

김치발효의 종균 적용기술

장 해 춘

조선대학교 식품영양학과

I. 서 론

김치는 종류에 따라 배추, 무, 오이, 열무 등의 기본재료에 다양한 양념이 첨가되는 복합식품이다. 김치에 들어가는 여러 재료들은 발효하는 과정에서 각 재료가 가지고 있는 장점을 해치지 않는 범위에서 서로 시너지 효과를 내며 다량의 유산균과 각종 비타민 등을 생성한다.

중국과 일본에도 채소의 소금 절임이나, 된장 간장에 담근 장아찌식 절임과 젖산발효 초기에 머무른 비교적 담백한 야채 절임류가 많았다. 그러나 김치처럼 채소류에 젖갈과 같은 단백질 부원료를 가하여 발효를 행하므로 얻어지는 독특한 풍미와 조화로운 영양학적 가치를 갖춘 발효야채식품은 한국의 김치뿐이다. 이러한 김치는 한반도의 기후, 계절, 각 가정의 생활환경 및 식습관에 따라 다양하게 발달 정착했다(1).

김치는 특별한 지식 없이도 가정에서 누구나 전래의 보편적인 방법으로 제조하면 자연 발생적으로 발효가 일어나 김치의 제조가 가능하였으므로 김치가 지니는 오랜 역사에 비해 체계적이고 과학적으로 정량·정성화된 김치발효 시스템 구축이 미진한 실정이다. 서양의 대표적인 발효식품인 유발효제품은 대장균등의 유해미생물이 번식하기 쉽기 때문에

인위적인 살균과 발효시스템에서의 종균화 등의 기술이 일찍부터 개발·도입됨과는 비교되는 결과이다.

우수한 연구들이 근간 많이 수행되어져 왔지만, 김치의 상품화에서 품질의 균일화 및 규격화 그리고 보존성은 아직도 해결해야 할 많은 문제점으로 남아있다. 그 가장 큰 이유로는 김치는 발효유제품처럼 아직 ‘종균화’가 이루어지지 못하고 있다는 것이다. 초기균수와 균종이 일정하지 않기 때문에 발효유제품과 같은 발효시스템을 사용할 수 없다는 것이다. 기존 연구된 김치의 스타터 개발 연구에서는 우수한 종균을 개발해도 원료살균이 이루어지지 않은 김치 발효계에서는 상대적으로 많은 종균양을 초기에 접종 시 가해야하고, 이로 말미암아 김치발효속도 조절이 어려워 너무 신 김치가 만들어진다 는 문제점을 제시하였다.

(사)대한민국김치협회가 회원사를 대상으로 2013년 11월 조사한 기업이 바라는 연구 중점연구분야는 첫째 배추원료/반가공/김치제품 장기저장 기술, 둘째 계절/지역 적합 포기김치 배추품종 개발, 셋째 인건비절감을 위한 주요 공정 자동화기술 넷째, 상업적 김치젖산균 보급을 위한 종균개발이었다(2). 위 조사에서 보여준바와 같이 중점연구분야 네가지 중 두가지가 김치의 장기저장 및 일정한 품질 유지를 위하여 김치발효에 종균도입기술이 요구되고 있

음을 알수 있다.

이에 본고에서는 김치에 종균적용을 위해 필요한 기술들을 소개하고, 실제 개발된 종균이 김치발효에 적용되어 종균으로서의 기능을 잘 수행하는지 살펴보았다. 또한 이때 관능적 변화를 조사하고 소비자 관능평가를 통한 종균김치에 대한 소비자의 요구도를 파악하여 실제 종균기술적용이 김치에 이루어지기 위한 동반기술개발의 필요성과 그 상세기술을 살펴보았다.

II. 본 론

가. 김치발효의 미생물 천이 변화와 김치 맛의 변화

김치의 숙성과정 중 김치발효 미생물 천이변화와 김치맛의 변화는 다음과 같이 정리 될 수 있다 (3,4,5,6,7,8).

업 핵심기술의 개발 및 도입은 김치산업 부흥을 위하여 절실히 요구된다.

나. 국내외 기술개발 현황

가) 천이조절 기술

김치발효 미생물 천이조절 관련 분야의 핵심기반 기술은 ‘종균 점유율 70%이상 점유기간 4개월 산도 1%이하 4개월이상 유지’(특허등록번호 : 10-0571050)로 「조선대 김치연구센터」가 가장 높은 기술력을 보유하고 있으며, 이외에 대상FNF(주)의 증가집 김치가 그 다음 수준의 기술력으로서 종균 점유율 50%이상 점유기간 4개월을 유지하는 기술을 보유하고 있다. 그러나 종균점유율 70%이하에서는 김치맛의 일정성이 크게 떨어지므로, 최소 70% 점유율은 유지하여야 한다(4).

대상FNF(주)의 증가집 김치가 보유한 기술(특허출원번호 : 10-2005-0135755)은 3~4종의 각기 다른 종균을 사용하여 기능성 김치제조(‘헬리코 파이를

표 1. 김치발효의 미생물 천이변화와 김치맛의 변화

김치 숙성과정	담금직후 김치	→	적숙 김치	→	과숙 김치	→	산패 김치
우점미생물	Achromobacter Bacillus	→	Hetero type 유산균	→	Homo type 유산균	→	산막효모
김치맛	양념맛, 쓴맛(?)	→	특쓰는 맛, 적당히 신맛	→	신맛 강함 특쓰는 맛 ×	→	군덕내, 연부현상
천이조절기술 도입시	유지(4개월 이상)						

김치종균을 사용한 김치 미생물 천이조절 기술을 도입하면 특쓰는 맛과 더불어 적당히 신맛을 주는 ‘적숙김치’ 상태를 오래 유지 할 수 있도록 할 수 있다. 즉, 적숙김치 상태때 우점미생물인 heterofermentative type 유산균의 우점기간을 연장하도록 ‘우량종균화 기술’을 도입하여 발효조절, 품질균일화 및 품질개선을 꾀하고자 한다. 이와 같은 김치산

리 및 유해미생물 증식 억제 김치’, ‘어린이 김치’ 등)를 제조하고 시판하고 있다(9).

나) 김치발효 천이조절 기술 및 제품

국내 및 국외를 막론하고 김치내 발효미생물 천이를 조절할 수 있는 김치제조기술을 완벽히 보유하고 있는 산업체는 전무하나, 김치발효시 종균을

첨가하면 확실히 김치맛이 더 좋아진다는 사실은 업계에서는 인지하고 있는 사항으로 현재 종균사용 또는 사용을 위한 연구단계인 김치산업체는 대상 FNF(주), CJ(주), (주)풀무원으로 국내 3대 김치산업체는 모두 김치 종균 관련 연구 및 상품화에 돌입하고 있다. 또한 대상FNF(주)의 증가집김치 중 유산균 강화 ‘어린이김치’와 ‘항헬리코박터 유산균강화 김치’는 암웨이를 통해서만 판매되고 있다. 그러므로 천이조절에 의한 ‘종균김치’는 시장의 발전단계를 ‘도입단계’로 보아야 할 것이다.

다. 김치종균의 요건

앞서 서술한 바와 같이 김치의 장기저장 및 일정한 품질 유지를 위하여 김치발효에 종균도입기술이 필요하다. 그러나 이때 김치에서 분리된 유산균을 무조건 접종한다하여 김치내 여러 균주들의 생육을 제어하고 접종된 균주가 종균으로 김치내 자리매길 수는 없다. 비살균 개방형 발효체계인 김치내에서 사용된 종균이 종균으로써 기능을 발휘하려면, 다음과 같은 요건이 요구된다. 즉, 김치종균의 요건은 첫째, 천이조절을 위한 항균물질생산 둘째, 항균물질생산 유도능 셋째, 맛있는 발효 향미 부여, 넷째 기타 인체에 유익한 기능성, 다섯째 산업적 내구성 등이 요구된다. 위와 같은 요건을 모두 만족한 종균

만이 김치 발효와 저장기간동안 김치내 우점을 오랜기간 유지 가능하다.

본 연구에서는 김치 유산균 중 젖산 발효형태에 따라 이형발효젖산균(heterofermentative lactic acid bacteria)과 조건부이형발효젖산균(facultative homofermentative lactic acid bacteria) 총 5종을 김치로부터 분리하고 그 특징을 표2에 정리하였다.

표2에서 요약된 바와 같이 5종의 유산균의 특징은 앞서 제시한 종균의 필수요건을 충족한 경우와 그렇지 못한 경우가 나열되어 있다. 이 균주들은 각각 single starter로 김치발효종균으로 김치에 적용시켰다. 김치 적용방법은 Chang의 방법(10)에 따라 시행하였다. 이와 같이 위 5종의 김치종균을 김치종균으로 사용하여 -1℃에서 120일간 저장한 후 이때 산도와 종 균점유율 그리고 기호도를 조사하였을때, 표3의 결과와 같이 heterofermentative type의 유산균인 GR1, C2, GJ22 중 박테리오신 활성은 있지만 박테리오신 유도능이 없는 C2는 불과 56일 저장만에 종균점유율이 5.1%로 떨어졌지만 박테리오신 유도능이 있는 GR1과 GJ22는 저장 120일에도 종균점유율 78.6% ~ 87.0%의 높은 점유율을 나타내고 산도는 0.8% 부근으로 종균비첨가 대조구 김치가 같은 기간내 산도 1.18%를 나타냈다는 현격한 차이를 나타냄을 알 수 있었다.

표 2. 미생물 천이조절 균주의 특징

Coccus-type LAB	젖산발효유형	Mannitol 생성능	항균활성	항균활성 유도능
GR1	이형발효젖산균	◎	○	◎
C2		◎	○	-
GJ22		○	○	◎
Rod-type LAB	젖산발효유형	Mannitol 생성능	항균활성	항균활성 유도능
YY1	조건부	-	○	-
SC1	이형발효젖산균	-	○	-

GR1 = *Leuconostoc citreum* GR1; GJ22 = *Leuconostoc kimchi* GJ2; SC1 = *Lactobacillus sakei* SC1; C2 = *Leuconostoc citreum* C2; YY1 = *Lactobacillus sakei* YY1;

반면 김치발효 천이 변화에서 heterofermentative 유산균 다음단계의 김치 유산균인 facultative homofermentative type의 유산균 YY1과 SC1은 김치 천이 단계의 마지막단계의 유산균인 사유로 이들 미생물이 단기에 우점을 이룬후 저장기간이 120일에 경과 하여도 여전히 높은 우점율(97% ~ 99%)를 유지 함을 알 수 있었다. 또한 homo type의 유산균이라 할지라도 산생성능이 각기 다르기 때문에 본 개발균주처럼 산생성능이 높지 않은 균주를 종균으로 활용시 산도는 hetero type 유산균을 종균으로 사

용시 보다는 높지만 비종균김치보다는 낮은 산도를 같은 발효저장기간내 나타냄을 알 수 있었다. 이때의 기호도를 5점 만점으로 표기하였을때, hetero type이 homo type보다 전반적으로 기호도가 높았으며 같은 hetero type중에서도 시원한 단맛을 주는 mannitol을 생산하는 GR1 종균이 그렇지 못한 GJ22를 종균으로 사용한 김치보다 더 높은 기호도를 나타내었다. 5종의 종균을 각각 사용한 종균김치가 종균을 사용하지 않은 대조구 김치보다 유의적으로 더 높은 기호도를 나타내었다. 그리고 이때 각 종균

표 3. 다양한 종균을 이용한 종균김치의 발효특성

종균		-1℃, 120일 저장		기호도(평균점수)
		산도	종균점유율	
single starter	GR1	0.84	78.6	4.45
	C2 ¹⁾	0.94	5.1	3.20
	GJ22	0.81	87.0	3.50
	YY1	0.97	97.0	3.60
	SC1	0.92	99.2	3.20
종균비첨가구		1.18	-	2.20

*5점 만점법

¹⁾ -1℃, 56일 저장 김치

표 4. 천이조절 미생물의 발효능에 따른 김치맛의 다양화

특성	GR1김치	GJ22김치	C2김치
저장기간(-1℃)	120일	120일	56일
김치 산도(%)	0.84	0.81	0.94
종균점유율(%)	78.6	87.0	5.1
관능적 특성	시원한 청량감이 있으며 부드러운 특유의 단맛이 강함.	시원한 청량감이 있고 단맛 있으나 GR1김치보다는 덜함. 뒷맛에 갓김치의 씹쓸한 맛 있음.	시원하고 청량감이 있으며 부드러운 특유의 단맛이 나며 샐러드와 같이 상큼한 김치맛이 남.
특성	YY1김치	SC1김치	
저장기간(-1℃)	120일	120일	
김치 산도(%)	0.97	0.92	
종균점유율(%)	96.9	99.2	
관능적 특성	시원한 청량감이 있으며 열무김치와 같이 깔끔한 맛 있음	시원한 청량감이 있으며 부드러운 특유의 단맛 강하고 깊은 발효취와 맛 있음.	

을 사용한 김치는 같은 김치 원·부재료를 사용하였고 종균만을 달리하였지만 발효 숙성후 사용종균에 다른 독특한 발효취를 나타내어, blind test를 통하여 10인 이상의 관능요원이 사용종균에 따른 각각의 김치를 구분할 수 있었다. 각각 사용종균에 따른 김치맛의 다양성은 표 4에 표기하였다.

라. 시제품 생산과 소비자 기호도 조사

사용된 5종의 김치유산균 중 기호도 평가에서 가장 높은 점수를 얻은 GR1을 적용한 종균김치를 김

치공장라인에서 100 kg 이상으로 시제품을 생산하였다. 적용대상은 김치중소기업인 H사와 D사를 대상으로 하였다. 각각의 김치업체 김치생산라인에서 종균 김치 제조 후 김치 발효, 저장 14일이 경과된 김치시제품에 대하여 일반소비자(주부) 264명을 대상으로 관능평가를 시행하였다. 제조된 시제품의 관능평가에서 양사의 종균김치 모두 5점(매우우수) 만점에 4.0(우수)을 넘는 높은 기호도를 나타내었다 (표 5).

표 5. 시제품김치 관능평가

평가항목*	H사-GR1 김치	D사-GR1 김치
색	3.89±0.83*	3.76±0.84
윤기	3.90±0.83	3.87±0.72
푹맛/푹내	3.98±0.91	3.89±0.86
시원한맛/상쾌한맛	4.09±0.80	4.00±0.71
군덕내	4.24±0.84	4.24±0.75
아삭함	4.35±0.71	4.30±0.66
쓴맛	4.10±0.94	4.22±0.80
전반적인 기호도	4.07±0.73	4.01±0.66

그림 1. 김치시장 현황



표 6. 관능평가 대상자들의 일반적 특성

항목	H사-GR1 김치	D사-GR1 김치
연령대	<ul style="list-style-type: none"> • 20~30대: 13.1% • 40~50대: 53.3% • 60대 이상: 23.6% 	<ul style="list-style-type: none"> • 20~30대: 21.9% • 40~50대: 47.4% • 60대 이상: 30.7%
성별	<ul style="list-style-type: none"> • 여자: 94.9% • 남자: 5.1% 	<ul style="list-style-type: none"> • 여자: 100% • 남자: 0%
구매시 고려사항	<ul style="list-style-type: none"> • 브랜드: 8.8% • 가격: 6.1% • 품질: 85.1% 	<ul style="list-style-type: none"> • 브랜드: 5.6% • 가격: 10.1% • 품질: 84.3%
종균김치 구입여부	<ul style="list-style-type: none"> • 일반김치: 7.3% • 종균김치: 92.7% 	<ul style="list-style-type: none"> • 일반김치: 6.1% • 종균김치: 93.9%
종균김치의 가격	<ul style="list-style-type: none"> • 동일가격: 44.4% • 10%비싼 가격: 41.6% • 15%비싼 가격: 10.7% • 20%비싼 가격: 3.3% 	<ul style="list-style-type: none"> • 동일가격: 41.2% • 10%비싼 가격: 49.1% • 15%비싼 가격: 6.1% • 20%비싼 가격: 3.6%

관능평가 대상자들의 특성은 표 6와 같으며, 대부분의 소비자들이 김치 구매시 품질이 가장 중요한 고려사항이라 생각했으며 종균김치 구매여부에 관한 응답에서 90%이상이 종균김치를 구매하고 싶다고 응답하였다. 이는 최근 유산균의 건강기능성이 널리 알려지면서 종균김치는 살아있는 우수한 유산균이 주종을 이루므로 일반김치보다 더 건강에 유익할 것이라는 기대감에서 비롯된 결과로 유추된다. 또한 종균김치의 가격에 대한 소비자 의견은 약 57%이상이 일반김치보다 10% 비싼가격이면 구매 의사가 있다고 응답하였다.

성하고 있음을 알 수 있다. 표 6에서 제시된 바와 같이 소비자의 종균적용 김치에 대한 가격 기대치는 일반김치보다 약 10% 정도 비싼 가격대이나, 실제 시장가는 55% 차이가 남을 알 수 있다. 이와 같은 소비자의 기대치에 근접된 종균적용 김치의 시장가를 형성하려면 우량한 종균개발과 더불어 종균을 생산하는 보다 저렴한 종균 배지 개발과 종균 배양 기술개발이 동시에 요구된다. 즉 품질이 우수하면서도 가격이 적당한 종균적용 김치개발을 위해서는 그림 2와 같이 김치는 맛있게 하고, 발효에 의해 품질을 일정하게 하며, 김치저장기간을 연장할 수

그림 2. 소비자가 바라는 종균김치



III. 결 론

김치시장 현황과 종균적용 김치의 발전방향

현재 국내 김치시장의 현황을 살펴보면 그림 1과 같다. 즉 일반김치의 평균가격은 kg당 5,290원임에 반해 종균적용 김치는 평균가격이 kg당 약 8,176원으로 일반김치에 비해 약 55%이상 비싼가격대를 형

있는 우량한 김치 유산균 개발과 더불어 기존의 유산균 생산 배지보다 1/10 이상 저렴한 김치 유산균 배지 개발이 동시에 이루어져야 한다.

IV. 참 고 문 헌

1. 농림부 농림기술개발사업 최종 연구보고서.

2005. 미생물 대사공학을 이용한 첨단김치의 제조기술 개발
2. 세계김치연구소. 2014 제4회 김치산업 발전 심포지엄
 3. So, M.H., Y.B. Kim. Identification of psychrotrophic lactic acid bacteria isolated from Kimchi. Korean J. Food Sci. Technol. 27(4): 495-505 (1995)
 4. Lee, C.W., Ko, C.Y. and D.M. Ha. Microfloral of the lactic acid bacteria during Kimchi fermentation and identification of the isolates. Korean J.Appl. Microbiol. Biotechnol. 20(10): 102-109 (1992)
 5. Chang J.Y., Y.R. Choi, H.C. Chang. Change in the microbial profiles of commercial kimchi during fermentation. Korean J. Food Preserv., 18(5): 786-794 (2011)
 6. Park E.J., H.W. Chang, K.H. Kim, Y.D. Nam, S.W. Roh, J.W. Bae. Application of quantitative real-time PCR for enumeration of total bacterial, archaeal, and yeast populations in Kimchi. J. Microbiol., 47:682-685 (2009)
 7. Kim M.J., J.S. Chun. Bacterial community structure in kimchi, a Korean fermented vegetable food, as revealed by 16S rRNA gene analysis. Int. J. Food Microbiol., 103:91-96 (2005)
 8. Hung Le-Dinh, K.H. Kyung. Inhibition of yeast film formation in fermented vegetables by materials derived from garlic using cucumber pickle fermentation as a model system. Food Sci. Biotechnol., 15(3):469-473 (2006)
 9. 농림부 고부가가치식품기술개발사업 최종 연구보고서. 2013. 김치 발효조절 및 품질균일화를 위한 미생물 천이 조절 기술 개발
 10. Chang J.Y., H.C. Chang. Improvements in the quality and shelf life of kimchi by fermentation with the induced bacteriocin-producing strain, *Leuconostoc citreum* GJ7 as a starter. J. Food sci., 75:103-110 (2010)