

쑥즙을 첨가한 전분겔의 성질

정구민 · 이원종*

안동대학교 생명자원과학부 식품가공전공, *강릉대학교 식품과학과

Properties of Starch Gels Mixed with Mugwort Juice

Koo Min Chung and Won Jong Lee*

School of Bioresource Science (Food Science), Andong National University

*Department of Food Science, Kangnung National University

Abstract

The effects of mugwort juice on the gel properties of corn starch (CS), mung bean starch (MS), and potato starch (PS) were investigated. Water holding capacities of three starches were increased with addition of the juice. Solubilities of CS and MS were also increased. Swelling power was increased in CS but decreased in MS. Viscoamylogram showed that 5% addition of the juice lowered the initial gelatinization temperatures of CS and MS, but raised the temperature of PS. While peak viscosities of CS and MS pastes were decreased a little, the viscosity of PS paste was decreased remarkably from 2,280 BU to 845 BU. Addition of mugwort juice did not affect significantly the hardness of starch gels during 7 days of storage at 25°C and 4°C. Degrees of gelatinization of the starch gels were affected by addition of the juice, especially in PS, during storage. Freeze-thaw stabilities of three gels were not changed by addition of the juice. The starch gels added with the mugwort juice had smooth surface visually because the crude fibrous materials of mugwort were removed during juice preparation.

Key words: gelatinization, retrogradation, starch gel, mugwort juice

서 론

식품내 존재하는 여러 성분들이 전분의 호화와 노화에 영향을 주는 데 섬유질도 그중의 하나이다. Christianson 등⁽¹⁾은 밀전분에 guar gum, cellulose, xanthan gum을 첨가하였을 때 호화개시온도가 낮아진다고 하였다. Sajjan과 Rao⁽²⁾는 hydrocolloids가 전분의 아밀로그래프상의 최고점도를 증가시키고 노화를 억제한다고 하였으며 이는 hydrocolloids가 가열에 의해 전분입자로부터 유출된 아밀로오스와 상호 작용하기 때문이라고 하였다. Kohyama와 Nishinari⁽³⁾는 고구마 전분에 여러 섬유질을 첨가해 본 결과 비수용성 cellulose derivatives는 전분의 노화를 촉진하며 수용성 methyl cellulose는 노화를 억제한다고 보고하였다. Eidam 등⁽⁴⁾은 caboxymethylcellulose, locust bean gum, guar gum, κ-carrageenan, xanthan gum이 전분의 초기 겔화(1-2시간)를 촉진하나 l-carrageenan은 겔화를 지

연시킨다고 하였다. 그러나 이들 hydrocolloids 모두 겔화 종료 후(약 12시간)의 전분겔의 강도는 감소시켰다. 김과 윤⁽⁵⁾이 식이섬유를 백설기에 첨가하여 강도를 측정된 결과 sodium alginate는 강도를 증가시켰으며 gum arabic은 강도를 감소시켰다. 최와 이⁽⁶⁾는 wheat bran, cellulose, pectin 모두 백설기의 강도를 감소시킨다고 하였다. 이렇게 섬유질은 그 종류에 따라 전분의 호화와 노화에 다른 영향을 끼친다.

쑥은 우리나라에 널리 분포하는 다년생 식물로 예로부터 식용 및 약용으로 널리 쓰이고 있다. 더구나 근래에는 건강에 관심을 많이 갖게된 국민들이 자연 식품과 식이섬유에 대한 인식이 높아져 이의 이용도가 확산되어가고 있다. 쑥의 식품등에서의 효능과 생리적 기능성을 조사한 연구를 보면 쑥을 백설기에 첨가할 때 쑥을 많이 첨가할수록 쑥설기의 조직이 부드러워 진다⁽⁷⁾고 하였으며, 쑥의 메탄올 추출물은 항체양의 효과가 있고⁽⁸⁾ 쑥의 물추출물과 에탄올 추출물은 장내 Bifidobacteria의 증식을 촉진한다고 하였다⁽⁹⁾. 또한 쑥의 열수 및 70% 아세톤 추출물은 항변이원성이 있는 것으로 알려지고 있다⁽¹⁰⁾.

Corresponding author: Koo Min Chung, School of Bioresource Science (Food Science), Andong National University, Andong, Kyungbuk 760-749, Korea

연구자는 쌀가루-썩 혼합물을 가열하여 썩이 쌀가루의 페이스트와 겔에 미치는 영향에 관해 연구한 결과⁽¹¹⁾, 쌀가루에 썩첨가시 고형분의 증가로 페이스트의 점도가 증가하였으며 겔경도도 역시 커짐을 알 수 있었다. 이는 썩성분의 약 반정도인 비수용성 섬유가 겔 내에 있어서 단단한 뼈대 역할을 하기 때문이라고 해석하였다. 만약 썩에서 단단한 섬유질 성분을 제거한 후 전분에 첨가하면 상대적으로 증가한 수용성 섬유의 영향으로 전분겔의 성질이 다르게 변할 것으로 생각된다. 따라서 이연구에서는 썩의 단단한 불용성 섬유질을 제거하기위해 가정용 녹즙기로 썩즙을 만들고 이를 전분에 첨가하였을 때 전분겔의 소화도와 겔강도 등에 어떤 영향을 끼치는 가를 조사하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

사용한 전분중 옥수수전분과 감자전분은 Sigma (미국)사 제품(각각 S-4126, S-4251)이었으며 녹두전분은 전남 나주공산농협의 녹두를 알카리 침지법⁽¹²⁾으로 제조한 것이었다. 썩은 경북 안동시 와룡에서 채취한 것이었으며 썩즙분말은 썩을 끓는 물에서 5분간 데치기를 한 다음 녹즙기(그린과워 GP-1511)로 짰 후 냉동건조하여 제조하였다. 썩즙분말의 수율은 약 2.2% (wet basis)이었다. 썩즙섬유는 썩즙분말을 식이섬유 측정방법⁽¹²⁾을 응용하여 제조하였으며 그 방법은 다음과 같다. 썩즙분말을 α -amylase, protease, amyloglucosidase 로 연속적으로 처리한 후 95% 알코올로 침전시켰다. 침전물을 G4 glass filter로 여과하였고 잔유물을 아세톤으로 씻고 건조시켰으며 사용한 효소를 불활성하기 위하여 위의 건조물을 물에 푼 후 121°C에서 15분간 가열한 다음 냉동건조하였다. 썩즙섬유의 수율은 썩즙분말로부터 약 35% (wet basis)이었다. 사용한 효소는 Sigma사 제품(TDF-100A)이었다.

일반성분분석

수분, 조단백, 조지방, 조회분, 식이섬유 함량은 AOAC방법^(13,14)으로 측정하였다.

이화학적 성질

전분에 썩즙분말과 썩즙섬유를 각각 5, 10% 첨가하여 물결합능력, 용해도, 팽윤력을 측정하였다^(11,15,16). 다만 감자전분의 경우 용해도와 팽윤력은 85°C에서 30분간 가열한 후 페이스트를 원심분리하였을 때 상등액과 침전물이 분명하게 분리되지 않아 측정할 수

없었다.

아밀로그래프

전분에 썩즙분말을 첨가(6% 전분+0.3% 썩즙분말)하여 Visco/amylo/Graph를 이용하여 측정하였다. 현탁액은 30°C에서 95°C까지 분당 1.5°C로 온도를 상승시켰으며 95°C에서 15분간 유지한 후 50°C까지 분당 같은 속도로 온도를 하강시켰다.

전분겔의 제조 및 겔의 경도측정

전분겔은 다음과 같이 제조하였다. 즉, 전분(10%)에 썩즙분말 혹은 썩즙섬유(0.5%)를 각각 0.02% NaN_3 를 포함하는 물에 푼 후 썩즙성분이 골고루 섞이게 하기 위해 실온에서 1시간 저어주었다. 다음 이를 끓는 수욕조에서 3-5분간 저어주어 진한 페이스트를 만들고 알루미늄 호일로 덮고 가열하여 전분을 소화시켰으며 총 가열시간은 30분이었다. 이 페이스트를 알루미늄 접시(직경 53.5 mm, 높이 22.5 mm)에 중앙의 높이가 접시보다 5 mm 높게 담고 저장중 수분증발을 막기 위해 plastic wrap으로 두겹 덮었다.

위와 같이 만든 겔을 25°C와 4°C에서 저장하면서 1, 7일 후에 접시위의 여분의 겔을 cheese cutter나 칼로 잘라낸 다음 만능강도시험기(Tensilon universal testing machine, Model RTM-500, Orientec Co, Japan)로 경도를 측정하였으며, 측정조건은 Max. force: 10 kg, Head speed: 100 mm/min, Chart speed: 200 mm/min이었다. 사용된 probe는 끝이 반구형인 cylinder형(직경 2.5 cm)이었으며 probe가 겔의 5 mm 깊이를 통과할 때 받는 힘을 경도로 하였다. 각 처리구마다 3 혹은 4반복하여 평균값을 구하였다.

겔의 소화도측정

겔의 저장중 소화도측정을 위한 시료는 경도측정 후 일부 겔을 건물로 약 1.5 g되게 취하고 이를 200 mL의 무수에탄올에 넣고 blender로 고속에서 1분간 마쇄하여 탈수한 다음 G4 glass filter로 여과하고 잔유물에 에탄올로 씻고 아세톤으로 건조시켜 준비하였으며 소화도는 α -amylase-iodine방법^(17,18)으로 측정하였다.

겔의 냉동-해동시 안정도

위와 같이 제조된 겔을 밀폐가 가능한 플라스틱 용기(Nalgene, 미국)에 25 g씩 담은 후 냉동고(-18°C)에 20시간 냉동, 25°C 배양기에서 4시간 해동을 반복하면서 저장하였다. 일정한 반복 후 겔을 Buchner funnel위의 여지에 올려놓고 겔에서 물이 더이상 유출되지 않

을 때까지 봉으로 눌러가면서 진공여과하여 분리되는 물의 양을 측정하였으며 각 처리구마다 3반복하여 평균값을 구하였다.

결과 및 고찰

일반성분

시료로 사용한 쑥즙분말, 쑥즙섬유, 전분의 일반성분은 Table 1과 같다. 쑥즙분말의 일반성분을 쑥과 비교해 보면⁽¹⁾ 회분의 경우 쑥의 5.8%에 비해 상당히 많이 존재하였다. 이는 쑥에 있는 무기질이 증체취시 많이 추출되어 나옴을 알 수 있다. 식이섬유함량을 보면 쑥이 수용성 식이섬유를 6.7%, 불용성 식이섬유를 42.7% 함유하고 있는 데 비해 쑥즙분말은 수용성 식이섬유를 12.8%, 불용성 식이섬유를 29.9% 함유하고 있는 것으로 나타나 전체 식이섬유 함량은 줄었지만 수용성 섬유의 함량은 약 2배로 증가하였다.

쑥즙분말에 전분 가수분해효소와 단백질 분해효소를 처리하여 만든 쑥즙섬유에는 단백질이 22.0% 함유되어 있었다. 이는 쑥즙분말을 단백질 분해효소로 처리하여도 쑥즙에 있는 단백질이 완전히 분해되지 않았고 또 사용한 효소가 쑥즙섬유 제조시 알코올에 침전되어 쑥즙섬유에 포함되었기 때문이라 여겨진다. 쑥즙섬유의 조지방의 함량은 쑥즙분말에 비해 약간 줄어들었으며 조회분의 함량은 19.3%로 쑥즙분말에 비해 높았다. 이는 쑥즙섬유 제조시 사용한 완충용액, 산, 염기의 무기질이 단백질과 마찬가지로 알코올에 침전되면서 쑥즙섬유로 전이되었음을 알 수 있다. 수용성 식이섬유의 함량은 쑥즙분말보다 높아 26.2%이었으며 불용성 식이섬유의 함량은 쑥즙분말과 비슷한 32.1%를 나타냈다. 쑥즙섬유 제조는 쑥즙분말에 함유된 단백질과 전분을 제거하여 상대적으로 수용성 식이섬유의 함량을 높이고 이의 전분겔에 대한 효과를 조사하

고자 시도되었으나 그 함량의 증가는 기대치에 미치지 못하였다. 쑥즙섬유의 성분을 다 더할 때 100%가 넘는 것은 실험오차 때문이며 전분질 물질은 쑥즙섬유 제조시 효소에 의해 다 분해된 것으로 보인다.

전분과 쑥즙 혼합물의 이화학적 성질

전분과 쑥즙, 그리고 쑥즙을 전분에 5, 10% 첨가하여 측정된 혼합물의 물결합능력, 85°C에서의 용해도, 팽윤력은 Table 2와 같다. 전분에 쑥즙분말이나 쑥즙섬유를 첨가하였을 때 물결합능력이 증가하였는데 이는 쑥즙분말과 쑥즙섬유의 물결합능력(각각 347%와 494%)이 전분(229~239%)보다 크기 때문이었다. 그러나 그 증가폭이 전분마다 다르게 나타난 것은 의문으로 남는다. 용해도의 경우 옥수수전분에서는 쑥즙을 첨가할수록 증가하였으나 팽윤력에는 별 차이가 없었다. 녹두전분에서는 용해도가 쑥즙 첨가로 약간 증가하였으나 유의성은 없었고 팽윤력은 오히려 감소하는 경향을 보였다. 이는 쑥즙분말과 쑥즙섬유 자체의 용해도와 팽윤력이 Table 2에서 보는 바와 같이 전분보다 높거나 낮기 때문이며 쑥즙이 전분자체의 용해도와 팽윤력에 영향을 끼치지 못하는 것으로 보인다.

아밀로그램

전분에 쑥즙분말을 5% 첨가하여 측정된 아밀로그램의 주요 지표는 Table 3과 같다. 옥수수전분의 아밀로그램에서 쑥즙분말의 첨가로 점도가 약간 감소하였으나 그 차이는 작았고, 녹두전분의 경우도 호화중 점도가 약간 낮아졌으며 특히 50°C에서의 점도가 쑥즙분말의 첨가로 790 BU에서 585 BU로 낮아졌다. 두 전분에서 쑥즙분말의 첨가로 호화개시온도가 낮아진 것은 쑥즙분말의 팽윤이 전분보다 먼저 일어나 점성을 나타냈기 때문이라 생각된다. 그러나 Table 2에서 보는 바와 같이 85°C에서의 쑥즙분말의 팽윤력은 전

Table 1. Chemical composition of mugwort juice and starch (% , dry basis)

Sample	Crude protein	Crude lipid	Crude ash	Soluble dietary fiber	Insoluble dietary fiber	Starchy ¹⁾ material
Mugwort ²⁾	32.2	3.5	5.8	6.7	42.7	9.1
Mugwort juice powder	31.8	4.6	13.6	12.8	29.9	7.3
Mugwort juice fiber	22.0	3.8	19.3	26.2	32.1	-
Corn starch	0.44	0.46	0.05	-	-	-
Mungbean starch	0.10	0.31	0.21	-	-	-
Potato starch	0.14	0.26	0.04	-	-	-

¹⁾100%-content of (crude protein+crude lipid+crude ash+dietary fibers)

²⁾Koo Min Chung; Korean J. Food Sci. Technol. 25, 626 (1993)

-: not determined

Table 2. Water holding capacity, solubility, and swelling power of starch mixed with mugwort juice¹⁾

Sample	WHC (%)	Solubility (%)	Swelling power at 85°C
Corn starch (CS)	232±2.0 ^a	4.48±0.629 ^a	9.6±0.04 ^a
CS+5% mugwort juice powder	238±1.6 ^{ab}	8.04±0.170 ^c	10.5±0.05 ^{ab}
CS+10% mugwort juice powder	251±8.7 ^{bc}	10.55±0.330 ^d	11.0±0.03 ^b
CS+5% mugwort juice fiber	251±8.7 ^{bc}	6.39±0.962 ^b	10.7±0.93 ^{ab}
CS+10% mugwort juice fiber	264±3.2 ^c	8.21±0.728 ^c	10.1±0.28 ^{ab}
Mung bean starch (MS)	229±1.2 ^a	13.75±1.230 ^a	15.3±0.05 ^c
MS+5% mugwort juice powder	248±0.4 ^b	15.26±0.926 ^a	13.8±0.06 ^b
MS+10% mugwort juice powder	263±4.8 ^c	16.21±0.332 ^b	12.9±0.18 ^a
MS+5% mugwort juice fiber	260±5.1 ^c	15.40±1.549 ^a	14.7±0.17 ^d
MS+10% mugwort juice fiber	285±0.8 ^d	16.82±2.114 ^a	14.3±0.09 ^c
Potato starch (PS)	239±15.9 ^a	-	-
PS+5% mugwort juice powder	258±3.6 ^{ab}	-	-
PS+10% mugwort juice powder	278±1.5 ^b	-	-
PS+5% mugwort juice fiber	285±16.3 ^{bc}	-	-
PS+10% mugwort juice fiber	311±4.5 ^c	-	-
Mugwort juice powder	347	42.12	10.7
Mugwort juice fiber	494	35.43	14.4

¹⁾Average of two measurements ± S.E.

^{a-c}Mean in the same column not followed by the same letter are significantly different at p<0.05 by LSD method.

Table 3. Viscoamylograph data of starch (6%) mixed with mugwort juice powder (0.3%)

Sample	Pasting temperature, °C	Viscosity (BU) at			
		Peak	95°C	95°C-15 min	50°C
Corn starch (CS)	83.4	260	245	180	370
CS+mugwort juice powder	76.5	260	215	175	320
Mung bean starch (MS)	72.6	370	320	370	790
MS+mugwort juice powder	70.8	325	300	320	585
Potato starch (PS)	62.1	2280	1070	610	800
PS+mugwort juice powder	64.2	845	805	540	770

분과 비슷하기 때문에 호화시 점도에는 큰 영향을 끼치지 못하였다.

감자전분은 위의 두 전분과는 다른 양상을 보였다. 쭈죽분말의 첨가로 호화개시온도가 2.1°C 높아졌으며 이는 쭈죽분말의 팽윤이 감자전분보다 늦게 일어나기 때문일 것이다. 호화중의 점도는 많이 낮아져 최고점도가 2,280 BU에서 845 BU로 크게 떨어졌으며 95°C에서의 점도도 1,070 BU에서 805 BU로 낮아졌다. 이것은 쭈죽분말의 첨가로 감자전분의 호화작업시 에너지 소비가 절감될 수 있음을 나타내 준다. 최고점도가 떨어진 것은 쭈죽분말에 의해, 어떤 이유에서인지는 모르지만, 감자전분의 팽윤과 붕괴가 억제된 결과로 보인다.

겔의 저장중 경도변화

전분에 쭈죽분말 혹은 쭈죽섬유를 첨가하여 만든 겔을 25°C와 4°C에서 7일간 저장하면서 이들의 경도

변화를 측정된 결과는 Table 4와 같다. 옥수수 전분의 경우 25°C 저장에서는 저장기간에 따라 경도는 별차이가 없었으나 4°C저장에서는 변화가 커 7일저장의 경도가 1일 저장보다 약 2배였다. 쭈죽첨가에 따른 경도변화는 4°C-1일 저장에서만 미약하게 나타났다. 녹두전분에서는 25°C저장에서 7일 저장 후가 1일 저장보다 약간 경도가 높았으며 4°C 저장에서는 1일과 7일을 비교할 때 7일이 더 컸으나 그 증가폭은 옥수수보다 적었다. 녹두전분에서는 저장온도에 따라 경도가 많이 차이나 4°C저장의 경도는 25°C저장보다 3~4배정도 컸다. 쭈죽첨가에 따라 경도가 약간 낮아지는 현상이 25°C-7일, 4°C-1일 저장에서 나타났다. 감자전분은 세 전분중에서 가장 겔화가 느렸으며 25°C에서는 옥수수전분과 같이 저장기간중 별 변화가 없었으나 4°C저장에서는 7일 저장할 때가 1일 저장했을 때보다 2~3배 정도 높은 경도를 보였다. 온도에 따라서는 4°C저장이 25°C저장보다 녹두전분에서와 같이 훨씬

Table 4. Hardness¹⁾ of starch (10%) gels mixed with mugwort juice (0.5%), measured at 5mm depth by an universal testing machine

Sample	Hardness (kg,) after storage of			
	25°C-1 day	25°C-7 days	4°C-1 day	4°C-7 days
Corn starch (CS)	0.22±0.015 ^a	0.22±0.017 ^a	0.24±0.021 ^a	0.50±0.061 ^a
CS+mugwort juice powder	0.19±0.015 ^a	0.20±0.017 ^a	0.28±0.015 ^a	0.57±0.067 ^a
CS+mugwort juice fiber	0.22±0.006 ^a	0.23±0.020 ^a	0.32±0.015 ^b	0.58±0.049 ^a
Mung bean starch (MS)	0.30±0.017 ^a	0.39±0.039 ^b	1.16±0.072 ^c	1.27±0.058 ^a
MS+mugwort juice powder	0.27±0.026 ^a	0.35±0.043 ^{ab}	0.94±0.125 ^b	1.22±0.072 ^a
MS+mugwort juice fiber	0.30±0.038 ^a	0.32±0.010 ^a	0.81±0.101 ^a	1.41±0.200 ^a
Potato starch (PS)	0.08±0.005 ^a	0.08±0.006 ^a	0.20±0.010 ^a	0.66±0.066 ^b
PS+mugwort juice powder	0.08±0.021 ^a	0.08±0.010 ^a	0.19±0.023 ^a	0.51±0.032 ^a
PS+mugwort juice fiber	0.07±0.006 ^a	0.08±0.006 ^a	0.26±0.000 ^b	0.53±0.010 ^a

¹⁾Average of three or four measurements±S.E.

^{a,b,c}Mean in the same column not followed by the same letter are significantly different at p<0.05 by LSD method.

썩 더 경도가 컸다. 썩즙첨가에 따른 경도변화는 4°C-1일과 4°C-7일 저장에서 나타났으나 그 폭은 작았다. 전반적으로 어느 전분에서나 썩즙의 첨가로 경도가 크게 변하지는 않았음을 알 수 있었다.

전분의 겔화는 초기에는 가열에 의해 물속으로 유출된 아밀로오스에 의해 좌우되고 그 후에는 전분립에 남아있는 아밀로펙틴에 의해 좌우된다고 한다. 특히 아밀로펙틴의 겔화는 저온일수록 촉진된다고 한다⁽¹⁹⁾. 이런 관점에서 볼 때 녹두전분의 경우 아밀로오스의 함량이 높기⁽²⁰⁾ 호화중에 많이 추출된 아밀로오스가 겔의 경도를 좌우한 것으로 보인다. 그러나 옥수수 전분의 경우 추출된 아밀로오스의 양이 적어⁽²⁰⁾ 겔의 경도에 그리 큰 영향을 미치지 못하였으며, 4°C저장중 경도가 크게 증가한 것은 전분립에 남아있는 상대적으로 많은 아밀로펙틴에 의한 것으로 해석할 수 있다.

감자전분의 겔화가 다른 전분보다 느린 것은 감자전분의 아밀로오스가 아밀로펙틴과 덜 분리되기 때문이거나⁽²¹⁾ 아밀로오스가 다른 전분에 비해 훨씬 크기 때문에 micelle구조를 형성하기 어렵기 때문⁽²²⁾일 것이라고 하였다. 저온저장중 경도변화가 큰 이유는 옥수수 전분의 경우와 같다고 여겨진다.

겔의 저장중 노화도 변화

썩즙첨가가 겔의 저장중 전분의 노화에 어떤 영향을 주는 가를 알기 위해 겔의 저장중 호화도 변화를 α-amylase 가수분해 정도로 측정하였으며 그 결과는 Table 5와 같다. 전분은 가열에 의해 옥수수 경우 90% 내외 호화되었고 감자전분은 99% 이상이 호화되었으며 녹두전분은 95~97% 사이였다. 이는 아밀로그래프의 결과에서 본 것과 같이 감자의 호화개시온도가 가장

Table 5. Changes in degree of gelatinization (DG)¹⁾ of starch (10%) gels mixed with mugwort juice (0.5%) during storage, measured by α-amylase-iodine method

Sample	DG (%) after storage of				
	0 day	25°C-1 day	25°C-7 days	4°C-1 day	4°C-7 days
Corn starch (CS)	89.7±0.00 ^a	73.0±0.14 ^a	72.0±0.07 ^a	73.0±0.50 ^a	74.8±1.13 ^b
CS+mugwort juice powder	91.9±0.42 ^b	73.3±0.92 ^a	71.4±0.71 ^a	75.0±0.78 ^b	73.8±0.92 ^b
CS+mugwort juice fiber	91.8±0.35 ^b	72.4±0.28 ^a	72.6±0.57 ^a	71.6±0.00 ^a	70.1±0.07 ^a
Mung bean starch (MS)	97.5±0.78 ^b	74.6±0.64 ^b	73.2±0.71 ^a	68.5±0.92 ^b	64.3±0.21 ^c
MS+mugwort juice powder	95.5±0.00 ^a	71.3±0.57 ^a	70.4±1.91 ^a	62.8±0.50 ^a	60.7±0.21 ^a
MS+mugwort juice fiber	97.4±0.21 ^b	73.5±0.07 ^b	70.9±0.21 ^a	63.9±0.07 ^a	61.9±0.42 ^b
Potato starch (PS)	99.3±0.00 ^a	85.9±0.00 ^b	83.4±0.28 ^c	78.3±0.28 ^c	73.4±0.00 ^b
PS+mugwort juice powder	99.6±0.00 ^a	82.8±0.57 ^a	79.6±0.14 ^a	74.9±0.14 ^b	68.8±0.71 ^a
PS+mugwort juice fiber	99.4±0.28 ^a	83.4±0.21 ^a	80.8±0.21 ^b	74.3±0.07 ^a	69.8±0.28 ^a

¹⁾Average of two measurements±S.E.

^{a,c}Mean in the same column not followed by the same letter are significantly different at p<0.05 by LSD method.

낮고 그 다음 녹두, 옥수수전분인 것과 일맥상통하는 결과이다. 특히 아밀로그래프에서 감자전분의 최고점도가 썩즙분말의 첨가로 상당히 낮아져(Table 3) 호화도도 크게 떨어질 것으로 예상되었으나 그렇지 않았다. 이는 효소가 작용될 만큼은 호화가 되었다는 것을 의미한다.

저장에 의해 호화도는 낮아졌으며 옥수수전분에서는 저장온도나 저장시간에 따라 별차이가 없었는데 반해, 녹두전분은 시간이 경과할수록 혹은 온도가 낮을수록 노화가 많이 됨을 알 수 있었다. 감자전분은 앞의 겔의 경도에서 본 것과 같이 전반적으로 노화가 느렸다. 특히 25°C에서 노화가 느려 25°C 1일 경우 85.9%의 호화도를 보였으며 7일 경우는 83.4%의 호화도를 보였다. 그러나 감자전분도 녹두전분과 같이 시간이 경과할수록 그리고 온도가 낮을수록 노화가 많이 됨을 알 수 있었다.

썩즙첨가가 옥수수전분의 노화에는 별 영향을 끼치지 못하는 것으로 나타났으나, 녹두전분의 노화에는 약간 영향을 미치는 것으로 나타났다(0일, 25°C-1일, 4°C-1일, 4°C-7일). 감자전분에서는 썩즙첨가로 노화가 위의 두 전분보다는 뚜렷하게 많이 일어나는 것으로 나타났으나(25°C-1일, 25°C-7일, 4°C-1일, 4°C-7일) 그 폭은 그리 크지 않았다. 썩즙첨가로 호화도가 부분적으로 낮아지는 현상은 썩즙에는 섬유질 이외에도 다른 성분들이 많아 완벽하지는 않지만, 전분에 검물질을 첨가할 때 β-amylase에 의한 분해가 감소하며 이는 검물질이 용출된 아밀로오스와 결합하여 효소반응을 방해하기 때문이라는 Christianson 등¹⁾의 결과로 일부 설

명되어 질 수 있을 것이다.

겔의 냉동-해동시 안정도

Hydrocolloid중에서 l-carrageenan과 locust bean gum⁽²³⁾, carboxymethyl-cellulose⁽²⁴⁾는 냉동-해동 안정성을 향상시킨다고 한다. 이실험에서도 수분유지능력이 높은 썩즙을 전분에 첨가하면 냉동-해동 안정성이 좋아질 것으로 예상했으나 Table 6과 같이 별 효과가 없는 의외의 결과가 나타났다. 이는 썩즙의 첨가량이 작기 때문이거나 섬유질 이외의 다른 성분때문이 아닌가 한다.

요 약

썩즙을 옥수수, 녹두, 감자전분에 첨가하여 가열할 때 페이스트의 점도가 낮아지는 것으로 나타났으며 특히 감자전분에서 뚜렷하였다. 전분겔의 경도는 썩즙첨가에 의해 별로 영향을 받지 않았으며, 전분의 노화도변화에서는 썩즙첨가로 감자전분의 노화도가 조금 증가하였다. 냉동-해동 안정성은 썩즙첨가로 변하지 않았다. 따라서 썩즙을 첨가하여 전분겔을 제조하더라도 전분만으로 제조한 겔과 특성에는 차이가 없을 것으로 여겨지며 썩자체를 첨가할 때보다는 거친 섬유질이 제거되기 때문에 표면이 매끈하여 관능적 특성이 향상된 겔식품을 만들 수 있을 것으로 보인다.

감사의 글

이 연구는 1995년도 한국과학재단 핵심전문 연구비 지원에 의한 결과이며 이에 감사드립니다(과제번호: KOSEF 951-0602-072-1).

문 헌

- Christianson, D.D., Hodge, J.E., Osborne, D. and Detry, R.W.: Gelatinization of wheat starch as modified by xanthan gum, guar gum, and cellulose gum. *Cereal Chem.*, **58**, 513 (1981)
- Sajjan, S.U. and Rao, M.R.R.: Effects of hydrocolloids on the rheological properties of wheat starch. *Carbohydrate Chem.*, **7**, 395 (1987)
- Kohyama K. and Nishinari. K.: Cellulose derivatives effects on gelatinization and retrogradation of sweet potato starch. *J. Food Sci.*, **57**, 128 (1992)
- Eidam, D., Kulicke, W.M., Kuhn, K. and Stute, R.: Formation of maize starch gels selectively regulated by the addition of hydrocolloids. *Starch*, **47**, 378 (1995)
- 김광옥, 윤경희 : Hydrocolloids의 첨가에 따른 백설기의 특성. 한국식품과학회지, **16**, 159 (1984)

Table 6. Freeze-thaw stability of starch (10%) gels mixed with mugwort juice (0.5%)

Sample	Amount ¹⁾ of water (g) separated after cycles of	
	2	4
Corn starch (CS)	14.90±0.582 ^a	16.75±0.291 ^a
CS+mugwort juice powder	14.86±0.712 ^a	16.36±0.323 ^a
CS+mugwort juice fiber	15.81±0.142 ^a	16.36±0.214 ^a
Mung bean starch (MS)	14.19±0.610 ^a	15.30±0.429 ^a
MS+mugwort juice powder	15.27±0.704 ^a	15.70±0.442 ^a
MS+mugwort juice fiber	15.17±0.544 ^a	15.49±0.406 ^a
Potato starch (PS)	13.87±0.725 ^a	15.55±0.338 ^{ab}
PS+mugwort juice powder	15.53±1.275 ^a	16.42±0.060 ^b
PS+mugwort juice fiber	14.65±0.284 ^a	15.22±0.770 ^a

¹⁾Average of three measurements ± S.E.
^{a,b}Mean in the same column not followed by the same letter are significantly different at p<0.05 by LSD method.

6. 최인자, 김영아 :식이섬유 첨가에 의한 백설기의 특성 변화에 관한 연구. 한국식품과학회지, **8**, 281 (1992)
7. 심영자, 백재은, 전희정 : 썩 첨가량에 따른 썩설기의 텍스처에 관한 연구. 한국조리학회지, **7**, 35 (1991)
8. 장해옥 : Antigastric and antiulcer action of the extracts of *Artemisia mongolica*. 한국식품과학회 제50차 학술발표회 (1993)
9. 이선화, 우순자, 구영조, 신현경 : 썩, 양파 및 원지가 흰쥐의 장내환경에 미치는 영향. 한국식품과학회지, **27**, 598 (1995)
10. 강운한, 박용균, 오상룡, 문광덕 : 솔잎과 썩 추출물의 기능성 검토. 한국식품과학회지, **27**, 978 (1995)
11. 정구민 : 썩이 쌀가루의 이화학적 성질, 페이스트, 겔에 미치는 영향. 한국식품과학회지, **25**, 626 (1993)
12. 김완수, 이혜수, 김성곤 : 각종 전분으로 만든 교질상 식품의 특성에 관한 연구, 녹두전분의 이화학적 성질. 한국농화학회지, **23**, 166 (1977)
13. AOAC: *Official Methods of Analysis*, 985.29, 15th ed., AOAC, Washington D.C., U.S.A.(1990)
14. AOAC: *Official Methods of Analysis*, 14.004, 14.006, 14.026, and 10.166, 14th ed., AOAC, Washington D.C., U.S.A.(1984)
15. Medcalf, D.G. and Gilles, K.A.: Wheat starches I, Composition of physicochemical properties. *Cereal Chem.*, **42**, 558 (1965)
16. Schoch, T.J.: Swelling power and solubility of granular starches. In *Methods in Carbohydrate Chemistry*, Whistler, R., Smith, R. and BeMiller, J.(Ed.), AP, N.Y., U.S.A., Vol. 4, p.106 (1964)
17. Tsuge, H., Hishida, M., Iwasaki, H, Watanabe, S. and Goshima, G.: Enzymatic evaluation for the degree of starch retrogradation in foods and foodstuffs. *Starch*, **42**, 213 (1990)
18. 이신경, 신말식 : 계면활성제 첨가 고구마 전분의 호화 와 노화특성. 한국농화학회지, **37**, 463 (1994)
19. Biliaders, C.G.: Structures and phase transitions of starch in foods systems. *Food Technol.*, **46**(6), 98 (1992)
20. 송영미, 정구민, 이원종 : 목재조용 전분에서 분리한 열수추출물의 이화학적 성질과 추출물 겔의 특성. 한국식품과학회지, **27**, 625 (1995)
21. Svegmarm, K., Kidman, S. and Hermansson, A.M.: Molecular structures obtained from mixed amylose and potato starch dispersions and their rheological behaviour. *Carbohydrate Polymer*, **22**, 19 (1993)
22. Langan, R.E.: Chap. 12 Food Industry. In *Modified Starches: Properties and Uses*, Wurzburg, O.B.(Ed), CRC, p.214 (1986)
23. Liehr, M. and Kulicke, W.M.: Rheological examination of the influence of hydrocolloids on the freeze-thaw-stability of starch gels. *Starch*, **48**, 52 (1996)
24. Sudhakar, V., Singhai, R.S. and Kulkarni, P.R.: Starch-gum interaction: Formations and functionality using amaranth/corn starch and CMC. *Starch*, **44**, 369 (1992)

(1996년 12월 30일 접수)