

잇바디돌김 건제품의 합질소 엑스성분 조성

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

Extractive Nitrogenous Constituents of Dried Laver, *Porphyra dentata*

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 dentata* cultured at the south coast of Korea, the dried laver was analyzed for extractive nitrogen, free amino acids, combined amino acids, ATP and its related compounds and quaternary ammonium basis. The extractive nitrogen contents of dried laver extracts were 670~1,304 mg/100 g (on dry basis). From twenty-eight to twenty-nine kinds of free amino acids were found in the dried laver extracts and their total amounts were 2,796~6,277 mg/100 g (on dry basis). The extracts were rich in free amino acids such as alanine, taurine, glutamic acid, glutamine and phosphoserine. From eighteen to twenty-one kinds of combined amino acids were found in the extracts and their total amounts were 1,406~2,142 mg/100 g (on dry basis). The amounts of ATP and its related compounds were 65.7~124.7 mg/100 g (2.13~3.68 μmol/g on dry basis). Homarine was detected in all samples but β-alaninebetaine, γ-butyrobetaine and trigonelline disappeared during processing. TMAO and TMA were detected in all samples. During processing of dried laver, free amino acids, TMAO and TMA were increased but the other constituents such as combined amino acids, ATP and its related compounds and betaines were decreased in all specimens.

Key words: Dried laver, *Porphyra dentata*, Free amino acids, Combined amino acids, ATP and its related compounds, TMAO, TMA, Homarine

서 론

시중에서 유통되고 있는 김 (海苔)에는 일반적으로 김과 돌김이 있다. 돌김류에는 잇바디돌김 (미역김, *Porphyra dentata*), 둥근돌김 (*P. suborbiculata*), 긴잎돌김 (*P. pseudolinearis*), 모무늬돌김 (*P. seriata*) 등이 있다 (Kang and Ko, 1977). 우리 나라에서 김류는 주로 남해안과 서해안에서 활발히 양식되고 있으며, 지난 1990년부터 1999년까지 10년간 생김을 매년 약 20만 M/T 생산하였고, 마른김으로는 매년 약 70억매를 생산하였다 (Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, 1992~1996; Ministry of Marine Affairs and Fisheries, 1997~2000). 이와 같이 김은 수산양식품종 중에서 중요한 위치를 차지하고 있을 뿐만 아니라, 우리 국민의 중요한 식량자원이며, 대부분은 마른김으로 가공된 건제품 형태로 소비되고 있으며, 오늘날 마른김의 가공공정은 거의 기계적인 방법으로 생산되고 있다.

해조류의 엑스성분은 저분자 질소화합물이 주체를 이루며 (Ito, 1983), 김의 맛과 밀접한 관계가 있는 합질소 엑스성분에 관한 연구는 유리아미노산 (Noda et al., 1975; Saitoh et al., 1975; Lee et al., 1987; Tamano et al., 1992; Yoshie et al., 1993a, 1993b, 1994;

Araki et al., 1997; Hong et al., 1997; Ishihara et al., 1998; Jo et al., 1998; Sakai and Kasai, 2000), ATP관련 화합물 (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 연구대상으로 한 것이며, 돌김류에 대한 연구는 없다. 참김 (*P. tenera*)이나 방사무늬김 (*P. yezoensis*)은 alanine, glutamic acid, taurine 등 아미노산함량이 풍부한 것으로 알려져 있으나, 아미노산은 같은 해조류라 할지라도 계절, 생육장소, 해황 및 일 증 변동이 심한 것으로 알려져 있다 (Noda, 1993). 그러나 우리 나라에서 생산되고 있는 잇바디돌김의 건제품에 관한 합질소 엑스성분 조성 및 월별변동에 대하여는 구체적으로 연구된 바 없다.

따라서 본 연구는 한국산 김류의 합질소 엑스성분조성에 관한 일련의 연구로서 전보에서는 우리 나라에서 양식 주종을 이루고 있는 방사무늬김 (Park et al., 2001a) 및 잇바디돌김 (Park et al., 2001b)의 생육에 대한 합질소 엑스성분조성 및 월별변동에 대하여 보고하였다. 또한 전보에서는 방사무늬김 건제품 (Park et al., 2001c)에 대한 합질소 엑스성분조성에 대하여 연구하였다. 이어서 본 보고에서는 우리 나라 남해안에서 양식 주종을 이루고 있는 잇바디돌김의 건제품에 대한 맛성분 조성을 밝히기 위하여 중요한 합질소 엑스성분인 유리아미노산, 결합아미노산, ATP관련화합물, betaine류, 4급암모늄염기 등을 월별로 분석하여 잇바디돌김 생육 (Park et al., 2001b)에서의 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 잇바디돌김 (*P. dentata*)은 전남 장흥군 관산읍 삼산리 지선에서 양식된 것으로서 1998년 1월부터 4월까지 월별로 각 1회씩 채취한 다음 잇바디돌김 만을 선별하고, 김 건제품 가공 공장에 의뢰하여 상업적인 가공방법에 따라 40°C에서 100분간 열풍 건조 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 속도 12,800×g에서 10분간 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. Column을 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 (12,800×g, 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 및 엑스분질소: 수분은 상압가열건조법 (AOAC, 1990), 단백질은 semimicro-Kjeldahl법 (AOAC, 1990), 지방은 Soxhlet추출법 (AOAC, 1990), 회분은 건식회화법 (AOAC, 1990)으로 분석하였다. 엑스분질소는 micro-Kjeldahl법 (Japanese Society of Food Science and Technology, 1984)으로 측정하였다.

유리 및 결합아미노산: 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. 그리고 oligopeptide류에서 유래하는 결합아미노산은 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: 고능액체크로마토그래피 (HPLC)를 이용하여 분석하였다. 즉 HPLC는 미국 Waters model 510 HPLC pump, Waters 484 tunable absorbance detector, Waters TCM column oven 및 Waters 745B data module을 사용하였으며, 이동상으로는 2% triethylamine-phosphoric acid buffer (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

잇바디돌김 건제품의 일반성분 조성은 Table 1과 같다. 수분함량은 9.2~11.3% 범위로서 평균 10.3%이었다. 단백질함량은 19.0~39.4% 범위로서 평균 32.3%이었다. 지질과 회분함량은 0.3~0.6%와 8.0~11.8% 범위로서 평균치는 0.4%와 9.9%이었다. 그리고 탄수화물함량은 37.0~63.4% 범위로서 평균 47.1%이었다. 건물기준으로 나타내면 단백질과 지질함량은 20.9~44.4%와 0.3~0.7%로서 평균치는 36.1%와 0.5%이었다. 그리고 회분과 탄수화물함량은 8.5~13.3%와 41.6~69.9%로서 평균 11.0%와 52.4%이었다.

잇바디돌김의 건제품의 일반성분조성은 수분을 제외하면, 2월산을 제외하고는 탄수화물함량이 가장 높고, 그 다음은 단백질과 회

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

(%)

Sampling date	Moisture		Protein		Lipid		Ash		Carbohydrate ¹⁾	
	a	a ²⁾	a ²⁾	b ³⁾	a	b	a	b	a	b
Jan. 5, '98	11.3	38.1	43.0	0.3	0.4	9.3	10.5	41.0	46.1	
Feb. 16, '98	11.2	39.4	44.4	0.6	0.7	11.8	13.3	37.0	41.6	
Mar. 12, '98	9.4	32.8	36.2	0.3	0.3	10.4	11.5	47.1	52.0	
Apr. 14, '98	9.2	19.0	20.9	0.4	0.4	8.0	8.8	63.4	69.9	
Mean ± S.D. ⁴⁾	10.3 ± 1.1	32.3 ± 9.3	36.1 ± 10.8	0.4 ± 0.1	0.5 ± 0.2	9.9 ± 1.6	11.0 ± 1.9	47.1 ± 11.6	52.4 ± 12.4	

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

²⁾ on wet basis.

³⁾ on dry basis

⁴⁾ Mean ± standard deviation (n=4).

분의 순이었으며, 지질함량이 가장 낮게 나타났다. 그러나 각 성분 함량은 채취시기에 따라 차이가 많았다. 이와 같은 결과는 전보의 방사무늬김 (Park et al., 2001a, 2001c) 및 잇바디돌김 (Park et al., 2001b)에서도 같은 결과를 얻었다. 전보 (Park et al., 2001b)에서 잇바디돌김 生葉의 일반성분조성과 비교하면 마른김으로 가공함으로써 단백질, 회분 및 지질함량은 2.2%, 39.2%, 37.8% 감소되었으나 탄수화물함량은 18.2% 증가되었다. 단백질과 탄수화물 함량 간에는 역상관계로서 단백질함량이 높은 시기에 탄수화물함량은 낮은 경향이였다. 이와 같은 결과는 전보의 방사무늬김 (Park et al., 2001a, 2001c) 및 잇바디돌김 (Park et al., 2001b)에서도 같은 결과를 얻었다.

잇바디돌김 건제품의 단백질함량은 1월에 건물 100 g당 43.0% 이었으나, 2월에는 44.4%로 증가하여 최고치를 나타내었으며, 그 이후 3월과 4월에는 급격히 감소되어 36.2%와 20.9%이었다. 이와 같이 단백질함량에 대한 월별 변동원인은 양식 말기에 가까워짐에 따라 품질이 떨어지기 때문으로 생각된다. Noda (1971)는 일본산 방사무늬김 건제품의 일반성분 조성을 월별로 분석한 결과 생산 초기인 12월에 품질이 가장 좋았으나, 그 이후 1월과 2월에는 차차 저하되었다고 보고하였다.

2. 엑스분 질소

잇바디돌김 건제품의 엑스분질소함량을 월별로 Table 2에 나타내었다. 엑스분질소함량은 마른김 100 g당 608~1,181 mg (평균 923 mg) 범위였다. 건물기준으로 나타내면 건물 100 g당 670~1,304 mg (평균 1,029 mg)이었다 (Table 3). 엑스분질소의 월별 변동현상을 살펴보면 1월에 건물 100 g당 1,103 mg이었으나 2월에는 1,039 mg으로 거의 같은 수준이었다. 그러나 3월에는 1,304 mg으로서 다소 증가하였지만 4월에는 670 mg으로서 가장 낮게 나타났다. 이와 같이 4월시료에서 엑스분질소함량이 급격히 떨어지고 있는 것은 Park et al. (2001a, 2001b, 2001c)과 Noda (1971) 등이 지적한 것처럼 양식말기에 가까워짐에 따라 김의 품질이 떨어지기 때문으로 생각된다.

3. 유리아미노산

잇바디돌김 건제품의 유리아미노산 함량을 월별로 분석하여 Table 2에 나타내었다. 마른김에서는 28~29종의 다양한 유리아미노산이 검출되었으며, 그 총량은 마른김 100 g당 2,540~5,687 mg (평균 4,517 mg)이었다. 잇바디돌김 건제품의 유리아미노산함량을 건물기준으로 나타내면 Table 3과 같다. 건물 100 g당 유리아미노산총량은 2,796~6,277 mg (평균 5,041 mg)이었다. 잇바디돌김 건제품에서 유리아미노산총량의 월별변동현상을 살펴보면, 1월산에서는 5,757 mg이었으나 2월에는 5,333 mg으로 약간 감소되었고, 3월에는 6,277 mg으로서 최고치에 달하였으며, 그 이후 4월에는 2,796 mg으로서 급격한 감소를 나타내었다. 그리고 함량이 많은 alanine, taurine, glutamic acid, glutamine, phosphoserine 등 대부분의 유리아미노산에도 뚜렷한 월별 변동현상을 나타내어 양식 말기인 4월에 최저치를 보였다. Sakai and Kasai (2000)는 일본 북해도산 방사무늬김의 유리아미노산 조성을 월별로 분석한 결과

채취시기가 늦어짐에 따라 taurine 함량이 감소되었다고 보고한 바 있다.

잇바디돌김 건제품에서 함량이 가장 많은 유리아미노산은 alanine으로서 건물 100 g당 637~1,805 mg (평균 1,553 mg)이었다. 그 다음은 taurine 1,101~1,565 mg (평균 1,413 mg), glutamic acid 358~1,114 mg (평균 698 mg), glutamine 108~415 mg (평균 246 mg), phosphoserine 121~225 mg (평균 185 mg), proline 66~254 mg (평균 162 mg), aspartic acid 46~163 mg (평균 131 mg), arginine 89~98 mg (평균 95 mg), asparagine 18~114 mg (평균 65 mg), threonine 35~82 mg (평균 61 mg)의 순이었으며, 이들 10종이 월별로 유리아미노산총량의 89.3%~93.5% (평균 91.2%)를 차지하였다.

김류의 유리아미노산총량에 대한 연구 예를 보면 Lee et al. (1987)은 한국산 마른김에서 건물 100 g당 925 mg (n=1)으로 그리고 Yoshie et al. (1993a)은 방사무늬김에서 6,886~9,262 mg (평균 8,214 mg, n=5)으로 보고하였다. 본 연구의 잇바디돌김 건제품에서는 2,796~6,277 mg (평균 5,041 mg)으로서 연구자에 따라 함량에 차이가 많았다. 한편 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 5,342 mg, n=6)으로 보고하였다. 그러므로 본 연구에서 잇바디돌김 건제품의 유리아미노산총량은 이상에서 열거한 분석치 중 높은 수준에 속하는 것으로 나타났다.

잇바디돌김 生葉 (Park et al., 2001b)을 건제품으로 가공함에 따라 유리아미노산총량은 전반적으로 증가하여 1.2~1.7배 (평균 1.5배)에 달하였다. 이와 같은 결과는 전보의 방사무늬김 (Park et al., 2001c)에서 건제품 가공 중 1.3~2.8배 (평균 1.8배) 증가한 것과 유사한 현상이었다. 잇바디돌김의 生葉을 건제품으로 가공함으로써 개별 유리아미노산 함량도 증가되었으며, 증가량이 많은 것으로서는 proline 5.2배, glutamic acid 2.1배, phosphoserine 2.0배, arginine 1.9배, taurine 1.8배, serine 1.8배, alanine 1.5배, aspartic acid 1.4배, valine 1.4배, asparagine 1.2배 등의 순이었다. 또한 가공전후에 거의 변화가 없는 것으로는 isoleucine, leucine, phenylalanine, threonine, lysine 등이었고, 가공 중 감소되는 유리아미노산은 throsine 50.0%, cystathioine 40.3%, histidine 36.7%, ornithine 35.7%, cystine 34.6%, methionine 33.3%, glycine 33.3%, glutamine 26.3%, β-alanine 21.9% 등이었다. Yoshie et al. (1994)은 일본산 방사무늬김 건제품 가공전후의 유리아미노산 총량을 분석한 결과 건물 100 g당 生葉에서 3,080 mg이었으나 건제품에서는 3,130 mg으로서 큰 차이가 없었다고 보고하였다.

잇바디돌김 건제품의 유리아미노산조성이 맛에 미치는 영향을 검토하기 위하여 감칠맛계 (aspartic acid, glutamic acid)와 단맛계 (threonine, serine, glutamine, proline, glycine, alanine, lysine), 그리고 쓴맛계 (valine, methionine, isoleucine, leucine, phenylalanine, histidine, arginine) 아미노산으로 나누었다 (Table 4,

Table 2. Nitrogenous constituents in the dried laver (*P. dentata*) extracts on wet basis

(mg/100 g)

Extractive nitrogen	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.
	978	923	1,181	608
Free and combined amino acids				
Phosphoserine	175	173	204	110
Taurine	1,388	1,369	1,388	918
Hypotaurine	—	23	7	80
Phosphoethanolamine	— (53) ¹⁾	3	— ²⁾	—
Aspartic acid	140	139	148 (49)	42 (46)
Threonine	67 (290)	45 (261)	74 (272)	32 (210)
Serine	32 (85)	40 (73)	52 (85)	12 (94)
Asparagine	101	78	37	16
Glutamic acid	505 (182)	668 (127)	1,009 (436)	325 (124)
Glutamine	274	133	376	98
α -Amino adipic acid	13 (15)	6 (18)	54	7 (11)
Proline	161 (94)	130 (101)	230 (115)	60 (230)
Glycine	13 (296)	17 (268)	30 (342)	10 (253)
Alanine	1,796	1,603	1,579 (249)	578
Citrulline	—	—	16	2
α -Amino- <i>n</i> -butyric acid	2 (2)	2 (1)	— (3)	—
Valine	38 (52)	28 (38)	62 (7)	14 (28)
Cystine	29 (34)	11 (49)	54 (53)	29 (25)
Methionine	6 (8)	2 (7)	24	3 (4)
Cystathionine	41	26	63	13
Isoleucine	17 (21)	11 (16)	10 (15)	7 (23)
Leucine	25 (41)	16 (33)	12 (32)	10 (32)
Tyrosine	14 (50)	19 (26)	13 (29)	8 (34)
β -Alanine	26 (7)	31	20 (3)	12
Phenylalanine	19 (63)	15 (46)	15 (44)	11 (63)
β -Aminoisobutyric acid	—	—	—	—
γ -Amino- <i>n</i> -butyric acid	25 (1)	18 (1)	17 (1)	13
Ethanolamine	12	11 (3)	12 (2)	14
Hydroxylysine	—	—	— (6)	—
Ornithine	6 (15)	10 (8)	8 (25)	6 (38)
Lysine	30 (39)	23 (34)	23 (48)	21 (32)
π -Methylhistidine	—	—	—	—
Histidine	66 (22)	— (79)	69	— (90)
τ -Methylhistidine	—	—	—	—
Arginine	84 (80)	87 (60)	81 (125)	89 (56)
Subtotal	5,105 (1,450)	4,737 (1,249)	5,687 (1,941)	2,540 (1,393)
ATP and related compounds				
Adenosine 5'-triphosphate	—	—	—	—
Adenosine 5'-diphosphate	13.7	5.6	21.4	6.0
Adenosine 5'-monophosphate	43.4	28.8	34.7	19.8
Inosine 5'-monophosphate	42.1	23.7	29.2	26.5
Inosine	9.9	6.2	7.2	2.4
Hypoxanthine	1.5	16.5	2.9	5.0
Subtotal	110.6	80.8	95.4	59.7
Betaines				
Glycinebetaine	—	—	—	—
β -Alaninebetaine	—	—	—	—
γ -Butyrobetaine	—	—	—	—
Homarine	3.4	4.7	3.6	9.6
Trigonelline	—	—	—	—
Subtotal	3.4	4.7	3.6	9.6
Others				
Trimethylamine oxide	23.1	17.4	16.0	18.0
Trimethylamine	1.3	1.1	0.5	0.1
Ammonia	18.3	18.5	17.5	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. dentata*) extracts on dry basis (mg/100 g)

Extractive nitrogen	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.
	1,103	1,039	1,304	670
Free and combined amino acids				
Phosphoserine	197	195	225	121
Taurine	1,565	1,542	1,532	1,011
Hypotaurine	—	26	8	88
Phosphoethanolamine	— (60) ¹⁾	3	— ²⁾	—
Aspartic acid	158	157	163 (54)	46 (51)
Threonine	76 (327)	51 (294)	82 (300)	35 (231)
Serine	36 (96)	45 (82)	57 (94)	13 (104)
Asparagine	114	88	41	18
Glutamic acid	569 (205)	752 (143)	1,114 (481)	358 (137)
Glutamine	309	150	415	108
α -Aminoadipic acid	15 (17)	7 (20)	60	8 (12)
Proline	182 (106)	146 (114)	254 (127)	66 (253)
Glycine	15 (334)	19 (302)	33 (377)	11 (279)
Alanine	2,205	1,805	1,743 (275)	637
Citrulline	—	—	18	2
α -Amino- <i>n</i> -butyric acid	2 (2)	2 (1)	— (3)	—
Valine	43 (59)	32 (43)	68 (8)	15 (53)
Cystine	33 (38)	12 (55)	60 (58)	32 (28)
Methionine	7 (9)	2 (8)	26	3 (4)
Cystathionine	46	29	70	14
Isoleucine	19 (24)	12 (18)	11 (17)	8 (25)
Leucine	28 (46)	18 (37)	13 (35)	11 (35)
Tyrosine	16 (56)	21 (29)	14 (32)	9 (37)
β -Alanine	29 (8)	35	22 (3)	13
Phenylalanine	21 (71)	17 (52)	17 (49)	12 (69)
β -Aminoisobutyric acid	—	—	—	—
γ -Amino- <i>n</i> -butyric acid	28 (1)	20 (1)	19 (1)	14
Ethanolamine	14	12 (3)	13 (2)	15
Hydroxylysine	—	—	— (7)	—
Ornithine	7 (17)	11 (9)	9 (28)	7 (42)
Lysine	34 (44)	26 (38)	25 (53)	23 (35)
<i>m</i> -Methylhistidine	—	—	—	—
Histidine	74 (25)	— (89)	76	— (99)
<i>r</i> -Methylhistidine	—	—	—	—
Arginine	95 (90)	98 (68)	89 (138)	98 (62)
Subtotal	5,757 (1,635)	5,333 (1,406)	6,277 (2,142)	2,796 (1,556)
ATP and related compounds				
Adenosine 5'-triphosphate	—	—	—	—
Adenosine 5'-diphosphate	15.4	6.3	23.6	6.6
Adenosine 5'-monophosphate	48.9	32.4	38.3	21.8
Inosine 5'-monophosphate	47.5	26.7	32.2	29.2
Inosine	11.2	7.0	7.9	2.6
Hypoxanthine	1.7	18.6	3.2	5.5
Subtotal	124.7	91.0	105.2	65.7
Betaines				
Glycinebetaine	—	—	—	—
β -Alaninebetaine	—	—	—	—
γ -Butyrobetaine	—	—	—	—
Homarine	3.8	5.3	4.0	10.6
Trigonelline	—	—	—	—
Subtotal	3.8	5.3	4.0	10.6
Others				
Trimethylamine oxide	26.0	19.6	17.7	19.8
Trimethylamine	1.5	1.2	0.6	0.1
Ammonia	20.6	20.8	19.3	19.1

¹⁾The amounts of combined amino acids are given in parenthesis.

²⁾Not detected.

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

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.
Total free amino acids ¹⁾	5,757 (100.0%)	5,333 (100.0%)	6,277 (100.0%)	2,796 (100.0%)
Umami ²⁾	727 (12.6)	909 (17.0)	1,277 (20.3)	404 (14.4)
Sweet ³⁾	2,677 (46.5)	2,242 (42.0)	2,609 (41.6)	893 (31.9)
Bitter ⁴⁾	287 (5.0)	179 (3.4)	300 (4.8)	147 (5.3)
Others	2,066 (35.9)	2,003 (37.6)	2,091 (33.3)	1,352 (48.4)

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.

Fuke, 1994). 유리아미노산총량에 대한 감칠맛계 아미노산 합계의 비율은 유리아미노산총량이 가장 높았던 3월 시료와 유리아미노산총량이 가장 낮았던 4월 시료에서 비교하면 20.3%와 14.4%로서 유리아미노산총량이 높았던 3월에 높게 나타났다. 또한 단맛계 아미노산에 있어서도 41.6%와 31.9%로서 3월에 높게 나타났다. 반면 쓴맛계 아미노산은 4.8%와 5.3%로서 유리아미노산총량이 낮았던 4월에 높게 나타났다. 따라서 잇바디돌김 건제품에서는 유리아미노산총량이 높은 시기가 낮은 시기에 비해서 감칠맛계와 단맛계 아미노산합량 비율이 높은 반면, 쓴맛계 아미노산 비율은 낮게 나타났다. 이와 같은 현상은 마른김의 품질 및 맛이 있는 시기와도 밀접한 관계가 있는 것으로 생각된다.

4. 결합아미노산

잇바디돌김 건제품 엑스분 중의 결합아미노산조성을 분석한 결과는 Table 2 및 Table 3의 괄호 속에 표시하였다. Table 2에서는 습중량 100g에 대한 mg수, 그리고 Table 3에서는 건물중량 기준으로 표시하였다. 잇바디돌김 건제품 엑스분에서는 가수분해 후 18~21종의 아미노산이 증가되었다. 아미노산총량은 건물 100g당 1,406~2,142 mg (평균 1,685 mg)이었다. 따라서 결합아미노산함량은 유리아미노산총량의 26.4~55.7% (평균 36.2%) 수준으로서 월별변화가 많았다. 방사무늬김 건제품에서의 결합아미노산함량 (Park et al., 2001c)은 유리아미노산 총량의 19.6~22.9% (평균 21.4%) 수준이었는데, 이에 비하면 잇바디돌김에서는 평균 14.8%가 높은 편이었다.

잇바디돌김에서 건제품으로 가공 후의 결합아미노산조성을 보면 함량이 가장 많은 아미노산은 glycine으로서 건물 100g당 279~377 mg (평균 323 mg)이었으며, 그 다음으로는 threonine 231~327 mg (평균 288 mg), glutamic acid 137~481 mg (평균 242 mg), proline 106~253 mg (평균 150 mg), serine 82~104 mg (평균 94 mg), arginine 62~138 mg (평균 90 mg), phenylalanine 49~71 mg (평균 60 mg), cystine 28~58 mg (평균 45 mg), lysine 35~53 mg (평균 43 mg), valine 8~59 mg (평균 41 mg)의 순으로 이 10종의 아미노산이 월별로 결합아미노산총량의 78.7~84.7 mg (평균 81.9 mg)를 차지하였다. 이와 같이 잇바디돌김은 生葉 (Park et al., 2001b)을 건제품으로 가공함으로써 결합아미노산조

성에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다.

잇바디돌김에서는 生葉 (Park et al., 2001b)을 건제품으로 가공하는 과정 중 결합아미노산의 평균 14.4%가 감소되었다. 가공 중 가장 많이 감소되는 결합아미노산은 valine (59.8%)이었으며, 다음은 tyrosine (55.7%), leucine (44.9%), proline (43.4%), isoleucine (43.2%), lysine (41.9%), methionine (37.5%), aspartic acid (36.6%), phenylalanine (25.9%), serine (19.0%), glutamic acid (6.2%) 등의 순이었다. 그러나 가공 중 가장 많이 증가된 결합아미노산은 threonine (55.7%)이었으며, 그 다음은 ornithine (50%), histidine (35.9%), arginine (34.3%), glycine (32.4%), cystine (12.5%), alanine (6.2%) 등의 순이었다. 잇바디돌김 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 결합아미노산함량이 가장 높았던 3월의 감칠맛계 아미노산함량 비율은 21.5%로서 4월의 13.6%보다 훨씬 높게 나타났다. 그리고 3월의 단맛계 아미노산이 차지하는 비율도 45.6%로서 4월의 41.2%보다 높았다. 그렇지만 쓴맛계 아미노산이 차지하는 비율은 3월에 6.5%이었으나 4월에는 11.4%로서 훨씬 높게 나타났다. 이와 같은 결과에서 볼 때 유리 및 결합아미노산총량이 높은 시기에는 낮은 시기에 비해 감칠맛계와 단맛계 아미노산이 차지하는 비율이 높은 반면 쓴맛계 아미노산이 차지하는 비율이 낮았으며, 이와 같은 사실은 잇바디돌김의 맛과 밀접한 관계가 있을 것으로 생각된다.

5. ATP관련화합물

잇바디돌김 건제품에서 ATP관련화합물함량을 월별로 분석한 결과는 Table 2에 나타내었다. 모든 시료에서 ADP, AMP, IMP, inosine 및 hypoxanthine이 검출되었다. ATP관련화합물의 총량은 건제품 100g당 59.7~110.6 mg (1.93~3.26 $\mu\text{mol/g}$) 범위였으며, 평균치는 86.6 mg (2.77 $\mu\text{mol/g}$)이었다. 또한 잇바디돌김 건제품의 ATP관련화합물 총량을 건물기준으로 나타내면 Table 3과 같다. ATP관련화합물의 총량은 건물 100g당 65.7~124.7 mg (2.13~3.68 $\mu\text{mol/g}$) 범위로서 평균 96.7 mg (3.10 $\mu\text{mol/g}$)이었다. 이와 같은 결과는 방사무늬김 건제품 (Park et al., 2001c)에서의 ATP관련화

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

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.
Total free and combined amino acids ¹⁾	7,392 (100.0%)	6,739 (100.0%)	8,419 (100.0%)	4,352 (100.0%)
Umami ²⁾	932 (12.6)	1,052 (15.6)	1,812 (21.5)	592 (13.6)
Sweet ³⁾	3,584 (48.5)	3,072 (45.6)	3,835 (45.6)	1,795 (41.2)
Bitter ⁴⁾	611 (8.3)	494 (7.3)	547 (6.5)	494 (11.4)
Others	2,265 (30.6)	2,121 (31.5)	2,225 (26.4)	1,471 (33.8)

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.

합질소총량이 건물 100 g당 111.6~195.5 mg (3.30~6.00 μmol/g)으로서 평균 158.2 mg (4.81 μmol/g)인데 비하면 잇바디돌김에서 다소 낮게 나타났다.

ATP관련화합물총량의 월별변동을 보면 1월에 124.7 mg (3.68 μmol/g)이었으나 2월에는 91.0 mg (3.47 μmol/g)로 다소 줄어졌다가, 3월에는 105.2 mg (3.12 μmol/g)로 증가되었으며, 양식말기인 4월에는 65.7 mg (3.12 μmol/g)으로 급격히 떨어지는 현상을 나타내었다. 이와 같은 월별변동현상은 앞에서 언급한 엑스분질소, 유리아미노산총량 및 대부분의 개별 유리아미노산의 월별변동현상과 유사한 결과를 보였다.

잇바디돌김의 生葉을 건제품으로 가공함으로써 ATP관련화합물의 총량은 전반적으로 증가되어 건물기준 mg/100g단위에서 평균 16.8%, 그리고 μmol/g단위에서 평균 13.8%이었다. 맞성분으로서 중요한 역할을 하는 것으로 알려진 IMP 함량은 건물 100 g당 26.7~47.5 mg (0.77~1.36 μmol/g)으로서 평균치는 33.9 mg (0.98 mg)이었다. ATP관련화합물 총량에 대한 IMP가 차지하는 비율은 mg/100 g 건물에서 29.3~44.4% (평균 35.6%)이었으며, μmol/g단위에서는 22.2~39.4% (평균 32.1%)로서 월별로 함량에 차이를 보였다. 잇바디돌김의 生葉 (Park et al., 2001b)을 건제품으로 가공 중 IMP 함량은 평균 11.7% 증가되었다.

김류의 ATP관련화합물 함량에 대하여, Fujita and Hashimoto (1960)는 일본산 참김 (*P. tenera*)에서 5 mg/100 g (0.14 μmol/g, 건물)을, 그리고 Nakamura et al. (1968)은 일본산 참김 생시료에서 0.0160~0.1428 μmol (평균 0.0882 μmol/g, n=3)으로 보고한 바 있다. 그러나 Tashiro et al. (1991)은 일본산 참김에서 2' (3')-mononucleotide류는 다량 검출되었으나, 5'-mononucleotide류는 소량으로서 5'-IMP와 ATP는 검출되지 않았다고 보고하였다.

6. Betaine류

잇바디돌김 건제품에서 betaine류를 분석한 결과는 Table 2에서와 같이 환상 betaine인 homarine이 모든 시료에서 검출되었다. 잇바디돌김 生葉 (Park et al., 2001b)에서는 모든 시료에서 환상 betaine인 homarine과 trigonelline이 검출된 바 있으나 건제품으로 가공 중 trigonelline은 모든 시료에서 소실되었다. 그리고 잇바디돌김 生葉에서는 일부시료에서 β-alaninebetaine과 γ-buthylobetaine이 검출되었으나 (Park et al., 2001b) 건제품으로 가공 중 소실된 것으로 나타났다. 잇바디돌김 건제품에서 homarine함량은 건물 100 g당 3.8~10.6 mg (평균 5.9 mg)으로서 채취시기에 따라 차이가 많았으며, 건제품으로 가공 중 약 1/2이 감소되었다. Park et al. (2001c)은 방사무늬김 건제품에서 homarine함량은 건물 100 g당 1.5~9.4 mg (평균 5.2 mg)으로 보고하고 있어 본 연구에서의 잇바디돌김 건제품과 유사한 수준이었다. Abe and Kaneda (1973)는 일본산 방사무늬김 건제품에서 γ-buthylobetaine을 건물 100 g당 3.6 mg 확인한 바 있다.

7. TMAO와 TMA

잇바디돌김 건제품에서 TMAO와 TMA 함량을 분석한 결과는 Table 2와 같이 모든 시료에서 검출되었다. 한편 잇바디돌김 건제품에서 TMAO와 TMA함량을 건물기준으로 나타내면 Table 3과 같다. 건물 100 g당 TMAO함량은 17.7~26.0 mg (평균 20.8 mg)이었고, TMA함량은 0.1~1.5 mg (평균 0.9 mg)으로서 미량에 불과하였다. TMAO는 1월에 26 mg 이었으나, 2월과 3월에는 19.6 mg과 17.7 mg으로 감소되었으며, 그 이후 4월에는 19.8 mg으로 다소 증가되는 월별변동현상을 나타내었다. 이와 같은 월별변동현상은 앞에서 언급한 엑스분질소, 유리아미노산총량, ATP관련화합물, betaine류와는 서로 다른 경향을 보였다.

7. TMAO와 TMA

잇바디돌김은 生葉에서 TMAO가 3월 시료에서만 건물 100 g당 4.7 mg 검출되었고, TMA는 7.9~24.0 mg (평균 13.3 mg)으로서 모든 시료에서 검출되었다 (Park et al., 2001b). 따라서 잇바디돌김은 건제품으로 가공하는 과정 중 TMAO는 모든 시료에서 검출되었고, 3월시료에서는 약 4배가 증가되었으나, TMA는 약 1/15로 감소되었다. Fujiwara et al. (1971)은 일본산 참김에 대한 TMAO와 TMA함량을 분석하여 건물 100 g당 249~358 mg과 187~253 mg으로 보고한 바 있으나 본 연구에서의 결과와는 함량에 대한 차이가 현저하였다.

8. 엑스분 중의 질소분포

Table 6은 이상에서 분석한 결과를 요약하기 위하여 분석된 각 시료의 엑스성분에 대한 질소량을 계산하여 각 성분군별로 엑스분 질소에 대한 %로 나타내었다. 잇바디돌김 건제품에 대한 질소분

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

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.
Free amino acids	72.20	68.28	64.07	55.30
Combined amino acids	20.61	20.39	23.89	34.45
ATP and its related compounds	2.10	2.02	1.52	1.94
Betaines	0.04	0.05	0.03	0.16
TMAO and TMA	0.47	0.38	0.26	0.55
Unknown	4.58	8.88	10.23	7.60
Recovery of extractive nitrogen	95.42	91.12	89.77	92.40

포의 조성은 시료채취시기에 관계없이 거의 유사한 경향이었다. 잇바디돌김 건제품에서 가장 많은 비중을 차지하는 합질소엑스성분으로는 유리아미노산질소로서 $64.96 \pm 7.25\%$ 를 차지하였으며, 그 다음으로는 결합아미노산질소가 $24.84 \pm 6.61\%$ 로서 이 두 성분군을 합하면 전체 질소분포의 $89.80 \pm 2.14\%$ 를 차지하고 있어 가장 중요한 질소성분 군으로 밝혀졌다. 그 다음으로는 ATP관련화합물 질소 $1.90 \pm 0.26\%$, TMAO와 TMA질소 $0.42 \pm 0.12\%$, betaine류 질소 $0.07 \pm 0.06\%$ 의 순이었다. 잇바디돌김 건제품의 엑스분 중 질소분포의 특징을 전보 (Park et al., 2001b)의 잇바디돌김 생엽에서와 비교하여 보면, 건제품 가공과정 중 유리아미노산질소가 8.86% 증가한 반면, 결합아미노산질소는 8.44% 감소하였다. 그리고 이 두 성분군을 합하면 생엽이나 건제품에서 거의 같은 수준이었다. 그리고 건제품 가공 중 감소되는 질소성분은 ATP관련화합물 (0.40%) 및 betaine류 (0.13%) 이었으며, 증가하는 질소성분은 TMAO와 TMA (0.02%)이었다. 잇바디돌김 건제품의 엑스분질소에 대한 회수율은 $92.18 \pm 2.41\%$ 로서 대부분의 질소성분이 분석된 것으로 생각된다.

요 약

우리 나라 남해안에서 양식 생산되고 있는 김류의 합질소엑스성분조성 및 월별 변동현상을 구명하기 위하여 1988년 1월부터 4월까지 월별로 전남 장흥군 지선에서 양식된 잇바디돌김, *Porphyra dentata*를 매월 1회씩 채취하여 건제품으로 가공한 다음 맛과 밀접한 관계가 있는 합질소엑스성분, 즉 엑스분질소, 유리아미노산, ATP관련화합물, 4급암모늄염기 등을 분석하여 전보에서 분석한 잇바디돌김 생엽과 비교하였다. 엑스분질소량은 670~1,304 mg/100 g (건물)이었다. 유리아미노산은 28~29종이 검출되었으며, 그 총량은 2,796~6,277 mg/100 g (건물)이었다. 함량이 많고 중요한 유리아미노산으로는 alanine, taurine, glutamic acid, glutamine, phosphoserine 등이었다. 결합아미노산은 가수분해 후 18~21종에서 증가되었으며, 그 총량은 1,406~2,142 mg/100 g (건물)이었으며, 유리아미노산총량의 26.4~55.7% 수준으로서 중요한 합질소 엑스성분으로 밝혀졌다. ATP관련화합물총량은 65.7~124.7 mg/100 g ($2.13 \sim 3.68 \mu\text{mol/g}$, 건물) 수준이었다. Betaine류로서는 homarine이 모든 시료에서 검출되었고, β -alanine, γ -butyrobetaine, trigonelline은 가공 중 소실되었다. TMAO와 TMA는 모든 시료에서 검출되었다. 잇바디돌김 생엽을 건제품으로 가공과정 중 유리아미노

산, TMAO와 TMA가 증가하였고, 결합아미노산, ATP관련화합물, betaine류가 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.
- 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. Yamano, Y. and S. Yamaguchi (eds.) Asakura-Shoten. Tokyo, pp. 46~61 (in Japanese).
- Hong, S.P., J.K. Koo, K.S. Jo and D.S. Kim. 1997. Physicochemical characteristics of water or alcohol soluble extracts from laver *Porphyra yezoensis*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 26, 10~16 (in Korean).
- 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 Gakkaishi*, 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).
- Jo, K.S., J.R. Do and J.G. Koo. 1998. Pretreatment conditions of *Porphyra yezoensis*, *Undaria pinnatifida* and *Laminaria religiosa* for functional algae-tea. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 27, 275~280 (in Korean).
- Kang, J.W. and N.P. Ko. 1977. Laver culture. pp. 7~15, Taewha Press, Pusan (in Korean).

- 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. I. 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).
- 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).
- Park, C.K., C.H. Park and J.N. Park. 2001c. Extractive nitrogenous constituents of dried laver *Porphyra yezoensis*. *J. Korean Fish. Soc.*, 34, 394~402 (in Korean).
- Pharmacia LKB Biotechnology. 1989. Alpha Plus (series two) Amino acid Analyzer Instruction Manual.
- 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 22일 접수

2001년 7월 26일 수리