

포도주 효모에 의한 중간크기의 지방산 생성

이 수 오

창원대학 식품영양학과

Formation of Medium Chain Fatty Acid by Wine Yeasts

Soo-O Lee

Department of Food Science and Nutrition, Changwon National University, Changwon

Abstract

It has been suggested that medium chain fatty acid(MCFA) may be toxic to yeast and bacteria and thus play a role in the inhibition of alcoholic and malolactic fermentations and also important contributors to wine flavour. We measured, by the use of GLC, the concentrations of octanoic, decanoic and dodecanoic acids produced by 12 wine yeast strains during the alcoholic fermentation of a grape juice-like medium. In general, there was a high production of MCFA at first, dropping dramatically later. The formation of MCFA is largely dependent on yeast strain but it also depends upon temperature, sugar concentration, stirring and carbon dioxide sparging.

Key words: medium chain fatty acid, octanoic, decanoic, dodecanoic, alcoholic tolerance

서 론

중간크기의 지방산(Medium Chain Fatty Acid, MCFA; octanoic, decanoic, dodecanoic; C8, C10, C12)은 알콜발효 과정에서 효모대사의 이차생성물로 생성된다^(1,2). 이들 지방산은 맥주와 포도주같은 알콜성 음료의 향미에 기여하는 것으로 밝혀졌고 맥주에서는 soapy, fatty, rancid, oily, cheesy 등과 같은 방향 특성으로 표현되고 있다⁽³⁾. 그러나 포도주의 발효과정에서 MCFA의 생성과 그 향미적 특성에 대한 연구는 보고된 바가 거의 없다.

한편 포도주 발효에 대한 최근의 연구는 고농도 알콜 발효와 속성발효를 위하여 효모의 알콜내성을 중심으로 이루어지고 있으며 MCFA와 알콜발효와의 관계가 일부 보고되고 있다. S. Lafon-Lafourcade 등⁽⁴⁾과 P. Ribereau-Gayon⁽⁵⁾은 C8과 C10이 포도주 효모의 알콜발효를 저해하는 물질임을 보고하였다. 포도주 제조 과정에서 알콜발효와 말로-락틱발효(malo-lactic fermentation)를 동시에 진행하는 것은 발효의 효율과 품질의 관리상 매우 바람직하다. R. B. Beelman 등⁽⁶⁾과 S. W. King 등⁽⁷⁾은 이를 위한 연구를 진행한 바 있으나, C. G. Edwards 등⁽⁸⁾의 보고에 의하면 말로-락

틱발효에 관여하는 유산균들이 MCFA에 의해 생육이 억제됨을 보였다.

이와 같이 포도주 발효에서 MCFA는 포도주의 향미 뿐만 아니라 알콜발효와 말로-락틱발효에 크게 영향을 주므로 포도주 제조과정에서 현실적인 중요성을 가지고 있다. 본 연구는 포도주 발효에 이용되는 여러 효모를 사용하여 MCFA의 생성량을 발효경과에 따라 정량하여 포도주의 향미개선과 발효조절에 기초자료를 제공하고자 실시하였다.

재료 및 방법

사용균주 및 배지

본 실험에 사용한 효모균주는 Table 1에 표시한 바와 같으며 R. E. Kunkee 교수(University of California, Davis)로부터 제공받았다. 배양에는 포도과즙과 유사한 조성을 갖는 Murphy 배지를 사용하였다. Murphy 배지는 다음과 같이 조제하였다. 먼저 A 용액으로 무이온수 600 ml에 fructose 110g, glucose 100g, KH tartrate 4g, L-malic acid 3g, citric acid 0.5g, Tween 80, 5 ml, MgSO₄·7H₂O 123 mg, Ergosterol 4 ml(of stock: 0.625g ergosterol/15 ml 95% ethanol)를 가하고 50% KOH로 pH를 3.5로 조정후 무이온수로 용량을 750 ml로 만들었다. 그리고 B 용액으로는 무이온수 200 ml에

Corresponding author: Soo-O Lee, Department of Food Science and Nutrition, Changwon National University, Changwon, 641-240.

Table 1. Strains of yeasts used during experiments

# 513 ^{a)}	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> race <i>cerevisiae</i> , Distiller's
# 519	<i>Torulospora debrueckii</i> ^{b)} , Flor
# 522	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> race <i>cerevisiae</i> , Montrachet
# 529	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> Steinberg
# 530	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> race <i>uvarum</i> ^{c)} , Tokay
# 595	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> , race <i>bayanus</i> ^{d)} , Pasteur Institute, Champagne
# 605	<i>Dekkera intermedia</i> , FS & T 71-12
# 654	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> race <i>cerevisiae</i> , S288C
# 660	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> race <i>cerevisiae</i> , Baker's
# 686	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> race <i>cerevisiae</i> , Steinberg
# 751	<i>Zygosaccharomyces bailii</i>
# 798	<i>Kloeckera apiculata</i>

a) Enology Department collection number, University of California, Davis

b) formerly *Saccharomyces beticus* or *Saccharomyces fermentati*

c) to be reclassified as *Saccharomyces uvarum*

d) to be reclassified as *Saccharomyces bayanus*

H₂KPO₄ 3g, Yeast Nitrogen Base 11.7g, (NH₄)₂HPO₄ 3g, Vitamin-free Casamino Acids 2g, L-Tryptophan 0.1g, L-Proline 1g, L-Arginine 0.8g을 가하고 진한 H₃PO₄로 pH를 3.5로 조정한 후 무이온수로 용량을 250 ml로 만들었다. 그리고 A 용액과 B 용액을 각각 멸균한 후 냉각시켜서 혼합하여 사용하였다.

발효

사면배지의 중균을 5 ml의 Murphy 배지에 옮겨서 20°C에서 4일간 배양하였다. 이 배양액의 2 ml를 100 ml의 신선한 배지에 다시 옮겨서 20°C, 4일간 배양한 후 발효과정에 사용하였다. 발효는 Wheaton 발효조를 사용하여 배지 800 ml에 종효모 16 ml를 접종하였으며 발효기간 중 필요에 따라 교반과 발효조 상층부에의 탄산가스 송입을 실시하였다. 특별한 언급이 없는 경우에는 발효온도는 20°C였고 교반은 자석교반기로 효모의 침전을 막아줄 수 있는 정도로 실시하였고 송입된 탄산가스의 양은 발효조 상층대기의 산소를 배제할 수 있는 정도였다.

지방산의 추출과 메틸화

시료의 추출과 메틸화과정은 T. K. Koch 등⁽⁹⁾의 방법을 참고하여 다음과 같이 고안하여 실시하였다. 발효액은 저온에서 원심분리하여 효모를 제거한 후 그 상층

액 5 ml를 40 ml의 원추형 추출관에 취하고 표준용액 0.1 ml를 가하였다. 표준용액은 n-hexane과 iso-propanol을 3:2의 비율로 섞어 만든 H/I 시약에 nonanoic acid를 가하여 제조하였다. 시료에 진한 염산 0.1 ml를 가하여 산성화한 후 H/I 시약 5 ml를 가하여 격렬하게 교반하여 추출하였다. 상층액은 Pasteur pipette을 사용하여 소형의 건조용 vial로 옮겼으며 이와 같은 추출과정을 2회 더 반복하였다. 함께 모은 추출물을 실온에서 질소가스의 흐름 아래서 증발 건조시켰다. 건조된 시료에 진한 염산 5 ml와 methanol 95 ml로 구성된 메틸화시약 5 ml를 가한 후 Pasteur pipette을 사용하여 screw-cap 관에 옮겨서 110°C에서 1시간 가열하였다. 냉각한 후 메틸화된 시료는 원추형 추출관에 옮기고 n-hexane 5 ml과 순수한 물 4 ml를 가하여 격렬하게 교반하여 추출한 후 소형의 건조용 vial로 옮겼다. 이와 같은 추출을 2회 반복한 후 실온에서 질소가스의 흐름 아래서 다시 건조시켰다.

지방산의 분석

건조된 시료에 isooctane 0.2 ml를 가한 후 gas chromatograph (Hewlett-Packard 5880, FID)를 이용하여 정량하였다. 먼저 메틸화된 내부표준물질을 isooctane에 가하여 분석하였고 사용된 시료의 양은 2 µl이었다. 분리는 Supelcowax 10(60-meter fused silica capillary column)에서 이루어졌고 column 온도는 시료 주입 후 70°C에서 4분간 머문 후 분당 1°C의 속도로 200°C까지 승온시켰다.

결과 및 고찰

효모균주와 MCFA 생성량

22° Brix와 pH 3.5에서 교반을 실시하고 발효조의 상층부에 탄산가스를 송입하지 않은 조건에서 사용된 효모가 생성하는 MCFA량은 Table 2와 같다. 균주의 종류에 따라 MCFA의 생성량은 크게 달랐고 또한 발효경과에 따라 변화됨을 알 수 있었다. 전체적인 경향은 각 균주별로 발효가 최성기(3-5일)에 도달할 때까지 MCFA의 생성량이 증가하였고 그 후부터는 현격하게 감소하였다.

최종적인 MCFA의 함량은 S. Lafon-Lafourcade⁽¹⁰⁾의 보고와 같이 일반적인 포도주 내에서의 함량(C8: 백포도주 1.3-1.4 mg/l, 적포도주 1.4-6.2

Table 2. Formation of MCFA by strains of wine yeasts. Fermentations were made in Murphy's medium at 22 Brix, pH 3.5 and 20°C without carbon dioxide sparging

Ferment. time, days	#513 ^{a)}				#519			
	C8	C10	C12	C8-C12	C8	C10	C12	C8-C12
3	1.67 ^{b)}	21.86	27.02	50.55	3.94	9.87	6.99	20.80
5	2.35	18.10	27.27	47.72	2.72	11.38	8.33	22.43
7	3.47	8.01	5.09	16.57	ND ^{c)}	16.72	30.82	47.54
10	3.56	7.54	4.82	15.92	ND	3.56	4.21	7.77
15	4.48	8.22	4.54	17.24	ND	1.45	3.56	5.01
	#522				#529			
3	1.91	23.74	24.48	50.13	2.36	6.10	6.81	17.27
5	2.52	20.93	27.66	51.11	2.98	5.91	4.14	13.03
7	4.48	7.70	4.68	16.86	ND	14.71	19.75	34.46
10	4.59	8.01	4.42	17.02	ND	2.94	2.59	5.53
15	4.35	7.25	4.09	15.69	ND	0.39	2.11	2.50
	#530				#595			
3	1.51	26.29	15.56	43.36	1.37	9.83	6.06	17.26
5	1.96	23.72	10.20	35.88	1.51	10.45	8.00	19.96
7	4.88	11.15	3.78	19.81	2.42	4.47	2.16	9.05
10	3.64	10.02	3.32	16.98	2.45	4.37	1.88	8.70
15	3.28	5.75	1.73	10.76	2.62	3.77	1.69	8.08
	#605				#645			
3	0.79	1.43	0.06	2.28	2.05	16.94	112.29	131.28
5	1.17	2.80	2.40	6.37	4.24	38.95	98.58	141.77
7	1.91	5.55	2.84	10.30	4.13	27.54	68.95	100.62
10	ND	2.94	1.17	4.11	3.36	21.10	55.60	80.06
15	ND	2.63	1.49	4.12	2.99	17.95	57.46	78.40
	#660				#686			
3	2.13	25.42	39.52	67.07	1.01	1.38	0.73	3.12
5	2.86	22.91	30.22	55.99	1.43	1.56	0.69	3.63
7	4.40	10.65	8.24	23.29	ND	6.78	17.26	24.04
10	4.70	10.77	8.67	24.14	ND	3.33	6.11	9.44
15	4.36	10.50	7.77	22.63	ND	ND	3.81	3.81
	#751				#798			
3	0.52	1.15	0.85	2.52	0.93	0.00	0.76	1.69
5	0.00	1.08	1.23	2.31	0.69	1.16	0.84	2.69
7	ND	0.50	3.32	3.82	ND	ND	6.68	6.68
10	ND	0.15	1.03	1.18	ND	ND	2.29	2.29
15	ND	ND	2.12	2.12	ND	ND	2.02	2.02

a) UCD Enology number as listed in Table 1

b) Acid concentration; mg/L

c) ND; not detectable

mg/l; C10: 백포도주 0.3-7.5 mg/l, 적포도주 0.2-1.3 mg/l)과 비슷한 수준을 보였다. 발효 후기에서의 MCFA의 감소는 알콜발효도와 밀접하게 관계되며 생성된 MCFA가 효모에 의하여 재흡수 또는 흡착^(4,8)되는 것으로 추정되나 아직 확실하지는 않다.

S. Lafon-Lafourcade 등⁽⁴⁾은 yeast ghost를 포도주 발효액에 첨가하여 C8과 C10을 흡착 제거하여 발효가 중지되는 것을 억제하였다고 보고하였다.

알콜발효에서 C. A. Viegas 등⁽¹¹⁾과 I. SaCo-rreia⁽¹²⁾는 C8과 C10은 ethanol과 상승적으로 효

모의 증식을 억제하였음을 보고하였다. 이들은 C10이 C8 보다 훨씬 억제력이 크며 C10의 2mg/l 또는 C8의 5mg/l와 8% (v/v)의 ethanol이 함께 존재할 때는 ethanol이 단독으로 각각 8.4% 또는 8.5% 존재할 때와 같은 크기의 억제력을 갖음을 보였다. Table 2의 결과에서 볼 때 발효력이 강한 *Saccharomyces cerevisiae* 들은 발효경과 3일에 약 8-9%의 알콜과 약 21-26mg/l의 C10 농도를 보이므로 MCFA와 ethanol에 의한 알콜발효의 억제는 크게 작용할 것으로 보였다.

C. G. Edwards 등⁽⁸⁾은 C10이 5, 0-10, 0mg/l 수준에서 말로-락티세균의 증식을 억제하며 30mg/l 수준에서는 완전히 억제하였고 yeast ghost를 첨가하면 C10이 제거됨을 보고하였다. 포도주발효에서 알콜발효와 말로-락티발효를 병행하고자 하는 시도는 많이 있었으나(6, 7, 13) 본 실험의 결과에서 볼 때 발효초기에 효모에 의하여 생성되는 다량의 MCFA에 의하여 말로-락티세균의 증식이 크게 억제될 수 있음을 알 수 있었다. 따라서 말로-락티발효의 유도는 알콜발효가 끝나면서 생성되었던 MCFA가 감소된 후에야 가능할 것으로 보였다.

발효조건과 MCFA 생성량

실제 포도주발효에서 조절가능한 조건으로서 발효온도, 당함량, 발효액의 유동성(교반) 및 발효용기 상층부의 대기상태에 대하여 검토하였다. Table 3은 대표적인 포도주균주 #522에 의한 MCFA의 생성에 대한 온도의 영향을 나타낸 것이다. 온도가 상승하였을 때 MCFA의 생성이 감소하였다. 이와 같은 경향은 맥주 효모에 의한 실험결과와 유사하였다^(14,15). 10°C 전후의 저온발효를 하므로써 MCFA에 의한 향미를 기대할 수가 있었다. 발효액의 당함량은 높을수록 MCFA의 생성이 증가하였는데 (Table 4), 이것은 고농도 알콜 발효시에 MCFA에 의한 발효억제가 크게 나타날 수 있음을 시사한 것이다.

Table 5는 발효 중의 교반과 탄산가스의 송입효과를 나타낸 것이다. 탄산가스에 의한 MCFA의 생성의 효과는 뚜렷하였으며 특히 C10과 C12의 증가에 영향을 주었다. 탄산가스를 송입하지 않고 교반만을 하였을 때는 MCFA의 생성이 감소하였다. 이것은 발효액 중에 산소가 공급되어 효모의 대사경로에 변화를 가져온 것으로 보이며⁽¹⁾ 맥주발효의 결과와 일치하였다⁽¹⁵⁾. 탄산가스의 존재 하에서 교반하였을 때는 MCFA의 생성

Table 3. Effect of fermentation temperature on formation of MCFA by #522 *Saccharomyces cerevisiae* race *cerevisiae*, Montrachet

Temp. Acid (°C) (mg/L)	Fermentation time (days)						
	0	3	5	7	10	15	
10	C8	—	2.23	2.96	5.40	4.76	4.35
	C10	—	25.45	23.91	10.33	10.11	10.01
	C12	—	39.52	31.25	8.26	8.60	7.78
	C8~C12	—	67.20	58.12	23.99	23.47	22.14
	Brix	22.0	3.4	1.0	0.9	0.8	0.8
	pH	3.5	2.84	2.98	3.06	3.09	3.17
	20	C8	—	1.91	2.52	4.48	4.59
C10		—	23.74	20.93	7.70	8.01	7.25
C12		—	24.48	27.66	4.68	4.42	4.09
C8~C12		—	50.13	51.11	16.86	17.02	15.69
Brix		22.0	3.4	0.9	0.8	0.8	0.8
pH		3.5	2.83	2.92	3.06	3.08	3.18
30		C8	—	1.52	1.98	3.88	3.68
	C10	—	20.29	17.36	6.15	6.02	5.74
	C12	—	15.53	10.25	3.75	3.36	2.76
	C8~C12	—	37.34	29.59	13.76	13.06	12.25
	Brix	22.0	10.4	7.6	5.8	2.2	1.1
	pH	3.5	3.11	3.20	3.16	3.26	3.44

Table 4. Effect of initial sugar concentration on formation of MCFA by # 522 *Saccharomyces cerevisiae* race *cerevisiae*, Montrachet

Sugar Acid (Brix) (mg/l)	Frementation time (days)						
	0	3	5	7	10	15	
15	C8	—	1.56	1.93	3.88	3.42	3.25
	C10	—	16.28	19.71	6.52	5.02	5.17
	C12	—	15.24	18.20	3.71	3.32	1.64
	C8~C12	—	33.08	39.84	14.11	11.76	10.06
	Brix	15.0	6.2	5.4	1.2	1.1	1.1
	pH	3.5	3.28	3.36	3.42	3.51	3.52
	22	C8	—	1.91	2.52	4.48	4.59
C10		—	23.74	20.93	7.70	8.01	7.25
C12		—	24.48	27.66	4.68	4.42	4.09
C8~C12		—	50.13	51.11	16.86	17.02	15.69
Brix		22.0	3.4	0.9	0.8	0.8	0.8
pH		3.5	2.83	2.92	3.06	3.08	3.18
25		C8	—	1.67	2.83	4.41	4.65
	C10	—	21.89	22.96	10.53	10.02	10.21
	C12	—	27.22	30.22	8.16	8.21	7.66
	C8~C12	—	50.78	56.01	23.10	22.88	22.23
	Brix	25.0	15.6	7.8	5.6	2.2	1.0
	pH	3.5	3.25	3.27	3.38	3.42	3.49

Table 5. Effect of stirring and carbon dioxide sparging during fermentation on MCFA formation by #522 *Saccharomyces cerevisiae* race *cerevisiae*, Montrachet

Treatment	Acid (mg/l)	Fermentation time (days)						
		0	3	5	7	10	15	
Stirred	with CO ₂	C8	—	2.02	2.66	4.51	4.72	4.36
		C10	—	25.33	22.90	10.35	10.16	10.20
		C12	—	29.32	30.15	8.21	8.32	8.35
		C8~C12	—	56.67	55.71	23.07	23.20	22.91
		Brix	22.0	3.4	1.0	0.9	0.8	0.8
		pH	3.5	2.84	2.98	3.06	3.09	3.17
	without CO ₂	C8	—	1.91	2.52	4.48	4.59	4.35
		C10	—	23.74	20.93	7.70	8.01	7.25
		C12	—	24.48	27.66	4.68	4.42	4.09
		C8~C10	—	50.13	51.11	16.86	17.02	15.69
		Brix	22.0	3.4	0.9	0.8	0.8	0.8
		pH	3.5	2.83	2.92	3.06	3.08	3.18
Not stirred	with CO ₂	C8	—	1.16	1.94	3.87	2.86	3.28
		C10	—	16.28	9.98	11.16	7.42	5.89
		C12	—	13.55	8.48	4.06	3.68	2.31
		C8~C12	—	30.99	20.40	19.09	13.96	11.48
		Brix	22.0	15.2	13.5	5.4	2.5	1.1
		pH	3.5	3.25	3.24	3.36	3.33	3.28
	without CO ₂	C8	—	1.13	1.91	2.31	2.75	3.26
		C10	—	2.82	5.54	13.72	6.38	5.74
		C12	—	2.45	2.95	9.10	3.31	1.72
		C8~C12	—	6.40	10.40	25.13	12.44	10.72
		Brix	22.0	21.8	16.2	7.2	2.6	1.1
		pH	3.5	3.38	3.19	3.27	3.32	3.31

Table 6. Comparison of MCFA formation between in Murphy's media and in grape juice by #522 *Saccharomyces cerevisiae* race *cerevisiae*, Montrachet

Media	Acid (mg/l)	Fermentation time (days)					
		0	3	5	7	10	15
Murphy's	C8	—	1.91	2.52	4.48	4.59	4.35
	C10	—	23.74	20.93	7.70	8.01	7.25
	C12	—	24.48	27.66	4.68	4.42	4.09
	C8~C12	—	50.13	51.11	16.86	17.02	15.69
	Brix	22.0	3.4	0.9	0.8	0.8	0.8
	pH	3.5	2.83	2.92	3.06	3.08	3.18
	Grape juice ^{a)}	C8	—	1.21	1.92	3.26	3.15
C10		—	18.29	19.73	10.60	5.72	5.53
C12		—	14.55	10.22	3.38	3.34	1.89
C8~C12		—	34.05	31.87	17.24	12.21	10.64
Brix		22.0	9.2	1.2	0.0	0.0	0.0
pH		3.5	2.99	3.02	3.15	3.19	3.19

^{a)} Muscat blank, 100 ppm ascorbic acid

이 약간 증가하였는데 이것은 발효액 중에 효모의 분산을 고르게 하였기 때문인 것으로 보였다.

포도과즙과 비슷한 조성을 갖는 합성배지인 Murphy 배지에서의 결과를 실제 포도과즙의 발효와 비교한 것이 Table 6이다. 포도과즙 발효에서 MCFA의 함량이 약간 감소하였으며 pH의 변화는 적었다. 이것은 포도과즙성분이 갖는 완충작용 때문인 것으로 보였으며 발효경과에 따른 MCFA의 생성양상은 합성배지에서와 유사한 것으로 관찰되었다.

요 약

포도주 발효에 사용되는 효모균주 12종을 Murphy 배지에 배양하여 중간크기의 지방산(MCFA)의 생성을 분석하였고 발효조건에 따라 그 생성량을 관찰하였다. 특히 발효력이 강한 *Saccharomyces cerevisiae*에

속하는 균주들은 발효초기에 decanoic acid를 약 21-26 mg/l 생성하였고 발효 후기에는 약 5-10 mg/l로 감소하였다. 발효조건에서 불 때 MCFA의 생성은 온도가 높을수록 감소하였고 당함량이 클수록 증가하였으며 또한 탄산가스의 존재 하에서도 증가하였다.

문 헌

1. Macdonald, J., P.T.V. Reeve, J. D. Ruddlesden, and T. H. White: Current approaches to brewery fermentations. In *Progress in Industrial Microbiology*, Bushell, M.E. (ed), Elsevier Sciences Publishers, Amsterdam, Vol. 19, p. 47 (1984).
2. Taylor, G. T. and B. H. Kirsop: The origin of the medium chain length fatty acids present in beer. *J. Inst. Brew.*, **83**, 241 (1987).
3. Clapperton, J.F.: Caprylic flavour as a feature of beer flavour *J. Inst. Brew.*, **84**, 90 (1978).
4. Lafon-Lafourcade, S., C. Geneix, and P. Ribereau-Gayon: Inhibition of alcoholic fermentation of grape must by fatty acids produced by yeasts and their elimination by yeast ghosts. *Appl. Environ. Microbiol.*, **47**, 1246 (1984).
5. Ribereau-Gayon, P.: New development in wine microbiology. *Am. J. Enol. Vitic.*, **36**(1), 1 (1985).
6. Beelman, R.B., R.M. Keen, M.J. Banner, and S.W. King: Interactions between wine yeast and malolactic bacteria under wine condition. *Dev. Industr. Microbiol.*, **23**, 107 (1982).
7. King, S.W. and R.B. Beelman: Metabolic interactions between *Saccharomyces cerevisiae* and *Leuconostoc oenos* in a model grape juice/wine system., *Am. J. Enol. Vitic.*, **37**(1), 53 (1986).
8. Edwards, C.G. and R.B. Beelman: Inhibition of the malolactic bacterium, *Leuconostoc oenos* (PSU-1), by decanoic acid and subsequent removal of the inhibition by yeast ghosts. *Am. J. Enol. Vitic.*, **38**(3), 239 (1987).
9. Koch, T.K., Gordon, A.S. and Diamond, I.: Phospholipid methylation in myogenic cells. *Bioch. Bioph. Res. Comm.*, **114**(1), 339 (1983).
10. Lafon-Lafourcade, S.: Wine and Brandy. In *Biotechnology*, G. Reed (ed), Verlag Chemie, Weinheim, Vol 5, p. 81 (1983).
11. Viegas, C. A., Sa-Correia, I. and Novais, J.M.: Synergistic inhibition of the growth of *Saccharomyces bayanus* by ethanol and octanoic or decanoic acids. *Biotech. Lett.*, **7**(8), 611 (1985).
12. Sa-Correia, I.: Synergistic effect of ethanol, octanoic, and decanoic acids on the kinetics and the activation parameters of thermal death in *Saccharomyces bayanus*. *Biotech. Bioeng.*, **XXVIII**, 761 (1986).
13. Banner, M.J.: Relationships between wine yeast and malolactic bacterial growth with regard to changes in the amino acid composition of synthetic "model-wine" medium. M.S. Thesis, The Pennsylvania State University (1973).
14. Krauss, G. and M. Forch: The influence of different fermentation methods on the formation of lower free fatty acids., *Amer. Soc. Brew. Chem. Proc.*, **33**, 37 (1975).
15. Clarke, B.J., Davine, D.F., Hawthorne, D.B., Kavanagh, T.E. and Moulder, P.J.: Factors affecting the formation of medium chain fatty acids during fermentation. *M.B.A.A. Technical Quarterly*, **18**(4), 188 (1981).

(1989년 8월 12일 접수)