

[김치환]
Cyclodextrin을 이용한 김치환의 제조

† 안 용 근 · 이 경 행*

충청대학 보건영양학부, *청주과학대학 김치과학과

[Kimchi Pill]

Preparation of a Kimchi Pill Using Cyclodextrin

† Yong-Geun Ann and Kyung-Haeng Lee*

Dept. of Food and Nutrition, Chungcheong College

*Dept. of Pickled Food Science, Cheongju National College of Science & Technology

Abstract

In room temperature, Kimchi becomes acidified and a little decayed, scenting a bad smell, and it couldn't be well kept. But if it should be made into a pill, it could be preserved for a long time for marketing, with nutrition highly concentrated as well as with no scent. Therefore, making Kimchi into a pill needs drying. When dried Kimchi, lactic acid and fragrant ingredient will vanish along with volatilization. The cyclodextrin(CD) as a stabilizer shows that the protecting rate of volatility of lactic acid in Kimchi is higher before than that of after fermentation, and it is higher at the addition 2 % than of 1 % in case of Kimchi with CD. But it doesn't give much effect on total sugar, reducing sugar, protein and amino acid. Evaporation rate of lactic acid is the least in freeze dry, and natural dry, heat dry come next, respectively. In heat dry, if dried at more than 60°C for a long time, Kimchi exudes boiling and scorched scent, causing bitter taste. The result of HPLC with superose 12 column at 280nm and 210nm shows that place and amount of main peak is almost the same, but the distribution of other peaks are different, with the revelation of various peaks like peptide and amino acid. The Kimchi pill made by the addition of 1 % CD shows that concentration is eight times higher than general Kimchi, total sugar is 14.4 %, reducing sugar is 8.8 %, protein is 4.8 %, amino acid is 2.4%, and other contents are 74.4 %, acidity is 32.8, and pH is 3.5 each. The result of letting 20 people with obesity, 20 patients with constipation have 30 pills(total weight 30g) three times a day for 60 days reveals they lost 2.29% in weight on the average, and 7 among 20 were all relieved in constipation, and 8 responded that they experienced its efficacy.

Key words: Kimchi, Kimchi pill, cyclodextrin, Kimchi drying, praperation of a Kimchi pill

서 론

김치는 유산균이 탄소원인 당을 유산으로 변화시켜서 신맛을 내는데 시간이 지나면 너무 시어지고,

본 연구는 2004년 산업자원부 산학협력중심대학 기술개발과제로 수행되었음.

† Corresponding Author : Yong-Geun Ann, Dept. of Food and Nutrition, Chungcheong College, Gangnae, Cheongwon, Chungbuk 363-890, Korea.

Tel : +82-43-230-2193, Fax : +82-43-230-2196, E-mail : annygn@hanmail.net

물러져서 장기 저장 및 유통과 수출에 장애가 되고 있다. 그래서 열처리법, 산미료 첨가에 의한 pH 조절법, 칼슘 처리법, 당분 제거법, 소금 제거법, 스타터 첨가법, 효소 활성 저해법, 보존료(방부제) 첨가법, 화학물질 첨가법, 천연물질 첨가법, 저온 보존법, 고압처리법, 냉동법, 방사선 조사법, 건조법 등^{1,2)}이 해결방법으로 제시되어 있으나 실제 적용할 수 있는 방법은 많지 않다.

천연물 첨가법은 간단하고, 위생문제가 크지 않아서 그 중 많이 사용되는데, 계피³⁾, 산초⁴⁾, 자초 등의 약용식물, 호프, 고추냉이, 겨자^{5,8)}, 자몽^{6,7)} 생강, 고추, 육두구, 신나몬 등의 향신료, 솔잎, 참취, 갯, 녹차 등의 과일 채소와 추출물인 안식향산, 카프린, 마그놀롤, 계피산, 몰식자산, 탄닌, 카페인산, 프로피온산, 에탄올 등의 발효생성물, 초산, 호박산, 젖산 등의 유기산, 펙틴분해물, 천연올리고당, 키토산 등의 다당류 및 가수분해물, 단백질 및 펩티드, 달걀 껍질과 조개 껍질 등의 칼슘제제, 중화제 및 완충액 등이 사용된다²⁾. 칼슘은 채소의 연부를 방지한다고 하여 김치 담글 때 달걀 껍질을 넣는 등 오래 전부터 많이 사용되어 왔다.

천연 및 합성 첨가물을 사용하는 방법으로는 항균 작용을 하는 글리신을 첨가하고, 숙성 중에 수산화칼슘, 수산화나트륨, 중조, 탄산나트륨, 탄산칼슘 등을 첨가하여 산을 중화시키면서 당을 소모시키는 방법⁹⁾, 화학물질인 무기염, 보존료(방부제), 완충액을 첨가하고, 순간 열처리하여 미생물과 효소를 불활성화 시키는 방법¹⁰⁾, 칼슘 강화 방법¹¹⁾, 열과 염화칼슘으로 처리하는 방법¹²⁾, 유산나트륨, 수용성 칼슘을 첨가하는 방법¹³⁾, 목초액을 첨가하는 방법¹⁴⁾, 포도당, 생강분말, 구연산, L-MSG, 5'-이노신산나트륨, 5'-구아닐산나트륨, 호박산나트륨을 첨가하는 방법^{15,16)}, 글루코노델타락톤 첨가법¹⁷⁾, 홍어 사용법¹⁸⁾ 등이 있다.

미생물학적 방법은 항균성 균주인 *Streptococcus faecalis*와 화학물질인 산완충액을 첨가하는 방법¹⁹⁾, 박테리오 생산 유산균을 첨가하는 방법²⁰⁾, *Bacillus subtilis* MJM 균주를 첨가하는 방법²¹⁾ 등이 있는데 미생물 또는 미생물이 분비하는 물질의 유산균 억제력을 이용하는 방법이지만 미생물에 대한 전문적인 지식과 설비, 인력 때문에 비경제적이다.

통조림, 레토르트 파우치법²²⁾, 방사선 살균법²³⁾은 가열에 의한 김치의 풍미 변화 및 방사선 조사에 의한 변질 대책과 안정성이 먼저 입증되어야 할 것이다.

건조법은 김치를 건조한 다음 사용시에 물에 불려서 복원하는 방법²⁴⁾, 열풍 건조, 냉풍 건조, 자연 건조법²⁵⁾이 있는데 김치를 동결 건조한 다음 필요할 때 물에 넣어 생상태로 복원하여 사용한다. 저장성과 간편성 및

이동성은 뛰어나지만 건조시 유산과 향기 성분과 탄산가스가 증발되어 신선한 맛은 없고 생산비가 높아서 실용화되기 어렵고 라면 등의 수프용으로 사용된다.

기타 동결 건조하여 분말김치로 만드는 방법²⁶⁾은 주로 라면 수프용 제조에 사용하며, 김치 잎을 건조하여 분말로 한 것과 김치 국물만 분말로 한 것이 있다.

상기 방법들은 신선미와 조직감이 떨어지고, 생산비가 증가하거나, 첨가물이 해롭거나, 공정이 복잡하거나 생산비가 증가하여 실용화되지 못하고 있다. 김치는 천연상태로 발효시키는 것이 가장 맛있으므로 가정이나 공장에서는 보존이나 숙성에 냉장고를 사용하며 이를 위해 김치 전용 냉장이 개발되었다. 그러나 냉장은 비싸고, 이동시킬 수 없고, 면적을 많이 차지하고, 전기가 필요하며, 냉장고 내에서도 오래 지나면 역시 산패와 연부가 일어난다.

이상과 같이 김치의 과숙을 방지하고 저장기간을 늘이는 방법은 많으나 신선도와 맛, 안전성에 이상이 있거나, 경제성이 없는 것이 많다. 김치의 장기 저장에는 보존제가 효과적이긴 하지만 과다 사용하거나 장기간 사용하면 유해하여 소비자들의 기호성을 저하시킬 수 있다. 방사선 조사, 열처리, 천연 및 화학물질 첨가법도 신선한 맛과 조직감의 저하, 경제성 때문에 실용화되지 못하고 있다. 그러므로 신선한 맛과 향, 조직감을 유지하면서 장기적으로 안전하게 저장할 수 있는 경제적 방법이 필요하다. 이 목적에 가장 적합한 것은 김치를 건조하여 환이나 캡슐, 입제 등으로 만드는 방법이다. 그러나 김치를 건조하면 함유된 향기 성분과 유산이 증발되어 손실되므로 방지 방법을 먼저 세워야 한다.

본 연구는 김치의 냄새 성분이나 유기산 등의 휘발성 물질의 안정화 및 향기와 풍미를 보존하기 위하여 김치에 시클로덱스트린을 가한 다음 김치환을 제조하여 분석한 결과이다.

실험 재료 및 방법

1. 김치 제조

김치는 배추 1,000kg에 대하여 무 10kg, 마늘 16kg, 고춧가루 30kg, 파 20kg, 젓갈 22kg, 생강 5kg, 배 5kg, 당근 5kg, 부추 5kg의 원료를 사용하였다. 배추를 4쪽으로 분할하여 10% 소금물에 담가 절인 다음, 소금 농도 0.5% 정도가 되도록 물에 우려서 건져내어 양념과 버무려서 20℃에서 10일간 발효시켰다.

2. 김치환 제조

발효시킨 김치를 가로 1cm, 세로 1cm로 잘라서 절

단한 김치 100kg당 cyclodextrin 1kg을 가하여 동결건조기로 건조하여 분쇄기로 분쇄하였다. 시클로덱스트린은 (주)미원의 Cydex(CD, 15kg 포장단위)를 사용하였다. 동결건조는 충북 진천군 덕산면에 소재한 (주)천수용의 2m³ 동결 건조 설비를 사용하여 진공펌프(3HP)로 10⁻³ torr의 압력에서 20시간 처리하여 진공포장하였다. 그 후, 건조김치를 분쇄하여 1% 밀가루 풀을 가하여 반죽기로 반죽하고, 판 압출기로 판으로 만든 것을 가닥 압출기로 가닥으로 만들었다. 그리고, 환제조기로 가닥을 절단하여 믹서로 둥글게 환으로 성형하고, 건조기로 건조하였다. 공정도는 Fig. 1과 같다.

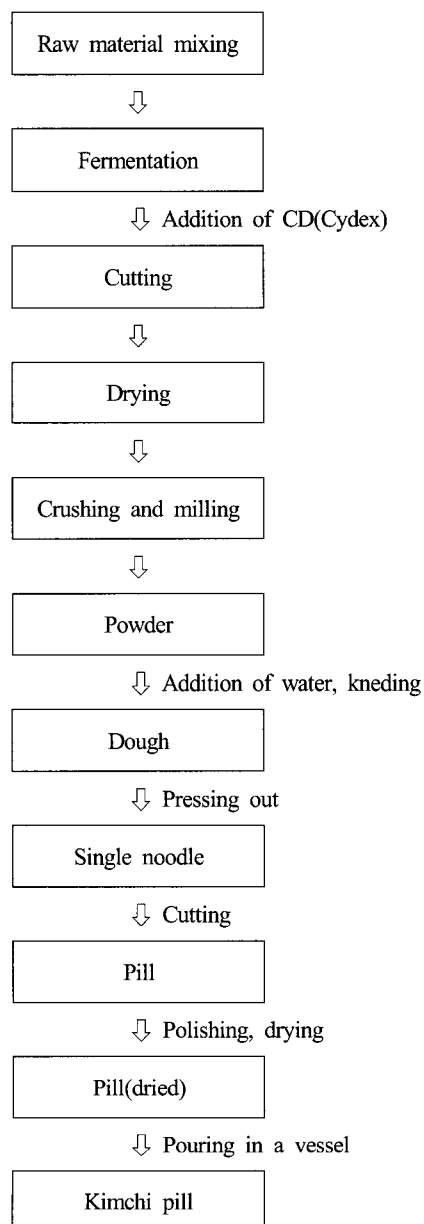


Fig. 1. Preparation of Kimchi pill.

3. 시료의 제조

마개에 손잡이 달린 1.5리터 짜리 플라스틱 용기에 김치를 1.2kg 넣어서 발효시켰다. 김치는 시클로덱스트린을 넣지 않은 것, 시클로덱스트린을 1% 가한 것, 2% 가한 것을 두 개씩 만들어서 하나는 그대로, 하나는 동결건조하였다. 동결건조한 것은 없어진 양만큼의 물을 가하여 냉장고에서 24시간 흡습시켜서 총량 1.2kg으로 복원하였다. 시료는 녹즙기로 착즙하여 원심분리기(5KR, 한일)로 4,000 rpm에서 20분간 원심분리하고 상징액을 사용하여 분석하였다.

김치환은 150 g에 물을 가하여 1.2kg으로 복원하였다. 이것을 4℃에서 24시간 흡습시킨 다음 교반기 (scroller, Iuchi사)로 1,000 rpm에서 2시간 교반하여 원심분리하였다.

4. 굴절계에 의한 당 정량

당도계(N-1E, Atago)로 측정하였다.

5. pH 및 산도

pH는 Beckman 34 pH 미터로 측정하고, 산도는 식품공전²⁷⁾에 따라 시료액 10 mL를 증류수에 가해 100 mL로 만들고, pH 미터를 사용하여 0.1N NaOH 용액으로 pH가 7.0이 될 때까지 적정한 NaOH의 mL로 환산하였다.

6. 환원당 정량

Somogy-Nelson법²⁸⁾을 사용하였다. 즉, 시료액 1.0 mL에 Somogyi-Nelson 시약 A 용액 1 mL를 가하여 100℃에서 10분간 가열한 다음 B 용액 1 mL를 가하고 물 20 mL를 가하여 분광 광도계(UV-1601 Shimadzu사)로 500 nm에서 글루코오스를 표준으로 비색정량하였다.

7. 총당 정량

Phenol-Sulfuric acid법²⁹⁾을 사용하였다. 시료액 1 mL에 5% 페놀 1 mL를 가하고 황산 5 mL를 가하여 발색시킨 다음 490 nm에서 글루코오스를 표준물질로 분광 광도계(UV-1601, Shimadzu사)로 비색정량하였다.

8. 단백질 정량

착즙 시료를 20배 희석하여 분광광도계(UV-1601, Shimadzu)로 280 nm에서의 흡광도를 측정하였다³⁰⁾.

9. 아미노산 정량

Ninhydrin법에 따라 시료를 200배 희석하여 0.2 M citrate 완충액(pH 5.0)과 닌히드린 시약을 가하고 100℃

에서 15분간 가열한 다음 60% 에탄올을 가하여 490 nm에서 글리신을 표준물질로 분광광도계(UV1601, Shimadzu)로 흡광도를 분석하였다³⁰⁾.

10. 흡광도 측정

분석용 시료로 제조한 김치를 10배로 희석하여 분광광도계(UV-1601, Shimadzu)로 흡광도 분포를 분석하였다.

11. HPLC

Shimadzu사 HPLC (LC-10AD 펌프, SPD-10A 분광광도 검출기, 크로마토팩 C-R5A)를 사용하여 이동상은 증류수, 고정상은 Superose 12(1.0×30cm), 유속 1.0 mL/min로 280 nm 및 210 nm에서 검출하였다. 시료는 원심분리기(Micro 17TR, 한일)로 15,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 상정액을 사용하였다.

12. 다이어트 작용 및 변비 치료 작용

비만인 사람 20명에게 식사하기 30분 전에 김치환 10 g씩 하루 세 끼 총중량 30g을 섭취시켜서 60일 뒤에 몸무게를 조사하였다. 변비는 변비환자 20명에게 하루 식사하기 30분 전에 김치환 10 g씩을 하루 세끼 섭취시켜서 60일후 변비 효과를 설문조사하였다.

13. 관능평가

5명의 숙련된 사람에게 김치의 짠맛, 매운맛, 신맛 나쁜 맛을 보게 하여 전혀 안 남 1(no), 약함 2(weak), 중간 3(medial), 강함 4(strong)로 평가시켜서 평균하여

표시하였다. 색도 마찬가지로 좋은 색은 1(good), 중간은 2(medial), 검은 색은 3(black)으로 평가하여 평균값으로 하였고, 냄새도 좋은 냄새는 1(good), 중간은 2(medial), 나쁜 냄새는 3(bad smel)으로 평가하여 평균값으로 하였다.

결론

1. 시클로덱스트린 첨가에 의한 산의 휘발 방지

김치를 환으로 만들려면 두 번 건조해야 하는데, 건조시 유기산과 저분자 휘발성 물질이 증발되므로 유기산이나 휘발성 물질의 휘발 방지를 위하여 시클로덱스트린을 가하였다.

pH는 Table 1과 같이 시클로덱스트린의 첨가 여부와 크게 관계없이 발효후 4.13에서 4.17 범위를 나타냈다. 김치는 시어서 먹기 힘든 상태지만 건조시 유산이 날아갈 것을 고려하여 과발효시켰기 때문이다.

시클로덱스트린을 가하지 않은 것은 발효 후 pH 4.17, 산도 10.5였으나 동결 건조한 것은 유산이 휘발되어 pH 4.35, 산도 5.3(50% 잔류)을 나타냈다. 발효 후 시클로덱스트린을 1% 가한 것은 pH가 4.18, 산도 10.0이었으나 동결건조 후는 pH 4.38, 산도 6.5(65% 잔류)였다. 시클로덱스트린을 2% 가하여 발효시킨 것은 pH 4.13, 산도 10.0%, 동결건조한 것은 pH 4.28, 산도 7.5(75% 잔류)였다.

이 결과는 시클로덱스트린은 발효 후보다는 발효 전에 첨가하는 것이 효과적이고, 1%보다는 2% 첨가하는 것이 유산의 휘발을 방지하는 작용이 큰 것을 나타

Table 1. pH and acidity of Kimchi and its pill

Treatments	Contents	pH	Acidity (mL/0.1 N NaOH)
1.	Unfermented Kimchi	5.35	2.0
2.	Fermented Kimchi with no addition of CD	4.17	10.5
3.	Freeze dried Kimchi after fermentation with no addition of CD	4.35	5.3
4.	Fermented Kimchi with 2% addition of CD	4.13	10.0
5.	Freeze dried Kimchi after fermentation with 2% addition of CD	4.28	7.5
6.	Kimchi with 2% addition of CD after fermentation	4.16	10.0
7.	Freeze dried Kimchi with 2% addition after fermentation	4.30	7.0
8.	1% CD added Kimchi after fermentation	4.18	10.0
9.	Freeze dried Kimchi after fermentation in 1% CD	4.28	6.5
10.	Kimchi pill	4.35	4.1

낸다(Table 1).

시클로덱스트린 1%를 가한 김치(pH 4.18, 산도 10.0)를 분쇄하여 환으로 만들고 동결건조한 다음 pH와 산도를 분석한 결과 Table 2와 같이 동결건조하여 만든 김치환의 산도는 41% 남아서 가장 높았다. 그 다음 자연건조, 열풍건조 순이었다(Table 2).

2. 색상, 냄새 및 풍미 맛

2차 건조시 색상과 냄새는 동결건조 방법이 가장 좋고 그 다음 자연건조, 열풍건조 순이었다. 2차 건조는 분말에 물을 가해 건조하는 것이라 자연건조가 가능하지만 1차 건조에서는 김치의 수분 함량이 85%나 되므로 자연건조법을 사용할 수 없다. 공정상 동결건조가 가장 좋은 방법으로 나타났지만 생산비가 비싸다(Table 3).

환을 씹어서 먹는 경우는 없지만, 맛을 느끼기 위하여 씹어먹는 경우도 있다. 환을 물로 삼키는 경우는 짠맛, 매운맛, 신맛 모두 문제될 것이 없지만, 씹어서 삼키는 경우는 짠맛, 매운맛, 신맛 모두 매우 강하다. 이유는 짠맛을 나타내는 소금, 매운맛을 나타내는 고추, 마늘, 생강, 신맛을 나타내는 유산이 8배 농축되었기 때문이다.

열풍건조할 경우는 60℃ 이상에서는 온도가 높아질수록 삶거나 탄 김치의 냄새와 맛이 생기며, 80℃ 이상에서 건조하면 상품성이 없다(Table 3).

3. 당 함량

Table 2. pH and acidity of Kimchi pill treated with drying method

Drying method	pH	Acidity	Remaining acidity
Freeze drying	4.35	4.1	41.0%
Wind drying	4.40	3.9	39.0%
Heat drying	4.38	3.5	35.0%

당은 안전한 물질이므로 함량이 변할 가능성은 없으나, 시클로덱스트린은 유산균이 분비하는 amylase에 의하여 분해될 가능성이 있다. 물론 시클로덱스트린은 아밀라아제의 경쟁적 저해제이고, 김치에 존재하는 아밀라아제의 활성도 낮으므로 분해율은 높지 않은 것으로 예상된다³¹⁾.

굴절율에 의한 당도 측정시 김치 착즙액에 함유된 산, 소금, 아미노산 및 단백질 등도 영향을 미치지만 개략적인 당 함량은 알 수 있다. 굴절당도계로 분석한 결과 Table 4와 같이 시클로덱스트린을 가한 것은 가하지 않은 것보다 당함량이 높았다.

페놀-황산법으로 분석한 결과 발효시키지 않은 것의 총당은 29.4 mg/mL이었으나 발효시킨 것은 20.1 mg/mL이었다. 환원당은 18.3 mg/mL에서 19.7 mg/mL로 변하였는데 발효 후 총당은 대부분 환원당으로 구성되었다. 동결건조한 것은 당의 함량이 약간 감소하였다. 발효 후에 시클로덱스트린을 2% 가한 것은 환원당이 65%로 줄었는데 김치를 건조하고 물을 가하여 불렸을 때 건조하기 전 상태로 100% 녹지 않아서 측정되지 않은 양이 있기 때문으로 생각된다. 시클로덱스트린을 가한 양이 많을수록 총당 함량과 환원당 함량이 많은 것은 시클로덱스트린의 구성 성분이 포도당이기 때문이다. 총당 중에서 환원당이 차지하는 비율은 시클로덱스트린을 가하지 않은 것은 98%, 이것을 건조한 것은 96.8%, 시클로덱스트린을 2% 첨가하여 발효시킨 것은 84.7%, 이것을 건조한 것은 68.4%, 발효후 시클로덱스트린을 2% 첨가한 것은 81.3%, 이것을 건조한 것은 76.3%, 시클로덱스트린을 1% 가하여 발효시킨 것은 98.3%, 이것을 건조시킨 것은 89.5%이었고, 김치환은 58.6%이었다.

시클로덱스트린을 1% 가한 것의 총당은 29.8 mg/mL, 환원당은 29.3 mg/mL이었다. 이것을 건조한 것은 총당 24.7 mg/mL(82.9%), 환원당 22.1 mg/mL (75.4%), 그리고 이것을 환으로 만든 것은 총당 18.6 mg/mL(62.4%), 환원당 10.9 mg/mL(37.2%)이었다.

본 연구 결과, 건조와 환 제조에 따라 당 함량이 감

Table 3. Color, odor and flavor of Kimchi pill treated with drying method

Drying method	Swallowing with water				Chewing and eating				Color	Oder
	Salty taste	Hot taste	Sour taste	Bad taste	Salty taste	Hot taste	Sour taste	Bad smell		
Freeze drying	weak	weak	weak	non	strong	strong	strong	non	good	good
Wind drying	weak	weak	weak	non	strong	strong	strong	medial	medial	medial
Heat drying	weak	weak	weak	weak	strong	strong	strong	strong	black	bad smell

Table 4. Sugar contents of Kimchi and its pill

Treatments	Suger refractivity (RI)	Total sugar (mg/mL)	Reducing sugar (mg/mL)	Total sugar (%)
1. Unfermented Kimchi	9.3	29.4	18.3	62.2
2. Fermented Kimchi with no addition of CD	9.7	20.1	19.7	98.0
3. Freeze dried Kimchi after fermentation with no addition of CD	9.0	18.6	18.0	96.8
4. Fermented Kimchi with 2% addition of CD	10.5	37.3	31.6	84.7
5. Freeze dried Kimchi after fermentation with 2% addition of CD	10.0	33.2	22.7	68.4
6. Kimchi with 2% addition of CD after fermentation	11.5	43.3	35.2	81.3
7. Freeze dried Kimchi with 2% addition after fermentation	9.5	30.0	22.9	76.3
8. 1% CD added Kimchi after fermentation	10.4	29.8	29.3	98.3
9. Freeze dried Kimchi after fermentation in 1% CD	9.5	24.7	22.1	98.7
10. Kimchi pill	7.5	18.6	10.9	58.6

Table 5. Protein and amino acid contents of Kimchi and its pill

Treatments	Protein (%)	Amino acid (mg/g)
1. Unfermented Kimchi	3.9	8.6
2. Fermented Kimchi with no addition of CD	3.5	6.9
3. Freeze dried Kimchi after fermentation with no addition of CD	3.2	6.3
4. Fermented Kimchi with 2% addition of CD	3.4	7.3
5. Freeze dried Kimchi after fermentation with 2% addition of CD	3.3	6.2
6. Kimchi with 2% addition of CD after fermentation	3.4	7.3
7. Freeze dried Kimchi with 2% addition after fermentation	3.0	5.9
8. 1% CD added Kimchi after fermentation	3.7	7.7
9. Freeze dried Kimchi after fermentation in 1% CD	3.4	6.5
10. Kimchi pill	3.0	8.1

소하는 것은 동결, 가열, 건조 등의 조작으로 당이 다른 물질과 결합하거나 물에 녹기 힘들게 되어 가용성 부분만을 측정하는 분석에서 검출되지 않았기 때문으로 생각된다.

4. 단백질 및 아미노산 함량

단백질 함량은 1% 감마 글로불린 용액의 280 nm에서의 흡광도 14.0을 표준³²⁾으로 계산한 결과, 발효시키기 전의 김치는 3.9%, 발효시킨 후는 3.5%이었고, 나

머지는 3.0%에서 3.7% 범위를 나타냈다. 시클로덱스트린의 첨가 여부에 관계없이 건조하면 단백질 함량이 약간씩 감소하였다. 김치환을 60℃ 이상으로 열풍 건조하면 280 nm에서의 흡광도가 증가하는데, 열에 의해 자외흡광물질이 생기기 때문으로 생각된다. 동결건조한 다음 물을 가하여 착즙한 것의 단백질 함량은 김치의 89.5%에서 93.8% 범위였다.

닌히드린법으로 아미노산 함량을 정량한 결과는 아미노산의 분자량을 평균 100으로 하였을 때 김치환을

제외하고는 발효 후 시클로덱스트린 2%를 가한 결과 5.9 mg/g에서 시클로덱스트린을 1% 가한 결과 7.7 mg/g 사이로 나타났다. 이 경우도 동결 건조한 것은 동결 건조하지 않은 것의 80.3%에서 91.5% 사이로 감소하였다. 김치환의 단백질 함량은 3.0%, 아미노산 함량은 8.2 mg/g을 나타냈다. 김치를 60°C 이상으로 열풍건조하면 이보다 두 배의 값이 나타나는 데, 이중 결합을 가진 물질들이 생기기 때문으로 생각된다.

5. 분광광도 분석

김치환과 김치의 가시 영역 및 자외선 영역의 흡광도를 비교한 결과 Fig. 2와 같이 발효시키지 않은 것, 김치환, 김치 세 가지는 시클로덱스트린의 첨가 여부에 관계없이 큰 변화가 없었다. 서로 다른 피크가 있으면 다른 물질이 존재하는 것으로 볼 수 있으나 흡광도 상에는 적은 차이 밖에 없었다.

6. HPLC

분자량에 따라 물질을 분리하는 Superose 12 컬럼을 사용하여 김치 추출액을 280 nm에서 검출한 결과 Fig. 3과 같이 다양한 분포의 피크가 나타났다. 280 nm에서 흡광하는 물질들은 이중결합을 가지며, 단백질과 펩티드, 아미노산은 280 nm에서 검출되는 것으로 알려져 있으며, 피크는 발효시키지 않은 것, 나머지 무리

및 김치환 세 가지의 모습이 약간씩 다르다. 분자량 7만보다 앞선 피크들은 단백질로 볼 수 있고, 분자량 7만의 마커와 유산의 사이에 나타나는 물질들은 단백질과 펩티드로 볼 수 있다.³²⁾ 그러나, 그 이후에 나타나는 물질들은 여러 가지 성분으로 볼 수 있지만 김치에 사용된 젓갈에는 생선 단백질이 분해되면서 생긴 20여 가지의 아미노산과, 많은 펩티드가 있고, 그들 아미노산과 펩티드는 전하를 띠거나 소수성 작용, 수소 결합 등으로 컬럼에 다소간 흡착력을 가지기 때문에 분자량 위치보다 느리게 유출되는 것들이 많다. 예로서 펩톤으로 실험한 결과 45분까지 다양한 피크가 유출되었다.

210 nm에서 검출한 피크는 Fig. 4와 같이 발효시키지 않은 것, 나머지 무리 및 김치환이 서로 다르다. 여기서도 280 nm 검출 결과와 같이 유산 근처의 위치에서 가장 높은 피크를 나타내고, 이후는 비슷한 높이의 피크들이 널리 분포하고 있다.

Fig. 5는 280 nm와 210 nm의 피크를 비교한 것이다. 280 nm에서 시클로덱스트린을 첨가한 것(4)이나 첨가하지 않은 것(2)이나 피크 형태는 비슷하지만 발효시키지 않은 것(1)과 김치환 (10)과는 서로 다르다. 17분 정도에 유출되는 큰 피크는 210 nm와 280 nm모두 나타나며 다른 피크들의 위치와 모양은 다르다.

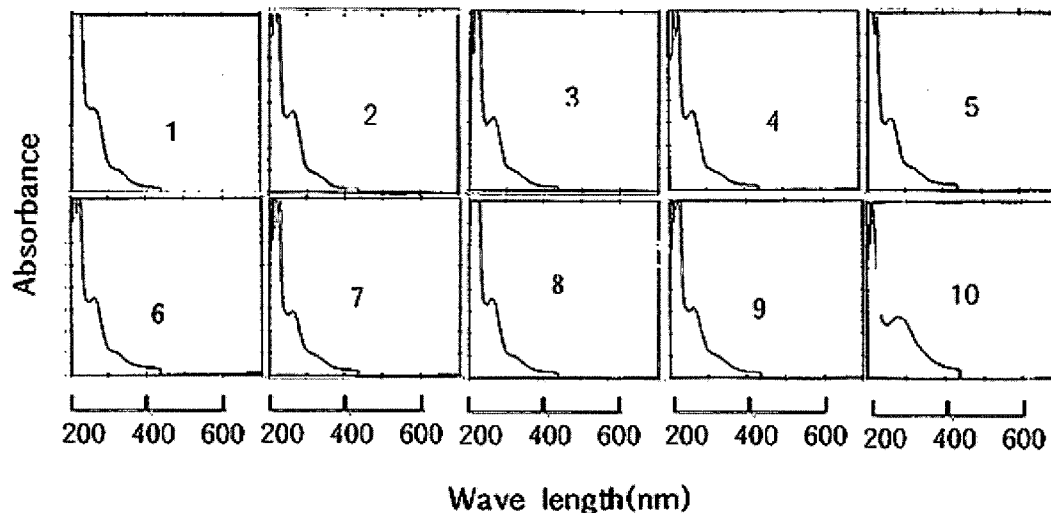


Fig. 2. Absorbance scanning of Kimchi pill and Kimchi extract.

1. Unfermented Kimchi, 2. Fermented Kimchi with no addition of CD, 3. Freeze dried Kimchi after fermentation with no addition of CD, 4. Fermented Kimchi with 2% addition of CD, 5. Freeze dried Kimchi after fermentation with 2% addition of CD, 6. Kimchi with 2% addition of CD after fermentation, 7. Freeze dried Kimchi with 2% addition after fermentation, 8. 1% CD added Kimchi after fermentation, 9. Freeze dried Kimchi after fermentation in 1% CD, 10. Kimchi pill.

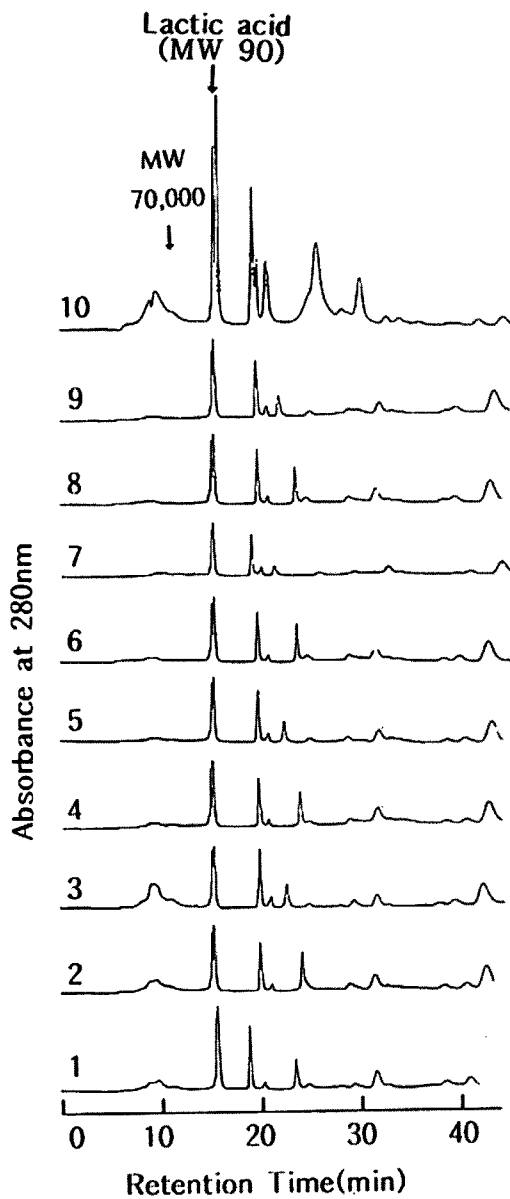


Fig. 3. HPLC of Kimchi pill and Kimchi extract at 280nm.

1. Unfermented Kimchi, 2. Fermented Kimchi with no addition of CD, 3. Freeze dried Kimchi after fermentation with no addition of CD, 4. Fermented Kimchi with 2% addition of CD, 5. Freeze dried Kimchi after fermentation with 2% addition of CD, 6. Kimchi with 2% addition of CD after fermentation, 7. Freeze dried Kimchi with 2% addition after fermentation, 8. 1% CD added Kimchi after fermentation, 9. Freeze dried Kimchi after fermentation in 1% CD, 10. Kimchi pill.

7. 김치환의 성분

시클로덱스트린을 1% 가하여 만든 김치환과 발효

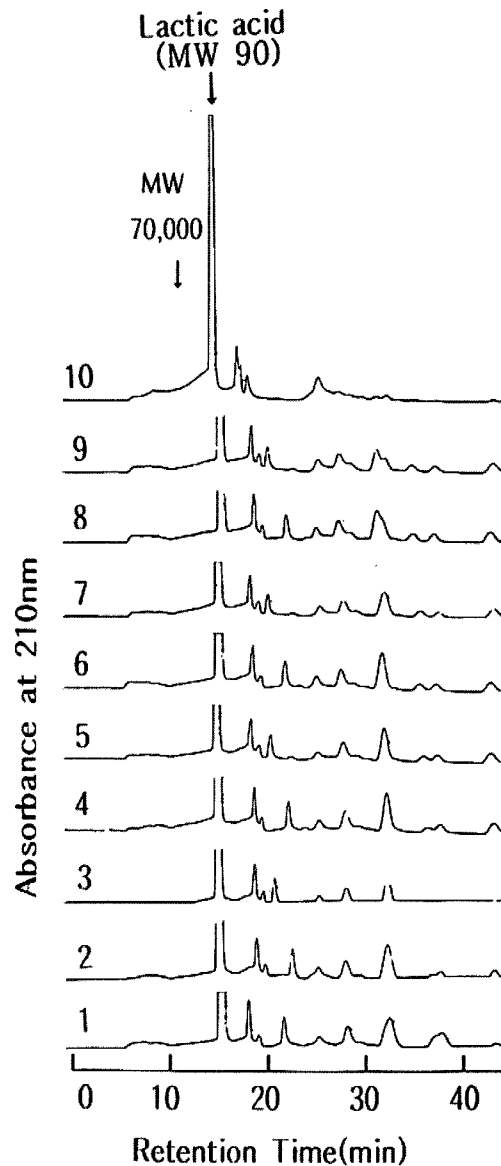


Fig. 4. HPLC of Kimchi pill and Kimchi extract at 210nm.

1. Unfermented Kimchi, 2. Fermented Kimchi with no addition of CD, 3. Freeze dried Kimchi after fermentation with no addition of CD, 4. Fermented Kimchi with 2% addition of CD, 5. Freeze dried Kimchi after fermentation with 2% addition of CD, 6. Kimchi with 2% addition of CD after fermentation, 7. Freeze dried Kimchi with 2% addition after fermentation, 8. 1% CD added Kimchi after fermentation, 9. Freeze dried Kimchi after fermentation in 1% CD, 10. Kimchi pill.

시켜서 건조하지 않은 김치의 성분을 비교분석한 결과는 Table 6과 같다. 김치환에는 총당 14.4%가 들어

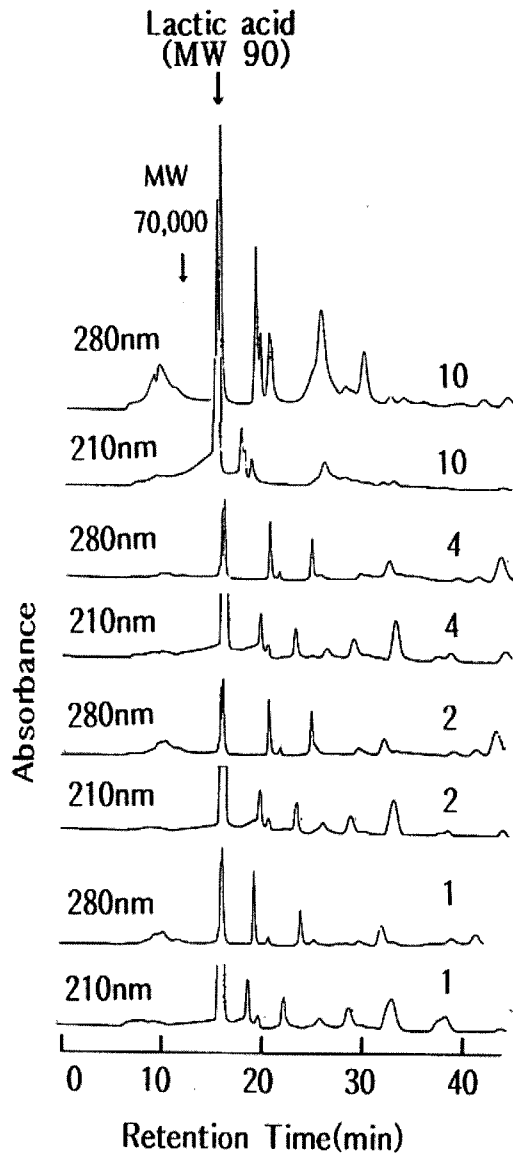


Fig. 5. HPLC of Kimchi pill and Kimchi extract at 280 nm and 210 nm.

1. Unfermented Kimchi, 2. Fermented Kimchi with no addition of CD, 4. Fermented Kimchi with 2% addition of CD, 10. Kimchi pill.

있고 총당의 59%인 8.8%가 환원당이고, 단백질은

4.8%, 아미노산은 2.4%이다. 산도는 32.8, pH는 3.5이다. 나머지 성분은 74.4%인데 섬유질 등이다. 반면, 김치는 수분이 84.4%로 가장 많고 나머지 성분은 김치환의 1/8 정도이다. 김치의 소금을 0.5%로 낮추었는데도 8배 농축되어 김치환에서는 4.0%가 되었다. 상기 결과에서 시클로덱스트린을 1% 첨가할 경우보다 2% 첨가할 경우 안정성이 높았으나 2%를 가하면 총당이 22.9%나 되고, 시클로덱스트린 구입비도 높아지므로 1% 정도가 합리적인 것으로 생각된다.

8. 김치환의 다이어트 효과

평균 몸무게 82.7kg인 남녀 20명에게 식사 30분 전에 김치환을 하루 세 번 60일 동안 섭취시켜서 몸무게의 변화를 조사한 결과 Table 7과 같이 80.9kg으로 1.9kg 저하되어서 평균 2.3% 감량되었다.

김치가 8배 농축된 상태의 김치환이 위와 장에 들어가면 흡수하므로 원래의 부피 가까이 증가하여 포만감을 주게 되므로 식사량을 줄여서 다이어트 작용을 할 수 있고, 섬유질과 고추도 다이어트 작용을 보조할 것으로 생각된다.

9. 김치환의 변비제거 효과

변비를 가진 남녀 20명에게 식사 전에 김치환을 하루 세 번 60일 동안 섭취시키면서 변비 해소 작용을 조사한 결과 Table 8과 같이 ‘변비가 모두 해소되었다(5)’ 7명, ‘효과가 있었다(4)’ 8명, ‘효과가 없었다(3)’ 3명, ‘악화되었다(2)’ 두 명으로 평균 4.0(효과가 있었다)을 나타냈다.

김치환이 변비 제거에 효과를 나타내는 것은 주성분인 섬유질이 변비해소 작용을 하고, 8배 농축된 김치가 위와 장에서 수분을 흡수하여 부피가 늘어서 적체된 변을 밀어내기 때문이다.

고 찰

김치가 해결해야 할 일은 산패 문제, 가스 팽창 문제, 냄새 문제 및 저염화 문제 등 매우 많은데 그 중 산패 문제는 환으로 만들면 해결할 수 있다.

Table 6. Contents of Kimchi pill

Kimchi	Total sugar (%)	Reducing sugar (%)	Protein (%)	Amino acid(%)	Salt (%)	Acidity (%)	pH	Other solid material (%)	Moisture (%)
Kimchi pill	14.4	8.8	4.8	2.4	4.0	32.8	3.5	74.4	0.0
Kimchi	2.0	2.0	3.5	0.6	0.5	10.5	4.2	7.9	84.4

Table 7. Efficacy of Kimchi pill on obesity

No	Sex	Weight in the initiation (kg)	Weight after 60 days (kg)	Reduced weight amount (kg)
1	M	106.0	102.3	3.7
2	F	80.8	78.0	2.8
3	M	96.4	95.0	1.4
4	F	68.7	67.7	1.0
5	M	95.0	95.3	+0.3
6	F	66.5	64.8	1.7
7	M	84.4	84.0	0.4
8	F	74.3	73.2	1.1
9	M	84.3	82.2	2.1
10	F	66.6	63.3	3.3
11	M	91.8	90.4	1.4
12	F	71.7	70.9	0.8
13	M	88.3	85.4	2.9
14	F	68.6	66.6	2.2
15	M	99.4	97.4	2.0
16	F	72.2	69.7	2.5
17	M	90.8	89.0	1.8
18	F	72.7	70.3	2.4
19	M	102.1	99.3	2.8
20	F	74.0	72.1	1.9
Total		1,654.8±82.7	1,616.9±80.8	37.9±1.9

김치를 환으로 만들려면 건조 과정에서 유산과 향기성분이 증발되어 유실되므로 방지하기 위하여 시클로텍스트린을 사용하였다. 시클로텍스트린은 포도당이 여러 개 결합하여 고리를 형성한 것인데 6개로 이루어진 알파형, 7개로 이루어진 베타형, 8개로 이루어진 감마형이 있다. 시클로텍스트린은 냄새 성분이나 유기산 등의 휘발성 물질이 휘발되는 것을 방지하고 안정화시켜서 향기와 맛을 보존하고, 산화와 광분해를 방지하고, 난용성 물질의 용해도를 증가시키는 것으로 알려져 있다. 그리고 풍미 연화, 조직 개선, 흡습 방지, 변색 방지, 나쁜 냄새와 맛 제거, 쓴맛 제거, 산화 방지, 백탁 방지, 계면활성 효과가 있어서 건조 식품의 건조기재로 많이 사용되어 왔다³³⁾.

본 연구에서는 김치환의 제조에 시클로텍스트린을

Table 8. Efficacy of Kimchi pill on constipation

No	Sex	Ascariasis rate
1	M	5
2	F	4
3	M	3
4	F	4
5	M	5
6	F	3
7	M	4
8	F	5
9	M	5
10	F	2
11	M	4
12	F	4
13	M	5
14	F	3
15	M	5
16	F	4
17	M	4
18	F	2
19	M	4
20	F	5
Total		80±4.0

* 1. It became very weak, 2. It became weak, 3. It has no efficacy, 4. It has efficacy, 5. Constipation was relieved completely.

가하여 김치향과 유산 등의 휘발 및 성분의 안정화를 도모하여 유산의 휘발을 감소시켰다. 이 제품은 상온에서의 장기보존과 냄새 제거 등으로 수출을 증가시킬 수 있고 간편성과 다이어트 효과 및 변비 제거 효과 등으로 건강 기능 식품으로서 뿐만 아니라, 고농축하여 국이나 반찬에 김치 풍미를 내는 양념으로도 사용할 수 있을 것이다.

김치는 익지 않은 것을 출고시켜서 유통과정에서 숙성시키고 있으나 온도와 보관용기에 따라 풍미 저하와 유통 중에 CO₂가 발생하여 밀봉 포장용기가 팽창하거나 터져서 상품성이 저하한다. 팽창문제를 해결하기 위하여서는 일정기압을 넘으면 수분은 배출하지 않고 공기만 배출하는 포장재에 대한 연구가 필요

할 것이다.

김치는 일본에 많이 수출하고 있는데 일본 사람들은 김치 냄새를 좋아하지 않아서 김치의 냄새를 없애기 위하여 알린 분해를 억제하여 냄새가 나지 않게 하는 방법³⁴⁾, 양파, 버섯, 당근 고추, MSG, 구연산 등을 사용하여 냄새나지 않게 하는 방법³⁵⁾을 개발하였으나 그런 물질이나 방법만으로 김치의 냄새를 모두 없앨 수는 없다.

소금은 위암과 고혈압, 신장병 등의 성인병 유발인자로 알려져서 소비자들은 소금 농도가 낮은 저염 김치와 다이어트 작용이 있는 식품을 선호한다. 일본에서는 김치를 다이어트 작용과 변비 해소 작용을 갖는 건강기능식품으로 생각하여 인기가 높다. 따라서 저염김치 제조법³⁶⁾, 녹차잎과 칩뿌리를 첨가한 다이어트 김치 제조법³⁷⁾ 등이 개발되었다.

본 연구 결과와 같이 김치를 타블렛, 캡슐, 입상, 각형 등으로 만들면 냄새가 나지 않고, 저염화시켜서 성인병을 예방할 수 있고, 상온에서 장기간 보존과 유통이 가능하고, 김치의 영양성분이 고농축될 수 있다. 김치환은 포장과 휴대가 간편하고, 변질되지 않고, 다이어트 작용과 변비 해소 작용이 생기고, 이산화탄소가 발생하지 않고, 채소가 다량 생산되어 값이 쌀 때 대량 가공 저장하였다가 연간 유통시킬 수 있으며, 김치 냄새나 김치 맛을 싫어하는 외국인의 기호도를 상승시켜서 대량 수출을 가능하게 할 수 있을 것이다.

요 약

김치는 상온에서 산패 및 연부되고 냄새가 강해져서 오래 보존할 수 없으나, 건조하여 환으로 만들면 변질되지 않고, 상온에서 장기간 저장 및 유통시킬 수 있고, 냄새를 줄이고 영양분을 고농축할 수 있다. 그러나 건조시 김치의 유산과 향기 성분이 휘발하여 없어진다. 그래서 cyclodextrin(CD)을 안정제로 사용하여 발효 후보다는 발효 전에, 1%보다는 2% 첨가하는 경우가 유산의 휘발 방지 작용이 컸으나 총당, 환원당, 단백질, 아미노산에 대하여서는 영향이 크지 않았다. 김치에 CD를 1% 가하여 1차로 동결건조한 다음 분쇄하여 분말로 만들고, 분말에 물을 가해 반죽하여 환으로 성형하고, 2차로 건조기로 말려서 환을 제조하였다. 2차 건조시 동결건조한 김치환의 색과 냄새가 가장 좋았고 그 다음 자연건조, 열풍건조의 순이었다. 유산도 동결건조가 가장 적게 증발되고, 다음 자연건조, 열풍건조의 순이었다. 열풍건조의 경우 60℃ 이상에서 장기간 건조하면 김치를 삶은 냄새, 탄내, 탄맛이 생겼

다. 발효시키기 전의 김치, CD를 가한 발효김치, 김치환 세 가지의 흡광도를 분광광도계로 분석한 결과 약간의 차이 밖에 없었다. 이들 세 무리 시료를 Superose 12 컬럼을 사용한 HPLC로 280 nm와 210 nm에서 검출 분석한 결과 주피크의 위치와 양은 비슷하였으나 다른 피크들은 분포가 달랐고, 펩티드 및 아미노산으로 보이는 다양한 피크가 나타났다. CD를 1% 가하여 만든 김치환은 8배 농축되고, 총당 14.4%, 환원당 8.8%, 단백질은 4.8%, 아미노산 2.4%, 기타 성분 74.4%, 산도 32.8, pH는 3.5를 나타냈다. 비만인 사람 20명, 변비환자 20명에게 60일 동안 세 번 30개(하루 총량 30g)의 김치환을 섭취시킨 결과 몸무게는 평균 2.29% 감소하였고, 변비는 20명 중 7명이 모두 해소되고, 8명이 '효과가 있다'고 답하였다.

참고문헌

1. 김순동, 김미경. 김치의 과학, 발효제어, pp. 90-101. 효가대 출판부. 1999
2. 김순동, 김미경. 김치의 과학, 젖산균 생육억제, pp. 102-113. 효가대 출판부. 1999
3. (사)한국식품공업협회. 계피유를 첨가한 김치류의 보존연장 방법. 특허 33264. 1990
4. (사) 한국식품공업협회. 산초추출물을 첨가한 김치류의 보존 연장법. 특허 33263. 1990
5. 윤선. 저온 열처리와 겨자유 첨가의 병용효과를 이용한 김치류의 보존 연장방법. 특허 35666. 1990
6. 두산 인제기술개발원 연구조합. 김치의 보존성 연장방법. 특허 127241. 1997
7. 학교법인 문화교육원. 저장성이 향상된 김치의 제조 방법. 특허 375962. 2003
8. (주)포스코, (주) 동원에프앤비, (주)농수원, 부산대학교 산학협력단. 천연식품첨가물 및 저온살균을 이용하여 저장성을 향상한 김치의 제조 방법. 특허공개 96256. 2004
9. (주)대상. 저장성이 향상된 김치류의 제조 방법. 특허 34141. 1990
10. (주)농심. 김치의 저장기간 연장방법. 특허 37734. 1990
11. 유정임. 초산칼슘 첨가에 의한 칼슘강화 및 선도유지형 김치 및 이의 제조 방법. 특허 476418. 2005
12. 안승요, 육철, 박관화. 예비열처리를 이용한 김치의 연화방법. 특허 23412. 1987
13. (株) コッシン. 改良されたキムチ. 日本特許公開 65215. 2004

14. 이영희. 목초액을 첨가하여 저장 기간을 연장한 김치의 제조 방법. 특허공개 12574. 2003
15. 金哲培. 新規なキムチ保存劑およびそれを用いた長期保存可能なキムチ製造方法. 日本特許公開 79695. 1995
16. 김철배. 장기보존용 김치 및 그의 제조 방법. 특허 104759. 1996
17. 이희설. 글루코노델타락톤을 첨가하여 김치의 숙성을 지연시키는 방법. 특허 74626. 1994
18. (주)영산포식품, 최명락, 송상호, 임현수. 홍어첨가에 의한 김치의 숙성 및 저장기간 연장 방법. 특허 390157. 2003
19. (주) 두산음료. 박테로오신을 생산하는 유산균 및 그를 이용한 김치의 장기보존방법. 특허 131136. 1997
20. 이석연, 조인선. 김치의 산패방지법. 특허 2663. 1968
21. (주)이삭식품. 보리 발효물 및 이를 이용한 김치 품질 및 보존성 향상 방법. 특허 252793. 2000
22. 이시자. 통조림김치 제조법. 특허 1698. 1965
23. (재)한국에너지연구소. 배추김치의 장기 저장법. 특허 45308. 1991
24. 김순자. 동결건조김치의 제조 방법. 특허 439151. 2004
25. 金澤成一. 乾燥キムチ製造方法. 日本特許公開 211821. 2001
26. 김순자. 분말김치의 제조 방법. 특허 439152. 2004
27. 한국식품공업협회. 식품공전, pp. 378-379. 2000
28. Nelson, N. A photometric adaption of the Somogyi method for the determination of glucose. *J. Biol. Chem.* 153:375-380. 1944
29. Dubois, M., Gilles, KA, Hamilton, JK, Rebers, PA and Smith, F. Coloric metric method for determination of sugars and related substances, *Anal. Chem.* 28:350-356. 1956
30. 안용근. 생화학실험. pp.18 Ninhydrin법, pp 27 단백질의 정량. 양서각. 1998
31. Ann, YG. Dongchimi fermentation for drinks. *Korean J. Food & Nutr.* 14:46-51. 2001
32. 안용근. 효소단백질 정제법. pp. 63-72, 단백질 및 당정량. 양서각. 1994
34. (柱)信州屋. 食後臭わないキムチ. 日本特許公開 155417. 1998
33. (주) 대상. Cyclodextrin의 특성 및 이용. 1994
35. 大村建二. 無臭キムチ. 日本特許 3040987. 1997
36. 우병천, 권민제. 저염도 저자극성의 김치 조성물. 특허 433976. 2004
37. 윤연숙, 이두희. 다이어트용 김치의 제조 방법 및 이의 제품. 특허 394198. 2003

(2005년 6월 23일 접수; 2005년 8월 24일 채택)