

초산 처리에 따른 녹두 및 도토리전분의 이화학적 특성 변화

최수영 · 김하운 · 박보람 · 유선미 · 한혜민*

농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부

Effect of Acetylation on Physicochemical Properties of Mungbean and Acorn Starches

Soo Young Choi, Ha Yun Kim, Bo Ram Park, Seon Mi Yoo, and Hye Min Han*

Department of AgroFood Resources, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration

Abstract

This study was performed to identify the physicochemical properties of acetylated mungbean starch (AMS) and acetylated acorn starch (AAS). AMS and AAS were prepared by the reaction of mungbean and acorn starch with acetic anhydride and passed through a 100-mesh sieve. The blue values of AMS and AAS were higher than those of native starch. Swelling power and solubility were increased by acetylation reaction. As for Rapid Visco Analyzer (RVA) properties, the pasting temperature of AMS and AAS was decreased to 64.4 and 74.8°C, respectively, lowering 2-6°C in temperature by acetylation reaction. But peak viscosity, final viscosity, breakdown, and setback were decreased in AMS, while AAS was increased. AAS gels were significantly decreased in TPA features, including hardness, springiness, chewiness, and gumminess.

Key words: mungbean starch, acorn starch, acetylation

서 론

녹두와 도토리전분은 겔 형성능이 우수한 특징을 가지며, 이러한 특성을 이용하여 예로부터 우리나라에서는 녹두와 도토리전분으로 묵을 만들어 이용해왔다. 지금까지 이들 전분에 관한 연구로는 주로 묵으로서의 이용성과 품질 향상에 중점을 두어 호화 및 겔 특성이 많이 보고되어 있다(Kim et al., 1995; Choi & Oh, 2009). 그러나 전분은 전분 그 자체만으로도 조리용으로 사용하지만, 식품산업에서 식품 첨가물 소재로도 다양하게 이용되고 있는데, 식품마다 각기 다른 물리적 성질을 충족시키기 위해 전분 고유의 입자 및 구조적 특성을 변형시킨 변성전분이 이에 해당된다. 따라서 녹두와 도토리전분도 전분 고유의 특성 외에 기능적 특성을 가질 수 있도록 하여 식품 산업에서 많이 이용될 수 있도록 다양한 연구가 필요하다.

변성전분은 천연전분의 분자 구조를 물리·화학적으로 변형시킨 것으로 이중에서도 초산전분은 화학적 변성전분에 해당된다. 초산전분의 제조에는 초산, 무수초산, octenyl succinic anhydride 등이 이용되며, 초산기는 체내에서 분해되어 흡수될 수 있으므로 비교적 안정하게 사용할 수 있으나(Robert, 1965), 우리나라에서는 식품첨가물 공전에서 아세틸기의 함량을 2.5%이하(치환도 0.1)로 규제하고 있다.

초산전분은 전분에 도입된 초산기가 전분 분자간 결합을 방해하여 원료 전분에 비해 호화온도가 감소하고, 투명도가 증가되며, 냉·해동 안정성이 증가하는 특성을 가진다고 알려져 있다(Robert, 1965). 이러한 특성은 초산기의 치환도에 따라 차이를 보이며(Shon et al., 2006), 치환도는 전분의 원료, 입자 크기와 분자 구조 등에 따라 달라질 수 있는 것으로 알려져 있다(Joosten et al., 1982; Chen et al., 2004). Takahashi & Seib(1988)은 옥수수과 밀전분을 원료로 초산전분을 제조하여 겔 안정성을 평가하였고, Jeong et al.(1993)은 쌀전분을 원료로 초산전분을 제조하여 이화학적 특성을 검토하였으며, Singh et al.(2004)도 초산 처리가 옥수수와 감자전분에 미치는 영향에 대해 보고하였다. 이 상에서와 같이 초산전분은 주로 옥수수, 쌀, 감자 등의 전분 원료를 대상으로 연구되었으며, 녹두 및 도토리전분을 이용한 초산전분 제조 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본

*Corresponding author: Hye Min Han, Department of AgroFood Resources, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Suwon 441-853, Korea
Tel: +82-31-299-0463; Fax: +82-31-299-0454
E-mail: hyemin58@korea.kr
Received October 1, 2013; revised November 1, 2013; accepted November 4, 2013

연구에서는 녹두와 도토리전분의 활용성을 높이기 위하여 녹두전분과 도토리전분을 원료로 초산전분을 제조한 후 이 화학적 특성을 검토하고자 하였다.

재료 및 방법

실험 재료

실험에 사용된 국내산 녹두전분(Ungbu, Ilwolfoodies, Andong, Korea)과 도토리전분(Ungbu, Ilwolfoodies, Andong, Korea)은 시중에서 구입하여 실험에 사용하였다.

초산 녹두 및 초산 도토리전분 제조

초산 처리 녹두 및 도토리전분은 Wolff et al.(1951)과 Phillips et al.(1998)의 방법을 변형하여 제조하였다. 전분 현탁액을 30°C에서 800 rpm으로 교반하며 4% NaOH를 첨가하고, pH를 8.0으로 유지하면서 동시에 전분 중량의 6%에 해당하는 무수초산을 소량씩 유입하였다. 첨가가 완료된 후 계속 교반하면서 10분간 더 반응시킨 다음 15% HCl을 첨가하여 중화(pH 5.5)하고, 증류수로 세척한 다음 40°C의 열풍에서 건조하여 초산 녹두 및 도토리전분을 제조하였다. 건조된 시료는 표준 체(100 mesh, 150 µm)에 통과시켜 냉동보관하며 실험에 사용하였다.

일반 성분

AOAC(1990) 방법에 따라 가루의 수분, 회분, 단백질, 지방 함량을 측정하였다. 단백질은 자동 단백질 분석기(Kjeltec 8400 AUT, FOSS Teacator, MN, USA), 지방은 Soxhlet 추출기(Kjeltec 2400 AUT, FOSS Teacator, MN, USA)를 사용하였다. Blue value는 전분 시료를 2 N NaOH 용액에 용해하여 호화시킨 후 1 N acetic acid로 중화시키고, 1% I₂-10% KI 용액을 넣어 반응시킨 다음 680 nm에서 측정하였다(Juliano, 1971; Kang et al., 2000).

%Acetyl 함량과 치환도

초산 녹두 및 도토리전분의 %acetyl 함량과 치환도는 Smith(1967)의 방법으로 측정하였다. 시료 5 g을 50 mL 증류수에 현탁하여 phenolphthalein 지시약을 넣고 섞은 후 0.1 N NaOH와 0.45 N NaOH 25 mL를 첨가하고 30분간 shaking하며 강하게 분산시켰다. 과잉의 alkali는 0.2 N HCl로 적정하고, 홍색이 소실되는 지점을 종말점으로 하여 계산하였다.

$$\%Acetyl = \frac{(B-S) \times Acid \text{ normality} \times 0.043 \times 100}{Sample \text{ weight (g)}}$$

B: 공시험에서 0.2 N HCl 적정치(mL)

S: 본시험에서 0.2 N HCl 적정치(mL)

$$Degree \text{ of substitution(DS)} = \frac{162 \times \%Acetyl}{4300 - (42 \times \%Acetyl)}$$

색도

전분의 색도는 색차계(Color i7, X-rite Inc., MI, USA)를 사용하여, petri-dish에 담아 L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값을 측정하였다.

팽윤력과 용해도

팽윤력과 용해도는 Leach et al.(1959)의 방법을 일부 변형하여 측정하였다. 시료 0.5 g에 증류수 25 mL을 넣어 90~100°C에서 교반하며 가열한 다음, 3000 rpm에서 30분간 원심분리 하였다. 원심분리 후 침전물의 무게(B)를 측정하고, 상등액은 항량을 구한 비커에 따라내어 105°C에서 24시간 건조하여 남아있는 시료의 양을 측정(A)하여 아래의 식에 따라 구하였다.

$$용해도(\%) = \frac{A \times 100}{시료무게(건물기준)}$$

$$팽윤력 = \frac{B \times 100}{시료무게(100-용해도)}$$

Rapid Visco Analyzer(RVA) 호화 특성

전분 시료의 호화 특성은 RVA(Rapid Visco Analyser, AU/RVA-4, Newport Scientific Ltd., NSW, Australia)를 이용하여 분석하였다. 전분(2.5 g, 14% mb)을 25 mL 증류수에 혼합하여 50°C에서 1분간 유지한 후 95°C로 3.8분간 상승시키고 2.5분간 유지한 다음, 다시 50°C로 3.8분간 냉각하고, 50°C에서 1.4분간 유지하였다. 가루의 점도 변화를 통해 호화개시온도(pasting temperature), 최고점도(peak viscosity), breakdown 및 setback 등이 측정되었다.

겔의 조직감 측정

RVA를 통해 얻은 paste를 2 cm×2.5 cm의 틀에 넣은 다음, 냉장고에서 식힌 후 꺼내어 겔의 물성을 Texture analyzer(TA.XT plus, Stable Micro Systems Ltd., Surrey, UK)를 이용하여 측정하였다. 겔의 Texture Profile Analyzer(TPA) 시험은 50 mm cylindrical probe를 장착하고 70% deformation으로 하여 측정하였다. 시험 조건은 test speed 0.5 mm/s와 trigger force 1.0 g으로 실시하였다.

통계분석

모든 실험 결과는 3 회 이상 반복 측정하여 평균과 표준편차로 나타내었으며, SPSS 통계 프로그램(Version 17.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 원료 전분과 초산전분의 차이 검증을 위하여 독립표본 t-test를 실시하였다.

Table 1. Chemical composition of mungbean and acorn starch by acetylation reaction.

Sample	Moisture (%)	Ash (%)	Protein (%)	Lipid (%)	Blue value
Mungbean starch	8.90±0.36	0.20±0.02	0.32±0.27	0.10±0.00	0.537±0.021
Acetylated mungbean starch	14.75±0.07	0.12±0.00	0.19±0.01	0.10±0.00	0.551±0.040
<i>p</i> -value ¹⁾	0.000	0.001	0.000	0.115	0.631
Acorn starch	9.41±0.50	0.32±0.01	1.55±0.01	0.49±0.03	0.384±0.014
Acetylated acorn starch	11.73±0.18	0.44±0.00	1.18±0.02	0.47±0.04	0.403±0.008
<i>p</i> -value	0.012	0.002	0.000	0.558	0.055

¹⁾Within a column, *p*-value: Independent sample t-test.

결과 및 고찰

일반 성분

실험에 이용된 전분의 일반성분은 Table 1에서 보여주고 있다. 녹두와 도토리전분의 수분함량은 8.9%와 9.4%였고, 초산 녹두와 초산 도토리전분은 14.7%와 11.7%였다. 회분 함량은 녹두전분이 0.20%에서 초산 처리 시 0.12%로 감소하였고, 도토리전분은 0.32%에서 초산 처리 시 0.44%로 증가하였다. 단백질 함량은 녹두전분 0.32%, 도토리전분 1.55%에서 초산 녹두전분 0.19%, 초산 도토리전분 1.18%로 모두 감소하였다. 쌀전분의 경우에도 초산 처리 시 단백질 함량이 감소한 것으로 나타나 본 실험의 결과와 유사하였으며(Shon et al., 2006), 수용성 단백질이 많지는 않았을 것이나 초산 처리 과정에서 일부 씻겨나가기 때문에 이러한 현상이 나타났을 것으로 예측된다. Blue value는 녹두전분의 경우 0.537로 Yoon et al.(1989)이 0.47로 보고한 것 보다 약간 높은 것으로 나타났고, 도토리전분의 경우 0.384로 Chung et al.(1975)이 0.43으로 보고한 것에 비해 다소 낮은 것으로 나타났다. 초산 처리한 경우 유의적인 차이는 없었으나, 도토리전분의 blue value가 0.403, 녹두전분이 0.551로 초산 처리에 의하여 blue value가 증가하였다. 이러한 결과는 초산기가 도입되면서 amylose의 기능을 방해함과 동시에 요오드의 흡수에도 영향을 주었기 때문으로 보고되어있다(Betancur et al., 1997).

%Acetyl 함량과 치환도

초산 녹두 및 도토리전분의 %acetyl 함량과 치환도는 Table 2에 나타내었다. 무수 초산을 첨가하였을 때 녹두전분과 도토리전분의 %acetyl 함량은 1.88%와 1.53%로 증가하였고, 치환도는 초산 녹두전분 0.07, 초산 도토리전분 0.06으로 나타났다. 동일한 조건하에서 무수초산을 첨가하였음에도 %acetyl 함량에 차이를 보이는 것은 전분 입자크기와 구조적 특성이 관련되어 있을 것(Joosten et al., 1982; Chen et al., 2004)으로 여겨진다. 품종에 따라 다르지만 일반적으로 녹두전분의 입자 크기는 6-35 μm(Lee & Kim, 1992), 도토리전분은 4-7 μm 범위(Kim, 1992)로 도토리전분의 입자 크기가 녹두전분에 비해 작고, %acetyl

Table 2. %Acetyl and degree of substitution (DS) of mungbean and acorn starch by acetylation reaction.

Sample	Acetic anhydride content (%)	Acetyl (%)	Degree of substitution (DS)
Mungbean starch	0	-	-
Acetylated mungbean starch	6	1.88±0.05	0.07±0.00
Acorn starch	0	-	-
Acetylated acorn starch	6	1.53±0.09	0.06±0.00

함량도 도토리전분에서 더 낮아, 입자 크기가 작은 쌀전분에서 초산 처리 시 %acetyl 함량이 낮았던 Shon et al. (2006)의 결과와 유사한 것으로 나타났다.

색도

초산 처리에 대한 녹두 및 도토리전분의 색도 변화를 Table 3에 나타내었다. 녹두 및 도토리전분에 비해 초산 처리 시 L값과 a값이 다소 증가하였고, b값은 감소하였다. Jeong et al.(1993)과 Kim et al.(1990)의 연구에 따르면 초산 처리한 옥수수전분과 쌀전분이 원료 전분에 비해 L값이 증가하고 b값이 감소되었다고 보고하였다.

팽윤력 및 용해도

팽윤력과 용해도는 전분 구조의 결합력과 관련이 있으며, 화학적으로 변성시킨 초산전분은 친수성 초산기의 도입으로

Table 3. Color of mungbean and acorn starch by acetylation reaction.

Sample	L ¹⁾	a ¹⁾	b ¹⁾
Mungbean starch	95.72±0.04	-0.32±0.02	2.61±0.02
Acetylated mungbean starch	96.38±0.03	-0.24±0.02	1.65±0.08
<i>p</i> -value ²⁾	0.000	0.005	0.000
Acorn starch	74.37±1.26	3.94±0.17	20.27±0.59
Acetylated acorn starch	78.51±0.08	3.05±0.11	17.69±0.32
<i>p</i> -value	0.029	0.001	0.003

¹⁾L: lightness, a: redness, b: yellowness

²⁾Within a column, *p*-value: Independent sample t-test.

Table 4. Swelling power and solubility of mungbean and acorn starch by acetylation reaction.

Sample	Swelling power (g)	Solubility (%)
Mungbean starch	21.53±4.43	23.83±2.31
Acetylated mungbean starch	31.74±1.14	27.92±0.32
<i>p</i> -value ¹⁾	0.004	0.037
Acorn starch	22.38±1.05	14.13±0.10
Acetylated acorn starch	23.81±1.06	14.98±0.23
<i>p</i> -value	0.260	0.007

¹⁾Within a column, *p*-value: Independent sample t-test.

수분 보유력이 증가되어 팽윤력과 용해도가 증가하는 것으로 알려져 있다(Betancur et al., 1997). 본 연구에서도 녹두 전분과 도토리전분의 팽윤력이 각각 21.53 g과 22.38 g에서 초산 처리 시 31.74 g과 23.81 g으로 증가되었으며, 용해도도 녹두전분 23.83%와 도토리전분 14.13%에서 각각 27.92%와 14.98%로 증가되었다. 또한 녹두전분에 비해 도토리전분에서 팽윤력과 용해도의 증가율이 낮은 것을 확인할 수 있었는데, 이는 Leach et al.(1959)의 연구에서 보고한 바와 같이 전분 micelle 구조가 강하게 결합된 전분에서 팽윤 현상이 제한적으로 일어난다는 것과 관련하여 도토리전분이 녹두전분 보다 전분 입자 결합이 강하기 때문인 것으로 사료된다. Kweon et al.(1992)에 따르면 녹두, 팥, 동부전분은 고온에서 고구마나 도토리전분보다 용해도가 크며, 이는 아밀로오스 함량이 높은 것과 함께 전분 입자내의 결합력에 차이가 있기 때문이라고 보고하였다. 또한 X-선 회절도로 도토리전분 입자의 결정성은 입자가 작은 곡류전분의 특성을 가지는 A형(Lee & Rhee, 1990)이고, 녹두전분은 A형에 가까운 C형(Lee & Shin, 1993)이지만 전형적인 A형과는 다른 회절양상을 보인다고 하여 전분 입자의 결정성 역시 수분의 흡수와의 관계가 있을 것으로 여겨진다. 전분의 호화개시온도에 따라 수분흡수율이 다르며, 호화개시온도가 낮은 전분은 낮은 온도에서 수분흡수가 시작된다는 Juliano(1985)의 보고로 미루어 보았을 때, 원료(녹두, 도토리) 및 초산 처리에 따른 호화개시온도

차이가 전분의 수분흡수 시점에도 차이를 주어 팽윤력과 용해도 증가에도 영향을 주었을 것이라 생각된다.

호화 특성

초산 녹두 및 도토리전분의 호화 특성을 Table 5에 나타내었다. 호화온도는 녹두와 도토리전분에서 각각 70.4°C, 75.7°C로 나타났고, 초산 처리 전분이 각각 64.4°C, 74.8°C로 나타났으며, 도토리전분의 경우 유의적인 차이는 보이지 않았으나, 초산 처리에 의해 전분의 호화온도가 낮아진 것을 알 수 있었다. 이 결과는 초산 쌀전분(Shon et al., 2006)의 결과에서도 유사한 경향을 나타내는데, 일반적으로 초산전분은 전분 chain에 초산기에 의한 수소결합이 형성됨으로써 전분 분자 간 결합을 방해하는 효과를 나타내므로 호화온도가 감소하는 것으로 알려져 있다(Liu et al., 1997). 또한 초산 처리 시 녹두전분은 최고점도, setback 및 breakdown이 감소되었으나, 도토리전분은 녹두전분과는 반대로 증가하였다. 전분의 노화경향을 추정할 수 있는 setback은 초산전분의 경우 초산기가 amylose chain의 분자 정렬을 방해하므로 원료 전분에 비해 낮은 값을 가진다고 알려져 있지만(Sodhi & Singh, 2005), 본 실험의 결과에서는 초산 도토리전분의 setback이 도토리전분에 비해 증가하였다. 이는 amylose 용출량 증가와 RVA 측정 중 회전하는 패들의 전단력에 의해 아세틸 그룹의 입체적 분자 정렬이 무효화될 수도 있다는 것으로 설명될 수 있다(Hoover & Sosulski, 1985).

한편, 전분 원료에 따라서는 녹두전분이 도토리전분에 비해 breakdown과 setback이 큰 특징을 보였다. Cho & Kim (2000)는 녹두전분이 도토리전분과 메밀전분에 비해 최고점도, breakdown 및 setback이 컸다고 보고하였고, Chung (1991)의 연구에서도 녹두전분이 도토리전분에 비해 최고점도, breakdown 및 setback이 큰 것으로 나타났다. 본 실험의 결과와 비교하였을 때, 녹두전분의 최고 점도가 도토리전분에 비해 약간 낮은 값을 나타내었으나 큰 차이는 아니었으며, breakdown 및 setback은 녹두전분이 높은 값을 나타내어 Cho & Kim(2000)와 Chung(1991)의 결과와 비슷한 경향을 보였다.

Table 5. RVA pasting properties of mungbean and acorn starch by acetylation reaction.

Sample	PT ¹⁾ (°C)	PV (RVU)	HPV (RVU)	CPV (RVU)	Setback	Breakdown
Mungbean starch	70.4±2.3	195.0±1.7	126.0±2.1	236.6±3.5	110.6±1.6	69.0±1.3
Acetylated mungbean starch	64.4±1.6	164.9±1.5	111.4±1.9	182.4±2.9	70.9±1.0	53.4±1.9
<i>p</i> -value ²⁾	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Acorn starch	75.7±1.7	198.3±1.7	160.1±3.1	247.0±1.2	87.0±3.7	38.2±3.7
Acetylated acorn starch	74.8±0.1	212.1±1.3	161.8±3.5	290.5±2.1	128.7±2.3	50.3±4.3
<i>p</i> -value	0.383	0.000	0.513	0.000	0.000	0.010

¹⁾PT: pasting temperature, PV: peak viscosity, HPV: hot paste viscosity, CPV: cold paste viscosity, Breakdown: PV-HPV, Setback: CPV-HPV.

²⁾Within a column, *p*-value: Independent sample t-test.

Table 6. Texture properties of mungbean and acorn starch by acetylation reaction.

Sample	Hardness (g)	Adhesiveness (g)	Springiness	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness
Mungbean starch	509.3±25.6	7.52±2.69	0.51±0.00	0.91±0.02	464.8±14.2	237.8±6.3
Acetylated mungbean starch	ND ¹⁾	ND	ND	ND	ND	ND
Acorn starch	331.2±2.5	4.62±0.99	0.54±0.03	0.94±0.02	309.8±5.1	167.8±6.7
Acetylated acorn starch	142.6±3.2	16.56±0.55	0.49±0.02	0.95±0.02	134.7±0.7	65.7±2.9
<i>p</i> -value ²⁾	0.000	0.000	0.053	0.563	0.000	0.000

¹⁾ND: Not Determined.

²⁾Within a column, *p*-value: Independent sample t-test.

전분 겔 조직감

녹두 및 도토리전분 겔의 조직감은 Table 6에 나타내었다. 녹두 및 도토리전분 겔의 경도는 각각 509.3 g과 331.2 g으로 녹두전분 겔이 높았으며, 이는 Cho & Kim(2000)와 Chung(1991)의 결과와 유사하였다. 한편, 초산 녹두전분 겔은 겔 형성이 불가능하였고, 초산 도토리전분 겔은 경도가 142.6 g으로 원료 전분에 비해 감소되어 초산 처리 시 전분 겔의 단단한 정도가 감소되었다. 이는 초산 고구마전분(Yoo & Lee, 2011), 초산 찹쌀전분(Liu et al., 1997)으로 제조한 겔의 특성과 유사한 것으로 나타났다. Liu et al.(1997)에 의하면 초산전분에서 초산기가 amylose chain의 결합을 방해하여 junction zone이 잘 형성되지 않아 약한 전분 겔이 형성된다고 보고하였다. 반면 겔의 점착성(adhesiveness)은 초산 도토리전분이 증가한 것으로 미루어 보아 초산 처리 전분 겔은 원료 전분 겔 보다 무른 특성을 가지는 것을 알 수 있었다.

RVU, setback 110.6 및 breakdown 69.0에 비해 감소하였고, 초산 도토리전분은 최고점도 212.1 RVU, setback 128.7, 및 breakdown 50.3으로 도토리전분의 최고점도 198.3 RVU, setback 87.0 및 breakdown 38.2보다 증가하는 특성을 나타내었다. 초산전분으로 겔을 제조하여 조직감을 측정할 결과 초산 녹두전분은 겔을 형성하지 못하였고, 초산 도토리전분은 원료 전분 겔에 비해 경도와 탄성이 감소하였으며, 응집성, 검성, 씹힘성이 증가하여 겔이 무른 특성을 나타내었다.

요 약

국내산 녹두전분과 도토리전분을 이용하여 초산 녹두 및 초산 도토리전분을 제조하고, 이화학적 특성 및 겔의 조직감을 비교하였다. 무수 초산 6%를 반응시켜 제조한 초산 녹두와 초산 도토리전분의 %acetyl 함량은 1.88%과 1.53%였고, 치환도는 0.07과 0.06이었다. 전분의 색도를 측정할 결과, L값과 a값은 증가하였고, b값은 감소하여 초산 처리가 전분의 색에도 영향을 주었음을 알 수 있었다. 또한 초산전분은 전분 chain 내부에 초산기가 도입되어 원료 전분에 비해 blue value, 팽윤력 및 용해도가 증가하는 것을 알 수 있었다. 신속호화점도계(RVA)를 이용하여 측정한 호화 특성은 녹두전분과 도토리전분의 호화온도가 각각 70.4°C, 75.7°C로 나타났고, 초산 녹두 및 초산 도토리전분은 각각 64.4°C, 74.8°C로 나타나 초산 처리 시 호화온도가 감소하는 것을 알 수 있었으나, 도토리전분의 경우 초산 도토리전분과의 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 초산전분은 원료 전분과 최고점도, setback, breakdown에도 차이를 보였는데, 초산 녹두전분은 최고점도 164.9 RVU, setback 70.9 및 breakdown 53.4로 녹두전분의 최고점도 195.0

감사의 글

이 연구는 농촌진흥청 어젠더 6-19 PJ008538의 지원으로 수행하여 이에 감사드립니다.

참고문헌

- AOAC. 1990. Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA, pp. 8-35.
- Betancur AD, Chel GL, Canizares HE. 1997. Acetylation and characterization of canavalia ensiformis starch. J. Agric. Food Chem. 45: 378-382.
- Chen Z, Schols HA, Voragen AGJ. 2004. Differently sized granules from acetylated potato and sweet potato starches differ in the acetyl substitution pattern of their amylase populations. Carbohydr. Polym. 56: 219-216.
- Cho SA, Kim SK. 2000. Particle size distribution, pasting pattern and texture of gel of acorn, mungbean, and buckwheat starches. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 1291-1297.
- Choi EJ, Oh MS. 2009. Quality characteristics of mungbean starch gels with various hydrocolloids. Korean J. Food Culture. 24: 540-551.
- Chung DH, Yu TJ, Choi BK. 1975. Studies on the utilization of acorn starch. J. Korean Agric. Chem. Soc. 18: 102-108.
- Chung KM. 1991. Molecular structure and lipid in starches for mook. Korean J. Food Sci. Technol. 23: 633-641.
- Hoover R, Sosulski F. 1985. A comparative study of the effect of acetylation on starches of Phaseolus vulgaris biotypes. Starch. 37: 397-382.
- Jeong JH, Bae JS, Oh MJ. 1993. Physicochemical properties of acetylated rice starches. Korean J. Food Sci. Technol. 25: 123-129.

- Joosten GEH, Stamhuis EJ, Roelceman WA. 1982. Some aspects of the continuous production of low acetylated potato starch. *Starch*. 34: 402-405.
- Juliano BO. 1971. A simplified assay for milled rice amylose. *Cereal Sci. Today* 16: 334-340.
- Juliano BO. 1985. Polysaccharides, protein, and lipids of rice. In *Rice chemistry & Technology*. 2nd ed., American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA. pp. 59-174.
- Kang MY, Koh HJ, Han JY. 2000. Comparison of some characteristics relevant to rice bread made from eight varieties of endosperm mutants between brown and milled rice. *Korean J. Food Sci. Technol.* 32: 82-89.
- Kim AK, Kim SK, Lee AR. 1995. Comparison of chemical composition and gelatinization property of mungbean flour and starch. *Korean J. Soc. Food Sci.* 11: 472-478.
- Kim CT, Ryu GH, Kim DC, Kim CJ. 1990. Comparison of physicochemical properties of starch acetates prepared by conventional, preheat treatment and extrusion process. *Korean J. Food Sci. Technol.* 22: 659-667.
- Kim YA. 1992. The morphological properties of acorn starch granules and starch gels. *Korean J. Soc. Food Sci.* 8: 9-14.
- Kweon MR, Kim SR, Lim KS, Ahn SY. 1992. Characterization of mook(starch-gel-food) forming starches. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* 35: 92-98.
- Leach HW, McCowen LD, Schoch TJ. 1959. Structure of the starch granule. I. Swelling and solubility patterns of various starches. *Cereal Chem.* 36: 534-544.
- Lee AR, Kim SK. 1992. Gelatinization and gelling properties of legume starches. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 21: 738-747.
- Lee HS, Rhee HS. 1990. Physicochemical properties of acorn and chestnut starches. *Korean J. Soc. Food. Sci.* 6: 1-7.
- Lee SK, Shin MS. 1993. Physicochemical properties of defatted and lipid-reintroduced kidney bean, mung bean and corn starches. *Korean J. Food. Sci. Technol.* 25: 710-715.
- Liu H, Ramsden L, Corke H. 1997. Physical properties and enzymatic digestibility of acetylated *ae*, *wx*, and normal maize starch. *Carbohydr. Polym.* 34: 283-289.
- Phillips DL, Pan DH, Liu HJ, Corke H. 1998. Raman spectroscopic determination of the level of acetylation in modified wheat starch. *Anal. Lett.* 31: 2105-2114.
- Robert HJ. 1965. *Starch, Chemistry and Technology*. Whistler RL, Paschall EF.(eds). Academic press, NY, USA, Vol.1, Chap. 19.
- Shon KJ, Chung MG, Kim HI, Yoo BS. 2006. Physicochemical properties of acetylated rice starch as affected by degree of substitution. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 35: 487-492.
- Singh J, Kaur L, Singh N. 2004. Effect of acetylation on some properties of corn and potato starches. *Starch*. 56: 586-601.
- Smith RJ. 1967. Characterization and analysis of starches. In *Starch, Chemistry and Technology*. Whistler RL, Paschall EF.(eds). Academic press, NY, USA, Vol 2, Chap. 25, pp. 569-635.
- Sodhi NS, Singh N. 2005. Characteristics of acetylated starches prepared using starches separated from different rice cultivars. *J. Food Eng.* 70: 117-127.
- Takahashi S, Seib PA. 1988. Paste and gel properties of prime corn and wheat starches with and without native lipids. *Cereal Chem.* 65: 474-483.
- Wolff IA, Olds DW, Hilbert GE. 1951. Acetylation of starch, amylase, and amylopectin. *J. Am. Chem. Soc.* 73: 346-349.
- Yoon GS, Sohn KH, Chung HJ. 1989. Comparison of physicochemical properties of cowpea and mung bean starches. *J. Korean Home Econ. Assoc.* 27: 39-46.