

잇바디돌김의 합질소 엑스성분조성 및 월별변동

박춘규[†] · 박철훈 · 박정임*

여수대학교 식품공학과

*일본 도쿄대학 대학원 농학생명과학연구과

Extractive Nitrogenous Constituents and Their Monthly Variation of Fresh Laver *Porphyra dentata*

Choon-Kyu Park[†], Cheul-Hoon Park and Jung-Nim Park*

Dept. of Food Science and Technology, Yosu National University, Yosu 550-749, Korea

*Graduate School of Agricultural Life Sciences, The University of Tokyo, Tokyo 113-8657, Japan

Abstract

In order to investigate the composition and monthly variation of extractive nitrogenous components in the laver *Porphyra dentata* cultured at the south coast of Korea, the fresh laver was analyzed separately for the amounts of free amino acids, combined amino acids, ATP and its related compounds, and quaternary ammonium basis in fresh laver were measured. The extractive nitrogen contents of fresh laver extracts were 760~870 mg/100 g (dry basis). Twenty-seven to thirty-one kinds of free amino acids were detected in the laver extracts and their total amounts were 2,404~3,966 mg/100 g (on dry basis). The laver extracts showed rich in free amino acids such as alanine, taurine, glutamic acid, glutamine and aspartic acid. Sixteen to twenty-three kinds of combined amino acids were detected in the extracts and their total amounts were 1,429~2,692 mg/100 g (on dry basis). Proline, glutamic acid, glycine, phosphoserine, serine were the main combined amino acids in the extracts. The amounts of ATP and related compounds were 73.3~94.4 mg/100 g (2.04~4.43 μ mol/g, on dry basis). Homarine and trigonelline were detected in all specimens but β -alaninebetaine, γ -butyrobetaine were found in some. Small amounts of trimethylamine were detected in all samples. Free and combined amino acids were occupying almost 90% of extractive nitrogen. Most of free and combined amino acids showed a marked monthly variation with a maximum in January and March, and a minimum in February and April. The fresh laver *P. dentata* did not differ much from the fresh laver *P. yezoensis* in qualitative composition of extractive components, but their contents were generally low level.

Key words: laver, *Porphyra dentata*, free amino acid, combined amino acid, ATP related compound, betaine, trimethylamine

서 론

우리 나라에서 김은 14종이 보고되어 있으며(1), 시중에는 상업적으로 김과 돌김이 유통되고 있다. 돌김류로서는 잇바디돌김(미역김, *Porphyra dentata*), 둥근돌김(*P. suborbiculata*), 긴잎돌김(*P. pseudolinearis*), 모무늬돌김(*P. seriata*) 등이 있다(2). 김류는 주로 남해안과 서해안에서 활발히 양식되고 있으며, 지난 1991년부터 1999년 사이의 생김 생산량은 연평균 약 190,000 M/T에 달하는 중요한 해조류이다(3,4).

김에 대한 국내·외의 식품학적인 연구를 살펴보면 일반성분(5-12), 당류(13-17), 지방질조성(18-20), 무기성분(12,21), 유리아미노산(7,8,10,22-33), 핵산관련화합물(14,31-37), 유기산(38), 휘발성분(39-41) 등에 관한 보고가 있다. 또한 제품이 공 및 저장 중의 품질변화(42-46), 제품의 변질에 미치는 수

분의 영향(47), 동결보존(48-49), 저온저장(50) 등 많은 연구가 있다. 그러나 돌김류를 연구대상으로 한 보고는 거의 없다.

김은 주로 마른김이나 조미김으로서 소비되어 왔으나, 소비가 침체되고 있는 시점에서 김의 소비 확대를 위하여 금후 생김에 대한 이용확대 방안도 연구의 필요성이 대두되고 있는 실정이다. 해조류의 엑스분은 저분자 질소화합물이 주체를 이루고 있으며(51), 특히 유리아미노산 함량은 그 종류뿐만 아니라 동일 종이라 할지라도 계절, 생육장소, 해황 등에 따라 변화가 심한 것으로 알려져 있다(52).

따라서 본 연구에서는 한국산 김류의 합질소엑스성분 조성에 관한 일련의 연구로서, 돌김류의 일종인 잇바디돌김에 대한 채취직후 생김(生葉) 상태에서의 맛성분 조성 및 월별 변동현상을 밝히기 위하여 맛과 밀접한 관계가 있는 합질소 엑스성분인 유리아미노산, 결합아미노산, ATP관련화합물,

[†]Corresponding author. E-mail: ckpark@yosu.ac.kr
Phone: 82-61-659-3217, Fax: 82-61-653-2353

betaine류, 4급암모늄염기 등을 각 월별로 분석하여 방사무늬김(*P. yezoensis*) 연구결과(53)와 상호 비교하였다.

재료 및 방법

실험 재료

실험에 사용한 잇바다돌김(*P. dentata*)은 전남 장흥군 관산을 삼산리 지선에서 양식된 것으로서 1998년 1월부터 4월까지 월별로 각 1회씩 채취하여, 잇바다돌김만을 선별하고, ice box에 담아 저온상태로 실험실까지 운반한 다음, 세절하고 전처리하여 -20°C의 동결고에 보존하면서 실험시료로 사용하였다.

엑스분 조제

생김 표면의 물기를 거즈로 제거한 다음 미세하게 세절하여 Stein과 Moore(54) 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) column에 통과시켜 picric acid를 제거하였다. Column은 다시 0.02 N hydrochloric acid로 세정한 후 모은 상정액과 합하여 농축·정용한 것을 엑스분질소, 유리아미노산, oligopeptide에서 유래한 결합아미노산, betaine류, trimethylamine oxide (TMAO), trimethylamine(TMA) 분석용 시료로 사용하였다. ATP관련화합물 분석용 엑스분의 조제는 Nakajima 등(55)의 방법에 따랐다. 즉 시료에 5% perchloric acid를 가하여 균질기로 균질화한 후 원심분리(10,000 rpm, 10 min)하고 잔사도 다시 같은 조작을 2회 반복하여 얻은 상정액을 5 N potassium hydroxide로서 pH 7로 조정 후 분석시료로 사용하였으며, 이상의 조작은 얼음을 채운 ice box 내의 저온상태에서 실시하였다.

분석방법

일반성분 중 수분은 상압가열건조법, 단백질은 semimicro-Kjeldahl법, 지방은 Soxhlet법, 회분은 건식회화법으로 분석하였다. 그리고 엑스분질소는 micro-Kjeldahl법(56)으로 측

정하였다. 유리아미노산은 아미노산자동분석기 (Pharmacia LKB Biochrom Ltd., England)를 이용하는 생체액 분석법(57)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. 결합아미노산은 추출된 엑스분 시료에 hydrochloric acid를 가하여 농도가 6 N 되게 한 다음 ampoule에 넣고 밀봉하여 110°C에서 16시간동안 가수분해하고 유리아미노산과 같은 방법으로 분석하였으며, 가수분해 전후의 분석치로 계산하였다. ATP관련화합물은 고성능액체크로마토그래피(HPLC)를 이용하여 분석하였다. HPLC는 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(58), 유속은 0.8 mL/min., 검출과장 254 nm, column 온도 40°C, 그리고 column은 µBondapak C₁₈(3.9×300 mm, USA)을 사용하였다. Betaine류는 HPLC를 사용하는 Park 등(59)의 방법으로 분석하였다. TMA는 Bullard와 Collins(60) 방법, 그리고 TMAO는 titanous chloride를 가하여 TMA로 환원 후 정량하는 Bystedt 등(61)의 방법으로 분석하였다.

결과 및 고찰

일반성분 조성

양식장에서 채취 직후의 신선한 잇바다돌김에 대한 일반성분 분석결과는 Table 1과 같다. 1월부터 4월까지 시료 4검체의 수분함량은 76.5~80.8% 범위로서 평균 78.0%이었다. 단백질함량은 7.0~9.3% 범위로서 평균 8.1%이었다. 지질과 회분함량은 0.12~0.20%와 3.4~4.5% 범위로서 평균 0.16%와 3.9%이었다. 그리고 탄수화물함량은 6.54~11.98% 범위로서 평균 9.86%이었다.

건물기준으로 보면 단백질과 지질함량은 30.7~41.7%(n=4)와 0.53~0.85%(n=4)로서 평균 36.9%와 0.74%이었다. 회분과 탄수화물함량은 14.5~23.4%(n=4)와 34.06~52.54%(n=4)범위로서 평균 18.1%와 44.31%이었다. 이와 같은 결과를

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

(%)

Sampling date	Moisture		Protein		Lipid		Ash		Carbohydrate	
	a	a ¹⁾	b ²⁾	a	b	a	b	a	b	
Jan. 5, '98	77.2	7.0	30.7	0.12	0.53	3.7	16.2	11.98	52.54	
Feb. 16, '98	77.3	8.1	35.7	0.17	0.75	4.1	18.1	10.33	45.51	
Mar. 12, '98	76.5	9.3	39.6	0.20	0.85	3.4	14.5	10.60	45.11	
Apr. 14, '98	80.8	8.0	41.7	0.16	0.83	4.5	23.4	6.54	34.06	
	78.0±1.9 ³⁾	8.1±0.9	36.9±4.8	0.16±0.03	0.74±0.15	3.9±0.6	18.1±3.9	9.86±2.33	44.31±7.63	

¹⁾On wet basis.

²⁾On dry basis.

³⁾Mean±standard deviation (n=4).

방사무늬김(53)과 비교하면 탄수화물이 높은 반면, 단백질과 회분함량은 낮았으며 지질은 같은 수준으로서 김의 종류에 따라 일반성분함량에 차이가 있는 것으로 나타났다.

잇바디돌김의 단백질과 탄수화물함량은 채취시기에 따라서도 차이가 있는 것으로 나타났으며, 채취시기가 늦어짐에 따라 단백질함량은 증가하고, 탄수화물함량은 감소하는 경향으로서 서로 역상관관계를 보였다. 단백질함량(X)과 탄수화물함량(Y) 간에는 $Y = -1.4173X + 96.6385 (r^2 = 0.8065)$ 의 회귀식으로 표시할 수 있었다($p < 0.05$). Noda(5)는 일본산 참김 (*P. tenera*)의 일반성분은 채취시기와 채취장소에 따라 차이가 크며, 고급품일수록 단백질함량이 높고 탄수화물함량은 낮았다고 하였으며, 또한 Cho 등(12)도 홍조류의 단백질과 당질함량간에는 서로 상반되는 관계를 보인다고 하였다.

김 중의 지질함량에 대하여 무수물 100 g당 참김에서는 4.2%(11)와 4.9~6.4%(12)로, 그리고 둥근돌김은 1.9%(11)로 보고하고 있어 본 연구에서의 잇바디돌김 연구결과보다 높았다. 한편 Yoshie 등(9)은 한국산 방사무늬김의 지질함량을 지역에 따라 1.74~3.21%(평균 2.44%, n=5)로, 그리고 일본 식품성분표(62)에서는 2.1%로 보고하였다.

엑스분질소

잇바디돌김의 월별 엑스분질소 함량은 Table 2와 같다. 생김의 엑스분질소 함량은 100 g당 146~205 mg(평균 184 mg, n=4) 범위였다. 해조류의 엑스분질소 함량에 대하여 Ito(51)는 해조 신선물 100 g에 대하여 10~300 mg으로 종류에 따른 차이가 많다고 하였다.

한편 잇바디돌김의 엑스분질소를 채취시기에 따라 건물기준으로 나타내면 Table 3과 같다. 건물 100 g당 엑스분질소 함량은 760~872 mg(평균 829 mg, n=4) 범위였다. 채취시기별 엑스분질소 함량을 보면 1, 2, 3월에는 거의 같은 수준이었으나 4월에는 약간 낮아졌다. 잇바디돌김의 엑스분질소 함량은 방사무늬김(53)에서 677~1,175 mg(평균 989 mg, n=4)보다 약간 낮은 수준이었으나 t-검정 결과 유의차는 없는 것으로 나타났다($p > 0.05$).

유리아미노산

잇바디돌김의 월별 유리아미노산함량은 Table 2와 같다. 생김에서는 27~31종의 다양한 유리아미노산이 검출되었으며, 그 총량은 생김 100 g당 462~915 mg(평균 743 mg, n=4)이었다. 유리아미노산함량을 각 월별 건물기준으로 나타내면 Table 3과 같다. 건물 100 g당 그 총량은 2,404~3,966 mg 범위로서 1월에는 3,966 mg으로서 가장 높았으나, 2월에는 3,048 mg으로 낮아졌으며, 3월에는 다시 3,897 mg으로 증가되었다가, 4월에는 2,404 mg으로 가장 낮아서 월별 변화가 많았다.

방사무늬김(53)의 유리아미노산총량은 1, 2, 3월에 4,211 mg, 4,496 mg, 4,580 mg으로서 거의 같은 수준을 유지하다가 양식말기인 4월에는 1,998 mg으로서 급격히 절반 이하로 떨어

지는 경향을 나타내었으나, 본 연구에서 잇바디돌김은 1월과 3월에 높고, 2월과 4월에 낮았다. 이와 같이 잇바디돌김은 양식말기인 4월에도 방사무늬김(53)에서와 같은 급격한 감소 현상을 나타내지 않았다. 따라서 동일한 양식장에서 양식된 김이라 할지라도 김의 종류에 따라 유리아미노산총량은 시기별로 서로 차이가 있는 것으로 밝혀졌다.

Sakai와 Kasai(30)는 일본 북해도산 방사무늬김의 유리아미노산조성을 월별로 분석한 결과 채취시기가 늦어짐에 따라 증가하는 경향이었으나 taurine 함량은 낮아지는 경향이었다고 보고하였다. 그러나 본 연구에서 유리아미노산총량과 taurine 함량에서는 그와 같은 경향은 볼 수 없었다. 이와 같은 이유는 김의 종류가 서로 다르고, 또한 시료의 채취시기도 본 연구에서는 양식중기와 말기(1, 2, 3, 4월) 시료였으나, Sakai와 Kasai(30)는 양식초기와 중기(11, 12, 1월) 시료였기 때문으로 생각된다.

본 연구에서 함량이 많고 중요한 유리아미노산은 건물 100 g당 alanine 651~1,439 mg(평균 1,024 mg, n=4), taurine 641~872 mg(평균 797 mg), glutamine 52~472 mg(평균 334 mg), glutamic acid 176~491 mg(평균 328 mg), aspartic acid 36~145 mg(평균 96 mg), phosphoserine 75~120 mg(평균 91 mg), cystathionine 4~170 mg(평균 67 mg), histidine 31~88 mg(평균 60 mg), threonine 44~68 mg(평균 58 mg), asparagine 16~93 mg(평균 56 mg)의 순이었으며 이들 10종이 각 시료에 따라 유리아미노산총량의 79.7~92.1%(평균 86.7%)를 차지하였다. 방사무늬김(53)에서 함량이 많은 10종의 유리아미노산이 차지하는 비율은 평균 88.6%로서 본 연구에서의 잇바디돌김과 유사한 수준이었으며, 유리아미노산 조성도 큰 차이가 없었다. 그러나 개별 유리아미노산함량에는 다소 차이가 있었다. 그리고 이들 중 함량이 많았던 5종에 대한 월별변동현상은 양식말기인 4월 시료에서 모두 감소하였다.

김류의 유리아미노산총량을 건물 100 g중의 mg수로 비교하여 보면 Lee 등(7)은 한국산 마른김에서 925 mg(n=1), Yoshie 등(9)은 방사무늬김에서 6,886~9,262 mg(평균 8,214 mg, n=5)으로 보고하고 있어 본 연구에서 잇바디돌김 2,404~3,966 mg(평균 3,329 mg, n=4)에 비해 함량에 대한 차이가 많았다. 일본산 마른김에서의 유리아미노산총량은 Noda 등(22)이 3,934~5,331 mg(평균 4,492 mg, n=7), Yoshie 등(10)이 방사무늬김에서 1,153~5,614 mg(평균 3,125 mg, n=48), Araki 등(26)이 방사무늬김에서 3,423~3,459 mg(평균 3,446 mg, n=3), Sakai와 Kasai(30)가 방사무늬김에서 4,620~5,830 mg(평균 5,343 mg, n=6)으로 보고한 바 있다.

Tamano 등(24)은 일본산 김의 품질평가를 위하여 마른김에 대한 물리·화학 분석치와 관능 검사치와의 상관관계를 검토한 결과 총질소, 유리아미노산총량, taurine 등이 외관, 풍미, 식감 등 어떤 관능검사 항목과도 상관성이 인정되었다($p < 0.01$)고 보고하였다. 본 연구에서 김의 품질평가에 활용

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

Extractive nitrogen	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.
	193	190	205	146
Free and combined amino acids				
Phosphoserine	17(25) ¹⁾	17(25)	22(34)	23(35)
Taurine	190	191	205	123
Hypotaurine	1	- ²⁾	1	1
Phosphoethanolamine	-	1	-	-
Aspartic acid	26	20(1)	34	7(31)
Threonine	14	10(56)	14(53)	13(51)
Serine	4(40)	6(24)	7(20)	2(19)
Asparagine	12	21	14	3
Glutamic acid	112(43)	40(40)	85(64)	54(76)
Glutamine	94	91	111	10
α -Amino adipic acid	-(2)	-(2)	-	2
Proline	-(48)	-(62)	14(53)	12(67)
Glycine	10(51)	2(59)	8(53)	6(51)
Alanine	328	209(34)	255	125(21)
Citrulline	-	-	-	-(1)
α -Amino- <i>n</i> -butyric acid	1	1	1(1)	1
Valine	3(18)	6(25)	6(22)	10(24)
Cystine	10(6)	3(10)	32	3(17)
Methionine	4	1	8	1(6)
Cystathionine	20	1	40	1(1)
Isoleucine	2(7)	4(1)	2(10)	3(13)
Leucine	2(14)	4(9)	2(19)	7(18)
Tyrosine	5(11)	11(48)	2(8)	8(11)
β -Alanine	5(2)	15	7	2(2)
Phenylalanine	2(19)	4	2(23)	6(27)
β -Aminoisobutyric acid	-	-(18)	-	1
γ -Amino- <i>n</i> -butyric acid	6	4(7)	4	7
Ethanolamine	1(1)	2	-(2)	1(2)
Hydroxylysine	-(1)	-	-	1
Ornithine	4(2)	2(4)	2(4)	4(4)
Lysine	3(14)	4(20)	8(15)	7(16)
π -Methylhistidine	-(13)	-	-	-
Histidine	20	7(32)	17	9(3)
τ -Methylhistidine	-(9)	-	-	-
Arginine	8	15(14)	12(23)	9(21)
Subtotal	904(326)	692(491)	915(404)	462(517)
ATP and related compounds				
Adenosine 5'-triphosphate	2.0	1.5	1.0	3.6
Adenosine 5'-diphosphate	0.9	0.4	0.4	0.4
Adenosine 5'-monophosphate	1.0	0.3	3.5	0.3
Inosine 5'-monophosphate	10.8	10.4	7.0	0.3
Inosine	3.2	5.1	3.8	6.7
Hypoxanthine	0.3	3.4	1.5	6.8
Subtotal	18.2	21.1	17.2	18.1
Betaines				
Glycinebetaine	-	-	-	-
β -Alaninebetaine	-	-	-	1.1
γ -Butyrobetaine	-	2.5	-	-
Homarine	1.9	0.9	2.1	4.4
Trigonelline	1.4	0.7	1.8	0.8
Subtotal	3.3	4.1	3.9	6.3
Others				
Trimethylamine oxide	-	-	1.1	-
Trimethylamine	1.9	1.8	3.0	4.6
Ammonia	4.8	0.5	6.5	7.3

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

²⁾Not detected.

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

Extractive nitrogen	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.
	846	837	872	760
Free and combined amino acids				
Phosphoserine	75(110) ¹⁾	75(110)	94(145)	120(182)
Taurine	833	841	872	641
Hypotaurine	4	- ²⁾	4	5
Phosphoethanolamine	-	4	-	-
Aspartic acid	114	88(4)	145	36(161)
Threonine	61	44(247)	60(226)	68(266)
Serine	18(175)	26(106)	30(85)	10(99)
Asparagine	53	93	60	16
Glutamic acid	491(189)	176(176)	362(272)	281(396)
Glutamine	412	401	472	52
α -Amino adipic acid	-(9)	-(9)	-	10
Proline	-(211)	-(273)	60(226)	63(349)
Glycine	44(224)	9(260)	34(226)	31(266)
Alanine	1439	921(150)	1085	651(109)
Citrulline	-	-	-	-(5)
α -Amino- <i>n</i> -butyric acid	4	4	4(4)	5
Valine	13(79)	26(110)	26(94)	52(125)
Cystine	44(26)	13(44)	136	16(89)
Methionine	18	4	34	5(31)
Cystathionine	88	4	170	5(5)
Isoleucine	9(31)	18(4)	9(43)	16(68)
Leucine	9(61)	18(40)	9(81)	36(94)
Tyrosine	22(48)	48(211)	9(34)	42(57)
β -Alanine	22(9)	66	30	10(10)
Phenylalanine	9(83)	18	9(98)	31(141)
β -Aminoisobutyric acid	-	-(79)	-	5
γ -Amino- <i>n</i> -butyric acid	26	18(31)	17	36
Ethanolamine	4(4)	9	-(9)	5(10)
Hydroxylysine	-(4)	-	-	5
Ornithine	18(9)	9(18)	9(17)	21(21)
Lysine	13(61)	18(88)	34(64)	36(83)
π -Methylhistidine	-(57)	-	-	-
Histidine	88	31(141)	72	47(16)
τ -Methylhistidine	-(39)	-	-	-
Arginine	35	66(62)	51(98)	47(109)
Subtotal	3966(1429)	3048(2163)	3897(1722)	2404(2692)
ATP and related compounds				
Adenosine 5'-triphosphate	8.8	6.6	4.3	18.8
Adenosine 5'-diphosphate	3.9	1.8	1.7	2.1
Adenosine 5'-monophosphate	4.4	1.3	14.9	1.6
Inosine 5'-monophosphate	47.4	45.8	29.8	1.6
Inosine	14.0	22.5	16.2	34.9
Hypoxanthine	1.3	15.0	6.4	35.4
Subtotal	79.8	93.0	73.3	94.4
Betaines				
Glycinebetaine	-	-	-	-
β -Alaninebetaine	-	-	-	5.7
γ -Butyrobetaine	-	11.0	-	-
Homarine	8.3	4.0	8.9	22.9
Trigonelline	6.1	3.1	7.7	4.2
Subtotal	14.4	18.1	16.6	32.8
Others				
Trimethylamine oxide	-	-	4.7	-
Trimethylamine	8.3	7.9	12.8	24.0
Ammonia	21.1	2.2	27.7	38.0

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

²⁾Not detected.

가능성 검토를 위하여 분석된 김의 개별 유리아미노산에 대한 특징 및 유리아미노산총량과 개별 유리아미노산함량에 대한 상관관계를 검토하였다. 잇바다돌김에서 함량이 가장 많았던 유리아미노산은 alanine이었고 유리아미노산 총량의 27.1~36.3%(평균 30.4%)로서 방사무늬김(53)과 유사한 수준이었다. 유리아미노산총량(X)과 유리 alanine 함량(Y)과의 관계는 $Y = 0.4047X - 323.0729$ ($r^2 = 0.8362$)로서 회귀식으로 나타낼 수 있었다. 그 다음으로 함량이 많았던 유리아미노산은 taurine이었으며, 유리아미노산총량의 21.0~26.7% (평균 24.4%)로서 방사무늬김(53)과 유사한 수준이었다. 유리아미노산총량(X)과 유리 taurine 함량(Y)과의 관계는 $Y = 0.1187X + 401.4827$ ($r^2 = 0.7064$)로 나타낼 수 있었다. 유리 glutamine 함량은 유리아미노산총량의 2.2~13.2%(평균 9.5%)로서 방사무늬김(53)에서보다 약 2배의 수준이었으나 방사무늬김(53)에서처럼 4월 시료에서 낮았다. 유리아미노산총량(X)과 유리 glutamine 함량(Y)과의 관계는 $Y = 0.2226X - 406.5584$ ($r^2 = 0.7547$)로 표시할 수 있었다. 유리 aspartic acid 함량은 유리아미노산총량의 1.5~3.7%(평균 2.7%)로서 유리아미노산총량(X)과 유리 aspartic acid 함량(Y)과의 관계는 $Y = 0.0584X - 98.5046$ ($r^2 = 0.8864$)이었다. 한편, 엑스분질소 함량(X)과 유리아미노산총량(Y)과의 상관관계는 $Y = 13.9068X - 8196.5313$ ($r^2 = 0.8098$)로 표시할 수 있었다. 이상에서와 같이 유리아미노산총량에 대한 개별 유리아미노산함량과의 상관관계를 Table 4에 나타내었다. 유리 aspartic acid에서 결정계수(r^2)가 가장 높았으며($p < 0.01$), 다음은 유리 alanine, glutamine, taurine($p < 0.05$)의 순이었으며 그 이외의 유리아미노산들은 상관관계가 낮았다($p > 0.05$). 이와 같은 결과는 방사무늬김(53)에 비해 총아미노산에 대한 개별 아미노산의 상관관계에 차이가 있는 것으로 나타났다. 그러나 잇바다돌김과 방사무늬김(53)에서 유리아미노산총량과 개별 유리아미노산함량이 공통적으로 결정계수가 높은 유리아미노산은 alanine, taurine, glutamine이었다.

김의 유리아미노산 조성이 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, phen-

Table 4. Coefficient of determination between individual free amino acid and total free amino acids in the fresh laver (*P. dentata*) extracts

Free amino acids	Coefficient of determination (r^2)	Significant level (p)
Aspartic acid	0.8864	**
Alanine	0.8362	*
Glutamine	0.7547	*
Taurine	0.7064	*
Arginine	0.6238	-
Glutamic acid	0.4968	-
Phosphoserine	0.4193	-
Serine	0.3651	-

** : $p < 0.01$, * : $p < 0.05$, - : $p > 0.05$.

ylalanine, histidine, arginine) 아미노산군으로 나누었다(63). 유리아미노산총량에 대한 감칠맛계 아미노산 합계의 비율은 유리아미노산총량이 높았던 1월과 3월 시료에서는 13.0~15.1%(평균 14.1%)로서 높았으나, 유리아미노산총량이 낮았던 2월과 4월 시료에서는 8.7~13.2%(평균 11.0%)로서 더 낮게 나타났다(Table 5). 그리고 유리아미노산총량에 대한 단맛계 아미노산의 비율은 유리아미노산총량이 높았던 1월과 3월 시료에서는 45.5~49.7%(평균 47.6%)이었으나, 유리아미노산총량이 낮았던 2월과 4월에는 37.9~46.6%(평균 42.3%)로서 더 낮았다. 또한 유리아미노산총량에 대한 쓴맛계 아미노산의 비율은 유리아미노산총량이 높았던 1월과 3월에 4.5~5.4%(평균 5.0%)로서 낮았으나, 유리아미노산총량이 낮았던 2월과 4월에는 5.9~9.7%(평균 7.8%)로서 오히려 더 높게 나타났다. 이상의 결과에서 볼 때 유리아미노산총량이 풍부한 시기에는 빈약한 시기에 비해 감칠맛계와 단맛계 유리아미노산함량 비율이 높은 반면, 쓴맛계 아미노산 비율은 낮다는 결론을 얻을 수 있으며, 이와 같은 사실은 방사무늬김(53)에서도 같은 결과를 얻은 바 있다.

결합아미노산

잇바다돌김 엑스분 중의 결합아미노산조성을 분석한 결과는 Table 2 및 Table 3의 괄호 속에 나타내었다. Table 2에서는 습중량 100 g에 대한 mg수, 그리고 Table 3에서는 건물중량 기준으로 표시하였다. 잇바다돌김의 엑스분에서는 가

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

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.
Total free amino acids ¹⁾	3,996(100.0%)	3,048(100.0%)	3,897(100.0%)	2,404(100.0%)
Umami ²⁾	605(15.1)	264(8.7)	507(13.0)	317(13.2)
Sweet ³⁾	1,987(49.7)	1,419(46.6)	1,775(45.5)	911(37.9)
Bitter ⁴⁾	181(4.5)	181(5.9)	210(5.4)	234(9.7)
Others	1,223(30.6)	1,184(38.8)	1,405(36.1)	942(39.2)

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 (63) with slight modification.

수분해 후 16~23종의 아미노산이 증가되었다. 아미노산총량은 1월과 2월에 1,429 mg과 2,163 mg으로서 유리아미노산총량의 36.0%와 71.0% 수준이었으며, 3월과 4월에는 1,722 mg과 2,692 mg으로서 유리아미노산총량의 44.2%와 112.0% 수준이었다. 따라서 유리아미노산총량과 결합아미노산총량은 서로 역상관계이었다. 유리아미노산총량(X)과 결합아미노산총량(Y)과의 관계는 $Y = -0.7261X + 4,418.5942$ ($r^2=0.9649$)의 회귀식으로 표시할 수 있었다($p<0.001$). 그러므로 유리아미노산총량이 풍부한 시기인 1월과 3월에는 결합아미노산총량이 낮았으며, 유리아미노산총량이 비교적 낮은 시기인 2월과 4월에는 결합아미노산총량이 높게 나타나고 있어 채취시기에 따라 차이가 많았다.

잇바디돌김에서 결합아미노산함량이 가장 많은 아미노산으로는 proline으로서 건물 100 g당 211~349 mg(평균 265 mg, $n=4$)이었으며, 그 다음으로는 glutamic acid로서 176~396 mg(평균 258 mg), glycine 224~266 mg(평균 244 mg), phosphoserine 110~182 mg(평균 137 mg), serine 85~175 mg(평균 116 mg), valine 79~125 mg(평균 102 mg), tyrosine 34~211 mg(평균 88 mg), lysine 61~88 mg(평균 74 mg), leucine 40~94 mg(평균 69 mg), isoleucine 4~68 mg(평균 37 mg)의 순으로서 이 10종의 아미노산이 결합아미노산총량의 63.7~83.2%(평균 71.2%)를 차지하여 방사무늬김(53)에서와 유사한 수준이었다.

잇바디돌김의 품질지표로 활용 가능성을 검토하기 위하여 결합아미노산총량과 개별 결합아미노산함량과의 상관관계를 통계처리하고 결정계수를 Table 6에 나타내었다. 상관성이 가장 높은 개별결합아미노산은 valine이었으며, 결합아미노산총량(X)과 개별 아미노산함량(Y)간에는 $Y = 0.0359X + 30.2499$ ($r^2=0.9847$)의 회귀식으로 표시할 수 있었다($p<0.001$). 그리고 proline에서는 $Y = 0.1113X + 42.0585$ ($r^2=0.9734$)이었다($p<0.001$). Glycine에서는 $Y = 0.0377X + 168.5519$ ($r^2=0.8820$)로 표시할 수 있었고($p<0.01$), lysine에서는 $Y = 0.0206X + 32.7850$ ($r^2=0.7058$)이었다($p<0.05$). 또한 엑스분질소에 대한 결합아미노산총량과의 관계는 $Y = -9.7812X + 10,107$ ($r^2=0.7330$)으로 나타낼 수 있었다($p<0.05$). 이상의 결과로 보았을

Table 6. Coefficient of determination between individual combined amino acid and total combined amino acids in the fresh laver (*P. dentata*) extracts

Combined amino acids	Coefficient of determination (r^2)	Significant level (p)
Valine	0.9847	***
Proline	0.9734	***
Glycine	0.8820	**
Lysine	0.7058	*
Glutamic acid	0.4956	-
Phosphoserine	0.4948	-
Serine	0.3371	-

***: $p<0.001$, **: $p<0.01$, *: $p<0.05$, -: $p>0.05$.

때 valine, proline, glycine, lysine은 잇바디돌김에서 품질지표로 활용가능성이 있을 것으로 생각된다.

ATP관련화합물

지금까지 김의 ATP관련화합물에 대한 연구는 주로 마른 김을 대상으로 하였으며(14,31-37), 잇바디돌김에서는 마른 김 뿐만 아니라 생김에 대해서도 분석결과가 없었다. 본 연구에서 잇바디돌김 生葉의 ATP관련화합물을 월별로 분석한 결과는 Table 2와 같다. 모든 시료에서 ATP, ADP, AMP, IMP, inosine 및 hypoxanthine이 검출되었다. ATP관련화합물의 총량은 생김 100 g당 17.2~21.1 mg (0.48~0.85 $\mu\text{mol/g}$, $n=4$) 범위였으며, 평균치는 18.7 mg (0.67 $\mu\text{mol/g}$)으로서 어패류에 비해 미량에 불과하였다.

잇바디돌김의 ATP관련화합물총량을 건물기준으로 나타내면 Table 3과 같다. 건물 100 g당 73.3~94.4 mg(2.04~4.43 $\mu\text{mol/g}$)으로서 평균 85.1 mg(3.1 $\mu\text{mol/g}$)이었다. 이와 같은 결과는 방사무늬김 분석결과(53)보다 약간 낮은 수준이었다. 잇바디돌김의 ATP관련화합물총량을 월별로 비교하여 보면 건물100 g당 1월 시료에서는 79.8 mg(2.37 $\mu\text{mol/g}$)이었으나 2월에는 93.0 mg(3.48 $\mu\text{mol/g}$)으로 증가하였으며, 3월에는 다시 73.3 mg(2.04 $\mu\text{mol/g}$)으로 감소되었다가 4월에는 94.4 mg(4.43 $\mu\text{mol/g}$)으로 증가되어 가장 높았다. 이와 같은 월별 변동 현상은 엑스분질소 및 유리아미노산총량과는 서로 상반되는 결과를 나타내었으며, 방사무늬김(53)과 서로 다른 월별 변동 현상을 나타내었다. 맛성분으로 중요한 역할을 하는 IMP함량은 1.6~47.4 mg(0.05~1.36 $\mu\text{mol/g}$)이었으며 평균치는 31.1 mg(0.90 $\mu\text{mol/g}$)이었다. ATP관련화합물총량에 대한 IMP가 차지하는 비율은 1.7~59.4%(평균 37.8%)로서 월별로 차이가 많았다.

Fujita와 Hashimoto(31)는 일본산 참김에서 IMP함량을 0.7 mg/100 g(0.02 $\mu\text{mol/g}$), 건물에 대하여는 5 mg/100 g(0.14 $\mu\text{mol/g}$)으로 보고하고 있어 본 연구에서보다 낮았다. 또한 Ooyama 등(33)은 일본산 참김 생시료 11, 12, 1월산에서 IMP함량을 각각 0.1428, 0.0160, 0.1058 $\mu\text{mol/g}$ 으로 보고하고 있어, 본 연구에서의 0.01~0.31 $\mu\text{mol/g}$ (평균 0.21 $\mu\text{mol/g}$)에 비하면 약 42% 수준이었다. 한편 Tashiro 등(36)은 일본산 참김에서 2'(3')-mononucleotide류는 다량 검출되었으나 5'-mononucleotide류는 소량으로서 5'-IMP와 AMP는 거의 검출되지 않았다고 보고하였다.

Betaine류

잇바디돌김 生葉에서 betaine류를 분석한 결과는 Table 2와 같이 4종의 betaine이 검출되었다. 환상 betaine인 homarine과 trigonelline은 모든 시료에서 검출되었으며, 쇠상 betaine인 γ -butyrobetaine은 2월시료에서, 그리고 β -alanine-betaine은 4월 시료에서 검출되었다. 잇바디돌김에서 betaine류의 총량은 건물 100 g당 14.4~32.8 mg(평균 20.5 mg, $n=4$)이었다. 잇바디돌김에서 가장 함량이 많은 betaine류는 hom-

arine으로서 4.0~22.9 mg(평균 11.0 mg, n=4)이었으며, betaine류 총량의 22.1~69.8%(평균 50.8%)를 차지하였다. 그리고 trigonelline함량은 3.1~7.7 mg(평균 5.3 mg)으로서 betaine류총량의 12.8~46.4%(평균 29.7%)였다. 그리고 trigonelline함량은 homarine의 약 절반 수준이었다. 잇바디돌김의 betaine류 함량은 방사무늬김(53)에서보다 전반적으로 낮아서 그 총량, homarine 함량 및 trigonelline 함량을 서로 비교하면 각각 51.5%, 45.3% 및 88.3% 수준이었다. 잇바디돌김의 betaine류 총량의 월별 변동현상은 ATP관련화합물에서와 같이 1월, 3월에 낮고, 2월과 4월에 높은 편이었으나, 방사무늬김(53)에서는 1, 2, 4월에 높고, 3월에 낮아서 서로 다른 월별변동을 보였다. Abe와 Kaneda(64)는 일본산 방사무늬김에서 γ -butyrobetaine을 3.6 mg/100 g(건물) 확인한 바 있으나, 본 연구로 잇바디돌김에서 homarine, trigonelline, β -alaninebetaine 및 γ -butyrobetaine의 존재가 처음으로 확인되었다.

TMAO와 TMA

잇바디돌김의 생엽에서 TMAO와 TMA를 분석한 결과는 Table 2와 같다. TMA는 모든 시료에서 검출되었고, TMAO는 3월 시료에서만 확인되었다. 한편, 잇바디돌김의 TMAO와 TMA함량을 건물기준으로 나타내면 Table 3과 같다. 건물 100 g당 TMA함량은 1.8~4.0 mg(평균 2.8 mg)으로서 1월과 2월에 낮고, 3월과 4월에 약간 높은 경향을 보였다. 방사무늬김(53)의 TMA함량은 6.2~31.5 mg(평균 17.3 mg)이었는데에 비하면 잇바디돌김에서는 약 16.2% 수준에 불과하였다. TMAO는 방사무늬김(53)에서 11.6~26.6 mg(평균 19.1 mg) 검출되었으나, 잇바디돌김에서는 3월 시료에서 4.7 mg 검출되어 방사무늬김의 24.6% 수준에 불과하였다. 따라서 잇바디돌김에서는 방사무늬김에 비해 TMAO와 TMA함량이 전반적으로 낮은 수준이었다. TMA함량의 월별변동에 있어서도 잇바디돌김에서는 1월과 2월에 낮고 3월과 4월에는 높았으나, 방사무늬김(53)에서는 2월과 3월에 낮고, 1월과 4월에 높은 서로 다른 월별변동현상을 나타내었다. Fujiwara 등(65)은 일본산 참김에 대한 TMAO와 TMA함량을 건물 100 g당 각각 249~358 mg과 187~253 mg으로 보고한 바 있으나, 본 연구에 비하면 매우 차이가 많았다.

엑스분 중의 질소분포

Fig. 1은 이 상에서 분석한 결과를 요약하기 위하여 분석된 각 시료의 엑스분에 대한 질소량을 계산하여 각 성분군별로 엑스분 질소에 대한 %로 나타내었다. 생김의 각 성분들에 대한 질소분포의 조성은 시료채취 시기에 관계없이 거의 유사한 경향이였다. 그러나 예외적으로 4월 시료에서는 유리아미노산질소보다 결합아미노산질소가 많았다. 잇바디돌김에서 가장 많은 비중을 차지하는 합질소엑스성분으로는 유리아미노산질소로서 56.1±11.3%(n=4)를 차지하였으며, 그 다음으로는 결합아미노산질소가 32.9±10.6%(n=4)로서 이

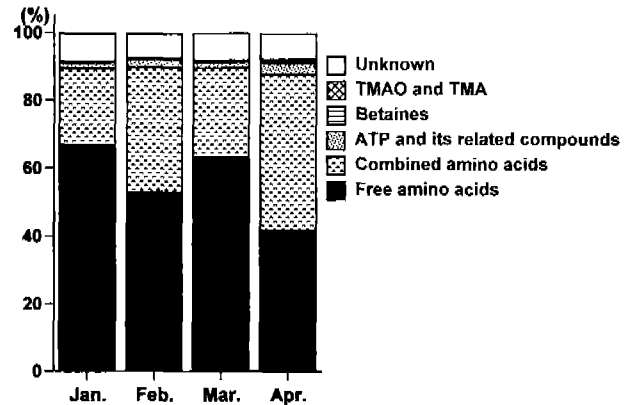


Fig. 1. Nitrogen distribution in the fresh laver (*P. dentata*) extracts.

두 성분군을 합하면 89.1±1.0%(n=4)로서 가장 중요한 질소 성분군이였다. 그 다음으로서는 ATP관련화합물 2.3±0.7%, TMAO와 TMA 0.4±0.2%, betaine류 0.2±0.1%의 순이였다. 잇바디돌김 생엽의 엑스분에 대한 엑스분질소의 회수율은 91.9±0.5%(n=4)로서 대부분의 합질소엑스성분이 분석된 것으로 생각된다.

요 약

한국 남해안에서 양식생산되고 있는 김류의 합질소엑스성분 조성 및 월별 변동을 구명하기 위하여 1998년 1월부터 4월까지 월별로 전남 장흥군에서 양식된 잇바디돌김, *Porphyra dentata* 생엽을 매월 1회씩 채취하여 맛과 밀접한 관계가 있는 합질소엑스성분 즉, 엑스분질소, 유리아미노산, 결합아미노산, ATP관련화합물, 4급암노염기 등을 분석하여 방사무늬김, *P. yezoensis*와 비교하였다. 엑스분질소함량은 760~872 mg/100 g(건물)이였다. 유리아미노산은 27~31종이 분석되었으며, 그 총량은 2,404~3,966 mg/100 g(건물)이였다. 함량이 많은 유리아미노산으로서는 alanine, taurine, glutamine, glutamic acid, aspartic acid 등이였다. 결합아미노산은 가수분해 후 16~23종에서 증가하였으며, 유리아미노산 총량의 36.0~112.0% 수준이였다. ATP관련화합물 총량은 73.3~94.4 mg/100 g(2.04~4.43 μ mol/g, 건물)이였다. Betaine류로서는 homarine과 trigonelline이 모든 시료에서 검출되었고, β -alaninebetaine과 γ -butyrobetaine은 일부시료에서 검출되었다. TMA는 모든 시료에서 확인되었으며, TMAO는 일부시료에서 분리되었다. 잇바디돌김 생엽의 합질소엑스성분 특징은 방사무늬김에서처럼 유리아미노산과 결합아미노산 함량이 풍부하여 질소분포의 약 90%에 달하는 중요한 맛성분이였으나 그 성분조성의 월별 변동에는 다소 차이를 보여 대부분의 성분들이 1, 3월에 높고 2, 4월에 낮았다. 잇바디돌김은 방사무늬김에 비해 전반적으로 합질소엑스성분 함량이 약간 낮은 수준이였다.

문헌

1. Lee, I.K. and Kang, J.K. : A check list of marine algae in Korea. *Korean J. Phycol.*, **1**, 311-325 (1986)
2. Kang, J.W. and Ko, N.P. : *Laver culture*. Taewha Press, Pusan, p.7-15 (1977)
3. Ministry of Agriculture : Forestry and fisheries. *Statistical Yearbook of Agriculture Forestry and Fisheries*. Republic of Korea. Dongyang Munhwa Co. Ltd., Seoul, p.1-428 (1992-1996)
4. Ministry of Marine Affairs and Fisheries : *Statistical Yearbook of Marine Affairs and Fisheries*. Republic of Korea. Cheongwoo Moonwhasa, Seoul, p.1-1132 (1997-2000)
5. Noda, H. : Biochemical studies on marine algae- II. Relation between quality and chemical composition of "Asakusanori". *Nippon Suisan Gakkaishi*, **37**, 30-34 (1971)
6. Hayashi, K., Kida, S., Kato, K. and Yamada, M. : Component fatty acids of acetone-soluble lipids of 17 species of marine benthic algae. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **40**, 609-618 (1974)
7. Lee, K.H., Song, S.H. and Jeong, I.H. : Quality changes of dried lavers during processing and storage. Quality evaluation of different grades of dried lavers and its changes during storage. *Bull. Korean Fish. Soc.*, **20**, 408-418 (1987)
8. Lee, K.H., Song, S.H. and Jeong, I.H. : Quality changes of dried lavers during processing and storage. Quality stability of roasted lavers during processing and storage. *Bull. Korean Fish. Soc.*, **20**, 520-528 (1987)
9. Yoshie, Y., Suzuki, T., Shirai, T., Hirano, T. and Lee, E.H. : Dietary fiber, minerals, free amino acids and fatty acid compositions in dried Nori of several culture places in Korea. *J. Tokyo Univ. Fish.*, **80**, 197-203 (1993)
10. Yoshie, Y., Suzuki, T., Shirai, T. and Hirano, T. : Free amino acids and fatty acid composition of various culture locations and prices. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **59**, 1769-1775 (1993)
11. National Fisheries Research and Development Agency : *Supplemented Chemical Composition of Marine Products in Korea*. Yemoonsa, Pusan, p.74-75 (1995)
12. Cho, D.M., Kim, D.S., Lee, D.S. and Kim, H.R. : Trace components and functional saccharides in seaweed-1. Changes in proximate composition and trace elements according to the harvest season and places. *Bull. Korean Fish. Soc.*, **28**, 49-59 (1995)
13. Park, Y.H., Koizumi, C. and Nonaka, J. : Effect of a humid atmosphere upon the chemical constitution of "Nori"-III. Sugars and some other components. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **39**, 1163-1168 (1973)
14. Noda, H., Amano, H., Abo, K. and Horiguchi, Y. : Sugars, organic acids, and minerals of 'nori', the dried laver *Porphyra* spp. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **47**, 57-62 (1981)
15. Nishizawa, E. : *Biologically active substances* (1). Up-to-date Food Processing. **24**, 54-59 (1989)
16. Nishizawa, E. : *Biologically active substances*(2). Up-to-date Food Processing. **24**, 58-64 (1989)
17. Koo, J.G. and Park, J.H. : Chemical and gelling properties of alkali-modified porphyran. *Bull. Korean Fish. Soc.*, **32**, 271-275 (1999)
18. Ha, B.S. : A comparative study on fatty acid composition of marine benthic algae. *Bull. Korean Fish. Soc.*, **10**, 199-204 (1977)
19. Kayama, M., Imayoshi, J., Araki, S., Ogawa, H., Oohusa, T., Ueno, J. and Saito, M. : Changes in the lipids of dried laver "Nori" at different water activities. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **49**, 787-794 (1983)
20. Chung, Y.H., Lee, E.H., Oh, K.S., Cha, Y.J., Ahn, C.B. and Lee, T.H. : Lipid components of dried laver (Cultured *Porphyra tenera* and *P. suborbiculata*) produced at Wan-do in Korea. *Bull. Korean Fish. Soc.*, **18**, 433-438 (1985)
21. Noda, H. : Biochemical studies on marine algae-III. Relation between quality and inorganic constituents of "Asakusanori". *Nippon Suisan Gakkaishi*, **37**, 35-39 (1971)
22. Noda, H., Horiguchi, Y. and Araki, S. : 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 (1975)
23. Saitoh, M., Araki, S., Sakurai, T. and Oohusa, T. : 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 (1975)
24. Tamano, M., Kitamura, H., Sasaki, H., Banba, Y., Yokoyama, E., Tanaka, T. and Noda, H. : Quality evaluation of dried laver. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **39**, 357-362 (1992)
25. Yoshie, Y., Suzuki, T., Shirai, T. and Hirano, T. : Changes in contents of dietary fibers, minerals, free amino acids, and fatty acids during processing of dried nori. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **60**, 117-123 (1994)
26. Araki, S., Izumino, Y., Sakurai, T. and Takahashi, K. : Taste evaluation of toasted nori, *Porphyra yezoensis*, a red alga by warm water-extract. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi*, **44**, 430-437 (1997)
27. Hong, S.P., Koo, J.K., Jo, K.S. and Kim, D.S. : Physicochemical characteristics of water or alcohol soluble extracts from laver *Porphyra yezoensis*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **26**, 10-16 (1997)
28. Ishihara, Y., Saito, H., Mori, N. and Takano, J. : Estimation of quality of protein in dried laver, *Porphyra* spp. based on bound water. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **64**, 854-861 (1998)
29. Jo, K.S., Do, J.R. and Koo, J.G. : Pretreatment conditions of *Porphyra yezoensis*, *Undaria pinnatifida* and *Laminaria religiosa* for functional algae-tea. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **27**, 275-280 (1998)
30. Sakai, H. and Kasai, T. : 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 (2000)
31. Fujita, T. and Hashimoto, Y. : Inosinic acid content of foodstuff-III. Marine Products. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **20**, 907-910 (1960)
32. Fujii, Y. : Studies on the nucleotides and their related substance in dried laver. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **33**, 453-461 (1967)
33. Ooyama, S., Kobayashi, K. and Tomiyama, T. : Studies on the phosphorus metabolism of algae-I. The nucleotides of fresh *Porphyra tenera*. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **34**, 59-64 (1968)
34. Nakamura, S., Akagawa, H., Ikawa, T. and Kawanobe, H. : Separation and identification of nucleotides in some seaweeds. *Bot. Mag. Tokyo*, **81**, 556-565 (1968)
35. Tashiro, T., Fujita, E. and Yasunaga, C. : Analysis of nucleic acid related substances of dried purple laver. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **49**, 1121-1125 (1983)
36. Tashiro, T., Fujita, E., Tamai, M. and Higashi, J. : High-performance chromatographic determination of 5'- and 3'-(3')-mononucleotides in seaweeds and fishes. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **38**, 1-6 (1991)
37. Araki, S., Sakurai, T., Izumino, Y. and Takahashi, K. : 5'-inosinic acid content and its enzymatic increase in dried nori, *Porphyra yezoensis*, a red alga. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi*, **43**, 956-961 (1996)
38. Park, Y.H., Koizumi, C. and Nonaka, J. : Effect of a humid

- atmosphere upon the chemical constitution of "Nori"-II. Composition of organic acids. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **39**, 1051-1054 (1973)
39. Katayama, T. : Chemical studies on volatile constituents of sea-weeds-VII. Flavour and other characteristics of *Porphyra tenera* K. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **22**, 244-247 (1956)
 40. Tsuchiya, Y. and Sasaki, T. : Studies on the savour of marine algae-III. Contents of free amino acids in the laver, *Porphyra tenera*. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **23**, 230-234 (1957)
 41. Noda, H. and Horiguchi, Y. : Studies on the flavor substances of 'Nori' the dried laver *Porphyra tenera* - I. Dimethyl sulfide and dimethyl- β -propiothetin. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **41**, 481-486 (1975)
 42. Ogawa, H., Araki, S., Oohusa, T. and Kayama, M. : The relationship between water and ascorbic acid in a dried laver "Nori" during the storage. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **49**, 1143-1148 (1983)
 43. Ogawa, H., Araki, S., Oohusa, T. and Kayama, M. : The cause of ascorbic acid destruction in hoshi-nori (dried laver) during storage. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **50**, 2085-2090 (1984)
 44. Ogawa, H., Araki, S., Oohusa, T. and Kayama, M. : Browning of dried laver "hosi-nori". *Nippon Suisan Gakkaishi*, **51**, 433-438 (1985)
 45. Lee, K.H., Ryuk, J.H. and Jung, W.J. : Quality changes of dried lavers during processing and storage. 3. Changes in Pigments, trypsin indigestible substrates (TIS) and dietary fiber content during roasting and storage. *Bull. Korean Fish Soc.*, **23**, 280-288 (1990)
 46. Jo, K.S., Kim, J.H. and Shin, H.S. : Effect of storage conditions on the oxidative stability of lipid in roasted and roasted-seasoned laver (*Porphyra tenera*). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **27**, 902-908 (1995)
 47. Hirata, T., Ishitani, T. and Yamada, T. : Influences of moisture and temperature on the quality change in dried laver. *Porphyra yezoensis*, during storage. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **47**, 89-93 (1981)
 48. Fujikawa, T. : The freeze-preservation of picked lavers - I. The quantitative extent of laver injury on refrigeration and treatments for freeze-preservation of picked lavers. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **39**, 423-434 (1973)
 49. Fujikawa, T. : The freeze-preservation of picked lavers - II. A practical method for the freeze-preservation of picked lavers. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **39**, 435-448 (1973)
 50. Tsuchiya, Y., Suzuki, Y. and Sasaki, T. : Storage of dried laver at low temperature. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **27**, 919-932 (1961)
 51. Ito, K. : *Biochemistry and Utilization of Marine Algae*. The Japanese Society of Fisheries Science (ed.), Koseishakose-ikaku, Tokyo, p.61-77 (1983)
 52. Noda, H. : *Science of Marine Algae*. Oishi, K. (ed.), Asakura-shoten, Tokyo, p.14-29 (1993)
 53. Park, C.K., Park, C.H. and Park, J.N. : Extractive nitrogenous constituents and their monthly variation of fresh laver *Porphyra yezoensis*. *Food Sci. Biotechnol.*, **10**, 335-340 (2001)
 54. Steine, W.H. and Moore, S. : The free amino acids of blood plasma. *J. Biol. Chem.*, **211**, 915-926 (1954)
 55. Nakajima, N., Ichikawa, K., Kamada, M. and Fujita, E. : Food chemical studies on 5'-ribonucleotides in foods. Part II. On the 5'-ribonucleotides in foods. *Nippon Nogei Kagaku Kaishi*, **35**, 803-808 (1961)
 56. Japanese Society of Food Science and Technology : *Analyzing methods of food*. Korinzensho, Tokyo, Japan, p.87-122 (1984)
 57. Pharmacia LKB Biotechnology : *Alpha Plus (series two) Amino acid Analyzer Instruction Manual* (1989)
 58. Kitada, Y., Sasaki, M., Tanigawa, K., Naoi, Y., Fukuda, T., Katoh, Y. and Okamoto, I. : 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 (1983)
 59. Park, C.K., Matsui, T., watanabe, K., Yamaguchi, K. and Konosu, S. : Seasonal variation of extractive nitrogenous constituents in ascidian *Halocynthia roretzi* tissues. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **56**, 1319-1330 (1990)
 60. Bullard, F.A. and Collins, J. : An Improved method to analyze trimethylamine in fish and the interference of ammonia and dimethylamine. *Fish Bull.*, **78**, 465-473 (1980)
 61. Bystedt, J., Swenne, L. and Aas, H.W. : Determination of trimethylamine oxide in fish muscle. *J. Sci. Food Agric.*, **10**, 301-304 (1959)
 62. Resources Council, Science and Technology Agency : *Standard Tables of Food Composition in Japan*. Fourth revised edition, Japan, p.262 (1982)
 63. Fuke, S. : *Science of Taste*. Yamano, Y. and Yamaguchi, S. (eds.), Asakura-Shoten, Tokyo, p.46-61 (1994)
 64. Abe, S. and Kaneda, T. : Occurrence of γ -butyrobetaine in a red alga, *Porphyra yezoensis*. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **39**, 239 (1973)
 65. Fujiwara-Arasaki, T. and Mino, N. : *The distribution of trimethylamine and trimethylamine oxide in marine algae*. Proc. 7th Int. Seaweed Symp. Aug. 8-12, Sapporo, Japan, p.506-510 (1971)

(2001년 5월 3일 접수)