

느타리, 표고와 양송이버섯의 유기산 및 지방산 조성

홍재식 · 김영희 · 이극로 · 김명곤 · 조정익* · 박건호* · 최윤희* · 이종배
전북대학교 식품가공학과, *호남작물시험장

Composition of Organic Acid and Fatty Acid in *Pleurotus ostreatus*, *Lentinus edodes* and *Agaricus bisporus*

Jai-Sik Hong, Young-Hoi Kim, Keug-Ro Lee, Myung-Kon Kim,
Chung-Ik Cho*, Keon-Ho Park* Yoon-Hee Choi* and Jong-Bae Lee

Department of Food Science and Trchnology, Chon-buk National University, Chonju
*Honam Crop Experiment Station, Iri

Abstract

Composition of organic acids and fatty acids in three edible mushrooms, *Pleurotus ostreatus*, *Lentinus edodes* and *Agaricus bisporus* were analyzed by gas-liquid chromatography and compositional differences of these components depending on species, sizes and portions (pileus and stipe) were investigated. Lactic, oxalic, fumaric, citric and pyroglutamic acid were identified in each of the three mushrooms and the major organic acids were malic, citric and pyroglutamic acid, respectively. The total organic acid contents were in the range of 2.4-4.0% in *Pleurotus ostreatus*, 1.7-3.6% in *Lentinus edodes* and 1.9-3.1% in *Agaricus bisporus*. Especially oxalic and pyroglutamic acid in *Pleurotus ostreatus*, malic and citric acid in *Lentinus edodes* and fumaric acid in *Agaricus bisporus* were higher in pileus than stipe. The total organic acid contents decreased as the size of pileus developed and especially the decrease of citric acid were marked. On the other hand, the major fatty acids in three mushrooms were linoleic, palmitic and oleic acid. But fatty acid compositions were not significantly different depending on species, sizes and portions.

서 론

버섯은 원래 야생의 것을 채취하여 식용으로 이용하였으나 근래에는 벗짚, 톱밥, 원목을 이용한 인공재배법이 개발되어 농가 소득원으로 각광받고 있을 뿐 아니라 계절에 구애받지 않고 식용으로 이용할 수 있게 되었다.

버섯의 식품학적 가치로서는 독특한 맛과 향기를 지니고 있으면서 각종 영양소가 골고루 함유되어 있다는 점을 들 수 있으며 특히, 근래에는 식생활의 다양화와 함께 자연식품, 저칼로리식품, 무공해식품의 선호추세로 인하여 버섯의 수요가 꾸준히 증대될 뿐 아니라 버섯의 성분과 관련한 연구도 활발히 진행되고 있다⁽¹⁾.

식용버섯의 내용성분에 관한 연구로서는 탄수화

물⁽²⁻⁴⁾, 아미노산^(5,6), 정미성분⁽⁷⁾ 및 무기질^(8,9) 등에 관한 연구 이외에도 水野^(10,11)은 버섯중에 함유되어 있는 항종양활성물질에 관해서 보고한 바 있다. 한편, Yoshida 등^(3,4)은 느타리와 표고버섯의 균사체와 자실체의 발육과정에서 유기산 변화 뿐만 아니라 자실체를 수확후 저장과정에서 유기산의 변화를 체계적으로 조사하였다. 또한 중요한 영양소의 하나이면서 향미와도 밀접한 관련이 있는 지방질 성분의 경우 권등^(12,13)은 국내산 느타리, 표고, 양송이버섯의 지방질 조성에 관해서 조사하였으며 Hashiguchi 등⁽¹⁴⁾은 표고버섯의 지방산 조성 연구에서 일반채소류나 과실류와 같이 지방질 함량이 높지는 않으나 불포화지방산인 linoleic acid의 비율이 높다고 보고하였다.

한편, 국내에서 많이 재배되고 있는 버섯은 주로 느타리, 표고 및 양송이버섯으로 이러한 버섯중에 함유된 유기산 및 지방산의 조성을 분석 비교한 결과는 매우 적은 편이며 특히, 버섯의 크기와 부위별 성분상의 차이점을 비교한 결과는 거의 없는 실정이다.

따라서 본 연구는 버섯의 내용성분에 관한 연구의 일환으로서 국내에서 널리 인공재배되고 있는 느타리, 표고 및 양송이버섯의 유기산 및 지방산 조성을 비교함과 동시에 버섯의 크기 및 부위별 성분상의 차이점을 분석 비교하여 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 느타리 (*Pleurotus ostreatus*) 와 양송이버섯 (*Agaricus bisporus*)은 전주시 효자동 백제농장에서, 표고버섯 (*Lentinus edodes*)은 전북대학교 재배사에서 수확한 것을 갖의 지름을 기준으로 크기별로 나눈다음 갖과 자루부위를 분리하였으며 분리한 갖과 자루는 2cm 크기로 절단, 동결건조후 32 mesh 이하로 분쇄하여 분석시료로 하였다.

일반성분분석

시료의 일반성분 조성으로서 수분, 조단백질 및 회분은 AOAC법⁽¹⁵⁾에 따라 분석하였고 조지방은 Folch법⁽¹⁶⁾에 의하여 추출 및 정제하였다.

유기산의 추출 및 분석

분석용 시료의 조제는 Court 등⁽¹⁷⁾의 방법에 준하였다. 즉, 건조시료 4g에 내부표준물질로서 glutaric acid methyl ester (1mg/ml)을 함유한 methanol 40ml와 12% H₂SO₄-methanol 용액 60ml를 가한다음 20시간 동안 진탕하여 methyl ester 화 한 후 여과하였고 여과액은 25ml를 취하여 CHCl₃ (10ml×4회)으로 추출한 다음 무수황산나트륨으로 탈수 후 GLC 분석시료로 하였다.

기기는 검출기로서 FID가 부착된 Hewlett packard 5880A GC 및 5880A terminal을 사용하였다. Column은 10% silar 10CP WAW (1.8×2mm, glass)를 사용하였고 oven 온도는 90°C에서 6분간 유지후 230°C까지 6°C/min 속도로 승온하였으며 주입구 및 검출기 온도는 250°C로 하였다. Carrier gas는 N₂gas를 30ml/min로 하였으며 각 성분은 표준 유기산 에스테르 (Tokyo

Kasei, Japan)를 사용하여 내부표준법에 의한 표준검량곡선을 작성하여 정량하였다.

지방산의 추출 및 분석

시료중의 지방질은 Folch법⁽¹⁶⁾에 의하여 추출 및 정제 후 Metcalfe법⁽¹⁸⁾으로 14% BF₃-methanol을 사용하여 methyl ester화 시킨 다음 GLC로 분석하였다.

기기는 유기산 분석기와 동일기기를 사용하였고 column은 fused silica capillary SP-2340 (30m×0.25mm)를 사용하였다. Oven 온도는 150°C에서 3분간 유지후 200°C까지 3°C/min 속도로 승온한 다음 200°C에서 20분간 유지하였다. 주입구 및 검출기 온도는 250°C로 하였고 carrier gas는 N₂gas를 2.0ml/min로 하였으며 split ratio는 50:1로 하였다. 각 지방산은 표준 지방산 에스테르 (Nuchek 제, U.S.A)와의 머무름 시간의 비교에 의하여 확인하였으며 함량은 GLC에 의해 분리된 각 peak 면적을 표준 지방산 에스테르의 peak 면적에 대한 상대 면적비로부터 계산하였다.

결과 및 고찰

일반성분

신선한 느타리, 표고 및 양송이버섯의 일반성분을 분석한 결과는 Table 1과 같다.

성분조성은 일반 채소류와 같이 수분함량이 약 90%정도이고 고형분 중 조단백질은 양송이 3.9%, 느타리 3.4%, 표고버섯 2.5%였으며 조지방과 회분은 버섯간에 큰 차이를 보이지 않았다.

Table 1 Chemical composition of fresh mushrooms.

	<i>Pleurotus ostreatus</i>	<i>Lentinus edodes</i>	<i>Agaricus bisporus</i>
Moisture	91.4	88.3	90.1
Crude fat	0.3	0.4	0.3
Crude protein	3.4	2.5	3.9
Ash	0.5	0.6	0.5

유기산

느타리버섯의 유기산 함량을 분석한 결과는 Table 2와 같으며 대표적으로 갖(지름 3~5cm)으로부터 분리한 유기산의 gas chromatogram은 Fig. 1과 같다.

Table 2에서와 같이 느타리버섯에서 7종의 유기산이 확인되었는데 가장 많이 함유된 유기산은 malic acid로

Table 2. Compositions of organic acid in *Pleurotus ostreatus*

Pileus diameter (cm)	Lactic	Oxalic	Fumaric	Succinic	Malic	Citric	Pyro-glutamic	Total	
Pileus	1-3	0.12	0.02	0.26	0.03	1.70	1.01	0.86	4.0
	3-5	0.12	0.10	0.50	0.04	1.46	0.57	0.87	3.7
	5-7	0.15	0.11	0.54	0.04	1.22	0.59	0.89	3.5
	7-9	0.15	0.11	0.54	0.04	1.23	0.80	0.86	3.7
Stipe	1-3	0.05	0.01	0.44	0.04	1.12	0.64	0.25	2.6
	3-5	0.11	0.01	0.48	0.06	1.04	0.55	0.26	2.5
	5-7	0.13	0.01	0.48	0.05	1.17	0.55	0.26	2.6
	7-9	0.16	0.01	0.49	0.05	1.01	0.46	0.22	2.4

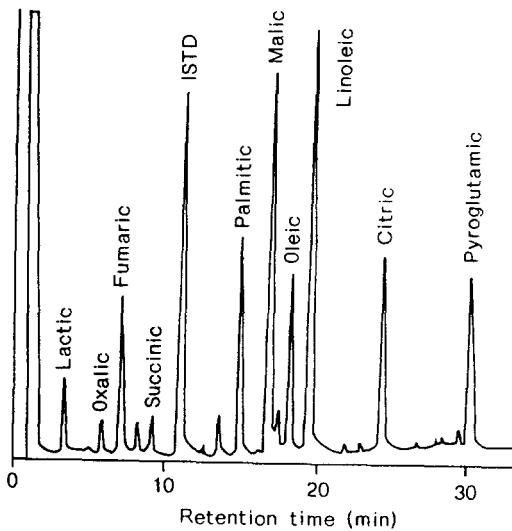


Fig. 1. Gas chromatogram of organic acid in *pleurotus ostreatus* (pileus, 3-5cm)

갓부위에서는 1220.7~1700.4mg/100g, 자루부위에서는 1005.4~1171.5mg/100g 이었고 그 다음으로 citric, pyroglutamic, fumaric acid 순으로 많았으며 이외에 lactic, oxalic, succinic acid 등이 확인되었다. 이러한 유기산 이외에도 버섯중에서는 formic, acetic, α -ketoglutaric acid 등도 확인되어 있으나 이러한 유기산은 다른 유기산에 비해 소량으로 존재하는 것으로 보고 되어 있다.^(3,19)

이러한 결과는 느타리버섯의 경우 pyroglutamic acid 의 함량이 가장 높다고 보고한 Kazuno 등⁽¹⁹⁾의 결과와는

차이가 있으나 malic acid 의 함량이 가장 높다고 보고한 Yoshida 등^(4,20)의 결과와는 일치되는 경향이다.

갓과 자루부위의 유기산을 비교해 볼 때 oxalic acid 와 pyroglutamic acid 는 자루보다 갓부위에 많이 함유되어 있었으나 다른 유기산의 경우는 부위간에 뚜렷한 경향을 보이지 않았으며 전체 유기산 함량에 있어서는 갓부위 3547.0~4000.3mg/100g, 자루부위 2384.5~2621.8 mg/100g 으로서 갓이 자루부위보다 많았다.

버섯의 크기별로 볼 때 갓의 지름이 3cm 이상이 될 때 갓부위에서의 oxalic, fumaric acid, 자루부위에서의 lactic acid 는 급격히 증가한 반면 malic, citric acid 는 갓의 지름이 3cm 이상이 될 경우 갓 및 자루부위에서 모두 감소현상을 보였으며 기타 유기산은 크기별로 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. Yoshida 등⁽²⁰⁾은 느타리버섯의 자실체 발육과정중 유기산 함량 변화에 관한 실험에서 갓의 지름이 2.6cm 이하인 경우는 발육단계별로 유기산 함량에 큰 차이가 없으나 2.6cm 이상이 되면 자실체의 과속리로서 저분자 탄수화물과 glycogen 등의 다당류가 급격히 감소하는 반면 유기산은 급격히 증가한다고 보고한 바 있다.

표고버섯의 유기산 분석결과는 Table 3과 같다. 유기산 조성을 보면 느타리버섯에서와 같이 malic acid 가 갓 부위 1426.8~1587.3mg/100g, 자루부위 644.9~1109.9mg/100g 으로 가장 많이 함유되어 있었고 그 다음으로 citric, fumaric, pyroglutamic acid 순 이었다. 느타리버섯의 유기산 조성과의 차이가 있는 것은 느타리버섯에서는 lactic acid 가 갓부위 120.1~149.6 mg/100g, 자루부위 51.1~157.0mg/100g 인 반면 표고버섯에서는 갓부위 32.5~68.2mg/100g, 자루부위 21.9~48.2mg/100g 으로서 느타리버섯에 비해 2배 이상 적게 함유되어 있었고 pyroglutamic acid 는 자루부

Table 3. Compositions of organic acid in *Lentinus edodes*

Pileus diameter (cm)		Lactic	Oxalic	Fumaric	Succinic	Malic	Citric	Pyroglutamic	Total (%)
Pileus	1-3	0.05	0.06	0.32	0.03	1.45	1.50	0.27	3.7
	3-5	0.06	0.04	0.41	0.03	1.46	1.28	0.23	3.5
	5-7	0.07	0.03	0.46	0.03	1.43	0.81	0.27	3.1
	7-9	0.05	0.03	0.57	0.02	1.52	0.89	0.28	3.4
	9-11	0.03	0.03	0.67	0.02	1.59	0.72	0.26	3.3
Stipe	1-3	0.05	0.05	0.50	0.02	1.11	0.72	0.21	2.7
	3-5	0.04	0.05	0.44	0.03	0.93	0.55	0.24	2.3
	5-7	0.03	0.04	0.38	0.02	0.85	0.45	0.26	2.0
	7-9	0.03	0.03	0.41	0.02	0.76	0.35	0.23	1.8
	9-11	0.02	0.02	0.47	0.02	0.65	0.34	0.22	1.7

위에서 두 버섯간에 차이가 없으나 갓부위에서는 느타리 버섯에 비해 3배가량 적게 함유되어 있었으며 전체 유기산의 함량도 역시 적었다. 그러나 느타리버섯이 자루부위에서는 oxalic acid가 8.1~9.2mg/100g이었으나 표고버섯의 자루부위에서는 15.4~52.5mg/100g으로서 뚜렷이 많았다. 표고버섯의 갓과 자루부위의 유기산을 비교해보면 느타리버섯에서와 마찬가지로 malic acid와 citric acid는 자루보다 갓부위에 많이 함유되어 있었고 느타리버섯에서 자루보다 갓부위에 월등하게 많았던 oxalic acid와 pyroglutamic acid가 표고버섯에서는 부위간에 거의 차이를 보이지 않았다.

버섯의 크기별로 볼 때는 oxalic acid와 citric acid 그리고 자루부위에서의 malic acid는 크기가 커질수록 감소하는 반면 갓부위에서의 fumaric acid와 malic acid의 함량은 증가하는 경향이였다.

양송이버섯의 유기산 분석결과는 Table 4와 같다.

느타리, 표고버섯에서와 마찬가지로 가장 많이 함유된 유기산은 malic acid 이었고 그 다음으로 fumaric, pyroglutamic acid의 순 이었다. succinic acid의 경우, 느타리나 표고버섯에 비해 특징적으로 많이 함유되어 있었으나 lactic acid와 oxalic acid는 적게 함유되어 있었으며 특히, 갓의 지름이 4cm 이하에서는 미량이

검출되었을 뿐 이었다. 전체 유기산의 함량을 비교해 보면 갓과 자루부위간에는 차이가 없으나 크기별로 볼 때 느타리나 표고버섯에서와 마찬가지로 크기가 커질수록 유기산 함량은 적은 경향이였다.

지방산

느타리버섯의 지방산 조성을 분석한 결과는 Table 5와 같다. 확인된 7종의 지방산중 가장 많이 함유된 지방산은 linoleic acid로서 부위별로 67.6~75.1%를 차지하였고 palmitic acid가 10.0~11.1%, oleic acid 9.3~12.8%를 차지하였다. 이 결과는 권등⁽¹²⁾이 느타리버섯의 지방산 중 linoleic acid가 54.6%를 차지한다고 보고하였고, Kazuno 등⁽¹⁹⁾은 크기에 따라 약간씩 차이는 있으나 linoleic acid가 33.2~68.3%를 차지한다고 보고한 것 보다는 본 실험에서 linoleic acid의 함량이 높은 경향이 나 느타리버섯의 지방산 중 linoleic acid의 함량이 71.0%이었다고 보고한 Koyama 등⁽²¹⁾의 결과와는 유사한 경향을 보였다. 그러나 버섯의 크기 및 부위별 지방산 조성에 있어서는 거의 차이를 보이지 않았다.

표고버섯의 지방산 조성을 분석한 결과는 Table 6과 같다. 느타리버섯에서와 마찬가지로 linoleic acid가 주된 지방산 이었고 그 다음으로 palmitic acid가 많이 함

Table 4. Compositions of organic acid in *Agaricus bisporus*

Pileus diameter (cm)	Lactic	Oxalic	Fumaric	Succinic	Malic	Citric	Pyro glutamic	Total
Pileus	2-4	T	T	0.62	0.12	1.59	0.47	3.0
	5-7	0.01	0.03	0.55	0.22	1.31	0.45	2.8
Stipe	2-4	T	T	0.15	0.17	2.17	0.40	3.1
	5-7	0.01	0.01	0.45	0.17	1.05	0.17	2.1

T: trace

Table 5. Compositions of free acid in *Pleurotus ostreatus*

Pileus diameter (cm)	Miristic	Pentadecanoic	Palmitic	Heptadecanoic	Stearic	Oleic	Linoleic
Pileus							
1-3	0.26	2.38	10.01	0.48	2.49	9.32	75.06
3-5	0.23	2.56	10.40	0.38	2.24	9.93	74.60
5-7	0.24	2.60	10.61	0.35	2.27	10.48	73.48
7-9	0.26	2.49	10.84	0.57	2.59	11.42	71.94
Stipe							
1-3	0.29	2.20	10.97	0.51	2.50	9.90	73.63
3-5	0.26	2.07	10.69	0.51	2.55	9.57	74.35
5-7	0.21	2.15	11.11	0.79	3.44	9.92	72.48
7-9	0.25	2.48	10.99	0.95	4.02	12.77	67.61

Table 6. Compositions of free acid in *Lentinus edodes*

Pileus diameter (cm)	Myristic	Pentadecanoic	Palmitic	Heptadecanoic	Stearic	Oleic	Linoleic
Pileus							
1-3	0.21	1.33	14.56	0.86	1.67	3.99	77.38
3-5	0.12	1.36	14.77	0.37	1.26	3.26	78.86
5-7	0.31	1.47	14.92	0.37	1.30	3.36	78.27
7-9	0.08	1.51	15.40	0.37	1.42	3.51	77.11
9-11	0.19	1.92	15.72	0.34	1.49	3.47	76.87
Stipe							
1-3	0.35	2.40	15.12	0.83	3.39	4.96	73.58
3-5	0.28	2.09	15.13	0.72	2.28	4.95	74.55
5-7	0.25	2.35	16.03	0.58	2.16	4.99	73.64
7-9	0.29	2.12	16.11	0.42	2.17	4.73	74.16
9-11	0.23	2.28	16.11	0.47	2.23	4.38	74.30

유되어 있었다. 특히 느타리버섯에서는 palmitic acid가 갓과 자루부위에서 10.0~11.1%이었고 oleic acid가 9.3~12.8%이었으나 표고버섯에서는 palmitic acid가 14.6~16.1%로서 느타리버섯에 비해 많은 반면 oleic acid는 3.3~5.0%로서 2배이상 적게 함유되어 있었다.

버섯의 크기별로는 지방산 조성에 뚜렷한 차이가 없었고 부위별로 비교할 때는 pentadecanoic, stearic 및

oleic acid가 갓보다 자루부위에 많은 경향이며 반면에 가장 많이 함유된 linoleic acid는 자루보다 갓부위에 많았다.

양송이버섯의 지방산 조성을 분석한 결과는 Table 7과 같다. 느타리, 표고버섯에서와 마찬가지로 linoleic acid의 함량이 가장 높았고 그 다음 palmitic acid가 많았다. 한편 느타리와 표고버섯에서는 stearic acid보다 oleic acid의 함량이 많았으나 양송이버섯은 oleic

Table 7. Compositions of free fatty acid in *Agaricus bisporus*

Pileus diameter (cm)	Myristic	Pentadecanoic	palmitic	Heptadecanoic	Stearic	Oleic	Linoleic
Pileus							
2-4	0.38	0.89	10.94	1.08	5.54	1.78	79.39
5-7	0.37	1.31	11.58	2.31	8.12	5.66	70.65
Stipe							
2-4	0.46	0.81	13.35	0.22	3.18	2.90	79.08
5-7	0.35	1.76	10.38	0.67	6.29	1.79	78.76

acid보다 stearic acid의 함량이 많았으며 이는 양송이버섯에서 oleic acid보다 stearic acid의 함량이 많다고 보고한 Koyama 등⁽²¹⁾의 결과와 잘 일치하였다.

버섯의 크기별로는 크기가 클수록 linoleic acid의 함량은 적은 반면 pentadecanoic, heptadecanoic 및 stearic acid의 함량이 증가하는 경향을 보였으며 부위별로는 갓과 자루부위간에 지방산 조성에 있어 뚜렷한 경향을 보이지 않았다.

요 약

국내에서 인공재배되고 있는 느타리버섯 (*Pleurotus ostreatus*), 표고버섯 (*Lentinus edodes*), 양송이버섯 (*Agaricus bisporus*)의 유기산 및 지방산 조성을 GLC법에 의하여 분석하고 버섯의 종류, 크기, 부위에 따른 성분조성의 차이를 비교 검토하였다.

유기산은 3종의 버섯에서 lactic, oxalic, fumaric, succinic, malic, citric 및 pyroglutamic acid 등이 확인되었고 malic, citric, pyroglutamic acid 등이 많이 함유되어 있었다.

총 유기산 함량은 느타리버섯 2.4~4.0%, 표고버섯 1.7~3.6%, 양송이버섯 1.9~3.1%이었다. 부위별로는 갓부위가 자루부위보다 많았는데 느타리버섯에서는 oxalic과 pyroglutamic acid, 표고버섯은 malic과 citric acid, 양송이버섯은 fumaric acid가 특히 많았으며 크기별로는 크기가 클수록 총 유기산 함량은 감소하는 경향이었고 특히 citric acid의 감소가 현저하였다.

지방산은 linoleic, palmitic 및 oleic acid가 주요 지방산이었으며 부위 및 크기별로 비교했을 때는 지방산 조성에 뚜렷한 차이가 없었다.

문 헌

- Kazuno, C. and Miura, E.: *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **31**, 208(1984)
- Yoshida, H., Sugahara, T. and Hayashi, J.: *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **31**, 765(1984)
- Yoshida, H., Sugahara, T. and Hayashi, J.: *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **33**, 414(1986)
- Yoshida, H., Sugahara, T. and Hayashi, J.: *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **33**, 519(1986)
- 阿部宏喜, 後藤砂智子, 青山昌照: *栄養と食糧*, **33**, 169(1980)
- Sato, E., Aoyagi, Y. and Sugahara, J.: *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **32**, 509(1985)
- Yoshida, H., Sugahara, T. and Hayashi, J.: *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **30**, 375(1983)
- Seeger, R.: *Z. Lebensm. Unters.-Forsch.*, **166**, 23(1978)
- Seeger, R. and Manfred, B.: *Z. Lebensm. Unters.-Forsch.*, **168**, 264(1979)
- 水野卓: *化学と生物*, **21**, 473(1983)
- Mizuno, T., Kato, N., Totsuka, A., Takenaka, K., Shinkai, K. and Shimizu, M.: *Nippon Nogeikagaku Kaishi*, **58**, 871(1984)
- 권용주, 엄태봉: *한국 영양식량학회지*, **31**, 175(1984)
- 권용주: *전남대학교 대학원 박사학위 논문*(1985)
- Hashiguchi, M., Itoh, S. and Tsuyuki, H.: *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **31**, 463(1984)
- A.O.A.C.: *Official Methods of Analysis*, 13th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., (1980)
- Folch, J., Lees, M. and Sloane-Stanley, G. A.: *J. Biol. Chem.*, **226**, 497(1957)
- Court, W.A. and Hendel, J.G.: *J. Chromatogr. Sci.*, **16**, 314(1978)
- Metcalfe, L.D., Schmitz, A.A. and Pelka, J.R.: *Anal. Chem.*, **39**, 514(1966)
- Kazuno, C. and Miura, H.: *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **32**, 338(1985)
- Yoshida, H., Sugahara, T. and Hayashi, J.: *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **34**, 288(1987)
- Koyama, N., Aoyagi, Y. and Sugahara, T.: *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **31**, 732(1984)

(1987년 10월 16일 접수)