

Comparison of the Quality Characteristics between Spring Cultivars of Kimchi cabbage (*Brassica rapa* L. ssp. *pekinensis*)

Kwang-Hee Lee¹, Han-Seup Kuack¹, Ji-Won Jung¹, Eun-Joon Lee², Da-Mi Jeong², Ki-Young Kang², Kyung-Il Chae², Seok-Hun Yun², Mi-Ran Jang³, Sun-Duk Cho³, Gun-Hee Kim³, and Ji-Young Oh^{1†}

¹Food R&D, CJ Cheiljedang Corporation, Seoul 152-051, Korea

²Research Institute of Biotechnology, CJ Cheiljedang Corporation, Seoul 100-400, Korea

³Department of Food and Nutrition, Duksung Women's University, Seoul 132-714, Korea

봄 배추 품종별 품질 특성 비교

이광희¹ · 곽한섭¹ · 정지원¹ · 이은준² · 정다미² · 강기용² · 채경일² · 윤석훈² · 장미란³ · 조순덕³
· 김건희³ · 오지영^{1†}

¹CJ 제일제당(주) 식품연구소, ²CJ 제일제당(주) 바이오테크놀로지연구소,

³덕성여자대학교 식품영양학과

Abstract

This study investigated the quality characteristics between spring cultivars of Kimchi cabbage (*Brassica rapa* L. ssp. *pekinensis*). We measured the weight, length, width, formation index, midrib thickness and moisture contents of fresh Kimchi cabbage for characteristics of growth. And we analyzed the free sugar, amino acid, organic acid, mineral, pectin and cellulose contents of fresh Kimchi cabbage. The hardness and firmness were measured for texture of fresh Kimchi cabbage. The weight of 'K-power' cultivar was the highest than other cultivars. The 'Jeongsang' cultivars was the thinnest midrib thickness in cultivars, but it was not significantly different. The free sugar levels of spring cultivars was the highest in 'Chunkwang'. Malic acid content of 'Jeongsang' was significantly different among spring cultivars. Also amino acid content of 'K-power' and 'Chunkwang' were significantly different among spring cultivars. Mineral content in 'K-power' and 'Bomaknorang' were greater than that of other cultivars. Especially Na, Ca and Mg contents of 'K-power' and 'Bomaknorang' were higher four times than that of other cultivars. Pectin content of 'Jeongsang' was higher than that of other cultivars, but it was not significantly different. Hardness and Firmness were not significantly different among spring cultivars.

Key words : Kimchi cabbage, spring cultivar, reducing sugar, pectin, cellulose

서 론

배추(*Brassica rapa* L. ssp. *pekinensis*)는 십자화과(Cruciferae)에 속하는 두해살이 잎줄기채소로 우리나라에서 생산 및 소비가 높은 채소 중에 하나이다(1). 배추는 연평균 채소 소비량의 25%를 차지하고 있으며, 2010년도 국내 배추재배 면적은 28,000 ha, 생산량은 1,783천톤에

달한다(2). 배추는 서늘한 기후를 선호하는 호냉성 채소로 생육초기에는 고온에서 발육되고, 생육후기에는 서늘한 기후에서 결구가 촉진되어 추작재배가 적당한 작물이다. 과거에는 주로 김장배추 위주로 재배되었으나 최근에는 봄배추, 여름배추, 가을 그리고 월동배추 등이 육종되어 연중 출하가 가능해 졌다(3). 배추의 품질 및 가공적성은 품종과 같은 유전적 요인, 재배와 같은 수확 전 요인 및 저장조건과 수확 후 요인에 영향을 받으며(4,5), 이는 배추를 이용한 주요 가공식품인 김치의 품질에도 크게 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(6).

[†]Corresponding author. E-mail : jyoh71@cj.net
Phone : 82-2-2629-5397, Fax : 82-2-2629-5368

또한, 십자화과 채소류의 독특한 생리활성 물질로 특유의 매운맛이나 향미에 관여하는 4-methylthio-3-butenyl isothiocyanate (MTB-NCS) 등의 전구물질인 glucosinolates 등과 같은 기능성 물질들의 함량에 따라 그 품질적 특성이 달라지게 된다(7-9). 배추 품질에 대한 연구는 수확시기에 따른 품질 특성연구(10), 저장에 따른 성분 특성 연구(11,12) 및 배추 조직감에 대한 연구(3,13,14)들이 수행되었다. 품종과 같은 유전적 요인에 대한 연구는 품종별 절임배추의 특성 변화연구(5)들이 수행되었고, 이는 품종에 따른 가공 특성을 비교한 것으로 품종에 따른 배추 특성 연구는 미비한 실정이다. 이는 계절에 따라 사용되는 배추 품종이 다르고 환경적 요인에 의해 배추 품종이 개량되면서 품종연구가 지속적으로 진행되지 못하고 있기 때문이다.

본 연구에서는 배추의 품질이 여러 가지 요인에 의해 영향을 받을 수 있으므로 봄배추의 품종에 따른 품질 특성을 비교하기 위해 5품종을 대상으로 생육특성과 유기산, 유리당, 아미노산 등 이화학적 특성을 평가하였으며 조직감 관련 품질인자로 pectin, cellulose, 경도 등의 분석을 통해 봄배추 품종 특성에 대한 기초 자료를 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 연구에서는 농우바이오의 ‘K-파워’, ‘매력’, ‘정상’, ‘봄맛노랑’, 사카다 코리아의 ‘춘광’ 등 5품종의 봄배추를 실험에 사용하였다. 5품종의 재배는 노지 재배로 CJ 제일제당(주)의 계약포장인 강원도 영월군 주천 지역에서 실시하였다. 배추의 파종은 각 품종별 생육기간을 고려하여 봄맛노랑, K-파워, 춘광 3품종은 2012년 3월 6일, 정상, 매력 품종은 3월 16일 파종하였다. 정식은 파종 후 25일 후에 하였으며, 수확은 6월 12일에 실시하여 배추 품질특성 실험에 사용하였다. 계약 포장은 500평 규모의 농가밭으로 각 품종별 500개체를 1줄씩 재배하였고, 무작위로 샘플을 추출하였다. 그 외 재배는 관행재배법에 따라 진행하였다.

생육 특성

봄배추 품종별로 계약포장에서 재배한 배추에 대해서 구중, 구고, 구폭, 중륵 두께, 결구지수 등을 조사하였으며 이중 결구지수(head formation index)는 다음 식을 이용하였다(15). 봄배추 5품종에 대한 생육특성 중 구중, 구고, 구폭은 파종 후 86~97일 사이에 수확된 배추에 대해서 각 품종별로 10개의 시료에 대해 반복 측정하였으며, 측정 값 중 최상위 값과 최하위 값은 제외하고 통계분석에 사용하였다. 측정된 생육특성인 구중, 구고, 구폭을 측정 후 결구지수를 산출하였다. 배추 중륵두께(mm)는 품종 별로 각 5개의 시료에 대해 반복 측정 후 같은 방법으로 통계분석에

사용하였다. 중륵 두께는 예비실험에서 확인한 가장 외엽부터 내엽까지 모든 잎의 중륵두께를 측정하여 가식가능엽중 가장 두꺼운 엽부위로 배추 포기 전체를 대표할 수 있는 겹잎으로부터 12번째 엽의 가장 두꺼운 부분을 Vernier calipers (Absolute IP67, Mitutoyo Co., Japan)로 측정하여 평균값을 중륵 두께로 산정하였다. 각각의 값은 5회 반복 측정한 평균값으로 나타내었다.

$$\text{Head formation index} = \frac{\text{weight(kg)}}{[\text{height(cm)}+\text{width(cm)}] \times 0.5} \times 100$$

수분 및 가용성 고형분 함량

수분측정은 105℃ 상압건조법으로 drying oven (MOV-212F, Sanyo, Japan)을 이용 하여배추 건조 중량이 항량이 될 때까지 건조하여 측정하였다. 수분함량은 예비실험에서 확인된 가장 외엽부터 내엽까지 각각 수분함량을 측정한 후 배추 평균 수분함량을 대표하는 겹잎으로부터 24번째 엽을 사용하여 수분함량을 산출하였다. 가용성 고형분 함량은 예비실험 시 배추 외엽에서 내엽까지 각 엽의 가용성 고형분 함량을 측정하여 배추 평균값을 대표하는 겹잎으로부터 20번째 엽을 분쇄기로 마쇄하고 거즈로 착즙한 후 그 여과액을 취하여 간이굴절가용성 고형분 함량계(PAL-3, Atago, Japan)로 측정하였다.

유기산, 유리당, 아미노산 및 무기이온 함량분석

배추를 길이로 1/4등분 한 후 전체를 마쇄 후 거즈로 착즙, 여과한 후 여과된 액을 다시 원심분리(3,200 rpm, 20분, 4℃) 하여 상등액을 0.22 µm syringe filter로 여과 후 각 분석에 사용하였다. 유기산과 유리당은 Bio-LC (ICS-3000, Dionex, CA, USA)를 이용하여 분석하였으며, 각각의 분석 조건은 Table 1, Table 2와 같다. 아미노산 함량은 HPLC (Hitachi AAA, Hitachi, Japan)를 이용하여 분석하였으며 분석조건은 Table 3과 같다. 무기이온 함량은 HPLC (Metrohm IC, Methrohm, Swiss)를 이용하여 분석하였다. 분석조건으로 column은 Metrosep C4 (Metrohm, Swiss)이였으며, 이동상은 dipicolinic acid 0.7 mM과

Table 1. Bio-LC conditions for organic acid measurements

Instrument	Bio-LC Condition
Bio-LC column	Dionex system (ICS-3000) Aminex HPX 87X (Bio-Rad 125-0140)
mobile phase	A: 0.005N H ₂ PO ₄ / B: Acetonitril 5% (A:B = 95: 5)
column temp.	33 ℃
Flow rate	0.6 mL/min
Injection Vol.	25 µL
Detector	ICS3000 Detector

nitric acid 1.7 mM를 사용하였고, flow rate는 0.9 mL/min 이었고, 시료 주입량은 6 mL 이었으며, conductivity detector를 사용하였다.

Table 2. Bio-LC conditions for reduced sugars measurements

Instrument	Bio-LC Condition
Bio-LC	Dionex system (ICS-3000)
columnn	CarboPac PA1 (Dionex)
	A: 400 mM NaOH / B: Distilled water
	Initial A 5%, B 95%
Mobile phase	5 min A 5%, B 95%
	25min A 18%, B 82%
	40min A 38%, B 62%
	50min A 5%, B 95%
columnn temp.	30 °C
Flow rate	1 mL/min
Injection vol.	6 µL
Detector	IPAD

Table 3. HPLC conditions for amino acid measurements

Instrument	HPLC Condition
HPLC	HITACHI AAA (L-8800)
columnn	Ion exchange #2622 PH columnn (HITACHI)
Mobile phase	A: MCI buffer (WAKO)/ B: Distilled water
columnn temp.	57 °C
Flow rate	0.4 mL/min (A)/ 0.35 mL/min (B)
Injection vol.	10 µL
Detector	IPAD (Integrated Pulsed Amperometry, electrode AgCl)

Pectin 함량

Pectin 분석은 배추 겉잎으로부터 6, 7, 8번째 엽으로 선정하여 단축경으로 부터 엽기부를 절단하여 중륵과 잎부분으로 나누고 김치의 조직감에 유의적 관련이 있는 중륵만 이용하였다(16). 줄기 부분 시료 약 10 g에 두 배의 증류수를 가하여 homogenizer로 5분간 균질화한 후 균질화된 시료는 -70°C에 보관하면서 시료로 사용하였다. 균질화된 시료 2.5 mL를 원심분리(29,000 g, 10 분, 4°C)시키고 남은 잔사에 95% ethanol 5 mL를 첨가하여 2회 세척한 후 다시 원심분리시켰다. Ethanol 세척 후 남은 잔사를 acetone 5 mL로 1회 세척한 후 원심분리하여 상층액은 nitrogen gas로 5 min 동안 농축하였다. 농축하고 남은 잔사는 60°C dry oven에서 2 시간 건조시켰다. 건조된 잔사에 2 mL의 증류수를 첨가하여 100°C에서 1 시간 끓인 후 원심분리하여 얻은 상층액을 pectin 정량에 이용하였다. 상층액 1 mL에 12.5 mM sodium tetraborate [dissolved in 95% sulfuric acid]를 5 mL 첨가하여 100°C에서 5 min 동안 끓인 후 0.15% NaOH 0.1 mL을 첨가하고 실온에서 20 min 동안 반응시켰다. 반응 후 540 nm에

서 흡광도를 측정하여 정량분석 하였다. 표준용액은 pectin (Sigma, catalog #P7536)을 이용하였다(17-18).

Cellulose 함량

Cellulose 측정을 위해서 배추 겉잎으로부터 6, 7, 8번째 엽의 줄기부분 10 g에 두 배의 증류수를 넣어 5분간 homogenizer로 5분간 균질화시켜 시료로 사용하였다. 균질화 된 시료 1.5 mL를 원심분리(29,000 g, 10 분, 4°C)시키고 남은 잔사에 cellulase solution [0.1 M sodium acetate buffer(pH 5) 5 mL에 cellulase (4.7 units/mg, sigma, catalog #c1794) 16.17 mg을 녹인 용액]을 5 mL 첨가하고 37°C incubator에서 20시간 동안 반응시켰다. 반응 후 원심분리하여 얻은 상층액을 환원당 함량 분석에 이용하였다. 상층액 1 mL에 DNS solution[heated 2 N NaOH 100 mL에 3,5-dinitrosalicylic acid 5 g과 potassium sodium tartrate tetrahydrate (Rochell salt) 150 g을 녹인 후 500 mL로 정용] 300 µL와 증류수 300 µL를 넣고 섞은 후 100°C에서 5 min 동안 끓였다. 반응액은 상온에서 20 min 동안 식힌 후 540 nm에서 흡광도를 측정하여 정량분석 하였다. 표준용액은 glucose (Sigma, catalog #47829, USA)를 이용하였다(17).

경도 측정

배추의 경도 측정은 texture analyzer (TAplus 2006, LLOYD Instruments, USA)를 이용하여 겉잎으로부터 7번째 엽을 절단하여 줄기부분 단축경으로 부터 5 cm 지점의 가장 두꺼운 부분을 측정부위로 하였다. 시료의 일관성을 위해 포기 전체를 대표할 수 있는 겉잎으로부터 7번째를 사용하였다(3). Firmness는 직경 2 mm의 stainless steel rod (cylinder)를 이용하여 puncture test를 실시하였고 hardness는 직경 5 mm의 crisp fracture support rig를 이용하여 시료의 60 %까지 압착실험을 실시하여 측정하였다(Table 4). 모든 시험은 5회 이상 반복하여 평균값으로 나타내었다.

Table 4. Conditions for texture analysis by TA

Instrument	Firmness	Hardness
Depression limit	10 mm	1.5 mm
Test speed	50 mm/min	50 mm/min
Trigger	0.05 N	0.5 N
Probe	2 mm의 stainless steel rod	Crisp fracture support rig

통계분석

실험결과에 대한 통계처리는 SPSS software package (Version 12, IBM Corporation, Endicott, NY, USA)를 이용하여 분산분석을 실시하였고, 유의적인 차이를 검증하기 위하여 Duncan's multiple range test (p<0.05)를 이용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

생육특성

봄배추 5품종에 대한 생육특성 중 구중의 경우 정상 품종이 구중이 3.77 kg으로 가장 컸으나 봄맛노랑, 매력 품종과 유의적인 차이는 없었다(Table 5). 매력 품종과 봄노랑 품종은 각각 3.43 kg, 3.58 kg을 나타내어 비슷한 구중을 보였고 봄배추 품종 중 김치 가공업체에서 연중 사용빈도가 높은 춘광은 3.0 kg을 나타내었다. 각 품종별로 춘광과 K-파워 품종이, 매력, 봄맛노랑 및 정상 품종이 각각 유의차가 없는 것으로 나타났다. 봄배추 품종에 대한 연구(15)에서 봄배추의 구중은 1.0 kg~3.6 kg으로 일반적인 구중에 비해 본 연구에 사용된 배추의 경우 포기당 구중이 큰 것으로 나타났다. 가을배추의 경우(19)에는 포기당 구중이 2.69 kg~3.36 kg으로 조사되었는데, 이와 비슷한 구중을 보였다.

배추의 포기당 구고와 구폭은 구중의 크기와 비례하여 구중이 큰 정상 품종이 구고 30.38 cm, 구폭 24.38 cm로 가장 컸으며 구중이 작은 K-파워 품종이 구고 28.19 cm, 구폭 20.25 cm로 가장 작은 값을 보여 구중에 비례하는 것으로 나타났다. 구고의 경우 품종별 유의적인 차이는 구중과 같은 경향을 보였고, 구폭은 가장 작은 K-파워 품종은 봄맛노랑, 정상품종과 유의적인 차이를 나타내었다.

결구지수는 구중, 구고 및 구폭을 이용하여 산출되는 것으로 배추의 결구정도를 예측할 수 있는 값이다. 일반적으로 김치를 생산하는 생산현장의 경우 결구율로 배추 포기의 결구정도를 측정하고 있으나 이는 측정자에 따른 주관적이 평가에 의해 측정값에 오차가 발생할 수 있으므로, 정확한 계측값을 이용한 결구지수를 활용한다면 평가자간의 오차를 최소화 할 수 있을 것으로 판단된다. 본 연구에 사용된 봄배추 품종의 경우 K-파워, 춘광 품종 외 3품종의 경우 결구지수 13.11~13.35로 유사한 결구정도를 보였고, K-파워 11.63, 춘광 12.07로 두 품종간 유의적인 차이를 보이지 않았고 다른 품종대비 낮은 결구지수를 보였다. 결구지수에 대한 예비실험(결과 미입력)시 배추 포기의 결구정도가 높을수록 결구지수가 상승하는 경향을 보였으며 결구정도가 높은 봄노랑, 매력 품종이 K-파워, 춘광보다 높은 결구지수를 나타내었다. 정상 품종의 경우 구중, 구고, 구폭은 다른 품종대비 큰 값을 나타내어 결구지수도 높게 측정되었으나 배추 포기를 세로로 2등분하여 내부의 결구정도를 관찰하였을 때 높은 결구지수 대비 내부의 결구도는 높지 않아 배추의 결구정도를 정확하게 예측할 수 없었다. 정상 품종은 특히 줄기, 잎 부분이 구부러진 형태로 생육되어 구중대비 내부의 결구정도는 높지 않아 결구지수와 비례하지 않은 경향을 보였다(Fig. 1). 봄배추 품종 연구(15)에서 결구지수는 춘광의 경우 7.8, 매력 9.4, 싹노랑이 9.7로 본 연구에 사용된 봄배추 품종의 결구지수 보다 낮았으며, 같은 품종인 춘광은 본 연구에서 결구지수 12.07, 매력은 13.11로

큰 차이를 나타내었다. 이는 같은 품종의 배추이나 재배지역, 재배방법 등에 의해 생육특성이 다르게 발현된 결과로 판단되었다. 봄배추 5품종의 중륵 두께는 품종별 유의적인 차이를 보이지 않았으나 춘광 품종이 8.97 mm, 매력 품종이 8.67 mm 이었으며 봄맛노랑 8.26 mm, K-파워 8.06 mm, 정상 8.01 mm 순으로 중륵 두께가 얇아지는 형태를 보였다(Table 5). 배추 품종별 중륵 두께를 측정된 연구(16)에서 봄배추인 '노람봄' 배추의 경우 8.8 mm로 본 연구에 사용된 봄배추 품종의 결과와 유사한 값을 보였고, 여름배추 '고냉지여름' 배추의 경우는 중륵 두께가 9.11 mm로 봄 품종 배추 대비 중륵이 다소 두꺼운 것을 알 수 있었다. 중륵의 두께가 너무 두꺼운 경우에는 절입이 잘 안 되는 경향이며, 중륵이 너무 얇은 경우에는 절입공정 이후에 배추 조직이 투명해 지는 경우가 발생되어 김치가공 후의 품질에 영향을 줄 수가 있다. 따라서 배추 중륵의 두께는 통상 1 mm 이하, 6 mm 이상이 적당한 것으로 판단되며, 본 연구에 사용된 봄배추 5 품종의 경우 김치가공에 적합한 중륵 두께를 나타내었다.

Table 5. The growth characteristics of Kimchi cabbage cultivars

Cultivars	Head			Formation index	Midrib thickness (mm)
	Weight (g)	Height (cm)	Width (cm)		
Bomaknorang	3.58±0.34 ^{ab1}	31.38±2.00 ^a	23.00±0.76 ^b	13.17±0.91 ^a	8.26±0.33 ^a
Chunkwang	3.00±0.35 ^b	28.19±1.46 ^b	21.50±1.31 ^{cd}	12.07±1.12 ^{ab}	8.97±0.17 ^a
K-power	2.82±0.36 ^b	28.29±1.60 ^b	20.25±1.04 ^c	11.63±1.41 ^b	8.06±0.98 ^a
Jeongsang	3.77±0.30 ^a	32.13±1.96 ^a	24.38±1.19 ^a	13.35±0.94 ^a	8.01±0.35 ^a
Mairyekok	3.43±0.48 ^a	30.38±2.88 ^a	22.00±1.77 ^{bc}	13.11±1.84 ^a	8.67±0.37 ^a

¹Values within a column not sharing a superscript letter are significantly different (p<0.05, Duncan's multiple range test).

수분 및 가용성 고형분 함량

봄배추 5품종에 대한 수분함량(%), 가용성 고형분 함량(°Brix)은 품종 별로 5회 반복 측정하였으며, 측정 값 중 최상위 값과 최하위 값은 제외하고 통계분석에 사용하였다. 배추 품종별 생배추의 가용성 고형분 함량은 결잎에서 20 번째 엽의 값으로 품종별 유의적인 차이를 보였으며 정상 품종은 2.73 °Brix로 가용성 고형분 함량이 가장 낮았고, 다른 4품종과 모두 유의적인 차이를 보였다(Table 6). 나머지 4품종은 3 °Brix이상이었으며, 유의적인 차이는 없었으나 춘광 품종이 3.37 °Brix로 가장 높은 가용성 고형분 함량 값을 나타내었다. 배추 품종별 가용성 고형분 함량을 측정된 연구(16)에서는 봄배추 품종 '노람봄'의 경우 가용성 고형분 함량이 2.70~2.87 °Brix로 본 연구에 사용된 '정상' 품종과 비슷한 값을 보였으나, 다른 품종 대비 낮은 가용성 고형분 함량 값을 나타내었다. 수분함량은 봄배추 5품종에서 96~97%로 비교적 높은 함량을 보였는데 K-파워 품종

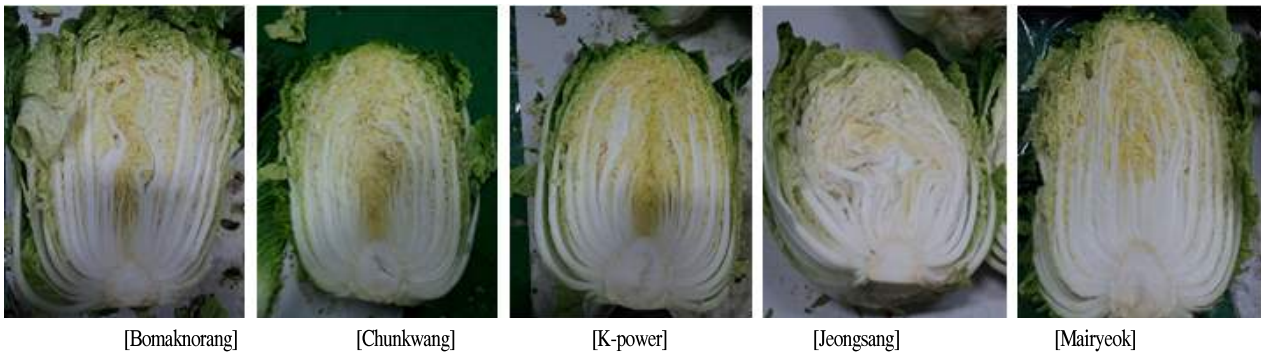


Figure 1. The photographic of Kimchi cabbage cultivars.

이 96.29%로 가장 낮았고, 매력 품종이 97.62%로 가장 높은 수분함량을 보였다. 계절별 배추 품종에 대한 수분함량 조사 연구(15,19)에 따르면 봄배추의 경우 수분함량이 춘광 95.4%, 매력 96.4%로 본 연구에 사용된 배추의 수분함량과 차이를 보였고, 가을 김장배추의 수분함량의 경우는 91.7~94.37%로 봄배추 및 본 연구에 사용된 봄배추 품종 대비 수분함량이 낮았다.

Table 6. Comparison of composition characteristics of Kimchi cabbage cultivars

Cultivars	Soluble solids (^o Brix)	Water contents (%)
Bomaknorang	3.23±0.12 ^{ab1)}	96.59±0.21 ^b
Chunkwang	3.37±0.06 ^a	96.60±0.07 ^b
K-power	3.20±0.10 ^{ab}	96.29±0.23 ^b
Jeongsang	2.73±0.06 ^c	97.35±0.25 ^a
Mairyek	3.07±0.12 ^b	97.62±0.30 ^a

¹⁾Values within a column not sharing a superscript letter are significantly different (p<0.05, Duncan's multiple range test).

유기산 및 유리당 함량

생배추에서 분석된 유기산은 citric acid, malic acid 및 succinic acid 이었으며, lactic acid와 citric acid는 검출되지 않았다(Table 7). 또한, 유기산 중 malic acid의 함량이 높았으며 품종별로는 정상품종이 다른 품종대비 malic acid 함량이 470 ppm으로 가장 높았으며 247 ppm, 230 ppm을 나타낸 춘광, K-파워 품종과 유의적인 차이를 나타내었다. Citric acid는 품종별로 유의적인 차이를 보이지 않았고, succinic acid는 매력 품종이 29 ppm으로 가장 낮았고 K-파워와 정상 품종이 71 ppm, 74 ppm으로 높은 값을 나타내었다. 결구형 가을배추의 유기산 함량을 측정된 연구에서는(20) malic acid 0.15 %, citric acid 0.045 %로 본 연구에 사용된 봄배추 대비 함량이 3배 이상 높게 측정되었으나 succinic acid는 검출되지 않았다. 겨울배추의 유기산 함량 측정 연구에서도(12) 월동 배추 중 대표품종인 '동풍' 품종의 배추는 citric acid 0.011%, malic acid 0.12%, lactic acid 0.003%로 측정되

어 역시 봄배추 품종 대비 유기산 함량이 높았으며 역시 succinic acid는 측정되지 않아 차이를 보였다. 유리당 함량은 Kim 등의 연구(21)와 같이 sucrose가 검출되지 않았고 glucose와 fructose 함량으로 나타내었다. Glucose 함량 및 fructose 함량은 매력 품종이 가장 낮은 함량을 보이며 춘광, K-파워, 정상 품종과 유의적인 차이를 보였다. 춘광 품종은 glucose 1.23%, fructose 1.08%로 가장 높은 당 함량을 나타내었고, 이는 간이굴절 당도계로 측정한 결과와 비슷한 경향을 보여주었다. 그러나 정상 품종은 가용성 고형분 함량 측정시 가장 낮은 값을 나타내었으나 유리당 함량 측정결과에서는 매력 품종이 가장 낮은 함량을 보여 계측 방법에 따라 당 함량에 차이를 보이는 것을 확인 할 수 있었다. 일반적인 김치 가공공장의 경우 원료 입고 검사 시 간이굴절 가용성 고형분 함량계를 이용하여 원료 품질검사를 시행하는데 측정하는 배추 시료의 개체간 차이가 있을 수 있으나 정기적인 유리당 함량 측정을 통해 입고되는 배추 품종의 당 함량 값을 보정할 필요가 있을 것으로 사료되었다. 봄배추 품종의 당 함량을 분석한 연구(21)에 따르면 봄배추 품종 '하우스 금가락'과 '노랑봄'의 경우 총 당 함량이 1.76%, 1.62%로 본 연구에 사용된 5품종의 봄배추 대비 당 함량이 낮게 측정되어 차이를 보였으나, 배추의 수확시 간별 배추의 당함량 차이를 분석한 연구에서는(10) 5월에

Table 7. Organic acid and free sugar contents of Kimchi cabbage cultivars

Cultivars	Organic acid (ppm)			Free sugar (%)		
	Citric acid	Malic acid	Succinic acid	Glucose	Fructose	Total
Bomaknorang	51±2.4 ^{a1)}	300±16.0 ^b	59±19.0 ^a	1.08±0.00 ^{cd}	0.92±0.02 ^{bcd}	2.00±0.02 ^{cd}
Chunkwang	60±8.1 ^a	247±77.0 ^b	54±8.5 ^{ab}	1.23±0.04 ^d	1.08±0.03 ^a	2.31±0.06 ^a
K-power	53±11.0 ^a	230±51.0 ^b	71±7.3 ^a	1.20±0.03 ^{ab}	1.03±0.03 ^{ab}	2.22±0.05 ^{ab}
Jeongsang	46±39.0 ^a	470±36.0 ^a	74±17.0 ^a	1.11±0.06 ^{bc}	0.92±0.06 ^{bcd}	2.03±0.09 ^{bc}
Mairyek	40±15.0 ^a	227±85.0 ^b	29±12.0 ^b	0.99±0.10 ^d	0.83±0.10 ^d	1.82±0.21 ^d

¹⁾Values within a column not sharing a superscript letter are significantly different (p<0.05, Duncan's multiple range test).

수확한 배추의 당함량이 약 2.3%로 봄배추 품종의 당함량과 유사한 결과를 보였다. 월동 배추의 품종특성 연구(12)에서는 동풍의 당 함량이 3.78%, 만풍의 당 함량은 4.63%로 봄배추 품종대비 1.5~2배 높은 당 함량을 나타내어 봄배추의 당 함량은 겨울 월동배추 대비 낮은 것을 확인하였다.

아미노산 함량

봄배추의 아미노산 함량 측정시 aspartic acid, threonine, cysteine은 검출되지 않았고 아미노산 종류 중 valine, methionine는 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 봄배추 품종 중 춘광 과 K-파워 품종의 총 아미노산 함량은 172.44±6.06 mg%, 183.92±7.87 mg%로 다른 품종 대비 아미노산 함량이 높은 것으로 나타났으며 특히, serine, alanine에서 다른 품종과 유의적인 차이를 보이며 높은 함량을 나타내었다(Table 8). 반면, 정상 품종과 봄맛노랑 품종은 다른 품종대비 상대적으로 아미노산 함량이 낮았으며, 월동배추에 대한 아미노산 측정 연구에서는(22) 아미노산 함량 중 alanine, glutamic acid가 높은 함량으로 측정되어 본 연구에 사용된 봄배추의 아미노산 함량의 경향과 유사한 결과를 보여 배추의 주요 아미노산으로 추정되었다.

Table 8. Amount of Amino acids in Kimchi cabbage cultivars

Amino acid (mg%)	Cultivars				
	Bomaknorang	Chunkwang	K-power	Jeongsang	Mairyek
Aspartic acid	ND ¹⁾	ND	ND	ND	ND
Threonine	ND	ND	ND	ND	ND
Serine	12.46±0.44 ²⁾	20.20±0.62 ^a	22.86±2.37 ^a	15.37±2.21 ^b	16.77±2.36 ^b
Glutamic acid	29.49±1.60 ^a	20.32±1.03 ^{bc}	22.56±0.39 ^b	16.34±4.60 ^d	20.01±1.03 ^{bc}
Glycine	4.91±0.38 ^d	6.31±0.22 ^b	7.19±0.69 ^a	5.75±0.55 ^{bc}	5.02±0.48 ^{cd}
Alanine	35.41±1.54 ^b	59.91±5.55 ^a	65.34±9.03 ^a	39.47±10.06 ^b	44.08±3.42 ^b
Cysteine	ND	ND	ND	ND	ND
Valine	8.21±0.55 ^a	10.10±0.64 ^a	10.49±1.33 ^a	9.49±0.20 ^a	9.50±0.13 ^a
Methionine	1.25±0.07 ^a	1.33±0.04 ^a	1.59±0.04 ^a	1.63±0.11 ^a	1.22±0.17 ^a
Isoleucine	5.13±0.50 ^c	6.99±0.40 ^b	7.96±0.87 ^a	6.40±0.53 ^b	6.87±0.06 ^b
Leucine	3.80±0.15 ^b	4.51±0.23 ^{ab}	5.17±0.41 ^a	5.15±0.130 ^a	4.41±0.09 ^{ab}
Tyrosine	3.94±0.16 ^d	4.40±0.08 ^b	4.69±0.05 ^a	4.41±0.40 ^b	4.17±0.01 ^b
Phenylalanine	3.40±0.39 ^{ab}	3.26±0.09 ^b	3.81±0.09 ^a	3.96±0.29 ^a	3.42±0.13 ^{ab}
Lysine	9.49±0.52 ^b	12.30±0.53 ^a	8.60±1.74 ^b	7.93±1.13 ^b	10.82±0.06 ^a
Histidine	4.26±0.23 ^b	5.26±0.29 ^b	6.22±0.83 ^a	4.62±0.39 ^b	5.03±0.14 ^b
Arginine	10.31±0.97 ^b	17.45±1.23 ^a	18.60±2.58 ^a	12.06±3.28 ^b	18.62±0.39 ^a
Total A.A	132.05±6.19 ^b	172.05±6.06 ^a	183.92±7.87 ^a	132.58±9.68 ^b	150.42±1.67 ^b

¹⁾ND is not detected

²⁾Values within a column not sharing a superscript letter are significantly different (p<0.05, Duncan's multiple range test).

무기질 함량

봄배추 품종별 무기질 함량은 Na, K, Ca 및 Mg 함량에

대해서 측정하였으며, 분석 결과 품종에 따른 함량은 봄맛노랑과 K-파워 품종이 Mg 이외 각 무기질에서 유의차 없는 수준에서 비슷한 값을 보였으며, 그 외 품종대비 각 무기질 함량에서 약 4배 이상의 높은 함량을 나타내었다(Table 9). 아미노산 함량과 당 함량에서 K-파워 품종과 춘광 품종이 품종간 유사한 함량을 보인 반면 무기질 함량은 K-파워 품종과 봄맛노랑 품종이 같은 경향을 보여 성분함량에 따라 품종간의 차이를 보였다. 가을배추에 대한 무기질 함량 분석 연구에서(20)는 Na 함량을 측정하지는 않았으나 배추의 주된 무기질은 K과 Ca이었으며, K은 2.8 mg/g, Ca은 0.43 mg/g으로 K-파워, 봄맛노랑 품종과 비슷한 경향을 보였다. 반면 Lee 등의 연구(17)에서는 8월부터 10월 중 재배된 배추에 대해서 무기질의 함량을 측정하였는데 Na함량은 0.1 mg/g으로 봄배추 품종대비 함량이 낮았고, K, Mg, Ca함량은 높아 본 연구에서 사용된 봄배추 품종의 무기질 함량과 차이를 보였다. 이는 품종뿐만 아니라 배추의 재배시기, 재배방법 등의 특성에 따라 배추에 함유된 무기질의 함량에도 큰 영향을 주는 것으로 판단되었다.

Table 9. Mineral contents of Kimchi cabbage cultivars

Mineral contents(mg/g)	Cultivars				
	Bomaknorang	Chunkwang	K-power	Jeongsang	Mairyek
Na	5.38±0.98 ^{b1)}	1.06±0.17 ^c	5.86±1.74 ^a	1.11±0.16 ^c	0.96±0.06 ^c
K	1.58±0.12 ^b	0.43±0.02 ^c	1.73±0.16 ^a	0.33±0.05 ^c	0.40±0.04 ^c
Ca	0.51±0.07 ^b	0.09±0.02 ^c	0.55±0.01 ^a	0.10±0.00 ^c	0.11±0.01 ^c
Mg	0.11±0.01 ^a	0.04±0.00 ^b	0.13±0.00 ^a	0.02±0.00 ^b	0.03±0.00 ^b

¹⁾Values within a column not sharing a superscript letter are significantly different (p<0.05, Duncan's multiple range test).

Pectin 및 Cellulose 함량

채소류의 세포벽은 식물조직을 기계적으로 지지해 주는 역할을 수행하는 것으로 일반적으로 cellulose 30%, hemicellulose 30%, pectin 35%, 5-10 %의 단백질과 미량의 페놀류로 구성되어 있으며 절단이나 가공 중에 구조적인 변화가 일어난다(23). 펙틴은 과채류와 그 가공제품의 조직감 및 레올로지 특성에 많은 영향을 미치며 최종 소비단계에서의 관능 특성에도 중요한 역할을 한다(24). 봄배추 품종에 따른 pectin 함량은 품종별로 유의적인 차이를 보이지는 않았으나 정상 품종이 15.35 mg/g으로 함량이 높았으며 K-파워 품종은 13.85 mg/g으로 그 함량이 낮았다(Table 10). Lee 등(17)연구에서는 약 산성 조건(pH 6.2)에서 재배된 배추 품종별 pectin 함량을 측정한 결과 최대 13.7 mg/g을 보인 배추품종과 최소 5.0 mg/g를 보인 품종이 있었으며 평균 8.7 mg/g을 나타내어 본 연구의 봄배추 품종보다 pectin의 함량은 낮게 나타났다. 또한 염절임에 의한 배추 조직의 구조와 펙틴의 변화 연구(14)에서는 생배추의 총 pectin 함량은 11.32 mg/g으로 역시 본 연구에 사용된 봄배

추 품종과 비교시 함량이 다소 낮은 것을 알 수 있었다. 배추의 펙틴은 절입, 김치 제조 등의 가공 공정 중 식물체에 존재하는 펙틴분해 효소인 polygalacturonase (PG)와 pectinesterase (PE)에 의해 분해되는데 PG는 펙틴의 polygalacturonic acid를 분해하여 조직의 연화에 관여하며 PE는 펙틴은 펙틴산으로 분해하여 Ca, Mg 이온과 가교결합을 하도록 유도하여 식물세포막을 견고하게 하는 작용을 하게 된다(25,26). 배추의 pectin 함량은 무기이온의 함량과 함께 가공 후 조직감의 특성을 예측할 수 있는 식물세포의 구성 성분으로 배추 품종별로는 K-파워, 매력 품종 보다는 정상, 봄맛노랑, 춘광 품종이 pectin 함량이 높아 조직감 형성에는 긍정적인 영향을 줄 수 있을 것으로 사료되었다.

Cellulose는 glucose가 β-1,4-glucoside 결합을 한 긴 직선 연결구조로 수소결합에 의해 매우 안정되어 있는 구조라고 알려져 있으며(23), 식물체 세포벽의 골격을 유지하는 성분이라고 할 수 있다(26). 봄배추 품종별 cellulose 함량 역시 품종별 유의적인 차이를 보이지 않았으나 pectin 함량과 달리 매력품종이 다른 품종대비 함량이 높았다(Table 10). Lee 등(17)의 연구에서는 약 산성 조건(pH 6.2)에서 재배한 배추 품종별 cellulose 함량은 평균 33.2 mg/g으로 봄배추 품종대비 낮았으나, 중성조건(pH 7.6)에서 재배한 배추 품종들의 평균 cellulose 함량은 64.3 mg/g으로 높아 재배 조건에 따라서 세포 성분에 영향을 주는 것을 알 수 있었다.

Table 10. Pectin and Cellulose contents of Kimchi cabbage cultivars

Cultivars	Pectin (mg/g)	Cellulose (mg/g)
Bomaknorang	14.93±2.79 ^{ab1}	47.89±2.33 ^a
Chunkwang	14.91±1.10 ^a	47.73±2.61 ^a
K-power	13.85±2.67 ^a	48.19±1.93 ^a
Jeongsang	15.35±1.57 ^a	47.39±3.61 ^a
Mairyeok	13.92±2.29 ^a	50.52±1.12 ^a

¹⁾Values within a column not sharing a superscript letter are significantly different p<0.05, Duncan's multiple range test).

조직감 측정

봄배추 품종별 생배추의 조직감은 단단함(hardness)과 경도(firmness)로 측정하였으며, 이들 특성은 배추 세포내 섬유조직 성분과 무기이온 함량, 수분함량 등에 영향을 받는 특성으로(23) 봄배추 품종별 특성은 Table 11과 같다. 단단함에 대한 측정결과 cellulose 함량이 높은 매력이 다른 품종에 비하여 높았으며 K-파워, 춘광 품종도 다소 높았다. Cellulose 함량이 가장 낮은 정상 품종이 hardness도 낮게 나타나 세포내 구성성분인 cellulose 함량에 비례하는 경향을 보였다. 배추 조직의 경도는 pectin 함량이 높은 정상 품종이 다른 품종과 유의적인 차이를 보이며 가장 낮은 값을 보였고, pectin 함량이 낮은 K-파워, 매력 품종이 다소

Table 11. Comparison of TA values of Kimchi cabbage cultivars

Cultivars	Hardness (kg-force)	Firmness (kg-force)
Bomaknorang	0.80±0.09 ^{bc1}	0.64±0.09 ^{bc}
Chunkwang	0.90±0.11 ^{ab}	0.87±0.04 ^a
K-power	0.90±0.09 ^{ab}	0.77±0.06 ^{ab}
Jeongsang	0.72±0.06 ^c	0.58±0.02 ^c
Mairyeok	1.00±0.06 ^a	0.69±0.08 ^{bc}

¹⁾Values within a column not sharing a superscript letter are significantly different p<0.05, Duncan's multiple range test).

높은 값을 보여 반비례 경향을 보였다. 배추가 수확 후 가공 공정을 거치면서 PE에 의해 무기이온과 cross-linkage를 형성하기 위해서는 pectin의 함량뿐만 아니라 Ca, Mg의 무기이온의 함량도 영향을 미치게 된다(25,26). 따라서 K-파워, 봄맛노랑 품종의 경우 다른 품종대비 무기이온의 함량이 높아 절입, 김치제조 등의 가공 공정 후의 중륵 부위의 경도는 생배추 형태의 경도와는 다를 것으로 예상되며 이후 연구에는 가공 공정에 따른 경도측정도 함께 연구가 필요할 것으로 판단되었다.

요 약

본 연구는 봄배추의 품종별 구중, 구고, 구폭, 절구지수 및 중륵 두께를 생육특성으로 측정하였고 유리당, 아미노산, 무기이온함량, pectin, cellulose를 성분특성으로 측정하였으며 조직감은 Texture analyzer로 측정하여 봄배추의 품종별 특성을 비교하였다. 구중은 K-파워 품종이 2.82 kg 구중이 작았고, 중륵 두께는 정상 품종이 8.01mm로 다른 품종대비 상대적으로 얇았으나 품종별 유의적인 차이는 없었다. 유리당 함량은 춘광 품종이 2.31%로 정상, 매력 품종과 유의적인 차이를 보였다. 유기산의 경우 정상 품종의 malic acid가 470 ppm으로 다른 품종대비 유의적으로 높게 측정되었다. 아미노산의 함량은 K-파워 품종, 춘광 품종이 다른 품종대비 유의적으로 높았으며, 무기이온의 함량은 K-파워, 봄맛노랑 품종이 높았다. 특히 Na, Ca 및 Mg이 다른 품종 대비 4배 이상 높게 측정되어 품종별 무기이온의 함량에 큰 차이를 보였다. 세포내 섬유질 성분은 유의적인 차이는 없었으나 정상 품종이 pectin 함량이 15.35 mg/g로 높았고, cellulose는 47.39 mg/g으로 낮게 측정되어 pectin과 cellulose의 함량은 반비례경향을 보였다. Texture analyzer로 측정한 조직감의 단단함은 매력 품종이 높았고, 경도는 춘광과 K-파워 품종이 높게 측정되었다. 봄배추 품종별 특성에 따르면 춘광, K-파워 품종이 유리당 함량과 아미노산 함량이 높았으며 무기이온은 봄맛노랑과 K-파워 품종이 높은 성분특성을 나타내었다. 정상 품종은 수분함량과 pectin함량이 높았고 반대로 중륵 두께가 얇고

hardness, firmness가 낮은 것으로 나타났다. 본 연구 결과 봄배추 품종에 따라 배추의 생육특성 및 성분특성에 차이를 보이는 것을 확인할 수 있었으며, 생배추의 품질 특성은 배추를 이용한 가공식품의 특성에 영향을 줄 수 있으므로 배추 품종별, 재배 조건 등에 대한 연구를 통해 배추의 품질 특성이 가공식품의 품질과 어떤 상관관계를 갖는지 추가적인 연구와 고찰이 필요할 것으로 사료되었다.

참고문헌

- Jung JI, Hong EY, Kim MK, Jung JW, OH JY, Kwon MS, Lee KP, KIm GH (2009) Changes in Total glucosinolates levels and physico-chemical properties of Kimchi using Korean Chinese cabbage of harvest time according to various storage conditions. *Korean J Food Preserv*, 16, 612-617
- Ministry of Agriculture and Forestry (MAF) (2011), Statistics of vegetables production amount, MAF (<http://www.mifaff.go.kr>)
- Lee JY (2004) A simplified method to evaluate major quality factors and its application to determine inheritability of tissue firmness and total soluble solids in Chinese cabbage. MS Thesis, Chung-Ang Univ., Korea
- Kim MJ, Hong GH, Chung DS, Kim YB (1998) Quality comparison of Kimchi made from different cultivars of Chinese cabbage. *Korean J Food Sci Technol*, 39, 528-532
- Lee IS, Park WS, Koo YJ, Kang KH (1994) Changes in some characteristics of brined Chinese changes of fall cultivars during storages. *Korean J Food Sci Technol*, 26, 239-245
- Han ES (1998) Quality evaluation of nonghyup Kimchi. *Nonghyup corporative review*, 21, 153-167 [*Korean J Food Preserv*, 14, 24-29 (2007)]
- Chun SS, Choi OJ, Cho YS, Park SK, Park JR (1995) Changes in pungent components of Dolsan leat mustard Kimchi during fermentation. *J Korean Soc Food Nutr*, 24, 54-59
- Kim MR, Rhee HS (1992) Changes in the factors associated with decrease of pungency in "Kagdugi" during fermentation. *Korean J Food Sci Technol*, 24, 361-366
- Fenwick GR, Mullin WJ (1983) Glucosinolates and their breakdown products in food and food plants. *Food Sci Nutr*, 18, 123-201
- Klieber A, Porter KL, Collins G (2002) Harvesting at different times of day does not influence the postharvest life of Chinese cabbage. *Scientia Horticulturae*, 96, 1-9
- Lee JS, Choi JW, Chung DS, Lim CI, Park SH, Lee YS, Lim SC, Chun CH (2007) Cold storage, Packing and Salting treatments affecting the quality characteristics of winter Chinese cabbages. *Korean J Food Preserv*, 14, 24-29
- Jeong ST, Kim JG, Kang EJ (1999) Quality characteristics of winter Chinese cabbage and changes of quality during the Kimchi fermentation. *Korean J Postharvest Sci Technol*, 6, 179-183
- Lee CH, Hwang IJ (1988) Comparison of cutting and compression tests for the texture measurement of Chinese cabbage leaves. *Korean J Food Sci Technol*, 20, 749-754
- Yoo MS, Kim JB, Pyun YR (1991) Changes in tissue structure and pectins of Chinese cabbage during salting and heating. *Korean J Food Sci Technol*, 23, 420-427
- Lee JS, Park SH, Lee YS, Lim BS, Yim SC, Chun CH (2008) Characteristics of gcolumnth and salting of Chinese cabbage after spring culture analyzed by cultivar and cultivation method. *Koren J Food Preserv*, 15, 43-48
- Jung JH (2003) Characterization of factors involved texture of the tissues and their application to quality evaluation of Chinese cabbage(*Brassica campestris* ssp. *pekinensis*). MS Thesis, Chung-Ang Univ., Korea
- Lee JE, Wang P, Kim GY, Kim SH, Park SH, Hwang YS, Lim YP, Lee EM, Ham IK, Jo MH, An GH (2010) Effects of soil pH on nutritional and functional components of chinese cabbage(*Brassica rapa* ssp. *campestris*). *Korean J Hort Sci Technol*, 28, 353-362
- Ryu BM, Jeon YS, Moon GS, Song YS (1996) The changes of pectic substances and enzyme activity, texture, microstructure of anchovy added Kimchi. *J Korean Soc Food Nutr*, 25, 470-477
- Lee IS, Park WS, Koo YJ, Kang KH (1994) Comparison of fall cultivars of Chinese cabbage for Kimchi preperation. *Korean J Food Sci Technol*, 26, 226-230
- Seong JH, Park SG, Park EM, Kim HS, Kim DS, Chung HS (2006) Contents of chemical constituents in organic Korean cabbages. *Korean J Food Preserv*, 13, 655-660
- Kim JY, Park SK, Choi GW, Baek NK (2000) Physicochemical quality characteristics of several Chinese cabbage(*Brassica pekinensis* RuPR) cultivars. *Korean J Hort Sci Technol*, 18, 348-352
- Hong EY, Kim GH (2006) Changes in vitamins U, amino acid and sugar levels in Chinese cabbage during storage. *Korean J Food Preserv*, 13, 589-595

23. Brett C, Waldron K (1996) Physiology and biochemistry of plant cell walls. Chapman & Hall, NewYork, USA, p26-37
24. John MA, Dey DH (1986) Postharvest changes in fruit cell wall. Adv Food Res, 30, 139-193
25. Wicker L (1992) Selective extraction of thermostable pectinesterase. J Food Sci, 57, 534-535
26. Gross K (1984) Fractionation and partial characterization of cell walls from normal and non-ripening mutant tomato fruit. Plant Physio, 62, 25-32

(접수 2012년 12월 10일 수정 2013년 2월 25일 채택 2013년 4월 11일)