Korean J. Food & Nutr. Vol. 14. No. 5, 385~390 (2001)

THE KOREAN JOURNAL OF FOOD AND NUTRITION
한국식품영양학회지

데침과 열수의 침적과 Trehalose 처리가 오이 김치의 저장중 효소 활성의 변화와 관능 검사에 미치는 병용효과

이혜정*† · 오봉희** · 남청혜***
*가천길대학 식품영양과, *강서기능대학 조리과,
***경민대학 식품영양과

The Combined Effect of Enzyme Activity and Sensory Test of Blanching and Brining in Hot Solution and Trehalose Treatment on the Cucumber Kimchi for the Storage Period

Hye-Jeong Lee*†, Bong-Hee Oh**, and Jung-Hae Nam***
*Dept. of Food and Nutrition, Gachon Gil College, Inchon, Korea
**Dept. of Cookery, Kangso Polytechnique College, Seoul, Korea
***Dept. of Food and Nutrition, Kyungmin College, Uijeongbu, Korea

Abstract

The enzyme activity and organoleptic properties of Korean pickled cucumber were studies for their changes during fermentation. The Korean pickled cucumber were prepared by blanching and high temperature soaking in salt solution and trehalose treament. The results showed that the effect of combined heat and trehalose treatment significantly reduced the fermentation rate and softening rate of texture while a rather rapid fermentation was for those preserved with salt. The effect of trehalose treatment enhanced fermentation and it was significantly reduced softening rate of texture by 2% treatment. The sensory evaluation of Korean pickled cucumber was found that combined heat treatment with blanching and hot solution had a positive effect for reduction of softening of cucumber tissue, however, odor and taste were not significantly affected. This study suggested that combined heat and trehalose treament might have potential for affording protection against softness of cucumber tissue during the fermentation time.

Key words : pickled cucumber, fermentation, combined heat treatment, sensory property.

서 론

오이의 생산은 생산 기술의 향상으로 꾸준히 증가하고 있어 2000년 기준으로 오이의 생산은 전국적으로 재배 면적은 7,269 ha 이고 총 수확량은 1,309천톤에 이르며 한국 고유의 품종이 19종에 이르는 다수확 작물이나 연부 현상의 억제를 위한 가공 방법이 거의 오이지로 제한적인 편이다[1].

특히 우리의 전통적인 식품인 김치는 숙성이 진행됨에 따라 염산가용성인 protopectin은 감소하고 식물의 조직 세포막 사이에 존재하는 protopectinase, polygalacturonase, pectinesterase 등의 의해 불용성 펙틴이 수용성 펙틴으로 되므로 조직이 물러지는 것이다[2,3].

연화 현상은 식품 세포벽 구성 물질인 펙틴질의 분해에 따른 것으로 이에 관여하는 효소는 크게 Pectinase

† Corresponding author : Hye-Jeong Lee

(PE)와 Polygalacturonic acid(PG)를 들 수 있다. PE는 펙틴에서 메틸기를 분리하여 유리카르복실기를 만들어 칼슘이온의 첨가로 펙틴 물질들 사이에 가교를 형성하여 식물체의 연화를 방지하고 PG는 연화를 가속화시킨다. 또한 PE와 PG는 오렌지 쥬스에서의 저장 안정성, 열 안정성 그리고 혼탁도 및 전반적인 제품의 품질에 중요한 요소가 된다[4~6].

PE의 최적온도는 50℃라는 보고도 있으나 김 등은 60℃에서 예열 처리한 오이지에서 제조 초기에는 PE의 활성으로 견고도가 증가하였음을 실험을 통해 입증하였고, pH는 4.0정도에서 펙틴이 demethylation 되어 경도가 높아진다고 하였고 polygalacturonase의 활성은 20% 염 용액에서는 발효시간을 연장시키는 효과가 있었으나 너무 높은 농도로는 완전한 발효를 불가능하게 한다고 보고하였다[7,8].

이외에도 윤[9]은 무의 에비 열 처리와 $CaCl_2$의 처리와 microwave 열처리가 저장성을 증진시킬 수 있다고 하고, 김[10]은 채소 발효 식품의 연부 현상은 예비 열처리를 포함한 약한 열처리가 오이 피클의 질감을 좋게 하였다고 보고하였다.

최 등[12,13]은 오이지를 제조할 때 80℃와 90℃의 높은 온도의 소금물에 담그고 microwave 열처리한 것이 산 생성이 생성 속도가 느리고 텍스쳐가 단단해짐을 보고했고 microwave 열처리는 3분의 처리가 가장 기호도가 높은 것으로 보고했다.

본 실험에서는 예열 처리하고 또 한번의 열수로 침적시킨 병용의 상태에서 발효 저장하는 방법이 효소의 활성에 미치는 영향을 실험하고 또한 식품에 주는 stress에 방어 효과가 있다는 trehalose 처리에 대한 결과들을 고찰하고자 전보에 이어 저장 기간 동안의 효소 활성의 변화와 관능검사의 결과를 비교 고찰하고자 한다.

재료 및 방법

1. 재료 및 시약

오이는 조선 오이로 길이가 18~20cm, 직경은 2.4~2.6cm인 것으로 2001년 7월에 구입하였다.

부재료인 무, 배, 양파, 생강, 마늘, 미나리는 제조 당일 구입하였고, 젓갈은 시판용 까나리 액젓(염도 22~25%), 소금은 천일염(NaCl 82%), 물은 1차 증류수, trehalose는 삼양사에서 제공 받았다. 사용된 모든 시약은 특급으로 구입하여 사용하였다.

2. 오이 김치용 소 제조 및 오이 김치의 제조

오이 김치의 제조와 오이 김치에 들어갈 소는 한국식품영양학회지 14권 4호, 2001과 동일하게 준비하였다.

3. 효소액의 추출

준비한 오이김치를 갈아 2배 부피의 0.1M phosphate buffer(pH 8.0)에 넣어 마쇄기(Waring blender, Eberbach, s/p, 8355-1, Germany)를 이용하여 20~30분 마쇄한 후 24시간 침출하였다. 침출 후 cheese cloth로 걸렀다. 9,000×G에서 15분 원심 분리하여 얻은 상등액에 황산암모늄을 70% 포화하여 4℃에서 하룻밤 방치 후 원심 분리하여 침전물을 증류수로 녹였다. 0.01M phosphate buffer(pH 7.5)에서 24시간 투석 후 원심 분리하여 상등액을 효소액으로 사용하였다.

4. Pectin Esterase 활성

0.2M NaCl 용액에 감귤류 펙틴(Sigma Co., St. Louis, USA) 0.45%를 서서히 가하고 교반하여 NaOH 용액으로 pH 7.0으로 조정하여 기질로 사용하였다. 효소 활성을 측정하기 위해 Auto-titrator(Mettler Toledo, DL 77 titrator V 3.1, Switzerland)를 사용하였으며 50ml의 기질을 50℃로 가온하여 희석된 효소액 0.5ml과 반응시켰다. 0.01N NaOH를 사용하여 pH 7.0로 중화 적정하여 소모된 NaOH 용액으로부터 효소 활성을 계산하였다.

5. Polygalacturonase 활성

Polygalacturonic acid를 기질로 하여 효소 활성에 의해 생성된 환원당을 Somogyi-Nelson 방법으로 측정하였다[7].

6. Peroxidase 활성

0.05M potassium-phosphate 완충액(pH 6.5) 2.4 ml에 효소액 0.15ml, 150mM guaiacol 0.3ml을 가하였다. 여기에 100mM H_2O_2 0.15ml를 넣어 잘 저어 준 다음 곧 470nm에서의 흡광도 증가를 측정하였다. POD 역가는 1분동안 470nm에서 흡광도 증가를 측정하였다.

7. 관능검사

오이 김치의 관능 검사는 10명의 훈련된 관능 검사 요원이 저장 기간별 오이 김치의 관능적 품질 즉 신맛, 짠맛, 견고도, 씹히는 정도, 초록색, 누런색, 전체적인 외관, 종합적 기호도의 정도 등 8항목을 평가하였다. 관능적 품질 요소는 "약하다"의 1에서 "강하다"의 5점으로 된 척도를 제시하였다.

8. 통계처리

관능검사에서 얻은 결과는 모두 SPSS 통계 Program으로 평균과 표준 편차를 구하였고 각각의 다른 제조 조건에 있어서 관능 검사에 따른 군간의 차이는 ANOVA로 유의성 검증과 각 샘플별 기호도에 영향을 주는 요소는 Pearson's correlation으로 검증하였다.

결과 및 고찰

1. Pectin Esterase와 Polygalacturonase의 측정

PE의 활성도는 Table 1과 같이 오이 김치 제조 후 PE활성은 제조 초기에는 소금으로만 처리한 시료들은 제조 당일에는 1.2~1.8 unit/g cucumber kimchi solid이었고 1차 가열한 시료인 c는 1.4 unit/g cucumber kimchi solid이었고 두 번 가열하고 trehalose 처리한 시료 d는 1.3 unit/g cucumber kimchi solid로 계속 증가하는 양상을 보였다. 박[3,8] 등은 배추 김치의 경우 제조 초기에는 5unit/g kimchi solid 였던 것이 pH 4.02, pH 4.17 근처에 적숙기 동안 10~12 unit/g kimchi solid 최대 활성을 보인 후 감소하였고, 이 후에는 거의 활성이 나타나지 않았는데 이는 김치 조직의 손상으로 인하여 김치 고형분이 유출된 결과이며 이 후 감소 현상은 저장 기간 증가에 따른 활성 현상으로 추측된다고 하였는데, 본 시료의 오이 김치 a와 b는 증가하다가 감소하는 경향을 보였고, 1차 가열 시료인 c는 저장 28일 까지 증가하다가 42일째에는 격감하였고, 두 번의 병용 가열처리하고 trehalose 처리한 시료인 d는 저장 42일째까지도 증가하는 다른 경향을 나타내었다. 박과 이[3,7,8] 등은 PE는 pH 7.0~8.0 정도가 효소 활성의 최적 상태라고 보고하였는데 본 시료의 오이 김치들은 제조 당일 5.72~5.6에서 저장 14일 째에는 pH가 5.78~4.64일 때 활성이 가장 높아서 배추김치와는 다른 양상을 보였다[15]. 당근의 경우[7] PE의 최적 온도가 50℃로 나타났다는 보고와는 달리 본 실험에서는 80℃에서도 PE의 활성도를 높혀 주는 효과가 있었으며 최[13] 등은 오이에 0.15M의 NaCl 첨가는 PE의 최대의 역가를 나타내는 농도라고 하고, NaCl은 첨가하지 않은 경우보다 첨가한 경우가 10배 가량 이 효소의 역가가 증대되었다고 하였는데 NaCl의 영향은 본 실험에서도 유사한 결과를 보였다.

PE와 PG의 효소 역가에 영향을 주는 요인들로는 온도, pH, 염의 첨가 등을 들 수 있고, 김[6] 등은 오이에 포함되어 있는 PE와 PG의 반응 온도에 대한 연구가 있었고, 최[13] 등은 오이를 데치면 내부의 PE가 활성화되면서 칼슘 이온이 함께 가교를 형성하여 경도가 증가한다고 했는데 이는 본 실험의 가열 시료에서 확인 할 수 있었으나 trehalose와의 관계는 앞으로의 심도 깊은 연구로 규명되어야 할 과제로 생각된다.

Table 1. Changes of pectinesterase activity of fermented cucumber kimchi for storage days at 4℃ (unit)

Samples	Storage days			
	0 day	14 day	28 day	42 day
a	1.20	1.35	1.20	1.00
b	1.80	1.85	1.10	2.20
c	1.40	1.55	1.60	0.80
d	1.30	1.40	1.55	1.70

Samples are same as Table 2.

2. Polygalacturonase(PG)

오이 김치 숙성 중의 오이 고형분의 PG 활성의 변화를 측정한 결과는 Table 2와 같다. 박[3,8] 등은 김치 고형분의 PG활성은 제조 초기에는 1.0 unit/g 정도로 낮다가 숙성이 진행되면서 증가현상을 보이다가 감소하여 제조 후 13일에 최저 활성을 보인 후 숙성 말기에 다시 증가한다고 하였는데 본 실험에서는 Table 4에서와 같이 열처리하지 않은 a와 b는 배추 김치들의 경향과 같이 저장 2주에 증가 현상을 보이다가 다시 감소하다가 다시 증가하는 경향을 보여 유사한 결과를 보였다.

최[13] 등은 NaCl과의 관계에서는 1.0M에서 최대 활성을 보였으며 첨가하지 않은 구에서는 거의 활성이 없는 것으로 보고되었는데 본 실험에서도 유사한 경향을 보였다.

이 효소와 온도와의 관계에서는 이[7] 등은 최적온도는 65℃이고, 당근의 경우는 70℃라고 하고 80℃에서

Table 2. Changes of ploygalacturonase activity of fermented cucumber kimchi for stroage days at 4℃ (unit)

Samples	Storage days			
	0 day	14 day	28 day	42 day
a	1.30	0.72	0.98	1.46
b	1.20	0.90	0.85	1.57
c	0.50	0.60	0.60	0.80
d	0.56	0.57	0.60	0.70

Samples are same as Table 2.

Table 3. Changes of peroxidase activity in fermented cucumber kimchi for storage days at 4℃ (unit)

Samples	Storage days			
	0 day	14 day	28 day	42 day
a	99	126.0	25.6	20.8
b	77	117.0	48.7	25.5
c	36	41.5	39.5	34.5
d	33	25.8	23.0	20.0

Samples are same as Table 2.

는 PG의 활성도가 떨어져 최대 역가의 15%미만을 나타냈다고 한다. 이 현상은 본 실험의 80%로 가열한 시료인 c와 d도 유사한 경향을 나타냈다.

3. Peroxidase(POD)

저장기간 동안 이취와 색소 변화와 영양소 파괴에 관련하는 것으로 알려진 이 효소의 활성은[3,8] 오이 김치 제조 후 숙성 과정에서 김치의 고형분내의 POD 활성은 Table 3과 같다.

박[3,8] 등은 POD의 활성은 약산성과 중성사이에 활성이 크다고 보고하였는데 본 실험의 시료들에서도 시료 a와 b는 pH가 제조 당일에는 5.72에서 2주차에는 4.64로 이 효소의 활성이 증가하여 유사한 경향을 보였으나 4주 이후부터는 감소하나 상당량 잔존하였다. 그러나 시료 c와 d는 제조 초기부터 효소의 활성도 앞의 두 시료보다도 적었으나 특히 d는 효소 활성이 점차적으로 감소하였다.

김치의 고형분의 경우는 10℃ 저장에서 숙성초기에는 40.2unig/g kimchi solid, 15℃ 저장의 경우에는 26.8 unit/g kimchi solid에서 숙성이 진행됨에 따라 점차 감소하였으나 숙성 말기에도 상당량 존재하는 것으로 박[3,8] 등이 보고한 것과 본 실험의 시료들도 같은 경향을 나타내었다. 김[10] 등은 오이 피클을 저장하는 동안의 POD의 활성을 측정한 결과 오이 피클 조직내에서 POD의 활성이 감소한다고 보고했는데 이는 본 실험의 시료 중 열처리한 시료인 c와 d와는 유사한 경향을 보였다.

4. 관능 검사의 결과

각 sample의 전체 저장 동안의 관능적인 특성의 변화를 ANOVA로 유의성 검증한 결과는 Table 4와 같이 sample a는 초록색과 기호도의 정도가 보통이고, 아작함의 정도는 4.58±0.11로 강하게 신맛의 정도는 약한 것으로 응답하였다. sample b는 짠맛과 갈색은 정도가 약하게, sample c는 갈색의 보통의 정도로, 짠맛, 초록색과 기호도는 1.95±0.15로 약한 정도로 응답하였다. sample d는 초록색과 연화의 정도가 약한 것으로, 짠맛과 기호도는 보통의 정도로 답하였다.

또한 각 저장기간에서 모든 샘플에서 신뢰도가 높은 항목들을 찾아보았는데 Table 5에서와 같이 0주에서는 아작함이 4.30±0.16으로 그 정도가 강하게, 신맛은 1.05±0.02로 아주 약하며, 외관도 거의 변화가 거의 없는 것으로 응답했다.

2주차에는 갈색의 정도가 약하게, 아작함과 외관은 강한 것으로 응답했고, 신맛, 짠맛은 약한 편으로 응답했다.

4주차에는 저장 기간이 지났음에 따라 초록색의 정도는 약한 정도로 답했고, 외관의 정도와 기호도는 보통 수준으로 답했다.

6주차에는 초록색은 약한 편이고, 대신 갈색은 3.10±0.16으로 진행되었고, 신맛은 2.95±0.14로 약간 시어졌고, 외관은 4.18±0.11로 좋은 상태로 대답했다.

각 sample에서 기호도에 가장 영향을 미치는 인자를 Pearson's correlation을 본 결과는 Table 6에서와 같이 sample a에서는 저장 2주차에는 아작함과 오이 김치의 외관이 5% 수준에서, 4주차에서는 갈색, 아작함이고 6주차에서도 가장 기호도에 영향을 주는 항목

Table 4. Sensory evaluation of 4 kinds of cucumber kimchi during fermentation at 4℃

Samples	Color		Texture		Taste		Appearance	Overall acceptability
	Green	Dark yellow	Crispness	Softness	Sour	Salty		
a	3.18±0.96	1.70±0.88	4.58±0.68	1.37±0.91	1.47±0.73	1.90±0.94	3.63±1.37	3.68±0.94
b	2.98±1.42	1.73±0.91	4.28±0.85	1.69±1.10	2.03±1.07	1.90±0.91	3.60±1.37	3.45±1.11
c	2.00±0.91	3.38±0.93	3.28±1.19	2.42±1.38	2.15±1.18	1.33±0.58	3.23±1.14	1.95±0.93
d	1.81±0.80	0.50±1.18	4.35±1.03	1.24±0.06	2.33±1.29	3.15±0.80	3.75±1.35	3.48±0.88

Samples are same as Table 2.
The values are mean ± S.D.

Table 5. The sensory evaluation of 4 kinds of cucumber kimchi during fermentation at 4℃

Samples	Color		Texture		Taste		Appearance	Overall acceptability
	Green	Dark yellow	Crispness	Softness	Sour	Salty		
0	3.30±1.11	2.70±1.56	4.30±0.99	1.33±0.76	1.05±0.32	1.85±1.17	1.75±0.98	2.55±1.04
2	2.93±1.16	1.68±0.94	4.47±0.91	1.37±0.88	1.50±0.88	1.98±0.89	4.33±0.73	3.70±1.29
4	2.10±0.96	2.83±1.20	3.95±1.02	2.16±1.26	2.56±1.07	2.05±1.03	3.95±0.78	3.20±0.99
6	1.68±0.76	3.10±0.98	3.78±1.21	1.95±1.33	2.95±0.87	2.42±1.06	4.18±0.68	3.10±1.15

The values are mean±S.D.

Table 6. The result of Pearson's correlation between 4 kinds of samples and overall acceptability

Samples	Weeks	Color		Texture		Taste		Appearance	Overall acceptability
		Green	Dark yellow	Crispness	Softness	Sour	Salty		
a	0	-.318	.318	-.416	.a	.a	-.185	-.106	1.000
	2	-.628	.a	.609	.a	.a	-.366	.688*	1.000
	4	.156	.522	.414	.400	.016	.094	.111	1.000
	6	-.509	.333	.218	-.661	.189	.131	.167	1.000
b	0	-.812**	.806	-.152	.689*	.681*	.407	.527	1.000
	2	.596	-.047	.678*	-.263	-.047	-.575	.905**	1.000
	4	.355	.571	.728	-.704*	.000	.534	.101	1.000
	6	.685*	.141	.389	-.584	-.168	.340	.680*	1.000
c	0	.250	-.102	-.181	.087	.a	.a	-.186	1.000
	2	.527	.392	-.142	.130	-.418	.395	.000	1.000
	4	.114	-.281	.065	-.026	-.536	-.236	.220	1.000
	6	.167	.029	.292	-.449	.352	.264	.156	1.000
d	0	.111	.272	.926**	.a	.a	.671*	.264	1.000
	2	.756*	.158	-.134	-.091	.408	-.162	.783*	1.000
	4	.467	-.535	.608	-.398	.262	.218	.344	1.000
	6	-.102	-.167	.829**	.a	.512	-.500	.612	1.000

Superscript ** : Significant by Pearson's correlation at p value = 0.05
* : Significant by Pearson's correlation at p value = 0.01.

이었다.

sample b에서 0주차에서는 초록색이 5% 수준에서 음의 관계가 있고 갈색, 연화 정도, 신맛은 5% 수준에서 정의 관계로 2주차에서는 아작함과 외관의 정도는 1% 수준 내에서, 4주차에서는 아작함과 짠맛은 5% 수준에서, 그 외에도 초록색, 갈색 짠맛 등이 기호도에 영향을 주는 항목이었다. 6주차에서는 초록색의 정도와 외관이 5% 수준 내에서 유의한 것으로 나타났다.

sample c에서 2주차에서는 초록색, 갈색, 짠맛은 5% 수준 내에서 양의 관계가 있고 신맛은 음의 관계로 유의성이 있음을 나타냈다. 4주차에서는 갈색, 물렁함, 신맛, 짠맛은 5%이내에서 음의 관계가 있고, 외관도 양의 관계가 있는 것으로 나타났다. 6주차에서는 아작함, 신맛이 5% 수준내에서 양의 관계로, 연화의 정도는 음의 관계로 유의성이 있는 것으로 나타났다. sample d에서 0주차에서는 아작함이 5% 수준내에서, 짠맛은 1%내에서, 기호도는 양의 관계로 유의성이 있는 것으로 나타났으며, 2주차에서는 초록색과 외관이 5% 수준 내에서, 4주차에서는 초록색, 아작함, 외관이 정도가 6주차에서는 아작함이 1% 수준내에서 유의적으로 기호도에 영향을 주는 것으로 나타났다.

요 약

1. 비가열 시료인 a와 b가 PE의 활성은 저장 둘째 주에 급격히 증가하다가 감소하였고, 가열 시료인 c

는 저장 넷째 주에 증가하다가 감소하였고, 병행 열처리와 trehalose 처리 시료는 저장 끝까지도 증가하였다.

2. PG의 활성은 비가열 시료인 a와 b는 저장 둘째 주부터 감소하다 저장 끝에는 증가하였고, 가열 시료인 c와 d는 저장 기간 동안 변화가 거의 없었다.
3. POD의 활성은 비가열 시료인 a와 b는 저장 둘째 주에 증가하다 감소하였고, 가열 시료인 c는 둘째 주에 약간씩 감소하였고, 병용 열처리하고 trehalose 처리군은 감소하였다.
4. 관능검사 결과 시료 a, b, d는 아작함과 기호도가 전 저장 기간동안 높았고, 시료 c는 갈색과 신맛의 증가로 기호도가 낮았다. 저장기간에 따라서는 2주차에는 아작함과 형태가 좋았으나 4주 6주로 가면서 아작함과 기호도의 값이 감소하였다. 그리고 각 시료별 기호도에 가장 영향을 주는 항목은 아작함이었고 시료 c는 갈색, 맛, 조직감 등에서 음의 관계를 나타냈다.

참고문헌

1. 김정근, 오이재배현황과 발전방향, 전남농업기술원 오이시험장 (2001).
2. 이용호, 이혜수, 김치의 숙성 과정에 따라 펙틴질의 변화, *한국조리과학회지*, 2(1), 54~57 (1986).
3. 박희옥, 김유경, 윤선, 김치숙성과정중의 enzyme system에 관한 연구, *한국조리과학회지*, 7(4), 1~7 (1991).
4. 한귀정, 오이김치 저장 양념의 특성과 오이김치의 품질에 미치는 영향, 단국대학교 대학원 석사학위논문, (1999).
5. 박미원, 박용곤, 장명숙, 담금 방법을 달리한 오이지의 숙성 중 특성변화, *한국영양식량학회지*, 23(4), 634~638(1994).
6. 김기현, 오이와 오이지에서 Pectinesterase와 Polygalacturonase의 특성 및 활성 변화에 관한 연구, 연세대학교 대학원 석사학위 논문 (1994).
7. 이현규, 이경숙, 이상화, 최은옥, 박관화, 당근의 펙틴 분해 효소 특성 및 예비 열처리 조건, *한국식품영양과학회지* 30(2), 228~233 (2001).
8. 박희옥, 김기현, 윤선, 김치 재료에 존재하는 Pectinesterase, Polygalacturonase 및 Peroxidase 특성에 관한 연구, *한국식문화학회지*, 5(4), 443~448 (1990).
9. 윤선, 이진실, 홍완수, 열처리 조건이 오이지 질감에 미치는 영향, *한국식문화학회지*, 4(1), 103~108 (1989).
10. 김지은, 오이 피클의 품질에 미치는 가공 방법의 영향, 충주대학교 산업대학원 석사학위 논문 (2000).
11. 김종군, 최희숙, 김상순, 김우정, 발효중 오이지의 물리화학적 및 관능적 품질의 변화, *한국식품과학회지*, 21(6), 838~844 (1989).
12. 최희숙, 구경형, 김종군, 김우정, 오이지 발효에 미치는 염혼합물 첨가 및 열수 담금의 병용효과, *한국식품과학회지*, 22(7), 865~870 (1990).
13. 최희숙, 김종군, 김우정 열처리가 오이지의 발효에 미치는 영향, *한국식품과학회지*, 21(6), 845~850 (1989).
14. 고윤미, 오이지 제조 원료에 따른 숙성 중 특성 변화, 충북대학교 대학원 농학석사 학위논문, (1998).
15. 이혜정, 데침과 열수의 침적과 trehalose처리가 오이 물김치의 저장중 품질에 미치는 영향, 한국식품영양학회지, 14(4), 333~338(2001).

(2001년 8월 15일 접수)