KOREAN J. POSTHARVEST SCI. TECHNOL.
Vol. 6. No. 1, pp.92~98(1999)

포도주의 알콜 발효 중 고급 알콜 생성에 영향을 미치는 요인

최진상 · 한준표* · 이용수**
진주산업대학교 식품가공학과, *대구효성가톨릭대학교 식품공학과, **대선 주조(주)

Some Factors of Effect on Formation of Higher Alcohols during Alcoholic Fermentation in Wine

Jine-Shang Choi, Joon-Pyo Han*, and Yong-Soo Lee**
Department of Food Science and Technology, Chinju National University
**Department of Food Science and Technology, Catholic University of Daegu-Hyosung*
***Daesun Distilling Co. Ltd.*

Abstract

Contents of formed higher alcohols did not change about at 20 ppm of total nitrogen, but the contents were most at 200 ppm of total nitrogen especially in iso-amyl alcohol, and the contents showed decrease above at 400 ppm, greatly. Higher alcohols formation were high content at pH 4.0, but the contents were increase according to the condition of glucose and sucrose much. The formation of higher alcohols showed less in fermented condition of no elimination sample than in eliminated a mineral in each. Contents of higher alcohols were less in eliminated sample of biotine and inositol than in control, but the contents were higher than the others, and the contents showed especially high in eliminated nicotinic acid and thiamine. Higher alcohols formation were most at the content of SO_2 in 20 ppm of them. The formation of higher alcohols showed more in *Saccharomyces cerevisiae* fermented at 20℃ and *Saccharomyces bayanus* at 25~30℃ than the others. *Saccharomyces cerevisiae* was form more in higher alcohols than *Saccharomyces bayanus* of two yeast strains.

Key word : wine, alcoholic fermentation, higher alcohols, formation, factors

서 론

포도주 제조에 있어 효모에 의한 알콜 발효 중 생성되는 2차 생성물인 고급 알콜은 원료에서 기인하는 아미노산 발효의 제반 조건 등에 따라 그 조성이나 생성량이 매우 다르다(1-3). 이를 구성하는 주요한 고급 알콜로는 iso-butyl alcohol, iso-amyl alcohol, active-amyl alcohol 및 n-propanol 등(4,5)으로 이들 각각의 성분은 매우 독특한 odor와 높은 휘발성으로 인하여 포도주와 같이 낮은 농도의 알콜성 음료에서는 flavor나 body에 결정적인 영향을 미치는 중요한 구성성분이며, 포도주 숙성 중 에스테르와 반응하여 2차 숙성 향(香)인 bouquest의 생성에도 기여하는 바 크다(6). 이러한 고급 알콜은 알콜 발효 중 특정의 고급 알콜에 상응하는 기질인 아미노산이 다른 아미노산으로의 전환 과정 중에 생성되는 중간물질인 α-keto acid에서 유래한다는 이론이 확립된 후 glucose의 대사 경로 중 부반응인 아미노산 합성 검토에 의한 α-kato acid에서도 기인된다는 것이 밝혀져 현재에 이르고 있다(2,7,8).

포도주 제조 중 생성되는 고급 알콜의 양은 많을수록 주질(酒質)에 나쁜 영향을 미치고(5,6), 또한 고

Corresponding author : Jine-Shang Choi, Department of Food Science and Technology, Chinju National University, Chinju 660-758, Korea

급 알콜의 조성에 의해서도 주질의 평가가 달라지는 것으로 알려져 있다(8,9). 본 실험은 인공배지에서 고급 알콜의 생성량과 조성을 확인하고, 응용 가능한 고급 알콜 생성 제어 요소를 발견하여 실제 공정에 적용할 수 있는 자료를 얻기 위하여 포도주 제조과정 중 고급 알콜의 생성에 영향을 줄 수 있는 여러 조건에서 실험을 수행하였다.

재료 및 방법

균주

Yeast는 *Saccharomyces cerevisiae*와 *Saccharomyces bayanus*를 대선주조(주)로부터 구입하여 공시균주로 사용하였다.

배지의 조제

Standard 배지의 조성은 포도주스의 조건에 맞도록 제조하였다. 즉, 총 유리아미노산의 함량을 현재 당사에서 재배하고 있는 포도 품종별로 성숙된 포도를 분석하여, 각 품종의 아미노산 조성을 평균하여 각각의 성분에 대하여 첨가하였고, pH는 citrate-phosphate buffer를 사용하여 3.2로 조정하였으며, 무가염 용액 역시 일반 포도주스의 조성을 참조하여 K_2HPO_4 50 g, $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ 6.25 g, $MgSO4 \cdot 7H_2O$ 6.25 g, $FeCl_2 \cdot 6H_2O$ 0.125 g 및 $MnSO_4 \cdot 4H_2O$ 0.125 g을 증류수로 용해하여 1:1(v/v)로 한 다음 이 용액을 각각의 배지에 30 mL/L씩 첨가하였다. 또한 vitamin 역시 이미 발표된 여러 연구 결과에 vitamin의 조성과 함량을 기준으로 제조하여 첨가하였다. 즉, vitamin 0.165 g, pyridoxine 0.0644 g, pantotheninic acid 0.125 g, nicotinic acid 0.5 g 및 inositol 0.0767 g 각각 200 mL씩을 취하고, biotine은 0.01%로 조제한 다음 3.25 mL 취하여 증류수로 300 mL로 정용하여 각각의 배지에 6 mL/L씩 첨가하였다. 또한 당 함량은 9%되게 배지에 첨가하여 20℃에서 발효시켰다.

Ammonium sulfate, glucose 및 sucrose 농도별 배지 조제

아미노산을 첨가하지 않은 기본 배지에 ammonium sulfate 특급시약을 사용하여 각각 0, 50, 100, 200, 400 및 800 mL/L의 농도별로 제조하여 기본 배지에 첨가하여 발효시켰다.

당을 첨가하지 않은 기본 배지에 glucose와 sucrose는 99.9%의 순도를 가진 제품을 각각 2.5, 5, 9, 13.5 및 18 g/100 mL되게 발효액을 조제한 다음 발효시켰다.

온도별 효과

총 유리 아미노산 함량이 500 mL/100 mL, inorganic acid 26 mL/L, vitamin용액 4 mL/L, pH 3.2 buffer 100 mL, glucose 90 g/L을 함유한 배지로 15, 20, 30 및 35℃에서 발효시켰다.

pH, mineral 및 vitamin 배지의 조제

Buffer 용액을 첨가하지 않은 기본 배지에 citrate-phosphate buffer로서 pH를 각각 2.6, 3.2, 4.0 및 5.0으로 조정하여 발효시켰다. Mineral 용액을 첨가하지 않는 기본 배지에 한가지 성분의 mineral을 제거한 용액을 각각 첨가한 다음 발효시켰다. Vitamin 용액도 첨가하지 않는 기본 배지에 한가지 vitamin을 제거한 용액을 각각 첨가하여 발효시켰다.

고급 알콜류의 분석

발효 완료된 시료를 각각 50 mL을 취하고 internal standard로서 tert-amyl alcohol을 100 ppm 첨가하여 증류한 다음 Table 1과 같은 Gas Chromatograph 조건에서 분석하였으며, 각각의 standard 성분을 100 ppm씩 첨가 후 standard chromatogram을 얻어 정성 및 정량 분석하였다.

Table 1. Operating conditions of gas chromatograph for higher alcohols and esters analysis

Items	Conditions
Instrument	Hewlett Packard 5890 series II, HP3394A Integrator
Column	6 feet × 4 inch glass column
Stationary phase	80/120 Carbopak B 6.6% Carbowax R 20M
Detector	FID
Injection temp.	90℃
Detector temp.	190℃
Column oven temp.	70℃(0min.) - 4℃/min. - 170℃(3min.)
Carrier gas	N_2 30 ㎕/min
Chart speed	0.5 ㎝/min

결과 및 고찰

일반성분 및 아미노산의 분석

6가지 포도 품종의 Brix, 총산 및 pH를 분석한 결과 Table 2에서 보는 바와 같이 Brix 12.1～16.6, 총산 0.57～0.98% 및 pH 3.1～3.5의 분포를 나타내었다.

또한 아미노산의 조성(Table 3)은 모든 품종에서 proline을 가장 많이 함유하였고, 그 다음으로 arginine, glutamic acid 및 histidine의 순서로 나타났다. 이러한 결과는 이미 발표된 여러 논문(2)과 비슷한 결과였다.

Table 2. Brix, total acidity and pH of ripened grape varieties

Variety	°Brix	Total acidity (g/100 mL)	pH
Chardonnay	15.4	0.79	3.3
French Colombard	12.1	0.98	3.2
Chench Blanc	12.4	0.83	3.1
Auxerrose	16.6	0.57	3.5
Folloe Clanche	12.5	0.80	3.3

Table 3. Amino acids compositions of ripened grape and amino acid mixture

(unit : mg/L)

Amino acid	Chardonnay	French colombard	Chenin blanc	Auxerroise	Folloe blanche	Amino acid mixture
Alanine		87	58	288	89	120
Arginine	711	287	245	394	423	480
Aspartic acid	100	126	139	88	108	110
Cysteine		40	54	48	52	35
Glutamic acid	207	144	156	152	125	175
Glycine	6	10	18	10	4	15
Histidine	116	146	74	115	95	110
Isoleucine	45	48	44	54	44	80
Leucine	143	48	49	55	47	70
Lycine	87	43	44	52	39	50
Methionine	95	48	51	57	46	70
Phenyl alanine	10	75	65	66	58	55
Proline	420	1020	905	831	771	820
Serine		113	68	149	79	90
Threonine	43	101	72	125	94	95
Tyrosine	37	126	88	16	93	70
Valine	101	40	53	72	49	70
Ammonia						15
Total	2121	2502	2183	2572	2216	2500

Ammoniun sulfate의 효과

발효 중 ammonium sulfate의 농도별 발효 후 higher alcohols의 함량을 분석한 결과 Fig. 1에서 보는 바와 같이 iso-amyl alcohol의 함량은 ammonium sulfate의 농도가 증가할수록 낮아졌고, yeast strain 별로 약간의 차이를 보여 *S. cerevisiae*의 경우 400 mg/L에서 최소값을 보인 후 다시 농도가 증가할수록 iso-amyl alcohol의 함량도 약간 증가하였다. 반면, *S. bayanus*는 ammonium sulfate의 농도가 증가할수록 propanol, active-amyl alcohol, iso-butanol의 변화는 첨가 농도와 yeast strain별로 큰 차이가 없었다. 특히 200 ppm의 농도까지 약 40% 정도가 감소하였는데, 이 결과를 포도주스를 발효시킬 경우와 관련지어 생각해 보면 대부분의 포도주스 중 총 질소 함량이 200 ppm 이상을 함유하고 있기 때문에 포도주 제조시 higher alcohols의 생성량을 조절하기 어려울 것으로 생각된다.

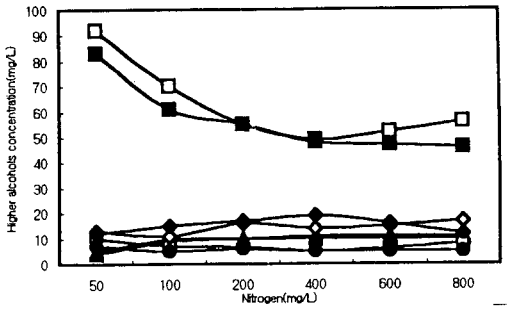

Fig. 1. Effects of nitrogen concentration on higher alcohols formation of *Saccharomyces cerevisiae*(white) and *Saccharomyces bayanus*(black).
□ : isoamyl alcohol ■ : isoamyl alcohol
△ : active amyl alcohol ▲ : active amyl alcohol
○ : npropanol ● : npropanol
◇ : isobutanol ◆ : isobutanol

Amino acid의 효과

Amino acid 농도별로 함유한 배지를 각각 발효시킨 결과 초기 200 ppm의 농도까지 isoamyl alcohol의 함량이 증가한 반면, 200 ppm 이상에서는 감소현상을 보였다(Fig. 2). 특히 400 ppm까지는 급격한 감소를 보였는데, amino acid별로 약간의 차이를 보였지만, 이 결과로서 효모의 특징을 결정 짓기는 어려울 것으로 생각된다. 이러한 결과는 amino acid의 농도 조정으로 higher alcohols의 생성량을 조절할 수 있다는 것을 보여준다. 그러나 포도주스 중 amino acid의 농도가 200 mg~600 mg/100 mL 정도를 함유하고 있기 때문에 실질적인 포도주 발효시 amino acid 농도와 특정 amino acid의 조절이 쉽지 않을 뿐만 아니라 yeast에 의해 higher alcohols의 생성에 관련이 있는 아미노산이 합성될 수 있기 때문에 포도주 제조시 higher alcohols의 생성량을 조절하기는 어려울 것으로 판단된다.

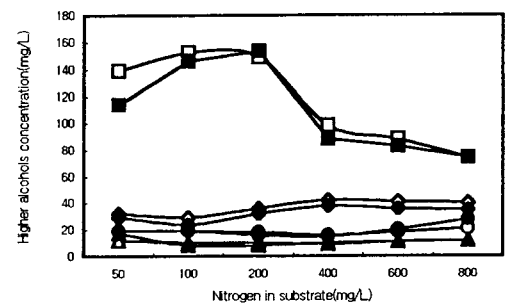

Fig. 2. Effects of amino acids concentration on higher alcohols formation of Saccharomyces cerevisiae(white) and Saccharomyces bayanus(black).
□ : isoamyl alcohol ■ : isoamyl alcohol
△ : active amyl alcohol ▲ : active amyl alcohol
○ : npropanol ● : npropanol
◇ : isobutanol ◆ : isobutanol

pH의 효과

pH를 각각 2.6, 6.2, 4.0 및 5.6으로 조정된 배지에 두 가지 효모를 사용하여 발효시킨 결과 Fig. 3에서 보는 바와 같이 *S. cerevisiae*의 경우 pH를 증가시키면 고급 알콜의 생성량도 증가하여 pH 4.0에서 higher alcohols가 가장 많이 생성되는 것으로 나타났고, 5.0에서 생성량이 줄어들어 각각의 fraction 중 가장 낮은 생성량을 보인 반면 *S. bayanus*는 3.2까지 생성량이 증가하였지만, 그 후 점점 감소하는 경향을 나타내어 두 가지 yeast strain이 서로 다른 결과를 나타내었다. Higher alcohols의 생성량에서는 *S. cerecisiae*가 *S. bayanus*보다 동일한 pH에서 모두 higher alcohols의 생성량이 많은 결과였다. 이러한 결과를 포도주스 발효와 관련지어 볼 때 pH가 미생물의 생육과 관련되어 있고, pH 조정을 위해 성분의 제거한 결과가 주정에 많은 변화를 줄 수 있기 때문에 포도주제조에 쉽게 적용하기는 어려울 것으로 생각된다.

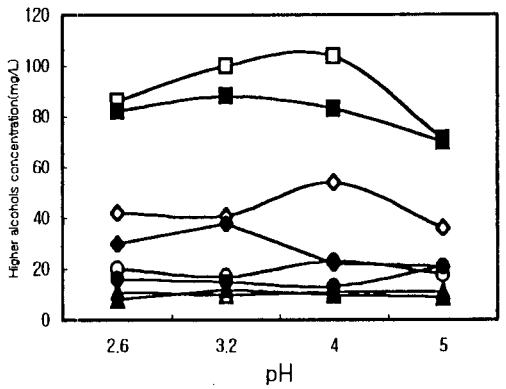

Fig. 3. Effects of ph higher alcohols formation of Saccharomyces cerevisiae(white) and Saccharomyces bayanus(black).
-□- ; isoamyl alcohol -■- ; isoamyl alcohol
-△- ; active amyl alcohol -▲- ; active amyl alcohol
-○- ; npropanol -●- ; npropanol
-◇- ; isobutanol -◆- ; isobutanol

Glucose와 sucrose의 효과

Glucose 농도를 달리하여 발효시킨 결과 Fig. 4에서 보는 바와 같이 glucose의 농도가 증가할수록 higher alcohols 생성량도 증가하였으며, *S. caravisiae*가 *S. bayanus*보다 총 higher alcohols의 함량이 모든 구간에서 높은 것으로 나타났다. Glucose 농도 증가에 따른 higher alcohols 함량의 증가는 alcohol 생성량의 결과와 관계가 있기 때문으로 생각된다.

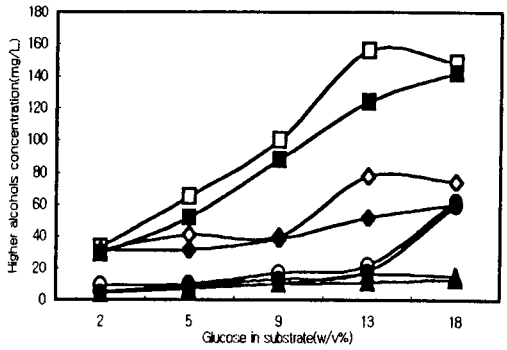

Fig. 4. Effects of glucose concentration on higher alcohols formation of Saccharomyces cerevisiae (white) and Saccharomyces bayanus(black).
-□- ; isoamyl alcohol -■- ; isoamyl alcohol
-△- ; active amyl alcohol -▲- ; active amyl alcohol
-○- ; npropanol -●- ; npropanol
-◇- ; isobutanol -◆- ; isobutanol

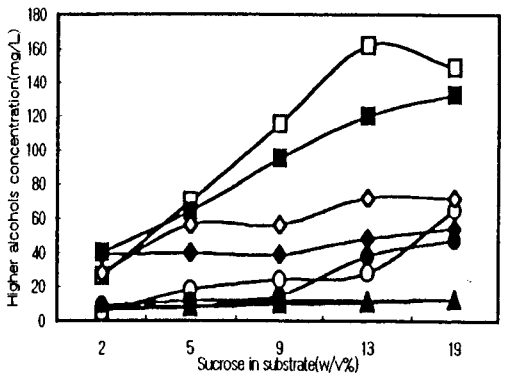

Fig. 5. Effects of sucrose concentration on higher alcohols formation of Saccharomyces cerevisiae(white) and Saccharomyces bayanus(black).
-□- ; isoamyl alcohol -■- ; isoamyl alcohol
-△- ; active amyl alcohol -▲- ; active amyl alcohol
-○- ; npropanol -●- ; npropanol
-◇- ; isobutanol -◆- ; isobutanol

Sucrose의 농도별 higher alcohols의 생성량(Fig. 5)은 그 농도가 증가할수록 higher alcohols의 생성량도 증가하였다. 또한 두 가지 효모에서의 차이로 glucose 농도별 결과와 비슷한 것으로 나타났으며, 이 결과 역시 alcohol 생성량과 관계가 있기 때문으로 생각된다.

무기염의 효과

각 배지에서 각각 무기염 한가지씩을 제거하고 발효시킨 결과(Table 4) 첨가된 대조구에 비해 모두 낮은 함량을 보였다. 특히 가장 낮은 생성량을 보인 것은 $MnSO_4$ ·

$4H_2O$를 제거한 실험구였으며, 그 외 4개의 실험구간에서는 별다른 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과를 발효액 중 무기염이 higher alcohols의 생성량에 관계하는 것으로 생각할 수 있으며, 또한 무기염이 미생물의 생육에 영향을 미치기 때문인 것으로 생각된다. 한편 각각의 실험구에서 yeast strain 별로 higher alcohols 생성량은 *S. cerevisiae*가 많은 것으로 나타났다.

Table 4. Effect of mineral on higher alcohols formation in Saccharomyces cerevisiae and Saccharomyces bayanus

(unit : ppm)

Higher alcohols	Yeast	Nonorganic salt eliminated					
		No elimination	K_2HPO_4	$CaCl_2 \cdot 2H_2O$	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	$FeCl_3 \cdot 6H_2O$	$MnSO_4 \cdot 4H_2O$
n-Propanol	S. c.[1]	9.99	8.04	7.52	7.86	7.45	6.21
	S. b.[2]	11.15	8.47	7.69	8.84	7.99	8.56
Isobutanol	S. c.	41.08	27.61	24.84	29.52	25.47	20.15
	S. b.	37.63	28.20	24.20	20.19	24.59	19.79
Activeamyl alcohol	S. c.	17.63	14.73	11.44	13.52	10.95	10.98
	S. b.	14.51	24.28	17.76	10.28	11.24	8.99
Isoamyl alcohol	S. c.	98.92	74.43	68.37	74.05	74.40	59.76
	S. b.	86.63	75.09	72.11	60.69	69.18	63.37
Total	S. c.	167.62	124.81	112.17	124.95	118.27	97.10
	S. b.	149.92	136.04	121.76	100.00	103.00	100.71

[1] Saccharomyces cerevisiae. [2] Saccharomyces bayanus.

Vitamin의 효과

6가지의 vitamin 중 각각 한가지씩을 제거한 배지에서 발효시킨 결과(Table 5) 두 효모의 총 higher alcohols 생성량에 많은 영향을 주는 vitamin은 biotine으로 나타났다. 그리고 yeast strain 별로 vitamin의 종류에 따라 higher alcohols의 생성에 제어를 받는 양상이 다르게 나타났으며, *S. cerevisiae*의 경우 nicotinic acid와 biotine, *S. bayanus*의 경우 biotine과 inositol이 higher alcohols의 생성에 관계하였다. Vitamin을 제거하였을 경우 higher alcohols의 생성량이 증가된 실험구는 *S. cerevisiae*의 경우 pyridoxine이었고, *S. bayanus*의 경우 thiamine과 nicotinic acid로 나타났다. 또한 thiamine을 제거한 배지에서는 iso-butanol이 iso-amyl alcohol의 생성량보다 많았고, pyridoxine을 제거한 배지에서는 n-propanol의 생성량이 다른 실험구보다 다량 생성되는 특징을 보였으며, 이러한 결과는 2가지 효모에서 비슷한 결과였다. 한편 nicotinic acid를 제거 배지에서 발효시킨 결과 *S. cerevisiae*와는 달리 S. bayanus의 경우 iso-butanol의 생성량이 다량 생성되는 결과를 보였다. 이러한 결과만으로 yeast의 특성을 판단하기는 어렵지만, vitamin의 조절로서 higher alcohols의 생성량을 제어할 수 있을 것으로 생각되며, 구체적으로 더 많은 연구가 진행되어야 할 것으로 생각된다.

Table 5. Effect of vitamin on higher alcohols formation in Saccharomyces cerevisiae and Saccharomyces bayanus

(unit : ppm)

Higher alcohols	Yeast	Vitamin eliminated						
		No elimination	Thiamine	Pyridoxine	Panthothenic acid	Nicotinic acid	Biotine	Inositol
n-Propanol	S. c.[1]	9.99	8.60	40.80	9.15	15.73	15.84	17.11
	S. b.[2]	11.15	15.04	30.10	5.76	15.13	10.00	18.17
Isobutanol	S. c.	41.08	107.41	86.80	57.06	41.94	30.20	47.97
	S. b.	37.63	157.34	55.78	33.81	202.42	18.85	23.96
Activeamyl alcohol	S. c.	17.63	9.92	18.90	23.48	19.75	26.69	40.21
	S. b.	14.51	19.22	11.58	20.00	31.79	11.09	21.69
Isoamyl alcohol	S. c.	98.92	34.75	115.12	118.47	73.85	77.36	74.38
	S. b.	86.63	58.27	82.16	101.04	53.84	67.38	72.22
Total	S. c.	167.62	160.68	261.62	208.15	151.27	150.09	179.67
	S. b.	149.92	249.87	179.62	160.61	303.18	107.32	136.04

[1] Saccharomyces cerevisiae. [2] Saccharomyces bayanus.

Alcohol 첨가 효과

기본배지에 초기 alcohol의 농도를 달리하여 발효시킨 결과(Fig. 6) *S. cerevisiae*의 경우 전체적인 higher alcohols의 생성량은 감소하는 양상을 보인 반면 *S. bayanus*는 오히려 증가하는 현상을 보였다. 이러한 결과는 yeast strain별로 alcohol의 내성과 관련이 있는 것으로 생각되지만, 이에 관한 실험 결과가 부족한 상태이다. 또한 2.5%(v/v) alcohol을 함유한 실험구에서 0%와 5%보다 낮은 higher alcohols의 생성을 보였다.

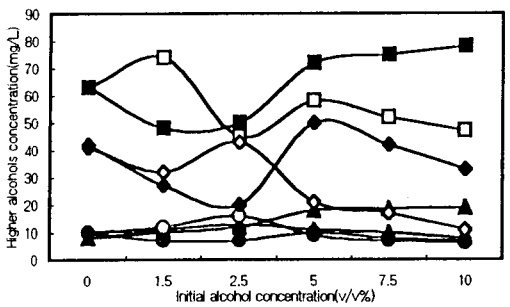

Fig. 6. Effects of initial alcohol concentration on higher alcohols formation of Saccharomyces cerevisiae(white) and Saccharomyces bayanus(black).
—□— ; isoamyl alcohol —■— ; isoamyl alcohol
—△— ; active amyl alcohol —▲— ; active amyl alcohol
—○— ; npropanol —●— ; npropanol
—◇— ; isobutanol —◆— ; isobutanol

SO_2 및 온도의 효과

기본배지에 SO_2 농도를 달리하여 발효시킨 결과 *S. cerevisiae*의 경우 20 ppm 이상을 첨가할 경우 점점

감소하는 양상을 보였다(Fig. 7). 반면 *S. bayanus*의 경우 20 ppm 첨가시 첨가하지 않은 시험구보다 생성량이 많았으나 그 후 감소하였고, 80 ppm 첨가한 실험구부터 생성량이 다시 많아지는 것으로 나타났다. 이러한 결과 역시 yeast의 SO_2 내성과 관계가 있기 때문으로 생각된다.

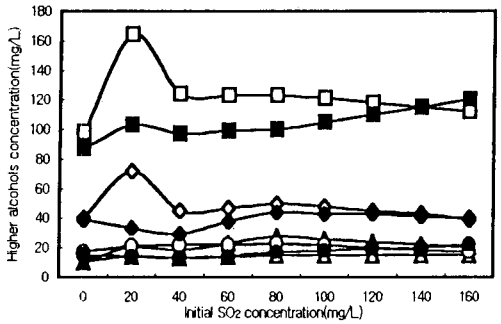

Fig. 7. Effects of initial SO_2 concentration on higher alcohols formation of Saccharomyces cerevisiae(white) and Saccharomyces bayanus(black).
—□— ; isoamyl alcohol —■— ; isoamyl alcohol
—△— ; active amyl alcohol —▲— ; active amyl alcohol
—○— ; npropanol —●— ; npropanol
—◇— ; isobutanol —◆— ; isobutanoll

발효 온도를 달리하여 발효시킨 결과 Fig. 8에서 보는 바와 같이 *S. cerevisiae*의 경우 25℃ 이상의 온도에서는 감소하는 결과를 보였지만, *S. bayanus*의 경우 25~30℃에서 최대 생성량을 나타내었다.

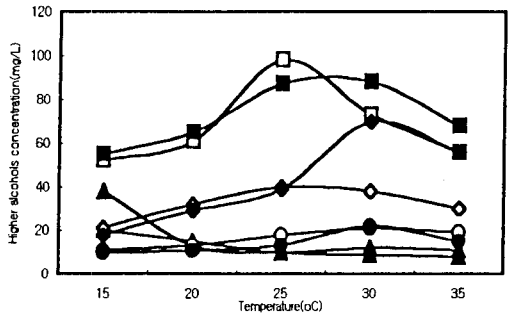

Fig. 8. Effects of temperature on higher alcohols formation of Saccharomyces cerevisiae(white) and Saccharomyces bayanus(black).
—□— ; isoamyl alcohol —■— ; isoamyl alcohol
—△— ; active amyl alcohol —▲— ; active amyl alcohol
—○— ; npropanol —●— ; npropanol
—◇— ; isobutanol —◆— ; isobutanol

상기의 실험 결과를 고찰하여 볼 때 포도주 제조 중 주질을 조절하기 위하여 이용할 수 있는 요소는 yeast strain, vitamin 및 온도라고 생각되지만, 질소원을 조절하므로서 higher alcohols의 생성량에 대한 제어는 포도주스 중 질소 농도가 대부분 실험구의 최소 higher alcohols을 생성시키는 농도 이상이기 때문에 어려울 것으로 생각한다. 특히 vitamin의 실험구에서 아주 복잡한 결과를 보였는데, 이에 대한 세부적인 실험이 추가로 수행되어야 하고, 또한 higher alcohols의 생성 요소로서 작용할 수 있는 것은 포도주스 중의 산소농도, SO_2의 농도 및 skin contact와 착즙 주스의 처리방법 등의 연구 결과가 필요하다고 생각된다. 특히 가장 영향이 클 것으로 예상되는 포도주스 중 suspended solid 함량과 vitamin에 중점을 두고, 그 외 기존의 *S. bayanus strain*에만 의존하던 1차 발효를 탈피하여 여러 효모를 이용하여 가장 적합한 효모 종을 선발하는 실험이 필요하다고 판단된다.

요 약

포도주 제조과정 중 고급 알콜의 생성에 영향을 줄 수 있는 여러 조건에서 다음의 결과를 얻었다. 총 질소 함량 20 ppm 이상에서 고급 알콜의 생성량은 거의 변화가 없었지만, 200 ppm의 아미노태 질소 함량에서 그 함량이 가장 많았으며(특히 iso-amyl alcohol), 400 ppm 이상의 농도에서는 급격히 감소하였다. pH 4.0에서 많은 양의 고급 알콜을 생성하였으며, sucrose와 glucose의 농도가 증가할수록 그 양은 증가하였고, 무기염을 각각 한가지씩 제거하여 발효시킨 결과 그렇지 않은 실험구에 비하여 고급 알콜의 생성량이 적었다. Vitamin을 각각 한가지씩 제거하여 발효시킨 결과 biotin과 inositol을 제거한 실험구에서 대조구보다 적은 고급 알콜이 생성되었고, 그 외의 실험구에서는 많았는 데, 특히 nicotinic acid와 thiamin을 제거한 경우 다량의 고급 알콜이 생성되었다. SO_2를 첨가한 실험구에서는 20 ppm에서 최대의 고급 알콜 생성량을 나타내었다. *Saccharomyces cerevisiae*는 25℃에서, *Saccharomyces bayanus*는 25~30℃에서 가장 많은 고급 알콜을 생성하였고, 두가지 yeast strain을 비교하면 *Saccharomyces cerevisiae*가 *Saccharomyces bayanus*보다 많은 양을 생성하였다.

참고문헌

1. Kiyoshi Yoshizawa(1966) On various factors affecting formation of isobutanol and amyl alcohol during alcoholic fermentation. *Agr. Biol. Chem.*, 30(7), 634-641

2. 秋田 修, 蓮尾徹夫, 大場俊輝, 宮野信之(1987) 酵母による高級 alcohol, isoamyl acetate 生成に及ぼす amino acidの影響. 醱酵工學, 65(1), 19-26
3. Ayrapaa T.(1968) Formation of higher alcohols by various yeasts. *J. Inst. Brew.*, 74, 169-178
4. John L. Ingraham and James F. Guymon(1960) The formation of higher aliphatic alcohols by mutant strains of *Saccharomyces cerevisiae, Archives of Biochemistry and Biophysics.* 88, 157-166
5. Rankine B.C.(1967) Formation of higher alcohols by wine yeasts and relationship to taste tresholds. *J. Sci. Fd Agric.*, 18, 583-589
6. 小泉武夫, 馬渡辛則, 角田梁和, 鈴木明治(1980) 酵母の生成する香氣に關する研究. *J. Brew. Soc. Japan*, 75(4), 307～313
7. 坂口正明(1989) 酒類におけるester生成に及ぼす要因とその調節機構. *Bioscience and Industry*, 47(10), 1058-1062
8. 佐藤 信, 大場俊輝, 高橋康次郎, 沼 誠, 倉尺正光(1977) 清酒の熟成による香味の變化に關する研究, Acetaldehydeの變化に關與する成分. *J. Brew. Soc. Japan*, 72(9), 662-666
9. 辻 謙次, 秋山裕一(1980) Whisky 酵母の醱酵特性. *J. Brew. Soc. Japan*, 75(10), 781-784

(1999년 1월 12일 접수)