Korean J Food Preserv
19(1), 74-80 (2012)

사단법인 한국식품저장유통학회
The Korean Society of Food Preservation

Effect of Pretreatments on the Physicochemical Properties of Lotus Root Powder

Ok Suk Kim, Ok Ja Choi and Ki Hoon Shim†
Department of Food & Cooking Science, Sunchon National University, Suncheon 540-950, Korea

전처리 방법에 따른 연근가루의 이화학적 특성

김옥숙 · 최옥자 · 심기훈†
순천대학교 조리과학과

Abstract

To enhance the application of lotus roots and to provide basic data for processed foods with lotus roots, lotus root powder was processed under four different conditions, and their physicochemical properties were analyzed as follows. In the Hunter's color value results, the salted sample had the highest L value, and the vinegared sample had the highest a and b values. The water-holding capacities of the salted, vinegared, and blanched samples were higher than that of the control sample. The amylase contents were in the 19.57-20.43% range but were not significant. The swelling power and solubility of the processed samples increased as the temperature rose. The blanched sample had the highest swelling power and solubility (65 and 60℃, respectively). The crystallinity of the processed samples, as determined via X-ray diffraction, reached their peak at 16.9°, and the other peaks at 14.6, 22.2, and 23.8° were typical of the B type. In addition, the relative crystallinity, gelatinization temperature, and enthalpy, as determined via DSC thermogram, were highest in the vinegared sample and lowest in the blanched sample. In the amylogram results, the vinegared sample had the highest maximum viscosity and breakdown. The retrogradation of the vinegared sample was the slowest as its setback value was the lowest.

Key words : louts root powder, pretreatments, relative crystalinity, gelatinization

서 론

연(*Nelumbo nucifera* Gaertn)은 수련과 다년생 수초로 원산지는 인도, 중국, 일본, 한국, 북호주 등의 지역으로 연근을 비롯한 연잎, 연꽃, 연심, 연자육은 식용 및 약용으로 널리 쓰여지고 있다(1,2). 연근의 주성분은 탄수화물로 식이섬유소가 풍부하여 장벽을 자극하여 장내의 활동을 활발하게 하고 변비 및 비만 예방효과가 있으며, 체내 콜레스테롤 수치를 저하시키는 작용이 있다(3,4). 연근의 성미는 맛은 달고 성질은 차고 상처 부위를 수렴시켜 지혈하는데 도움이 되고, 콜레스테롤 침착을 예방하며 기억력 감퇴 억제 효과 및 치매 예방 효과난 lecithin과 콜레스테롤 저하작용, 위벽보호 및 해독작용 등을 하는 당단백질 일종인 mucin 그리고 지혈, 소염, 해소, 당뇨, 궤양, 빈혈 치료, 치질, 부인과 출혈, 니코틴 해독, 감기, 진정작용 등에 효과가 있는 tannic acid도 풍부하게 함유하고 있다(1,3,5-7). 그 외에 asparagine, arginine, tyrosine 등의 아미노산과 raffinose, stachyose 등의 당, 효소, 비타민 등도 함유하고 있어(3), 연근이 혈압과 신장 기능(4), 지질 대사(6), 체내 지질농도(8), 연근이 신장독성(9), 인슐린 작용 및 분비(10) 등에 미치는 영향에 대한 연구가 진행되어 왔다. 또한, 연근의 polyphenol oxidase 정제 및 특성(1), 죽순, 연근, 우엉의 성분분석(7), 연밥의 유지와 단백질의 구성에 관한 연구(11), 연근 전분의 이화학적 특성(12)에 관한 연구 등도 있다.

이와 같이 다양한 생리적 기능을 가진 연근도 기능성식품으로서 이용 가능성이 많을 것을 생각되나 연잎 또는 연근의 식품 첨가에 따른 연구로는 된장(2), 제빵(3,5), 국수(13), 발효음료(14), 떡(15,16), 죽(17), 다식(18) 등이 있으나 연근 분말의 가공 적성에 관한 연구는 미흡한 실정이다.

†Corresponding author. E-mail : khshim@sunchon.ac.kr
Phone : 82-61-750-3690, Fax : 82-61-750-3690

그리고 음식 재료로 연근 정과, 연근 찜, 연근 전, 연근 죽 등에 사용하거나 단순히 건조시킨 후 분말로 만들어 밀가루와 섞어 사용하거나 전분 제조용으로만 사용된다(8).

연근은 지금까지 식품소재로서 다양하게 사용되지 않은 천연자원 중의 하나로 식량자원을 개발해야 할 현 실정에서 연근의 가공방법을 다양화하여 식재료로서 광범위하게 이용될 수 있도록 하기 위한 연근의 성분과 가공에 관한 여러 가지 특성의 검토와 체계적인 연구는 필수적인 사항이 될 것으로 예상된다. 다양한 가공방법이 있으나 염 용액에 침지하여 삼투작용을 이용한 전처리는 건조식품을 제조하기 위한 시간을 단축하고 품질 저하를 방지하고(19), 산 처리는 전분의 구조적 결정성에 변형을 주며(20), 열처리 방법은 떫은맛을 제거하고 식품에 향과 맛에 변형을 주는 것으로 알려져 있다(21).

따라서 본 연구에서는 연근 가공식품의 다양화를 위한 기초자료로 활용하고자 연근을 박피한 후 소금물 침지, 식초물 침지 및 blanching 후 건조하여 분말화한 후 이화학적 특성을 비교 분석하였다.

재료 및 방법

재 료

본 실험에 사용한 연근은 대구광역시 동구 사복동 반야월 농협 연근 작목반에서 생산된 생 연근을 구입하여 시료로 사용하였으며, 소금은 제일제당이 제조한 꽃소금(국내산)을 식초는 화영 양조식초(청정원, 국내산)를 구입하여 사용하였다.

가공방법에 따른 연근가루 제조

연근을 박피하여 1 mm 두께로 절단(2712 Slicer, HOBART, USA) 한 후 다음과 같이 처리하여 연근가루를 제조하였다. 무처리구를 대조구로 하였고, 예비실험을 통하여 실험결과가 우수하였던 1% 소금물에 10분간 침지한 시료구(LS), 10% 식초물에 10분간 침지한 시료구(LV) 그리고 100℃ 물에 2초간 blanching한 후 4℃ 냉수에서 5초간 담근 시료구(LB)로 가공방법을 분류한 다음 온도 25℃±1℃, 습도 20±1%에서 48시간 건조 후 60 mesh로 마쇄하여 분석시료로 사용하였다.

색도 측정

각각의 연근가루 색도는 색차계(JC 801S, Japan)를 사용하여 L(백색도), a(적색도), b(황색도) 값을 측정하였다.

물결합력 측정

물결합력은 Collins 등(22)의 방법을 약간 변형하였다. 미리 무게를 측정한 원심관에 시료 1 g을 넣고 증류수를 20배 가한 다음 실온에서 30분간 교반하였다. 이를 원심분리기(MF 600, Hanil Science Industrial, Korea)에서 3,000 rpm으로 30분간 원심분리한 다음 상등액을 제거하고 침전된 시료의 무게를 측정하여 처음 시료와의 중량비로 계산하였다.

아밀로오스 함량 측정

연근가루의 아밀로오스 함량은 Williams 등(23)의 비색법에 의하여 정량하였다. 연근가루의 20 mg을 100 mL의 매스플라스크에 취하고, 0.5 N KOH용액 10 mL를 가하여 5분간 저어 시료를 분산시킨 다음 증류수 100 mL로 희석시킨 후 10 mL를 취하여 0.1 N HCl 5 mL와 요오드 용액 0.5 mL를 가하고 증류수를 첨가하여 50 mL로 정용하고 실온에서 5분 방치한 후 680 nm에서 흡광도를 측정하여 아밀로오스 표준곡선으로부터 아밀로오스 함량을 계산하였다. 아밀로오스 표준곡선은 Montogmery와 Senti 방법(24)으로 분리한 아밀로오스, 아밀로팩틴을 일정비율로 혼합한 다음 위의 방법으로 흡광도를 측정하여 작성하였다.

팽윤력 및 용해도 측정

팽윤력 및 용해도는 Schoch의 방법(25)에 따라 측정하였다. 연근가루 0.5 g을 100 mL의 원심분리관에 넣고 증류수 40 mL로 잘 분산시킨 후, 50℃에서 1℃/min으로 95℃까지 온도를 상승시키면서 가열 교반하였고 각 온도에서 30분 유지한 후, 3,000 rpm에서 30분 원심 분리하였다. 상등액은 미리 무게를 측정한 증발접시에 옮겨 항온수조에서 증발시키고, 105℃ 건조기에서 항량이 될 때까지 건조하여 증발접시에 남아있는 전분의 무게와 원심분리 후 침전된 전분의 무게로부터 용해도와 팽윤력을 구하였다.

X-선 회절도 분석

X-선 회절도는 X-ray diffractometer (Rigaku Co, japan)를 사용하여 taget : Cu-Kα, filter : Ni, voltage : 35 KV, current : 15 mA, time constant : 1 sec, F.S.R : 1×10^3 cps 조건으로 회절각도(2θ) 4°~40°까지 회절시켜 분석하였다.

DSC에 의한 호화온도 및 호화엔탈피 측정

연근가루에 대한 DSC분석은 Donovan등의 방법(26-28)에 따라 연근가루 2.5 mg을 aluminum bath에 취하고 여기에 증류수 5.5 mL를 microsylinge로 가하여 밀봉한 다음 1시간 방치한 후 DSC (Micro-DSCⅦ, Setaram Instruments, France)를 사용하여 30℃에서 90℃까지 1℃/min 속도로 가열하여 흡열(endothermic) peak를 얻었다. 이 peak로부터 호화개시온도(onset temperature, To), 호화정점온도(peak temperature, Tp), 호화종료온도(conclusion temperature, Tc) 및 호화엔탈피(gelatinization enthalpy, △H)를 구하였다.

Amylogram에 의한 호화 측정

Micro/Visco/Amylograph (Brabender Measurement & Control System, Duisburg, Germany)를 사용하여 Medcalf와 Gilles 방법(29)에 따라 측정하였다. 2% 전분 현탁액을 100 mL의 bowl에 넣은 다음 30℃에서 10분간 교반한 후, 가열속도 1.5 ℃/min, 회전속도 75 rpm 조건으로 95℃까지 가열하고 30분간 교반한 후, 1.5℃/min 속도로 50℃까지 냉각하여 이 온도에서 30분 유지하였다. 이와 같이 얻은 amylogram으로부터 호화개시온도, 최고점도, 냉각점도 등 amylogram 특성값을 구하였다. 호화개시온도는 점도가 10 B.U. (Brabender Units)에 도달한 온도로 나타냈다.

통계처리

본 연구의 실험결과는 SPSS (Statistics Package for the Social Science, Ver 10.0 for Window) 프로그램을 이용하여 통계 처리하여 분석하였다. 분석 방법으로는 평균, 표준편차 및 Duncan's multiple range test를 실시하였다.

결과 및 고찰

색 도

가공방법을 달리하여 제조한 연근가루의 색도를 측정한 결과는 Table 1과 같다. L값은 소금물처리 시료가 90.24로 가장 높게 나타났고, 대조구는 87.56로 가장 낮았는데, 이는 연근에 함유된 polyphenol oxidase의 활성이 소금, 식초, blanching에 의해 억제되었기 때문으로 사료된다. Park 등(30)의 보고에 의하면 연근의 L값은 저장기간이 경과할수록 증가하였는데 산 처리구의 경우 1주가 경과되어도 거의 변화가 나타나지 않아 갈변저해 효과가 높았다고 보고하였다. 식초물처리 시료는 a값과 b값에서 가장 높았고 blanching처리 시료는 a값, 소금물처리 시료는 b값에서 가장 낮았다. 이 실험의 결과로 인하여 식초물처리 시료는 대조구에 비하여 a값과 b값이 높아 가공 전보다 변색이 더 크게 나타나는 것을 알 수 있었으며, 소금물처리 시료는 대조구에 비하여 L값은 높고 b값이 낮게 나타나 대조구보다 갈변현상이 적은 것으로 나타났다. 따라서 연근가루 제조시 1%의 소금물처리, 10%의 식초물 처리, blanching처리의 가공방법 중 1%의 소금물에 침지하여 제조한 연근가루의 변색이 가장 적었음을 알 수 있다.

Table 1. Hunter's color value of lotus root powder in different processing conditions

Samples[1)]	Control	LS	LV	LB
L	87.56±0.06[2)c3)]	90.24±0.67[a]	88.56±0.14[b]	88.78±0.18[b]
a	0.29±0.01[b]	0.30±0.01[b]	1.95±0.09[a]	-0.01±0.01[c]
b	10.75±0.12[c]	9.15±0.13[d]	11.68±0.22[a]	11.31±0.05[b]

[1)]Control: No process. LS: Lotus root steeped in 1% salt solution for 10 min. LV: Lotus root steeped in 10% vinegar solution for 10 min. LB: Lotus root steeped in 4℃ water for 5 sec after blanching for 2 sec.
[2)]Mean±S.D.
[3)]Values within different superscripts are significant for each groups at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

물결합력과 아밀로오스 함량

가공방법을 달리하여 제조한 연근가루의 물결합력과 아밀로오스 함량에 대한 결과는 Table 2와 같다. 물결합력은 대조구가 166.62%로 가장 낮게 나타났으며, blanching처리 시료가 274.43%로 가장 높게 나타나 시료 간에 유의한 차이가 있었다. 가공 처리한 연근가루의 물결합력이 대조구의 연근가루보다 물결합력이 더 높게 나타났다. 일반적으로 물결합력은 전분의 물결합력을 나타내는 지표로서 이때 결합되는 물은 전분입자에 침투되거나 전분입자의 표면에 흡착된다고 보고된 바가 있으며(31), Park 등(32)은 전분의 손상도, Lim 등(33)은 blanching 처리했을 때 물결합력이 증가한다고 하여 본 연구결과와 일치하였다. 가공 처리한 연근은 대조구보다 물결합력이 상당히 증가한 것으로 나타났는데 이는 10%의 식초물과 1%의 소금물에 침지하는 동안 전분의 배열구조가 변화되어 친수성이 증가하여 수분결합력이 높아진 것으로 생각되고, blanching처리 시료의 물결합력이 높아진 것도 blanching에 의해 전분분자의 내부치밀도가 낮아졌기 때문으로 보여진다. 가공방법을 달리하여 제조한 연근가루의 아밀로오스 함량에서 대조구는 20.43%, 소금물처리 시료는 20.23%, 식초물처리 시료가 20.19%, 그리고 blanching처리 시료가 19.57%로 가공 처리에 따른 아밀로오스 손실로 가공 처리하지 않은 연근가루보다 가공 처리한 연근가루의 아밀로오스 함량이 낮게 나타난 것으로 생각되나 시료간에 유의한 차이는 없었다. Yang(12)의 연근전분에 관한 연구에서 아밀로오스 함량은 20.1%이었고, 지하 전분류인 tapioca 전분의 18%보다는 많았고 감자의 23.5%보다는 적은 함량이었으며 고구마의 20%와는 비슷한 값을 나타내었다고 하였다. Kim 등(34)의 실험 결과 고구마 전분의 산처리 초기에 아밀로오스 함량이 현저히 감소하였고, Kim 등(35)의 감자 생전분 아밀로오스 함량에서도 수침기간에 따라 아밀로오스 함량이 감소하여 본 연구결과와 유사하였다.

팽윤력 및 용해도

가공방법을 달리하여 제조한 연근가루의 50~95℃에서 팽윤력과 용해도의 결과는 Fig. 1과 같다. 연근가루의 팽윤력은 모든 시료에서 온도가 상승함에 따라 증가하였다. 50℃에서 팽윤력은 blanching처리 시료가 9.26으로 가장 높았고, 식초물처리 시료의 팽윤력은 4.92로 가장 낮았다. 특히 blanching처리 시료는 소금물, 식초물처리 시료보다 70℃ 이상에서 팽윤력이 더 낮은 것으로 나타났는데, 이는 밤가루의 blanching 온도가 증가할수록 낮은 팽화력을 나타

Table 2. Water holding capacity and amylose content of lotus root powder in different processing conditions

Samples[1)]	Control	LS	LV	LB
Water holding capacity	166.62±1.15[2)c3)]	183.65±0.01[b]	181.83±0.09[b]	274.43±7.87[a]
Amylose content (%)	20.43±1.35[N.S]	20.23±0.60	20.19±0.50	19.57±0.55

[1)]Samples are same as Table 1.
[2)]Mean±S.D.
[3)]Values within different superscripts are significant for each groups at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.
[N.S]Not significant.

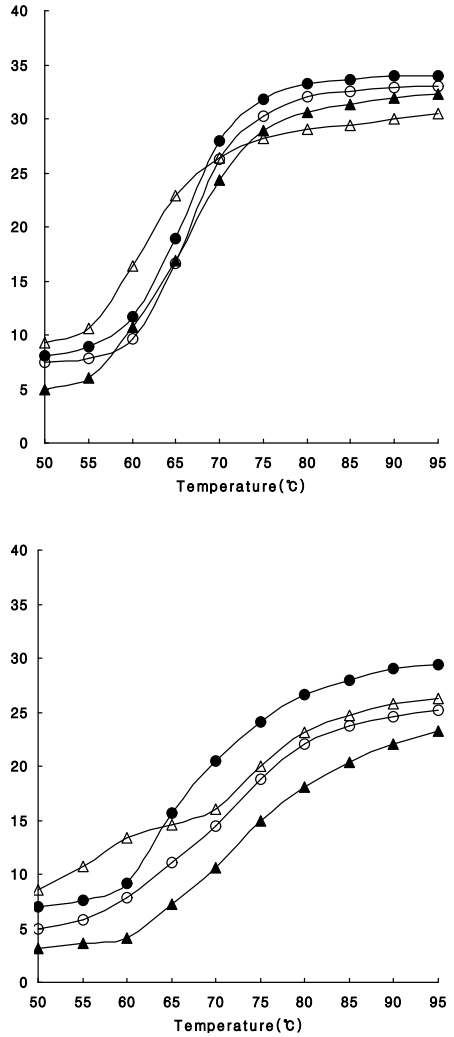

Fig. 1. Swelling power and Solubility of lotus root powder in different processing conditions.

●: Control(no process), ○: LS(lotus root steeped in 1% salt solution for 10 min), ▲: LV(lotus root steeped in 10% vinegar solution for 10 min), △: LB(lotus root steeped in 4℃ water for 5 sec after blanching for 2 sec).

낸다고 보고한 Lim 등(33)의 결과와 일치하였다. Leach 등(36)은 온도에 따른 팽윤 양상은 입자의 결합력과 회합정도에 따라 차이가 있어 결합정도가 강한 전분은 팽윤에 대해 강하게 저항하여 온도에 따른 상대적 팽윤력을 알 수 있다고 하였다. Wong과 Leliever(37)도 팽윤력이 전분입자내의 결정성과 상관관계를 갖는다고 하였다. 연근가루의 용해도에서도 모든 시료에서 온도가 상승함에 따라 용해도가 증가하였다. 50℃에서 식초물처리 시료가 3.08%로 가장 낮았고, blanching처리 시료가 8.59%로 가장 높았다. 60℃까지는 blanching처리 시료가 가장 높았으나, 65℃부터는 대조구가 가장 높았다. Kim 등(38)의 연구에서도 blanching하여 열풍건조한 은행분말이 60℃에서 대조구보다 높은 수치를 나타냈다고 하여 본 실험결과와 유사하였다. 그 원인은 blanching으로 인하여 전분 입자의 amylose가 전분 밖으로 쉽게 용출된 것으로 생각된다.

X-선 회절도

가공방법을 달리하여 제조한 연근가루의 X-선 회절도에 의한 결정형은 Fig. 2와 같다. 대조구는 회절각도(2θ) 16.9°에서 강한 peak를 보였고, 14.6°, 22.2°, 23.8°에서 중간 peak를 보이는 B형의 결정 형태가 나타났다. Yang 등(12)이 보고한 바에 의하면 연근전분은 16.9°에서 강한 peak를 14.6° 및 22.2°에서 비교적 강한 peak를 보이며, 19.5°, 24.0°에서 다소 약한 peak를 나타내어 연근전분이 B형으로 판단된다고 하였는데 본 실험도 이와 비슷한 양상을 보였다. Kim 등(39)은 X-ray 회절 양상이 주로 곡류전분인 쌀, 밀, 옥수수는 A형, 괴경류 전분인 감자, 다알리아는 B형, 고구마, 두류 전분은 C형을 이룬다고 하였는데 이와도 그 양상이 일치하였다.

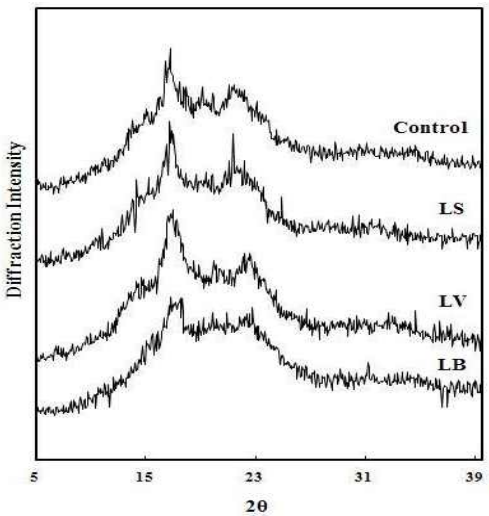

Fig. 2. X-ray diffraction patterns of lotus root powder in different processing conditions.

Control(no process), LS(lotus root steeped in 1% salt solution for 10 min), LV(lotus root steeped in 10% vinegar solution for 10 min), LB(lotus root steeped in 4℃ water for 5 sec after blanching for 2 sec).

DSC에 의한 호화 엔탈피

가공방법을 달리하여 제조한 연근가루의 DSC에 의한 thermogram은 Table 3과 같다. 연근가루의 호화엔탈피는

6.3627 J/g으로 나타났는데 이는 다른 전분 도토리 호화 엔탈피 15.2370 J/g, 밤 11.8045 J/g에 비하여 호화 엔탈리는 낮은 것으로 나타나 연근가루의 결정성이 낮다는 것을 알 수 있었다(24,40). 호화개시온도(TO), 호화정점온도(TP) 및 호화종료온도(Tc)는 식초물처리 시료가 가장 높았고, 그 다음으로 소금물, 대조구, blanching처리 시료의 순이었다. 호화 엔탈피 값도 식초물처리 시료가 8.5144 J/g으로 가장 높게 나타났고, 그 다음으로 소금물처리 시료가 7.4768 J/g, 대조구가 6.3764 J/g 그리고 blanching처리 시료가 3.0334 J/g으로 가장 낮게 나타났다. Park 등(40)의 실험결과에서도 대조구의 호화초기 온도보다 hydroxypropylation화한 밤 전분의 호화개시온도가 낮아졌고, 호화 엔탈피 또한 8.8325 J/g에서 5.9441 J/g으로 상당히 낮아졌는데 이는 hydroxypropyl에 의해 전분 입자내에 치환기가 생겨 전분의 구조가 약해져서 호화온도와 호화 엔탈피가 낮아진 것으로 보고되었다. 호화 엔탈피가 높으면 호화과정에서 저항을 가지며 구조를 무정형으로 하는데 많은 에너지를 필요로 한다. 그러므로 가공 처리한 연근가루 중 blanching 처리 시료가 낮은 온도에서 호화될 수 있어 적은 열량으로 호화된 제품을 얻을 수 있기 때문에 경제적으로 상당히 이로울 것으로 생각된다.

Table 3. Differential scanning calorimetry thermograms of lotus root powder in different processing conditions (starch:water=1:6)

Samples[1)]	Control	LS	LV	LB
To	55.15	55.52	55.98	54.91
Tp	62.30	62.66	62.86	61.10
Tc	70.33	70.92	71.50	67.30
ΔH (J/g)	6.3764	7.4768	8.5144	3.0334

[1)]Samples are same as Table 1.

Amylogram에 의한 호화

가공방법을 달리하여 제조한 연근 가루의 amylogram에 의한 호화양상은 Table 4와 같다. 초기호화온도에서 대조구의 57.25℃보다 소금물과 식초물처리 시료는 약간 높았고, blanching처리 시료는 31.85℃로 감자 생전분의 66.0℃(41), 밤전분의 63.7℃(42)보다 낮아 감자나 밤보다 결정구조가 치밀하지 못하고 분자 간 회합정도도 작은 것으로 볼 수 있다. 이는 Yang 등(12)의 연근전분은 호화온도가 아주 낮으며 60℃ 부근에서 완전히 호화된다고 하는 보고와 일치하는 결과였다. 최고점도는 식초물처리 시료가 2010.50 B.U.로 가장 높았고, 호화 중 전분의 열 또는 shear force에 의한 저항을 나타내는 강하점도도 최고점도와 같은 경향으로 식초물처리 시료가 1709.00 B.U.로 가장 높아 대조구보다 저항성이 증가된 것을 알 수 있다. Leelavathi 등(43)은 전분의 노화 경향을 예측할 수 있는 consistency와 치반점도는 값이 클수록 노화가 쉽게 일어난다고 보고하였다. 식초물처리 시료의 총 치반점도는 268.00 B.U.로 소금물처리와 blanching처리 시료보다 값이 낮아 노화가 가장 느리게 일어난다는 것을 알 수 있었다.

요 약

연근의 활용도를 높이고 연근 가공식품 개발을 위한 기초 자료로 활용하고자 가공방법에 따라 연근가루를 제조한 후 분석한 결과는 다음과 같다. 색도를 측정한 결과에서 L값은 소금물처리 시료가 가장 높았고, a값과 b값은 식초물처리 시료에서 가장 높았다. 물결합력은 가공 처리한 소금물, 식초물, blanching처리 시료가 높았고, 아밀로오스 함량은 19.57~20.43%이었으나 시료간에 차이가 없었다. 팽윤력 및 용해도는 온도가 상승함에 따라 증가하였고, 팽윤력은 65℃, 용해도에서는 60℃까지 blanching처리 시료가 가장 높았으며, 그 이후부터는 대조구가 가장 높았다. X-ray 회절도에 의한 결정형은 회절각도(2θ) 16.9°에서 강한 peak를 보였고, 14.6°, 22.2°, 23.8°에서 중간 peak를 보이는 B형의 결정 형태가 나타났다. 상대적 결정화도는 식초물처리 시료에서 가장 높았고, blanching처리 시료에서 가장 낮았다. DSC에 의한 호화온도 및 호화엔탈피는 식초물처리 시

Table 4. Amylogram characteristics of lotus root powder in different processing conditions

Samples[1)]	Control	LS	LV	LB
Initial pasting temp. (℃)	57.25±0.07[2)c3)]	57.70±0.14[b]	57.85±0.07[a]	31.85±0.07[d]
Maximum viscosity (B.U.): P	918.00±9.90[c]	1004.00±28.28[b]	2010.50±26.06[a]	744.00±14.14[d]
Viscosity at 95℃ after 30 min (B.U.): H	183.00±1.41[d]	329.50±6.36[a]	301.50±10.61[b]	209.50±3.54[c]
Viscosity at 50℃ (B.U.): C	517.50±6.36[c]	654.00±2.83[a]	569.50±4.95[b]	583.50±13.44[b]
Breakdown : P-H	735.00±11.31[b]	674.00±33.94[b]	1709.00±26.87[a]	535.00±11.31[c]
Total setback : C-H	334.50±4.24[b]	324.50±2.12[b]	268.00±3.54[c]	374.00±19.09[a]

[1)]Samples are same as Table 1.
[2)]Mean±S.D.
[3)]Values within different superscripts are significant for each groups at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

료에서 가장 높았고, blanching처리 시료에서 가장 낮았다. Amylogram에 의한 호화 특성에서 식초물처리 시료는 최고점도와 강하점도에서 가장 높았고, 총 치반점도에서 가장 낮아서 노화가 가장 느린 것으로 나타났다.

참고문헌

1. Moon SM, Kim HJ, Ham KS (2003) Purification and characterization of polyphenol oxidase from lotus root(*Nelumbo nucifera* G). Korean J Food Sci Technol, 35, 791-796
2. Park IB, Park JW, Kim JM, Jung ST, Kang SG (2005) Quality of soybean paste (*Doenjang*) prepared with lotus root powder. J Korean Soc Food Sci Ntur, 34, 519-523
3. Kim YS, Jeon SS, Jung ST (2002) Effect of lotus root powder on the barking quality of white bread. Korean J Soc Food Cookery Sci, 18, 413-425
4. Park SH, Ham TS, Han JH (2005) Effects of ethanol-extract of lotus root on the renal function and blood pressure of fructose-induced hypertensive rats. J East Asian Soc Dietary Life, 15, 165-170
5. Lee JJ, Park SY, Lee MY (2006) Effect of lotus root (*Nelumbo nucifera* G) on lipid metabolism in rats with diet-induced hyperchloesterolemia. Korean J Food Preserv, 13, 634-642
6. Han SJ, Koo SJ (1993) Study on the chemical composition in bamboo shoot, lotus root and burdock-free sugar, fatty acid, amino acid and dietary fiber contents-. Korean J Soc Food Sci, 9, 82-87
7. Park SH, Hyun JS, Shin EH, Han JH (2005) Functional evaluation of lotus root on serum lipid profile and health improvement. J East Asian Soc Dietary Life, 15, 257-263
8. Kim YS, Jeon SS, Jung ST, Kim RY (2002) Effect of lotus root powder on the quality of dough. Korean J Soc Food Cookery Sci 18, 573-578
9. Cho SI, Kim HW (2003) Beneficial effect of nodus Nelumbinis Rhizomatis extract on cisplantin-induced kidney toxicity in rats. Korean J Herbology, 18, 127-134
10. Ko BS, Jun DW, Jang JS, Kim JH, Park SM (2006) Effect of *Sasa Borealis* and white lotus roots and leaves on insulin action and secretion *In Vitro*. Korean J Food Sci Technol, 38, 114-120
11. Shin HD, Kim IW, Kwon KS, Kim MS, Kim MR, Choi U (1999) Chemical composition of lotus Seed(*Nelumbo nucifera* G) and their lipid and protein composition. J Korean Soc Food Sci Nutr, 28, 1187-1190
12. Yang HC, Kim YH, Lee TK, Cha YS (1985) Physicochemical properties of lotus root(*Nelumbo nucifera* G) Starch. J Korean Agric Chem Soc, 8, 239-244
13. Park BH, Cho HS, Bae KY (2008) Quality characteristics of dried noodle made with lotus root powder. Korean J, Food Cookery Sci, 24, 593-600
14. Bae MJ, Kim SJ, Ye EJ, Nam HS, Park EM (2008) Study on the chemical composition of lotus root and functional evaluation of fermented lotus root drink. Korean J Food Cult, 23, 222-227
15. Kang JH, Yoon SJ (2008) Quality characteristics of *Julpyun* containing different levels of lotus root powder. Korean J Food Cookery Sci, 24, 392-397
16. Yoon SJ, Choi BS (2008) Quality characteristics of *Sulgitteolk* added with lotus root powder. Korean J Food Cookery Sci, 24, 431-438
17. Park BH, Cho HS, Jeon ER, Kim SD (2009) Quality characteristics of *Jook* prepared with lotus leaf powder. Korean J Food Cookery Sci, 25, 55-61
18. Yoon SJ, Noh KS (2009) The effect of lotus powder on the quality of *Dasik*. Korean J Food Cookery Sci 25, 25-30
19. Kim GC, Lee SY, Kim KM, Kim Y, Kim JS, Kim HR (2011) Quality characteristics of hot-air and freeze dried apples slices after osmotic dehydration. J. Korean Soc Food Sci Nutr, 40, 848-852
20. Lee SK, Hong YH, Shin MS (1999) The effect of mild-acid treated waxy starches on the yield of resistant starch. Korean J Soc Food Sci, 15, 418-425
21. Jeong JW, Park KJ, Lee HJ, Kwon KH (2006) Effect of immersion liquids on quality characteristics of peeled taro during storage. Korean J Food Sci Technol, 38, 742-750
22. Collins JL, Post AR (1981) Peanut hull flour as a potential source of dietary fiber. J Food Sci, 46, 445-448
23. Williams PC, Kuzina FD, Hlynka I (1970) Rapid calorimetric procedure for estimating the amylose content of starches and flours. Cereal Chem, 47, 411-420
24. Montogmery EM, Senti FR (1958) Separation of amylose from amylopectin of starch by an extraction sedimentation procedure. J Polymer Sci, 28, 1-10
25. Schoch TJ (1964) Swelling powder and solubility of granular starches. In: Methods of Carbohydrate Chemistry. Whistler RL(ed) Academic Press, New York, USA, p 106
26. Donovan JW, Lorenz K, Kulp K (1983) DSC of heat-moisture treated sheat and potato starches. Cereal

Chem, 60, 381-383
27. Donovan JW (1979) Phase transition of the starch-water system. Biopolymers, 18, 263-275
28. Biliaderis CG, Maurice TJ, Vose JR (1980) Starch gelatinization phenoimena study by differential scanning calorimetry. J Food Sci, 45, 1669-1674
29. Medcalf DG, Gilles KA (1965) Wheat starches. I. Comparison of physicochemical properties. Cereal Chem, 42, 558-568
30. Park SY, Hwang TY, Kim JH, Moon KD (2001) Quality changes of minimally processed lotus root(*Nelumbo nucifera*) with browning inhibitors. Korean J Postharvest Sci Technol, 8, 164-168
31. Ko YD, Choi OJ, Park SK, Ha HS, Sung NK (1995) Changes in physicochemical properties of rice starch from rice. Korean J Food Sci Technol, 27, 306-312
32. Park YK, Seog HM, Nam YJ, Shin DH (1988) Physicochemical properties of various milled rice flours. Korean J Food Sci Technol, 20, 514-510
33. Lim JH, Kim JH, Seo YH, Moon KD (1999) Effects of low-temperature blanching on physical properties of chestnut powder. Korean J Food Sci Technol, 31, 1216-1220
34. Kim SR, Ahn SY (1992) Physicochemical and structural properties of lintnerized starches from sweet potato. J Korean Agric Chem Soc, 35, 196-201
35. Kim KA, Kim SK, Jung LH, Park YR (1999) Alkaline gelatinization of starch during steeping of potato. Korean J Soc Food Sci, 14, 207-212
36. Leach HW, McCowen LO, Schoch TJ (1959) Structure of the starch granule. I. Swelling and solubility patterns of starches. Cereal Chem, 36, 534-544
37. Wong RBK, Lelievre J (1982) Comparison of the crystallinities of wheat starches with different swelling capacities. Starch, 34, 159-161
38. Kim JM, Lee YC, Kim KO (2003) Effects of convection oven dehydration conditions on the physicochemical and sensory properties of ginkgo nut powder. Korean J Food Sci Technol, 35, 393-398
39. Kim HS. Ahn AY (1994) Gelatinization properties of legume, cereal and potato starches. Korean J Soc Food Sci, 10, 80-85
40. Park YA, Kim JH, Hwang TY, Moon KD (1999) Physicochemical properties of hydroxypropylated chestnut starch. Korean J Food Sci Technol, 31, 999-1004
41. Jung LH, Kim KA, Kim SK, Sea BY (1998) Gelatinization properties of starch during steeping of potato. Korean J Soc Food Sci, 14, 213-218
42. Lee HS, Rhee HS (1990) Physicochemical properties of acorn and chestnut starches. Korean J Soc Food Sci, 6, 1-7
43. Leelavathi K, Indrani D, Sidhu JS (2006) Amylograph pasting behaviour of cereal and tuber starches. Starch, 39, 378-381

(접수 2011년 8월 30일 수정 2011년 12월 28일 채택 2011년 12월 30일)