

목제조용 전분에서 분리한 열수추출물의 이화학적성질과 추출물겔의 특성

송영미 · 정구민 · 이원종*

안동대학교 식품영양학과, *강릉대학교 식품과학과

Properties of Hot-water Extracts and Extract-gels of Starches for Mook

Young Me Song, Koo Min Chung and Won Jong Lee*

Department of Foods and Nutrition, Andong National University

*Department of Food Science, Kang Nung National University

Abstract

In order to know the effects of hot-water extracts of starches on gel formation and gel properties, some physicochemical properties and molecular distribution of the extracts were measured. Also, after acid-hydrolysis of starch gels and extract gels, extent of hydrolysis and $\overline{D.P.}_m$ and molecular distribution of hydrolysis-residue were measured. Extraction ratio of grain starches (buckwheat, corn, rice, and wheat) were 4.0~6.6%. The ratio of acorn and mungbean starches were 11.7 and 13.5%, respectively. Iodine affinity of the extracts was 17.2~17.7% in starches using for Mook, SM(acorn, buckwheat, and mungbean), 13.7~14.9% in starches not using for Mook, SNM(corn, rice, and wheat). Blue value was also higher in SM than in SNM. $\overline{D.P.n}$ of extracts of SM were bigger than those of SNM. In molecular distribution experiment, amylopectin fraction was not found from the extracts except rice starch extract. The extent of acid hydrolysis of the starch gels were 70~84% after 60 days, and the extent of the extract gels were 22~35%. The extent of hydrolysis of starch gels and extract gels made with SM were lower than those of SNM.

Key words: hot-water extract of starch, Mook

서 론

전분립에서 아밀로오스가 추출되어 나올 수 있는 정도는 전분의 호화온도, 전분지질의 함량과 전분립의 구조에 따라 다르다고 알려져 있다. Tester와 Morrison⁽¹⁾은 밀의 경우 85°C로 30분간 가열하였을 때 약 7%의 아밀로오스만이 추출되었으며, Jackson 등⁽²⁾은 아밀로오스의 함량이 25%와 53%인 옥수수 전분의 경우 약 6%의 아밀로오스만이 추출되었으며 아밀로오스의 함량이 70%인 옥수수 전분에서는 단지 3%의 아밀로오스만이 추출되었다고 하였다. 즉, 아밀로오스의 함량이 더 많아도 추출되는 양은 변함없거나 오히려 적어졌다. 또한 추출시간을 더 늘려도 추출되는 양에는 큰 차이가 없었다. 그러나 쌀의 경우는 아밀로오스의 함량이 많은 것일수록 아밀로오스 추출율이 더 많았음을 보여주었다⁽³⁾. 권과 안⁽⁴⁾은 두류 전분의 가열온도에 따른 수용성 탄수화물의 용출양상 연구에서 가열온도가 증가할수록 분자량이 큰 분자들이 더 많이 용출되었다고 보고하였다. 이와같이 전분마다 추출되는 탄수화물의 양이 다르며 그 특성도

다름을 알 수 있다.

본 연구자는 전분의 어떤 성질이 겔형성에 영향을 주는가를 알기 위해 목제조용전분(도토리, 녹두, 메밀)과 비목제조용전분(옥수수, 쌀, 밀)의 이화학적 성질과 분자구조에 대해서 조사하여 전분겔의 견고도와 비교한 바 있다⁽⁵⁾. 겔의 견고도에 가장 많은 영향을 주는 인자는 전분의 아밀로오스의 함량이었으나 전분지질의 함량과 아밀로오스의 크기 등도 상당히 영향을 끼치는 것을 알 수 있었다. 이번 연구에서는 위의 여섯 전분에서 겔의 연속상 matrix를 직접 형성하는 전분의 추출물이 가열에 의해 얼마나 용출되는가를 살펴보고, 이들 추출물의 이화학적 성질과 이들 추출물로 만든 겔의 성질을 조사하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

도토리, 메밀, 녹두, 옥수수전분(선일포도당), 쌀(일반벼), 밀가루(대한제분 강력분)은 각각 시중에서 구입하였다. 도토리전분, 메밀전분, 녹두전분, 쌀전분은 알카리 침지법으로 제조하였으며, 밀전분은 밀가루 반죽에서 글루텐을 제거하는 방법에 의해 제조하였다. 옥수수전분은 시중품을 그대로 사용하였다.

Corresponding author: Koo Min Chung, Department of Foods and Nutrition, Andong National University, Andong, Kyungbuk 760-749, Korea

열수추출물 제조

열수추출물제조 공정은 다음과 같다. 인산완충용액(pH 6.3, 5 mM)으로 3%의 전분현탁액(1.3 l)을 만들고 이를 85°C 항온수조에서 100 rpm으로 저어 주면서 30 분간 가열하였다. 이 전분액을 물-얼음 욕조에 담겨 신속히 실온까지 식힌 다음 3000 rpm으로 15분 동안 원심분리하여 침전물과 상등액을 얻었다. 침전물은 버리고 상등액 1 ml를 취해 페놀-황산방법⁽⁶⁾으로 총탄수화물을 측정하고 나머지 상등액은 5배의 95% 에탄올에 혼합시켜 1시간 교반하고 하룻동안 방치하여 침전물을 얻었다. 이를 G-4 glass filter로 수집한 후 무수에탄올로 씻고 다시 에테르로 세척한 후 상온에서 진공 데시케이터를 이용하여 1~2일 건조하고 마쇄하여 120메시 체를 통과하게 하였다.

추출물의 이화학적 성질

요오드 친화도는 Schoch⁽⁷⁾의 potentiometric titration 방법으로, 칭가는 Gilbert 등⁽⁸⁾의 방법으로 측정하였다. 평균중합도는 총탄수화물의 양을 변형된 Park-Johnson 방법^(9,10)으로 측정한 환원력으로 나누어 계산하였다. 평균가지길이(총탄수화물/환원력)는 isoamylase(Sigma, I-2578)에 의한 가수분해 방법으로 측정하였다. 즉 추출물 20 mg을 소량의 에탄올로 잘 분산시키고 1 N NaOH 1 ml로 완전히 녹인 후 1 N HCl 1 ml를 가해 중화시킨 다음 증류수로 희석하여 10 ml 용액을 만들었다. 이 용액 5 ml(10 mg 추출물)를 취해 1 ml의 0.2 M 초산 완충용액(pH 3.5)과 isoamylase 2 μ 를 넣고 45°C 항온수조에서 8 시간 가수분해한 후 끓는 수욕조에서 5분간 가열로 효소를 불활성화시킨 다음 총탄수화물과 환원력을 측정하였다.

열수추출물의 분자량분포

Wang 등⁽¹¹⁾의 방법으로 다음과 같이 실시하였다. 시료 추출물 50 mg을 소량의 에탄올에 잘 분산시킨 후 1 N NaOH 5 ml를 넣고 완전히 녹인 다음 증류수 10 ml를 넣었다. 1 N HCl 5 ml로 중화(pH 6.5~7.0)시킨 후 증류수를 가해 50 ml로 희석한 다음 3000 rpm으로 15분간 원심분리하였다. 상등액 5 ml를 Sepharose CL-2B column(2.6×74 cm)에 주입 후 NaCl-용액(20 mM, pH 11)로 실온에서 상승전개법으로 용출시켰으며, 속도는 24 ml/h이었고 튜브당 6 ml씩 fraction collector로 분취하였다. 이중 1 ml로 페놀-황산방법에 의해 총탄수화물을 측정하였으며 나머지 5 ml에 0.2 ml 요오드용액을 첨가하여 iodine complex를 600 nm에서 측정하고 최대흡수파장(λ_{max})도 구하였다.

전분겔과 추출물겔의 가수분해

시료 전분 5g을 증류수(56 ml)와 섞어 현탁액을 만들고 끓는 수욕조에서 10분간 가열한 후 찬물에 냉각시켜 겔을 만들고 1일간 냉장고에 보관하였다. 제조한 전분겔 고

형물의 함량은 8.25~8.63%이었다. 노화시간에 따른 가수분해도를 알아보기 위해 또 다른 녹두전분겔은 냉장고에서 7일간 보관하였다. 저장후 겔의 산 가수분해는 Mestres 등⁽¹²⁾의 방법을 변형하여 겔에 증류수(100 ml)를 넣어 1분 30초동안 blender로 마쇄하고 다시 증류수를 넣어 200 ml로 만들고 여기에 2 N HCl 200 ml를 혼합한 다음 35°C 항온수조에서 매일 한번씩 현탁액을 저으면서 60일동안 실시하였다. 정해진 시간에 현탁액을 0.5 ml 취해 증류수로 희석한 다음 여과지 Whatman No.2로 여과하고 여액을 증류수로 100 ml되게 희석한 다음 총탄수화물을 측정하여 가수분해도를 구하였다.

추출물겔은 시료 추출물 0.85g을 부탄올과 물혼합액(55 ml, 1:10, v/v)에 넣어 현탁액을 만든 후 끓는 수욕조에서 10분간 가열한 후 뜨거운 질소가스를 15분간 흘려보내 부탄올이 모두 날아가게 한 다음 찬물에 냉각시켜 만들었으며 이를 1일간 냉장고에 보관하였다. 제조한 추출물겔의 고형물 함량은 1.89~2.24%이었다. 또 다른 녹두전분의 추출물겔은 냉장고에 7일간 보관하였다. 산 가수분해는 위에서와 같이 겔에 증류수를 가하고 1분간 마쇄하고 증류수로 100 ml를 만들고 여기에 2 N HCl 100 ml와 혼합한 다음 35°C 항온수조에서 매일 한번씩 현탁액을 저으면서 60일 동안 실시하였다. 정해진 시간에 현탁액을 2 ml 취해 증류수로 희석한 다음 여과지 Whatman No.2로 여과하고 여액을 증류수로 50 ml되게 희석한 다음 총탄수화물을 측정하여 가수분해도를 구하였다.

전분겔과 추출물겔의 가수분해 잔유물의 평균중합도

전분겔과 추출물겔을 60일간 가수분해하고 남은 현탁액을 원심분리한 후 증류수로 씻어서 pH 6.5~7.0이 되게 한 다음 냉동건조기에서 건조하여 잔유물을 얻었다. 평균중합도는 가수분해 잔유물의 총탄수화물을 구하여 변형된 Park-Johnson 방법⁽⁹⁾으로 측정한 환원력으로 나누어 계산하였다.

가수분해 잔유물의 분자량 분포

Mestres 등⁽¹²⁾과 Xu 등⁽¹³⁾의 방법으로 전분겔과 추출물겔의 가수분해 잔유물의 분자량 분포를 측정하였다. 전분겔과 추출물겔의 가수분해 잔유물 10 mg을 1 N NaOH 1 ml에 녹이고 증류수로 10 ml를 만든 다음 2500 rpm으로 10분간 원심분리하고 상등액을 membrane filter(nylon, 0.2 μ , Nalgene)으로 여과한 후 진공펌프로 공기를 제거하였다. 이 용액 5 ml를 Sephadex G-100(super fine) column(2.6×77 cm)에 주입한 후 0.1 N NaOH 용액으로 실온에서 상승전개법으로 용출시켰으며, 속도는 20 ml/h이었고 튜브당 5 ml씩 fraction collector에 분취한 다음 총탄수화물과 환원력(변형한 Park-Johnson)을 측정하여 평균중합도를 계산하였다. Void volume은 Blue dextran(10 mg/5 ml)으로 측정하였다. 또 가수분해 잔유물을 평균가지길이 측정때와 같이 isoamylase로 가

수분해한 후 가수분해액도 위의 방법으로 용출시켰다.

결과 및 고찰

열수추출물의 추출율

열수추출물의 추출율은 Table 1과 같다. 추출율은 상대적으로 아밀로오스의 함량이 적은 곡류 전분인 메밀, 옥수수, 쌀, 밀전분이 적어 4.0~6.6%를 나타냈으며, 아밀로오스 함량이 많고 지질 함량이 적은 도토리전분은 11.7%, 녹두전분은 13.5%이었다. 전분립의 아밀로오스중 일부분은 지방질과 함께 존재하기 때문에 열수에 의해 용출되지 않는다. 따라서 지방의 함량이 낮은 도토리, 메밀전분의 경우(0.12~0.16%)는 추출율이 높았고 지방 함량이 많은 다른 곡물(0.49~1.26%)은 추출정도가 적었다고 할 수 있다. 원심분리후 상등액이 차지하는 비율을 보면 곡류전분(메밀, 옥수수, 쌀, 밀)이 73.1~82.3%를 나타냈고, 도토리전분은 66.6%, 녹두전분은 57.7%을 나타냈다. 이는 곡류 전분의 팽윤이 다른 두 전분보다 더 적었음을 나타낸다. 전분입자의 팽윤이 추출정도에 영향을 미쳐 팽윤이 잘되는 도토리, 녹두전분이 추출율도 높았다.

이화학적 성질

전분의 열수추출물의 이화학적 성질은 Table 2와 같다. 전분의 열수추출물의 요오드 친화도는 목제조용전분(도토리, 메밀, 녹두)의 추출물의 경우 17.2~17.7%였으며, 비목제조용전분의 추출물은 13.7~14.9%로 상대적으로 낮은 값을 나타냈다. 아밀로오스 함량의 또 다른 지표가 되는 청가의 경우, 도토리, 메밀, 녹두전분의 추출물은 1.01~1.18, 나머지는 0.87~0.91로 나타났다. 이는 순수한 아밀로오스의 요오드 친화도 19.9~20.0와 청가 1.35보다 값이 낮았다. 평균중합도($\overline{D.P.}_n$)는 녹두, 도토리가 각각 680, 1180이었고, 메밀은 450, 옥수수는 380, 쌀과 밀은 360이었다. 평균가지길이($\overline{C.L.}$)는 녹두, 도토리는 각각 290, 110이었고, 메밀, 옥수수, 쌀, 밀은 70~90이었다. 평균가지수는 목제조용전분은 4.1~6.2, 비목제조용전분은 4.0~5.1로 별 차이가 없었다.

이들 열수추출물을 순수한 아밀로오스⁽⁵⁾와 비교하였을 때 요오드친화도와 청가이외에도 평균중합도, 평균가지 길이는 적었고 평균가지수가 컸다. 이는 열수추출물의 대부분은 아밀로오스이나 아밀로오스와 아밀로펙틴의 중간물질과 일부 아밀로펙틴도 포함되어 있음을 나타내 준다. 목제조용전분(도토리, 메밀, 녹두)의 열수추출물은 요오드 친화도, 청가, 평균중합도, 평균가지길이(메밀 제외)의 값이 비목제조용전분보다 높아 아밀로오스이외의 물질의 혼입이 비목제조용전분에 비해 적음을 예상할 수 있다. 따라서 목제조용전분은 아밀로오스 함량이 많고 크기도 클뿐 아니라 추출물의 사슬의 길이가 길기 때문에 결정 영역이 많게 되므로 겔형성 능력이 비목제조용전분에 비해 강한 것으로 추측할 수 있다. 반면에 비목제

Table 1. Extraction ratio of starches

Sample	Extraction ratio(%)	Supernatant ¹⁾ (%)	Amylose ²⁾ content(%)	Lipid ²⁾ content(%)
Acorn	11.7	66.6	28.5	0.12
Buckwheat	4.9	73.1	26.4	0.49
Mungbean	13.5	57.7	33.3	0.16
Corn	6.6	76.8	21.3	1.04
Rice	4.0	76.7	18.6	0.68
Wheat	5.4	82.3	23.9	1.26

¹⁾(Supernatant volume/Total volume)×100

²⁾Koo Min Chung: Molecular Structure and Lipid in Starches for Mook. Korean J. Food Sci. Technol.⁽⁶⁾

Table 2. Physicochemical properties of extracts

Sample	I.A.(%)	B.V.	$\overline{D.P.}_n$	$\overline{C.L.}$	$\overline{N.C.}$
Acorn	17.6	1.17	680	110	6.2
Buckwheat	17.2	1.01	450	80	5.8
Mungbean	17.7	1.18	1180	290	4.1
Corn	14.0	0.87	380	90	4.2
Rice	13.7	0.87	360	70	5.1
Wheat	14.9	0.91	360	90	4.0

I.A.=Iodine affinity

B.V.=Blue value

$\overline{D.P.}_n$ =Number average degree of polymerization

$\overline{C.L.}$ =Average chain length

$\overline{N.C.}$ =Average number of chain, $\overline{D.P.}_n/\overline{C.L.}$

조용전분은 아밀로오스함량이 작고 그 크기도 작을 뿐만 아니라, 추출물의 사슬의 길이도 짧은 구조를 가져 겔형성시 무정형 영역이 많게 되어 단단한 겔이 잘 안된다고 볼 수 있다.

열수추출물의 분자량 분포

열수추출물의 분자량 분포를 알아보기 위해 Sepharose CL-2B gel chromatography를 이용하여 분석시킨 결과는 Fig. 1과 같다. 시료 추출물의 분자량 분포는 쌀 전분을 제외하고는 모든 추출물에서 아밀로펙틴 분획을 찾을 수 없었다. 이 결과는 이유를 알 수 없지만 다른 연구자의 경우^(1,2,4,14) 조금이나마 아밀로펙틴이 추출되었다는 보고와는 다른 면을 보여주었다. 목제조용전분의 경우는 완만한 곡선의 형태로 아밀로오스의 분자가 고분자에서 저분자까지 비교적 고루 분포되어 있음을 나타냈다. 또한 이들의 최대 피크는 fraction No. 52~56(녹두; 52, 도토리; 54, 메밀; 56)으로 비목제조용전분의 fraction No. 57~59(쌀; 57, 밀; 58, 옥수수; 59)보다 적게 나타나 목제조용전분 추출물의 분자크기가 더 크다는 것을 알 수 있으며 이 결과는 앞의 Table 2의 결과와도 일치하였다. 옥수수, 메밀, 쌀, 밀전분의 경우 피크의 왼쪽 끝 부분에서 Iodine complex 곡선이 총탄수화물곡선보다 낮은 것으로 보아 아밀로오스와 아밀로펙틴의 중간물질이나 잘려진 아밀로펙틴이 있음을 알 수 있다. 이들 전

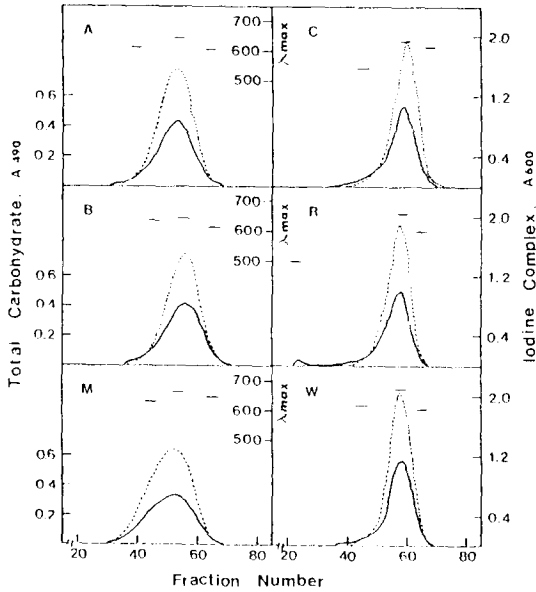


Fig. 1. Sepharose CL-2B gel chromatography patterns of extracts

A; Acorn, B; Buckwheat, C; Corn, M; Mungbean, R; Rice, W; Wheat. —; Total carbohydrate(A₄₉₀), ···; Iodine complex(A₆₀₀), - -; λ_{max}. Elution condition: 6 ml/tube, 20 mM NaCl(pH 11) 24 ml/hr.

분의 이화학적성질중 요오드친화도, 청가, 평균중합도가 도토리나 녹두에 비해 적은 것도 여기에 기인한 것으로 여겨진다.

전분겔과 추출물겔의 가수분해도

전분겔과 추출물겔을 1N HCl로 35°C 항온수조에서 60일간 가수분해하면서 측정한 가수분해도의 변화는 Fig. 2, 3과 같다. 전분겔의 경우 30일까지는 가수분해도가 급격히 증가했으나 그후에는 변화가 없거나 완만히 증가하였다(Fig. 2).

전분겔의 가수분해도는 메밀을 제외하고는 일반적으로 전분겔의 강도⁽⁵⁾와 반비례하였다. 즉 강도가 큰 녹두, 도토리전분겔의 60일후 가수분해도는 70~72%로 낮았으며 강도가 낮은 밀, 옥수수, 쌀전분겔의 가수분해도는 75~84%로 비교적 높았다. 강도가 큰 겔은 겔 matrix가 강해 산에 대한 저항성이 컸다고 볼 수 있다.

추출물겔의 60일후 가수분해도는 22~35%로 전분겔의 가수분해도에 비해 상당히 낮았다(Fig. 3). 전분겔처럼 추출물겔도 목제조용전분의 가수분해도가 22~29%로 비목제조용전분의 30~35%보다 낮았다. 쌀전분의 추출물겔의 가수분해도가 가장 높아 쌀 전분겔의 가수분해도와 같은 양상을 보였다. 목제조용전분의 추출물겔은 저장 60일동안 계속적으로 가수분해 되었으나 비목제조용전분 추출물겔은 약 40일 이후에는 더 이상 가수분

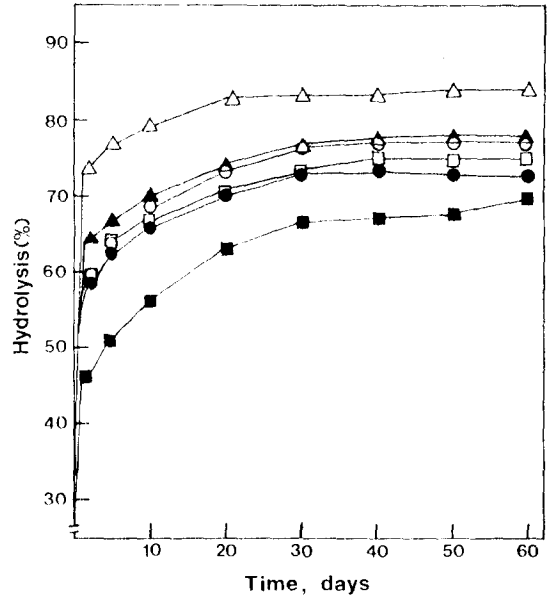


Fig. 2. Extent of hydrolysis of starch gels with 1N HCl at 35°C

●—●, Acorn; ▲—▲, Buckwheat; ■—■, Mungbean; ○—○, Corn; △—△, Rice; □—□, Wheat

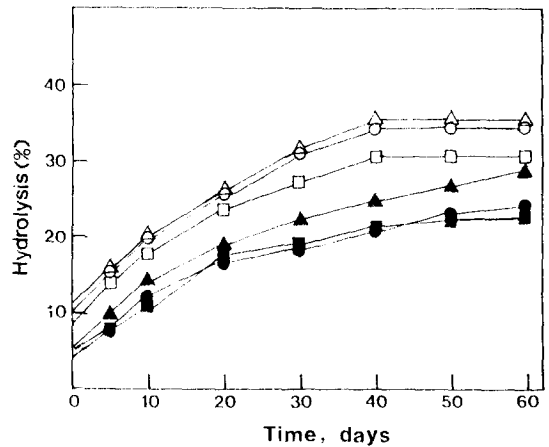


Fig. 3. Extent of hydrolysis of hot-water extract gels with 1N HCl at 35°C

해되지 않았다. 추출물겔의 시료간 고형물함량(1.89~2.24%)에 다소 편차가 있어 이 차이가 가수분해도에 영향을 미칠 것으로 생각되나 아밀로오스겔의 산가수분해결과 2.7% 농도에서 50% 분해율을 3.6% 농도에서 46% 분해율을 나타냈다는 Leloup 등⁽¹⁵⁾의 보고로 미루어 보아 본 실험에서의 고형물함량의 차이가 시료자체의 산가수분해도에는 영향을 미치지 않는 것으로 생각된다. 더군다나 가장 고형물함량(1.89%)이 낮은 녹두전

Table 3. The number average degree of polymerization of hydrolysis residues of starch gels and extract gels

Sample		$\overline{D.P.}_n$
Starch gel	Acorn	25
	Buckwheat	22
	Mungbean	19
	Corn	23
	Rice	35
	Wheat	12
Extract gel	Acorn	40
	Buckwheat	30
	Mungbean	31
	Corn	31
	Rice	29
	Wheat	27

분의 추출물의 가수분해도가 가장 낮았다.

전분겔의 가수분해도가 추출물겔의 가수분해도보다 높은 것은 전분은 아밀로오스와 아밀로펙틴을 가지고 있어 주로 아밀로펙틴에 의해 형성되는 무정형 영역의 가수분해가 쉽게 일어나는 반면, 추출물겔은 대부분이 아밀로오스로 이루어져 있어 결정형 영역이 많아 산에 대한 저항이 강해 쉽게 가수분해가 일어나지 않기 때문으로 여겨진다. 추출물겔의 가수분해에서도 비목제조용전분의 가수분해도가 큰 것은 앞의 이화학적 성질에서 본 바와 같이 이들 비목제조용전분의 추출물에는 목제조용전분의 추출물보다 아밀로오스 이외에 아밀로펙틴물질이 많기 때문으로 여겨진다.

그림에는 표시되지 않았으나 7일간 냉장고에 저장한 녹두의 전분겔은 가수분해 초기에는 10% 포인트 정도 가수분해도가 낮다가 가수분해 15일 이후부터는 1일 저장한 녹두시료와 같은 양상을 보였고, 7일 저장 녹두 추출물겔은 1일 저장 녹두 추출물겔과 처음부터 거의 비슷한 가수분해 양상을 보였다. 전분겔의 형성은 1일 이내의 초기에 일어나는 아밀로오스의 재결정에 따른 겔화와 그후에 아밀로펙틴의 재결정에 따라 일어나는 겔화로 나누어 진다고 하는데⁽¹⁶⁾ 이 실험의 결과로 미루어 보아 전분겔중 아밀로펙틴에 의한 결정 영역은 7일 저장으로 더 많이 생성은 되었으나 그리 단단하지 않아 결국 산으로 분해된다고 볼 수 있다. 추출물겔의 경우는 대부분이 아밀로오스에 의해 생긴 결정이므로 저장기간에 따라 결정상태가 달라지지 않는다고 할 수 있다.

전분겔과 추출물겔의 가수분해 잔유물의 평균중합도

전분겔과 추출물겔을 가수분해하고 남은 잔유물의 평균중합도를 조사해본 결과는 Table 3과 같다. 전분겔은 밀의 평균중합도가 12로 가장 낮았고 도토리, 메밀, 옥수수, 녹두는 19~25로 비슷하였고, 쌀은 35로 가장 높은 값을 나타내 목제조용전분과 비목제조용전분 사이에 차이를 찾을 수는 없었다. 추출물겔도 두 전분사이에 차

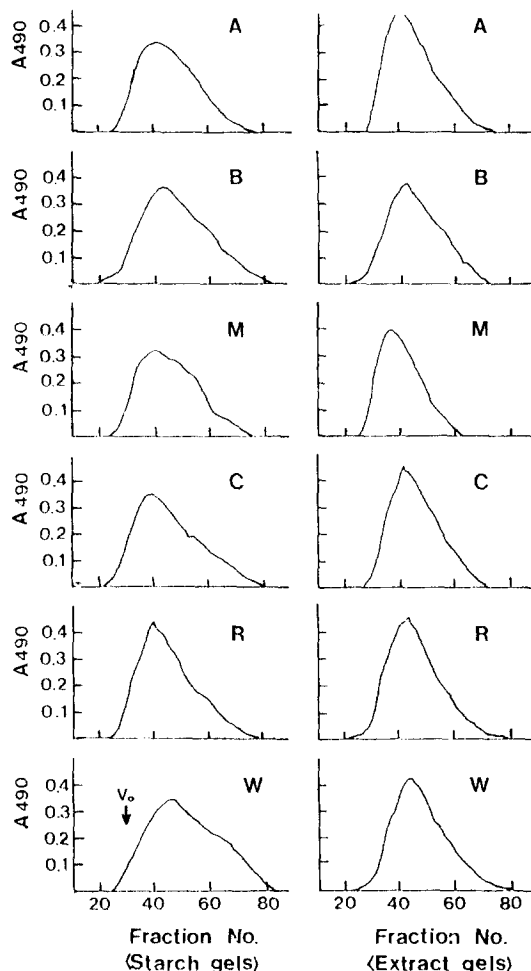


Fig. 4. Sephadex G-100 gel chromatography patterns of hydrolysis residues of starch gels and extract gels A; Acorn, B; Buckwheat, C; Corn, M; Mungbean, R; Rice, W; Wheat, —; Total carbohydrate(A₄₉₀), Elution condition; 5 ml/tube, 0.1 N NaOH 20 ml/hr.

이가 없어 메밀, 녹두, 옥수수, 쌀, 밀의 평균중합도가 27~31로 비슷하였으며, 도토리는 40으로 조금 높았다. 추출물겔의 중합도결과는 Leloup 등⁽¹⁵⁾이 보고한 아밀로오스겔의 산가수분해잔유물의 평균중합도 30내외와 비슷하였으며, 또한 이들에 의하면 평균중합도는 아밀로오스의 농도에 관계없다고 하였다.

쌀의 경우는 예외이지만 일반적으로 추출물겔의 가수분해 잔유물의 크기는 전분겔보다 조금 컸다. 이는 추출물에는 아밀로오스가 많아 긴 체인을 갖는 겔이 형성될 수 있기 때문이며 반면에 전분겔에서는 전분립이 겔 matrix 중간중간에 위치해 긴 체인을 형성하지 못했기 때문이라 여겨진다. 그러나 같은 추출물내에서 녹두와 같이 긴 가지를 갖는 것이 반드시 긴 가수분해 잔유물을 갖

지는 않았다.

가수분해 잔유물의 분자량분포

Sephadex G-100 gel chromatography를 이용한 전분 겔과 추출물겔의 가수분해 잔유물의 분자량 분포는 Fig. 4와 같다. 전분겔과 추출물겔의 가수분해 잔유물 모두 한개의 피크를 나타냈으며 두 종류 겔사이에서도 큰 차이를 발견할 수 없었다. Mestres 등⁽¹²⁾과 Xu 등⁽¹³⁾의 쌀국수와 녹두전분국수, 타피오카pearl의 산가수분해후의 잔유물의 분자량분포 실험에서도 한개의 피크를 갖는 것으로 나타났으며 Leloup 등⁽¹⁵⁾도 아밀로오스겔의 산가수분해 잔유물은 한개의 피크를 갖는다고 보고하였다.

가수분해 잔유물을 isoamylase로 가수분해한 것의 분자량 분포는(그림에는 안 나타냄) 가수분해 하지 않은 것과 비슷하였다. 이것으로 보아 두 형태의 겔내에서 아밀로펙틴에 의해 형성된 결정 영역은 산에 의해 모두 분해되었거나 남아있더라도 isoamylase가 접근할 수 없는 곳에 위치한다고 볼 수 있다. 그러나 앞의 연구자들^(12,13)에 의하면 잔유물은 isoamylolysis후 2개의 피크를 갖거나 분자량이 낮은 쪽으로 이동됨을 보였다. 이는 이들 연구의 시료가 단단한 국수류이나 여기에서의 시료는 이것 보다는 약한 겔이어서 아밀로펙틴에 의한 결정 영역은 모두 산에 의해 파괴되었기 때문이라 생각된다.

요 약

전분의 열수추출물 성분이 전분의 겔형성이나 성질과 어떤 관계가 있는 가를 연구하기 위해 목제조용전분(도토리, 메밀, 녹두)과 비목제조용전분(옥수수, 쌀, 밀)의 현탁액을 85°C에서 가열하여 추출물을 얻고 이들의 이화학적 성질과 분자량 분포를 조사하였다. 또한 추출물로 겔을 만들어 전분겔과 함께 산가수분해하여 가수분해정도, 가수분해잔유물의 평균중합도, 분자량분포 등도 조사하였다. 추출물의 추출율은 아밀로오스 함량이 적고 지질의 함량이 많은 곡류전분이 적어 4.0~6.6%를 나타냈으며 아밀로오스함량이 많고 지질의 함량이 적은 도토리, 녹두전분은 각각 11.7%와 13.5%로 추출율이 컸다. 이화학적 성질과 분자량 분포결과를 보면 목제조용전분의 추출물은 대부분이 아밀로오스로 구성되어 있으며 비목제조용전분의 추출물에는 약간의 아밀로펙틴물질이 포함되어 있음을 알 수 있었다. 겔을 산가수분해(1N HCl, 35°C, 60일)한 결과 추출물겔의 가수분해도는 22~35%이었으며 전분겔의 가수분해도는 아밀로펙틴의 분해로 추출물겔보다 높은 70~84%를 나타냈다. 추출물겔의 가수분해에서는 아밀로오스가 많은 목제조용전분의 추출물겔의 가수분해도가 22~29%이었으며 아밀로오스가 적은 비목제조용전분의 추출물겔의 분해도는 30~35%이었다. 가수분해 잔유물은 겔크로마토그래피 결과 한개의 피크를 갖는 것으로 나타났으며 추출물겔의 잔유

물의 평균중합도가 전분겔의 평균중합도보다 더 컸다.

문 헌

1. Tester, R.F. and Morrison, W.R.: Swelling and gelatinization of cereal starches. I. Effects of amylopectin, amylose, and lipids. *Cereal Chem.*, **67**, 551 (1990)
2. Jackson, D.S., Waniska, R.D. and Rooney, L.W.: Differential water solubility of corn and sorghum starches as characterized by high-performance size-exclusion chromatography. *Cereal Chem.*, **67**, 551 (1990)
3. Biliaderis, C.G.: Structures and phase transitions of starch in food systems. *Food Tech.*, **46**, 98 (1992)
4. 권미라, 안승요: 가열온도가 두류전분의 가용성탄수화물의 용출양상과 전분겔에 미치는 영향. *한국식품과학회지*, **25**, 698 (1993)
5. 정구민: 목 제조용 전분의 분자구조와 지방질. *한국식품과학회지*, **23**, 633 (1991)
6. Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A. and Smith, F.: Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.*, **28**, 350 (1956)
7. Schoch, T.J.: Iodimetric determination of amylose. In *Methods in Carbohydrate Chemistry*, Whistler, R., Smith, R. and BeMiller, J.(ed), Academic Press, N.Y., U.S.A., Vol.IV, p.157 (1964)
8. Gilbert, G.A. and Spragg, S.P.: Iodimetric determination of amylose. In *Methods in Carbohydrate Chemistry*, Whistler, R., Smith, R. and BeMiller, J.(ed), Academic Press, N.Y., U.S.A., Vol.IV, p.168 (1964)
9. Park, J.T. and Johnson, M.J.: A submicrodetermination of glucose. *J. Biol. Chem.*, **181**, 149 (1949)
10. Hizukuri, S., Takeda, Y., Yasuda, M. and Suzuki, A.: Multi-branched nature of amylose and the action of debranching enzymes. *Carbohydrate Res.*, **94**, 205 (1981)
11. Wang, Y-J., White, P., Pollak, L. and Jane, J.: Characterization of starch structures of 17 maize endosperm mutant genotypes with Oh43 inbred line background. *Cereal Chem.*, **70**, 171 (1993)
12. Mestres, C., Colonna P. and Buleon, A.: Characteristics of starch networks within rice flour noodles and mungbean starch vermicelli. *J. Food Sci.*, **53**, 1809 (1988)
13. Xu, A. and Seib, P.A.: Structure of tapioca pearls compared to starch noodles from mung beans. *Cereal Chem.*, **70**, 463 (1993)
14. Murugesan, G., Shibanuma, K. and Hizukuri, S.: Characterization of hot-water-soluble components of starches. *Carbohydrate Res.*, **242**, 203 (1993)
15. Leloup, V.M., Colonna, P., Ring, S.G., Roberts, K. and Wells, B.: Microstructure of amylose gels. *Carbohydrate Polymers*, **18**, 189 (1992)
16. Waniska, R.D. and Gomez, M.H.: Dispersion behavior of starch. *Food Tech.*, **46**(6), 110 (1992)

(1995년 5월 27일 접수)