

첨가물을 혼합한 김치의 이화학적 특성과 기능성에 대한 문헌 연구

윤정아¹, 김주형², 권세영³, 이하연^{4,5}, 박은희^{4,6}, 김명동^{7*}

¹강원대학교 바이오산업공학부 석사과정, ²강원대학교 바이오산업공학부 학사, ³(주)메타스크린 연구원,
⁴강원대학교 바이오산업공학부 박사과정, ⁵강원도농업기술원 농식품연구소 연구사, ⁶(주)메타스크린 대표,
⁷강원대학교 바이오산업공학부 교수

Review on the Physiochemical Characteristics and Functionality of *Kimchi* Mixed with Additives

Yoon, J. A.¹, J. H. Kim², S. Y. Kwun³, H. Y. Lee^{4,5}, E. H. Park^{4,6} and M. D. Kim^{7*}

¹Master's Course, Division of Food Biotechnology and Biosystems Engineering, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

²Bachelor, Division of Food Biotechnology and Biosystems Engineering, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

³Researcher, Research and Development Institute, Metascreen Inc., Chuncheon 24341, Korea

⁴Ph.D. Candidate, Division of Food Biotechnology and Biosystems Engineering, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

⁵Researcher, Agro-Food Research Institute, Gangwon Agricultural Research & Extension Services, Chuncheon 24203, Korea

⁶CEO, Research and Development Institute, Metascreen Inc., Chuncheon 24341, Korea

⁷Professor, Division of Food Biotechnology and Biosystems Engineering, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

*Corresponding author: Kim, M. D. (E-mail: mdkim@kangwon.ac.kr)

ABSTRACT

Received: 24 July 2018

Revised: 24 October 2018

Accepted: 1 November 2018

In this study, we investigated physiochemical characteristics and functionality of *kimchi* mixed with various additives such as mustard leaf, angelica leaf, hooker chives, yangha, mistletoe, pine needle, wild vegetables extract, oriental melon peel, green tea, yacon, potato, brown rice, black rice, sesame, abalone, black garlic, harvey, sea tangle, sea trumpet, anchovy, flying fish roe, blue crab, and etc. The type of additive to *kimchi* have affected reducing sugar, pH, acidity, free amino acid content, antioxidant activity, anti-mutagenic activity, and anti-carcinogenic activity. Reducing sugar content increased in *kimchi* mixed with harvey, sea trumpet, hooker chives, sesame, anchovy. *kimchi* mixed with yacon, black rice, hooker chives, sesame, anchovy extended optimum fermenting stage by changing acidity slowly. Free amino acid content increased phenylalanine in *kimchi* with pine needle, proline in *kimchi* with blue cab, glutamic acid and aspartic acid in *kimchi* sea tangle and flying fish roe. Brown rice, green tea, pumpkin, black rice, sesame, Yangha, wild vegetables extract significantly increased antioxidant activity. Mustard leaf, mistletoe and angelica leaf increased anti-mutagenic acid and anti-carcinogenic activity. In conclusion, *kimchi* mixed with additive compared with normal *kimchi* without additives helps the improvement of the physiochemical characteristics and functionality of *kimchi*. We expected that selection of proper additive used for *kimchi* production improves the quality of *kimchi* as a Korean traditional fermented food.

Keywords: Additive, Functionality, Fermentation, Kimchi



서론

첨가물로서 마늘, 갓, 당귀잎, 겨우살이, 감자, 톳, 다시마, 참깨, 전복, 흑마늘, 야콘, 삼채, 참외껍질, 감태, 멸치, 날치알, 발아현미, 솔잎, 꽃게, 산채추출물, 녹차, 양하 등이 혼합된 김치의 이화학적 특성과 기능성을 조사하였다. 첨가한 부재료의 종류와 함량 등에 따라 김치의 환원당, pH, 산도, 유리아미노산 함량의 이화학적 특성과 항산화능, 항돌연변이능, 항암효과 등의 기능성에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 톳가루, 감태, 삼채뿌리, 참깨, 멸치를 첨가한 김치는 환원당이 증가하였고, 야콘, 흑미, 삼채 전복, 다시마, 참외껍질을 혼합한 김치는 산도 변화를 완만하게 유도하여 적숙기를 연장하였다. 유리아미노산 함량은 김치에 첨가된 원료에 따라 다양하게 나타났으며, 솔잎 첨가 김치는 쓴맛을 나타내는 phenyl alanine, 전복과 꽃게를 첨가한 김치는 단맛을 나타내는 proline, 다시마와 날치알이 각각 첨가된 김치는 감칠맛을 나타내는 glutamic acid, aspartic acid가 일반김치보다 높은 함량을 나타냈다. 발아현미, 녹차, 늙은호박, 흑미, 참깨가루, 양하, 산채추출물을 첨가한 김치는 항산화효능이 유의적으로 증가하였다. 마늘과 갓, 겨우살이, 당귀잎이 첨가된 김치는 항돌연변이와 항암효과가 있는 것으로 나타났다. 결론적으로 일반 배추김치에 비하여 첨가물이 혼합된 김치는 김치의 품질향상에 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다. 전통발효식품인 김치의 고품질화를 위하여 소비자들의 관능과 기호도에 적합한 첨가물을 선택하여 김치의 품질을 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

본론

첨가물에 의한 김치의 이화학적 특성 변화

환원당 함량 변화

김치에서 환원당 함량은 발효 미생물의 총균수, pH, 산도 등과 밀접한 관계를 가지며 김치의 맛을 형성하는데 큰 영향을 미친다(Kim et al., 2009). 첨가물의 종류에 따라서 김치의 환원당 함량이 변하며, 초기 환원당 함량에 따라서 미생물의 분포와 김치의 발효 속도가 변화하므로 첨가물에 따른 환원당 함량을 조사하였다. 김치는 발효 후, 전반적으로 환원당이 감소하는 경향을 나타냈으며, 이는 김치 발효에 관여하는 미생물들이 분해하여 에너지원으로 이용하기 때문에 판단된다(Park et al., 2000). 김치의 발효과정에서 환원당이 크게 감소하는 시기는 산도의 급격한 증가와 일치하는 경향을 나타내는데, 환원당을 소모하여 젖산균이 증식하고, 젖산균이 생산하는 유기산에 의하여 산도가 증가하는 것으로 판단된다(Park et al., 2003).

톳가루를 첨가한 김치는 발효 30일 후 환원당의 함량이 담금 직후보다 90% 감소하였으며(Moon and Lee, 2011), 전복과 다시마 추출물을 첨가한 김치는 발효 14일 후 40%의 환원당이 감소하였다(Lim et al., 2013). 감태를 첨가한 김치의 경우, 25% (v/w)의 감태를 첨가한 김치가 대조구와 비교하여 15% 더 높은 환원당 함량을 나타냈다(Lee et al., 2013). 삼채뿌리를 첨가하여 김치를 제작한 경우, 담금 직후보다 발효 14일 후에 환원당의 함량이 약 1.2배 증가하는 경향이 나타났으며, 이는 김치의 미생물들이 삼채뿌리로부터 유래된 환원당을 생산하여 증가한 것으로 판단된다(You and Kim, 2013). 이후 발효 개시 56일까지 환원당이 지속적으로 감소하여 다른 첨가물 김치와 유사한 경향을 나타냈다. 이러한 경향은 참깨, 멸치를 첨가한 김치에서도 나타났으며, 담금 직후 첨가물에서 유래된 환원당에 따른 현상으로 사료된다(Moon and Lee, 2009; Ryu et al., 1996).

김치는 숙성 중 젖산균에 의하여 김치 재료 중 당분이 분해되어 잔류당이 50% 내외 일 때 적숙기로 판단하는데(Sung and Choi, 2009), 톳가루 첨가 김치는 13일로 가장 빠르게 적숙기에 이르렀으며, 참깨, 전복과 다시마 추출물,

감태, 멸치를 각각 첨가한 김치는 25 - 28일 사이로 나타났다. 한편 삼채뿌리를 첨가한 김치는 발효 50일 정도에 적숙기에 도달하였는데, 첨가물의 종류가 김치발효에 관여하는 미생물의 생육에 영향을 미치는 것으로 판단된다.

pH 및 산도 변화

김치는 발효과정 중 미생물에 의하여 다양한 유기산을 만들어 내고, 이는 김치의 맛과 향을 나타내므로 pH와 산도는 김치의 발효와 숙성 정도를 나타내는 주요한 품질지표로서 인정되고 있다(Lee et al., 2013). 발효 중 김치의 pH 변화는 완만히 감소하는 초기 발효 단계, 적숙기로 알려진 pH 4.2 - 4.5에 이르는 중간 발효 단계, pH 4.0 이하로 낮아지는 최종 발효 단계로 구분된다(Ku et al., 1988). 야콘, 삼채, 참깨 등 다양한 첨가물을 이용하여 제작한 김치의 발효 전후 pH를 조사하였다(Table 1). 발효 전 김치의 pH는 pH 4.9 - 7.0으로 다양하게 나타났으며, 발효 후 전반적으로 pH가 낮아지는 경향을 나타냈다. 가르시니아 캄보지아 추출물을 첨가한 김치는 발효 전 다른 첨가물이 들어간 김치와 비교하여 상대적으로 높은 pH를 나타냈으나, 발효 후 pH 3.8로 가장 낮은 값을 나타냈다(Yang et al., 2005). 삼채를 첨가한 김치의 경우, 28일간 발효 후 적숙기 pH 특성을 나타내었으며, 이후 숙성 중 pH의 변화가 지연되어 발효 개시 56일 후 pH 4.4로 나타났다(You and Kim, 2013). 참외껍질을 첨가한 김치는 발효 전 가장 낮은 pH를 나타냈는데, 이는 참외 껍질에서 유래한 유기산 때문으로 추정된다. 또한, 참외껍질을 첨가하지 않은 김치가 발효 7일 이후 급속하게 pH 4.0 이하로 낮아지며 최종 발효단계에 들어간 것과 비교하여 참외껍질을 첨가한 김치는 20 - 28일 사이에 적숙기 pH를 유지하는 것으로 나타나, 참외 껍질이 적숙기 도래를 연장시키는 것으로 판단된다(Nam et al., 2013).

Table 1. Acidity (pH) of *kimchi* containing various additives

		Additives						
		Yacon	Garcinia cambogia extract	<i>Allium hookeri</i>	Harvey powder	Chitosan	Oriental melon peel	Sesame
pH	Before fermentation	5.6	7.0	6.2	5.6	6.0	4.9	5.8
	After fermentation	4.7	3.8	4.4	4.0	4.0	4.4	4.1
References		(Lee et al., 2012)	(Yang et al., 2005)	(You and Kim, 2013)	(Moon and Lee, 2011)	(Yoo et al., 1998)	(Nam et al., 2013)	(Moon and Lee, 2009)

김치 발효는 6탄당을 발효하여 젖산만 생성하는 정상 발효 젖산균과 젖산, 초산, 이산화탄소, 에탄올 등을 함께 생성하는 이상 발효 유산균이 함께 관여한다(Lee et al., 1999). 김치의 발효와 숙성 과정 중 젖산균의 생육과 함께 각종 유기산을 생성하여 김치의 pH를 낮추고 산도를 높이는 것으로 보고되었다(So and Kim, 1997). 일반 배추김치의 적숙기에서 산도는 0.40 - 0.80% (% 젖산)로 알려져 있고, 산도 1% 이상의 김치는 기호도가 매우 낮은 것으로 보고되었다(Lee and Yang, 1970).

김치 제조시 첨가물에 따른 산도의 변화, 적숙기의 유지와 연장에 대한 효과를 살펴보면, 야콘을 첨가한 김치 제조시 0.22 - 0.26% (% 젖산)의 산도를 나타냈으나, 발효 시간에 따라 유의적으로 증가하여 발효 21일 후 0.61%의 산도를 나타내었다(Lee et al., 2012). 흑미를 첨가한 김치는 발효 20일 이후 급격히 산도가 증가하였으나 최종 산도는 0.75 - 0.81%로 나타났으며(Mo et al., 2010), 삼채를 첨가한 김치는 발효 개시 직후 0.21%의 산도를 나타냈고, 이후 발효 28일 까지 지속적으로 증가하여 0.8% 까지 증가하였다(You and Kim, 2013). 전복과 다시마 추출물을 첨가한 김

치의 초기 산도는 0.17–0.18%였으며, 28일간 발효 후 1.13–1.18%까지 증가하였다(Lim et al., 2013). 참외껍질을 첨가한 김치는 담금 직후 산도가 0.32–0.39%로 다른 첨가물들보다 높은 산도를 나타냈는데, 이는 참외껍질에서 기인한 것으로 판단된다(Nam et al., 2013). 발효 28일 후 참외껍질이 첨가된 김치의 산도는 0.72%로 참외껍질을 첨가하지 않은 대조구 김치보다 낮은 산도를 나타내며 약 10일 정도 적숙기를 연장시킨 것으로 나타났다. 문헌에 보고된 이상의 연구결과로부터 첨가물은 김치의 발효과정 중의 김치의 산도와 적숙기 도래에 영향을 미치는 것을 알 수 있었다.

아미노산 변화

젖산균의 생육이 김치의 품질에 가장 큰 영향을 미치는데, 젖산균 발효를 통해 생성되는 유리아미노산은 김치의 맛을 결정하는 중요한 성분이다(Jang et al., 2011; Min et al., 2003). 또한 부재료의 종류, 첨가량, 발효조건 등에 따라서 유리 아미노산의 함량이 김치마다 다양하게 달라지기 때문에 유리 아미노산 함량은 김치마다 매우 다양하게 나타난다(Lee and Kim, 2013).

다양한 원료를 첨가하여 제조한 김치의 유리 아미노산 함량을 조사한 결과는 Table 2와 같다. 날치알을 첨가한 무말랭이 김치의 유리 아미노산 함량을 살펴보면, 날치알을 함유한 무말랭이 김치는 대조구(미첨가구) 보다 유리아미노산의 함량이 증가하였다(Jang et al., 2014). 감칠 맛을 내는 glutamic acid 함량은 날치알을 첨가한 무말랭이 김치가 72.5 mg/100 g로 대조구에 비해 약 2배 높은 함량을 나타냈다. 단맛을 내는 glycine도 86.9 mg/100 g으로 무첨가 대조구보다 2배 높은 함량을 나타냈으며, 날치알의 첨가가 김치의 감칠맛과 단맛을 향상시키는 것으로 사료된다. Glutamic acid로부터 생성되는 γ -aminobutyric acid (GABA)는 날치알을 첨가한 무말랭이 김치에서 91.1 mg/100 g으로 대조구(74.4 mg/100 g)와 비교하여 GABA의 함량이 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 발아현미 추출 분말을 첨가한 김치는 glutamic acid와 GABA가 발효의 진행과 함께 함량이 증가한 반면, 단맛을 나타내는 threonine, proline, leucine은 일정하게 유지되거나 감소하는 경향을 보였다(Woo and Jeong, 2006).

솔잎을 첨가한 김치에서는 쓴맛을 나타내는 phenylalanine이 발아현미, 날치알, 전복, 다시마, 꽃게를 첨가한 김치에 비해 약 10배 높은 함량을 나타냈다(Oh et al., 1997). 그러나, 솔잎을 첨가한 동치미의 phenylalanine 함량은 감소하는 경향을 나타내었다. Taurine의 함량은 날치알, 꽃게, 전복, 다시마, 발아현미 순으로 높은 함량을 보였으며, 날치알과 꽃게 등의 해산물 첨가가 함량을 증진시키는 것으로 사료된다. 전복을 첨가한 김치의 glutamine 함량은 담금 직후 94.7 mg/100 g으로 나타났으며, 숙성과정을 거치며 62.7 mg/100 g으로 감소하였다. 다시마를 첨가한 김치에서는 감칠맛을 나타내는 glutamic acid와 aspartic acid가 각각 35.6 mg/100 g, 17 mg/100 g으로 나타났으며, 단맛을 나타내는 alanine은 총 아미노산 함량(370.2 mg/100 g) 중 39.3 mg/100 g으로 높은 함량을 나타냈다. 다시마를 첨가하지 않은 김치에서(37.2 mg/100 g)에서도 높은 함량을 나타내었다(Lim et al., 2013). 꽃게를 첨가한 김치에서 단맛을 내는 alanine은 112.9 mg/100 g으로 총아미노산 함량(557.5 mg/100 g) 중 가장 높은 함량을 나타냈다. 김치의 맛을 결정하는 아미노산은 glutamic acid, threonine, serine, proline, isoleucine, leucine 등이 존재하며, 조사한 김치에서 공통적으로 나타났다. 김치의 숙성기간에 따라 유리 아미노산 함량이 증가된다고 보고 되었으며(Lee and Kim, 2013), 다양한 원료를 첨가하여 제작한 김치들도 유리 아미노산 함량이 증가되었다.

첨가물에 의한 김치의 기능성 변화

항산화 효과

Table 2. Free amino acid content of *kimchi* containing various additives

Free amino acid (mg/100 g)	Additives					
	Pine needle	Brown rice	Flying fish roe	Abalone	Sea tangle	Blue crab
Taurine	ND	2.7	30.9	10.0	5.9	28.5
Aspartic acid	39.1	15.1	84.3	8.1	17.0	ND
Threonine	13.7	13.8	55.6	12.5	6.9	37.0
Serine	82.7	11.8	56.9	10.6	8.3	32.0
Glutamic acid	51.0	154.3	72.5	26.4	35.6	56.4
α -aminoadipic acid	ND	5.6	11.5	ND	ND	ND
Sarcosine	ND	5.0	ND	ND	ND	ND
Alanine	78.1	76.7	103.5	26.4	39.3	112.9
α -amino- <i>n</i> -butyric acid	ND	2.2	6.1	ND	ND	20.3
Citrulline	ND	2.2	16.3	ND	ND	ND
Valine	30.2	33.1	87.9	17.3	12.0	21.2
Cystine	9.4	4.9	9.0	0.8	0.2	ND
Methionine	5.6	3.9	24.1	6.4	2.2	4.5
Cystathionine	ND	1.7	8.3	ND	ND	ND
Isoleucine	19.0	13.2	60.6	15.9	9.2	21.1
Leucine	32.9	28.1	95.7	22.7	9.2	17.1
Tyrosine	50.5	5.6	30.8	11.1	7.9	3.4
β -alanine	ND	2.1	28.1	ND	ND	1.1
Phosphoethanolamine	ND	ND	46.8	ND	ND	ND
β -aminoisobutyric acid	ND	ND	0.39	ND	ND	ND
Homocystine	ND	ND	0.6	ND	ND	ND
γ -amino- <i>n</i> -butyric acid	ND	28.6	91.1	ND	ND	20.3
Ammonium chloride	ND	ND	54.1	ND	ND	ND
δ -hydroxylysine	ND	ND	0.9	ND	ND	ND
Ornithine	ND	6.4	8.7	ND	ND	ND
Lysine	12.3	23.1	79.7	10.7	10.2	9.2
Proline	29.7	20.1	120.2	56.4	15.3	31.4
Glycine	17.4	10.1	80.9	10.7	6.7	13.6
1-methylhistidine	ND	1.6	2.6	ND	ND	ND
Histidine	7.7	5.2	17.5	7.1	4.8	3.1
Glutamine	ND	ND	ND	62.7	98.3	ND
Tryptophan	50.5	ND	7.7	33.4	50.1	ND
3-methylhistidine	ND	ND	0.1	ND	ND	ND
Anserine	ND	ND	0.2	ND	ND	ND
Arginine	13.7	6.7	135.9	11.1	0.9	5.1
Phenylalanine	155.1	19.4	ND	15.1	9.7	15.6
Asparagine	ND	ND	ND	17.2	20.5	104.0
Total amino acid	698.6	503.2	1429.5	392.6	370.2	557.8
References	(Oh et al., 1997)	(Woo, 2006)	(Jang et al., 2014)	(Lim et al., 2013)	(Kim, 2014)	

ND : not detected.

김치 및 김치 추출물은 혈중 중성지질저하(Lee et al., 2008), high-density lipoprotein-콜레스테롤 증가(Jeon et al., 2003), 혈장 및 조직에서 low-density lipoprotein 산화 억제(Kwon et al., 1998), 항산화계 효소 활성(Kim et al., 2002)의 증가 등 우수한 항산화 활성을 갖는 것으로 보고되었다. 다양한 재료를 사용하여 만드는 김치는 발효에 관여하는 미생물과 다양한 효소의 복잡한 발효과정을 거치면서 생리활성 물질을 생성한다(Choi and Hwang, 2000). 김치의 항산화 물질로는 비타민 C, 베타카로틴, 페놀계 화합물 및 클로로필 등이 보고되었으며, 활성산소 및 자유 라디칼을 제거하거나 활성을 소거하는 역할을 한다. 첨가물에 따른 김치의 항산화 활성에 대하여 조사하였다(Table 3).

Table 3. Antioxidant activity of *kimchi* containing various additives

	Additives					
	<i>Kimchi</i> (control)	Wild vegetables extract	Sea tangle	Green tea and pumpkin powder	Sesame powder	Yangha
Antioxidant activity (%)	73.7	91.8	97.0	76.8	73.4	68.4
References	(Kang et al., 2015)		(Ku et al., 2007)	(Park et al., 2001)	(Moon and Lee, 2009)	(Kim and Kang, 2017)

동결건조 발아현미 추출 분말을 첨가한 김치를 발효 기간 동안 DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)를 이용하여 항산화 물질의 전자공여능 차이를 측정하여 항산화활성을 비교하였다(Woo et al., 2006). 발아현미 추출 분말을 첨가한 김치는 발효가 진행되면서 담금 직후보다 더 높은 항산화활성을 나타냈으며, 첨가량이 증가할수록 항산화활성이 우수하였다. 이러한 결과는 녹차 및 높은 호박 분말을 첨가한 갓김치에서 DPPH 자유 라디칼 소거활성이 적숙기에서 증가한 결과와 유사한 경향을 나타냈다(Park et al., 2001).

곡물을 첨가한 김치들의 항산화 활성을 살펴보면, 흑미를 첨가한 김치는 양성대조구(0.1% alpha-tocopherol)와 비교하여 83%의 항산화활성을 나타냈는데, 이는 흑미에서 유래한 폴리페놀화합물에 의한 것으로 판단된다(Mo et al., 2010). 참깨가루를 첨가한 김치도 우수한 자유 라디칼 소거 활성을 나타냈다(Moon and Lee, 2009). 그 외에도 다양한 식물성 원료들을 첨가하여 김치의 항산화활성이 증가된 사례가 보고되었다(Kil, 2017; Kim and Kang, 2017; Oh et al., 1997). 생강과에 속하는 식물인 양하를 첨가한 김치는 자유 라디칼 소거능과 FRAP (ferric reducing antioxidant power) 환원능이 우수하였는데, 이는 양하에서 유래된 페놀화합물, 플라보노이드 화합물에 의한 것으로 사료된다(Kim and Kang, 2017). 더덕, 도라지, 민들레, 다래순, 곤드레, 누룩치, 참취, 산마늘이 포함된 산채추출물이 첨가된 김치의 DPPH 자유 라디칼 소거능(91.8%)도 대조구(73.7%)에 비해 유의적으로 증가하는 것으로 보고되었다(Kang et al., 2015). 페놀화합물 및 플라보노이드 종류와 함량 등에 따라 김치의 항산화 활성에 영향을 미치는 것으로 사료된다.

항돌연변이 효능

마늘, 갓, 겨우살이, 당귀잎이 첨가된 김치의 항돌연변이 효능을 조사하였다(Table 4) (Park et al., 1998). 마늘과 갓이 첨가된 김치의 항돌연변이 활성은 일반적인 김치에 비하여 유의적으로 높은 효과를 나타내었다(Choi, 2001). 마늘에 함유된 allicin은 비타민 B₁과 결합하여 신경안정효과와 활력증진을 나타내고, 황함유 성분과 불포화지방산은 암 예방과 항암효과가 있는 것으로 보고되어(Kim, 1994), 마늘 첨가 김치의 항돌연변이 활성과 관련된 것으로 사료된다.

겨우살이가 첨가된 김치의 경우(Choi et al., 2003a), 미첨가 군과 비교하여 항돌연변이 활성이 유의적으로 증가하였다(Table 4). 겨우살이에 포함된 쿠탄 펩티드와 다당류는 렉틴과 viscotoxin을 도와 종양세포의 증식을 억제하고 면역 활성을 도와줄 뿐만 아니라 돌연변이 유발물질을 억제하는 것으로 보고되었고(Kil, 2017), 특히, 겨우살이에 포함된 다당류는 세포에서 생산되는 바이러스성 단백질인 인터페론의 방출량을 높이고 돌연변이 유도체의 작용을 억제(Oh et al., 2014) 하는 것으로 보고되어, 이러한 효과들에 의하여 겨우살이가 첨가된 김치의 항돌연변이 활성이 향상된 것으로 사료된다.

당귀잎이 첨가된 김치의 항돌연변이 활성에 관한 연구(Choi et al., 2003b)에서는 기호도 평가에서 가장 높은 점수를 받은 당귀잎이 1% 수준으로 첨가된 김치의 항돌연변이 활성을 보고하였다(Table 4). 당귀에 함유되어 있는 β -sitosterol, α -pinene 성분은 면역력을 증가시키고, 돌연변이 유발인자의 작용을 억제하여 항돌연변이 활성이 있는 것으로 보고되었다(Park et al., 1998).

Table 4. Antimutagenic activity of *kimchi* containing various additives

	Additives			
	<i>Kimchi</i> (control)	Garlic and mustard leaf	Mistletoe	Angelica leaf
Added additives (%)	-	6.2	0.2	1.0
Antimutagenic activity (%)	40	77	75	69
References	(Choi et al., 2001)		(Choi et al., 2003a)	(Choi et al., 2003b)

항암 효과

감자, 겨우살이, 갓, 당귀잎등을 첨가한 김치를 이용하여 *in vivo* 항암효과를 비교하였다. 감자가 첨가된 김치의 HT-29 인체 결장암세포 및 AGS 인체위암세포를 이용한 암세포 성장 저해효과를 보면 각각 34%와 33%의 저해율을 나타내었다(Chang, 2007). 갓이 첨가된 김치는 대조구에 비하여 유의적인 소핵유발 억제 효과(Choi et al., 2001)를 나타내었다. 갓에는 클로로필, 카로티노이드, 황함유 성분 등이 존재하며 이들은 항균, 항산화, 항암효과가 있는 것으로 보고되어, 갓 첨가 김치의 소핵유발 억제 효과에 기여하는 것으로 판단된다.

당귀잎이 첨가된 김치의 소핵유발 억제효과(Choi et al., 2003)를 살펴보면, 일반 배추김치와 비교하여 당귀잎이 1% 첨가된 김치의 돌연변이 유발 물질 N-methyl-N'-nitro-N-nitrosoguanidine (MNNG)에 의한 소핵유발 억제효과는 61%로 나타났다. 당귀에 포함된 decursin 이라는 성분은 독성물질인 β -아밀로이드를 감소시켜 세포를 보호하고 암세포 성장을 억제하는 것으로 보고되었다(Choi et al., 2003).

겨우살이가 첨가된 김치의 인체 결장암세포(HT-29 세포)의 성장 저해효과를 조사하였다(Kwon and Shin, 2004). 대조구 김치(겨우살이 무첨가)가 48%의 암세포 성장 저해효과를 보인 반면 겨우살이가 첨가된 김치는 겨우살이 첨가 농도가 높아질수록 암세포 성장 저해 효과가 증가하였고 0.2%의 겨우살이를 첨가한 경우는 94%의 저해효과를 나타냈다. 인체 위암세포(AGS 세포)에 대한 저해 효과는 대조구 김치는 30%의 낮은 저해효과를 나타내었다. 그러나 겨우살이를 첨가한 김치의 성장 저해 효과는 첨가 농도에 따라 유의적으로 증가하여 대조구 김치보다 약 3배 이상 우수한 저해 활성을 나타내었다.

결론

최근 서구화된 식습관으로 많은 사람들이 고혈압을 비롯한 만성질환으로부터 고통 받고 있어 건강에 대한 관심이 높아짐과 동시에 건강기능성 식품에 대한 시장규모도 꾸준히 증가하고 있다. 소비자의 관심과 시장흐름이 반영되어 김치와 된장과 같은 발효식품의 기능성에 대한 연구가 진행되면서 세계적으로도 된장과 김치를 비롯한 우리나라 전통 발효식품에 대한 관심이 늘어나고 있다. 본 연구에서는 문헌에 보고된 연구결과를 바탕으로 다양한 첨가물에 의한 김치의 이화학적 특성 및 기능성 변화를 조사하였다. 첨가한 부재료의 종류와 함량 등에 따라 김치의 환원당, pH, 산도, 유리아미노산 함량을 비롯한 이화학적 특성과, 항산화능, 항돌연변이능, 항암효과 등의 기능성이 영향을 받는 것으로 나타났다. 톳가루, 감태, 삼채뿌리, 참깨, 멸치를 첨가한 김치는 환원당이 증가하였고, 야콘, 흑미, 삼채, 전복, 다시마, 참외껍질을 혼합한 김치는 산도 변화를 완만하게 유도하여 적숙기를 연장하였다. 유리아미노산 함량은 첨가물 종류에 따라 크게 달랐으며, 특히 솔잎 첨가 김치는 쓴맛을 나타내는 phenylalanine, 전복과 꽃게 첨가 김치는 단맛을 나타내는 proline, 다시마와 날치알이 각각 첨가된 김치는 감칠맛을 나타내는 glutamic acid, aspartic acid 함량이 대조구 김치에 비해 증가하였다. 발아현미, 녹차, 늙은 호박, 흑미, 참깨가루, 양파, 산채추출물을 첨가한 김치는 항산화능이 유의적으로 증가하였다. 마늘과 갖, 겨우살이, 당귀잎이 첨가된 김치는 항돌연변이와 항암효과가 있는 것으로 나타났다.

문헌에 보고된 이상의 연구결과를 바탕으로 다양한 우리 전통발효식품의 기능성을 과학적으로 규명하고 증진시키기 위한 연구가 지속적으로 진행되어야 할 것으로 사료된다. 또한 이러한 기능성 향상과 동시에 관능적인 면에서도 인종과 세대를 포괄할 수 있는 관능적 특성이 우수한 제품의 개발이 뒷받침 된다면 전통발효식품의 산업 규모가 확장될 것으로 기대된다.

사사

본 연구는 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원의 “지역특화산업육성사업(R&D, R0005969)”으로 수행된 연구결과입니다.

인용문헌(References)

- Chang, S. K. (2007) Fermentation properties and In vitro anticancer effect of Kimchi prepared with potato. Korean J Food Cookery Sci 23:227-234.
- Choi, H. S., Hwang, J. H. (2000) Antioxidative characteristics of *Kimchi*. Food Indust Nutr 5:52-56.
- Choi, S. M., Jeon, Y. S., Rhee, S. H., Park, K. Y. (2001) Development of Kimchi for cancer patient. J Korean Assoc Cancer Prev 6:214-221.
- Choi, S. M., Kil, J. H., Jeon, Y. S., Park, K. Y. (2003a) Fermentation characteristics, and antimutagenic and anticancer effects of mistletoe added Kimchi. J Korean Assoc Cancer Prev 8:98-106.
- Choi, S. M., Kil, J. H., Moon, S. H., Park, K. Y. (2003b) Cheomopreventive effects of Angelica gigas Nakai leaf (AGL) kimch and AGL baechu kimch. J Korean Assoc Cancer Prev 8:181-187.
- Jang, M. S., Park, H. Y., Nam, K. H., Kim, M. J. (2014) Physicochemical composition and fermentation conditions of sliced, dried radish kimchi with flying fish roe. Korean J Food Sci Technol 46:566-574.

- Jang, M. S., Park, H. Y., Park, J. I., Byun, H. S., Kim, Y. K., Yoon, H. D. (2011) Analysis of nutrient composition of Baechu Kimchi (Chinese cabbage kimchi) with seafoods. Korean J Food Preserv 18:535-545.
- Jeon, H. N., Kim, H. J., Song, Y. O. (2003) Effects of *kimchi* solvent fractions on anti-oxidative enzyme activities of heart, kidney and lung of rabbit fed a high cholesterol diet. J Korean Soc Food Sci Nutr 32:250-255.
- Kang, K. H., Park, S. Y., Kwon, K. H., Lim, H. K., Kim, S. H., Kim, J. G., Chung, M. J. (2015) Antioxidant activity and inhibitory effect against oxidative neuronal cell death of kimchi containing a mixture of wild vegetables with nitrite scavenging activity. J Korean Soc Food Sci Nutr 44:1458-1469.
- Kil, J. H. (2017) Antiproliferative effect of mistletoe extract added kimchi in human lung carcinoma A549 cells. J Life Sci 27:1507-1514.
- Kim, H. S., Kang, S. A. (2017) Study of quality characteristics of kimchi added with Yangha (*Zingiber mioga* Rosc). J Korea Academia-Industrial Cooper Soc 18:400-407.
- Kim, J. H., Kwon, M. J., Lee, S. Y., Ryu, J. D., Moon, G. S., Cheigh, H. S., Song, Y. O. (2002) The effect of *kimchi* intake on production of free radicals and anti-oxidative enzyme activities in the liver of SAM. J Korean Soc Food Sci Nutr 31:109-116.
- Kim, J. H., Park, G. S. (2014) Quality characteristics of *kimchi* added with blue crab. Korean J Culi Res 20:246-259.
- Kim, Y. W., Jung, J. K., Cho, Y. J., Lee, S. J., Kim, S. H., Park, K. Y., Kang, S. A. (2009) Quality changes in brined Baechu cabbage using different types of polyethylene film, and salt content during storage. Korean J Food Preserv 16:605-611.
- Ku, H. S., Noh, J. S., Kim, H. J., Cheigh, H. S., Song, Y. O. (2007) Antioxidant effects of sea tangle added korean cabbage kimchi *in vitro* and *in vivo*. J Korean Soc Food Sci Nutr 36:1497-1502.
- Ku, K. H., kang, K. O., Kim, W. J. (1988) Some quality changes during fermentation of *kimchi*. Korean J Food Sci Technol 20:476-482.
- Kwon, M. J., Song, Y. S., Song, Y. O. (1998) Antioxidative effect of *kimchi* ingredients on rabbits fed cholesterol diet. J Korean Soc Food Sci Nutr 27:1189-1196.
- Kwon, S. H., Shin, M. Y. (2004). Antioxidant and anticarcinogenic effect of traditional Doenjang during maturation periods. Korean J Food Preserv 11:461-467.
- Lee, D. H., Ji, S. H., Han, W. C., Lee, J. C., Kang, S. A., Jang, K. H. (2012) Evaluation of physicochemical properties and fermentation qualities of kimchi supplemented with yacon. J East Asian Soc dietary Life 22:408-413.
- Lee, H. A., Song, Y. O., Jang, M. S., Han, J. S. (2013) Effect of *Ecklonia cava* on the quality *kimchi* during fermentation. J Korean Soc Food Sci Nutr 42:83-88.
- Lee, H. H., Kim, G. H. (2013) Changes in the levels of γ -aminobutyric acid and free amino acids during *kimchi* fermentation. Korean J Food Cookery Sci 29:671-677.
- Lee, J. K., Lee, Y. M., Kim, A. R., Chang, H. C., Lee, M. Y. (2008) Effect of *Leuconostoc kimchii* GJ2 isolated from kimchi (fermented Korean cabbage) on lipid metabolism in high cholesterol-fed rats. Korean J Food Preserv 15:760-768.
- Lee, S. H., Park, N. Y., Choi, W. J. (1999) Changes of the lactic acid bacteria and selective inhibitory substances against homo and hetero lactic acid bacteria isolated from kimchi. Kor J Appl Microbiol Biotechnol 27:410-414.
- Lee, Y. H., Yang, I. W. (1970) Studies on the packaging and preservation of kimchi. J Korean Agric Chem Soc 13: 207-218.
- Lim, J. H., Park, S. S., Jeong, J. W., Park, K. J., Seo, K. H., Sung, J. M. (2013) Quality characteristics of *Kimchi* fermented with abalone or sea tangle extracts. J Korean Soc Food Sci Nutr 42:450-456.
- Min, S. G., Kim, J. H., Cho, S. K., Shin, H. S., Hong, G. H., Oh, D. G., Kim, K. N. (2003) Manufactures of functional kimchi using *Bifidobacterium* strain producing conjugated linoleic acid (CLA) as starter. Korean J Food Sci Technol 35:111-114.

- Mo, E. K., Kim, S. M., Yang, S. A., Jegal, S. A., Choi, Y. S., Ly, S. Y., Sung, C. K. (2010) Properties of *Baechu kimchi* treated with black rice water extract. *Korean J Food Preserv* 17:50-57.
- Moon, S. W., Lee, M. K. (2011) Effects of added harvey powder on the quality of *Yulmoo kimchi*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43:435-443.
- Moon, S. W., Lee, M. K. (2009) The effects of added sesame powder on the quality of *Baechukimchi*. *J East Asian Soc Dietary Life* 19:52-61.
- Nam, J. H., Ahn, J. J., Suh, J. K., Kim, D. W. (2013) Quality characteristics of a *Kimchi* containing oriental melon peel. *Koan J Food Preserv* 20:518-523.
- Oh, S. J., Lee, H. J., Chung, S. H., Sung, N. J. (2014) Evaluation of quality characteristics and antioxidant activities from Doenjang ripened for 30 years. *J Agri Life Sci* 48:253-271.
- Oh, Y. A., Kim, S. D., Kim, K. H. (1997) Changes of sugars, organic acids and amino acids content during fermentaion of pine needle added *kimchi*. *J Food Sci Technol* 9:45-50.
- Park, J. A., Hu, G. Y., Lee, J. S., Oh, Y. J., Kim, B. Y., Min, T. I., Kim, C. K., Ahn, J. S. (2003) Change of microbial communities in kimchi fermentation at low temperature. *Korean J Microbiol* 39:45-50.
- Park, K. Y., Cho, E. J., Lee, S. H. (1998) Increased antimutagenic and anticancer activities of Chinese cabbage *Kimchi* by changing kinds and levels of sub-ingredient. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27:625-632.
- Park, K. Y., Cho, E. J., Rhee, S. H. (1998) Increased antimutagenic and anticancer activities of chinese cabbage kimchi by changing kinds and levels of sub-ingredient. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27:625-632.
- Park, M. J., Jeon, Y. S., 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.
- Park, W. P., Park, K. D., Kim, J., H., Cho, Y. B., Lee, M., J. (2000) Effect of washing conditions in salted Chinese cabbage on the quality of *kimchi*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29:30-34.
- Ryu, B. M., Jeon, Y. S., Song, Y. S., Moon, G. S. (1996) Physicochemical and sensory characteristics of anchovy added kimchi. *J Korean Soc Food Nutr* 25:460-469.
- So, M. H., Kim, Y. B. (1997) Isolation and identification of major microbial groups during *Baikkimchi* fermentation. *Korean J Food & Nutr* 10:350-359.
- Sung, J. M., Choi, H. Y. (2009) Effect of alaska pollack addition on the quality of *kimchi* (Korean salted cabbage). *Korean J Food Preserv* 16:772-781.
- Woo, S. M., Jeong, Y. J. (2006) Changes in the quality of Korean cabbage *Kimchi* added with germinated brown rice extract powder during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 38:648-654.
- Woo, S. M., Jeong, Y. J., Whang, K. (2006) Effect of germinated brown rice extract powder on free amino acid content, antioxidant and nitrite scavenging ability of the korean cabbage *kimchi*. *Korean J Food Preserv* 13: 548-554.
- Yang, Y. J., Ahn, I. S., Han, J. S. (2005) Anti-obesity effect and fermentation characteristics of american preferred *kimchi* added to garcinia cambogia extracts (Hydroxy citric acid). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34:776-783.
- Yoo, E. J., Lim, H. S., Kim, J. M., Song, S. H., Choi, M. R. (1998) The investigation of chitosan oligosaccharide for prolongating fermentation period of kimchi. *J Korean Soc Food Nutr* 27:869-874.
- You, B. R., Kim, H. J. (2013) Quality characteristics of kimchi added with *Allium hookeri* root. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42:1649-1655.