

동결건조 발아현미 추출분말이 배추김치의 유리아미노산 함량, 항산화성 및 아질산염 소거작용에 미치는 영향

우승미 · 정용진[†] · 황 기
계명대학교 식품가공학과

Effect of Germinated Brown Rice Extract Powder on Free Amino Acid Content, Antioxidant and Nitrite Scavenging Ability of the Korean Cabbage *Kimchi*

Seung-Mi Woo, Yong-Jin Jeong and Key Whang
Department of Food Science and Technology, Keimyung University, Daegu 702-701, Korea

Abstract

This study investigated the effect of the addition of germinated brown rice extract powder (0, 0.67, 3.35 and 6.70%) to the fermentation of Korean cabbage *kimchi*. During the fermentation of Korean cabbage *kimchi* with GBREP, content of total free amino acid and essential amino acid was showed higher value by increasing the addition of GBREP. In particular, γ -aminobutyric acid (GABA) content of Korean cabbage *kimchi* prepared with 6.70% GBREP was 2 times higher than control Korean cabbage *kimchi*. By increasing the content of GBREP, total phenol content was showed high value and the content was more increased during fermentation except control Korean cabbage *kimchi*. By increasing the content of GBREP, electron donating activity and superoxide radical scavenging activity were showed higher value and then showed maximum scavenging activity on palatable period. Nitrite-scavenging ability of Korean cabbage *kimchi* with GBREP was higher than control Korean cabbage *kimchi* and showed the highest scavenging ability at pH 1.2.

Key words : Korean cabbage *kimchi*, germinated brown rice, free amino acid, antioxidant, nitrite scavenging ability

서 론

우리 식탁에서 가장 기본이 되는 김치는 배추, 무 등을 소금에 절인 다음 여러 가지 향신료와 젓갈류 등으로 양념하여 발효시킨 전통식품으로서 사용한 재료와 발효과정에서 형성된 독특한 향미를 지닌 우수한 식품이다(1). 최근 우리 전통식품에 대한 관심이 높아짐에 따라 김치에 대한 체계적인 연구가 진행되면서 항산화성(2), 정장작용(3), 혈전용해효과(4), angiotensin converting enzyme (ACE) 저해작용에 따른 항고혈압효과(5), 아질산염 분해작용(6) 등 여러 가지 기능이 있는 것으로 알려졌다. 여기에 감초분말(7), 느타리버섯(8), 인삼(9), 갈슘(10), 녹차 및 늙은 호박분

말(11), 발아현미 농축액(12) 등 다양한 생리활성 재료들을 첨가하여 김치를 담금으로써 기호성 및 기능성을 더욱 향상시키려는 노력이 이루어지고 있다.

쌀(*Oryza sativa* L.)은 우리나라를 비롯한 아시아, 아프리카와 라틴아메리카 지역의 주식으로 이용되고 있으며, 특히 아시아 지역에서는 하루 섭취 열량의 절반이상을 쌀로부터 섭취하고 있는 것으로 알려져 있다(13). 현미는 과피(pericarp), 종피(seed coat) 및 호분층(aleurone layer)으로 구성된 미강(rice bran)과 배아(embryo) 및 배유(endosperm)로 이루어져있으며(14), 백미에 비해 포화지방산은 적고 불포화지방산은 많으며, 조섬유, 아미노산, 비타민, 무기질 등의 영양성분이 풍부한 것으로 널리 알려져 있다(15). 이러한 현미를 일정한 온도와 습도에서 싹틔운 발아현미는 발아 과정에서 피틴산이 인과 이노시톨로 바뀌면서 소화성이 향상되고 조직감이 부드러워질 뿐만 아니라 superoxide

[†]Corresponding author. E-mail : yjjeong@kmu.ac.kr,
Phone : 82-53-580-5557, Fax : 82-53-580-6477

dismutase (SOD), γ -aminobutyric acid (GABA) 및 γ -orizanol, arabinoxylan 등 각종 미량 기능성분들이 다량 증가된다(16, 17).

따라서 본 연구에서는 여러 가지 유용한 기능을 지니고 있는 현미의 효율적 활용방안과 가능성이 강화된 김치 담금을 위하여 발아현미 추출물 분말을 첨가 김치의 GABA 함량, 항산화능 및 아질산염 소거능을 비교 조사하였다.

재료 및 방법

재 료

본 실험에 사용한 동결건조 시킨 발아현미 추출분말(이하 GBREP)은 (주)계명푸텍스에서 제공받아 사용하였으며 이때 GBREP의 고형분 함량은 91%, GABA 함량 2.2 mg/g, 환원당 함량 146 mg/g이었다. 배추김치 담금에 사용한 모든 재료는 (주)봉우리 식품에서 제공받아 사용하였다. 즉, 배추는 포기 당 중량이 2 kg 내외의 것으로 전라도 해남에서 재배된 것을 사용하였으며, 부재료로 무, 고춧가루, 마늘, 생강, 양파, 파, 찹쌀풀, 설탕(삼양사), 소금(천일염) 및 멸치액젓(전북 부안), 새우젓(전북 부안)을 사용하였다.

담금과 발효

배추의 겉잎을 제거하고 4등분한 다음 실온(10~20°C)에서 배추중량의 1.5~2.5배량의 10%(w/v) 소금용액에 20시간 절인 후 수돗물로 3회 세척하여 3시간동안 자연 탈수시켰다. 이때 절임배추의 최종 소금농도는 2.0±0.2%로 나타났다. 담금 재료의 혼합비율은 Woo와 Joeng(12)과 같이 절임배추 500 g에 발아현미 농축액 고형분 함량비를 동일하게 계산하여 농축액 0, 1, 5 및 10%(w/w)에 해당하는 발아현미 추출물 분말 0, 0.67, 3.35 및 6.70%(w/w)를 양념에 각각 첨가하여 잘 혼합한 후 배추김치를 담금하였다. 제조된 배추김치는 3회 반복하여 담금 하였으며, polyethylene bag에 300 g씩 넣어 밀봉한 후 10°C에서 21일간 발효시키면서 실험하였다. 발효된 배추김치는 mixer(MC-811C, Samsung Co., Korea)로 균질화 시켜 여과(Whatman No. 3)한 다음, 그 여과액을 분석시료로 사용하였다.

유리아미노산

배추김치 중의 유리아미노산 함량은 Oh 등(18)의 방법에 준하여 전처리하였으며 아미노산 자동분석기(Biochrom 30, Biochrom Ltd, Cambridge, UK)를 이용하여 분석하였다. 이때 유리아미노산 분석 buffer solution은 lithium citrate buffer를 사용하였고, buffer flow rate는 0.33 mL/min, ninhydrin flow rate는 0.33 mL/min, column온도는 37°C이며, injection volume은 40 μ L로 하였다.

총 페놀성 화합물

배추김치 여액의 총 페놀성 화합물 함량은 Folin-Denis법(19)에 의해 UV-visible spectrophotometer(UV-1601, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 이용하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 tannic acid를 표준물질로 사용하여 상기의 방법으로 작성한 표준곡선으로부터 환산하였다.

전자공여작용 측정

2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)를 이용한 Blois(20)의 방법에 의해 UV-visible spectrophotometer(UV-1601, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 이용하여 517 nm에서 흡광도의 변화를 측정하였으며 아래의 식으로부터 DPPH 라디칼 소거활성을 계산하였다.

$$\text{Electron donating activity(\%)} = \left(1 - \frac{As}{Ac}\right) \times 100$$

As : 시료 첨가구의 흡광도

Ac : 시료 무첨가구의 흡광도

Superoxide radical 소거활성

Superoxide radical ($\cdot O_2^-$) 소거활성은 xanthine-xanthine oxidase cytochrome C 환원법(21)으로 550 nm에서 흡광도를 측정하여 아래의 식으로부터 superoxide radical 소거활성으로 나타내었다.

$$\cdot O_2^- \text{ 소거활성(\%)} = \left(1 - \frac{As}{Ac}\right) \times 100$$

As : 시료 첨가구의 흡광도

Ac : 시료 무첨가구의 흡광도

아질산염 소거능

아질산염 소거능은 Kato 등(22)의 방법에 의해 UV-visible spectrophotometer(UV-1601, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 이용하여 520 nm에서 흡광도를 측정하여 아질산염 소거율(%)로 나타내었다. 공시험은 Griess시약 대신 증류수를 0.4 mL 가하여 상기와 동일한 방법으로 행하였다.

$$\text{아질산염 소거율(\%)} = \left(1 - \frac{A-C}{B}\right) \times 100$$

A : 1mM NaNO₂용액에 시료를 첨가하여 1시간 방치후의 흡광도

B : NaNO₂ 흡광도

C : 시료 자체의 흡광도

결과 및 고찰

유리아미노산 함량 변화

동결건조 시킨 발아현미 추출분말(GBREP) 첨가량을 달리하여 담금한 배추김치를 10°C에서 담금 직후, 적숙(9일 발효)기 및 과숙(21일 발효)기 동안 발효(23)시키면서 배추김치 균질액의 유리아미노산 변화를 조사한 결과는 Table 1과 같다. 총 유리아미노산 함량은 GBREP 첨가량이 많을수록 높은 함량을 나타내었고, 발효가 진행될수록 증가하는 경향으로 나타났다. 단맛을 나타내는 유리아미노산 중 threonine, proline, glycine은 모든 첨가구에서 유사한 함량을 나타내었고 alanine은 적숙기를 기준으로 했을 때 GBREP 첨가량이 많을수록 46.48, 54.39, 55.74 및 68.64 mg/100 g으로 점차적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 쓴맛을 나타내는 유리아미노산 중 phenylalanine은 GBREP 첨가량에 관계없이 12 mg/100 g 전후로 유사한 함량을 나타내었고 valine, methionine, leucine은 대조구에 비해 GBREP 첨가구들에서 더 높은 함량을 나타내었으며 발효가 진행될수록 함량이 증가하는 경향을 보였다. Arginine은 담금 직후에는 모든 구간에서 30 mg/100 g 전후로 높은 함량을 보이다가 발효가 진행됨에 따라 약 3 mg/100 g으로 급격히 감소하였다. 신맛을 나타내는 aspartic acid와 glutamic acid는 모든 첨가구들에서 유사한 함량을 나타내었다. 최근 발아현미에서 주목받고 있는 γ -aminobutyric acid는 담금초기에 GBREP 첨가량이 많을수록 13.11, 18.45, 24.87 및 27.67 mg/100 g으로 높은 함량을 나타내었으며 발효가 진행되는 과정에서도 함량이 일정하게 유지되었다. 총 아미노산과 필수 아미노산함량도 GBREP 첨가량이 많을수록 높은 함량을 나타내었고, 발효가 진행될수록 증가하는 경향으로 나타났다. 이는 솔잎 첨가 김치의 숙성 중 아미노산의 함량 변화에서 솔잎 첨가 김치가 대조구 김치에 비해 총 아미노산 함량이 높게 나타났고 발효가 진행될수록 증가하는 경향을 나타낸 Oh 등(18)의 결과와 일치하였으며, Woo와 Jeong(12)의 발아현미 추출물 농축액첨가와 비교했을 때 총 아미노산과 필수 아미노산 함량이 전반적으로 낮은 수치를 나타내었으나, 두 실험의 대조구 수치에서도 함량차이가 크기 때문에 원료 자체의 유리아미노산 함량 차이로 생각된다.

총 페놀성 화합물의 변화

페놀성 화합물은 식물계에 널리 분포되어 있는 2차 대사산물의 하나로서 식품의 고유한 향미에 관여한다. 이들은 phenolic hydroxyl(OH)기를 가지고 있기 때문에 수소공여에 의한 항산화 능력을 가지며 단백질과 쉽게 결합하는 성질로 인해 미생물 세포와 작용하여 성장저해를 유발시킴으로써 항미생물 효과를 나타내는 등 다양한 생리활성 기능을 가진다(24). 따라서 본 실험에서는 동결건조 시킨 발아현

미 추출분말(GBREP) 첨가량을 달리하여 담금한 배추김치를 10°C에서 담금 직후, 적숙(9, 12일 발효)기 및 과숙(21일 발효)기 동안 발효시키면서 배추김치 균질 여과액에 존재하는 총 페놀함량을 조사한 결과는 Fig. 1과 같다. 대조구와 GBREP 첨가구들은 담금 직후에 각각 130.23, 136.68, 145.63 및 152.80 mg%로 GBREP 첨가량이 많을수록 높은 페놀함량을 나타내었고 적숙기에는 대조구를 제외한 GBREP 첨가구들만 급격히 증가하여 GBREP 0.67, 3.35 및 6.70% 첨가구 각각 149.73, 163.10 및 184.70 mg%로 나타났다. 그 후 과숙기로 진행되는 과정에서도 일정한 페놀함량을 유지하였다. 이는 Woo와 Jeong(12)의 GBRC 첨가 배추김치의 발효 중 총 페놀함량과 비교해볼 때 거의 유사한 경향으로 발효되었고, 발아현미의 페놀함량이 18.04 μ g/g으로 나타났다는 조와 Kim(25)의 보고와 같이 본 실험의 발아현미 추출분말에도 페놀이 존재함으로 첨가량이 많을수록 높은 페놀함량을 나타낸 것으로 보인다.

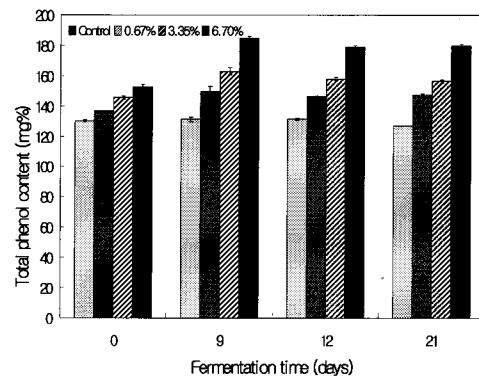


Fig. 1. Changes in total phenol content of the homogenized Korean cabbage kimchi filtrate during fermentation of Korean cabbage kimchi having different concentrations of germinated brown rice extract powder (GBREP) at 10°C for 21 days.

Values are expressed as the mean \pm SD(n=3).

전자공여작용의 변화

DPPH는 free radical을 갖는 물질 중에서 비교적 안정한 화합물로 에탄올용액에서는 보라색으로 발색되나 항산화 활성을 갖는 물질에 의해 환원됨으로써 불가역적으로 안정한 분자를 형성하여 색이 탁색 되는데 이로부터 항산화 물질의 전자공여능 차이를 쉽게 측정할 수 있다(26). 따라서 본 실험에서는 동결건조 시킨 발아현미 추출분말(GBREP) 첨가량을 달리하여 담금한 배추김치를 10°C에서 담금 직후, 적숙(9, 12일 발효)기 및 과숙(21일 발효)기 동안 발효시키면서 배추김치 균질 여과액의 DPPH free radical 소거활성을 조사한 결과는 Fig. 2와 같다. 담금 직후에는 대조구와 GBREP 0.67, 3.35 및 6.70% 첨가구가 각각 64.43, 70.16, 80.19 및 92.97%로 나타났으며 발효가 진행됨에 따라 담금 직후보다 더 높은 활성을 나타내었다. 과숙기로 접어들면

Table 1. Changes in free amino acids of the homogenized Korean cabbage *kimchi* filtrate during fermentation of Korean cabbage *kimchi* having different concentrations of germinated brown rice extract powder (GBREP) at 10°C for 21 days

(unit : mg/100 g of Korean cabbage *kimchi*)

Free amino acids	GBREP concentration											
	Control			0.67%			3.35%			6.70%		
	0	9	21	0	9	21	0	9	21	0	9	21
Taurine	3.33	3.40	3.28	3.13	3.02	3.45	3.00	3.23	3.28	2.84	3.13	2.69
Aspartic Acid	16.52	17.25	16.87	16.55	17.78	13.93	15.62	19.55	16.30	17.23	17.00	15.06
Threonine	13.55	14.92	16.57	14.35	16.26	15.99	13.73	17.24	18.92	14.39	17.83	13.84
Serine	16.04	15.63	16.68	13.30	16.97	17.53	12.18	15.52	17.17	14.91	16.69	11.84
Glutamic Acid	99.01	103.46	116.64	100.74	104.18	119.98	100.04	114.57	119.38	100.55	114.94	154.25
Sarcosine	16.05	16.91	3.62	15.37	3.18	18.89	10.94	1.94	5.76	10.40	6.42	5.00
α -Aminoadipic Acid	ND ¹⁾	ND	ND	ND	ND	ND	4.98	4.78	8.37	5.09	8.40	5.59
Proline	24.65	27.05	24.01	23.49	25.30	31.03	23.19	24.90	29.32	23.39	30.17	20.14
Glycine	11.40	12.98	14.17	10.93	11.13	15.72	10.03	12.67	15.14	10.82	14.78	10.05
Alanine	46.17	46.48	53.14	49.63	54.39	68.36	49.89	55.74	66.74	52.86	68.64	76.69
Citrulline	ND	ND	1.52	ND	0.84	2.97	ND ¹⁾	1.44	2.94	ND	4.17	2.19
α -Amino-n-butyric Acid	2.61	2.76	2.28	2.46	2.23	2.93	2.67	2.38	2.67	2.44	2.75	2.17
Valine	19.09	21.58	22.81	23.24	23.85	29.50	23.31	27.32	30.12	24.48	29.54	33.09
Cystine	2.81	4.38	4.20	2.86	4.18	5.20	5.95	5.67	6.19	6.34	5.39	4.89
Methionine	1.63	2.73	2.25	2.42	3.29	4.69	3.88	3.89	3.97	3.81	4.45	3.88
Cystathionine	ND	0.98	0.97	ND	1.13	2.36	0.87	1.62	2.08	0.79	2.12	1.68
Isoleucine	11.98	12.82	13.51	14.83	14.04	16.80	15.51	15.95	16.88	23.92	16.15	13.20
Leucine	13.37	19.51	21.63	16.23	21.62	23.83	16.78	22.05	24.46	17.42	23.15	28.12
Tyrosine	6.81	5.71	7.27	6.90	5.78	6.07	6.23	7.50	7.69	6.98	7.34	5.62
β -Alanine	2.86	2.69	2.76	2.53	2.66	2.60	2.49	2.72	2.66	2.80	2.45	2.12
Phenylalanine	10.09	12.27	13.39	10.12	10.67	13.56	9.33	11.94	13.63	9.80	12.76	19.44
γ -Amino-n-butyric Acid	13.11	13.27	13.96	18.45	18.27	19.72	24.87	25.40	26.32	27.67	29.52	28.57
Ethanolamine	3.96	4.12	4.27	4.06	3.24	4.54	4.07	4.53	4.48	4.60	4.73	3.17
δ -Hydroxylysine	1.24	2.32	2.24	1.76	ND	2.58	1.68	1.86	1.95	1.42	1.83	ND
Ornithine	2.49	13.66	22.39	2.73	11.01	20.80	2.71	15.23	22.17	2.55	21.53	16.43
Lysine	16.71	18.97	21.51	18.88	21.47	25.21	18.41	22.48	24.67	18.73	23.35	23.12
1-Methyl-L-histidine	0.83	1.95	1.88	0.94	1.84	1.84	0.78	2.14	2.15	0.92	2.07	1.64
Histidine	6.65	6.22	6.81	6.68	6.04	6.54	5.47	6.87	6.51	6.24	6.42	5.22
Arginine	27.10	15.99	3.45	30.28	17.79	2.98	30.98	15.38	3.39	31.32	3.02	6.70
TA ²⁾	390.06	420.00	434.08	413.86	422.15	499.58	419.59	466.53	505.31	444.73	500.73	516.41
EA ³⁾	86.42	102.80	111.67	100.06	111.20	129.57	100.96	120.87	132.65	112.56	127.23	134.69

¹⁾ND : Not detected,

²⁾TA : Total amino acid,

³⁾EA : Essential amino acid(Thr+Val+Met+Ile+Leu+Phe+Lys).

서 대조구는 69.57%로 낮아졌고 GBREP 첨가구들은 77~92%로 적숙기 때의 활성을 유지하였다. 발효 전반에 걸쳐 GBREP 첨가량이 많을수록 더 높은 활성을 보인 것으로 나타났다. 이는 Woo와 Jeong(12)의 GBRC 첨가 배추김치와 비교해볼 때 GBREP 첨가 배추김치가 발효 중 더 높은 DPPH free radical 소거활성을 보인 것으로 나타났다. 또한, 갓김치에 녹차 및 늙은 호박분말을 많이 첨가할수록 높은 DPPH free radical 소거활성을 보였고 적숙기일 때 더 증가하였다는 Park 등(11)의 보고와는 유사한 결과를 나타내었다.

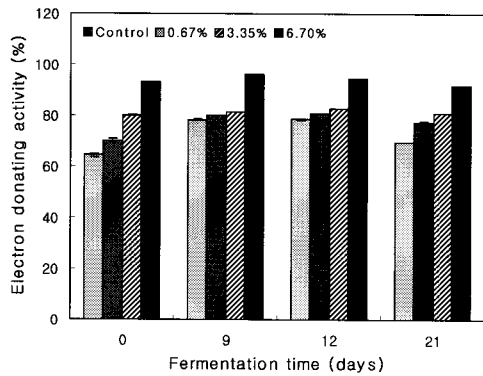


Fig. 2. Changes in electron donating activity of the homogenized Korean cabbage *kimchi* filtrate during fermentation of Korean cabbage *kimchi* having different concentrations of germinated brown rice extract powder (GBREP) at 10°C for 21 days.

Values are expressed as the mean±SD(n=3).

Superoxide radical 소거활성의 변화

Xanthine oxidase에 의해 생성된 superoxide radical($\cdot O_2$)은 ferricytochrome c(Cyt c(Fe^{+3}))를 환원시켜 ferrocycytochrome c(Cyt c(Fe^{+2}))로 전환함으로써 550 nm에서 흡광도를 증가시킨다고 알려져 있다(27). 따라서 본 실험에서는 동결건조시킨 발아현미 추출분말(GBREP) 첨가량을 달리하여 담금한 배추김치를 10°C에서 담금 직후, 적숙(9, 12일 발효)기 및 과숙(21일 발효)기 동안 발효시키면서 배추김치 균질 여과액의 superoxide radical 소거활성을 조사한 결과는 Fig. 3과 같다. 숙성이 진행됨에 따라 활성이 증가되어 발효 9일째 최대 활성을 보였으며 그 후 과숙기로 접어들면서 급격히 감소하였다. 발효기간 동안 대조구는 8~33%로 낮은 활성을 나타내었고, GBREP 첨가구들은 30~72%범위로 첨가량이 증가할수록 더 높은 활성을 나타내었다. 이는 Woo와 Jeong(12)의 GBRC 첨가 배추김치의 발효 중 superoxide radical 소거활성과 비교해볼 때 거의 유사한 경향으로 발효되었다.

아질산염 소거능의 변화

아질산염은 단백질 식품이나 의약품 및 잔류농약 등에

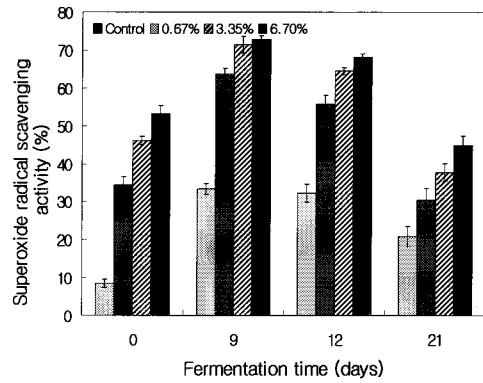


Fig. 3. Changes in superoxide radical scavenging activity of the homogenized Korean cabbage *kimchi* filtrate during fermentation of Korean cabbage *kimchi* having different concentrations of germinated brown rice extract powder (GBREP) at 10°C for 21 days.

Values are expressed as the mean±SD(n=3).

존재하는 2급 및 3급 아민 등의 아민류와 반응하여 nitrosamine을 생성하며 육색소, 채소류 및 근채류 등에 많이 함유되어있다. 여기서 생성된 nitrosamine은 발암성물질이며, 또한 아질산염 자체가 독성을 갖고있기 때문에 일정한 농도 이상 계속 섭취 할 때 혈액중의 헤모글로빈을 산화시켜 메트헤모글로빈증을 유발한다(28). 따라서 본 실험에서는 동결건조시킨 발아현미 추출분말(GBREP) 첨가량을 달리하여 담금한 배추김치를 10°C에서 담금 직후, 적숙(9, 12일 발효)기 및 과숙(21일 발효)기 동안 발효시키면서 pH 조건을 각각 pH 1.2, 3.0, 4.2 및 6.0으로 조정하여 배추김치 균질 여과액의 아질산염에 대한 소거율을 조사한 결과는 Table 2와 같다. pH 1.2에서 가장 높은 소거활성을 보였다. 이때 담금 직후의 대조구와 GBREP 첨가구들 소거율은 각각 65.37, 65.53, 66.59 및 74.78%로 특히 GBREP 6.70% 첨가구에서 높은 수치를 나타내었다. 발효가 진행됨에 따라 GBREP 첨가구들의 아질산염 소거율이 더 증가하여 발효 9일째 91.12, 91.20 및 86.92%로 대조구 83.26%에 비해 높은 소거율을 나타내었으며 이후 과숙기에서도 일정한 수치를 유지하였다. 반응용액의 pH가 높을수록 아질산염 소거능이 감소하여 pH 6.0에서 가장 낮은 소거능을 나타내었다. 이때 담금 직후의 대조구와 GBREP 첨가구들은 1-6%로 매우 낮은 소거능을 보이다가 발효가 진행됨에 따라 서서히 증가하여 32~44%정도의 소거능을 나타내었다. 첨가구 농도에 따른 소거능을 비교해볼 때 GBREP 첨가량에 비례한 소거능을 보이진 않았지만 대조구에 비해 GBREP 첨가구들이 발효 전반에 걸쳐 높은 아질산염 소거능을 나타내었다. 이는 Woo와 Jeong(12)의 GBRC 첨가 배추김치의 발효 중 아질산염 소거능과 비교해볼 때 거의 유사한 경향으로 발효되었다. 또한 굴 가수분해물, 명태육 가수분해물 및 청각 추출물을 젓갈류 대용으로 첨가하여 제조한 김치가

70%내외의 아질산염 분해효과를 보였다는 Park 등(6)의 보고와도 유사한 결과를 나타내었다.

Table 2. Changes in nitrite-scavenging activity of the homogenized Korean cabbage kimchi filtrate during fermentation of Korean cabbage kimchi having different concentrations of germinated brown rice extract powder (GBREP) at 10°C for 21 days

pH	GBREP Conc.	Nitrite-scavenging ability* (unit: %)			
		Days	0	9	12
1.2	Control	65.37±3.96 ^a	83.26±2.04 ^a	83.25±0.60 ^b	84.33±0.81 ^a
	0.67%	65.53±1.10 ^a	91.12±6.27 ^a	90.71±1.24 ^a	90.52±1.26 ^a
	3.35%	66.59±5.16 ^a	91.20±7.71 ^a	89.52±1.26 ^a	88.84±2.43 ^a
	6.70%	74.78±14.18 ^a	86.92±3.46 ^a	89.84±1.35 ^a	86.31±9.61 ^a
3.0	Control	46.88±1.08 ^a	56.84±7.82 ^a	59.11±1.48 ^c	64.82±4.50 ^b
	0.67%	49.75±8.30 ^a	62.96±0.69 ^a	68.08±1.90 ^a	73.26±3.30 ^a
	3.35%	48.96±3.09 ^a	63.32±2.79 ^a	67.87±3.84 ^{ab}	72.62±0.96 ^a
	6.70%	50.25±3.71 ^a	61.18±6.76 ^a	63.56±0.64 ^b	73.19±4.05 ^a
4.2	Control	18.95±2.54 ^b	36.67±2.54 ^{bc}	42.51±1.75 ^c	50.20±8.38 ^a
	0.67%	24.13±2.49 ^a	41.92±1.23 ^a	48.60±1.66 ^a	60.01±2.29 ^a
	3.35%	24.34±0.71 ^a	39.95±0.85 ^{ab}	47.09±0.63 ^{ab}	56.05±1.79 ^a
	6.70%	25.02±0.97 ^a	34.97±2.68 ^c	43.60±3.14 ^b	55.91±5.49 ^a
6.0	Control	1.60±2.99 ^a	20.82±1.36 ^b	32.01±3.99 ^c	32.20±6.87 ^b
	0.67%	3.42±3.18 ^a	27.46±5.65 ^a	41.60±1.48 ^a	42.46±2.41 ^a
	3.35%	5.93±4.06 ^a	23.55±1.83 ^{ab}	36.53±0.73 ^b	42.04±3.27 ^a
	6.70%	5.23±2.30 ^a	19.78±2.22 ^b	36.04±0.95 ^{bc}	44.30±6.48 ^a

*Means with the same letter are not significantly different(p<0.05).

^aMean with the same superscripts in each column are not significantly different(p<0.05). Values are expressed as the mean±SD(n=3).

요 약

본 연구에서는 동결건조 시킨 발아현미 추출분말첨가 배추김치의 기능적 특성을 조사하기 위하여 동결건조 시킨 발아현미 추출분말(GBREP) 첨가량을 0, 0.67, 3.35 및 6.70%(w/w)로 각각 달리하여 담근 배추김치를 10°C에서 21일 동안 발효시키면서 유리아미노산 함량과 항산화성 및 아질산염 소거능의 변화를 조사하였다. 유리아미노산은 GBREP 첨가량이 많을수록 총 유리아미노산과 필수 아미노산 함량이 높게 나타났고, GABA함량도 대조구와 비교했을 때 GBREP 6.70% 첨가구에서 2배 이상 높아졌다. 총 페놀성 화합물은 GBREP 첨가량이 많을수록 높은 함량을 나타내었고 발효가 진행되면서 그 함량이 더 증가하였으나 대조구는 큰 변화가 없었다. 전자공여작용과 superoxide radical 소거활성은 GBREP 첨가량이 많을수록 높은 소거활

성을 나타내었고 적숙기때 최대 활성을 나타내었다. 아질산염 소거능은 GBREP 첨가구들이 대조구에 비해 높은 소거능을 나타내었고 pH별 실험에서는 pH 1.2에서 가장 높은 소거활성을 보였다.

참고문헌

1. Choi, S.K., Hwang, S.Y. and Jo, J.S. (1997) Standardization of kimchi and related products (3). Korean J. Dietary culture, 12, 531-548
2. Lee, Y.O., Park, K.Y. and Cheigh, H.S. (1996) Antioxidative effect of kimchi with various fermentation period on the lipid oxidation of cooked ground meat. J. Korean Soc. Food Nutr., 25, 261-266
3. Lee, K.E., Choi, U.H. and Ji, G.E. (1996) Effect of kimchi intake on the composition of human large intestinal bacteria. Korean J. Food Sci. Technol., 28, 981-986
4. Noh, K.A., Kim, D.H., Choi, N.S. and Kim, S.H. (1999) Isolation of fibrinolytic enzyme producing strains from kimchi. Korean J. Food Sci. Technol., 31, 219-223
5. Park, D.C., Park, J.H., Gu, Y.S., Han, J.H., Byun, D.S., Kim, E.M., Kim, Y.M. and Kim, S.B. (2000) Effect of salted-fermented fish products and their alternatives on angiotensin converting enzyme inhibitory activity of kimchi during fermentation. Korean J. Food Sci. Technol., 32, 920-927
6. Park, D.C., Park, J.H., Gu, Y.S., Han, J.H., Byun, D.S., Kim, E.M., Kim, Y.M. and Kim, S.B. (2000) Effect of salted-fermented fish products and their alternatives on nitrite scavenging activity of kimchi during fermentation. Korean J. Food Sci. Technol., 32, 942-948
7. Ko, Y.T. and Lee, J.Y. (2006) Quality of licorice (*Glycyrrhiza uralensis*) powder added kimchi. Korean J. Food Sci. Technol., 38, 143-146
8. Han, S.Y., Park, M.S. and Seo, K.L. (2002) Changes in the food components during storage of oyster mushroom kimchi. Korean J. Food Preserv., 9, 51-55
9. Song, T.H. and Kim, S.S. (1991) A study on the effect of ginseng on quality characteristics of kimchi. Korean J. Soc. Food Sci., 7, 81-88
10. Park, W.P. and Park, K.D. (2004) Effect of whey calcium on the quality characteristics of kimchi. Korean J. Food Preserv., 11, 34-37
11. Park, M.J., Jeon, Y.S. and Han, J.S. (2001) Antioxidative activity of mustard leaf kimchi added green tea and pumpkin powder. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 30,

- 1053-1059
12. Woo, S.M. and Jeong, Y.J. (2006) Effect of germinated brown rice concentrate on free amino acid levels and antioxidant and nitrite scavenging activity in *kimchi*. Food Sci. Biotechnol., 15, 351-356
 13. Park, J.D., Choi, B.K., Kum, J.S. and Lee, H.Y. (2005) Quality properties of cooked germinated brown rice. Korean J. Food Preserv., 12, 101-106
 14. Oh, S.H., Lee, I.T., Park, K.B. and Kim, B.J. (2002) Changes in the levels of water soluble protein and free amino acids in brown rice germinated in a chitosan/glutamic acid solution. Korean J. Biotechnol. Bioeng., 17, 515-519
 15. Choi, J.H. (2001) Quality characteristics of the bread with sprouted brown rice flour. Korean J. Soc. Food Cookery Sci., 17, 323-328
 16. Kum, J.S., Choi, B.K., Lee, H.Y., Park, J.D. and Park, H.J. (2004) Physicochemical properties of germinated brown rice. Korean J. Food Preserv, 11, 182-188
 17. Juliano, B.O. (1985) Production and utilization of rice. In rice, Chemistry and Technology, 2nd ed., Am. Assoc. Cereal Chem., p.1-7
 18. Oh, Y.A., Kim, S.D. and Kim, K.H. (1997) Changes of sugars, organic acids and amino acids content during fermentation of pine needle added *kimchi*. J. Food Sci. and Technol., 9, 45-50
 19. Amerine, M.A. and Ough, C.S. (1980) Methods for analysis of musts and win. Wiley & Sons, New York, p.176-180
 20. Blois, M.S. (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. Nature, 181, 1199-1200
 21. Iio, M., Moriyama, A., Matsumoto, Y., Takai, N. and Fukumoto, M. (1985) Inhibition of xanthine oxidase by flavonoids. Agric. Biol. Chem., 49, 2173
 22. Noh, K.S., Yang, M.O. and Cho, E.J. (2002) Nitrite scavenging effect of Umbelliferaeaceae. Korean J. Soc. Food Cookery Sci., 18, 8-12
 23. Woo, S.M. and Jeong, Y.J. (2005) Changes in the quality of Korean cabbage *kimchi* added with germinated brown rice extract powder during fermentation. Korean J. Food Sci. Technol., 38, 12-17
 24. Shahidi, F. and Wanasundara, P.K. (1992) Phenolic antioxidant. Crit Pev. Food Sci. Nutr., 32, 67-103
 25. 조무호, 김석중 (2005) 현미와 발아현미의 항산화 효과. 대구가톨릭대학교 자연과학논문집, 3, 87-92
 26. Jeong, S.J., Lee, J.H., Song, H.N., Seong, N.S., Lee, S.E. and Baeg, N.I. (2004) Screening for antioxidant activity of plant medicinal extracts. J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem., 47, 135-140
 27. Tammeveski, K., Tenno, T.T. and Mashirin, A.A. (1998) Hillhouse, E. W.; Manning, P.; McNeil, P. Superoxide electrode based on covalently immobilized cytochrome c : Modelling studies. Free Radical Biology & Medicine, 25, 973-978
 28. Jeon, T.W., Jo, C.H., Kim, K.H. and Byun, M.W. (2002) Inhibitory effect on tyrosinase and xanthine oxidase, and nitrite scavenging activities of *Schizandrae Fructus* extract by gamma irradiation. J. Korean Food Preserv, 9, 369-374

(접수 2006년 6월 1일, 채택 2006년 9월 22일)