

열처리조건이 오이지의 질감에 미치는 영향

윤 선·이진실·홍완수

연세대학교 가정대학 식생활학과
(1989年 3月 21日 接受)

Effect of Different Processes on Texture of Fermented Cucumber Pickles

Sun Yoon, Jin-Sil Lee and Wan-Soo Hong

Department of Food and Nutrition, College of Home Economics, Yonsei University

(Received March 21, 1989)

Abstract

Effects of different processes on texture of cucumber pickles fermented in 7% NaCl solution were studied. Cucumbers were treated with different processes: control; preheating in 7% NaCl, 0.04M CaCl₂ solution (60°C, 1hr); combination of preheating and post microwave heating (5 min, medium high level, 2450 Mhz); preheating in the solution which was adjusted to pH 8.5. In each process the pH and total acidity of brine solution, total pectin contents in alcohol insoluble solids (AIS), hot water soluble pectin (HWSP) contents and firmness of cucumber pickles were determined at 0, 5, 10, 15 and 25 days of storage periods. Total pectin contents and the firmness of pickles were decreased during 25 days of storage. Control group showed the lowest value and post microwave heating group marked the highest value in total pectin contents and firmness retention of cucumber pickles. The results of this study indicated that total pectin content seems to correlate with the firmness of cucumber pickles. However, HWSP content did not show any correlation with firmness of cucumber pickles. Post microwave heating method could be used to retain firmness of fermented cucumber pickles.

I. 서 론

야채류의 젖산 발효식품인 오이지는 여름철에 애용이 되고 있는 식품으로서 적당한 산미와 아삭아삭한 질감이 선호도를 높이는 큰 요인이 되고 있다.

그러나 오이지는 저장기간이 길어지면 조직이 물러져 기호성이 떨어지고 장기간 보관이 어려워진다.

현재까지 연구된 문헌에 의하면 식물세포벽 구성성분인 펙틴물질의 분해가 오이지의 가장 큰 연화원인으로 간주되고 있다.^{1,2)} 펙틴물질의 물리 화학적 성질은 조직세포가 접하게 되는 침지 용액의 소금농도, 펙틴 분해효소의 활성, 첨가제, 침지 용액의 pH, 저장온도,

기간 등에 의해 영향을 받는다고 하며 그 중에서도 펙틴 분해효소인 Pectinesterase (PE)와 Polygalacturonase (PG)가 식물조직의 질감에 많은 영향을 끼친다고 한다.³⁻⁶⁾ PE는 펙틴의 메톡실기를 떼어내어 유리 카복실기를 만들고 PG는 유리 카복실기를 가진 펙틴 사슬을 공격하여 펙틴을 galacturonic acid 단위로 분해한다.

오이지와 오이 피클(pickle)의 연부현상을 지연시키기 위해 염화나트륨 첨가, 예비 열처리 및 염화칼슘 첨가법이 이용되어 왔다.⁴⁻⁷⁾

10~20%의 높은 소금 첨가는 조직이 물러지는 현상을 어느 정도 방지시킬 수는 있었으나 완전히 발효되는

데 소요되는 시간이 길어진다는 점과 탈염과정을 거쳐야 한다는 단점이 있다.

예비 열처리 및 염화칼슘 첨가는 오이 내에 존재하는 PG의 활성은 억제시키고, PE는 활성화시켜 칼슘이온과 polypectate gel 복합체를 형성함으로써 조직에 견고성을 부여하여 주며 또한 펙틴이 분해되는 것이 방해되어 견고도 유지에 효과가 있는 것으로 보고되었다.⁷⁾

Microwave의 미생물 살균 및 효소 불활성에 대한 효과를 조사한 결과 미생물 중에서도 특히 곰팡이, 효모에 대한 살균효과가 크다고 하였으며 식품내에 존재하는 효소에 대한 영향은 식품에 따라 다르게 나타났다는 보고가 있다.⁸⁾

이에 본 연구는 7%의 소금 용액을 이용하여 예비 열처리, pH 8.5로 조절한 용액에서의 예비 열처리, 염화칼슘 첨가 및 microwave를 이용한 후열처리가 침지 용액의 pH와 산도에 미치는 영향을 알아보았다. 또한 오이지 조직의 알코올 불용성 물질(Alcohol Insoluble Solids: AIS)내의 총 펙틴 함량 및 열수가용 펙틴(Hot Water Soluble Pectin: HWSP) 함량이 오이지 조직의 견고도에 미치는 영향에 대해 살펴보았다.

II. 재료 및 방법

1. 재료 및 시약

오이는 조선 오이로 길이가 18~20 cm, 직경은 2.4~2.6 cm인 것으로 1988년 4월에 구입하였다. 소금은 정제염, 물은 1차 증류수를 사용하였다. 실험에 사용한 모든 시약은 일급 시약이었다.

2. 오이지의 제조, 포장 및 저장

구입한 오이를 수세하고 탈수시킨 후 대조군은 7% 소금 용액을 끓인 후 식혀 침지시켰다. 예비 열처리 및 염화칼슘 첨가군은 오이를 60°C의 7% 소금, 0.04 M 염화칼슘 용액에서 1시간 동안 예비 열처리를 한 후 흐르는 물에 10분간 수세하였다. 여기에 끓여서 식힌 7% 소금, 0.04 M 염화칼슘 용액을 부어 오이를 침지시켰다. 예비 열처리, 염화칼슘 첨가 및 microwave 후열처리군은 예비 열처리 및 염화칼슘 첨가군과 같은 방법으로 제조한 후 제조 8일째에 2450 MHz, 용량 1.5kw microwave oven(삼성전자 제품) 중고 수준에서 5분간 조사시킨 후 흐르는 물에서 냉각시켰다. pH 8.5, 예비 열처리 및 염화칼슘 첨가군은 예비 열처리 용액을 0.1 N 수산화나트륨으로 pH 8.5로 조절하여 준 후 예비 열처리를 시행하였으며 그외의 제조방법은 예비 열처리 및 염화칼슘 첨가군과 동일하다.

각각의 처리를 거친 오이를 오이와 침지 용액의 비율

이 4:6(w/v)이 되도록 하여 1회 분석에 필요한 양만큼씩 각각 병에 담아 밀봉 후 25°C로 조절된 항온기(B.O.D Incubator)에 보관하여 제조일로부터 0, 5, 10, 15, 25일째 되는 날 분석하였다.

3. pH 및 산도 측정

침지 용액의 pH는 pH meter(Beckman)를 사용하였으며 산도는 1ml의 침지 용액을 증류수로 50배 희석하여 1% 페놀프탈렌 용액을 넣고 0.05 N 수산화나트륨으로 pH 8.2±0.05가 되게 적정하여 젖산의 함량(%)으로 나타냈다.

4. 총 펙틴 함량 측정^{9,10)}

A.O.A.C 방법에 의해 AIS를 얻었으며 AIS를 얻는 방법은 Fig. 1에 제시되었다. AIS 내에 존재하는 anhydrouronic acid의 양을 측정하여 총펙틴 함량으로 간주하였다. AIS 0.1g을 0.05 N 수산화나트륨 100 ml에 넣어 30분간 탈에스테르화시킨 후 1ml를 취해 50배로 희석시켜 시료 용액으로 사용하였다. 냉각된 6ml의 95%의 진한 황산이 담겨져 있는 시험관에 시료 용액 1ml를 가한 후 끓는 물에서 15분간 가열하고

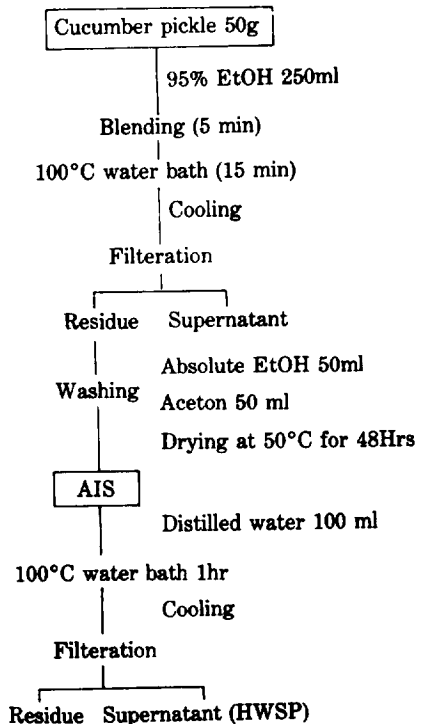


Fig. 1. Scheme for the separation of alcohol insoluble solids (AIS) and not water soluble pectin (HWSP) from fermented cucumber pickle at 25°C.

Table 1. Conditions for texture analysis by texturometer

Sample size	diameter 2.4 ~ 2.6 cm height 0.5 cm
Range of load	0 ~ 40 kg
Power supply	100v 50Hz
Plunger	W type (diameter 2.4 cm)
Plate	flute type
clearance	2 mm
Bite speed	6 times/min
chart speed	750 mm/min

냉각시켜 0.5 ml의 0.15% 카바졸 용액을 가한 다음 25분간 방치시키고 spectrophotometer(Beckman model 35) 520 nm에서 흡광도를 측정하였다.

동공실험은 시료 용액 대신 무수에탄올을 넣어 주었다. 표준 곡선은 anhydrogalacturonic acid 0.001 mg/ml ~ 0.125 mg/ml로 구하였으며 이 값을 AIS 건조 무게당 펙틴질의 함량비(%)로 나타냈다.

5. 열가수용 펙틴질(HWSP)의 함량 측정

AIS로 HWSP 함량을 얻는 방법은 Fig. 1에 제시된 바와 같다. 0.1g의 AIS를 증류수 100 ml와 함께 100°C의 수조에서 1시간 동안 방치한 후 흡인 여과하여 50배로 희석하여 시료 용액으로 사용하였다. 시료 용액 내에 존재하는 펙틴질의 함량은 총 펙틴 함량의 측정방법과 동일하다.

6. Texturometer에 의한 견고도의 측정

오이지는 중앙으로부터 0.5 cm 간격으로 개당 8쪽씩을 취하여 측정에 사용하였다.

각 실험군 당 3개의 오이지로부터 얻은 값의 평균치를 견고도(kg)로 정하였다. 견고도 측정에 사용한 texturometer는 Zenken Co.의 GTX형이었으며 측정조건은 Table 1에 제시된 바와 같다.

III. 결과 및 고찰

1. pH 및 산도의 변화

오이지 제조 후 25일간 변화된 침지 용액의 pH 및 산도의 변화는 Table 2, 3에 제시되었다.

25일 동안의 발효 및 저장과정을 통해 pH는 낮아지고 산도는 높아지는 경향을 보였다.

발효가 완결된 때의 침지 용액의 pH를 3.5±0.1로 볼 때 대조군은 제조 후 10일에서 15일째 사이에, 나머지 처리군들은 15일째에 발효가 완결되었다. 이는 열처리에 의한 미생물 감소와 PE의 활성증가로 칼슘 이온과 polypectate gel 복합체의 형성으로 발효가 억제된 것으로 보인다.

Table 2. Changes of pH in fermented cucumber pickles by different processes and storage periods (25°C)

Group	Storage period (days)					
	0	5	10	15	25	
Control	5.3	3.9	3.7	3.2	2.9	
Preheating, CaCl ₂	4.8	4.3	M*	3.9	3.5	3.0
Preheating, CaCl ₂ microwave	4.8	4.3	3.8	3.6	3.1	
pH 8.5, preheating	4.8	4.2	3.7	3.5	3.0	
CaCl ₂						

*M: Microwave Heating

Table 3. Changes of total acidity cucumber pickles by different process and storage periods (25°C)

Group	storage period (days)				
	0	5	10	15	25
Control	Mean ± S.D 0.04 ±0.0002	Mean ± S.D 0.93 ±0.0010	Mean ± S.D 1.58 ±0.0159	Mean ± S.D 1.76 ±0.0064	Mean ± S.D 2.15 ±0.0129
Preheating, CaCl ₂	0.05 ±0.0000	0.29 ±0.0068	0.48 ±0.0955	1.47 ±0.0032	2.00 ±0.0078
Preheating, CaCl ₂ microwave	0.05 ±0.0000	0.29 ±0.0094	M* 0.48 ±0.0064	1.35 ±0.0127	1.93 ±0.0047
pH 8.5, preheating	0.05	0.44	0.97	1.45	2.03
CaCl ₂	±0.0002	±0.1194	±0.0000	±0.0095	±0.0058

*M: Microwave heating

최종 분석일의 대조군: 예비 열처리 및 염화칼슘 첨가군: 예비 열처리, 염화칼슘 첨가 및 microwave 후 열처리군: pH 8.5, 예비 열처리 및 염화칼슘 첨가군의 pH는 각각 2.9, 3.0, 3.1, 3.0으로 서로 큰 차이를 보이지 않았다.

산도는 발효 완결 기준을 $1.4 \pm 0.1\%$ 로 볼 때 대조군은 제조 후 10일째에 나머지 처리군들은 15일째에 발효가 완결되었다. 처리군들의 발효가 대조군에 비해 늦은 이유는 예비 열처리와 염화칼슘의 첨가효과로 보이며 특히 microwave 후열처리군이 다른 처리군들에 비해 낮은 수치를 보인 것은 microwave의 처리효과로 생각된다.

최종 산도는 대조군이 가장 높은 2.15%로 예비 열처리 및 염화칼슘 첨가군: 예비 열처리, 염화칼슘 및 microwave 후열처리군: pH 8.5, 예비 열처리 및 염화칼슘 첨가군은 각각 2.00, 1.93, 2.03%로 비슷한 수치를 보였다.

위와 같이 pH와 산도의 변화를 살펴 본 결과, 대조군에 비해 예비 열처리군들의 발효가 완성되는 기간이 길었으며 예비 열처리만을 단독으로 해주었을 때보다는 microwave로 후열처리를 해 준 경우 산패된 정도가 적었다. 그러므로 질감 향상을 위한 처리들도 산패현상의 지연효과가 있는 것으로 보인다.

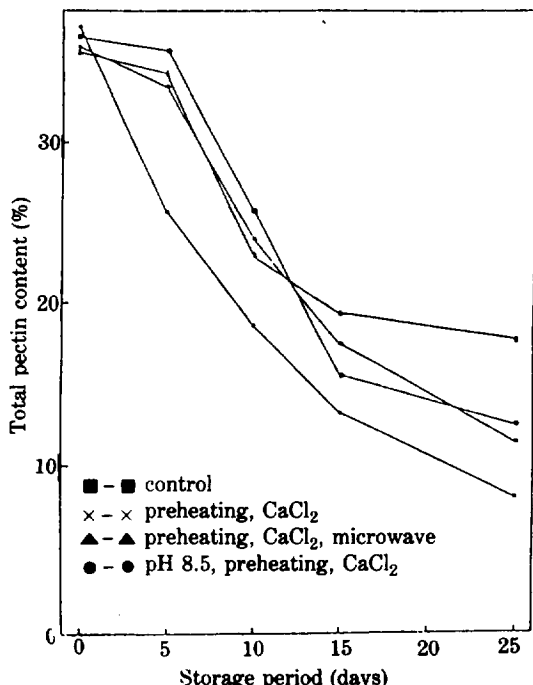


Fig. 2. Changes in total pectin contents during fermentation of cucumber pickles at 25°C.

2. 총 펙틴 함량의 변화

AIS내에 존재하는 총 펙틴 함량의 변화는 Fig. 2에 제시되었다.

총 펙틴 함량은 저장기간이 경과함에 따라 모든 실험군에서 감소하였다. 이러한 경향은 오이지 조직에 존재하는 펙틴물질이 시간이 지남에 따라 분해가 되어 알코올 가용성인 물질로 전환되어 나타난 현상으로 보인다.

제조 당일의 펙틴 함량은 실험군 간에 별 차이가 없는 35~36%로 나타났으며 대조군은 제조 후 5일째부터는 나머지 처리군들과 차이가 나기 시작하여 제조 후 25일째에는 8%로 실험군들 중에서 가장 낮은 펙틴 함량을 나타냈다. 이는 오이지 조직이 pH가 낮아지면서 펙틴 분해효소가 활성이 높아져 펙틴물질의 분해가 쉽게 일어났기 때문인 것으로 생각된다.

대조군을 제외한 나머지 처리군들은 제조 후 10일째까지는 서로 함량의 차이가 적었으나 15일째부터는 처리군간에 함량차이가 나기 시작했으며 예비 열처리, 염화칼슘 및 microwave 후열처리군은 제조 후 10일째에는 다른 예비 열처리군들보다 낮은 수치를 보였으나 15일째부터는 최고 수치를 나타냈다. 이러한 현상은 제조 후 8일째에 microwave 후열처리를 해주므로써 오이지의 펙틴 분해효소의 활성감소와 미생물감소 효과로 인해 펙틴물질의 분해가 적어진 결과로 보인다.

제조 후 25일째의 총 펙틴 함량은 예비 열처리 및 염화칼슘 첨가군과 pH 8.5, 예비 열처리 및 염화칼슘 첨가군은 각각 11.44, 12.58%로 서로 많은 차이를 보이지 않았으며 예비 열처리, 염화칼슘 첨가 및 microwave 후열처리군은 17.93%로 가장 높은 수치를 보였다.

3. 열수가용 펙틴질(HWSP) 함량의 변화

총 펙틴물질에 존재하는 HWSP 함량의 변화는 Fig. 3에 제시하였다.

제조당일 열수가용 펙틴 함량은 대조군이 16.05%로 제일 낮았고 예비 열처리 및 염화칼슘 첨가군: 예비 열처리, 염화칼슘 첨가 및 microwave 후열처리군: pH 8.5, 예비 열처리 및 염화칼슘 첨가군은 22.34, 22.47, 17.44%로 나타났다. 이렇게 처리군들이 대조군에 비해 함량이 높게 나타난 것은 열처리에 의한 효과로 생각된다.

제조 후 5일째까지는 모든 실험군들의 HWSP의 함량이 감소하는 경향을 보였으며 그 이후부터 15일째까지는 증가하였다. 이러한 현상은 배추김치¹¹⁾와 무우김치¹²⁾의 경우 저장기간 초기에는 HWSP의 함량이 감소하다가 다시 증가하는 현상과는 비슷한 과정이라고 볼 수는 있으나 제조 후 25일째의 급격한 감소현상은

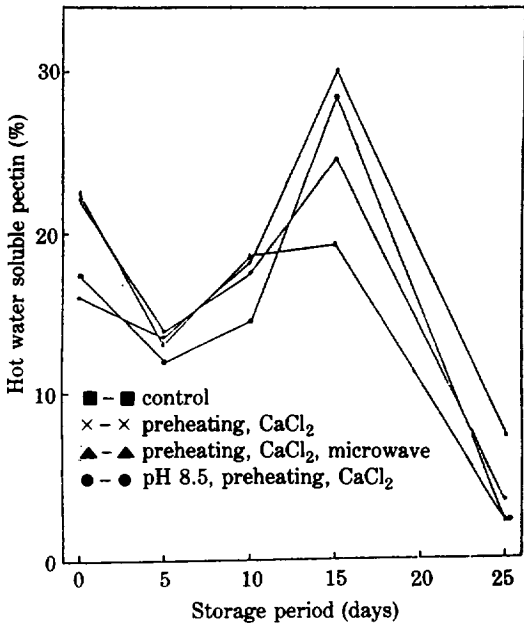


Fig. 3. Changes in HWSP contents during fermentation of cucumber pickles at 25°C.

일찌기 보고된 바 없는 결과로 오이지가 숙성됨에 따라 산과 펙틴 분해효소에 의해 분해가 가능한 알코올 불용성 펙틴물질이 분해가 되어 알코올에 녹아 비교적 녹기 어려운 상태의 펙틴물질만이 존재하므로써 생긴 결과가 아닌가 생각한다.

최종 분석일에 나타난 HWSP 함량은 대조군: 예비 열처리 및 염화칼슘 첨가군: 예비 열처리, 염화칼슘 첨가 및 microwave 후열처리군: pH 8.5, 예비 열처리 및 염화칼슘 처리군이 각각 7.05, 3.65, 2.42, 2.42%로 대조군이 가장 높게 나타났으며 그의 처리군들은 그보다는 낮게 나타났다.

이렇게 HWSP의 함량이 불규칙한 경향을 나타내는 것으로 보아 HWSP의 함량과 연부현상의 상관관계는 적을 것으로 생각된다.

4. Texturometer 에 의한 견고도의 변화

견고도의 변화는 Fig. 4에 제시하였다.

오이지의 견고도는 대체로 시간이 경과함에 따라 감소하는 경향을 보였다.

오이지 제조 당일의 견고도는 대조군: 예비 열처리 및 염화칼슘 첨가군: 예비 열처리, 염화칼슘 첨가 및 microwave 후열처리: pH 8.5, 예비 열처리 및 염화칼슘 첨가군이 각각 37.39, 29.90, 29.93, 24.22 kg으로 처리군들의 견고도가 대조군에 비해 낮게 나타났는데 이는 오이지조직이 열처리에 의해 연화되었기 때문

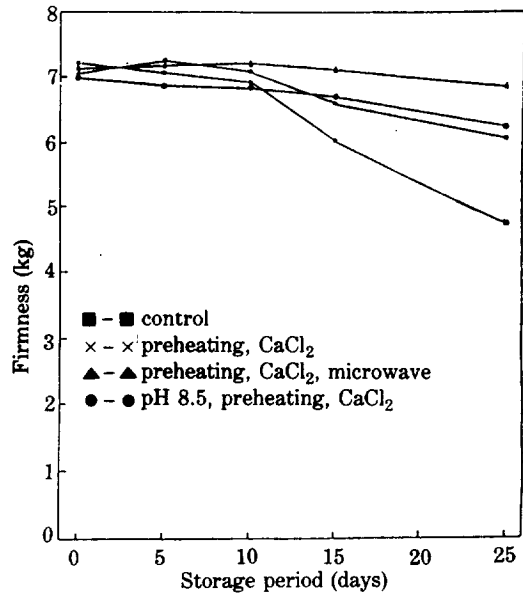


Fig. 4. Changes of firmness during fermentation of cucumber pickles at 25°C.

인 것으로 생각된다. 예비 열처리 및 염화칼슘 첨가군과 예비 열처리, 염화칼슘 첨가 및 microwave 후열처리군은 제조 후 5일째의 견고도가 제조 당일보다 높게 나타났는데 이러한 현상은 염화칼슘의 견고도 유지효과 외에 증가효과도 존재함을 시사하는 것으로 생각되며 이러한 효과는 백⁷⁾에 의해서도 보고된 바 있다.

오이지 제조 15일째의 견고도는 대조군: 예비 열처리 및 염화칼슘 첨가: 예비 열처리, 염화칼슘 첨가 및 microwave 후열처리군: pH 8.5 예비 열처리 및 염화칼슘 첨가군이 각각 6.01, 6.61, 7.14, 6.77 kg로 대조군은 가장 낮은 수치를 보였으며 이러한 현상은 계속 지속되었다. 이렇게 대조군이 처리군들에 비해 낮은 것은 대조군의 오이지 조직이 처리군들의 조직에 비해 분해가 되기 쉬운 상태로 존재하기 때문에 시간이 지나면서 나타나는 pH 감소현상과 펙틴 분해효소의 활성으로 나타난 결과로 보인다. 또한 대조군의 경우는 제조 후 10일째부터 오이지 내부에 동공화 현상이 나타나기 시작하여 시간이 지나면서 더욱 커져 견고도가 더욱 낮게 측정되었다. Microwave 후열처리군의 경우 제조 후 10일째까지는 예비 열처리 및 염화칼슘 첨가군과 비슷한 수치를 보였으나 15일째부터는 뚜렷한 차이를 보이기 시작했다. 이는 예비 열처리와 염화칼슘만을 첨가해 주었을 때보다 microwave 후열처리를 더하여 주므로써 오이지 조직내의 펙틴물질의 분해가 덜 일어나서 생긴 결과로 생각되며 microwave의 미생물 억제효과와 펙틴 분해효소의 활성 감소효과에 의해 나타난 결과와

아닌가 생각된다.

최종 분석일의 견고도는 대조군: 예비 열처리 및 염화칼슘 첨가군: 예비 열처리, 염화칼슘 첨가 및 microwave 후열처리군: pH 8.5 예비 열처리 및 염화칼슘 첨가군이 각각 4.77, 6.08, 6.88, 6.29 kg으로 대조군은 가장 낮게 예비 열처리, 염화칼슘 첨가 및 microwave 후열처리군은 가장 높은 견고도를 나타냈다. 이러한 결과로 보아 예비 열처리와 염화칼슘 첨가 외에 microwave 후열처리를 하여주므로써 예비 열처리 및 염화칼슘을 첨가해 준 경우보다 더 높은 견고도를 얻을 수 있는 것으로 보인다. pH 8.5 예비 열처리 및 염화칼슘 첨가군이 예비 열처리 및 염화칼슘 첨가군에 비해 견고도가 더욱 높을 것으로 기대하였으나 최종 견고도의 차이가 0.20 kg으로 나타난 것으로 보아 본 실험에서는 pH 8.5 처리효과가 높게 나타나질 않았다. 이는 예비 열처리를 해줄 때의 오이의 상태와 열처리 시간에 따라서 효과가 다르게 나타나기 때문인 것으로 보인다.

오이지 조직의 견고도와 총 펙틴 함량의 변화로 보아 견고도와 총 펙틴 함량과는 서로 연관이 깊은 것으로 보인다. 그러므로 중전에 많이 이용이 되어 온 예비 열처리 및 염화칼슘 첨가법 외에 microwave를 이용한 후열처리는 AIS 내의 펙틴물질이 분해되는 정도를 감소시켜 견고도가 낮아지는 것을 저지시킬 수 있는 방법이 될 수 있다고 생각된다.

IV. 요 약

본 연구에서는 7% 소금 용액을 이용하여 예비 열처리 (60°C, 1시간), pH 8.5로의 예비 열처리, 염화칼슘 첨가 및 microwave를 이용한 후열처리가 오이지 침지 용액의 pH, 산도, AIS 내의 총 펙틴 함량, HWSP 함량, 견고도에 미치는 영향에 대해 살펴보았다.

제조 0, 5, 10, 15, 25일째의 분석을 통해 pH는 감소, 산도는 높아지는 경향을 보였으며 최종 분석일의 pH는 예비 열처리, 염화칼슘 첨가 및 microwave 후열처리군이 가장 높은 3.1, 산도는 1.93%로 가장 낮은 수치를 보였다.

AIS에 존재하는 총 펙틴 함량은 시간이 지남에 따라 감소하는 경향을 보였으며 대조군에 비해 처리군들의 감소율은 적었으며 예비 열처리, 염화칼슘 첨가 및 microwave 후열처리군의 최종 함량은 가장 높은 17.93%로 나타났다. HWSP의 함량은 제조 후 5일째부터 15일째까지는 증가하다가 그 이후에는 급격히 감소했다.

Texturometer에 의한 견고도 측정결과 제조 후 15일째부터는 실험군들간에 차이가 많이 나기 시작했으며 최종 견고도는 대조군이 가장 낮은 4.77 kg, 예비 열처리, 염화칼슘 첨가 및 microwave 후열처리군이 가장 높은 6.88 kg로 나타났다.

연구결과로보아 총 펙틴 함량과 견고도와는 서로 연관이 깊은 것으로 보이며 microwave 후열처리는 펙틴물질의 분해를 저지시켜 견고도가 감소되는 정도를 낮게 해 줄 수 있는 방법이 될 수 있다고 생각한다.

감사의 글

본 연구는 한국학술진흥재단의 연구비 지원에 의해 수행된 것으로 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Fennema, O.S.: Food chemistry, Marcel Dekker, INC. New York and Basel, p440 (1985).
2. Richardson, T., and Fineley, J. W. Chemical changes in food during processing, Avi Publishing Company INC. p347 (1985).
3. Pressey, R. and Avants, J.K.: Cucumber polygalacturonase.: J. Food Sci, 140, 937 (1975).
4. Bell, T.A. and Etchell, J.L.: Influence of salt (NaCl) pectinolytic softening of cucumbers.: J. Food Sci. 26, 84 (1961).
5. Fleming, H.P., McFeeters, R.F., and Thompson, R.L.: Effects of sodium concentration on firmness retention of cucumber fermented and stored with calcium chloride.; J. Food Sci. 52(3), 653 (1987).
6. Buescher, R.W., Hudson, J.M., and Adams, J.R.: Inhibition of polygalacturonase softening of cucumber pickle by calcium chloride.: J. Food Sci. 44, 1789 (1979).
7. 백형희: 예비 열처리에 의한 오이지의 연화방지, 서울대학원 논문(1986).
8. Rosenberg, V., and Bogl, W.: Microwave pasteurization, sterilization, blanching, and pest control in the food industry. Food Technol. 41 (6), 92 (1987).
9. A. O. A. C.: Official Methods of Analysis, 14th ed. Association of Official Analysis Chemists, Washington. D. C. (1984).
10. McComb, E.A., and McCready, R.M.: Colorimetric determination of pectin substances. Anal. Chem. 24, (1952)
11. 이용호, 이혜수: 김치의 숙성과정에 따른 펙틴질의 변화. Korean J. Soc. Food Sci., 2(1), 54(1986).
12. 육철, 장금, 박관화, 안승요: 예비 열처리에 의한 무우김치의 연화방지. Korean J. Food Sci. Technol, 17(6), 447(1985).