 유리하다.

어는 온도는 과실주의 에탄올 농도가 증가할수록 낮아지므로 저온 안정화 온도를 정확히 계산하는 것이 중요하다. 저온 안정화 온도는 대개 다음 식에 따라 계산된다.

$$\text{온도(}^{\circ}\text{C)} = -[(\text{과실주의 에탄올 농도}(\%)/2) - 1]$$

저온 안정화법은 장시간 저온을 유지하는 데 따른 비용이 발생하고 과실주에 존재하는 여러 다른 성분이 안정화과정을 방해해 경우에 따라서는 매우 천천히 진행되게 하여 주석산 침전을 어렵게 한다. 일단 침전이 시작되면 침전물질 주위로 같은 종류의 다른 침전물질이 둘러싸 크기가 점점 커지게 된다. 상당한 양의 침전물질이 이러한 방법으로 침전되어 제거되지만, 양조업자의 고민은 저온 안정화과정만으로는 주석산염이 충분히 제거되지 않고 남아 있다는 것이다. 따라서 저온 안정화과정 전에 청징제 첨가 등으로 부유물질을 제거하는 것이 저온 안정화과정에서 필요하다. 온도를 낮추기 위해서는 열교환기(heat exchanger)를 빠르게 통과시키는 방법으로 온도를 낮출 수 있으나, 이 경우 과실주를 이동시켜야 하는 번거로움이 있다. 또 다른 방법으로는, 온도조절이 가능한 숙성탱크에서 저온 환경을 만들어 직접 냉각할 수도 있다.

이외에도, 침전 속도를 가속화하기 위하여 접촉법(contact process) 공정이 선행된다. 접촉법은 과실주에 침전 유도물질(potassium bitartrate 등)을 결정(seeding nuclei)으로 첨가하는 방법으로, 첨가된 주석산염 주위로 과실주의 주석산염이 결합되어 제거되게끔 유도하는 방법이다. 침전 유도물질의 효과를 높이기 위하여 다음과 같이 적용할 수 있다.

- 안정화, 청징, 여과를 거친 맑은 과실주를 준비한다.
- 과실주 온도를 영하 4℃에서 0℃ 사이로 3일간 유지한다. 이때 침전물이 발생하면 제거한다.
- 과실주에 주석산염을 4 g/L 농도로 첨가한다.
- 과실주에 이산화탄소 또는 질소를 공급하여 산화를 막는다.
- 1~2시간 강하게 교반 · 혼합하고 영하 4℃에서 0℃ 사이로 3일간 유지한다.
- 여과 또는 원심분리로 침전물을 제거한다.
- 과실주의 전기 전도도를 측정하여 추가 주석산염 제거 공정을 실시할지 결정한다.

주의하여야 할 사항으로는, 고운 입자 형태의 침전 유도물질을 사용한다는 것, 침전 유도물질이 과실주와 충분히 접촉하게 강한 교반을 지속한다는 것이며, 저온 안정화 온도는 0℃에서 실시하면 충분하다. 침전된 주석산염은 회수하여 다음 과실주 발효와 숙성 시에 침전 유도물질로 다시 사용한다. 일반적으로 과실주의 저온 안정화과정은 적당량의 벤토나이트와 아황산(30 mg/L)을 하룻밤 동안 처리하는 과정을 따른다.

⑧ 한천 첨가

주석산은 과실주의 일부 콜로이드 성분과 결합하여 콜로이드-타타르산염(colloid-tartrate)을 형성하여 용해도가 늘어나 결과적으로 주석 침전을 방해한다. 이러한 콜로이드 성분은 한천(agar)을 첨가함으로써 완화할 수 있다.

판매되는 한천은 가루 형태로 95℃ 이상의 뜨거운 물에서 용해되는데, 이를 과실주에 첨가한 후 천천히 저어주면 굳어지면서 침전된다. 일반적으로 액체상태의 한천용액은 40℃ 이하에서는 다시 굳어지는 특성이 있으므로 뜨거운 상태에서 술에 첨가한다. 과실주 이외에도 맥주 청징 목적으로 첨가되며 젤라틴 대용품으로 사용한다. 소에서 얻은 젤라틴의 경우 광우병 등의 우려가 있지만 한천은 해양 천연 다당류이므로 식품안전성 측면에서 장점이 있다.

젤라틴은 청징 목적으로 사용한 뒤 과실주에 일부 남아 있을 수 있는 반면, 한천은 제거가 용이하며 엄격한 채식주의식 과실주 제조법을 주장하는 경우 선택할 수 있는 소재이다.

⑨ 미생물 발효에 따른 주석산 대사

주석산은 젖산균에 의하여 다른 유기산으로 대사된다. 과실주의 pH인 2.8~4.0 범위에서는 미생물의 생육이 대부분 저해되지만, 과실주의 pH가 4.0 이상 되면 일부 젖산균이 생존하여 주석산이 옥살로아세트산과 피루브산을 거쳐서 젖산과 초산으로 대사된다(그림 6-35). 또 다른 젖산균 종류는 주석산을 석신산과 초산으로 대사하므로 이들 젖산균을 사용하면 주석산은 다른 유기산으로 변화된다.

미생물에 의한 주석산 대사는 과실주에 존재하는 유기산 종류에도 영향을 받게 되어 사과산이 풍부한 경우에는 미생물에 의한 주석산 대사가 방해를 받지만, 말로락틱 발효로 사과산이 대사되어 pH가 상승하면 미생물에 의한 주석산 대사가 일어난다.

주석산은 높은 pH에서 미생물에 의해 대사되지만, 사과산과 구연산은 pH 3.2 이상의 낮은 pH에서도 대사된다. 과실주에서 미생물에 의한 주석산 등의 유기산 대사는 pH뿐

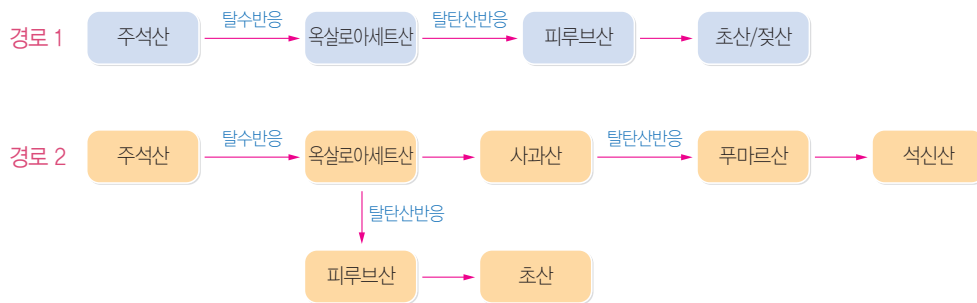


그림 6-35 미생물에 의한 주석산 대사

만 아니라 온도 또한 큰 영향을 준다. 즉, 과실주 보관 온도가 10℃ 이하인 경우 미생물에 의한 유기산 대사가 느린 반면, 20℃ 이상인 경우 미생물에 의한 유기산 대사는 빨라진다. 한편, 구연산의 경우에는 일부 젖산균에 의하여 대사되어 초산, 젖산, 아세트인, 2,3-뷰테인다이올, 이산화탄소, 푸마르산 등을 생성한다.

⑩ 전기투석

전기투석(electro dialysis) 방법은 이온 교환막을 통하여 직류 전위 차이에 따라 이온을 교환하는 막 공정으로, 선택하는 막의 특성에 따라 발효액에서 탈염, 유기산 분리, 산도 조정 등에 활용된다.

따라서 전기투석을 적용하여 과실주에 전기를 걸면 과실주의 양 이온성과 음 이온성 물질이 특정한 방향으로 이동하는 성질을 이용해 이동한 이온을 여과막을 통과시켜 과실주로부터 양이온과 음이온, 특히 주석산 침전의 원인이 되는 칼륨, 바이타타르산염, 칼슘 이온을 효율적으로 제거할 수 있다. 저온 안정화 방법과 비교하여, 전기투석 방법은 짧은 시간에 완료되어 에너지 절약 효과가 뛰어나고 과실주의 전처리과정이 단순하며 안정화 효과가 뛰어나다는 장점이 있으나, 초기 설치비가 많이 들므로 대규모 양조장에서 제한적으로 사용된다.

⑪ 주석산염 침전의 예측

과실주에서 주석산염 침전은 병입 시에는 확인되지 않는 사항이므로 유통 중에 일어날 수 있는 주석산염 침전으로 양조업자는 불안하다. 따라서 주석산 안정화과정을 끝낸 과실주를 병입하기 전에 몇 가지 과실주 성분과 특성을 측정함으로써 향후 병입된 과실

주에서 주석산염 침전이 일어날지 예측할 수 있다면 병입할 것인지 또는 추가적인 안정화과정을 도입해야 할지를 판단하는 데 도움이 된다.

주석산 침전과 관련된 항목으로는 과실주의 pH, 에탄올 농도, 주석산 농도, 칼슘과 칼륨 이온농도 등으로 기계적인 측정으로 농도와 값을 측정할 수 있다. 이들 항목들을 판단하여 향후 과실주의 주석산염 침전을 예상할 수 있다.

좀 더 손쉽고 정확한 방법은 과실주의 전기 전도도(electrical conductivity)를 측정하는 것이다. 용액에서 전기 전도도는 전해질 용액 속의 모든 이온이 영향을 주어 총이온의 수에 비례하며 비저항과는 역수 관계로 나타낸다.

H^+ 과 OH^- 이온으로만 존재하는 물의 비저항은 1,800만 $ohm \cdot cm$ 이고 전기 전도도는 비저항의 역수이므로 $1/18,000,000=0.056 \mu S/cm$ 가 된다. 과실주에는 다양한 이온이 존재하므로 순수한 물의 전기 전도도보다 크다. 과실주의 주석산염은 포화 농도 이하에서는 안정적으로 존재하지만 과포화되면 침전된다. 이러한 성질을 이용하여 아래와 같이 인위적으로 주석산염을 완성된 과실주에 첨가하면서 전기 전도도를 측정하면 주석산염 침전을 예상할 수 있다.

- 온도를 0℃로 조정한 과실주의 전기 전도도를 측정한다(과실주 1).
- 위의 과실주에 고운 가루상태의 주석산염을 첨가하여 교반하면서 전기 전도도를 측정한다(과실주 2).
- 과실주 2의 전기 전도도와 과실주 1의 전기 전도도를 비교한다.

만일 과실주 2의 전기 전도도 값이 과실주 1의 전기 전도도 값보다 크다면, 첨가된 주석산염이 과실주로 녹아들어 갔다는 의미로 해석된다. 즉, 과실주 1은 주석산염이 포화되지 않았다는 의미로, 향후 과실주 병입 시 주석산염 침전 가능성이 낮다는 의미가 된다.

만일 과실주 2의 전기 전도도 값이 과실주 1의 전기 전도도 값보다 작다면, 과실주 1이 이미 주석산염으로 포화되어 있어서 첨가된 주석산염이 침전 유도물질로 작용해 주석산염이 침전되었다는 것을 의미한다. 이 상태에서는 향후 과실주 병입 시 주석산염 침전 가능성이 매우 높다는 것을 의미하므로, 병입 전에 추가로 주석산염을 제거해야 한다. 많은 경우 이 방법으로 과실주의 주석산염 침전을 훌륭하게 예측할 수 있으나, 간혹 예측에서 벗어나는 경우도 있는데, 이는 과실주에 존재하는 다양한 물질의 상호작용에서 기인한다.

(3) 단백질 안정화

과일과 효모에서 발생하는 단백질은 과일 품종에 따라 차이가 있지만 전체 단백질 함량은 100~800 mg/L 수준으로, 금속 성분이나 타닌 등과 반응하여 과실주를 탁하게 한다. 단백질을 구성하는 아미노산은 과실주의 pH에 따라 전기적인 성질이 달라지지만, 산성인 과실주에서 단백질은 다음과 같이 양전하를 가진다. 수소이온농도(H^+)가 증가할수록 pH는 산성을 나타내는데, 이러한 조건에서 아미노산은 오른쪽에서 왼쪽으로 반응이 우세하여 아미노기는 양전하를 갖게 된다(그림 6-36). 단백질 안정화 용도의 청징제로는 음전하를 갖는 벤토나이트와 실리카젤 등이 있으며 이들 단백질 안정화 물질을 첨가해 단백질을 침전시킨 후 저온 안정화와 여과 공정으로 제거한다.



그림 6-36 수소이온농도에 따른 아미노산의 전기적 특성 변화

① 벤토나이트

규산알루미늄 점토 또는 몬모리온석으로 불리는 벤토나이트는 국내법에 따르면 식품 첨가물로는 사용하지 못하나 청징 또는 여과보조제 용도의 가공 보조제로는 허가된 품목이다(그림 6-37). 단백질 안정화 목적으로 과실주 제조 시 가장 흔히 사용하는 청징제이다.



그림 6-37 상업용 벤토나이트

벤토나이트의 화학구조식은 $(\text{Al}_2\text{O}_3\text{SiO}_2)(\text{H}_2\text{O})_n$ 으로 칼슘, 나트륨, 칼륨, 마그네슘 등과 결합된 형태로 존재한다. 상업용 벤토나이트는 칼슘 또는 나트륨과 결합된 형태로 판매되며, 나트륨 결합형은 칼슘 결합형과 비교할 때 표면적이 넓어서 단백질 침전 능력이 뛰어나다. 벤토나이트는 수화능력이 매우 뛰어나 약 20배에 해당하는 물과 결합하고, 무게당 표면적이 매우 넓어서($750 \text{ m}^2/\text{g}$) 과실주에 첨가하면 음전하의 콜로이드 상태로 존재하면서 양전하를 갖는 단백질과 매우 빠르게 결합하여 침전된다.

벤토나이트 표면에 단백질이 결합하는 방식은 랭뮤어 흡착식(Langmuir equation of adsorption)으로 설명되며 반응은 몇 분 안에 진행된다. 단백질과 벤토나이트 결합은 단백질의 등전점과 밀접한 관계가 있어서 단백질은 대부분 과실주의 pH에서는 침전되어 제거되나 일부 등전점이 낮은 단백질은 벤토나이트와 결합력이 약하거나 결합하지 않는다. 따라서 과실주의 pH가 낮을수록 벤토나이트 처리 효과가 높다.

적포도주나 머루와인은 타닌 등의 폴리페놀 함량이 높기 때문에 발효와 숙성단계에서 폴리페놀-단백질 복합체로 단백질이 침전되어 제거되기 때문에 단백질 혼탁은 주로 폴리페놀 함량이 낮은 백포도주에서 문제가 된다.

과실주에 존재하는 단백질은 눈으로는 단백질 존재 여부를 확인하기 어렵다. 일반적으로 수용성 단백질은 규칙적인 입체 구조를 이루어 물이나 과실주에서 용해된 상태로 존재한다. 수용성 단백질의 안정된 3차원 구조에서 영구적 변화인 단백질의 변성(protein denaturation)을 유도하면 단백질은 과실주에서 용해되지 않고 침전된다.

단백질을 변성시키는 요인은 높은 온도, 강한 산, 단백질 분해효소, 염화칼슘 또는 황산칼슘 처리 등이다. 우유 단백질을 단백질 분해효소 처리하여 제조하는 치즈, 계란의 단백질을 고온으로 삶아서 만드는 삶은 계란, 콩 단백질을 염화칼슘 또는 황산칼슘 처리하여 만드는 두부 등이 단백질 변성 원리를 적용한 대표적인 사례이다.

이러한 원리를 적용하여 과실주에 벤토나이트 처리과정이 필요한 수준 이상의 많은 단백질이 존재하는지 사전에 검사할 수 있다. 즉, 숙성 중인 과실주를 일부 취하여 서서히 가열해 온도를 올리면 과실주에서 단백질 변성이 일어난다. 가열 온도가 높을수록 짧은 시간이 요구되나 낮은 온도에서는 좀 더 긴 시간이 요구된다. 50°C 에서 50시간 또는 80°C 에서 6시간 가열한 후 하룻밤 냉장고에서 보관하면 단백질은 변성되어 아래로 침전된다. 침전물이 눈으로 확인될 정도로 많은 경우, 과실주에 단백질이 많다는 것을 의미하므로 벤토나이트를 첨가하여 침전을 유도한다.

가루 형태의 벤토나이트를 과실주에 한꺼번에 투여하면 삼시간에 바닥으로 가라앉아 청정효과를 기대할 수 없다. 따라서 벤토나이트 5 g을 뜨거운 물 100 mL에 하룻밤 정도 수화한 후에 사용한다. 수화된 벤토나이트는 점성이 매우 높으며 과실주에 최종농도 250 mg/L로 첨가하여 15~25℃에서 하룻밤 정치한다. 그리고 이를 며칠 동안 저온에서 방치하여 벤토나이트를 침전시킨다. 침전된 벤토나이트를 조심스럽게 피하고 윗부분의 맑은 과실주를 ~1 μm 크기의 여과기를 통과시켜 회수한다. 필요하다면 첨가하는 벤토나이트 양을 1,000 mg/L까지 늘릴 수 있지만 과다 사용할 경우 발효주의 색, 향 등을 감소시키고, 이취 발생, pH 상승의 원인이 된다. 따라서 적정 사용량은 예비실험으로 결정해야 한다.

벤토나이트 처리는 제한적으로 발효 전 과실 원액에 처리할 수도 있다. 이 경우에는 후속되는 발효에 영향을 주어 발효 속도를 늦추고 종종 발효가 조기에 종결되는 원인이 되어 과실주에는 발효에 미 사용된 잔당 함량이 높아진다. 따라서 과실 원액에 대한 벤토나이트 처리는 백포도주 원액에 한정적으로 사용하며 적포도주 원액에는 사용하지 않는 것이 일반적이다. 사용된 벤토나이트는 저온 안정화과정과 여과과정을 거치면서 대부분 제거되며, 저온 안정화과정 시 중추석산칼륨 투입에 따른 유도침전과정이 동반된다면 더욱 효과적으로 벤토나이트를 제거할 수 있다.

벤토나이트는 일부 효소활성을 저해할 수 있으므로 청징을 위하여 효소를 사용한다면 벤토나이트 첨가 전에 효소적 처리가 끝나야 한다.

② 이산화규소 젤, 실리카젤(Silicagel)

실리카젤은 규산소듐(sodium silicate, $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$)에 강한 산을 처리하여 만들며 무미, 무취의 콜로이드상으로 크기는 1~10 nm이다. 수용액에서는 전기적으로는 음성을 가지는 소수성 콜로이드로 작용한다. 따라서 실리카젤은 양의 전하를 가지는 단백질과 수소 결합을 형성하여 하얗게 흐려지는 현상을 개선한다. 적용 온도 범위가 넓고 침전물의 응집과 침전이 빠르게 진행된다. 상업적으로 판매되는 실리카젤은 30%(w/v) 수용액상으로 50~100 mg/L 농도로 과실주에 사용한다. 실리카졸(Kieselsol) 등의 상업적 제품이 판매된다. 이 제품은 주요 구성 물질이 이산화규소(silicon dioxide)로 양전하 또는 음전하 형태로 모두 판매된다. 단독으로 사용하기보다는 20~50 mg/L의 젤라틴과 함께 사용하면 효과가 커진다. 이때 젤라틴과 실리카젤은 따로따로 투여해야 한다. 술

의 종류에 따라 다양한 상품이 판매되고 있으며 실리카졸과 젤라틴의 사용 순서와 사용비가 중요하다.

단백질 제거가 목적인 경우 과실주에 실리카졸을 첨가하여 5~15분간 교반하여 하룻밤 방치하고 여기에 다시 젤라틴을 첨가하여 3~10분간 교반한다.

타닌 제거가 목적인 경우, 젤라틴→실리카졸 순서로 사용한다. 젤라틴 대신 키토산을 사용할 수 있다. 실리카졸은 과실주에 사용하면 이취 발생 우려가 적다는 장점이 있다. 또 실리카를 사용한 청징은 포도주를 비롯한 다양한 과실주에 적용이 가능하며 실리카 첨가가 과실주 맛에 거의 영향을 주지 않으므로 이취 발생 확률이 매우 낮다.

(4) 탄수화물 안정화

과실주 제조 시 발효 후에는 발효로 생성된 효모 균체나 미세한 현탁물질이 발효조 하단부에 침전되거나 과실주를 탁하게 한다. 이 중에서 과실주의 펙틴과 수용성 다당류는 콜로이드 성질을 가지고 있어서 과실주 침전물들의 침전을 어렵게 하거나 후속과정인 과실주 여과과정에서 여과막을 막아 여과수율을 낮추는 결과를 가져오므로 여과 전에 펙틴과 수용성 다당류를 충분히 제거해야 한다.

펙틴은 식물체의 주요 세포벽 구성성분으로 과일과 채소류에서 흔히 존재한다. 펙틴

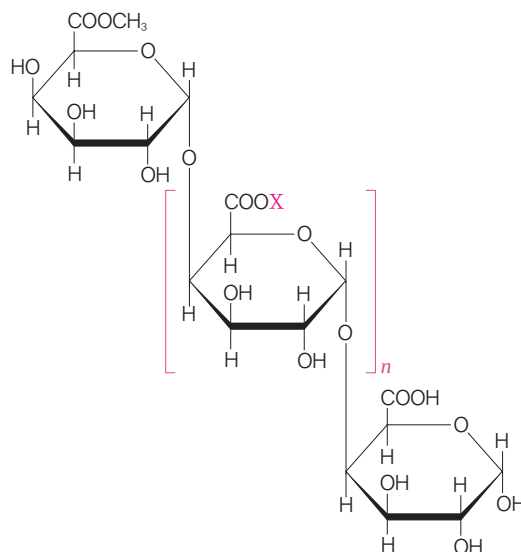


그림 6-38 펙틴의 구조. X는 -H 또는 -CH₃

은 갈락투론산(D-galacuronic acid)이 연속적으로 α -1,4 결합으로 연결된 구조이며 갈락투론산의 6번 탄소에서 -H 또는 -CH₃로 연결된다(그림 6-38).

① 효소의 탄수화물 분해

펙틴은 과실주 발효와 숙성과정에서 서서히 분해되지만, 갈락투론산 단위로 완전히 분해되기까지는 오랜 시간이 필요하므로 상당한 양의 펙틴은 수용성으로 존재하면서 과실주의 다른 성분과 강하게 결합해 여과 시 수율을 떨어뜨린다. 따라서 펙틴이 지나치게 많은 경우에는 펙틴분해효소를 인위적으로 첨가하는 것이 효과적인 선택이다.

펙틴 분해와 관련된 효소는 펙틴에스테라이스(pectin esterase), 폴리갈락투로네이스(polygalacturonase), 펙틴분해효소(pectinase)이다. 펙틴에스테라이스는 펙틴의 갈락투론산의 6번 탄소에 작용하여 -CH₃를 -H로 바꾸어서 펙틴을 펙틴산으로 변형시키는 효소이다. 폴리갈락투로네이스와 펙틴분해효소는 각각 펙틴산과 펙틴을 분해하는 효능이 있다. 일반적으로, 펙틴분해효소는 펙틴과 펙틴산을 분해하는 효소를 모두 포함한다.

과실 자체에도 펙틴에스테라이스와 폴리갈락투로네이스를 가지고 있지만 과실의 세포벽을 충분히 분해할 만한 활성이 없으므로 청징 목적으로는 상업용 펙티네이스를 사용한다. 1970년대 펙티네이스가 과실주 제조에 도입된 이후 첫째, 과실과쇄 및 착즙 시 과실로부터 색소와 향 성분의 추출 수율을 높이기 위한 목적, 둘째, 과실주 발효와 숙성 이후 침전물의 침전 속도를 가속하기 위한 청징 목적, 셋째, 향 성분의 안정화와 여과 공정을 위한 목적으로 펙티네이스가 널리 사용된다.

대규모 과실주 생산업자들은 위의 목적에 따라 적절한 펙틴분해효소를 선택적으로 사용한다. 상업적으로 식품용 효소를 제조해 판매하는 회사는 다수 있지만 노보자임(www.novozymes.com)사의 펙틴분해효소를 예로 들면 다음과 같다(그림 6-39).

펙틴분해효소는 단일 효소 활성을 갖는 제품뿐만 아니라 펙티네이스, 헤미셀룰로스, 셀룰로스 활성 등을 복합적으로 포함하는 제품도 시판되고 있다.

펙틴분해효소 활성을 강화한 제품은 과실 착즙 직후에 사용하는데 발효액의 점도 조절과 청징과정을 빠르게 하는 용도로 사용된다.



그림 6-39 펙틴 및 관련 물질 분해효소

상업명 비스코자임(Viscozyme)은 탄수화물-셀룰로스-헤미셀룰로스-자일란가수분해 효소 등이 혼합된 형태로 식물체의 세포벽 제거를 목적으로 사용된다. 또 복합효소제(pectinase, hemicellulase, cellulase)는 과일 파쇄 시 적용하면 과실로부터 색소와 향 성분의 추출수율을 약 20% 향상시킨다.

과실의 페놀성 물질들은 대부분 포도당이 연결된 배당체 형태로 존재한다. 다수의 페놀성 물질들은 포도당이 떨어져 나가면서 향이나 맛이 개선되는데, 이러한 작용은 포도당 제거효소에 의하여 진행된다. 이 효소활성이 충분하지 않거나 없는 경우 과실주의 향이 부족할 수 있다.

과실의 배당체 형태의 페놀성 물질에서 포도당을 제거하는 효소인 글라이코시데이스(glycosidase)는 과실주 발효가 끝난 직후 첨가한다. 상업 효소명 노바롬(Novarom)은 이러한 용도에 적합한 효소로 첨가 시 과실주의 향을 강화한다. 다만, 과실주 발효와 숙성 후에 청징이나 주석산 안정 등의 목적으로 첨가하는 벤토나이트는 효소 활성을 저해할 수 있기 때문에 벤토나이트를 첨가하기 전에 효소반응을 끝내야 한다.

과실주에 펙티네이스를 처리하면 펙틴에 구속되어 있던 콜로이드성 물질들이 자유롭게 되어서 다른 콜로이드성 물질과 결합해 무게가 증가하게 되고 결국에는 침전하여 여과공정에서 쉽게 제거된다.

이외에도 여과공정에서 펙틴만큼 문제가 되지는 않지만 아라비난(arabinan), 갈락탄(galactan) 등이 펙틴 관련 물질(pectic substance)로 분류되며 과실주의 콜로이드 물질로 발견된다(그림 6-40).

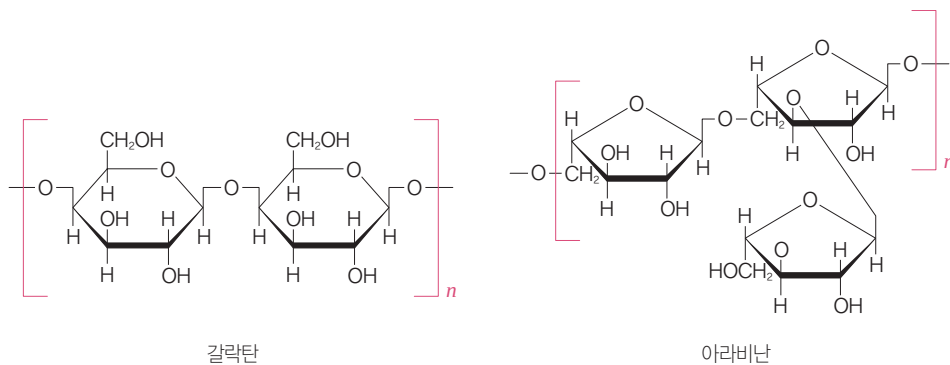


그림 6-40 펙틴 관련 물질

귀부 과실주는 과실에 곰팡이의 일종인 보트리티스 시네라(*Botrytis cinerea*)가 증식하여 양조된다. 이 곰팡이는 과실에서 영양분을 섭취하여 생육하면서 β -글루칸이라는 포도당으로 구성된 다당류를 만든다(그림 6-41). 또 β -글루칸은 과실주 발효에 스타터로 첨가하는 과실주 효모의 세포벽을 구성하는 주성분이다. 따라서 과실주 발효와 숙성 시에 과실주 효모의 세포벽에서 유리된 β -글루칸이 과실주로 전이된다. 과실주 효모는 발효가 종료되면 발효조 바닥에 침전되고 시간이 경과하면 효모가 스스로 분해되면서 효모세포 성분들이 과실주로 전이된다. 따라서 과실주 발효가 종료되면 신속히 베타글루칸을 제거해야 한다. 발효주로 전이된 β -글루칸은 과실 유래의 펙틴과 작용하여 콜로이드성 물질을 형성해 여과과정에서 심각한 문제를 발생하므로 실리카졸-젤라틴(Kieselsool-gelatin) 혼합 용액처리나 베타글루카네이스(β -glucanase) 효소 처리 등의 처리과정이 필요하다.

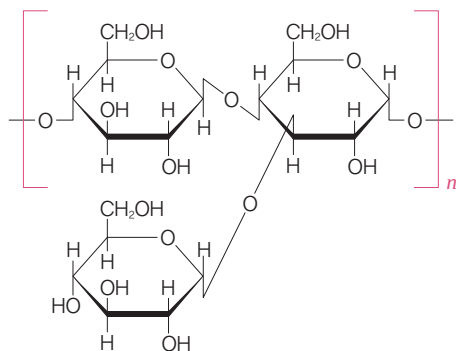


그림 6-41 효모 β -글루칸의 구조

β -글루칸-펙틴 콜로이드 물질은 펙티네이스와 베타글루카네이스가 혼합된 효소를 사용하여 제거할 수 있다. 이러한 목적에 적합한 복합효소제인 비노플로우(Vinoflow)를 과실주에 처리하면 과실주의 안정화, 청징, 여과 등에서 개선된 결과를 얻을 수 있다. 베타글루칸 제거 목적으로 포도주에 첨가하는 효소는 과실주 발효 직후 또는 말로락틱 발효 전에 사용하는 것이 좋다.

과실주 등 식품에 적용하는 효소 제품은 인체 안전성 등을 고려하여 엄격한 기준을 적용한다. 효소를 생산하는 미생물에 등급을 부여하며 식품용 효소를 생산하는 미생물은

GRAS(Generally Recognized As Safe) 미생물로 제한한다.

상업적으로 판매되는 효소는 동일한 이름으로 식품용과 세척 목적용 등 식품 용도가 아닌 제품이 함께 판매되므로 양조 목적으로는 반드시 식품용 효소를 사용해야 한다. 과실주 제조에 사용되는 효소를 생산하는 몇 가지 GRAS 미생물의 사례를 들면 다음과 같으며, 과실주 제조에서 식품용 효소를 사용할 때 고려할 사항은 효소활성의 유지와 효소제에 포함될 수 있는 다른 효소 활성화에 의하여 나타나는 부작용을 최소화하는 것이다(표 6-37).

표 6-37 식품용 효소 생산 GRAS 미생물

효소명	생산 미생물
β -glucanase	<i>Trichoderma longbranchiatum</i>
Pectinase	<i>Aspergillus niger</i> , <i>Aspergillus oryzae</i>
Xylanase	<i>Aspergillus niger</i>

가. 효소활성의 유지

효소의 본질은 단백질이며, 효소마다 독특하게 형성하는 3차원적인 구조가 효소 반응을 가능하게 한다. 효소의 구조는 수분활성도, 저장온도 변화, pH 등에 영향을 많이 받게 되며 저장기간이 연장될수록 효소의 구조 변화가 심해져 효소 활성이 감소된다. 따라서 효소 구매와 보관 시 유의할 사항으로는 공장에서 출고된 효소가 고온에 노출되지 않았는지, 포장용기의 밀봉 상태는 양호한지, 유통기한 등에서 문제가 없는지 확인해야 한다.

효소는 공장에서 생산된 순간부터 계속해서 활성이 감소되므로 효소를 대량 구매할 때는 유통기한 안에 소모할 수 있는 분량만 구매한다. 구매한 효소가 대규모로 포장되어 있다면 1회 용량 단위의 소규모로 다시 나누어 포장한다. 이때 효소 저장용기는 방수 기능이 있는 포장용기를 사용하며, 흡습제를 첨가하고 낮은 온도를 안정적으로 유지할 수 있는 냉장고를 이용하는 것이 저장 중 효소활성을 높게 유지하는 방법이다. 장시간 보관해 유통기한이 가까워졌거나 유통기한이 지난 효소는 소량으로 예비 효소활성 시험을 통하여 효소활성을 확인 뒤 사용한다.

나. 상업용 효소 제품에 포함된 불순물에 의한 부작용 회피

상업용 효소 제품은 주로 식물 또는 미생물에서 정제과정을 거쳐 생산되어 포장된다. 식품용 효소 제품은 가격이 높지 않으므로 단순한 정제과정을 거쳐 생산된다. 이때 정제과정에서 사용한 물질이 효소제품에 남아 있을 수 있고, 사용한 식물이나 미생물 유래의 또 다른 효소들이 완벽하게 제거되지 않고 함께 남아서 포장될 수 있다. 이러한 경우, 효소반응에서 원하지 않는 또 다른 효소반응이 함께 진행될 가능성이 높다. 따라서 동일한 펙티네이스라도 판매회사에 따라 효소활성이 달라질 수 있으며, 동일한 판매회사의 동일한 제품이라 하더라도 생산 시기에 따라 활성이 달라진다. 효소오염 사례로 아스페르길루스 니게르(*Aspergillus niger*) 유래의 펙티네이스에는 종종 시네일 에스테레이스(cinnalyl esterase) 효소가 공존하여 과실주에 적용했을 때 과실주 이취의 원인이 된다.

(5) 페놀성 물질의 안정화

과실과 과실주는 주요 기능성 성분으로 폴리페놀을 포함하고 있다. 폴리페놀은 탄소 6개와 수소 6개로 연결된 벤젠고리가 2개 이상 연결된 구조이며, 이중 벤젠고리의 수소 가운데 1개는 수산기(OH)로 변형되어 있다. 폴리페놀은 페놀산, 플라보노이드, 파이로에스트로젠, 스틸벤 네 종류로 분류할 수 있으며, 과실과 과실주에는 페놀산, 플라보노이드와 스틸벤 등이 존재한다. 국산 포도 100 g의 전체 폴리페놀 함량은 95~345 mg이고 플라보노이드 함량은 26~89 mg이다(표 6-38, 그림 6-42).

표 6-38 포도 유래 페놀성 물질(phenolic compound)

중분류	소분류	기능성 성분	함량 (mg/100 g)
페놀산 (phenolic acid)	하이드록시벤조산류 (Hydroxybenzoic acid)	몰식자산(gallic acid)	375
		프로토크테키닉산(protocatechuic acid)	54
		타닌산(tannic acid)	40
	하이드록시신남산류 (hydroxycinnic acid)	클로로젠산(chlorogenic acid)	6

(계속)

중분류	소분류	기능성 성분	함량 (mg/100 g)
플라보노이드 (flavonoid)	안토사이아닌 (anthocyanidin)	사이아니딘(cyanidin), 델피니딘(delphinidin), 펠라고니딘(pelargonidin)	4~39
	플라본(flavone)	루테올린(luteolin)	검출 안 됨
	플라바논(flavanone)	헤스페레틴(hesperetin)	검출 안 됨
	플라바놀(flavanol)	카테킨(catechin)	2~19
		프로안토사이아닌(proanthocyanidin)	60~81
	플라보놀(flavonol)	미리세틴(myricetin)	0.09~0.45
		퀘세틴(queracetin)	1.8~3.20
스틸벤(stibene)	—	레스베라트롤(resveratrol)	0.03~0.28

* 하이드록시벤조산류는 건조된 과실을 기준으로 분석

* 기능성 성분표, 농산식품자원편, 2009

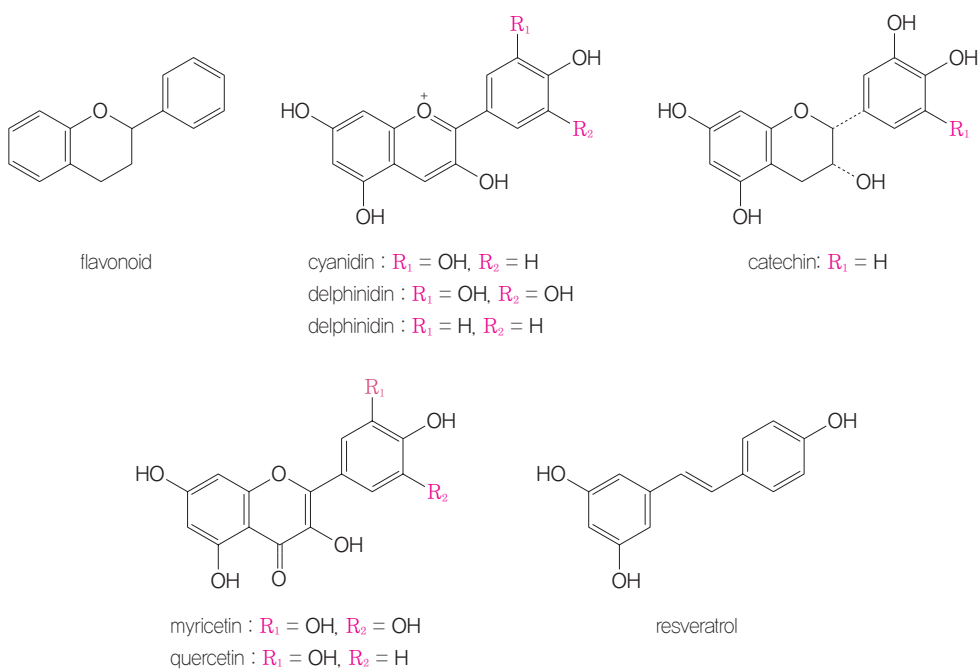


그림 6-42 페놀성 물질의 화학적 구조

페놀성 물질의 정확한 함량은 분석기계로 정량분석이 가능하지만 숙련된 기술과 고가의 장비가 필요하다. 비교적 간단하면서도 오스트레일리아에서 인증된 분광광도계(spectrophotometer)를 이용한 페놀성 물질의 분석법을 소개하면 다음과 같다. 분광광도계는 특정 파장의 빛을 선택적으로 생성할 수 있는 기계로, 분석하기 위해서는 과실주, 과실주를 담을 수 있는 큐벳(cuvette, 가로와 세로 각각 1cm인 직사각형 형태), 분광광도계가 필요하다(그림 6-43). 280 nm, 320 nm, 520 nm의 파장에서 측정된 값을 각각 전체 폴리페놀, 하이드록시신남산, 안토시아닌 함량으로 판정한다.

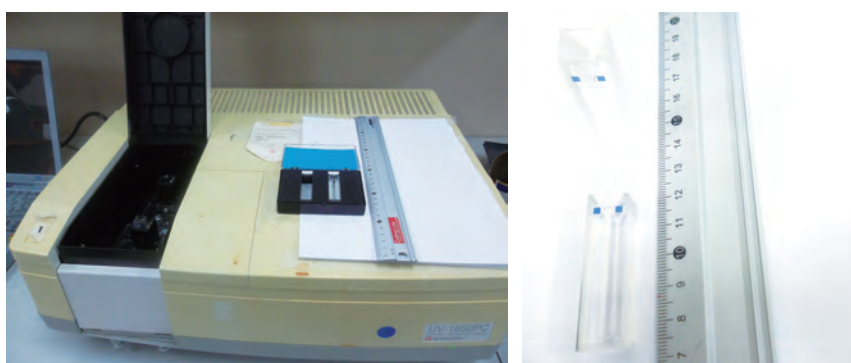


그림 6-43 분광광도계(왼쪽)와 큐벳(오른쪽)

과실 유래 페놀성 물질에는 몰식자산, 프로토크테키닉산, 타닌산, 안토시아닌, 카테킨, 프로안토시아닌 등이 있으며 이들 기능성 물질들은 과실주에서 발견된다. 이 중에서 타닌산이 부족할 때는 과실주의 생기가 없어 텁텁한 느낌이 나고 적당량이 있을 때는 숙성 기간 중 알데하이드와 결합하여 과실주 맛을 부드럽게 한다. 하지만 과량 존재할 때는 산소와 접촉하여 산화되어 갈색빛을 산란시키는 콜로이드 성질을 갖게 됨으로써 과실주를 탁하게 한다. 타닌산의 산화는 과실 발효 시작부터 지속적으로 꾸준히 진행되어 과실주 색상을 바래게 해서 상품성을 저해한다.

또 타닌산이 지나치게 많은 과실주는 떫고 쓴맛이 나서 숙성 기간이 길어지게 되므로 지나치게 되면 타닌산을 제거해야 한다. 페놀성 물질들은 과실주의 단백질 성분과 수소 결합하여 침전하는 경향이 큰 반면, 과실주의 탄수화물과 결합한 페놀성 물질들은 액체 상태에서 침전되지 않고 머무르는 경향이 강하다. 따라서 타닌 제거제로 주로 사용되는

것은 단백질 유래 물질로, 여기에는 젤라틴, 카세인, 부레폴, 계란흰자와 폴리비닐폴리피롤리돈(polyvinyl polypyrrolidone, PVPP)이 사용된다.

① 젤라틴으로 타닌 제거

젤라틴은 부유물질의 청정, 지나친 색소 감소, 타닌 제거 등에 사용한다. 젤라틴은 동물의 연골, 껍질, 연골 등을 구성하는 천연단백질인 콜라겐을 열수 추출하거나 산 가수분해하여 얻는 단백질로 분자량은 15,000~150,000이다.

젤라틴의 아미노산은 프롤린(proline) > 글리신(glycine) > 글루탐산(glutamic acid) 순으로 구성되어 있으며 필수아미노산인 트립토판(tryptophan)은 결핍되어 있다. 식품에서는 아이스크림, 마시멜로, 젤리, 초콜릿 등에 광범위하게 사용된다.

젤라틴은 먹을 수 있는 부위를 이용하고 단백질이기 때문에 식품 용도로 사용할 때 위해성은 법적 고려 대상이 되지 않는다. 세계 시장 공급량의 30% 정도가 소의 내피에서 유래한 물질을 이용하고 나머지는 돼지가죽이나 뼈를 이용한다. 하지만 광우병 파동 등으로 외국 양조업자들은 예상되는 위해성 논란에서 회피하고자 젤라틴 원료를 소에서 돼지로 대체하는 경향이 있다.

일반적으로 젤라틴은 소나 돼지의 뼈를 분쇄하여 열탕으로 탈지하고, 묽은 산에 의한 산 가수분해, 중화과정, 초고온 살균과정을 거쳐 만들어지며, 국내에서는 식품첨가물 공전에서 젤라틴의 기준규격을 정하고 있다.

젤라틴 분말은 무색 또는 약한 황색으로 부스러지기 쉽고 맛과 향이 없으며, 찬물에서는 무게 대비 10배 정도의 물을 흡수하여 팽창한다. 온수에서는 녹아서 졸(sol) 상태로 존재한다. 물에 2~3% 농도로 첨가해 끓였다가 냉각하면 가루상태는 사라지며 탄성이 있는 젤(gel) 상태가 된다. 젤라틴을 녹인 뒤 온도가 낮아지면 고체가 되므로 뜨거운 상태에서 첨가한다. 젤라틴의 등전점(isoelectric point)은 pH 4.8~5.2로 일반적인 과실주의 pH보다 높아서 중성 쪽에 가까우므로, 과실주에서 양전하를 띤다. 젤라틴은 과실주의 페놀성 성분과 반응성이 있지만, 분자량이 크고 중합도가 높은 고분자성 페놀(polymeric phenols)과 결합력이 우세해 이들 물질에 대한 선택적 제거 능력이 뛰어나다. 또 오래 숙성한 포도주에서 페놀성 물질을 제거하는 능력이 뛰어나다.

백포도주에서 타닌 과다인 경우 젤라틴을 처리하면 쓴맛이 제거된다. 적포도주에 사용할 때 쓴맛 제거와 고분자성 안토시아닌 제거 효과가 있으며 50~100 mg/L 수준에

서 사용한다. 젤라틴 처리 효과를 충분히 얻기 위하여 앙금 제거나 여과과정 1~2주 전에 실시한다. 백포도주에 과량 사용하는 경우 도리어 단백질에 의한 혼탁이 나타나므로 상업적인 실리카졸과 연결해서 사용한다. 젤라틴은 가루로 공급되나 간혹 액상 형태도 있다. 액상 젤라틴은 가루 젤라틴과 비교하여 유통기한이 짧으므로 단시간에 대량 사용하는 경우가 아니면 가루상태를 구매해야 한다.

② 카세인으로 타닌 제거

우유 단백질인 카세인(casein)은 과실주에서 양전하 특성이 있어 음전하를 갖는 타닌과 결합하여 지나친 타닌에 의한 혼탁을 방지하고 뽀은맛, 쓴맛을 줄여준다. 상업적으로는 칼륨카세인염(potassium caseinate)으로 공급되며 물에서는 수용성이나 과실주 등의 산성조건에서는 침전된다. 칼륨카세인염 10 g을 0.5 L 용량의 용기에 넣은 뒤 뜨거운 물에서 완전히 녹을 때까지 교반해 사용한다. 카세인은 50~100 L의 과실주에 사용할 수 있는 양으로 준비해서 1일 이내에 사용해야 한다. 과실주에 첨가할 때는 충분히 혼합해야 하며, 필요하면 벤토나이트 처리→앙금 제거→여과과정을 후속공정으로 실시한다. 과실주에 잘 녹지 않으므로 물에 먼저 녹여서 수용액 상태로 과실주에 사용하며 과실주 1 L에 0.1~0.2 g 사용한다. 적포도주에서는 타닌 제거를 목적으로 젤라틴을 대신할 수 있으며 백포도주에서는 과실주의 갈색화를 예방하는 용도로 사용한다. 과량 사용하면 과실주의 품질을 떨어뜨리므로 적당량 사용한다. 과실주에 직접 첨가하면 과실주의 유기산과 빠르게 반응하여 청징제 효능이 줄어든다.

③ 부레풀로 타닌 제거

부레풀(isinglass)은 생선 부레에서 추출한 콜라겐 추출물에서 얻는 어류 단백질로 맥주나 과실주 청징제로 사용된다. 부레에는 콜라겐이 다량 함유되어 있으며 부레를 세척하여 말린 것을 부레풀이라 한다. 부레풀의 분자량은 140,000이며, 등전점은 5.5~5.8로 과실주의 pH에서는 양전하의 특성이 있어 음전하를 가지는 타닌과 결합한다. 심하게 뿌연 과실주의 청징에는 부적합하므로 타닌 함량이 비교적 적은 백포도주의 타닌 제거에 사용하며 이외에도 페놀성 화합물 감소, 갈색화 물질 제거용으로 사용한다. 젤라틴은 고분자 페놀성 물질 제거에 용이한 반면, 부레풀은 저분자 페놀성 물질 제거능이 뛰어나다. 또 젤라틴은 실리카젤과 함께 사용하나 부레풀은 단독으로 사용한다.

다른 청징제로 청징 목적을 충분하게 완성한 뒤 추가 청징이 필요할 때 부레풀을 사용

한다. 다른 청정제와 달리 부레폴은 과실주의 향과 색에 큰 변화를 주지 않으므로 병입 직전에 많이 사용한다. 상업적으로는 액체와 가루로 판매된다. 냉수(1 L)에 메타중아황산칼륨과 주석산을 1:2의 비율로 1.5 g 첨가하여 완전히 녹여 사용한다. 여기에 부레폴을 10 g 넣고 2일 정도 간헐적으로 교반하고 방치한다. 과실주 1 L 기준으로 부풀어오른 부레폴 혼합액을 1~5 mL 첨가한다. 1~2주일 뒤 앙금 제거와 여과를 실시한다.

④ 계란흰자로 타닌 제거

계란은 껍데기, 난황, 난백으로 구성되며 이 중 난백은 58%를 차지한다. 달걀흰자인 난백은 무게 함량으로 수분 88.9%, 단백질 10.2%, 지방 0.1%, 회분 0.8%로 구성되어 있으며 60~62℃에서 응고된다. 난백의 단백질에는 알부민(albumin)과 글로불린(globulin)을 포함한 몇 종의 단백질이 존재하며, 과실주에서 이들 단백질은 양전하를 가지고 있어 음전하를 가지는 타닌과 결합한다. 젤라틴과 유사하게 고분자의 페놀성 물질 제거 능력이 우수하다.

일반적으로 백포도주에서는 계란흰자로 타닌을 제거하지 않는다. 과실주 200 L 기준으로 사용할 때 물 100 mL에 계란 2개분의 흰자와 소금 1g을 완전히 섞어 거품을 제거한 뒤 사용한다. 소금을 사용하는 이유는 난백에 포함된 글로불린 용해가 필요하기 때문이다. 제조한 난백 용액은 제조 당일 사용하고 난백을 처리한 과실주를 1주일 후 앙금 제거, 여과한다. 상업적으로 가루상태의 난백도 공급되며 계란 1개분의 흰자는 약 3 g의 계란흰자에 해당한다.

⑤ 폴리비닐폴리피로리돈(PVPP)으로 타닌 제거

PVPP는 전하를 띠지 않는 합성된 중합체로 물에 녹지 않는다. 따라서 기전적으로 폴리페놀 성분들은 PVPP 표면의 카보닐기(carbonyl group)와 페놀성 성분의 하이드록시기(hydroxyl group) 사이에서 결합한다. 백포도주에서는 타닌 제거, 과실주의 산화취와 갈색화 물질 제거 또는 완화를 목적으로 사용한다. 부레폴과 유사하게 저분자 폴리페놀 제거에 용이하다. PVPP는 산화를 촉진하여 갈색화하는 효소의 활성을 억제하는 능력이 있으며, <표 6-38>에 나타난 다양한 페놀성 물질 중에서 특히 카테킨, 안토시아닌 등의 제거에 효과적이다.

적포도주 1 L당 PVPP를 50~200 mg(백포도주는 100~700 mg) 수준으로 첨가하여 1~2시간 교반한 뒤 하룻밤 정치하여 가라앉힌다. PVPP-페놀성 물질 결합체는 앙금 제

거, 여과에 사용한다. 백포도주에서는 적포도주에서보다 2~3배 많이 사용한다. PVPP는 활성탄과 함께 사용할 때 백포도주의 갈색화 방지에 상승효과가 있고, 벤토나이트와 함께 사용하면 청징 작업 뒤 회수하기가 쉽다.

⑥ 스파콜로이드로 타닌 제거

스파콜로이드(sparkolloid)는 탄수화물과 규조토를 인공적으로 혼합하여 만든 복합물로, 상업적으로는 핫 믹스(hot mix)와 콜드 믹스(cold mix)가 판매된다. 핫 믹스는 과실주의 청징 용도로, 콜드 믹스는 주스에 적용된다. 과실주 청징용 핫 믹스는 스파콜로이드를 뜨거운 물에 풀어서 첨가하면 과량을 사용하지 않는 한 청징효과가 매우 뛰어나다. 병입 한 달 전에는 스파콜로이드를 사용하고 앙금 제거, 여과한다.

6) 여과 공정

과실주의 여과 공정은 과실주에서 효모, 박테리아와 색소 입자(pigment particles), 주석(tartarates) 등 탁도 유발 물질을 제거하는 분리 공정이다. 이와 동시에 몇 주 또는 몇 달 동안 자체 침전물과 과실주의 탁도를 높일 물질들이 제거된다. 여과 목적은 과실주가 긴 시간 가시적인 변화 없이 만들어진 때와 동일하게 보이도록 하기 위한 것이며 과실주를 만드는 과정의 하나이다. 과실주에는 우리가 널리 알고 있는 포도주, 복분자와인, 머루와인, 사과와인, 오미자와인, 감와인, 다래와인, 블루베리와인 등이 있다.

(1) 여과 방법

여과는 여과되지 않은 용액이 여과기에 의해 맑은 여과액과 여과 잔류물 또는 여과물 덩어리(filter cake)로 분리되는 공정이다. 이것을 가능하게 하는 것은 항상 여과기의 유입 쪽과 유출 쪽의 차압이다. 유입 쪽의 압력은 항상 유출 쪽의 압력보다 더 크다. 차압이 클수록 여과에 대한 여과기 저항성은 커진다. 이것은 여과 종료 시점으로 갈수록 더 크게 상승한다.

① 여과 원리

여과 분리 방법에는 구분이 있다(그림 6-44). 체(sieve) 또는 표면 여과(surface filtration)에서 입자들은 여과체(filter medium)에 있는 구멍을 통과하지 못하고 연이어

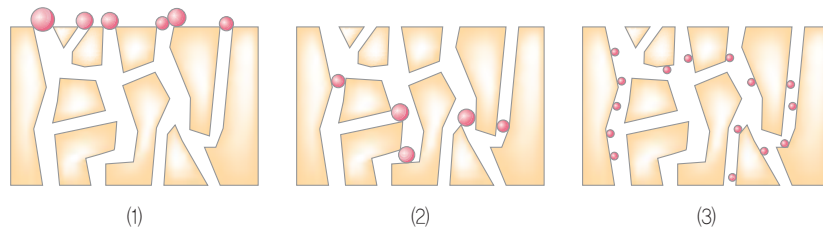


그림 6-44 여과 원리

출처: Technology Brewing and Malting(이하 TBM)

두꺼워지는 층 위에 남게 된다. <그림 6-44>의 (1)은 여과는 더 잘되지만 유량은 점차 감소된다. 멤브레인 필터(membrane filter), 탄젠트 플로우 여과(tangential flow filtration) 원리의 크로스-플로우 필터(cross-flow filter)가 여기에 속한다. 층 여과(depth filtration)에서는 다공성 물질로 구성되어, 큰 표면적과 미로형 구조로 용액은 복잡한 경로로 통과하는 분리층(separation media)을 이용한다. 입자들은 그 크기 때문에 기계적인 효과(mechanical sieving effect)로 걸러지게 된다. 이들은 점차 구멍(2)을 막게 되고 따라서 여과기를 통과하는 유속은 감소된다.

고운 입자들은 흡착(adsorption)되어(3) 고정된다. 이 흡착은 여과기와 물질에 지니고 있는 전하 차로 발생된다. 체치기(sieving)와 흡착(adsorption) 효과는 일반적으로 함께 발생된다. 층 여과의 장점은 고형물질에 의한 부하가 큰 액체, 예를 들면 압착 직후 주스(juice) 또는 발효가 막 종료된 포도주 여과 같은 경우에 적용할 수 있다. 규조토 여과기와 시트 여과기가 대표적인 층 여과 원리를 이용한 것이다.

② 여과기의 여과 재료

여과기에서 사용하는 여과 재료인 모든 종류의 체에는 금속체의 쇄기형 수평배열의 그물 등이 있다. 금속이나 직물, 금속 조직은 살균과 청소가 용이한데 직물 조직들은 과실주 여과 시 살균 청소에 유의해야 한다. 여과 시트는 셀룰로스, 면(cotton), 규조토(kieselguhr), 펄라이트(perlite) 등으로 만들어진다. 석면은 건강상 이유(발암성)로 더는 이용되지 않는다. 시트 여과기는 광범위하게 이용되고 제균 여과에 이르기까지 많은 여과에 이용될 수 있다.

멤브레인은 폴리우레탄(polyurethane), 폴리아크릴레이트(polyacrylate), 폴리아마이드(polyamide), 폴리에틸렌(polyethylene), 폴리카보네이트(polycarbonate), 셀룰로

스 아세테이트(cellulose acetate)와 다른 물질들로 만들어진다. 멤브레인은 아주 얇아서($0.02 \sim 1 \mu\text{m}$) 찢어지지 않도록 큰 세공(pores)의 지지층 상부에서 이용된다. 이것은 주입, 분사, 침적 등으로 제조되며 그 자체로 세공(pores)을 만드는 것은 염류(incorporating salts)를 해리해 세공을 형성하거나 에칭(etching)으로 한다.

③ 여과 보조제

여과 보조제(filter aids)는 규조토나 펄라이트 같은 가루 물질로 여과기에 고착되어 그 형태와 배열의 결과로서 여과가 가능하도록 한다. 여과 조제는 지지체 여과기 위에서 층을 이루므로 지지체 없이는 사용할 수 없다.

가. 규조토

규조토(kieselguhr)는 바다의 1만 5,000여 종 이상의 규조(silicon dioxide)를 포함하고 있는 단세포 조류의 화석으로 구성된 토양이다. 수백만 년 동안 바다에 존재했던 화석은 시간 경과에 따라 바다 저면에 두꺼운 층을 이루게 되고, 이 퇴적층이 지각 운동의 결과로 지표상으로 이동하게 되었다. 규조토의 가장 큰 퇴적 광상은 캘리

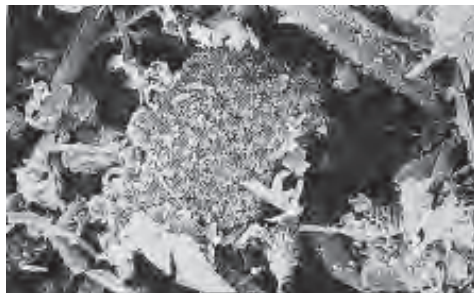


그림 6-45 세밀한 규조토

출처: TBM

포니아에 있다. 독일에는 뤼네부르크 지역에 규조토광이 있다. 이들은 가공방법에 따라 세 가지로 분류되는데 건조 규조토(dried kieselguhrs)는 300°C 정도에서 건조되어 분쇄된다. 따라서 세밀한 규조토가 이 방법(그림 6-45)으로 만들어진다.

가열 소성한 규조토(ignited and calcined guhrs)는 원료 물질을 큰 회전로에서 $600 \sim 800^{\circ}\text{C}$ 로 가열하여 체질한다. 이 방법으로 연소 온도와 체질 방법에 따라 곱거나 보통의 규조토가 만들어진다. 조성제로 소성한 규조토(guhrs ignited with a flux additive)는 이미 가열된 규조토에 탄산칼슘이나 다른 용해 조제를 더하여 $1,000^{\circ}\text{C}$ 에서 재가열해 규조 골격이 서로 교착된 프리코팅(precoating)에 적합한 큰 구조로 만든다. 흰색의 거친 규조토(coarse guhrs)가 이 방법(그림 6-46)으로 만들어진다. 필수적으로 여과 속도는 규조토의 정밀도에 따르게 된다. 세밀한 규조토는 더 나은 청정도를 주지만 동시에 여과 속도가 느리다. 반대로 거친 규조토는 여과는 빠르지만 여과가 정밀하게 되지 않는다.

즉 여과 속도와 여과 청정도는 반비례 관계에 있다.

규조토의 경제적 이용에 대한 중요한 특징은 습윤 밀도(wet density)이다. 이것은 압력하에서 그 규조토가 점유하는 부피를 의미한다. 습윤 밀도는 g/L로 표시된다. 일반적으로 300 g/L 이하의 습윤 밀도를 가진 규조토가 여과에 적합하다. 같은 여과 청정도와 여과량에 대해 높은 습윤 밀도라면 규조토가 더 많이 이용될 것이고, 고압이 더 높아질 것이다. 규조토 이용률은 80~200 g/hL 정도가 될 수 있고 150~180 g/hL 정도가 일반적이다. 규조토는 값이 비쌀 뿐 아니라 사용 후 슬러지 처리에도 비용이 든다.



그림 6-46 거친 규조토
출처: TBM

나. 펄라이트

펄라이트(perlite)는 화산 폭발로 생성된 물질로 원칙적으로 알루미늄 실리케이트(alluminium silicate)로 구성된다. 원료 펄라이트는 800℃로 가열된다. 수분이 그 팽창에 포함되어 확장과 파열이 일어난다. 이것을 분쇄하면 가루 상태의 구조를 얻는다(그림 6-47). 이들은 규조토에 비해 무게 20~40% 이하의 아주 가볍고 느슨한 가루이다. 낮은 pH에서 펄라이트는 석회나 철 성분을 방출한다. 따라서 이들은 여과에 이용할 때 여과액의 pH를 고려해야 한다. 펄라이트의 여과 속도는 종류별로 비슷하다.



그림 6-47 펄라이트
출처: TBM

④ 여과기의 종류

다음과 같은 형태의 여과기가 과실주 여과에 이용된다. 파우더 필터(powder filters)는 여과 보조제를 이용하는 여과기로 시트 필터로서 플레이트 앤드 프레임 필터(plate and frame filters)라고 한다. 캔들 필터(candle filters)와 스크린(screen filters, 수평형과 수직형 필터로 분류) 등이 있다. 여과 보조제를 쓰지 않는 시트 필터는 플레이트 필터라고 한다. 멤브레인 필터는 일반적으로 과실주를 여과할 때는 시트 필터 뒤 2차 여과기로

설치되며 정밀 여과와 무균 여과에 이용된다. 오늘날 과실주 여과에는 대체로 파우더 필터, 시트 필터, 멤브레인 여과기가 이용된다.

가. 파우더 필터

파우더 필터(powder filters)는 여과 보조제(일반적으로 규조토나 펄라이트)를 여과기에 코팅하여 여과를 수행하는 여과기이다. 여과 보조제의 입자가 연속적인 소량의 주입(dosing)을 통해 여과기 자체에 유지될 수 있도록 프리코팅(precoating, 사전 코팅)이 필요하다. 따라서 파우더 필터에서는 프리코팅과 여과공정을 구분한다.

프리코팅

프리코팅의 기본 원리는 규조토 여과는 70~100 μm 간격의 미세한 와이어 메시(fine wire mesh)나 2~4 μm 의 작은 규조토보다 구멍이 큰 세공 필터(fine pore filter)를 통해 이루어진다. 초기 코팅(coating)과 연속 도징(dosing)은 완전히 여과하기 위해 여과기 케이크(filter cake)는 세 개의 코팅층을 형성한다. 기본적, 1차 또는 사전 코팅층(Base, primary or precoat layer)은 거친 규조토가 진하게 섞여 있는 탈기수(끓여 산소를 제거한)를 여과기를 통해 2~3bar의 과압으로 순환시킨다. 압력에 안정된 1차 층(primary layer)은 여액을 통과시키고 고운 여과 조제는 막아준다. 이 1차 층(primary layer)은 이후 케이크 형성과 여과 자체에서 가장 중요한 요소이다. 1차 층은 서로 지지하여 흐름에 섞이지 않도록 막아준다(그림 6-48). 1차 코팅에는 500 g/m^2 정도가 이용되며 이것은 전체 프리코팅의 50%를 차지한다.

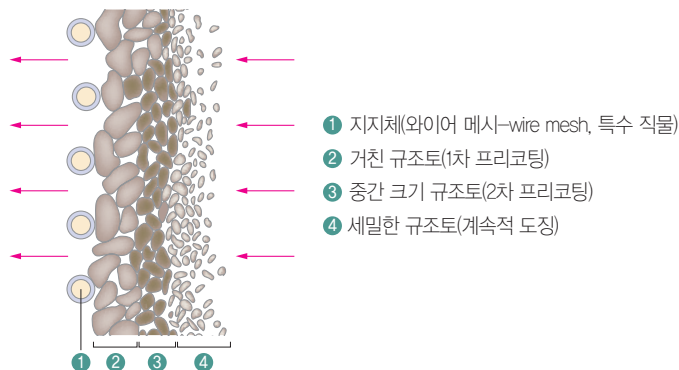


그림 6-48 규조토를 이용한 코팅

출처: TBM

2차 프리코팅 또는 안전층(second precoat or safety layer)은 프리코팅 이후 첫 여액을 맑게 하기 위한 것이다. 이 층은 다시 탈기수를 이용하지만, 더 곱고 효과적인 규조토 혼합액을 사용하여 혼탁물질(haze)을 걸러내 여과기에 남게 한다. 프리코팅이 여과 표면 전체에 걸쳐 완전히 균일한 분포를 이루도록 하는 것은 대단히 중요하다. 프리코팅이 얇거나 가장자리 부분이 불균일한 흐름을 일으키면 통과한 여액에서 혼탁이 발생할 수 있다. 전체 프리코팅은 대체로 $1,000 \text{ g/m}^2$ 정도에 1.5~3 mm 두께로 한다. 코팅 공정은 10~15분이 소요된다.

이런 여과공정의 구체적 작업은 과실주 원주의 상태, 여과 설비와 펌프 등 연관된 설비의 상태와 작업자에 따라 차이가 있으므로 양조장 자체의 공정과 작업 표준을 확립하는 것이 필요하다. 연속적 도징(dosing, 주입)은 주로 여과공정으로 바뀐 뒤 일정한 부피의 여과액이 프리코팅층을 통과하는 능력을 부여한다. 일정한 유속은 압력의 충격이 있거나 불균일한 흐름일 경우 여과망(sieve)이나 캔들(candle)에 붙어 있는 코팅층이 깨지게 되어 여과액이 탁하게 되므로 필수적이다. 그런데 균일한 유속은 유입 유속과 유출 유속 사이에서 차압의 연속적인 증가를 일으킨다. 압력은 다음 수준까지 서서히 연이어 증가되어야 한다. 파우더 시트 여과기(powder sheet filters)의 압력은 2~5 bar, 3분의 2의 중간 크기 규조토(medium guhr)와 3분의 1의 세밀한 규조토를 사용한다. 연속적인 도징 동안 규조토 사용량은 양조장에서 과실주 hL당 50~120 g에서 정하여 사용하며 현장 실험에 따라 적정량을 산출한다.

여과 초기(1, 2차 프리코팅과 연속적 도징 시작)에는 원치 않는 산소 혼입과 그로 인한 품질 저하에 유의해야 한다. 발효와 저장의 말기에 산소 함량은 $0.0\sim0.01 \text{ mgO}_2/\text{L}$ 까지 감소된다. 어렵지만 가능하다면 이 수준을 유지한다. 그 이상 산소가 용해되어 있을 때 그것을 제거할 다른 방법이 없다. 공기가 혼입되는 것은 주로 불완전하게 탈기된 빈 공간으로부터 공기 유입, 탈기되지 않은 용수 이용, 공기와 섞인 탄산가스(CO_2) 이용, 기밀되지 않은 공간이 원인이며 수백 분의 $1 \text{ mgO}_2/\text{L}$ 라도 배제되어야 하는 것은 아주 소량의 공기라도 중대한 역할을 수행하기 때문이다. 따라서 탈기되고 미생물적으로 안정한 용수가 프리코팅에 이용되고 탄산가스는 반대압력(counterpressure) 가스로 이용된다.

여기에는 손실 없이 물과 과실주를 분리하는 문제를 가져온다. 여과 말기에 남아 있는 과실주 잔량은 또한 신중하게 취급해야 한다. 이것은 전후 진행을 다루는 것과도 관



그림 6-49 도징탱크와 교반기

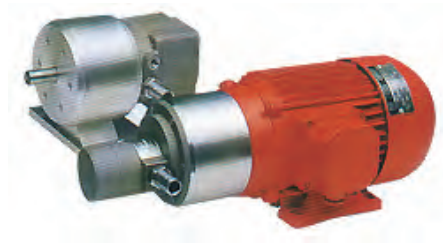


그림 6-50 도징 펌프

출처: <http://hansantech.com>

런된다. 여과 중의 과실주로 산소가 유입되는 것은 그 이전 단계에서 유입된 것보다 과실주에 더 나쁜 영향을 미친다. 다음은 여과하는 동안 $0.01 \text{ mgO}_2/\text{L}$ 이하로 과실주 내의 산소 혼입을 방지하는 사항이다.

- 탱크를 비울 때 공기가 따라 들어오는 현상의 회피
- 시작 전에 탈기수로 모든 배관과 용기의 공기 제거, 여과 시 공기 방출 밸브의 계속적인 관찰
- 배관에서 에어 포켓(air pockets) 제거
- 공기 방출 밸브가 있는 배관의 정확한 설치
- 공기유입을 방해하고 이산화탄소 유출을 방지할 수 있도록 여과 펌프 이전에 충분히 높은 액체압 사용
- 반대 압력(counterpressure)으로 불활성 가스(탄산가스, 질소)를 이용하고 배관 및 용기를 불활성 가스로 공기를 불어내기(플러싱, flushing)
- 탄산가스를 이용한 도징 탱크에서 규조토 용액의 탈기
- 산소함량이 높게 시작되고 종료되어 여과된 과실주 배제(정상 여과분과 혼합 사용 등)
- 여과된 과실주가 탱크로 들어갈 때 분출과 소용돌이 형성 회피

프리코팅을 위한 탈기수와 규조토에 대한 연속적인 도징은 도징 장치가 수행한다. 도징 설비는 용액을 계속적으로 휘저어주는 교반장치가 있는 저장용기로 구성된다. 연속적인 도징은 도징 펌프가 수행한다. 도징 설비는 여과기 종류에 관계없이 모든 파우더 필터(powder filter)에서 독립적인 구성품이다.

플레이트와 프레임 필터

플레이트와 프레임 필터(plate and frame filters, 그림 6-51)는 일반적으로 장방형의 플레이트와 프레임이 서로 엇바뀌가며 틀에 걸려 있는 구조이다. 여과지(filter sheet)가 플레이트 양면에 걸치게 되고 이것이 플레이트와 프레임 사이의 밀봉으로 작용한다. 이 여과지는 셀룰로스와 이온교환 수지로 만들어진다. 이들은 안정되게 굳어 여과지 청소가 가능하고 따라서 긴 시간 사용이 가능하다. 여과 뒤 여과지의 규조토는 물로 씻겨 떨어져고 여과지는 다시 사용 가능하게 된다(그림 6-52).

플레이트와 프레임 필터는 플레이트와 프레임이 서로 엇바뀌어 구성된다. 이것은 시트가 플레이트 양면에 걸쳐 걸리면 여과기가 조여진 뒤 프레임에는 규조토 코팅을 위한 공간이 생기도록 하려는 것이다.



그림 6-51 플레이트와 프레임 필터
출처: <http://www.mine-engineer.com>

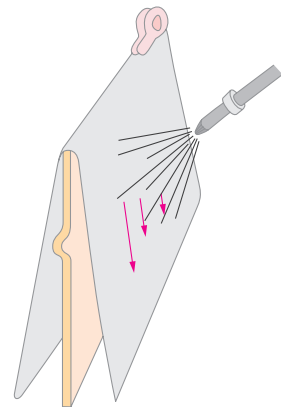


그림 6-52 여과지 물청소
출처: TBM

파우더 코팅 캔들 필터

캔들 필터(candle filters, 그림 6-53)는 일반적으로 아주 많이 사용하는 규조토 여과기인데, 원통 수직형(cylindrical, vertical) 압력 용기에 원추형 하부를 가지고 있다. 여과기 덮개 아래에는 여과기 캔들이 배열되어 있는 필터 캔들 플레이트(filter candle plate)가 있다. 필터 캔들은 여과 보조제인 규조토가 코팅되는 수직형 필터 베이스이다. 여과가 가능하도록 하기 위하여 쐐기형 철사(wedge)가 세로면으로 50~80 μm 의 일정한 간격으로 고정되어 등글게 감겨 있다. 세로면은 쐐기형 철사가 등글게 말리거나 원통형의 구멍 뚫린 면으로 구성된다. 필터 캔들의 길이는 수직으로 2 m까지 가능하며 아주 좁지만 긴 틈새가 있다. 여과기 크기에 따라 <그림 6-55>의 캔들이 수백여 개 수직 방향으로 지지대인 캔들 플레이트 위에 설치되어 있으며 이 캔들은 우리나라 엽전을 상하로 쌓아 놓은 모양과 유사하며(웨이, wedge라고 함) 여과 전의 원주는 캔들 곁에 코팅된 규조토 층을 지나 엽전 모양의 웨지와 웨지 사이를 통과하여 여과된다.



그림 6-53 파우더 코팅 캔들 필터
출처: <http://www.processengineering.com.au>

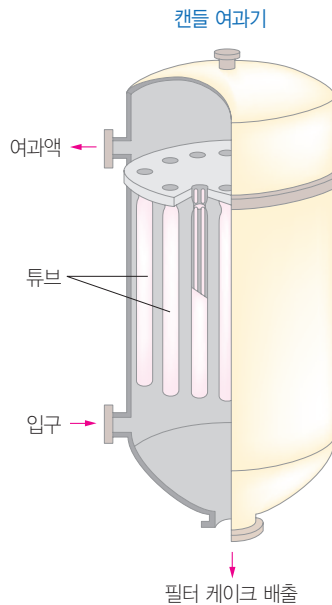


그림 6-54 필터 내부구조
출처: TBM

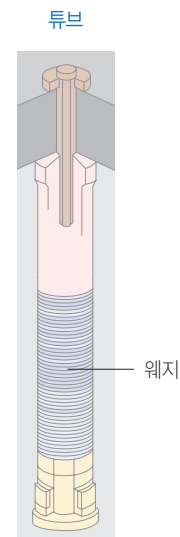


그림 6-55 필터 캔들

파우더 코팅 스크린 디스크 필터

파우더 코팅 스크린 디스크 필터(powder coated screen disc filters)는 여과를 수행하는 많은 원형의 필터 요소가 배치된 속이 빈 축(hollow shaft)이 들어 있는 수직 또는 수평 실린더로 구성되어 있다. 이들은 기본적으로 수직 여과관을 갖고 있는 수직 스크린 필터, 수평 여과관을 갖고 있는 수평 스크린 필터, 수평 여과관 요소가 여과하는 동안 300~450 rpm으로 회전하는 원심분리 스크린 필터(centrifugal screen filters) 등으로 분류된다.



그림 6-56 파우더 코팅 스크린 필터(수평형)
출처: Filtrax



그림 6-57 필터 내부구조
출처: TBM

나. 시트 여과기

시트 필터는 플레이트 앤드 프레임 필터와 대조적으로 플레이트만으로 구성된다. 여과를 수행하는 필터 시트는 플레이트 사이에 끼워진다. 과실주는 순차적으로 하나 걸러 있는 플레이트 상하부로 공급되어 필터 시트를 통과해 인접한 플레이트로 인도된다. 따라서 필터 시트는 각 플레이트 사이에 있게 된다(그림 6-59). 그러므로 이들 필터 시트는 대단히 중요한데, 이들은 셀룰로스와 규조토로 구성되어 있다. 주요한 것은 혼합비뿐만 아니라 셀룰로스가 갖고 있는 목재의 섬유구조 또한 결정적인 역할을 수행한다는 것이다. 층(layer)의 여과 청명도와 유속의 허용치 사이에 구분이 있어야 한다. 여과 청명도가 증가하면 유량은 감소한다.



그림 6-58 시트 여과기
출처: Filtrox

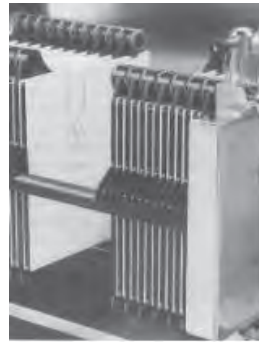


그림 6-59 시트 여과기
출처: SCHENK

이용 목적에 따라 거친 여과(coarse filtration), 청징여과(clarifying filtration), 폴리싱 여과(polishing filtration), 무균여과(sterile filtration)가 있다. 양조장에서는 시트 여과기를 대체로 구조토 여과기 이후에 폴리싱여과를 위해 설치한다. 작은 양조장에서는 플레이트 엔드 프레임 필터와 시트 필터 사이에 전환판(changeover plate)을 넣고 하나로 결합한 형태로도 종종 사용한다. 시트 필터는 일반적으로 사용하는데 시트는 양조장에서 역세척하여 재사용해야 하며 여과기가 차지하는 공간이 넓고 작업량이 많이 요구된다. 또 운전비용(시트, 물 사용)이 상대적으로 높으며 수작업으로 청소해야 하고 자동화가 곤란하다. 그리고 여과될 과실주의 입자 수가 많거나 고농도 고형분을 가지고 있을 때는 적용하기가 어렵다.

다. 멤브레인 필터

여과하고자 하는 원주의 미생물을 줄여서 무균 상태를 확신하기 위해 오늘날 사용량이 증가하고 있다. 이를 위해서 과실주는 매우 섬세한 세공의 멤브레인을 통과하여 미생물과 탁도를 유발하는 입자들이 제거된다. 현재는 서로 다른 제조 물질을 이용하여 요구되는 세공 크기(pore size)의 멤브레인이 만들어질 수 있고 그로써 선택된 분자 크기에 해당하는 여과 결과도 얻을 수 있다. 아주 작은 세공을 갖고 있는 멤브레인 여과기(membranes filters)는 세공 크기를 기준으로 보면 마이크로필터(microfilters, $0.1 \sim 10 \mu\text{m}$), 울트라필터(ultrafilters) 또는 나노필터(nanofilters, $0.001 \sim 0.1 \mu\text{m}$) 등으로 구분된다.

자연적으로는 과실주가 정적인 여과(static filtration)에서 이들 얇은 막을 통과하지 못한다. 멤브레인이 급속히 막히고(coated) 차압이 얇은 막을 손상시키기 때문이다. 따라

서 과실주가 멤브레인을 통과하면 일정한 층을 구성할 때마다 연속적으로 청소해야 한다. 멤브레인 세공으로는 유체가 소량 통과하기 때문에 아주 넓은 멤브레인 표면적이 필요하다. 이렇게 넓은 여과 면적을 얻기 위해 멤브레인은 대개 감겨서 말려 있다. 이들 멤브레인은 0.7 mm 두께의 다공성 지지체에 결합된 채 공간을 주기 위한 중간층(0.5 mm)을 두고 감겨진다(그림 6-60).

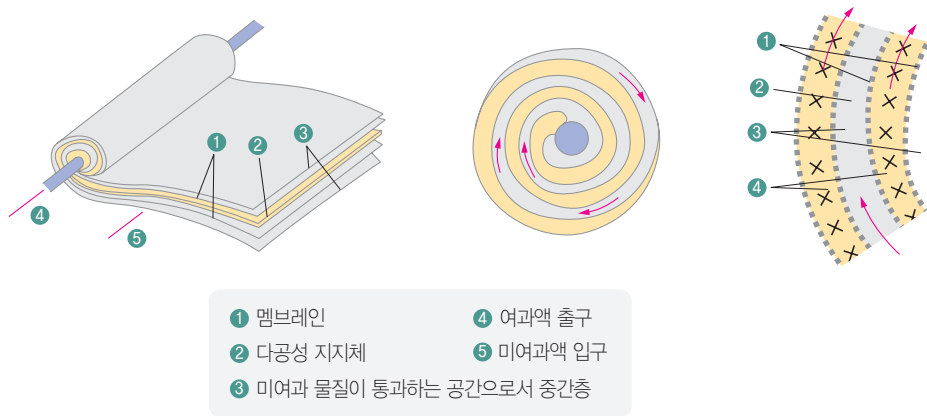


그림 6-60 감겨 있는 모듈의 구조
출처: TBM

이같이 감겨진 멤브레인의 지지체와 중간층의 조합은 나선으로 감긴 모듈(spirally wound module)로 알려져 있다. 여과기 흐름을 증가시키기 위해서는 이런 모듈 여러 개가 평행으로 연결되어야 한다. 그러므로 멤브레인 여과기(그림 6-61)는 이 같은 모듈의 연결체로 구성된다.

〈그림 6-63〉에서는 양조가들이 접하는 효모, 세균, 콜로이드 입자 등 각종 입자의 크기와 여과 방법에 따른 세공의 크기를 비교하여 나타내고 있다.

모듈 필터

여과기 모듈(filter module)은 지름 40 cm까지의 둥글고 견고한 여과 재료이며 중첩된 공간을 통해 중앙의 컬럼(column)으로 여액을 배출한다. 여과는 밖에서 안으로 진행된다. 모듈의 여과 시트는 구조토를 충전한 셀룰로스로 구성된다.

다양한 여과 효율을 제공하는 여과 시트가 있으며 여과가 세밀하게 될수록 여과량은



그림 6-61 멤브레인 여과기

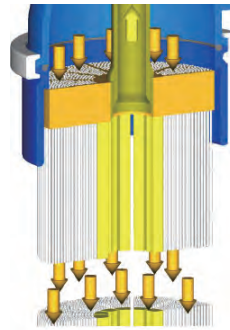


그림 6-62 모듈

출처: <http://www.noritpt.com>

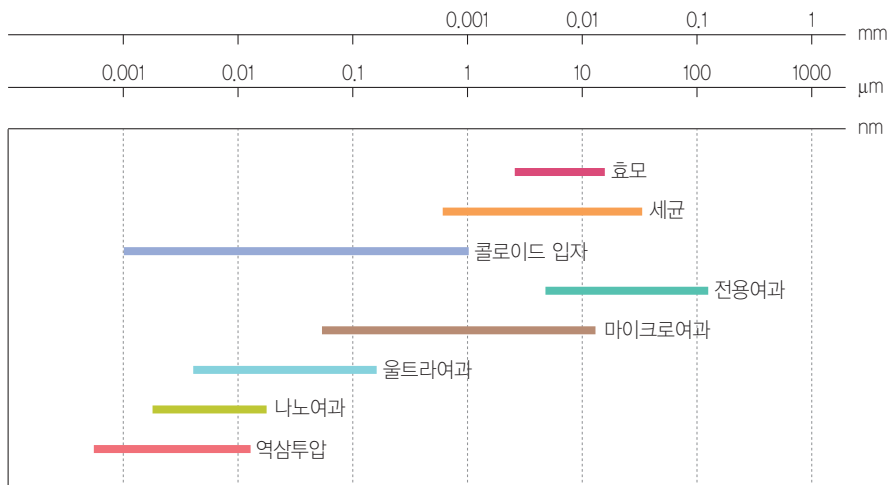


그림 6-63 입자와 여과 세공의 크기

출처: TBM

적어진다.

모듈 필터는 많은 수의 모듈이 서로 평행으로 쌓여 특별한 용기에 설치된다(그림 6-64, 그림 6-65). 폴리페놀(polyphenols)을 제거하기 위하여 여과 보조제를 함유하고 있는 필터 모듈도 있다.



그림 6-64 모듈 필터와 모듈
출처: Pall Filter



그림 6-65 모듈 필터 내부

멤브레인 카트리지 필터

멤브레인 카트리지 필터(membrane cartridge filters, 그림 6-66)에서 여과는 한 개의 용기에 여러 개가 캔들 형태로 장착된 카트리지를 통해서 진행된다(그림 6-67). 이들은 밖에서 안으로 세공의 지름이 계속 좁아지는 폴리프로필렌(polypropylene)으로 주로 만들어지고 분획된 액체 정체 테크닉을 제공해 큰 여과 표면적을 제공한다. 그러므로 이들 캔들은 오늘날 층 여과 카트리지로 알려져 있고 작거나 중간 크기의 양조장에서 2차 여과를 위하여 시트 필터 대신 사용된다. 어떤 캔들에서는 성층화 대신에 주 여과지



그림 6-66 카트리지 필터
출처: Pall Filter



그림 6-67 카트리지 종류
출처: TBM



그림 6-68 과실주 산업체에 설치된 멤브레인 필터 내부(카트리지 타입)
출처: 두산주류BG

의 접기나 주름 가공을 하여 여과 면적은 한층 넓어졌다. 대형 점보 캔들의 지름은 26.5 cm에 달한다.

크로스 플로 필터

고형물질이 있는 상태에서 멤브레인의 짧은 수명 문제는 독창적인 크로스 플로 여과법(cross-flow filtration)으로 극복되었다. 앞에서 설명한 모든 여과 방법에서 액체의 흐름은 여과기 표면에 대해 직각으로 들어와 고형 입자들은 여과기 위에 쌓이고 점차 여과기를 막히게 한다(1). 멤브레인 필터도 즉시 막힌다. 그런데 여과할 액체의 방향을 간단히 90도 틀어줌으로써 액체의 흐름은 여과기에 수직으로 들어오는 것이 아니고 여과기와 평행으로 들어와 흐르게 되며 액체는 멤브레인 표면을 따라 흐르게 되어 멤브레인 표면을 막는 것이 아니라 표면에 붙은 고형 입자를 깨끗이 쓸어내는 역할을 한다(2)(그림 6-69).

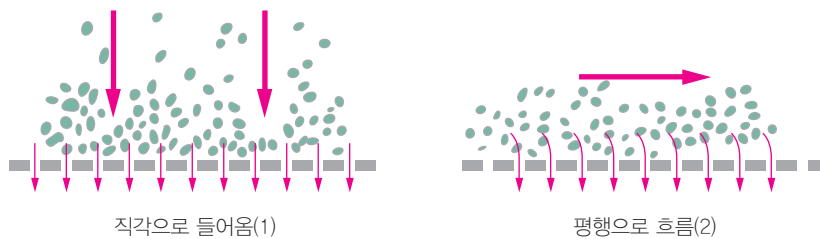


그림 6-69 크로스 플로 여과법의 원칙
출처: TBM

이 공정에 필수적인 것은 원주 순환을 유지하지 위한 순환 펌프 및 압력하에서 유체의 온도 상승에 대한 플레이트 쿨러(plate cooler)로 미여과액이 유입되는 것이다.

여과과정에서 시간이 경과하면서 여과량을 처리하면 멤브레인 표면은 점차 막히게 된다. 이때 여과는 중지되고 먼저 수세한 다음 가성소다로 멤브레인을 처리하여 모든 불순물을 제거해야한다. 알칼리 세제와 80℃의 과산화수소액을 혼합하여 처리하면 더 효과적이다. 명백한 것은 멤브레인 여과기 앞에 1차 처리할 층 여과 설비를 먼저 설치하고 그다음 최종 여과기로 멤브레인 여과기를 설치한다면 여과기 표면이 빠르게 막히는 것은 예방된다는 점이다. 멤브레인 여과는 중요성이 커지고 있다. 이때 규조토 전처리 여과는 거의 항상 이용된다. 그런데 그 비용과 비용의 증가 추세로 많은 국가에서는 사용 후 규조토의 처리 비용도 증가하기 때문에 규조토 이용은 배제되는 추세이다. 그러므로 전처리하는 규조토를 대체하려는 노력이 시도되고 있다.

처음에는 원심분리기로 과실주 원주의 효모를 제거할 수 있다. 원심분리기와 멤브레인 여과기의 결합으로 과실주 원주의 좋은 사전 청정상태를 얻을 수 있고 이로써 모듈이나 카트리지를 이용한 더 나은 여과가 수행될 수 있다. 최근 원심분리기와 크로스 플로우 여과의 조합이 청정화를 위해 제안되고 있다(그림 6-70). 이 방법으로 규조토 이용에

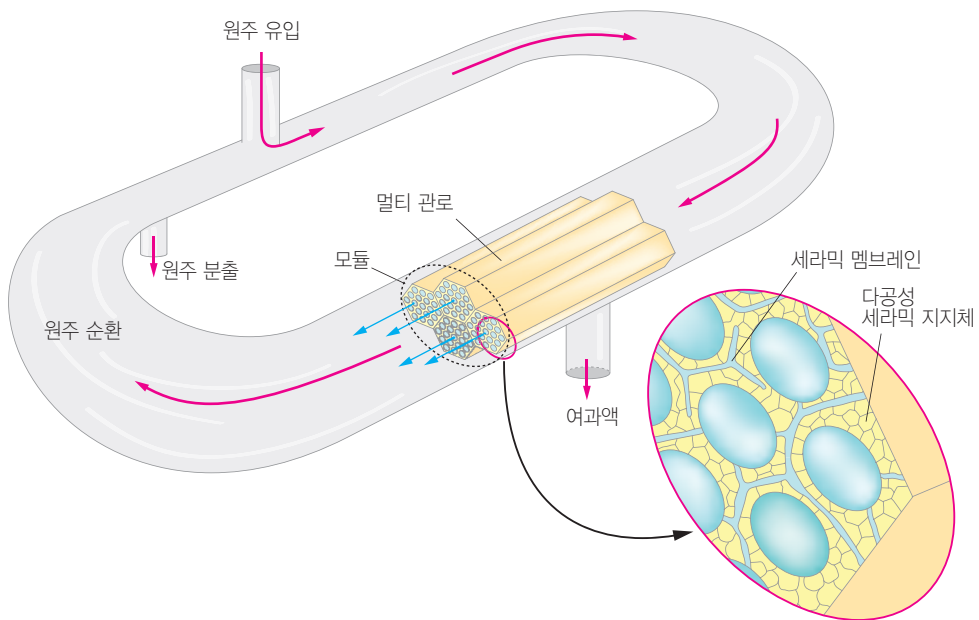


그림 6-70 크로스 플로우 여과법의 원리

출처: TBM

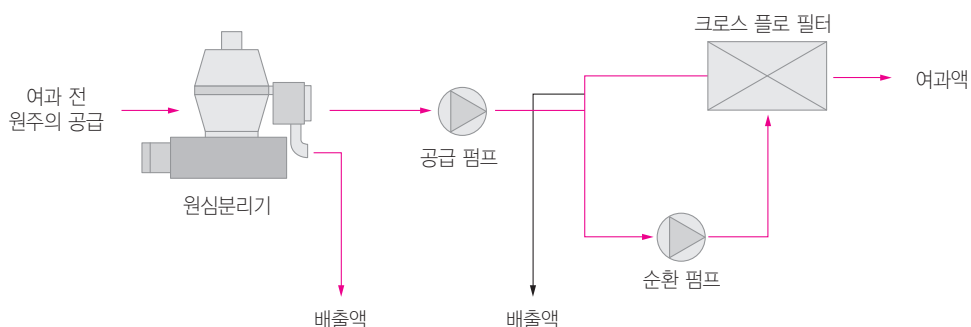


그림 6-71 원심분리기와 크로스 플로 필터의 결합

출처: TBM

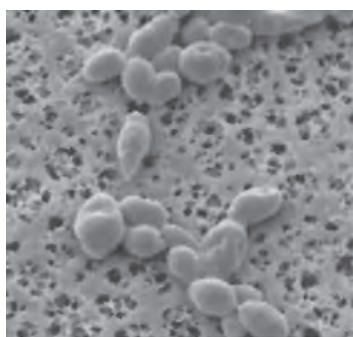


그림 6-72 멤브레인 필터 위의 효모

출처: TBM

다른 폐기물 문제를 회피할 수 있다. 다른 가능성은 셀룰로스, 여러 가지 플라스틱 섬유소, PVPP 등으로 구성된 재생 가능한 여과 재료를 이용함으로써 구조토를 대체하는 것이다.

보통 원심분리기와 세퍼레이터(분리기)를 구분하여 표현하지 않지만 그 차이를 면밀하게 보면 원심분리기는 고형물질과 액체를 원심력을 이용하는 회전 드럼을 통하여 분리하는 설비장치이다. 원심분리기 작동 후 원심력에 의하여 고형물질은 드럼 위에 남아 맑은 액체와 분리된다. 세퍼레이터는 원심분리기를 주류 및 음료산업에 더 밀접하게 이용하기 위하여 완전한 밀폐형 드럼 시스템을 갖추고 드럼 위에 남은 고형물질을 자동으로 배출하게 되며 2,500~10,000 rpm으로 고속 가동한다. 즉 주류산업에서 이용되는 원심분리기는 대부분 세퍼레이터 역할을 한다.



그림 6-73 대형 주류산업체에서 사용하는 세퍼레이터
출처: 오비맥주(주)



그림 6-74 전통주 업체의 원심분리기



그림 6-75 원심분리기 내부

출처: 산머루농원

우리 생활에서 원심력은 고형물과 액체를 분리할 때 많이 활용된다. 원심력은 원운동을 하는 물체에 나타나는 관성력으로 구심력과 크기가 같고, 방향은 반대이며, 원의 중심에서 멀어지려는 방향으로 작용한다. 원심력(F_c)은 다음과 같이 계산된다.

$$F_c = m \cdot a_c = m \cdot v^2 / r = m \cdot \omega^2 \cdot r$$

F_c : 원심력

m : 물체의 질량

a_c : 원심력 가속도

v : 물체의 선속도(path velocity)

r : 원주(circular path)의 라디우스(radius)

ω : 물체의 각속도

7) 살균과 병입

과실주 제품 작업은 과실주 전체 제조공정의 마지막 단계이다. 소비자들은 과실주를 구입하기 전에 먼저 제품 외관이 어떤지를 관찰한다. 맛을 보기 위하여 과실주 병을 열었을 때 술의 향과 맛이 소비자 기대에 적합해야 한다. 과실주는 어느 기간 저장고나 창고에서 보관되고 나서 판매장을 거쳐 고객의 집에 보관된다. 이렇게 과실주는 소비되기 전에 신선하게 유지되어야 하며 품질이 손상되지 않게 저장되어야 한다. 이 모든 과정의 관리요소들은 과실주 제조과정의 마지막 단계인 제품화(병입) 공정에서 고려되어야 한다. 이를 위해서 소규모 자가 과실주 제조부터 대형 과실주 생산 공정에까지 고려할 사항을 소개한다.

공정들은 제조설비가 수동식인지 반자동화 설비인지 또는 완전 자동화 설비인지에

따라 큰 차이가 있으며 생산되는 과실주 양에 따라서도 결정된다. 일반적으로 대형 생산 공장에서는 생산성 향상과 고급 제품의 품질을 유지하기 위하여 자동화 수준을 더 올리는 방향으로 추진한다.

(1) 과실주 포장 재료

① 병

가. 유리병

과거에는 염소가죽이 비활성이며 오염 가능성이 없고 가스가 통과하지 않으며 거의 모든 형태와 크기, 색깔로 만들 수 있어 포도주 보관에 사용했다. 그러나 염소가죽은 약하고 무거우며 UV 방사선에 투명하여 부적합하다. 슈퍼마켓에서 보면 간혹 포도주병이 형광등 가까이 진열되어 있는데 이렇게 하면 향과 맛에 열화가 일어날 수 있다. UV 선과 형광등에 의한 포도주의 열화는 산화되는 것이 아니고 포도주 성분이 화학적으로 분해되는 것이다. 유리병 제조 기술은 엄청나게 발달해왔다. 그 이유는 유리 제조 산업 전체로 확산된 유리 품질의 혁신 때문이며, 유리 품질이 포도주를 판매한다고 할 정도로 유리 품질은 중요하다. 유리병은 직접 유리병 회사에서 구입하면 단단히 폴리에틸렌(polythene)으로 랩핑되어 뜨거운 상태에서 파레트에 전달되어 사실상 무균으로 공급된다. 파레트와 파레트 사이의 판지층(cardboard layer, 카드보드 레이어)은 종이 섬유 오염 가능성을 줄이기 위하여 플라스틱으로 대체되었다.

과실주용 유리병은 사용하기 전에 물로 기술적으로 세척해야 한다. 과실주(포도주)는 주로 유리병에 담지만 플라스틱병에도 담는데 유리병의 경우 진한 갈색병이나 에메랄드그린병을 이용하여 술을 담아 과실주를 햇빛으로부터 보호한다. 과실주를 병입하여 제품화하는 공정에서 모든 품질관리 요소가 지켜져야 하며 병입 공정에서 특히 공기가 혼입되지 않도록 관리해야 한다.

유리병의 장점은 과실주 맛에 변화를 주지 않으며 공기나 탄산가스에 반응하지 않고 열에 안정되며 형태 변화가 생기지 않는다는 것이다. 반면, 재료가 취급하기에 대단히 무겁고 깨질 수 있으며 깨진 조각은 매우 날카로우며 사람들에게 상처를 입힐 수 있고 유리 조각 파편 제거에 문제가 생기기도 한다. 유리병은 유리병 공장의 용해로에서 만들어지는데 이산화규소(SiO_2) 72%, 산화나트륨(Na_2O) 13%, 산화칼슘(CaO , 생석회) 2%, 산화마그네슘(MgO) 2%, 산화알루미늄(Al_2O_3) 1.5%와 금속 산화물(Fe_2O_3 , Cr_2O_3)



그림 6-76 적포도주(좌)와 백포도주(우)
출처: 롯데주류



그림 6-77 다양한 포도주 유리병
출처: <http://www.designer-daily.com>

의 색소 첨가물이 들어간다. 유리병의 색깔은 과실주의 플레이버(flavour, 풍미)가 특히 350~500 nm 파장의 햇빛에 손상을 받아 변화될 수 있기 때문에 갈색을 사용한다. 갈색 병도 변화를 완벽하게 방지하지 못하므로 과실주 제품은 원칙적으로 어두운 곳에서 보관해야 한다.

나. 플라스틱병

플라스틱병은 외관상 유리병과 구분하기가 쉽지 않다. 들어 올려 무게를 보고 두들겨 소리를 들어보면 구분할 수 있다. 플라스틱은 폴리비닐 클로라이드(polyvinyl chloride, PVC)와 폴리에틸렌 테레프탈레이트(polyethylene terephthalate, PET) 2종류를 사용한다. PVC병은 포도주가 매일 음용하는 일상품인 프랑스 같은 생산국에서는 넓게 사용된다. 플라스틱병은 싸고 가볍지만 가스 투과는 막지 못하여 대기 중의 산소가 포도주에 들어가서 제품의 수명(shelf life)이 짧아진다. 그러므로 플라스틱병은 포도주 유통이 빠르고 바로 소비되는 곳에서 사용 가능하다.

PET병은 산소 차단막을 개발하여 맥주와 음료 시장에서 널리 사용되는데 제품 수명에 합리적이다. 그러나 영국에서는 플라스틱병에 포도주를 담지 않으며 포도주 유통에서 유일하게 18.7 cL(187 mL)에 사용된다. 이 크기는 가볍기 때문에 항공기에서 소비하는 데 인기가 있다. 플라스틱병은 위험한 무기로 돌변될 염려가 적어 이롭다. 그러나 크기가 작고 산소 차단막이 약해 제품 수명이 3개월에서 6개월이므로 재고 관리가 매우 중요하다.

다. 알루미늄캔

포도주 용기로 두 잔 크기의 편리한 25 cL(250 mL) 알루미늄캔이 유통되고 있다. 캔 용기의 특징은 강하고 가벼우며 빛과 가스(공기)가 투과하지 못하고 공기와 미생물을 제거하여 쉽게 포도주를 담을 수 있다는 것이다. 제품 수명은 약 9개월이며 보통의 아황산 수준에서 가능하다. 알루미늄캔의 가장 큰 기술적 문제는 포도주와 알루미늄이 잘 어울리지 않는다는 점이다. 포도주 속의 산은 알루미늄에 작용하여 포도주의 아황산을 황화수소로 만들어 계란 썩은 냄새를 풍긴다. 발전된 락커(lacquer) 기술은 이 문제를 극복하여 캔제품 포도주가 시장에 통용되도록 했다. 그러나 캔제품 포도주의 인기는 많지 않다. 그 이유는 캔이 맥주에 더 익숙하게 사용되고 있고, 캔의 단가가 매우 비싸며, 우리가 아니라는 전통성에 대한 순수한 저항 때문으로 생각된다. 여기에 더하여 캔 속의 포도주와 비싼 공캔의 가치가 서로 어울리는 것이 바람직하다.

② 병마개

가. 코르크

고대 그리스·로마 시대부터 포도주 매개로 이용돼온 코르크는 식물조직으로 나무 바깥 수피(outer bark)에 있는 형성(cambial) 세포층에 의해 생성된다. 이 부름켜(cambium)는 바깥쪽으로 코르크 조직(phellem)과 안쪽으로 코르크 피층(phelloderm)을 형성해 두 조직이 합쳐져 바깥수지를 만들게 된다. 안쪽수지(inner bark, phloem)는 식물을 통해서 유기 영양분을 옮기는 역할을 한다. 목질 식물의 코르크층은 대부분 얇다. 일부 품종에서만 깊고 균일한 코르크층을 형성하고 있는데 코르크 나무 가운데 코르크 참나무(*Quercus suber*) 품종만이 포도주 코르크 제조 원료로 사용된다. 코르크참나무 품종은 코르크층이 두꺼울 뿐 아니라 코르크 형성층(phellogen)이 나무에서 계속 살아 있어 나무에 손상을 주지 않고 주기적으로 수확이 가능하다.

코르크참나무는 서부 지중해 지역에서 자라는데, 특히 포르투갈과 스페인에서 상업적으로 코르크를 생산한다. 포르투갈은 전 세계 코르크 사용량의 절반 이상인 약 2억 kg을 생산하며 그다음으로는 스페인, 알제리, 모나코, 이탈리아, 프랑스, 그리스 순이다. 고지대의 암석으로 된 건조한 토양이 견고하고 탄력적인 고품질 코르크 제조에 적합하다. 코르크나무는 일반적으로 높이가 16 m, 지름이 20~60 cm이며 500년까지 살 수 있다. 그러나 나무가 오래될수록 코르크 생산 능력이 서서히 감소된다. 연간 수확되

는 코르크양은 37만 톤이며 이 중 51%는 포르투갈, 23%는 스페인, 나머지는 다른 지역에서 수확된다. 수확된 코르크의 약 60%는 병마개로 사용되며 포르투갈에서만 연간 2만 5,000톤을 코르크마개로 공급하고 있다.

코르크나무는 20~30년 후에 몸통 지름이 4 cm 이상 되면 코르크를 처음으로 벗겨낼 수 있으며 이를 통해 새로운 코르크 성장을 촉진한다. 벗김과정(stripping)을 거친 1차 코르크(initial cork)는 조직이 불규칙하고 다공성이기 때문에 병마개로 사용하지 못하며, 7~10년 뒤 벗김과정을 거친 2차 코르크(second cork)를 얻을 수 있는데 이 코르크 역시 병마개로는 사용하지 못한다. 또 한 번의 제거과정을 거친 3차 코르크(reproduced cork)와 그 이상의 코르크만이 병마개로 활용될 수 있다.

일반적으로 벗김과정은 9년마다 한 번씩 실시하며 코르크 성장이 느린 산악지대에서는 예외적으로 12~18년마다 실시한다. 수확된 코르크는 큰 통에서 1시간 정도 끓임과정을 거치면서 코르크를 부풀리고 연하게 만든다. 끓임과정은 보통 몇 개월 걸리는 코르크 건조 초기과정에서 실시한다. 건조 기간에 코르크는 부분적으로 탈수되며 폐놀 성분이 산화된다. 건조 기간에 코르크 표면에 곰팡이균 등이 번식할 수 있으나 코르크 가공 전에 제거되며, 코르크 내부층만이 코르크마개 원료로 사용된다. 코르크가 최종적으로 가공되기 전에 다시 30~60분 끓임과정을 거치는데 이를 통해 코르크의 가용성 성분이 추출되며, 조직이 연해지고 부푸는 효과가 있다. 한편 끓임과정을 통해서 코르크의 단열 성질 때문에 살균효과는 거의 없으나 코르크의 신축성에 도움이 많이 된다. 또 코르크 조직이 연화(softening)되어 코르크 바깥층을 제거하기가 쉬워진다.

코르크 세포 조직과 물리화학적 특성

코르크 조직은 세포 사이에 공간이 없으며 각 세포는 인접한 세포에 촘촘하게 받침대 역할을 한다. 코르크 조직은 또한 매우 균일한 질감을 나타낸다. 코르크가 균일화되지 않은 것은 코르크에 피목(lenticel)이 있기 때문인데 이 피목 부분은 불규칙적이고 세포 사이에 공간이 있다. 모든 코르크에는 피목 부분이 있으나 품질이 좋은 코르크는 작고 협소한 피목만 가지고 있다. 개개의 코르크 세포는 단면적으로 보면 늘어진 프리즘과 유사하며 5~9개의 면을 가지고 있다. 느리게 성장한 코르크는 작고 두꺼운 세포를 가지고 있는데 이러한 세포는 물리적 저항이 강하다. 코르크는 서서히 압착되면서 신축성이 더욱더 강해진다. 코르크 조직의 세포벽은 왁스(wax)와 코르크질(suberin)로 구성

된 50개의 교차층으로 이루어져 있으며 두 성분은 다당체로 구성되어 액체 불침투성과 산 저항성이 뛰어나다.

코르크의 37%는 코르크질과 ω -하이드록시산(ω -hydroxy acids) 같은 방향족 산(aliphatic acids)인 소수성 글리세롤 폴리에스테르로 구성되어 있다. 세포벽의 5%를 차지하는 왁스의 경우 셀린(celin), 프리드린(friedlin), 베틀린(betulin), 지방산(betulinic, oxyarachidic, phellonic, oleic, linoleic acids) 등으로 구성되어 있다. 또 세포벽은 접히는 성질 때문에 압착이 가해져도 압력을 흡수하고 세포벽의 균열을 최소화할 수 있다. 압축 후 코르크가 탄력적으로 원상복구는 되는 이유는 세포벽이 재정렬하기 때문이다. 세포벽의 28%는 과이어실 리그닌(guaiacyl lignin)과 페닐프로판노이드 단량체(phenylpropanoid monomer)로 이루어진 불용성 다당체로 구성되어 있고 13%는 셀룰로스와 헤미셀룰로스로 구성되어 있다. 또 세포벽에는 카테콜(catechol), 오르시놀(orcinol), 몰식자산(gallic acid), 타닌산(tannic acid) 등도 함유되어 있다. 코르크의 물리화학적 특성 중 복원력은 매우 뛰어나 압착 전 상태 부피의 85%는 즉시 복원되고 몇 시간 안에 원래 부피 상태의 98%가 회복된다.

코르크의 복원력은 코르크 세포벽과 봉인성(sealing property)에 기인하는 것으로 특히 봉인성은 미세한 공기쿠션 역할을 한다. 코르크 수분 함량은 코르크의 복원성과 압축성에 영향을 미치는데, 코르크를 병에 삽입하기 전 코르크의 수분 함량은 5~9%이므로 포도주 유출을 막을 수 있다. 삽입 후 코르크는 포도주로부터 수분을 흡수하여 수분 함량이 16%까지 상승한다. 특히 병목의 직각 부분에 수분이 많이 흡수됨에 따라 코르크

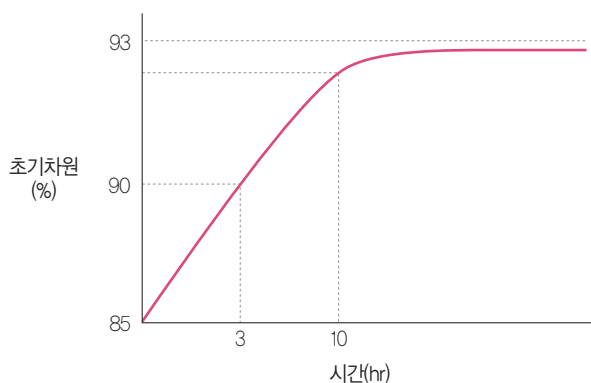


그림 6-78 코르크 조직의 복원성

크가 연화되어 목 부분의 코르크 부착력이 줄어들 수 있다. 그러나 이러한 현상은 고품질의 코르크에서는 덜 발생한다. 코르크는 일반적으로 소수성에 영양이 없고 수분 함량이 낮기 때문에 미생물이 증식하기 어렵고 화학적으로도 불활성이기 때문에 포도주로 분해산물이 유입될 가능성은 없다.

코르크 가공과정에서 끓임과정을 거치는 것은 코르크 삽입 후 포도주에 유입될 수 있는 나쁜 성분을 미리 추출하기 위해서이고, 코르크 저장 후에 다시 끓임과정을 거치는 것은 저장 중에 증가하는 계피산(cinnamic acids) 같은 폐놀 성분을 줄이기 위해서다. 코르크에 대한 액체의 불침투성은 코르크의 조밀한 조직에 기인하며, 세포벽의 왁스 성분이 외부로부터 유입되는 물질을 차단해준다. 산소 유입은 첫 달에 주로 일어나며 그 뒤로는 매우 천천히 유입된다. 산소는 코르크마다 다르지만 일반적으로 연간 5~6 mg/L 가량 유입되며 천연 코르크는 인조 코르크보다 투과성이 좋지 않아 산소 유입이 용이하지 않다. 산소가 유입되어 포도주 숙성 중에 아황산 손실과 산화적 갈변이 발생하는 반면 숙성 중 생성된 아로마 역시 포도주 품질에 중요한 역할을 한다. 코르크는 포도주와 접촉하지 못하면 건조해지고 신축성이 떨어지지만 포도주와 접촉상태에서는 수증기가 코르크 안으로 흡수되어 응결됨으로써 코르크 세포를 채우게 된다. 이에 따라 수증기 확산은 차단되고 산소 유입은 감소된다. 몇 년 안에 코르크는 신축성과 내구성, 봉입성이 떨어지고 지름이 24 mm에서 20 mm로 수축되는데, 이는 코르크 세포의 공기 유출과 수분 흡착에 기인하는 것으로 보인다.

코르크마개 생산

코르크마개는 수피의 나이테와 평행되게 구멍을 뚫어 생산한 뒤 부스러기와 먼지를 제거하기 위해 물로 세척하고 살균과 표백을 위해 칼슘 차아염소산염[Ca(OCl)₂] 용액에 적신다. 이후 옥살산을 첨가해 이것이 칼슘 차아염소산염과 반응하여 옥살산염을 형성한 뒤 침전을 유도하도록 하는데 이는 코르크 절단기의 철 성분을 제거하는 데도 도움이 된다. 옥살산 처리 이후 최종적으로 물로 다시 세척하여 마무리한다. 살균·표백을 위해 사용하는 과산화물 또는 마이크로파를 이용하는 것도 하나의 방법이다. 완성된 코르크에 색을 입히는 경우도 있는데, 예를 들면 프랑스에서는 코르크에 장미색깔을, 이탈리아에서는 흰색을, 스페인에서는 연한 갈색을 입힌다.

최종 코르크의 수분 함량 5~8% 유지하기 위해 원심 건조기나 열 공기 터널을 통과시

켜 피목 존재 여부에 따라 등급별로 구분한다. 코르크는 파라핀이나 실리콘 등으로 코팅하는 경우도 있는데 코르크 안으로 포도주가 스며드는 것을 막고 수분 증발과 코르크 추출물이 포도주로 스며드는 것을 방지한다. 코르크에 실리콘을 입히면 삽입이 쉽고 병에서 제거하기가 용이하지만 기포를 분해하는 특성 때문에 발포성 와인처럼 기포가 있는 포도주 마개로는 사용할 수 없다. 일반적으로 코르크는 습도 5~7%에서 보관하면 미생물 번식을 방지할 수 있다.

나. 코르크 장애

코르크는 직간접적으로 포도주 장애의 원인이 될 수 있다. 병 표면의 부정확한 사이즈 등이 코르크와 병목 사이에서 틈새를 유발하며 코르크 삽입 시에 부적절한 압착 등에 의해서도 코르크의 구조적 문제를 야기할 수 있다. 또 주입이나 코르크 삽입 직후 포도주를 눕히거나 저장 중의 급격한 온도 변화로 틈새를 유발할 수 있다. 물론 코르크 제조과정에서 부적당한 크기로 틈새가 유발될 수도 있다. 또 다른 코르크 장애는 코르크 먼지에 의해 발생하는 침전물로 코르크 제작 시에 발생하는 문제라고 볼 수 있다. 일반적으로 코르크취(corky)라고 불리는 것은 코르크에서 나는 곰팡이취인데 부적절한 저장이나 그 원인으로 포도주를 오염시키게 된다. 이때 코르크는 포도주로 2,4,6-트리클로로아니솔(2,4,6-trichloroanisole, TCA)을 유입할 수 있고 또 포도주로부터 TCA를 흡수하기도 한다.

포도주 연구가들은 병입된 전체 포도주의 2~6%는 코르크 오염이 발생한 것으로 추측한다. TCA는 코르크의 주요 오염 성분으로 아주 적은 양으로도 곰팡이취를 내는 것으로 알려져 있으며 알코올 함량이 증가할수록 최소감응농도가 높아져 드물지만 브랜디에서 TCA가 검출되기도 한다. 코르크를 표백하기 위해 표백제에 오랜 시간 침지하면 표백제의 염소 이온이 피목을 통해 코르크 안으로 유입된다. 염소 이온은 이때 페놀 성분과 반응하여 클로로페놀을 형성하는데 이 클로로페놀은 코르크 내의 곰팡이균에 의해 메틸화되어 TCA를 생성한다. 따라서 표백제를 과산화나트륨(sodium peroxide)이나 과산화아세트산을 사용하면 TCA 생성을 막을 수 있다.

TCA의 또 다른 오염원은 목재 방부제로 사용되는 펜타클로로페놀(pentachlorophenol, PCP)이다. 곰팡이균인 페니실륨(*Penicillium*)이나 트리코테르마(*Trichoderma*)는 PCP를 TCA로 대사되기 때문에 PCP는 코르크 오염의 직접적인 원인이 된다. 이렇게 TCA가

곰팡이취의 주요인으로 알려져 있으나 일부 연구에 따라 TCA가 주원인이 아니라는 주장도 있다. 왜냐하면 TCA가 없는 포도주에서도 곰팡이취가 검출되었기 때문이다. 프랑스 코르크 포도주에서 검출된 2,4,6-트리브로모아니솔(2,4,6-tribromoanisole, TBA)도 TCA처럼 2,4,6-트리브로모페놀(2,4,6-tribromophenol, TBP)이 미생물에 의해 메틸화되어 TBA로 전환된 것으로 보이는데 TBP는 본래 목재 보존료로 사용된다. TBP가 TBA로 전환되면서 휘발성 성분이 다량 생성되는데 이 성분들은 소수성 제품들, 즉 코르크나 폴리에틸렌, 실리콘 등으로 흡착이 매우 용이하다. 따라서 폴리에틸렌이나 실리콘 등으로 만들어진 포도주 제조장비들은 TBA를 흡착할 수 있다.

TBA도 TCA처럼 최소감응농도가 매우 낮다. TBA 외에 오스트레일리아 포도주에서는 곰팡이취를 내는 2-메톡시-3,5-다이메틸피라진(2-methoxy-3,5-dimethylpyrazine)이 검출되었는데 이 성분은 오스트레일리아에서는 TCA 다음으로 곰팡이취의 원인으로 알려져 있으며 최소감응농도도 TBA나 TCA처럼 매우 낮다. 코르크에서 발생된 곰팡이취를 제거하기 위해서 고압솔, 고압 스팀, 오존 및 실리콘 코팅 등 다양한 방법이 동원되며 이를 통해 곰팡이취를 상당 부분 제거할 수 있다.

다. 기타 병마개

코르크와 관련된 포도주 장애가 종종 생기면서 스크류 캡(screw cap)이 이용되기 시작하였는데, 이는 코르크마개에 비해 아황산 유지력과 산화를 최소화한다. 또 TCA 생성 없이 10여 년 간 포도주의 신선도를 유지해주며 코르크마개 사용 시 불편함을 없애 주고 포도주를 옆으로 눕혀놓을 필요도 없다. 게다가 스크류캡은 포도주로부터 아로마 성분을 흡착하지 않으며 산소 투과성도 매우 낮아 한 달에 2~11 μL 정도 흡수된다. 코르크가 고품질인 경우는 스크류캡처럼 산소 투과성이 매우 낮다. 적포도주와 백포도주의 경우 스크류캡 마개로도 숙성이 잘 되며 리슬링의 경우 20년간 스크류캡 상태에서도 과실 특성을 유지하였다. 프리미엄 적포도주의 경우도 스크류캡으로도 숙성이 잘되는 것이 증명되었다. 따라서 스크류캡이 하위 품질의 포도주에만 이용된다는 인식은 점차 변하고 있으며 현재는 뉴질랜드, 스위스, 오스트레일리아, 미국 캘리포니아에서도 이용되고 있다.

일부 국가에서는 여전히 스크류캡 사용에 반대하며 코르크와 유사한 물질적 특성과 외형이 있는 병마개 대체품을 개발하기 시작하였다. 인조 병마개로 에틸렌 비닐 아세테이트가 외형적으로 코르크와 유사하며 코르크 스크류로 쉽게 제거되고 신축성도 매우

뛰어나다. 인조 병마개는 대부분 최적의 산소 투과성이 약하다. 한편으로는 1~2년 안에 소비될 포도주는 오히려 인조 병마개가 포도주의 산화를 막아준다. 향후 인조 마개는 산소 투과성이 조절된 것으로 개발될 것이다. 안감을 폴리에틸렌으로 해서 음료용으로 사용되는 왕관(crown cap)은 포도주에는 이미지상 거의 이용하지 않는다. 또 포도주를 캔이나 상자, 백인박스(bag-in-box) 형태로 생산하여 마개를 전혀 사용하지 않는 것도 비록 세련되지는 않지만 또 다른 포장 방법이다.

(2) 제품 작업 공정

제품화 공정에 들어가면서 아래 제품 작업 공정도를 통하여 각 공정을 이해하고 세부 공정에서 면밀하게 관리할 필요가 있다.

① 공병 세척

양조공장에서 병입 작업을 하기 위해 구입하는 신병은 유리병 회사에서 직접 무균상태의 뜨거운 공병을 포장하여 공급한다. 시장에서 수거한 공병을 세척하고 살균해 사용하는 것은 현실적이지 못하며 위생 측면과 작업 생산성 등에서도 적합하지 않다. 양조회사에서 구입한 신병은 과실주를 병입하기 전에 무균상태의 세척수로 세척(rinsing) 처리를 한다. 세척수는 재생하지 않은 순수한 물을 사용하고 무균화를 위하여 0.2 μ 의 멤브레인 필터로 여과하든가 오존(ozone)으로 살균 처리하여 사용한다. 신선한 물의 생물학적 정화를 위하여 0.2~0.3 mg/L의 이산화염소(chlorine dioxide) 처리가 권장된다. 세심한 기술자는 화학 살균과 여과 두 방법을 함께 사용한다. 잘 설계된 세척 설비(rinsing machine)에서는 세척 후 병에 잔류하는 세척수가 전혀 없도록 병을 거꾸로 세워 충분히 배출하는 공정을 거친다.

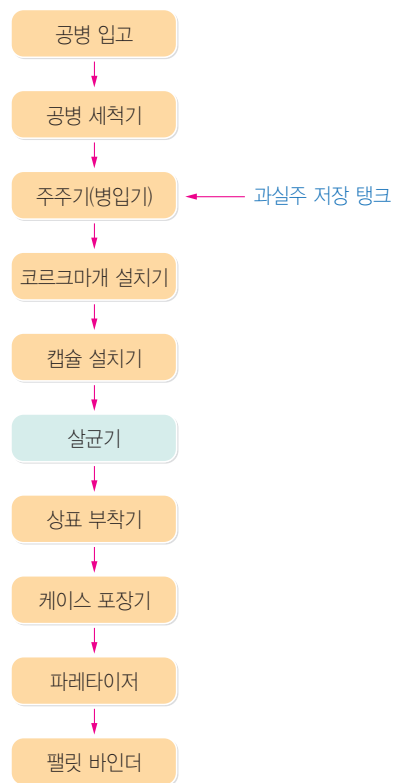


그림 6-79 제품 작업 공정



그림 6-80 공병 세척기(bottle rinser)

② 과실주 병입

과실주의 제품 작업(주로 유리병에 과실주를 담는 공정)에서는 작업 공정을 크게 둘로 관리한다. 첫째는 살균과정을 거치는 과실주 제품을 생산하는 방법이고, 둘째는 살균과정이 없이 생산하는 방법(비열처리 제품 생산)이다. 비열처리 제품 생산은 1차로 시트 여과를 실시한 뒤 2차로 멤브레인 0.2 μ 여과 방식으로 실행하여 무균상태를 유지한 과실주를 병입하는 방법이다. 이 시트 여과와 멤브레인 여과방식은 과실주 여과 공정에서 설명하였다. 비열처리 제품을 생산하기 위해서는 모든 여과설비, 관련된 여과 전후의 용기류(vessels 또는 tanks), 배관설비와 밸브, 샘플 코크(sample cocks) 등을 무균 상태로 처리해 효모, 박테리아 등에 오염되지 않도록 철저히 관리해야 한다. 그리고 살균 작업과 관련된 작업자의 손, 복장, 작업화 등도 주의 깊게 관리하며 작업과 관련된 청소수와 주변 공기 또한 무균 상태를 유지하는 노력이 필요하다.

살균과정을 거치는 과실주 생산방법에는 무균병입(sterile bottling)이 있는데 무균이라 함은 모든 미생물이 없는 상태를 의미하며 일반적으로 주류 산업에서 실용적인 살균 방법은 무균성 병입(aseptic bottling)이라고 할 수 있다. 무균성 병입을 하기 위하여 병, 코르크 또는 캡이 오염되지 않도록 관리해야 한다. 이 포장재는 UV-방사선을 조사하여 처리할 수 있고 방사선 처리 이후에 오염되지 않도록 수축성 비닐포장(shrink-wrapping) 등의 방법으로 먼지 등에 오염되지 않도록 관리해야 한다.



그림 6-81 과실주 병입기



그림 6-82 무균실에 설치된 병입기
출처: In Bev Brewery

③ 코르크마개 설치

병입 후 즉시 코르크마개 설치기를 이용해 병구를 막는다. 특히 코르크의 작은 조각이 작업 시 포도주에 들어가지 않도록 코르크 자체의 품질관리와 병입 상태를 잘 감시·관찰해야 하며 코르크마개 작업 후에는 술이 절대 새지 않도록 한다.

④ 캡슐 설치기

코르크마개로 막은 뒤 바로 병구에 비닐 캡슐을 씌워 캡슐 설치기로 부착한다. 일반

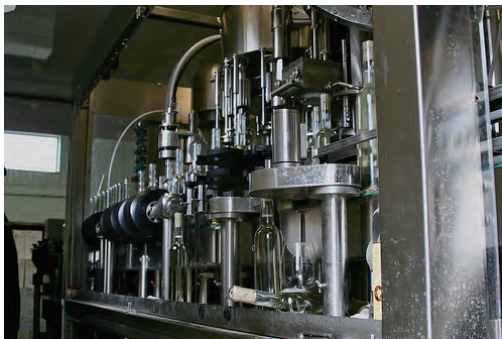


그림 6-83 코르크마개 설치기
출처: <http://www.bootsintheoven.com>



그림 6-84 캡슐 설치기

적으로 비닐 계통의 캡슐은 병구에 장착된 후 적정 온도로 가열되어 수축되고 외관적으로도 깨끗하게 밀착되어 디자인 효과를 내야 한다.

⑤ 과실주 살균

프랑스의 미생물학자 루이 파스퇴르는 포도주와 우유를 열처리하면 변질을 막을 수 있다는 것을 발견했다. 이 살균법을 파스퇴르의 이름을 인용하여 저온살균(pasteurization)이라고 하게 되었다. 과실주 제품이 시장에서 유통되는 기간에 미생물에 의한 변질을 방지하기 위하여 저온살균법(pasteurization), 순간살균법(flash pasteurization), 고온병입(hot filling), 터널살균(tunnel pasteurization) 등의 방법이 사용된다. 과실주와 같은 pH가 낮은 산성 액체는 중성이나 알칼리성 액체에 비해서 더 낮은 온도에서 살균해 열화를 방지하고 에너지도 절약할 수 있다.

가. 순간살균

순간살균(flash pasteurization)은 HTST살균(High Temperature Short Time Pasteurization)이라고도 한다. 과실주는 높은 온도에서 오랜 시간 가열하면 가열취가 생겨 과실주 본연의 신선하고 상쾌한 맛을 유지하지 못하므로 고온에서 짧은 시간 가열하는 ‘순간살균법’을 개발·적용한다. 과실주의 순간살균은 일반적으로 약 75℃에서 30초까지 처리한다. 우유가공 산업, 맥주 산업에서도 순간 살균법이 많이 이용되고 있다. 우유의 순간 살균은 보통 80~90℃에서 몇 초간 살균한 뒤 바로 냉각해 추가적인 영양손실을 방지한다. 맥주는 최소 68~72℃에서 약 50초간 처리하고 즉시 냉각한다. 맥주에서 가열취가 생기면 빵 같은(bread like) 풍미가 생겨 맥주 본연의 신선한(fresh) 풍미를 잃게 된다.



그림 6-85 순간살균기

순간살균이 터널살균에 비해 유리한 점은 설비를 설치하는 공간이 작고 투자비가 적어 경제적이라는 것이다. 단점으로는 살균된 액체가 병입 공정에서 공병에 담기는 세부 공정에서 공병 자체, 병마개(코르크나 캡), 주주기의 챔버(chamber, 술이 저장되어 있는 탱크), 주주기의 밸브(valve) 등 모든 세부 설비가 무균을 유지해야 한다는 것이다.

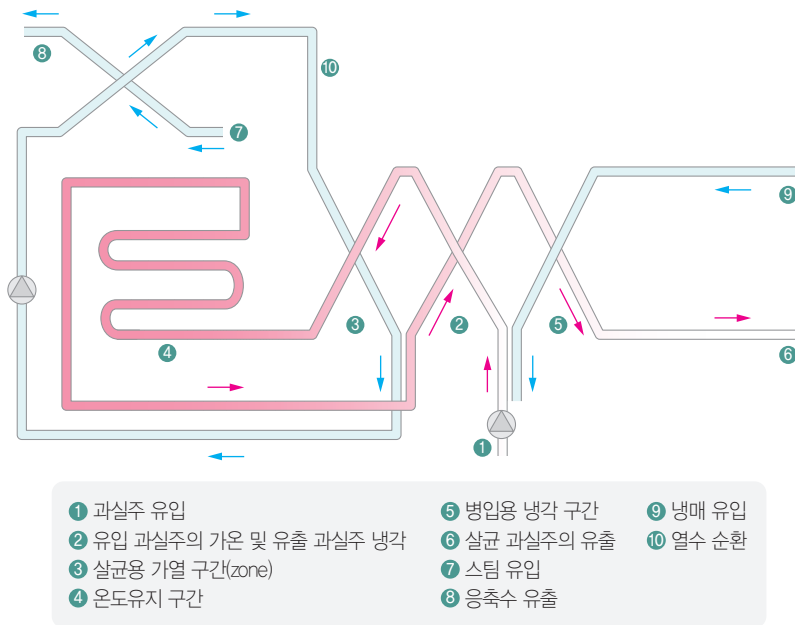


그림 6-86 순간살균기의 열교환 원리

출처: TBM

저장 중인 과실주는 <그림 6-86>의 1로 들어와서 열교환 2구간에서 온도가 높아지며 3구간에서 정확하게 조절된 10의 열수에 의해서 살균된다. 그리고 나서 4의 루프에서 정해진 온도와 시간 동안 처리된다. 4의 루프는 과거에는 열교환기 형태였으나 오늘날에는 대부분 관(파이프) 모양으로 된 설비이다. 마침내 과실주는 다시 병입 온도로 열교환기(2번, 5번)에서 냉각된다. 이때 일반적으로 들어가는 과실주 온도로 냉각하기도 한다. 전체 공정은 조정하는 조건에 따라 몇 분 소요되며 가능한 한 과실주의 품질을 열화하지 않도록 유지한다. 잘 설계된 열교환에서는 에너지의 재생률을 높여 운전해 널리 이용된다. 가열살균 단위를 계산하는 기준으로 60℃ 1분을 1 PU(Pasteurization Unit)로 규정하여 사용한다.

• 계산식

$$\text{살균 PU(Pasteurization Unit)} = \text{살균시간(분)} \times 1,393^{(\text{살균온도}-60^{\circ}\text{C})}$$

— 예 1 : 과실주 살균을 64℃에서 10분간 한다고 가정하면

$$\begin{aligned} & 10 \times 1,393^{(64^{\circ}\text{C}-60^{\circ}\text{C})} \\ & = 10 \times 1,393^4 = 10 \times 3.76 = 37.6 \text{ PU가 된다.} \end{aligned}$$

– 예 2 : 과실주 살균을 68℃에서 20분간 한다고 가정하면

$$20 \times 1.393^{(68^{\circ}\text{C}-60^{\circ}\text{C})}$$

$$= 20 \times 1.393^8 = 20 \times 14.18 = 283.6 \text{ PU가 된다.}$$

– 예 3 : 과실주 살균을 75℃에서 30초간(0.5분) 한다고 가정하면

$$0.5 \times 1.395^{(75^{\circ}\text{C}-60^{\circ}\text{C})}$$

$$= 0.5 \times 1.395^{15} = 0.5 \times 144.34 = 72.2 \text{ PU가 된다.}$$

위의 식에서 보면 시간은 1차원 비례이지만 살균온도는 지수비례이므로 살균효과는 살균시간보다는 살균온도에 큰 영향을 받는다. 단, 온도를 높이면 살균 효율은 좋아질 수 있으나 온도 상승에 따른 에너지 비용이 증가하고 고온 살균설비가 필요하다. 또 주질의 풍미를 열화하므로 적정온도의 설정은 대단히 중요하다.

- 과실주(산머루와인, 알코올 12~13%): 약 50~70 PU 정도 유지하면 적정할 것으로 예상하며 살균온도와 시간은 장기 미생물실험과 관능검사를 통하여 검증된 데이터 결과를 현장에 적용하는 것이 필수적이다.
- 맥주: 10~20 PU 정도면 품질 유지기한(국내 병맥주, 캔맥주 1년)까지 미생물에 의한 문제는 없을 것으로 기대한다.

표 6-39 해당 온도에서 1분 유지 시 PU값

℃	PU/min	℃	PU/min	℃	PU/min
40	0.000464	54	0.100	68	21.5
41	0.000681	55	0.146	69	31.6
42	0.001000	56	0.215	70	46.4
43	0.00146	57	0.316	71	68.1
44	0.00215	58	0.464	72	100.0
45	0.00316	59	0.681	73	146.7
46	0.00464	60	1.000	74	215.4
47	0.00681	61	1.460	75	316.2
48	0.01000	62	2.150	76	464.1
49	0.01460	63	3.160	77	681.3
50	0.02150	64	4.640	78	1,000.0
51	0.03160	65	6.810	79	1,467.8
52	0.04640	66	10.000	80	2,154.4
53	0.06810	67	14.600	—	—

* 60℃에서 1분 유지하면 1 PU가 된다.

나. 열처리 또는 고온 병입

과실주의 추가 오염을 막는 데 적용할 수 있는 방법이 과실주의 고온 병입(hot filling) 방법이다. 이 방법의 장점은 병을 세척한 뒤 다시 냉각할 필요 없이 병입할 수 있고 아주 훌륭한 장점은 포도주를 병에 담은 후 병이 캡이나 코르크로 막힌 뒤에 병의 내용물이 살균되는 것이다. 포도주에 들어 있거나 병 속 또는 코르크에 있는 효모나 세균이 살균된다. 또 이 방법은 포도주가 병에 담길 때 작업자가 제품공정에서 무균 기술을 적용할 필요가 없다. 한 가지 실제적인 문제는 병 제품의 술 용량 레벨을 조정하는 것이다. 포도주가 뜨거울 때 맞춘 레벨은 실온이 되면 내려가 부족한 술 용량 레벨이 되기 때문이다. 그래서 보정한 용량 레벨을 상승된 온도에서 적용하도록 조정했다. 그리고 새로 만든 단순한 포도주에서는 열처리 효과가 포도주의 숙성을 돕고 포도주에 부드럽고 원만한 특징을 줄 수도 있다. 고온 병입의 단점은 과실주가 오랫동안 가열 상태를 유지하면 향미가 저하된다는 것이다. 이 과정에는 많은 에너지가 필요하다.

다. 터널살균

병에 담긴 과실주를 완전하게 안정성을 유지하는 데는 터널살균이 가장 좋은 방법이다. 그러나 터널살균법은 설비 투자비가 많이 들고 살균하기 위한 물을 가열하는 데 소요되는 에너지 비용도 많이 든다는 단점이 있다. 터널살균은 그동안 순간살균이나 무균여과에 많이 대체되었다. 터널살균 공정은 포도주 제조과정에서 포도주를 병에 담고 병마개를 씌운 뒤 병 속에 있는 포도주를 가열하는데 포도주 병이 기차의 터널 속을 지나가는 모습과 같아서 터널살균이라고 이름이 지어졌다. 포도주 제품은 <그림 6-87>에



그림 6-87 터널살균기

출처: E-store, China wholesale center

서와 같이 컨베이어 벨트 위에서 이동하는 동안 포도주 병 제품 위로 적정온도의 뜨거운 물(보통 62~65℃ 열수)이 약 30분간 뿌려져 포도주 제품병의 온도를 서서히 올리게 된다.

전체 터널살균기를 통과하는 시간은 1시간가량 소요된다. 터널살균의 마지막 단계에서는 과실주 병제품은 다시 찬물을 뿌려 냉각시켜 과실주의 추가 열화를 방지하도록 실온으로 냉각한다. 물론 살균 전 포도주의 미생물 오염 상태에 따라 살균온도와 살균시간을 적정 수준으로 조절할 수 있다. 즉 미생물 오염이 적으면 비교적 낮은 온도에서 짧은 시간 가열할 수 있고 미생물 오염이 크면 더 높은 온도에서 긴 시간 가열과정을 거치게 된다.

과실주 유리병의 열전도율이 낮은 점도 터널살균을 하는 데 에너지 소요가 큰 요인이다. 양조기술자는 과실주가 품질 측면에서 손상되고 시장에서 자사 제품에 클레임이 발생하는 원인을 명확히 정리해둘 필요가 있다. 예를 들면 제품에 미생물(효모, 박테리아 등)이 증식함으로써 대사산물을 배출해 과실주에 혼탁물질이 생겨 부유하거나 바닥에 가라앉게 되고 과실주 향미도 불쾌한 이미지와 이취를 띠게 된다. 따라서 미생물적 안정성(microbiological stability)을 유지하는 제품을 만들어야 한다.

기간이 경과하면서 미생물 오염이 없더라도 과실주의 콜로이드가 증가하며 과실주에 혼탁을 발생시킨다. 콜로이드 안정성을 유지하는 제품을 만들어야 하는데, 이를 위해서는 과실주 청징과정에 초점을 두고 공정관리를 수행하는 것이 중요하다. 제품작업 후 시장에 출하된 제품은 산소에 의한 산화작용, 일광에 의한 변화, 보관 시 온도 변화, 이송과정에서의 진동 등을 거치며 궁극적으로 향미 안정성(flavor stability)이 떨어지면서



그림 6-88 터널살균기 내부

출처: Understanding wine technology

제품의 수명을 다하게 된다. 그러므로 향미 안정성이 우수한 제품을 만들어야 한다.

과실주 사업에서 볼 때 다행스럽게도 과실주는 낮은 pH를 가지며 알코올 성분이 있기 때문에 병원성 미생물이 자랄 수 없다. 유리병 제품이나 PET 제품에서 특히 깨진 유리 조각이나 곤충류의 혼입이 일어나지 않도록 유의해야 한다. 과실주를 병에 담는 병입 공정의 주주기는 무균실에 설치되어 추가 오염이 발생되지 않도록 한다. 여과된 과실주 저장탱크, 과실주 배관과 여과기, 주주기 설비의 내부구조 등은 철저하게 무균으로 관리하여 과실주가 미생물에 오염되지 않도록 유지한다.

살균작업

- 열수 플러시(flush, 씻어냄): 살균 작업은 많은 양의 90℃ 열수로 20분간 플러시하여 달성할 수 있다. 이것은 잔류물을 세척하며 동시에 미생물 살균에 적합하다. 스팀도 가끔 살균작업을 하는 데 이용되지만 세척 효과가 열수만큼 만족스럽지 못하며 잔류물이 눌러 붙는 현상이 발생해 바람직하지 않다.
- 화학살균(chemical sterilization): 통상 사용되는 살균제는 과산화아세트산인데 과산화아세트산의 분해산물은 독성 없는 과산화수소(hydrogen peroxide)와 초산(acetic acid)이다. 이 화학 살균제는 설비 내부에 남을 수 있는데 잔류 살균제로 작용한다.
- 염소살균제(chlorine-based sterilants): 하이포염소산염(hypochlorite) 같은 염소 살균제는 독성 있는 TCA(trichloroacetate)를 생성하는 원인물질이 되므로 더 사용되지 않는다.
- DMDC(dimethyldicarbonate): 몇 년 동안 독일에서 사용되었으나 최근에 유럽연합 전체에서 사용이 승인되었다. DMDC의 작용은 소브산과 다소 같아 포도주 병입 작업에서 첨가된다. 그러나 작용기작은 소브산과 전혀 다르며 미생물의 효소를 불활성화 미생물을 사멸시키는 살균제로 작용한다. DMDC는 무색 액체이며 병입 작업 직전 포도주에 첨가된다. 유효한 작용 기작은 20℃, 4시간 후에 물에 의해서 메탄올과 탄산가스로 분해되는데 메탄올과 탄산가스는 포도주의 자연 성분이므로 DMDC는 순수한 첨가물로 이용된다.

⑥ 상표 부착기

과실주 포도주의 상표는 소비자에게 회사 전통, 역사와 이미지, 과실 자체의 품질을 홍보하는 광고 효과가 다른 주류인 맥주, 소주, 탁약주, 청주보다 비교적 크다고 생각된

다. 특히 소비자는 과실주 상표로부터 회사와 과실 내용물 정보를 알려고 하면서 주의 깊게 관찰하는 편이다. 상표 또한 앞면에 부착하는 상표(body label, 보디레이블), 뒷면에 부착하는 상표(back label, 백레이블)와 병목에 붙이는 목상표(neck label, 네크레이블) 등이 있으므로 각 상표의 디자인, 색상, 크기, 길이 등이 조화롭게 균형을 유지해야 한다. 외기온도의 영향을 민감하게 받는 상표용 폴의 품질과 점도는 상표 재질과 잉크에 잘 맞게 선정해야 한다. 그리고 각 상표는 상표부착기(labeler)에서 정위치에 잘 부착되어야 하며 부착 후 상표검사기로 검사한 뒤 정상적인 제품만 출하된다.



그림 6-89 상표 부착기

⑦ 케이스 포장기(case packer)

병 제품에 상표를 부착한 뒤 상자 속에 일정한 숫자(예: 2×3 또는 3×4)를 종이상자에 담아 출하준비를 한다.

⑧ 파레타이저(palletiser, 팔릿 포장기)

케이스 포장기에서 상자에 넣은 제품을 파레타이저에서는 가로와 세로 높이를 맞추



그림 6-90 케이스 포장기



그림 6-91 파레타이저



그림 6-92 팔릿 바인더

출처: <http://www.contimeta.com>

어 팔렛 위에서 일정하게 쌓는다.

⑨ 팔렛 바인더(pallet binder)

팔렛 위에 적당한 종이상자 제품이 트럭에 실려 각 지역의 매장 등으로 유통되는 동안 쓰러지거나 빠지지 않도록 튼튼한 플라스틱 끈으로 묶는다.

(3) 시장 제품의 유통과 품질관리

공장을 떠난 제품은 최종적으로 소비자 손에 들어가 소비될 때까지 공간적으로는 양조장부터 먼 거리를 육지에서는 트럭이나 자동차, 해상으로는 배를 통하여 수송되고 그 밖에 판매장에 도착하여 지게차나 수작업 등으로 운반된다. 시간적으로는 몇 달 또는 몇 해 동안 소비되기도 한다. 과실주 제품은 실온, 보관 창고, 가정이나 음식점의 냉장고 등 여러 조건에서 보관되는데, 이때 제품 품질을 잘 유지해야 한다. 계절적 요인과 기후 조건도 유통 경로에서 제품 품질에 큰 영향을 준다. 특히 더운 여름의 높은 온도와 햇볕, 추운 겨울의 저온이나 바람에 의한 먼지 쌓임 등 여러 요인으로 과실주는 물론 포장 품질도 손상될 수 있다.

비오는 계절에도 제품은 잘 보호해 유통해야 한다. 그러므로 제품을 생산하여 출하하고 판매한 회사에서는 최고 품질의 과실주를 고객이 소비할 때까지 그대로 유지하기 위해 자사 제품이 공장을 떠나 유통·판매·소비되는 모든 경로를 조사·추적하여 품질이 저해되는 요인이 있으면 이를 즉시 해결해 최고의 품질과 서비스로 소비자를 만족시켜야 한다.



CHAPTER 7

품질과 위생관리

품질 장애 / 품질 관리 / 관능평가 / 포도주의 구성성분



품질과 위생관리

1. 품질 장애

포도주 제조 시 나타나는 품질 장애에 대한 조기 진단과 대처 방안은 중요하다. 품질 장애는 상태에 따라 물리화학적 장애와 생물학적 장애로 나뉜다. 물리화학적 품질 장애는 침전, 이미, 이취, 색소변화 등이 물리화학적 원인으로 발생하는 것이다. 물리화학적 품질 장애가 포도 재배 시 발생할 수 있는 질소 부족이나 곰팡이병, 포도 수확, 이송, 담금시간, 압착 등의 가공과정, 발효 장애 등에 의한 발효과정 등에서 발생하면 원인을 규명하기가 쉽지 않다.

사소한 물리화학적 품질 장애는 블렌딩으로 해결하는 경우도 있지만 품질에 큰 문제가 발생하면 유통이 불가능하게 된다. 반면 생물학적 품질 장애는 외관상 문제, 이미, 이취 등의 문제가 미생물에 의해 발생하는 경우를 말하며 포도주를 블렌딩할 때 다른 포도주에까지 오염이 전이될 수 있어 대처하기가 매우 어렵다.

1) 품종 특유의 아로마에 따른 장애

(1) 여우취

미국 품종인 비티스 라브라스카와 비티스 로툰티폴리아, 그들의 교잡종인 나이가가

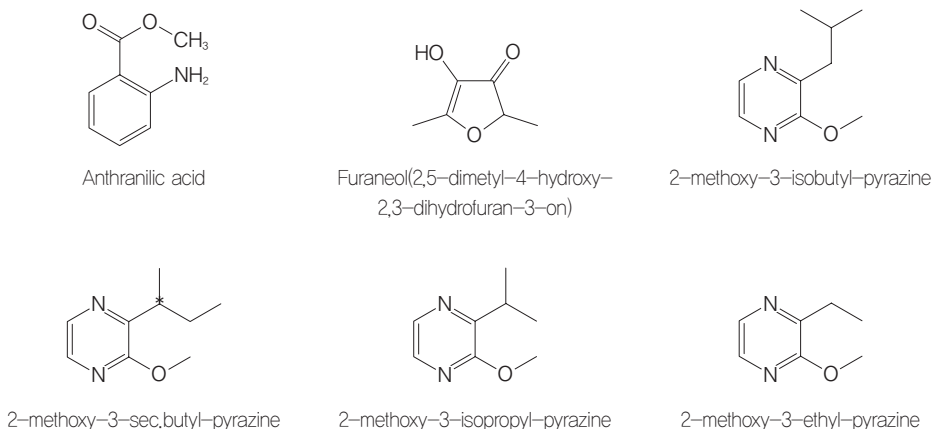


그림 7-1 포도 품종과 포도주에 따른 성분

라(Niagara), 이사벨라(Isabella), 콩코드(Concord) 등은 여우취 또는 동물취가 나며 특히 젖은 개가죽 냄새 또는 그들의 배설물 냄새와 맛이 특징적이다. 추위와 해충에 강한 이들 품종은 미국 뉴욕 북동부 지역과 캐나다 퀘벡 지역에서 널리 재배된다. 유럽에서는 이런 포도 품종으로 생산한 포도주를 특유의 향 때문에 거부해왔다.

이미 1921년에 라브라스카 품종에서 안트라닐산 메틸에스터(anthranilic acid methylester)의 향이 발견되었는데, 이는 포도가 숙성될수록 함량이 증가한다. 숙성된 나이가가라 포도 품종에서는 안트라닐산 메틸에스터의 함량이 254 g/L, 콩코드 품종에서는 50 mg/L 정도인 반면 유럽 포도 품종에서는 검출되지 않는다. 그러나 안트라닐산 메틸에스터뿐 아니라 2-아미노 아세트페논(2-amino acetophenon) 역시 여우취의 원인 물질로 밝혀졌다. 여우취의 원인이 되는 안트라닐산 메틸에스터와 2-아미노 아세트페논을 완전히 제거하려면 유럽 포도 품종과 여러 차례 교잡해야 한다.

(2) 딸기취

곰팡이균에 저항성이 우수한 카스토르(Castor)와 폴룩스(Pollux) 포도 품종은 딸기취를 나타내며 그 원인물질은 2,5-다이메틸-4-하이드록시-2,3-다이하이드로푸란-3-온(2,5-dimethyl-4-hydroxy-2,3-dihydrofuran-3-on)으로 밝혀졌다. 드라이한 포도주 기준으로 맛 최소감응농도는 30~40 ppb로 알려져 있으며 딸기취를 제거하려면 유럽 포도 품종과 여러 차례 교잡해야 한다.

(3) 잡초취

저온 지역에서 재배되어 수확량이 많고 미숙성된 유럽 포도 품종 중에 카베르네 소비뇽, 카베르네 프랑, 소비뇽 블랑 등으로 제조한 포도주에서 잡초취가 난다. 주요 원인은 2-메톡시-3-알킬-파라진(2-methoxy-3-alkyl-pyrazine) 그룹에 속하는 2-메톡시-3-아이소부틸-파라진(2-methoxy-3-isobutyl-pyrazine), 2-메톡시-3-이차 부틸-파라진(2-methoxy-3-sec.butyl-pyrazine), 2-메톡시-2-아이소프로필-파라진(2-methoxy-3-isopropyl-pyrazine), 2-메톡시-3-에틸-파라진(2-methoxy-3-ethyl-pyrazine) 등이다.

(4) 약품취

부패한 포도가 많이 섞인 포도를 이송, 제경, 압착 시 너무 강한 물리적인 힘을 가할 때나 과숙한 포도에서 약품취가 발생할 수 있다. 약품취의 주요 성분은 4-에틸페놀(4-ethyl phenol), 4-에틸과이어콜(4-ethyl guaiacol) 같은 휘발성 페놀 성분이며 포도주에 함유되는 휘발성 성분의 농도는 품종, 파쇄즙의 정제시간과 온도, 펙틴효소와 효모 등에 따라 달라진다.

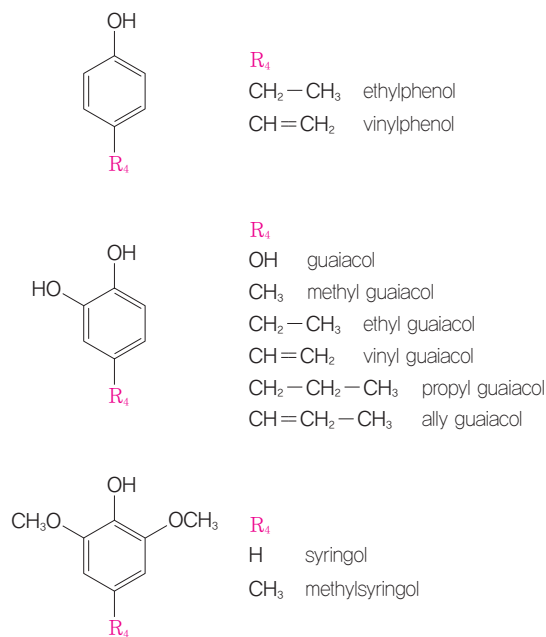


그림 7-2 포도주의 휘발성 페놀성분

페놀카본산(phenol carbonic acid)인 하이드록시 계피산(hydroxy cinnamic acid), 그의 주석산 에스터인 쿠타르산(cutaric acid), 페르타르산(fertaric acid), 카프타르산(caftaric acid), 글루코스 에스터(glucose ester) 등이다. 발효 중에는 페놀카본산으로부터 효모의 효소를 통해 휘발성 페놀인 4-비닐페놀(4-vinylphenol)과 4-비닐과이어콜(4-vinyl guaiacol) 등이 생성된다. 4-비닐페놀은 젖산발효 시 다시 4-에틸페놀 또는 4-에틸과이어콜로 변환되어 포도주에 약품취가 나게 한다. 펙티네이스를 첨가하면 과쇄즙 또는 포도즙에서 이미 주석산 에스터가 분해됨으로써 페놀카본산이 변환되어 발효를 통해 4-에틸페놀 또는 4-에틸과이어콜 등이 생성되고, 결국 휘발성 페놀 농도를 상승시키는 결과가 된다. 약품취를 예방하는 방법은 우선 포도 이송, 제경 및 압착 공정 시 포도를 잘 다루어야 하며 과쇄즙을 장시간 방치하지 않는 것이 중요하다. 또 펙티네이스 사용 처방전을 준수하는 것이 중요하다. 포도주의 경우 소량의 젤라틴, 카세인, PVPP, 활성탄 처리로 약품취를 줄여주는 효과가 있다.

(5) 휘발유취

휘발유취는 특히 리슬링 포도주를 병 숙성시킬 때 나타나는 현상으로 리슬링 품종 특유의 아로마와는 구별된다. 병 숙성 중 화학적·효소적 반응 시에 모노카본산 에틸에스터(monocarmonic acid ethylester)와 다이카본산 에틸에스터(dicarmonic acid ethylester) 등의 농도는 증가하고 아세테이트의 성분은 감소하게 되어 포도주의 과실 아로마가 감소하는 경향을 보인다. 한편으로는 당분과 카로티노이드의 분해에 따라 새로운 성분이 생성되기도 한다(그림 7-3).

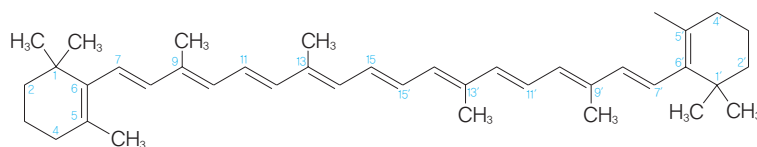


그림 7-3 카로티노이드 그룹의 불포화 테트라테펜

카로티노이드 분해 시 1,1,6-트라이에틸-2-다이하이드로나프탈린(1,1,6-trimethyl-2-dihydronaphthalin, TDN), 비티스피레인(vitispirane, 냄새 최소감응농도 < 0.8 mg/L)

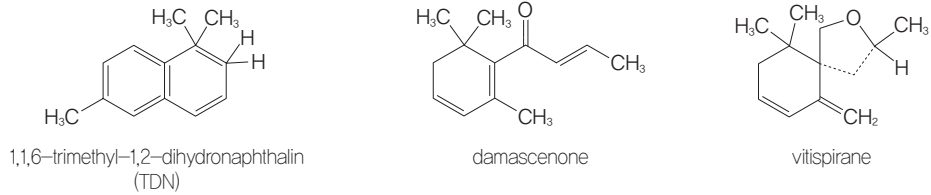


그림 7-4 숙성저장 중 생성된 포도주성분

및 다마스세논 등이 생성된다. TDN은 미숙성 포도주에서는 검출되지 않으며 포도주가 오래될수록 농도가 증가한다. 휘발유취의 주요 원인으로 꼽히며 냄새 최소감응농도는 20 µg/L이다. 남아프리카, 오스트레일리아 남부 등 열대 지역에서 생산된 포도주 또는 햇볕에 노출이 심한 포도 등에서는 이미 수확 시 카로티노이드의 농도가 높아 TDN 농도는 단기간 저장 직후 높아져 포도주의 과일 아로마를 감소시키는 원인으로 작용한다. 휘발취를 제거할 수 있는 양조 기술적 방법은 없다. 리슬링 저온 지역에서 재배하거나 여과된 포도주를 저온에서 저장하는 것이 유일한 방법이다.

(6) 서리맛

미숙성 포도(<17.0브릭스)가 이른 서리에 노출되면 포도는 더 숙성하지 못해서 잎이 떨어지고 줄기가 사멸하기 시작한다. 또 과피와 과육의 세포도 파괴된다. 산소의 영향을 받아 포도 성분의 변화가 나타나 결국 불쾌한 냄새를 유발한다. 외관상으로는 과피 색깔이 갈색에서 보라색까지 띈다. 포도즙의 색깔 역시 적갈색을 띠며 여과가 안 된다. 포도주에서는 불쾌한 냄새가 심하며 원인은 타닌 성분의 효소적 산화에 따른 것으로 추정하지만 아직 원인물질을 밝혀내지 못했다.

서리맛은 아이스 와인 제조 시 사용되는 포도와는 전혀 다른 맛으로 볼 수 있다. 이른 서리에 노출된 미숙성 포도의 서리맛은 공기 중에 포도를 장시간 노출시키면 더욱 심해지므로 이러한 포도는 가능한 한 빨리 가공처리를 해야 하며 아황산 처리를 해서 산화진행을 막아야 한다. 포도즙을 심도있게 전처리 여과한 뒤 활성탄 처리를 하면 서리맛을 제거하는 데 효과가 있다.

(7) 곰팡이취

곰팡이균인 페로노스파라(*Peronospora*), 플라스모파라(*Plasmopara*), 비티콜라(*Viticola*) 등이 포도잎에 침투하면 흰색점 등이 나타나는데 화학제로 제거되지 않으며, 포도의 맛과 향을 떨어뜨리는 요인이 된다. 또 다른 곰팡이 균인 오디움 투케리(*Odium tuckeri*), 언시누라 네카토르(*Uncinula necator*) 등에 포도가 감염되면 부패한 냄새가 나서 포도주 제조에 사용할 수 없게 되므로 수확할 때 제거해야 한다.

일반적으로 곰팡이균에 감염된 포도 초산균과 야생효모 등이 같이 서식한다. 회색곰팡이로 불리는 보트리티스 시네라가 숙성된 포도(19.3브릭스 이상)에 고온 건조한 기후 조건에서 서식하게 되면 포도와 포도주 품질을 높이는 효과를 발휘한다. 즉, 회색곰팡이에 의한 포도의 수분 증발은 당분, 주석산, 글루콘산, 글리세린, 구연산 등의 농축을 유도하여 고품질 포도주 생산에 이용된다.

적포도주의 경우는 회색곰팡이균이 색소를 파괴하므로 신선하고 과숙된 건조한 포도로 생산한다. 그러나 회색곰팡이에 감염된 포도가 장기간 우기에 노출되면 농축된 과즙의 구성성분이 증발하고 일부 성분은 씻기게 되어 고품질 포도주 생산이 불가능하게 된다. 이러한 포도로 제조한 포도주는 곰팡이취가 난다. 곰팡이취의 원인물질은 1-옥텐-3-올(1-octen-3-ol), 3-옥탄올(3-octanol), 다이메틸-3-하이드록시-2-푸라논(dimethyl-3-hydroxy-2-furanon, sotolon) 등이다(그림 7-5).

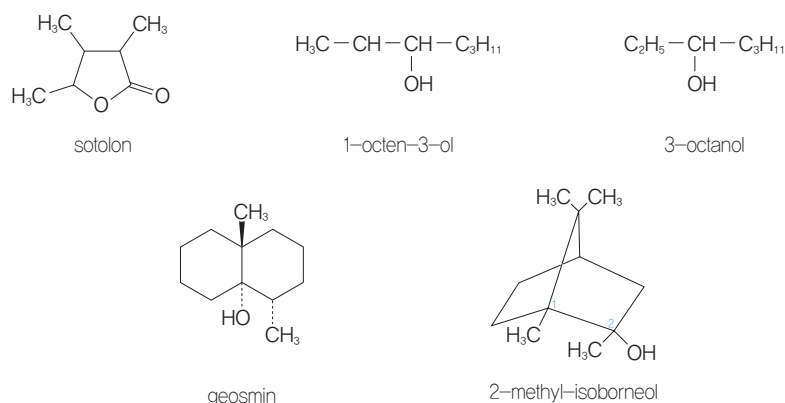


그림 7-5 보트리티스 시네라균의 대사산물

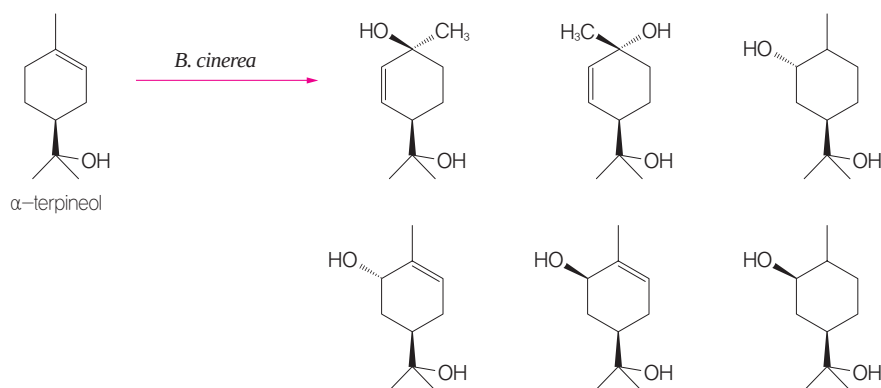


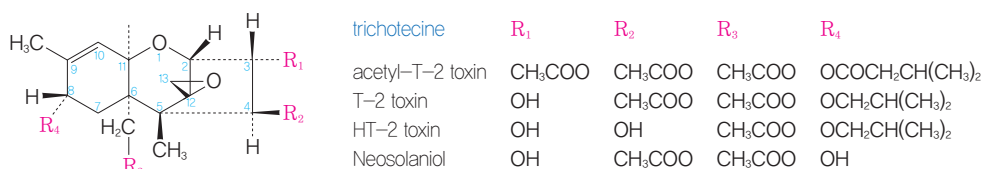
그림 7-6 α-터피네올로부터 보트리티스 시네라를 통한 모노터펜다이올렌 생성

보트리티스균은 모노터펜 알코올(monoterpene alcohol(geraniol, nerol, linalool, citronellol))로부터 두 개의 스테레오 이성질체인 8-하이드록시모노터펜다이올(8-hydroxy-monoterpendiol)과 α-터피네올(α-terpineol)로부터 6개의 스테레오 이성질체인 모노터펜다이올(monoterpendiol)을 생성한다. 즉, 모노터펜 알코올에서 모노터펜다이올로의 변환이 귀부병 포도로 제조된 포도주의 아로마 변화를 의미한다.

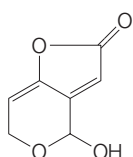
포도의 당도가 14.8브릭스 이하일 때 보트리티스균에 감염되면 그 포도로 제조한 포도주에서는 곰팡이취가 난다. 또 보트리티스균에 감염된 포도에서는 종종 페니실륨 익스펜섬(*Penicillium expansum*)균도 같이 서식하는데 이 균도 보트리티스균과 마찬가지로 당도, 글루콘산, 글리세린, 구연산 농도를 상승시키는 역할을 하지만 1-octen-3-ol, 3-octanol, 게오스민(geosmin), 2-메틸-아이소보르네올(2-methyl-isoborneol) 등과 같은 균의 대사물질로 포도주 아로마에 부정적 영향을 미친다.

다행히 포도와 파쇄즙 등에서는 아플라톡신과 같은 독성물질이 생성될 수 없다. 사과즙에서 발견되는 트리코테슘 로세움(*Trichothecium roseum*)균은 포도에서도 발견되는 경우가 있는데, 이 균에 감염된 포도는 썩은 냄새가 내고 쓴맛이 나며 효모에 독성으로 작용하여 발효 장애를 유발할 수 있다. 트리코테슘 로세움균이 포도주에서 발견되는 경우는 드물지만 독성이 강하고 맛에 부정적 영향을 미치므로 수확할 때 이 균에 감염된 포도는 제거해야 한다.

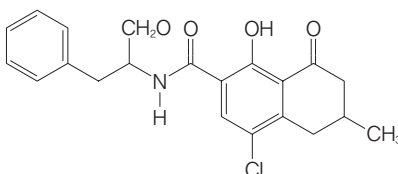
아스페르길루스나 페니실륨종에서 생성되는 오크라톡신 A(Ochratoxin A, OTA)는 포



Trichothecium roseum 및 *fusarium* 종류로부터 trichothecine



Aspergillus 및 *Penicillium*으로부터 patulin



Aspergillus 및 *Penicillium*으로부터 ochra toxin A(OTA)

그림 7-7 포도의 독성성분 구조식

도주에서 발견되는 경우가 있으며 백포도주에서보다 적포도주에서 더 자주 발견된다. OTA의 농도는 0.005~0.11 µg/L이며 OTA의 농도(0.130~1.300 µg/L)가 높은 것은 제조상의 불량한 위생상태가 주원인이다.

OTA를 제거하려면 활성탄 또는 활성탄 벤토나이트 형태로 포도즙에 사용하며, 활성탄을 투입하면 포도주 아로마 성분도 감소되므로 항상 최적의 양이 투입되도록 주의해야 한다.

표 7-1 오크라톡신 A를 제거하기 위한 활성탄의 종류

구분	g/hL(포도주, 포도즙)	결합
약한 오크통과 코르크 냄새	4~6	규조토/젤라틴
약간 색도가 강함	4~6	규조토/젤라틴
포도즙의 약한 곰팡이취	4~6	벤토나이트
포도즙의 강한 곰팡이취	10~30	벤토나이트
서리맛	10~30	—
탈색과 탈취	100~200	—

2) 발효 장애에 따른 이취

발효 장애에 따른 아로마 문제는 여러 요소에 따라 생긴다.

- 자연발효에 의한 아로마 문제는 배양된 포도주 효모(*Saccharomyces cerevisiae*)가 아닌 포도 표면에 서식한다. 초기 발효를 주도하는 야생효모와 박테리아에 의한 것으로 알코올 농도가 약 4%에 도달하면 이들은 산소 부족으로 자연 사멸한다. 그러나 야생효모와 박테리아가 초기 발효에 생성시킨 발효부산물 때문에 이취가 발생한다.
- 발효온도가 30℃ 이상일 때 알코올 함량이 급격히 증가하여 효모가 사멸하게 되고 발효가 중지되어 잔당이 남아 고온에 저항이 강한 초산균과 유산균에 의해 부패되기 쉽다.
- 발효탱크가 30,000~100,000 L 크기면 포도즙의 압력과 이산화탄소의 농도 증가에 따라 효모가 발효를 하지 못하는 일이 일어나 발효 장애가 발생하여 포도주 아로마가 문제를 일으킬 수 있다.
- 포도즙의 질소 부족에 따른 발효 장애 문제를 일으킬 수 있다.
- 과다한 아황산 투입 등이 발효 장애에 따른 이취를 발생시킬 수 있다.

(1) 난취

난취는 SH 그룹을 함유하는 성분 특히 머캅탄으로 인한 계란 썩은 냄새와 곰팡이 냄새를 동반한다. 난취의 주요 원인물질인 황화수소는 질소가 결핍된 포도즙을 발효하는 과정에서 생성되며 주로 발효 후 양금거르기를 늦게 하거나 미숙성 포도주에 아황산을 첨가하면 나타난다. 특히 산도가 낮은 포도주의 경우 조기에 양금거르기를 하여 효모를 제거하면 난취를 제거할 수 있다.

(2) 젖산취

젖산취는 발효 말기에 산도가 감소하고 발효온도가 높을 때 젖산발효 시 생성되는 젖산이 주요인이며 사과산에서 생성되는 젖산은 L형 젖산인 반면 젖산취를 유발하는 젖산은 당으로부터 생성되는 D형 젖산이다. 젖산취가 있는 포도주는 잔당에도 불구하고 찌르는 듯한 약품 냄새를 내며 효소적 반응을 통해 D형 또는 L형 젖산의 구분에 따라 젖산

취를 판단할 수 있다. 젖산취를 예방하려면 건조효모를 이용한 신속한 발효진행을 유도해야 한다. 특히 대량 생산일 경우 냉각을 잘하여 발효열이 과다 생성되지 않도록 하고, 발효조 온도가 28℃ 이상 올라가지 않도록 유의한다.

(3) 점성화

점성 현상도 세균에 의해 발생하며 특히 1차 앙금거르기 후 아황산이 결핍된 산도가 낮은, 즉 pH가 높은 포도주에서 종종 발생한다. 포도주잔에 포도주를 3분의 1가량 따르고 잔을 기울여보면 점성이 강해 잔에서 잘 흘러내리지 않는다. 점성을 예방하기 위해선 잔당이 남지 않게 하고 아황산을 50 mg/L 첨가한 뒤 조기 앙금거르기를 실시하고 청징을 한다. 점성이 심한 경우는 청징 후 멤브레인 필터로 여과해야 한다.

(4) 아민

일반적으로 아민을 섭취한다고 해서 건강에 직접 문제가 되는 것은 아니나 고농도 아민은 건강 문제를 유발할 수 있다. 아민 성분 자체가 관능에 미치는 영향은 없으나 아민류 중 특히 히스타민은 혈압저하와 두통의 원인이다. 포도주는 지방족과 방향족 아민을 함유하고 있으며 발효 중에 생성되는 i-아밀아민(i-amylamine)과 에틸아민(ethylamine) 그리고 히스타민(histamine), 티라민(tyramine), 페닐에틸아민(phenylethylamine), 푸트레신(putrescine) 등이 있으며 i-아밀아민(1~4 mg/L), 에틸아민(0.5~2 mg/L), 2-페닐에틸아민과 히스타민 등이 포도주 아민류의 대부분을 이룬다. 백포도주와 적포도주의 아민 농도는 차이가 거의 없으며 포도주에 함유된 아민은 다른 식품에 비하여 상대적으로 적다. 예를 들면 일부 치즈의 경우 히스타민의 농도가 200~1,000 mg/kg 존재하며 소시지와 햄도 100 mg/kg 정도 함유하고 있지만 건강에 문제가 되지는 않는다.

포도주와 아민을 다량 함유하고 있는 치즈, 견과류, 초콜릿 등과 같이 섭취하면 아민에 예민하게 반응하는 사람의 경우 알레르기를 유발할 수도 있다. 아민 생성을 줄이면 특히 배양효모를 이용하여 알코올 발효를 하는 것이 중요하며, 젖산발효를 수행하려면 배양된 젖산을 이용하는 것이 중요하다. 또 다른 방법으로 벤토나이트를 1 g/L 첨가하면 히스타민을 18 mg 감소시키는 효과가 있다.

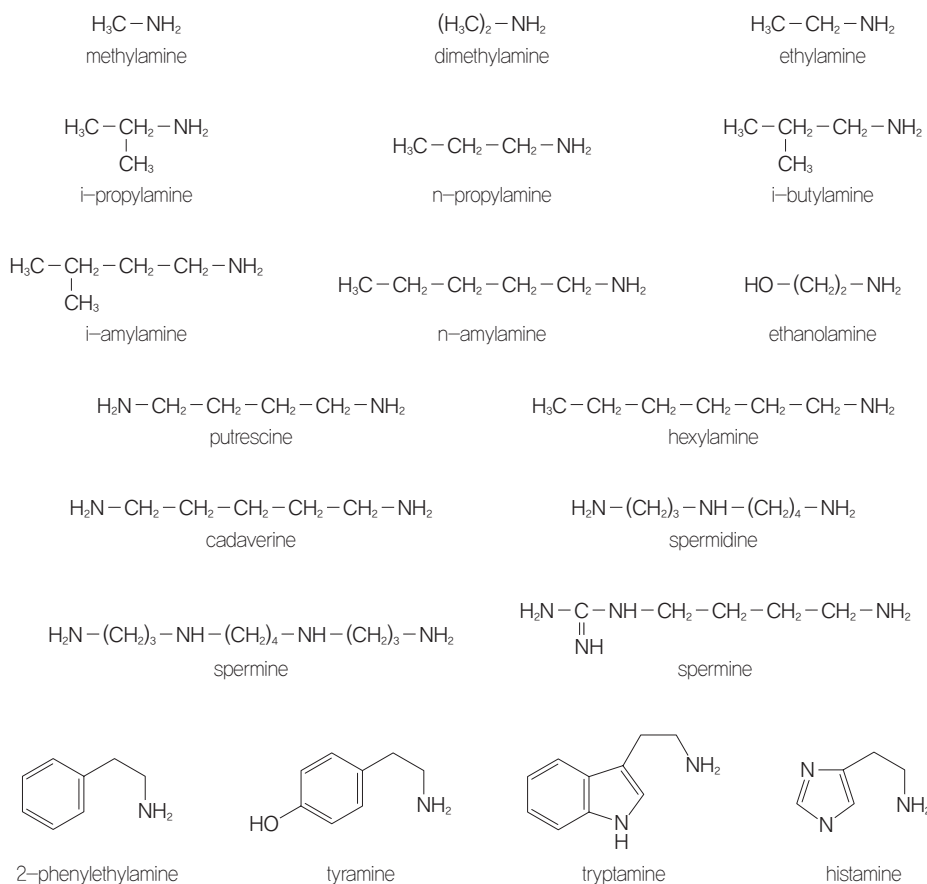


그림 7-8 포도주의 아민 종류

(5) 초산취

초산취의 원인인 초산균은 젖산균과 마찬가지로 고온(30~35℃)에서 증식하며 저온(10℃)에서는 증식하지 못해 초산을 생성하지 못한다. 초산은 지방산(propionic acid, butyric acid)과 함께 휘발산으로 불리는데, 특히 백포도주에서는 소량의 초산과 지방산으로도 포도주의 맛과 향에 부정적 영향을 미친다. 파쇄즙 발효에 따른 긴 가공시간 때문에 백포도주보다는 적포도주가 초산균 함량이 많지만 적포도주의 타닌 함량과 복잡한 아로마 구조가 백포도주보다는 관능적으로 덜 부정적으로 느껴진다. 일반적으로 효모는 발효 중에 초산은 0.2~0.4 g/L 생성되며 개방형 발효조에서 산소와 접촉할 때는 0.6 g/L로 증가한다.

포도주에 초산취가 있다는 것은 이미 다른 미생물도 존재한다는 것을 의미한다. 따라서 독일에서는 초산 함량을 특급 포도주를 제외하고는 법적으로 제한한다. 보통 백포도주의 초산의 허용 함량은 1.1 g/L, 적포도주는 1.2 g/L로 제한하고 있다. 초산에 감염된 포도주는 혼탁과 더불어 따끔거리는 신맛이 특징적이다. 특히 부패한 포도를 이용하여 포도주를 제조할 때 포도즙에 아황산을 첨가하거나 살균 후 건조효모로 발효를 진행하면 초산균 침입을 예방할 수 있다. 발효 중에 초산균이 포도주에 1 g/L 이하 함유되어 있을 때는 아황산을 첨가해도 효과가 없으며 규조토 여과와 멤브레인 필터를 통해 제거해도 1 g/L 이상 함유되면 더 조치를 취할 수 없다.

(6) 줌약취

포도주에서 나타날 수 있는 줌약취는 포도주 가공과정, 특히 발효 직후 몇 개월 안에 생성되는 현상으로 포도즙이나 이산화황이 첨가되지 않은 미숙성 포도주에서는 줌약취가 나타나지 않는다. 이 줌약취의 주요 원인물질은 2-아미노아세토펜(2-aminoacetophenon, 2-AAP)이며 최소감응농도는 0.5~1.2 µg/L이다. 또 다른 원인물질은 인돌(indol)과 스카톨(skato)이다.

2-AAP의 생성 메커니즘은 다음과 같다. 2-AAP는 식물 자체의 아미노산인 트립토판이 이산화황의 영향 아래 indol-3-초산으로 변환되어 생성된다. 중간 생성물질로는 3-메틸리놀(스카톨)과 포밀아미노아세토펜(formylaminoacetophenon) 등이 있다. 아스코브산을 발효 종료 후 4~6주 안에 15 g/hL 첨가하면 2-AAP를 감소시키는 데 효과가 있으며 미숙성 포도주 단계에서 첨가하면 가장 이상적으로 볼 수 있다. 이는 아스코브산이 이산화황의 산화에 따라 생성되는 라디칼을 흡수하여 불활성화기 때문이다. 활성탄 첨가 역시 2-AAP를 예방하는 데 효과가 있으나 다량 첨가해야 효과를 볼 수 있다.

(7) 고미

병 포도주를 몇 년 동안 저장하면 색깔이 갈색화되고 쓴맛을 나타내는 경우가 있다. 이것은 자연 코르크마개가 불량해 공기가 병으로 유입되어 발생하는 현상이다. 갈색화 현상은 포도주의 아미노산과 당분에 의한 캐러멜화에 따른 현상으로 특히 리슬링 포도주에서는 1,1,6-트라이메틸-다이하이드로나프탈린(1,1,6-trimethyl-dihydronaphthalin)

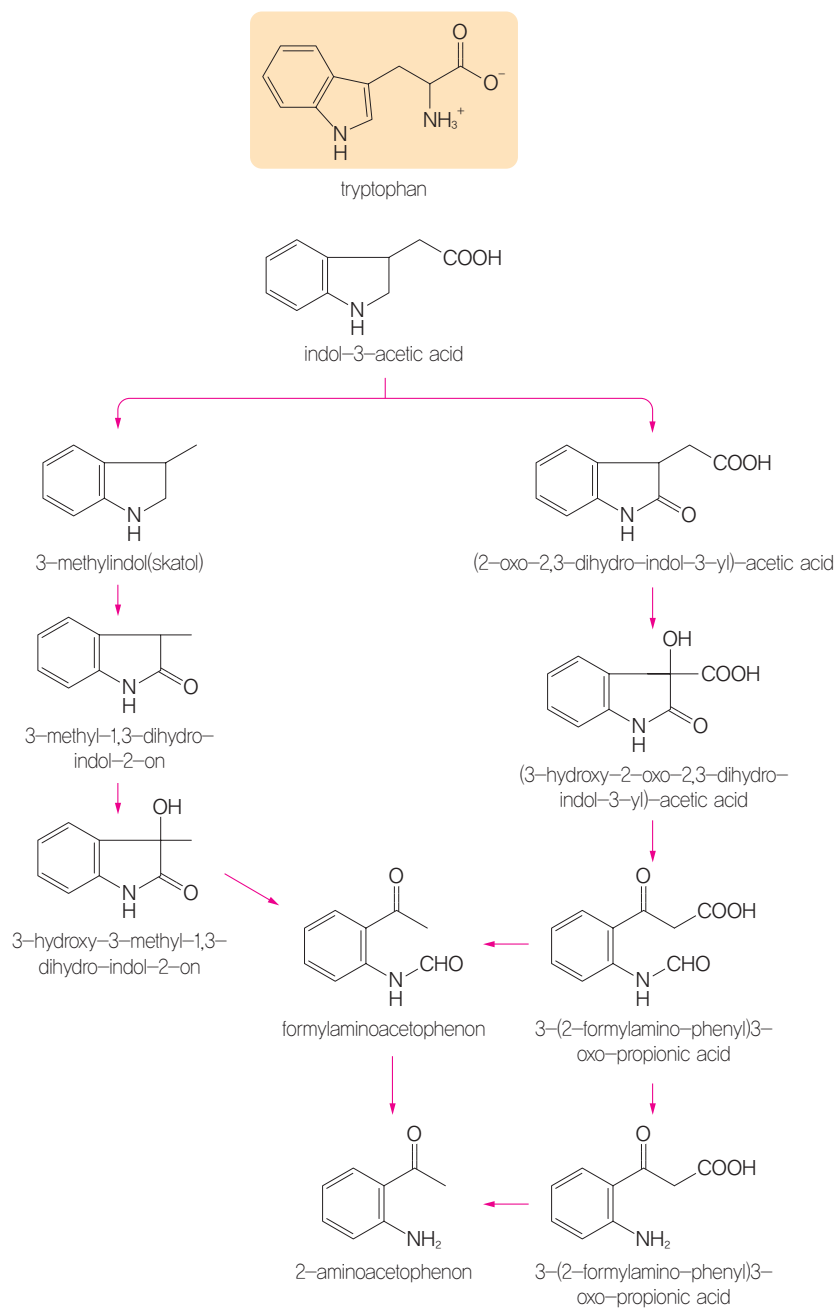


그림 7-9 포도주에서 인돌-3-초산이 포밀아미노아세트페논과 2-아미노아세트페논으로 전환되는 메커니즘

이 주요 원인물질로 밝혀졌다. 고미의 예방책은 햇빛이 차단된 10℃ 이하에서 저장하는 것이다.

(8) 오크취

오크통 제조 시 굽는 공정을 통해 오크통 특유의 아로마가 생성되어 오크통에서 숙성 또는 저장되는 포도주에 긍정적인 향을 부여하는데, 반대로 부정적인 향을 부여하기도 한다. 특히 225 L 용량의 새로운 오크통에서 첫 번째로 사용할 경우 불쾌취가 나타나며 경우에 따라서는 불쾌취가 약해지다가 두 번째 사용할 때 사라지기도 한다. 새로운 오크통에서 발견되는 주요 향은 시스(트랜스)-3-메틸-4-옥타락톤[*cis(trans)*-3-methyl-4-octalacton]으로 나무취와 더불어 바닐라향을 부여하게 된다. 포도주에서 불쾌취를 내는 주요 성분은 2-노네랄(2-nonenal)로 톱밥취를 낸다. 불쾌취의 또 다른 원인물질은 2-옥테날(2-octenal), 1-데카날(1-decanal), 3-옥텐-1-온(3-octen-1-on)으로 곰팡이취를 나타낸다. 2,4-헵타디에날(2,4-heptadienal), 2,4-데카디에날(2,4-decadienal), 2-데시날(2-decenal) 등은 모든 오크통에서 밝혀진 물질은 아니지만 톱밥취의 원인이 된다. 오크취 예방법으로는 오래된 오크통에서 포도주와 블렌딩하는 방법이 있다.

표 7-2 오크통 종류에 따른 휘발성 성분의 차이(단위: µg/g)

성 분	미국산	프랑스산		
		A	B	C
1,2-propandiol	11.9	5.5	6.1	7.8
Furfural	4.8	1.2	2.3	2.7
Glycerin monoethylether	6.3	5.7	7.3	6.9
Caproic acid	14.9	—	—	—
2-pentylfuran	2.8	1.2	0.4	1.1
Heptanoic acid	1.2	0.3	0.4	0.5
Octanoic acid	1.2	0.4	0.6	0.5
<i>Trans</i> -3-methyl-4-octalacton	4.1	4.8	22.6	11.8
<i>Cis</i> -3-methyl-4-octalacton	37.0	27.8	25.4	44.5
Tartaric acid ethyl ester	6.2	6.4	7.2	7.3
Eugenol	1.9	2.6	5.2	2.8

(계속)

성 분	미국산	프랑스산		
		A	B	C
Vanillin	9.8	4.8	5.5	9.0
Isoeugenol	1.0	1.9	0.6	4.1
4-methyl-2-phenol	—	0.4	0.3	0.4
Dodecanol	12.6	3.0	1.1	3.5
Dimethyl-aminobenzaldehyde	—	15.2	18.2	—
Propiovanillon	4.6	3.3	3.4	3.2
Lauric acid	0.5	1.2	0.9	1.9
Vanillic acid	0.6	0.6	0.6	1.2
Syringa aldehyde	24.0	14.1	13.2	22.7
Hydroxymegastigmen-2-on	미량	2.5	2.1	3.9
Tetradecanol	4.3	0.2	0.6	2.4
Hydroxymegastigmen-3-on	1.3	1.6	0.8	1.5
Coniferyl aldehyde	4.7	3.2	2.3	8.6
Coniferyl alcohol	2.8	11.3	9.8	14.1
Glycomonododecyether	5.1	—	—	—
Propylsyringon	1.9	3.0	1.8	2.1
Hexadecanol	1.4	미량	0.4	0.4
7-hydroxy-6-methoxy-2H-benzopyranon	3.9	—	—	—
Sinap aldehyde	8.4	2.7	1.7	4.8
Sinap alcohol	1.1	5.7	4.6	5.9
Palmitic acid ethyl ester	미량	1.2	0.3	0.9
Caproic acid ethyl ester	미량	2.1	0.4	0.4
Linolenic acid ethyl ester	0.2	1.1	0.4	0.4
Oleic acid ethyl ester	0.1	1.1	0.5	0.3
Adipic acid dioctyl ester	0.9	1.2	0.2	0.4

표 7-3 오크통의 톱밥취

아로마	화학명	강도
야채취, 나무취	1-hexanal	*
곰팡이취, 흙취	3-octen-1-on	**
풀취, 식물취	1-hexanol	*
썩은취, 금속취	1-nonanal	*
견과취, 나무취	2-octenal	***
흙취, 에스터취	2-ethyl-1-hexanol	***
초산취	Acetic acid	***
구운아몬드취	Furfural	***
썩은취, 숲흙취	2,4-heptadienal	*
썩은취, 나무취	1-decanal	***
야채취, 나무취	1-hexanal	*
곰팡이취, 흙취	3-octen-1-on	**
풀취, 식물취	1-hexanol	*
썩은취, 금속취	1-nonanal	*
견과취, 나무취	2-octenal	***
흙취, 에스터취	2-ethyl-1-hexanol	***
초산취	Acetic acid	***
구운아몬드취	Furfural	***
썩은취, 숲흙취	2,4-heptadienal	*
썩은취, 나무취	1-decanal	***
견과취, 나무취	2-nonenal	***
빵취	5-methyl-furfural	***
썩은취	2-decenal	*
훈연취, 썩은취	2,4-decadienal	*

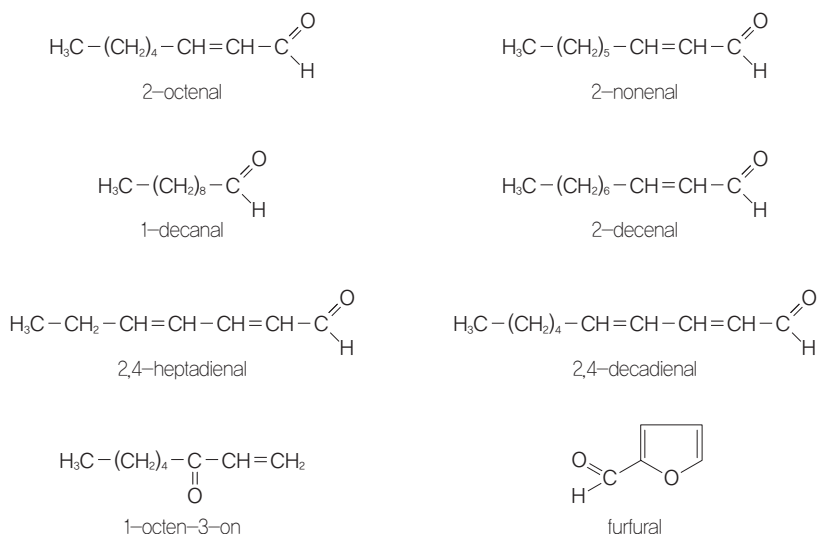


그림 7-10 톱밥취의 원인성분

3) 혼탁과 침전 발생

(1) 미생물적 혼탁

미생물적 혼탁은 크게 세균에 의한 혼탁과 효모에 의한 혼탁으로 나뉜다. 젖산발효에 필요한 세균인 오에노코쿠스 오에니는 포도주에서 혼탁을 유발할 수 있으며 젖산균의 또 다른 종류인 락토바실루스 플란타리움은 초산균과 다이아세틸을 생성시켜 포도주 품질을 떨어뜨리고 혼탁을 유발한다. 쌍구균과 초산균 역시 젖산취와 혼탁을 유발한다. 세균에 의한 혼탁을 방지하는 방법으로는 병입 전 정밀여과(0.2 μm)와 아황산 처리를 통해 세균을 제거하는 것이 가장 효과적이다.

일반적으로 효모는 병입 전 정밀여과(0.45 μm)로 제거되기 때문에 효모에 의한 혼탁은 세균에 의한 혼탁보다 발생 빈도가 적다. 그러나 소수의 효모가 포도주에 함유되면 2차 발효가 진행돼 아세트알데하이드가 생성되고 이것이 유리이산화황과 결합함으로써 결국 아황산을 추가로 첨가해야 하는 문제가 발생한다. 효모에 의한 혼탁 원인균은 사카로미세스 세레비지에, 클로케라(*Kloeckera*), 아피쿨라투스, 피치아 파리노사(*Pichia farinosa*) 등이다. 예방법은 정밀여과를 하고 질소를 발효조에 주입하여 산소를 제거하고 이산화황 함유량을 35 mg/L로 유지하는 것이다.

(2) 화학적 혼탁

발효를 개방형 탱크에서 수행하거나 아황산을 첨가하지 않은 경우 미숙성 포도주의 색이 갈색화할 수 있다. 이는 발효즙에 타닌과 금속 성분이 많이 함유되어 있는 부패한 포도로 포도주를 제조할 경우 발생하며 맛이 쓰고 비린맛이 난다. 예방책으로는 타닌 성분 감소, 포도즙이나 포도주 살균을 통한 갈색화 효소 불활성, 포도즙에 벤토나이트 사용, 아황산 첨가 등이 있다. 포도주 착색은 이미 산화가 진행된 상태이므로 앙금거르기 때 침전된 효모를 재투입하거나 미숙성 포도주를 블렌딩해 착색문제를 해결하는 방법도 있다.

단백질 혼탁은 적포도 파쇄즙을 강하게 압착하면 타닌이 증가하는데, 이 타닌 성분이 단백질을 침전하게 하면서 일어난다. 단백질 침전물은 병입 후 발생하는데, 가느다란 실 모양이며 파쇄즙이나 포도주를 나트륨-칼륨 혼합 벤토나이트를 이용하여 사전에 제거하거나 파쇄즙을 가열하면 된다.

주석산으로 불리는 크리스털 혼탁은 다른 침전과 다르게 코르크나 포도주병의 거친 벽 부분에 침전되는데 디켄팅을 통해 침전물을 분리할 수 있으나 미세한 크리스털 침전물은 분리하기가 어렵다. 이런 일은 특히 미숙성 포도주를 조기에 병입하고 저온 저장하면 온도 쇼크로 발생된다.

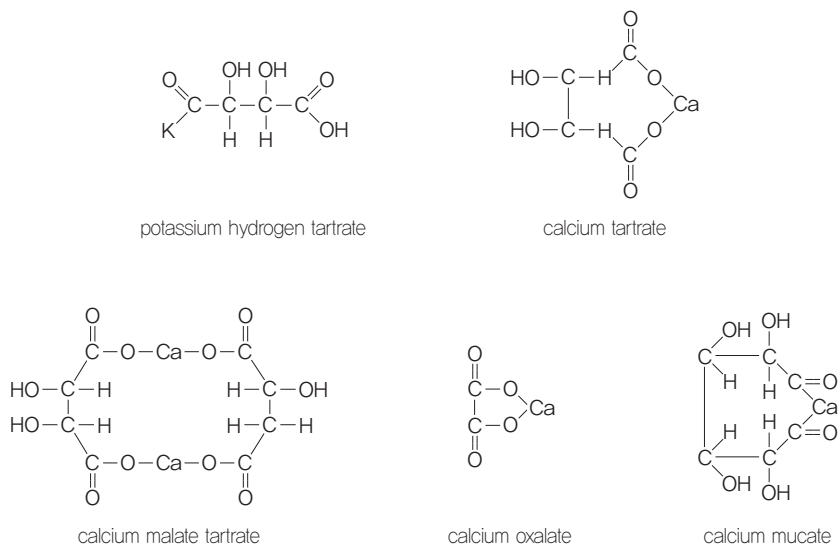


그림 7-11 포도주의 주석산과 사과산

장기간 저장한 포도주의 크리스털 침전은 병 바닥에 침전되는데 비교적 저온 저장한 포도주에서보다 문제가 덜 심하다. 크리스털 침전은 구성성분이 여러 종류여서 종류에 따라 크리스털 형태가 다르게 나타난다. 칼륨주석산, 칼슘주석산, 칼슘점액산 등으로 나뉘나 육안으로는 구분하기 어렵고 현미경으로는 크리스털 형태가 다르기 때문에 구별할 수 있다. 주석산은 장기간 저장할 때 생성되어 오히려 고품질 포도주임을 증명하는 것으로, 포도주 품질을 저하시키지 않으며 상온에 두면 혼탁이 사라지는 경우도 있다.

(3) 금속 혼탁

금속 혼탁은 포도주 성분이 포도주 제조 장비, 부속품, 잔류 농약, 황산구리 등과 반응하여 생성되는 것으로 일정 농도를 초과하면 혼탁이 형성된다. 철 혼탁은 병 포도주를 장기간 보관할 경우 병 바닥에 띠 형태의 가느다란 실 모양 혼탁물이 생성되는데 이는 아황산 결핍으로 철분자가 산화되어 인산화철(FePO_4)을 형성하기 때문이다. 특히 철 혼탁 현상은 산도가 낮은 포도주에서 발생하기 쉽다. 현미경으로 관찰하면 크리스털 구조는 아니며 염산과 반응시키면 침전물은 분해되거나 $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 와 반응에서는 혼탁한 청색을 띤다. 예방책으로는 철분이 압착기로부터 포도즙으로 혼입되는 경우가 많으므로 압착기를 스테인리스 재질로 사용하는 것이 최선책이다.

구리 혼탁 현상은 대부분 구리 합금으로 만들어진 이송관이나 펌프 등으로부터 포도주로 흡입되어 일어난다. 구리 침전물은 주로 황화구리(Cu_2S)나 황산구리(Cu_2SO_3) 성분으로 구성되어 있으며 구리 침전 포도주에서는 일반적으로 1 mg/L의 구리가 검출된다. 이러한 포도주에서는 구리의 쓴맛이 난다. 벤토나이트나 젤라틴을 사용하면 구리 혼탁을 예방하는 데 효과적이다.

(4) 코르크취

자연 코르크의 경우 전체 포도주의 2% 정도가 곰팡이취를 연상시키는 코르크취에 노출되어 있으며 심한 경우에는 20~50%까지 문제를 일으킬 수 있다. 코르크취의 주요 원인은 2,4,6-트라이클로라니솔(2,4,6-trichloranisole)이며 냄새 최소감응농도는 백포도주에서는 10 $\mu\text{g/L}$, 적포도주에서는 0.05 $\mu\text{g/L}$ 이다. 코르크마개의 표백과 살균을 위해 사용되는 차아염소산염(hypochlorite)은 염소와 폐놀 성분 등을 유발하게 되고 트라

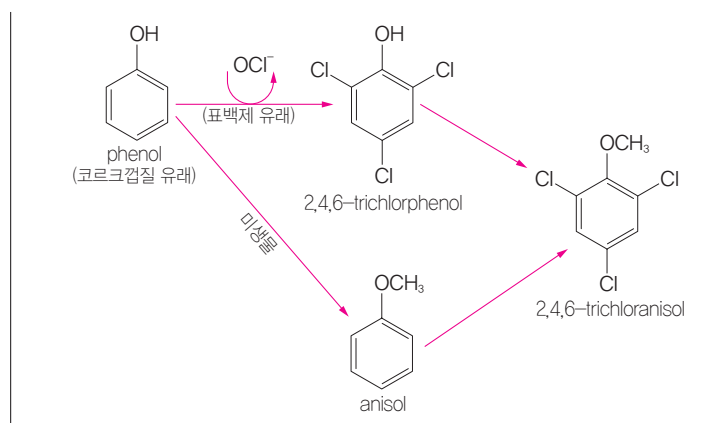


그림 7-12 코르크껍질에서 2,4,6-트라이클로라니솔의 생성 메커니즘

이클로르페놀(trichlorophenol)을 거쳐 트라이클로라니솔로 변환된다. 부가적으로 2,4,6-TCA는 염소세척 시에 생성되는 염소페놀이 곰팡이균에 의해 생성된 것이다.

코르크취 제거에는 활성탄(25~75 mg/L)이 효과적이지만 코르크취 상태에 따라 투입되는 활성탄 양을 조절할 필요가 있다. 코르크취를 예방하기 위한 또 다른 방법으로 집괴코르크(agglomerate cork)를 이용하지만 3개월 정도 저장한 뒤 곰팡이취가 나고, 포도주와 접촉해 생성되는 용매취를 유발하는 1,2,3,4-테트라하이드로나프탈린(1,2,3,4-tetrahydronaphthalin)이 생성되는 등의 단점이 있다. 코르크취를 예방하기 위해 개발된 인조마개는 일정한 품질로 생산할 수 있는 장점이 있는 반면 산화변화를 일으키기 때문에 인조마개로는 포도주를 최대 3년간만 저장할 수 있다.

(5) 기타

포도주에 함유되어 있는 알코올과 초산의 반응 또는 야생효모에 의해 생성되는 에틸아세테이트는 정상적인 포도주에서는 30~80 mg/L 존재하며 200 mg/L가 함유되면 초산 함유량이 0.8 g/L 이하라도 부패한 포도주로 간주한다. 에틸아세테이트 함유량이 200 mg/L이면 에스터취나 용매취가 발생한다. 용매취는 포도즙의 전처리여과나 살균을 통해 예방할 수 있다.

만닛트취는 과당이 젖산균(*Oenococcus oeni*, *Leuconostoc dextranicus*, *Lactobacillus*)에 의해 환원되어 생성되며 이때 초산도 생성된다. 예방하려면 발효를 정상적으로 수행

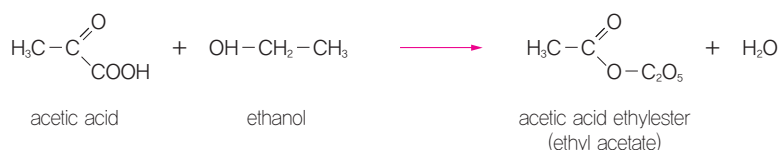


그림 7-13 초산과 알코올로부터 에틸아세테이트가 생성되는 과정

하여 잔류 과당을 최소화하고 포도주를 낮은 온도에 저장하며 양금거르리를 적절한 시기에 수행하고 야황산 처리를 충분히 하는 것이 중요하다. 병 두께가 얇거나 무색병이거나 매장에서 포도주를 장기간 보관했을 때는 포도주가 빛에 노출되어 일광취의 원인이 될 수 있다. 예방책으로는 갈색병을 사용하거나 저장온도를 10℃ 이하로 해야 한다. 무색병이나 초록색병의 경우 박스포장을 하거나 검은색 천 등으로 덮어 빛을 차단하는 것이 중요하다.

2. 품질 관리

1) 품질 저하의 원인 미생물

최종 포도주 제품에서도 특히 잔당과 산소가 있을 경우 정밀 여과가 되지 않으면 효모에 의한 감염이 일어날 수 있고 그 결과 혼탁이나 침전물 등이 나타난다. 일반적으로 포도주에 잔당이 4 g/L 이하 함유되면 효모 증식이 어려운 것으로 판단한다. 포도주 혼탁을 시각적으로 인지할 정도면 통상 포도주 1 mL에 효모가 약 1만 개 함유되어 있는 것이다.

표 7-4 포도주 품질 저하의 원인 미생물

구 분		종류	증 상
효모	포도주 효모	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	잔당 존재 시 재발효, 혼탁 유발
	야생 효모	<i>Saccharomyces ludwigii</i>	침전과 점성 생성, 아세트알데하이드 합성
		<i>Schizosaccharomyces pombe</i>	잔당 존재 시 재발효, 혼탁 유발, 산 분해, 약품취 유발
		<i>Zygosaccharomyces bailii</i>	휘발산 및 에스터 생성
		<i>Candida</i> spp., <i>Candida stellata</i> <i>Candida pulcherrima</i> , <i>Candida krusei</i>	잔당 존재 시 재발효, 혼탁 유발
		<i>Hanseniaspora uvarum</i>	초산 생성
		<i>Metschikowia pulcherrima</i>	아세트알데하이드와 에틸아세테이트 생성
		<i>Pichia</i> spp., <i>Pichia farinosa</i> <i>Pichia membranaefaciens</i> , <i>Pichia vini</i>	아세트알데하이드 생성
		<i>Hansenula anomala</i> , <i>Pichia anomala</i>	초산, 에틸아세테이트, 메틸부틸아세테이트 및 이소아밀아세테이트 생성
		<i>Brettanomyces intermedius</i>	약품취 및 초산 생성
세균	초산균	<i>Gluconobacter oxydans</i>	산소 유입 시 초산, 아세트알데하이드, 에틸아세테이트, 글리세린 분해, 점성 생성
		<i>Acetobacter aceti</i>	
		<i>Acetobacter pastorianus</i>	
	젖산균	<i>Lactobacillus</i> spp.	불필요한 젖산발효, 주석산 분해, 아민 생성, 발효 장애 및 쥐노취 유발
		<i>Lactobacillus plantarum</i>	
		<i>Lactobacillus kunkeei</i>	
		<i>Lactobacillus hildegardii</i>	
		<i>Pediococcus</i> spp.	
		<i>Pediococcus damnosus</i>	
		<i>Pediococcus parvulus</i>	
		<i>Pediococcus pentosaceus</i>	
		<i>Oenococcus oeni</i>	
곰팡이	포도원	<i>Botrytis cinerea</i> , <i>Plasmopara viticola</i>	곰팡이취 및 독소 생성
		<i>Aspergillus</i> spp., <i>Penicillium</i> spp.	
	가공 시	<i>Trichothecium roseum</i>	
		<i>Penicillium</i> spp., <i>Aspergillus</i> spp.	

2) 포도주 공정 관리 기법

(1) 검사 방법

미생물 검사를 하기 위해서는 현미경을 이용하는데 그중 광학 현미경(light microscope)은 일반적으로 미생물 검사에 필요한 기본 장비이다. 세부장치로는 위상차 현미경(phase contrast microscope)이 필요하고 세균검사를 하기 위해서는 암시야 현미경(darkfield microscope)이 필요하다. 광학 현미경을 통해 밀리미터당 최소 10만 개 이상 세포가 존재해야 미생물 관찰이 가능하며, 이로써 포도즙 가공 단계에서 포도주 감염 여부를 확인할 수 있다. 광학 현미경을 통해 미생물 오염 관련 발효 및 숙성공정을 주기적으로 관찰하는 것이 중요하다. 형광 현미경(fluorescence microscope)을 통해서도 생균수와 사균수를 구별할 수 있으며 미생물과 유사한 형태의 혼탁물을 구별할 수 있다.

공정 관리를 위한 또 다른 방법으로는 분자생물학적인 방법이 있는데, 이는 형광동소 혼성화(fluorescence-in-situ-hybridization)라고 불리는 기법으로 특정 DNA 염기서열의 존재 유무를 규명하는 방법으로 형광물질이 부착된 탐침(probe) DNA를 사용한다. 염색체에 탐침 DNA를 부착하는 검사과정을 혼성화(hybridization)라 하며, 염색체에 부착되는 탐침 DNA는 자외선에 노출될 때 형광을 내면서 대응하는 DNA 염기서열의 유무와 위치를 보여준다. 이 기법을 통해 미생물의 종(species)과 계(strain)를 구분할 수 있으며 젖산발효 균인 오에노코쿠스 오에니도 관찰할 수 있다.

또 다른 검사 방법은 생물발광법(bioluminescence)으로, 미생물에 존재하는 아데노신3인산(adenosintriphosphate, ATP)을 측정함으로써 미생물 오염 상태를 단시간에 관찰할 수 있으며 주로 소독 및 세척 상태를 확인하기 위해 이용한다. 배지를 이용해 미생물 오염 여부를 확실히 판별할 수도 있는데, 이것이 가장 일반적으로 사용되는 방법이다. 그러나 배지를 이용한 방법은 오염 여부를 판별하는 데 2~14일 소요되는 단점이 있다.

(2) 포도 반입과 포도즙 제조 검사

겉으로는 깨끗해 보이는 포도에도 오염을 일으킬 수 있는 미생물은 다수 존재한다. 늦여름에 수확하거나 가공할 경우 초산균과 사카로미세스 유사균 등이 번식할 수 있다. 특히 포도의 pH가 높을수록 세균번식이 쉬워 휘발성 산 함량이 증가하고 불완전발효가

진행되어 품질 저하의 원인이 된다. 따라서 포도 세척수를 배지에 도달한 다음 오염 여부를 확인해야 하고 오염을 방지하기 위해 이산화황을 적절히 사용해야 한다.

(3) 알코올 발효와 젖산발효 검사

포도주 제조 공정에서는 포도즙에서 포도주로 전환되는 과정이 매우 중요하다. 특히 발효 및 젖산발효공정에서 미생물 등에 오염되면 품질을 정상화하기가 어렵다. 따라서 발효 시 관리해야 할 항목은 포도즙의 구성성분, 미생물 오염상태, 발효온도와 검증된 양조효모 이용 등이다. 일반적으로 포도즙의 당도, pH, 총산만 구성성분으로 인식하지만 질소성분 역시 포도즙의 주요한 영양 구성성분으로, 포도즙에 질소가 충분히 함유되어 있는지 확인해야 한다. 포도즙의 미생물 오염 상태를 발효 전 검사함으로써 투입할 효모를 선택할 수 있으며 발효온도 16℃ 이하에서는 사카로미세스균이 발효를 서서히 진행하고 사카로미세스 유사균의 알코올 내성이 강해져 이취를 유발하므로 발효온도를 관리해야 한다.

야생효모를 이용한 자연발효와 순수배양효모를 이용한 발효의 경우 포도주 품질 차이를 떠나 알코올 발효를 하기 위해서는 사카로미세스 세레비지에 효모가 포도즙에 충분히 존재해야 하기 때문에 양조효모 사용은 필수적이다. 따라서 발효 중에는 매일 당도, 발효온도를 체크해야 하며 발효 초기와 중간에 2일 간격으로 현미경을 이용해 발효 상태를 관찰해야 한다. 미생물 농도는 현미경과 혈수계수판(haemocytometer)을 이용하여 간단히 체크할 수 있으며 정상적인 발효액에는 효모가 밀리리터당 6,000만~1억 2,000만 개 존재한다.

발효 중에 발아하는 효모 수를 체크해야 하는데 보통 발효 초기부터 발효가 3분의 1 정도 경과하기 전까지 혈수계수판을 이용하여 체크해야 한다. 특히 발효 초기에는 효모의 80% 이상이 발아율을 나타내야 발효가 정상적으로 진행된다. 발효 중에 체크해야 할 또 다른 항목은 생균 수와 사균 수인데, 이는 광학 현미경이나 형광 현미경을 통해 간단히 구별할 수 있다. 광학 현미경의 경우 메틸렌 블루(methylene blue), 형광 현미경의 경우 옥소닐 색소를 이용하여 전체 효모 수 대비 사균 수와 생균 수를 계산한다. 세균오염 여부는 위상차 현미경을 이용하면 간단히 판별이 가능하며, 암시야 장치를 장착하면 세균과 혼탁물도 쉽게 구별할 수 있다.

발효탱크에서 발효가 중지되거나 산소가 유입되면 초산균이 번식할 수 있다. 젖산발

효 검사를 하기 위해서는 매일 총산과 현미경을 통한 세균검사를 실시하고 사과산과 젖산을 2~3일 간격으로 체크하며 관능검사를 실시해야 한다. 총산은 적정산도를 통해 체크하며 사과산과 젖산은 효소적 방법이나 광도계 또는 HPLC를 이용하여 분석이 가능하다. 발효 중에 젖산발효가 진행되면 L형과 D형 젖산을 구분하여 분석해야 한다. D형 젖산은 젖산발효균에 의해 형성된 것으로 휘발산을 생성하여 품질을 떨어뜨리므로 아황산을 첨가하거나 포도주 정밀여과가 필요하다. 미생물 체크는 암시야 현미경을 이용하면 젖산균의 종류를 구별할 수 있다. 특히 젖산균 중 유해균으로, 형태학적으로 둥글고 응집을 형성하며, 사슬모양을 형성하지 않는 쌍구균종을 쉽게 구별할 수 있다. 이들의 증식을 오에노코쿠스 오에니를 투입함으로써 억제할 수 있다.

(4) 미숙성 포도주 검사

미숙성 포도주에는 효모가 존재하며 이 효모를 통해 품질이 향상된다. 아황산이 모든 오염 미생물로부터 미숙성 포도주를 차단해주지 않으며 pH가 높아짐에 따라 유리이산화황의 효과는 떨어진다. 따라서 미숙성 포도주는 4주 간격으로 현미경을 통해 주기적으로 오염 여부를 점검해야 한다.

(5) 탱크 및 병 포도주 검사

도말법을 사용하든지 0.45 μm 크기의 멤브레인 필터를 이용하여 미생물 오염 여부를 판별한다.

(6) 병입 검사

여과를 거친 포도주는 병입 후에 미생물이 검출되지 않아야 하는데 때때로 유통 중에 혼탁이나 후발효가 진행되는 경우가 있다. 최근에는 여과를 거치지 않은 포도주가 유통되는 경우가 많은데 이때 잔당이나 사과산이 없어야 한다. 적포도주의 경우 pH가 높으면 락토바실루스에 의해 글리세린이 증가해 혼탁을 유발하는 경우가 있다. 또 포도주를 세워놓았을 때 코르크를 통한 산소유입으로 초산균이 증식하는 경우도 있어 휘발산이 다량 발생한다. 이런 문제점을 예방하고 해결하기 위해서는 공장에 HACCP 개념트를 기반으로 하는 자동 또는 반자동 관리 시스템을 구축해야 하며, 오염 가능한 공간 또는

장비들에 대한 집중적인 검사와 관리가 필요하다.

3) 품질 분석

(1) 가용성 고형분

포도즙의 가용성 고형분은 포도주에 함유되어 있는 당분, 산분, 질소, 무기영양 성분 등 물에 녹는 포도주의 모든 성분을 가리킨다. 물의 밀도를 1로 보았을 때 가용성 고형분의 밀도는 물보다 무거우므로 1 이상이 된다. 음료 산업계에서는 가용성 고형분 측정을 일반적으로 당도 측정이라고 표현하기도 하며, 밀도가 높으면 높을수록 당도는 높아진다.

당도를 표시하는 방법은 국가마다 다르다. 미국, 영국은 브릭스 단위(°Brix), 독일은 웨슬레(°Oe), 프랑스는 보메(°Baumé), 영국은 볼링(°Balling), 오스트리아는 크로스터노이부어거(°KWM) 등을 사용한다. 보메 단위는 포도즙 밀도와 포도주 알코올 관계를 직접적으로 표시하는 데 도움이 된다. 즉, 포도즙의 보메가 10이라면 포도주에 10% vol. 알코올이 함유되었다는 의미이다.

브릭스는 포도즙의 당분 양을 간접적으로 나타내는데 100 g의 포도즙에 1 g의 설탕이 함유된 것으로 볼 수 있다. 브릭스와 볼링 단위는 주로 영어권에서 사용되는데, 브릭스 단위와 볼링 단위는 정의가 매우 유사하다. 오스트리아에서만 사용되는 크로스터노이부어거 단위는 100 g의 포도즙에 1 g의 당분이 함유된 것을 의미한다. 웨슬레 단위는 포도즙의 밀도값을 의미한다. 즉, 웨슬레(°Oe) = $(d_{20/20} - 10,000) \times 1,000$ (단, $d_{20/20}$ 은 20℃에서 물질의 밀도와 20℃에서 물의 밀도의 비율을 의미한다). 웨슬레 방식은 간단한 밀도측정을 통해 가용성 고형분을 측정할 수 있다. 예를 들면 $d_{20/20}$ 이 각각 1,080, 1,125일 경우 이를 웨슬레로 나타내면 각각 80°Oe, 125°Oe가 된다. 웨슬레 측정 방식은 물질의 밀도를 측정하는 것이며 밀도를 측정할 수 있는 모든 장비는 원칙적으로 가용성 고형분을 측정할 수 있다.

밀도 측정은 온도에 따라 달라지므로 항상 20℃에서 측정하거나 온도 변화에 따른 교정값을 적용해야 한다. 알코올은 밀도를 낮추어 가용성 고형분 값을 낮추기 때문에 포도즙은 발효되지 않은 것이어야 한다. 일반적으로 가용성 고형분은 밀도를 직접 측정하는 밀도계나 굴절을 측정하는 굴절계를 이용하여 측정한다. 포도즙의 가용성 고형분을

측정한 것으로는 포도주의 알코올 함량을 정확히 측정할 수 없다. 단지 포도즙의 1°Oe는 후에 포도주의 알코올 함량이 약 1 g/L에 해당한다는 것을 알 수 있다. 또 가용성 고형분을 나타내는 단위는 서로 대략 환산이 가능하다.

$$^{\circ}\text{Brix}=(^{\circ}\text{Oe}+5)/4.4$$

$$^{\circ}\text{Oe}=(144.3(144.3-^{\circ}\text{Baumé})-1)\times 1000$$

$$^{\circ}\text{Brix}=1.8\times^{\circ}\text{Baumé}$$

$$^{\circ}\text{Oe}=\alpha\text{KWM}\times(^{\circ}\text{KWM}\times 0.022+4.54)$$

(2) 총산

산도 측정은 적정법을 이용해 측정하는데 이때 각각의 산이 측정되는 것이 아니기 때문에 총산이라 부르며 일반적으로 주석산을 기준으로 총산 함량을 표기한다. 프랑스의 경우 황산을 기준으로 총산을 표기하지만 유럽연합에서는 주석산을 기준으로 g/L로 표기한다. 포도즙의 총산은 포도주의 총산보다는 높게 나타나는데, 그 이유는 발효 중에 생성되는 휘발산, 석신산, 젖산 등의 양보다는 주석산 탈락과 젖산발효를 통한 산의 감소가 크기 때문이다. 산도가 낮은 포도는 경우에 따라서는 발효 중에 산도가 증가하는 현상을 보이기도 한다.

산도 측정 시 주의할 점은 이산화탄소를 완전히 제거해야 하고 적정 시 종말점을 정확히 측정해야 한다는 것이다. 특히 적포도주의 종말점은 pH 미터를 이용하면 쉽게 찾을 수 있다. 일부 고급 포도주의 경우 총산 함량 10~12 g/L에서도 조화로운 맛을 내지만 일반적으로 총산 함량이 8 g/L 이상이면 조화로운 맛을 내지 못한다. 따라서 포도즙의 산도를 측정해 감산 여부를 판단할 수 있지만 최적의 총산 함량은 제조하고자 하는 포도주 타입에 따라 다르게 나타난다.

(3) pH

pH는 포도주의 산도를 나타내는 척도로 사용된다. 총산을 g/L 단위로 표기할 수 있는데 비해 pH는 산성, 중성, 염기성 등으로만 표기할 수 있어 pH가를 총산과 직접 비교할 수는 없다. 다만 pH가는 총산 수치보다는 신맛을 나타내는 데 더 정확하다. 실험실상에

서는 총산과 pH분석은 포도주의 산도를 측정하는 데 서로 보완할 수 있었다. 예를 들면 적포도주의 경우 총산 측정 시 종말점을 찾기가 어려운데 이때 pH 미터를 활용하면 정확한 종말점을 찾을 수 있다.

그 밖에 젖산발효 검사 및 폐수의 중성화를 확인하는 데 pH 측정기는 유용하게 사용된다. 일반적으로 포도주의 산도는 pH를 기준으로 포도주가 3.0~3.3이면 신맛이 강한 포도주, 3.3~3.6이면 신맛이 적당한 포도주, 3.5~4.0이면 신맛이 약한 포도주로 판단한다.

(4) 알코올

알코올은 증류법을 이용하여 측정하며, 알코올 함량은 일반적으로 g/L 또는 % vol로 나타낸다. 두 단위법은 $\text{g/L}=(\% \text{ vol}) \times 7.89$, $(\% \text{ vol})=\text{g/L} \times 0.1267$ 로 환산이 가능하다.

(5) 당분

당분 측정에서 당분이란 발효성 당을 말하며 경험상으로 1 g/L 당분에서 0.47 g/L 알코올이 생성된다. 유통 포도주의 90%는 잔당을 함유하고 있으며 이 잔당은 조건에 따라 후발효가 될 수 있으므로 당분을 측정할 때는 총당분을 측정하는 것이 중요하다. 즉, $\text{총알코올(g/L)}=\text{현존하는 알코올(g/L)}+\text{가능 알코올(g/L)}$. 당분을 측정해 총알코올을 정확히 측정할 수 있으며 식은 다음과 같다. $\text{당분함량}=\text{총알코올} \times 2.1$ (factor 2.1은 알코올 수율 factor인 47%를 고려한 값). 일반적으로 가용성 고형분 함량이 높을수록 총알코올 함량은 더 높게 나타난다.

(6) 이산화황

총이산화황은 결합이산화황과 유리이산화황으로 구분하여 측정한다. 포도주에는 5~10 mg/L의 환원제가 함유되어 있어 3~5 mg/L 유리이산화황을 감소시키게 된다는 점을 주의해야 한다. 따라서 포도주에 유리아황산이 5 mg/L 이하 존재하면 실질적으로 유리이산화황은 거의 존재하지 않는 것으로 판단할 수 있으며, 포도주에 유리이산화황이 최소 10 mg/L 이상 존재해야 유리이산화황 측정에 의미가 있다.

반면 이산화황은 소비자 건강과 연관이 있기 때문에 총이산화황 함량을 기준으로 함

유 기준치를 정해놓고 있다. 즉, 총이산화황 함량=유리이산화황+결합이산화황으로 정의될 수 있다. 포도주의 아황산이 체내에 유리이산화황 형태로 흡수되든 결합 형태로 흡수되든 건강에 문제를 일으킬 수 있으므로 생산자 입장에서는 가능한 한 포도주의 총 이산화황 함량을 줄이는 것이 중요하다.

3. 관능평가

관능평가는 눈, 코, 혀를 통해 색깔과 냄새, 맛을 평가하는 것을 의미하며 국가별로 자국에서 개발한 포도주 관능평가 방법을 동원해 실시한다. 일반적으로 포도주 평가는 관능평가를 하기 위해 교육받은 전문가가 하며, 평가 전에 생산연도, 포도 품종, 품질 등급, 원산지 표기 등이 일치하는지를 확인한다.

포도주를 평가할 때 한정된 수의 포도주를 가지고 생산연도, 포도 품종 등을 구분할 수 있으나 불특정 다수의 포도주를 대상으로 하는 관능평가에서는 생산연도, 포도 품종 등을 구분하기가 불가능하다. 따라서 관능평가에서는 평가 대상인 포도주의 품질을 평가하는 데 의미를 두어야 하며 포도주 관능평가 시에는 포도주의 온도가 낮을수록 산미가 증가하고, 온도가 높을수록 알코올향이 증가하므로 백포도주의 온도는 12~14℃, 로제포도주의 온도는 13~15℃, 적포도주의 온도는 17~20℃를 유지하는 것이 바람직하다.

관능평가의 기본 항목은 탁도, 색깔, 냄새, 맛 등이다. 1회 관능평가를 할 수 있는 포도주 수량은 평가될 포도주의 평가 정도에 달려 있으며 품질에 이상이 있는 포도주만 골라내는 관능평가의 경우 20~50개 포도주를 대상으로 관능평가가 가능하다. 그러나 품질이 유사한 포도주들이나 세부항목에 대한 관능평가를 실시할 경우에는 5~6개의 포도주를 대상으로 관능평가를 실시하는 것이 적당하며, 포도주 한 품목당 15분 정도 시간이 소요된다. 관능평가 시 사용되는 포도주잔은 모양에 따라 포도주향을 인지하는데 일정 부분 영향을 미치지만 그 차이가 크지는 않다.

최근 백포도주와 적포도주에 공용으로 사용할 수 있는 국제표준(ISO) 포도주잔이 고안되어 있다. 부피 대비 포도주 깊이를 최대화하여 색깔 구별에 도움이 되도록 잔을 고안하였고 크리스털 재질에 무색투명하며 잔 아랫부분이 윗부분에 비해 폭이 넓게 만들

었다. 잔의 경사진 면은 포도주가 잔에서 강하게 흔들려도 넘치지 않고 아로마가 모이도록 고안되었다. 이때 잔에 포도주를 3분의 1 정도 채우는 것이 적당하다.

관능평가 시 포도주의 특성과 품질평가에 필요한 평가표는 여러 가지 타입으로 개발되어 있으나 단시간에 평가가 가능하고 결과가 호환 가능한 평가표는 아직 개발되지 않았다. 따라서 평가표가 세부적일수록 호환성이 약하기 때문에 평가표는 가능한 한 단순화하는 것이 일반적이다. 또 국가마다 평가하는 주안점이 다르기 때문에 어느 특정한 평가표를 활용하여 모든 포도주 관능평가에 적용하는 것

은 무리이므로 포도주 타입에 따른 관능평가표를 고안해야 한다. 관능평가단 인원은 개 개인의 평가편차 상쇄 및 평균화를 위해 가능한 한 많은 수로 구성하는 것이 좋으며 훈련된 패널로 구성하는 것이 일반적이다. 관능평가 시 한 가지 포도주에 대해 여러 번 냄새를 맡게 되는데 이때 한 번 냄새를 맡을 때마다 30~60초 간격을 두는 것이 올바른 평가방법이다. 냄새감각기관의 수용체가 냄새를 감지하기 위해 재정립되는 데 시간이 다소 걸리기 때문이다.

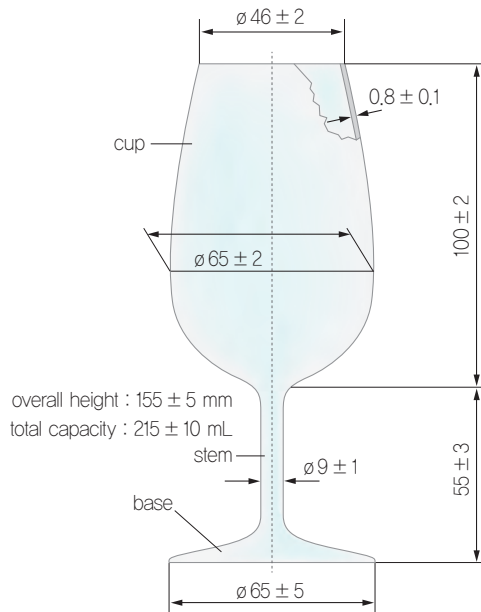


그림 7-14 포도주잔

1) 시각적 평가

포도주의 색깔을 측정하는 데는 스펙트로메터를 이용하는 분석적 방법과 인간의 시각을 이용하여 측정하는 두 가지 방법이 있지만 둘은 서로 연관성이 없는 것으로 보인다. 포도주 색깔을 분석적인 방법을 통하여 측정하는 방법으로는 CIE(Commission Internationale de l'Eclairage) 방법과 OIV(International Organisation of Vine and Wine) 방법 두 가지가 있는데, 이는 포도주 색깔과 색조, 색깔 깊이까지 측정할 수 있다. 일반적으로 포도주 색깔로는 포도 착색 정도, 과피 접촉 기간, 포도주 이상 상태 등을 간접적

으로 알아낼 수 있다. 그런데도 포도주 색깔은 포도주 품질을 판단하는 데 영향을 주며 포도주 품질과 포도 색도, 색조와 연관이 있다는 주장도 있다.

예를 들어 잘 만들어진 포도주는 적당한 알코올과 pH, 낮은 이산화황 함량 그리고 과피에 파생된 아로마 등에 따라 풍미가 우수하기 때문에 색깔을 통해 포도주 품질을 알 수 있다고 주장하는 것이다. 이와 같이 포도주 색깔이 포도주 품질에 미치는 선입관을 차단하기 위해 시음 시 검은 포도주잔을 이용하는 경우도 있다. 색깔로 포도주를 인지하는 데 대한 연구는 이미 알려져 있으며 로제 와인의 경우 색깔에 따라 선호도가 구분되는 현상을 보였다. 백포도주에 안토시아닌 색소를 첨가한 포도주를 평가한 결과에서 적포도주에 사용되는 표현이 기술되기도 하였다.

2) 맛 평가

맛은 혀의 미뢰에 있는 특수한 수용체인 뉴트론에 의해 발현된다. 이들에 의해 최소 5가지 기본 맛인 단맛, 쓴맛, 신맛, 짠맛, 감칠맛 등을 느낄 수 있으며 단맛, 신맛, 쓴맛, 짭은맛 순으로 맛을 느끼게 된다. 포도당과 과당은 포도주의 단맛을 내는 주요 성분이며 과당이 포도당보다 단맛을 더 낸다. 단맛은 글리세롤과 알코올 함량에 따라 증가할 수 있다. 플라보노이드 페놀성분이 포도주의 쓴맛을 부여하는데, 이는 주로 타닌성분으로 볼 수 있다. 타닌이 풍부한 적포도주에서는 때때로 타닌의 짭은맛이 쓴맛을 마스킹하는 경우도 있다. 숙성 기간에 포도주는 종종 타닌의 중합반응과 침전에 따라 쓴맛이 감소하면서 맛이 부드러워지는 반면 페놀성 성분이 포도주에 남아 있거나 타닌이 가수분해되면 오히려 쓴맛이 많아진다.

그 밖에 포도주에 쓴맛을 부여하는 성분은 글루코사이드, 터펜, 알카로이드 등이며 글루코사이드 중에는 나린진(naringin)이 쓴맛을 부여하는 성분이다. 터펜과 알카로이드계가 포도주에 쓴맛을 부여하는 경우는 드물다. 신맛과 짠맛은 적은 양의 무기질 양이온으로 혀의 수용체 세포의 멤브레인 변화를 유도하기 때문에 전자적인 맛으로 불리기도 한다. 신맛은 주로 H^+ 이온으로 발현되는 반면 짠맛은 금속 또는 준금속성 양이온으로 활성화된다. 포도주에 신맛을 부여하는 주요 성분은 주석산, 사과산, 젖산이다. 이 성분들은 침액 단백질의 변성으로 짭은맛을 유도하기도 한다.

포도주에는 주석산, 산성 주석산염 등이 있지만 나트륨 성분이 없어 포도주에서는 짠

맛을 느낄 수 없다. 맛에 대한 관능평가는 물리적·화학적·생물학적 요소의 영향을 받는데, 예를 들면 낮은 온도에서는 단맛과 알카로이드계의 쓴맛을 줄여주는 경향이 있으나 쓴맛과 떼은맛이 강화되는 것이 일반적이다. pH도 미뢰의 수용체 분자 모양을 변경함으로써 맛에 영향을 크게 미친다. 서로 다른 당 성분이 혼합되어 있을 때 단맛은 억제되며 당도가 높을수록 이런 현상은 더욱 두드러진다.

한편 음식의 짠맛과 포도주의 단맛으로 타닌의 쓴맛이 억제되고 산도는 단맛을 감소시키는 반면 쓴맛과 떼은맛은 강화된다. 알코올은 단맛과 알카로이드계 쓴맛을 강화하는 반면 일부 산의 신맛과 타닌의 떼은맛을 억제하는 역할을 한다. 적포도주의 떼은맛은 주로 포도씨와 껍질에서 유래된 플라보노이드계의 타닌성분이며 안토시아닌은 프로시아니딘에 유도된 쓴맛을 강화하는 역할을 한다. 백포도주에서는 페놀성 성분의 농도가 낮아 떼은맛이 약하게 나타는데, 특히 높은 산도로 백포도주의 떼은맛을 느끼게 되며 pH가 낮을수록 떼은맛을 강하게 느끼게 된다. 알코올 농도가 높은 포도주의 경우 목 후미에서 타는 듯한 느낌을 주며 일부 페놀성 성분은 후추성 타는 듯한 느낌을 준다.

포도주의 보디감은 당과 알코올 농도 등의 영향을 받으며 글리세롤 역시 보디감을 강화하는 데 영향을 미치지만 일부 스위트한 와인을 제외하고는 보디감을 높일 정도로 함유되어 있지 않다. 포도의 다당체인 아라비노갈락톤-단백질(arabinogalactan-protein)과 효모의 다당체인 마노단백질 역시 포도주의 보디감에 영향을 미친다. 한편 산도는 포도주의 보디감을 줄이는 역할을 한다.

3) 후각 평가

냄새 최소감응농도는 코를 통해 아로마 성분을 감지할 수 있는 최소 농도를 말한다. 시각적인 관능이 동반되지 않으면 냄새를 정확히 구별할 때 개인마다 차이가 크다. 따라서 포도주 관능 전문가들도 때때로 블라인드 테스트에서 품종과 원산지를 판별하는 데 오류를 범하게 된다. 일반적으로 여성이 남성보다는 냄새 감각 관련 호르몬과 유전적 차이에 따라 후각이 예민하게 발달되어 있으며 인종, 연령에 따라 후각 발달에 차이가 난다.

포도주 향기는 보통 아로마와 부케 두 가지로 나뉜다. 아로마는 포도에서 유래한 냄새나 전구체를 말한다. 반면 부케는 발효, 공정과정, 숙성에서 유래된 냄새를 말하는데 발효 부케(fermentive bouquet)는 효모발효, 젖산발효, 탄산발효법(carbonic

maceration) 등을 통해 유래된 향기성분을 말한다. 공정 부케(processing bouquet)는 포트 와인과 세리 등 블렌딩을 통해 유래된 향기성분, 효모 자가분해에서 유래된 향기성분을 함유하는 발포성 와인, 오크통 숙성을 통해 유래된 향기성분 등을 말한다. 한편 숙성 부케(aging bouquet)는 포도주 숙성을 통해 유래된 향기성분을 말한다. 그러나 포도와 효모, 박테리아 대사에서 유래된 향기성분에는 동종 또는 유사한 향기성분이 존재하여 아로마 향기성분과 부케 향기성분을 정확히 구별하는 데는 한계가 있다.

한편 포도주의 불쾌취를 빠르고 정확히 판명하는 것은 제조자와 유통업자에게 매우 중요한데 일부 포도주 성분은 일정 농도에서는 불쾌취를 나타내지만 낮은 농도에서는 오히려 바람직한 풍미를 나타내기도 한다. 또 포도주 타입에 따라 일부 불쾌취는 바람직한 풍미를 나타내는데 예를 들면 세리 와인의 산화된 부케향, 포트 와인의 퓨젤향, 마테이라 와인의 누린내 등이 그러하다. 병 포도주에서도 산화는 진행되는데 *o*-다이페놀(*o*-diphenol)과 같은 페놀성분과 구리, 철과 같은 금속이온, 이산화황, pH, 온도와 빛 등이 산화에 영향을 미친다.

포도주는 병을 개봉한 후 몇 시간 안에 본래의 품질 특성을 잃는데, 주 원인은 에틸아세테이트가 산화되고 휘발성 테르피놀이 방출되기 때문이다. 특히 에틸아세테이트는 발효 초기에 생성되었다가 후발효 과정에서 농도가 감소하는데 포도주에 50 mg/L일 때는 긍정적인 풍미를 주지만 100 mg/L 이상일 때는 부정적인 풍미를 부여하며 주로 초산균 대사로 생성된다. 이산화황도 일정 농도를 초과하면 자극적이고 타는 듯한 불쾌취를 내는데 이때 포도주를 글라스에서 흔들어 돌리면 소멸된다.

포도주 보존제인 솔베이트(sorbate)를 사용함으로써 제라늄(geranium) 같은 불쾌취가 나타날 수 있는데 주원인은 2-에톡시헥사-3,5-디엔(2-ethoxyhexa-3,5-diene) 성분으로, 이는 젖산균이 솔베이트 생성 대사 부산물로 생성된 것이다. 퓨젤 알코올(fusel alcohol)도 발효 중에 미량 생성되어 포도주 풍미에 긍정적인 영향을 주지만 농도가 300 mg/L 이상이면 거의 모든 포도주에서 부정적인 풍미가 나타난다. 예외적으로 정제되지 않은 브랜드를 첨가해 제조한 포르투갈의 포트 와인은 퓨젤 알코올의 과도한 농도가 오히려 제품 특성을 나타내는 지표로 사용되기도 한다.

다이아세틸은 오크 성분의 산화부산물로 소량 생성되기도 하지만 포도주에 다량 함유되어 있을 때는 젖산발효와 관련해 생성된 것으로 볼 수 있으며 일정 농도를 초과하면 부정적인 풍미를 부여한다.

코르크취나 곰팡이취는 코르크 곰팡이 증식에 따른 2,4,6-trichloroanisole(TCA)가 주요 원인이며 그 밖에 2,4,6-tribromoanisoles 또는 2-methoxy-3,5-dimethylpyrazine도 원인이 된다. 또 사상균인 스트렙토미세스(*Streptomyces*)에 오염된 경우나 페니실륨과 아스페르길루스에 의해 생성된 과이어콜, 게오스민에 의해서도 곰팡취가 나게 된다. 황화수소나 머캅탄은 포도주 발효나 숙성기간 중에 생성되는데 일반적으로 농도가 낮아 관능적으로 감지하지 못하지만 특히 머캅탄의 경우 일정 농도를 초과하면 썩은 양파 냄새 등을 유발한다.

4. 포도주의 구성성분

포도주의 화학적 구성성분은 포도, 포도즙, 포도주의 기후조건, 토양, 위치, 가공상태에 영향을 받는다. 포도주의 주요 성분은 가용성 고형분, 알코올, 당분, 산분, 무기질, 타닌, 색소, 질소화합물, 아로마 등이다. 포도주의 상품가치는 특히 알코올, 가용성 고형분, 당분, 글리세린, 산분, 아로마 함량에 영향을 받으며, 이는 화학적 분석과 관능검사로 판단할 수 있다.

1) 가용성 고형분

가용성 고형분이란 증류될 수 있는 성분을 제외한 당분, 산분 등의 성분을 지칭하며 평균적으로 백포도주에는 20~30 g/L, 적포도주에는 백포도주에 비해 약간 높게 함유되어 있다. 독일 아우스레제 포도주에는 60 g, 그 밖에 스위트 와인에는 30~40 g 함유되어 있다.

2) 탄수화물

완전 발효된 포도주에서는 포도당과 과당 등 탄수화물은 0.03~0.5%로 미량 존재하며 불완전 발효 시 탄수화물 함량은 많아진다. 특히 과당이 포도당보다 잔당으로 더 많이 남는다. 포도주의 잔당이 4 g/L이면 드라이 와인으로 볼 수 있다. 그 밖에 완전 발효

된 포도주에는 항상 펜토스, 아라비노스, 람노스, 자일로스 등도 미량 존재한다.

3) 에탄올과 그 밖의 알코올

포도주의 에탄올 함량은 빈티지와 종류에 따라 일반적으로 55~110 g/L이며 남미 지역 등의 포도주는 110~130 g/L를 나타낸다. 에탄올 함량이 114 g/L 이상을 나타내면 발효가 아닌 에탄올을 첨가한 포도주로 볼 수 있다. 메탄올은 펙틴 분해에 따라 생성되는 성분으로 포도주에 항상 38~200 mg/L로 미량 분포한다. 또 고급 알코올은 프로필알코올(propyl alcohol), 부틸알코올(butyl alcohol), 아밀알코올(amy alcohol) 등이 주요 성분이며 헥실알코올(hexyl alcohol), 헵틸알코올(heptyl alcohol), 노닐알코올(nonyl alcohol), 2,3-뷰테인다이올 등이 미량 존재한다. 당으로부터 생성되는 글리세린은 6~10 g/L 존재하며 포도주에 보디감과 부드러운 맛을 부여하는 역할을 한다. 솔비톨은 미량 존재하며 D-마니톨(D-mannitol)은 정상 포도주에서는 검출되지 않고 오염된 포도주에서만 최대 35 g/L 정도 나타난다.

4) 산도, 질소화합물, 무기질

포도주의 pH는 보통 2.8~3.8이며 산도는 주석산 기준 5.5~8.5 g/L를 나타낸다. 총 산에는 주석산, 사과산, 구연산과 발효부산물인 피루브산, 젖산, 휘발성산 등이 포함된다. 초산, 프로피온산, 고급 지방산 등은 오염된 포도주에서 검출된다. 포도즙의 질소화합물은 대부분 효모 대사 시 이용되며 일부 담금 및 압착 시 타닌성분과 함께 침전되어 포도주에 잔류하는 질소화합물은 대부분 아미노산이다. 포도주의 무기질은 발효 시 효모대사와 주석산염 형태로 침전되어 평균적으로 1.8~2.5 g/L 남는다.

5) 아로마 성분

포도주에는 600여 종의 휘발성 성분이 함유되어 있으며 이 성분의 전체 농도는 0.8~1.2 g/L이다. 이 중 아로마와 관련된 성분은 일부분이다. 포도주의 휘발성 성분은 포도와 발효 중 생성된 발효부산물 성분으로 구성되어 있으며 포도에서 유래된 아로마

는 대부분 중성이지만 머스켓, 피노, 소비뇽 등 일부 포도 품종은 아로마가 강하다. 머스켓을 비롯한 포도주의 아로마에 관여하는 성분은 터펜이며 이 성분은 포도즙에서는 대부분 냄새가 없는 글리코사이드 형태로 존재한다. <표 7-5>에서와 같이 포도의 리나롤만이 냄새 최소감응농도 이상의 농도를 나타낸다.

표 7-5 머스켓 포도에서 유리형과 결합형

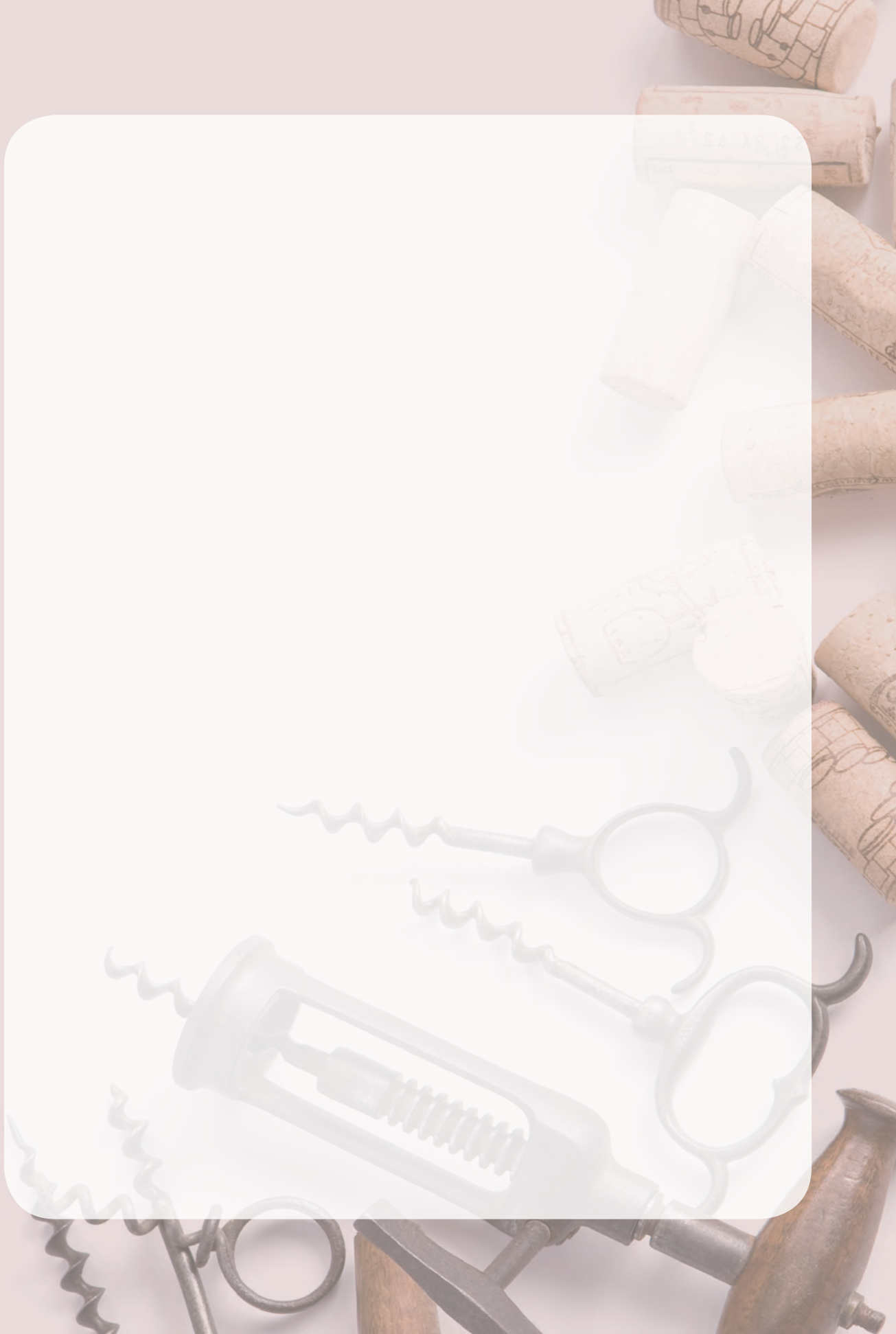
Monoterpene	유리 ($\mu\text{g/kg}$)	결합 ($\mu\text{g/kg}$)	최소감응농도 ($\mu\text{g/L}$, water)
Linalool	100	390	6
Geraniol	<5	330	130
Nerol	<5	170	400
α -Terpineol	<5	40	350
Trans-furanlinalooloxide	<5	130	7,000
Cis-furanlinalooloxide	<5	<5	6,000
Trans-pyranlinalooloxide	100	20	3,600
Cis-pyranlinalooloxide	30	5	5,400
3,7-dimethylloca-1,5-trans-dien-3,7-diol	2,200	300	odourless

포도가 숙성되면서 결합형 터펜이 유리형 터펜보다 증가하게 되는데 숙성 말기에는 pH와 당 농도가 거의 변화가 없게 되면서 유리형 터펜이 결합형 터펜보다 증가하는 현상을 보이게 되어 아로마가 더욱 강하게 된다. 포도즙을 열처리하게 되면 pH가 낮아지면서 글리코사이드의 가수분해가 촉진되어 리나롤, 게라니올, 네올, α -터피네올 등이 증가한다. 발효 중에 생성된 아로마는 주로 고급 알코올과 에스터 성분으로 볼 수 있으며 이들 성분의 상호작용으로 각각 성분들의 관능적인 특징을 설명하기는 매우 어렵다. 아미노산 대사 부산물인 2-메틸프로판올과 2-메틸부탄올, 3-메틸부탄올은 최소감응농도 이상의 농도를 나타내면 아로마에 부정적 영향을 미치는 반면 2-페닐에탄올은 아로마에 긍정적인 영향을 미친다. 포도주에 함유되어 있는 에스터의 경우 최소감응농도 이상의 농도를 나타내는 경우가 많아 아로마에 미치는 영향이 비교적 크다고 볼 수 있다. 또 포도주 아로마에 영향을 미치는 요소는 숙성과 저장 중에 생성되는 성분들이며 특히 병 숙성 중에 생성되는 성분은 1,1,6-트라이메틸-1,2-다이하이드로나프탈린(1,1,6-trimethyl-

1,2-dihydronaphthaline)으로 오랜 숙성을 통해 최소감응농도 이상 농도(20 µg/L 물)를 보여 등유취 같은 아로마 특성을 나타내게 된다. 그 밖에 포도주 아로마는 포도 품종에 영향을 받게 되는데 <표 7-6>은 품종에 따라 나타나는 아로마 특징이다.

표 7-6 포도 품종에 따른 포도주의 아로마 성분

품종	아로마 성분
무스카텔러	Cinnamic acid ethylester
	β-Ionone
	Linalool
	Geraniol
	Nerol
리슬링, 샤르도네	β-Damascenone
트라미너	4-vinyl guaiacol
소비뇽	2-methoxy-3-isobutylpyrazine
	2-methoxy-3-isopropylpyrazine





MT

2004



CHAPTER 8

다양한 과실주 제조기술

국내 과실주의 역사와 생산 현황 / 머루와인 제조기술 /
복분자와인 제조기술 / 배와인 제조기술 / 감와인 제조
기술 / 참다래와인 제조기술



다양한 과실주 제조기술

1. 국내 과실주의 역사와 생산 현황

1) 우리나라 과실주의 역사

(1) 우리나라 최초의 과실주

우리나라에 처음 과실주가 소개된 것은 고려 충렬왕 때(1285)이다. 원나라의 황제(쿠빌라이 칸)가 고려 충렬왕에게 포도주를 보냈다는 기록이 전해지는데, 이 시기는 고려가 원나라의 영향을 크게 받은 때이다. 원나라는 통치를 용이하게 하기 위해 몽골제국의 공주들을 고려왕에게 시집보냈고, 고려는 몽골의 공주를 왕비로 맞이하였다. 고려로 시집온 원나라 공주는 모두 8명이었는데, 그중 가장 먼저 충렬왕에게 시집온 공주가 바로 원나라 세조 쿠빌라이의 딸인 홀도로게리미실(제국대장공주)이다.

원나라 세조가 강력한 권력을 가졌듯이 그녀 또한 고려로 시집온 공주들 중에서 가장 강력한 권력의 소유자였다. 아마 딸이 먼 이국으로 시집을 가니 아버지인 쿠빌라이가 사위인 충렬왕에게 선물로 준 것이 아닐까 추측한다. 이 시기 원나라는 서유럽까지 정복활동을 벌였으니 당연히 그 지방에서 생산되는 와인이 공물로 원나라에 바쳐졌을 것이고, 이는 몽골에서는 생산되지 않는 귀한 술이었으므로 쿠빌라이 칸이 변방으로 시집가는 공주에게 특별히 선물한 것으로 여겨진다. 이것이 우리나라에서 가장 오래된 과실주 기록이다.

(2) 조선시대 포도주

우리나라에서 포도주를 빚는 방법은 조선시대 『산림경제』에 등장한다. 당시 포도주는 현재 유럽에서 만드는 방법과 다른 동양의 특이한 방법으로, 포도와 찹쌀, 누룩을 원료로 담근 것이 특징이다. 홍만선이 지은 『산림경제』를 살펴보면, “익은 포도를 비벼 즙을 내고, 찹쌀밥, 흰누룩과 함께 섞어 빚으면 저절로 술이 되는데 맛이 훌륭하다. 머루(산포도)도 좋다”라고 기록되어 있다.

제조방법을 좀 더 상세하게 살펴보면 쌀로 빚은 곡주를 기본으로 포도나 머루를 넣어서 만들었는데, 먼저 쌀을 찌서 누룩을 넣은 뒤 물 대신에 으갠 포도즙을 넣으면 누룩에 의해 쌀이 당화되고, 누룩이나 포도의 과피에 많이 붙어 있는 효모에 의해 알코올 발효가 일어나서 포도주가 만들어진 것으로 짐작된다. 우리 선조들은 이렇게 만든 술을 포도주라고 하였다. 조선시대 그려진 포도도가 다수 전하는 것으로 보아 이때부터 포도를 재배하였으며 자연스럽게 포도주도 빚었던 것으로 보인다.

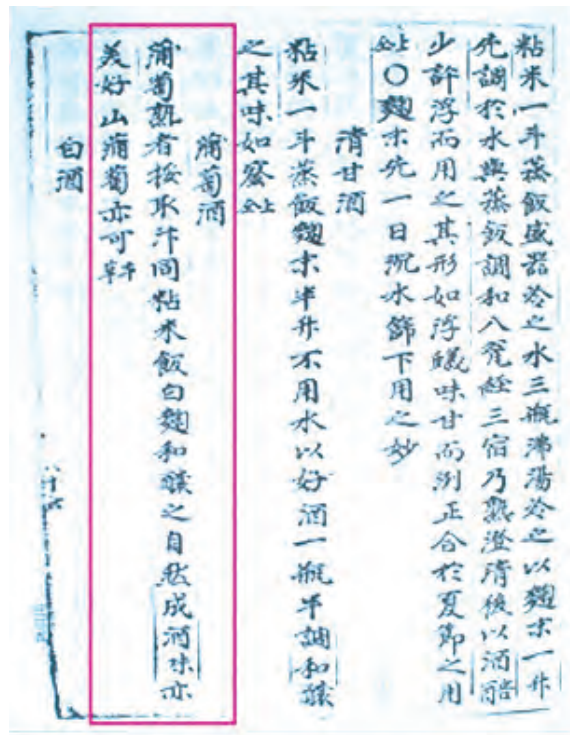


그림 8-1 조선시대 포도주 제조법(홍만선, 『산림경제』, 1715)

(3) 1970~80년대 우리나라 과실주

우리나라에서 현대식 과실주가 처음 만들어진 것은 1969년 파라다이스의 ‘애플와인’이다. 이어 1970년대 들어 ‘노블와인’과 ‘마주앙’이 출시되면서 우리나라 과실주 산업의 새로운 장이 열렸다. 1970년대 과실주 산업은 1974년 ‘국민주개발정책’과 함께 정부 주도 아래 시작되었다. 이 정책에 참여한 해태주조, 동양맥주, 백화양조 3사가 포도원을 조성하고 과실주로 생산하였다.

이와 같은 정부 정책은 우리 국민이 과실주를 즐겨 마셔서가 아니라 양곡정책의 일환이었다는 설이 있다. 밀주를 아무리 단속해도 곡식으로 술을 만드니 곡식 대신 과일을 술의 원료로 사용함으로써 곡식 사용을 줄이자는 취지였다는 것이다. 한편 청와대를 방문하는 외국 국가 원수들을 위한 만찬에서 적어도 우리나라에서 만들어진 포도주로 건배해야 하지 않겠느냐는 지시를 내렸다는 박정희 대통령 이야기도 전해진다.

이유야 어쨌든 ‘국민주개발정책’에 힘입어 1974년에 해태주조에서 ‘노블 와인’을, 1977년에는 동양맥주에서 ‘마주앙’을 내놓았으며, 진로는 ‘샤토 몽블르’, 금북주는 ‘두리랑’과 ‘엘리지앙’, 대선주조는 ‘그랑주아(발포성 포도주)’와 ‘앙코르’를 출시하였다. 이 시기에 국내 포도주 중 가장 유명한 것이 마주앙이었다. 마주앙은 국내 백포도주의 대명사로 국산 포도주 판매량의 대부분을 차지하고 한국 천주교의 공식 미사주로도 선정돼 현재까지 그 명맥을 유지하고 있다.



그림 8-2 1970~80년대 생산된 국내 과실주

마주양은 독일산 포도 품종인 리슬링 묘목을 (주)두산백화에서 수입하여 경상북도 경산에 있는 포도원에 심어서 수확한 포도로 만들었다. 하지만 이렇게 발전하던 국내 포도주 산업은 1987년 수입자유화에 따라 다양한 포도주가 수입되면서 점점 설자리를 잃으면서 대형 포도주 생산업체는 생산량을 급격히 줄였다.

(4) 1990년대 이후 국내 과실주 산업

국내 와인 제조량은 과실주 수입 개방에 따라 1990년대 이후 줄어들다가 2000년대 들어 조금씩 늘어나는 추세에 있다. 와인 소비량 역시 2000년대 이후 급격하게 늘고 있으며, 식생활의 서구화와 소득증대, 저도수 알코올 음료 선호도 증가, 사회 전반적인 웰빙 붐 등의 영향으로 앞으로도 꾸준히 증가할 것으로 전망된다. 하지만 국내에서 소비되는 와인은 대부분 수입 와인이다. 국내에 와인 생산 기반이 없는 상태에서 와인 소비량이 늘어남으로써 수입 와인이 그 자리를 차지해 국내 와인 유통 물량의 80% 정도를 수입 와인이 점유하고 있다.

현재 국내 와인 생산량은 조금씩 늘어나고 있으나 증가 추세는 수입 와인 증가 추세보다 낮은 편이다. 국내 와인 원료로는 복분자를 가장 많이 사용하며 포도와 머루가 그 뒤를 잇고 있다. 복분자와 머루의 경우 생산량 대부분이 와인용으로 쓰이지만, 포도는 전체 생산량의 극히 일부분만 포도주용으로 이용되고 있다. 연간 국내 포도 생산량은 30~35만 톤에 달하지만, 대부분 생과로 소비되며 약 1,000톤 정도가 포도주로 이용된다.

2) 국내 과실 생산과 이용 현황

(1) 국내 과실 생산 현황

국내 과실재배 면적은 1990년대 후반에서 2000년을 정점으로 감소하였으나 2005년 이후 소폭으로 증가하는 추세이며, 2010년 현재 총 16만 2,000 ha가 재배되고 있다. 국내 과주 중에서 재배 면적이 가장 넓은 것은 사과로, 총 재배 면적의 약 20%를 점유하고 있으며, 다음은 감귤이 2만 1,000 ha로 약 13%를 차지하고 있다.

표 8-1 국내 주요 과실류 재배 현황(단위: 천 ha)

연도	합계	사과	배	포도	복숭아	감귤	기타
1995	174	50	16	26	10	24	48
2000	173	29	26	29	14	27	48
2005	155	27	22	22	15	22	47
2006	152	28	21	19	13	21	50
2007	154	29	20	19	13	21	52
2008	154	30	18	18	13	21	54
2009	157	30	17	18	13	21	58
2010	162	31	16	18	14	21	62

국내 과수 재배 면적이 2000년 이후 감소한 데 반하여 과실 생산량은 꾸준히 증가하다가 2009년 이후 감소했는데, 감소폭이 가장 큰 과종은 감귤로 2009년 대비 2010년에 약 18% 감소하였다. 국내에서도 과수 분야에서 신품종 육성이 활발히 추진되고 있으나 현재 재배되는 품종은 대부분 외국에서 도입된 것으로 사과 후지 품종이 63.5%, 배 신고 품종이 81.5%, 포도 캠벨얼리 품종이 73.0%를 차지하고 있다. 국내에서 개발된 우수한 품종이 많지만 신품종 재배 기술 보급이 저조하고 가격 형성이 되지 않아 재배농민들에게 인기를 얻지 못하고 있다.

표 8-2 국내 주요 과실류 생산 현황(단위: 천 톤)

연도	합계	사과	배	포도	복숭아	감귤	기타
1995	2,300	716	178	316	130	615	345
2000	2,429	489	324	476	170	563	406
2005	2,593	368	443	381	224	638	539
2006	2,504	408	431	330	194	620	521
2007	2,750	436	467	329	185	777	556
2008	2,698	471	471	334	189	636	627
2009	2,881	494	418	333	198	753	685
2010	2,489	460	308	306	139	615	661

(2) 과종과 제품 유형별 가공 현황

과일 원료가 가장 많이 가공되는 형태는 대부분 주스나 음료인 데 반해 복분자, 머루, 오디는 와인으로 가공되는 비율이 높은 것이 특징이다. 즉 이들 과실은 와인용 이용률 확대가 원료 생산을 견인하고 있다. 포도는 주스로 가공되는 비율이 가장 높으며, 전체 가공용 포도 처리량에 비하면 와인으로 가공되는 비율은 8.9%로 비교적 낮은 편이다. 이것은 현재 재배되는 품종이 가공용이 아니라 대부분 생식용에 적합한 캠벨얼리나 거봉인 것이 원인이며, 앞으로 와인용 품종이 보급된다면 포도의 와인 가공 비율은 현저히 높아질 것으로 전망된다.

와인 원료로 가장 많이 이용되는 것은 복분자로, 2010년 2,771톤이 와인용으로 이용되어 가공용 원료 중 75.8%를 차지하였다. 머루(개량머루)는 711톤이 와인용으로 이용되어 가공용 원료 중 73.6%를 차지하였다. 기타 과일도 주산지에 와인공장이 설립되어 와인용으로 이용되는데, 대표적으로 경북 청도의 감와인과 의성의 사과와인, 경남 사천의 다래와인을 들 수 있다. 이 밖에 매실이나 배, 유자, 오미자, 오디 같은 과실도 와인 양조용으로 이용되고 있다.

표 8-3 과종과 제품 유형별 가공 내역(2010년, 단위: 톤)

과종	합계	통조림	주스	넥타	잼	술	식초	음료	즙청	기타
사과	28,087	178	22,300	940	685	585	0	1,757	7	1,635
배	8,037	0	949	2,487	303	3	0	430	3,181	684
포도	8,767	555	5,541	230	440	785	58	634	90	434
감귤	91,126	0	86,874	0	123	1	0	1,840	1,948	340
단감	108	0	0	0	0	30	78	0	0	0
복숭아	3,447	445	843	132	938	118	0	110	12	849
유자	15,616	0	3	0	4	17	0	65	14,021	1,506
감	8,333	0	0	0	0	136	1,104	0	0	7,093
복분자	3,655	0	352	0	26	2,771	0	476	26	4
매실	1,945	20	819	150	0	206	47	283	217	203
머루	966	0	105	0	0	711	0	40	0	110
오디	262	0	15	0	19	155	13	39	13	8
오미자	314	0	58	0	0	2	0	223	0	31

(계속)

과종	합계	통조림	주스	넥타	잼	술	식초	음료	즙청	기타
오미자	314	0	58	0	0	2	0	223	0	31
키위	452	0	25	0	383	3	0	41	0	0
무화과	54	0	11	0	36	0	0	0	0	7
기타	12,382	0	6,673	0	1,038	288	20	2,108	626	1,629
합계	183,551	1,198	124,568	3,939	3,995	5,811	1,320	8,046	20,141	14,533

*2010 과실류 가공현황, 농림수산물부, 2011. 9

(3) 지역별 가공용 원료 처리량

국내에서 와인용으로 가장 많이 이용되는 과실은 복분자이다. 전북에서 1,751톤, 전남에서 1,645톤이 가공되어 전국 가공량의 93%를 차지하고 있으며, 이 밖에도 충남과 경북, 경남지역에서 생산되고 있다. 복분자는 생식용보다는 가공용으로 이용되고 있으며 그중에서도 술로 가공되는 비율이 가장 높은 과실이다. 가공용으로 이용되는 사과는 2010년 경북에서 2만 5,251톤을 사용하여 가장 높으며, 다음으로 경남 947톤, 충남 677톤이 가공용으로 이용되었다. 단감은 경남이 주산지이며, 뽕은 감은 경북에서 2010년 7,266톤이 가공용으로 이용되어 전체 가공용에서 87%를 차지하고 있다.

포도는 경기, 경북, 충북에서 가공용으로 많이 이용되고 있으며 이외에 전북, 전남, 경남, 충북에서도 200~300톤이 가공용으로 이용되고 있다. 머루는 2010년 전북에서 390톤, 경기에서 300톤, 경남에서 161톤이 가공용으로 이용되었으며 그 밖에도 경북, 강원, 충북에서 각각 60톤, 34톤, 21톤이 가공용으로 사용되었다. 이 밖에도 매실, 참다래, 오미자, 오디 등이 가공용으로 이용되고 있다.

표 8-4 과종과 지역별 가공 원료 사용량(단위: 톤)

과종	합계	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
사과	28,088	454	98	383	677	1	277	25,251	947	0
배	8,039	414	7	77	663	6	3,859	2,598	415	0
포도	8,768	2,959	30	1,751	251	377	390	2,746	264	0
감귤	91,126	1,367	0	0	0	166	17	2,423	1,313	85,840
단감	108	0	0	0	0	0	0	0	108	0
복숭아	3,449	96	819	1,341	39	120	113	861	60	0
유자	15,616	2,545	0	1	28	96	11,755	6	1,113	72

(계속)

과종	합계	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
감	8,333	0	0	5	56	517	140	7,266	349	0
복분자	3,655	28	18	7	101	1,751	1,645	59	43	3
매실	1,946	67	3	25	75	5	755	167	849	0
머루	966	300	34	21	0	390	0	60	161	0
오디	262	2	0	0	0	179	41	28	12	0
오미자	314	10	0	5	101	14	0	161	3	20
참다래	452	25	0	386	0	0	3	38	0	0
무화과	54	0	0	0	3	0	51	0	0	0
기타	12,379	6,981	7	1,874	501	786	312	1,512	350	56
합계	183,555	15,248	1,016	5,876	2,495	4,408	19,358	43,176	5,987	85,991

*2010 과실류 가공현황, 농림수산식품부, 2011. 9

3) 국내 포도주의 원료 특성과 와인 생산 현황

(1) 과실주 원료의 특성

우리나라는 사계절이 뚜렷한 온대과수 지대로, 남북으로 위도차가 크기 때문에 다양한 과종이 분포하고 있다. 아열대 기후에서 생산되는 감귤이나 유자, 무화과, 참다래가 제주도나 남부 해안지대에서 생산되고 있으며, 사과, 배, 포도, 감, 복분자, 블루베리, 자두, 살구, 매실, 오디, 오미자 등 다양한 과종이 전국적으로 생산되고 있다. 단맛과 새콤한 맛이 있는 과실은 모두 과실주의 원료가 될 수 있으므로 지역 특산주로서 개발 가치가 매우 높다고 할 수 있다.

과실주 맛에서 가장 중요한 것은 신맛이며 다음은 폴리페놀성 물질 함유량에 따른 입안의 느낌이다. 과실에 신맛을 내는 것은 유기산인데 과일에 주로 함유되어 있는 유기산은 사과산, 구연산, 주석산이다. 사과나 포도, 감귤, 참다래는 유기산이 적당량 함유되어 있으므로 산 함량 조절 없이 과실주를 담글 수 있지만, 다른 과종은 산이 너무 많거나 적기 때문에 과실주 제조 시 산 함량을 조절할 필요가 있다.

예를 들어 무화과, 배, 감, 오디, 블루베리 등은 산 함량이 낮기 때문에 발효 시 0.2~0.3%의 구연산을 첨가할 필요가 있는 반면, 유자, 복분자, 자두, 매실, 오미자 등은 유기산 함량이 너무 높기 때문에 희석하지 않으면 과실주로 마실 수 없을 정도로 신맛이 강하다. 따라서 이들 과종을 이용하여 과실주를 담글 경우 물로 희석하거나 유기산

함량이 적은 과실을 혼합함으로써 기호성이 높은 과실주를 제조할 수 있다.

와인발효 시 알코올 생성 농도는 원료 과실의 당 함량과 직접 연관이 있다. 당 함량이 높은 과실일수록 발효 후 알코올 함량도 높아진다. 국내에서 수확되는 과실은 대부분 당 함량이 10~15브릭스(° Brix)로, 알코올 농도 12% 정도의 과실주를 만들려면 당을 더 첨가해야 한다. 국내 과실주 원료의 이러한 특징을 감안해 주세법에서도 발효 시 당을 첨가하거나 발효 완료 후 발효주정을 일정량 첨가하여 알코올 농도를 높이는 것이 허용되고 있다.

과실주 제조에 좋은 원료는 어떤 것일까? 일반적으로는 그 품종의 특색을 가장 잘 발휘할 시기에 수확되고 농약이나 기타 이물질이 함유되어 있지 않으며, 오랫동안 두지 않은 싱싱한 것을 말한다. 세계적으로 유명한 와이너리는 대부분 자체 포도원을 가지고 있는데, 이것은 과실주 품질에서 그만큼 원료가 중요하다는 것을 의미한다. 이들 유명 와이너리들은 자기가 원하는 제품을 만들기 위해 필요에 따라 특이한 재배방법을 적용하거나 수확 시기를 조절해 원료를 생산한다. 즉 엄밀히 말하면 가장 맛있는 포도가 가장 좋은 와인을 만드는 것이 아니라, 가장 좋은 와인에 적합한 포도가 가장 좋은 원료라고 할 수 있다.

과실의 경우 완숙되었을 때 향기가 가장 강하고 단맛도 강하지만 과실주에 좋은 향기와 상큼한 맛을 주기 위해서는 완숙보다는 완숙되기 직전의 원료를 수확하는 것이 유리하다. 완숙된 것은 당도가 높고 향기도 많지만 와인발효 중에 과일향이 많이 날아가는 단점이 있기 때문이다.

과실주 원료는 수확 후 저장 기간을 거치지 않은 신선한 것을 이용하는 것이 가장 바람직하다. 당 함량은 높고 산 함량은 0.6~0.7%가 적당하며 pH는 3.6 이하가 좋다. 레드와인 제조에는 폴리페놀 함량이 높은 것이 많이 이용되며, 화이트와인을 제조할 경우 향기가 많은 과실이 우수한 품종이라고 할 수 있다. 와인은 과실을 그대로 발효시켜 만들기 때문에 원료가 청결해야 하며 특히 수확 한 달 전부터 농약을 사용해서는 안 된다.

(2) 포도주 생산 현황

국내에서 생산되는 과일 종류는 대부분 과실주로 양조되고 있다. 우리나라는 일부 아열대 기후를 포함한 온대기후 지대로 다양한 과일이 생산되기 때문에 세계 어떤 나라보다 다양한 종류의 과실주가 제조되고 있다. 무주, 파주, 삼척, 봉화, 지리산 일대의 개량

머루와인과 영천의 MBA 포도주, 김천, 영동, 대부도의 캠벨얼리 포도주, 사천의 참다래 와인, 남해의 유자와인, 의성의 사과와인, 고창의 복분자와인, 제주도의 감귤와인, 청도와 창원의 감와인, 부안의 오디와인 등이 유명하다.

2011년 현재 국내에는 70여 개의 중소형 업체가 와인을 생산하고 있으며, 국내에서 한국의 보르도를 꿈꾸며 와인산업이 급격히 성장하는 곳으로는 전북 무주, 경북 영천, 충북 영동을 들 수 있다. 이들 지역은 지자체의 적극적인 협력에 힘입어 와인생산 인프라가 잘 갖추어져 향후 우리나라 와인산업을 주도할 것으로 전망된다. 무주의 경우 사또무주, 덕유양조, 칠연양조, 루시올뱅, 산들벗 등의 업체에서 개량머루를 원료로 색이 진하며 타닌 함량이 다소 높고 장기숙성이 가능한 와인을 생산하고 있다. 무주군의 클러스터사업단과 와인생산 업체가 연계하여 새로운 타입의 고급 와인을 생산하기 위해 노력하고 있다.

영천지역은 주로 MBA와 캠벨얼리 품종을 이용해 와인을 생산하는데 한국와인과 경북대포도마를 같은 공장형 와이너리와 까브스토티와 같은 마을형 와이너리, 까치락골, 우아미, 고도리, 별길 등과 같은 소규모 농가형 와이너리가 이들 지역에서 와인 만들기 체험과 더불어 와인 생산을 견인하고 있다. 영천지역의 MBA 포도는 기상이 좋은 해에는 당도가 높아 설탕을 넣지 않아도 알코올 11% 정도의 와인을 만들 수 있어 향후 발전 가능성이 매우 높은 지역이라고 할 수 있다. 충북 영동에서는 주로 캠벨얼리 품종을 이용하며, 최근에는 개량머루와 블렌딩해 더 우수한 제품을 개발하고 있다. 이 밖에 와인 생산 기반인 원료 생산이나 와인생산 기술력에서 빼놓을 수가 없는 곳이 바로 경기도 파주 산머루농원이다. 1970년대 후반부터 개량머루를 재배하였으며, 1990년대 중반부터 머루와인을 만들기 시작하였다. 전국적으로 과실을 이용한 와이너리는 매년 증가하는 추세이며 앞으로 10년간 국내 와인산업은 꾸준히 성장할 것으로 전망된다.

국내산 과일이 와인으로 가공되는 것은 해마다 6,000~7,000톤 되며, 연도별 과실주용 원료 사용량을 볼 때 전체적으로 2008년 이래 조금씩 감소하고 있다. 이것은 과실주용 원료의 약 50%를 차지하는 복분자 원료 사용량이 2008년 3,641톤을 최고로 서서히 감소하는 것이 원인이라고 할 수 있다. 포도(머루 포함)는 해마다 1,500~2,000톤이 와인으로 사용되고 있으며, 사과는 500~600톤이 와인으로 제조되고 있다. 매실, 오디, 감, 참다래, 유자 등이 와인으로 가공되는데, 해마다 가공되는 양이 큰 폭으로 변한다는 것을 알 수 있다. 이것은 이들 과종의 경우 국내 생산업체 수가 매우 적고, 생산과 판매

가 아직 안정적이지 않다는 것을 의미한다. 현재 와인용 과종은 더욱 다양화되고 있으며, 국내 와인 제조기술의 급격한 발전과 더불어 다양한 와인이 출시될 것으로 보인다.

표 8-5 연도별 과실주용 원료 사용량

과종	연도별 과실주용 원료 사용량(톤)				
	2006	2007	2008	2009	2010
포도	946	1,419	714	625	785
머루	1,021	781	1,133	940	711
복분자	3,544	3,536	3,641	2,896	2,771
사과	557	569	510	610	585
배	100	5	11	3	3
뽕은감	—	—	450	425	136
단감	—	—	—	50	30
참다래	—	—	—	95	3
복숭아	—	—	—	—	118
감귤	—	—	—	24	1
오디	140	381	393	306	155
유자	50	38	28	5	17
매실	491	130	132	121	206
기타	416	493	2	57	291
합계	7,264	7,352	7,014	6,157	5,812

* 2010 과실류 가공현황, 농림수산식품부, 2011. 9

4) 국산 과실주 개발 방향

국내에서 생산되는 과일은 대부분 과실주용으로 사용할 수 있으나, 과종별 맛에 관여하는 산이나 당, 폴리페놀류의 함량 또는 과실주의 색에 관련되는 안토시아닌 성분과 기타 향기성분 함량에 따라 과실주 제조 방법이 조금씩 달라질 수 있다. 예를 들어 산 함량이 많은 오미자나 매실은 희석이 많이 필요한 반면, 캠벨얼리 같은 포도는 희석할 필요가 없다. 당분이 적은 과일로 원하는 알코올 도수의 과실주를 생산하기 위해서는 당을 첨가해야 한다.

(1) 장과류

장과류는 포도(머루)나 블루베리 등을 말하며, 우리나라에서 생산되는 대표적인 장과류는 캠벨얼리, 머스캣베리에이(MBA), 거봉, 개량머루, 블루베리 등이 있다. 이들 과종은 대부분 과실주용으로 이용되며 품질 좋은 과실주를 생산할 수 있다. 특히 포도에는 다양한 품종이 있어 향과 맛, 색이 각각 다른 여러 종류의 과실주를 생산할 수 있으며, 국내에서 과실주용으로 많이 이용되는 포도의 종류와 이용 방법은 아래와 같다.

캠벨얼리의 당도는 12~15브릭스이며 총산 함량은 0.5~0.7%이다. 캠벨얼리 포도의 보랏빛 색소는 델피닌계 안토시아닌 색소로 과즙 비율이 높기 때문에 포도주 제조 시 색이 옅어진다. 과실주의 짙은맛을 내는 타닌 함량은 비교적 적은 편으로 과실주를 만들었을 때 짙은맛이 적은 가벼운 타입의 와인이 된다. 캠벨얼리 포도는 미국종과 유럽종의 교잡 품종으로 미국종인 콩코드 품종에서 많이 나는 달콤한 라브라스카향(methyl anthranilate)이 진하게 나는 것이 특징이다. 발효온도가 높지 않은 20℃ 부근에서 발효하며 공기 접촉을 방지하면서 숙성시키면 라브라스카향이 진한 과실주를 만들 수 있다.

머스캣베리에이(MBA)는 베리에이 품종에 머스캣 함부르크 품종을 교배하여 육종한 것으로, 유럽종 포도의 유전자가 많이 함유된 품종이다. 머스캣향이 다소 함유되어 있으며 포도송이가 너슬너슬하고 당도가 높은 것이 특징으로 일명 ‘머루포도’라고 알려져 있다. MBA 품종은 일본에서 도입해 생식용과 양조용으로 이용되고 있다.

MBA 품종은 가을 날씨가 건조할 경우 20브릭스 이상으로 당도가 올라가기 때문에 알코올 농도 11%의 과실주 제조 시 가당하지 않고 만들 수 있다. 캠벨얼리에 비해 안토시아닌 색소와 타닌 함량이 높아 캠벨얼리보다는 무거운 타입의 과실주를 만들 수 있



캠벨얼리



머스캣베리에이



거봉



개량머루



블루베리

그림 8-3 국내에서 생산되는 주요 장과류

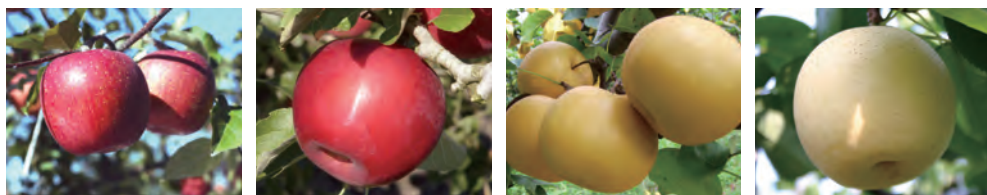
다. 안토시아닌과 타닌 함량이 매우 높은 개량머루와 블렌딩하면 경쟁력 있는 고품질 과실주를 생산할 수 있다. 개량머루는 산 함량이 높을 뿐 아니라 안토시아닌 색소와 타닌 함량이 다른 포도보다 훨씬 높다. 당도는 14~17브릭스로 11% 이상의 과실주를 빚으려면 제조할 때 가당을 해야 한다. 총산은 0.8~1.2%로 일반적으로 높은 편이어서 수확시기를 늦추어 산 함량을 떨어뜨려 수확하든지, 발효 시 일부 산을 제거할 수 있는 기술을 적용해야 한다.

발효 시 산을 떨어뜨리는 방법으로는 젖산균에 의한 말로락틱발효가 효과적이며, 저온에서 숙성시켜 일부 주석산이 금속이온과 결합하여 주석을 생성하게 되므로 장기간 숙성 시 산 함량이 낮아진다. 개량머루는 과립이 매우 작으며 안토시아닌과 타닌 함량이 매우 높아 안토시아닌 함량이 적은 과실주의 적색도 보강용으로 이용하기에 매우 좋은 재료이다.

(2) 인과류

국내에서 생산되는 대표적인 인과류로는 사과와 배를 들 수 있다. 사과의 산 함량은 품종에 따라 다소 차이가 있으나 국내에서 가장 많이 생산되는 부사(후지)의 경우 0.3~0.5%이며, 저장한 사과의 경우 산 함량이 0.2~0.3%로 낮아진다. 일반적인 과실주의 산 함량이 0.4~0.5%라고 본다면 가을에 수확한 사과의 경우 과실주용으로 적합한 산 함량을 보이나, 저장한 사과의 경우는 사과와인 발효 시 구연산을 0.1~0.2% 첨가해주는 것이 좋다. 사과는 가벼운 타입의 향기가 은은한 과실주 생산에 좋은 원료이며, 15℃ 정도의 저온발효를 시킴으로써 과일 자체의 향기(아로마)가 풍부한 과실주를 빚을 수 있다.

배는 과즙은 풍부하나 신맛과 향기가 거의 없어 배 단일로 고품질의 과실주를 제조하기는 쉽지 않다. 하지만 신맛과 향기가 거의 없는 것은 단점이기도 하지만 큰 장점이 될 수도 있다. 즉 향기는 우수하나 산 함량이 너무 높아 단일 과종으로 과실주를 빚기 어려운 과일에 신맛이나 쓴맛 희석용으로 배를 이용할 수 있다. 예를 들어 오미자나 매실의 경우, 총산 함량이 5~6%나 되기 때문에 신맛이 너무 강하여 이들 과일로만 과실주를 만들기는 불가능하다. 하지만 산이 높은 과일에 신맛과 향기가 적은 배의 신선한 과즙을 이용한다면 신맛을 완화할 뿐만 아니라 매실이나 오미자의 향기를 해치지 않는 과실주를 빚을 수 있다.



사과(후지)

사과(홍옥)

배(신고)

배(황금)

그림 8-4 국내에서 생산되는 주요 사과류

(3) 핵과류

핵과류는 복숭아나 매실, 살구, 자두처럼 과일 속에 딱딱한 핵이 있는 과일류를 말한다. 이들 과일의 대표적인 특징은 펙틴질 함량이 높아 착즙이 어려우며 술을 빻은 후 혼탁하고 여과가 잘되지 않는다는 점이다. 펙틴질 함량이 높은 과육의 경우, 과실주 제조 시 펙틴분해효소를 처리하면 착즙이 용이하고 착즙수율을 높일 수 있다. 펙틴분해효소는 제조사별 품질 차이가 크기 때문에 제조사 지시대로 처리해야 한다. 복숭아의 경우, 은은한 향기가 나므로 15℃ 정도의 저온에서 발효해야 향기를 보존할 수 있다. 복숭아를 이용한 과실주 제조 시 파쇄한 복숭아를 2~3일 발효 후 압착하면 쉽게 발효액을 분리할 수 있다.

매실을 이용하여 과실주를 만들기는 쉽지 않지만 매실즙과 배즙을 적당히 혼합한다면 신맛이 강하지 않은 매실 발효주를 만들 수 있다. 일반적으로 시중에는 청매실이 많이 유통되는데 매실 향기는 조금 더 성숙한 황매에서 강하게 난다. 따라서 매실와인용으로는 황매를 구입하거나 청매를 구입하여 2~3일간 25℃에서 후숙하여 사용하면 매실향이 풍부한 매실와인을 빻을 수 있다. 구입한 후 며칠간 후숙한 매실의 경우, 표면에



복숭아

매실

살구

자두

그림 8-5 국내에서 생산되는 주요 핵과류

잡균이 번식했을 가능성이 크므로 상태가 좋지 않은 것은 골라내고 흐르는 찬물에 2~3회 가볍게 헹구어 사용하는 것이 좋다.

(4) 딸기류

국내에서 재배되는 딸기류에는 복분자와 산딸기, 일반딸기 그리고 복분자와 모양과 색깔이 비슷한 블랙베리가 있다. 복분자는 나무딸기류에 속하며 국내 주산지는 고창과 그 인근 지역으로, 국내에서 과실주용으로 많이 이용되는 과종의 하나이다. 복분자는 과피뿐만 아니라 과육에도 안토시아닌이 다량 함유되어 있어 색이 진한 과실주를 빚을 수 있으며, 다른 과실주의 적색 보강용으로도 유용하게 사용할 수 있다.

복분자는 유기산으로 사과산과 구연산을 많이 함유하고 있으며 신맛이 매우 강하다. 수확 시 생과와 총산 함량은 1.0~1.2%로 매우 높은 편이며, 당 함량은 8~10브릭스이고 복분자 특유의 풋풋한 향기가 많아 부드러운 맛에 향기가 강한 고급 과실주 생산에 좋은 원료가 될 수 있다. 맛과 향이 좋은 복분자와인을 빚기 위한 핵심은 품질 좋은 복분자 원료를 확보하는 것이다. 복분자는 한여름에 수확되기 때문에 수확 후 초산균이나 젖산균, 산막효모 등에 의해 급속하게 품질이 떨어지므로 수확 후 가능한 한 빨리 냉동하여 야생균의 성장을 억제하며 복분자 고유의 품질을 유지하는 것이 매우 중요하다.



복분자(black raspberry)



산딸기(raspberry)



딸기(strawberry)



블랙베리(blackberry)

그림 8-6 국내에서 생산되는 주요 딸기류

2. 머루와인 제조기술

1) 품종과 생육 특성

머루는 포도와 비티스속에 속하는 덩굴성 낙엽활엽성 식물로 우리나라 전역에 분포한다. 머루의 종류는 왕머루, 머루, 새머루, 가마귀머루, 개머루, 섬머루 등으로 나뉘는데 식용하는 것은 왕머루와 머루이다. 머루는 암수 딴 그루로 암나무에서만 열매를 맺는다. 농가에서 많이 재배하는 것은 개량머루로 경기도 남양주의 독농가인 김홍집 씨가 1970년대 초 우리나라에 자생종인 머루와 미국종인 콩코드를 교배하여 선발한 것이라고 알려져 있다. 하지만 유럽종과 미국종, 동양종의 동위효소분석 결과에 따르면 현재 재배되는 개량머루(산머루)는 동양계인 머루와 미국종인 콩코드의 교잡종이 아니라는 견해가 있다

개량머루는 기후 적응성이 뛰어나 우리나라 전 지역에서 재배가 가능하다. 그러나 기상변화에 따라 결실 불량, 병해충 피해, 착생불량, 열과 등의 피해가 예상되며 토질에 따라서도 습해, 건조피해 등이 우려되므로 재식할 때 이러한 환경 요인을 고려하여 적지를 설정해야 한다. 개량머루는 전북 무주를 비롯해 임실, 강원도 삼척, 고성, 경기도 파주, 경남 함양 등에서 많이 재배하며 거의 전량 와인용으로 이용되고 있다.

올타리식 수형은 구성이 비교적 쉽고 빠르며 재배관리도 편리한 데 비하여 과실송이가 지표면 가까이 달리므로 병해 발생 우려가 높은 것이 단점이다. 2단식으로 재배할 경우 수량은 증가하지만 아랫단 송이의 품질이 떨어지므로 고품질 머루를 생산하기 어렵다는 단점이 있다.

개량머루는 산 함량이 높을 뿐 아니라 안토시아닌 색소와 타닌 함량이 다른 포도보다 훨씬 높다. 당도는 14~17브릭스로 11% 이상의 과실주를 빚으려면 제조 시 가당이 필요하다. 총산은 0.8~1.2%로 일반적으로 높은 편이어서 수확시기를 늦추어 산 함량을 떨어뜨려 수확하든지, 발효 시 젖산균을 이용하거나 탄산칼슘을 처리하여 일부 산을 제거하여야 한다. 개량머루는 과립이 매우 작으며 안토시아닌과 타닌 함량이 매우 높아 안토시아닌 함량이 적은 과실주의 적색도 보강용으로 이용하기에 매우 좋은 재료이다. 개량머루는 송이 무게가 150 g 정도로 캠벨얼리의 3분의 1 수준이다. 개량머루는 알이 작기 때문에 상대적으로 과즙량이 적다. 따라서 와인을 만들게 되면 송이가 큰 포도보다 와인의 색이 짙고 짙은맛이 강한 것이 특색이다.



그림 8-7 울타리식 1단 재배(왼쪽)와 울타리식 2단 재배(오른쪽)

사진 제공: 강원도 농업기술원 박영식 박사

강원도농업기술원에서 토종 왕머루 교잡종 중에서 우수한 특성을 보이는 품종을 선발하여 재배종으로 등록을 한 것으로 청산과 청풍이라는 품종이 있다. 청산은 2005년에 선발되었으며 숙기는 강원도 춘천지역에서 9월 중하순이고 송이 무게는 약 50 g으로 매우 적은 편이다. 당도는 16~17%, 총산은 1.0~1.3%이다.



그림 8-8 캠벨얼리와 개량머루

왕머루는 자웅이주로 암나무와 수나무가 있는데, 청산이 암나무로 열매를 맺기 위해서는 반드시 수분수(숫나무)가 필요하다. 수확기 열매 떨어짐이 없고 추위에 견디는 성질이 매우 강한 품종이다. 와인제조 시 특유의 고추 냄새나 인삼 향기가 있는 것이 특징이다.

청풍 품종도 강원도농업기술원에서 2006년에 선발된 품종으로 숙기는 9월 중하순으로 청산과 동일하며, 송이 무게는 약 70 g으로 청산보다는 좀 큰 편이다. 당도는 18~19 브릭스이며 총산은 약 1% 내외로 와인양조 특성이 청풍보다 우수한 편이다. 수세는 비교적 강한 편이며 청산과 같이 암꽃 품종으로 수분수가 반드시 필요하다. 청산과 청풍과 같은 암꽃 품종은 1,000 m²당 10그루의 수분수(수꽃나무)가 함께 재식되어 있어야 한다. 수확기 열과(과일 쪼개짐)가 없고 내한성이 매우 강한 품종이며 청산에 비하여 다수확성 품종이다. 와인으로 제조할 때는 청산과 마찬가지로 특유의 고추 냄새와 인삼 향기가 강한 것이 특징이다.



청산



청풍



블랙아이

그림 8-9 국내에서 개발된 왕머루 신품종

사진 제공: 강원도 농업기술원 박영식 박사

토종 왕머루와 유럽종인 머스캣베리에이 교잡종으로 ‘블랙아이’라는 품종이 2010년에 선발되었다. 이 품종의 숙기는 일반 머루와 비슷한 9월 중하순이며, 송이 무게는 약 170 g으로 청산이나 청풍보다 훨씬 큰 편이다. 당도는 약 18브릭스이며 총산은 1% 내외로 와인 가공 적성이 우수한 편이며 왕머루인 청산이나 청풍과 달리 자가수정이 가능하기 때문에 수분수가 필요 없어 매우 경제적이다. 내한성이 매우 강하여 전국 어디에서나 재배가 가능하다.

2) 품질과 가공 특성, 영양성분표

머루는 일반 성분 중 회분이 많은 편이며 무기질에는 칼슘과 인이 특히 많이 함유되어 있다. 머루과피에는 과육보다 인 성분이 약 2배 더 들어 있다. 머루에 함유되어 있는 비타민 종류는 적은 편이며, 다만 아스코브산이 소량 들어 있다.

표 8-6 머루 과일 성분(생과 가식부 100g 기준)

식품명	일반 성분						무기질				
	에너지	수분	단백질	지질	회분	탄수화물	칼슘	인	철	칼륨	나트륨
	kcal	g	g	g	g	g	mg	mg	mg	mg	mg
머루과육	44	86.4	0.6	0.1	1.4	11.5	8	26	0.3	—	—
머루과피	81	74.3	1.1	0.5	3.8	20.3	1	50	0.5	—	—
개량종	62	80.4	0.8	0.3	2.6	15.9	5	38	0.4	—	—
재량종	69	80.5	1.0	0.6	1.0	16.9	73	10	1.7	—	—

(계속)

식품명	비타민							식이섬유		
	레티놀 당량	레티놀	베타 카로틴	티아민	리보플라빈	나이아신	아스코브산	총 식이섬유	수용성 식이섬유	불용성 식이섬유
머루과육	—	—	—	0.06	0.03	—	11	—	—	—
머루과피	—	—	—	0.12	0.03	1.0	16	—	—	—
개량종	—	—	—	0.09	0.03	1.0	14	—	—	—
재량종	0	0	0	0.05	0.03	0.5	8	—	—	—

* 『식품성분표』 제8개정판, 농촌진흥청, 2011

3) 생산과 이용 현황

가공용으로 이용되는 머루는 2010년 총 996톤이었으며, 그중에서 711톤이 술로 가공되어 73.6%를 차지하였다. 다음은 주스가 10.9% 그리고 음료 등으로도 소량 가공되고 있다. 지역별로는 2010년 기준 전북에서 40.4%, 경기에서 31.1%, 경남에서 16.7%가 가공되었으며, 그 밖에 경북, 강원, 충북 등지에서 각각 2~6% 가공용 원료로 이용하고 있다.

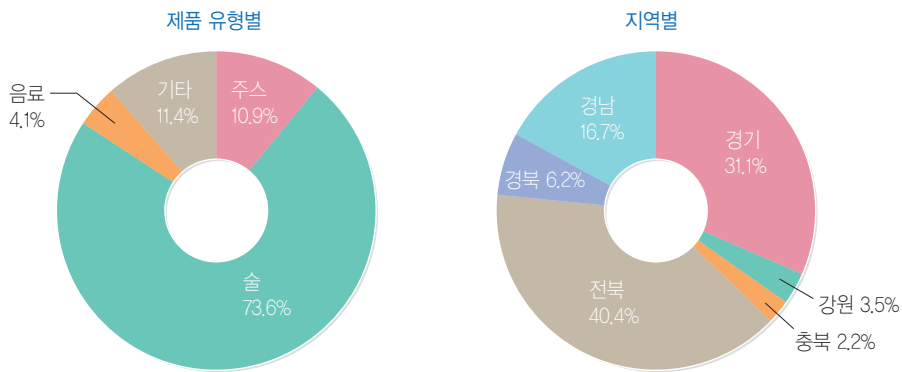


그림 8-10 제품 유형별(왼쪽), 지역별(오른쪽) 가공용 원료 처리 비율(2010 과실류 가공 현황)

4) 제조기술

(1) 공정

머루와인은 일반적인 적포도주 제조공정과 유사하다. 원료가 입고되면 덜 익은 것들이나 병든 과를 제거하는 선별과정을 거치고 포도와 같이 송이줄기를 제거한 다음 으깨

기를 한다. 이때 송이줄기 제거와 으깨기 공정은 한 기계에서 동시에 진행할 수 있으며, 수동일 경우에는 따로따로 진행한다. 머루를 으깬 때 가장 중요한 것은 머루즙에 녹아 나온 폴리페놀 물질의 산화를 막는 것이다. 머루는 폴리페놀 물질을 다량 함유하고 있기 때문에 산화가 급속도로 진행되는데 이것을 막기 위해서 아황산을 처리한다. 다음은 과즙조정이다. 과즙조정은 발효 완료 후 원하는 품질의 와인을 만들기 위하여 취하는 처리로, 머루는 당함량이 16~18브릭스 되므로 알코올 약 12%의 와인을 만들려면 가당을 해야 하며, 총산이 높기 때문에 감산도 필요하다.

과즙조정이 완료된 머루 으깬이에 활성화시킨 효모를 접종하고 와인발효를 시킨 후 압착하여 머루껍질과 씨 같은 비발효성 물질을 제거하고 1차 발효액은 잔당발효를 한다. 머루 발효액에 영양분이 고갈되면 발효에 참여한 효모가 과육과 껍질과 함께 가라앉는데, 바닥에 잘 가라앉았을 때 맑은 발효액만을 침전물과 분리하는 과정을 침전물 분리라고 한다. 침전물이 제거된 맑은 발효액은 맛이 충분히 들 때까지 숙성한 다음 블렌딩과 여과과정을 거쳐 병입하면 머루와인이 완성된다.

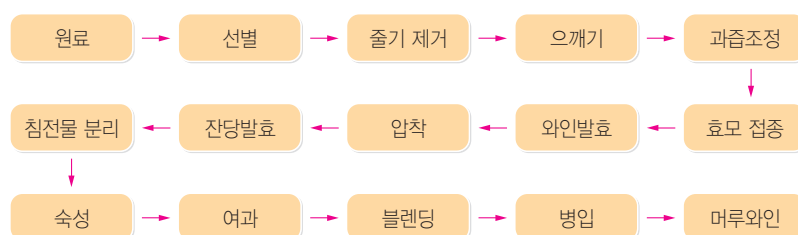


그림 8-11 머루와인 제조공정

(2) 원료 처리

① 원료 준비

머루 중에서 국내에서 가장 많이 생산되는 품종은 개량머루로, 9월경에 수확된다. 이때는 낮에는 25℃ 이상 올라가지만 밤에는 15℃ 이하로 떨어져 일교차가 매우 큰 시기이다. 이때 머루의 당도가 급격하게 높아지고 총산은 반대로 급속하게 떨어진다. 수확 시 과일의 품질 특성을 면밀히 분석하고 수확하는 것이 중요하다. 일반적으로 개량머루는 유기산 함량이 높기 때문에 충분히 익혀서 산 함량이 어느 정도 떨어진 다음 수확하

는 것이 좋다.

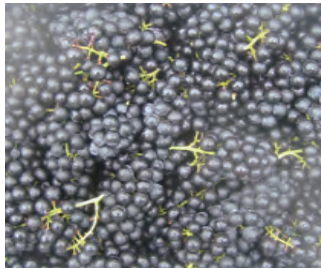
국내에서 생산되는 포도는 대부분 생식용이기 때문에 유럽의 양조용 포도보다는 품질에서 경쟁력이 떨어지지만 제조방법이나 두 종류 이상의 품종을 블렌딩하는 방법을 이용해 고품질 와인을 생산할 수 있다. 국내에서 양조용으로 많이 이용되는 캠벨얼리나 머스캣베리에이 품종에 개량머루를 블렌딩하면 색도나 떫은맛을 보강할 수 있다. 블렌딩하는 경우 이들 품종과 개량머루의 수확시기가 다르므로 각각 다른 시기에 과실주를 제조하여 1차 침전물 분리 후 블렌딩하여 숙성시키는 방법이 유효하다. 과일의 붉은 색소인 안토시아닌 함량이 높은 개량머루는 블렌딩용으로 매우 유용하게 이용할 수 있으므로 포도주나 다른 과일주를 생산하는 업체에서도 총생산물량의 10~20%의 원료를 확보해두었다가 블렌딩용으로 이용함으로써 제품의 품질을 높일 수 있다. 포도의 블렌딩에는 보랏빛 안토시아닌(델피니딘계)이 많이 함유되어 있는 개량머루가 적합하며 붉은색 안토시아닌(사이아닌계)이 함유되어 있는 딸기나 오미자는 오디나 복분자와 블렌딩하는 것이 적합하다.

② 으깨기와 송이줄기 제거

머루에서 과육 으깨기와 송이줄기 제거는 주로 한 공정에서 이루어지며, 소규모 가공 공장에서는 으깨기는 기계로 하되 송이줄기 제거는 손으로 하는 경우도 많다. 포도 줄기에도 폴리페놀이 다량 함유되어 있으므로, 줄기 제거 정도에 따라 품질이 다른 머루 와인이 생산되며, 때로는 인위적으로 줄기를 넣어서 발효하기도 한다. 머루용 파쇄·재경기의 크기는 각각의 머루와인 양조장이 하루에 취급하는 머루 양에 따라 달라지나, 큼직한 파쇄·재경기를 구입하는 것이 무난하다. 공장 규모가 커질 경우, 재구매할 때 비용이 많이 들고, 한 번에 들어오는 머루 양이 해마다 다르기 때문에 용량에 여유가 있는 기계를 구입하는 것이 좋다. 으깨진 머루는 이송용 펌퍼를 이용하여 발효탱크에 넣는다. 이때 머루 으깬이에 아황산염을 녹인 물을 골고루 뿌려준다.

③ 아황산 처리

아황산 처리의 목적은, 과실의 과피에 붙어 있는 잡균을 살균하고 과실 파쇄 시 용출되는 폴리페놀의 산화를 방지하는 데 있다. 처리방법은 식품첨가물용 메타중아황산칼륨(피로아황산칼륨, $K_2S_2O_5$)을 미리 원료 양 대비 필요량을 계산해두었다가 과실 으깨이 100 kg당 메타중아황산칼륨으로 10~20 g(이산화황(SO_2) 50~100 ppm 상당) 골고



머루 원료



파쇄·제경기



이송용 펌퍼

그림 8-12 머루 원료와 처리용 기계

루 뿌려준다. 가정에서 소규모로 과실주를 담글 경우 분말 아황산염을 그대로 사용해도 잘 섞어줄 수 있지만, 처리량이 많은 공장에서는 아황산염을 물에 녹인 뒤 으깬이가 나오는 곳에서 아황산이 골고루 혼합되도록 하는 것이 중요하다.

아황산을 처리하면, 처리 초기에 과즙에 함유되어 있는 아세트알데하이드, 피루브산 등과 이산화황이 결합하여 무독성 물질이 되며, 남아 있는 유리아황산이 미생물에 살균 작용을 한다. 아황산 처리 후 효모는 최소 5시간 이후 접종하는 것이 좋은데, 효모를 너무 빨리 접종할 경우 효모가 아황산에 의해 생육이 억제될 수 있다. 이산화황은 사람의 감각기관을 자극해 재채기나 숨 막힘 같은 증상을 일으키기도 하지만 과실주의 향기나 맛을 손상시키기 때문에 원료상태에 따라 최소한만 첨가하는 것이 좋다.

(3) 발효과정

① 과즙조정

알코올 발효는 과즙에 함유되어 있는 당을 효모를 이용하여 알코올로 만드는 과정을 말한다. 즉 원하는 알코올 농도를 만드려면 과즙에 당분이 적당히 포함되어야 한다. 그리고 이때 효모 생육을 원활하게 하려면 과즙에 질소질도 적당히 포함되어 있어야 한다. 과즙에 포함되어 있는 당의 약 5%는 글리세롤, 석신산, 젖산, 초산 등과 같은 부산물로 변하고, 2.8%는 효모가 탄소원으로 소비하며, 0.2%는 발효되지 않고 잔당으로 남기 때문에 과즙의 약 92% 정도가 알코올로 변한다고 볼 수 있다.

과즙의 당도를 나타내는 브릭스(°Brix) 농도는 과즙 100 g에 들어 있는 당의 무게(g)를 나타내며, 당 이외의 유기산이나 단백질 등 ‘가용성 고형물’의 함량을 나타내는 것이

다. 이러한 것들을 모두 종합하여 과즙의 당도에서 최종발효 후 알코올 농도는 과즙의 당도에 0.57을 곱한 값이 된다. 즉 12%(v/v)의 과실주를 생산하려면 약 22브릭스로 과즙의 당도를 맞춰야 한다. 원하는 당도를 맞추기 위한 가당량은 아래 식으로 계산할 수 있다.

$$\text{가당량(kg)} = \frac{\text{원하는 당도(° Brix)} - \text{현재의 당도(° Brix)}}{100 - \text{원하는 당도(° Brix)}} \times \text{머루 무게(kg)} \times 0.75$$

과즙을 발효할 경우 과즙 자체의 무게를 이용하여 가당량을 쉽게 계산할 수 있지만, 과육 으깬이를 발효시킬 경우 과실 무게에 대해 과즙 무게를 환산해야 한다. 즉 과실 무게에 과즙계수를 곱하여 과즙 무게를 도출할 수 있다. 과즙계수는 과종별로 차이가 큰데, 과육 으깬이에 포함되어 있는 과즙 비율이 높을수록 과즙계수가 높다고 할 수 있다. 개량머루의 과즙계수는 약 0.75%로서 과육 100 kg에 대하여 과즙 무게가 75 kg이라는 의미이다.

과즙에 당 함량이 25% 이상이면 발효는 지연되고 휘발산류(초산) 생성이 증가할 수 있다. 과즙의 적절한 총산 함량은 무거운 타입의 과실주용일 경우 0.4~0.5%가 적당하며, 가볍고 옅은 과실주용일 경우 0.5~0.6%가 적당하다. 머루와인은 숙성 시 주석산에 의한 주석 침전이 일어나므로 원료의 산 함량은 일반 과일의 산 함량보다는 0.1% 정도 높은 것이 적당하다. 머루와인의 경우 머루 자체가 신맛이 강한 과실이라는 이미지가 있기 때문에 머루와인용 원료의 산 함량은 0.7~0.8%가 적당하다.

발효완료 후에는 숙성 중 주석침전에 의하여 0.10~0.15%의 총산이 낮아지게 된다. 과즙의 총산이 높을 경우, 총산이 낮은 과즙을 희석하여 총산 함량을 조정하거나 탄산칼슘을 첨가해 산을 제거할 수 있다. 0.1%의 산을 제거하기 위해서는 탄산칼슘 0.067%가 필요하다. 즉 탄산칼슘 0.1%를 처리하면 총산은 0.15% 낮아진다. 탄산칼슘을 처리할 경우, 산 함량을 낮추려는 과즙에 직접 탄산칼슘을 처리하지 말고 총 과즙의 30% 정도를 분리하여 탄산칼슘을 처리한 다음 냉각시켜 주석 침전물을 제거하고 전체 과즙에 혼합시켜야 한다. 탄산칼슘을 직접 처리할 경우 탄산칼슘이 과즙의 일부 유기산 종류와 선택적으로 반응하므로 과즙의 유기산 균형을 깨뜨릴 수 있다.

② 효모 접종

배양효모를 사용할 경우 관리에 어려움이 많으므로 건조효모를 이용하는 것이 편리하다. 건조효모는 보통 500 g 단위로 판매하며, 4℃에 저장할 경우 1~2년 사용할 수 있다. 건조효모는 아황산에 내성이 있어 35~75 mg/L의 아황산에서 발효가 무난히 진행된다. 먼저, 50%로 희석한 40℃, 1 L의 살균과즙에 150~200 g의 건조효모를 넣고 30분간 방치한 다음, 100 L의 과즙에 접종한다. 건조효모는 오래 보관할수록 활성이 떨어지기 때문에, 개봉 후 1년 이상 경과된 건조효모는 첨가량을 늘려주는 것이 좋다.



그림 8-13 건조효모 활성화와 접종

③ 발효관리

머루와인의 발효온도는 25~28℃가 적당하다. 머루에는 안토시아닌과 타닌이 다량 들어 있기 때문에 이들 물질이 용이하게 용출되도록 하려면 다소 고온에서 발효하는 것이 유리하다. 발효온도가 32℃를 넘을 경우, 향기성분의 휘발이나 초산균 같은 유해균의 번식으로 머루와인 품질이 저하될 수 있으며, 35℃가 넘을 경우, 효모 활성도 떨어지기 때문에 제대로 발효되지 않을 수 있으며, 효모가 갑자기 사멸하여 발효가 더 진행되지 않는 스틱발효(stuck-fermentation)가 일어날 수 있다. 알코올 발효는 열을 다량 발생하므로 알코올 발효 시 발효탱크를 반드시 냉각해주어야 한다.



과즙의 당이 1% 소비될 경우 온도가 1.3℃ 올라가는데, 우리나라에서 머루가 주로 생산되는 9월경의 평균온도는 20~25℃밖에 되지 않지만, 발효에 의한 열로 발효탱크 내

부가 35℃ 이상으로 올라갈 수 있다. 특히 발효 후 2~5일은 발효가 가장 왕성한 시기이므로 온도 관리에 특별히 주의해야 한다. 이러한 상황을 감안하여 발효탱크에는 반드시 냉각장치가 있어야 한다. 발효탱크 외벽에 단열처리를 하면 안 할 때보다 5배 정도 냉각 효과가 높아진다. 발효 시 오크통을 사용할 경우, 오크통은 냉각하기 어렵기 때문에 발효실 온도를 조절해야 한다.

알코올 발효 중 폴리페놀은 효모의 세포 표면에 흡착하여 효모 생육을 저해하고 발효 속도를 늦춘다. 발효가 잘 진행되지 않을 경우 효모 영양제로 인산암모늄을 첨가할 수 있다. 첨가량은 100 L 과즙에 60 g 정도면 충분하다. 머루과피를 함유한 발효에서는, 질소질이나 기타 영양물질이 풍부하기 때문에 인위적인 발효영양제는 첨가하지 않아도 일반적으로 발효가 잘 진행된다. 알코올 발효는 혐기성 발효로서 산소가 필요하지 않지만, 발효 초기 균체 증식기에 산소를 어느 정도 공급함으로써 효모 생육을 촉진하고 알코올 내성을 강화할 필요가 있다. 산소 공급은 하루 2회 정도 뒤집어주는 것으로 충분하다.

발효 종료는 당이나 알코올 함량을 분석하여 알아볼 수도 있으나, 통상 기포발생이 더 진행되지 않거나 발효액에 단맛이 없으면 발효가 종료된 것으로 볼 수 있다. 단맛이 어느 정도 남아 있는 머루와인을 만들려면 발효 도중 당이나 알코올을 분석해 발효 종료점을 인위적으로 조절해야 한다. 발효를 멈추는 방법은 발효액의 온도를 빙점 이하로 낮추

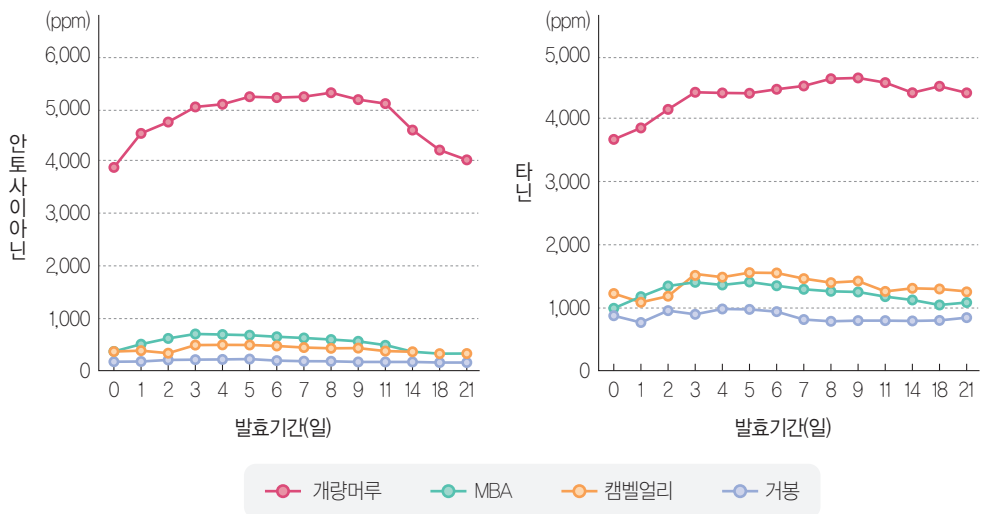


그림 8-14 포도 품종별 와인발효 중 안토시아닌과 탄닌 함량 변화

고 머루와인 100 L에 아황산염을 20 g 정도 첨가하거나 발효액을 60~63℃로 가열 처리하는 것이다. 머루와인에 잔당이 있을 경우 병입하고도 발효가 진행될 수 있으므로, 단맛이 있는 머루와인을 생산할 때는 최종제품 출하 시 살균에 각별히 유의해야 한다.

④ 압착과 잔당발효

머루와인 제조에서 머루 1톤에 대하여 700~750 L의 과즙을 얻을 수 있으며, 여기서 자연과즙(프레스로 압착하지 않고 자연적으로 흘러나오는 과즙)은 400 L 정도이고 압착과즙은 300 L 정도 된다. 압착과즙에는 고농도의 폴리페놀이 함유되어 있어 짙고 쓴맛이 강하며 과피나 종자에서 추출된 복잡 미묘한 향기가 함유되어 있다. 압착과즙은 여과한 다음 자연과즙과 혼합해 발효하거나 자연과즙과는 따로 발효해 블렌딩용이나 증류주용으로 이용할 수 있다.

머루와인에는 사과산이 다량 함유되어 있는데, 잔당발효 시 사과산은 젖산발효 미생물에 의해 말로락틱발효가 간혹 일어난다. 이때 2가의 사과산이 1가인 젖산으로 분해되면서 신맛이 감소한다. 신맛이 강한 머루와인의 경우 저온에 의한 주석 형성과 말로락틱발효에 의한 감산효과를 적극 활용하여 신맛을 완화함으로써 부드러운 머루와인을 만들 수 있다.

안토시아닌은 발효 개시부터 약 5일까지는 증가하며 그 뒤로는 약간 감소한다. 총 폴리페놀의 양은 발효 10일 정도까지 증가한다. 따라서 적포도주 제조 시 짙은맛이 너무 강하면 전발효기간을 짧게 잡아 폴리페놀 추출시간을 단축시켜야 하며, 짙은맛이 약하여 보디감이 적으면 전발효를 오랫동안 지속시켜 추출기간을 늘리는 것이 좋다. 압착 후 잔당 발효를 위하여 온도를 20~23℃로 낮추어 3~5일 발효시키면 발효는 완전히 끝나고 효모와 기타 비발효성 물질이 발효탱크 바닥으로 가라앉는데, 머루와인의 감산을

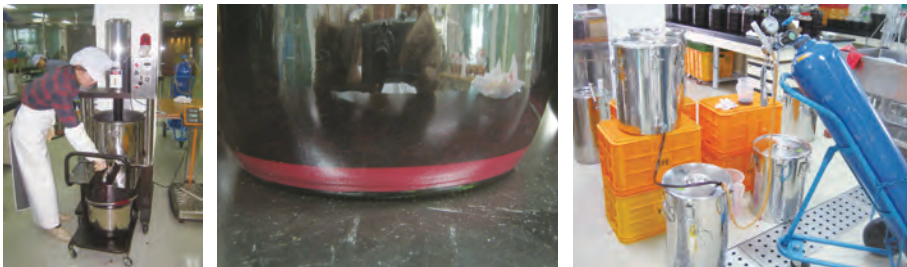


그림 8-15 압착(왼쪽), 발효 완료 후 침전물 생성(중간), 공기 비접촉 침전물 분리(오른쪽)

목적으로 말로락티발효를 하지 않는다면 가능한 한 빨리 침전물을 제거하는 것이 좋다. 침전물 제거가 늦어질 경우, 침전된 효모가 분해되어 쿼퀴한 냄새가 날 수 있으며, 발효액의 부영양화로 젖산균이나 초산균, 산막효모 등의 잡균이 번식하기 쉽다.

(4) 숙성과 저장

머루와인 숙성에 가장 많이 이용되는 용기는 스테인리스 스틸제로, 밀폐만 잘된다면 발효에 사용하는 용기라도 무방하다. 숙성 중에는 열이 발생하지 않으므로 단열재를 잘 피복하고 온도 조절이 가능한 저장탱크를 사용한다면 옥외에 두어도 상관없다. 저장 시 가장 유의해야 할 것은 머루와인이 공기와 접촉되는 것을 막는 것이다. 만약 머루와인이 저장 용기에 가득 들어 있지 않으면 용기의 빈 공간을 질소나 탄산가스로 채워 머루와인의 산화를 방지해야 한다.

머루는 포도보다 폴리페놀이나 안토시아닌 함량이 훨씬 높으며, 특히 유기산 함량이 많아 신맛이 강한 것이 특색이다. 머루에 다량 존재하는 유기산은 사과산과 주석산인데 주석산은 저온에서 용해성이 떨어지고 칼륨이온(K^+)이나 칼슘이온(Ca^{+}) 등과 같은 금속성 이온과 결합성이 매우 강하기 때문에 숙성 중 저온에 의해 주석이 형성된다. 이때 일부 주석산이 제거되므로 신맛이 감소하여 와인 맛이 부드러워진다. 머루와인은 다른 과일에 비하여 안토시아닌이나 타닌의 함량이 많기 때문에 3년 이상 숙성해야 와인으로 제맛을 낼 수 있다. 즉 다른 와인보다 오랫동안 숙성해야 한다. 숙성 후 블렌딩할 때 머루와인의 색이나 신맛의 정도 등을 고려해 색이 옅거나 신맛이 적은 와인과 적당히 블렌딩함으로써 머루와인의 품질을 높일 수 있다.

오크통을 사용하여 숙성할 경우, 먼저 어떤 머루와인을 오크통에 넣어 어떤 제품의 머



옹기 숙성



병 숙성



참나무통 숙성



스테인리스 숙성

그림 8-16 머루와인 저장 방법

루와인을 만들지 충분히 고려해야 한다. 오크통에 넣는다고 해서 무조건 고급 와인이 되는 것은 아니며, 경우에 따라서는 더 나빠질 수도 있다. 오크통은 산지에 따라 용도가 다르며, 만드는 방법에 따라서도 오크통이 다양하다. 일반적으로 가벼운 와인이나 달콤함을 특징으로 하는 와인은 오크통에 숙성해도 향미가 개선되지 않지만, 폴리페놀 함량이 많은 머루와인의 경우는 오크통 숙성으로 한층 더 깊은 맛을 내는 머루와인이 될 수 있다.

오크통 숙성 시 주의할 점은 처음 사용할 때 새는지 점검해야 하며, 머루와인을 오크통에 오랫동안 담아두면 오크통 표면에 곰팡이가 생기는 경우가 많으므로 저장실 청결을 잘 유지해야 한다. 시간이 지나 머루와인 액면이 좀 낮아지면 산화를 방지하기 위해 여분의 머루와인으로 꼭 채우는 것이 좋다. 머루와인의 적정 저장온도는 15℃ 내외이며 가능한 한 온도 변화가 적은 곳이 좋은 저장고이다. 습도는 60~70%로 좀 건조한 것이 좋는데, 습도가 높으면 곰팡이가 많이 생긴다. 저장고의 곰팡이 냄새는 장기간에 걸쳐 코르크마개를 통하여 발효액으로 녹아들어가 머루와인 품질을 나쁘게 할 수 있다.

(5) 여과와 병입

여과기는 발효가 완료된 머루와인에서 효모, 식물 파편, 주석 등을 제거하는 데 이용한다. 주로 많이 사용하는 여과기는 규조토 여과기나 패드형 시트를 이용한 여과기이며, 미생물을 제거하기 위해 멤브레인 필터를 사용하는 곳도 있지만 기술적인 면이나 유지비가 많이 들기 때문에 소규모 공장에서 이용하는 데는 어려움이 있다. 패드형 필터를 이용할 때는 필터의 종이 냄새를 제거하기 위하여 미리 5~10분간 뜨거운 물을 통과시킨 다음 머루와인을 여과하는 것이 좋다. 여과 중에 주의해야 할 것은 머루와인이 공기에 노출되어 과도하게 산화될 우려가 있으므로 질소를 사용하여 산화를 방지하는 노력이 필요하다.

병입은 병에 머루와인을 채우고 코르크마개를 닫은 다음 상표를 붙이는 과정을 말한다. 여기에는 수동식, 반자동식 또는 자동병입 장치가 있다. 병입장치는 많이 사용하는 기계가 아니므로 많은 자금을 투입해서 사면 그만큼 손해를 본다. 따라서 이러한 기계는 소규모 양조업자끼리 이동식 병입장치나 고정식이라도 함께 구입해 사용하는 것이 생산비를 줄이는 한 방법이다. 여과나 병입 시 사용해야 할 필수기기로 펌퍼를 들 수 있는데, 펌퍼에 휴대용 원격제어장치가 있으면 과즙이나 와인의 손실을 방지하고 사용하기에 편리하다.



이송용 펌퍼



여과기



병입기



코르크커기

그림 8-17 머루와인 여과와 병입 시 필요한 기구

(6) 품질관리

① 폴리페놀의 산화와 머루와인 품질

가. 머루와인의 폴리페놀류

머루와인에서 폴리페놀 물질은 발효에 의해 생성되는 것이 아니라 과실 자체에서 유래된 물질이다. 즉 머루와인에 폴리페놀이 많이 함유되게 하려면 폴리페놀 물질이 많이 함유된 원료를 사용해야 한다. 폴리페놀 물질은 머루의 2차대사 산물로 자연계에서는 식물을 보호하는 역할을 한다. 또 추위나 더위를 이겨내는 물질이자 곤충이나 미생물의 침입을 방지하는 역할을 한다. 폴리페놀은 맛과 향, 색 등 머루와인 품질에 가장 큰 영향을 미치는 물질이다. 머루와인에 함유된 폴리페놀로는 대표적으로 빨간색이나 보랏빛을 내는 안토시아닌류, 노르스름한 빛과 쓴맛을 내는 플라보놀류, 쓴맛이나 떼은맛을 내는 프로안토시아니딘류가 있다.

머루와인에 함유되어 있는 폴리페놀류에는 이들 말고도 비플라보노이드성 물질과 최근 항산화성이나 항암작용이 있다고 알려진 레스베라트롤이 있다. 레스베라트롤은 원래 포도나무가 분비하는 항세균성 파이트오아렉신 물질로, 포도나무가 병원균에 감염되었을 때 이를 이겨내기 위하여 분비하는 물질이다. 즉 포도 수확기에 포도나무가 보트리티스 같은 미생물에 감염되었을 때 그 함량이 늘어난다고 알려져 있다. 레스베라트롤은 태양광선 중 자외선에 의해서도 증가할 수 있다. 경북 영천지역에서는 포도에 자외선을 조사하여 레스베라트롤 함량을 높인 ‘레스베라’라는 포도를 특산품으로 생산하는데, 이것은 자연환경에 의한 폴리페놀 생성촉진 원리를 이용해 신산품을 개발한 좋은 예가 된다.

표 8-7 폴리페놀 물질의 종류와 특성

폴리페놀 물질		특성
안토시아닌류	사이아닌계	• 붉은색 계열 • 사이아닌, 페오니딘으로 나뉨 • 빨간색 포도에 많이 함유
	델피니딘계	• 보라색 계열 • 델피니딘, 페튜니딘, 말비딘으로 나뉨 • 품종: 캠벨얼리, 머스캣베리에이, 개량머루
플라보놀류	퀴세틴	• 포도에 많이 함유되어 있으며 항산화작용
	미리세틴	• 녹차에 많이 함유되어 있으며 항암작용
	캠페롤	• 항산화작용과 대장암 세포 증식 억제
프로안토시아닌 (타닌)	—	• 자연계에는 여러 개가 중합되어 고분자인 타닌이라는 형태로 존재

나. 폴리페놀의 산화

폴리페놀은 일반적으로 몸에 이로운 기능성 물질로 잘 알려져 있다. 폴리페놀성 물질은 자연계에 존재하는 풍부한 대사산물 중 하나이며, 인간이 지구에 태어나서 오랜 세월 가장 흔하게 섭취해온 물질 중 하나로, 인체는 이 물질에 잘 적응되어 있다고 할 수 있다.

폴리페놀성 물질은 공기 중의 산소에 쉽게 산화되는데 이런 현상은 육안으로 쉽게 확인할 수 있다. 사과를 먹서에 갈면 사과 과육이 곧바로 갈색을 띠는데, 이는 사과 과육에 함유되어 있는 폴리페놀성 물질이 공기 중의 산소와 결합해 나타나는 반응이다. 복분자나 개량머루 등 색이 진한 과실을 과쇄할 때는 이러한 변화를 감지하기 어려운데, 이것은 이들 원료의 색이 너무 진해서 육안으로는 식별이 잘 안 되기 때문이다. 하지만 실제로 이들 원료를 으갠 때 폴리페놀류가 급속하게 산화된다. 흔히 아황산을 사용하지 않고 담은 과실주 중 오래 보관된 술에서 간장 냄새가 나거나 술이 거무스름한 색을 띠는 경우가 있는데 이는 폴리페놀류가 산화되어 나타나는 현상이다.

어느 정도의 산화는 숙성이라는 단어로 표현할 수 있지만 과도한 산화는 품질의 악화를 의미한다. 즉 적당히 산화된 술은 색과 맛이 좋은 머루와인이 되지만 과도하게 산화되면 색과 맛, 향기가 나빠질 뿐만 아니라 폴리페놀의 중요한 역할 가운데 하나인 항산화성도 기대할 수 없다.

머루와인의 폴리페놀이 산화에 의해 품질이 변하는 데는 세 가지 요소가 작용한다.

폴리페놀 물질, 폴리페놀 산화효소 그리고 산소가 그것이다. 즉 폴리페놀 물질이 폴리페놀 산화효소의 작용으로 산소에 의해 산화된다. 으깨지 않은 싱싱한 머루에는 폴리페놀류가 과피의 세포 내 액포라는 기관에 저장되어 있으며, 폴리페놀 산화효소는 세포질에 함유되어 있어 서로 떨어져 있다. 따라서 싱싱한 머루에는 폴리페놀이 다량 함유되어 있어도 산화가 일어나지 않는다.

머루와인 제조에서 폴리페놀 물질이 가장 급격하게 산화되는 단계는 과실을 으깬 때이다. 과실을 으깨면 세포가 파괴되면서 액포 속의 폴리페놀성 물질과 세포질의 폴리페놀 산화효소가 만나게 되고 이때 공기 중 산소에 의해 산화가 급격히 진행된다. 폴리페놀이 과도하게 산화되면 제품의 색이나 향기 또는 맛에 부정적인 영향을 미치므로 가능한 한 산화를 방지할 수 있는 방법을 고안해야 한다.

다. 폴리페놀의 산화방지와 품질관리

머루와인에 함유되어 있는 폴리페놀 물질이 산화됨으로써 머루와인의 색은 갈색이나 진한 검은색으로 변하며 과일향은 사라지고 아세톤이나 매니큐어, 심하면 오래된 간장 같은 냄새가 난다. 맛 역시 산뜻함이 사라지고 묵직하고 텁텁해진다.

머루와인에 들어 있는 폴리페놀의 산화를 방지하는 가장 쉬운 방법은 적당한 농도의 아황산을 첨가하는 것이다. 일반적으로 이산화황으로 70~120 ppm 유지하면 폴리페놀의 산화를 방지할 뿐만 아니라 초산균이나 젖산균 같은 세균의 성장을 억제할 수 있다. 아황산이 산화를 방지할 수 있는 것은 아황산이 폴리페놀 산화효소의 활성을 억제하고 머루와인에 녹아 있는 산소와 반응성이 매우 높아 폴리페놀 대신 반응하기 때문이다. 아황산이 과량 투입되면 안토시아닌의 붉은 색소가 탈색되어 색이 옅어질 수 있다. 이런 머루와인은 와인잔에 따라 공기와 접촉하면 본래 색으로 돌아온다.

폴리페놀의 산화를 방지하기 위해서 과실을 으깬 때 아황산염(메타중아황산칼륨)을 과실 무게 대비 약 200 ppm 처리하는 것이 적당하며, 발효가 완료된 다음에는 1차 침전 분리 시 약 100 ppm을 처리하는 것이 바람직하다. 과실을 으깬 때 처리한 아황산은 발효 도중 효모가 생성하는 아세트알데하이드에 의해 거의 결합아황산으로 변하거나 공기 중으로 날아가기 때문에 발효가 완료된 시점에서는 산화방지를 위해 다시 아황산을 넣어주어야 한다.

아황산은 독성이 강하므로 과량 첨가하면 건강에 좋지 않다. 특히 천식을 유발할 수 있으므로 천식환자는 아황산이 많이 함유된 와인이나 과일로 만든 마른안주는 피하는

것이 좋다. 이는 과일 건조품 제조 시에도 과일의 색택을 유지하기 위하여 아황산을 다량 사용하기 때문이다. 국내 과일 건조품의 이산화황 최대 허용치는 2,000 ppm이다.

머루와인의 산화를 방지하는 또 다른 방법은 머루와인과 공기 접촉을 최대한 제한하는 것이다. 발효나 저장 시 에어록을 사용해 공기 유입을 방지하거나 침전물 분리 시 공기와의 접촉을 최대한 방지할 수 있는 방안을 고안해야 하며, 저장용기의 여분 공간에 질소를 충전해 공기 접촉을 막아야 한다.

폴리페놀의 산화는 과실에 함유되어 있는 폴리페놀 산화효소에 의해 진행되므로 이들을 불활성화하면 산화를 방지할 수 있다. 과실을 으갠 뒤 열처리를 함으로써 폴리페놀 산화효소를 불활성화해 발효시킨 와인 연구결과에 따르면, 약 70℃로 가열할 경우 효소활성은 40% 수준으로 떨어져 아황산염을 200 ppm 처리한 것과 비슷한 수준을 보였으며, 열처리에 의해 색도나 총폴리페놀 함량, 항산화성에서는 우수한 특성을 나타냈다. 이때 열처리로 과피나 씨앗 속에 들어 있는 폴리페놀성 성분 침출이 용이해 기능성 물질 함유량은 높아지지만 과일의 신선한 향기가 열에 사라지는 단점도 있다.

라. 폴리페놀 물질의 기능성

머루의 폴리페놀 화합물에는 여러 가지가 있지만 항산화 활성이 높은 것은 카테킨, 퀘세틴, 에피카테킨, 레스베라트롤, 타닌 등이다. 이 중 우리에게 가장 잘 알려진 물질은 떫은맛을 주는 타닌이다. 이 페놀 화합물은 포도의 껍질과 씨에 많이 들어 있고, 오크통에서 숙성할 때 오크통에서도 우리나라오크로 껍질과 씨를 함께 발효해 오크통에서 숙성시킨 레드와인에 많이 들어 있다.

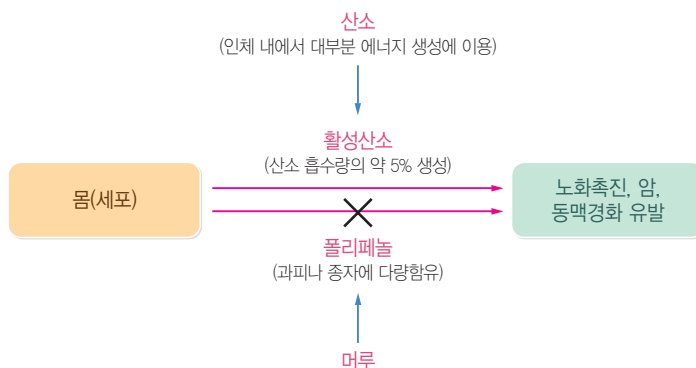


그림 8-18 폴리페놀성분의 활성산소 제거 효과

폴리페놀이 건강에 좋은 첫 번째 이유는 폴리페놀 화합물이 산소와 반응성이 높다는 것이다. 혈액이나 세포에서는 활성산소가 끊임없이 생성되는데 폴리페놀성 물질이 이들 활성산소와 반응함으로써 활성산소가 세포나 DNA 손상을 일으키지 못하도록 막아주는 역할을 한다. 즉 머루와인에 들어 있는 폴리페놀성 물질이 인체에서 항산화작용을 하거나 혈소판 응집방지에 의한 동맥경화 방지, 그리고 유전자 돌연변이 억제 등의 역할을 수행한다고 알려져 있다.

와인에 폴리페놀성 성분이 많으면 맛이 텁텁하고 묵직하지만, 반대로 적을 경우 맛이 산뜻하고 가볍다. 머루와인의 폴리페놀이 플라보노이드는 활성산소나 프리라디칼의 초기 반응을 저해함으로써 여러 가지 질병을 예방하는 것으로 알려져 있다. 그렇다면 머루와인의 어떤 성분이 이러한 역할을 수행할까? 머루와인에는 안토시아닌이라는 빨간색을 내는 물질과 짙은맛과 쓴맛을 내는 카테킨이라는 물질이 많이 들어 있으며, 이러한 물질이 장시간 숙성되면서 서로 반응하여 고분자의 안토시아닌 폴리머가 되는데, 이 물질이 활성산소를 제거하는 능력이 뛰어난 것으로 알려져 있다. 따라서 활성산소 제거라는 측면에서, 머루를 그냥 섭취하는 것보다는 머루와인을 만들어 오랫동안 숙성시켜 마시는 것이 좋다고 할 수 있다.

(7) 머루와인의 오염 방지

머루와인 제조 시 흔히 발생하는 오염균으로는 초산균, 산막효모, 젖산균이 있다. 초산균이나 산막효모는 호기성균이기 때문에 발효나 저장 중에 공기가 자유로이 들어갈 경우 많이 발생한다. 이를 방지하기 위해서는 발효온도가 20℃ 이상 되지 않도록 조절하고, 머루와인을 저장할 때 용기에 머루와인을 꽉 채우고 밀폐한다. 젖산균은 원료가 깨끗하지 않고 발효 완료 후 침전물 제거가 불충분할 경우 발생하는데, 아황산에 대한 내성이 약하므로 발효 종료 후 아황산을 처리하고 침전물을 빨리 제거하면 쉽게 방지할 수 있다. 머루와인의 주요 오염균인 초산균이나 젖산균 그리고 산막효모는 모두 아황산에 내성이 약한 미생물이다. 따라서 발효 완료 후 적당한 농도의 아황산을 처리해 오염을 방지할 수 있으므로 머루와인 저장 시 적절한 아황산 관리가 무엇보다도 중요하다.

곰팡이는 알코올에 내성이 약하기 때문에 머루와인에는 잘 생기지 않지만 청소를 잘 하지 않을 경우 양조장의 벽이나 저장 용기, 다공질의 기구나 기타 물건의 표면에서 잘 번식한다. 특히 오크통을 사용할 경우 오크통 표면에 곰팡이가 잘 번식하는데 곰팡이가

머루와인에 직접 영향을 미치지지는 않지만, 곰팡이가 생성한 냄새가 머루와인에 녹아들 어갈 수 있으므로 각별히 주의해야 한다.

(8) 품질관리

당분 함량이 많은 머루와인에는 미생물이 이용할 수 있는 영양분이 많기 때문에 저장할 때 쉽게 미생물의 온상이 될 수 있다. 따라서 저장에 각별한 주의가 필요하다. 단맛 정도에 따라 저장 시 아황산 농도가 달라지는데, 단맛이 많은 머루와인은 이산화황을 100~130 mg/L, 단맛이 없는 머루와인은 약간 낮은 70~100 mg/L로 유지해야 한다.

미생물은 생명체이기 때문에 반드시 영양분이 필요하다. 발효가 완료된 뒤 발효에 이용된 효모균체들은 발효탱크 바닥으로 가라앉는데 장기간 보관할 경우 효모균체는 자체 분해됨으로써 머루와인에 부영양화를 초래한다. 이들 효모 분해산물들은 발효 완료 후 다른 미생물들의 영양원으로 이용될 수 있다. 따라서 발효 완료 후 침전물이 분해되기 전에 분리하는 것이 머루와인의 장기저장에 유리하다. 특히 효모나 다른 침전물이 분해됨으로써 머루와인 혼탁의 원인이 되기도 하기 때문에 이들 침전물은 가능한 한 빨리 제거하는 것이 좋다.

1차 침전물 분리는 효모나 기타 과육 파편이 침전을 형성하는 시기인 발효 완료 후 1달 정도에 실시하면 된다. 저장 기간 중 침전물 분리는 처음 1년간 3~5개월에 한 번씩 실시하면 1년 후에는 깨끗한 머루와인을 얻을 수 있다. 이때 무엇보다 중요한 것은 침전물 분리 시 머루와인이 과도하게 공기에 노출되는 것을 방지해야 한다는 것이다. 일반적으로 질소가스를 많이 이용하는데 머루와인 저장용기에 질소가스를 충전하고 작업함으로써 머루와인이 공기와 접촉하는 것을 최대한 억제할 수 있다.

머루와인을 저장할 때도 마찬가지로 공기와 접촉을 피하기 위하여 가능한 한 저장용기에 머루와인을 가득 채우고, 빈 공간이 생기면 질소로 충전한 다음 에어록을 설치한다. 에어록은 와인 저장 시 재발효가 일어날 때 공기를 밖으로 빼내지만 밖의 공기는 저장용기 안으로 들어가지 못하게 하기 때문에 공기 접촉 방지에 효과적이다.

머루와인은 15℃ 내외의 서늘한 곳, 습도는 60~70%로 약간 건조한 곳에 저장하는 것이 좋다. 우리가 흔히 알고 있는 자연동굴은 습도가 높고 환기가 잘 되지 않으며 곰팡이가 쉽게 번식하므로 머루와인 저장에 좋지 않다. 이런 곳을 이용할 때는 그 환경을 충분히 제어할 수 있는 장치가 추가로 요구된다. 가장 중요한 것은 습기를 제거해 곰팡이 생

육을 억제해야 하며, 환기팬을 설치해 좋지 않은 냄새가 저장고에 배이지 않게 해야 하는 것이다. 가장 좋은 저장시설은 방수처리가 잘되어 있고 환기가 원활하며 연중 온도 편차가 적은 지하실이다. 단기간에 온도편차가 심한 저장고의 경우, 저장 용기 내 공기의 부피 변화로 외부 공기가 유입되어 머루와인이 쉽게 산화될 수 있다.

3. 복분자와인 제조기술

1) 품종과 재배

복분자는 내한성·내조성·내공해성 및 맹아력이 강하고 건조지와 습지 모두에서 잘 자라는 양지식물로 전국 어디에서나 재배할 수 있다. 복분자는 나무딸기(산딸기)의 일종으로 산딸기의 약명이며, 영명으로는 블랙 라스베리(Black Raspberry)라고 한다. 한의학에서는 덜 익은 산딸기를 채취하여 말린 것을 복분자라고 한다. 하지만 현재 통용되는 것은 완숙되었을 때 검은색 열매가 되는 나무딸기를 복분자라 하고, 익어도 붉은색을 띠는 것을 산딸기라고 한다. 즉 학문적인 분류와 일반적으로 사용하는 명칭이 달라 혼동이 되고 있다. 일반적으로 산이나 들에서 흔히 볼 수 있는 산딸기는 줄기가 붉은 갈색이고 다 익으면 붉은색 열매를 맺는 것이 특징이고, 복분자는 줄기가 밀가루를 발라놓은 것처럼 하얗고 열매가 다 익으면 검은색을 띤다. 와인 양조용으로 이용되는 것은 대부분 검은색 나무딸기인 복분자이다.

표 8-8 산딸기와 복분자의 차이

구분	산딸기	복분자
학명	<i>Rubus crataegifolius</i>	<i>Rubus coreanus</i>
줄기	줄기가 붉은 갈색이며 직립성	줄기가 마치 밀가루를 발라놓은 것처럼 하얗고 덩굴성
잎	보통 셋으로 갈라져 한 잎자루에 잎이 한 개 달림	한 잎자루에 잎이 3~5개 달림
열매	완숙되면 붉은색으로 변함	완숙되면 검은색으로 변함



산딸기

복분자

그림 8-19 산딸기와 복분자의 잎과 과실

번식은 주로 선단부 취목으로 하며, 덩굴성으로 땅에 늘어진 가지에서 뿌리가 내려 자연 번식하므로 묘목 수를 늘리기가 쉽다. 국내에서 복분자를 가장 많이 재배하는 지역은 전북 고창으로 고창군은 1960년대부터 민가에서 재배하던 선운산 복분자를 1984년 고창군농업기술센터를 중심으로 자생복분자를 채취해 재배연구를 시작하였다. 1993년부터 고창군에서 복분자 묘목 공급을 시작하면서 소득 작목으로 육성하였는데, 복분자는 헥타르당 약 5톤이 수확되며 킬로그램당 가격이 7,000~8,000원 수준으로 다른 작물보다 소득이 높은 편이다.

현재 전국적으로 여러 종류가 재배되나 대부분 고창지방에서 재배하는 품종인 복분자나무 딸기(*Rubus coreanus*)이다. 술의 원료로서 맛·향·색 등은 뛰어나지만 당도가 낮은 편이다. 물론 낮은 당도가 발효주 제조에서 품질을 떨어뜨리는 요인은 아니지만 생산 원가를 높이는 요인이 된다. 고당도·내병성·다수성 복분자를 개발하는 것은 복분자 가공식품의 품질을 향상시키고 생산비를 절감하여 다른 지역과 경쟁해서 우위를 점할 수 있는 좋은 방법이다. 전국적인 재배 면적 확대와 연작에 따른 병해충 증가로 내병성 문제는 앞으로 중요한 문제로 대두될 것으로 예상된다. 복분자는 열매의 특성상 수확 전 봉지를 씌우거나 수확 후 세척이 불가능하므로 안정적으로 생산하려면 내병성이 강한 품종을 개발해야 한다.

복분자는 재배 토질과 기후의 영향도 많이 받지만 재배 방법과 수확 시기에 따라서 품질이 좌우되는데 특히 비가 내린 후 수확하면 수분 함량이 많아 당도가 떨어지고 과육이 물러져 품질이 저하된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 비가림재배를 함으로써 수확 시 장마에 의한 과실 품질 저하를 어느 정도 해소할 수 있다. 또 재배지에 짚이나 부직포를 깔아 잡초를 효과적으로 방지할 수 있으며, 토양 멀칭은 잡초뿐만 아니라



노지재배



비가림재배



짚 멀칭



검정 부직포 멀칭

그림 8-20 복분자 재배 방법 및 바닥 멀칭 방법

사진 제공: 복분자시험장 박필재 박사

병충해를 감소시켜 농약 살포를 줄임으로써 안전한 복분자를 생산할 수 있게 한다. 복분자는 유기질 퇴비를 시용할수록 지속적인 다수확이 가능하고, 품질도 좋아지므로 화학비료를 줄이고 퇴비를 시용하여 재배하는 것이 좋다.

복분자의 유래

옛날에 신혼부부가 있었는데, 어느 날 남편이 이웃 마을에 불일을 보고 돌아오다가 길을 잃어버렸다. 남편은 배가 고파 우연히 덜 익은 산딸기를 먹었는데 덜 익어서 시었지만 너무 배가 고파 허겁지겁 먹고는 겨우 집으로 돌아오게 되었다. 다음 날 아침 일어나 소변을 보려 화장실에 갔는데 소변줄기가 너무 세서 오줌항아리가 뒤집어지고 말았다고 하여 '뒤집어진다'는 뜻의 '복(覆)'과 '항아리의 '분(盆)'을 합해 '복분자(覆盆子)'라는 이름이 생겼다고 한다.

2) 품질과 가공 특성

복분자는 수분이 약 85%이고 탄수화물은 약 12%, 칼슘과 칼륨이 비교적 다량 함유되어 있다. 그리고 불용성 식이섬유가 많이 들어 있는 것이 특징이다.

복분자를 와인으로 가공하는 데 가장 중요한 성분은 당분과 유기산이다. 일반적으로 효모가 이용할 수 있는 당분은 약 8% 내외이며 유기산은 주로 구연산과 사과산으로 1.0~1.5% 함유되어 있다. 국내에서 생산되는 지역별 복분자의 원료 특성은 다음과 같다(표 8-10). 산지별 복분자의 pH 수준은 3.43~3.52로 유사하였으며, 총산은 고창산 복분자가 9.98 g/L로 다른 산지의 복분자(13.65~14.78 g/L)에 비해 낮았는데, 다른 연도에 생산된 고창산 복분자 완숙과의 총산이 16.9 g/L였으므로 생산 연도나 시기에 따라 총산의 차이가 큰 것으로 여겨진다.

표 8-9 복분자 성분 함량(가식부 100g 기준)

일반 성분						무기질				
에너지	수분	단백질	지질	회분	탄수화물	칼슘	인	철	칼륨	나트륨
kcal	g	g	g	g	g	mg	mg	mg	mg	mg
60	84.6	1.4	1.3	0.5	12.2	90	36	0.2	192	1

비타민							식이섬유		
레티놀 당량	레티놀	베타카로틴	티아민	리보플라빈	나이아신	아스코브산	총식이섬유	수용성 식이섬유	불용성 식이섬유
2	0	11	0.10	0.07	0.6	φ	7.7	0.5	8.3

* 『식품성분표』 제8개정판, 농촌진흥청, 2011

당도의 경우 순창산이 7.8브릭스로 가장 높게 나타났고 다른 3개 산지에서는 6.9~7.0브릭스로 유사하게 나타났다. 환원당 함량은 2.57~4.49 g/100 mL로 산지별로 차이가 있었다. 총폴리페놀 함량은 2,200~4,521 mg/L로 생산지역에 따라 큰 차이를 보였는데, 폴리페놀 물질은 와인의 맛에 영향을 많이 주므로 원하는 품질을 만들려면 원료 생산지역을 특별히 고려할 필요가 있다.

색상(hue)와 색상의 강도(intensity)는 복분자와인에서 품질과 색도 변화를 파악하는 주요 지표이다. 색상은 고창, 횡성과 순창산 복분자가 0.54~0.57로 유사했고 정읍산이 0.76으로 다른 시료에 비해 유의적으로 높았으며, 색상의 강도는 정읍산이 60.49로 다른 지역 복분자에 비해 높았다.

표 8-10 지역에 따른 복분자의 이화학적 특성

생산 지역	고창	순창	정읍	횡성
pH	3.52a±0.02	3.49a±0.02	3.46a±0.01	3.43a±0.02
총산(g/L)	9.98b±0.15	14.40a±0.22	14.78a±0.17	13.65a±0.16
가용성 고형물(° Brix)	7.0b±0.12	6.9b±0.08	7.0b±0.12	7.8a±0.11
환원당(g/100 mL)	4.49a±0.04	3.33bc±0.07	2.57c±0.03	3.78b±0.06
총폴리페놀(mg/L GAC)	2538.6b±68.9	2209.1c±68.9	4521.8a±72.4	2370.9bc±52.1
색상(hue)	0.54b±0.01	0.57b±0.01	0.76a±0.02	0.56b±0.01
색상의 강도(Intensity)	37.06b±1.20	32.93b±2.10	60.49a±1.80	31.46b±2.60

* GAC: Gallic acid로 환산해 표시

* a-c: 당간의 다중범위검정에 의해 p<0.05에서 유의적 차이 표시

표에서 보는 바와 같이 지역에 따라 품질 차이가 큰 편이며 특히 와인제조에서 중요한 요소 가운데 하나인 총산이나 총폴리페놀 함량에서 차이가 크다는 것은 가공 특성 또한 차이가 크다는 것을 의미한다. 총산은 1% 이상이므로 원료 전처리나 발효 시 산 함량을 낮추는 방법을 고안해야 한다. 일반적인 과실주의 총산 함량이 0.4~0.6%이므로 복분자의 경우 반드시 2~3배 희석해야 신맛이 적당한 와인을 만들 수 있다. 복분자와인을 만들 때 원료 처리과정에 희석하거나 발효완료 후 증류주를 혼합함으로써 복분자와인의 신맛을 완화시킬 수 있다. 이렇게 복분자와인 제조 중에 희석공정이 들어가므로 원료 자체가 가지고 있는 색도도 떨어진다. 따라서 복분자를 구입할 때 반드시 색이 충분히 진한 것을 골라야 한다.

3) 생산과 이용 현황

고창군은 복분자 재배 면적 확대와 소비 활성화를 위하여 1994년 전국 최초로 고창명산품복분자영농조합 설립을 지원하고 농림부 추천을 받아 복분자와인을 생산하게 되었다. 1995년에는 선운산복분자와인 흥진이 설립·운영되면서 복분자와인 산업이 활성화되었다. 복분자 재배방법의 체계화, 복분자와인의 고급화, 가공기술의 개발보급, 복분자 신제품 육종을 위하여 설립한 복분자시험장이 1999년 운영되기 시작하면서 국내 복분자 산업의 기초를 다졌다.

복분자는 전남과 전북에서 국내 총가공량의 약 93%를 점유하며 주요 생산지역은 고

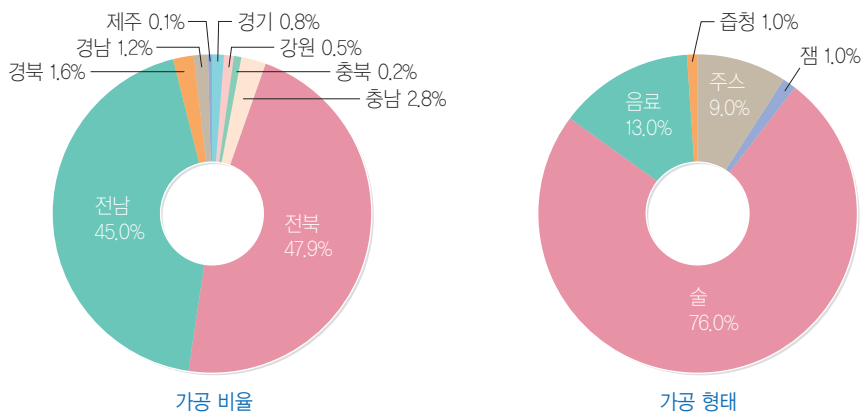


그림 8-21 지역별 복분자 가공 비율과 가공 형태(2010 과실류 가공 현황)

창군과 순창군 그리고 정읍시이다. 복분자 중 술의 원료로 사용되는 것은 약 76%이며 나머지는 음료나 주스로 가공된다. 1993년 전북 고창군 선운산 일대에서 복분자 묘목을 재배한 것을 시작으로 재배 면적이 전국적으로 급격히 증가하고 있으며, 현재는 복분자와인 시장의 성장이 복분자 생산을 견인하고 있다. 복분자와인은 전북 고창·정읍·순창, 전남 장성·함평, 강원 횡성, 제주지역을 비롯해 전국 20여 개 업체에서 생산되고 있다.

4) 제조기술

(1) 공정

복분자와인은 일반적인 적포도주 제조공정과 유사하나 발효 완료 후 블렌딩 과정에서 증류주를 첨가해 강화와인 형태로 제조한다는 것에 차이가 있다. 원료가 입고되면 이물질이나 덜 익은 것, 병든 과를 제거하는 선별 과정을 거쳐 으깨기를 한다. 복분자를 으갠 때 가장 중요한 것은 복분자즙에서 녹아나온 폴리페놀 물질의 산화를 막는 것이다. 복분자는 안토시아닌을 다량 함유하고 있기 때문에 산화가 급속도로 진행되는 데 이것을 막기 위해서 아황산을 처리한다. 다음은 과즙조정이다. 과즙조정은 발효 완료 후 원하는 품질의 와인을 만들기 위하여 취하는 처리로, 복분자는 당 함량이 10브릭스 정도 되므로 알코올 약 12%의 와인을 만들려면 가당을 해야 하며, 총산은 1% 이상으로 높기 때문에 감산처리를 하거나 희석할 필요가 있다.

과즙조정이 완료된 복분자 으갬이에 활성화시킨 효모를 접종하고 와인발효를 시킨 후 압착하여 복분자 과육이나 씨 같은 비발효성 물질을 제거한 다음 잔당발효를 한다. 복분자 발효액에 영양분이 고갈되면 발효에 참여한 효모가 과육 파쇄물과 함께 가라앉

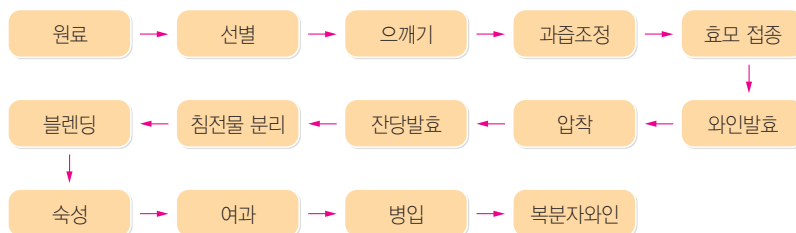


그림 8-22 복분자와인 제조공정

는데, 바닥에 잘 가라앉았을 때 발효액만 침전물과 분리하는 과정을 침전물 분리라고 한다. 복분자 발효액은 색이 너무 진하고 신맛이 강하기 때문에 붉은색과 신맛을 적당히 조절하기 위하여 증류주를 첨가해 색과 맛을 조절한다. 증류주를 첨가한 복분자 발효액은 맛이 충분히 들 때까지 숙성을 하고 숙성 후 여과과정을 거쳐 병입하면 복분자 와인이 완성된다.

(2) 원료 처리

① 원료 준비

복분자는 6월경에 수확되므로 수확 후 복분자 자체의 호흡열과 외기의 높은 온도에 의해 품질이 급격하게 떨어진다. 복분자는 과육이 연하므로 과즙이 쉽게 흘러나와 야생균의 영양원이 된다. 특히 이 시기는 초산균 활성이 강한 때이므로 수확 후 곧바로 냉각하지 않으면 보관 중 초산균이 급속도로 증식하여 초산이 생성된다. 따라서 복분자 원료 확보에서 가장 중요한 것은 수확 후 얼마나 빨리 냉동하느냐이다. 복분자를 수확한 뒤 냉동할 때는 냉동고의 차가운 냉기가 복분자에 빨리 전달되도록 복분자를 작은 상자에 담으며 너무 많은 양을 적재하지 않는 것이 좋다. 냉동고에 넣더라도 많은 양을 한꺼번에 적재하면 속에 들어 있는 복분자는 호흡열에 의해 온도가 30℃ 이상 올라갈 수 있기 때문에 초산균 등 야생균이 급격하게 증식한다.

복분자는 6월경 수확 시기를 제외하고는 대부분 동결되어 유통되기 때문에 먼저 해동해야 한다. 이때 해동시간이 오래 걸리면 원료에 오염되어 있는 유해균이 번식하고 복분자의 안토시아닌이 산화되어 와인 품질이 떨어질 수 있다. 따라서 복분자를 잘게 부수어 가능한 한 빨리 해동해 처리해야 한다.

② 과육 으깨기와 아황산 처리

동결 복분자를 해동해 물러를 통과시키면 쉽게 으깬 수 있다. 이때 미리 계산하여 달아둔 아황산염을 물에 녹여 처리한다. 아황산 처리의 목적은 수확 시 복분자에 붙어 있던 야생균을 살균하고 복분자에 다량 함유되어 있는 안토시아닌의 산화를 방지하는 것이다. 처리 방법은 식품첨가물용 메타중아황산칼륨을 원료 대비 200~300 ppm 처리하면 된다. 복분자는 야생균(초산균, 산막효모 등)에 오염되기 쉽기 때문에 다른 과일에 비하여 초기 아황산염 처리 농도를 높게 해서 야생균 번식을 억제할 필요가 있다. 즉 복

분자 으깬이 100 kg당 메타중아황산칼륨 20~30 g을 미리 물에 녹여두었다가 복분자를 으깬 때 골고루 뿌린다.

아황산 처리 후 효모는 최소한 5시간 이후 접종하는 것이 좋은데, 효모를 너무 빨리 접종할 경우 효모가 아황산에 의해 활성을 잃을 수 있다. 아황산은 사람의 감각기관을 자극해 재채기나 숨막힘 같은 증상을 일으키므로 사용 시 주의해야 한다. 특히 천식 환자나 기침이 있는 사람은 아황산염을 다루지 않는 것이 좋다.

(3) 발효과정

① 과즙조정

과즙조정이란 발효 후 와인에 적당한 색이나 맛, 알코올 농도를 내기 위하여 발효 전에 당분이나 신맛을 조정하는 것을 말한다. 특히 원하는 알코올 농도를 만들려면 과즙에 당분이 적당히 포함되어야 한다. 그리고 복분자와 같이 신맛이 강한 원료는 물이나 기타 산 함량이 적은 과즙을 혼합해 신맛을 조절해야 한다. 복분자는 안토시아닌이 다량 함유되어 있어 희석하더라도 색이 진한 것이 특징이다. 일반적으로 복분자 원료의 총산 농도는 1.2% 정도 되므로 물로 희석할 경우 그만큼 당을 보충해주어야 한다. 현행 「주세법」에서는 첨가하는 당분의 무게는 원료가 가지고 있는 당분의 4배까지 첨가하는 것을 허용한다.

원하는 당도를 맞추기 위한 가당량은 아래 식으로 계산할 수 있다.

$$\text{가당량(kg)} = \frac{\text{원하는 당도(° Brix)} - \text{현재의 당도(° Brix)}}{100 - \text{원하는 당도(° Brix)}} \times (\text{복분자 무게(kg)} \times 0.9)$$

과즙을 발효할 때는 과즙 자체의 무게를 이용해 가당량을 쉽게 계산할 수 있지만, 과육 으깬이를 발효할 때는 과실 무게에 대해 과즙 무게를 환산해야 한다. 복분자의 과즙 계수는 약 0.9로 과육 100 kg에 대하여 과즙 무게가 90 kg이라는 의미이다.

효모가 생육하는 데는 당분 이외에도 질소질이나 기타 미량 영양원이 필요한데 희석한 과즙의 경우 질소질 함량이 낮고 미량 영양원의 농도도 낮기 때문에 발효가 잘되지 않을 수 있다. 그리고 수확 시 야생균에 오염된 경우에는 야생균에 의한 미량 영양원의 고갈로 접종한 효모 생육이 저해될 수 있다. 따라서 발효 전 복분자를 물로 희석한 경우에는 반드시 인산암모늄 같은 질소질 영양원을 보충해주어야 한다. 첨가량은 과육 또는

과즙의 양에 대하여 200~500 ppm 처리한다.

복분자 과즙의 총산은 1.2~1.5%로 매우 높은 편이다. 따라서 희석하지 않고 그대로 와인을 만들면 신맛이 너무 강하여 마시기 어렵다. 과즙의 산을 감소하는 방법으로 탄산칼슘을 처리하기도 하는데 탄산칼슘이 과즙의 유기산과 반응해 이산화탄소를 생성하면서 유기산을 분해한다. 다음은 복분자에 많이 들어 있는 구연산이 탄산칼슘과 반응하는 과정을 나타낸 구조식이다.



탄산칼슘 0.1%를 처리하면 총산은 0.15% 낮아진다. 예를 들어 총산 함량이 1.2%인 복분자 과즙 100 L가 있을 때 총산을 0.8%로 낮추기 위한 탄산칼슘 처리량은 아래 식으로 계산할 수 있다.

$$0.1 : 0.15 = x : 0.4 \quad x = \frac{0.1 \times 0.4}{0.15} = 0.27\%$$

즉 과즙 100 L에 대하여 0.27%인 270 g이 필요하다. 탄산칼슘을 처리할 경우, 산 함량을 낮추려는 과즙에 직접 탄산칼슘을 처리하지 말고 과즙 일부를 분리해 탄산칼슘을 처리한 다음 과즙에 넣어주어야 한다.

② 효모 접종

배양효모를 사용할 경우 관리나 배양에 노력이 많이 들므로 건조효모를 이용하는 것이 편리하다. 건조효모는 보통 500 g 단위로 판매하며, 4℃에 저장할 경우 1~2년 사용할 수 있다. 건조효모는 아황산에 내성이 있어 35~75 mg/L의 아황산에서 발효가 무난히 진행된다. 복분자 100 kg을 발효하려면 효모가 200~300 g 필요하며, 접종하기 전에 효모를 활성화하려면 먼저 40~42℃의 10% 설탕물 1 L에 효모를 수화하고 20~30분 활성화한 다음 발효하려는 원료 100 kg에 접종한다. 복분자는 수확 시 25~30℃의 더운 날씨로 초산균이나 산막효모 같은 유해균에 쉽게 오염될 수 있기 때문에 초기 아황산 첨가 농도를 높여 야생균 번식에 따른 품질 저하를 막아야 한다. 건조효모는 오래 보관할수록 활성이 떨어지기 때문에 개봉 후 1년 이상 경과한 건조효모는 첨가량을 늘려야 한다.

③ 발효관리

복분자와인의 발효온도는 25~28℃가 적당하다. 복분자에는 안토시아닌과 타닌이 다량 들어 있기 때문에 이들 물질이 용이하게 용출되려면 다소 고온에서 발효하는 것이 유리하다. 발효온도가 32℃를 넘을 경우, 향기성분의 휘발이나 초산균 같은 유해균의 번식으로 복분자와인의 품질이 떨어진다. 발효온도가 35℃를 넘을 경우, 효모 활성도 떨어지기 때문에 발효가 제대로 되지 않을 수 있으며, 효모가 갑자기 사멸해 발효가 더 진행되지 않는 스톱발효가 일어날 수 있다.

알코올 발효는 열을 다량 발생하므로 알코올 발효 시 발효조를 반드시 냉각해야 한다. 특히 발효 3~5일경에 효모개체 수가 최고조에 달하면서 온도가 급격히 상승하므로 발효조 냉각에 특별히 신경을 써야 한다. 이중관이나 냉각장치가 따로 설치되어 있지 않으면 발효조 옆면에 부직포를 두른 다음 차가운 지하수를 흘려보냄으로써 발효조를 냉각시킬 수 있다. <그림 8-23>은 복분자를 25~28℃에서 발효할 경우 발효 4일째 당분은 거의 소모되었으며 알코올 농도는 최고조에 도달함을 보여준다. 따라서 발효 2~3일

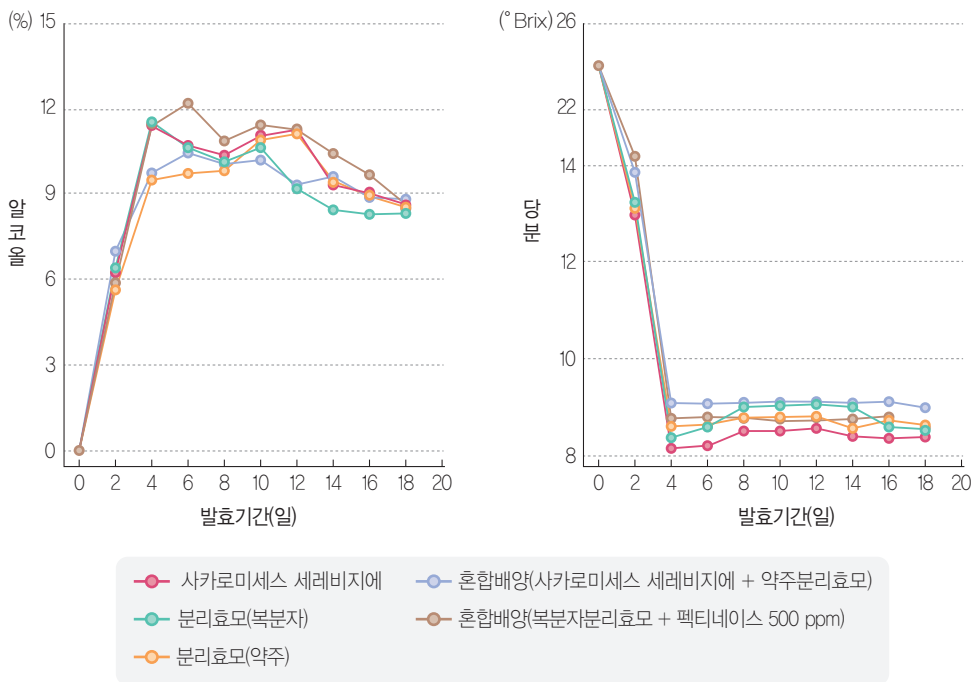


그림 8-23 복분자와인 발효 중 에탄올과 당분 함량의 변화

제 발효열이 가장 많이 생성된다는 것을 짐작할 수 있으며, 이 시기에 반드시 발효조를 충분히 냉각할 수 있도록 조절해야 한다.

알코올 발효는 혐기성 발효로 산소가 필요하지 않지만, 발효 초기 균체 증식기에 산소를 어느 정도 공급함으로써 효모 생육을 촉진하고 알코올 내성을 강화할 필요가 있다. 산소 공급은 하루 2회 정도 뒤집어주는 것으로 충분하다.

발효 종료는 당이나 알코올 함량을 분석하여 알아볼 수도 있으나, 통상 기포가 더 발생하지 않거나 발효액에 단맛이 없으면 발효가 종료된 것으로 볼 수 있다. 단맛이 어느 정도 남아 있는 복분자와인을 만드려면 발효 도중, 당이나 알코올을 분석해 발효 종료점을 인위적으로 조절해야 한다. 발효를 멈추려면 발효액의 온도를 빙점 이하로 낮추고 아황산염을 200 ppm 처리하고 3~5일간 방치한 다음 여과하면 된다. 복분자 발효액에 잔당이 있을 경우 병입하고도 발효가 진행될 수 있으므로, 단맛이 있는 과실주를 생산할 때는 최종제품 출하 시 살균에 각별히 유의해야 한다.

(4) 압착과 잔당발효

복분자를 발효시키고 5~7일 뒤 압착한다. 이 시기는 아직 발효 중이지만 이때 발생하는 이산화탄소가 압착과정 중 공기에 의한 과즙 산화를 최소로 할 수 있다. 압착한 과즙은 2차 발효탱크에 옮기고 잔당발효를 실시한다. 아직 분해되지 않은 당분이 많이 남아 있기 때문에 반드시 잔당발효를 한다. 또 발효 완료 시 공기 유입을 막을 수 있는 에어록이 설치된 발효탱크를 이용함으로써 와인의 산화를 막을 수 있다. 발효온도가 25℃ 내외일 경우 잔당발효기간은 10~15일 걸리며, 온도가 15~20℃로 낮을 경우 25~30일 소요된다. 과육이 혼재된 1차 발효 시 발효온도를 25℃ 정도로 높임으로써 과육에 들어 있는 폴리페놀성 성분을 효과적으로 추출할 수 있으며, 잔당발효 시에는 15~20℃의 저온에서 발효함으로써 복분자의 풋풋한 향기를 보존할 수 있고, 초산균과 같은 유해균 번식도 억제할 수 있다.

복분자와인의 주요 유기산인 구연산 함량은 황성산이 4.89 mg/mL로 가장 높은 수치를 나타냈고, 다음으로 고창산(4.74 mg/mL), 순창산(4.42 mg/mL) 순으로 나타났으며, 정읍산(3.31 mg/mL) 복분자와인에서 가장 낮았다. 이러한 유기산 조성은 첫째, 원료에서 유래된 것으로 생각되며, 둘째, 발효방법이나 숙성방법에 따라 차이가 나는 것으로 볼 수 있다. 복분자와인에서 젖산이나 초산이 검출되는 것은 주로 원료나 발효 중에 오

염되는 젖산균이나 초산균에 의한 이상발효에 영향을 받은 것이다. 원료 중 사과산은 젖산균(lactic acid bacteria)에 의해 젖산으로 분해되며 초산균에 의해 알코올이 분해되면서 초산으로 전환될 수 있다.

표 8-11 복분자 원료 생산지역에 따른 복분자와인의 유기산 함량

유기산(mg/mL)	고창	횡성	정읍	순창
사과산	0.22a±0.03	0.21a±0.02	0.19a±0.01	0.22a±0.02
젖산	0.19b±0.01	0.24b±0.01	0.46a±0.03	0.20b±0.02
석신산	1.92c±0.04	3.49a±0.09	2.86b±0.06	2.39bc±0.07c
구연산	4.75a±0.08	4.89a±0.10	3.31b±0.06	4.42a±0.10
초산	ND	0.20a±0.01	0.23a±0.01	ND

* ND: not detected

a-c: 덩칸의 다중범위검정에 의해 p<0.05에서 유의적 차이 표시

(5) 숙성

복분자와인의 숙성은 다른 와인의 숙성과 차이가 크지 않다. 다만 복분자와인에 다량 함유되어 있는 안토시아닌의 변색을 방지하기 위한 대비책을 철저히 강구해야 한다. 가장 중요한 것은 숙성 중 안토시아닌 산화를 방지할 수 있도록 공기유입을 철저히 방지하고 이산화황 농도를 100 ppm 정도로 유지하는 것이다. 잔당발효 후 1차 침전물 분리 시 반드시 100 ppm 정도의 아황산염을 처리함으로써 숙성 중 산화에 의한 와인 품질 변화를 방지할 수 있다. 안토시아닌 색소는 빛에 민감하게 반응하는데 특히 병입 숙성을 할 경우에는 저장고에 형광등보다는 빛이 약한 백열등을 설치하는 것이 유리하다. 이것은 작업 시 켜두는 전등이 복분자와인에 가능한 한 영향을 주지 않게 하기 위함이다.

와인 숙성용기로는 스테인리스 스틸제가 많이 이용되며, 공기 유입만 방지할 수 있다면 발효탱크로 사용한 것이라도 숙성용으로 사용할 수 있다. 숙성 중 발효액 내의 불순물이 바닥으로 가라앉으면서 와인은 점점 더 맑아지는데 숙성 1년차에는 2~3회 침전물 분리를 실시하여 맑은 액을 다른 저장탱크로 옮겨 침전물 분해물이 와인에 녹아들지 않게 해야 한다. 침전물이 분해되면 와인의 품질을 떨어뜨릴 뿐만 아니라 부영양화를 초래해 유해 미생물 증식이 촉진되므로 저장성이 떨어진다.

오크통에 숙성할 경우, 먼저 어떤 복분자와인을 오크통에 넣어 어떤 제품의 복분자와인을 만들지 충분히 고려해야 한다. 오크통에 넣는다고 해서 무조건 고급 와인이 되는 것은 아니다. 경우에 따라서는 더 나빠질 수도 있다. 오크통은 산지에 따라 용도가 다르며, 만드는 방법에 따라서도 용도가 다양하다. 일반적으로 가벼운 과실주나 달콤함을 특징으로 하는 과일주는 오크통에 숙성해도 향미가 개선되지 않지만, 폴리페놀 함량이 많으면 오크통 숙성으로 한층 더 깊은 맛을 내는 와인으로 숙성시킬 수 있다. 오크통 숙성 시 주의할 점은 처음 사용할 때 새는지 점검하고, 복분자와인을 오크통에 오랫동안 담아두면 오크통 표면에 곰팡이가 생기므로 저장실을 청결하게 해야 한다는 것이다.

시간이 지날수록 복분자와인 액면이 좀 낮아지는데 이때 산화를 방지하려면 빈 공간을 여분의 복분자와인으로 꼭 채우는 것이 필요하다. 복분자와인의 적정 저장온도는 15℃ 내외이며 가능한 한 온도 변화가 적은 곳이 좋은 저장고이다. 습도는 60~70%로 좀 건조한 것이 좋은데, 습도가 높으면 곰팡이가 많이 핀다. 저장고의 곰팡이 냄새는 장기간에 걸쳐 발효액으로 녹아들어가 품질이 나빠질 수 있다.

복분자와인 제조 시 총 폴리페놀 함량은 원료 생산시기, 지역 품종, 양조기술(발효 온도, 착즙시기, 숙성방법) 등에 크게 영향을 받는다. 일반적으로 양조과정에서 알코올 농도가 서서히 올라가면서 복분자 과육의 안토시아닌을 포함한 폴리페놀성 성분이 과즙으로 용출돼 발효시간이 경과함에 따라 총폴리페놀이 증가한다. 복분자는 과피가 약해 폴리페놀성 물질이 쉽게 용출되어 발효 5~7일이면 추출이 완료된다. 따라서 잡균의 오염을 방지하고 공기 접촉을 줄이려면 발효가 완료되기 전에 압착해 발효액을 숙성시키는 것이 유리하다. 와인에서 폴리페놀성 성분은 플라반-3-올(flavan-3-ol), 플라반-3,4-디올(flavan-3,4-diol), 안토시아닌, 안토시아니딘, 플라보놀(flavonol), 플라본(flavone) 같은 하이드록시벤조산(hydroxybenzoic acid), 하이드록시시남산(hydroxycinnamic acid), 플라보노이드 유도체를 포함하고 있다. 일반적으로 숙성 전에는 카테킨, 에피카테킨(epicatechin), 프로시아니딘 B2, B3, B4, 퀴세틴, 갈릭산 등의 저분자량을 가진 페놀성분이 주를 이루다가, 숙성을 거쳐 이들 성분이 서로 중합해 고분자의 폴리페놀성분을 생성한다. 따라서 와인발효가 진행되면서 타닌과 안토시아닌의 중합체 형성으로 안토시아닌 함량은 점차 감소하게 되고, 이러한 색소복합체(copigmentation)는 pH 변화와 아황산 첨가로 안정되어 숙성 후 와인의 색소 안정화에 크게 기여한다.

(6) 여과와 병입

여과는 숙성이 완료되고 블렌딩을 하여 제품으로 병입하기 전에 불순물을 제거하는 공정이다. 복분자와 같이 과육의 불순물이나 안토시아닌이 많은 와인은 여과하기가 쉽지 않다. 숙성된 복분자와인을 여과 하루 전에 벤토나이트나 젤라틴을 처리함으로써 와인의 청정을 강제로 유도할 수 있다. 청정처리는 반드시 예비시험을 통하여 처리 종류나 처리량을 결정하고서 본 탱크에 처리해야 한다. 특히 젤라틴 처리의 경우 처리 농도가 맞지 않으면 오히려 와인 혼탁의 원인이 될 수 있으므로 각별히 주의해야 한다. 벤토나이트는 단백질과 결합하는 성질이 강하므로 단백질에 의한 혼탁 와인에 유용하게 사용할 수 있다.

벤토나이트 처리량은 무게 비율로 100~1,000 ppm 처리하는데 하루 전에 처리량을 계산하여 물에 5% 용액으로 수화해두었다가 윗물을 따라내고 벤토나이트를 충분히 혼합한 다음 처리한다. 예를 들어 100 L 와인에 500 ppm을 처리하려면 먼저 벤토나이트 50 g을 1 L 물에 충분히 푼 다음 하룻밤 방치하고 다음 날 맑은 상등액은 따라내고 가라앉은 벤토나이트를 100 L 와인에 처리한다.

여과는 발효액을 가능한 한 충분히 청정한 다음 처리한다. 특히 복분자와인과 같이 안토시아닌과 과육의 파편이 다량 함유되어 있는 경우에는 여과지의 통과 사이즈가 큰 것부터 단계적으로 여과해야 한다. 처음부터 미세한 여과지를 사용하면 쉽게 막혀 여과하기가 어렵다.

병입은 병에 복분자와인을 채우고 마개를 닫은 다음 상표를 붙이는 과정을 말한다. 여기에는 수동식, 반자동식 혹은 자동병입장치가 있다. 병입장치는 많이 사용하는 기계가 아니므로 구입할 때 자금을 많이 투입하면 그만큼 손해를 본다. 자동병입장치의 경우 병입과 마개 그리고 라벨부착을 자동으로 수행할 수 있어 작업속도는 빠르나 고장이 날 경우나 공간 활용, 인력조달 등을 고려하여 신중히 설치해야 한다. 특히 자동식 병입장치는 중소기업체의 경우 연간 2~3회밖에 사용하지 않으므로 기계 관리를 철저히 하지 않으면 사용할 때 곤란을 겪는 일이 자주 발생한다.

(7) 품질관리

① 복분자와인의 산화방지

가. 복분자와인의 폴리페놀류

복분자와인의 폴리페놀 물질은 발효로 생성되는 것이 아니라 과실 자체에서 유래한다. 복분자의 폴리페놀 물질은 2차 대사산물로 자연계에서는 식물을 보호한다. 복분자의 대표적인 폴리페놀류는 붉은색을 나타내는 안토시아닌으로 성숙단계와 관계없이 당배당체로 아실기(acyl)가 붙어 있지 않은 사이아니딘 배당체(cyanidin-3 glucoside, cyanidin-3 rhamnoglucoside)이다. 사이아니딘 계통의 안토시아닌은 대표적인 붉은 색소로 복분자가 검게 보이도록 하지만 실제 물에 희석하면 붉은색을 띤다. 안토시아닌류에는 붉은색 계통인 사이아니딘과 보라색 계통인 델피니딘(delphinidin)이 있다.

나. 안토시아닌의 산화방지와 품질관리

복분자와인 제조에서 안토시아닌이 가장 급격하게 산화되는 단계는 과실을 으깬 때이다. 과실을 으깨면 세포가 파괴되면서 액포 속의 안토시아닌이 세포질의 산화효소와 만나게 되고 이때 공기 중의 산소에 의해 급격히 산화된다. 안토시아닌이 산화되면 붉은 벽돌색을 띠며 과도하게 산화되면 어두운 검은색이 된다. 와인의 냄새도 아세톤 같은 화학약품의 산화취가 발생해 기호성이 떨어진다. 따라서 복분자와인 제조 시 안토시아닌 색소의 산화를 방지하기 위하여 적절한 아황산처리와 함께 와인이 공기 중에 노출되는 것을 각별히 막아야 한다. 복분자의 색은 매우 진하기 때문에 과육을 으깬 때나 와인 발효 중에 색소가 산화되는 것을 느끼지 못하는 경우가 많다. 따라서 산화에 대한 대처가 미약할 때가 많은데 산화가 진행된 복분자와인의 경우, 복분자 자체에 함유되어 있는 풋풋한 풀내와 같은 향기가 사라질 뿐만 아니라 간장을 오래 달인 듯한 냄새가 나고 시간이 지날수록 짙은 거무스름한 색으로 변한다.

복분자와인에 들어 있는 안토시아닌의 산화를 방지하는 가장 쉬운 방법은 적당한 농도의 아황산을 첨가하는 것이다. 아황산은 안토시아닌의 산화를 방지할 뿐만 아니라 초산균이나 젖산균 같은 세균 번식을 억제한다. 아황산은 안토시아닌 산화효소의 활성을 억제하고, 복분자와인에 녹아 있는 산소와 반응성이 매우 높아 안토시아닌 대신 반응하여 산화를 방지한다. 즉 복분자와인의 상태를 환원상태로 유지하는 기능을 한다.

아황산이 과량 투입되면 안토시아닌의 붉은 색소가 탈색되어 색이 옅어질 수 있는

데, 이런 복분자와인은 잔에서 공기와 접촉하면 본래 색으로 돌아온다. 안토시아닌의 산화를 방지하기 위해서 과실을 으깬 때 아황산염으로 과실 무게 대비 200~300 ppm 처리하는 것이 적당하며, 발효가 완료된 다음에는 1차 침전 분리 시 100~150 ppm 처리하는 것이 바람직하다. 과실을 으깬 때 처리한 아황산은 발효 도중 효모가 생성하는 아세트알데하이드에 의해 거의 결합아황산으로 변하거나 공기 중으로 날아가기 때문에 발효가 완료된 시점에서는 산화를 방지하기 위해 다시 아황산을 넣어주어야 한다.

복분자와인의 산화를 막기 위하여 아황산을 처리하는 것도 중요하지만 먼저 제조과정이나 숙성 중에 복분자와인이 공기에 노출되는 것을 최대한 막아야 한다. 발효가 진행 중인 복분자 술덧을 압착함으로써 생성되는 이산화탄소에 의해 발효액이 공기와 접촉하는 것을 막을 수 있으며, 침전물 분리 시에는 가능한 한 펌퍼를 사용하지 않고(펌퍼 사용 시 미세한 공기가 많이 유입됨) 자연 유하식으로 깨끗한 상등액을 분리하는 것이 좋다. 저장 중에는 숙성조에 와인을 되도록 많이 채우고 남은 공간에는 반드시 질소를 충전해야 한다.

② 복분자와인의 오염방지

복분자와인 제조 시 흔히 발생하는 오염균으로는 초산균과 산막효모 젖산균이 있다. 복분자와인에서 가장 문제가 되는 것은 초산균으로, 주로 원료에서 유래한다. 우리나라 최대 복분자 생산지인 전북 고창의 수확기는 6월 중하순으로 장마철과 겹친다. 그리고 한낮 기온이 30℃ 이상으로 오르면서 초산균 활동이 왕성해져 복분자에 오염되고 저장고에서 냉동되기 전까지 급격하게 증식한다. 초산균의 평균 세대기간을 30분으로 본다면 수확 후 5시간만 지나면 초산균이 거의 10세대가 지나고 복분자 원료에 초산균이 1,000배 정도 늘어난다. 따라서 복분자 수확 후 곧바로 급속냉동할 수 있는 시스템이 마련된다면 초산균이나 기타 잡균의 오염을 효과적으로 방지해 복분자와인의 품질을 높일 수 있다.

초산균 이외에 산막효모도 호기성균이기 때문에 발효나 저장 중에 공기가 자유로이 들어갈 경우 많이 발생한다. 이를 방지하기 위해서는 발효 시 온도가 20℃ 이상 되지 않도록 조절하고, 과실주 저장 시 용기에 과실주를 꽉 채우고 밀폐한다. 복분자와인의 젖산균은 오염균으로 볼 수 있으나 복분자 과즙에 다량 함유되어 있는 사과산을 분해하는데 유용한 균으로도 이용할 수 있다. 즉 1차 알코올 발효가 완료되는 시점에 사과산을

젖산으로 분해하는 젖산균이 발효액에 증식함으로써 복분자 발효액의 신맛을 완화할 수 있다. 이것은 알코올 발효가 끝날 무렵 발효액의 아황산 농도가 낮을 때 원료로부터 유입된 젖산균에 의해 말로락틱발효가 일어나기 때문이다.

젖산균은 원료가 깨끗하지 않고 발효 완료 후 침전물을 충분히 제거하지 않았을 때 발생하는데, 젖산균은 아황산에 대한 내성이 약하므로 발효 종료 후 아황산을 처리하고 침전물을 빨리 제거하면 쉽게 방지할 수 있다. 복분자와인의 주요 오염균인 초산균이나 젖산균 그리고 산막효모는 모두 아황산에 내성이 약한 미생물이다. 따라서 발효 완료 후 적당한 농도로 아황산 처리를 하여 오염을 방지할 수 있으므로 복분자와인을 저장할 때 적절한 아황산 관리가 무엇보다 중요하다.

4. 배와인 제조기술

1) 국내 재배 역사와 현황

(1) 배의 유래와 분류

현재 생식용으로 재배되는 배속 식물은 동양계 중 남방형인 일본배(*Pyrus pyrifolia* N.)와 북방형인 중국배(*Pyrus ussuriensis* M.), 유럽계인 서양배(*Pyrus communis* L.) 세 종류가 있다. 이와 같은 배속 식물은 현 재배종을 포함하여 30여 종이 분포되어 있으나 그 발상지는 모두 중국 서부와 남서부 산간지로 알려져 있다. 여기에서 한쪽은 동부로 동아시아를 경유하여 한국과 일본으로, 다른 쪽은 서부로 이동하면서 그 일부가 중앙아시아와 내륙아시아로, 또 다른 일부가 코카서스, 소아시아, 서부유라시아 쪽으로 이동하였다.

배나무는 장미과(Rosaceae)에 배나무아과(Pomoideae), 배나무속(*Pyrus*)에 속하는 낙엽 교목 또는 관목성 식물로 배나무아과(n=17)는 앵두나무아과의 원시형(n=8)과 조팝나무아과의 원시형(n=9)의 이질배수체에 의해 생겨난 것으로 추정한다.

① 일본배

일본 중부 이남, 우리나라 남부와 중국 양쯔강 연안에 분포되어 있는 돌배(山梨, *Pyrus pyrifolia* Burn.)를 기본종으로 하여 개량한 품종군이다. 주로 우리나라와 일본에

서 재배하며, 다른 나라에서는 거의 재배하지 않는다.

② 중국배

중국의 화북지방, 만주, 몽골, 우리나라 북부지방 등지에 분포되어 있는 산돌배(北支山梨, *Pyrus ussuriensis* Maxim.)를 기본종으로 하여 중국에서 주로 개량한 품종군이다. 크게 중화리(中華梨)와 중국소리(中國小梨)로 구분하는데, 중화리는 중국배 중에서 품질이 우수한 품종군으로 압리(鴨梨), 자리(慈梨), 홍리(紅梨) 등이 이에 속한다.

③ 서양배

유럽 중부와 동남부, 아시아 서부 일대에 분포되어 있는 파이루스 코뮤니스 L. (*Pyrus communis* L.)을 기본종으로 하여 유럽 여러 나라에서 개량한 품종군이다. 현재 세계적으로 가장 많이 재배되고 있다.

(2) 우리나라의 배 재배 내력

삼한시대와 신라의 문헌에 배에 관한 기록이 있고, 고려시대에 배 재배를 장려했다는 기록이 있는 것을 보면 배의 역사는 길다. 또 품종 분화도 오래전에 이루어졌을 것으로 보이며 기록상 허균(1611)의 저서인 『도문대작(屠門大嚼)』에 5품종이 나오고, 19세기 작품으로 보이는 완판본 『춘향전』에서는 청실배[靑實梨]라는 이름이 나온다. 구한말에 황실배[黃實梨], 청실배 등과 같은 명칭이 있어 일반에게 널리 재배되었음을 짐작하게 한다. 1920년대의 조사에서는 33품종에 달하는 학명이 밝혀진 재래종과 학명이 밝혀지지 않은 26품종이 나와 있다. 이들 재래종 배의 명산지로는 봉산, 함흥, 안변, 금화, 봉화현, 수원, 평양 등이 있고, 품질이 우수한 품종은 황실배, 청실배, 함흥배[咸興梨], 봉화배[逢火梨], 청당로배[靑棠露梨], 봉의면배[鳳儀面梨], 운두면배[雲頭面梨], 합실배 등이 알려져 있다.

이 중에서 청실배는 경기도 구리시 묵동리에서 재배되었는데 석세포가 적으면서 단 맛이 높고 맛이 뛰어나 구한말까지 왕실에 진상되었다고 전해진다. 그 뒤 일본인이 1920년경 장십랑(長十郎)과 만삼길(晩三吉)을 서울 묵동에 재배하였는데, 묵동(먹골)은 중랑천변으로 토심이 5~10 cm로 깊고 배수가 잘되는 사양토로, 이곳에서 생산되는 맛이 좋은 배를 먹골배라고 하였는데 명성이 높아 지금도 맛있는 배의 대명사로 쓰이고 있다.

1906년 뚝섬에 원예모범장 설치와 함께 장십랑, 금촌추(今村秋), 만삼길, 태평조생(太平早生), 적룡(赤龍), 바틀렛 6품종이 도입되었고, 1908년까지는 40여 품종이 시험장에 도입·재배되었다. 1945년 이후 품종도입에서 특기할 만한 것이 없다가 1960년대 이후 해외연수자 및 미국인 고문관을 통한 유전자원 도입이 활발히 이루어졌으며, 현재 국내에서 많은 품종이 육성되어 재배되고 있다.

2) 품종과 재배 특성

(1) 원황

원황은 수세가 강하며, 유사흑반병에 강하여 재배하기 쉬운 편이다. 만개기는 4월 21일로 장십랑과 같으며, 화분이 많고 주요 재배품종과 교배친화성이 높아 수분수 품종으로도 좋다.

표 8-12 원황의 수체 특성

품종명	발아기	만개기	수세	화분의 양	내병성 (흑반병)
원황	4. 2	4. 21	강	다	강
장십랑	4. 1	4. 22	중	다	강
풍수	4. 1	4. 22	강	다	중~강

원황은 조생종으로는 극히 대과에 속하는 품종으로, 성숙기에 가뭄이 심하거나 강우로 과습하면 석회, 붕소 등 비료성분 흡수가 저해되어 과심갈변이 다소 발생할 우려가 있으므로 과습되지 않도록 토양 배수처리에 유의해야 한다.

(2) 신고

신고배는 수세가 강하고 단과지와 중과지 착생이 양호하다. 개화기는 장십랑보다 1~2일 빠르며, 수원에서 만개기는 4월 25일경이며 꽃가루가 없어 수분수가 필요하다. 신고배는 결과지 착생이 양호하고 수확량이 3,600 kg/10 a로 생산성이 높은 편이다. 상온에서 저장력이 90일 정도로 비교적 우수한 편이다.

표 8-13 수량성과 상품성

품종	과형	과피색	석세포	과심률(%)	저장력	품질	수량 (kg/10 a)
신고	원형	담황갈색	중	35	중(90일)	상	3,600

신고배의 경우 결실이 과다하면 과실 발육이 나쁘고, 뚝은맛을 내는 등 품종 고유의 특성을 발휘하지 못하므로 적과를 철저히 하여 대과를 만들도록 한다. 밀식이나 질소 과용, 결실 과다, 배수불량이 되면 바람들이나 과피얼룩과, 유사흑반증상이 많아지므로 주의해야 한다. 특히 신고는 다른 품종에 비해 질소를 다소 사용해도 좋을 정도로 질소 흡수성이 높으나 질소질 비료를 수세나 토양상태를 고려하지 않고 지나치게 해마다 연속해서 사용하면 생리장해가 나타날 수 있다. 꽃가루가 거의 없으므로 수분수로 3품종 이상을 혼합해서 식재해야 한다. 비가 많이 내린 해에 수확 후 과피흑변이 발생하므로 유의해야 한다. 수확 후 곧바로 저온에 저장하면 과피흑변이 발생하기 쉬우므로 반드시 일주일 정도 예건하여 과피흑변 유발과 관련된 효소 활성을 둔화시킨 뒤 저장해야 하며, 저장고는 환기를 자주하여 과습되지 않도록 유의해야 한다.

(3) 감천배

감천배는 수세가 강한 편이며 단과지에 꽃눈 형성이 잘되어 결실 연령이 빠른 품종이다. 개화기는 신고보다 3~4일 늦다. 꽃가루가 풍부하며 주요 재배품종과 교배친화성이 있어 수분수로도 유망하다. 하지만 화산, 미황, 만수 품종과는 교배불친화성이므로 수분수로 사용할 수 없다. 과피보다 과육 부분이 먼저 성숙하므로 수확기에도 과피에 녹색이 남아 있으나 수확 후 1개월 정도 지나면 담갈색으로 변하므로 과숙되기 전에 수확



원황

신고

감천배

황금배

그림 8-24 국내에서 재배되는 주요 배 품종

해야 한다. 장기 저장용 과실의 수확 적기는 남부지방은 10월 1일에서 5일, 중부지방은 10월 10일경이다. 500 g 이상 대과는 저장력이 약해질 수 있으므로 수확 후 가능한 한 빨리 출하하고 장기 저장용 과실로는 500 g 이하의 중소과를 사용하는 것이 유리하다.

수확기에 고온건조가 지속되면 과육이 연화되거나 과심갈변이 일어날 수 있으므로 관수에 유의하고 석회가 부족하지 않도록 한다. 감천배는 단과지 형성이 잘되며 수량성이 3,700 kg/10 a로 생산성이 높다. 과심률이 극히 작아 가식부가 많으며, 상온에서 120 일 정도 저장이 가능하다.

표 8-14 감천배와 금촌추의 수량성과 상품성

품종	과형	과피색	석세포	과심률(%)	저장력	품질
감천배	편원형	담황갈색	극소	29.6	강(120일)	상
금촌추	원추형	담황갈색	소	35.4	강(150일)	중

(4) 황금배

황금배는 Y자 수형을 이용한 고밀식 재배에 잘 적응하며, 유인각도는 처음에는 45~50°를 유지하고 중간 이상은 50° 이상을 유지한다. 유목 1~4년차 겨울 전정 시 강 절단 전정을 하여 주지연장지를 강하게 키우는 동시에 경쟁지는 과감하게 제거한다. 특히 여름에 도장성 가지는 밀생되지 않게 솜아내 주지연장지 발달에 지장이 되지 않도록 한다. 황금배는 가지 발생이 많으므로 6월 상순까지 밀생지를 솜아내고 유인작업을 마친다. 유인각도는 45° 이상을 유지하며 특히 선단은 다소 직립에 가깝도록 하여 세력을 갖게 한다. 가지의 등 쪽에 있는 눈은 가능한 한 5월 상순경까지 제거한다.

황금배는 가지선단부에 착과되는 것을 막아야 한다. 선단부에 착과되는 과실은 모양도 나쁠 뿐 아니라 가지 세력을 약화시키는 경향이 있다. 측지에 결실시키고, 5~6년차에는 측지를 갱신한다. 과일을 크게 만들려면 빨리 적뢰, 적화, 적과를 실시하는 것이 좋다. 황금배는 무엇보다 토양의 배수가 잘되어야 한다. 배수에 문제가 있으면 암거배수나 명거배수를 설치하여 배수가 잘되게 해야 한다. 토심이 깊어야 하며 퇴비 위주로 재배하는데 10 a당 3톤 이상 주며 반대로 질소질 비료 사용은 줄인다. 석회는 해에 따라 100 kg/10 a씩 시용한다. 퇴비는 낙엽이 지기 시작하는 가을에 전량 투입한다. 질소는

전량의 80%를 퇴비 줄 때 주며, 나머지 20% 중 절반은 수확 3~4주 전에 주고, 나머지 절반은 수확 직후 준다. 칼륨과 인산은 가을에 퇴비를 줄 때 전량 사용한다.

토심이 얇고 척박하며 배수도 좋지 않다면 질소비료를 더 많이 나누어준다. 즉 60%는 기비로, 10%는 해동 직후인 봄에, 10%는 개화기 전에, 10%는 수확 3~4주 전에, 10%는 수확 직후로 나누어주는 것이 좋다. 여름 장마철에는 비닐멀칭으로 강우를 차단하여 토양의 과습을 방지하고 공중 습도를 낮추도록 하여 동녹 발생 가능성을 낮춘다. 경기도 북부와 내륙 한랭지에서는 해동 직후 토양에 투명비닐을 멀칭하여 지온을 빨리 올려 지하부 뿌리의 성장을 촉진할 수 있다.

3) 배의 영양성분과 품종별 과실 특성

(1) 배의 영양성분

배의 주요 영양성분 중에 일반 성분으로 수분이 매우 많아 86~90% 함유되어 있으며, 탄수화물은 8~12 g/100 g 들어 있다. 무기질로는 칼륨이 100~170 mg/100 g 함유되어

표 8-15 배 성분 함량(가식부 100 g 기준)

종류	일반 성분						무기질				
	에너지	수분	단백질	지질	회분	탄수화물	칼슘	인	철	칼륨	나트륨
	kcal	g	g	g	g	g	mg	mg	mg	mg	mg
배	47	86.8	0.2	0.1	0.2	12.7	2	8	0.1	140	1
돌배	48	86.5	0.4	0.1	0.2	12.8	5	16	0.4	100	0
신고	41	88.4	0.3	0.1	0.3	10.9	2	11	0.2	171	3
장심랑	35	90.4	0.4	0.3	0.4	8.6	5	12	0.3	111	4

종류	비타민							식이섬유		
	레티놀 당량	레티놀	베타카 로틴	티아민	리보플 라빈	나이 아신	아스코 르브산	총식이 섬유	수용성 식이 섬유	불용성 식이 섬유
배	0	0	—	0.02	0.01	0.2	6	1.4	0.3	1.1
돌배	9	0	52	0.05	0.02	0.3	—	1.6	0.5	2.1
신고	0	0	0	0.02	0.01	0.1	4	(0.7)	(0.1)	(0.6)
장심랑	0	0	0	0.02	0.01	0.3	4	—	—	—

* 『식품성분표』 제8개정판, 농촌진흥청, 2011

있다. 칼륨은 많은 반면 나트륨이 매우 적어 고혈압을 앓고 있는 환자에게 유익하다. 비타민류 중에는 돌배류에 베타카로틴이 들어 있으며, 다른 비타민류는 적은 편이다. 식이섬유는 일반 배보다는 돌배에 총식이섬유와 불용성 식이섬유가 많이 함유되어 있다.

(2) 품종별 과실 특성

① 원황

당도는 13.4브릭스로 장십랑, 풍수보다 감미가 높고 숙기는 9월 12일로 장십랑보다 8일 빠르다. 과형은 편원형이고 과피색은 선명한 황갈색으로 외관이 수려하고 과중은 560 g 이상으로서 같은 시기에 수확되는 어느 품종보다도 대과이다. 과즙이 많으며 석세포가 적은 편이고 만삼길 품종처럼 과육이 치밀하여 씹히는 맛이 좋고 씹은 뒤 섬유질 등이 별로 남지 않아 식미가 극히 우수하다. 과즙의 유기산은 매우 적은 편으로 와인 제조 시 사과산이나 구연산 등으로 반드시 보산해야 한다. 장십랑처럼 과숙 시에 나타나는 과피흑변이 없는 것이 특징이며, 과육의 분질화가 없어 와인으로 가공 시 파쇄 후 착즙이 용이하다.

표 8-16 원황, 장십랑, 풍수 품종의 과실 특성

품종	숙기 (월, 일)	과중 (g)	당도 (° Brix)	경도 (kg/ø 5 mm)	산미	육질	석세포	식미	과피 흑변	분질화
원황	9. 12	566	13.4	1.27	소	유 연	극소	상	없음	없음
장십랑	9. 20	403	12.8	1.47	극소	거칠다	중	중	심함	심함
풍수	9. 18	514	13.2	0.96	극소	유연	극소	상	없음	없음

② 신고

신고배는 숙기가 9월 하순(남부)에서 10월 상순(중부)으로 중생종이다. 과중은 500 g 이상으로 대과종에 속하며 과형은 편원형이다. 과피는 담황갈색이며, 과육은 육질이 비교적 유연하고 과즙이 많으며 석세포는 중정도이고 당도는 11.4브릭스로 식미가 우수하다. 신고배는 국내에서 가장 많이 생산되는 품종으로 가을 수확 후 곧바로 와인으로 제조하는 것이 좋으며 부득이한 경우 저온에 저장해두었다가 겨울에 양조용으로 이용할 수 있다.

표 8-17 신고배의 과실 특성

품종	만개기 (월, 일)	숙기 (월, 일)	과중 (g)	당도 (° Brix)	산미	경도 (kg/ø5 mm)	과즙	육질
신고	4. 25	10. 1	550	11.4	중	1.0	많은 편	치밀함

③ 감천배

감천배의 숙기는 10월 상중순인 만숙종이다. 과중은 600 g 정도로 대과종이며 과피는 담황갈색으로 수확 시에 녹색이 남아 있으나 저장고 입고 후 15일 정도면 완전히 소멸되고 햇별이 통과되지 못하는 흑색봉지를 씌워 재배하면 녹색이 거의 없게 된다. 과육은 백색이며 육질은 유연하고 과즙이 많다. 당도는 13.3브릭스로 감미가 높고 산미는 극히 적어 와인으로 가공할 때 충분히 보산해야 한다.

표 8-18 만생종인 감천배와 금춘추 품종의 과실 특성

품종	숙기 (월, 일)	과중 (g)	당도 (° Brix)	산미	경도 (kg/ø5 mm)	과즙	육질
감천배	10. 15	590	13.3	극소	0.97	많은 편	유연함
금춘추	10. 31	520	11.8	중	1.28	많은 편	중간

④ 황금배

황금배는 비교적 대과이고 과형은 원형에 가까운 편원형이다. 사과 골든 품종처럼 과피가 황금색이고 과육은 연황백색으로 투명하며 외관이 매우 우수하다. 육질은 유연치밀하고 과즙이 아주 많아 와인으로 가공할 때 과즙 착즙이 용이하며 과즙 비율이 다른 품종에 비하여 높고 당도가 높아 13브릭스 이상 15브릭스까지 나오므로 상대적으로 가당량을 적게 할 수 있다. 숙기는 9월 상중순(남부)에서 9월 하순(중부지방)이며, 저장력은 비교적 약한 편이다.

표 8-19 황금배의 과실 특성

숙기 (월, 일)	과중 (g)	당도 (° Brix)	산도(%)	경도 (kg/ø5 mm)	과즙	육질	석세포	과심률 (%)	수송성	저장력 (일)	품질	수량 (kg/10 a)
9. 2	430	14.9	0.156	1.03	많은 편	유연함	극소	38.4	강함	30	상	3,200

4) 생산과 이용 현황

(1) 배 재배와 생산 현황

배 재배 면적은 2000년대 2만 6,200 ha로 최고조에 달했으며 현재 감소하는 추세이다. 생산량은 2008년까지 꾸준히 증가하다가 최근에는 생산량도 감소하고 있다. 2000년과 2008년 사이 재배 면적은 증가하지 않았으나 생산량이 늘어나는 것은 배의 성목 비율이 점차 높아지기 때문으로 해석되며, 현재는 재배 면적이 줄어들었으므로 생산량도 점차 줄어들고 있다.

표 8-20 국내 배 재배와 생산 동향

구분	1990	1995	2000	2002	2005	2006	2007	2008	2009	2010
재배 면적(천 ha)	9.1	15.8	26.2	25.4	21.8	20.7	19.9	18.3	17.1	16.2
생산량(천 톤)	159	178	324	386	443	432	467	471	418	308
성목비율(%)	78.0	48.1	50.8	67.3	78.4	84.6	87.9	90.7	89.3	90.7

(2) 이용 현황

배는 전남지역과 경북지역에서 주로 즙이나 청, 벡타나 주스 등으로 가공되고 있다. 2010년 현재 술로 가공되는 양은 통계에 잡히지 않았지만 10년 전에는 술로 가공되는

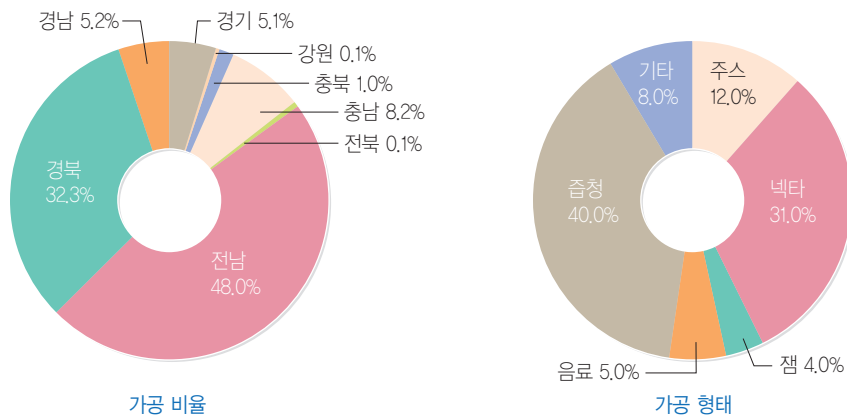


그림 8-25 지역별 배 가공 비율과 가공 형태(2010 과실류 가공 현황)

비율이 높았던 과실 중 하나이다. 최근에도 배 과실의 풍작으로 생산량이 많아 가격이 폭락했을 때 배 증류주로 이용된 적이 있다. 배는 상품과 이외 생식용으로 상품성이 떨어질 경우 가격이 매우 낮기 때문에 배 주산지에서는 가공용으로 이용하기를 기대하고 있다. 와인으로 가공할 경우 배 모양이나 크기는 상관없으며, 특히 배가 적을수록 배 껍질의 폴리페놀성 성분과 같이 기능성 성분이 많고 과심의 신맛이 높아 와인용으로는 오히려 더 적합한 면이 있다.

5) 제조기술

(1) 공정

배와인의 제조공정은 백포도주 제조공정과 같다. 수확된 원료를 선별하는 과정에서 병들어 부패한 것과 이물질을 제거하고 파쇄기로 으갠 다음 프레스로 압착하여 과즙을 얻는다. 파쇄기로 으갠 때 항산화제인 아황산염(메타중아황산칼륨)을 150~200 ppm 처리하며, 펙틴분해효소제를 처리하여 과육의 연화를 촉진한 다음 착즙함으로써 착즙의 용이성이나 착즙률을 높일 수 있다. 압착한 과즙의 당도를 22~24브릭스로, 총산을 0.4~0.5%로 조절한 다음 효모를 접종하면 발효가 시작된다. 15℃ 정도의 저온발효라면 발효기간은 25~30일 소요되며, 25℃ 정도에서 발효하면 10~15일이면 발효가 완료된다. 발효액의 영양분이 고갈되면 발효에 참여한 효모가 과육 파쇄물과 함께 가라앉는데, 바닥에 잘 가라앉았을 때 맑은 발효액만 침전물과 분리한다. 침전물이 제거된 맑은 발효액은 와인의 맛이 충분히 들 때까지 숙성한 후 블렌딩과 여과과정을 거쳐 병입하면 배와인이 완성된다.

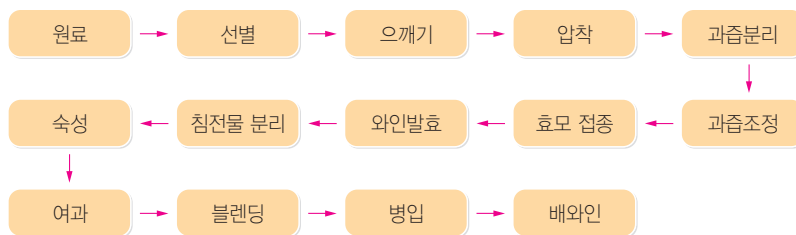


그림 8-26 배와인 제조공정

(2) 원료 처리

① 원료 준비

조생종인 풍수나 행수 품종은 저장성이 극히 약한 품종이므로 8월 말경에 수확하면 곧바로 사용해야 한다. 또 완숙되었을 경우 당도는 높아지지만 총산이 너무 낮아지고 향기가 쉽게 휘발되므로 완숙되기 전에 수확하여 와인용으로 이용하는 것이 좋다. 장십량이나 황금배 품종은 9월경에 수확되는데, 이때는 외기 온도가 15~25℃로 발효하기에 적당한 시기이다. 이들 품종도 저장성이 떨어지므로 수확 후 곧바로 이용하는 것이 좋다. 4℃ 정도 냉장온도라도 10일 이상 경과하면 과실이 검게 변하고 이취가 날 수 있으므로 부득이한 경우를 제외하고 5일 이상 보관하지 않는 것이 좋다.

만생종인 신고나 만삼길 같은 품종은 장기 저장용으로 적합한 품종으로 다음 해 3~5월까지 저장하면서 와인용으로 이용할 수 있다. 하지만 오래 저장할수록 과실의 수분이 심하게 증발되어 과즙분리가 어려워지므로 저장기간이 오래지 않은 과일을 이용하는 것이 바람직하다. 냉장고에 저장된 배를 와인용으로 이용하려면, 배의 온도를 15℃ 이상으로 올려야 한다. 으깬 과육의 온도가 너무 낮을 경우, 착즙이 용이하지 않고 온도를 올려 효모를 접종해야 한다.

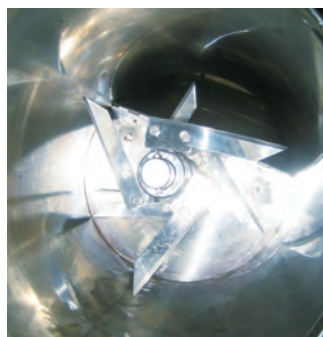
② 과육 으깨기와 아황산 처리

배는 껍질 부위에 타닌 성분이 많이 들어 있고 과심 부위의 석세포에 유기산이 많이 들어 있기 때문에 과피와 과심을 모두 이용하는 것이 좋다. 과피 부분의 타닌은 발효과정이나 발효완료 후 발효액 중의 단백질과 결합해 발효액 청정에 도움이 되며, 과심 부분의 유기산은 배와인에 산뜻한 신맛을 부여한다. 배를 으개는 데는 스크류형의 파쇄기가 유용하다. 배를 통째로 넣으면 스크류의 압력으로 배가 부서지면서 으깬이 형태로 되기 때문에 단시간에 많은 양을 처리할 수 있다. 커트형 파쇄기는 위쪽으로 투입한 배가 아래로 떨어지면서 여러 개의 칼날에 산산조각 나는 방식이다. 다른 파쇄기보다 적은 비용으로 구입할 수 있어 소규모 가공업체에서 배를 가공하기에 경제적이다. 커트형 파쇄기도 원료를 넣는 만큼 파쇄되므로 소형이지만 스크류형보다 시간당 훨씬 많은 원료를 처리할 수 있다.

과육을 으개는 것과 아황산 처리는 동시에 하는 것이 좋다. 아황산 처리 시간이 늦으면 늦을수록 과육에 함유되어 있는 폴리페놀성 물질이 산화되어 갈변되고 좋지 않은 산



스크류형 파쇄기



커트형 파쇄기(왼쪽)와 내부구조(오른쪽)

그림 8-27 스크류형과 커트형 분쇄기

화취가 많이 난다. 파쇄기를 이용하여 배를 으갠 때, 폴리페놀 성분의 산화를 막기 위하여 아황산 처리를 한다. 이때 아황산은 미리 계산해두었다가 일정 무게의 배를 으갠 때마다 첨가해 아황산이 골고루 섞이게 하는 것이 중요하다.

아황산 처리를 하면 과실 파쇄 시 용출되는 과즙의 폴리페놀 물질의 산화를 방지할 뿐만 아니라 과피에 붙어 있는 잡균을 살균하여 점종한 효모가 원활히 발효될 수 있다. 먼저 식품첨가물용 메타중아황산칼륨을 원료 대비 필요량을 계산해둔다. 과실 100 kg당 메타중아황산칼륨 15~20 g을 물에 녹여두었다가 골고루 뿌린다. 이때 원료가 수확한 후 곧바로 들어온 것이라면 아황산염으로 150 ppm 정도 처리함으로써 배 과육의 폴리페놀 물질의 산화를 막을 수 있으며, 원료를 여름에 수확했거나 오랫동안 저장한 것은 과피에 와인발효를 저해하는 잡균 오염이 의심되므로 아황산염으로 200 ppm 정도 처리하는 것이 좋다. 처리량이 많은 대규모 공장에서는 아황산염을 물에 녹여 으깬이가 나오는 곳에서 소량씩 분주하여 배 으깬이에 아황산이 골고루 섞이게 할 수 있다.

아황산을 처리하면, 처리 초기에 아황산이 과즙에 함유되어 있는 아세트알데하이드, 피루브산 등과 결합해 무독성 물질이 되며, 남아 있는 유리아황산이 미생물에 대한 살균 작용과 폴리페놀 물질에 대한 항산화작용을 한다. 효모는 아황산 처리를 한 후 최소한 5 시간 지나서 접종하는 것이 좋다. 효모를 너무 빨리 접종하면 아황산에 의해 효모 생육에 저해를 받을 수 있다. 아황산은 와인 품질을 유지하기 위해 필수불가결하게 사용하나 인체에도 유해하므로 원료 특성과 상태를 정확히 진단해 적정량만 처리해야 한다.

③ 압착과 과즙 분리

배 과실은 과즙량이 많기 때문에 압착하면 과즙을 쉽게 얻을 수 있다. 배는 파쇄 후 곧바로 압착하더라도 착즙할 수 있지만 과육을 으갠 채 12시간 이상 방치하면 과육 자체에 들어 있던 세포벽분해효소에 의해 배 과육의 세포벽 성분이 분해됨으로써 착즙이 용이해지며 착즙률도 3~5% 증가한다. 착즙의 용이성과 착즙률을 좋게 하기 위한 또 다른 방법으로 상업용 세포벽분해효소를 3~5시간 처리하는 것이 유용하다. 이때 상업용 효소로 펙틴분해효소 활성이 강한 것을 처리하는데, 배 과육의 펙틴질이 분해되면서 (-)로 하전된 메틸기가 유리되고 과육에 들어 있는 (+)로 하전된 단백질이나 다른 물질과 결합하는 특성이 있어 과즙분리 후 침전이 일어나 과즙을 깨끗하게 분리해 깔끔하고 부드러운 와인을 만들 수 있다.

하지만 펙틴분해효소 처리를 장기간 할 경우 과도한 메틸기(CH_3^+)가 유리되어 알코올 발효 과정에 알코올기(OH^-)와 반응하여 메틸알코올이 다량 생성될 수 있다. 따라서 펙틴분해효소를 처리한 것은 일정 시간이 지난 뒤 곧바로 착즙해 과도한 메틸기 생성을 막아야 한다. 특히 증류주용의 경우 증류 과정에 메틸알코올이 농축되므로 증류주용으로 사용할 원료는 세포벽분해효소를 처리하지 않거나 짧은 시간 처리해 착즙함으로써 과즙의 메틸기 생성을 최소화해야 한다.

(3) 발효과정

① 과즙조정

배의 당도는 10~13%로 가당하지 않고 발효할 경우 6~7%의 와인을 만들 수 있다. 즉 탄산함량이 높은 6% 정도의 청량감 높은 와인을 만들기에는 안성맞춤인 당 농도이다. 하지만 알코올 농도 12% 이상의 와인을 만들려면 반드시 당분을 보충해야 한다. 배는 다른 과일에 비하여 유기산 함량이 낮다. 완숙된 배의 경우 사과산으로 환산하면 0.1~0.2% 된다. 이 정도 과즙을 발효하면 새콤한 맛이 적은 밋밋한 와인이 된다. 따라서 구연산을 0.2~0.3% 첨가하는 것이 좋다. 사과와 같은 백포도주형 와인의 경우 폴리페놀 함량이 낮기 때문에 와인에 신맛이 어느 정도 있어야 와인이 밋밋하지 않고 상큼해진다. 유기산을 첨가할 경우 사과산은 강한 신맛을 나타내는 반면, 구연산은 부드러운 맛을 낸다고 알려져 있어 사과산보다는 구연산을 넣어 총산 함량을 조정하는 것이 바람직하다.

가당량을 계산하는 것은 다른 와인을 제조하는 것과 같다. 가당하려면 가장 먼저 최종 와인의 알코올 농도를 몇 %(v/v)로 할지 정해야 한다. 일반적으로 과즙의 당도(°Brix)에 0.57을 곱한 값이 알코올 농도가 되므로 13% 배와인을 만들려면 13/0.57, 즉 약 23브릭스로 과즙의 당도를 조절해야 한다. 가당량 계산 방식은 아래와 같다.

$$\text{가당량(kg)} = \frac{\text{원하는 당도(°Brix)} - \text{현재의 당도(°Brix)}}{100 - \text{원하는 당도(°Brix)}} \times \text{과즙 무게(kg)}$$

가당은 백설탕, 흑설탕, 물엿, 포도당, 꿀 등을 이용할 수 있지만 일반적으로 사용하는 것은 백설탕이다. 시중에 판매되는 흑설탕은 캐러멜이 첨가되어 와인 고유의 맛을 변하게 하며 물엿이나 꿀 등도 배 고유의 향기와 맛을 내기에는 부적합하다. 와인제조 설계 시 미리 설탕량을 계산해서 구입해야 하는데, 이때 신선한 배라면 사용할 원료 무게의 약 85%를 과즙 무게로 볼 수 있고 저장배라면 원료 무게의 약 80%를 과즙 무게로 추정해 가당량을 계산할 수 있다.

② 효모 접종

배양효모를 사용할 경우 관리에 어려움이 많으므로 건조효모를 이용하는 것이 편리하다. 건조효모는 보통 500 g 단위로 판매하며, 4℃에 저장할 경우 1~2년 사용할 수 있다. 건조효모는 아황산에 내성이 있어 35~75 mg/L의 아황산에서 발효가 무난히 진행된다. 먼저, 배과즙에 동량의 뜨거운 물을 넣어 40~42℃의 희석 배과즙을 만든 다음 건조효모를 넣고 20~30분 방치한 뒤 효모가 활성화되면 접종한다. 이때 효모 100 g에 대하여 2 L 정도의 희석 과즙을 사용하며 이것을 500 L의 과즙에 접종한다. 건조효모를 오래 보관할수록 활성이 떨어지기 때문에, 개봉 후 1년 이상 경과된 건조효모는 0.03~0.04%로 첨가량을 늘려야 한다.

③ 발효관리

발효온도는 15~20℃가 적당하다. 발효온도가 높을 경우, 향기성분의 휘발이나 초산균 같은 유해균의 번식으로 품질이 저하될 수 있으므로 발효가 왕성하게 진행될 때 발효액 냉각에 각별히 유의해야 한다. 온도가 급격히 올라갈 경우 초기에는 효모 활성이 증가하지만 발효온도가 35℃ 이상으로 올라가면 오히려 효모 활성이 떨어지기 때문에 제대로 발효되지 않을 수 있다. 알코올 발효는 열이 다량 발생하므로 1톤 이상의 발효

조에는 반드시 냉각장치가 있어야 한다. 소규모 발효탱크의 경우 발효실 자체의 온도를 조절함으로써 발효액의 품온을 어느 정도 조절할 수 있지만 발효액이 많을 경우 발효 초기에 효모 증식과 더불어 발효온도가 급격히 올라가므로 발효실 온도로 발효액의 품온을 조절하기는 어렵다. 따라서 제조공장 실정에 맞는 냉각 대책을 세우는 것이 바람직하다.

④ 발효 종료와 침전물 분리

기포가 더 올라오지 않거나 발효액에 단맛이 없으면 발효가 완료된 것으로 볼 수 있다. 발효가 완료되면 발효액 중에 효모 영양원이 고갈되므로 효모는 자연적으로 발효조 바닥으로 침전하며 발효액 중 기타 부유물은 중력이나 전하가 다른 물질들과 결합해 침전한다. 침전물을 오랫동안 두면 발효액에 서서히 분해되어 다른 미생물의 영양원이 될 수 있으므로 빨리 제거하는 것이 좋다. 침전물이 바닥에 가라앉아 있으므로 사이폰을 이용하여 맑은 상등액을 숙성용 용기로 옮기는데, 이때 발효액은 공기에 의한 산화에 거의 무방비 상태로 노출되기 때문에 1차 침전물을 분리할 때는 반드시 분리한 발효액에 아황산염을 약 100 ppm 첨가하여 항산화성을 유지하는 것이 좋다.

발효 완료 후 1주에 1~2회 발효액을 혼합함으로써 발효액을 균질화할 필요가 있다. 공기 유입을 방지하기 위하여 계속해서 밀폐할 경우, 발효액 밀부분이 환원상태가 되어 분해된 황화합물에 의해 황화수소(H_2S)가 발생함으로써 와인에서 군내가 날 수 있다. 따라서 상층부의 산화 상태와 하층부의 환원 상태를 혼합함으로써 나쁜 냄새가 생기지 않게 할 뿐만 아니라 생성된 황화수소를 배출시킬 수 있다.

단맛이 있는 배와인을 만들려면 발효 도중 원하는 단맛이 남았을 때 발효를 중단해야 한다. 발효를 중단하려면 발효액의 온도를 급속하게 빙점 이하로 낮춰 효모 활성을 떨어뜨려 침강한 다음 미세여과기를 이용해 제균·여과함으로써 발효액에 들어 있는 효모를 제거해야 한다. 미세여과 장치가 없으면 발효액을 60~65℃로 가열처리해 미생물을 사멸한 다음 여과기로 여과함으로써 효모를 제거해 단맛이 있는 배와인을 만들 수 있다. 와인에 잔당이 있을 경우 병입하고도 발효가 진행될 수 있으므로, 단맛이 있는 배와인을 생산할 때는 최종제품 출하 시 제균 또는 살균에 각별히 유의해야 한다.

(4) 숙성과 병입

① 숙성

배와인 숙성에 가장 많이 이용되는 용기는 스테인리스 스틸제로, 밀폐만 잘된다면 발효에 사용하는 용기라도 무방하다. 배와인을 저장할 때 가장 유의해야 하는 것은 와인이 공기와 접촉하는 것을 막는 것이다. 만약 배와인이 탱크에 가득 들어 있지 않으면 탱크의 빈 공간을 질소나 탄산가스로 채워 산화를 방지해야 한다.

오크통을 사용할 경우 먼저 어떤 제품의 배와인을 만들지 충분히 고려해야 한다. 오크통에 넣는다고 해서 무조건 고급 와인이 되는 것은 아니다. 오크통은 생산되는 산지에 따라 용도가 다르며, 만드는 방법에 따라서도 오크통이 다양하게 만들어진다. 따라서 미리 소량을 구입하여 특성을 파악한 뒤 대량으로 구입하여 사용하는 것이 바람직하다.



그림 8-28 숙성용 탱크와 질소가스

② 여과와 병입

여과기는 과실주에서 효모, 식물 파편, 주석 등을 제거하는 데 이용한다. 주로 많이 사용하는 여과기는 구조토 여과기나 패드형 시트를 이용한 여과기이다. 미생물을 제거하기 위해 멤브레인 필터를 사용하는 곳도 있지만 기술적인 면이나 유지비가 많이 들기 때문에 소규모 공장에서 이용하는 데는 어려움이 있다. 패드형 필터를 이용할 때는 필터 냄새를 제거하기 위해 미리 5~10분 뜨거운 물을 통과시킨 다음 과실주를 여과하는 것이 좋다. 여과 중에 배와인이 공기에 노출되어 과도하게 산화될 우려가 있으므로 질소를 사용하는 등 노력이 필요하다. 병입은 병에 배와인을 채우고 코르크마개로 닫은 다음 상표를 붙이는 과정이다. 여기에는 수동식, 반자동식 혹은 자동병입장치가 있다. 병입장치는 많이 사용하는 기계가 아니므로 저가의 것을 구입하여 사용하는 것이 경제적이다.

6) 품질관리

(1) 배과실의 폴리페놀류

배와인의 폴리페놀 물질은 발효로 생성되는 것이 아니라 과실 자체에서 유래하며, 폴리페놀은 맛과 향·색 등 와인의 품질에 가장 큰 영향을 미치는 물질이다. 배 과실에 함유되어 있는 대표적인 폴리페놀류는 배와인에 노르스름한 색상과 쓴맛을 내는 퀴세틴과 같은 플라보놀류이다. 여기에 쓴맛이나 떼은맛을 내는 프로안토시아니딘류가 소량 함유되어 있다.

폴리페놀이 산화해 와인의 품질이 변하는 데는 세 가지 요소가 있다. 즉 폴리페놀 물질, 폴리페놀 산화효소 그리고 공기 중의 산소인데, 폴리페놀 물질이 산소와 접촉하면서 폴리페놀 산화효소가 작용해 산화되는 것이다. 이들 세 가지 요소 중에 한 가지가 빠지면 산화작용은 일어나지 않는다. 와인제조에서 아황산염을 처리하거나 발효나 숙성 시 보관용 용기를 밀폐하는 것은 이러한 폴리페놀의 산화작용을 막기 위한 것이다. 으깨지 않은 싱싱한 과실에는 폴리페놀류가 과실 세포 내 액포라는 기관에 저장되어 있으며, 폴리페놀 산화효소는 세포질에 함유되어 있어 서로 떨어져 있다. 따라서 싱싱한 과실은 폴리페놀이 다량 함유되어 있어도 산화가 일어나지 않는다.

배와인 제조에서 폴리페놀 물질이 가장 급격하게 산화되는 단계는 과실을 으깬 때이다. 과실을 으깨면 세포가 파괴되면서 액포 속의 폴리페놀성 물질과 세포질의 폴리페놀 산화효소가 만나게 되며 이때 공기 중의 산소에 의해 산화가 급격히 진행된다. 폴리페놀이 과도하게 산화되면 제품의 색이나 향기 또는 맛에 부정적인 영향을 미치므로 산화를 방지하는 방법을 고안해야 한다. 그리고 발효가 완료된 뒤 발효액 속에 잔존하는 아황산 총량은 20 ppm 이하가 되므로 산화에 매우 취약한 상태가 된다. 따라서 1차 침전물 분리 시 반드시 100 ppm 정도의 아황산염(메타중아황산칼륨)을 첨가하여 배와인의 품질 변화를 막아야 한다.

(2) 배와인의 오염 방지

배와인을 제조할 때 흔히 발생하는 오염균으로는 초산균, 산막효모, 젖산균이 있다. 초산균이나 산막효모는 호기성균이기 때문에 발효나 저장 중에 공기가 자유로이 들어갈 경우 많이 발생한다. 이를 방지하려면 발효 시 온도가 20℃ 이상 되지 않도록 조절

하고, 배와인 저장 시 용기에 와인을 꼭 채우고 밀폐한다. 젖산균은 원료가 깨끗하지 않고 발효 완료 후 침전물을 충분히 제거하지 않을 경우 발생하는데, 아황산에 내성이 약하므로 발효 종료 후 아황산을 처리하고 침전물을 빨리 제거하면 이를 쉽게 방지할 수 있다.

(3) 배와인 품질관리

배와인은 백포도주와 같이 폴리페놀 물질이 적어 오랫동안 숙성시키지 않아도 마실 수 있다. 적포도주처럼 몇 년 동안 숙성시키는 것보다는 신선한 맛이 사라지기 전에 음용하는 것이 배 고유의 풍미를 느낄 수 있다. 배와인은 폴리페놀 성분이 적기 때문에 산화에 대한 내성이 약한 편이다. 따라서 저장할 때는 와인이 공기와 접촉하는 것을 엄격하게 제한할 필요가 있다. 저장탱크의 빈 공간에 질소가스를 채우는 것은 물론이고 숙성 중 침전물 분리 시 펌퍼보다는 공기와 접촉하지 않게 자연유하식으로 분리하는 것이 유리하다.

배와인은 백포도주처럼 맑고 투명하므로 병입할 때 대개 투명 병을 이용하는데, 빛은 와인의 품질을 급격하게 떨어뜨릴 수 있으므로 저장고는 너무 밝지 않게 유지하며 형광등보다는 약한 백열등을 설치하는 것이 배와인의 품질변화를 억제하는 데 효과적이다. 단맛이 강한 배와인에는 미생물이 이용할 영양분이 많기 때문에 쉽게 미생물의 온상이 될 수 있다. 따라서 저장에 각별한 주의가 필요하다. 단맛 정도에 따라 저장할 때 아황산 농도가 달라지는데, 일반적으로 단맛이 많은 것은 100~130 mg/L, 단맛이 없는 것은 70~100 mg/L 정도로 유리이산화황 농도를 유지한다.

발효가 완료된 후 발효에 이용한 효모균체들은 발효탱크 바닥으로 가라앉는데 장기간 보관할 경우 효모균체는 자체 분해됨으로써 과실주에 부영양화를 초래한다. 이들 효모 분해산물은 발효 완료 후 다른 미생물의 영양원으로 이용될 수 있으므로 침전물이 분해되기 전에 분리하는 것이 배와인 품질 유지에 유리하다. 특히 효모나 다른 침전물이 분해됨으로써 배와인이 혼탁해질 수 있으므로 이들 침전물은 빨리 제거하는 것이 좋다. 1차 침전물 분리는 효모나 기타 과육 파편이 침전하는 시기인 발효 완료 후 한 달 정도 지난 뒤 실시하면 된다. 기타 저장 중 품질관리는 다른 과실주와 비슷하게 적용할 수 있다.

5. 감와인 제조기술

1) 품종과 생육 특성

우리나라에서 감이 언제부터 재배되었는지 정확한 기록은 찾기 어려우나 고려 명종(1138) 때 고욤에 대한 기록이 있고, 고려 원종(1284~1354) 때 『농사집요』에 감에 대한 기록이 있다. 그러나 우리나라의 감에 대한 조사는 1920년대에 처음 시작되었으며, 고유 감은 대부분 뚝은 감이고, 단감은 지리산 남부지역에 산재하나 품질이 불량하다고 기록되어 있다. 이 기록으로 보아 현재 지리산 서남쪽 구례군 산동면 일대의 산골마을에 차랑품종과 비슷한 조생종 단감 노거수가 있어 이것이 우리나라의 자생단감이 아닌지 추정한다.

(1) 품종 특성

① 단감의 주요 품종 특성

가. 부유(富有)

단감 중에서는 품질이 좋은 품종으로 일본 기후현이 원산지이다. 우리나라에는 1910년경 도입되었으며 단감 재배 면적의 70% 이상을 차지는 품종이다. 수세는 강하고 수형은 개장성으로 주간은 직립하나 측지가 늘어지기 쉬우며 결실 연령이 빠르다. 단위 결과성이 낮고 종자형성력이 높으며, 종자가 형성되지 않은 과실은 6월 중하순에 대부분 낙과된다. 종자가 형성되지 않고 착과된 과실은 정부가 편평하고 약간 오목하게 들

구분	부유	차랑	서촌조생
수확기 과실			
품종 특성	숙기: 11월 상중순 과중: 210 g 당도: 15~16° Brix	숙기: 10월 하순 과중: 230 g 당도: 16.0° Brix	숙기: 9월 하순 과중: 200 g 당도: 14~15° Brix

그림 8-29 단감의 주요 품종 특성

사진 제공: 국립원예특작과학원 조광식 박사

어가며 과실이 작고 착색이 불량하여 종자가 있는 과실과 쉽게 구별된다. 과실 크기는 200~220 g으로 중과종이며, 편원형에 등홍색으로 광택이 있고 끝이 둥글며 열은 골이 4개 있다.

당도는 15~16브릭스로 중정도이지만 과즙이 많아 식미가 우수한 편이다. 수확기는 10월 하순부터 11월 상순이며 서리 오기 직전 수확해 저장한다. 저장성이 강해 저온저장 시 4~5개월 저장이 가능하다. 부유 재배의 안전지대는 연평균 기온이 13℃인 등온 선 이남 지역으로 최적기온이 영하 14℃ 이하로 내려가지 않는 지역이며, 성숙기인 10월 평균기온이 15℃ 이상으로 첫서리가 늦게 오는 지역이라고 할 수 있다.

나. 차량(次郎)

차량은 일본 시즈오카현에서 19세기 중엽 우연실생으로 발견된 품종이다. 수세는 강하며 수형은 직립성이고 단위결과성도 부유에 비해 강한 편이다. 착화량은 중정도이며 해에 따라 극히 적은 경우가 있으나 낙과가 적은 편이다. 그 반면에 착과량에 대한 부담능력이 낮아 해거리가 심한 편이다.

숙기는 10월 하순에서 11월 상순으로 만생종이며 부유보다 3~4일 빠르다. 과중은 230 g으로 대과종이고 과형은 편형이며 횡단면은 방형이다. 과정부에는 넓고 얇은 골이 8개 있으며 과실 측면에는 깊은 골 4개가 꼭지 부위까지 이어져 있다. 당도는 16~17브릭스로 부유보다 높고 조기에 완전 탈삼된다.

재배 적응지역은 내한성이 있는 편이나 단감 안전 재배지대인 남부지방이 재배적지이다. 이 품종의 장점은 과경이 굵고 짧아 풍해에 강하며 종자 형성은 좋지만 단위결과성은 부유보다 강해 생리적 낙과가 적고 무핵과 생산이 많은 것이다. 단점은 과실 측면에 깊은 골이 있어 과실 외형은 부유보다 못하고 수량성이 약간 낮은 편이며 과다 착과 시 해거리가 심하고 대과일수록 과정부 열과가 심해서 상품성이 낮고 저장성은 10일 정도로 부유에 비해 낮은 것이다. 따라서 장기 저장하는 것은 바람직하지 않다.

다. 서촌조생(西村早生)

일본 사가현 니시무라(西村) 씨 과수원에서 선발된 우연실생으로 추정한다. 우리나라에는 1968년경 도입되었으며, 과실 크기는 180~200 g이고, 당도는 15브릭스 내외이다. 성숙기는 9월 하순으로 추석을 중심으로 수확하는 극조생단감으로 저장성이 높으며 수송력이 강한 편이다. 불완전 단감이기 때문에 과실에 4개 이상 종자가 형성되지 않으면

종자가 없는 부위에는 뚱은맛이 빠지지 않고 또한 종자가 4개 이상일지라도 과실 한편에 치우치면 과실 형태가 기형과가 되기 쉽고 종자가 없는 부분에는 뚱은맛이 남게 된다.

② 뚱은감의 주요 품종 특성

가. 대봉

대봉은 감주백목, 봉옥 또는 하찌야라 불리기도 한다. 일본에서 오래된 품종으로 그 기원은 명확하지 않다. 생육 특성은 수세가 강하고 수형은 직립성으로 교목화되기 쉬운 품종이다. 1년생 가지는 굵고 마디 사이가 길며, 잎이 타원형으로 크고 농녹색이며 광택이 강하다. 발아기와 만개기가 늦고 꽃눈 착생은 중정도이다. 과실은 숙기가 10월 하순이며, 과중은 250 g으로 대과종이다. 과형은 등홍색으로 과정부를 중심으로 검고 작은 반점이 많다. 과육은 등홍색으로 치밀하여 난지 재배 시 종자 부근에 갈변이 소량 생기는 불완전 뚱은감이다. 당도는 22브릭스로 극히 높아 연시용으로 적합하다. 대과로 꽃감을 만들 때 건조하기 어려우나 꽃감 크기가 크고 육질이 좋아 상품성은 뛰어나다.

표 8-21 주요 생육과 과실 특성

만개기	숙기	수꽃	과형	과중(g)	당도(° Brix)	과피색
6. 12	10. 23	무	원추형	250	22	등홍색

감주백목은 수량성이 1,800 kg/10 a로 중정도이며 단위결실성이 낮은 품종으로 후기 낙과가 심하다. 대과로 외관이 미려하고 당도가 높다. 재배할 때 유의점은 단위결실력이 약하므로 수분수 혼식이 필요하며, 마디가 길고 신초 발생이 적으므로 예비지 전정, 갱신 전정을 하여 결과 부위 상승을 줄임으로써 결과모지를 확보해야 한다는 것이다. 후기 낙과가 심하므로 후기 신초 신장을 억제하기 위해 시비에 유의하고 토양수분의 급격한 변화 방지에 힘써야 한다.

나. 청도반시

경북 청도가 주산지이다. 수세는 비교적 약하고 개장성이다. 과실 모양은 평방형으로 160 g 정도 크기이다. 종자는 0~1개로 적고 단위결과성이 높으나 수분수 품종과 혼식 시 종자가 2~3개 형성된다. 열매껍질은 담홍색으로 육질은 유연치밀하고 주황색을 띠며, 당도는 20브릭스 정도이고, 품질은 극상이며 숙기는 10월 하순이다. 연시용, 냉동

구분	대봉	청도반시	동시
수확기 과실			
품종 특성	숙기: 10월 하순 과중: 250 g 당도: 20~24° Brix 용도: 연시, 꺾감용	숙기: 9월 하순 과중: 250 g 당도: 14~15° Brix 용도: 연시용	숙기: 10월 하순 과중: 150 g 당도: 21° Brix 용도: 꺾감용

그림 8-30 뽕은감의 주요 품종 특성

사진 제공: 국립원예특작과학원 조광식 박사

홍시용, 탈삼용으로 품질이 우수하다. 생리적 낙과와 꼭지들림이 많이 발생하는 편이며 뽕은감 품종 중 내한성이 약해 추운 중부내륙 지방보다 남부지역에 적합하다.

표 8-22 청도반시의 주요 생육과 과실 특성

만개기	숙기	수꽃	과형	과중(g)	당도(° Brix)	과피색
5월 중하순	10월 하순	무	평방형	160	20	담홍색

청도반시 품종의 탈삼 감 품질은 탈삼 후 당도가 17.6브릭스 정도로 높고 특히 품질 유지와 관계가 깊은 경도가 식용 가능 탈삼일수(가용성 타닌 60 mg% 이하)를 지난 뒤 까지 1.0 kg/Φ5 mm 이상으로 다른 품종에 비해 상품성 유지 기간이 길다.

다. 동시

경북 상주지방이 주산지이며 경북 상주, 충북 영동 등에 많이 분포한다. 수세가 강하고 직립성이며 과형은 다소 긴 원형으로 과중은 150 g 정도이다. 과피는 담홍색이나 완숙하면 황홍색을 띤다. 꺾감용으로 품질이 우수하여 대표적인 꺾감용 품종으로 재배되고 있다. 씨는 2~4개 들어 있으며 숙기는 10월 하순이고 풍산성이다. 내한성은 강하나 생리적 낙과가 많고 탄저병에 약한 편이다.

표 8-23 등시의 주요 생육과 과실 특성

만개기	숙기	수꽃	과형	과중(g)	당도(° Brix)	과피색
5월 하순	10월 하순	무	장원형	150	21	담홍색

(2) 생육 특성

전 세계에 분포하는 감나무속 식물은 190여 종으로 낙엽성과 상록성 또는 관목성과 교목성으로 구분된다. 열대에서 온대지방까지 널리 분포하지만 대부분 열대나 아열대에 분포되어 있고, 온대에는 비교적 적다. 이들 중 과수로서 이용되는 것은 4종인데 그 중에서도 재배가치가 있는 것은 감나무(*Diospyros kaki*)뿐이다.

우리나라의 감은 서해안은 평안남도의 진남포, 용강의 해안까지, 내륙지방은 경기도 가평, 충청북도 제천, 경상북도 봉화 북쪽, 동해안은 함경남도 원산을 기점으로 북청해안을 잇는 이남지역에 분포되어 있다. 그러나 중부 이북지역은 거의 짧은감이고, 단감은 내한성이 비교적 약하기 때문에 연평균기온 12℃ 등온대 이하 지역에 분포하며, 이보다 더 따뜻한 연평균기온 13℃ 이하 지역에서 경제적으로 재배하고 있다.

(3) 수확

과실의 수확적기는 품종 고유의 색택이 발현되고 과분이 생겨 당도가 충분하며 식미가 우수할 때라 할 수 있다. 이론적으로 수확적기를 판정하는 데는 당도계를 이용하거나 과실의 성분을 조사해 판별할 수도 있으며, 칼라차트를 이용하여 품종 고유의 색갈이 발현되었을 때를 수확적기로 판단하기도 한다.

단감은 전정하지 않던 옛날에는 대개 가지를 꺾어서 수확했으나 전정작업으로 결과 모지를 조절하는 요즘에는 적과 가위를 이용해 수확한다. 착색 정도에 따라 4~5회로 나누어 수확하는 것이 좋으며 그해 기상을 감안해서 동해 발생 이전에 수확을 마무리해야 한다. 단감의 동해는 영하 2.0 정도에서 발생하므로 그 지역 기상을 20년 이상 관찰하여 피해 발생 상황을 충분히 조사할 필요가 있다. 단감 수확작업은 과정과 과정부의 검고 단단하며 뽕죽한 부분을 깨끗하게 제거하고 운반할 때 상처가 없도록 플라스틱 컨테이너 과실상자 등을 이용해 수확하며 수확 작업은 아침 이슬이 없을 때 하는 것이 좋다.

2) 품질과 가공 특성

(1) 영양적 가치

감은 다른 과실에 비하여 무기성분인 칼슘, 인, 철, 칼륨 등이 풍부하다. 특히 칼륨 함량이 많아서 감을 먹으면 체온을 일시 낮추기도 한다고 알려져 있다. 필수영양소인 비타민류 중에서 베타카로틴과 비타민 C가 풍부해 감을 먹으면 감기예방에 매우 좋다. 비타민 C는 여러 가지 전염병 예방과 눈의 생리적 활동에 없어서는 안 되는 것으로 알려져 있다. 생활에 필요한 비타민은 식물성 식품에서 거의 90%를 얻는데 과실에서 20%를 섭취한다. 일상생활에 필요한 비타민류의 하루 섭취량을 감에서 섭취한다고 할 때 비타민 A(베타카로틴)와 비타민 C(아스코브산)는 감 1개를 먹으면 충분하다. 감은 예부터 적으나마 민간 약으로 쓰였다. 한방에서는 시상이라 하여 감꼭지를 말려 딸꾹질에 달여 먹고, 땀감의 즙액은 뱀, 벌, 모기 등에 물린 데 바르기도 했다.

표 8-24 감의 영양성분

종류	일반 성분						무기질				
	에너지	수분	단백질	지질	회분	탄수화물	칼슘	인	철	칼륨	나트륨
	kcal	g	g	g	g	g	mg	mg	mg	mg	mg
단감	51	85.5	0.5	0.1	0.4	13.5	7	14	0.4	185	11
대봉	70	79.8	0.6	0	0.7	18.9	18	23	3.6	214	2
동시	71	80.1	0.6	0.1	0.4	18.8	6	12	0.3	185	12
연시(생것)	57	83.8	0.5	0.1	0.5	15.1	15	11	0.3	140	5
연시(냉동)	56	84.4	0.2	0.2	0.4	14.8	10	15	φ	213	5

종류	비타민							식이섬유		
	레티놀 당량	레티놀	베타 카로틴	티아민	리보플 라빈	나이 아신	아스코 브산	총식이 섬유	수용성 식이 섬유	불용성 식이 섬유
단감	31	0	184	0.07	0.04	0.3	110	(2.0)	(0.8)	(1.2)
대봉	40	0	239	0.06	0.07	0.5	18	—	—	—
동시	3	0	16	0.07	0.08	1.6	28	—	—	—
연시(생것)	16	0	97	0.03	0.02	0.2	20	—	—	—
연시(냉동)	100	0	602	0.02	0.02	0.5	9	—	—	—

* 『식품성분표』 제8개정판, 농촌진흥청, 2011

(2) 가공 특성

감은 뽕은감과 단감으로 나뉘며 각기 다양한 품종이 있다. 일반적으로 더운 지방에서는 달고 추운 지방에서는 뽕으므로 단감도 한지에 심으면 뽕어진다고 할 수 있다. 감의 단맛 성분은 대부분 당당류로 포도당이 약 6%, 과당이 약 4%를 차지하며 자당은 2% 정도 함유되어 있다. 만니톨도 소량 함유되어 있다. 꽃감이 건조함에 따라 단맛이 증가하는 것은 수분이 증발해 당농도가 높아지기 때문이며 당의 양은 거의 변화가 없다. 꽃감 표면의 흰 가루는 감 과육에 존재하던 당 성분이 결정체가 된 것으로 대부분 포도당이나 과당이라고 보면 된다.

감의 등황색 색소는 카로티노이드계 색소로 비타민 A의 효과가 있다. 감의 뽕은맛 성분은 타닌의 일종인 디오스피린으로 뽕은감에는 1.0~1.5% 들어 있다. 디오스피린이 미숙과(7월)에는 1.0% 이상 들어 있으나, 완숙과(10월)가 되면 0.2%로 감소한다. 뽕은맛 성분은 과육에 존재하는 타닌세포 속에 있으며 다른 부드러운 조직세포에는 없다. 뽕은감과 미숙과의 타닌세포막은 약해서 파괴되기 쉽고, 디오스피린은 수용성이므로 뽕은맛을 띤다. 감의 탈삼은 자연계에서나 인공적으로나 일단 세포 내 호흡으로 생긴 에탄올이 감에 들어 있는 효소에 탈수소되면서 아세트알데하이드로 되고 이것이 디오스피린과 반응함으로써 불용성 성분으로 변해 이루어진다. 단감이 뽕은감에 비해 빨리 탈삼되는 것은 이 효소활성이 높기 때문이다.

감의 유기산은 대부분 사과산이며 이 밖에 구연산을 소량 포함한다. 감의 색소는 카로티노이드(β -carotene, lycopene, cryptoxanthin, zeaxanthin, lutein 등)이다. 단감 내부에서 볼 수 있는 흑색소는 타닌세포의 불용해성 물질이다. 감은 일반적으로 소화율이 좋지 않다고 하나 소화가 안 되는 양은 신선 과일의 0.88%이며 주성분은 조섬유(31%)와 조단백질(19%)이다. 감잎은 과일보다 비타민 C를 10~20배 많이 가지고 있으며, 어린잎은 튀김을 하거나 차로 우려내 먹기도 한다. 감잎은 600~1,500 mg%로 비타민 C를 다량 함유하고 있다.

3) 생산과 이용 현황

(1) 생산 현황

현재 개원 상태의 단감 품종은 대부분 1900년대에 이르러 일본에서 도입되어 번식된 것이다. 우리나라의 과실 생산 동향을 보면 2000년 단감 재배 면적은 2만 3,800 ha이고, 생산량은 22만 7,000톤을 정점으로 계속 감소하고 있다. 2008년 현재 단감 재배 면적은 1만 6,300 ha로 감소되었으나 단위면적당 생산량이 늘어나 생산량은 20만 톤 내외를 유지하고 있다.

표 8-25 단감 재배 면적과 생산 현황

구분	2000	2003	2005	2007	2008	2009	2010
재배 면적(천 ha)	23.8	19.6	17.2	16.3	16.3	14.8	15.2
생산량(천 톤)	227	163	236	207	216	195	170

*연도별 농림수산식품부 작물통계, 통계청 2010년 농촌경제연구원 농업 대전망

뽕은감 재배는 2000년 7,400 ha, 6만 톤에서 2007년 10만 6,000 ha로 면적이 증대되면서 생산량이 14만 6,000톤으로 크게 증가하고 있다.

감의 총생산액도 6,568억 원으로 사과, 감귤과 비슷한 수준이며 단감은 3,000억 정도이다. 단감의 지역별 재배 현황은 경남 10만 6,800 ha(60.3%), 전남 4,900 ha(27.7%), 경북 800 ha(4.6%)로 경남지역과 전남지역이 전체 면적의 88%를 점유하고 있다. 뽕은감은 경북 3,900 ha(36.5%), 전남 2,700 ha(25%), 경남 2,300 ha(21.2%)로 전체 재배 면적의 82.7%를 재배하고 있다.

단감 품종별 재배 면적은 부유 1만 3,400 ha(82.1%), 차량 1만 7,000 ha(10.5%), 서촌조생 700 ha(4.5%)를 재배하고 있어 부유 편중재배가 계속되고 있다. 단감의 숙기별 재식비율은 만생종 93.7%, 중생종 1.0%, 조생종 5.3%로 지나치게 만생종 재배에 편중되어 있다. 부유 편중재배를 해소하려면 조·중생 품종인 상서조생, 태추 등 고품질 품종의 재배 면적을 늘려야 한다. 또 뽕은감 품종별 재배 면적은 대봉(갑주백목) 3,300 ha(38.8%), 청도반시 2,000 ha(23.1%), 동시 1,500 ha(17.1%), 고종시 700 ha(8.0%) 순으로 재배되고 있다.

뽕은감은 우리나라 중북부와 일부 산간지역을 제외하고 전국 어디에서나 재배되며 경북 청도와 상주시·군, 충북 영동 등 10대 주산단지의 재배 면적은 약 2,500 ha, 생산량은 약 1만 6,000 m/t 정도이나 전국적으로 흩어져 있는 재배 면적을 감안한다면 재배 면적과 생산량이 5~6배에 달할 것으로 추정된다.

표 8-26 우리나라의 뽕은감 재배 현황

구분	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009
재배 면적(천 ha)	3.7	4.9	7.4	9.6	11.2	14.4	15.6
생산량(천 톤)	30	40	61	128	95	215	222

*연도별 농림수산물부 작물통계, 통계청 2010년 농촌경제연구원 농업 대전망

(2) 이용 현황

뽕은감은 과수 가운데 역사가 가장 오래된 과수이지만 가공 이용 면에서는 뒤떨어져 있다. 최근 감에 대한 인식이 높아지면서 특히 뽕은감 가공에 큰 관심을 보여 수확후 탈삼, 감식초, 감장아찌 등 다양하고 다각적인 이용 방법이 연구되고 있다. 단감은 2008년 말레이시아, 싱가포르 등에 7,400톤을 수출하였다. 앞으로 우리나라가 국제 단감시장을 개척하려면 적합한 결실관리와 양호한 수채관리에 따른 안정생산, 품질향상, 기계화, 주산단지공동작업화 등으로 생산비를 절감해 경쟁력을 크게 높여야 할 것이다. 그리고 뽕은감은 가공적성이 높은 품종을 늘려 꺾감 수출을 늘리고 새로운 전통 가공식품을 개발하여 과감히 산업화함으로써 농가소득과 직결할 수 있는 방안을 모색해야 한다.

단감은 주로 식초와 술 가공에 이용되며, 뽕은감은 건조감(꺾감, 감말랭이)과 연시로 가장 많이 가공되고 일부는 식초와 술로 가공된다. 이 밖에도 장아찌용으로 극소량 이용된다. 지역별 가공 비율은 단감의 경우 주산지인 경남지역에서 전량 가공되며, 뽕은감은 꺾감과 감말랭이를 많이 가공하는 경북지역에서 가공 비율이 높다.

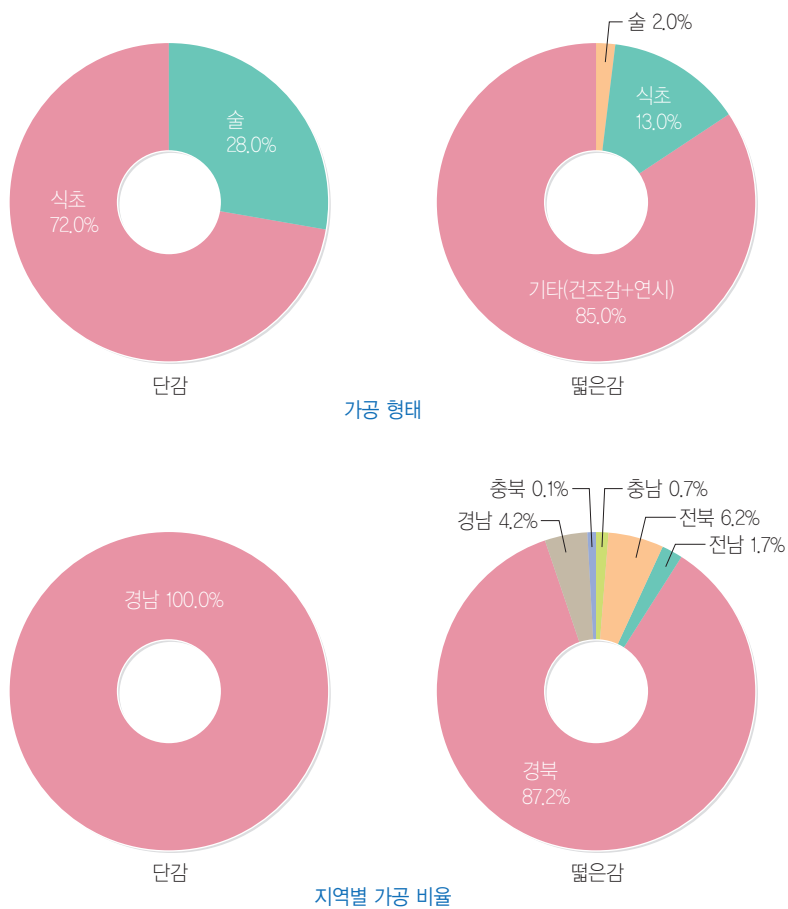


그림 8-31 감의 가공 형태와 지역별 가공 비율

4) 제조기술

(1) 공정

감와인의 제조공정은 백포도주 제조공정과 유사하나 특이한 것은 감은 연시로 만든 다음 사용한다는 점이다. 원료가 입고되면 덜 익은 것이나 병든 과를 제거하는 선별 과정을 거치고 연화해 으갠 다음 과즙을 조정하고 발효를 하게 된다. 다른 과일과 마찬가지로 감을 으갠 때 가장 중요한 것은 감의 폴리페놀 성분이 산화되지 않게 아황산을 적당량 처리하는 것이다. 으갠 감의 당도나 총산을 분석한 다음 과즙조정을 한다. 과즙조정은 발효 완료 후 원하는 품질의 와인을 만들기 위하여 취하는 처리로, 감은 연화 후

당 함량이 16~18브릭스 되므로 알코올 약 12% 와인을 만들려면 가당을 해야 하며, 총 산이 0.1~0.2%로 낮기 때문에 보산이 필요하다.

과즙조정이 완료된 감 으갠이에 활성화한 효모를 접종하고 와인발효를 시킨 뒤 압착 해 감 껍질과 씨앗 심부 등 발효되지 않은 물질을 제거하고 1차 발효액은 잔당발효를 한다. 이하 제조공정은 다른 와인과 유사하다.

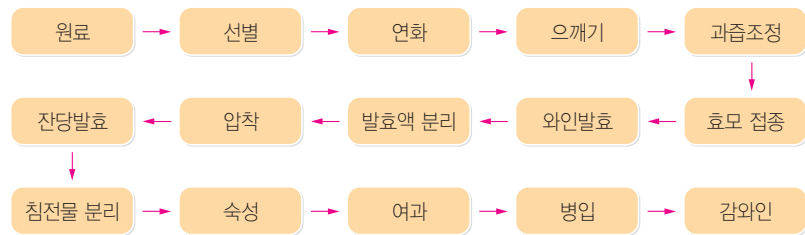


그림 8-32 감와인 제조과정

(2) 원료 처리

① 원료 준비

감와인의 품질은 감의 품종, 완숙도 정도가 좌우하므로 원료 상태가 극히 중요하다. 감와인에 사용되는 감은 될 수 있는 한 완숙해 당도를 높게 해야 하며 특히 부패된 과실 혼입을 막아야 한다.

감은 수확 후 연화시켜 당도를 높인 뒤 와인 원료

로 사용한다. 감을 연화하는 방법에는 자연연화와 강제연화가 있다. 자연연화 온도는 20~30℃가 좋으나 온도가 높으면 빨리 연화되지만 조기에 물러지거나 부패과가 많이 발생하므로 25℃ 전후가 무난하며, 과피가 마르지 않도록 PE필름으로 밀봉해 후숙하는 것이 좋다. 강제연화는 에틸렌이나 가스를 이용하는데, 수확한 과실에 에틸렌 발생제인 에스렐이나 에테폰 1,000 ppm 용액을 이용하여 후숙시키는 것이 과육색 변화가 적고 이용 방법도 간편하다. 또는 200 ppm의 에틸렌가스에 18시간 정도 처리하면 연화가 완료된다.

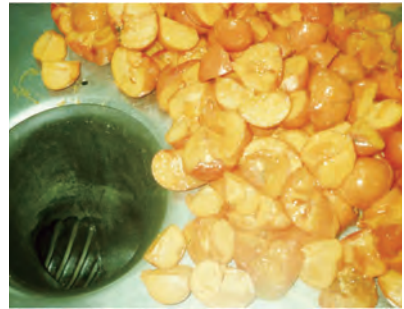


그림 8-33 탈삼 연화 후 감 으깨기

② 으깨기와 아황산 처리

원료를 으갠 때 부패과가 혼입되면 곰팡이의 산화효소, 유해효모, 초산균 등에 감와인의 품질이 나빠지므로 사전에 제거하는 것이 좋다. 으깨기에 사용하는 기계는 아황산에 침해되지 않는 스테인리스 스틸이나 목재 같은 재질을 사용해야 하며 철과 동이온 혼입을 방지해야 한다. 으깨기를 할 경우 아황산을 첨가하는데 아황산은 과즙 중 유해미생물의 번식을 억제하고 과즙에 용존하는 색소 산화, 갈변, 침전형성 등을 방지한다.

일반적으로 아황산염을 첨가하며 「식품위생법」에 과실주 1 kg당 이산화황으로 환산하여 350 mg 이하 잔류하도록 규정되어 있으나 감와인의 경우 원료량에 대하여 아황산염으로 200~300 ppm 첨가한다. 이때 원료가 깨끗하고 오랫동안 저장한 것이 아니라면 아황산염으로 200 ppm 정도 처리하는 것이 적당하며, 오랫동안 저장하였거나 수확할 때 날씨가 좋지 않았다면 300 ppm 정도 처리하는 것이 무난하다. 아황산염은 미리 물에 녹여두었다가 감을 으갠 때 조금씩 넣어 골고루 섞일 수 있게 하는 것이 중요하다. 참고로 아황산염인 메타중아황산칼륨($K_2S_2O_5$) 100 g은 이산화황 57 g에 상당한다. 따라서 아황산염으로 300 ppm을 처리하게 되면 이산화황으로 약 150 ppm 처리한 것이 된다.

감은 섬유질이나 펙틴질이 많기 때문에 으갠 뒤 감필퍼질에 펙틴분해효소를 처리함으로써 착즙수율이나 착즙 용이성을 개선할 수 있다. 효소제 처리에서 처리온도와 농도가 세포벽 물질의 분해율에 크게 영향을 미치므로 효소제는 판매회사의 사용방법에 따라 처리하는 것이 바람직하다.

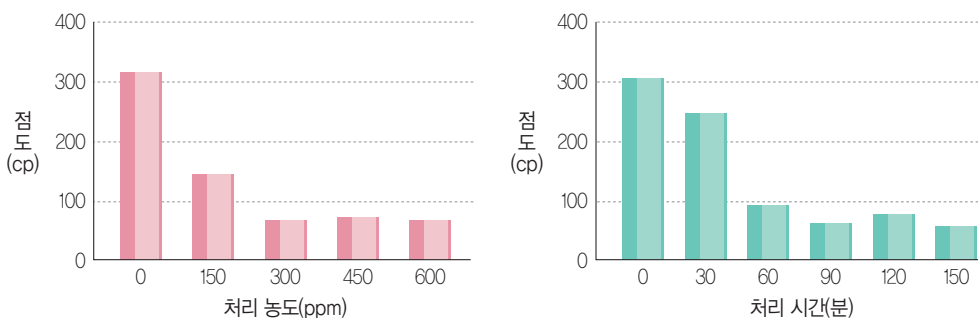


그림 8-34 펙틴분해효소 처리에 의한 감 으갬이의 분해 효과

(3) 발효과정

① 과즙조정

감을 충분히 연화하면 당도가 16~18브릭스까지 올라간다. 일반적으로 알코올 농도 12%의 감와인을 제조하려면 22브릭스가 되도록 보당해야 한다. 원하는 당도를 맞추기 위한 가당량은 아래 식으로 계산할 수 있다. 감은 섬유질이 많고 연시가 되었을 때 죽 상태의 물성 때문에 착즙하기 어렵다. 따라서 과육이 있는 상태로 발효하다가 자연유하 식으로 발효액을 분리하여야 하므로 초기 가당 시 과실 무게에 대하여 감의 과즙계수를 감안해 가당량을 계산할 필요가 있다. 감의 과즙계수는 0.85로 과실 무게에 대하여 과즙 양이 이론적으로 85% 정도 된다는 의미이다.

$$\text{가당량(kg)} = \frac{\text{원하는 당도(° Brix)} - \text{현재의 당도(° Brix)}}{100 - \text{원하는 당도(° Brix)}} \times (\text{과실 무게(kg)} \times 0.85)$$

과즙 당도를 조절하기 위한 보당량은 최종 제품의 알코올 함량에 따라 달라지는데 감와인의 경우 일반적으로 당분이 22~24브릭스가 되도록 보당한다. 가당량이 많으면 알코올 농도는 높아지지만 당분의 삼투압 작용에 의해 효모의 생육이 저해돼 발효효율은 떨어질 수 있다. 와인 제조에서 발효효율도 고려해야 할 요소이지만 무엇보다 더 중요한 것은 최종제품의 기호성이다. 감와인에서 초기 당도를 24브릭스로 맞출 경우, 발효효율은 다소 떨어지지만 맛에서 기호성이 비교적 우수한 것으로 나타났다.

과즙의 당도에 따른 알코올 발효 후 발효주의 예상 알코올 농도(v/v %)는 초기 당 함량의 56~58%라고 보면 된다. 알코올 발효기작에서 이론적으로 포도당 1 kg에서 알코

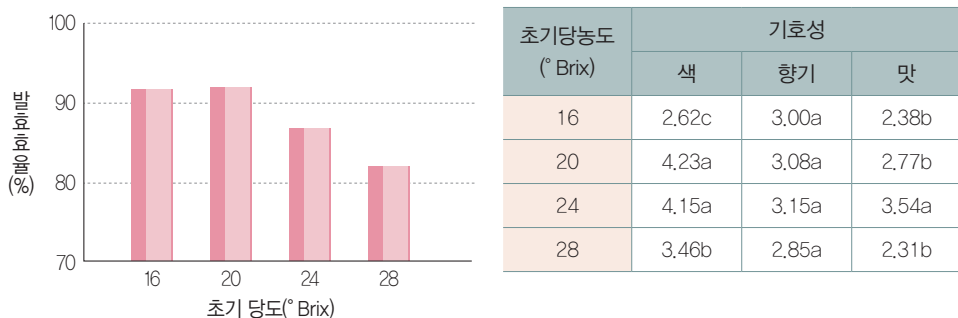


그림 8-35 초기 당 농도에 따른 발효효율(왼쪽)과 기호성(오른쪽)

을 511 g(647 mL)을 얻는데 알코올 발효과정에서 효모 생육에 이용되는 것을 감안한다면 알코올이 560~580 mL 생성된다.

감은 유기산 함량이 적은 대표적인 과일이다. 일반적으로 0.1~0.2% 함유되어 있어 보산하지 않고 와인발효를 할 경우 신맛이 적어 맛이 밋밋하게 된다. 따라서 과즙조정 시 유기산(구연산, 사과산, 젖산 등)을 0.30~0.45% 첨가하여 신맛을 보강함으로써 감 으깬이의 pH를 낮추어 잡균 오염을 막을 수 있다. 또 구연산을 첨가할 경우 발효액의 pH가 적정수준으로 떨어져 과즙의 등전점을 형성해 발효액 청징에도 효과적이며, 부유 물질이 적으므로 흡광도가 낮은 깨끗한 와인을 만들 수 있어 결과적으로 기호성도 높아진다.

표 8-27 초기 발효 시 유기산 첨가에 따른 감와인의 품질 특성

사과산 첨가 비율(% w/w)	pH	총산(% w/v)	타닌(ppm)	알코올(% v/v)	흡광도(420 nm)
0.00	4.92	0.30	85	13.9	0.812
0.30	4.38	0.58	35	14.0	0.672
0.45	4.20	0.71	475	14.1	0.315
0.60	4.02	0.91	452	13.9	0.374

* 발효 시 초기 당 농도 24° Brix로 조정

② 효모 접종과 발효관리

과실주 양조용 효모는 사카로미세스 세레비지에와 사카로미세스 바야누스가 주로 이용되는데 균주의 발효 특성에 따라 다른 이름으로 시판되고 있다. 효모를 접종하는 방법에는 건조효모를 이용하는 방법과 배양효모를 이용하는 방법이 있다. 건조효모는 활성화해 접종해야 하는데 먼저 40℃ 정도 되는 따뜻한 물에 포도당을 5% 첨가한 뒤 건조효모를 10% 분량 넣고 30분 활성화한 다음 접종한다.

건조효모는 원료량에 약 0.02% 접종하므로 건조효모 1 kg은 감 으깬이 5,000 kg에 접종할 수 있다. 원료 상태가 좋지 않을 경우 초기 발효 속도를 높여 오염균 활성을 떨어뜨릴 수 있는데, 이때 배양효모를 접종하는 방법이 사용된다. 즉 미리 배양해둔 효모를 대량 접종함으로써 효모에 의한 발효액 내의 혐기성화 및 알코올 농도 증가에 의한 오염균 성장을 억제할 수 있다.



발효 중 감 으깬이의 떠오름



과육과 과즙의 층 분리



도봉을 이용해 뒤집어줌

그림 8-36 발효 중 감 으깬이 상태와 뒤집어주기

처리 방법은 과실주 양조용 건조효모를 희석한 살균 과즙(당 농도 5~8%)에 0.05% 접종해 20~30시간 확대 배양하여 증식한 것을 술덧량에 대하여 3~5% 접종하는데 접종 시기는 아황산 첨가 5시간 뒤가 적당하다. 이렇게 배양효모를 접종하면 초기 발효 속도가 빨라 발효열이 다량 발생하므로 발효조의 냉각에 각별한 주의가 필요하다.

감와인 발효온도는 다른 과실주와 크게 다르지 않은데 일반적으로 20~25℃가 적당하며 발효기간은 온도에 따라 다소 차이가 있으나 보통 15~20일 소요된다. 발효온도가 30℃ 이상 될 경우 초산균이 급속히 증식할 수 있으므로 술이 쉼 확률이 높아진다. 따라서 발효탱크를 냉각할 수 있는 장치를 설치하는 것이 발효관리에 유리하다. 발효가 시작되면 감 으깬이는 떠오르는데, 과육에 들어 있는 당분이나 폴리페놀 성분 등의 용출을 용이하게 하기 위하여 매일 2~3회 상층부에 떠오른 과육을 뒤집어주는 것이 좋다.

③ 발효액 분리와 잔당발효

감은 연화 시 과육이 물러지므로 물리적으로 착즙하기가 매우 어렵다. 감와인은 이러한 착즙의 어려움을 극복하기 위하여 발효 도중에 발효액을 분리하는 것이 착즙에 유리하다. 감 으깬이를 발효하면 당분이 분해되면서 생성된 탄산가스에 의해 껍질과 과육이 발효조 상부로 떠오르게 되어 발효액과 비발효성 물질이 자연스럽게 분리된다. 이때 하층의 발효액을 쉽게 빼낼 수 있다. 이러한 과정을 여러 번 거친 다음 상층의 과육과 껍질은 압착하면 가장 경제적으로 감 발효액을 분리할 수 있다.

발효 15~20일 지나게 되면 발효액의 당이 거의 소진되면서 탄산가스 생성량이 급격히 줄게 되고 발효온도도 떨어져 외기온도와 비슷하게 된다. 발효 종료는 당이나 알코

을 함량을 분석하여 알아볼 수도 있으나, 통상 기포 발생이 더 진행되지 않거나 발효액에 단맛이 없으면 발효가 종료된 것으로 볼 수 있다. 발효에 이용된 효모는 서서히 쇠퇴하면서 발효조 바닥으로 가라앉는다.

주발효가 종료되면 효모 등 미생물의 세포와 단백질 등이 용기 바닥에 침전된다. 이때 맑은 상등액을 펌프나 사이폰으로 분리하고 바닥에 가라앉은 침전물을 제거해야 한다. 발효 완료 후 침전된 효모는 자가분해가 일어나 이취를 내거나 다른 유해 미생물 증식에 필요한 영양원이 되므로 처음 실시하는 침전분리는 빨리 할수록 좋다. 침전물 분리 시 환원적 상태에서 생성된 황화수소 등 휘발성 성분과 탄산가스가 공기 중으로 휘발되므로 1차 침전물 분리는 와인의 품질에 크게 영향을 미친다고 볼 수 있다. 오랫동안 그대로 방치할 경우 다이설파이드 성분이 생성되어 제거하기 힘든 상황이 될 수 있다.

와인 혼탁을 일으키는 것은 미생물 세포, 단백질과 색소, 타닌 등이며 이러한 물질은 흡착제나 청정제로 제거한다. 가장 많이 사용되는 흡착제는 벤토나이트로 발효액 중에 분산되어 있는 미세한 물질을 흡착해 침전시킨다. 특히 혼탁을 일으키는 단백질을 제거하는 데 효과적인데 그 원리는 실리케이트의 음이온 부분과 단백질의 양이온 사이에 상호결합 반응이 잘 일어나는 것을 이용한 것이다. 벤토나이트의 식품 중 잔존량은 0.5% 이하이다.

발효액에서 기포가 더 발생되지 않으면, 발효액 온도를 5℃ 또는 빙점 이하로 떨어뜨려 효모균체가 바닥으로 가라앉게 하는 것을 촉진할 수 있다. 또 다른 방법으로 규조토로 여과를 실시해 효모균체가 제거된 발효주를 얻을 수 있다. 발효가 완료된 감와인은 아황산 농도가 매우 낮기 때문에 공기 중 산소에 의한 산화나 미생물 오염에 무방비 상태가 된다. 따라서 항산화 및 미생물 오염을 방지하기 위하여 아황산염(메타중아황산칼륨)을 약 150 ppm 처리한다.

(4) 숙성과 병입

술은 저장하는 동안 과실에서 유래한 성분과 발효로 생성된 알코올류, 유기산류, 아미노산, 알데하이드 등 산화와 환원작용에 의해 복잡한 화학반응을 일으켜 과실주 특유의 향기와 맛을 발현한다. 술은 숙성되면서 효모취와 거칠음이 사라져 부드러워진다.

감와인 숙성에는 밀폐가 잘되는 스테인리스 스틸 용기가 유용하다. 저장할 때 가장 유의해야 하는 것은 감와인이 공기와 접촉하는 것을 막는 것이다. 만약 감와인이 저장

용기에 가득 들어 있지 않으면 용기의 빈 공간을 질소나 탄산가스로 채워 산화를 방지해야 한다.

밀폐 용기를 이용하여 10~15℃의 저온 숙성실에서 6개월 정도 숙성시키면 발효주에 혼재된 미세한 혼탁물질이 숙성용기 바닥으로 가라앉게 되고 숙성 중 감 발효액은 독특한 향기를 지닌 연한 갈색 감와인이 된다. 숙성이 다 된 술은 다시 규조토나 미세막을 이용해 여과하고 아황산염을 약 50 ppm 처리한 다음 병입하면 된다.



그림 8-37 감와인

(5) 품질관리

① 오염방지

감와인 제조 시 가장 주의해야 할 것은 초산생성균의 오염이다. 감은 다른 과실과 다르게 초산생성균에 의해 품질이 많이 떨어진다. 초산균은 과일 성숙 시 과숙된 과일에 특히 많으며 감꼭지 부위가 대표적 오염원으로 추정된다. 따라서 감와인 제조 시 초산생성균의 오염을 방지하려면 가능한 한 깨끗한 원료를 사용하고 연화를 위해서 너무 오랫동안 지체하지 않아야 하며, 다른 과일보다 초기 아황산염 처리 농도를 높일 필요가 있다. 발효 중에는 효모의 급격한 증식으로 발효액에 열이 발생하는데, 발효액 온도가 25℃ 이상 올라가지 않게 냉각장치가 필요하다. 초산균의 적정 배양온도가 30℃ 정도 되므로 발효 중 온도가 높ی 올라갈수록 초산균의 증식이 촉진되어 와인에 초산 함량이 많아진다. 초산은 휘발산이므로 초산 함량이 많은 와인은 맛을 보지 않더라도 냄새로 곧바로 알 수 있다. 이러한 와인은 향기에 대한 기호성이 떨어지므로 각별히 주의해야 한다.

② 저장 중 품질관리

발효 완료 후 1차 침전물 분리 시 아황산염을 150 ppm 정도 처리하며 숙성 중에도 이산화황으로 약 100 ppm 이하로 떨어지지 않게 관리해야 한다. 숙성온도는 15~20℃가 적당하며 용기의 빈 공간은 이산화탄소나 질소로 충전함으로써 호기성균인 초산균 번식을 막을 뿐 아니라 공기에 의한 감와인 산화도 방지할 수 있다. 감와인은 초산균 이외에도 젖산균이나 산막효모에 의한 품질 변화가 있을 수 있는데 이들 균은 모두 아황산

에 내성이 매우 약하다. 따라서 발효 완료 후 적당한 농도로 아황산 처리를 하여 오염을 방지할 수 있으므로 저장할 때 적절한 아황산 관리가 무엇보다 중요하다.

저장 기간의 침전물 분리는 처음 1년간 3~5개월에 한 번씩 실시하며 1년 뒤에는 깨끗한 감와인을 얻을 수 있다. 이때 무엇보다 중요한 것은 침전물 분리 시 과도하게 공기에 노출되는 것을 방지해야 한다는 것이다. 일반적으로 질소가스를 많이 이용하는데 저장용기에 질소가스를 충전하고 작업함으로써 와인이 공기와 접촉하는 것을 최대한 억제할 수 있다.

6. 참다래와인 제조기술

1) 품종과 생육 특성

(1) 참다래의 유래

참다래(Kiwi fruit, *Actinidia deliciosa* or *Actinidia chinensis*)는 동남아시아 원산의 덩굴성 낙엽과수이다. 전 세계적으로 다래나무속 식물은 모두 50여 종이 분포하고 있는데, 거의 아시아 원산이며 우리나라에도 산이나 들에 다래가 자생하고 있다. 현재 재배되는 참다래는 원래 중국다래(Chinese gooseberry)로 양쯔강 유역 산림에서 야생하던 것을 20세기 초 뉴질랜드가 종자를 도입해 개량한 것을 과실 모양이 뉴질랜드 나라새인 키위새(Kiwi)와 비슷하다고 하여 붙여진 이름이다.

뉴질랜드에서는 중국으로부터 중국다래 종자를 1900년대 초에 입수해 실생번식한 개체 중에서 과실이 비교적 큰 개체를 얻게 됨에 따라 1920년대부터 소규모 재배가 시작되었다. 뉴질랜드에서 영리적인 재배가 시작된 시기는 1930년대이며, 1953년에는 처음으로 영국에 시험 수출하기에 이른다. 유럽에서는 1847년 영국 왕립원예협회의 식물수집가가 중국다래의 표본을 처음 소개했고, 1904년 왕립원예협회 회지에 이 식물의 생육 가능성이 기술되었다. 미국에서는 원예가가 1900년에 이 종자를 수입했고, 1904년에는 정부에서 정식으로 도입해 캘리포니아에서 주로 재배하고 있다. 일본은 1963년에 뉴질랜드에서 이 식물의 종자가 입수된 것이 시초이며, 우리나라에서는 1977년 뉴질랜드에서 묘목이 도입돼 제주도와 전남, 경남 남해안 일대에서 주로 재배하고 있다.



다래



중국다래



참다래(키위)



키위새

그림 8-38 다래 종류와 키위새

사진 제공: 국립원예특작과학원 박용범 박사

참다래의 주요 생산국은 뉴질랜드, 이탈리아, 칠레, 프랑스, 미국, 일본 등으로 뉴질랜드와 이탈리아에서 세계 생산량의 60% 정도를 차지하고 있다. 최근 뉴질랜드와 일본은 재배 면적이 감소하는 추세이며 아메리카와 유럽에서는 재배 면적과 소비가 증가하는 추세이다. 우리나라는 1977년 일부 삼수와 극소량 묘목이 도입되었으며 본격적인 묘목은 1978년에 도입되었다. 1981년부터 결실이 되기 시작해 1990년대 중반부터 본격적인 수확이 이루어지고 있다.

(2) 참다래 품종

참다래는 암꽃품종과 수꽃품종이 있다. 암꽃품종에는 헤이워드(Hayward), 부르노(Bruno), 몬티(Monty), 아보트(Abbott), 엘리슨(Allison), 그린실(Greensil), 그레이시(Graicie), 향록(香綠) 등이 있으며, 수꽃품종에는 마추아(Matua), 토무리(Tomuri)가 있다. 국내에서 재배되는 것은 암꽃품종으로 헤이워드, 제스프리골드, 제시골드 해금 등이 있다. 헤이워드 품종은 국내 재배 면적의 약 80%를 차지하고, 제스프리골드는 10% 정도로 주로 계약재배를 하고 있으며 나머지 품종이 약 10%를 점하고 있다.

(3) 생육 특성

참다래의 잎은 매우 크고 뿌리는 천근성이므로 가뭄에 취약하다. 일반적으로 다른 식물의 잎은 건조하여 시들게 될 경우 증산량이 현저히 감퇴되나 참다래는 시들어 말라 죽을 때까지 증산속도가 떨어지지 않는다. 또 잎이 크고 생리활성이 높아 내습성도 매우 약하다. 정체수에 약하여 4일 정도 침수되면 40% 정도 고사한다. 습해에 약하다고



헤이워드



제스프리골드



그림 8-39 국내에서가장 많이 재배되는 헤이워드와 제스프리골드

알려진 복숭아가 담수에서 12일 정도 건디는 것을 감안하면 참다래가 습해에 매우 약하다는 것을 알 수 있다. 참다래는 덩굴성 낙엽과수로 생육이 왕성하며 가지 기부가 연하여 탈락이 심하다. 참다래 가지는 경화되지 않은 상태에서는 기부가 특히 약하여 어느 정도 강한 바람(8 m/sec)에도 쉽게 부러지는데, 특히 봄철(4~6월) 강한 바람으로 결과지가 떨어지는 일이 일어난다.

참다래는 연평균 기온이 14℃ 이상 지역에서 안정적으로 재배할 수 있으며, 15℃ 이상에서 품질이 우수한 과실을 생산한다. 즉 감귤류(온주밀감, 유자 등) 재배가 가능한 지역이면 참다래 재배도 가능하다고 볼 수 있다. 휴면기에는 영하 12℃에서도 동해를 받지 않으나 생육 시에는 영하 5℃에서도 피해를 받을 수 있다. 또 일조 부족이나 저온

표 8-28 참다래 품종별 생육과 과실 특성

품종	과중(g)	특성	숙기	당도(° Brix)	과육색
헤이워드	75~120	전 세계 재배	11월 초중순	13~14	녹색
대홍	90~130	대과 고당도 연부병 약함	11월 초중순	14~15	녹색
제시골드	90~150	고당도, 다수확	11월 초순	14~16	짙은 황색
한라골드	85~130	고당도, 과형 우수, 다수확	10월 중하순	13~16	황색
해금	80~110	다수확	11월 초순	13~15	짙은 황색
제시 스위트	85~120	고당도, 연부병 약함	11월 초중순	17~20	녹색
제시그린	90~130	과형 우수	11월 초순	13~15	녹색 또는 일부 황색
비단	20~25	고비타민	10월 중순	14~16	짙은 녹색
스키니그린	17~25	껍질째 식용 가능	10월 초중순	16~18	녹색
제스프리골드	80~140	고당도	11월 중하순	14~16	황색

에 약하여 저온기간이 오랫동안 지속되면 병해세균 때문에 궤양병에 걸리기 쉽다.

참다래는 7~8월에 꽃눈이 형태적으로 분화되고 겨울에 화기가 형성되어 봄에 개화한다. 참다래는 암수딴그루(자웅이주)로 재식 시 수분수를 꼭 혼식하거나 수분수가 없을 경우 인공수분이 필수적이다. 단위결과가 되지 않으며 대부분 곤충에 의해 수분·수정되고 바람에 의한 수분은 거의 되지 않는다. 다른 과일에 비하여 생리적 낙과가 거의 되지 않는 장점이 있다.

(4) 수확

참다래는 수확 당시 단단하고 시며 아린맛이 강해 생과로 먹을 수 없고 후숙과정을 거쳐야만 먹을 수 있는 특이성 때문에, 적기 수확이 품질이나 저장력에 큰 영향을 미친다. 특히 참다래는 주위에서 쉽게 접할 수 있는 사과, 배, 감, 포도 등 일반 과실과는 익어가는 특성이 아주 다르다. 즉, 숙기가 되었다고 해서 눈에 띄게 과피가 물러지거나 색이 변하는 것도 아니고, 향이나 감미가 느껴지는 것도 아니며, 열매색이 여름철이나 가을 수확기나 별로 달라지지 않는다. 따라서 재배농가로서는 수확기를 판정하기가 대단히 난해하다.

미숙한 참다래에 아린맛이 나는 것은 칼슘 크리스털 옥살레이트라는 물질의 자극에 의해 느껴지는 촉감으로, 생과로 먹기에는 다소 거부감이 든다. 수확한 과실은 에틸렌 생성량이 증가함에 따라 효소 활성이 활발하게 되어 전분이 당으로 변하고, 산 함량이 감소되며, 세포벽의 구성물질인 펙틴 등의 분해가 촉진되어 과육이 물러지며 아린맛이 경감되면서 후숙이 진행된다. 15~20℃에서 에틸렌에 대한 반응이 민감하여 후숙이 진행되는 데 꼭지부분부터 물러지며, 당도는 14브릭스 이상, 총산은 1% 전후가 되고 과육은 녹색이 진하게 되며 과심의 유백색 부분이 연하게 되어 말랑말랑하게 된다.

2) 품질과 가공 특성

(1) 영양적 가치

미국 식품영양학회에서 각 과일의 영양분을 분석·발표했는데(1997) 1위가 키위였으며, 파파야, 멜론, 망고, 레몬, 오렌지, 귤, 유자, 아보카도, 포도 등이 뒤를 이었다. 키위

는 비타민, 섬유질, 무기질 함유량에서 단연 선두를 차지했으며, 비타민 E가 타의 추종을 불허하고, 글루타민 · 알긴산과 같이 성장을 돕고 노화를 방지하는 아미노산도 들어 있다. 과실의 영양소는 항산화물, 무기질, 섬유질 세 가지로 분류된다. 이들 영양소는 면역능력을 강화해 감기에 잘 걸리지 않게 할 뿐만 아니라 암 예방에도 효과가 있다. 특히 비타민 C, E 같은 항산화물은 고질병의 원인인 인체 내 산화작용을 막아준다. 게다가 항산화성 물질은 저밀도 지방질 콜레스테롤 수치와 혈압을 낮춰주기도 한다. 섬유질은 콜레스테롤 수치를 낮추고 대장암과 심장질환을 예방하는 효과가 있다.

표 8-29 참다래 과일 성분(가식부 100 g 기준)

구분	에너지 (kcal)	수분 (%)	단백질 (g)	지질 (g)	탄수화물 (g)	식이섬유 (수용성, g)	회분 (g)	칼슘 (mg)
참다래	64	82.8	0.8	1.0	14.8	2.0	0.6	30
야생다래	67	81.1	1.6	0.4	16.2	—	0.7	57

구분	인 (mg)	철 (mg)	나트륨 (mg)	칼륨 (mg)	비타민			
					B ₁ (mg)	B ₂ (mg)	나이아신 (mg)	C (mg)
참다래	24	1.0	1,257	1	0.13	0.03	0.5	72
야생다래	39	0.5	2	307	0.05	0.04	0.7	35

* 『식품성분표』 제8개정판, 농촌진흥청, 2011

(2) 가공 특성

참다래는 가공 적성이 뛰어나므로 다양한 가공제품으로 개발할 수 있다. 참다래는 향기가 은은하고 과육은 녹색으로 건강을 상징하며 각종 요리에 장식용으로 적합하다. 참다래 특유의 맛과 비타민 C가 풍부하기 때문에 각종 스낵이나 건강식품으로 활용된다. 현재 참다래는 국내에서 8,500톤이 생산되지만 공급 부족으로 해마다 3,500~4,500톤이 수입된다. 1인당 소비량은 일본 대비 27% 수준이며 소득작목으로 유용한 과수 중 하나이다. 특히 동남아 열대 지방에서는 낙엽성 과수인 참다래를 재배할 수 없으며, 일본으로부터 수입하는 물량의 10%만 국내에서 잠식하더라도 5,000톤 이상의 생과를 수출할 수 있어 수출 전략 작목으로 육성이 가능하다.

참다래에 들어 있는 단백질분해효소는 단백질에 작용하여 펩타이드 결합(peptide

bond)의 가수분해를 촉매하는 효소로 동식물이나 미생물 조직의 세포에 존재한다. 이러한 단백질분해효소가 함유되어 있어 연육작용을 하는 과일에는 참다래, 무화과, 파인애플, 배 등이 있지만 상업적으로 이용되지는 않으며 가정에서 요리할 때 과육 자체를 첨가하는 형태이다. 육류 위주의 외식산업이 발달하면서 국내의 수입 연육제 사용이 점차 증대되고 있다. 따라서 참다래에 많이 들어 있는 단백질분해효소를 이용하여 육류의 육질을 부드럽게 해주는 연육제로 개발할 수 있다.

3) 생산과 이용 현황

(1) 참다래 생산 현황

우리나라에서 참다래가 주로 재배되는 지역은 겨울철 동해 피해의 위험이 비교적 적은 남부 해안지대에 국한되는데, 2008년 행정통계를 볼 때 전체 재배 면적 기준으로 전라남도가 42.8%, 경상남도가 32.0%, 제주도가 22.8%를 점유하고 있으며, 생산량으로는 전라남도가 40.5%, 경상남도가 32.8%, 제주도가 23.3%를 생산하고 있다.

2002년부터 2004년까지는 태풍 ‘매미’, ‘루사’의 직간접적 영향 등 기상조건의 악화로 생산량과 재배 면적이 상당 부분 감소하였으나, 2000년 이후 우리나라의 참다래 생산량은 약 1,000 ha에서 1만 5,000톤 정도로 생산이 안정화 단계에 접어들었다.

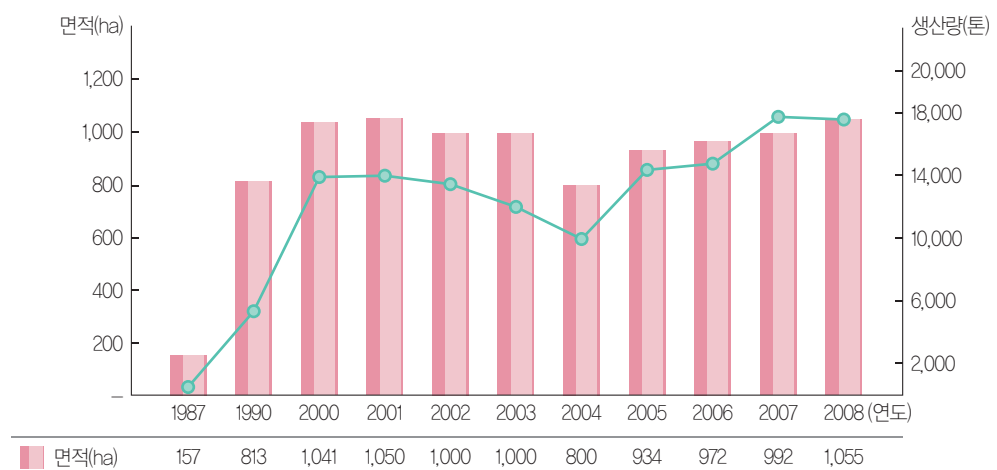


그림 8-40 참다래 재배 면적과 생산 현황

(2) 참다래 이용 현황

2009년 가공용으로 이용된 참다래는 총 541톤으로 60.3%는 잼으로 가공되었으며, 17.6%는 술로, 16.6%는 음료로, 5.5%는 주스로 가공되었다. 지역별로는 전체 참다래 가공량 중 충북이 61.6%, 경남이 17.5%, 경북이 7.2%, 그리고 전남, 경기, 전북에서 각각 3~5%씩 가공용으로 이용되었다. 현재 참다래와인은 국내 유일의 참다래와인 생산 업체인 경남 사천의 오름주가에서 생산되고 있다.

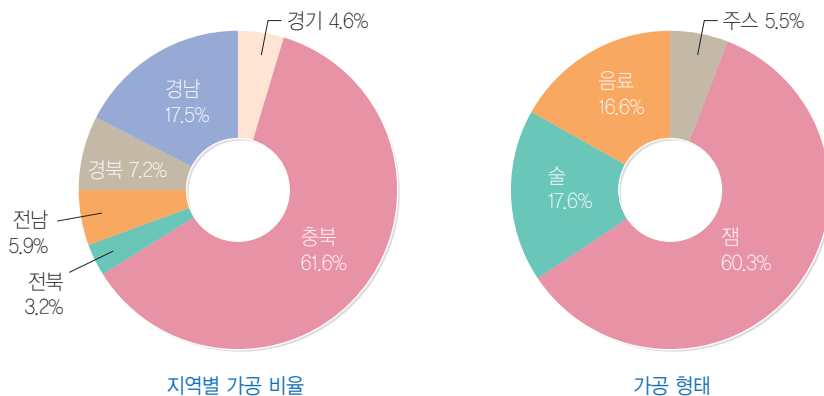


그림 8-41 참다래 가공 형태(왼쪽)와 지역별 가공 비율(오른쪽)

* 2009년 과실류 가공 현황

4) 제조기술

(1) 공정

참다래와인의 제조공정은 백포도주 제조공정과 유사하나 참다래는 후숙해서 사용한다는 점이 다르다. 원료가 입고되면 덜 익은 것이나 병든 과를 제거하는 선별 과정을 거치고 후숙해서 으갠 다음 과즙을 조정하고 발효를 진행한다. 다른 과일과 마찬가지로 참다래를 으갠 때 가장 중요한 것은 참다래의 폴리페놀 성분이 산화되지 않게 아황산을 적당량 처리하는 것이다. 으갠 참다래의 당도나 총산을 분석한 다음 과즙조정을 한다. 과즙조정은 발효 완료 후 원하는 품질의 와인을 만들기 위하여 취하는 처리로, 참다래는 후숙 후 당 함량이 14~16브릭스 정도 되므로 알코올 약 12%의 와인을 만들려면 가당을 해야 하며, 총산이 0.8~1.2%로 높기 때문에 감산도 필요하다.

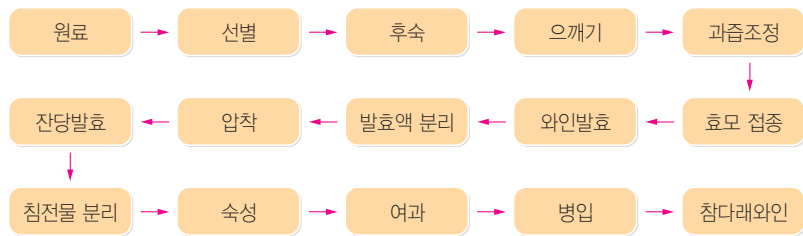


그림 8-42 참다래와인 제조과정

과즙조정이 완료된 참다래 으갠이에 활성화한 효모를 접종하고 와인발효를 시킨 후 압착하며, 참다래 껍질과 씨앗 심부 등 발효되지 않은 물질을 제거한 1차 발효액은 잔당발효를 한다. 발효액의 영양분이 고갈되면 발효에 참여한 효모가 과육 파쇄물과 함께 가라앉는데, 바닥에 잘 가라앉았을 때 맑은 발효액만 침전물과 분리한다. 침전물이 제거된 맑은 발효액은 맛이 충분히 들 때까지 숙성하고 숙성 후 블렌딩과 여과과정을 거쳐 병입하면 참다래와인이 완성된다.

(2) 원료 처리

① 원료 준비

참다래는 대표적인 후숙과일로 저온에서 저장된 참다래를 후숙해 당도를 높여 와인 원료로 사용한다. 참다래는 수확 후 연화가 시작되는데 연화 속도는 과실의 양분과 저장 조건에 따라 영향을 받는다. 대부분 과실류 저장에서 볼 수 있듯이 참다래도 저장 초기 심하게 연화되는 현상이 나타나는데 이것은 수체 분리에 따른 스트레스가 세포벽의 물리·화학적 특성에 영향을 미치기 때문이다. 수확시기가 늦으면 연화가 촉진되는데 이것은 성숙도가 진전되어 과실 내부에 에틸렌이 축적된 결과이다. 에틸렌 처리는 연화를 촉진하는데 특히 전분이 많이 축적된 과심의 경도를 저하시키는 사실로 보아 에틸렌이 일부 전분 대사에 관여하는 것으로 추정된다.

② 참다래 후숙생리와 후숙 방법

참다래는 서양배와 같이 수확한 뒤 후숙한 다음 생식하거나 가공용으로 이용할 수 있다. 참다래의 호흡형에 대하여 라이트(Wright) 등은 엄밀한 의미로 완숙 직전에 호흡이 급격하게 증가되는 클라이맥터릭(climacteric)형에 속하지 않는다고 하였으나, 수확 후

과실이 20℃에서 호흡량이 일시적인 상승(climacteric rise)을 나타내는 현상이 있어 클라이맥터릭형에 속하는 것으로 보는 견해가 많다. 수확한 과실은 상온에서 에틸렌이 생성되고 따라서 탄산가스 발생이 증가한다. 내생 에틸렌 생성이 증가함에 따라 효소 활성이 활발하게 되어 전분은 당으로 변화하고 산 함량이 줄어들며, 세포벽 구성물질인 펙틴이나 셀룰로스 등의 분해가 촉진되어 과육이 연화되며 후숙이 진행된다. 후숙은 과실 꼭지 부분부터 연화하기 시작하며 당도 14% 이상, 총산 1% 전후로 되고 과육의 녹색이 진하게 된다. 또 과심의 유백색 부분이 연하게 되어 먹을 수 있게 된다. 저온, 특히 2℃ 이하에서는 내생 에틸렌이 거의 생성되지 않으며 외생의 에틸렌을 처리해도 호흡 변화가 잘 나타나지 않고 후숙이 거의 이루어지지 않으나 15~25℃에서는 에틸렌에 민감하게 반응하여 후숙이 잘 진행된다.

참다래를 후숙하는 방법에는 자연후숙과 강제후숙이 있다. 자연후숙 온도는 15~25℃가 좋으며 온도가 높으면 빨리 후숙되나 조기에 물러지거나 부패과가 많이 나오므로 15℃ 전후가 무난하다. 과피가 마르지 않도록 PE필름으로 밀봉하여 후숙하는 것이 좋다. 수확 직후의 헤이워드는 20℃ 전후에서 20~30일이 소요되나 15℃에서는 더 긴 기간이 소요된다. 후숙에서 가식(可食)까지 기간은 저장 기간이 오래된 과실일수록 짧다. 수확 직후 참다래는 20℃ 전후에서 20일 정도, 길게는 30일의 후숙기간이 소요되나 저온 저장한 참다래의 경우, 3~4월까지 저장된 것은 10~20일, 5~6월까지 저장된 것은 5~10일 정도 후숙기간이 소요된다.

강제후숙은 에틸렌 가스를 이용하는데, 수확한 과실에 에틸렌 발생제인 에스렐 1,000 ppm 용액을 휘발시켜 후숙하는 것이 과육색 변화가 적고 이용 방법도 간편하다. 또는 200 ppm 에틸렌가스에 18시간 정도 처리하면 연화와 함께 후숙이 완료된다. 소량으로 가정에서 참다래를 후숙하는 방법으로 에틸렌가스가 비교적 많이 발생하는 사과나 바나나 등을 참다래와 함께 PE필름에 넣어(참다래 100개당 사과 20~30개) 20℃ 정도에 두면 쉽게 후숙된다.

③ 으깨기와 아황산 처리

참다래에는 머루나 복분자에 다량 함유되어 있는 안토시아닌은 없지만 과피와 과육에 플라보노이드 계통의 폴리페놀 물질이 소량 존재한다. 따라서 참다래는 으깬 다음 공기와 접촉하더라도 쉽게 갈변되지 않는다. 참다래와인 제조 시 아황산을 첨가하는 목

적은 주로 참다래 과피에 존재하는 야생 미생물 살균에 있다. 식품첨가물용 메타중아황산칼륨을 미리 원료 양 대비 필요량을 계산해두었다가 참다래 으깬이 100 kg당 메타중아황산칼륨으로 15~20 g[이산화황(SO₂) 75~100 ppm 상당] 처리한다. 이때 원료가 깨끗하고 오랫동안 저장한 것이 아니라면 아황산염으로 150 ppm 정도 처리하는 것이 적당하며, 오랫동안 저장하였거나 수확할 때 날씨가 좋지 않았다면 200 ppm 정도 처리하는 것이 무난하다. 아황산염은 미리 물에 녹여두었다가 참다래를 으깬 때 조금씩 넣어 골고루 섞일 수 있게 하는 것이 중요하다.

(3) 발효공정

① 과즙조정

참다래를 충분히 후숙하면 당도가 15~17브릭스까지 올라간다. 일반적으로 알코올 농도 12%의 참다래와인을 제조하려면 22브릭스가 되도록 보당해야 한다. 원하는 당도를 맞추기 위한 가당량은 다음 식으로 계산할 수 있다.

$$\text{가당량(kg)} = \frac{\text{원하는 당도(°Brix)} - \text{현재 당도(°Brix)}}{100 - \text{원하는 당도(°Brix)}} \times (\text{과실 무게(kg)} \times 0.80)$$

과즙을 발효할 경우 과즙 자체의 무게를 이용하여 가당량을 쉽게 계산할 수 있지만, 과육 으깬이를 발효할 경우 과실 무게에 대해 과즙 무게를 환산해야 한다. 즉 과실 무게에 과즙계수를 곱하여 과즙 무게를 도출할 수 있다. 참다래의 과즙계수는 0.80으로 과실 무게에 대하여 과즙의 양이 이론적으로 80% 정도 된다는 의미이다.

일반적으로 완숙된 참다래의 총산은 1.0~1.2%이므로, 과즙의 총산을 0.7 내지 0.8%로 되도록 감산하기 위해 탄산칼슘을 처리하는 방법이 있다. 과즙 무게에 대하여 탄산칼슘 0.1% 첨가 시 0.15%의 감산효과가 있다. 이때 주의해야 할 것은 탄산칼슘이 유기산과 반응할 때 특정 유기산과 반응성이 강하므로 참다래 고유의 유기산 조성과는 달라진다는 것이다. 따라서 탄산칼슘을 발효조에 직접 첨가하지 말고 주 발효조에 20~30%의 과즙을 채취한 다음 탄산칼슘을 처리하고 이 처리액을 주 발효조에 혼합해야 한다. 탄산칼슘 처리량이 많으면 발효액에 칼슘 농도가 높아져 와인맛이 변하므로 너무 많은 탄산칼슘은 처리하지 않는 것이 좋다.

표 8-30 탄산칼슘 처리에 따른 감산효과

탄산칼슘 처리(%)	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4
총산(%)	0.12	0.99	0.93	0.77	0.62

② 효모 접종과 발효관리

참다래와인 제조에 사용하는 효모는 적포도주용보다는 백포도주용 효모가 더 적합하다. 특히 발효가 15℃ 정도 저온에서 진행된다면 저온에서 내성이 강한 사카로미세스 바야누스 종류가 더 적합하다. 시판되는 과일주용 효모 사용법은 다음과 같다. 먼저, 5~10% 되는 설탕물을 40℃ 정도 되게 따뜻하게 덥힌 다음 건조효모를 풀어 넣고 20~30분 두면 건조효모가 깨어나 탄산가스를 배출하면서 거품이 올라온다. 원료 100 kg에 대하여 20 g의 건조효모를 사용한다면 500 mL 비커에 5~10% 설탕물 약 200 mL를 준비하면 된다. 건조효모 사용량은 참다래 원료량에 대하여 0.01~0.03% 정도이다. 구입한 지 오래된 것은 보관 중 효모 활성이 떨어지므로 사용량을 늘려야 한다.

참다래 발효는 후숙과정에서 생성된 향긋한 향기를 보존하고 껍질의 쓴맛이나 떼은 맛 추출을 억제하기 위하여 일반 적포도주 발효온도보다 낮은 15~20℃에서 하는 것이 적당하다. 발효 도중 1일 2회 정도 뒤집어 발효가 원활하게 해야 한다.

③ 발효액 분리와 잔당발효

참다래는 후숙 시 과육이 물러지므로 물리적으로 착즙하기가 매우 어렵다. 참다래와인은 이러한 착즙의 어려움을 극복하기 위하여 발효 도중에 발효액을 분리하는 것이 착즙에 유리하다. 참다래 으깬이를 발효하면 당분이 분해되면서 생성된 탄산가스에 의해 껍질과 과육이 발효조 상부로 떠오르게 되어 발효액과 비발효성 물질이 자연스럽게 분리된다. 이때 하층의 발효액을 쉽게 빼낼 수 있다. 상층의 과육과 껍질을 압착하면 가장 경제적으로 참다래 발효액을 분리할 수 있다.

발효 15~20일 지나면 발효액의 당이 거의 소진되면서 탄산가스 생성량이 급격히 줄고 발효온도도 떨어져 외기온도와 비슷하게 된다. 발효가 종료되었는지는 당이나 알코올 함량을 분석하여 알아볼 수도 있으나, 통상 기포가 더 발생하지 않거나 발효액에 단맛이 없으면 발효가 종료된 것으로 볼 수 있다.

참다래와인의 주요 산은 퀴산(quinnic acid)이지만 사과산도 다량 함유되어 있기 때문

에 잔당발효 시 젖산균에 의한 말로락틱발효로 사과산이 젖산으로 분해될 수 있다. 참다래는 총산 함량이 높기 때문에 말로락틱발효에 의한 감산으로 신맛을 완화함으로써 부드러운 와인을 만들 수 있다.

(4) 숙성과 병입

발효액에서 기포가 더 발생하지 않으면, 발효액 온도를 5℃ 이하로 떨어뜨려 효모균체가 바닥으로 가라앉게 하는 것을 촉진할 수 있다. 또 다른 방법으로 규조토로 여과를 실시해 효모균체가 제거된 발효주를 얻을 수 있다. 발효가 완료된 참다래와인은 아황산 농도가 매우 낮기 때문에 공기 중 산소에 의한 산화나 미생물 오염에 무방비 상태가 된다. 따라서 항산화와 미생물 오염방지를 위하여 아황산염을 약 100 ppm 처리한다.

참다래와인 숙성에는 밀폐가 잘되는 스테인리스 스틸 용기가 유용하다. 저장할 때 가장 유의해야 할 것은 참다래와인이 공기와 접촉하는 것을 막는 것이다. 만약 참다래와인이 저장 용기에 가득 들어 있지 않으면 용기의 빈 공간을 질소나 탄산가스로 채워 산화를 방지해야 한다.

참다래와인은 밀폐 용기를 이용하여 10~15℃의 저온 숙성실에서 6개월 정도 숙성시키면 발효주에 섞여 있는 미세한 혼탁물질이 숙성용기 바닥으로 가라앉고 숙성 중 참다래 발효액은 독특한 향기를 지닌 연한 갈색의 참다래와인이 된다.

숙성이 다 된 술은 규조토나 미세막을 이용하여 여과하는데 이때 청징이 불충분하면 벤토나이트나 타닌 등을 이용하여 와인의 혼탁물질을 침전시킨 다음 여과공정에 들어간다. 참다래는 단백질이 많기 때문에 와인 발효 후 단백질에 의한 혼탁이 일어나기 쉬운데 이때 벤토나이트를 처리함으로써 참다래와인의 단백질 혼탁물질을 효과적으로 침전시킬 수 있다. 다만 와인 혼탁은 여러 가지 원인으로 일어나므로 벤토나이트 처리로 반드시 참다래와인을 청징할 수는 없다. 따라서 청징제를 처리하기 전에 예비시험을 통하여 어떤 청징제가 유효한지, 처리량은 얼마로 하는 것이 좋은지 예측한 다음 처리해야 한다. 청징제는 처리농도에 따라 오히려 혼탁 원인이 될 수도 있으므로 신중히 처리해야 한다. 청징과 여과가 완료된 참다래와인에 아황산염을 약 50 ppm 처리한 다음 병입하면 참다래와인이 완성된다.

청징제로 벤토나이트를 처리하는 방법

- 청징 원리: 벤토나이트는 (-)로 하전되어 있어 (+)로 하전되어 있는 단백질과 결합해 침전물을 형성한다. 주로 단백질 혼탁이 원인인 백포도주에 사용한다. 적포도주와 같이 단백질을 청징제로 사용한 곳에 벤토나이트를 첨가해 침전형성을 촉진할 수 있다.
- 처리농도: 청징하고자 하는 와인에 100~1,200mg/L 농도로 처리한다.
- 처리방법: 벤토나이트 5% 용액을 처리 이틀 전에 만들어두고 하루 뒤 한 번 더 잘 저어 수화하고 다음 날 맑은 상등액은 따라내고 물에 충분히 불린 벤토나이트를 와인에 넣고 잘 혼합한 다음 2~3일 뒤 여과한다.

(5) 품질관리

① 오염방지

참다래와인 제조 시 흔히 발생하는 오염균으로는 초산균, 산막효모, 젖산균이 있다. 초산균이나 산막효모는 호기성균이기 때문에 발효나 저장 중에 공기가 자유로이 들어갈 경우 많이 발생한다. 이를 방지하려면 발효온도가 20℃ 이상 되지 않도록 조절하고, 와인 저장 시 용기에 와인을 꽉 채우고 밀폐한다. 젖산균은 원료가 깨끗하지 않고 발효 완료 후 침전물을 충분히 제거하지 않았을 경우 발생하는데, 젖산균은 아황산에 대한 내성이 약하므로 발효 종료 후 아황산을 처리하고 침전물을 빨리 제거하면 쉽게 방지할 수 있다. 참다래와인의 주요 오염균인 초산균이나 젖산균, 산막효모는 모두 아황산에 내성이 약한 미생물이다. 따라서 발효 완료 후 적당한 농도로 아황산 처리를 해서 오염을 방지할 수 있으므로 저장 시 적절한 아황산 관리가 무엇보다 중요하다.

곰팡이는 알코올에 내성이 약하기 때문에 과실주에는 잘 생기지 않지만 청소를 잘하지 않으면 양조장의 벽이나 저장용기, 다공질 기구나 기타 물건 표면에서 잘 번식한다. 특히 오크통을 사용할 경우 오크통 표면에 곰팡이가 잘 번식하는데 곰팡이가 과실주에 직접 영향을 미치지는 않지만, 곰팡이가 생성한 냄새가 과실주에 녹아들어갈 수 있으므로 각별히 주의해야 한다.

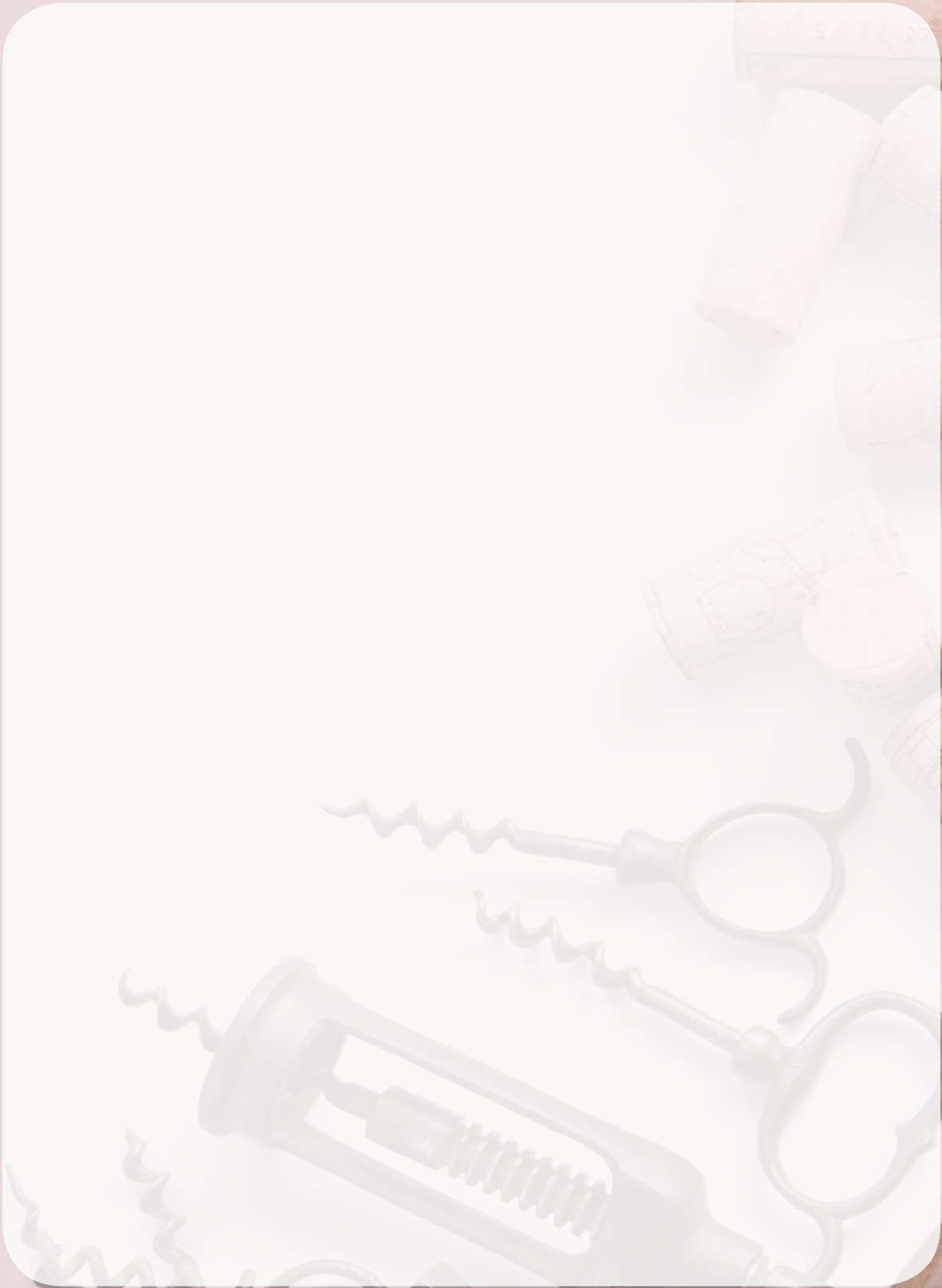
② 저장 중 품질관리

미생물은 생명체이기 때문에 반드시 영양분이 필요하다. 발효가 완료된 뒤 발효에 이용된 효모균체는 발효조 바닥으로 가라앉았는데 장기간 보관할 경우 효모균체는 자체 분해됨으로써 참다래와인에 부영양화를 초래한다. 이들 효모 분해산물은 발효 완료 후 다른 미생물의 영양원으로 이용될 수 있다. 따라서 발효 완료 후 침전물이 분해되기 전에

분리하는 것이 참다래와인 장기저장에 유리하다. 특히 효모나 다른 침전물이 분해됨으로써 참다래와인 혼탁의 원인이 되기도 하기 때문에 이들 침전물은 빨리 제거하는 것이 좋다.

1차 침전물 분리는 효모나 기타 과육 파편이 침전을 형성하는 시기인 발효 완료 한 달 정도 뒤에 실시하면 된다. 저장기간의 침전물 분리는 처음 1년간 3~5개월에 한 번씩 실시하며 1년 뒤에는 깨끗한 참다래와인을 얻을 수 있다. 이때 무엇보다 중요한 것은 침전물 분리 시 공기에 과도하게 노출되는 것을 방지해야 한다는 것이다. 일반적으로 질소가스를 많이 이용하는데 참다래와인 저장용기에 질소가스를 충전하고 작업함으로써 참다래와인이 공기와 접촉하는 것을 최대한 막을 수 있다.

참다래와인을 저장할 때도 마찬가지로 공기와 접촉을 피하기 위하여 저장용기에 참다래와인을 가득 채우고, 빈 공간이 생길 경우 질소로 충전한 다음 에어록을 설치한다. 에어록은 과실주 저장 시 재발효가 일어날 때 공기를 밖으로 빼내지만 밖의 공기는 저장용기 안으로 들어가지 못하게 하므로 공기 접촉 방지에 효과적이다.





ARBOOEDA

Chardonnay



NICO
DEI CO

Montepulciano
DENOMINAZIONE

CHAPTER 9

각국의 포도주 품질등급제도와 산지 특성

원산지명칭통제 / 각국의 포도산지와 특징

각국의 포도주 품질등급제도와 산지 특성

1. 원산지명칭통제

포도주 관련 법규 중 원산지명칭통제(Appellation Control)에 관한 법이 가장 잘 알려져 있다. 지명된 지역 제한은 일정 지역의 지리적 특성과 일치하며, 이는 토양과 기후가 지역적 포도주 특성에 기여한다는 일반적인 믿음을 갖게 하는 요인이 된다. 원산지명칭 통제법을 유지하는 국가에서는 대부분 이러한 견해를 유지한다고 볼 수 있다. 비록 원산지명칭통제법이 지역 이름 도용을 막는 데 유용하다 할지라도 지역 이름 사용을 제한함으로써 얻는 마케팅 효과가 그들의 존립을 촉진하는 주요 요인으로 볼 수도 있다. 지역적 특성이 포도주 품질을 결정한다는 믿음은 더 나아가 지역이 더 작아질수록, 유일할수록 포도주가 독특할 것이라고 믿게 한다. 이에 따라 희소성과 명성을 높여 결국 포도주가격과 수익을 올리는 잠재적인 요인이 된다고 볼 수도 있다.

토양 종류가 원산지명칭통제 지역의 지역적 구분을 정의하는 데 종종 사용되는데 중요한 것은 지역의 기후(mesoclimate)와 포도원의 기후(microclimate)이며, 그 속에서 토양 종류가 아닌 토양 구조가 주요한 요소로 역할을 한다. 또 많은 원산지명칭통제법의 주요 요소는 포도 품종 사용에 관한 법률이다. 그러한 법률은 상업적 성공을 지탱하기 위해 전통적 스타일을 유지하려는 곳에는 더 적합하다고 볼 수 있다. 그러나 너무 엄격한 법률은 새로운 타입의 포도주 생산과 개선을 방해하는 요인으로 작용할 수도 있

다. 또 많은 원산지명칭통제법은 포도 재배와 양조방법도 규제하고 있다. 예를 들면 재검토하고 있는 관개(irrigation)에 대한 금지조항이 있다. 일반적으로 주장하듯 관개가 수확량을 증가시켜 포도 품질이 저하된다는 것은 관개를 필요 이상으로 했을 경우이다. 또 수형식 발달에 따라 수확량을 늘리면서 포도 품질의 저하를 막는 것이 가능하게 되었다. 원산지명칭통제 관련 법률은 근거 있는 이론을 토대로 마련하는 것이 타당하다. 미국에서는 원산지명칭통제 관련, 포도주 품질 관련 객관적 평가가 어렵기 때문에 지역별·품종별 진위에 초점이 맞춰져 있다.

스페인이 원산지명칭통제 개념을 제창하였지만 프랑스가 최초로 원산지명칭통제 시스템을 1930년대에 정립하였다. 유럽경제공동체 안의 모든 포도주 생산 회원은 유럽경제공동체 법률 골격 안에서 각자 원산지명칭통제법을 가지고 있다. 남아프리카는 가장 포괄적인 원산지명칭통제법을 가지고 있는데 단지 지리적 원산지에만 원산지명칭통제를 적용한다. 원산지통제법령하에서는 포도 품종 사용, 포도원 관리에 대한 일부 금지조항, 최대 수확량 제한, 정해진 생산공정, 숙성조건 등이 명기되어 있다. 이러한 법률은 포도주 품질과 스타일을 유지하기 위한 것이지만 이것이 포도주 품질을 보장하지 않으며 생산자, 수입상 또는 국가 통제를 벗어난 여러 조건에 따라 달라질 수밖에 없다.

관능평가가 주관적인 것임에도 객관적인 화학분석보다 더 중요한 평가수단이 되는 경우가 많다. 예를 들어 독일에서는 일정 지역에서의 고급 포도주(Qualitätswein bestimmter Anbaugebiete, QbA)와 특급 포도주(Qualitätswein mit prädiikat, QmP) 등급을 받기 위해 모든 포도주는 관능검사를 통과해야만 한다. 이탈리아와 캐나다에서는 각각 DOGG(Demminazione di Origine Controllata e Garantita)와 VQA(Vintners Quality Alliance) 등의 등급을 받기 위해 해마다 관능검사를 받아야 한다. 프랑스에서는 AOC(Appellation d'Origine Controlee) 등급을 받으려면 관능검사를 받아야 한다. 비록 원산지명칭통제법이 포도주의 평균적인 품질 수준을 끌어올리는 데 기여했으나 지역이 작으면 작을수록 관능상 독특한 포도주가 생산될 가능성이 크다는 것이 원산지명칭통제법의 한 일면이며 이로써 여러 지역의 포도주를 블렌딩하는 것은 품질을 떨어뜨린다는 견해를 갖게 하는 측면도 있다.

그러나 셰리, 포트, 샴페인, 코냑 등의 품질을 보면 여러 지역의 포도주를 잘 블렌딩하면 포도주의 풍미를 증진하는 결과를 가져오는 경우도 있다. 특히 오스트레일리아에서는 여러 지역에서 생산된 포도주를 블렌딩하여 생산하는 것이 특징이며 가장 유명한 포

도주인 펜폴즈 그랜지(Penfolds Grange)는 블렌딩한 포도주이다. 원산지명칭통제 지역에서는 수익성을 높이고 품질을 높이기 위해 비용이 많이 드는 포도 재배와 공법을 이용하지만 이로써 비효율적이고 구식 공법을 고수하는 악순환을 반복하는 측면도 있다. 일부 유럽 원산지명칭통제법에는 일정 지역에서는 지정된 포도 품종만 재배해야 하는 것으로 정해져 있다. 이것은 유럽에서 포도 품종이 주로 지역적으로만 분포되는 것을 초래하였으며 포도 품질을 개선할 수 있는 다양한 포도 재배나 양조를 저해하는 부작용도 있다.

유럽을 제외한 다른 지역에서는 포도 재배와 양조에 덜 억압적이며 다양한 시험을 위한 유연성이 있다. 길어진 포도 재배 기간과 햇빛 조건이 미국, 오스트레일리아, 칠레 같은 곳에서는 전통방식의 포도 재배와 양조법을 경제적인 방식으로 변형하고 포도주 품질을 개선하는 데 유리하게 만들어준다. 포도 재배와 양조법의 유연성은 또 다양한 현대 소비자 입맛에 빠르게 적응하는 데 도움이 될 수 있다.

2. 각국의 포도산지와 특징

1) 한국

유럽, 미국, 남미 등지에서 생산되는 포도주는 양조용 포도 품종인 비티스 비니페라를 이용하여 제조하지만 국내에서는 포도주는 여름 장마와 추운 겨울로 비티스 비니페라가 재배되지 않아 미국에서 개량한 생식용 포도 품종인 비티스 라브라스카를 이용해 포도주를 생산한다. 국내 포도 재배 지역은 최저온도가 15℃ 이상인 경산, 영동, 영천, 천안, 안성 등에 분포되어 있다.

포도 품종은 전체 포도 재배 면적의 약 70%를 차지하는 조생종 캠벨얼리, 싼러 등이며, 중생종인 거봉, 네오머스켓, 텔라웨어, 골든머스켓 등이 약 23%, 만생종인 머스켓베리에이, 다노레드, 골든퀸 등은 약 4%를 차지한다. 우리나라는 전체 포도 생산량의 대부분(약 93%)을 생식용으로 소비하며 나머지 7% 정도만 가공용으로 소비한다. 특히 국내 포도 품종의 65%를 차지하는 캠벨얼리는 내한성과 내병성이 강하고 포도 재배 조건과 적합하지만 당도가 낮고 산도가 높으며 색이 어리고 여우취로 고품질 포도주를 제조하기에는 문제점이 있다. 또 논 전환 과원 등 부적격지에 과원을 개원함에 따라 품질저

하 및 생리장애 문제가 나타난다.

개화기 저온에 의한 수정불량으로 화진이 발생하고 강우 등 이상 기온으로 열과 등 생리장애가 발생해 포도 품질이 떨어지고 있다. 또 생육기의 잦은 강우와 기온 상승으로 신중 병충해가 더 발생하고 있다. 국내에서는 포도 재배가 생식용에 집중되어 양조용 포도는 거의 재배하지 않으며 포도 가공기술이 부족하다. 특히 외국산 포도와 품질, 가격 경쟁력이 상대적으로 취약해 해외시장 개척에 어려움을 겪고 있다. 국내에서 주로 사용하는 수형은 울타리형의 경우 웨이크만식이 대표적이며 그 밖에 니핀식과 개량니핀식 수형을 일부 사용한다. 평덕형 수형에서는 주로 일자형 수형을 시용하며 내한성이 약한 거봉의 경우 축소 X자형 수형을 사용한다.

2) 미국

미국에서는 1978년 이래 알코올담배무역국에서 원산지명칭통제를 부여하기 시작했다. 당시에는 주로 지역명칭을 사용하는 방식을 이용했지만 국가(country), 주(state), 군(county)만 지정하였다. 개정된 「포도재배 지역법」에는 국가와 주 개념은 제외하였다. 미국 전역에는 현재 130여 개 포도 재배 지역이 지명되어 있다. 가장 큰 재배 지역은 텍사스 힐 카운티이며, 가장 작은 포도 재배 지역은 콜 랜치(Cole Ranch)이다. 미국의 포도 재배 지역 지명에서 포도원 크기는 관련이 없으며 포도 품종, 포도 재배방식 또는 포도주 양조공정 등에 관한 특별한 규정은 정해져 있지 않다. 그러나 대부분 지역에서 포도즙은 지명된 포도지역에서 재배한 포도의 최소 85%를 사용해야 한다는 규정을 두고 있다. 일부 지역에서는 75%, 캘리포니아는 100%를 사용하게 규정되어 있다.

단일 품종이라는 표기는 그 단일 품종이 최소 75% 사용되었을 때 상표에 표기하도록 규정하였고 포도 품종이 비니페라 라브라스카나 교잡종인 경우 예외적으로 사용량을 51%로 규정하고 있다. 샤블리나 부르그뉴 등 지리적 표기보다는 포도 품종이나 포도원 위치에 따라 포도주를 작명하는 것이 미국 프리미엄 포도주에서는 일반적인데, 이는 소비자의 인식과 마케팅을 위해 더 효율적인 방법이라고 볼 수 있다. 미국은 41만 5,000 ha에 연간 2,100만 hL을 생산한다. 포도주는 미국의 거의 모든 주에서 생산되지만 전체 생산량의 90% 이상을 캘리포니아에서 생산한다.

캘리포니아 포도주의 60%를 생산하는 산와킨 계곡은 고온건조한 기후조건에서도 미

국인이 대부분 소비하는 테이블 와인을 생산하고 있다. 이는 포도를 조기에 수확하고, 포도원에서 파쇄하며, 저온발효, 젖산발효, 산화방지 등을 통해 가능하게 되었다. 나파 밸리는 샌프란시스코 북동쪽에 위치한 가장 잘 알려진 해안지역으로 태평양에서 불어 오는 습한 저온 공기가 유입되는 전형적인 지역이다. 캘리포니아에서 재배되는 주요 포도 품종은 샤르도네, 카베르네 소비뇽, 리슬링, 소비뇽 블랑, 콜롬바드, 진관텔, 메를로 등이다.

3) 프랑스

1935년에 확립된 프랑스의 원산지명칭통제법은 당시 한 가지 카테고리, 즉 아펠라시옹 도리진 콘트롤레(AOC)만 인정하였다. 그 뒤 덜 특징적인 포도 재배 지역을 지정했는데 뱅 델리미테 드 칼레테 슈페리외(Vins Delimites de Qualite Superieure, VDQS), 뱅 드 페이, 뱅 드 타블(Vins de Pays, Vins de Table) 등이 그것이다. 여기서 프랑스와 유럽경제공동체에서 의미하는 테이블 포도주와 영어권에서 의미하는 테이블 포도주와 강화 포도주 같은 구분은 혼동하면 안 된다. 뱅드 페이 카테고리는 1968년에 설정되었으며 뱅 드 타블 같은 개념과 유사하나 포도주의 지역적 원산지 표기에 대한 허가가 필요하다. 라벨에는 빈티지와 포도 품종의 원산지를 표기할 수 있다. 이 카테고리에는 규제가 별로 없어 대부분의 AOC 포도주보다 더 우수한 포도주가 생산되기도 한다.

1949년에 설정된 VDQS 카테고리는 AOC 지역과 유사한 규정을 가지고 있다. 현재 33개 VDQS 지역과 470개 AOC 지역이 있다. 프랑스의 테루아라는 개념은 포도원의 위치나 장소를 나타내는 것으로 지역 토양과 기후조건이 포도주의 관능 특성에 영향을 미친다는 것을 의미한다. 전 세계적인 적포도주 소비추세에 따라 프랑스도 1958년 이래 적포도 품종 재배가 9% 증가한 반면, 백포도 품종 재배는 7% 감소하였다. 백포도 품종은 프랑스 전체 포도원의 30% 정도를 차지하며 그중 40%는 코냑이나 아르마냐크 등 코냑 생산에 이용된다.

프랑스에서 유명한 포도주 재배 지역은 보르도, 부르고뉴, 샹파뉴, 루아르, 론 지역이다. 알자스 지역 포도주는 품종으로 봐서는 독일 포도주에 가깝고 스타일로는 프랑스 포도주에 가깝다. 포도원의 고도는 대부분 170~360 m이고 드라이한 백포도주가 주종을 이루며 일부 스위트하고 발포성인 와인도 생산된다. 연간 생산량은 90만 hL 정도

이다. 주요 포도 품종은 게뷔르츠트라미너(20%), 피노블랑(18%), 리슬링(20%), 실바너(20%)이다. 기온이 낮은 지역이므로 산도가 높아 젖산발효를 거쳐 생산되며 젖산균은 알자스 지방의 독특한 아로마를 생성하는 균을 사용한다.

보르도는 프랑스에서 가장 잘 알려진 포도 재배 지역으로 포도원 면적은 11만 2,000 ha이며 연간 생산량은 600만 hL에 달한다. 보르도에서 가장 잘 알려진 지역은 오 메도크, 포므롤, 생테밀리옹 등이다. 적포도주가 주로 생산되지만 백포도주 생산량도 약 40%에 달한다. 가장 유명한 포도원은 지롱드강에 인접한 협소하고 비탈진 곳이나 충적단구 지역으로 볼 수 있으며 가론을 따라 낮게 나뉘어 있는 지역과 고도 15~120 m 도르도뉴강 주변이 좋다.

토양은 주로 부식질로 이루어져 있으며 토양 깊이가 3 m 이상 되는 곳도 있다. 토양이 깊으면 가물 때 포도나무가 물에 접근할 기회를 제공하고 우기에는 훌륭한 배수 역할을 한다. 포도원 기후와 더불어 토양의 깊이와 배수가 토양 종류와 지형적 원산지보다 더 중요할 수 있다. 프랑스의 다른 지역과 다르게 보르도지방에서는 2~3종류의 포도 품종으로 제조한 포도주들과 블렌딩하는 경우가 많으며 해마다 블렌딩하는 양이 다르다. 이는 여러 품종에서 나타나는 특성 차이를 없애기 위한 방편으로 볼 수 있다. 오 메도크 지역에서는 카베르네 소비뇽, 포므롤 지역에서는 메를로 품종이 우세하다.

보르도 지역에서 가장 많이 재배되는 품종은 카베르네 소비뇽, 메를로, 카베르네 프랑이며 이는 보르도 지역 포도 품종의 약 90%를 차지한다. 보르도에서 생산되는 백포도주 역시 2~3종류의 포도 품종으로 제조한 포도주를 블렌딩한 것이다. 잘 알려진 백포도주 품종으로는 소비뇽 블랑과 세미용을 들 수 있다. 주로 스위트 와인은 보틀리스된 포도주를 제조하는 데 사용하며, 특히 보르도의 보틀리스된 포도주는 독일의 보틀리스된 포도주보다 알코올 농도가 훨씬 높아 14~15%이다. 보르도는 병숙성을 시도한 최초의 지역 중 하나이며 탱크 숙성에서 오크통 숙성으로 변환하는 데 영향을 미치기도 하였다.

보르도에서는 일부 백포도주를 제외하면 포도주를 탱크에서 발효하는데 이는 보르도 지역의 포도원이 비교적 넓기 때문이다. 보르도 지역의 포도원 크기는 대부분 5~20 ha이며 일부는 40~80 ha에 이르는 곳도 있다. 부르고뉴 지방은 북으로는 샤블리, 남으로는 코트 샬로네즈, 마코네, 보졸레 지역을 아우른다. 연간 생산량은 150만 hL이다. 다공질 토양 구조와 5~20%의 경사는 배수에 용이하며 토양이 봄에 조기에 데워지는 것을

깊는다. 일반적으로 고도 250~300 m에서 경사진 지역에 위치한 포도원을 선호한다.

부르고뉴에서 유명한 지역은 코트 도르인데 이 지역은 다시 적포도주를 주로 생산하는 코트 드 뉘 지역과 백포도주를 생산하는 코트 드 본 지역으로 나뉜다. 이는 가파른 경사와 석회암질 토양으로 이루어진 코트 드 뉘와 좁고 경사진 이회암질 점토로 구성되어 있는 코트 드 본의 지역 차이 때문이다. 코트 도르 지역에서 잘 알려진 포도 품종은 피노 누아르와 샤르도네인데, 전 세계적으로 가장 잘 알려진 포도주를 생산하는 품종이다.

피노 누아르는 최적조건에서 섬세하고 미묘하며 부드러운 포도주를 생산하는 품종이지만 최적조건은 부르고뉴에서는 흔한 일이 아니다. 피노 누아르는 다른 포도 품종보다 기후조건이 포도주의 아로마 특색을 내는 데 더 중요한 요소로 보인다. 다수의 피노 누아르 생산자는 각각 자그마한 과원을 소유하고 포도주를 생산한다. 또 오래된 작은 오크통에 발효와 숙성을 하며 새 통에 하는 일은 없다. 피노 누아르의 경우 색소 침출을 위해 발효 이전에 저온침온법을 사용하며 회전발효기를 사용하여 껍질과 포도액이 자동으로 잘 섞이도록 한다.

백포도주는 주로 샤르도네 품종을 통해 생산하고 일부는 알리고테 품종을 이용하기도 한다. 백포도주는 대부분 오크통이나 작은 탱크에서 발효한다. 부르고뉴 지역은 저온 지대이므로 포도주 제조 시 알코올 함량을 12~23%로 맞추려면 보당이 필요하며 젖산발효를 통해 감산하기도 한다. 부르고뉴의 샤블리 지역은 1,500 ha에 연간 5만~10만 hL를 생산하며 늦은 봄 서리에 의해 사멸하는 경우가 많아 햇빛 노출이 잘되고 배수가 좋은 경사가 15~20%인 지역을 선호한다. 또 서리를 방지하기 위해 지상으로 낮게 수형을 하게 된다. 부르고뉴의 다른 지역과 다르게 샤블리 지역 샤르도네는 신맛이 강하고 아로마가 약한 것이 특징이다.

보졸레는 부르고뉴 가장 남부에 있으며 토양은 석회암과 이판암층이 섞인 점토로 되어 있다. 보졸레 지역에서 사용하는 포도주 공법은 탄산침온법이며 이 공법을 통해 포도주를 몇 주일 안에 신선하고 과일향이 나며 음용할 수 있는 상태로 만든다. 가벼운 상태로 즐길 수 있는 포도주 형태는 보졸레 누보 탄생 이후 1960년대부터 인기를 끌어들였다. 보졸레 지역에서는 연간 100만 hL 포도주를 생산하며 그중 보졸레 누보가 60%를 차지한다.

샹파뉴 지역은 샴페인이라는 이름으로 프랑스 포도주 가운데 가장 잘 알려진 곳으로 볼 수 있다. 면적은 3만 ha로 프랑스 전체 포도원의 3%를 차지하며 연간 생산량은 200

만 hL이다. 샹파뉴 지역에서 주로 재배하는 포도 품종은 피노 뫼니에, 피노 누아르, 샤르도네이며 고도 140~170 m를 가장 훌륭한 포도원으로 쳐준다. 루아르 지역은 6만 1,000 ha에 연간 생산량은 350만 hL에 달한다. 주요 포도 품종은 뫼스카데, 그로 플랑, 슈냉 블랑이다. 특히 루아르 지역은 카베르네 프랑과 그로슬로 품종으로 로제포도주를 제조하는 것으로 유명하며 소비뇽 블랑으로 제조한 상세르(Sancerre)와 푸이 쉬르 루아르(Pouilly sur-Loire)는 유명한 포도주이다.

4) 독일

프랑스의 원산지명칭통제가 지리적 개념으로 정립된 반면 독일의 원산지명칭통제법은 보당 없이 자연상태로 숙성된 포도로 제조한 포도주를 기준으로 제정하였다. 프랑스 시스템과 다르게 독일에서는 포도를 생산하는 모든 지역은 원산지명칭통제법 테두리 안에서 규제를 받는다. 각 포도 재배 지역은 규모에 따라 세분되지만 포도원이 작을 수록 규모가 큰 포도원에서보다 더 독특한 포도주를 생산한다는 개념은 없다. 각 지역의 면적당 연간 생산량이 규정되어 있지만 포도주 품질을 구분하는 것은 고품질 포도주(Qualitaetwein) 시스템이다. 모든 고품질 포도주는 몇몇 검사를 통과해야 하며 이 검사를 통과하지 못하면 프랑스의 뱅 드 페이 등급에 해당하는 지방 특산주(Landwein) 등급을 받게 된다.

등급이 가장 낮은 포도주에는 프랑스의 뱅 드 타블에 해당하는 테이블 와인(Taefelwein) 등급이 있다. 고품질 포도주 시스템은 보당이 허용되는 고급 포도주(Qualitaetswein bestimmter Anbaugebiete, QbA)와 보당이 허용되지 않는 특급 포도주(Qualitaetswein mit Praedikat, QmP) 카테고리로 구분된다. QmP 포도주는 다시 6개 카테고리로 분류되는데 숙성이 오래되고 당도가 높아짐에 따라 카비네트, 슈페트레제, 아우스레제, 베어렌아우스레제, 트로큰아우스레제, 아이스바인 등으로 구분한다. 이 중 베어렌아우스레제, 트로큰아우스레제, 아이스바인 등은 보틀리스에 감염된 포도로 제조하는데, 아이스바인을 제조하기 위해서는 당도가 베어렌아우스레제 수준은 되어야 하며 아이스바인은 영하 6~영하 7℃에서 포도가 얼어 있는 상태에서 포도를 따고 파쇄하여 제조하게 된다.

각각의 품질등급을 받기 위해서는 화학적·관능적 검사를 통과해야 하며 통과된 포

도주는 공식적인 검사통과 번호를 받게 된다. 또 통과된 포도주 2병을 샘플로 2~3년 보관해야 한다. 독일은 전 세계 포도주 생산량의 3% 정도를 차지하지만 보틀리스된 리슬링 포도주로 그 명성을 떨치고 있다. 높은 고도와 저온 기후 및 짧은 포도성장 기간은 포도 아로마와 신선한 산도 유지에 도움이 된다. 독일에서 가장 많이 재배되는 품종은 24%를 차지하는 뮐러트루가우이며 그다음이 21%로 리슬링이다. 적포도 품종으로는 슈페트부르크군더(Spaetburgunder)라 불리는 피노 누아르와 포르투기저(Portugiser)가 있다. 독일 포도 재배에서 가장 특징적인 것은 포도원 비탈의 경사이다. 가파른 경사는 포도 성장을 위한 유리한 미기후를 형성할 수 있으나 기계작업에는 불합리하다. 따라서 기계작업에 용이하게끔 포도원의 구조를 변경하였다. 예를 들면 주가지를 50~80 cm 높이로 변경하여 재배나 수확을 더 쉽게 하도록 하였고, 공기 순환이 더 나아져 병충해 피해도 줄일 수 있다.

5) 이탈리아

이탈리아의 원산지명칭통제 시스템은 독일의 원산지명칭통제 제도보다는 프랑스의 원산지명칭통제제도에 가깝다. 이탈리아의 테이블 포도주에는 두 가지 카테고리, 즉 비노 다 타볼라(Vino da Tavola)와 인디카치오네 제오크라피카 티피카(Indicazione Geografica Tipica, IGT)가 있다. 일반적인 지역 지정을 받거나 공식적인 호칭을 보유하지 못한 포도주, 지역 또는 규정을 위반한 포도주들이 비노 다 타볼라에 속한다. IGT는 특정 지역 지정 호칭을 사용할 수 있다. 이탈리아의 고품질 포도주에는 두 가지 카테고리가 있다. 그중 하나는 1976년에 확립된 DOC(Denominazione di Origine Controllata)로 이탈리아 전체 포도 생산량의 10~12%를 차지하고 있다. DOC는 프랑스의 AOC와 유사하다. 그러나 프랑스의 AOC체계에 비해 특별히 더 등급을 세분하지 않고 지정을 더 제한하였다.

1982년 이래 DOG는 DOCG(Denominazione di Origine Controllata e Garantita) 카테고리로 승격되었다. DOCG 등급 포도주는 적포도주와 로제포도주 생산량이 연간 55 hL, 백포도주가 60 hL를 초과해서는 안 되며 이 기준치를 20% 초과하면 DOG 등급으로 강등된다. DOG 등급의 경우 적포도주와 로제포도주 생산량이 연간 70 hL, 백포도주가 85 hL를 초과해서는 안 되며 이 기준치의 20%를 초과하면 IGT 등급으로 강등된다. 마

찬가지로 IGT 등급 포도주는 적포도주와 로제포도주의 연간 생산량이 100 hL, 백포도주가 115 hL를 초과해서는 안 되며 이 기준치의 20%를 초과하면 비노 다 타볼라 카테고리로 강등된다. 즉 이탈리아의 원산지명칭통제법은 오로지 정해진 최대 생산량에 기준을 두고 있다.

이탈리아는 전 세계 포도주 생산량의 5분의 1을 담당해 450~500만 hL를 생산한다. 포도 재배 면적은 프랑스와 유사한 86만 8,000 ha이지만 테이블용 와인이 프랑스보다 더 많이 재배되고 있다. 이탈리아는 포도 품종을 가장 많이 보유하고 있고 2,600년이라는 오랜 포도주 생산 역사가 있다. 이탈리아 대부분 지역에서 현대식 포도주 양조공법을 도입해 품질을 크게 개선하였다. 큰 오크통에 5년 이상 숙성하던 것을 요즈음은 작은 오크통에 숙성하여 2년 안에 포도주 숙성을 종료한다.

국제적으로 판매되는 이탈리아 포도주는 대부분 북부지방에서 생산되는데 1만 3,000 ha에 연간 150만 hL를 생산하는 DOC 품질 등급의 트렌티노알토아디제 지역이 대표적이다. 베네토 역시 트렌티노에 인접한 주요 포도주 산지로 8만 ha에 연간 800만 hL를 생산한다. 국제적으로 가장 잘 알려진 지역은 피에몬테 네비올로 품종이 유명하다. 네비올로로 만든 포도주는 큰 오크통에 장기간 숙성하는 것이 특징이다. 피에몬테는 또한 베르무스를 생산하는 것으로도 유명하다. 이탈리아에서 빼놓을 수 없는 포도주인 키안티는 투스카니 지역에서 가장 광범위한 호칭을 소유하고 있다. 그중 가장 유명한 곳은 키안티 클라시코로, 주로 산지오베제 품종을 사용한다.

키안티 지역에서는 대부분 현대 포도주 양조공법으로 생산하지만 일부 지역에서는 고전적인 방법인 고베르노(governo) 공정을 고수하고 있다. 고베르노 공법에서는 수확한 포도의 3~10%를 따로 분리하여 2개월가량 저장한다. 이 기간에 효모 균락에 변화가 생겨 야생효모인 클로에케라 아피쿨라타(*Kloeckera apiculata*)의 수는 줄어들고 포도주 효모인 사카로미세스 세레비지에의 수는 늘어난다. 저장을 끝낸 포도는 일반 포도주 양조장과 같이 파쇄하여 발효를 진행한다. 이때 발효액을 대부분의 포도로 발효를 진행하는 주 발효통에 섞는다. 그 후 2차 알코올 발효가 진행되어 조기에 음용할 수 있는 포도주가 제조된다.

6) 스페인

스페인의 기후조건은 스페인식 포도 재배법에 영향을 미치는데, 관개수가 부족해서 포도나무는 대부분 여러 개의 낮은 줄기로 수형되어 있다. 고온 건조기에 수분을 충분히 공급하기 위해 헥타르당 1,200개의 포도나무를 유지한다. 리오하 지역처럼 강수량이 적당할 때는 헥타르당 3,000~3,600개의 포도나무를 유지한다. 유럽지역 대부분에서는 헥타르당 5,000~1만 개의 포도나무를 유지한다. 그래서 스페인이 다른 나라보다 포도 재배 면적이 넓은데도 생산량은 세계 3위에 머물러 있다. 스페인 북부지방에서는 주로 테이블 와인을 생산하는 반면 남부에서는 강화포도주나 세리 타입의 포도주를 주로 생산한다. 과거에는 템프라니요, 비우라, 팔로미노 등의 포도 품종으로 명성을 얻었지만 현재 스페인에서 생산되는 포도주는 대부분 아이렌과 가르나차 포도 품종을 이용한다.

과거에는 같은 포도원 내의 포도 품종을 같이 수확해 발효를 진행하였는데 최근에는 각각의 포도 품종이 최적의 숙성도를 나타냈을 때 수확하고 발효도 따로 진행함으로써 블렌딩하는 데 더 적합한 포도주를 생산하고 있다. 블렌딩은 포도 품종 각각의 특징을 살려 실시하는데 예를 들면 템프라니요는 적포도주에 산도 균형과 장기 숙성 가능성, 특유의 아로마향 등을 부여한다.

그라시아노는 섬세한 향을, 마주엘로는 색소와 타닌을, 가르나차는 알코올취를 부여한다. 리오하의 백포도주의 경우 비루아는 가벼운 과실향과 산화저항력을, 말바시아는 아로마, 색도 및 보디감을 부여한다. 스페인에서는 아직도 많은 지역에서 탄산침온법 등 전통적인 양조 발효방법과 오래된 오크통에 장기간 숙성하는 방법을 고수하지만 근래 들어서는 포도주 숙성은 새 오크통에 장기간 하고 부분적으로 장기 병입 숙성하는 방법으로 바뀌고 있다.

7) 오스트레일리아

오스트레일리아는 현재 포도주 생산량에서 세계 10위권이며 고지대인 태즈메이니아에서부터 고온 건조지역인 머리 벨리 지역에 걸쳐 다양한 포도주를 생산할 수 있는 기후조건을 갖추고 있다. 주요 포도 품종은 적포도 품종인 쉬라즈가 40%를 차지하며, 카베르네 소비뇽이 30%, 메를로가 11%, 피노 누아르가 4%를 차지하고 있다. 백포도 품종

에서는 샤르도네가 40%, 리슬링과 소비뇽 블랑이 각각 7%와 5%를 차지하고 있다.

카베르네 소비뇽과 샤르도네가 고온건조한 지역인 머레이강 계곡에서 생산되고, 피노 누아르가 헨터 계곡에서 생산된다. 이것은 포도 재배와 양조를 어떻게 하느냐에 따라 주어진 기후조건을 극복할 수 있다는 좋은 예가 된다. 또 관개가 포도와 포도주 품질을 저하시키지 않는다는 것을 나타내며 오히려 포도 활력과 숙성을 조절할 기회를 부여한다고 볼 수 있다. 또 적은 수확량이 포도와 포도주 품질을 위한 전제조건은 아니라는 것도 증명하였다. 회전발효법으로 타닌의 과다 용출을 막아 색도가 강하고 향이 풍부한 적포도주를 생산할 수 있다. 이 기술은 발효 직후부터 병입 전까지의 숙성 과정을 단축시키고 병입 후에 장기간 저장할 고품질 포도주 생산에도 적용이 가능하다.

관개시설이 필요한 고온 지역인 오스트레일리아에서는 포도 숙성 시에 산도가 떨어져 포도주를 제조할 때 주석산을 첨가해야 한다. 오스트레일리아는 원산지명칭통제법에 무관심하다. 오히려 서로 다른 지역 또는 포도원에서 제조한 포도주를 블렌딩해 고품질 포도주를 생산하는 기법을 활용한다. 오스트레일리아에서 고품질 적포도주로 인정받는 펜폴즈 그랜지도 오스트레일리아 남부의 여러 포도원과 블렌딩하여 생산된 포도주이다. 오스트레일리아에서 생산량이 가장 많은 곳은 전체 생산량의 50%를 차지하는 남부지방이며 그다음이 32%를 차지하는 뉴사우스웨일스, 마지막으로 15%를 차지하는 빅토리아 주이다.

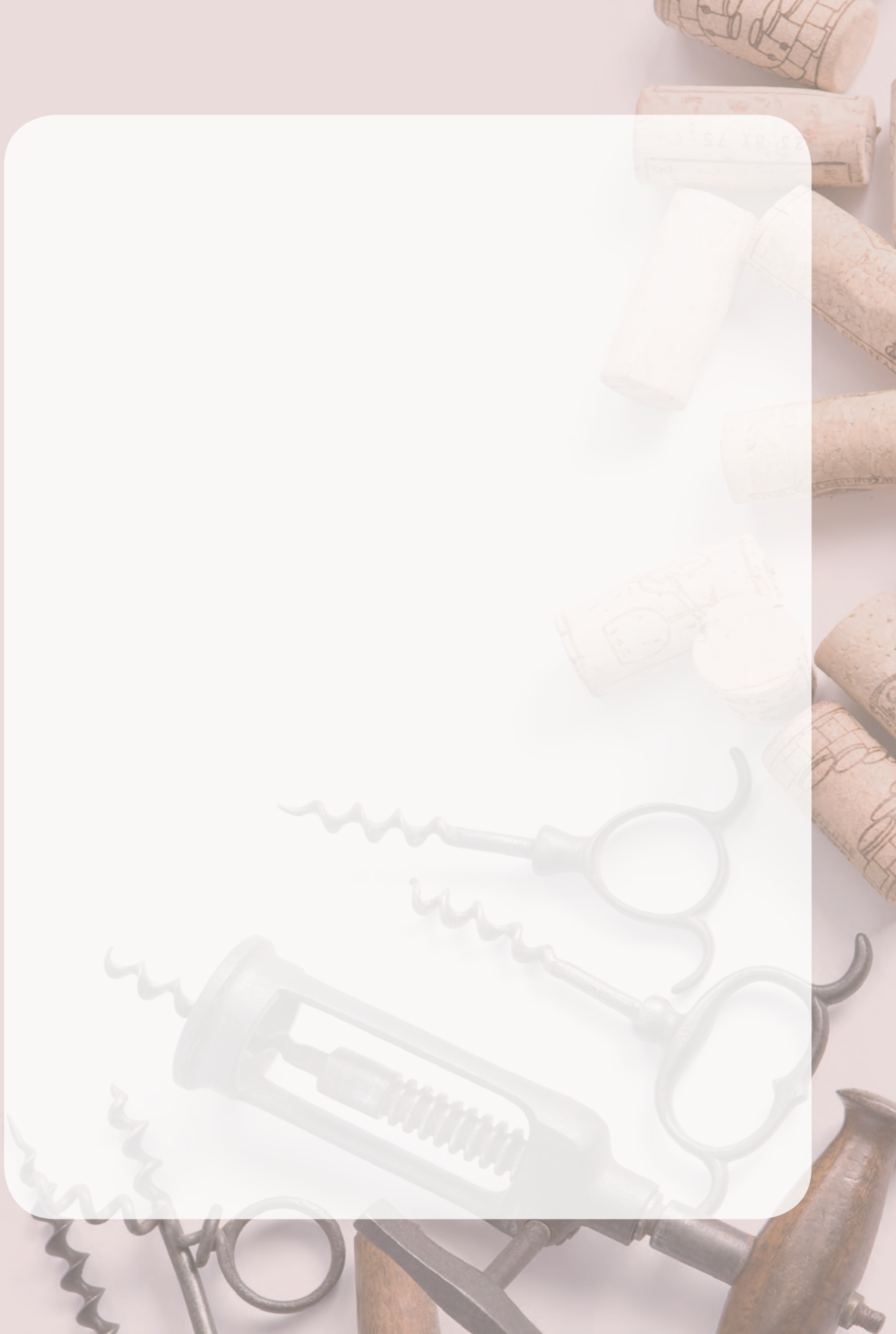
8) 칠레

칠레는 포도 재배 면적이 18만 5,000 ha이고 연간 포도주 생산량은 약 700 hL 정도로 이웃 아르헨티나보다 적으나 고급 포도주를 생산하는 데 유리한 조건을 갖추고 있다. 칠레에서 가장 우수한 포도 재배 지역은 미국 캘리포니아 남부와 같은 위도에 있는 지역인데, 홈볼트헤류 지역과 뉴클리로 센트럴 지역이 유명하다. 칠레는 필록셀라의 영향을 받지 않아 포도 품종이 대부분 칠레산 뿌리 시스템을 유지하고 있다. 칠레에서 많이 재배되는 적포도 품종은 카베르네 소비뇽, 메를로 등이고, 백포도 품종은 샤르도네와 소비뇽 블랑 등이다.

9) 중국과 일본

중국과 일본은 포도주를 제조한 역사가 오래되었으나 일본은 기후적 요인으로 포도주 문화가 유럽에 비해 발달하지 못하였다. 중국은 비티스 비니페라 재배에 적당한 지역이 일부 있다. 중국은 2003년 현재 45만 ha에 연간 1,160만 hL를 생산하고 있으며 카베르네 소비뇽, 메를로, 카베르네 프랑, 리슬링, 샤르도네 등을 재배하고 있다. 중국의 포도원은 대부분 기후조건이 혹독한 곳에 있으며 가뭄은 물론 여름에는 무덥고 겨울에는 추운 기후조건에 노출되어 있다. 토양은 주로 화강암으로 덮인 모래진흙으로 구성되어 있으며 알칼리성이어서 비티스 비니페라가 성장하는 데 적당하다. 강수량이 풍부한 지역에서는 토양이 산성화되어 비티스 라브라스카와 교잡종을 재배하기에 적당하다. 중국의 주요 재배 지역은 산둥성, 헤이난성 등이며, 전통적으로 강화포도주와 스위트한 포도주를 생산한다.

일본의 경우 유럽산 품종인 비티스 비니페라 재배지로 후지산 근처가 가장 적당하다. 일본에서 가장 큰 문제점은 개화기와 수확기에 몬순비가 내리고 겨울에 춥다는 것이다. 이 같은 기후조건을 극복하려면 수평으로 가지 치는 페르골라(pergolas) 수형식을 해야 한다. 또 경사진 지역을 선호하는데, 이는 배수와 햇볕 노출에 유리하고 제한된 경작지를 효율적으로 사용하는 데 알맞다. 비티스 비니페라 품종 중에서 고유 품종인 코슈 품종이 일본의 기후조건에 가장 적합하다. 또 비티스 라브라스카의 교잡종인 텔라웨어, 캠벨얼리, 네오머스켓, 머스켓베일리 등의 품종이 있다. 일본에서는 비티스 라브라스카 품종이 대부분의 비티스 비니페라 품종보다는 병충해에 대한 저항력과 산성토양에 대한 적응력이 뛰어나 많이 재배된다. 재배 면적 2만 1,000 ha에서 연간 94만 hL를 생산하는데, 이는 사케 생산량의 1%에 해당한다.



REFERENCE

국내 문헌

- 고광백 외 공역, 『폐수처리공학(Waste Engineering)』, 동화기술, 2004.
- 고광출 · 오성도 · 임열재 · 유영산 · 강성모 · 김선규 · 신용익 · 정경호, 『과수전정생리』, 도서출판 서원, 1999.
- 박용범 외, 『표준영농교본-170(참다래 재배)』, 농촌진흥청, 2009.
- 국세청기술청기술연구소, 『과실주제조의 이론과 실무』.
- 김인숙 · 이준영 · 이순재 · 윤광섭 · 최상원, 「최소가공기술을 이용한 오디 과실주스의 제조」, 『한국식품과학회지』 36권, 321~328, 2004.
- 김정호, 『가정과수』, 오성출판사, 1995.
- 김준철, 『와인』, 백산출판사, 2005.
- 김초일, 「숙취의 원인과 결과」, 『식품산업과 영양』 4권, 26~30, 1999.
- 김휘천 외, 「배 조생 대과 고당도 신품종 ‘원황’ 육성」, 『농업논문집』, 1995.
- 농업기술실용화재단, 『우리술 보물창고』, 2012.
- 농촌진흥청 국립농업과학원, 『기능성성분표』, 농산식품자원편, 2009.
- 문영자 · 이명순 · 성장근, 「활성건조효모를 이용한 복분자주의 이화학적 특성」, 『한국식품영양학회지』 18권, 302~308, 2005.
- 박영식 등, *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 21, 2003.
- 박영식 외, 『포도육종과 재배기술』, 포도연구사업단, 2008.
- 박원목 · 윤정은, 『박원목의 와인강의』, 김영사, 2007.
- 박필재, 『복분자 영농교재』, 복분자시험장, 2010.
- 배상면 편역, 『포도주 제조기술』, 일본양조협회지, 우곡출판사.
- 배상면 편저, 『일본포도주 제조기술』, 배상면주류연구소, 2002.
- 배재근, 『폐기물처리공학』, 구미서, 2008.
- 신용익 · 장한익 · 송기철 · 박서준 · 정상복 · 박교선 · 윤해근 · 전홍용 · 김동순 · 박진면 · 박종

- 한 · 강진구 · 이윤상, 『포도재배』(표준영농교본-12), 농촌진흥청, 2002.
- 양병수 편저, 『용수 및 폐수처리』, 동화기술, 2002.
- 오비맥주(주), 『폐수처리실무』.
- 오비맥주(주), 『포도주실무 교재』.
- 옥치상 외, 『수질요염방지기술』, 대학서림, 2006.
- 유기선 · 김지선 · 김청 · 문진석 · 김명동 · 한남수, 「국내 유통 적포도주 일반분석 및 소비자 기호도 조사」, 『한국식품과학회지』 40권, 430~435, 2008.
- 유명진 외 공역, 『수질관리(Water Quality)』, 동화기술, 2008.
- 이광연 · 고광출 · 이재창 · 유영산 · 김선규, 『앞으로의 포도재배』, 대한교과서주식회사, 1985.
- 이나래 · 최성진, 「포도의 품종 및 부위별 resveratrol 함량의 차이」, 『한국식품저장유통학회지』 16권, 959~964, 2009.
- 이승주 · 안봄이, 「국내 복분자 주요 산지별 복분자주 제조 및 발효특성 분석」, 『한국식품과학회지』 41권 6호, 662~667, 2009.
- 이영철 · 문병우 · 박진면 · 정성민 · 양창열 · 송기철 · 조미애 · 김종락 · 백용, 『친환경 포도 생산 · 유통 및 저장 관리 매뉴얼』, 농업기술실용화재단, 2011.
- 장석원 · 송정희 · 신남섭 · 이기열 · 노용택, 「국내외 과실즙 및 주요 폐놀계 화합물 함량 비교 분석」, 『한국식품저장유통학회지』 16권, 747~753, 2009.
- 조광식, 『엘리트 귀농대학(단감 재배기술)』, 농촌진흥청, 2010.
- 진명덕 · 강장구 · 송기철 · 이선하, 『고등학교 원예』, 교육인적자원부, 2002.
- 채수규 · 김준철, 『와인과 건강』, 유림문화사, 2001.
- 최장진, 『엘리트 귀농대학(배 재배기술)』, 농촌진흥청, 2010.
- 최한석 · 김명곤 · 박효숙 · 신동화, 「복분자주 발효과정 중 이화학적 특성의 변화」, 『한국식품과학회지』 37권 4호, 574~578, 2005.

국외 문헌

- Ahn YH, Kim YH, "Distribution and ecological characteristics of native *Rubus coreanus* in Korea". *Korean J. Env. Eco.* 21: 176~185, 2007.
- Amerine, M. A. *Technology of Wine Making*, ASVI, USA.
- Arrhenius, S. P., McCloskey, L. P., Sylvan, M. "Chemical makers for aroma of *Vitis vinifera* var. Chardonnay regional wines". *J. Agric. Food. Chem.* 44, 1085~1090. 1996.
- Belitz, H. D., Grosch, W. "Lehrbuch der Lebensmittelchemie". 4. Auflage. 1992.
- Benda, I. "Die Milchsaeurebakterien des Traubenmostes und Weines". *Deutsch. Weinb.* 47, 96~99. 1989.
- Bernd Weik, *Praktikerhandbuch Oenologie*. Meiningen Verlag GmbH, 2008.
- Bisson, L. F. "Stuck and sluggish fermentations". *Am. J. Enol. Vitic.* 50, 107~119. 1999.
- Canal-Llauberes, R. M., dubourdieu, D., Richard, B., Louvaud-Funel, A. "Structure moleculaire du β -D-glucan exocellulaire de *Pediococcus* sp. Connaiss". *Vigne Vin.* 23, 49~52. 1989.
- Champagnol, F. L'acidité des Moûs et des vins, 1. "Facteurs phisico-chimiques et technologiques de variation". *Rev. Fr. Oenol.* 104, 26~30. 1986.
- Chatonnet, P., Dubourdieu, D. "Idenfication of substances responsible for the sawdust aroma in oak wood". *J. Sci. Food Agric.* 76, 179~188. 1998.
- Chatonnite, P. "The charaterictics of Russian oak and benefits of its use in wine aging". In: The Barrel and The Wine III: The Taste of Synergy. Seguin moreau USA, Napa, CA. 3~17. 1998.
- Chisholm, M. G., Guiher, L. A., Zaczekiewicz, S. M. "Aroma characteristics of aged Vidal blanc wine". *Am J. Enol. Vitic.* 46, 56~62. 1995.
- Christoph, N., Bauer-christoph. C., Gessner, M., Koehler, H. J., Simat. T. J., Simat. K., Hoenicke, K. "Bildung von 2-Aminoacetophenon und Formylaminoacetophenon im Wein durch Einwirkung von schweliger Saeure auf Indol-3-essigsaeure". *Vitic. Enol. Sci.* 53, 79~85. 1998.
- Cillers, J. J. L., Singleton, V. L. "Nonenzymatic autooxidative reactions of caffeic acid in wine". *Am J. enol. Vitic.* 41, 84~86. 1990.
- Claude Carmenère, Danièle Madevon, Pascal Madevon, "Les vins de France-Oenologie et geographie". Nathan, 1993.

- Costa, V. "Acquisition of ethanol tolerance in *Sacch. cerevisiae*: The key role of the mitochondrial superoxyd dismutase". *Arch. Biochem. Biophys.* 300, 608~614. 1993.
- Curschmann, K., Koehler, H. J., Miltenberger, R., Gessener, M. "Trockenhefepraeparate: Erkenntnisse und Erfahrungen aus mehrjaerigen Versuchen". *Dtsch. Weinmagazin.* 21, 28. 2004.
- David Bird. *Understanding Wine Technology*. DBQA Publishing. UK. 2010.
- David Bird. *Understanding Wine Technology*. DBQA Publishing. USA. 2010.
- Degeunther, B., Grossmann, M. "Optimierte Gaerfuehrung". *Deutsch. Weinmagazin* 14, 14~19. 1999.
- Delfini, C., Formica, J. V. *Wine Microbiology: Science and Technology*. Marcel Dekker, Inc., 2001.
- Dittrich, H.H. "Die Veraenderung der Beereninhaltsstoffe und der Weinqualitaet durch Botrytis cin". *Wein-Wiss.* 44, 105~112. 1989.
- Dittrich, H. H., Barth, A. "SO₂-Gehalte, SO₂-bindend Stoffe und Saeureabbau in deutschen Weinen". *Wein-Wiss.* 39, 184~200. 1984.
- Dittrich, H. H., Staudenmayder, T., Sponholz, W. R. "Die Bildung SO₂-bindender Hefestoffwechselprodukte bei der Gaerung und Waehrend des Weinausbaus". *Wein-Wiss* 28, 84~93. 1973.
- Doyle, A., Slaughter, J. C. "Methionin and sulphate as competing and complementary sources of sulphur for yeast during fermentation". *J. Inst. Brewing* 104, 147~155. 1998.
- Eder, R., Wendelin, S., Kalchgruber, R., Rosenthal, F., Barna, J. "Untersuchungen ueber den Einfluss von Hefe und Enzympraeparaten auf die Rotweinfarbe". *Mitt. Klosterneuburg* 42, 148~157. 1992.
- Edmund Lemperle. *Weinfehler erkennen, Eugen Ulmer*, 2007.
- Engen, T. "Remembering odors and their names". *Am. Sci.* 75, 497~503. 1987.
- Escot, S., Feuillat, M., Dulau, L., Charpentier, C. M. "Release of polysaccharids by yeasts and the influence of released polysaccharids on colour stability and wine astringency", *Austral. J. Grape & Wine Res.* 7, 146~152. 2001.
- Escudero, A., Hernandez-Otte, P., Cacho, J., Ferreira, V. "Clues about the role of methional as character impact odorant of some oxidized wines". *J. Agri. Food Chem.* 48, 4268~4272. 2000.

- Fabre, S. "Bouchons traités au peroxyde: détection du pouvoir oxydant et risques d'utilisations pour le vin". *Rev. Oenologues*. 15, 11~15. 1989.
- Farris, G. A., Fatichenti, F., Deiana, P. "Incidence de la température et du pH sur la production d'acide malique par *Saccharomyces cerevisiae*". *J. Inst Sci. Vigne Vin*. 23, 89~93. 1989.
- Fischer, U. "Ermittlung von Ursachen fuer den fruehzeitigen Abbruch de Gaerung und Untersuchungen zur Praevention von Gaerunterbrechungen". *ATW-Vorhaben* 17, KTBL Darmstadt. 2000.
- Francis, L. I., Leino, M., sefton, M. A., Williams, P. J. "Thermal processing of Chardonnay and Semillon juice and wine-sensory and chemical changes". In: Proceedings of the 8th Australien Wine Industry Technical Conference. 158~160. 1993.
- Gigliotti, A., bucelli, P. L., Faviere, V. "Influenza delle uve bianche Trebbiano e Malvasia sul colore del vino Chianti". *Vigne Vini*. 11, 39~46. 1985.
- Grossmann, M. "Die Qual der Hefewahl". *Der Winzer* 07. 24~50. 2002.
- Hale, M. D., McCafferty, K., Larmie, E., Newton, J., Swan, J. S. "The influence of oak seasoning and toasting parameters on the composition and quality of wine". *Am. J. Enol. Vitic*. 50, 495~502. 1999.
- Hauso, T., Yoshizawa, K. "Substance change and substance evaporation through the barrel during Whisky ageing". In: Proceedings of the 2nd Avimore Conference on Malting, Brewing and Distillation, Institute of Brewing, London. 404~408. 1986.
- Helmut Dittrich, Manfred Grossmann. *Mikrobiologie des Weines*, 3, Auflage, Eugen Ulmer, 2005.
- Herz, R. S. "The effect of verbal context on olfactory perception". *J. Exp. Psychol. Gen*. 132, 595~606. 2003.
- Hinze, H., Holzer, H. "Analysis of energy metabolism after incubation of *Sacch. cerevisiae* with sulfite or nitrite". *Arch Mikrobiol*. 145, 27~31. 1986.
- Intrieri, C., Filippetti, I. "Planting density and physiological balance: comparing approaches to European viticulture in the 21st century". In: Proceedings of the ASEV 50th Anniversary Annual Meeting, Seattle, Washington. 19~23. 2000.
- Jin, Y., Ritcey, L. L., Speers, R. A., Dolphin, P. J. "Effect of cell surface hydrophobicity charge, and zymolectine density on the flocculation of *Sacch. cerevisiae*". *ASBC Proceedings*, 59. 1~9. 2001.
- Koehler, H. Schindler, E., Milthenberger, R., Gessener, M., Curschmann, K. "Trocken-Hefen-

- Vergleich". *Deutsch. Weinmagazin* 28, 15~20. 1995.
- Krieger, S. A., Heinick, K. T., Richardson, J. "Wine flavor management by malolactic fermentation". *Am. J. Enol. Vitic.* 53, 239. 2002.
- Kuensch, U., Temperli, A., Mayer, K. "Conversion of arginine to ornithine during malolactic fermentation in red swiss wine". *Am. J. Enol. Vitic.* 25, 191~193. 1974.
- Kurzmann, C. P., Fell, C. J. *The yeasts, a taxonomic study*. 4. Edition, Elsevier Sci Publ, Amsterdam. 1998.
- Lafon, L. S. "Connaissances récentes sur les accidents de la fermentation". *Rev. Franc. Oenol.* 16(80), 63~75. 1980.
- Ludovico, P., Sousa, M. J., Silva, M. T. S., Leao, C., Corte, R. M. "*Sacch. cerevisiae* commits to a programmed cell death process in response to acetic acid". *Microbiology* 147, 2409~2415. 2001.
- Ludwig Jacob. *Taschenbuch der Kellerwirtschaft*, 7. Auflage, Fraund. 1998.
- Luyten, K., Riou, C., Blondin, B. "The hexose transporters of *Sacch. cerevisiae* play different roles during enological fermentation". *Yeast* 19, 713~726. 2002.
- Marais, J. "Effect of storage time and temperature of the volatile composition and quality of South African *Vitis vinifera* L. cv. Colombat wines". In : The Shelf Life of Foods and Beverages. Elsevier, Amsterdam. 169~185. 1986.
- Marko, S. D., Dormedy, E. S., Fugelsang, K. C., Dormedy, D. F., Gump, B., Wample, R. L. "Analysis of oak volatiles by gas chromatography-mass spectrometry after ozone sanitization". *Am. J. Enol. vitic.* 56, 46~51. 2005.
- Marquet, P. "L'importance des facteurs naturels et humains dans le développement des appellations d'origine françaises". In: Symposium Les Appellations d'Origine Historiques. 33~41. 1987.
- Melvin Neil Westwood. *Temperate-Zone Pomology Physiology and Culture*. Timber Press, 1993.
- Michael G. Mullins, Alain Bouquet, Larry E. Williams. *Biology of the Grapevine*. Cambridge University Press, 1998.
- Michnik, S., Roustau, J. L., Remize, F., Barre, P. "Modulation of glycerol and ethanol yields during alcoholic fermentation in *Sacch. cerevisiae* strains overpressed or disrupted for GPD1 encoding glycerol-3-phosphate-dehydrogenase". *Yeast* 13, 783~793. 1997.
- Miltenberger, R., Mailer, C., Schindler, E. "Bakterien-Starterkulturen und ihr Einsatz beim mikrobiellen Saeureabbau". *Rebe u. Wein* 54(5), 28~32. 2001.

- Mora, S. J. Lee, P., Shooter, D., Eschenbruch, R. "The analysis and importance of dimethylsulfoxide in wine". *Am. J. Enol. vitic.* 44, 322~328. 1993.
- Nissen, C. "Sekt erfordert Fingerspritzengefuehl". *Deutsch. Weinmagazin.* 18~20. 1997.
- Nonier, M. E. "The fruit of oak wood". *Demptos D'Clic.* 21. 3~4. 2003.
- Pereira, H., Melo, B., Pinto, R. "Yield and quality in the production of cork stoppers". *Holz Roh-Werkstoff* 51, 301~308. 1994.
- Peres-Coello, M. S., Sanz, J., Cabezudo, M. D. "Determination of volatile compounds in hydroalcoholic extracts of French and American oak wood". *Am. J. Enol. Vitic.* 50, 236~238. 1999.
- Pérez-Prieto, L. J., de la Hera-Orts, M. L., López-Roca, J. M., Fernández-Fernández, J. I., Gómez-Plaza, E. "Oak-maturated wines: influence of the characteristics of the barrel on wine colour and sensory characteristics". *J. Sci. Food Agric.* 83, 1445~1450. 2003.
- Pickering, G. J. Heatherbell, D. A., Vanhaenen, L. P., Barnes, M. F. "The effect of ethanol concentration on the temporal perception of viscosity and density in white wine". *Am. J. Enol. Vitic.* 49, 306~318. 1998.
- Pilkington, B. J., Rose, A. H. "Reactions of *Sacch. cerevisiae* and *Zygosacch. bailii* to sulphite". *J. gen. Microbiol.* 134, 2830~2833. 1988.
- Postel, W., Drawert, F., Adam, L. "Gaschromatographische Bestimmung der Inhaltsstoffe von Gaerungsetraenke III". *Chem. Mikrobiol. Technol. Lebensm.* 1, 224~235. 1972.
- Prior, B., Kirchner, N. R., Dittrich, H. H. "Mathematische Beschreibung des Glucose/ Fructose-Verhaeltnisses in gaerende Mosten und durchgegorenen Weinen". *Wein-Wiss.* 47, 145~152. 1992.
- Puerto, F. "Traitment des bouchons : Lavage au peroxyde controle". *Rev. Oenol.* 64, 21~26. 1992.
- Rapp, A. "Unerwuensche Aromaten im Wein". *Der Deutsche Weinbau Nr. 2.* 18~23. 1994.
- Rapp, A., Guentert, M. "Changes in aroma substances during the storage of white wines in bottles". In: *The Shelf Life of Foods and Beverages*. Elsevier, Amsterdam, 141~167. 1986.
- Remize, F., Barnavon, L., Dequin, S. "Glycerol export and glycerol-3-ph-dehydrogenase, but not glycerol-phosphatase, are rare limiting for glycerol production in *Sacch. cerevisiae*". *Metab. Eng.* 3, 301~308. 2001.
- Ribéreau-Gayon, J., Peynaud, E., Ribéreau-Gayon, P., Sudraud, P. *Traité d'oenologie.* 2. Dunod, Paris, 556. 1975.

- Ribéreau-Gayon, P., Dubourdieu D., Doéche, B., Lonvaud, A. "Handbook of Enology. Volume 1. The Microbiology of Wine and Vinification". John Wiley & Sons, Ltd., 2006.
- Riboulet, J. M., Alegoët, C. "Aspects pratiques du bouchage des vins". Collection avenir Oenologie, Bourgogne, Chaintre, France. 746~772. 1986.
- Rodíguez, M. Lezáun, J., Canals, R., Llaudy, M. C. Canals, J. M., Zamora, F. "Influence of the presence of the lees during oak ageing on colour and phenolic compounds composition of the red wine". *Food Sci. Tech. Inst.* 11, 289~295. 2005.
- Roger B. Boulton. *Principles and Practices of Winemaking*. Springer, USA.
- Ronald S. Jackson. *Wine Science*, Academic Press. USA, 2008.
- Rous, C., Alderson, B. "Phenolic extraction curves for white wine aged in French and American oak barrels". *Am J. Enol. Vitic.* 34, 211~215. 1983.
- Russell, K., Zivanovic, S. Morris, W. C., Penfield, M., Weiss, J. "The effect of glass shape on the concentration of polyphenolic compounds and perception of Merlot wine". *J. Food Qual.* 28, 377~385. 2005.
- Sablayrolles, J. M. "Sluggish and stuck fermentations. Effectiveness of ammonium-nitrogen and oxygen additions". *Wein-Wiss.* 51, 147~151. 1996.
- Salmon, J. M. "Sluggish and stuck fermentations: some actual trends on their physiological basis". *Wein-Wiss.* 51, 137~140. 1996.
- Schanderl, V. "Ursachen und Behebung von Gaerstoerung". *Winzer-Zeitschr.* 10(9), 28~31. 1995.
- Schekmann, R., Novick, R. "The sekretory process and yeast cell surface assembly". Cold Spring Harbor. 1982.
- Schlachterman A., Valle KM, Azios NG, Castillo L., Morell L., Washington AV, Cubano LA, dharmawardhane SF. "Combined resveratrol, quercetin, and catechin treatment reduced breast tumor growth in a nude mouse model", *Translational Oncology* 1, 19~27, 2008.
- Schulz, E. "Bending regime influences oak component extraction". *Aust. NZ Grapegrower Weinmaker.* 486, 66~68. 2004.
- Shinohara, T., Watanabe, M. "Effects of fermentation conditions and aging temperature on volatile ester contents in wine". *Agr. Biol. Chem.* 45, 2645~2651. 1981.
- Shinohara, T., Watanabe, M. "Gas chromatographic analysis of volatile esters in wines". *Agr. Biol. Chem.* 45, 2903~2905. 1981.
- Silva Ferreira, A. C., Hogg, T., guedes de Pinho, P. "Idenfication of key odorants related to

- the typical aroma of oxidation-spoiled white wines". *J. Agric. Food Chem.* 51, 1377~2381. 2003.
- Singleton, V. L., Troudale, E., Zaya, J. "Oxidation of wines: Young white wines periodically exposed to air". *Am. J. Enol. Vitic.* 30, 49~54. 1979.
- Spillman, P. J., Sefton, M. A., Gawel, R. "The effect of oak wood source, location of seasoning and coopering on the composition of volatile compounds in oak-matured wines". *Aust J. Grape Wine Res.* 10, 216~226. 2004.
- Sponhalz, W. R. "Analyse und Vorkommen von Aldehyden in Wein". *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* 174, 548~462. 1982.
- Sponhalz, W. R., Dittrich, H. H. "Fluechtige Fettsaeuren in Weinen verschiedener Qualitaetsstufen". *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* 103, 344~347. 1986.
- Sponholz, W. R., Heuter, C., Dittrich, H. H. "Vermehrung, Ueberleben und Stoffwechsel von im Most vorkommenden Hefen bei steigenden Zuckerkonzentrationen". *Wein-Wiss* 45, 1~7. 1990.
- Swan, J. S., Newton, J., Lamie, E., Sayre, R. "Oak and Chardonnay". *Aust. Grapegrower Winemaker* 403, 41~43. 1997.
- Vidal, S., Francis, L., Williams, P., Kwiatkowski, M., Gawel, R., Cheynier, V., Waters, E. "The mouth-feel properties of polysaccharides and anthocyanins in a wine like medium". *Food Chem.* 85, 519~525. 2004.
- Weiland, J. "Mit Lysozym den BSA im Griff". *Deutsch. Weinmagazin* 23, 14~17. 2001.
- Weiller, H. G., Radler, F. "Vitamin und Aminosaeurebedarf von Milchsaeurebakterien aus Wein und von Rebblattern". *Zbl. Bakt. II*, 124, 707~732. 1972.
- Will, F., Pfeiffer, W., Dietrich, H. "Bedeutung der Kolloide fuer die Qualitaet des Weines". *Wein-Wiss* 46, 78~84. 1991.
- Wolfgang Kunze. *Technology Brewing & Malting*. VLB Berlin, Germany, 2010.
- Yair Margalit. *Concepts In Wine Technology*. The Wine Appreciation Guild, San Francisco, USA, 2004.

웹사이트

<http://www.daum.net>

<http://www.google.com>

<http://www.naver.com>

ㄱ

가루받이 49
 가메(Gamay) 38
 가용성 고형분 343
 각과류 29
 감산(deacidification) 140
 감와인 418
 개량머루 365
 개화 48
 거봉 361
 게라니올(geraniol) 180
 계피산(cinnamic acid) 237
 고급 포도주(Qualitätswein bestimmter
 Anbaugebiete, QbA) 453
 고미 321
 곰팡이취 315
 관능평가 338
 관수 82
 광도 64
 광주기 65
 교목성 과수 26
 교배종(*Vitis labruscana*) 70
 교잡종 310
 구연산 169
 규조토 273
 그르나슈(Grenache) 38
 글리세린(glycerin) 166

금속 혼탁 328
 꽃눈 분화 48
 꽃매미(Lantern fly) 97

ㄴ

나이아가라(Niagara) 310
 난취 177, 318
 네롤(nerol) 180
 농축 144

ㄷ

다당체(polysaccharide) 124, 155
 다이메틸 다이설파이드(dimethyl disulfide) 227
 다이아세틸(diacetyl) 147, 169
 단당류 123
 단백질 121
 대목 73
 덩굴성 과수 26
 동형발효(homo fermentation) 205
 디오니소스(Dionysos) 15
 딸기취 311

ㄹ

락토바실러스(*Lactobacillus*) 205
 락톤류(lactones) 227
 레스베라트롤 175
 로도토룰라(*Rhodotorula*) 150

로제포도주 128
류코노스톡(*Leuconostoc*) 205
리나롤(linalool) 180
리보솜(ribosome) 155
리슬링(Riesling) 40, 219



마그네슘 결핍 111
마노단백질 248
막조직(endoplasmic reticulum) 155
말루스 아시아티카(*Malus asiatica*) 15
머루 365
머스캣베리에이(MBA) 361
메를로(Merlot) 37
메타주석산 첨가 247
메타중아황산칼륨(potassium metabisulfite) 136
메탄올 174
메틸 머캅탄(methyl mercaptan) 227
멤브레인 카트리지 필터 284
멤브레인 필터 281
모노터펜(monoterpene) 180, 223
모듈 필터 282
목성 과수 26
무균병입(sterile bottling) 298
물포도증상 114
뮐러트루가우(Müller-Thurgau) 41
미생물적 혼탁 326
미토콘드리아(mitochondria) 155



마닐린(vanillin) 227
마리케(barrique) 219
말효 145
배수 82
배양발효 195

배와인 400
백포도주 128
뱅 델리미테 드 칼레테 슈페리의(Vins Delimites de Qualite Superieure, VDQS) 456
뱅 드 타블(Vins de Table) 456
뱅 드 페이(Vins de Pays) 456
 β -글루칸(β -glucan) 155
 β -다마스세논(β -damascenone) 223
벤즈알데하이드(benzaldehyde) 225
벤토나이트 257
보당 143
보메 335
보트리티스 시네라(*Botrytis cinerea*) 136
복분자나무 딸기(*Rubus coreanus*) 385
복분자와인 384
복염처리 142
불룩충채벌레(Chilli thrips) 100
볼링 335
부레폴 269
붕소 결핍 113
브릭스 335
블랙 라스베리(Black Raspberry) 384
블루베리 361
비노 다 타볼라(Vino da Tavola) 460
비아이스프레노이드(norisoprenoid) 180
비우라 219
비타민 127
비티스 비니페라(*Vitis vinifera*) 15
비티스 실베스트리스(*Vitis sylvestris*) 16
비티스피란(vitispirane) 224



사카로미세스 루드비기(*Saccharomyces ludwigii*) 193
사카로미세스 세레비지에 153

산도와 pH 조절 139
 살균과 병입 288
 삼투압 160
 샤르도네(Chardonnay) 39, 219
 서리맞 314
 세포막(cytoplasmic membrane) 155
 세포벽(cell wall) 155
 소비뇽 블랑(Sauvignon Blanc) 40, 219
 수분 스트레스 66
 수형 77
 수확 방법 131
 수확 시기 130
 숙성 203
 숙성(aging) 221
 숙성(maturation) 219
 순간살균(flash pasteurization) 300
 슈냉 블랑(Chenin Blanc) 40
 스카톨(skamol) 321
 시냅알데하이드(sinapaldehyde) 238
 시라(Syrah) 38
 시링알데하이드(syringaldehyde) 237
 시비 86
 시트로넬로(citronello) 180
 시트 여과기 280
 신초 45
 실리카겔(Silicagel) 259



아라비노스(arabinose) 158
 아로마 180
 아민 122, 319
 아세톤 169
 아세트알데하이드(acetaldehyde) 136, 163
 아열대 과수 26
 아우스레제 186

i-아밀아민(i-amylamine) 319
 아이소아밀(isoamyl) 226
 아피쿨라투스(*Apiculatus*) 149
 아황산 처리 135
 안토사이안 160
 안트라닐산 메틸에스터(anthranilic acid methylester) 311
 알데하이드 174
 알루미늄캔 291
 알코올 탈수소효소(alcohol dehydrogenase) 211
 α -마노단백질(α -mannoprotein) 155
 α -터피네올(α -terpineol) 180
 압착 133
 양금거르기(racking) 142
 애매미충류(Grape leafhopper) 102
 애무늬고리장님노린재(Pale green plant bug) 101
 액아(axillary bud) 45
 액포(vacuole) 155
 야생효모(Schizosaccharomyces) 147
 약품취 312
 에스터 172
 에틸아민(ethylamine) 319
 엘라그산(ellagic acid) 227
 엘라기타닌(ellagitannin) 227
 여과 271
 여우취 310
 열대 과수 26
 엽병(petiole) 47
 엽신(lamina) 47
 오에노코쿠스(*Oenococcus*) 205
 오에노코쿠스 오에니(*Oenococcus oeni*) 147, 211
 오크라톡신 A(Ochratoxin A, OTA) 316

오크락톤(β -methyl- γ -octalactone의 이성체)

229

오크취 323

오크통 227

온대 과수 26

왕머루 366

원산지명칭통제(Appellation Control) 452

웍슬레 335

위생관리 310

유기농 포도 재배 116

유기산 125

유럽종(*Vitis vinifera*) 70

유리병 289

유리 아미노산 121

유제놀(eugenol) 227

이당류 124

이사벨라(Isabella) 311

이산화규소 젤 259

이산화탄소 162

이형발효(hetero fermentation) 205

인과류 29

인돌(indol) 321

인디카치오네 제오크라피카 티피카(Indicazione Geografica Tipica) 460

잎 갈색반점증상 110

잎차례(phyllotaxy) 45

ㅈ

자연발효 195

잡초취 312

장과류 29

적포도주 128

전기투석(electro dialysis) 255

전정 75

점성화 319

정말이 49

젖당(lactose) 159

젖산 167

젖산발효(malolactic fermentation, MLF) 203

젖산취 318

젖산 탈수소효소(lactate dehydrogenase) 211

제경 132

좀약취 321

준인과류 29

줄기혹병(Crown gall) 96

중주석산칼륨 245

중화 처리 141

지고사카로미세스 베일리(*Zygosaccharomyces bailii*) 193

지질 124

질소 188

ㅊ

착립 49

참나무(oak) 227

참다래와인 435

청징 138

초산 167

초산 맛(acetic acid prick) 214

초산취 320

총산 336

침전물 제거공정(racking) 242

ㅋ

카베르네 소비뇽(Cabernet Sauvignon) 37

카베르네 프랑(Cabernet Franc) 39

카세인 269

캠벨얼리(Campbell Early) 22, 36

케이스 포장기(case packer) 306

코르크 291

코르크취 328
 코인퍼알데하이드(coinferaldehyde) 238
 콩코드(Concord) 311
 퀘르쿠스 로브루(*Quercus robur*) 227
 퀘르쿠스 세실리스(*Quercus sessilis*) 227
 퀘르쿠스 알바(*Quercus alba*) 227
 크로스터노이부어거 335
 크로스 플로 필터 285
 큰유리나방(Red-necked clearwing moth) 98

E

타닌(tannin) 156
 탁엽(stipule) 47
 탄산칼슘 251
 탄수화물 343
 터널살균 303
 터페노이드(terpenoids) 180
 테루아(terroir) 115
 토양 개량 88
 통로단백질(channel protein) 166
 트레할로스(trehalose) 185
 특급 포도주(Qualitätswein mit prädiat, QmP)
 453
 티라민(tyramine) 319
 티아민이염화물(thiamindichloride) 164

II

파레타이저(palletiser) 306
 파쇄 132
 파우더 코팅 스크린 디스크 필터 280
 파우더 코팅 캔들 필터 279
 파우더 필터(powder filters) 275
 파이러스 우수리엔시스(*Pyrus ussuriensis*) 14
 파이러스 피리폴리아(*Pyrus pyrifolia*) 14
 팻릿 바인더(pallet binder) 307

팻릿 포장기 306
 퍼퓨랄 229
 펄라이트 274
 페놀화합물 127
 페닐에틸아민(phenylethylamine) 319
 페닐에틸아세테이트(phenethyl acetate) 223
 페디오코쿠스(*Pediococcus*) 205
 페룰산(ferulic acid) 237
 포도 반입 131
 포도뿌리혹벌레(Grape Phylloxera) 16
 포도 생리장해 104
 포도유리나방(Grape clearwing moth) 99
 포도호랑하늘소(Grape borer) 103
 폴리비닐폴리피로리돈(PVPP) 270
 폴리페놀 379
 폴리페놀옥시테이스(polyphenoloxidase) 135
 푸트레신(putrescine) 319
 품질 310
 품질 장애 310
 프루누스 페르시카(*Prunus persica*) 14
 프리코팅 275
 플라스틱병 290
 플레이트와 프레임 필터 278
 피노 누아르(Pinot Noir) 38, 219
 피루브산 163
 p-쿠마르산(p-coumaric acid) 237

ㅎ

하이드록시메틸푸랄(hydroxymethylfural) 229
 한센니아스포라 우바리움(*Hanseniaspora*
uvarum) 150
 한천(agar) 254
 핵(nucleus) 155
 핵과류 29
 헥실 아세테이트(hexyl acetate) 226

혈수계수관(haemacytometer) 333
 호기성 발효(aerobic fermentation) 194
 혼탁 326
 화학적 혼탁 327
 환원적 숙성(reductive aging) 221
 활성탄 처리 137
 황 성분 175
 효 121
 효모 149
 효소 121
 효소제 첨가 145
 휘발유취 313
 히스타민(histamine) 319

A

acetaldehyde 136, 163
 Acetic acid 168
 acetic acid prick 214
Acetobacter aceti 331
Acetobacter pasteurianus 331
 aerobic fermentation 194
 agar 254
 aging 221
 alcohol dehydrogenase 211
 ally guaiacol 312
 α -mannoprotein 155
 α -terpineol 180, 345
 anthranilic acid methylester 311
 AOC(Appellation d'Origine Contrôlée) 453
 Apiculat 149
 Apiculatus 149
 Appellation Control 452
Aspergillus 317
Aspergillus spp. 331
 axillary bud 45

B

barrique 219
 benzaldehyde 225
 β -damascenone 223
 β -glucan 155
 Black Raspberry 384
Botrytis cinerea 136, 331
Brettanomyces intermedius 331
 Butyric acid 168

C

Cabernet Franc 39
 Cabernet Sauvignon 37

Campbell Early 22
Candida 150
Candida krusei 331
Candida pulcherrima 331
Candida spp. 331
Candida stellata 331
 case packer 306
 cell wall 155
 channel protein 166
 Chardonnay 39, 219
 Chenin Blanc 40
 Chilli thrips 100
 cinnamic acid 237
 citronello 180
 coinferaldehyde 238
 Concord 311
 Crown gall 96
 cytoplasmic membrane 155

D

deacidification 140
 Decane acid 168
 diacetyl 147, 169
 dimethyl disulfide 227
 Dionysos 15
 DOC(Denominazione di Origine Controllata)
 460
 DOCG(Denominazione di Origine Controllata e
 Garantita) 453, 460

E

ellagic acid 227
 ellagitannin 227
 endoplasmic reticulum 155
 ethylamine 319

ethyl guaiacol 312
 eugenol 227

F

ferulic acid 237
 flash pasteurization 300
 Formic acid 168

G

Gamay 38
 Garantita 460
 geraniol 180
 Geraniol 345
Gluconobacter oxydans 331
 glycerin 166
 Grape borer 103
 Grape clearwing moth 99
 Grape leafhopper 102
 Grape Phylloxera 16
 Garantita 453
 Grenache 38
 guaiacol 312

H

haemocytometer 333
Hanseniaspora uvarum 150, 331
Hansenula anomala 331
 hetero fermentation 205
 Hexane acid 168
 hexyl acetate 226
 histamine 319
 homo fermentation 205
 hydroxymethylfural 229
 hydroxyoctanoic acid 239

I

IGT 460
Indicazione Geografica Tipica 460
indol 321
Isabella 311
isoamyl 226
i-amylamine 319

K

Kloeckera apiculata 150

L

lactate dehydrogenase 211
Lactobacillus 205
Lactobacillus hildegardii 331
Lactobacillus kunkei 331
Lactobacillus plantarum 331
Lactobacillus spp. 331
lactones 227
lactose 159
lamina 47
Lantern fly 97
Leuconostoc 205
linalool 180
Linalool 345

M

malolactic fermentation 203
Malus asiatica 15
maturation 219
MBA(Muscat Bailey A) 36, 361
Merlot 37
methylene blue 333
methyl guaiacol 312

methyl mercaptan 227
Metschikowia pulcherrima 331
Metschnikowia 150
mitochondria 155
MLF 203
monoterpene 180, 223, 345
Müller-Thurgau 41

N

nerol 180, 345
Niagara 310
norisoprenoid 180
nucleus 155

O

oak 227
Ochratoxin A 316
Octane acid 168
Oenococcus 205
Oenococcus oeni 147, 206, 211, 331
OTA 316

P

Pale green plant bug 101
pallet binder 307
palletiser 306
p-coumaric acid 237
pectinase 261
pectin esterase 261
Pediococcus 205
Pediococcus damnosus 331
Pediococcus parvulus 331
Pediococcus pentosaceus 331
Pediococcus spp. 331

Penicillium 317
Penicillium spp. 331
 petiole 47
 pH 336
 phenethyl acetate 223
 phenylethylamine 319
 phyllotaxy 45
Pichia anomala 331
Pichia farinosa 331
Pichia fermentans 150
Pichia membranaefaciens 331
Pichia membranifaciens 150
Pichia spp. 331
Pichia vini 331
 Pinot Noir 38, 219
Plasmopara viticola 331
 polygalacturonase 261
 polyphenoloxidase 135
 polysaccharide 124, 155
 potassium metabisulfite 136
 powder filters 275
 Propionic acid 168
 propyl guaiacol 312
Prunus persica 14
 putrescine 319
 PVPP 270
Pyrus pyrifolia 14
Pyrus ussuriensis 14

Q

QbA 453
 QmP 453
 Qualitätswein bestimmter Anbaugebiete 453
 Qualitätswein mit prädicat 453

Quercus alba 227
 Quercus robur 227
 Quercus sessilis 227

R

racking 142, 242
 Red-necked clearwing moth 98
 reductive aging 221
Rhodotorula 150
 ribosome 155
 Riesling 40, 219
Rubus coreanus 385

S

Saccharomyces cerevisiae 153, 331
Saccharomyces ludwigii 193, 331
 Sauvignon Blanc 40, 219
 Schizosaccharomyces 147
Schizosaccharomyces pombe 331
 Silicagel 259
 sinapaldehyde 238
 skatol 321
 sterile bottling 298
 stipule 47
 Syrah 38
 syringaldehyde 237

T

tannin 156
 TDN 224
 terpenoide 180
 terroir 115
 thiamindichloride 164
Torulaspora delbrueckii 150

trehalose 185

Trichothecium roseum 331

tyramine 319

V

vacuole 155

vanillin 227

VDQS 456

Vino da Tavola 460

Vins de Pays 456

Vins de Table 456

Vins Delimites de Qualite Superieure 456

vinyl guaiacol 312

Vitis amurensis 32

Vitis coignetiae 32

Vitis flexuosa 32

Vitis labruscana 70

Vitis sylvestris 15

Vitis thunbergii 32

Vitis vinifera 15

Vitis vinifera 70

vitispirane 224

VQA(Vintners Quality Alliance) 453

Z

Zygosaccharomyces bailii 193, 331

etc.

1,1,6-트리메틸-1,2-다이하이드론나프탈렌
(1,1,6-trimethyl-1,2-dihydronaphthalene,
TDN) 224

2-AAP 321

2-dihydronaphthalene 224

2-노네날(2-nonenal) 225

2-다이하이드론나프탈렌 224

2-아미노아세토펜논(2-amino-acetophenon)
311, 321

2-옥테날(2-octenal) 225

2-케토글루타르산염 163

2,4,6-trichloroanisole(TCA) 343

3-머캅토헥산-1-올 223

3-메틸-4-하이드로시옥탄산(3-methyl-4-
hydroxyoctanoic acid) 239

3-뷰테인다이올 169

6-trichloroanisole(TCA) 343

6-trimethyl-1 224

6-트리메틸-1 224



저자 소개

김영준

서울대학교 식품공학과 학사
독일 Technische Universität Berlin 양조공학부
석사(양조학 전공)
오비맥주 공장장 · 연구소장
현재 연세대학교 초빙교수

송기철

서울대학교 원예학과 학사
서울대학교 원예학과 석사, 박사(원예학 전공)
프랑스 보르도 II 대학 포도 양조학 석박사
프랑스 ENSAM 포도 재배학과 석박사
국립원예특작과학원 과수기술지원실장
현재 농업기술실용화재단 책임연구원

이윤희

국민대학교 가정관리학과 학사
국민대학교 가정학과 석사(식품영양 전공)
동국대학교 가정학과 박사(식품영양 전공)
배상면주류연구소 책임연구원
(주)SRC 제품개발 실장
현재 한국양조연구소 대표이사

장기호

경희대학교 유전공학과 학사
경희대학교 식품가공학과 석사(식품미생물 전공)
호주 빅토리아대학교 식품공학과 박사(식품미생물
전공)
(주)오뚜기 연구원
한국생명공학연구원 post doc.
현재 강원대학교 부교수

정석태

경북대학교 식품공학과 학사
경북대학교 식품공학과 석사(식품제조공학 전공)
일본 히로시마 생물권과학연구과 박사(생물자원개
발학 전공)
일본양조기술연구소 연구원
일본 주류총합연구소 연구원
현재 국립농업과학원 연구관

정철

인하대학교 식품영양학과 학사
독일 Technische Universität München 식품영양
학과 석사(식품분석 전공)
독일 Technische Universität Berlin 생물공학과
박사(양조학 전공)
독일 VLB 맥주연구소 연구원
롯데중앙연구소 주류팀 선임연구원
현재 서울벤처정보대학원대학교 조교수

감 수

고영희 한국생명공학연구원 명예연구원

정창민 배상면주가 연구소장

과실주개론

2012년 6월 15일 초판 인쇄

2012년 6월 25일 초판 발행

지은이 김영준 · 송기철 · 이윤희 · 장기효 · 정석태 · 정철
감 수 고영희 · 정창민

발행인 서규용

발행처 **농림수산식품부**

427-719 경기도 과천시 관문로 47

제작처 **수 학 사**

137-876 서울특별시 서초구 서초3동 1586-4

전화 02) 584-4642(代) 팩스 02) 521-1458

<http://www.soohaksa.co.kr>

© 정철 외 2012

Printed in Korea

비매품

ISBN 978-89-7140-524-6 93590

이 책의 무단 전재와 복제 행위는 저작권법 제136조(권리의 침해죄)에 따라 5년 이하의 징역 또는 5천만원 이하의 벌금에 처하거나 이를 병과할 수 있습니다.

이 책은 농림수산식품부의 우리술 산업육성지원사업으로 제작되었습니다.

수학사 출간 도서

생각이 필요한 식품위생학

서울대학교 농업생명과학대학 농생명공학부 식품위생학실

이해하기 쉬운 식품효소공학

장관식 · 노봉수 · 유상호 · 김묘정 · 김영환

새로운 생애주기 영양학[개정판]

김천호 감수

정현숙 · 민정기 · 허채옥 · 이난희 · 원선임 · 이경연

식품가공저장학

노봉수 · 김석신 · 장관식 · 이현규 · 박원종 · 송경빈 · 이희섭
이수복 · 황금택

재미있는 인체 생리학

황진아 · 고인송 · 김수연 · 박정화 · 심유진 · 정은정 · 정혜연 · 황혜진

기초 영양학[개정판]

허채옥 · 권순형 · 김은미 · 원선임 · 박용순 · 박진희 · 김상연 · 정경아
김은영 · 박유신

알기 쉬운 영양학[개정판]

문수재 · 김혜경 · 홍순명 · 이경혜 · 이명희 · 이영미 · 이경자 · 안경미
이민준 · 김정연 · 김정현

쉽게 배우는 영양판정[개정판]

강금지 · 노성윤 · 류혜숙 · 이해숙 · 최성숙

재미있는 식품화학

김건희 · 강일준 · 정윤희 · 한정아 · 황은선 · 윤기선 · 김묘정

재미있는 식품미생물학

감수 이한창

강옥주 · 김영목 · 김정목 · 조좌형

21C 식품위생학[개정판]

김덕웅 · 정수현 · 염동민 · 신성균 · 여생규 · 조원대

기초가 탄탄한 식품학

황인경 · 김정원 · 변진원 · 한진숙 · 김수희 · 박찬경

생각이 필요한 식품재료학

노봉수 · 이승주 · 백형희 · 윤현근 · 이재환 · 정승현 · 이희섭

기능성식품학

이형주 · 장해동 · 이기원 · 이홍진 · 강남주

식품미생물학

유상렬 · 김정환 · 박명수 · 안길환 · 양지영 · 이인형
지근익 · 최상호

식품화학[개정판]

오훈일 · 이형주 · 문태화 · 노봉수 · 김석중

다시 보는 조선왕조 궁중음식

김상보





과실주개론

Fruit Wine :
Science and Application

