

Changes in the taste compounds of *Kimchi* with seafood added during its fermentation

Hyeon Gyu Nam, Mi-Soon Jang*, Kyoung-Chun Seo, Ki-Ho Nam, Hee-Yeon Park
Food and Safety Research Center,
National Fisheries Research and Development Institute, Busan 614-705, Korea

수산물 김치의 발효과정 중 정미성분 변화

남현규 · 장미순* · 서경춘 · 남기호 · 박희연
국립수산과학원 식품안전과

Abstract

This study was conducted to investigate changes in the physicochemical properties (proximate compounds, reducing sugar, organic acid, ATP and related compounds, and free amino acid) of *beachu kimchi* (BK) with octopus, abalone, squid and webfoot octopus added during its storage at 4°C for 35 days. The crude protein content of the seafood *Kimchi*, 1.98~3.41%, was higher than that of the BK. The organic acid level did not significantly differ in the four kinds of seafood during their fermentation, and their malate and succinate contents decreased while their lactate content increased. The levels of the ATP and related compound substances of the hypoxanthine contents were high but decreased during their fermentation. However, 3.40 μmol/g of IMP was detected in the *Kimchi* with octopus added; 0.67 μmol/g in the *Kimchi* with abalone added; and 1.80 μmol/g in the *Kimchi* with squid added after they were fermented for 21 days, but the same were not detected in the BK. The taurine and γ-amino-n-butyric acid contents of the free amino acids in the seafood *Kimchi* were approximately two to 10 times and 1.5 to three times higher than in the BK, respectively.

Key words : *Kimchi*, seafood, taste, organic acid, ATP and related compounds

서 론

김치는 된장, 간장, 고추장, 젓갈 등과 더불어 우리나라의 대표적인 전통 발효식품 중 하나로 겨울철에 비타민, 무기질 등을 공급한 부식으로 한국인의 식생활에서 빠질 수 없는 중요한 식품이다(1). 또한 김치의 열량은 매우 낮으나 비타민, 무기질 함량 등의 생리적 조절 작용을 하는 물질의 함량이 높은 것이 특징이다.

우리나라의 김치 관련 연구자료로는 배추김치의 영양성분에 대한 연구(2-5) 등이 보고되어 있고 김치의 생리활성에 관한 연구로는 항고혈압(6), 항비만(7), 항콜레스테롤(8), GABA생성(9), probiotics 생성(10), 항산화(11) 등의 연구가 다수 진행되어 있다. 수산물을 첨가한 김치와 관련한 연구로는 수산물을 부재료로 첨가하여 담근 김치의 기호도를

살펴본 연구(12,13)와 부산 지역의 수산물을 첨가한 김치에 관한 연구자료(14)는 보고되어 있지만 전반적으로 기호도 및 선호도에 중점적인 자료이다. 또한 김치에 과메기(15), 명태(16), 미더덕(17) 등의 수산물을 부재료로 첨가한 김치의 품질특성에 관한 연구가 진행되어 왔으며 패각을 이용하여 김치의 저장성 증대를 유도하는 연구(18) 및 Jang 등(19)이 발표한 수산물을 첨가한 배추김치의 영양성분에 관한 연구보고 등이 있다. 이러한 연구결과들이 보고되고 있음에도 불구하고, 수산물은 생으로 먹기 어렵기 때문에 수산물을 첨가하여 만드는 김치의 제조법은 각 지역의 특색에 따라 넣는 재료가 달라지며 주로 발효후기에 먹는 방법으로 발전되었다(20). 최근 들어 생선류 보다는 간단한 처리를 통해 생김치 형태로 바로 먹을 수 있는 간편함으로 인해, 연체류 및 갑각류 등을 넣어 만든 김치가 생산되고 있다. 문어, 전복, 오징어 및 주꾸미는 항고혈압, 항산화 등의 효과가 있으며 고도불포화지방산이 함유되어 있으며(21-23), 주로 김치 부재료로 이용되어 생산, 판매가 이루어지고 있는

*Corresponding author. E-mail : suni@nfrdi.go.kr
Phone : 82-51-720-2651, Fax : 82-51-720-2669

어종 중의 하나이다. 그러나 전반적으로 이들을 이용한 김치의 영양성분 및 정미성분에 관련한 자료는 부족하며 특히 발효기간에 따른 정미성분의 특성에 관한 연구는 거의 전무한 실정이다. 수산물을 첨가하여 제조한 김치는 해안가 지방을 중심으로 생산, 소비가 되는 특이점으로 인해 체계화 및 과학화되어 있지 않아 수산물 김치의 과학화하는 연구가 시급하다. 따라서 본 연구는 시중에서 대중성이 있고 김치 속재료로 많이 쓰이는 문어, 전복, 오징어 및 주꾸미를 이용한 김치를 제조하여 발효과정 중의 일반성분 분석, 환원당, 유기산, 핵산관련물질, 아미노태 질소 및 아미노산 등의 영양성분 및 정미성분 변화에 대한 탐색을 진행하여 수산물 김치의 발효기간 중의 영양학적 가치를 제고하는 계기를 마련하고자 한다.

재료 및 방법

재료

수산물 김치의 주재료인 문어와 오징어, 전복, 주꾸미는 부산 자갈치 시장에서 활어상태로 구매하였고 전처리 과정을 거쳐 김치에 첨가하였다. 김치에 사용한 배추는 포기중량 3~3.5 kg 인 것을 부산 농수산물 시장에서 구입하였고 부재료인 고춧가루(종각집, 서울), 마늘, 생강, 찹쌀가루, 까나리(청정원, 서울), 새우젓(한성, 부산), 설탕(백설, 서울), 마늘, 생강, 실과와 천일염은 시중의 S마트에서 구매하여 실험을 진행하였다.

수산물의 전처리

수산물의 전처리는 선행연구결과(24)를 기반으로 준하여 시료를 처리하였으며 다음과 같은 방법으로 실시하였다. 즉 문어와 전복, 오징어, 주꾸미는 내장과 연골 등의 비가식부를 제거하고 세척한 후 천일염을 중량대비 2%내외로 하여 뿌려 문질러 4℃에서 하루동안 냉장보관 하였다. 이것을 세척하여 이물질 및 잔여염분을 제거한 다음 5분간 데쳐내었다. 각 수산물은 한입크기로 썰어 김치 담금시 수산물 재료로 사용하였다. 위의 방법으로 처리한 시료의 염도는 각 시료에 따른 차이는 있었으나 1.2±0.2%였다.

수산물 김치의 전처리 및 제조

배추는 이물질을 제거하고 이등분하여 뿌리부분에 4~6 cm 칼집을 넣은 후 줄기 쪽 위주로 배추무게의 3%가 되게 천일염을 썰어 뿌렸으며 천일염으로 만든 10% 염수를 배추 총 중량의 2배가 되게 침지시켜 약 18℃에서 12시간 이상 절인 후 배추의 염도가 1.8±0.1%에 도달하였을 때 흐르는 물에 2회 세척하여 채반에 건져 2시간동안 탈수하였다. 문어, 전복, 오징어 및 주꾸미 첨가한 수산물 김치와 수산물을 첨가하지 않은 김치의 양념과 부재료의 배합비는 Table 1과 같다.

수산물 김치는 절인 배추에 10%되게 수산물의 무게를 제어 양념과 같이 버무려 배추 속에 썰어 넣어 김치를 담았고 최종 염도는 2.2±0.1%이었다. 문어 배추김치, 오징어 배추김치, 전복 배추김치, 주꾸미 배추김치 4종의 수산물 김치와 수산물을 첨가하지 않은 김치를 제조하였고 4℃ 냉장보관을 하면서 7일 간격으로 꺼내어 영양성분 및 정미성분 실험을 진행하였다.

Table 1. Ingredient ratio in spice and chinese cabbage of *Kimchi* added with seafood

Ingredient composition	Sample			
	<i>Beachu Kimchi</i>		<i>Beachu Kimchi with Seafood</i>	
	Ratio (%)	Weight (g)	Ratio (%)	Weight (g)
Pickled Chinese cabbage	84.95	1000	78.30	1000
Red peeper powder	2.55	30	2.35	30
Sand lance source (Fermented)	1.27	15	1.17	15
Soused shrimp (Fermented)	1.70	20	1.57	20
Galic	2.55	30	2.35	30
Ginger	0.51	6	0.47	6
Glutinous rice paste	3.67	43.2	3.38	43.2
Suger	0.51	6	0.47	6
Small green onion	2.29	27	2.11	27
Seafood			7.83	100

일반성분 분석

문어, 전복, 오징어 및 주꾸미를 첨가한 배추김치를 7일 간격으로 냉장실에서 꺼내어 수산물과 채소의 비율이 1:9(g/g)이 되도록 시료를 취하고 잘게 다져 일반성분 분석용 시료로 사용하였다. 일반성분은 AOAC(25)방법에 의하여 분석을 실시하였다. 각각 수분은 105℃의 dry oven에서 4시간 건조 후 방냉하고 무게를 측정했다. 조단백질(N×6.25)은 Auto kjeldahl system(Bunchi B-324/435/124, Switzerland; Metrohm 8-719/806, Switzerland)을 사용하여 분석하였다. 조지방은 ethyl ether을 이용하여 Soxhlet 방법으로 지방을 추출하였으며 조회분은 550℃의 회화로에서 4시간 회화시켜 방냉 한 것을 무게로 측정하여 실시하였다.

환원당 함량 분석

문어, 전복, 오징어 및 주꾸미를 첨가한 배추김치의 시료를 7일 간격으로 채취하였다. 즉, 수산물과 채소의 비율이 1:9(g/g)이 되도록 시료를 취하고 잘게 다져 짜낸 즙액 1 mL을 원심분리(8,000g)를 10분간 하여 상층액을 시료액으로 하여 DNS(dinitrosalicylic acid)법으로 분석하였다(26). 시료액 1 mL에 DNS 시약 3 mL을 넣고 50℃에서 30분간 반응시킨 후 UV-VIS multi spectrophotometer 540 nm(Power wave XS, Bio-tex, Highland park, US)에서 흡광도를 측정하여

였다. 표준물질은 glucose를 각 농도별로 희석하여 위의 방법과 동일하게 진행하여 얻은 표준곡선에 의해 시료의 환원당 함량을 비교 산출하였다.

유기산 함량 분석

시료액의 전처리 과정은 다음과 같다. 즉 환원당 분석시료액 1 mL를 원심분리(12,000g)를 10분간 하여 상층액을 0.45 μm syringe filter를 사용하여 여과한 액을 HPLC(PerkinElmer, Waltham, USA)로 분석하였다. 분석조건은 Table 2와 같으며 시료의 1회 주입량은 10 μL , 표준물질은 lactate, succinate, malate, citrate를 사용하여 표준곡선에 의해 시료의 함량을 산출하였다.

Table 2. The organic acid analysis condition of seafood *Kimchi* during fermentation

	Analysis condition
Column	Aminex HPX-87H column (300 mm \times 7.8 mm)
Column temp.	35 $^{\circ}\text{C}$
Eluent	0.008N H ₂ SO ₄
Eluent flow rate	0.6 mL/min
Detector	210 nm, UV
Analysis time	20 min

핵산관련물질 분석

김치의 동결건조 시료 2 g에 10% 과염소산 20 mL를 가하여 10분간 혼합하여 추출하고 원심분리(3,000 \times g)를 10분간 하여 상층액을 회수하는 방법으로 3회 반복하여 상층액을 모은 뒤 50% 수산화칼륨으로 pH 6.5로 조정된 다음 생성되는 침전물을 여과하여 여액을 100 mL로 정용한 다음 0.45 μm syringe filter로 여과하여 시료액으로 사용하였다. HPLC를 이용하여 μ -bondapak C₁₈(3.9 \times 300 mm) column, 이동상은 50 mM potassium phosphate buffer(pH 7.4), 유속 1 mL/min, column 온도 40 $^{\circ}\text{C}$ 로 하여 분석하였다. 표준물질은 sigma에서 구입한 ATP(Adenosine 5-triphosphate), AMP(Adenosine 5-monophosphate), IMP(Inosine 5-monophosphate), Hx(Hypoxanthine)을 이용하여 농도별로 측정하여 표준곡선을 얻은 뒤 시료의 결과 값을 비교 대조하여 최종 함량을 구하였다.

유리아미노산 함량 분석

문어, 전복, 오징어 및 주꾸미를 첨가한 배추김치를 동결 건조하여 분쇄한 시료를 이용하여 유리아미노산 분석용으로 사용하였다. 즉, 시료 2 g에 ethanol 30 mL를 넣고 잘 섞은 다음 4 $^{\circ}\text{C}$ 에서 1시간 방치 후 30분간 균질화하고 시료액을 원심분리(10,000g, 4 $^{\circ}\text{C}$, 20 min)하여 얻은 상등액을 40 $^{\circ}\text{C}$ 에서 감압농축 시킨 후 증류수로 행구어 여두기로 옮기

고, ether로 행구어 여두기로 옮기는 과정을 2회 반복하였다. 여두기의 하층액을 수기로 옮겨 55 $^{\circ}\text{C}$ 이하에서 감압농축한 다음 증류수를 이용하여 감압농축을 3회 이상 반복하였다. 농축된 시료는 lithium citrate buffer(pH 2.20)로 25 mL 정용플라스크에 정용하고 원심분리(10,000g, 20 min)하여 0.45 μm membrane filter로 여과한 시료액을 Biochrom 30 아미노산 자동분석기를 사용하여 다음과 같은 조건으로 분석하였다. Cation separation column(lithium column, 4.6 mm \times 200 mm)을 사용하였고 0.2M lithium citrate buffer(pH 2.80), 0.3M lithium citrate buffer(pH 3.00), 0.5M lithium citrate buffer(pH 3.15), 0.9M lithium citrate buffer(pH 3.50), 1.65M lithium citrate buffer(pH 3.55) 및 0.3M lithium hydroxide solution을 이동상으로 사용하였고 이동상의 유속은 0.33 mL/min, ninhydrin 용액의 유속 0.33 mL/min, column 온도는 31~76 $^{\circ}\text{C}$, 반응온도는 135 $^{\circ}\text{C}$ 로 하였고 분석 시간은 200 min으로 하였다.

통계처리

각 실험은 3회 반복하여 얻은 결과를 SPSS(SPSS inc, chicago, IL, USA) 프로그램으로 one-way ANOVA-test를 처리하여 p<0.05 수준에서 통계적으로 유의성을 분석하였다.

결과 및 고찰

일반성분 함량

문어, 전복, 오징어 및 주꾸미를 첨가한 배추김치 4종의 일반성분 결과는 Table 3과 같다. 수산물 김치의 수분함량은 공통적으로 85~87% 전후로 높게 나타났으나 발효기간에 따른 결과에서는 유의적으로 차이가 나지 않았다. 또한, 수산물 김치의 수산물이 첨가되었음에도 불구하고 수분의 함량은 차이가 거의 없는 것으로 나타났다. 회분의 경우 뼈가 없는 연체류와 패류를 이용하였기 때문에 수산물을 첨가하지 않은 김치와 함량에서 차이가 거의 없는 것으로 나타났다. 그러나 조단백질의 경우 수산물 김치의 수산물 종류에 따라 차이가 일부 있었지만 배추김치의 조단백질 수준인 2%내외보다 약 1~2%정도 높은 수준을 유지했다. Jang 등(19)의 연구에 의하면 배추김치에 비해 수산물 김치가 2%정도 더 높은 것으로 연구결과 나타나 본 연구와 거의 유사한 결과를 얻었으나 수산물의 종류에 따라 조단백질 함량이 일부 차이가 있었다. 이러한 이유는 수산물 자체의 조단백질 함량에 기인하는 것으로 기존 연구결과에 따르면 전복의 경우 조단백질 함량이 약 9.75%이며(27) 오징어의 경우 약 19.2%로 알려져 있으나(28) 본 연구 결과와 비교해 보면 전복배추김치의 조단백질은 약 2.78%이며 오징어 배추김치의 경우 약 3.27% 정도로 약 0.5%정도의 차이를 보이고 있다. 발효과정 동안 일반성분의 차이는 나지

Table 3. Proximate compositions of *Kimchi* added with seafood

Sample ¹⁾	Storage period (day)	Proximate composition (%)			
		Moisture	Crude ash	Crude lipid	Crude protein
BK	0	87.11±0.83 ^b	3.41±0.41 ^c	0.46±0.01 ^{ab}	2.63±0.17 ^a
	7	89.33±1.24 ^c	3.57±0.12 ^c	0.42±0.12 ^{ab}	1.82±0.02 ^a
	14	88.51±1.29 ^b	2.27±0.09 ^a	0.40±0.02 ^b	2.06±0.26 ^a
	21	89.85±0.26 ^d	2.31±0.01 ^a	0.44±0.03 ^b	1.78±0.05 ^a
	28	89.35±0.22 ^d	2.61±0.09 ^{bc}	0.45±0.04 ^b	1.59±0.09 ^a
	35	89.55±0.22 ^c	2.47±0.10 ^a	0.55±0.04 ^b	1.98±0.01 ^a
OBK	0	87.71±0.81 ^b	2.74±0.10 ^b	0.38±0.22 ^{ab}	3.05±0.30 ^b
	7	87.70±0.44 ^b	2.71±0.20 ^b	0.55±0.02 ^b	3.53±0.12 ^c
	14	87.53±0.05 ^{ab}	2.65±0.02 ^c	0.50±0.04 ^c	3.01±0.01 ^c
	21	87.89±0.46 ^b	2.47±0.12 ^a	0.38±0.09 ^b	3.28±0.14 ^c
	28	87.70±0.34 ^b	2.51±0.02 ^{ab}	0.40±0.04 ^b	3.10±0.03 ^b
	35	87.79±0.11 ^{ab}	2.96±0.04 ^{ab}	0.41±0.01 ^a	3.41±0.24 ^c
ABK	0	85.52±0.55 ^a	3.51±0.07 ^c	0.57±0.03 ^b	2.82±0.27 ^{ab}
	7	85.62±0.30 ^a	2.72±0.03 ^b	0.48±0.03 ^b	3.38±0.12 ^c
	14	87.46±0.63 ^{ab}	2.34±0.18 ^{ab}	0.47±0.05 ^c	2.59±0.11 ^b
	21	88.76±0.23 ^c	2.72±0.08 ^b	0.25±0.01 ^a	2.62±0.09 ^b
	28	86.85±0.19 ^a	2.53±0.08 ^{ab}	0.27±0.02 ^a	2.78±0.11 ^b
	35	87.42±0.55 ^a	2.87±0.03 ^{ab}	0.41±0.03 ^a	3.06±0.12 ^b
SBK	0	89.69±0.41 ^c	2.33±0.09 ^a	0.41±0.05 ^{ab}	3.05±0.10 ^b
	7	86.55±0.33 ^{ab}	2.69±0.10 ^b	0.42±0.10 ^{ab}	3.98±0.18 ^d
	14	87.09±0.38 ^a	2.55±0.14 ^{bc}	0.37±0.05 ^b	3.28±0.08 ^d
	21	85.55±0.54 ^a	3.05±0.10 ^c	0.75±0.03 ^d	3.81±0.27 ^d
	28	88.53±0.36 ^c	2.47±0.06 ^a	0.43±0.05 ^b	3.27±0.10 ^{bd}
	35	88.01±0.32 ^{ab}	3.07±0.05 ^b	0.72±0.05 ^a	3.20±0.18 ^{bc}
WOBK	0	87.88±0.89 ^b	2.86±0.21 ^b	0.36±0.05 ^a	3.14±0.13 ^b
	7	89.15±0.33 ^c	2.20±0.04 ^a	0.29±0.04 ^a	2.76±0.07 ^b
	14	87.12±0.15 ^b	2.64±0.15 ^c	0.29±0.01 ^a	3.13±0.10 ^{cd}
	21	87.52±0.51 ^b	2.79±0.13 ^b	0.58±0.11 ^c	3.59±0.19 ^d
	28	87.06±0.55 ^{ab}	2.66±0.06 ^c	0.52±0.04 ^c	3.70±0.64 ^d
	35	88.23±0.29 ^c	2.77±0.09 ^{ab}	0.46±0.03 ^a	3.12±0.07 ^b

¹⁾The experimental seafood *Kimchi* sample are as follow : BK (*Baechu Kimchi*), OBK (*Octopus baechu Kimchi*), ABK (*Abalone baechu Kimchi*), SBK (*Squid baechu Kimchi*), WOBK (*Webfoot octopus baechu Kimchi*).

않았지만 수산물 김치와 수산물을 첨가하지 않은 김치 간의 조단백질의 함량의 차이는 유의성을 나타내었다. 이러한 결과로 보아 배추김치보다 문어와 전복, 오징어, 주꾸미 첨가 배추김치의 영양성이 높은 것 판단되었다.

환원당 분석

환원당의 함량분석 결과는 Table 4와 같다. 초기 환원당 함량의 경우, 수산물을 첨가하지 않은 김치는 26.9 mg/mL 이었고, 주꾸미를 첨가한 배추김치의 경우 25.3 mg/mL로 비슷했으나 문어, 전복 및 오징어를 첨가한 배추김치의 경

우는 각각 29.0 mg/mL, 33.7 mg/mL, 31.0 mg/mL으로 약간 높게 나타났다. 이것은 명태의 첨가량이 많을수록 환원당의 함량이 비례적으로 증가한 연구결과(29)와 감태 함량에 따른 김치의 환원당 함량이 비례적으로 증가한다는 보고(30)와 유사한 결과인 것으로 보인다.

한편, 발효기간 동안의 전체적인 환원당 함량의 변화를 살펴보면, 수산물을 첨가하지 않은 김치의 경우 발효기간 동안 일정한 수준으로 감소하는데 비해 문어, 전복, 오징어 및 주꾸미를 첨가한 김치는 발효초기부터 14일째까지는 빠른 감소의 형태를 보이다가 발효 35일째부터는 환원당

Table 4. Changes in reducing sugar content of 5 different *Kimchi* added with seafood during fermentation for 35 days at 4°C

(unit : mg/mL)

Storage period (day)	Sample ¹⁾				
	BK	OBK	ABK	SBK	WOBK
0	26.88±0.05 ^b	29.04±0.01 ^c	33.74±0.04 ^e	31.08±0.00 ^d	25.33±0.00 ^a
7	25.92±0.02 ^c	26.38±0.02 ^d	21.87±0.04 ^a	30.14±0.03 ^e	24.21±0.01 ^b
14	24.28±0.02 ^d	20.20±0.01 ^b	21.46±0.04 ^c	29.56±0.01 ^e	18.84±0.02 ^a
21	21.57±0.02 ^c	19.81±0.04 ^b	21.73±0.02 ^d	22.24±0.01 ^e	17.81±0.01 ^a
28	20.15±0.01 ^d	19.20±0.01 ^c	20.13±0.03 ^d	16.96±0.04 ^a	17.39±0.03 ^b
35	19.73±0.02 ^d	17.43±0.01 ^c	19.73±0.01 ^d	16.72±0.01 ^b	15.87±0.02 ^a

¹⁾Refer to the footnote in Table 3.Table 5. Organic acid contents of *Kimchi* added with seafood during fermentation for 35 days at 4°C

(unit : µg/mL)

Sample ¹⁾	Storage period (day)	Citrate	Malate	Succinate	Lactate
BK	0	3530.55±1.77 ^d	4242.11±2.40 ^e	4103.38±2.00 ^d	135.02±0.53 ^a
	7	3754.40±1.03 ^d	4425.15±1.56 ^d	4009.50±0.45 ^e	133.21±1.55 ^a
	14	965.40±1.56 ^a	1765.85±1.12 ^b	791.67±0.65 ^a	3230.61±3.55 ^b
	21	1481.69±1.55 ^c	2276.59±1.56 ^c	1285.42±1.12 ^d	7713.53±2.88 ^a
	28	1494.29±1.79 ^c	1626.35±0.44 ^d	705.87±0.68 ^a	6975.67±0.68 ^b
	35	1131.45±1.11 ^c	1793.79±1.59 ^c	810.20±1.12 ^c	7625.07±1.99 ^a
OBK	0	2246.74±1.48 ^a	3176.13±1.27 ^a	4022.54±0.74 ^c	306.04±0.96 ^c
	7	2325.12±1.55 ^a	3116.61±2.22 ^a	1357.55±0.34	841.00±0.46 ^d
	14	2334.57±1.33 ^c	2462.12±1.57 ^c	1013.64±1.54 ^d	2024.43±0.71 ^a
	21	962.16±0.68 ^b	1996.21±1.79 ^c	1156.09±1.12 ^c	8704.32±2.01 ^c
	28	956.81±1.55 ^c	1687.52±1.34 ^e	1076.36±0.68 ^e	8592.53±0.69 ^c
	35	947.06±0.67 ^b	1538.63±1.32 ^a	1043.35±0.67 ^c	8902.83±1.31 ^d
ABK	0	2382.57±1.79 ^b	3184.64±2.57 ^b	3886.74±1.06 ^b	213.85±0.14 ^b
	7	2733.97±0.66 ^b	3492.14±1.35 ^b	1303.91±1.56 ^b	483.20±1.12 ^b
	14	1214.16±0.67 ^b	1462.22±1.10 ^a	963.44±0.67 ^c	5004.33±1.57 ^c
	21	977.10±1.08 ^c	1822.79±1.56 ^b	1555.50±1.56 ^c	9436.90±1.09 ^d
	28	352.87±0.68 ^b	912.89±0.46 ^a	801.93±0.44 ^c	7396.18±1.10 ^c
	35	853.35±1.36 ^a	1561.47±1.10 ^c	1023.27±0.68 ^d	9378.12±1.12 ^c
SBK	0	3633.88±0.75 ^c	3235.38±0.78 ^c	3497.83±1.12 ^a	134.13±2.39 ^a
	7	3942.91±0.46 ^c	4741.29±0.41 ^e	2632.63±0.66 ^d	1218.07±0.67 ^c
	14	1935.85±1.35 ^d	2473.23±0.66 ^c	1175.23±0.44 ^c	4544.74±0.70 ^c
	21	1025.75±0.69 ^d	2057.84±0.67 ^d	1062.63±0.66 ^b	9886.64±0.71 ^c
	28	1055.91±1.12 ^d	1458.30±1.12 ^c	712.35±0.66 ^b	6684.73±0.66 ^a
	35	1036.41±1.13 ^d	1571.65±0.67 ^d	723.50±0.04 ^a	8761.76±0.64 ^c
WOBK	0	2867.08±1.87 ^c	4192.63±1.04 ^d	4736.20±0.90 ^c	134.99±0.97 ^a
	7	2873.72±1.11 ^c	3736.77±0.59 ^c	1286.79±0.36 ^a	797.16±1.32 ^c
	14	1742.91±1.09 ^c	2497.09±0.39 ^d	798.75±0.67 ^b	4862.46±0.67 ^d
	21	248.23±0.69 ^a	1277.34±0.68 ^a	895.48±1.12 ^a	8096.05±0.68 ^b
	28	326.52±0.28 ^a	1123.96±0.66 ^b	957.33±1.10 ^d	8278.77±0.39 ^d
	35	986.40±1.77 ^c	1555.63±0.67 ^b	755.83±0.66 ^b	8482.73±0.80 ^b

¹⁾Refer to the footnote in Table 3.

함량이 15~19 mg/mL로 수산물 첨가하지 않은 김치와 전체적으로 비슷한 값을 나타내었다. 이 결과는 김치양념 속의 설탕과 찹쌀풀에 의해 초기 환원당 함량이 높았다가 발효가 진행됨에 따라 젖산균의 번식으로 인해 환원당이 감소한 것으로 생각된다. 생멸치를 첨가한 김치가 숙성이 진행될 때 생멸치를 첨가하지 않은 김치보다 더 빨리 환원당이 소모된 이유를 단백질 급원인 수산물이 첨가됨에 따라 젖산균의 번식을 더욱 촉진시키는 역할을 함으로서 수산물 김치의 환원당 함량이 발효후기에는 더욱 급격히 감소한 것으로 보고한 연구결과(31)와 유사한 결과를 얻었다. 또한

김치의 발효기간 중 환원당은 유기산 형태로 변환되어 김치의 맛과 향에 영향을 미친다고 알려져 있어(32) 유기산 함량 분석을 진행하였다.

유기산 함량 분석

문어, 전복, 오징어 및 주꾸미를 첨가한 배추김치의 발효기간 중의 유기산 함량의 변화는 Table 5에 나타내었다. 수산물 김치와 수산물을 첨가하지 않은 김치는 공통적으로 발효기간 동안 lactate는 증가하고 succinate, malate, citrate는 감소하는 경향을 보였다. 수산물을 첨가하지 않은 김치

Table 6. Changes in ATP related compounds content of 5 different *Kimchi* added with seafood during fermentation for 35 days at 4°C
(unit : $\mu\text{mol/g}$)

Sample ¹⁾	Storage period (day)	IMP	ATP	AMP	Hx
BK	0	2.11±1.05 ^a	3.10±0.16 ^c	2.97±0.01 ^c	8.49±0.07 ^c
	7	1.81±0.00 ^a	0.98±0.01 ^a	1.82±0.01 ^a	7.91±0.01 ^{bc}
	14	0.73±0.00 ^a	2.20±0.04 ^b	2.50±0.03 ^b	6.41±0.04 ^b
	21	N.D.	1.94±0.02 ^b	2.39±0.01 ^b	4.49±0.11 ^c
	28	N.D.	1.56±0.06 ^{ab}	2.37±0.06 ^b	4.22±0.50 ^c
	35	N.D.	1.31±0.02 ^{ab}	2.47±0.02 ^b	4.49±0.10 ^c
OBK	0	3.63±0.03 ^{ab}	1.58±0.01 ^a	2.33±0.15 ^a	8.43±0.09 ^b
	7	4.19±0.03 ^{bc}	1.88±0.00 ^a	2.82±0.04 ^{abc}	13.62±0.37 ^c
	14	2.86±0.09 ^a	2.16±0.10 ^{ab}	2.84±0.05 ^{abc}	8.68±0.04 ^b
	21	3.40±0.24 ^{ab}	2.26±0.20 ^{ab}	2.87±0.05 ^{bc}	5.53±0.26 ^a
	28	3.81±0.01 ^b	2.66±0.05 ^b	3.12±0.00 ^c	5.50±0.03 ^a
	35	4.77±0.07 ^c	2.74±0.02 ^b	2.59±0.05 ^{ab}	6.56±0.10 ^a
ABK	0	1.25±0.06 ^c	2.73±0.15 ^b	4.82±0.85 ^a	8.59±0.06 ^c
	7	1.06±0.01 ^{bc}	2.02±0.21 ^{ab}	2.88±0.36 ^a	8.21±0.04 ^c
	14	0.77±0.02 ^{abc}	1.37±0.03 ^b	2.25±0.03 ^a	3.40±0.02 ^a
	21	0.67±0.01 ^{ab}	1.56±0.12 ^b	2.48±0.10 ^a	4.01±0.12 ^b
	28	0.66±0.00 ^a	2.18±0.06 ^{ab}	2.53±0.05 ^a	5.91±0.04 ^d
	35	0.60±0.02 ^{ab}	1.64±0.02 ^b	2.37±0.12 ^a	4.69±0.04 ^c
SBK	0	1.57±0.08 ^a	1.53±0.01 ^a	1.96±0.01 ^a	9.43±0.15 ^d
	7	2.65±0.00 ^c	1.59±0.03 ^a	2.33±0.82 ^a	8.49±0.02 ^c
	14	1.65±0.01 ^{ab}	2.00±0.10 ^{ab}	2.89±0.05 ^a	8.39±0.05 ^c
	21	1.80±0.01 ^{ab}	3.31±0.07 ^c	3.58±0.03 ^a	7.44±0.12 ^b
	28	1.86±0.01 ^b	2.18±0.08 ^b	3.72±0.02 ^a	4.87±0.15 ^a
	35	1.91±0.01 ^b	1.76±0.06 ^{ab}	3.78±0.18 ^a	4.67±0.01 ^a
WOBK	0	1.63±0.00 ^a	3.37±0.19 ^b	3.78±1.49 ^a	5.54±0.03 ^c
	7	1.35±0.00 ^a	2.13±0.03 ^a	2.28±0.01 ^a	6.95±0.06 ^d
	14	1.15±0.00 ^a	1.98±0.15 ^a	2.31±0.07 ^a	5.94±0.06 ^c
	21	N.D.	1.95±0.03 ^a	2.25±0.04 ^a	3.75±0.09 ^{ab}
	28	N.D.	1.91±0.00 ^a	2.29±0.05 ^a	3.34±0.07 ^a
	35	N.D.	2.04±0.02 ^a	2.24±0.00 ^a	3.89±0.00 ^b

¹⁾Refer to the footnote in Table 3.; N.D. : Not detected.

의 초기 lactate 함량이 135.54 $\mu\text{g/mL}$ 에서 발효 35일에는 7625.09 $\mu\text{g/mL}$ 로 증가하는 양상을 보였고, 문어 배추김치의 경우는 초기 lactate 함량이 308.47 $\mu\text{g/mL}$ 에서 발효 35일째 8900.82 $\mu\text{g/mL}$ 로, 오징어 배추김치의 경우는 135.54 μ

g/mL 에서 8760.80 $\mu\text{g/mL}$ 로 증가하였다. 유기산 중에서 lactate는 김치 내 유기산 채소 내 함유되어 있는 효소와 미생물들이 분비하는 효소 및 대사산물 등에 의해 생성되는 것으로, 김치 속에서의 lactate 함량은 급격히 증가하는 패턴

Table 7. Changes in free amino acid contents of *Kimchi* added with octopus during fermentation for 35 days at 4°C

(unit : mg%)

Free amino acid	OBK ¹⁾ -fermentation period (Day)					
	0	7	14	21	28	35
Taurine	11.51±0.86 ^a	14.02±0.63 ^{bc}	15.43±0.46 ^c	14.40±0.53 ^{bc}	14.94±0.73 ^c	13.13±0.14 ^b
Urea	7.73±1.17 ^{ab}	7.28±1.01 ^{ab}	5.92±0.58 ^a	9.70±1.61 ^b	8.54±0.20 ^{ab}	6.89±0.31 ^b
Aspartic acid	0.08±0.10 ^{ab}	0.18±0.03 ^b	0.09±0.11 ^{ab}	N.D.	N.D.	N.D.
Hydroxyproline	443.98±61.70 ^{bc}	347.33±69.80 ^{ab}	295.74±16.48 ^a	507.72±23.98 ^c	462.88±78.05 ^{bc}	291.30±4.20 ^a
Glutamic acid	2.96±3.95 ^{ab}	6.43±4.29 ^{abc}	7.97±1.30 ^{bc}	N.D.	12.16±2.85 ^c	7.55±0.06 ^{bc}
Sarcosine	N.D.	0.95±0.63 ^a	0.31±0.41 ^a	0.96±0.64 ^a	0.33±.43 ^a	0.73±0.48 ^a
α -aminoadipic acid	0.90±0.03 ^{ab}	1.28±0.18 ^c	1.02±0.10 ^{ab}	1.08±0.10 ^{bc}	0.78±0.01 ^a	0.88±0.06 ^{ab}
Proline	15.64±0.25 ^b	9.01±6.01 ^a	4.20±0.24 ^a	6.79±0.56 ^a	5.58±0.32 ^a	4.56±0.28 ^a
Glycine	3.82±0.14 ^a	4.55±0.30 ^b	5.22±0.13 ^c	5.72±0.18 ^d	6.15±0.27 ^c	5.39±0.03 ^{cd}
Alanine	N.D.	11.43±7.62 ^{ab}	15.78±0.21 ^b	16.28±0.33 ^b	10.48±6.99 ^{ab}	5.27±7.03 ^{ab}
Citrulline	31.46±0.44 ^b	10.65±14.19 ^{ab}	3.07±0.20 ^a	N.D.	9.58±2.78 ^{ab}	19.93±13.29 ^{ab}
α -amino-n-butyric acid	0.37±0.01 ^a	0.40±0.04 ^{ab}	0.39±0.04 ^{ab}	0.48±0.04 ^b	0.39±0.02 ^a	0.38±0.04 ^a
Valine	7.08±0.18 ^a	8.64±0.49 ^b	9.59±0.20 ^{cd}	10.08±0.37 ^d	9.98±0.31 ^d	9.11±0.12 ^{bc}
Cystine	0.05±0.01 ^a	0.11±0.00 ^b	0.12±0.00 ^{bc}	0.14±0.01 ^{cd}	0.15±0.01 ^d	0.13±0.01 ^{bc}
Methionine	1.35±0.05 ^a	2.14±0.16 ^b	2.62±0.02 ^c	3.03±0.12 ^d	3.50±0.10 ^e	3.00±0.08 ^d
Cystathionine-1	0.28±0.03 ^c	0.24±0.07 ^c	0.16±0.03 ^b	N.D.	N.D.	N.D.
Cystathionine-2	0.23±0.03 ^a	0.47±0.04 ^b	0.46±0.03 ^b	0.50±0.05 ^b	0.45±0.02 ^b	0.44±0.05 ^b
Isoleucine	4.54±0.12 ^a	5.34±0.30 ^b	6.21±0.13 ^c	6.47±0.22 ^c	6.37±0.22 ^c	5.98±0.08 ^c
Leucine	4.56±0.14 ^a	6.49±0.50 ^b	7.86±0.11 ^c	8.98±0.29 ^d	9.89±0.46 ^c	8.31±0.06 ^{cd}
Tyrosine	2.17±0.05 ^a	3.30±0.29 ^b	3.98±0.08 ^c	4.35±0.14 ^c	4.84±0.22 ^d	4.15±0.05 ^c
β -alanine	2.66±0.14 ^a	2.66±0.28 ^a	2.39±0.11 ^a	3.41±0.14 ^b	3.51±0.03 ^b	3.28±0.23 ^b
Phophoethanolamine	3.42±0.08 ^a	4.59±.031 ^b	5.31±0.07 ^{cd}	5.42±0.17 ^{cd}	5.72±0.26 ^d	5.22±0.08 ^c
β -aminoisobutyric acid	0.05±0.04 ^a	0.07±0.02 ^{ab}	0.05±0.00 ^a	0.14±0.04 ^{ab}	0.21±0.09 ^b	0.44±0.11 ^c
Homocystine	0.04±0.01 ^{ab}	0.03±0.01 ^a	0.05±0.00 ^{ab}	0.06±0.01 ^b	0.08±0.02 ^{cd}	0.10±0.02 ^d
γ -amino-n-butyric acid	2.58±0.13 ^a	14.05±0.44 ^c	14.71±0.14 ^c	12.52±0.54 ^b	12.53±0.73 ^b	12.17±0.17 ^b
Ethanolamine	0.54±0.08 ^a	0.74±0.01 ^c	0.70±0.23 ^c	0.70±0.30 ^{bc}	0.68±0.02 ^{bc}	0.61±0.01 ^{ab}
δ -hydroxylysine	0.21±0.05 ^a	0.20±0.11 ^b	0.22±0.04 ^c	0.34±0.02 ^c	0.32±0.01 ^c	0.30±0.01 ^c
Ornithine	0.51±0.03 ^a	0.53±0.01 ^a	2.62±0.15 ^b	8.46±0.25 ^c	9.34±0.53 ^d	8.14±0.06 ^c
Lysine	3.92±0.13 ^{ab}	0.75±0.03 ^b	1.62±0.08 ^c	3.19±0.12 ^c	3.72±0.16 ^{ab}	3.17±0.01 ^a
1-methylhistidine	1.30±0.05 ^a	1.41±0.03 ^b	1.61±0.05 ^{cd}	1.33±0.08 ^{ab}	1.33±0.06 ^d	1.21±0.01 ^{bc}
Histidine	1.93±0.11 ^{ab}	2.30±0.14 ^{ab}	2.72±0.04 ^{ab}	2.63±0.11 ^{cd}	2.91±0.19 ^b	2.52±0.02 ^a
3-methylhistidine	0.02±0.01 ^{ab}	0.03±0.00 ^b	0.01±0.01 ^a	0.02±0.01 ^{ab}	0.03±0.00 ^b	0.02±0.00 ^{ab}
Anserine	0.02±0.00 ^a	0.03±0.00 ^a	0.02±0.01 ^a	0.02±0.01 ^{ab}	0.01±0.00 ^a	0.01±0.01 ^a
Carnosine	0.08±0.05 ^{ab}	0.08±0.01 ^{ab}	0.08±0.02 ^{ab}	0.03±0.01 ^a	0.02±0.01 ^a	0.13±0.07 ^b
Arginine	11.30±0.51 ^{bc}	13.77±1.09 ^b	10.91±0.57 ^c	1.91±0.04 ^b	0.70±0.03 ^a	0.41±0.02 ^a

¹⁾Refer to the footnote in Table 3; N.D. : Not detected.

을 나타낸다고 보고되고 있는데(33,34), 수산물 김치에서도 lactate 함량은 발효기간 동안 급격히 증가하는 동일한 양상을 보였다. 한편, lactate의 함량은 수산물 김치가 수산물을 첨가하지 않은 김치보다 약 1.11~1.23배 높게 나타났고

시료간의 유의성이 있는 것으로 보여 배추김치보다 수산물 김치에서 발효가 더 활발하게 일어난 것으로 생각되며 김치의 맛과 식감에 영향을 미칠 것으로 생각되었다.

Malate의 함량은 발효초기에 문어 배추김치는 3,177.92

Table 8. Changes in free amino acid contents of *Kimchi* added with abalone during fermentation for 35 days at 4°C

(unit : mg%)

Free amino acid	ABK ¹⁾ -fermentation period (Day)					
	0	7	14	21	28	35
Taurine	8.25±0.60 ^a	12.40±0.80 ^c	14.72±0.48 ^d	12.77±0.02 ^c	11.90±0.35 ^c	10.27±0.71 ^b
Urea	1.25±0.01 ^a	2.32±1.27 ^a	1.53±0.17 ^a	3.14±1.23 ^a	2.16±1.13 ^a	2.19±1.32 ^a
Aspartic acid	0.17±0.06 ^a	0.06±0.09 ^a	0.15±0.20 ^a	N.D.	N.D.	N.D.
Hydroxyproline	488.15±31.38 ^b	291.64±30.11 ^a	311.85±25.84 ^a	440.08±6.66 ^b	430.62±49.33 ^b	283.97±23.92 ^a
Glutamic acid	5.70±3.80 ^a	4.48±2.99 ^a	8.12±5.42 ^a	4.85±6.47 ^a	8.17±5.44 ^a	6.63±0.59 ^a
Sarcosine	N.D.	1.74±0.11 ^c	1.31±0.07 ^c	1.58±0.35 ^c	N.D.	0.68±0.45 ^b
α-aminoadipic acid	0.82±0.01 ^a	1.28±0.12 ^{bc}	1.35±0.13 ^c	1.10±0.06 ^b	0.72±0.01 ^a	0.71±0.06 ^a
Proline	15.05±0.34 ^b	7.88±4.17 ^a	5.01±0.26 ^a	6.63±0.20 ^a	4.48±0.20 ^a	3.81±0.32 ^a
Glycine	5.06±0.45 ^a	6.60±0.45 ^c	8.32±0.28 ^d	7.22±0.05 ^c	7.25±0.16 ^c	6.40±0.33 ^b
Alanine	5.24±0.21 ^a	15.86±1.51 ^a	5.76±7.68 ^a	11.02±7.35 ^a	9.64±6.43 ^a	4.44±0.92 ^a
Citrulline	20.59±13.72 ^a	1.51±0.57 ^a	26.61±15.89 ^a	10.25±3.67 ^a	9.45±2.60 ^a	18.44±2.29 ^a
α-amino-n-butyric acid	0.37±0.02 ^a	0.39±0.01 ^a	0.46±0.03 ^b	0.48±0.03 ^b	0.35±0.03 ^a	0.34±0.02 ^a
Valine	6.84±0.12 ^a	8.61±0.78 ^b	11.10±0.64 ^c	9.10±0.11 ^b	8.98±0.35 ^b	8.15±0.52 ^b
Cystine	0.04±0.00 ^a	0.10±0.02 ^b	0.16±0.01 ^d	0.14±0.01 ^{cd}	0.12±0.01 ^{bc}	0.35±0.02 ^c
Methionine	1.39±0.06 ^a	2.17±0.22 ^b	3.08±0.06 ^{ad}	2.70±0.03 ^c	2.79±0.09 ^{cd}	2.65±0.18 ^c
Cystathionine-1	0.25±0.00 ^b	0.25±0.05 ^b	0.06±0.09 ^a	N.D.	N.D.	N.D.
Cystathionine-2	0.25±0.00 ^a	0.47±0.05 ^{bc}	0.55±0.04 ^c	0.53±0.06 ^c	0.41±0.01 ^b	0.41±0.03 ^b
Isoleucine	4.25±0.08 ^a	5.28±0.51 ^b	7.18±0.44 ^c	5.92±0.05 ^b	5.65±0.20 ^b	5.32±0.38 ^b
Leucine	4.75±0.21 ^a	6.26±0.59 ^b	8.62±0.30 ^d	7.98±0.12 ^{cd}	8.43±0.28 ^{cd}	7.60±0.51 ^c
Tyrosine	2.25±0.08 ^a	3.53±0.33 ^b	4.87±0.18 ^d	4.22±0.04 ^c	4.54±0.15 ^{cd}	4.15±0.32 ^c
β-alanine	1.77±0.06 ^{ab}	1.62±0.07 ^a	1.81±0.12 ^{ab}	1.89±0.08 ^b	1.64±0.14 ^{ab}	1.80±0.11 ^{ab}
Phophoethanolamine	3.25±0.09 ^a	4.46±0.48 ^b	6.24±0.33 ^c	4.87±0.05 ^b	5.08±0.21 ^b	4.80±0.29 ^b
β-aminoisobutyric acid	0.03±0.00 ^a	0.04±0.00 ^a	0.05±0.00 ^a	0.24±0.13 ^{bc}	0.16±0.04 ^{ab}	0.35±0.05 ^c
Homocystine	0.04±0.00 ^{ab}	0.02±0.00 ^a	0.04±0.00 ^{ab}	0.07±0.03 ^b	0.04±0.02 ^{ab}	0.07±0.01 ^b
γ-amino-n-butyric acid	2.31±0.04 ^a	11.02±0.63 ^c	10.86±0.63 ^c	10.95±0.38 ^c	7.93±0.29 ^b	7.18±0.62 ^b
Ethanolamine	0.63±0.03 ^a	0.74±0.04 ^b	0.70±0.49 ^b	0.64±0.03 ^a	0.62±0.01 ^a	0.59±0.03 ^a
δ-hydroxylysine	0.18±0.03 ^a	0.15±0.09 ^a	0.33±0.09 ^b	0.31±0.04 ^b	0.23±0.01 ^{ab}	0.16±0.02 ^a
Ornithine	0.43±0.02 ^a	0.73±0.49 ^a	7.00±0.49 ^b	8.95±0.04 ^c	9.81±0.36 ^d	8.29±0.48 ^c
Lysine	4.20±0.16 ^{de}	1.65±0.22 ^a	3.63±0.22 ^b	3.15±0.02 ^{bc}	4.44±0.14 ^c	3.92±0.34 ^{cd}
1-methylhistidine	1.00±0.02 ^a	1.63±0.17 ^b	2.06±0.17 ^c	1.31±0.06 ^a	1.27±0.02 ^a	1.06±0.11 ^a
Histidine	1.75±0.02 ^a	2.48±0.28 ^{bc}	3.65±0.28 ^d	2.55±0.06 ^{bc}	2.76±0.08 ^c	2.24±0.23 ^b
3-methylhistidine	0.01±0.00 ^a	0.02±0.01 ^a	0.02±0.01 ^a	0.02±0.01 ^a	0.02±0.00 ^a	0.01±0.00 ^a
Anserine	N.D.	0.06±0.05 ^a	0.05±0.05 ^a	0.02±0.01 ^a	0.01±0.00 ^a	0.01±0.00 ^a
Carnosine	0.06±0.04 ^a	0.09±0.01 ^a	0.04±0.01 ^a	0.11±0.07 ^a	0.13±0.08 ^a	0.09±0.05 ^a
Arginine	11.40±0.35 ^a	14.11±1.34 ^d	8.05±1.16 ^b	0.86±0.09 ^a	0.74±0.10 ^a	0.24±0.03 ^a

¹⁾Refer to the footnote in Table 3; N.D. : Not detected

μg/mL, 전복 배추김치 3,182.43 μg/mL, 오징어 배추김치 3,235.38 μg/mL, 주꾸미 배추김치는 4,191.07 μg/mL, 대조구인 수산물을 첨가하지 않은 김치는 4,242.33 μg/mL을 나타내었으나, 발효 35일째에는 공통적으로 malate의 함량이

절반이하로 낮게 검출되었다. Malate 함량이 발효 7일부터 21일 사이에 빠르게 감소하는 경향을 보일 때, lactate의 함량은 급격히 증가하는 경향을 보였다. 본 논문에는 데이터를 생략하였으나, 이 시기에 수산물 김치의 pH는 발효

Table 9. Changes in free amino acid contents of *Kimchi* added with squid during fermentation for 35 days at 4°C

(unit : mg%)

Free amino acid	SBK ¹⁾ -fermentation period (Day)					
	0	7	14	21	28	35
Taurine	3.51±0.98 ^a	4.44±0.15 ^a	5.17±0.24 ^a	4.98±1.18 ^a	5.09±0.49 ^a	3.60±0.50 ^a
Urea	1.31±0.31 ^{ab}	2.01±1.09 ^{ab}	2.98±1.15 ^{ab}	1.20±0.23 ^a	3.41±1.53 ^b	1.23±0.06 ^{ab}
Aspartic acid	0.17±0.11 ^b	0.03±0.03 ^a	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Hydroxyproline	414.92±61.19 ^a	279.62±18.80 ^a	280.34±16.95 ^a	469.97±8.69 ^a	432.04±10.74 ^a	311.26±27.56 ^a
Glutamic acid	3.39±4.52 ^a	7.80±1.61 ^a	6.04±4.03 ^a	7.01±6.23 ^a	11.94±3.15 ^a	7.57±0.77 ^a
Sarcosine	0.24±0.32 ^a	1.80±0.34 ^b	1.15±0.77 ^{ab}	0.96±0.43 ^{ab}	1.48±0.59 ^{ab}	0.93±0.11 ^{ab}
α-aminoadipic acid	0.88±0.08 ^a	1.29±0.08 ^b	1.25±0.10 ^b	0.89±0.15 ^a	1.06±0.17 ^{ab}	0.83±0.06 ^a
Proline	14.19±2.94 ^b	9.52±5.79 ^{ab}	5.42±0.26 ^a	6.71±1.52 ^a	7.37±1.46 ^{ab}	4.91±0.57 ^a
Glycine	3.92±0.89 ^a	4.82±0.16 ^{ab}	5.66±0.10 ^{ab}	6.09±1.58 ^{ab}	6.24±0.54 ^b	5.34±0.39 ^{ab}
Alanine	N.D.	10.46±6.97 ^{ab}	16.46±0.17 ^b	15.80±1.18 ^b	10.69±1.13 ^{ab}	14.39±6.40 ^{ab}
Citrulline	30.44±1.67 ^b	11.72±14.03 ^{ab}	2.60±0.15 ^a	N.D.	9.25±2.34 ^{ab}	N.D.
α-amino-n-butyric acid	0.35±0.06 ^a	0.44±0.03 ^a	0.48±0.04 ^a	0.46±0.10 ^a	0.47±0.08 ^a	0.39±0.02 ^a
Valine	7.63±1.21 ^a	8.65±0.28 ^a	9.80±0.23 ^a	10.80±2.70 ^a	10.50±0.88 ^a	9.29±0.96 ^a
Cystine	0.10±0.03 ^a	0.15±0.01 ^{ab}	0.21±0.00 ^{bc}	0.20±0.06 ^{ab}	0.26±0.03 ^c	0.16±0.02 ^{abc}
Methionine	1.69±0.52 ^a	2.73±0.17 ^{ab}	3.66±0.05 ^b	3.83±1.18 ^a	4.20±0.36 ^b	3.54±0.42 ^b
Cystathionine-1	0.16±0.11 ^a	0.13±0.09 ^a	0.01±0.01 ^a	N.D.	N.D.	N.D.
Cystathionine-2	0.26±0.06 ^a	0.47±0.00 ^{bc}	0.52±0.04 ^{bc}	0.44±0.12 ^{ab}	0.55±0.12 ^c	0.46±0.03 ^{bc}
Isoleucine	5.08±0.60 ^a	5.58±0.16 ^a	6.27±0.12 ^a	6.92±1.60 ^a	6.82±0.58 ^a	6.08±0.64 ^a
Leucine	5.39±1.98 ^a	7.42±0.10 ^{ab}	8.98±0.15 ^{ab}	10.75±3.30 ^{ab}	11.18±1.00 ^b	9.65±1.04 ^b
Tyrosine	2.59±0.81 ^a	3.51±0.04 ^{ab}	4.17±0.07 ^{ab}	4.78±1.43 ^{ab}	4.98±0.46 ^b	4.38±0.46 ^b
β-alanine	1.60±0.27 ^a	1.58±0.16 ^a	1.51±0.11 ^a	1.59±0.04 ^a	1.63±0.28 ^a	1.79±0.08 ^a
Phosphoethanolamine	4.04±0.63 ^a	4.71±0.11 ^a	5.48±0.08 ^a	5.87±1.46 ^a	5.86±0.51 ^a	5.37±0.55 ^a
β-aminoisobutyric acid	0.06±0.04 ^{ab}	0.03±0.00 ^a	0.03±0.00 ^a	0.17±0.08 ^{ab}	0.25±0.14 ^{bc}	0.28±0.09 ^c
Homocystine	0.04±0.02 ^{ab}	0.02±0.00 ^a	0.04±0.00 ^{ab}	0.05±0.01 ^{ab}	0.09±0.04 ^b	0.08±0.03 ^{ab}
γ-amino-n-butyric acid	4.18±3.17 ^a	12.10±0.68 ^b	12.95±0.37 ^b	12.16±4.22 ^{ab}	13.40±1.31 ^b	10.39±1.09 ^b
Ethanolamine	0.61±0.14 ^a	0.60±0.09 ^a	0.67±0.07 ^a	0.76±0.18 ^a	0.77±0.09 ^a	0.65±0.05 ^a
δ-hydroxylysine	0.16±0.08 ^a	0.15±0.09 ^a	0.15±0.03 ^a	0.21±0.08 ^a	0.19±0.04 ^a	0.15±0.02 ^a
Ornithine	2.76±3.24 ^{ab}	1.62±1.60 ^a	4.66±0.14 ^{abc}	9.36±3.22 ^b	9.71±0.85 ^d	8.30±0.48 ^{cd}
Lysine	3.60±0.69 ^b	1.15±0.35 ^a	2.11±0.05 ^a	4.64±1.15 ^b	4.35±0.40 ^b	4.43±0.39 ^b
1-methylhistidine	1.36±0.16 ^a	1.31±0.14 ^a	1.39±0.03 ^a	1.54±0.35 ^a	1.26±0.14 ^a	1.11±0.12 ^a
Histidine	2.33±0.36 ^a	2.59±0.03 ^a	3.15±0.03 ^a	3.21±0.82 ^a	3.27±0.38 ^a	2.60±0.31 ^a
3-methylhistidine	0.01±0.00 ^a	0.02±0.00 ^{ab}	0.03±0.00 ^{ab}	0.03±0.01 ^{bc}	0.04±0.01 ^c	0.03±0.00 ^{bc}
Anserine	0.03±0.02 ^a	0.04±0.01 ^a	0.03±0.00 ^a	0.03±0.01 ^a	0.03±0.00 ^a	0.01±0.00 ^a
Carnosine	0.10±0.06 ^a	0.05±0.03 ^a	0.05±0.02 ^a	0.13±0.10 ^a	0.18±0.11 ^a	0.19±0.08 ^a
Arginine	7.43±3.78 ^c	10.43±3.30 ^c	6.92±0.30 ^{bc}	0.67±0.09 ^{ab}	0.30±0.01 ^a	0.31±0.02 ^a

¹⁾Refer to the footnote in Table 3; N.D. : Not detected.

초기에 5.82~5.94에서 4.41~4.45 수준으로 낮아졌으며, 산도는 발효 초기에 0.21~0.22% 수준이었으나 0.66~0.72%로 급격히 높게 나타났다. 이것은 젖산균의 malo-lactic fermentation 발효과정에 의해 malate가 lactate로 변환되기

때문에 판단된다(35). 또한, succinate 및 citrate 역시 발효 3주까지 급격히 감소하는 경향이 나타났는데 기존의 보고된 연구결과(33,36,37)와 유사한 패턴을 나타내었다. 이러한 결과들로부터 환원당의 함량이 급격히 감소함에 따라

Table 10. Changes in free amino acid contents of *Kimchi* added with webfoot octopus during fermentation for 35 days at 4°C

(unit : mg%)

Free amino acid	WOBK ¹⁾ -fermentation period (Day)					
	0	7	14	21	28	35
Taurine	2.45±0.26 ^a	2.91±0.38 ^{ab}	3.40±0.06 ^b	3.53±0.27 ^b	2.96±0.15 ^{ab}	2.67±0.36 ^a
Urea	1.17±0.15 ^a	1.18±0.15 ^a	1.38±0.12 ^a	1.50±0.11	2.09±0.16 ^a	1.17±0.24 ^a
Aspartic acid	0.09±0.12 ^a	0.26±0.03 ^b	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Hydroxyproline	375.34±59.10 ^{ab}	377.59±44.85 ^{ab}	315.58±20.28 ^a	513.97±37.22 ^a	480.16±55.29 ^{bc}	325.44±32.39 ^a
Glutamic acid	N.D.	5.06±3.38 ^{ab}	2.95±3.93 ^{ab}	N.D.	2.89±3.86 ^{ab}	7.00±.61 ^b
Sarcosine	0.85±0.62 ^a	0.49±0.65 ^a	0.95±0.19 ^a	0.23±0.31 ^a	0.29±0.38 ^a	0.13±0.17 ^a
α-amino adipic acid	0.82±0.07 ^{ab}	1.36±0.16 ^c	1.02±0.04 ^b	0.87±0.09 ^b	0.75±0.04 ^a	0.72±0.09 ^a
Proline	10.30±1.13 ^b	5.52±2.40 ^a	4.28±0.11 ^a	5.52±0.56 ^a	4.65±0.58 ^a	3.88±0.39 ^a
Glycine	3.62±0.34 ^a	4.42±0.44 ^b	5.96±0.11 ^d	5.69±0.23 ^d	6.20±0.18 ^{cd}	5.07±0.40 ^{bc}
Alanine	13.73±0.95 ^a	16.10±0.74 ^a	15.44±0.22 ^a	15.76±0.54 ^a	10.26±1.84 ^a	14.54±.68 ^a
Citrulline	0.32±0.42 ^a	2.85±0.48 ^a	2.52±0.09 ^a	N.D.	9.78±0.95 ^a	N.D.
α-amino-n-butyric acid	0.35±0.03 ^a	0.38±0.08 ^a	0.42±0.02 ^a	0.45±0.05 ^a	0.35±0.01 ^a	0.33±0.05 ^a
Valine	6.47±0.57 ^a	7.96±0.86 ^b	1N.D.0.24 ^c	9.14±0.56 ^c	9.71±0.20 ^c	8.61±.74 ^b
Cystine	0.06±0.01 ^a	0.24±0.12 ^c	0.18±0.01 ^{bc}	0.11±0.00 ^{bc}	0.14±0.00 ^{abc}	0.10±0.01 ^{ab}
Methionine	1.48±0.12 ^a	1.88±0.34 ^a	2.94±0.03 ^b	2.78±0.15 ^b	3.07±0.06 ^b	2.60±0.21 ^b
Cystathionine-1	0.25±0.04 ^a	0.21±0.00 ^a	N.D.	N.D.	0.30±0.40 ^a	N.D.
Cystathionine-2	0.26±0.04 ^a	0.45±0.07 ^a	0.45±0.01 ^a	0.39±0.03 ^a	0.27±0.18 ^a	0.40±0.05 ^a
Isoleucine	4.27±0.39 ^a	5.11±0.48 ^{ab}	6.04±0.17 ^b	5.74±.33 ^b	5.97±0.13 ^b	5.64±0.47 ^b
Leucine	4.89±0.42 ^a	6.01±0.87 ^a	8.71±0.19 ^b	8.53±0.43 ^b	9.13±0.26 ^b	7.94±0.66 ^b
Tyrosine	2.28±0.21 ^a	3.04±0.50 ^b	4.32±0.06 ^c	4.03±0.18 ^c	4.44±0.14 ^c	3.90±0.35 ^c
β-alanine	1.46±0.20 ^a	1.67±0.29 ^a	1.59±0.05 ^a	1.84±0.21 ^a	1.60±0.14 ^a	1.71±0.28 ^a
Phophoethanolamine	3.23±0.29 ^a	4.18±0.56 ^b	5.50±0.11 ^c	4.93±0.22 ^c	5.27±0.13 ^{bc}	4.91±0.45 ^b
β-aminoisobutyric acid	0.04±0.03 ^a	0.04±0.00 ^a	0.04±0.00 ^a	0.02±0.02 ^a	0.23±0.04 ^a	0.33±0.07 ^c
Homocystine	0.03±0.01 ^a	0.02±0.01 ^a	0.05±0.00 ^{ab}	0.06±0.01 ^{ab}	0.07±0.01 ^{bc}	0.08±0.00 ^c
γ-amino-n-butyric acid	1.88±0.16 ^a	11.06±0.94 ^d	9.68±0.08 ^c	6.89±0.47 ^{ac}	8.02±0.24 ^b	6.86±0.63 ^b
Ethanolamine	0.68±0.04 ^a	0.59±0.05 ^a	0.86±0.04 ^b	0.61±0.04 ^a	0.68±0.03 ^a	0.58±0.03 ^a
δ-hydroxylysine	0.16±0.04 ^a	0.19±0.05 ^{ab}	0.44±0.12 ^c	0.39±0.05 ^c	0.32±0.03 ^{bc}	0.28±0.03 ^{abc}
Ornithine	0.39±0.05 ^a	0.64±0.09 ^a	6.28±0.22 ^b	7.97±0.22 ^d	8.61±0.35 ^d	7.13±0.43 ^c
Lysine	4.33±0.47 ^b	1.60±0.37 ^a	4.48±0.23 ^b	5.36±0.28 ^c	5.51±0.19 ^c	4.31±0.35 ^b
1-methylhistidine	1.12±0.11 ^a	1.44±0.17 ^{bc}	1.64±0.05 ^c	1.29±0.07 ^{ab}	1.56±0.07 ^c	1.18±0.09 ^{ab}
Histidine	1.67±0.15 ^a	2.30±0.30 ^b	2.83±0.04 ^c	2.47±0.11 ^{bc}	2.89±0.13 ^c	2.29±0.20 ^b
3-methylhistidine	N.D.	0.01±0.00 ^{ab}	0.02±0.01 ^b	0.02±0.01 ^{ab}	0.02±0.00 ^{ab}	0.01±0.00 ^{ab}
Anserine	0.04±0.00 ^a	0.03±0.01 ^a	0.08±0.07 ^a	0.03±0.00 ^a	0.02±0.00 ^a	0.01±0.00 ^a
Carnosine	0.08±0.01 ^{ab}	0.05±0.00 ^a	0.05±0.01 ^a	0.17±0.09 ^{bc}	0.21±0.01 ^c	0.09±0.05 ^{ab}
Arginine	9.37±0.96 ^d	7.40±1.30 ^c	3.26±0.30 ^b	0.83±0.06 ^a	0.21±0.01 ^a	0.21±0.02 ^a

¹⁾Refer to the footnote in Table 3; N.D. : Not detected.

유기산의 lactate 함량은 급격히 증가하였음을 알 수 있었고, 이것은 미생물에 의해 환원당이 유기산으로 전환되었기 때문으로 생각되며 수산물을 첨가하지 않은 김치보다 수산물 김치가 산미 등을 통한 맛의 증가에 있어서 뛰어난 것으

로 생각된다.

핵산 관련 물질 분석

문어, 전복, 오징어 및 주꾸미를 첨가한 수산물 김치 와

Table 11. Changes in free amino acid contents of beachu *Kimchi* during fermentation for 35 days at 4°C

(unit : mg%)

Free amino acid	BK ¹⁾ -fermentation period (Day)					
	0	7	14	21	28	35
Taurine	1.92±0.10a	2.64±0.28 ^c	2.67±0.18 ^c	2.19±0.25 ^b	1.88±0.06 ^{ab}	1.65±0.10 ^a
Urea	1.58±0.10a	1.59±0.27 ^{ab}	1.39±0.19 ^{ab}	2.85±1.24 ^a	1.18±0.11 ^a	1.34±0.21 ^a
Aspartic acid	0.36±0.03c	0.30±0.20 ^{bc}	0.14±0.19 ^{abc}	N.D.	N.D.	0.04±0.01 ^{ab}
Hydroxyproline	453.51±46.24ab	408.31±110.15 ^{ab}	415.73±68.01 ^{ab}	529.55±32.24 ^b	453.61±42.07 ^{ab}	328.57±24.13 ^a
Glutamic acid	10.46±0.62b	8.51±5.67 ^{ab}	8.33±5.56 ^{ab}	N.D.	3.26±0.35 ^{ab}	8.11±0.46 ^{ab}
Sarcosine	N.D.	1.77±0.58 ^b	0.51±0.69 ^{ab}	0.63±0.84 ^{ab}	0.52±0.35 ^{ab}	0.67±0.45 ^{ab}
α-aminoadipic acid	0.59±0.12a	1.15±0.11 ^c	1.20±0.17 ^c	1.08±0.11 ^{bc}	0.81±0.06 ^{ab}	0.92±0.05 ^{bc}
Proline	10.52±0.77a	7.88±0.49 ^{ab}	4.66±0.50 ^a	5.33±0.78 ^{ab}	4.42±0.35 ^a	3.99±0.38 ^a
Glycine	3.48±0.18a	4.71±0.46 ^b	5.28±0.44 ^b	4.79±0.26 ^b	4.91±0.15 ^b	4.57±0.19 ^b
Alanine	14.02±0.68a	9.89±0.66 ^a	10.82±0.21 ^a	11.24±0.50 ^a	15.19±0.33 ^a	9.98±0.66 ^a
Citrulline	0.36±0.48a	11.05±0.84 ^a	14.78±0.50 ^a	10.52±0.02 ^a	N.D.	9.96±0.28 ^a
α-amino-n-butyric acid	0.32±0.02a	0.43±0.06 ^b	0.43±0.04 ^b	0.36±0.04 ^b	0.30±0.02 ^b	0.29±0.03 ^b
Valine	7.02±0.34a	9.50±0.88 ^{ab}	10.15±1.01 ^c	9.14±0.36 ^{ab}	8.74±0.46 ^{ab}	8.59±0.34 ^{bc}
Cystine	0.05±0.00a	0.14±0.02 ^b	0.35±0.12 ^b	0.10±0.02 ^b	0.11±0.01 ^b	0.25±0.09 ^b
Methionine	1.25±0.05a	2.27±0.18 ^a	2.38±0.21 ^a	2.00±0.19 ^a	2.25±0.11 ^a	2.17±0.12 ^a
Cystathionine-1	0.23±0.02a	0.29±0.10 ^{ac}	0.05±0.07 ^{ac}	N.D.	0.24±0.31 ^{ab}	N.D.
Cystathionine-2	0.19±0.02a	0.51±0.07 ^b	0.61±0.08 ^b	0.47±0.10 ^b	0.27±0.18 ^b	0.38±0.04 ^b
Isoleucine	4.09±0.22a	5.83±0.52 ^b	6.67±0.65 ^b	6.00±0.20 ^b	5.84±0.28 ^b	5.88±0.26 ^b
Leucine	4.08±0.15a	6.95±0.62 ^b	7.94±0.06 ^b	7.13±0.39 ^b	7.55±0.27 ^b	7.48±0.32 ^b
Tyrosine	2.02±0.09a	3.55±0.31 ^{ab}	3.99±0.29 ^b	3.54±0.23 ^{ab}	3.82±0.16 ^a	3.73±0.23 ^{ab}
β-alanine	1.43±0.06a	1.87±0.34 ^b	2.05±0.15 ^b	1.83±0.14 ^b	1.48±0.05 ^b	1.73±0.24 ^b
Phophoethanolamine	3.38±0.17a	5.16±0.41 ^a	5.42±0.47 ^a	4.94±0.20 ^a	4.88±0.18 ^a	4.93±0.25 ^a
β-aminoisobutyric acid	0.01±0.01a	0.11±0.08 ^{ab}	0.13±0.06 ^b	0.17±0.10 ^b	0.14±0.01 ^{ab}	0.23±0.18 ^{ab}
Homocystine	0.03±0.00a	0.05±0.02 ^{cd}	0.08±0.02 ^d	0.08±0.02 ^{bc}	0.06±0.01 ^b	0.06±0.02 ^{bc}
γ-amino-n-butyric acid	2.60±0.15a	5.47±0.55 ^b	6.56±0.99 ^b	4.60±0.29 ^a	3.88±0.10 ^a	4.45±0.25 ^a
Ethanolamine	0.58±0.05a	0.84±0.18 ^b	0.83±0.06 ^b	0.59±0.04 ^b	0.55±0.02 ^b	0.53±0.05 ^b
δ-hydroxylysine	0.08±0.01 ^a	0.23±0.05 ^a	0.27±0.06 ^b	0.24±0.03 ^c	0.13±0.04 ^d	0.09±0.05 ^c
Ornithine	0.44±0.02 ^a	0.60±0.09 ^{bc}	3.01±0.15 ^c	7.40±0.52 ^{bc}	8.43±0.16 ^c	7.22±0.31 ^b
Lysine	3.99±0.18 ^{ab}	6.24±0.58 ^c	6.65±0.33 ^{bc}	6.22±0.33 ^{bc}	6.78±0.28 ^{ab}	5.62±0.29 ^a
1-methylhistidine	1.56±0.11 ^a	1.98±0.19 ^c	1.82±0.27 ^c	1.70±0.06 ^{abc}	1.45±0.07 ^{bc}	1.31±0.08 ^{ab}
Histidine	2.09±0.13 ^{ab}	2.82±0.26 ^b	2.90±0.33 ^{ab}	2.53±0.13 ^a	2.59±0.08 ^a	2.26±0.11 ^a
3-methylhistidine	0.01±0.00 ^a	0.01±0.00 ^a	0.01±0.00 ^a	0.01±0.00 ^a	0.01±0.00 ^a	N.D.
Anserine	0.01±0.00 ^{ab}	0.03±0.01 ^b	0.03±0.01 ^b	0.02±0.00 ^{ab}	0.01±0.00 ^a	N.D.
Carnosine	0.13±0.03 ^{bc}	0.14±0.03 ^{bc}	0.06±0.02 ^{ab}	0.01±0.00 ^a	0.17±0.02 ^c	0.06±0.02 ^{ab}
Arginine	12.47±0.62 ^d	16.02±1.20 ^c	10.18±0.98 ^c	2.01±0.26 ^b	0.26±0.03 ^a	0.56±0.05 ^{ab}

¹⁾Refer to the footnote in Table 3; N.D. : Not detected.

수산물을 첨가하지 않은 김치의 핵산관련 물질의 결과는 Table 6에 나타내었다. ATP 및 핵산 관련물질은 어패류 근육 내 자가소화효소에 의해 사후 ADP→AMP→IMP→HxR(Inosine)→Hx(Hypoxanthine)→X(Xanthine)→U(Uric acid) 단계로 최종 분해되며(38,39), IMP는 고기의 풍미를 주는 물질이고 HxR, Hx는 쓴맛을 내는 물질로 알려져 있다(40). 수산물 김치 및 수산물을 첨가하지 않은 김치의 발효 초기 핵산관련 물질은 hypoxanthine이 가장 많은 양으로 존재하였고 AMP, IMP, ATP 등은 거의 비슷한 수준으로 존재하였다. 발효초기부터 발효 35일째까지의 hypoxanthine 함량 변화를 살펴보면, 문어 배추김치의 경우 8.43 $\mu\text{mol/g}$ 에서 6.56 $\mu\text{mol/g}$, 전복 배추김치는 8.59 $\mu\text{mol/g}$ 에서 4.69 $\mu\text{mol/g}$, 오징어 배추김치는 9.43 $\mu\text{mol/g}$ 에서 4.67 $\mu\text{mol/g}$, 주꾸미 배추김치는 5.54 $\mu\text{mol/g}$ 에서 3.89 $\mu\text{mol/g}$, 대조구인 수산물을 첨가하지 않은 김치는 8.49 $\mu\text{mol/g}$ 에서 4.49 $\mu\text{mol/g}$ 으로 감소하는 경향을 보였다. ATP, AMP, IMP의 함량의 경우는, 문어 배추김치를 제외한 나머지 김치에서 공통적으로 감소하는 경향을 나타내었다. 문어 배추김치의 경우 IMP 함량이 3.63 $\mu\text{mol/g}$ 에서 4.77 $\mu\text{mol/g}$ 으로 약 1.31배 증가하였고 ATP는 1.58 $\mu\text{mol/g}$ 에서 2.74 $\mu\text{mol/g}$ 으로 약 1.74배 정도 증가하였으며 AMP는 2.33 $\mu\text{mol/g}$ 에서 2.59 $\mu\text{mol/g}$ 으로 1.11배 증가해 오징어, 전복 및 주꾸미를 첨가한 배추김치와는 다른 결과를 나타내었다. 갯김치의 핵산관련 물질의 변화량은 발효기간이 길어질수록 감소한다고 하는 연구가 보고되어 있는데(41,42) 본 연구 결과와 유사하였다. 일반적으로 수산물의 발효과정 중 hypoxanthine의 양은 증가하고 ATP, ADP, AMP, IMP 등이 감소한다고 알려져 있으나(43,44) 김치의 ATP 관련물질의 생성과 다른 패턴을 보이고 있어 수산물만 이용한 발효보다 배추와 같이 발효시키는 것이 hypoxanthine의 양을 저감시켜 맛을 보완하는 역할을 할 수 있을 것으로 생각된다. 한편, IMP 함량의 경우 일반 배추김치와 주꾸미 배추김치는 발효 21일째부터 검출되지 않았으나, 문어, 오징어 및 전복을 첨가한 배추김치에서는 발효 21일째에도 각각 3.40 $\mu\text{mol/g}$, 1.80 $\mu\text{mol/g}$ 및 0.67 $\mu\text{mol/g}$ 으로 검출되었다. 전반적으로 수산물 김치의 발효초기부터 35일째 핵산관련물질 총량은 문어김치의 경우 15.96~16.66 $\mu\text{mol/g}$, 오징어 김치는 14.48~12.11 $\mu\text{mol/g}$, 전복 김치의 경우 17.39~9.29 $\mu\text{mol/g}$, 주꾸미 김치는 14.31~8.16 $\mu\text{mol/g}$ 으로 나타났으나 수산물을 첨가하지 않은 김치는 같은 기간 16.67~8.27 $\mu\text{mol/g}$ 으로 핵산 관련물질 총합의 차이가 있는 것으로 나타났고, IMP가 발효 21일째 이후에도 계속 검출되는 것을 볼 때, 수산물의 첨가가 김치의 풍미 형성에 영향을 미칠 것으로 생각되어 수산물 김치가 수산물을 첨가하지 않은 김치보다 맛에 있어서 뛰어난 것으로 생각되었다.

유리아미노산 함량 분석

문어, 전복, 오징어 및 주꾸미 첨가 배추김치의 유리 아미

노산 함량을 Table 7~11에 나타내었다. 수산물 김치의 유리 아미노산은 hydroxyproline, citrulline, proline, arginine, taurine 순으로 나타났으나 수산물을 첨가하지 않은 김치의 경우 hydroxyproline, alanine, arginine, valine 순으로 검출되었다. 김치의 발효가 진행됨에 따라 유리 아미노산은 일정 수준에서 감소와 증가패턴을 보이다 발효가 길어짐에 따라 전체적으로 약간 저하되어 나타났다. Sung 등(16)의 연구에 따르면 명태를 넣은 배추김치와 기존의 배추김치 내 유리아미노산 함량은 발효가 진행됨에 따라 감소하게 된다고 하였고 Lee 등(45)의 새우젓 함량에 따른 김치의 발효 중 유리아미노산 함량 역시 발효가 진행됨에 따라 감소한다고 보고하여 본 실험과 일치하는 결과를 얻었다. 이러한 원인은 발효균주의 영양원으로 유리아미노산이 이용되어졌으며 발효가 진행됨에 따라 소폭의 증가와 감소를 하는 이유 역시 균주에 의해 수산물의 분해로 증가와 소비가 이루어 졌을 것으로 생각된다(45).

유리아미노산 중 taurine 함량의 경우는, 문어첨가 배추김치가 11.51 mg%, 전복 첨가 배추김치는 8.25 mg%, 오징어 및 주꾸미를 첨가한 배추김치가 각각 3.51 mg%, 2.45 mg%를 나타낸 반면에, 수산물을 첨가하지 않은 김치는 1.92 mg%으로 수산물 김치들보다 낮은 함량을 보였다. 특히 문어와 전복을 첨가한 배추김치에 있어서 taurine 함량이 매우 높음을 확인할 수 있었으며, 발효후기인 35일 된 문어 배추김치는 13.13 mg%, 전복 배추김치는 10.27 mg%, 오징어 배추김치는 3.60 mg%, 주꾸미 배추김치는 2.67 mg%으로 약간의 증가하는 경향을 보인 반면, 수산물을 첨가하지 않은 김치의 경우는 1.65 mg%로 오히려 감소하는 경향을 보였다. 이처럼 발효과정을 통해 타우린의 함량은 초기보다 증가하는 경향을 나타낸 것으로 볼 때, 수산물 김치는 발효 후 섭취가 타우린을 더욱 유용하게 이용할 수 있을 것으로 생각되었다. 이러한 타우린은 cysteine sulfinic acid decarboxylase에 의해 cysteine에서 합성되며(46) 인체 내 항산화(47), 세포막의 보호 및 삼투압의 조절(48), 글리신과 함께 담즙산을 포집하여 배출시키는 역할(49)을 하는 것으로 보고되고 있는데, 일반 배추김치보다 문어와 전복과 같은 수산물 김치에서 높은 taurine 함량을 나타낸 것으로부터 볼 때, 수산물 김치가 일반 김치보다 생리활성적인 기능이 높을 것으로 생각된다.

또한 γ -amino-n-butyric acid(GABA)는 진핵 혹은 원핵생물체에 흔하게 존재하는 것으로 glutamic acid decarboxylase에 의해 glutamic acid에서 탈탄산반응에 의해 생성되며(50) 탄소수 4개의 수용성 물질인데(51), 주로 동물의 경우 중추신경계의 억제성 신경전달물질로 작용하는(52) 것으로 알려져 있다. 이러한 GABA 함량을 살펴보면, 발효초기(0일)의 문어 배추김치가 2.58 mg%, 전복 배추김치는 2.31 mg%, 오징어와 주꾸미를 첨가한 배추김치는 각각 4.18 mg%, 1.88 mg%를 나타내었고, 수산물을 첨가하지 않은 김치는 2.60

mg% 수준으로 수산물 김치와 큰 차이를 보이지 않았다. 그러나 발효 35일째의 GABA 함량은, 문어 배추김치가 12.17 mg%로 발효초기보다 약 4.71배 증가하였고 전복배추김치는 7.18 mg%로 약 3.11배 증가하였으며 오징어 및 주꾸미 첨가한 배추김치는 각각 10.39 mg%, 6.86 mg%로 약 2.49배, 약 3.65배 증가하였다. 그러나 수산물을 첨가하지 않은 김치의 경우는 4.45 mg%로 약 1.71배 증가하여, 수산물 김치보다 낮은 함량을 나타내었다. 이처럼 수산물 김치에서 GABA의 함량이 높게 나타난 것은, 단백질 공급원인 수산물이 첨가되었기 때문으로 생각되며, 이것은 monosodium glutamate(MSG)가 첨가된 김치에서 MSG양이 늘어날수록 GABA의 함량 역시 높았다는 연구결과(53)에서처럼 glutamic acid의 존재여부가 GABA의 함량에 영향을 주는 것으로, 본 연구의 결과와 일치하여 수산물 김치는 수산물을 첨가하지 않은 김치보다 맛과 기능성이 증진 될 것으로 생각된다. 이러한 측면에서 수산물 김치의 기능성 연구는 심도있게 진행하여야 할 것으로 생각된다.

요 약

본 연구는 문어, 전복, 오징어, 주꾸미를 첨가한 김치의 제조 레시피를 확립하여 제조하고 4°C에서 김치를 저장, 발효시키면서 7일 간격으로 일반성분, 환원당, 유기산, 핵산관련물질, 유리아미노산 등의 영양성분 및 정미성분의 변화에 기인한 실험을 진행하였다. 수산물 김치의 일반성분은 발효기간 중 변화는 미미하였으나 조단백질 함량은 1.98~3.41%로 수산물 김치에서 조단백질 함량이 높은 것으로 나타났다. 환원당은 수산물 김치와 수산물을 첨가하지 않은 김치가 발효기간에 따라 감소하였으나 특히 수산물 김치에서 감소율이 높았으며 유의적인 차이를 나타내었다. 또한 발효 21일째 환원당의 급격한 감소와 반비례하여 유기산의 lactate가 급격한 생성되었으며 특히 문어, 전복, 오징어 및 주꾸미를 첨가하여 제조한 수산물 김치가 수산물을 첨가하지 않은 김치보다 더 많은 양이 검출되었다. 수산물 김치의 hypoxanthine 함량은 발효초기에 높은 수준을 나타내었으나 발효가 진행됨에 따라 감소하였으나 발효 21일째부터 수산물을 첨가하지 않은 김치에서 IMP가 검출되지 않았고 반면에 수산물 김치에서는 발효 35일까지 검출되었다. 문어, 전복, 오징어 및 주꾸미를 첨가한 수산물 김치의 주요 유리 아미노산은 hydroxyproline, citrulline, proline, arginine, taurine 순이었고, 수산물을 첨가하지 않은 김치는 hydroxyproline, alanine, arginine, valine 순으로 나타났다. 또한 taurine의 함량이 같은 발효기간 동안 수산물을 첨가하지 않은 김치보다 수산물 김치에서 약 2~10배가량 높은 것으로 나타났으며, GABA의 경우는 발효후기에 수산물을 첨가하지 않은 김치보다 약 1.5~3배 정도 높은 함량을 나타

내었다. 이상과 같은 결과로 보아 문어, 전복, 오징어 및 주꾸미와 같은 수산물 김치와 수산물을 첨가하지 않은 일반 김치간에는, 발효시 변화되는 정미성분 및 일반성분의 차이가 있는 것으로 나타났고, 특히 발효과정 중 생성되는 유익한 정미 성분이 일반 김치보다 높게 나타나 수산물을 첨가한 김치가 영양학적으로 우수하고 높은 기능성이 있을 것으로 기대되었다.

감사의 글

본 연구는 농림수산물기술기획평가원의 고부가가치 식품개발사업 중 기획과제인 수산물 김치의 산업화 기술개발(과제번호 311032-3)에 의해 수행되었습니다.

References

1. Ku KH, Sunwoo JY, Park WS (2005) Effects of ingredients on the its quality characteristics during *Kimchi* fermentation. Korean J Soc Food Sci Nutr, 34, 267-276
2. Kim YJ (1999) Physiological Properties of *Kimchi*. Food Ind Nutr, 4, 59-65
3. Cho SM, Park S, Kim HJ, Back OH, Lee YM, Lee HJ, Chun HK, Park HJ (2005) Analysis of Nutritional Composition of *Brassica Campestris* subsp. *napus* var. *nippo-oleifera* salted foods (*Kimchi* and Watery *Kimchi*). The Korean J Community Living Sci June, 10, 155-155
4. Park KY, Ha JO, Rhee SH (1996) A study on the contents of dietary fibers and crude fiber in *Kimchi* ingredients and *Kimchi*. J Korean Soc Food Nutr, 25, 69-75
5. Ha KH (1998) Chemical and sensory characteristics of Kimchi added ale juice. Korean J Food Nutr, 11, 1-5
6. Yu MH, Im HG, Im IK, Hwang EY, Choi JH, Lee EJ, Kim JB, Lee IS, Seo HJ (2009) Anti-hypertensive activities of *Lactobacillus* isolated from *Kimchi*. Korean J Food Sci Technol, 41, 428-434
7. Kong YH, Cheigh HS, Song YO, Jo YO, Choi SY (2007) Anti-obesity effects of *Kimchi* tablet composition in rats fed high fat diet. Korean J Soc Food Sci Nutr, 36, 1529-1536
8. Jeon HN, Kim HJ, Song YO (2003) Effects of *Kimchi* solvent fractions on anti-oxidative enzyme activities of heart, kidney and lung of rabbit fed a high cholesterol diet. Korean J Soc Food Sci Nutr, 32, 250-255
9. Bae MO, Kim HJ, Cha YS, Lee MK, Oh SH (2009) Effects of Kimchi lactic acid bacteria *Lactobacillus* sp

- OPK2-59 with high GABA producing capacity on liver function improvement. Korean J Soc Food Sci Nutr, 38, 1499-1505
10. Kim SY, Kim JD, Son JS, Lee SK, Park KJ, Park MS (2011) Biochemical and molecular identification of antibacterial lactic acid bacteria isolated from *Kimchi*. Korean J Food Sci Technol, 43, 446-452
 11. Lee YM, Kwon MJ, Kim JK, Suh HS, Choi JS, Song YO (2004) Isolation and identification of active principle in chinese cabbage *Kimchi* responsible for antioxidant effect. Korean J Food Sci Technol, 36, 129-133
 12. Woo MJ, Choi JR, Kim MJ, Jang MS, Cho EJ, Song YO (2012) Physicochemical characteristics of seafood-added *Kimchi* during fermentation and its sensory properties. Korean J Soc Food Sci Nutr, 41, 1771-1777
 13. Cha YJ, Lee YM, Jung YJ, Jeong EJ, Kim SJ, Park SY, Yoon SS, Kim EJ (2003) A nationwide survey on the preference characteristics of minor ingredients for winter *Kimchi*. Korean J Soc Food Sci Nutr, 32, 555-561
 14. Moon GS, Song YS, Jeon YS (1996) A Study of traditional *Kimchi* in Pusan and near Pusan area. Korean J Soc Food Sci, 12, 74-81
 15. Jung YK, Oh SH, Kim SD (2007) Fermentation and quality characteristics of *Kwamargi* added *Kimchi*. Korean J Food Preserv, 14, 526-530
 16. Sung JM, Choi HY (2009) Effects of alaska pollack addition on the quality of *Kimchi* (Korean salted cabbage). Korean J Food Preserv, 16, 772-781
 17. Bae MS, Lee SC (2008) Preparation and characteristics of *Kimchi* with added *Styela clava*. Korean J Food Cookery Sci, 24, 573-579
 18. Jung BM, Jung SJ, Kim ES (2010) Quality characteristics and storage properties of *gat Kimchi* added with oyster shell powder and *Salicornia herbacea* powder. Korean J Food Cookery Sci, 26, 188-197
 19. Jang MS, Park HY, Park JI, Byun HS, Kim YK, Yoon HD (2011) Analysis of nutrient composition of *Baechu Kimchi* (Chinese cabbage *Kimchi*) with seafood. Korean J Food Preserv, 18, 535-545
 20. Kim EM, Kim YM, Jo JH, Woo SJ (1998) A study on the housewives recognition and preference of seafoods and fermented seafoods add *Kimchi*. Korean J Dietary Culture, 13, 19-26
 21. Kim HL, Kang SG, Kim IC, Kim SJ, Kim DW, Ma SJ, Gao T, Li H, Kim MJ, Lee TH, Han KS (2006) *In vitro* anti-hypertensive, antioxidant and anticoagulant activities of extracts from *Haliotis discus hannai*. Korean J Soc Food Sci Nutr, 35, 835-840
 22. Zhoua DY, Tanga Y, Zhua BW, Qina L, Lia DM, Yanga JF, Leia K, Muratab Y (2012) Antioxidant activity of hydrolysates obtained from scallop (*Patinopecten yessoensis*) and abalone (*Haliotis discus hannai* Ino) muscle. Food Chem, 132, 815-822
 23. Passi S, Cataudella S, Di Marco P, De Simone F, Rastrelli L (2002) Fatty acid composition and antioxidant levels in muscle tissue of different Mediterranean marine species of fish and shellfish. J Agric Food Chem, 50, 7314-7322
 24. Jang MS, Park HY, Nam KH (2012) Changes in nutrient composition and fermentation properties of abalone *Mul-Kimchi* using dried pollack and licorice stock. Korean J Food Sci Technol, 44, 613-620
 25. AOAC (1995) Official methods of analysis 16th ed Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC, USA
 26. Miller GL (1959) Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. Anal Chem, 31, 426-428
 27. Lee YJ, Park JW, Park IB, Shin GW, Jo YC, Koh SM, Kang SG, Kim JM, Kim HS (2009) Comparison of physicochemical properties of meat and viscera with respect to the age of abalone (*Haliotis discus hannai*). Korean J Food Preserv, 16, 849-860
 28. Lee HY, Kim SH, Kim DJ (2012) Changes in physicochemical characteristics of squid upon acid and heat treatment. Korean J Soc Food Sci Nutr, 41, 539-549
 29. Sung JM, Choi HY (2009) Effects of alaska pollack addition on the quality of *Kimchi* (Korean salted cabbage). Korean J Food Preserv, 16, 772-781
 30. Lee HA, Song YO, Jang MS, Han JS (2013) Effect of *Ecklonia cava* on the quality *Kimchi* during fermentation. Korean J Soc Food Sci Nutr, 42, 83-88
 31. Ryu BM, Jeon YS, Song YS, Moon GS (1996) Physicochemical and sensory characteristics of anchovy added *Kimchi*. Korean J Soc Food Sci Nutr, 25, 460-469
 32. Park SY, Lim HK, Park SG, Cho MH (2012) Quality and preference changes red sea cucumber (*Stichopus japonicus*) *Kimchi* during storage period. J Al Biol Chem, 55, 135-140
 33. Moon YJ, Baek KA, Sung CK (2001) Characterization of biological chemistry from over ripened *Kimchi*. Korean J Food Nutr, 14, 512-520
 34. Sung JM, Lim JH, Park KJ, Jeong JW (2008) Effects of semi-dried red peer with a different seed ratio on the

- quality of *Kimchi*. Korean J Food Preserv, 15, 427-436
35. Lee SJ, Kim JH, Jung YW, Park SY, Shin CH, Park CS, Hong SY, Kim GW (2011) Composition of organic acids and physiological functionality of commercial *Makgeolli*. Korean J Food Sci Technol, 43, 206-212
 36. Park IK, Kim SH, Kim SD (1996) Effect of organic acid addition during salting on the fermentation of *Kimchi*. J East Asian Soc Dietary Life, 6, 195-204
 37. Jeong ST, Kim JG, Kang EJ (1999) Quality characteristics of winter chinese cabbage and changes of quality during the *Kimchi* fermentation. Korean J Postharvest Sci Technol, 6, 179-183
 38. Venugopal V (2002) Biosensors in fish production and quality control. Biosensors Bioelectronics, 17, 147-157
 39. Irving HF (1981) Metabolic basis for disorders of purine nucleotide degradation. Metabolism, 30, 616-634
 40. Ryu KY, Shim SL, Kim W, Jung MS, Hwang IM, Kim JH, Hong CH, Jung CH, Kim KS (2009) Analysis of the seasonal change of the proximate composition and taste components in the conger eels (*Conger myriaster*). Korean J Soc Food Sci Nutr, 38, 1069-1075
 41. Park SK, Cho YS, Park JR, Moon JS, Lee YS (1995) Changes in the contents of sugar, organic acid, free amino acid and nucleic acid-related compounds during fermentation of leaf mustard-*Kimchi*. Korean J Soc Food Sci Nutr, 24, 48-53
 42. Kim JI, Choi JS, Kim WS, Cheigh HS (2000) Studies on identification and composition of nucleosides from mustard leaf and mustard leaf *Kimchi*. Korean J Soc Food Sci Nutr, 29, 796-801
 43. Chung SY, Sung NJ, Lee YK (1984) Compositions in amino acids and nucleotides of fermented entrails of yellow yorvina. Korean J Soc Food Sci Nutr, 13, 285-290
 44. Chung SY, Sung NJ, Lee JM (1981) The taste Compounds in Fermented Entrails of Trepang *Stichopus Japonicus*. Korean J Soc Food Sci Nutr, 10, 1-16
 45. Lee OH, Lee HJ, Woo SJ (1994) Effect of Cooked glutinous rice flour and soused shrimp on the changes of free amino acid, total vitamin C and ascorbic acid contents during *Kimchi* fermentation. Korean J Soc Food Sci, 10, 225-231
 46. Park TS (1996) Effect of dietary protein, taurine on cysteine catabolism in cat liver. Korean J Nutr, 29, 729-737
 47. Okezie IA, Barry HW, Brigid MH, John B (1988) The antioxidant action of taurine, hypotaurine and their metabolic precursors. Biochem J, 256, 251-255
 48. Lourenco R, Camilo ME (2002) Taurine: a conditionally essential amiacid in humans? an overview in health and disease. Nutr Hosp, 17, 262-270
 49. Donald AV (1978) The biochemical basis for the conjugation of bile acids with either glycine or taurine. Biochem J, 174, 621-626
 50. Gideon B, Simcha LY, Yael F, Tzahi A, Hana K, Moriyah Z, Hillel F (1996) Calmodulin binding to glutamate decarboxylase is required for regulation of glutamate and GABA metabolism and normal development in plants. EMBO J, 15, 2988-2996
 51. Alan WB, Barry JS (1997) Metabolism and functions of gamma-aminobutyric acid. Plant Physiol, 115, 446-452
 52. Chung HJ, Jang SH, Cho HY, Lim ST (2009) Effects of steeping and anaerobic treatment on GABA (γ -aminobutyric acid) content in germinated waxy hull-less barley. Food Sci Tech, 42, 1712-1716
 53. Woo SM, Woo SC, Jeong YJ (2006) Comparison of quality characteristics of korean cabbage *Kimchi* added with germinated brown rice extracts and Korean cabbage *Kimchi* on the market. Korean J Food Preserv, 13, 789-795

(접수 2013년 4월 19일 수정 2013년 6월 24일 채택 2013년 6월 25일)