

방사무늬김 건제품의 합질소 엑스성분 조성

박춘규 · 박철훈 · 박정임*
 여수대학교 식품공학과, *일본 도쿄대학 대학원 농학생명과학연구과

Extractive Nitrogenous Constituents of Dried Laver, *Porphyra yezoensis*

Choon-Kyu PARK, Cheul-Hoon PARK and Jung-Nim PARK*

Department of Food Science and Technology, Yosu National University, Yosu 550-749, Korea
 *Graduate School of Agricultural Life Science, The University of Tokyo, Tokyo 113-8657, Japan

In order to investigate the composition of dried laver, *Porphyra yezoensis* cultured at the south coast of Korea, the dried laver was analyzed separately for extractive nitrogen, free and combined amino acids, ATP and related compounds and quaternary ammonium basis using specimens collected monthly from January to April 1998. The extractive nitrogen contents of dried laver extracts were 976~1,196 mg/100 g (on dry basis). Twenty-eight to thirty-one kinds of free amino acids were found in the dried laver extracts and their total amounts were 5,648~6,845 mg/100 g (on dry basis). The extracts were rich in free amino acids such as alanine, glutamic acid, taurine, phosphoserine and aspartic acid. Eighteen to twenty-two kinds of combined amino acids from oligopeptides were found in the extracts and their total amounts were 1,194~1,406 mg/100 g (on dry basis). The amounts of ATP and related compounds were 111.6~195.5 mg/100 g (3.30~6.00 μmol/g on dry basis). Homarine was detected in all samples but glycinebetaine, β-alaninebetaine and γ-butyrobetaine disappeared during processing. TMAO was detected in all samples but low TMA was found in some. During processing of dried laver, *P. yezoensis*, free amino acids, ATP and its related compounds were increased but the other constituents such as combined amino acids, TMAO and TMA and betaines were decreased in all specimens.

Key words: Dried laver, *Porphyra yezoensis*, Free amino acids, Combined amino acids, ATP and related compounds, TMAO, Betaines

서 론

우리 나라에서의 김 (海苔) 양식은 1600년대에 시작되었다 (Mumford and Miura, 1988). 김 양식은 우리 나라뿐만 아니라 동남아시아 지역에 속해 있는 다른 나라 연안에서도 활발히 양식되고 있으며, 우리 나라와 일본에서 양식되고 있는 김의 대부분은 방사무늬김 *Porphyra yezoensis*이다 (Yoshie et al., 1993a). 우리 나라에서 김 생산량은 천해양식 총 생산량의 약 26%, 그리고 해조류 총 생산량의 약 30%에 달하는 풍부한 식량자원이며 (Ministry of Marine Affairs and Fisheries, 2000), 생산지 부근에서는 생김을 김국 등으로 조리하여 소비하기도 하지만 대부분은 마른 김으로 가공된 건제품 형태로 소비되고 있으며, 오늘날 마른김의 가공공정은 거의 기계적인 방법으로 생산되고 있다. 우리 나라에서는 1990년부터 1999년까지 지난 10년간 생김을 매년 약 20만 톤씩 생산하였고, 마른김으로는 매년 약 7천만 속을 생산하였다 (Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, 1992~1996; Ministry of Marine Affairs and Fisheries, 1997~2000).

해조류의 엑스성분은 아미노산, oligopeptide, amine, betaine, aminosulfonic acid, 핵산관련 화합물 등의 저분자 질소화합물이 주체를 이룬다 (Ito, 1983). 김의 맛과 밀접한 관계가 있는 합질소

엑스성분에 관한 연구는 유리아미노산 (Noda et al., 1975; Saito et al., 1975; Tamano et al., 1992; Yoshie et al., 1993a, 1993b, 1994; Araki et al., 1997; Isihara et al., 1998; Sakai and Kasai, 2000), ATP관련화합물 (Fujita and Hashimoto, 1960; Fujii, 1967; Ooyama et al., 1968; Nakamura et al., 1968; Noda et al., 1981; Tashiro et al., 1983, 1991; Araki et al., 1996) 등이 있다. 그러나 이와 같은 연구는 대부분 일본산 김을 시료로 한 것이며, 유리아미노산 및 핵산관련화합물 이외의 합질소 엑스성분 조성에 대하여는 아직도 밝혀지지 않은 성분이 많이 있을 것으로 생각된다.

방사무늬김은 alanine, glutamic acid, taurine 등 유리아미노산 함량이 풍부한 것으로 알려져 있으나, 아미노산함량은 같은 해조류라 할지라도 계절, 생육장소, 해황 등에 따라 변동이 심한 것으로 알려져 있다 (Noda, 1993). 그러나 우리 나라에서 생산되고 있는 마른김 건제품에 관한 합질소엑스성분 조성 및 계절변동에 대하여는 구체적으로 연구된 바 없다. 따라서 본 연구에서는 한국산 김류의 합질소엑스성분 조성에 관한 일련의 연구로서 전보에서는 방사무늬김 및 잇바디들김의 생엽 (生葉)에 대한 합질소엑스성분 조성 및 월별변동에 대하여 보고하였다 (Park et al., 2001a, 2001b). 이어서 본 보고에서는 우리 나라 남해안에서 양식 주종을 이루고 있는 방사무늬김의 건제품에 대한 맛 성분조성을 밝히기 위하여 중요한 합질소 엑스성분인 유리아미노산, 결합아미노산, ATP관련화합물, betaine류, 4급암모늄염기 등을 월별로 분석하여 전보 (Park et al., 2001a)의 방사무늬김 생엽에 대한 분석치와 비교하였다.

*Corresponding author: ckpark@yosu.ac.kr
 Phone: 82-61-659-3217, Fax: 82-61-653-2353

재료 및 방법

1. 재료

실험에 사용한 방사무늬김 (*P. yezoensis*)은 전남 장흥군 관산읍 삼산리 지선에서 양식된 것으로서 1998년 1월부터 4월까지 월별로 각 1회씩 채취한 다음 방사무늬김 만을 선별하고, 현지의 김 건제품 가공공장에 의뢰하여 상업적인 가공방법에 따라 40°C에서 100분간 열풍건조 하였다. 건조한 마른김은 vinyl pack에 포장한 다음 -20°C 동결고에 보존하면서 실험시료로 사용하였다.

2. 엑스분조제

마른김을 미세하게 세절한 다음 Stein and Moore (1954)의 방법에 따라 1% picric acid로 추출한 엑스분을 조제하였다. 즉 균질기 (Bio-mixer, Nessei, Model BM-2, Nihonseiki Co. Ltd., Japan)로 마쇄한 시료에 1% picric acid를 가하여 추출한 다음 원심분리 (Hitachi 20PR type, Hitachi Koki Co. Ltd., Japan)하고, 잔사도 같은 조작을 2회 반복하여 모은 상정액을 Dowex 2×8 (Cl⁻ form, 200~400 mesh) column을 통과시켜 picric acid를 제거하였다. Column은 다시 0.02 N hydrochloric acid로 세정한 후 모은 상정액과 합하여 농축·정용한 것을 엑스분질소, 유리아미노산, 결합아미노산, betaine류, trimethylamine oxide (TMAO), trimethylamine (TMA) 분석용 시료로 사용하였다. ATP관련화합물 분석용 엑스분의 조제는 Nakajima et al. (1961)의 방법에 따라 시료에 5% perchloric acid를 가하여 균질기로 균질화 한 후 원심분리 (10,000 rpm, 10 min.)하고 잔사도 다시 같은 조작을 2회 반복하여 얻은 상정액을 5 N potassium hydroxide로 pH 7로 조정 후 분석시료로 사용하였으며, 이상의 조작은 얼음을 채운 ice box내의 저온상태에서 실시하였다.

3. 분석방법

일반성분: 수분은 상압가열건조법 (AOAC, 1990), 단백질은 semi-micro-Kjeldahl법 (AOAC, 1990), 지방은 Soxhlet추출법 (AOAC, 1990), 회분은 건식회화법 (AOAC, 1990)으로 분석하였다.

엑스분질소: micro-Kjeldahl법 (Japanese Society of Food Science and Technology, 1984)으로 측정하였다.

유리아미노산: 아미노산자동분석기를 이용하는 생체액 분석법

(Pharmacia LKB Biochrom Ltd., England, 1989)에 따라 분석하였다. 추출된 엑스분 시료는 농도에 따라 희석하여 50 μL를 분석하였으며, 표준아미노산으로는 Pierce Chem. Co. (Illinois, USA) 조제의 생체용 아미노산표준시약 type physiological A/N 및 type physiological B를 사용하였다.

결합아미노산: Oligopeptide류에서 유래하는 결합아미노산 분석은 추출된 엑스분 시료에 hydrochloric acid를 가하여 농도가 6 N로 되게 한 다음 ampoule에 넣고 밀봉하여 110°C에서 16시간동안 가수분해하고 유리아미노산과 같은 방법으로 분석하였으며, 가수분해 전후의 분석치로 계산하였다.

ATP관련화합물: 고성능액체크로마토그래피 (HPLC)를 이용하여 분석하였다. HPLC는 미국 Waters model 510 HPLC pump, Waters 484 tunable absorbance detector, Waters TCM column oven 및 Waters 745B data module을 사용하였으며, buffer로는 2% triethylamine-phosphoric acid (pH 7.0)를 사용하였고 (Kitada et al., 1983), 유속은 0.8 mL/min., 검출파장 254 nm, column 온도 40°C, 그리고 column은 μBondapak C₁₈ (3.9×300 mm, USA)을 사용하였다.

Betaine류: HPLC를 사용하는 Park et al. (1990)의 방법으로 분석하였다.

TMAO와 TMA: TMA는 Bullard and Collins (1980) 방법, 그리고 TMAO는 titanose chloride를 가하여 TMA로 환원 후 정량하는 Bystedt et al. (1959) 방법으로 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 일반성분 조성

방사무늬김 건제품의 일반성분 분석결과는 Table 1과 같다. 1월부터 4월까지 건제품 4검체의 수분함량은 8.9~10.3% 범위로서 평균 9.5% 이었다. 단백질함량은 31.1~40.1% 범위로서 평균 35.8% 이었다. 지질과 회분함량은 0.1~0.5%와 8.8~13.3% 범위로서 평균치는 0.4%와 11.3% 이었다. 그리고 탄수화물함량은 38.4~48.7% 범위로서 평균 43.1% 이었다. 건물기준으로 나타내면 단백질과 지질 함량은 34.7~44.4%와 0.1~0.6%로서 평균치는 39.5%와 0.4% 이었다. 회분과 탄수화물함량은 9.7~14.8%와 42.5~53.5%로서 평균 12.4%와 47.7% 이었다.

Table 1. Proximate composition of dried laver *P. yezoensis*

(%)

Sampling date	Moisture		Protein		Lipid		Ash		Carbohydrate ¹⁾	
	a	a ²⁾	b ³⁾	a	b	a	b	a	b	
Jan. 5, '98	9.7	40.1	44.4	0.4	0.5	11.4	12.6	38.4	42.5	
Feb. 16, '98	10.3	31.1	34.7	0.5	0.6	13.3	14.8	44.8	49.9	
Mar. 12, '98	9.0	38.8	42.6	0.1	0.1	11.5	12.6	40.6	44.7	
Apr. 14, '98	8.9	33.2	36.4	0.4	0.4	8.8	9.7	48.7	53.5	
Mean ± S.D. ⁴⁾	9.5 ± 0.7	35.8 ± 4.3	39.5 ± 4.7	0.4 ± 0.2	0.4 ± 0.2	11.3 ± 1.9	12.4 ± 2.1	43.1 ± 4.6	47.7 ± 5.0	

¹⁾ Carbohydrate: 100 - (Moisture + Protein + Ash + Fat).

²⁾ On wet basis.

³⁾ On dry basis

⁴⁾ Mean ± standard deviation (n=4).

마른김의 일반성분조성은 탄수화물이 가장 높고, 그 다음은 단백질과 회분의 순이었으며, 지질이 가장 낮았다. 그러나 각 성분들은 채취시기에 따라 함량에 차이가 있는 것으로 나타났다. 전보 (Park et al., 2001a)에서 방사무늬김 生葉의 일반성분 조성과의 비교하면, 마른김으로 가공함으로써 단백질, 회분, 지질 함량은 9.4%, 44.4%, 44.6% 감소되었으나 오히려 탄수화물은 42.6%의 증가를 나타내었다. 단백질과 탄수화물 함량간에는 역상관계로서 단백질함량이 높은 시기에 탄수화물함량은 낮은 경향을 보였다. 이와 같은 결과는 전보 (Park et al., 2001a, 2001b)에서 방사무늬김과 잇바디돌김 生葉의 일반성분조성에서도 같은 결과를 얻었다. 김의 일반성분함량은 채취시기와 채취장소에 따라 차이가 크며, 고급품일수록 단백질함량이 많고 탄수화물함량은 적다고 보고한 바 있으며 (Noda, 1971), Cho et al. (1995)은 홍조류의 단백질과 당질 함량간에는 서로 상반되는 관계를 보인다고 보고하였다.

본 연구에서 방사무늬김 건제품은 채취시기에 늦어짐에 따라 단백질함량은 감소되고 탄수화물 함량은 증가되는 경향을 보였는데, 이와 같은 원인은 양식말기에 가까워짐에 따라 품질이 떨어지기 때문인 것으로 생각된다. Noda et al. (1971)은 일본산 방사무늬김 건제품의 일반성분조성을 월별로 비교한 결과 생산초기인 12월에 품질이 가장 좋았으나, 그 이후 1월과 2월에는 차차 저하되었다고 하며, 품질이 좋은 김은 전질소와 단백질질소 함량이 높고, 품질저하와 함께 질소량은 감소하는 반면 탄수화물함량은 증가되었다고 하여 본 연구에서와 같은 경향이였다.

Yoshie et al. (1993a)은 한국산 방사무늬김의 지질함량을 지역에 따라 1.74~3.21% (평균 2.44%, n=5)로 그리고 일본 식품성분표 (Resources Council, Science and Technology Agency, 1982)에서는 2.1%로 보고한 바 있어 본 연구 결과보다는 높은 결과였다.

2. 엑스분 질소

방사무늬김 건제품의 월별 엑스분질소량은 Table 2와 같다. 마른김 100 g당 889~1,073 mg (평균 993 mg) 범위였다. 건물기준으로 나타내면 Table 3에서와 같이 건물 100 g당 976~1,196 mg (평균 1,097 mg)이었다. 각 월별로는 1월에 건물 100 g당 1,083 mg이었으나 2월에는 1,196 mg으로서 가장 높았으며 그 이후 3월과 4월에는 1,132 mg과 976 mg으로 약간 낮아지고 있어 월별변동 현상을 나타내었으며, 양식말기에 가까워질수록 품질이 떨어지는 것으로 생각된다. 전보 (Park et al., 2001a)에서 방사무늬김 生葉의 엑스분질소 함량은 건물 100 g당 677~1,175 mg (평균 989 mg)으로서 본 연구에서의 건제품에서와 큰 차이가 없었으며, 월별변동도 유사한 경향을 나타내었다.

3. 유리아미노산

방사무늬김 건제품의 월별 유리아미노산함량은 Table 2와 같다. 마른김에서는 28~31종의 다양한 유리아미노산이 검출되었으며, 유리아미노산 총량은 마른김 100 g당 5,147~6,139 mg (평균 5,594 mg)이었다. 방사무늬김 건제품의 유리아미노산 함량을 건물기준으로 나타내면 Table 3과 같다. 건물 100 g당 유리아미노산 총량은 5,648~6,845 mg (평균 6,181 mg)이었다. 1월시료에서는 6,088 mg

이었으나 2월에는 6,845 mg으로 가장 높았으며 3월과 4월에는 6,144 mg과 5,648 mg으로서 낮아지고 있어 엑스분질소함량의 월별 변동과 유사한 경향을 나타내었다. 그리고 함량이 많았던 alanine, taurine 등 대부분의 개별 유리아미노산에 있어서도 채취시기에 늦어짐에 따라 감소되었다. Sakai and Kasai (2000)는 일본 北海道산 방사무늬김의 유리아미노산조성을 월별로 분석한 결과, 채취시기가 늦어짐에 따라 taurine 함량은 낮아지는 경향이있다고 보고한 바 있다.

방사무늬김 건제품에서 함량이 많은 유리아미노산으로서는 건물 100 g당 alanine 1,281~1,869 mg (평균 1,666 mg), glutamic acid 1,165~2,117 mg (평균 1,612 mg), taurine 1,290~1,487 mg (평균 1,413 mg), phosphoserine 183~212 mg (평균 204 mg), aspartic acid 167~214 mg (평균 188 mg), proline 163~192 mg (평균 180 mg), glutamine 104~296 mg (평균 177 mg), arginine 99~113 mg (평균 106 mg), asparagine 61~103 mg (평균 82 mg), histidine 70~92 mg (평균 82 mg)의 순이었으며, 이들 10종이 월별로 유리아미노산 총량의 91.8%~93.0% (평균 92.3%)를 차지하였다.

방사무늬김 生葉 (Park et al., 2001a)을 건제품으로 가공하는 공정 중 유리아미노산총량은 전반적으로 증가되어 1.3~2.8배 (평균 1.8배)에 달하였다. 이에 따라 대부분의 개별 유리아미노산도 증가되었으며 증가량이 많은 것으로서는 proline 3.2배, glutamic acid 2.8배, arginine 2.4배, phosphoserine 2.1배, α -amino adipic acid 2.1배, serine 1.8배, β -alanine 1.6배, taurine 1.5배, alanine 1.4배, aspartic acid 1.2배, asparagine 1.2배 등의 순이었다. 그리고 건제품으로 가공전후에 거의 변화가 없는 유리아미노산으로는 histidine, glycine, tyrosine, ethanolamine 등이었으며, 가공공정 중 감소되는 유리아미노산으로는 ornithine이 47%, glutamine 15%, isoleucine 10%, lysine 8%, threonine 8%, leucine 7% 등이었다. 그러나 Yoshie et al. (1994)은 일본산 방사무늬김의 건제품 가공 중 유리아미노산 조성 변화를 검토한 결과 건물 100 g당 생엽에서 3,080 mg, 그리고 건제품에서는 3,130 mg으로서 큰 차이가 없었다고 보고한 바 있다.

김류의 유리아미노산총량을 건물 100 g중의 mg수로 비교하여 보면 Lee et al. (1987)은 한국산 마른김에서 925 mg (n=1), Yoshie et al. (1993b)은 방사무늬김에서 6,886~9,262 mg (평균 8,214 mg, n=5)을 보고하고 있어 본 연구에서의 5,648~6,845 mg (평균 6,181 mg, n=4)에 비해 함량에 대한 차이가 많았다. 일본산 마른김에서 유리아미노산총량은 Noda et al. (1975)이 3,934~5,331 mg (평균 4,492 mg, n=7), Yoshie et al. (1993b)이 방사무늬김에서 1,153~5,614 mg (평균 3,125 mg, n=48), Araki et al. (1997)이 방사무늬김에서 3,423~3,459 mg (평균 3,446 mg, n=3), Sakai and Kasai (2000)가 방사무늬김에서 4,620~5,830 mg (평균 5,343 mg, n=6)으로 보고한 바 있다. 그러므로 본 연구에서의 방사무늬김의 유리아미노산 총량은 이상에서 열거한 분석치 보다 가장 높은 수준으로 나타났다.

방사무늬김 건제품의 유리아미노산조성이 맛에 미치는 영향을 검토하기 위하여 감칠맛계 (aspartic acid, glutamic acid)와 단맛계 (threonine, serine, glutamine, proline, glycine, alanine, lysine),

Table 2. Nitrogenous constituents in the dried laver (*P. yezoensis*) extracts on wet basis (mg/100 g)

Extractive nitrogen	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.
	978	1,073	1,030	889
Free and combined amino acids				
Phosphoserine	188	189	193	167
Taurine	1,300	1,334	1,305	1,175
Hypotaurine	28	13	9	14
Phosphoethanolamine	— (28) ¹⁾	— ²⁾	—	— (16)
Aspartic acid	160	150	177	195
Threonine	38 (130)	42 (296)	45 (301)	34 (238)
Serine	30 (56)	41 (61)	34 (64)	40 (56)
Asparagine	88	58	94	56
Glutamic acid	1,052	1,899 (6)	1,349 (31)	1,535 (50)
Glutamine	267	93	158	123
α -Aminoadipic acid	25	38	35	30
Proline	156 (245)	146 (178)	173 (158)	175 (128)
Glycine	21 (312)	23 (319)	17 (331)	27 (240)
Alanine	1,688	1,659	1,513	1,167
Citrulline	—	—	—	9
α -Amino- <i>n</i> -butyric acid	2 (1)	3 (1)	3	— (1)
Valine	32 (39)	35 (38)	41 (48)	36 (56)
Cystine	30 (47)	13 (129)	40 (65)	45 (57)
Methionine	6 (2)	2 (16)	6 (5)	5 (8)
Cystathionine	32	11	23	— (6)
Isoleucine	14 (22)	16 (16)	20 (23)	13 (26)
Leucine	21 (30)	23 (24)	34 (32)	21 (37)
Tyrosine	18 (27)	22 (16)	30 (24)	21 (38)
β -Alanine	24	17 (2)	15 (2)	19 (9)
Phenylalanine	23 (65)	27 (48)	29 (69)	23 (80)
β -Aminoisobutyric acid	—	5	—	—
γ -Amino- <i>n</i> -butyric acid	25	23	26 (2)	17 (1)
Ethanolamine	12 (3)	16 (4)	12 (6)	14 (4)
Hydroxylysine	—	19	—	—
Ornithine	6 (25)	8 (27)	8 (21)	10 (15)
Lysine	36 (17)	35 (17)	34 (27)	22 (37)
π -Methylhistidine	—	—	—	—
Histidine	83 (1)	78 (6)	71 (14)	64 (15)
ϵ -Methylhistidine	—	—	—	—
Arginine	93 (29)	101 (32)	98 (57)	90 (57)
Subtotal	5,498 (1,079)	6,139 (1,236)	5,592 (1,280)	5,147 (1,175)
ATP and related compounds				
Adenosine 5'-triphosphate	—	—	—	—
Adenosine 5'-diphosphate	22.2	23.5	23.5	22.2
Adenosine 5'-monophosphate	49.3	59.0	46.5	42.4
Inosine 5'-monophosphate	55.7	63.7	47.7	25.1
Inosine	27.9	23.1	12.6	8.9
Hypoxanthine	4.1	6.0	5.6	3.0
Subtotal	159.2	17.5	135.9	101.6
Betaines				
Glycinebetaine	—	—	—	—
β -Alaninebetaine	—	—	—	—
γ -Butyrobetaine	—	—	—	—
Homarine	1.5	6.4	2.9	9.8
Trigonelline	0.8	—	—	—
Subtotal	2.3	6.4	2.9	9.8
Others				
Trimethylamine oxide	10.5	15.8	9.0	20.8
Trimethylamine	—	0.7	1.1	1.6
Ammonia	19.3	17.1	13.1	17.3

¹⁾The amounts of combined amino acids are given in parenthesis.²⁾Not detected.

Table 3. Nitrogenous constituents in the dried laver (*P. yezoensis*) extracts on dry basis (mg/100 g)

Extractive nitrogen	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.
	1,083	1,196	1,132	976
Free and combined amino acids				
Phosphoserine	208	211	212	183
Taurine	1,440	1,487	1,434	1,290
Hypotaurine	31	14	10	15
Phosphoethanolamine	- (31) ¹⁾	- ²⁾	-	- (18)
Aspartic acid	177	167	195	214
Threonine	42 (144)	47 (330)	49 (331)	37 (261)
Serine	33 (62)	46 (68)	37 (70)	44 (61)
Asparagine	97	65	103	61
Glutamic acid	1,165	2,117	1,482 (34)	1,685 (55)
Glutamine	296	104	174	135
α -Amino adipic acid	28	42	38	33
Proline	173 (271)	163 (198)	190 (174)	192 (141)
Glycine	23 (346)	26 (356)	19 (364)	30 (263)
Alanine	1,869	1,849	1,663	1,281
Citrulline	-	-	-	10
α -Amino- <i>n</i> -butyric acid	2 (1)	3 (1)	3	- (1)
Valine	35 (43)	39 (42)	45 (53)	40 (61)
Cystine	33 (52)	14 (144)	44 (71)	49 (63)
Methionine	7 (2)	2 (18)	7 (5)	5 (9)
Cystathionine	35	12	25	- (7)
Isoleucine	16 (24)	18 (18)	22 (25)	14 (29)
Leucine	23 (33)	26 (27)	37 (35)	23 (41)
Tyrosine	20 (30)	25 (18)	33 (26)	23 (42)
β -Alanine	27	19 (2)	16 (2)	21 (10)
Phenylalanine	25 (72)	30 (54)	32 (76)	25 (88)
β -Aminoisobutyric acid	-	6	-	-
γ -Amino- <i>n</i> -butyric acid	28	26	29 (2)	19 (1)
Ethanolamine	13 (3)	18 (4)	13 (7)	15 (4)
Hydroxylysine	-	21	-	-
Ornithine	7 (28)	9 (30)	9 (23)	11 (16)
Lysine	40 (19)	39 (19)	37 (30)	24 (41)
π -Methylhistidine	-	-	-	-
Histidine	92 (1)	87 (7)	78 (15)	70 (16)
τ -Methylhistidine	-	-	-	-
Arginine	103 (32)	113 (36)	108 (63)	99 (63)
Subtotal	6,088 (1,194)	6,845 (1,372)	6,144 (1,406)	5,648 (1,291)
ATP and related compounds				
Adenosine 5'-triphosphate	-	-	-	-
Adenosine 5'-diphosphate	24.6	26.2	25.8	24.4
Adenosine 5'-monophosphate	54.6	65.8	51.1	46.5
Inosine 5'-monophosphate	61.7	71.0	52.4	27.6
Inosine	30.9	25.8	13.8	9.8
Hypoxanthine	4.5	6.7	6.2	3.3
Subtotal	176.3	195.5	149.3	111.6
Betaines				
Glycinebetaine	-	-	-	-
β -Alaninebetaine	-	-	-	-
γ -Butyrobetaine	-	-	-	-
Homarine	1.7	7.1	3.2	10.8
Trigonelline	0.9	-	-	-
Subtotal	2.6	7.1	3.2	10.8
Others				
Trimethylamine oxide	11.6	17.6	9.9	22.8
Trimethylamine	-	0.8	1.2	1.8
Ammonia	21.4	19.1	14.4	19.0

¹⁾The amounts of combined amino acids are given in parenthesis.²⁾Not detected.

그리고 쓴맛계 (valine, methionine, isoleucine, leucine, phenylalanine, histidine, arginine) 아미노산으로 나누었다 (Table 4, Fuke, 1994). 유리아미노산총량에 대한 감칠맛계 아미노산 합계의 비율은 유리아미노산총량이 가장 높았던 2월 시료와, 유리아미노산 총량이 가장 낮았던 4월 시료에서 거의 유사한 수준이었다. 그러나 유리 아미노산총량에 대한 단맛계 아미노산의 비율은 2월에 33.2%이었으나, 4월에는 30.9%로서 더 낮았다. 그리고 유리아미노산 총량에 대한 쓴맛계 아미노산의 비율은 유리아미노산 총량이 가장 높았던 2월에 4.6%이었으나 유리아미노산 총량이 가장 낮았던 4월에는 4.9%로서 큰 차이가 없었다. 즉 방사무늬김 건제품에서 유리아미노산총량이 높은 시기에 생산된 제품이 낮은 시기의 제품에 비해 단맛계 아미노산 비율이 높은 것으로 보아 이와 같은 현상은 맛과 밀접한 관계가 있는 것으로 생각된다.

4. 결합아미노산

방사무늬김 건제품 엑스분 중의 oligopeptide류에서 유래하는 결합아미노산조성을 분석한 결과는 Table 2 및 Table 3의 괄호 속에 나타내었다. Table 2에서는 습중량 100 g에 대한 mg수, 그리고 Table 3에서는 건물중량기준으로 표시하였다. 방사무늬김 건제품 엑스분에서는 가수분해 후 18~22종의 아미노산이 증가되었다. 아미노산총량은 건물 100 g당 1,194~1,406 mg (평균 1,316 mg)이었다. 따라서 결합아미노산은 유리아미노산 총량의 19.6~22.9% (평균 21.4%) 수준이었다.

아미노산 총량은 1월과 2월에 건물 100 g당 1,194 mg과 1,327 mg으로서 유리아미노산총량의 19.6%와 20.0%이었으며, 3월과 4월에는 1,406 mg과 1,291 mg으로서 다같이 유리아미노산 총량의 22.9% 수준이었다. 따라서 결합아미노산총량은 김의 채취시기에 따라 19.6~22.9% (평균 21.6%) 범위로서 거의 유사한 수준이었다. 전보의 방사무늬김 生葉 (Park et al., 2001a)에 대한 연구결과에서는 월별로 결합아미노산조성이 차이가 많았는데, 본 연구에서 건제품으로 가공 이후에는 채취시기에 따라 그 차이가 낮아졌다.

건제품으로 가공후의 결합아미노산조성을 보면 함량이 가장 많은 아미노산은 glycine으로서 건물 100 g당 263~364 mg (평균 332 mg)이었으며, 그 다음으로는 threonine으로서 144~331 mg (평균 267 mg), proline 141~271 mg (평균 196 mg), cystine 52~144 mg

(평균 83 mg), phenylalanine 54~88 mg (평균 73 mg), serine 61~70 mg (평균 65 mg), valine 42~61 mg (평균 50 mg), arginine 32~63 mg (평균 49 mg), leucine 27~41 mg (평균 34 mg), tyrosine 18~42 mg (평균 29 mg)의 순으로서 이 10종의 아미노산이 결합아미노산 총량의 84.0~92.8% (평균 89.4%)를 차지하였다. 이와 같이 방사무늬김은 生葉을 건제품으로 가공함에 따라 결합아미노산 조성에 많은 영향을 미치는 것으로 나타났다.

방사무늬김은 生葉 (Park et al., 2001a)을 건제품으로 가공하는 과정 중 37.2~58.8% (평균 49.8%)의 결합아미노산이 감소되는 것으로 나타났다. 소실되는 결합아미노산은 alanine, aspartic acid, phosphoserine, α -amino adipic acid 등이었으며, 감소되는 결합아미노산은 glutamic acid (92.9%), tyrosine (86.6%), arginine (66.9%), ethanolamine (66.7%), valine (64.3%), leucine (57.0%), proline (44.2%), serine (43.5%), isoleucine (36.8%), lysine (32.5%), methionine (21.4%), cystine (15.3%) 등이었다. 그리고 예외적으로 증가되는 결합아미노산은 ornithine (300%), histidine (150%), phenylalanine (14.1%) 등이었다.

방사무늬김 건제품의 결합아미노산 조성이 맛에 미치는 영향을 검토하기 위하여 유리 및 결합아미노산을 유리아미노산 항에서와 같은 방법으로 감칠맛계, 단맛계 및 쓴맛계 아미노산으로 나누었다 (Table 5, Fuke, 1994). 유리 및 결합아미노산총량이 가장 높았던 2월의 감칠맛계 아미노산이 차지하는 비율은 27.8%이었고, 가장 낮았던 4월에는 28.2%로서 거의 유사한 수준이었다. 단맛계 아미노산이 차지하는 비율은 2월에 39.5%로서 4월의 36.2%보다 높았으나 쓴맛계 아미노산이 차지하는 비율은 2월에 6.3%로서 4월의 8.4%보다 낮았다. 이와 같은 결과에서 볼 때 유리 및 결합아미노산총량이 높은 시기에는 낮은 시기에 비해 단맛계 아미노산함량 비율이 높은 반면 쓴맛계 아미노산 비율은 낮아진다는 것을 알 수 있다. Table 4에서 유리아미노산만으로 맛의 영향을 검토하였을 때와 Table 5에서 결합아미노산을 포함시켰을 때의 차이점은 감칠맛계 아미노산 비율이 약간 감소된 반면, 단맛계 아미노산 비율은 1.4배 그리고 쓴맛계 아미노산 비율은 7.0배로 증가되어 쓴맛계 아미노산 비율의 증가가 훨씬 많았다. 이와 같은 결과는 전보의 방사무늬김 및 잇바디돌김의 生葉 (Park et al., 2001a, 2001b)에서도 같은 결과를 나타내었다.

Table 4. The amounts of total umami, sweet, and bitter free amino acids in the dried laver (*P. yezoensis*) extracts (mg/100 g on dry basis)

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.
Total free amino acids ¹⁾	6,088 (100.0%)	6,845 (100.0%)	6,144 (100.0%)	5,648 (100.0%)
Umami ²⁾	1,342 (22.0)	2,284 (33.4)	1,677 (27.3)	1,899 (33.6)
Sweet ³⁾	2,476 (40.7)	2,274 (33.2)	2,169 (35.3)	1,743 (30.9)
Bitter ⁴⁾	301 (4.9)	315 (4.6)	329 (5.4)	276 (4.9)
Others	1,969 (32.3)	1,972 (28.8)	1,969 (32.0)	1,730 (30.6)

¹⁾ Refer to Table 3.

²⁾ Umami: aspartic acid + glutamic acid.

³⁾ Sweet: threonine + glutamine + proline + glycine + alanine + lysine.

⁴⁾ Bitter: valine + methionine + isoleucine + leucine + phenylalanine + histidine + arginine.

Amino acids were classified according to Fuke (1994) with slight modification.

Table 5. The amounts of total umami, sweet, and bitter free and combined amino acids in the dried laver (*P. yezoensis*) extracts (mg/100 g on dry basis)

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.
Total free amino acids ¹⁾	7,282 (100.0%)	8,210 (100.0%)	7,550 (100.0%)	6,939 (100.0%)
Umami ²⁾	1,342 (18.4)	2,284 (27.8)	1,711 (22.7)	1,954 (28.2)
Sweet ³⁾	3,318 (45.6)	3,245 (39.5)	3,138 (41.6)	2,510 (36.2)
Bitter ⁴⁾	508 (7.0)	517 (6.3)	601 (8.0)	583 (8.4)
Others	2,114 (29.0)	2,164 (26.4)	2,100 (27.8)	1,892 (27.3)

¹⁾ Refer to Table 3.

²⁾ Umami: aspartic acid + glutamic acid.

³⁾ Sweet: threonine + serine + glutamine + proline + glycine + alanine + lysine.

⁴⁾ Bitter: valine + methionine + isoleucine + leucine + phenylalanine + histidine + arginine.

Amino acids were classified according to Fuke (1994) with slight modification.

5. ATP관련화합물

방사무늬김 건제품에서 ATP관련화합물을 월별로 분석한 결과는 Table 2와 같다. 모든 시료에서 ADP, AMP, IMP, inosine 및 hypoxanthine이 검출되었다. ATP관련화합물의 총량은 건제품 100 g당 101.6~175.3 mg (3.01~5.38 $\mu\text{mol/g}$) 범위였으며, 평균치는 143.0 mg (4.35 μmol)이었다. 한편 방사무늬김 건제품의 ATP관련화합물총량을 건물기준으로 나타내면 Table 3과 같다. ATP관련화합물의 총량은 건물 100 g당 111.6~195.5 mg (3.30~6.00 μmol) 범위로서 평균 158.2 mg (4.81 μmol)이었다.

ATP관련화합물총량의 월별변동을 보면 1월산에서 건물 100 g당 176.3 mg (5.40 μmol)이었으나, 2월에는 195.5 mg (6.00 μmol)으로 증가되었으며, 그 이후 3월과 4월에는 149.3 mg (4.55 μmol)과 111.6 mg (3.30 μmol)으로 감소되어 양식말기에 가까워질수록 감소되는 경향을 나타내었다. 이와 같은 월별변동현상은 앞에서 언급한 엑스분질소, 유리아미노산총량, 그리고 대부분의 개별 유리아미노산의 월별변동현상과 유사한 결과를 보였다.

방사무늬김 生葉 (Park et al., 2001a)을 건제품으로서 가공함으로써 ATP관련화합물의 총량은 전반적으로 증가되어 건물기준 mg/100 g 단위에서 4.8~91.2% (평균 58.5%), 그리고 건물기준 $\mu\text{mol/g}$ 단위에서 평균 39.5%로 나타났다. 맛성분으로서 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있는 IMP함량은 건물 100 g당 27.6~71.0 mg (0.79~2.04 μmol)으로서 평균치는 53.2 mg (1.53 μmol)이었다.

ATP관련화합물 총량에 대한 IMP가 차지하는 비율은 mg/100 g 건물에서 24.7~36.3% (평균 32.8%), 그리고 $\mu\text{mol/g}$ 건물에서 23.9~34.0% (평균 31.0%)로서 김의 채취시기에 따라 함량에 차이를 보였다. 방사무늬김 生葉을 건제품으로 가공하는 공정 중 IMP함량은 평균 55.6% 증가되었다.

Fujita and Hashimoto (1960)는 일본산 참김에서 5 mg/100 g (0.14 $\mu\text{mol/g}$, 건물)을, 그리고 Nakamura et al. (1968)은 일본산 참김 생시료에서 0.0160~0.1428 μmol (평균 0.0882 μmol , n=3)으로 보고하였다. 또한 Tashiro et al. (1991)은 일본산 참김에서 2' (3')-mononucleotide류는 다량 검출되었으나, 5'-mononucleotide류는 소량으로서 5'-IMP와 ATP는 검출되지 않았다고 보고한 바 있다.

6. Betaine류

방사무늬김 건제품에서 betaine류를 분석한 결과는 Table 2와 같다. 방사무늬김 건제품에서는 환상 betaine인 homarine이 모든 시료에서 검출되었으며, trigonelline은 1월시료에서만 검출되었다. 방사무늬김 生葉 (Park et al., 2001a)에서는 5종의 betaine류가 검출되었으나 건조공정 중 glycinebetaine, β -alaninebetaine 및 γ -butyrobetaine은 소실되었다. 방사무늬김 건제품에서 homarine 함량은 건물 100 g당 1.7~10.8 mg (평균 5.7 mg)으로서 월별 변화가 많았으며, 生葉을 건제품으로 가공과정 중에 약 1/5수준까지 감소된 것으로 나타났다. Abe and Kaneda (1973)는 일본산 방사무늬김 건제품에서 γ -butyrobetaine을 건물 100 g당 3.6 mg 확인한 바 있다.

7. TMAO와 TMA

방사무늬김 건제품에서 TMAO와 TMA의 함량을 분석한 결과는 Table 2와 같다. TMAO는 모든 시료에서 검출되었으며 TMA는 2, 3, 4월 시료에서 미량 검출되었다. 한편, 방사무늬김 건제품에서의 TMAO와 TMA 함량을 건물기준으로 나타내면 Table 3과 같다. 건물 100 g당 TMAO함량은 9.9~22.8 mg (평균 12.6 mg)이었고, TMA함량은 0~1.8 mg (평균 1.0 mg)으로서 미량에 불과하였다. TMAO는 1월에 11.6 mg이었으나 2월에는 17.6 mg으로 증가되었으며, 그 이후 3월에는 9.9 mg으로 감소되었다가 4월에는 22.8 mg으로서 조사기간 중 가장 높은 값을 나타내어 월별변화가 많았으며, 이와 같은 월별변동 경향은 앞에서 언급한 엑스분질소, 유리아미노산총량, ATP관련화합물 등과는 서로 상이한 결과를 보였다. 방사무늬김에서는 生葉을 건제품으로 가공과정 중 TMAO는 34.0%, 그리고 TMA는 94.2%가 감소되었다. Fujiwara et al. (1971)은 일본산 참김에 대한 TMAO와 TMA 함량을 분석하여 건물 100 g당 249~358 mg과 187~253 mg으로 보고한 바 있으나 본 연구에서의 결과와는 차이가 많았다.

8. 엑스분질의 질소분포

이상에서 분석한 결과를 요약하기 위하여 방사무늬김 건제품에서 분석된 각 시료의 엑스성분에 대한 질소량을 계산하여 각 성분군별로 엑스분질소에 대한 백분율로 환산하여 Table 6에 나타

Table 6. Nitrogen distribution in the dried laver (*P. yezoensis*) extracts (%)

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.
Free amino acids	75.54	72.67	70.44	73.14
Combined amino acids	15.95	16.54	18.34	18.88
ATP and its related compounds	3.08	3.11	2.51	2.17
Betaines	0.02	0.06	0.03	0.11
TMAO and TMA	0.20	0.29	0.19	0.48
Unknown	5.21	7.33	8.49	5.22
Recovery of extractive nitrogen	94.79	92.67	91.51	94.78

내었다. 각 성분들에 대한 질소분포의 조성은 시료 채취시기에 관계없이 거의 유사한 경향이였다. 방사무늬김 건제품에서 가장 많은 비중을 차지하는 합질소엑스성분은 유리아미노산질소로서 $72.95 \pm 2.09\%$ 를 차지하였으며, 그 다음으로서는 결합아미노산질소가 $17.43 \pm 1.40\%$ 로서 이 두 성분군을 합하면 전체 질소분포의 $90.38 \pm 1.62\%$ 를 차지하고 있어 가장 중요한 질소성분 군이었다. 그 다음은 ATP관련화합물질소는 $2.72 \pm 0.46\%$, TMAO와 TMA질소는 $0.29 \pm 0.13\%$, betaine류 질소 $0.06 \pm 0.04\%$ 의 순이었다. 방사무늬김 건제품의 엑스분 중 질소분포의 특징을 진보 (Park et al., 2001a)의 방사무늬김 생엽에서와 비교하여 보면, 건제품 가공과정 중 유리아미노산질소가 20.75% 증가한 반면 결합아미노산질소는 19.97% 감소되었다. 그리고 ATP관련화합물질소는 가공과정 중 0.42% 증가된 반면, TMAO와 TMA질소, betaine류 질소는 0.41%와 0.37% 감소되었다. 방사무늬김 건제품의 엑스분질소에 대한 회수율은 $93.44 \pm 1.63\%$ 로서 대부분의 합질소엑스성분들이 거의 분석된 것으로 생각된다.

요 약

한국 근해에서 양식되고 있는 김류의 합질소엑스성분 조성 및 월별변동현상을 구명하기 위하여 1998년 1월부터 4월까지 전남 장흥군에서 양식된 방사무늬김 *Porphyra yezoensis*을 매월 1회씩 채취하여 건제품으로 가공한 다음 맛과 밀접한 관계가 있는 합질소엑스성분 즉, 엑스분질소, 유리아미노산, 결합아미노산, ATP관련화합물, 4급암모늄염기 등을 분석하였다. 엑스분질소함량은 $976 \sim 1,196 \text{ mg}/100 \text{ g}$ (건물)이었다. 유리아미노산은 28~31종이 검출되었으며, 그 총량은 $5,648 \sim 6,845 \text{ mg}/100 \text{ g}$ (건물)이었다. 함량이 많은 유리아미노산으로는 alanine, glutamic acid, taurine, phosphoserine, aspartic acid 등이였다. 결합아미노산은 가수분해 후 18~22종에서 증가되었으며, 그 총량은 $1,194 \sim 1,406 \text{ mg}/100 \text{ g}$ (건물)이었으며, 유리아미노산총량의 19.6~22.9% 수준으로서 중요한 합질소 엑스성분이였다. ATP관련화합물총량은 $111.6 \sim 195.5 \text{ mg}/100 \text{ g}$ ($3.30 \sim 6.00 \mu\text{mol}/\text{g}$, 건물)수준이었다. Betaine류는 마른 김에서 homarine이 모든 시료에서 검출되었고, trigonelline은 1월 시료에서만 확인되었다. Glycinebetaine, β -alaninebetaine 및 γ -butyrobetaine은 가공과정 중 소실되었다. TMA는 모든 시료에서 검출되었고, TMA는 일부시료에서만 확인되었다. 방사무늬김은 생엽을 건제품으로 가공함으로써 유리아미노산은 증가하고 결합

아미노산 함량은 감소되었다. 또한 ATP관련화합물은 증가한 반면 TMAO와 TMA, betaine류는 전반적으로 감소되었다.

참 고 문 헌

Abe, S. and T. Kaneda. 1973. Studies on the effect of marine products on cholesterol metabolism in rats-VIII. The isolation of hypocholesterolemic substance from green laver. Nippon Suisan Gakkaishi, 39, 383~389.

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, pp. 77, 868, 931, 932.

Araki, S., T. Sakurai, Y. Izumino and K. Takahashi. 1996. 5'-inosinic acid content and its enzymatic increase in dried nori, *Porphyra yezoensis*, a red algae. Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi, 43, 956~961 (in Japanese).

Araki, S., Y. Izumino, T. Sakurai and K. Takahashi. 1997. Taste evaluation of toasted nori, *Porphyra yezoensis*, a red alga by warm water-extract. Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi, 44, 430~437 (in Japanese).

Bullard, F.A. and J. Collins. 1980. An Improved method to analyze trimethylamine in fish and the interference of ammonia and dimethylamine. Fish Bull., 78, 465~473.

Bystedt, J., L. Swenne and H.W. Aas. 1959. Determination of trimethylamine oxide in fish muscle. J. Sci. Food Agric., 10, 301~304.

Cho, D.M., D.S. Kim, D.S. Lee and H.R. Kim. 1995. Trace components and functional saccharides in seaweed-I. Changes in proximate composition and trace elements according to the harvest season and places. Bull., Korean Fish. Soc., 28, 49~59 (in Korean).

Fujii, Y. 1967. Studies on the nucleotides and their related substance in dried laver. Nippon Suisan Gakkaishi, 33, 453~461 (in Japanese).

Fujita, T. and Y. Hashimoto. 1960. Inosinic acid content of foodstuff-III. Marine Products. Nippon Suisan Gakkaishi, 20, 907~910 (in Japanese).

Fujiwara-Arasaki, T. and N. Mino. 1971. The distribution of trimethylamine and trimethylamine oxide in marine algae. Proc. 7th Int. Seaweed Symp. Aug. 8~12, Sapporo, Japan, pp. 506~510.

Fuke, S. 1994. Taste. In *Science of Taste*, Y. Yamano and S. Yamaguchi, eds. Asakura-Shoten. Tokyo, pp. 46~61 (in Japanese).

Ishihara, Y., H. Saito, N. Mori and J. Takano. 1998. Estimation of quality of protein in dried laver, *Porphyra* spp. based on bound water. Nippon Suisan Gakkanishi, 64, 854~861 (in Japanese).

Ito, K. 1983. Low molecular nitrogenous constituents. In *Biochemistry and Utilization of Marine Algae*, The Japanese Society of Fisheries Science, ed. Koseishakoseikaku, Tokyo, pp. 61~77 (in Japanese).

Japanese Society of Food Science and Technology. 1984. Analyzing methods of food. Korinzensho. Tokyo Japan (in Japanese).

Kitada, Y., M. Sasaki, K. Tanigawa, Y. Naoi, T. Fukuda, Y. Katoh and I. Okamoto. 1983. Analysis of ATP-related compounds in fish by reversed-phase liquid chromatography and investigation of freshness of commercial fish. J. Food Hyg. Soc. Japan, 24,

- 225~229 (in Japanese).
- Lee, K.H., S.H. Song and I.H. Jeong. 1987. Quality changes of dried lavers during processing and storage. 1. Quality evaluation of different grades of dried lavers and its changes during storage. Bull. Korean Fish. Soc., 20, 408~418 (in Korean).
- Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries. 1992~1996. Statistical Yearbook of Agriculture Forestry and Fisheries. Republic of Korea. pp. 1~428, Dongyang Munhwa Co. Ltd., Seoul (in Korean).
- Ministry of Marine Affairs and Fisheries. 1997~2000. Statistical Yearbook of Marine Affairs and Fisheries. Republic of Korea. pp. 1~1132, Cheongwoo Moonwhasa, Seoul (in Korean).
- Mumford Jr., T.F. and A. Miura. 1988. *Porphyra* as food: cultivation and economics. In *Algae and Human Affairs*, C.A. Lembi and J.R. Waaland, eds. Cambridge University Press, pp. 87~117.
- Nakajima, N., K. Ichikawa, M. Kamada and E. Fujita. 1961. Food Chemical studies on 5'-ribonucleotides in foods. Part II. On the 5'-ribonucleotides in foods. Nippon Nogei Kagaku Kaishi, 35, 803~808 (in Japanese).
- Nakamura, S., H. Akagawa, T. Ikawa and H. Kawanobe. 1968. Separation and identification of nucleotides in some seaweeds. Bot. Mag. Tokyo, 81, 556~565 (in Japanese).
- Noda, H. 1971. Biochemical studies on marine algae-II. Relation between quality and chemical composition of "Asakusanori." Nippon Suisan Gakkaishi, 37, 30~34 (in Japanese).
- Noda, H., Y. Horiguchi and S. Araki. 1975. Studies on the flavor substances of 'Nori,' the dried laver *Porphyra* spp.-II. Free amino acids and 5'-nucleotides. Nippon Suisan Gakkaishi, 41, 1299~1303.
- Noda, H., H. Amano, K. Abo and Y. Horiguchi. 1981. Sugars, organic acids, and minerals of 'nori,' the dried laver *Porphyra* spp. Nippon Suisan Gakkaishi, 47, 57~62.
- Noda, H. 1993. Chemistry of marine algae. In *Science of Marine Algae*. K. Oishi, ed. Asakura-Shoten, Tokyo, pp. 14~29 (in Japanese).
- Ooyama, S., K. Kobayashi and T. Tomiyama. 1968. Studies on the phosphorus metabolism of algae-I. The nucleotides of fresh *Porphyra tenera*. Nippon Suisan Gakkaish, 34, 59~64 (in Japanese).
- Park, C.K., T. Matsui, K. Watanabe, K. Yamaguchi and S. Konosu. 1990. Seasonal variation of extractive nitrogenous constituents in ascidian *Halocynthia roretzi* tissues. Nippon Suisan Gakkaishi, 56, 1319~1330.
- Park, C.K., C.H. Park and J.N. Park. 2001a. Extractive nitrogenous constituents and their monthly variation of fresh laver *Porphyra yezoensis*. Food Sci. Biotechnol., 10 in press.
- Park, C.K., C.H. Park and J.N. Park. 2001b. Extractive nitrogenous constituents and their monthly variation of fresh laver *Porphyra dentata*. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 30 in press (in Korean).
- Pharmacia LKB Biotechnology. 1989. Alpha Plus(series two) Amino acid Analyzer Instruction Manual.
- Resources Council, Science and Technology Agency. 1982. Standard Tables of Food Composition in Japan. Fourth revised edition. Japan. p. 262 (in Japanese).
- Saitoh, M., S. Araki, T. Sakurai and T. Oohusa. 1975. Variations in contents of photosynthetic pigments, total nitrogen, total free amino acids and total free sugar in dried lavers obtained at different culture grounds and harvesting time. Nippon Suisan Gakkaishi, 41, 365~370 (in Japanese).
- Sakai, H. and T. Kasai. 2000. Fatty acids, free amino acids and 5'-nucleotides of dried laver, Hoshi-nori, harvested in different months in Hokkaido and produced under different drying conditions. Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi, 47, 327~332 (in Japanese).
- Steine, W.H. and S. Moore. 1954. The free amino acids of blood plasma. J. Biol. Chem., 211, 915~926.
- Tamano, M., H. Kitamura, H. Sasaki, Y. Banba, E. Yokoyama, T. Tanaka and H. Noda. 1992. Quality evaluation of dried laver. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi, 39, 357~362 (in Japanese).
- Tashiro, T., E. Fujita and C. Yasunaga. 1983. Analysis of nucleic acid related substances of dried purple laver. Nippon Suisan Gakkaishi, 49, 1121~1125 (in Japanese).
- Tashiro, T., E. Fujita, M. Tamai and J. Higashi. 1991. High-performance chromatographic determination of 5'-and 2'(3')-mononucleotides in seaweeds and fishes. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaish, 38, 1~6 (in Japanese).
- Yoshie, Y., T. Suzuki, T. Shirai, T. Hirano and E.H. Lee. 1993a. Dietary fiber, minerals, free amino acids and fatty acid compositions in dried Nori of several culture places in Korea. J. of Tokyo Univ. of Fish., 80, 197~203 (in Japanese).
- Yoshie, Y., T. Suzuki, T. Shirai and T. Hirano. 1993b. Free amino acids and fatty acid composition of various culture locations and prices. Nippon Suisan Gakkaishi, 59, 1769~1775 (in Japanese).
- Yoshie, Y., T. Suzuki, T. Shirai and T. Hirano. 1994. Changes in contents of dietary fibers, minerals, free amino acids, and fatty acids during processing of dried nori. Nippon Suisan Gakkaishi, 60, 117~123 (in Japanese).

2001년 3월 9일 접수

2001년 7월 20일 수리