

열처리가 오이지의 발효에 미치는 영향

최희숙 · 김종균* · 김우정**

숙명여자대학교 식품영양학과, *세종대학교 가정학과

*세종대학교 식품공학과

Effect of Heat Treatment on Some Qualities of Korean Pickled Cucumbers during Fermentation

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

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

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

***Department of Food Science, King Sejong University, Seoul*

Abstract

Effect of high temperature soaking in salt solution and short time microwave heat treatment on quality of Korean pickled cucumbers during fermentation was investigated. The Korean pickled cucumbers were fermented at 25°C for 10 days in 10% salt solution. The physicochemical properties measured were pH, the total acidity, hardness and the sensory properties of odor, taste and texture were also evaluated. The result showed that the effect of soaking cucumber in 80-90°C hot salt solution significantly reduced the fermentation rate and softening rate of texture while a rather rapid fermentation was found for those soaked in 60-70°C. The effect of microwave treatment enhanced fermentation a little for short treatment but it was significantly reduced softening rate of texture by 3 minutes heating. The sensory evaluation of Korean pickled cucumber was found that heat treatments with hot solution and microwave heating had a positive effect for reduction of softening of cucumber tissue, however odor and taste were not significantly affected.

Key words: pickled cucumber, fermentation, heat treatment, pH, acidity, hardness, sensory property

서 론

배추, 무우, 오이를 주원료로한 김치류는 오랫동안 저장하게 되면 조직이 연해지는 연부현상이 일어나게 되며 이 현상은 채소류 발효식품의 저장에 큰 문제점이 되고 있다. 연부현상은 조직 내 존재하는 polygalacturonase (PG)와 pectinesterase (PE)가 관여하는 펙틴물질의 분해가 주원인으로 알려져 있다^(1,2). PG는 오이 pickles의 연부현상을 촉진시키며 30°C의 최적 온도를 갖고 있고⁽¹⁾ PE는 펙틴물질을 pectinic acid로 분해시켜주어 Ca 존재하에서 오이의 견고성이 오히려 향상되는 것으로 물질을 pectinic acid로 분해시켜주어 Ca 존재하에서 오이의 견고성이 오히려 향상되는 것으로 알려져 있다. PE의 최적 온도가 50°C⁽³⁾

이기 때문에 PG와는 큰 차이가 있으며 따라서 가열처리에 의한 효소활성도 조절의 가능성을 보여주고 있다.

채소 발효식품의 연부현상을 예비열처리로 억제할 수 있다는 연구⁽⁴⁻⁶⁾가 많이 발표되었는데 Fleming 등⁽⁷⁾은 약한 열처리가 오이 pickles의 질감을 유지하는데 효과가 있음을 밝힌 바 있고 육 등⁽⁸⁾은 무우의 예비열처리와 CaCl₂ 첨가가 무우김치의 견고성을 향상시킨다고 발표한 바 있다. 또한 열처리의 방법으로서 짧은 시간의 microwave 처리가 과일이나 채소류의 살균과 효소의 불활성화에⁽⁹⁻¹¹⁾ 효과가 있다고 연구된 바 있다. 그러나 오이의 microwave 열처리가 오이의 품질변화에 미치는 영향을 조사한 바는 없으며 옛부터 이용해 왔던 뜨거운 소금물에 오이의 담금이 오이지의 발효에 미치는 영향을 식품학적으로 연구 발표된 바는 없다.

그러하여 본 실험에서는 오이지의 제조시 높은 온도의 소금물에 담금 및 microwave에 의한 열처리가 오

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

이지 담금액의 pH 및 총산도, 오이지의 텍스처 및 관능적 성질에 미치는 영향을 본 연구의 목적으로 하였다.

재료 및 방법

오이지의 제조

오이지의 제조는 조선오이를 잘 씻은 후 오이와 소금물의 비율이 1:1(w/v)되게 10% 소금용액에 오이를 담그어 25°C에서 10일간 발효시켰다. 표준시료는 열처리없이 10% 소금물에 담그어 25°C에서 발효시킨 것으로 하였으며 비교구는 오이를 60-90°C로 가열한 소금물에(초기 절임온도) 부은 후 25°C에서 발효시킨 것과, 500g의 생오이를 plastic film에 싸서 0.5-3분간 microwave(고주파출력 650 w 10 level) 열처리한 뒤 수돗물로 냉각하여 상온의 소금물에 담그어 발효시킨 오이지 두 가지를 열처리구로 하였다. 모든 품질 측정은 2회 이상 제조하여 측정된 값의 평균값으로 하였다.

pH, 산도 및 텍스처 측정

오이지 담금액의 pH와 산도 그리고 오이의 텍스처 측정은 전보⁽¹²⁾와 같은 방법으로 하였다.

오이지의 관능적 품질비교

발효 중 오이지의 맛, 냄새, 텍스처의 관능적 품질비교는 전보⁽¹²⁾와 같이 다시료 비교법으로 하였으며 관능적 품질의 강도는 1을 가장 약한것, 7은 강도가 높은 것으로한 7점 채점법으로 하였다. 표준시료와 모든 비교구는 7일과 14일 숙성시킨 것을 비교하였으며 훈련된 panel 원으로 2회 반복 평가하였다. 관능검사의 결과는 전보⁽¹²⁾와 같이 분산분석과 Duncan의 다범위 검정으로 유의성 검토를 하였다.

결과 및 고찰

초기 절임온도의 영향

pH와 총산도

오이를 60-90°C의 뜨거운 소금물에 담그어 발효시켰을 때 담금액의 pH와 산도의 변화는 Fig.1 및 2와 같다. pH의 경우 발효 2일까지 표준시료와 큰 차이가 없이 감소하였으나 3일 이후부터 현저한 차이가 있었다. 먹기에 적당한 신맛을 갖는 pH 3.7⁽¹³⁾에 도달한 시간은 60-70-표준시료-80-90°C 순서로 빨리 도달하였으

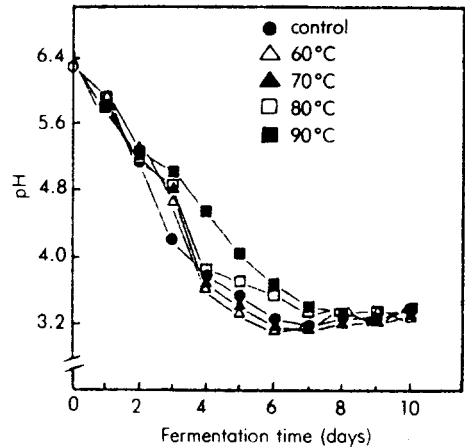


Fig. 1. Effect of initial temperature of salt solution on the changes in pH of Korean pickled cucumber liquid during fermentation at 25°C.

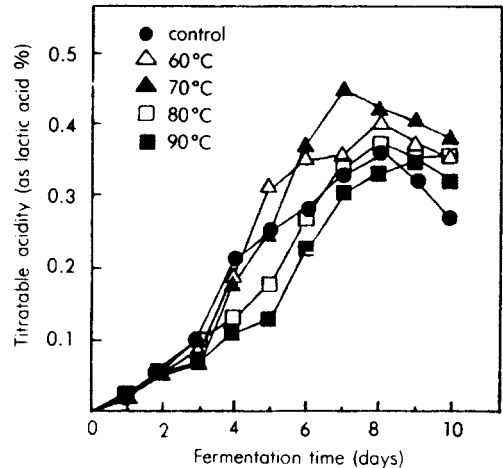


Fig. 2. Effect of initial temperature of salt solution on the changes in total acidity of Korean pickled cucumber liquid during fermentation at 25°C.

며 이러한 경향은 pH 3.2-3.4 범위까지 계속되었다. 뜨거운 소금물을 부은 후 20초 후에 소금물의 온도를 측정 한 결과 60°C는 45°C, 70°C는 50°C, 80°C는 64°C, 90°C는 76°C로서 60°C와 70°C의 처리구는 4일 후 pH가 급격히 떨어져 발효가 촉진됨을 알 수 있었으며 80-90°C에의 담금은 일부 미생물과 오이에 있는 효소를 불활성시킴에 얼마간의 효과가 있었음을 보여 주고 있다. 이러한 경향은 Fig.2의 산도 증가곡선에서도 유사한 경향으로 10일간 가장 많은 유기산을 생성한 처리구

Table 1. Effect of initial temperature on hardness of Korean pickled cucumber during fermentation in 10% salt solution at 25°C

Initial temperature (°C)	Fermentation time (days)					
	0	1	2	4	7	10
Control	0.827	0.425	0.418	0.338	0.338	0.351
60	0.827	0.420	0.390	0.315	0.319	0.337
70	0.827	0.378	0.355	0.342	0.330	0.326
80	0.827	0.363	0.390	0.390	0.394	0.340
90	0.827	0.422	0.393	0.350	0.340	0.334

는 60°C와 70°C이었으며 80°C와 90°C에의 담금은 산생 속속도가 느렸다. 또한, 오이표피에 산막효모의 번식이 관찰되고 균덕내가 발생될 때는 산도가 오히려 감소하게 됨을 알 수 있었는데 이는 산막효모가 번식하면서 유기산을 분해하였기 때문이라고 생각된다. 이 때의 감소 경향은 열처리를 하지 않은 표준시료가 가장 빠른 속도를 보였으며 90°C처리가 가장 낮게 나타났다. 그러므로 80-90°C의 소금물에 담금은 적당히 익을 때까지의 발효 시간이 지연되나 과숙현상은 오히려 억제됨을 알 수 있었다.

텍스처

초기 걸임온도가 발효 중 오이지의 텍스처에 미치는 영향을 측정한 결과는 Table 1과 같다. 오이조직의 견고성은 표준시료의 경우 0.8kg이었던 것이 담금 1일만에 0.4kg으로 되어 현저히 감소하였다가 그후 완만해져서 발효 10일 후에는 0.35kg으로 되었다. 이러한 경향은 뜨거운 소금물에 담금 경우도 유사하였으며 담금 2일까지는 표준시료보다 낮았으나 4일째부터는 80°C와 90°C의 처리가 현저히 높게 측정되었다. 이 결과는 열에 약한 PG의 효소 활성도가 낮아졌고 비교적 열에 강한 PE는 크게 영향을 받지 않았을 가능성이 있으며 따라서 PE에 의한 pectin 물질의 demethylation이 오이의 견고성을 유지하는데 도움이 되었다고 추측된다. 이와 유사한 연구로서 MeFeeters(4)는 61°C와 81°C에서 blanching 한 결과 가장 좋은 pickles의 견고성을 유지하였다고 발표한 바 있으며 이는 80°C와 90°C처리시 20초 후의 온도와 거의 일치하였다. 따라서 80-90°C에서의 담금처리는 오이지의 저장성을 향상시키고 오이의 조직을 좋게 해주는 것으로 나타났다.

Microwave 열처리의 영향

pH와 산도

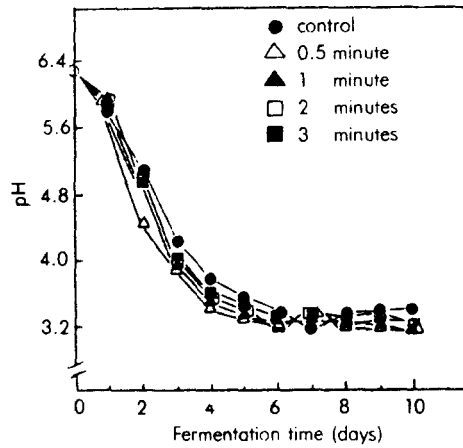


Fig. 3. Effect of microwave heat treatment for various time on the changes in pH of Korean pickled cucumber liquid during fermentation at 25°C.

생오이를 소금물에 담기 전에 microwave로 0.5-3분 처리하여 발효시켰을 때 오이지 담금액의 pH 변화는(Fig.3) 발효 1일까지 큰 차이가 없다가 2일 후부터는 표준시료의 pH보다 낮게 되어 그 후 모든 처리구가 표준시료보다 낮은 pH를 보였다. 한편 발효 7일 후에는 대조구의 경우 pH 3.2에서 약간 증가하는 경향을 보였으나 microwave 열처리구는 10일이 되어도 pH 증가를 보이지 않았다. 이는 산막효모의 생성과 관계가 있다고 추측할 수 있다. Microwave 열처리 직후의 오이 중심부분 온도는 30초 쏘았을 때 20°C, 1분은 40°C, 2분은 63°C, 3분은 86°C가 측정되었다. 그리하여 3분 처리가 발효속도를 억제하리라 기대하였으나, 대조구보다 빠르게 발효됨이 여러번 반복실험에서도 확인되었다.

Fig.4는 담금액의 총산도의 변화를 나타낸 것으로 2일 후부터 빠르게 증가함을 보여주었다. Microwave로 가열함은 가열 안한 것보다 현저히 많은 양의 산이 생성됨을 보여주었으며 표준시료는 8일째부터 총산도가 떨어지는 현상을 보였으나 microwave 열처리구는 산도가 그대로 유지되는 차이를 보여 주었다. 따라서 microwave에 의한 열처리를 하지 않은 표준시료의 경우 발효가 많이 진행되었을 때의 총산도의 감소는 산막효모 등에 의한 유기산의 분해가 일어났기 때문이라고 추측할 수 있으며, microwave 열처리는 산의 분해가 억제하였다고 하겠다. 유기산의 생성속도는 30초가 가장 빨랐으며 3분이 가장 느렸고 1분과 2분 처리구는 그 사이로 큰 차이가 없었다. 한편, microwave 열처

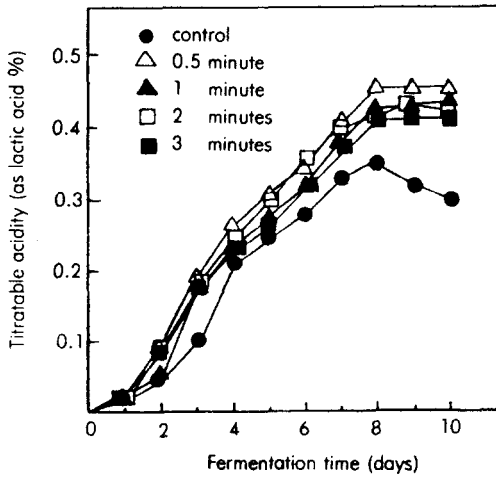


Fig. 4. Effect of microwave heat treatment for various time on the changes in total acidity of Korean pickled cucumber liquid during fermentation at 25°C.

Table 2. Effect of microwave heat treatment on hardness of Korean pickled cucumber during fermentation in 10% salt solution at 25°C

(unit: Kg)

Microwave heating time (minutes)	Fermentation time (days)					
	0	1	2	4	7	10
Control	0.827	0.425	0.418	0.338	0.338	0.351
0.5	0.827	0.443	0.413	0.348	0.314	0.340
1	0.827	0.410	0.355	0.304	0.304	0.348
2	0.827	0.433	0.373	0.358	0.335	0.348
3	0.827	0.427	0.343	0.375	0.353	0.379

리 직후의 특징 중의 하나로 처리시간이 길어질수록 오이의 청록색이 선명해졌으며 3분 처리구가 생오이 내부의 백묵같은 흰색이 투명하게 변하면서 쏘임 직후에 나타나지 않았던 변색이 오이지를 담근 후 1-2일 사이에

Table 3. Effects of temperature of steeping salt solution and microwave heat treatment on raw cucumber on the intensities of odor, taste and texture of Korean pickled cucumbers after fermentation at 25°C for 7 days.

Sensory description		Initial temperature (°C)				F value
		60	70	80	90	
odor	fresh cucumber	3.21	4.00	3.93	3.71	1.27
	acidic	4.21	4.00	3.71	4.14	0.35
	yeast-moldy	3.07	3.43	3.07	2.71	0.67
taste	fresh cucumber	3.64	4.00	4.21	3.93	0.35
	sourness	3.57	4.29	3.71	3.50	1.58
	yeast-moldy	3.00	3.71	3.36	4.86	1.90
texture	crispness	3.64	3.50	3.43	4.21	1.91
	softness	4.21	4.79	4.64	4.00	1.02

Sensory description		Treatment time (minutes)				F value
		0.5	1	2	3	
odor	fresh cucumber	4.07	4.21	3.71	3.57	1.23
	acidic	4.14	3.79	3.71	3.50	0.72
	yeast-moldy	3.79 ^b	3.29 ^b	4.86 ^a	3.50 ^b	5.67 ^{**}
taste	fresh cucumber	3.57	4.00	3.21	4.00	1.32
	sourness	4.64	4.36	3.79	3.86	1.29
	yeast-moldy	4.21 ^{ab}	3.43 ^{bc}	4.50 ^a	3.14 ^c	3.15 [*]
texture	crispness	4.43 ^a	4.14 ^{ab}	3.57 ^b	4.85 ^a	4.21 ^{**}
	softness	3.14 ^b	3.71 ^{ab}	4.29 ^a	2.86 ^b	2.95 [*]

1) The standard sample(R) is 10% salt solution at 25°C after 7 days of fermentation
 2) ^{abc}Mean scores within row followed by the same letter are not significantly different at the 5% level using Duncan's multiple range test
 3) *P < 0.05 in ANOVA test
 **P < 0.01 in ANOVA test

오이표면에 부위별로 나타났다.

텍스처

Microwave 열처리 후 발효시키는 동안 오이조직의 견고성은 Table 2와 같이 전반적으로 담근 1일 후에 거의 반으로 감소되었다가 그 후 완만한 변화를 보여주었다. 이러한 감소경향은 10일이 경과되었을 때 다시 약간의 견고성이 향상되는 결과를 보였는데, 그 이유는 본 실험결과로 판단할 수 없었다. 2일 후의 감소경향은 2, 3분 열처리구의 오이지 발효가 거의 다 진행된 4일 이후부터 열처리를 안한 오이지나 약하게 처리된 오이지보다 높은 견고성을 보여주었다. 이는 오이 내의 텍스처에 영향을 주는 효소인 PG의 활성이 낮아졌거나 PE를 활성화시켜 앞서 나타난 뜨거운 소금용액 처리의 경우와 같이 텍스처가 단단해졌으리라 여겨진다. 따라서 microwave 열처리는 오이지의 발효를 촉진시키면서도 오이의 견고성 유지에 유익한 것으로 나타났다.

관능적 품질비교

뜨거운 소금용액에 담금하거나 microwave 열처리를 하였을 때 이들 열처리가 오이지의 관능적 성질에 미치는 영향을 표준시료와 비교한 결과는 Table 3 및 4와 같다. Table 3은 7일 발효시킨 각각의 처리 오이지를 같은 기간 동안 발효시킨 표준시료 오이지(강도=4)와 각 품질을 비교한 것으로 높은 온도의 소금용액 처리구는 냄새, 맛, 텍스처에 유의적인 차이는 없었으나 생오이 맛과 냄새는 60°C에서 가장 낮게 나타났고 신맛의 경우 70-80-60-90°C순으로 낮게 평가되어 총산도나 pH 측정 결과와는 약간의 차이가 있게 나타났다. 텍스처 중 사각사각함은 90°C일 때가 가장 높게 평가되었다.

한편 microwave 열처리구는 군덕내와 맛, 텍스처에서 유의적 차이를 보여주었으며 군덕내와 맛의 경우 2분 처리구가 높게 나타났고 텍스처의 경우는 3분 처리구가 사각사각한 성질이 가장 높게 나타나 기계적인 측

Table 4. Effects of initial temperature of salt solution and microwave heat treatment of raw cucumber into 10% salt solution on odor, taste and texture intensities Korean Pickled cucumber after fermentation at 25°C for 14 days

Sensory description		Initial temperature (°C)				F value
		60	70	80	90	
odor	fresh cucumber	3.21	2.86	3.50	3.64	0.63
	acidic	3.29	3.79	3.64	3.71	0.32
	yeast-moldy	5.00	4.79	3.93	3.86	1.41
taste	fresh cucumber	2.93	3.50	3.71	3.79	0.84
	sourness	4.14	3.36	3.71	3.64	1.11
	yeast-moldy	4.57	4.14	3.64	4.00	0.97
texture	crispness	4.00 ^b	4.28 ^b	5.35 ^a	4.50 ^{ab}	2.72*
	softness	3.93	4.00	3.14	3.14	1.39

Sensory description		Treatment time (minutes)				F value
		0.5	1	2	3	
odor	fresh cucumber	3.50	3.14	3.00	3.29	0.31
	acidic	3.71	4.21	4.21	4.00	0.33
	yeast-moldy	3.50	3.71	4.23	4.36	2.23
taste	fresh cucumber	3.64	3.29	3.07	3.29	0.38
	sourness	3.57	3.93	4.29	4.05	1.10
	yeast-moldy	4.43	4.21	4.79	4.29	0.50
texture	crispness	3.93 ^b	4.36 ^{ab}	4.29 ^{ab}	5.29 ^a	2.78*
	softness	4.21	3.64	4.07	3.21	1.32

1) The standard sample(R) is 10% salt solution at 25°C after 14 days of fermentation
 2) ^{ab}Mean scores within row followed by the same letter are not significantly different at the 5% level using Duncan's multiple range test
 3) *P < 0.05 in ANOVA test
 **P < 0.01 in ANOVA test

정과 일치하였다. 따라서 microwave에 의한 가열처리하는 오이조직의 관능적 성질에 영향을 주는 것을 알 수 있었다.

이러한 가열처리 영향은 14일 지난 품질비교에서도 유사하게 보여 주었다. 높은 온도의 소금물 담금은 여러가지 관능적 성질에서 사각사각한 성질만이 14일 발표시킨 표준시료에 비하여 차이를 보여주었으며 맛과 냄새의 경우는 뚜렷한 경향을 찾을 수 없었다. 특히 사각사각한 성질은 80°C와 90°C 처리구가 현저히 높게 나타났고 microwave 열처리의 경우 3분처리가 가장 높게 평가되었다. 따라서 비교적 짧은 시간의 가열처리하는 사각사각한 오이지 특유의 좋은 성질을 유지하는데 도움이 되며 초기의 담금온도는 굳덕내와 맛에 영향을 주는 것으로 나타났다.

요 약

본 연구는 오이지를 발효시킬 때 열처리 효과를 조사하기 위하여 오이를 높은 온도의 소금물에 담금과 생오이를 microwave로 가열처리한 뒤 25°C에서 10일간 10% 소금용액에 넣어 발효시켰을 때 pH, 총산도, 텍스처 및 관능적 성질에 미치는 영향을 측정하였다. 초기 절임온도를 60-90°C로 하였을 때 pH의 감소경향은 60-70-표준시료-80-90°C순으로 감소속도가 점점 낮아져 80-90°C에서의 담금이 오이지의 숙성을 현저히 지연시켰으며 산의 생성은 70°C가 가장 많고 90°C가 가장 적게 나타났고, 오이의 견고성은 발효 4일째부터 80-90°C 처리구가 높았다. 생오이에 microwave 열처리 함은 오이지 담금액의 pH 변화가 발효 2일부터 표준시료보다 빠르게 떨어져 모든 microwave 처리구가 비교적 낮은 pH 값을 보였으며 산생성도 2일 후부터 급격히 증가하여 무처리구보다 많은 양의 산이 생성되어 발효가 촉진되었다. 한편 텍스처 변화는 4일 이후 2-3분 처리구가 높게 나타나 생오이의 microwave 열처리는 발효를 촉진시켰으나 텍스처에 유익한 것으로 나타났다. 관능적 성질의 평가는 7일 경과한 오이지를 비교하였을 때 열수에 담금과 microware에 의한 열처리는 맛이나 냄새에 큰 영향이 없이 사각사각한 성질이 높게 나타나 오이지 텍스처의 연화현상을 감소시키는데 유익함을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 1987년도 한국과학재단 연구비에 의해 이루어진 결과의 일부로서 심심한 감사를 드립니다.

문 헌

1. Bell, T.A. and Etchells, J.L.: Influence of salt (NaCl) on pectinolytic softening of cucumber. *J. Food. Sci.*, **26**, 81 (1961).
2. Demain, A.L. and Phaff, H.J.: Softening of cucumbers during curing. *Agric. Foo Chem.*, **5**, 60 (1957).
3. 김수현, 오혜숙, 윤선: 오이의 Pectinesterase에 관한 연구, 한국식품과학회지, **2**(2), 12(1986)
4. MeFeeters, R.F., Fleming, H.P. and Thompson, R.L.: Pectinesterase activity, pectin methylation and texture changes during storage of blanched cucumber slices. *J. Foods Sci.*, **50**, 201 (1985).
5. Fleming, H.P., Tompson, R.L., Bell, T.A., Hontz, L.H.: Controlled fermentation on sliced cucumbers. *J. Food Sci.*, **43**, 888 (1978).
6. Sistruck, W.A. and Cain, R.F.: Chemical and physical changes in green beans during preparation and processing. *Food Technol.*, **14**, 357 (1960).
7. Fleming, H.P., MeFeeters, R.F. and Tompson, R.L.: Effects of sodium chloride concentration of firmness retention of cucumber fermented and stored with calcium chloride. *J. Food Sci.*, **52**(3), 653 (1987).
8. 옥정, 장금, 박관화, 안승요: 예비 열처리에 의한 무우김치의 연화작용, 한국식품과학회지, **17**(6), 447 (1985)
9. Ute Rosenberg and Wernel Bögl: Microwave pasteurization, sterilization, blanching and pest control in the food industry. *Food. Technol.*, **6**, 92 (1987).
10. Anonymous: Microwave blanching review. *Microwave Energy Applic*, Newsletter, **3**(1), 6 (1970).
11. Avisse, C. and Varoquaux, P.: Microwave blanching of peaches. *J. Microwave Power.*, **12**(1), 73 (1977).
12. 김종근, 최희숙, 김상순, 김우정: 발효 중 오이지의 물리화학적 및 관능적 품질의 변화, 한국식품과학회지, **21**(6), 838 (1989)
13. 이종순: 침지방법에 의한 오이지의 맛과 Vitamin C에 미치는 영향, 성심여자대학교 논문집, **6**, 185 (1975)

(1989년 8월 23일 접수)