

시판 고구마전분의 이화학적 특성

백만희 · 차동수 · 박현진 · 임승택
고려대학교 생명공학원

Physicochemical Properties of Commercial Sweet Potato Starches

Man-Hee Baek, Dong-Su Cha, Hyun-Jin Park and Seung-Taik Lim
Graduate School of Biotechnology, Korea University

Abstract

Physicochemical properties of commercial sweet potato starches manufactured by 7 different companies were investigated in comparison with corn and potato starches. Crude ash and protein content varied from 0.36 to 1.02%, and from 0.04 to 0.14% based on dry weight, respectively. The protein contents were relatively smaller than that of corn or potato starch. But whiteness of the sweet potato starches was less than that of corn or potato starch. Mean diameter of the sweet potato starch granules varied from 14.23 to 21.08 μm depending on the company and all sweet potato starches showed bimodal size distributions. Pasting viscosity measured by Rapid Viscoanalyzer(RVA) also showed variations among the starches of different companies. The starch from D company in Korea had the lowest pasting temperature(74.00°C) whereas the starch from a philippine company(P) did the highest one(80.35°C). The peak viscosity of sweet potato starches was higher than that of corn starch but lower than that of potato starch. The D company starch also showed the highest peak viscosity(2283 cp) among the starches tested. Paste breakdown by hot shearing ranged from 524 cp (S company) to 1279 cp (HL company). Textural properties of the starch gels appeared significantly different among the starches of different manufacturers. The greatest hardness of the gel was 137.90 g_f at 1 day storage whereas the lowest value was 31.53 g_f . Except the starches from 2 companies (P and S), the sweet potato starches formed very soft and weak gels. P or S company starches formed the gels similar to potato starch. Syneresis by freeze-thawing treatments appeared less for sweet potato starch gels than that for corn starch gels, but greater than that for potato starch gel. The overall properties of the sweet potato starches varied by the manufacturing companies, and ranged between those of corn and potato starches.

Key words : sweet potato starch, peak viscosity, textural property, freeze-thaw stability

서 론

고구마는 전분함량이 18~25%로 곡류보다는 적으나 전분당 약 80% 이상 함유되어 있어 옥수수, 감자와 함께 중요한 전분의 급원이다. 우리나라의 고구마 주산지는 제주도과 영·호남지방이며, 고구마는 식용으로 괴근을 그대로 이용하거나 전분으로 만들어 주정용, 시럽과 당면제조 등 가공식품을 만들거나 첨가제로써 식품산업에 이용하고 있으며, 그밖에 알코올, 영양제, 화장품, 의약품제조, 풀, 가용성전분 등에 이용되고 있다⁽¹⁾.

전분은 식품가공 공정중 각기 다른 호화와 노화현상을 수반하므로 식품물성변화의 중요한 인자로 작용하고, 생전분의 입자들은 상온에서 물에 녹지 않으며 전분 고유의 특징 이외에는 특수한 기능성을 가지지 못하므로 다양한 기능성을 부여하기 위해 변성전분의 제조필요성이 커지고 있다⁽²⁾. 또한 최근 식품산업의 발달로 냉동식품, 압출성형식품 등의 새로운 식품개발이 진행되고 있어 이에 적합한 성질을 갖는 전분을 만들기 위한 노력이 여러 가지 방법으로 진행되고 있다⁽³⁾.

고구마전분은 가장 보편적으로 이용되는 옥수수전분에 비해 페이스트의 점도가 높고 투명하며 겔의 특성이 우수하며 또한 냉해동공정에 안정하여 저온유통되어지는 식품에의 이용도 바람직하다고 알려져 있는데⁽⁴⁾, 그동안의 고구마전분에 대한 연구로는 대부분이 품종별^(5,6) 또는 일부 변성전분의 이화학적 특성 비

Corresponding author : Seung-Taik Lim, Graduate School of Biotechnology, Korea University, Seoul 136-701, Korea.
Tel : 82-2-3290-3435
Fax : 82-2-927-5201
E-mail : limst@mail.korea.ac.kr

교^(2,7,8)에 관한 것으로 전분겔의 냉·해동 안정성이나 조직감 특성에 관한 연구는 없는 실정이다.

그러므로 본 연구에서는 널리 이용되는 감자, 옥수수전분의 특성과의 비교로 고구마전분의 조리나 식품산업에의 새로운 이용방안을 모색하기 위하여 적합한 물리화학적 방법을 통해 기능적 성질을 부여한 변성전분을 제조하기 위한 기초연구로써 한국산(제주도산과 호남산), 필리핀산 및 중국산 고구마전분의 일반성분, 입자크기와 호화특성을 측정하였으며, 냉·해동안정성과 전분겔의 조직감을 비교하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 연구에서는 한국산 고구마전분(D사, HK사, HL사, J사, S사), 필리핀산(P사), 중국산(W사) 고구마전분과 시판감자전분(한덕 Avebe, 서울), 옥수수전분(삼양제넥스, 서울)을 시료로 사용하였다.

일반성분 분석

수분함량은 적외선 수분측정기(MB200, Ohaus, U.S.A)로 측정하였고, 조단백질의 함량은 A.O.A.C 방법⁽⁹⁾에 따라 semimicro Kjeldahl법으로 질소계수 6.25를 이용하여 측정하였다.

전분입자의 백도 측정

전분입자의 백도 측정은 분체용 백도계(Kett Electric Laboratory C-100, Japan)를 이용하여 측정하였다. 참고물질(reference)은 blue filter를 사용하여 440 nm에서의 백도값이 84.6(100%)일 때를 기준값으로 하였고, 시료접시(60×10 mm)에 시료를 넣고 뚜껑을 닫은 후 기계에 장착하여 5번 측정된 값의 평균값으로부터 각 전분의 백도를 측정하였다.

전분입자크기 분석

전분의 입자크기 분석은 CILAS(Compagnie Industrielle Des Lasers, France) 입자크기분석기를 이용하여 측정하였다. 전분 0.3 g을 알콜 300 mL에 10분간 분산시키고 30초동안 ultrasonication시킨 후 입자분포도를 얻었으며, 평균 입자크기를 측정하였다.

RVA에 의한 호화점도 특성

전분 페이스트의 점도는 Rapid Visco Analyser(Newport Scientific Instrument & Engineer, Australia)를 사용하여 측정하였다. 건조물 중량으로 7% 고구마

전분 현탁액을 25°C로부터 95°C까지 5°C/분 속도로 가열하여 95°C에서 15분간 유지시킨 후 95°C로부터 50°C까지 5°C/분 속도로 냉각시켰다. 이로부터 호화개시온도, 최고점도, breakdown, setback 등을 측정하였다⁽¹⁰⁾.

전분용액의 빛 투과도 측정

고구마전분을 건조물 중량으로 1% 현탁액을 제조한 후 boiling water bath에서 30분 동안 교반하면서 호화시켰다. 호화된 전분 용액은 10분간 급속냉각한 후 분광광도계(Pharmacia Biotech, Ultraspec 2000, England)를 이용하여 650 nm에서의 빛 투과도(% T)를 측정하였다⁽¹¹⁾.

전분겔의 제조

전분 겔은 Takahashi 등⁽¹²⁾의 방법을 변형하여 제조하였다. 고구마전분은 건조물 중량으로 10%가 되도록 증류수를 넣고 충분히 교반한 후 끓는 수조에서 15분간 일정한 속도로 교반하면서 호화시켰다. 제조된 전분호화액은 테이프롤 둘레를 5 mm 정도 높여준 페트리디쉬(50×17 mm)에 공기구멍이 생기지 않도록 조심해서 부은 후 1시간동안 냉각시켜 뚜껑을 덮은 후 밀봉하여 수분증발을 방지하였다.

전분겔의 조직감 측정

전분겔을 4°C에서 1~3일간 저장하고 25°C에서 1시간 방치한 후 페트리디쉬의 테이프롤 제거하고 wire로 된 cutter를 사용하여 디쉬 윗부분을 매끈하게 잘라낸 다음 Texture Analyser(TA-XT2, Stable Micro Systems, England)로 전분겔의 compression 특성을 측정하였다.

측정조건으로 직경 20 mm의 cylindrical plunger를 이용하여 1 mm/sec의 속도, 30% strain으로 2회 반복 압착하여 얻은 TPA(Texture Profile Analysis) curve로부터 Bourne의 방법⁽¹³⁾에 따라 견고성(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 접착성(adhesiveness), 멍치는 성질(gumminess), 씹히는 성질(chewiness)을 계산하였다.

전분겔의 냉·해동 안정성 측정

전분 겔은 -18°C에서 20시간 동안 동결시킨 후 25°C에서 4시간 동안 해동시키는 과정을 1회, 3회 반복하였다. Whatman No. 41 필터상에서 진공여과로 10분간 전분겔의 수분을 제거한 후 시료의 무게를 측정하여 전분겔로부터 빠져나간 수분의 이수현상(syneresis(%))을 구하였다⁽¹⁴⁾. 이 때 전분겔 위를 1 kg의 무게로 압착하여 수분제거를 빠르게 하였다.

결과 및 고찰

전분의 일반성분

시판 고구마전분의 수분함량은 17~18% 이상으로 비교적 높아 건조하여 10~11%로 조절한 뒤 실험에 사용하였다. 고구마 전분의 건물당 기준의 회분함량, 조단백질함량은 Table 1과 같다. 회분함량은 대부분 0.28~0.54% 값을 보인 반면, S사 고구마전분은 1.02%로 가장 높은값을 보였다. 조단백질 함량은 0.04~0.14%를 보였으며, S사와 J사의 고구마전분이 다른 전분에 비해 높은값을 보였는데, 전분회사간의 전분분리방법의 차이에서 기인된 것으로 생각되며, 박 등⁽¹⁴⁾이 실험실에서 추출한 전분으로 0.246~1.074%보다 낮은값을 보였다.

전분입자의 백도 측정

고구마 전분입자의 백도는 82.85~98.23%로서 HL사 고구마전분이 가장 높은값을 보였고, S사 고구마전분이 가장 낮은값을 보였다. 백도는 당면제조시의 색깔 기준 평가자료로 사용되며 백도가 낮은 경우는 혼합을 통해서 백도를 조절하여 사용하므로 J, S, 중국사인 W사 고구마전분은 다른 전분과의 혼합을 통해 백도를 조절할 수 있을 것으로 생각되어진다. 옥수수전분과 감자전분은 100%의 백도를 보였으며, 고구마전분의 백도가 떨어지는 이유는 고구마 육질속이 마쇄 중에 효소에 의해 갈변현상이 일어났기 때문으로 생각된다.

Table 1. Proximate compositions (dry basis), whiteness, and granular mean diameters of sweet potato starches of different companies in comparison with corn and potato starches

	Crude ash (%)	Crude protein (%)	Whiteness (%)	Mean diameter (μm)
Sweet potato starches				
D	0.48 ^d	0.07 ^f	94.92 ^d	15.57 ^e
HK	0.36 ^f	0.06 ^f	92.32 ^e	16.58 ^d
HL	0.54 ^c	0.06 ^f	98.23 ^b	18.38 ^c
J	0.42 ^e	0.12 ^d	88.06 ^g	14.23 ^g
P	0.28 ^g	0.09 ^e	97.87 ^c	16.25 ^d
S	1.02 ^a	0.14 ^c	82.85 ^h	15.13 ^f
W	0.39 ^e	0.04 ^g	88.18 ^f	21.08 ^b
Corn starch	0.51 ^d	0.47 ^a	100.00 ^a	16.60 ^d
Potato starch	0.83 ^b	0.19 ^b	100.00 ^a	36.46 ^a

*Each value represents the mean of triplicate, and data with different alphabets were different with statistical significance (p<0.01).

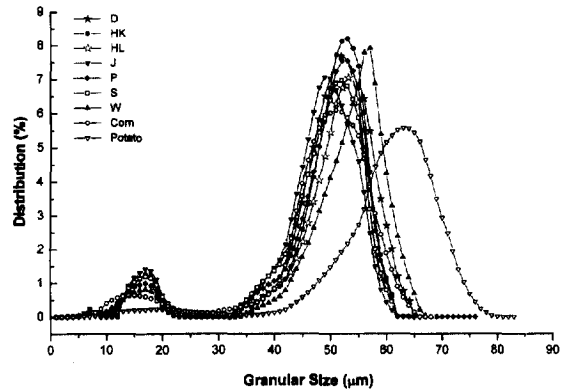


Fig. 1. Size distribution of sweet potato starch granules of different companies in comparison with corn and potato starches.

전분입자크기 분석

입자분석기를 이용하여 측정한 고구마전분의 평균입자크기는 Table 1에서와 같이 14.23~21.08 μm로 6가지 품종의 고구마전분의 입자크기가 10.4~14.2 μm라는 석 등⁽⁶⁾의 보고보다 높은값을 보였다. Fig. 1에서와 같이 측정된 모든 고구마전분은 작은 입자와 큰 입자의 그룹으로 되어 있으며, 작은 입자그룹은 peak size가 16~18 μm 정도이며 큰 입자 그룹의 경우 peak size가 50~60 μm의 넓은 범위에서 분포되었다. J사 전분은 작은 입자들이 비교적 많고, 40~60 μm 범위의 큰입자는 적은 반면, 중국사인 W사 전분은 반대 양상을 보여 평균입자크기는 J사 전분이 가장 낮은 값을, W사 전분이 가장 높은 값을 보였다(Table 1). 옥수수전분과 감자전분도 bimodal한 입자분포도를 보였으며, 평균입자크기는 각각 16.60와 36.46 μm를 보였다.

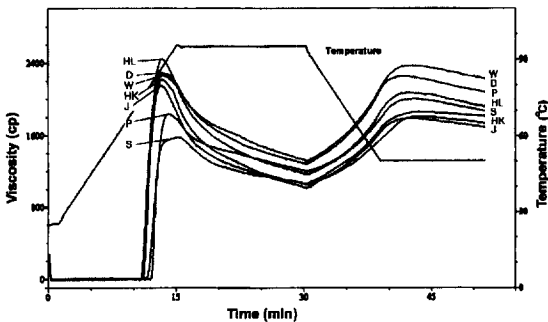
RVA에 의한 호화특성

전분의 호화양상은 전분입자의 팽윤정도와 팽윤된 입자의 열 및 전단에 의한 안정성, 입자의 크기와 모양, 입자들의 배열과 결합력, 아밀로오스와 아밀로펙틴의 구성비 및 구조차이 등에 의해 결정된다⁽¹⁵⁾.

RVA를 이용한 전분들의 호화특성은 Table 2와 Fig. 2와 같다. 호화개시온도는 필리핀산인 P사 고구마전분이 80.35°C로 가장 높은 값을 보였고, S사 고구마전분은 77.65°C를 보였으며, 다른 고구마전분들은 74.0~75.65°C로 비슷한 값을 보였다. Nikuni 등⁽¹⁶⁾은 고구마 전분의 호화양상은 재배온도나 품종에 따라 다르게 나타나며, 같은 품종의 경우에도 재배온도가 높으면 호화개시온도가 높다고 하였다. 또한 Noda 등⁽¹⁷⁾은 고구마의 planting과 harvesting 시기에 따라 호화특성이 달

Table 2. Pasting characteristics of sweet potato starches of different companies in comparison with corn and potato starches(7%, dry basis)

	Pasting temp. (°C)	Peak viscosity (cp) ^a	Trough viscosity (cp)	Final viscosity (cp)	Break down ^b	Setback ^c
Sweet potato starches						
D	74.00	2283	1276	2247	1007	971
HK	74.40	2217	1046	1797	1171	751
HL	75.65	2441	1162	1994	1279	832
J	75.65	2148	1009	1789	1139	780
P	80.35	1836	1196	2070	640	874
S	77.65	1580	1056	1853	524	797
W	75.70	2263	1315	2365	948	1050
Corn starch	84.70	1146	702	1202	444	371
Potato starch	63.70	8253	1477	2651	6776	1017

^acp=Rapid Visco Unit.^bBreakdown=Peak viscosity-Trough viscosity.^cSetback=Final viscosity-Trough viscosity.**Fig. 2. Rapid viscosograms of sweet potato starch pastes. (7%, dry basis)**

라져서 수확이 빠르면 고구마전분의 호화개시온도가 높아지고, 수확이 느리면 호화개시온도는 낮고 최고점도와 breakdown은 증가한다고 하였다.

옥수수전분은 84.70°C로 고구마전분보다 높은 값을 보인 반면, 감자전분은 63.70°C로 낮은 온도에서 호화가 시작되었는데, 이는 점성이 강한 분자량이 큰 아밀로오스 분자가 있어 호화가 쉽게 일어나는 것으로 김과 이⁽¹⁸⁾가 보고한 60.8°C와 비슷한 값을 보였다.

전분 페이스트의 점도상승은 용출물들의 역할이 크며, 용출물 뿐만 아니라 완전히 분해되지 않은 입자의 잔재도 점도상승에 영향을 미친다고 알려졌는데⁽¹⁹⁾, 전분현탁액의 최고점도는 입자가 붕괴되지 않으면서 최대의 물을 흡수할 때로서 HL사고구마전분이 2441 cp로 가장 높은값을 보인 반면 S사 고구마전분이 1580 cp로 가장 낮은 값을 보였다. 전분속의 단백질은 전분 입자와 물 분자와의 수소결합을 억제하여 전분의 팽윤을 낮춘다는 보고⁽²⁰⁾와 같이 S사 고구마전분 중의 높은 함량의 단백질이 팽윤을 억제하여 최고점도가 낮

게 나타난 것으로 생각된다. 옥수수전분은 최고점도가 1146 cp로 고구마전분보다 낮은 값을 보였고, 감자전분은 8253 cp로 상당히 높은 값을 보였다. 노화경향을 나타내는 setback은 D사 고구마전분이 836 cp, 중국산인 W사 고구마 전분은 822 cp로 높은 값을 보였다. 본 실험에 사용된 상업용 전분들은 제조사에 따라 정해진 품종이 따로 없어서 품종 및 재배조건에 따른 차이를 볼 수가 없었으나 전분의 물성에 다소 차이가 있음을 볼 수 있었다. 또한 옥수수전분의 setback은 371 cp로 상당히 낮은 값을 보였고, 감자는 1017 cp로 높은 값을 나타내어 이들 고구마, 감자, 옥수수전분의 호화특성을 이용한 변성전분의 제조가 가능할 것으로 사료된다.

전분용액의 빛투과도 측정

투명도는 전분이 점중제(thickening agent)로 첨가된 소스나 필링(filling)에 중요한 특성치로서 전분의 노화에 영향을 받아 노화경향이 낮은 피근, 피경, 찰전분의 겔과 소스가 더 투명하고, 노화가 되기 쉬운 곡류 전분의 겔과 소스는 상대적으로 불투명하며, 또한 이러한 투명도는 조리된 식품의 품질 뿐만 아니라 텍스처에도 영향을 준다고 알려져 있다⁽²¹⁾.

전분용액의 빛투과도에 영향을 주는 것은 아밀로오스, 아밀로펙틴의 함량이나 구조, 지방산의 유무, 치환기의 유무, 당 또는 염의 유무이다⁽²²⁾. 호화된 전분용액의 투명도가 가지적으로 다르게 나타나는 것은 빛이 전분용액 내의 전분입자에 부딪힐 때 입자 표면에서 부서지면서 투과, 반사, 굴절되는 시스템을 거치기 때문인데, 호화되는 동안 전분입자는 팽윤되고 점점 더 많은 빛이 반사되지 않고 입자를 통과한다. 또한 사슬의 길이와 상관없이 호화 후 팽윤된 입자 찌꺼기를 갖

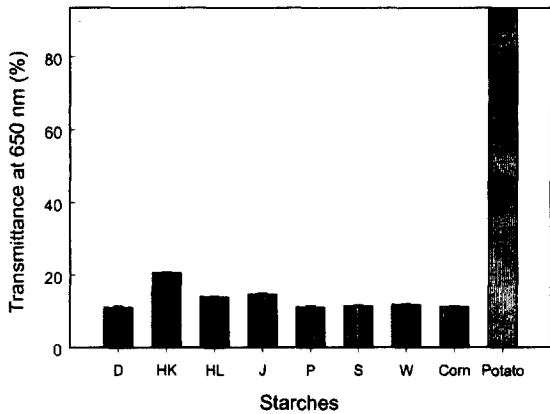


Fig. 3. Light transmittance of sweet potato starches of different companies in comparison with corn and potato starches. (1%, dry basis)

고 있는 전분 페이스트는 빛을 받으면 각각 다른 각도로 빛을 굴절시키고 이러한 굴절이 빛투과도를 감소시킨다고 하였다⁽²³⁾.

1% 농도의 전분 현탁액을 호화시킨 다음 650 nm에서의 빛투과도로 투명도를 측정된 결과는 Fig. 3과 같다. HK사 고구마전분은 20.67%로 가장 높았으며, J사 고구마전분은 14.76%, HL사 고구마전분은 13.97% 순이었고, 다른 고구마전분은 11.14~11.91%로 비슷한 값을 보였다. 이와 신⁽³⁾은 고구마전분의 호화 직후의 투명도는 24.9%라 하여 본 실험결과보다 높은 값을 보였고, 박 등⁽¹⁴⁾은 5.1~17.4%라 하였으며 전분용액의 빛투과도는 단백질함량과 밀접한 관련성이 있다고 보고하였으나 본 실험에서는 큰 관련성을 보이지는 않았다. 옥수수전분은 11.36%로 고구마전분과 비슷한 값을

보인 반면, 감자전분은 93.62%로 높은 값을 보였는데, 감자전분에는 인의 함량이 0.07%로서 고구마전분의 0.02%보다 높은 값을 보인다고 알려져 있으며⁽²⁴⁾, 인이 인산에스터기의 형태로 전분분자에 공유결합하여 음전하를 띠고 있어 분자간에 반발력이 작용하여 전분분자들 사이로 물이 쉽게 침투함으로써 빛투과도가 높게 나타난다고 하였다⁽¹⁸⁾. 또한 Christianson 등⁽²⁵⁾은 옥수수 전분입자는 방사선상의 수축과 사방으로 접선방향으로의 팽윤에 의한 구조를 갖는 반면, 감자전분의 팽윤은 방사선상이라기보다는 접선방향의 팽윤에 의한다고 하였다.

전분겔의 텍스처 측정

겔의 견고성은 전분농도가 높을수록 더 단단하며 겔이 더욱 단단해지는 것은 내부의 팽윤된 입자의 노화 때문으로 아밀로오스는 겔의 강도에, 아밀로펙틴은 겔의 탄력성에 크게 영향을 미친다고 알려져 있으며⁽²⁶⁾, 전분 농도가 10%일 때 전분겔이 잘 만들어지고, 고구마전분의 경우 실온의 현탁액으로부터 가열해 나가는 것이 목에 근접된 겔을 형성할 수 있다고 한다⁽²⁷⁾. 또한 모든 전분겔은 실온에서 보관했을 때보다 냉장보관 했을 때 견고성, 뭉치는 성질이 높고 탄력성과 응집성은 낮으며 냉장시간이 길어질수록 그 차이가 크다고 하였다⁽⁴⁾.

고구마 전분겔을 4°C에서 1일, 3일 저장한 후 측정된 견고성, 응집성, 탄력성, 점착성, 뭉치는 성질, 씹히는 성질 등의 기계적 특성은 Table 3과 같다.

고구마 전분겔(10%)의 조직감 특성은 필리핀산(P사)과 S사 고구마전분이 다른 전분에 비해 두드러진 값을 보였는데, 저장 1일에는 필리핀산인 P사 고구마

Table 3. Textural properties of the gels (10%) of sweet potato starches of different companies in comparison with corn and potato starches stored for 1 or 3 days at 4°C*

Starches	Hardness (g _f)		Cohesiveness		Springiness		Adhesiveness (gmm)		Gumminess (g _f)		Chewiness (g _f)	
	1 day	3 days	1 day	3 days	1 day	3 days	1 day	3 days	1 day	3 days	1 day	3 days
Sweet potato starches												
D	32.67 ^f	130.57 ^f	0.86 ^{bc}	0.87 ^a	0.67 ^e	0.86 ^{ef}	-	-	28.07 ^c	113.64 ^{ef}	18.92 ^e	96.88 ^{ef}
HK	31.53 ^f	99.39 ^b	0.86 ^{bc}	0.88 ^a	0.58 ^e	0.87 ^{def}	-	-	27.12 ^c	130.21 ^e	15.76 ^e	112.95 ^e
HL	36.17 ^f	112.23 ^a	0.83 ^{cd}	0.86 ^a	0.64 ^{ef}	0.85 ^f	-	-	30.28 ^c	97.03 ^f	19.44 ^e	82.35 ^f
J	30.93 ^f	120.17 ^a	0.88 ^{ab}	0.86 ^a	0.60 ^{fg}	0.88 ^{cd}	-	-	27.18 ^c	103.16 ^f	16.24 ^e	89.36 ^f
P	137.90 ^b	206.19 ^d	0.79 ^d	0.67 ^b	0.89 ^{ab}	0.90 ^{bc}	-	-348.93 ^c	108.80 ^b	237.38 ^c	96.40 ^b	212.79 ^c
S	115.57 ^c	383.37 ^b	0.90 ^{ab}	0.69 ^b	0.87 ^{bc}	0.93 ^{ab}	-	-73.51 ^{ab}	103.41 ^b	262.13 ^b	89.52 ^b	242.29 ^b
W	56.73 ^c	191.27 ^c	0.92 ^a	0.89 ^a	0.80 ^d	0.90 ^{cd}	-	-	52.24 ^d	171.15 ^d	41.88 ^d	153.42 ^d
Corn starch	351.00 ^a	429.23 ^a	0.81 ^d	0.72 ^b	0.93 ^a	0.93 ^{ab}	-	-82.64 ^b	283.03 ^a	306.61 ^a	261.85 ^a	286.14 ^a
Potato starch	103.60 ^d	273.33 ^c	0.87 ^{bc}	0.90 ^a	0.83 ^{cd}	0.93 ^a	-	-7.04 ^a	91.59 ^c	245.12 ^{bc}	75.97 ^c	229.21 ^{bc}

*Each value represents the mean of triplicate, and data with different alphabets were different with statistical significance (p<0.01).

전분이 견고성, 멍치는 성질, 씹히는 성질이 가장 높고, 저장 3일에는 S사 고구마전분이 가장 높은값을 보였다. 탄력성은 저장 1일에는 필리핀산(P사), S사, 중국산(W사) 고구마 전분젤에서만 높게 나타났고 저장에 따라 증가하는 경향이였다. 응집성은 저장 1일에는 필리핀산인 P사 고구마 전분젤에서만 낮게 나타났고, 저장 3일에는 필리핀산(P사)과 S사 고구마 전분젤에서 낮은값을 보였으며, 접착성은 저장 3일에 필리핀산(P사)과 S사 고구마전분에서만 측정되었다.

고구마전분은 다른 전분들보다 아밀로오스와 아밀로펙틴의 분자량이 크며, 이러한 전분의 특성은 전분젤의 점성을 감소시킬 수 있고, 응집성이 감소되는 반면 견고성에서 증가효과를 나타낸다고 하였고, 고구마의 텍스처는 전분 및 펙틴질 등의 함량과 가열 중의 성분변화 등에 의하여 영향을 받는다고 한다⁽²⁸⁾. 또한 박 등⁽¹⁴⁾은 10가지 품종이 고구마전분젤을 제조하여 텍스처를 비교해 본 결과 4°C에서 저장한 겔이 25°C에서 저장한 겔에 비해 견고성, 멍치는 성질, 씹히는 성질이 높게 나타났으며, 탄력성과 응집성은 온도별, 품종별 차이가 크지 않았다고 보고하였다.

정 등⁽⁴⁾은 고구마 전분젤의 조직감은 감자전분젤의 기계적 특성과 유사한 경향을 보인다고 하였는데, 본 실험에서도 감자전분젤의 조직감은 S사나 필리핀산(P사) 고구마전분젤과 비슷한 값을 보인 반면, 옥수수전분젤의 조직감은 저장 1일에도 견고성, 멍치는 성질, 씹히는 성질이 두드러지게 높은값을 보였다.

전분젤의 냉·해동안정성 측정

전분을 함유한 냉동식품의 해동시 일어나는 이수현상(syneresis)은 소비자의 기호성을 감소시키는 성질로 Yuan과 Thompson⁽²⁹⁾은 전분젤을 냉동·해동시킬 때 전분 분자가 재회합되는 경향이 되기 때문에 상분리가 일어나 스펀지 같은 겔그물망 내에 큰 얼음결정이 형성되어 해동시 그물망으로부터 쉽게 빠져나와 이수현상이 일어나며, 냉·해동 횟수가 증가함에 따라 아밀로펙틴의 노화가 증가되므로 상분리도도는 커진다고 하였다. Hoover와 Sosulski⁽³⁰⁾는 전분젤의 이수현상이 -15°C에서 7일간 저장시 17~28%로 4°C에서 저장한 20~34% 보다 적게 일어나 냉동조건에서 저장한 것이 냉장조건에서 저장했을 때보다 이수현상이 적게 일어나며, 이러한 이수현상은 특히 아밀로오스 사슬의 응집에 의한 분자내와 분자간의 수소결합의 증가 때문이라고 보고하였다.

10% 전분젤을 제조하여 냉·해동 후 이수현상을 측정한 결과는 Table 4와 같다. 냉·해동을 1회 시켰을

Table 4. Syneresis(%) of the gels of sweet potato starches of different companies in comparison with corn and potato starches by freezing-thawing*

Starches	1st cycle	3rd cycle
Sweet potato starches		
D	3.51 ^{cd}	56.42 ^b
HK	6.50 ^b	50.00 ^d
HL	6.73 ^b	44.95 ^e
J	3.09 ^{cd}	35.98 ^e
P	3.01 ^{cd}	65.72 ^a
S	3.24 ^{cd}	17.53 ^f
W	3.83 ^c	52.55 ^c
Corn starch	8.20 ^a	57.17 ^b
Potato starch	2.64 ^d	6.66 ^g

*Each value represents the mean of triplicate, and data with different alphabets were different with statistical significance($p < 0.01$).

*Gels(10%) were stored at -18°C for 20 hr and at 25°C for 4 hr, and then vacuum filtrated for 10 min.

때 HK사와 HL 고구마전분이 6.50%, 6.73%를 보인 반면 다른 고구마전분은 3.01~3.83%를 보였다. 3회 냉·해동시에는 필리핀산인 P사 고구마전분이 65.72%로 가장 높은값을 보였는데, 1회 반복시보다 3회 반복후 이수현상이 크게 증가된 것은 겔 조직이 성기게 형성되어 물과의 상호작용의 저하로 냉동·해동 중에 보유할 수 있는 수분의 양이 적어져서 수분들이 응결되어 커다란 빙결정이 형성됨으로써 이수현상이 많이 일어난 것으로 생각된다. 반면 S사 고구마전분은 17.53%로 가장 낮은값을 보였는데, 이는 전분젤 형성시 점성이 높고 멍치는 형태의 겔의 형성으로 인해 수분과의 결합력이 높아 가압여과 후에도 겔 내부에 많은 양의 수분을 함유하고 있어 냉·해동 안정성이 높은 것으로 생각되며, 또한 높은 회분과 단백질함량에 의한 효과로 사료된다. J사 고구마전분은 35.98%를 보인 반면 다른 고구마전분은 44.95~56.42%를 보였다. 옥수수전분젤은 1, 3회에 8.20, 57.17%로 냉·해동안정성이 낮은 것으로 보인 반면 감자전분젤은 1, 3회에 2.64, 6.66%로 낮은값을 보였다. 이는 감자전분의 호화액이 매우 투명하고 노화가 잘 일어나지 않으며, 입자크기와 아밀로오스 분자량이 다른 전분들에 비해 크고, 특히 전분입자에 공유결합되어 있는 인산에스터기가 음전류를 띠기 때문에⁽³¹⁾ 냉·해동안정성이 높은 것으로 생각된다.

요 약

고구마, 감자, 옥수수전분의 회분과 조단백질 함량은 각각 0.36~1.02%와 0.04~0.14%였으며, 고구마전분

의 백도는 옥수수나 감자전분보다는 낮은 값을 보였다. 평균입자크기는 14.23~21.08 μm 로 작은 입자와 큰 입자 그룹으로 분리된 분포를 보였다. 고구마전분의 호화개시온도는 74.0~80.35°C를 보였는데, D사 전분이 가장 낮은 값을, 필리핀산(P사) 전분이 가장 높은 값을 보였다. 고구마전분 페이스트의 최고점도는 제조사에 따라 차이가 컸으며, HL사가 가장 높은 값을, S사가 가장 낮은 값을 보였고, 옥수수전분보다는 높고, 감자전분보다는 낮은 값을 보였다. 전분현탁액을 호화시킨 후 빛투과도를 측정한 결과 HK사가 20.67%로 가장 높은 값을 보였고, 다른 전분은 11.14~14.76%를 보였다. 고구마전분겔(10%)의 조직감 특성은 필리핀산(P사)과 S사를 제외한 고구마전분은 부드럽고 약한 겔을 형성하였으며, 제조사에 따라 다르게 나타났다. 저장 1일에는 P사 전분이 견고성, 뭉치는 성질, 씹히는 성질이 가장 높은 값을 보인 반면, 저장 3일에는 S사가 가장 높은 값을 보였다. 탄력성은 저장에 따라 증가하는 경향이었으며, 접착성은 저장 3일에 P사와 S사에서만 높게 나타났으며, 감자전분의 조직감과 비슷하였다. 고구마전분겔(10%)의 냉·해동안정성은 옥수수전분 보다는 높고 감자전분 보다는 낮게 나타났으며, S사가 3회 반복시 17.53%를 보인 반면, P사 고구마전분이 65.72%로 3.7배의 높은 값을 보였다. 이상의 결과에서 보듯이 제조사가 각각 다른 고구마전분의 물리적 특성은 다소 차이가 있었으며 특히 필리핀산 전분이 한국산 전분과 큰 차이를 나타냈다.

감사의 글

본 연구는 경보식품공업사에 의해 지원되었으며 이에 감사드립니다. 또한 1999년도 한국과학재단 인턴연구원과 고려대학교 생명공학원 박사후 연구원 지원에 의한 것이며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. William, B. and Helen, H.B. Sweet potato, Vol. IX, pp. 718-720 In: The New Encyclopedia Britannica. Encyclopedia Britannica, Inc., UK (1981)
2. Baek, M.H. and Shin, M.S. Physicochemical properties of modified sweet potato starch by steeping. Korean J. Food Sci. Technol. 25: 736-741 (1993)
3. Lee, S.K. and Shin, M.S. Gelatinization and retrogradation properties of modified starch by steeping sweet potato. Korean J. Food Sci. Technol. 26: 638-643 (1994)
4. Jung, S.H., Shin, G.J. and Choi, C.U. Comparison of

physicochemical properties of corn, sweet potato, potato, wheat and mungbean starches. Korean J. Food Sci. Technol. 23: 272-275 (1991)

5. Shin, M.S. and Ahn, S.Y. Studies on physicochemical properties of starches from sweet potatoes of Korean cultivars. J. Korean Agric. Chem. Soc. 26: 137-142 (1983)
6. Seog, H.M., Park, Y.K., Nam, Y.J., Shin, D.H. and Kim, J.P. Physicochemical properties of several sweet potato starches. J. Korean Agric. Chem. Soc. 30: 179-185 (1987)
7. Song, E., Shin, M.S. and Hong, Y.H. Physicochemical properties of sweet potato starch by heat-moisture treatment. J. Korean Agric. Chem. Soc. 30: 242-248 (1987)
8. Lee, S.K. and Shin, M.S. Characteristics of defatted and lipid-reintroduced sweet potato starches. Korean J. Food Sci. Technol. 23: 341-348 (1991)
9. AOAC. Official Methods of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA (1985)
10. Deffenbaugh, L.B. and Walker, C.E. Comparison of starch pasting properties in the brabender viscoamylograph and the rapid visco-analyzer. Cereal Chem. 66: 493-499 (1989)
11. Craig, S.A.S., Maningat, C.C., Seib, P.A. and Hosoney, R.C. Starch paste clarity. Cereal Chem. 66: 173-182 (1989)
12. Takahashi, S., Maningat, C.C. and Seib, P.A. Acetylated and hydroxypropylated wheat starch. Cereal Chem. 66: 499-506 (1989)
13. Bourne, M.C. Texture profile analysis. Food Technol. 32: 62-69 (1978)
14. Park, J.Y., Ahn, Y.S., Shin, D.H. and Lim, S.T. Physicochemical properties of Korean sweet potato starches. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 28: 1-8 (1999)
15. Baek, M.H. and Shin, M.S. Effect of water activity on the physicochemical properties of sweet potato starch during storage. Korean J. Food Sci. Technol. 27: 532-536 (1995)
16. Nikuni, Z. Studies on starch granules. Starch 30: 105-111 (1978)
17. Noda, T., Takahata, Y., Sato, T., Ikoma, H. and Mochida, H. Combined effects of planting and harvesting dates on starch properties of sweet potato roots. Carbohydr. Polym. 33: 169-176 (1997)
18. Kim, H.S. and Lee, Y.E. Influence of crosslinking on gelatinization behavior and morphological change of potato starch. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 580-586 (1996)
19. Ghiashi, K., Hosoney, R.C. and Varriano-Marston, E. Gelatinization of wheat starch. Cereal Chem. 59: 262-265 (1982)
20. Collado, L.S. and Corke, H. Properties of starch noodles as affected by sweet potato genotype. Cereal Chem. 74: 182-187 (1997)
21. Bean, M.M. and Setser, C.S. Polysaccharides, sugars and sweeteners. pp. 95-118. In: Food Theory and applications. Bowers, J.(ed.). Macmillan, New York, USA

- (1992)
22. Bello-Perez, L.A. and Paredes-Lopez, O. Starch and amylopectin-Effects of solutes on clarity of pastes. *Starch* 48: 205-207 (1996)
 23. Craig, S.A.S., Maningat, C.C., Seib, P.A. and Hosney, R.C. Starch paste clarity. *Cereal Chem.* 66: 173-182 (1989)
 24. Mcpherson, A.E. and Jane, J. Comparison of waxy potato with other root and tuber starches. *Carbohydr. Polym.* 40: 57-70 (1999)
 25. Christianson, D.D., Baker, F.L., Loffredo, A.R. and Bagley, E.B. Correlation of microscopic structure of corn starch granules with rheological properties of cooked paste. *Food Microstructure* 1: 13-24 (1982)
 26. Kim, H.S. Effect of amylose and amylopectin on the texture of mook. ph.D. Thesis, Seoul National Univ., Korea (1987)
 27. Kweon, M.R., Jung, D.S. and Park, K.H. Changes of the textural properties of the sweet potato starch gels using maltogenic amylase. *Korean Food Sci. Technol.* 25: 649-654 (1993)
 28. Kim, S.R. and Ahn, S.Y. Characterization of amylopectins isolated from dry and moist type sweet potato starch. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* 34: 26-31 (1991)
 29. Yuan, R.C. and Thompson, D.B. Freeze-thaw stability of three waxy maize starch pastes measured by centrifugation and calorimetry. *Cereal Chem.* 75: 571-573 (1998)
 30. Hoover, R. and Sosulski, F. Studies on the functional characteristics and digestibility of starches from *phaseolus vulgaris* biotypes. *Starch* 37: 181-187 (1985)
 31. Kim, H.S. and Lee, Y.E. Physicochemical properties of crosslinked potato starch. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28: 573-579 (1996)

(2000년 2월 2일 접수)