

배추조직의 형태학적 특성과 세포벽 다당류의 조성

김순동 · 박홍덕* · 김미경

대구효성가톨릭대학교 식품공학과 · *대구효성가톨릭대학교 생물학과

Morphological Characteristics and Composition of Cell Wall Polysaccharides of *Brassica campestris* var. *pekinensis* (*Baechu*)

Soon-Dong Kim · Hong-Duok Park* · Mee-Kyung Kim

Dept. of Food Sci. and Technology, Catholic Univ. of Taegu-Hyosung,

*Dept. of Biology, Catholic Univ. of Taegu-Hyosung

Abstract

This study was conducted to examine morphological characteristics and the content of cell wall polysaccharides of *Brassica campestris* var. *pekinensis*(*baechu*). First of all, the variety of scientific name and naming of parts of *baechu* in the literatures of *kimchi* showed, which will unify marks. So, we propose not so much mid-rib and leaf blade of *baechu* leaf as white part and green part, respectively. On the other hand, the forms of vessel elements of white part in *baechu* consist in ring, sclariform and reticulate thickening. The proximate compositions and contents of cell wall polysaccharides of *baechu* has significant differences between its cultivars. The cell wall pectin from *baechu* exhibited four peaks with molecular weights of 2,000,000, about 100,000 and less than 10,000 by gel filtration chromatography and hemicellulose did two peaks with molecular weights of 2,000,000 and 10,000.

Key words : *kimchi*, cell wall polysaccharides, morphological characteristics

서 론

한국인의 식생활에 있어서 특히 채소류의 위치는 매우 중요하게 인식되고 있으며 그 중에서도 배추는 소비량의 1위를 차지하고 있다. 배추의 대부분은 김치제조용 원료로 사용되고 있으며 이에 적합한 품종개발 연구도 활발하게 진행되고 있다. 배추를 이용한 김치 관련연구들에서 살펴보면 학명에 대한 표기법은 물론 부위별 명명(命名)이 서로 상이하여 해석에 혼돈을 일으키는 경우가 흔히

있다. 배추는 쌍자엽 식물로서 줄기가 없이 뿌리와 근엽으로 이루어져 있고, 근생엽(根生葉)은 주맥(main vein 또는 mid-rib)과 엽육(mesophyll)으로 구성되어 있으며, 부위별에 따른 물성이 다를 뿐만 아니라 소금절임시에 일어나는 변화 등 환경에 대한 내성에도 상당한 차이가 있게 마련이다. 따라서 배추를 이용하여 김치를 제조할 경우 부위별에 따른 변화의 차이가 있음을 인지할 필요가 있으며 배추의 지지조직인 주맥의 섬유질과 세포벽 다당류가 김치의 물성과 품질에 지대한 영향을 끼칠 수 있음을 고려하는 것이 매우 중요하다. 본 연구에서는 배추를 재료로 하는 연구에서 필수적 고려사항인 학명, 기관(organ) 및 조직세포 등 형

Corresponding author : Soon-Dong Kim, Dept. of Food Sci. & Technol., Catholic University of Taegu-Hyosung, 330 Kumrak-1-ri, Hayang-up, Kyongsan-si, Kyongbuk 712-702, Korea

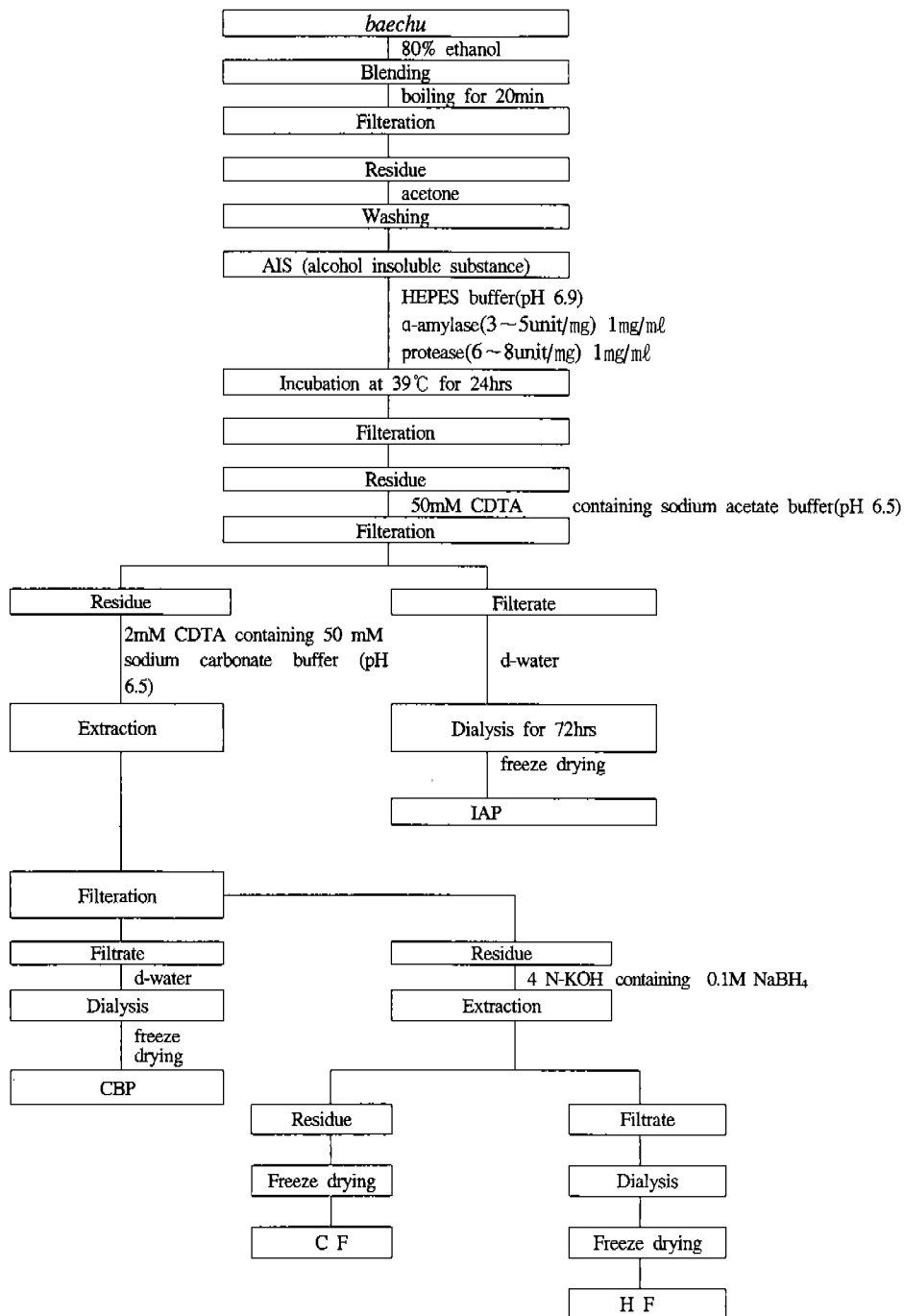


Fig. 1. Scheme for separation of cell wall polysaccharides from *baechu*.
 Abbreviations : IAP ; ionically associated pectin, CBP ; covalently bounded pectin, HF ; hemicellulosic fraction, CF ; cellulosic fraction.

태적 특성과 세포벽 구성다당류에 대하여 연구하였으며, 특히 본 자료는 김치를 연구함에 있어 기초적 자료가 되었으면 한다.

재료 및 방법

재 료

본 연구에 사용된 배추는 봄배추로서 품종명은 신춘 1호 (*Brassica campestris* var. *pekinensis* cv. Shinchun No. 1)를 사용하였으며, 그 외에 품종을 정확히 알 수 없으나 시장에서 유통되고 있는 서로 다르다고 판단되는 3종의 김치제조용 결구배추를 1996년 7월 경북 경산시 하양시장에서 구입하여 사용하였다.

형태학적 관찰

배추 근생엽에서 백색과 녹색부위 소편을 공시 재료로 사용하였다. 조직의 형태는 일반적인 paraffine방법으로 고정된 후 toludin blue와 safranin으로 염색하여 광학현미경으로 관찰하였고, 도관 요소는 정 등[1]의 방법으로 관찰하였다.

일반성분의 분석

수분은 건조법[2], 단백질은 Kjeldahl법[3], 지질은 Soxhlet법[4], 조섬유는 AOAC법[5], 회분은 회화법[6], 탄수화물은 100에서 수분, 단백질, 지질, 조섬유 및 회분을 제한 값으로 하였다. 그리고 calcium은 AA법[7]으로, thiamine과 riboflavin은 형광비색법[8]으로, 비타민 C는 DNP법[9]으로 각각 측정하였다.

세포벽다당류의 추출과 분획

Selvendran[10]과 Jarvis 등[11]의 방법을 기본으로 하여 같이 추출하였다. 즉 신선한 배추의 백색근엽 100g에 500ml의 80% ethanol을 가하여 냉각관을 부착하여 20분간 끓여 식힌 후 여과하고 잔사는 계속하여 동일 용매를 사용하여 3회 반복 세척하였다. 다음에 100ml의 acetone으로 세척한 후 40℃에서 건조시켰으며 P₂O₅를 넣은 감압 desiccator내에서 충분히 건조시켜 알코올 불용성물질(AIS : alcohol insoluble substance)를 얻었으며, AIS를 이용

한 세포벽 다당류의 분획은 Gross와 Wallner[12]의 방법에 준하여 HEPES buffer와 ml당 mg의 α -amylase와 protease를 가하여 단백질과 당질을 분해시켜 제거한 후 Fig. 1에서와 같이 IAP(ionically associated pectin), CBP(covalently bounded pectin), HP(hemicellulosic fraction), CF(cellulosic fraction)를 분획하였다.

세포벽다당류의 겔여과

세포벽다당류의 겔여과와 분자량의 측정은 Gross와 Wallner[12]의 방법에 준하였다. 즉 pectin질(IAP+ CBP) 20mg을 5mM EDTA를 함유하는 50mM MES buffer용액(pH 6.5) 1ml에 녹여 Sephacryl S-500 column(2.8x42cm, bed volume 258 ml)에 loading한 후 동일용매로서 분당 0.7ml 유속으로 5ml씩 분취하였으며, pectin질의 경우에는 cabazole법[13]으로 hemicellulose의 경우는 anthrone법[14]으로 측정하였다. 개략적인 분자량의 측정은 분자량 2백만의 blue dextran과 분자량 십만과 만의 dextran을 사용하였다.

결과 및 고찰

배추의 학명과 영문표기

배추는 주로 김치용으로 오랜 세월에 걸쳐 재배되고 있기 때문에 배추의 學名(scientific name)을 기재하려면 국제 재배식물 명명규약 (international code of nomenclature for cultivated plants : ICNCP)에 따르고, 등록을 하면 국제적으로 인정을 받게 된다. 야생종에서 유래한 재배식물은 야생종의 학명을 그대로 적용하나 亞種, 變種, 品種이 올 수도 있다. 오랜 세월의 재배 또는 인위교배로 잡종화한 원예식물과 작물의 이름은 야생종의 학명을 적고, 그 뒤에 cv.(cultivar)를 적으며 다음에 현대어 즉 일반명을 적는다[15]. 즉, 봄배추로 알려진 신춘1호는 *Brassica campestris* var. *pekinensis* cv. Shinchun No. 1로 적는다. 최근 우리 김치를 세계적인 식품으로 널리 알림에 있어 장애를 받고 있는 사항중의 하나는 김치의 영문 표기법이다. 배추의 영문명이 Chinese cabbage라서 배추김치를 Chinese

cabbage kimchi로 표기하고 있어 마치 김치가 중국의 식품인 것으로 오인될 수 있다는 우려를 하고 있다. 그래서 일부 연구에서는 Korean cabbage kimchi로 표기한 경우도 있다. 이것은 한국양배추 김치로 해석되기 때문에 적당한 표현이 될 수 없으며 이 등[16]이 제안한 바와 같이 발음대로 배추 김치(*baechu kimchi*)로 표기하는 것이 좋을 듯하다.

배추의 육안적 특성

배추는 결구, 반결구 등 외관적 특성이 아주 다양하며 김치 제조용으로는 결구배추를 사용하고 있다. Table 1은 1996년 7월 시중에 유통되고 있는 정확한 품종은 알 수 없으나 김치용으로 선호도가 높고 외관적 상태가 다른 3종을 구입하여 중량, 길이 및 폭을 조사해 본 결과이다. 중량은 1.8~3.2kg이었으며, 길이는 18~32cm로 종류별 차이가 현저하게 나타났으며 폭의 경우는 16~22cm범위였다.

Table 1. Visual characteristics of *baechu*

Weight(kg)	Height(cm)	Width(cm)
1.8~3.2	18~32	16~22

Values represented the range of 4 varieties.

이들 배추의 품종은 정확히 알 수 없으나 7월에 시판되고 있음으로 봄·여름배추 품종으로 사료된다. 봄·여름배추 품종으로는 이른봄, 노랑봄, 고랭지 여름, 여름대형가락, 춘하왕, 신하왕, 황색계 및 신춘1호 등이 유명하다.

배추를 구성하고 있는 기관 및 조직세포

배추는 피자식물門 (*Magnoliophyta*), 쌍자엽식물綱(*Magnoliopsida*) 오아과亞綱(*Dilleniidae*), 종점초목(*Capparales*), 배추목(십자화목, *Brassicaceae*, *Cruciferae*), 배추屬 (유채屬, *Brassica*)에 속하는 식물이다. 현재는 배추목과 십자화목, 배추屬과 유채屬, *Baassicaceae*와 *Cruciferae*은 서로 혼용해서 함께 사용한다. 배추의 원산지는 중국으로 알려져 있고, 국내는 물론 아시아, 유럽, 지중해 등에 널리 분포되어 있다.

배추를 구성하는 식물기관의 명칭이 학자에 따

라 각기 달리 기재되고 있다. 배추는 종에 따라 다르나 일반적으로 근생엽(根生葉, root-leaf)과 줄기의 잎(stem-leaf) 및 뿌리로 구성되어 있다. 그러나 김치용의 결구배추는 Fig. 2에서 보는 바와 같이 뿌리를 제거시킨 가식부는 모두 근생엽이다. 이 근생엽은 백색부분(white leaf)과 녹색부분(green leaf)으로 나누어지고 백색부분에는 동일한 형태를 지닌 여러개의 맥(vein)이 흐르고 있었다. 일반적인 쌍자엽식물잎의 중앙에 한개의 주맥(중륜: main vein 또는 mid-rib)이 있는 점과는 큰 차이가 있다. 그러므로 배추백색부위의 맥은 중앙의 것만 주맥이라 할 수 없으며 이들 모두가 주맥이라 할 수 있고 또 주맥은 측맥(lateral vein)과 세맥(vein-let)으로 연결되어 있다.

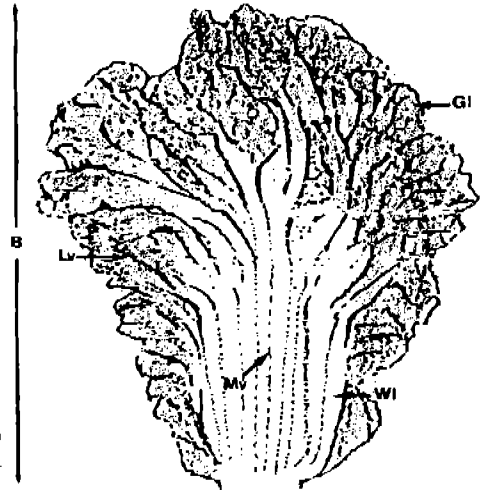


Fig. 2. Root-leaf of *baechu*. Abbreviations : M; main vein(mid-rib), L; lateral vein, B; blade(root leaf), G; green leaf, W; white leaf.

일반 단자엽식물에서는 주맥이 많고 그의 측맥과 세맥이 존재하나 배추와는 현저한 차이를 보인다. 김치로 먹는 부위는 주로 근생엽의 백색부위와 녹색부위이며 이들 잎맥속에는 유관속조직이 들어있는데 김치를 먹을 때 질긴 부분이 도관을 포함한 유관속 조직이다. 따라서 이러한 유관속

조직의 수와 크기 등은 배추의 물성을 크게 좌우하며, 김치를 담글 경우 김치의 품질에 지대한 영향을 미침이 분명하며, 배추의 품종에 따라서 또는 같은 품종이라 하더라도 재배환경에 따라서 발달상태가 달라질 수 있을 것으로 사료된다. Fig. 3은 배추를 시료로 배추잎 백색부위의 유관속 조직을 관찰해 보기 위하여 잎의 백색부위 밑(뿌리 쪽)에서부터 윗쪽으로 2cm 간격으로 횡단하여 백색부위 전체에 있는 유관속조직을 광학현미경으로 관찰한 결과이다. 백색부위(Fig. 3의 a~e)에는 맥(vein)이 많이 분포되어 있으며, 맥에는 다수의 유관속조직이 관찰된다. 그리고 맥과 맥사이에는 소수의 유관속조직이 분포되어 있다. 백색부위에서 1개의 맥을 횡단면으로 잘라서 현미경으로 관찰한 결과는 Fig. 4에서와 같다. 몇 개의 유관속조직과 유세포가 관찰되었다. 유관속조직에서 도관요소는 고도로 특수화된 복합조직세포로서 용해된 무기염류와 수분의 통로기능을 담당한다. 도관요소(Fig. 3의 a~e)는 배추 잎 겉쪽의 백색부위에 많이 분포하였다. 잎의 중앙에 있는 맥에서는 표피에서 4mm정도 떨어진 부위에 존재하였는데 전반적으로 배추잎의 안쪽보다는 겉쪽에 치우쳐 있었다. 따라서 이것은 외부환경과 밀접한 관계가 있는 것으로 사료된다. 도관은 2차벽(secondary wall)의 비후로 인해 도관 측벽에 무늬가 생기는데, Esau[17]는 나선상, 계문상, 망상 및 공문상비후 등이 있다고 하였다. 배추(Fig. 5의 a~g)에서는 나선상(Fig. 5의 a~d), 계문상(Fig. 5의 e), 망상(Fig. 5의 f~g)비후가 관찰되었다. 인접한 녹색부위의 엽육조직은 일반 조직과 유사하였다.

일반성분

배추의 일반성분을 조사한 결과는 Table 2에서와 같다. 수분함량은 94.9~96.5% 범위였으며, 단백질, 지질은 각각 1.10~1.41%, 0.17~0.22%, 탄수화물은 1.90~2.88%, 섬유질은 0.67~1.05%, 회분은 0.45~0.64% 범위를 나타내었다. 칼슘과 비타민 B₁, B₂ 및 C는 각각 30~37mg%, 0.03~0.08mg%, 0.05~0.12 mg%, 24~36mg% 범위를 나타내었다.

Table 2. Approximate components of *baechu*

Components	Contents
Moisture(%)	94.9~96.5
Protein(%)	1.10~1.41
Lipid(%)	0.17~0.22
Carbohydrate(%)	1.90~2.88
Fiber(%)	0.67~1.05
Ash(%)	0.45~0.64
Calcium(mg%)	30~37
Vitamins	
thiamine(mg%)	0.03~0.08
riboflavin(mg%)	0.05~0.12
ascorbic acid(mg%)	24~36

Values represented the range of 4 varieties.

세포벽 다당류

배추의 세포벽 다당류를 분석한 결과(Table 3) AIS는 1.18~1.32%, IAP 및 CBP는 각각 98.68~105.45mg%, 135.69~164.85mg%를 나타내었으며, HF와 CF는 각각 187.27~204.61mg%, 584.65~625.44mg%범위를 나타내었다. 세포벽 pectin질과 hemicellulose인 IAP+CBP 및 HF의 개략적인 분자량을 알기 위하여 Sephacryl S-500을 이용한 겔여과 결과는 Fig. 6와 같다. 겔여과시의 시료는 4품종으로부터 추출한 것을 모두 합한 것을 사용하였다. 그 결과 pectin질은 분자량 200만 이상의 2개의 피크와 십만 내외의 1개의 피크 및 1만 이하의 1개의 피크가 분리되었다. Hemicellulose는 분자량 2백만과 1만으로 추정되는 2개의 피크가 분리되었으며, 배추의 품종별로도 상당한 차이를 보였다.

Table 3. Content of cell wall polysaccharides of *baechu*

AIS ¹⁾ (%)	IAP ²⁾ (mg%)	CBP ³⁾ (mg%)	HF ⁴⁾ (mg%)	CF ⁵⁾ (mg%)
1.18~1.32	98.68~105.45	135.69~164.85	187.27~204.61	584.65~625.44

¹⁾AIS: alcohol insoluble substance

²⁾IAP: ionically associated pectin

³⁾CBP: covalently bounded pectin

⁴⁾HF: hemicellulosic fraction

⁵⁾CF: cellulosic fraction

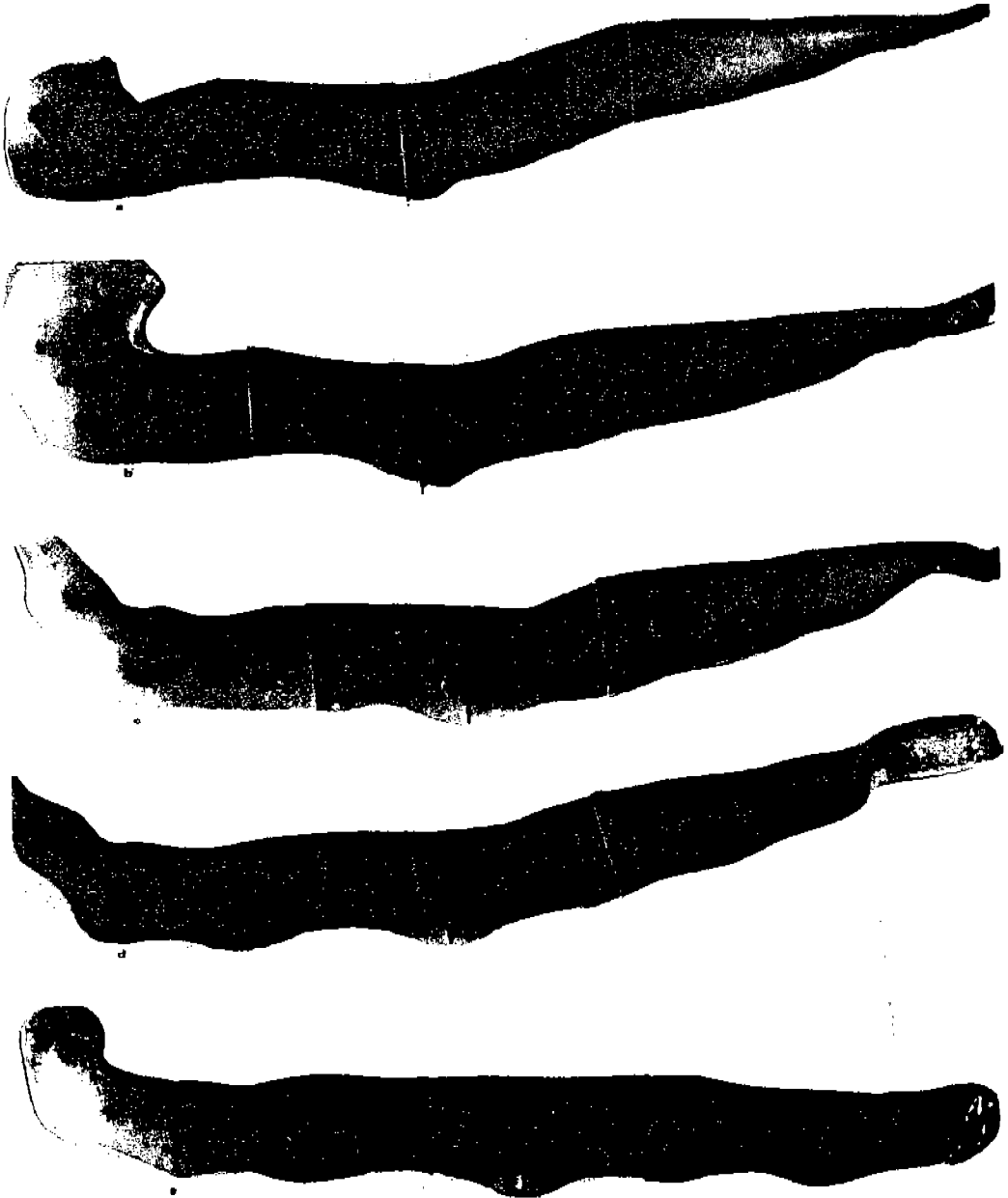


Fig. 3. Cross section of *baechu* white parts. Central vein (arrow) of root-leaf in white parts. x 5.5.
 a : base, b : 2cm from base, c : 4cm from base, d : 6cm from base, e : 8cm from base

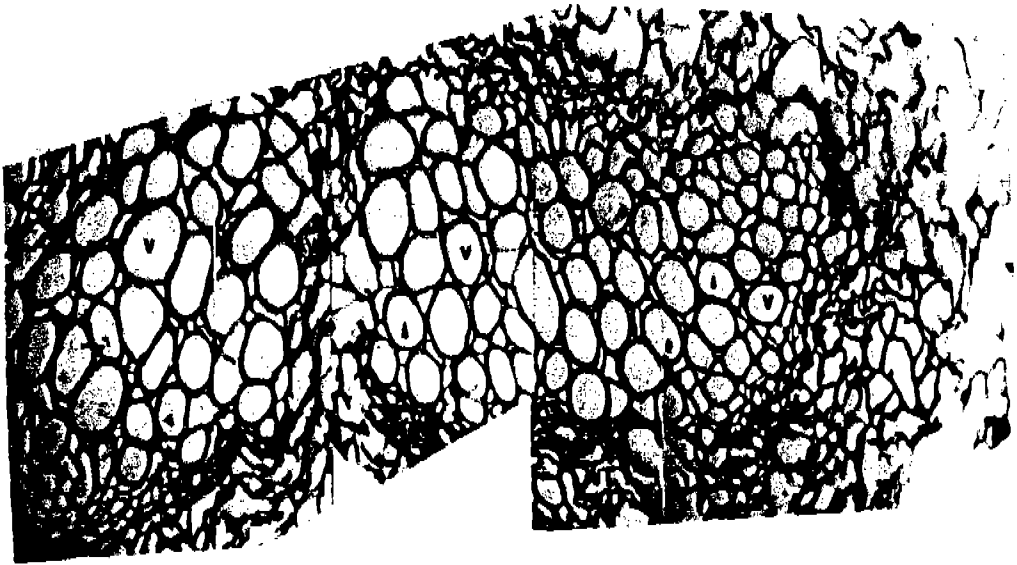


Fig. 4. Vascular bundle tissue contain vein of baechu white part. x 3,000. A portion of vein showing vessel(v). small arrow head(scalariform thickening), large arrow head(spiral thickening)

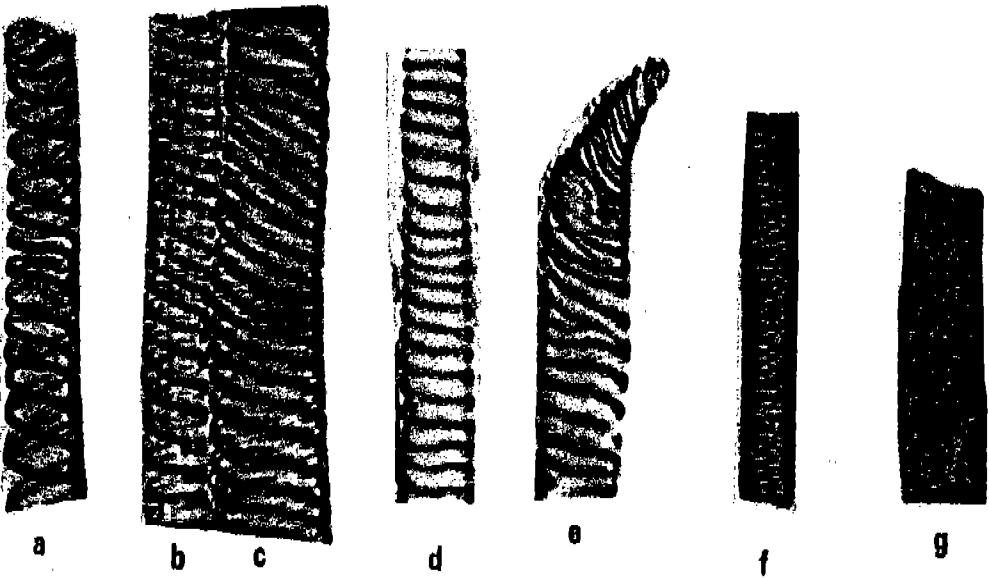


Fig. 5. Vessel elements of baechu white parts. x 1200. a : ring thickening, b~e : scalariform thickening, f~g : reticulate thickening

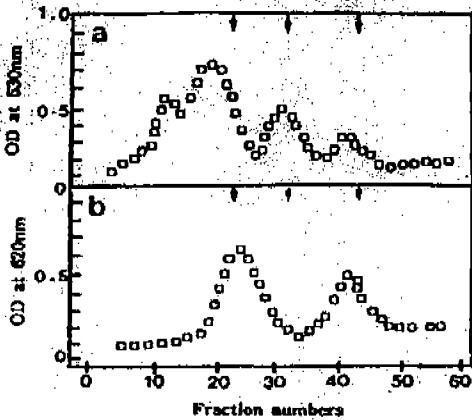


Fig. 6. Sephacryl S-500 column chromatogram of pectic fraction(a: IAP+CBP) and hemicellulosic fraction(b) from *baechu*. The flow rate and fraction volume were 0.7ml/min and 5ml, respectively. Arrows at the top of the figure represent the eluted positions of blue dextran 2,000, dextran of average molecular weight of 10^5 , 10^4 . The column was eluted with 50mM MES buffer(pH 6.5). The pectic substance and hemicellulose content were represented OD at 530 and 620nm after coloring by carbazol and anthrone reagents, respectively.

요 약

본 연구에서는 배추의 영명 및 학명과 배추김치의 영명 표기법을 논의하고 배추의 외관적 특성과 신춘1호 배추의 형태학적 특성을 광학현미경으로 관찰하는 한편 봄·여름배추 4종의 일반성분 및 세포벽 다당류의 함량을 조사하였다. 기존에 발표된 배추김치 논문에서의 배추에 대한 학명표기와 부위별 명명법이 매우 다양하여 통일된 표기법이 요망되었다. 배추의 뿌리를 제외한 가식부 전체는 근생엽(root leaf)이며 근생엽의 백색부위를 줄기 또는 중륜(mid-rib), 녹색부위를 잎 또는 엽신(blade)으로 오기된 자료가 많았다. 근생엽 백색부위에는 여러개의 주맥(mid-rib)이 있었으며 녹색부위에 있는 측맥 및 세맥과 연결되어 있었다. 배추에서 백색부위의 도관은 환상, 계문상 및 망상비

후로 구분되었다. 배추의 일반성분의 함량은 품종별로 상당한 차이가 있었으며, 세포벽 다당류의 함량도 품종간에 상당한 차이를 보였다. 배추의 세포벽 펙틴을 겔여과한 결과 4개의 피크로 분리되었으며 2개는 개략적인 분자량이 200백만 이상, 1개는 십만내의 1개는 1만이하를 나타내었다. 헤미셀룰로스는 2백만과 1만으로 추정되는 2개의 피크가 분리되었다.

참 고 문 헌

1. 정병갑, 박종덕, 유성철, 김우갑(1988) 인삼의 도관요소, 식물학회지, 31(8), 169.
2. 이만정(1990) 식품분석, 동명사, 서울, p.32.
3. 영남식품분석 교재편찬위원회(1995) 식품분석학, 일일사, 대구, p.223.
4. 신호선(1983) 식품분석(이론과 실험), 신광출판사, 서울, p.77.
5. 이만정(1990) 식품분석, 동명사, 서울, p.102.
6. 주현규, 조황연, 박충균, 조규성, 채수규, 마상조 (1992) 식품분석학, 유림문화사, p.119.
7. Jones, J. Br. Jr. and R. A. Isaac(1969) Comparative elemental analyses of plant tissue by spark emission and atomic absorption spectroscopy, Agronomy J., 61, 393.
8. A.O.A.C.(1970) Official methods of analysis of the association of Official Analytical Chemists, Washington D.C., P.771.
9. 정동효, 정현기(1990) 식품분석, 진로연구사, 서울, p.250.
10. Selvendran, R. R.(1975) Analysis of cell wall material from plant tissues, Extraction and purification, Phytochem., 14, 1044.
11. Jarvis, M.C., Hall, M.A., Thelfall, D.R. and Friend, J.(1981) The polysaccharides structure of potato cell walls, Chemical fractionation. Plant, 152, 93.
12. Gross, K.C. and Wallner, S.J.(1979) Degradation of cell wall polysaccharides during tomato fruit ripening, Plant Physiol., 63, 117.

13. Bitter, T. and Muir, H.M.(1962) A modified uronic acid carbazole reaction, *Analysis Biochem.*, 4, 330.
14. Spiro, R. C.(1966) Analysis of sugar found in glycoprotein. In "Methods in Enzymology" Newfeld, E.F. and Ginsburg, V.(eds.), Academic Press, New York, Vol. 8, p.4.
15. 정영호(1986) 국제식물명명규약정해, 아카데미 서적, p.1.
16. 이명기, 박완수, 변동해(1995) 원료배추와 이를 이용한 김치종류의 영문표기에 대한 소고, *식품과학과 산업*, 28(2), 2.
17. Esau, K.(1977) *Anatomy of seed plants*, 2nd ed. John Wiley and Sons, Inc. p.101.

(1997년 9월 29일 접수)