

오이지의 발효에 미치는 염혼합물 첨가 및 열수담금의 병용효과

최희숙 · 구경형* · 김종근** · 김우정*

숙명여자대학교 식품영양학과

*세종대학교 식품공학과

**세종대학교 가정학과

Combined Effect of Salts Mixture Addition and Brining in Hot Solution on the Korean Pickle Fermentation

Hee-Sook Choi, Kyung-Hyung Ku*, Jong-Goon Kim** and Woo-Jung Kim*

Department of Food Science and Nutrition, Sook Myung Women's University, Seoul

*Department of Food Science, King Sejong University, Seoul

**Department of Home Economics, King Sejong University, Seoul

Abstract

Four different fermentation methods of Korean cucumber pickles were compared with conventional method, pickling in 10% NaCl solution at 25°C, in order to improve the storage stability. The methods studied were brining the cucumbers in hot(90°C) 10% NaCl solution(method A), addition of KCl and CaCl₂ into the hot salt solution(method B), addition of a sodium salts mixture of phosphates, nitrite and citrate into half fermented pickles prepared by method B(method C), substituted nitrite and citrate with KCl in method C(method D). It was found from results that the method C and D reduced the decreasing rate of pH very significantly by more than 3 fold and method B also showed the reducing effect. However, higher total acidity was measured for method C and D, which was opposite to pH results. Changes in hardness of cucumber showed little difference to control while color of brining solution exhibited some difference in their Hunter values. Organoleptic comparison showed a clear effect of salts mixtures by receiving the significant higher scores in fresh cucumber flavor and lower values in yeast moldy and sour flavor for method C and D when those were compared to control.

Key words : cucumber pickles, fermentation, addition of salts, heat treatment, physicochemical, and sensory properties

서 론

오이지, 동치미 등은 우리나라 고유의 염장 채소발효 식품으로 이들의 저장방법 개발은 김치류의 공업적 생산과 유통을 위한 중요한 과제의 일환이라고 할 수 있다. 오이지에 관한 연구는 열처리가 오이지의 조직에 미치는 영향⁽¹⁻³⁾, 방부제 첨가에 의한 저장기간 연장⁽⁴⁾ 그리고 발효 중 물리화학적 및 관능적 특성의 변화⁽⁵⁾ 및 pectinesterase 변화⁽⁶⁾가 발표된 바 있으며 오이지 담금액의 소금농도는 오이지의 발효속도와 텍스처, 색 등에 크게 영향을 주는 것으로 알려져 있다^(5, 7, 8).

오이지를 오랫동안 저장할 경우 연부현상에 의해

조직이 연해지면서 군덕내가 발생하게 되는데 이러한 변화는 지나친 신맛과 함께 오이지의 기호성을 크게 저하시키는 주원인이 된다. 그러므로 오이지의 저장성 향상을 위하여는 이러한 현상들을 억제시키는 방법이 강구되어야 하리라고 믿는다. 이 중 오이의 연부현상은 주로 polygalactouronase에 의한 pectin 물질의 분해에 기인한 것^(7, 8)으로 효소불활성화를 위한 열수에 담금이나 macrowave에 의한 가열처리가 조직의 견고성을 유지하는데 효과적임이 밝혀졌다⁽¹⁻³⁾. 또한, 김치류의 발효억제를 위하여 방사선 조사^(9, 10) 및 가열처리⁽¹¹⁻¹³⁾, 저온 저장⁽¹⁴⁾, 완충제 또는 방부제의 첨가⁽¹⁵⁻¹⁷⁾, 유기 또는 무기염의 첨가 등⁽¹⁸⁻²⁴⁾이 검토된 바 있으며, 저농도의 인산염을 중심으로한 염혼합물의 첨가가 동치미의 발효를 효과적으로 억제시킬 수 있음이 보고된 바 있다.

현재까지 오이지의 저장성 향상을 위하여 가열처리와

Corresponding author : Woo-Jung Kim, Department of Food Science, King Sejong University, Gunjadong, Sungdonggu, Seoul 133-747, Korea

배추김치에서 시도한 염침가의 영향이 검토된 바 없어 열수담금에 의한 열처리와 몇 가지 혼합물 첨가의 병용이 오이지의 발효 중 pH, 총산도, 견고성, 색 등 물리화학적 특성과 맛, 냄새, 텍스처 등 관능적 특성에 미치는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

오이지의 제조

오이지의 제조는 지름 2.5~3.5 cm, 길이 16~19 cm의 신선한 재래종 오이를 구입하여 잘 씻은 뒤 물기를 제거하였고 8l의 플라스틱통에 오이와 소금물의 비율이 1:1(w/v)되게 10% 소금용액에 담그어 표면에 랩을 씌우고 돌로 눌러준 다음 25°C에서 발효시켰다. 무기 및 유기산염의 혼합물은 4일 발효시킨 오이지 (pH 3.7~4.0)에 첨가하고 25°C 조건하에서 20일간 저장시켰으며 모든 품질측정은 2회 이상 오이지를 제조하여 측정된 값의 평균값으로 하였다.

본 실험에서 대조구는 10% 소금용액에 담가 25°C에서 발효시킨 것으로 하였으며 비교구는 90°C, 10% 용액의 열수에 담근 즉시 25°C의 항온기에 넣고 발효시킨 방법 A, 10% 소금용액에 KCl과 CaCl₂, 0.03 M을 담금액에 넣고 90°C로 가열한 뒤 A방법과 같이 발효시킨 것을 방법 B, 방법 B로 발효시켜서 4일 경과한 뒤 염혼합물(0.01 M Na₂HPO₄+0.01 M Na₃PO₄+0.001 M NaNO₂+0.005 M Sodium citrate)을 첨가한 것을 방법 C, 그리고 방법 D는 방법 C에서 발효과정 중에 첨가한 염혼합물만 달라진 것이다(0.05 M KCl+0.01 M Na₂HPO₄+0.01 M Na₃PO₄)

pH, 산도 및 텍스처 측정

오이지 담금액의 pH와 산도 그리고 오이의 텍스처 측정은 전보⁽⁵⁾와 같이, 산도는 젖산의 %로 환산하였고 텍스처는 Rheometer로 8번 측정된 최고치 평균값을 견고성(kg)으로 표시하였다.

오이지액의 색 측정

오이지액의 색 측정은 Digital Color Measuring/Difference Calculating Meter(Model ND-1001 DP, Nippon Deushoku Kogyo Co. LTD)를 사용하여 Hunter 'L' 'a' 'b' 값을 측정하였다.

오이지의 관능적 품질비교

발효 중 오이지의 맛, 냄새, 텍스처의 관능적 품질비교는 전보⁽⁵⁾와 같이 다시료 비교법으로 하였으며, 관능적 품질의 강도는 7점 채점법으로 1점을 가장 약한 것, 7을 가장 강한 것으로 하였다. 표준시료(강도=4)는 가열처리나 염침가없이 25°C에서 7일과 13일 발효시킨 것으로

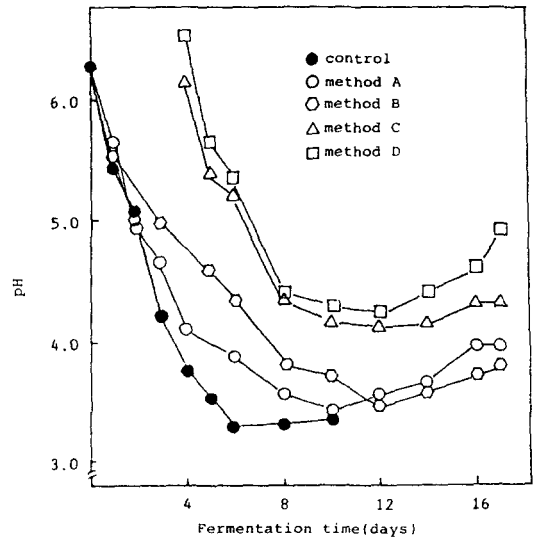


Fig. 1. Effect of brining in hot solution and addition of salts mixtures on the changes in pH of Korean pickled cucumber during fermentation at 25°C

method A : brining in 90°C of salts solution

method B : method A+(0.03 M KCl+0.03 M CaCl₂)

method C : method B+(0.01 M Na₂HPO₄+0.01 M

Na₃PO₄+0.001 M NaNO₂+0.005 M sod. citrate)

method D : method B+(0.05 M KCl+0.01 M Na₂HPO₄

+0.01 M Na₃PO₄)

하였고, 이에 해당하는 발효일수에 열처리나 염침가 오이지를 비교구로 하였다. 검사방법은 7명의 관능검사원을 선발하여 충분히 훈련시킨 뒤 상온에서 오전 11시와 오후 3시에 2회 반복 평가하였다. 관능검사의 결과는 정량적 묘사분석방법(QDA)으로 표시하여 전체적인 관능적 품질을 비교하였다.

결과 및 고찰

pH 및 산도의 변화

오이지 발효 중 pH변화는 생오이의 pH 6.28에서 4일 후 3.7~3.8 정도로 감소하였으며 그 후 계속 감소하여 pH 3.3까지 도달하였다가 그 뒤 약간 증가하는 경향을 보였다. 이런 경향을 갖는 오이지의 발효를 대조구로 하여 4가지 절임방법을 비교한 결과는 Fig. 1과 같다. 먹기에 적당한 pH 3.7~4.0 범위에 도달하는데 소요한 시간은 대조구가 4일, 방법 A는 5일, 방법 B는 7일이었으며 방법 C와 D는 12일이 되어도 pH 4에 도달하지 않고 최소치에 도달하였다가 다시 상승함을 보여주었다. 방법 C와 D는 무기산염 또는 유기산염을 첨가하였던 것으로서 이들의 첨가가 발효미생물의 발효억제 작용과 완충작용을 했기 때문이라고 여겨진다. 이들 염 중 인

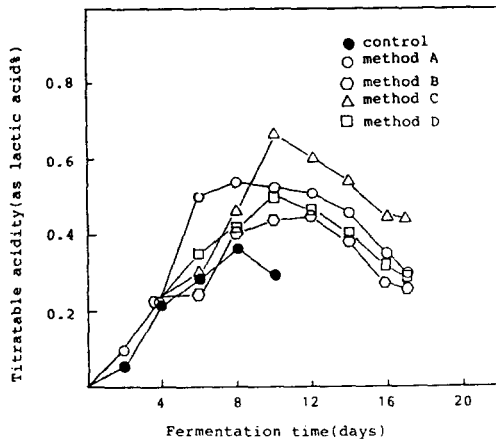


Fig. 2. Effect of brining in hot solution and addition of salts mixtures on the changes in total acidity of Korean pickled cucumber during fermentation at 25°C. Methods of A, B, C and D refer to Fig. 1.

산염에 관한 미생물억제 작용은 Sofos⁽²²⁾가 총설로 소개한 바 있으며 Gram 양성균이 Gram 음성균보다 더 민감하게 억제된다고 보고되어 있다^(23,24). 이들 염을 첨가했을 때 pH가 높게 측정된 것은 염의 알칼리 성질 때문으로 믿어진다. 따라서 pH를 기준으로 할 경우 방법 C와 D는 대조구와 비교할 때 3배 이상의 저장성 향상 효과가 있었다. 그러므로 오이지의 저장기간 연장을 위하여는 KCl, CaCl₂를 각각 0.03 M 첨가한 10% 소금용액을 90°C로 가열하여 오이를 담근 뒤 적당히 발효시킨 다음 염 혼합물을 첨가하는 방법이 효과적임이 밝혀졌다.

Fig. 2는 젖산으로 환산한 오이지의 총산도 변화로 제조방법을 달리한 모든 오이지는 발효 중반까지 급격히 증가하다가 감소함을 보여주었다. 즉, 대조구와 방법 A는 8일 후 방법 B, C, D는 10일 후부터 감소하였으며 최고치에 도달했을 때 유기산의 양은 방법 C-방법 A-방법 D-방법 B-대조구의 순으로 방법 C가 가장 높게 측정되었다. 발효 후반기의 총산도 감소와 pH 상승은 산막효모 번식에 의한 유기산의 소모 그리고 염기성 물질의 생성과 관계가 있다고한 김 등⁽⁵⁾의 발표보다 더 뚜렷이 보여준 결과이다. 또한, 낮은 pH를 보여주었던 대조구는 기대와는 다르게 총산도가 낮게 측정되었고 pH가 높았던 염첨가구는 높은 총산도를 보였으며 pH 변화에 큰 차이가 없었던 방법 C와 D에서 방법 C가 현저히 많은 유기산이 형성되었음을 보여주었다. 이러한 결과는 김 등⁽¹⁸⁾이 김치에 citric acid와 sodium citrate를 혼합한 pH 조정제를 첨가했을 때 발효가 진행됨에 따라 총산도의 증가는 pH 조정제를 첨가한 경우가 더 높았으며 증가 폭도 더 컸다고 밝힌 것과 같은 유사한 경향으로 발효속도 뿐만 아니라 첨가한 유기산 염의 완충효과와

Table 1. Changes in hardness of Korean pickled cucumber during fermentation at 25°C as affected by brining in hot solution and addition of salts mixtures

Methods ^{a)}	Fermentation time(days)						
	0	3	6	9	12	15	17
control	0.83	0.32	0.24	0.23	0.23		
A	0.83	0.29	0.24	0.24	0.25	0.25	0.21
B	0.83	0.29	0.25	0.24	0.24	0.22	0.20
C	0.83	0.28	0.25	0.24	0.25	0.28	0.25
D	0.83	0.29	0.29	0.32	0.27	0.27	0.28

a) Methods of A, B, C and D refer to Fig. 1.

약산염의 해리도의 차이에 의하여 pH와 총산도의 변화에 많은 차이를 보여준 것으로 생각된다.

견고성과 색의 변화

오이지의 과숙현상을 억제하기 위하여 가열처리나 염 첨가를 한 오이지의 견고성을 발효과정 중 측정된 결과는 Table 1과 같다. 대조구의 경우 발효 전 생오이지의 견고성은 0.83 kg이었던 것이 절임 3일만에 0.32 kg 정도로 급속히 감소하였다가 그 후 변화가 거의 없었음을 보여주었다. 이러한 경향은 열처리나 염첨가를 한 방법에서도 뚜렷한 변화를 보여주었다. 절임초기 견고성의 급격한 감소는 담금액과 오이조직간액의 삼투압차이로 인하여 삼투압이 낮은 조직액은 밖으로 용출되고 소금은 오이 내부로 침투하면서 조직의 평형상태가 상실되면서 일어나는 현상으로 믿어진다. 그 후 발효가 진행되어 pH 상승이나 총산도의 감소가 일어났던 발효 후반기에도 비슷한 견고성이 유지되었음은 연부현상으로 인하여 견고성이 계속 감소될 것이라는 예상과는 다른 결과였다. 이는 본 실험에서 사용한 텍스처 측정방법이 조직이 파괴되는 견고성과 또는 질김성과 파괴될 때까지의 연합 정도의 차이를 충분히 보여주기 때문으로 생각된다. 대체적으로 대조구와 열처리가 있었던 여러 가지 방법간에 큰 차이가 없는 낮은 견고성을 보였으며 그 중 염을 첨가한 방법 D가 비교적 높은 값을 보여주었다. 그러므로 염첨가는 견고성 향상에 뚜렷한 효과가 없음을 알 수 있었고 오이를 염수에 담금은 발효 초기의 견고성을 약간 더 낮게 해주는 결과를 주었다. 최 등⁽¹⁾과 이 등⁽²⁾도 본 실험과 유사한 예비열처리와 microwave 열처리에서 오이지의 견고성이 감소하는 경향을 보고한 바 있으며 강 등⁽²¹⁾도 동치미제조시 열처리가 견고성을 감소시킨다고 보고한 바 있어 본 실험의 결과와 유사하였다.

Table 2는 오이지를 가열처리 및 염첨가를 병용하여 25°C에서 발효시키면서 오이지 담금액의 색변화를 측정 한 결과이다. 발효와 담금을 25°C에서 하였을 경우 밝기를 나타내는 'L' 값은 전반적으로 발효와 저장기간이

Table 2. Changes in color of Korean cucumber liquid fermentation at 25°C as affected by brining in hot solution and addition of salts mixtures

Methods a)	Hunter value	Fermentation time(days)							
		0	2	4	6	8	10	12	14
A	L	11.3	13.6	20.7	27.3	30.1	32.1	34.1	33.0
	a	2.0	1.5	-0.3	-1.3	-1.3	-2.0	-2.0	-2.0
	b	-4.0	-1.6	-1.8	-0.1	0.3	1.8	3.4	2.5
B	L	10.8	16.7	18.5	21.7	24.5	27.0	32.8	36.7
	a	2.2	1.2	-0.3	-0.3	-0.4	-1.3	-2.0	-1.9
	b	-3.8	-2.9	2.9	2.7	3.3	3.8	5.3	8.6
C	L	10.7	16.5	17.3	18.1	24.0	28.6	29.8	34.3
	a	2.1	1.2	-0.6	1.0	-0.3	-1.3	-1.3	-2.0
	b	-3.6	-2.8	0.2	-2.2	-0.1	1.0	2.0	3.2
D	L	10.6	16.4	17.3	23.1	26.8	29.1	27.8	32.8
	a	2.0	1.1	-0.2	1.6	-0.4	-1.3	-1.3	-2.0
	b	-3.4	-2.7	-2.5	-2.4	-2.0	0	0.6	1.2

a) Methods of A, B, C and D refer to Fig. 1.

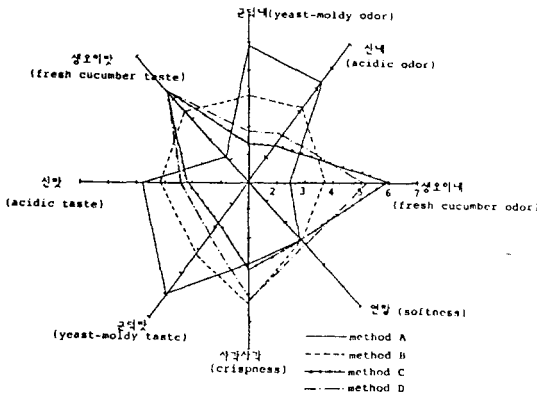


Fig. 3. Comparison of QDA profiles of Korean pickled cucumber fermented for 7 days at 25°C as affected by brining in hot solution and addition of salts mixtures

Methods of A, B, C and D refer to Fig. 1.

오래될수록 우유색의 혼탁함이 현저히 증가한 관찰과 부합됨을 알 수 있었다. 방법 A는 발효 중반기에 그 외의 방법들은 발효 후반기에 대체적으로 많은 증가가 있었다. 한편, 적색-녹색범위를 갖는 a값은 지속적으로 감소하여 초기 2.0이었던 a값이 지속적으로 감소하여 -2.0 내외로 되어 오이의 색소가 발효에 의하여 변화되면서 이의 용출이 지속적으로 진행되고 있음을 추측할 수 있었다. 그러나 황색-청색을 나타내는 b값은 a값과는 반대로 증가하여 청색은 감소하면서 차츰 황색이 연하게 나타남을 알 수 있었다. 발효직전의 -3.8 내외의 b값은 증가하여 방법 A, C, D는 +2.0~3.9 범위로 그리고 방법 B는 +8.0 이상까지 되어 방법 B가 발효 말기에 가장 높은 황색을 갖고 있었다. 그러므로 오이지 담금의 색변화는 발효가

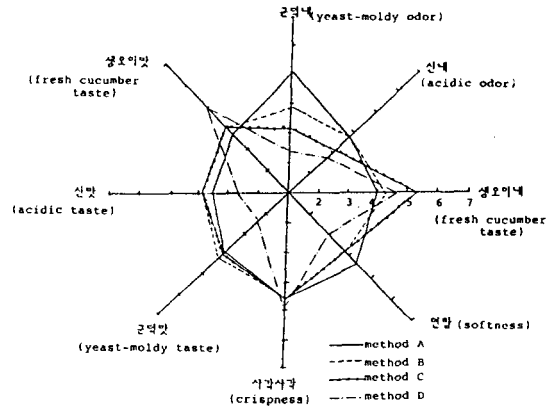


Fig. 4. Comparison of QDA profiles of Korean pickled cucumber fermented for 13 days at 25°C as affected by brining in hot solution and addition of salts mixtures

Methods of A, B, C and D refer to Fig. 1.

진행되면서 오이지 가용성 물질의 용출로 용액이 혼탁한 유백색을 갖게되며 색소의 용출로 연한 녹색을 갖게 됨을 보여주었다.

관능적 성질비교

오이지의 3가지 관능적 특성 즉 맛, 냄새, 텍스처가 오이지의 전체적 맛을 좌우한다고 여겨져 오이지를 열처리와 염처리를 병용한 뒤 25°C에서 저장하면서 관능적 품질의 변화를 측정된 결과로 정량적 묘사분석방법(QDA)으로 나타낸 것은 Fig.3 및 4와 같다. Fig.3은 각 방법을 7일 발효시킨 다음 7일 발효시킨 대조구와 비교한 것으로 가열처리만 하였던 방법 A는 균덕내와 신내, 균덕맛과 신맛이 대조구보다 현저히 높고 생오이

냄새가 적었음을 알 수 있었다. 반면, 가열처리 후 염을 첨가하였던 방법인 C와 D는 군덕내와 신내가 4보다 훨씬 적은 2~3점 범위를 평가받음으로서 이들 특성이 대조구보다 현저히 적음을 알 수 있었고, 생오이 냄새와 맛은 5 이상이어서 신선한 오이 특성이 강함을 알 수 있었다. 그 외의 관능적 특성인 군덕맛, 신맛, 연함 정도는 대조구와 비슷하였고 씹을 때의 사각사각함은 방법 C와 D가 높음을 보여주었다. 따라서 25°C에서 7일간 발효시킨 오이지에서는 90°C의 열수담금과 발효 중반기에 염혼합물을 첨가하였던 방법 C와 D가 대조구와 관능적으로 좋은 오이지를 제조할 수 있음이 밝혀졌다.

한편, Fig. 4는 과숙현상이 나타났던 13일 발효시켰을 때의 관능적 특성을 비교한 것으로 대조구와의 차이는 대체적으로 7일된 오이지에서의 비교 결과와 유사하나 그 차이 정도는 크게 감소하였다. 즉, 방법 A는 군덕내가 여전히 높으나 군덕맛과 신내 생오이 냄새는 대조구와 비슷하게 되었으며 방법 C와 D는 7일의 경우와 같이 군덕내와 신내가 적고 생오이 냄새는 높으나 그 차이가 줄어 들었으며 생오이 맛은 대조구와 비슷하게 되었다. 텍스처에서의 사각사각함은 모든 처리가 약간 더 있었고 그 중 방법 D가 사각사각함이나 연함이 다른 비교구에 비하여 더 바람직한 것으로 나타났다. 그러므로 본 연구에서 시도하였던 가열처리와 염혼합물의 첨가를 병용시킨 것은 장기간 저장하였을 때 오이지의 관능적 특성에 유익한 결과로 밝혀졌다.

요 약

오이지의 과숙을 억제시키는 방법을 찾고자 90°C의 소금물에 담금(방법 A), 90°C 소금물에 KCl과 CaCl₂ 첨가하여 담금(방법 B), 방법 B로 담그어 발효중간에 인산염과 nitrite염, citrate염의 혼합물을 첨가하는 방법(방법 C) 그리고 방법 C 중 염혼합물을 인산염과 KCl만으로 한 방법(방법 D)의 4가지 방법을 상온에서 소금물에 담금만을 한 대조구와 비교하였다. 그 결과 방법 C와 D는 25°C에서 13일되어도 pH 4.0에 도달하지 않아 4일 이내에 pH 4.0에 도달하였던 대조구와 비교할 때 현저한 과숙 억제 효과가 밝혀졌다. 방법 B도 pH 4.0에 도달하는 시간이 약 2배 소요되어 발효억제 효과가 뚜렷하였다. 그러나 유기산을 측정할 총산도는 이들 첨가구가 더 많이 생성되어 pH와는 다른 양상을 보여주었다. 물리적 성질인 오이조직의 견고성 변화에서는 뚜렷한 차이를 보여주지는 않았으나 관능적 특성에서는 방법 C와 D에 의하여 제조한 오이지가 대조구에 비하여 군덕내와 신 냄새가 훨씬 적었고 생오이 냄새와 맛이 강하여 신선한 오이지의 특성을 오랫동안 유지해줌이 밝혀졌다.

문 헌

1. 최희숙, 김종근, 김우정 : 열처리 오이지 발효에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 21(6), 845(1989)
2. 이진실 : 열처리 조건에 따른 오이지질감에 관한 연구. 연세대학교 대학원 식생활학과 석사학위논문(1988)
3. 백형희 : 예비 열처리에 의한 오이지의 연화방지. 서울대학교 대학원 식품영양학과 석사학위논문(1986)
4. 이상규 : 방부제 sorbic acid-alcohol 용액이 오이지의 품질에 미치는 영향. 충북대논문집 제 3집, p.289(1975)
5. 김종근, 최희숙, 김상순, 김우정 : 발효 중 오이지의 물리화학적 및 관능적 품질의 변화. 한국식품과학회지, 21(6), 838(1989)
6. 김수현, 오혜숙, 윤선 : 오이의 pectinesterase에 관한 연구. 한국조리과학회지, 2(2), 55(1986)
7. Bell, T.A. and Ethell, J.L. : Influence of salt pectinolytic softening of cucumbers. *J. Food Sci.*, 26, 84(1961)
8. Demain, A.L. and Phaff, H.J. : Softening of cucumbers during curing. *Agric. Food Chem.*, 5, 60(1957)
9. 김창제 : Co⁶⁰의 γ 선 조사에 의한 한국 김치의 저장. 원자력논문집, 5, 139(1962)
10. 이희성, 이근배 : 방사선을 이용한 김치저장에 관한 연구. 원자력논문집, 5, 64(1965)
11. 이남진, 전재근 : 김치의 순간살균방법. (제 2보) 배추 김치의 순간살균조건이 김치의 저장성에 미치는 영향. 한국농화학회지, 24(4), 213(1981)
12. 김공환, 길광훈, 전재근 : Pilot scale 속도식 김치 순간살균장치를 이용한 무우김치의 살균. 한국식품과학회지, 16(1), 95(1984)
13. 길광훈, 김공환, 전재근 : Pilot scale 김치 살균 장치에서의 살균효과 분석 및 simulation. 한국농화학회지, 27(2), 5(1984)
14. 신동화, 김기성 : 기업적 생산을 위한 김치제조에 관한 연구. 식품연구소 보고서 농어촌개발공사, p.201 (1975)
15. 송석훈, 조재선, 김휘 : 김치보전에 관한 연구. (제 1보) 김치효소에 미치는 방부제의 영향에 관하여. Report of the army Research and Testing Laboratory(Korea), 5, 5(1966)
16. 정호원 : Fury furamide(AF-2)가 김치에 미치는 영향. 한국농화학회지, 12, 57(1969)
17. 권숙표, 최진우 : 김치의 산패방지 보존 방법, 특허공보, 152, 27(1967)
18. 김순동 : 김치의 숙성에 미치는 pH 조정제의 영향. 한국영양식량학회지, 14, 259(1985)
19. 김순동, 이신희, 김미정, 오영애 : pH 조정제를 이용한 저염배추김치의 숙성 중 pectin질의 변화. 한국영양식량학회지, 17, 255(1988)
20. 장경숙 : 김치용 천연 pH 조정제 연구. 한국영양식량학회지, 18(3), 321(1989)
21. 강근옥 : 동치미의 발효 중 물리화학적 및 관능적 특성

- 변화에 관한 연구. 세종대학교 대학원 가정학과 박사
학위논문(1989)
22. Sofos, J.N. : Use of phosphates in low-sodium meat
product. *Food Technol.*, 40(9), 52(1986)
23. Sofos, J.N. and Busta, F.F. : Alternatives to the use
of nitrite as an antitubulinal agent. *Food Technol.*, 34
(5), 244(1980)
24. Tompkin, R.B. : Indirect antimicrobial effects in
foods : phosphates. *J. Food Safety.*, 6, 13(1984)
-
- (1990년 9월 27일 접수)