

등시 장아찌 제조 과정 중 세포벽성분 및 연화효소의 변화

조영제* · 천성숙¹

상주대학교 식품공학과, ¹영남대학교 식품공학과

(2003년 9월 29일 접수, 2003년 12월 15일 수리)

뽕은감 등시를 이용한 감장아찌 제조 중 과육의 세포벽 성분과 연화효소의 변화를 조사한 결과, 알콜불용성 물질 및 세포벽 성분의 함량은 감장아찌 제조 시 간장 및 된장 침지 모두 침지 시간이 길어질수록 감소하는 경향을 나타내었으며, 침지 20일째까지는 완만하게 감소하였으나 30일 이후부터 급격한 감소가 발생하였다. 수용성 물질의 함량은 간장 및 된장 침지 모두 침지 시간이 증가할수록 점차 증가하는 경향을 나타내었다. Lignin, pectin 질 및 산 가용성 hemicellulose의 함량은 간장 및 된장 침지 장아찌 모두 침지 시간이 경과하여 숙성이 진행될수록 감소하였으나, 알칼리 가용성 hemicellulose는 침지시간이 길어질수록 증가하는 양상을 나타내었다. Cellulose의 함량은 간장 및 된장 침지 각각 침지초기의 6.07±0.09 mg/g과 6.18±0.13 mg/g에서 침지 50일째 6.09±0.17 mg/g와 6.28±0.32 mg/g으로 큰 변화를 나타내지 않았다. 감장아찌의 경도는 간장 및 된장 침지 모두 침지 30일째까지는 증가하다가 그 이후에는 감소하는 경향을 나타내었다. Polygalacturonase와 pectinesterase는 간장 및 된장 침지 모두 침지 10일째부터 효소활성이 증가하기 시작하였으며 침지 시간이 경과할수록 효소활성은 높아지는 것을 알 수 있었다. β-Galactosidase의 경우도 간장 및 된장 침지 모두 침지 10일째부터 효소활성이 증가하기 시작하여 침지 30일째까지 완만한 상승을 나타내다가 침지 40일째부터 급격한 효소활성의 증대가 관찰되었다.

Key words: 등시, 장아찌, 세포벽 성분, polygalacturonase, pectinesterase, β-galactosidase

서 론

감은 숙성 중에 생리 화학적 변화로서 연화현상이 일어나 물성에 중요한 영향을 미치며,¹⁾ 이러한 연화현상은 생체 내에 존재하는 세포벽 분해효소에 의하여 세포벽 구성다당류인 cellulose, hemicellulose, pectin, glycoprotein 등이 분해되어 과실의 texture의 변화를 초래하게 되고, 이러한 변화는 과실의 특성 및 세포벽 구성성분과 밀접한 관계가 있으며 과실이 숙성됨에 따라 매우 빠른 속도로 진행된다.^{1,5)} 특히 일차세포벽의 연결역할을 하는 middle lamella가 pectin질로 구성되어 있어서 성숙, 연화 시 pectin질이 분해됨으로서 과실의 연화현상을 초래한다.^{6,7)} Bartley와 Knee⁸⁾는 토마토의 성숙, 연화 시 middle lamella와 일차세포벽의 변화가 일어났다고 하였고, Shewfelt⁹⁾와 Knee¹⁰⁾는 과실의 연화 중에 불용성 pecticpolysaccharide의 함량은 감소하는 반면 가용성 polyuronide의 함량은 증가한다고 하였다. 그리고 Huber¹¹⁾는 토마토의 성숙 중 세포벽 구성 hemicellulose의 저분자화 현상에 대해서 보고하였다. 세포벽성분의 분해에 관여하는 효소는 polygalacturonase, cellulase, pectinmethyl esterase, α-galactosidase, β-galactosidase 등이 있으며, 이들 중 polygalacturonase는 과실의 연화에 가장 큰 영향을 주며,^{3,12)} Brady¹³⁾와 Tucker 등¹⁴⁾은 과실의 연화초기에 이들 효소의 활성이 높다고 하였다.

본 연구에서는 뽕은감 등시를 원료로 장아찌를 제조하여 소비자의 기호를 증대시키며 부가가치를 높이고자 등시 장아찌

제조과정 중 발생하는 과육의 연화현상에 따른 세포벽 성분 변화 및 연화효소의 활성변화를 조사하였으며, 등시 장아찌 제조 시 최적 물성확보를 위한 기초 자료로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

재료. 본 실험에 사용한 시료는 상주지방의 등시 중 약 120 ± 5 g 내외의 크기가 비슷한 감만을 사용하였고, 간장(염도 9.5%) 및 된장(염도 10.5%)은 시장에서 판매하는 H사 제품을 사용하였다.

장아찌의 제조방법. 감을 크기가 균일하게 선별한 후 각각 10 l 용량의 폴리프로필렌 수지용기에 폴리에틸렌 필름봉지를 간 뒤 간장 및 된장에 원료감을 넣고 필름봉지내의 공기를 vacuum pump로 빼낸 다음 끈으로 묶어 밀봉하여 감이 절임액에 잠기도록 하여,¹⁵⁾ 15°C의 절임온도에서 10~50일 동안 항온실에서 장아찌를 제조하였다.

과육의 경도. 과육의 경도는 rheometer(CR-100D Sun Scientific CO. LTD, Japan)를 사용하여 측정하였다. 시료는 높이 1 cm 두께로 절단하여 직경 5 mm의 plobe가 표피에서 3 mm되는 지점까지 가해지는 compressive force(kg/cm²)를 측정하였다.¹⁵⁾

세포벽의 추출, 분획 및 구성성분의 정량. Yamaki 등¹⁶⁾이 행한 방법에 따라 Fig. 1과 같이 행하였다. 즉 세포벽추출은 과피를 제거한 과육질 100 g에 80% ethanol 200 ml를 가하여 균질화 한 후 80°C에서 10분간 가열하여 효소를 불활성화시킨 다음 80% ethanol로 3회 여과, 세척하여 동결 건조한 것을 알콜 불용성 물질(alcohol insoluble substances)로 하였다. 여기에 α-amylase(3~5 unit/mg) 1 mg/ml를 함유한 50 mM sodium

*연락처

Phone: 82-054-530-5265; Fax: 82-054-530-5269
E-mail: yjcho@sangju.ac.kr

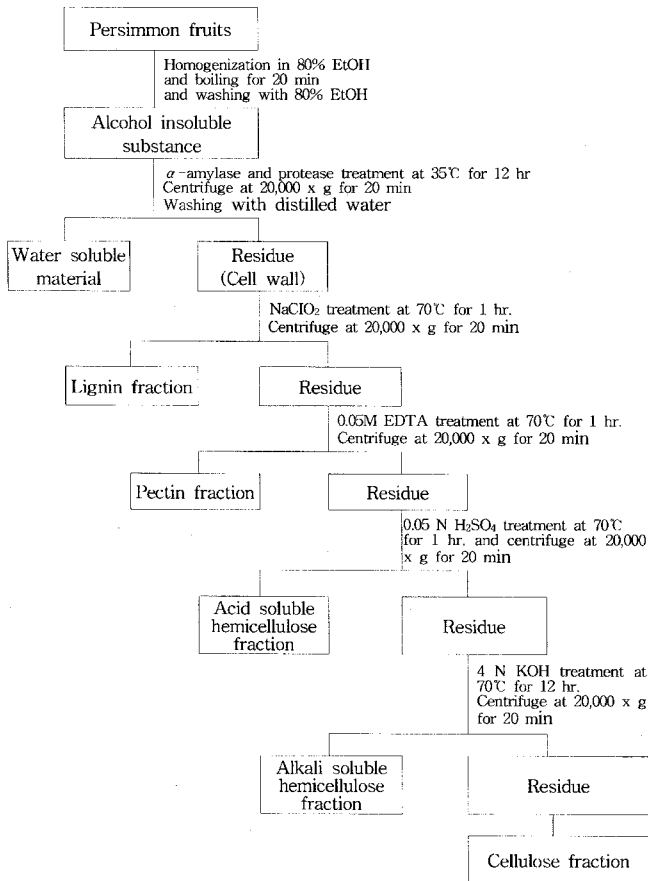


Fig. 1. Procedure for fraction of cell wall polysaccharides from persimmon fruits.

phosphate buffer(pH 6.8)에 protease(6-8 unit/mg) 1 mg/ml를 가하여 같은 조건에 12시간 처리한 후 원심분리한 상정액을 수용성물질(water soluble material)로 하고, 잔사는 세포벽성분(cell wall fraction)으로 하였다. 다시 세포벽성분에 150 mg의 NaClO_2 와 빙초산 4방울을 함유한 증류수 100 ml를 가하여 70°C에서 1시간 교반한 후 원심분리하여 상정액을 lignin분획으로 하였고, 잔사에 0.05 M EDTA 100 ml를 가하여 80°C에서 30분간 가열하여 원심분리한 후 상정액을 pectin질 분획으로 하였다. 다시 잔사에 0.05 N H_2SO_4 100 ml를 가하여 100°C에서 5시간 끓인 다음 원심분리하여 얻은 상정액을 산 가용성 hemicellulose 분획으로 하였다. 다시 잔사에 4 N KOH를 가하고 N_2 gas 기류 하에서 12시간 방치한 후 원심분리하여 얻은 상정액을 알칼리 가용성 hemicellulose 분획으로 하였으며, 잔사를 cellulose 분획으로 하였다. 각 상정액은 증류수에서 72시간 투석한 후 동결 건조하여 중량으로 함량을 측정하였다.

효소 추출. 효소추출은 Moshrefi와 Luh¹⁷가 행한 방법에 따라 시료 200 g에 증류수 400 ml를 가하여 10분간 균질화하고 30분간 천천히 교반한 후 1 M이 되게 NaCl을 가하고 30분간 천천히 저어준 후 균질액을 pH 6.0으로 조정하고 3시간 동안 magnetic bar로 교반한 다음 여과하여 조효소액을 얻었다. 조효소액을 80% 포화 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 로 염석하고, 20,000×g에서 10분간 원심분리한 다음 침전물을 0.15 N NaCl용액에서 48시간 투석한 후 다시 20,000×g로 15분간 원심분리한 상정액을 조효소

로 하였다. 모든 효소의 추출 조작은 4°C에서 행하였다.

Polygalacturonase 활성 측정. Polygalacturonase 활성 측정은 Gross의 방법¹⁸에 준하였다. 1% polygalacturonic acid 용액 100 μl 와 증류수 50 μl 혼합액에 효소액 50 μl 를 가하여 30°C에서 30분간 반응시킨 다음 0.1 M boric acid-borax buffer(pH 9.0) 1 ml를 가하여 반응을 정지시켰다. 다음에 1% 2-cyanoacetamide용액 200 μl 를 가하여 혼합하고, 10분간 끓인 후 얼음물에서 냉각한 다음 276 nm에서 흡광도를 측정하였다. Polygalacturonase의 활성 단위는 30°C에서 30분 동안에 1 μmole 의 α -D-galacturonic acid를 생성하는 효소량을 1 unit로 하였다.

Pectinesterase 활성 측정. Simon과 Tucker의 방법¹⁹에 의해 측정하였다. 즉, 0.05 M acetate buffer(pH 5.2)에 pectin을 0.5% 농도로 용해하여 만든 기질용액과 효소액을 10:1(v/v)로 혼합한 후 30°C에서 60분간 반응시키고, 반응액 1 ml에 2% potassium perman ganate 0.2 ml를 가하고 얼음수조에서 15분간 방치하였다. 여기에 0.2 ml의 0.5 M sodium arsenite 용액과 0.6 ml의 증류수를 가한 후 1시간 실온에서 반응시키고 2 ml의 0.02 M pentan-2,4-dion 용액을 가하여 밀봉하고, 60°C에서 15분간 가열하여 발색시킨 후 실온에서 412 nm로 흡광도를 측정하였으며, 표준품으로는 메탄올을 사용하여 표준곡선을 작성하였다.

β -Galactosidase 활성 측정. β -galactosidase의 활성 측정은 Pressey의 방법²⁰에 따라 p -nitrophenyl- β -galactoside를 가수분해하는 정도를 측정하여 효소의 활성으로 나타내었다. 0.2% p -nitrophenyl- β -galactoside/10 mM sodium acetate buffer(pH 4.0) 50 μl 에 0.2% bovine serum albumin 300 μl 와 10 mM sodium acetate buffer(pH 4.0) 100 μl 를 잘 혼합한 후, 효소액 100 μl 를 가하여 15분간 반응시킨 다음 0.2 M Na_2CO_3 2 ml를 가하여 반응을 정지시키고 410 nm에서 흡광도를 측정하였다. 효소단위는 30°C에서 15분 동안에 1 mM의 p -nitrophenyl- β -galactoside를 분해하는 효소량으로 정하였다.

결과 및 고찰

세포벽 구성다당류의 변화. 과실의 연화는 세포벽 구성성분의 변화에 기인하고, 세포벽 구성성분의 변화는 세포벽 분해효소에 의한 효소적 변화와, Ca^{2+} 함량에 따른 pectin질의 변화에 기인한다.^{1,2} Table 1은 Yamaki 등¹⁶이 행한 방법에 따라 분획한 알콜불용성 물질(alcohol-insoluble substance), 수용성 물질(water-soluble material) 및 세포벽성분(cell wall)의 함량을 측정 한 결과이다. 알콜불용성 물질의 함량은 감자아찌 제조시 간장 및 된장 침지의 경우 각각 38.6 ± 1.5 mg/g과 37.2 ± 2.8 mg/g이었고, 간장 침지의 경우 침지시간이 길어질수록 감소하는 경향을 나타내었고, 침지 20일째까지는 완만하게 감소하였으나 30일 이후부터 급격한 감소가 발생하였으며, 침지 50일째 32.3 ± 1.9 mg/g이었다. 된장침지의 경우 간장침지와 같이 침지시간이 경과 할수록 감소하는 경향을 나타내었으나 알콜불용성 물질의 함량은 간장침지의 경우보다 다소 낮게 나타나 간장침지 보다 숙성이 더 많이 일어나는 것으로 판단되었다. 수용성 물질의 함량은 간장침지의 경우 침지초기의 13.6 ± 1.1 mg/g에서 침지 50일째 20.5 ± 3.3 mg/g으로 증가하는 경향을 나타내었으며, 된장

Table 1. Contents of alcohol insoluble substance, water soluble material and cell wall extracted from persimmon fruits during storage time

Sauce fraction		Content of material (mg/g)					
		Time (Day)					
		0	10	20	30	40	50
Soy sauce	Alcohol insoluble substance	38.6±1.5	38.2±2.6	37.3±3.7	34.4±2.8	32.9±3.2	32.3±1.9
	Water soluble material	13.6±1.1	14.0±2.6	16.9±1.9	19.2±3.1	19.4±0.7	20.5±3.3
	Cell wall	22.2±1.2	21.8±1.4	20.2±3.6	18.6±1.7	18.1±2.4	17.4±2.9
Soy paste	Alcohol insoluble substance	38.2±2.8	37.3±3.7	36.7±1.4	33.5±0.9	32.3±2.3	31.4±1.8
	Water soluble material	13.4±0.8	14.3±1.1	17.1±2.1	19.9±0.6	21.6±3.4	22.7±1.3
	Cell wall	22.8±1.9	21.1±0.8	20.8±3.2	19.6±1.6	17.4±2.9	15.2±2.4

Table 2. Contents of cell wall polysaccharides of persimmon fruits during storage time

Sauce polysaccharides		Concentration of polysaccharides (mg/g)					
		Time (Day)					
		0	10	20	30	40	50
Soy sauce	Lignin	0.79±0.12	0.73±0.11	0.55±0.03	0.34±0.06	0.30±0.08	0.25±0.05
	Pectin	3.27±0.26	3.14±0.18	3.02±0.04	2.84±0.09	2.57±0.17	2.21±0.13
	Acid soluble hemicellulose	3.90±0.11	3.74±0.21	3.39±0.16	3.17±0.10	3.10±0.24	3.02±0.07
	Alkali soluble hemicellulose	3.35±0.06	3.97±0.11	4.16±0.27	4.35±0.12	4.64±0.21	4.89±0.18
	Cellulose	6.07±0.09	6.06±0.07	6.11±0.15	6.15±0.04	6.14±0.27	6.09±0.17
Soy paste	Lignin	0.79±0.05	0.71±0.18	0.47±0.04	0.35±0.06	0.36±0.11	0.22±0.03
	Pectin	3.84±0.08	3.27±0.07	2.98±0.15	3.01±0.24	2.65±0.14	2.32±0.21
	Acid soluble hemicellulose	3.86±0.12	3.83±0.05	3.52±0.15	3.16±0.26	3.21±0.19	3.14±0.31
	Alkali soluble hemicellulose	3.68±0.04	3.78±0.31	4.11±0.26	4.58±0.18	4.55±0.13	4.97±0.22
	Cellulose	6.18±0.13	6.21±0.15	6.13±0.07	6.25±0.05	6.27±0.16	6.28±0.12

침지의 경우 간장침지와 마찬가지로 침지초기의 13.4±0.8 mg/g에서 침지 50일째 22.7±1.3 mg/g으로 증가하였고, 간장침지보다 그 함량이 조금 높게 나타났다. 세포벽 성분의 함량은 간장 및 된장 침지 모두에서 침지 기간이 경과할수록 현저히 감소하는 경향을 나타내었다. Kenn²¹⁾ 및 Arpaia 등²²⁾은 과실이 성숙, 연화함에 따라 알콜불용성 물질과 세포벽성분의 함량은 감소하고, 세포벽 구성당류는 저분자화 현상이 일어난다고 보고하였고, Hurber,¹⁾ Ahmed와 Labavitch⁵⁾ 및 Bartley와 Knee¹⁰⁾는 세포벽 분해효소인 polygalacturonase, β-galactosidase, cellulase 등에 의해 세포벽성분이 분해됨으로써 세포벽성분의 함량은 감소하고 따라서 수용성 물질이 증가한다고 보고하였다. 또한 Wallner와 Bloom²³⁾ 및 Knee 등²⁴⁾은 토마토와 사과에 polygalacturonase를 처리한 결과, 세포벽성분의 함량이 감소되고 가용성 polyuronide의 함량은 증가한다고 하였다.

따라서 감장아찌의 숙성 중에 세포벽성분의 함량은 감소하고 수용성물질의 함량이 증가하는 것은 세포벽 분해효소들에 의해서 세포벽이 분해되어 수용성물질로 전환되기 때문인 것으로 생각된다. 또한 성숙중에 알콜불용성 물질과 세포벽성분의 함량이 감소하는 것은 연화현상과 깊은 관련이 있을 것으로 판단되어 제품 물성에 영향을 미칠 것으로 판단되었다.²¹⁾

Table 2는 세포벽 구성당류를 분획하여 정량한 결과로 간장 및 된장침지 감장아찌의 침지기간이 경과 될수록 lignin의 함량은 간장침지의 경우 침지초기 0.79±0.12 mg/g에서 침지 50일째 0.25±0.05 mg/g으로, 된장침지의 경우 침지초기 0.79±0.05 mg/g에서 침지 50일째 0.22±0.03 mg/g으로 각각 감소하였

고, pectin질의 함량은 간장침지 장아찌의 경우 3.27±0.26 mg/g에서 침지 50일째 2.21±0.13 mg/g으로, 된장침지의 경우 3.84±0.08 mg/g에서 침지 50일째 2.32±0.21 mg/g으로 침지기간이 경과하여 숙성이 진행될수록 감소하였다. Themmen 등²⁵⁾과 Jin 등²⁶⁾은 과실의 연화에 직접적으로 관련이 있는 pectin질이 과실이 연화함에 따라 감소한다고 보고하였고, Kenn,²¹⁾ Yamaki 등¹⁶⁾도 과일이 숙성될수록 총 pectin의 함량이 감소한다고 보고하였으며, 본 연구의 결과와 유사한 경향을 나타내었다.

산가용성 hemicellulose의 함량은 lignin과 pectin처럼 침지시간이 경과할수록 감소하는 경향을 나타내었으나, 알칼리 가용성 hemicellulose는 침지시간이 길어질수록 증가하는 양상을 나타내었다. Hurber¹⁾는 과실이 성숙, 연화함에 따라 hemicellulose는 저분자화 현상이 일어난다고 보고하였으며, Bartley와 Knee,⁸⁾ Gross²⁷⁾는 과실의 성숙 중에 hemicellulose의 함량은 거의 변화가 없다고 보고하였으나, 본 연구에서 산가용성 hemicellulose의 함량은 침지 중에 감소한 반면, 알칼리가용성 hemicellulose는 다소 증가하는 양상을 나타내었다. 이러한 결과는 침지 중 감과육의 고분자 hemicelluloses가 가수분해되어 저분자 hemicelluloses로 전환되기 때문인 것으로 판단된다.¹⁷⁾

Cellulose의 함량은 간장 및 된장 침지 각각 침지초기의 6.07±0.09 mg/g과 6.18±0.13 mg/g에서 침지 50일째 6.09±0.17 mg/g과 6.28±0.32 mg/g으로 큰 변화를 나타내지 않았다. Kenn²¹⁾과 Arpaia 등²²⁾은 과실의 세포벽 cellulose의 함량은 숙성 중 일정하거나 극소량이 감소한다고 하였으며, 본 연구결과에서도 cellulose의 함량은 침지 기간 중 큰 변화를 나타내지 않았다.

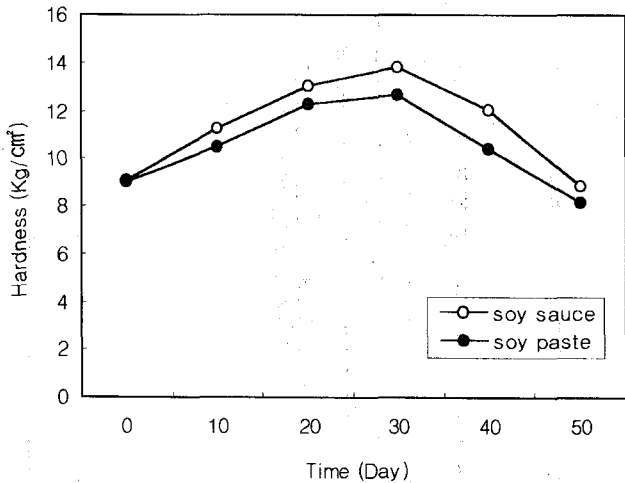


Fig. 2. Hardness of persimmon fruits in soy sauce and soy paste during storage time.

경도의 변화. 감장아찌의 경도는 Fig. 2에서처럼 간장 및 된장 침지 모두 침지 30일째까지는 증가하다가 그 이후에는 감소하는 경향을 나타내었으며, 이는 염도가 높아짐으로 인해 침지 초기에 삼투압차로 인한 탈수 현상과 감의 연화와 관련된 효소작용이 억제되어 경도가 증가하고 그 이후에는 감의 숙성이 진행됨에 따라 감소한 것으로 생각되었고, 침지액의 염농도가 높아 과육으로의 염의 침투가 활발해져 염에 의한 효소억제가 높아지는 것으로 판단되었다. 이는 김 등¹⁵⁾이 비단시 감장아찌 제조 시 침지 초기에 경도가 증가하다가 침지 기간이 길어질수록 경도가 감소하는 경향을 나타내었다고 보고한 결과와 유사한 경향을 나타내었다.

효소의 활성 변화. 과실의 연화현상은 세포벽 분해효소에 의해서 세포벽의 구성당류가 가수분해됨으로써 일어나며, polygalacturonase, pectinesterase와 β -galactosidase는 과실의 연화와 밀접한 관계가 있다.¹⁴⁾ 감장아찌 제조 시 침지 기간의 경과에 따라 감과육에 존재하는 세포벽 분해 및 연화효소인 polygalacturonase, pectinesterase와 β -galactosidase의 활성변화를 측정한 결과 Fig. 3과 4와 같이 polygalacturonase의 경우 간장 및 된장 침지 모두 침지 10일째부터 효소활성이 증가하기 시작하였으며 침지 기간이 경과할수록 효소활성은 높아지는 것을 알 수 있었다. 또한 간장 침지의 경우 된장 침지의 경우보다 효소활성이 다소 떨어지는 것으로 나타났다. 이는 간장 침지의 경우 된장 침지에 비해 삼투압에 의한 과육으로의 염의 침투가 상대적으로 용이해 효소억제 작용이 차이가 나는 것으로 판단되었다. 과실의 성숙 중 polygalacturonase의 활성은 과실이 익어감에 따라 활성이 증가하며,²⁸⁾ 저장 중에 polygalacturonase의 활성이 급격히 증가한다.^{12,29)} 또한 과실이 성숙함에 따라 polygalacturonase의 활성이 증가되는 것은 세포벽의 분해와 동시에 glycoprotein형태로 세포벽에 결합되어 있는 비활성형 polygalacturonase가 유리되어 활성형으로 전환되기 때문이며,³⁰⁾ 특히 생성된 polygalacturonase가 middle lamella를 용해하므로 활성형 polygalacturonase로 유리되어 효소의 활성도 급증하게 된다.²⁾ Pressey²⁸⁾은 과실이 성숙함에 따라 효소의 활성도가 증

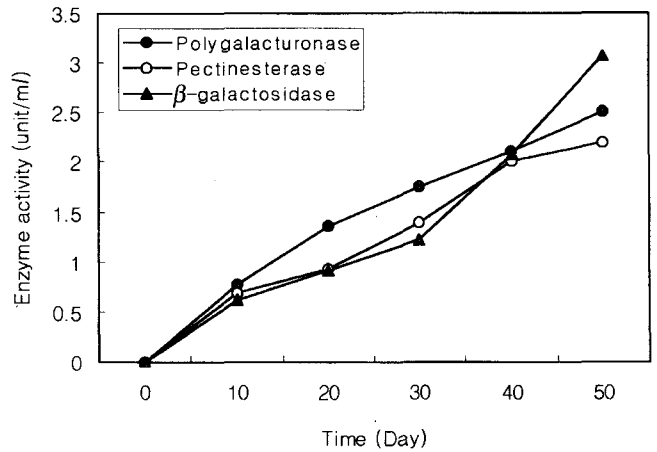


Fig. 3. Enzyme activity in fruits of persimmon with soy sauce during storage time.

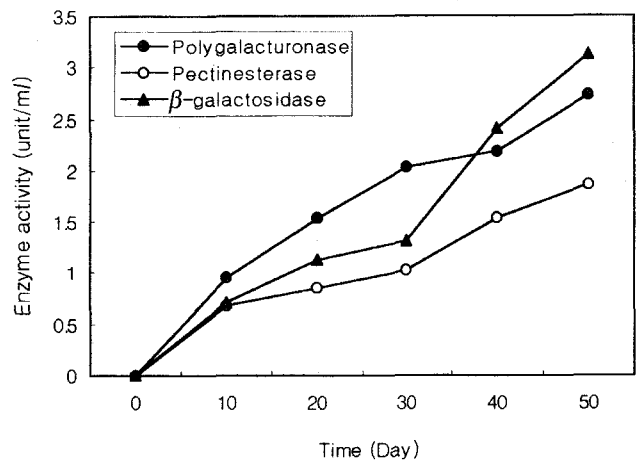


Fig. 4. Enzyme activity in fruits of persimmon with soy paste during storage time.

가하며, polygalacturonase의 활성이 증가하면 경도가 급격히 감소한다고 보고하였다. 연화현상이 일어나지 않는 과일에는 polygalacturonase활성이 없으며 poly-galacturonase가 존재하지 않으면 연화현상이 일어나지 않는다고 하였다.²⁸⁾ 이상의 연구보고에 따라 감장아찌의 경우도 침지기간 중에 연화현상이 일어나 세포벽에 결합되어 있는 비활성형 polygalacturonase가 활성형 polygalacturonase로 전환되는 것으로 생각된다.

감장아찌 제조 중 과육의 연화에 관여하는 효소인 pectinesterase의 활성 변화도 polygalacturonase와 유사한 경향을 보였으며, 간장 및 된장 침지 모두 침지 20일까지는 완만하게 증가하다가 침지 30일 이후부터 급격하게 효소활성이 높아지는 것을 알 수 있었다. Pectinesterase의 활성 변화가 polygalacturonase와 유사하게 침지기간이 경과할수록 활성이 증가하는 패턴을 가지는 것은 이들 두 효소의 작용에 의해 감장아찌 제조 중 과육의 경도 변화를 유발하게 되고 연화현상이 진행된다고 판단되어지며, 침지 초기에 침지액속의 염의 존재로 인해 이들 효소의 활동이 억제되며 초기 경도가 증가하는 것으로 생각되어진다.

β -Galactosidase의 경우도 간장 및 된장 침지 모두 침지 10일

째부터 효소활성이 증가하기 시작하여 침지 30일째까지 완만한 상승을 나타내다가 침지 40일째부터 급격한 효소활성의 증대가 관찰되었다. 이는 침지 40일 이후부터 세포벽 분해 효소들의 활동이 왕성해지고 이로 인한 연화현상이 촉진되어 과육의 경도가 떨어지는 것으로 판단되었으며, 과육의 경도가 침지 40일째부터 감소하는 결과와 일치하였다. β -Galactosidase는 세포벽의 galactan과 arabinogalactan을 가수분해하며, 과실이 성숙과 연화함에 따라 활성이 증가한다.²⁰⁾ Bartley³¹⁾는 β -galactosidase가 pectin질의 galactose와 arabinose를 유리하는데 관여하며, pectic galactan을 분해함으로써 과실의 연화를 촉진한다고 보고하였다. 이러한 점을 고려할 때 β -galactosidase는 polygalacturonase 및 pectinesterase와 더불어 감이 연화함에 따라 활성이 증가하고, pectic galactan을 분해하여 감의 연화를 촉진하는 것으로 생각된다.

참고문헌

- Huber, D. J. (1983) The role of cell wall hydrolase in fruit softening. *Hort. Rev.* **5**, 169-219.
- Hobson, G. E. (1981) In *Enzymes and texture changes during ripening: Recent advances in the biochemistry of fruit and vegetables*. Friend, J. and Rhodes, M. J. C.(eds.), Academic press, London, pp. 123-132.
- Aspinall, G. E. (1980) In *Chemistry of cell wall polygalacturonases.: The biochemistry of plant*, Vol. 3. Carbohydrates; structure and function. Preiss, J. (ed.), Academic press, New York, pp. 473-500.
- Knee, M. and Bartley. I. M. (1980) In *Composition and metabolism of cell wall polysaccharides in ripening fruits.:* Recent advances in the biochemistry of fruit and vegetable. Friend, J. and Rhodes, M. J. C. (eds.), Academic Press, London, pp. 133-148.
- Ahmed, A. E. R. and Labavitch, J. M. (1980) Cell wall metabolism in ripening fruit. I. Cell wall changes in the ripening "Bartlett" pears. *Plant Physiol.* **65**, 1009-1013.
- Plat-Aloia, K. A. and Thomson, W. W. (1981) Ultrastructure of the mesocarp of mature avocado fruit. *Ann. Bot.* **48**, 451-465.
- Ben-Arie, R., Sonogo, L. and Frenkel, C. (1979) Metabolism of the pectic substances in ripening pears. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* **104**, 500-505.
- Bartley, I. M. and Knee, M. (1982) The chemistry of textural changes in fruit during storage. *Food Chem.* **9**, 47-58.
- shewfelt, A. L. (1965) Change and variation in the pectic constitution of ripening peaches as related to product firmness. *J. Food Sci.* **30**, 573-576.
- Knee, M. (1970) The separation of pectic polymers from apple fruit tissue by chromatography on diethylaminoethyl-cellulose. *J. Exp. Bot.* **21**, 651-662.
- Huber, S. J. and Bloom, H. L. (1983) Polyuronide degradation and hemicellulose modification in ripening tomato fruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* **108**, 405-409.
- Ahmed, A. E. R. and Labavitch, J. M. (1980) Cell wall metabolism in ripening "Bartlett" pears. *Plant Physiol.* **65**, 1014-1016.
- Brady, C. J. (1976) The pectinesterase of the pulp of the banana fruit. *Aust. J. Plant Physiol.* **3**, 163-172.
- Tucker, G. A., Robertson, G. and Grierson, D. (1982) Purification and changed in activities of tomato pectinesterase isoenzymes. *J. Sci. Food Agr.* **33**, 396-400.
- Kim, H. Y. and Chung, H. J. (1995) Changes of physicochemical properties during the preparation of persimmon pickles and its optimal preparation conditions. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **27**, 697-702.
- Yamaki, S., Machida, Y. and Kakiuchi, N. (1979) Changes in cell wall polysaccharides and monosaccharides during development and ripening of Japanese pear fruit. *Plant Cell Physiol.* **20**, 311-321.
- Moshrefl, M. and Luh, B. S. (1984) Purification and characterization of two tomato polygalacturonase isoenzymes. *J. Food Biochem.* **8**, 39-54.
- Gross, K. C. (1975) A rapid and sensitive spectrophotometric method for assaying polygalacturonase using 2-cyanoacetamide. *Hortscience* **10**, 624-625.
- Simon, S. H. and Tucker, G. A. (1999) Simultaneous co-suppression of polygalacturonase and pectinesterase in tomato fruit: Inheritance and effect on isoform profiles. *Phytochem.* **52**, 1017-1022.
- Pressey, R. (1983) β -Galactosidase in ripening tomatoes. *Plant Physiol.* **71**, 132-135.
- Kenn, M. (1973) Polysaccharide changes in cell walls of ripening apples. *Phytochem.* **12**, 1543-1549.
- Arpaia, M. L., Labavitch, J. M., Greve, C. and Kader, A. A. (1987) Changes in the cell wall components of kiwi fruit during storage in air or controled atmosphere. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* **112**, 474-481.
- Wallner, S. J. and Bloom, H. L. (1977) Characteristics of tomato cell wall degradation *in vitro*. Implication for the study of fruit softening enzymes. *Plant Physiol.* **60**, 207-210.
- Knee, M., Fielding, A. H., Archer, S. A. and Laborda, F. (1975) Enzymic analysis of cell wall structure in apple fruit cortical tissue. *Phytochem.* **14**, 2213-2222.
- Themmen, A. P. N., Tucker, A. G. and Grierson, D. (1982) Degradation of isolated tomato cell walls by purified polygalacturonase *in vitro*. *Plant Physiol.* **69**, 122-124.
- Jin, C. S., Kim, Y. C. and Park, K. W. (1983) Changes in pectic substances during the storage of tomato fruits at varied temperatures. *J. Kor. Soc. Hor. Sci.* **24**, 118-123.
- Gross, K. C. (1972) Fractionation and partial charcterization of cell wall from normal and non-ripening mutant tomato fruit. *Plant Physiol.* **62**, 25- 32.
- Pressey R., Hinton, P. M. and Avants, J. K. (1971) Development of polygalacturonase activity and solubilization of pectin in peaches during ripening. *J. Food Sci.* **36**, 1070-1072.
- Zauberman, G. and Schiffmann-Nadel, M. (1972) Pectinmethylesterase and polygalacturonase in avocado fruit at various stages of development. *Plant Physiol.* **49**, 964-956.
- Trucker, G. A. and Grierson, D. (1982) Synthesis of polygalacturonase during tomato fruit ripening. *Planta* **155**, 64-67.
- Bartley, I. M. (1977) A further study of β -galactosidase activity in apple ripening in storage. *J. Exp. Bot.* **28**, 943-948.

Changes of Cell Wall Components and Softening Enzyme during the Preparation of Persimmon Pickles

Young-Je Cho* and Sung-Sook Chun¹ (*Department of Food Engineering, Sangju National University, Sangju 742-711, Korea; ¹Department of Food Science & Technology, Yeungnam University, Gyeongsan 712-749, Korea*)

Abstract: Changes of cell wall components and softening enzyme during the preparation of persimmon pickles with soy sauce and soy paste were investigated. The contents of alcohol insoluble substance and cell wall extracted from persimmon pickles in soy sauce and soy paste were gradually decreased to the 20th day of storage and then decreased rapidly, but the contents of water soluble material extracted from persimmon pickles in soy sauce and soy paste was increased during the storage time (0~50 days). The contents of lignin, pectin and acid-soluble hemicellulose of persimmon pickles in soy sauce and soy paste were decreased during the storage, but contents of alkali-soluble hemicellulose was increased. The contents of cellulose almost did not change during storage of pickles. The hardness of persimmon pickles in soy sauce and soy paste was gradually increased up to the 30th day of storage and then decreased. The activities of polygalacturonase and pectinesterase as softening enzyme in persimmon pickles with soy sauce and soy paste increased during storage. And β -galactosidase activity was slightly increased to the 30th day of storage and after increased rapidly.

Key words: *Dungsi*, pickle, cell wall components, polygalacturonase, pectinesterase, β -galactosidase

*Corresponding author