

무청 분말이 첨가된 설기떡의 품질 특성

김찬희[†]

한양여자대학교 식품영양과

Quality Characteristics of *Seolgiddeok* with Radish (*Raphanus sativus* L.) Leaf Powder

Chan-Hee Kim[†]

Department of Food and Nutrition, Hanyang Women's University, Seoul 133-817, Korea

Abstract

This study was conducted to investigate the physical, textural and sensory properties of *Seolgiddeok* prepared with different amount of radish leaf powder, and stored for 3 days. The moisture content decreased gradually during storage and the decrease was less in the groups with radish leaf powder than in the control. The color L value decreased significantly as the amount of radish leaf powder increased, while the redness (a) and yellowness (b) both increased. Measurements with a texture analyzer, showed that the hardness, chewiness, gumminess and adhesiveness of *Seolgiddeok* tended to decrease in proportion to the amount of radish leaf powder in the formula. The gelatinization properties of *Seolgiddeok* were investigated by amylograph. Breakdown and setback in *Seolgiddeok* were low following the addition of radish leaf powder. In the sensory evaluation, *Seolgiddeok* with radish leaf powder was superior in flavor, chewiness, and softness than the control. *Seolgiddeok* with 3% radish leaf powder had the highest overall acceptability score. Therefore, we concluded that the addition of radish leaf powder to *Seolgiddeok* improves the sensory characteristics and delays retrogradation.

Key words: *Seolgiddeok*, radish leaf powder, textural properties, sensory evaluation

I. 서론

빠르고 다양하게 변화하는 사회구조와 생활방식에 따라 식생활이 주식인 밥으로 구성된 전통적 식사형태에서 인스턴트 식품과 정제곡류를 이용한 가공식품으로 바뀌면서 식원병이 사회적인 문제로 대두되고 있다. 또한 노인 인구의 증가로 건강장수에 대한 관심도 높아지면서 식생활을 통해 여러 가지 질병들을 미리 예방하고 건강을 유지하려는 경향이 높아지고 있다(Park SS 등 2011).

건강에 대한 관심은 우리나라 전통 음식 중의 하나인 떡에도 적용되고 있다. 떡은 만드는 방법에 따라 찌떡, 찰떡, 삶은떡 및 지진떡으로 나눌수 있는데 그 중 설기떡은 찌는 떡의 가장 기본으로 곱게 빻은 멥쌀가루에 꿀물이나 설탕물을 내려 고운체에 쳐서 수분과 공기를 혼입하여 균질화시킨 후 충분히 찌서 익히는 것이다. 그러나 주원료인 백미가 영양적으로 우수하지 못하다는 평가와

더불어 저장할 때 전분의 노화현상이 제품의 조직감을 변화시킨다고 알려져 있어 다양한 부재료를 배합하여 영양가, 생리기능성, 조직감 및 저장성을 향상시키고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있는 추세에 있다(Gwon SY & Moon BK 2009, Ahn GJ 2010, Lim JH & Park JH 2011).

무청(*Raphanus sativus* L. leaf)은 무의 잎 부분을 말하며 우리나라에서는 오래전부터 자연 건조시켜 채소가 귀했던 겨울철에 국이나 나물로 조리하여 비타민, 무기질, 식이섬유소의 공급원으로 이용되어 왔다. 그렇지만 도시와 농촌의 생활방식 차이, 산업화의 정착, 식생활 습관의 변화 등으로 인해 무가 대량 생산되는 시기에 상용하여 생산되는 무청의 양은 제대로 이용되지 못하고 폐기되고 있는 실정이다(Ku KH 등 2008). 무청에는 β -carotene과 비타민 C, 칼륨과 칼슘이 풍부하게 함유되어 있고 수용성 식이섬유소가 다량 들어 있어 혈중 콜레스테롤을 감소시키고 암 예방 및 돌연변이 억제 등 다양한 생리활성 효과를 나타내며, 특히 무청을 말린 우거지의 경우 35% 이상이 건강에 유용한 식이섬유소를 함유하고 있다고 보고되면서 무청의 효율적인 이용에 대한 관심도 점차 확대되고 있다(Lee SO 등 2005, Ku KH 등 2006a,

[†]Corresponding author: Chan-Hee Kim, Department of Food and Nutrition, Hanyang Women's University, 200 Salgoji-gil, Seongdong-gu, Seoul 133-817, Korea
Tel: +82-2-2290-2180
Fax: +82-2-2290-2199
E-mail: chkim30@dreamwiz.com

Tatsuzawa F 등 2008).

무청에 관한 국내 연구로는 조리방법에 따른 미네랄 함량 변화(Han JS 등 1999), 열풍건조에 따른 품질 특성 변화 및 무청의 건조방법에 따른 미생물의 변화(Ku KH 등 2006b), 무청의 항고혈압 활성(Chung DH 등 2012), 유방암 세포 성장억제활성(Kim WK 등 2011), 장 기능 개선 및 혈중 지질 개선효과(Jang HS 등 2008), 콜레스테롤 축적 억제효과(Rhee SJ 등 2005) 등이 있지만 꾸준히 늘고 있는 소비량 증가와 재배농가의 증가 측면에서 볼 때에는 무청의 유용성분 및 이를 활용한 제조법, 제품, 제품에 따른 기능성 등에 관한 연구는 미흡한 실정이다.

이에 본 연구에서는 천연 건강 기능성 식품 소재가 될 수 있는 무청의 이용성 증진을 목적으로 무청분말 첨가 설기떡을 제조한 후 품질특성을 평가하여 최적 배합비를 선정함으로써 무청분말 첨가 설기떡의 제품화 가능성도 같이 살펴보고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용한 멥쌀은 경기도 김포군에서 2013년에 수확한 것을 사용하였다. 각각의 쌀을 씻어 수침 후 물기를 제거하고 분쇄기(Model No 2200, Dae-Young Machinery Co., Incheon, Korea)를 사용하여 가루로 만든 다음 포장하여 $-21\pm 3^{\circ}\text{C}$ 냉동고(CA-A17ABZ, LG, Suwon, Korea)에서 보관하면서 사용하였다. 설탕은 정백당(Cheiljedang Co., Seoul, Korea), 소금은 95% 정제염(Cheiljedang Co., Seoul, Korea)을 사용하였다. 무청(Gaon Food Co., Hwasung, Korea)은 2013년 10월 분말형태로 구입하였고 그 외 측정에 이용된 모든 시약은 특급시약(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)을 사용하였다.

2. 일반성분 분석

일반성분은 AOAC 분석법(AOAC 2000)에 따라 측정하였다. 즉 수분은 105°C 에서 상압가열건조법, 탄수화물은 Somogyi 변법, 조단백질은 Micro-kjeldahl 질소정량법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조회분은 550°C 직접회화법으로 정량하였다.

3. 식이섬유와 비타민 C 함량 분석

비타민 C 함량(Ministry of Food and Drug Safety 2010)은 시료 5 g에 4% metaphosphoric acid 용액(Sigma Chemical Co.)을 첨가하여 50 mL로 정용하고 원심분리기(H-500R, Kokusan Ensinki Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 300 rpm에서 15분 동안 원심분리한 후 그 상층액을 syringe filter($0.45\ \mu\text{m}$, Waters Co., Milford, MA, USA)로

여과한 다음 적당한 배수로 희석하여 HPLC(Younglin SP 930D, Younglin Instrument Co., Anyang, Korea)에 주입하였다. HPLC 분석조건은 UV detector 254 nm, symmetry C18 column($3.9\times 150\ \text{mm}$, Waters Co., Milford, MA, USA), mobile phase는 5 mM 1-hexane sulfonate:methanol (6:4, v/v), flow rate는 0.5 mL/min, injection volume은 10 μL 로 하였고 표준물질은 L-ascorbic acid, purity 99% (Sigma Chemical Co.)를 사용하였다. 식이섬유(TDF, total dietary fiber) 분석은 Prosky L 등(1988)의 방법으로 측정하였다. 식이섬유 분석용 효소인 α -amylase, protease 및 amyloglucosidase를 순차적으로 반응시킨 후 ethanol 침전물을 여과하여 침전 잔사량을 구하고 잔사 중 회분과 조단백질 함량을 감하여 시료 중 총 식이섬유 함량을 산출하였다.

4. 설기떡 제조법

무청 분말을 첨가한 설기떡의 재료 배합비는 Shin SM 등(2009)의 방법에 따라 Table 1과 같이 하였으며 만드는 방법은 Fig. 1과 같다. 찜기(Steamer-25, Younggu Ltd., Seoul, Korea)의 steam tank에 5 L의 물을 넣고 지름이 30 cm인 원통의 시루에 증기가 통과할 수 있는 천을 깔고 격자 틀을 놓았다. 틀 안에 시료를 넣은 뒤 뚜껑을 덮고 김이 오르는 찜기(Younggu Ltd.)에 올려서 20분간 강한 불로 찌고 약한 불로 5분간 뜸을 들였다. 재료 배합시 멥쌀가루와 무청분말의 수분함량이 각각 37.21%와 10.71%로 차이를 보여 무청분말의 대체량에 따른 물의 첨가량도 다르게 하였다. 즉 설기떡 제조시 물의 첨가 배합비가 쌀가루 양의 15%인 기준에 맞추어 30 mL씩 동일한 양으로 물을 첨가하여 각각의 설기떡을 제조한 예비실험 결과에서 control과 비교시 무청분말 첨가 설기떡의 경우는 쌀가루를 체에 내리는 과정에서도 떡가루가 뭉치면서 완

Table 1. Formula for *Seolgiddeok* added with different levels of radish leaf powder

Ingredients	Samples				
	Control ¹⁾	RL3 ²⁾	RL6 ³⁾	RL9 ⁴⁾	RL12 ⁵⁾
Rice flour (g)	200	194	188	182	176
Radish leaves powder (g)	0	6	12	18	24
Sugar (g)	20	20	20	20	20
Salt (g)	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
Water (mL)	30	31.58	33.18	34.76	36.36

¹⁾ Control : *Seolgiddeok* added with no radish leaf powder.

²⁾ RL3 : *Seolgiddeok* added with radish leaf powder 3%.

³⁾ RL6 : *Seolgiddeok* added with radish leaf powder 6%.

⁴⁾ RL9 : *Seolgiddeok* added with radish leaf powder 9%.

⁵⁾ RL12 : *Seolgiddeok* added with radish leaf powder 12%.

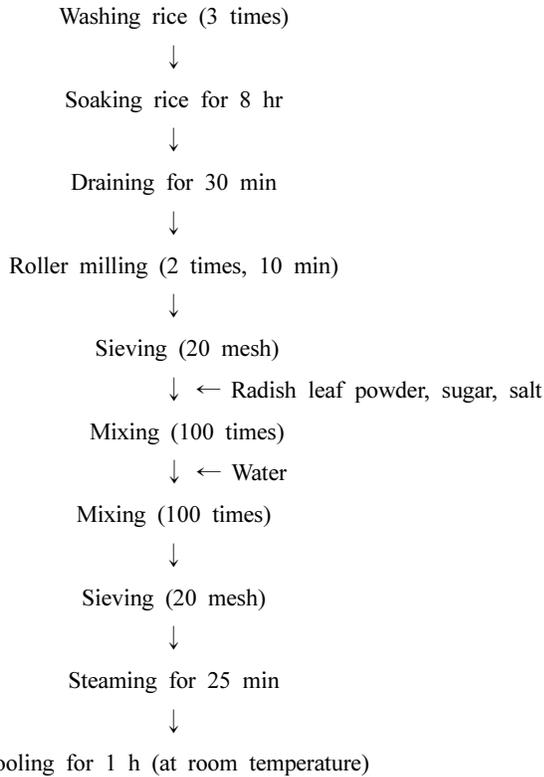


Fig. 1. Preparation procedure for *Seolgiddaek* added with different levels of radish leaf powder.

성된 떡의 입자 상태도 설기떡이라고 설명하기에는 부족한 조직감을 나타내어 떡의 품질특성을 평가하는데 어려움을 보였다. 그 이유가 멥쌀가루와 무청분말의 수분함량 차이 때문이라고 판단되어 본 실험에서는 각 설기떡마다 물의 양을 조절하여 다르게 첨가하였다. 완성된 설기떡은 실온에서 1시간 방치한 후 시료로 사용하였다.

5. 설기떡의 수분함량 측정

설기떡의 수분함량은 제조한 후 1시간 방치한 시료와 20±1°C에서 3일간 저장하면서 1일 간격으로 Microwave Moisture/Solids Analyzer(WAVE 9000, Stable Micro Systems Co., Madison, WI, USA)를 이용하여 가열 건조중량 측정 방법으로 수행하였다. 측정 전에 0점을 조절하고 설정온도를 230°C(이때 시료에 조사되는 온도 105°C)로 입력하고 준비된 2-3 g의 시료를 cell에 올려 놓고 3회 반복 측정하였다.

6. 설기떡의 색도 측정

설기떡 제조후 색도계(Model CR-200, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 Hunter L(lightness), a(redness), b(yellowness)값으로 표시하였으며 각 시료당 3회 반복 측정하였다. 백색표준판(L=97.75, a=-0.49, b=+1.96)을 사용

하여 색도계를 보정한 후 색도 측정에 이용하였다. Total color difference(ΔE)는 다음과 같이 산출하였다.

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

이때 ΔE, Δa, Δb의 값은 백색판의 L, a, b값과 시료의 L, a, b값의 차이값을 이용하였다.

7. 호화 특성 측정

호화특성은 Kim SG & Lee SJ(1998)의 방법에 따라 Visco-Amylograph(Model 802725, Brabender Co., Muenchen, Germany)를 사용하여 측정하였다. 시료에 따른 수분함량을 고려하여 현탁액을 8%의 농도로 하였고 아밀로그래프의 조건은 초기온도 35°C에서 1.5°C/min의 속도로 95°C까지 가열한 후 15분간 유지시킨 다음 다시 50°C까지 동일한 속도로 냉각하였다. 시료의 함량별 아밀로그래프 특성은 호화개시온도(initial pasting temperature), 최고점도(peak viscosity), 95°C에서 15분간 유지시킨 후의 점도(hot paste viscosity), breakdown, 냉각점도(cold paste viscosity), setback 등으로 관찰하였다.

8. 설기떡의 물성 측정

설기떡의 조직감은 제조한 후 1시간 방치한 시료와 polyethylene film으로 밀봉하여 20±1°C에서 3일간 저장하면서 1일 간격으로 Texture analyzer(Model TA-XT2, Stable Micro Systems Co., London, UK)를 사용하여 측정하였으며 분석조건은 Table 2와 같다. TPA(Texture Profile Analysis)분석을 통하여 각 시료의 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 점착성(gumminess), 씹힘성(chewiness), 부착성(adhesiveness) 및 탄성(springiness)을 각각 3회 반복 측정하였다.

9. 설기떡의 관능검사

관능검사 경험이 있는 식품영양과 학생 10명을 관능요원으로 선정하여 실험의 목적과 관능평가 기준을 잘 인식하도록 설명하고 예비실험을 통하여 훈련시킨 후 평가에 응하도록 하였다. 관능검사는 오후 3시에서 4시 사이에 이루어졌으며 평가 후 반드시 물로 입안을 헹군 후 다른 시료를 평가하도록 하였다. 평가항목은 색(color), 향미(flavor), 부드러움(softness), 씹힘성(chewiness), 전체적인 기호도(overall acceptability)에 대하여 기호도가 높을수록 높은 점수를 주는 7점 척도법으로 실시하였다(Kim KO 등 1997).

10. 통계처리

실험결과는 SAS(Statistical Analysis System, version

Table 2. Operating conditions of texture analyzer for measuring the texture of *Seolgiddaek*

Parameters	Conditions
Sample size	25×25×20 mm
Probe	20 mm
Pre-test speed	5.0 mm/sec
Test speed	2.0 mm/sec
Post-test speed	5.0 mm/sec
Distance	40%
Time	3 sec
Trigger type	Auto
Trigger force	10 g

8.12) program(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)을 이용하여 분산분석(analysis of variance, ANOVA)을 실시하고 Duncan의 다중범위검정법(Duncan's multiple range test)으로 각 시료 간의 유의차를 5% 수준에서 검증하였다(Lee KH 등 1998).

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 멥쌀가루와 무청분말의 성분

일반성분 분석 결과는 Table 3에 나타내었다. 팽윤된 쌀가루의 일반성분은 수분이 37.21%, 탄수화물이 58.35%, 식이섬유소가 0.31%, 조단백질이 3.22%, 조지방이 0.51%, 조회분은 0.40%로 나타나 상용하는 일반 쌀의 성분(Choe 등 2006)과 비교할 때 수분함량이 높음을 보였다. 무청분말은 탄수화물, 조단백질, 조지방 및 조회분의 함량이 각각 35.39%, 9.14%, 1.41%, 15.23%로 나타났고 식이섬유소의 함량은 28.12%였다. 이와 같은 결과는 무청 건물량의 탄수화물, 조단백질, 조지방, 조회분 및 식이섬유소의 함량을 62.22%, 20.09%, 1.62%, 16.07%, 35.50%로 연구 결과를 제시한 Ku KH 등(2006b)의 보고와는 유사한 값이었지만 조단백과 식이섬유소의 함량에 있어서는 차이를 보였다. 무청 생것을 시료로 사용했던 Lee YS 등(2013)의 연구결과에서는 탄수화물, 조단백질, 조지방 및 조회분의 함량이 각각 4.52%, 2.31%, 0.28%, 1.53%로 나타나 본 실험과 비교시에는 매우 적은 함량이었다. 따라서 본 실험의 경우 무청 분말화 과정에서 수분이 감소하

면서 각 성분의 농축에 의해 증감 변화가 일어난 것으로 생각되지만 특히 열에 의해 변성을 일으키는 단백질의 함량 변화가 크게 나타났다. 이는 무청 내 단백질이 무청 분말 제조 방법에 따라 농축되고 분해되는 정도가 다르기 때문이라고 사료된다. 본 실험에서 사용한 무청분말의 비타민 C 함량은 54.32 mg%로 나타나 무청 건물량으로 비타민 C 함량을 분석했던 Ku KH 등(2006b)의 6.23 mg%보다는 매우 높은 값이었다. 이와 같은 결과도 무청 생것의 비타민 C 함량을 72.00 mg%라고 제시한 식품성분표(National Rural Science Institute RDA 2011)를 기준으로 살펴볼 때 분말화 과정 중 비타민 C가 파괴될 수 있는 것이 원인이라고 생각된다. 성분의 분석 결과에서 무청은 항산화작용을 가지는 비타민 C와 보수성이 높은 식이섬유소를 함유하고 있으므로 무청을 기능성 재료로 식품에 이용한다면 노화 예방에도 좋은 효과를 볼 수 있을 뿐만 아니라 고령화 사회에 진입한 우리나라 실정을 감안하여 노인을 위한 항산화 식품개발에 이용할 수 있을 것이라고 사료된다.

2. 설기떡의 수분함량

무청 분말 첨가량을 달리하여 제조한 설기떡의 수분함량 측정 결과는 Table 4와 같다. 제조 당일 control의 수분함량은 40.78%로 RL3의 41.45%, RL12의 41.04%와는 약간의 유의차를 보였고 RL6, RL9는 각각 42.13%, 42.07%로 높은 수준을 보였다. 저장기간 동안의 수분함량에서도 control이 가장 적게 나타났고 전반적으로 무청분말의 양이 증가할수록 설기떡의 수분함량도 증가하는 경향이었지만 RL12의 경우는 다른 무청분말 첨가 설기떡과 비교 시 유의적으로 감소함을 보였다. 이와 같은 결과는 설기떡 제조시 무청분말 9% 정도까지의 첨가는 완성된 설기떡 구조 내에서 수분결합력이 높은 무청분말의 식이섬유소가 가열시 겔화되어 보수력을 유지하면서 호화전분의 수분증발을 억제시키는 역할을 한다고 생각되지만 RL12의 경우는 무청분말의 양이 증가함에 따라 식이섬유소의 수분결합력이 상대적으로 다른 역할을 하기 때문인 것으로 사료된다. 즉 무청분말 내 식이섬유소의 양이 너무 많게 되면 가열 후 호화전분의 수분증발을 억제하여 수분을 보유하기 보다는 오히려 호화전분의 수분을 식이섬유소가 흡착해 오는 반대의 역할을 하기 때문에 설기떡 자체의 수분함량이 적어진다고 생각된다. 따라서 무청분말

Table 3. Proximate composition of rice flour and radish leaf powder

(unit : %)

	Moisture	Carbohydrate	Crude fiber	Crude protein	Crude fat	Crude ash
Rice flour	37.21±0.41 ¹⁾	58.35±0.03	0.31±0.01	3.22±0.01	0.51±0.02	0.40±0.08
Radish leaf powder	10.71±0.05	35.39±0.07	28.12±0.03	9.14±0.03	1.41±0.03	15.23±0.01

¹⁾ Each values are mean±SD (n=3).

Table 4. Moisture contents of *Seolgiddeok* added with radish leaf powder during storage at 20±1°C

Storage times (days)	Samples ¹⁾				
	Control	RL3	RL6	RL9	RL12
0	40.78±0.11 ^{2)c3)}	41.45±0.13 ^b	42.13±0.04 ^a	42.07±0.03 ^a	41.04±0.18 ^b
1	37.67±0.09 ^c	39.14±0.02 ^{ab}	39.61±0.52 ^a	39.02±0.02 ^{ab}	38.92±0.03 ^b
2	36.52±0.09 ^d	38.45±0.01 ^a	38.04±0.06 ^b	37.93±0.04 ^{bc}	37.87±0.02 ^c
3	34.73±0.05 ^d	36.31±0.02 ^a	36.34±0.07 ^a	36.01±0.04 ^b	35.13±0.10 ^c

¹⁾ See the legend of Table 1.

²⁾ Each values are mean±SD (n=3).

³⁾ In a row, means followed by the same superscript are not significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

첨가 설기떡의 수분함량은 무청분말 첨가량 정도에 따라, 즉 식이섬유소 겔의 흡착력 정도에 따라 증감의 변화가 있다고 판단된다. 설기떡의 촉촉하고 부드러운 조직감에 가장 영향을 미치는 인자 중의 하나가 수분이라 할 수 있는데 그런 의미에서 무청분말을 첨가하는 것은 바람직하다고 생각된다. 톳가루를 첨가할수록 수분함량이 증가하였다는 Lee YJ & Kim EH(2011)의 보고와는 유사한 경향이었고 파슬리 가루 첨가 수준을 증가시킬수록 설기떡의 수분함량이 감소하였다는 Lim JH & Park JH(2011)의 보고와 대잎분말을 첨가할수록 설기떡의 수분함량이 control에 비해 낮아진다고 보고한 Ahn GJ(2010)의 보고와는 대조적인 결과였다.

3. 설기떡의 색

제조된 설기떡의 색을 측정된 결과는 Table 5에 나타내었다. 명도를 나타내는 L값은 control이 가장 높은 값을 보였고 무청분말의 첨가량이 증가할수록 낮아졌고 모든 설기떡 간에는 유의적인 차이를 보였다. 이와 같은 결과는 모시풀잎 분말을 첨가할수록 설기떡의 명도값이 감소한다고 보고한 Park SS 등(2011)의 결과와 유사하였다. 적색도를 나타내는 a값은 control이 가장 낮은 값을 보였고 무청분말을 첨가할수록 증가함을 보여 두릅가루를 첨가할수록 a값이 증가하였다는 Kang YS 등(2009)의 보고와는 유사한 경향이었지만 파슬리가루를 첨가할수록 a값

이 감소하였다는 Lim JH & Park JH(2011)의 보고와는 상반됨을 보였다. 본 실험에서 a값이 증가한 원인은 무청에 함유된 카로티노이드 색소가 가열에 의해 설기떡의 표면으로 나타난 것이라고 사료된다. 황색도를 나타내는 b값도 control이 가장 낮은 값을 나타내었고 무청분말을 첨가할수록 증가하였다. 이와 같은 결과는 부추가루를 첨가할수록 설기떡의 황색도가 증가하는 이유가 부추가루의 클로로필이 가열에 의해 페오피틴으로 변하기 때문이라고 보고한 Bae YJ & Hong JS(2007)의 결과와 유사하였다. 전체적인 색도(ΔE)에서도 control이 가장 낮은 수치를 나타냈고 첨가량이 증가할수록 높은 값을 보여 전체적으로 색도가 짙어짐을 알 수 있었다. 이는 무청분말 자체의 고유색인 녹색이 원인인 것으로 생각된다.

4. 설기떡의 물성

무청 분말 첨가비율과 저장기간에 따른 설기떡의 물성 측정 결과는 Table 6과 같다. 경도(hardness)는 제조 직후 control과 비교시 무청분말을 첨가할수록 유의적으로 낮아짐을 보였다. 저장 기간 동안에도 모든 설기떡에서 경도가 증가하였지만 가장 큰 폭으로 증가한 control에 비해서는 유의적으로 낮은 경도를 나타내었다. 이와 같은 결과는 설기떡에 야콘 분말을 첨가할수록 경도는 낮아졌다고 보고한 Lee ES & Shim JY(2010)의 연구와는 유사하였지만 사과가루를 첨가한 설기떡의 경우 control이 가

Table 5. Hunter's color value of *Seolgiddeok* added with radish leaf powder

	Samples ¹⁾				
	Control	RL3	RL6	RL9	RL12
L	88.23±0.31 ^{2)a3)}	67.61±1.14 ^b	60.34±1.91 ^c	56.32±2.45 ^{cd}	51.23±2.34 ^d
a	-1.04±0.25 ^d	-0.56±0.04 ^c	-0.47±0.02 ^{bc}	-0.16±0.02 ^b	0.28±0.10 ^a
b	8.21±0.31 ^c	19.37±0.53 ^b	20.61±0.29 ^a	21.26±0.27 ^a	20.91±0.24 ^a
ΔE	11.28±0.31 ^e	34.81±1.85 ^d	41.80±1.75 ^c	45.72±2.32 ^b	50.24±2.21 ^a

¹⁾ See the legend of Table 1.

²⁾ Each values are mean±SD (n=3).

³⁾ In a row, means followed by the same superscript are not significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 6. Texture profile analysis of *Seolgidaeok* added with radish leaf powder during storage at 20±1°C

Texture parameters	Storage times (days)	Samples ¹⁾				
		Control	RL3	RL6	RL9	RL12
Hardness	0	2.667.74±35.82 ^{2)a3)}	2546.96±30.89 ^b	2455.23±13.83 ^c	2425.82±11.58 ^{cd}	2403.73±12.99 ^d
	1	5.669.70±41.57 ^a	5190.57±68.38 ^b	4849.63±133.87 ^c	4247.16±65.57 ^d	3582.76±30.03 ^e
	2	8.748.54±63.10 ^a	7305.29±17.48 ^b	6688.69±14.52 ^c	6118.39±26.12 ^d	5531.53±64.70 ^e
	3	10.763.86±43.68 ^a	8892.14±7.59 ^b	7509.95±18.78 ^c	7159.16±38.21 ^d	6254.62±14.20 ^e
Chewiness	0	956.60±3.03 ^a	907.33±3.24 ^c	937.96±1.91 ^b	810.67±1.35 ^d	727.97±1.14 ^e
	1	2971.93±2.27 ^a	2790.78±2.17 ^b	2038.25±0.88 ^c	966.96±1.19 ^d	912.96±0.16 ^e
	2	4981.69±0.34 ^a	3608.75±1.36 ^b	3593.35±0.91 ^c	1803.03±0.84 ^d	1625.70±1.36 ^e
	3	9815.31±0.52 ^a	6232.15±0.15 ^b	5329.50±0.64 ^c	1322.79±1.84 ^e	1335.91±0.80 ^d
Gumminess	0	784.43±2.77 ^a	787.85±16.18 ^a	899.53±17.97 ^a	719.18±1.07 ^b	584.62±3.40 ^c
	1	1695.36±0.98 ^a	1240.52±1.03 ^c	1340.23±1.50 ^b	815.55±1.61 ^d	819.46±21.40 ^d
	2	2038.84±1.53 ^a	1579.06±1.03 ^c	1772.89±2.24 ^b	1267.99±1.77 ^d	1274.92±8.20 ^d
	3	4607.33±11.62 ^a	2108.69±2.50 ^c	2472.12±3.60 ^b	1463.78±2.49 ^d	1393.75±84.82 ^d
Cohesiveness	0	0.71±0.01 ^a	0.69±0.01 ^b	0.68±0.01 ^b	0.59±0.02 ^c	0.59±0.01 ^c
	1	0.48±0.01 ^a	0.47±0.01 ^a	0.48±0.01 ^a	0.35±0.01 ^b	0.30±0.01 ^c
	2	0.22±0.02 ^{ab}	0.21±0.02 ^b	0.25±0.02 ^a	0.23±0.01 ^{ab}	0.23±0.01 ^{ab}
	3	0.18±0.01 ^b	0.18±0.01 ^b	0.23±0.03 ^a	0.14±0.01 ^c	0.12±0.01 ^c
Adhesiveness	0	-190.74±0.73 ^c	-96.77±0.49 ^c	-100.09±0.12 ^d	-90.57±0.39 ^b	-72.89±0.85 ^a
	1	-11.35±0.42 ^b	-9.91±0.09 ^a	-13.48±0.41 ^c	-12.89±0.13 ^c	-41.12±0.26 ^d
	2	-8.09±0.10 ^c	6.31±0.08 ^b	12.48±0.45 ^a	13.41±0.37 ^a	-9.09±0.84 ^c
	3	3.82±0.04 ^c	9.68±0.27 ^c	16.10±0.08 ^b	17.15±0.05 ^a	0.82±0.09 ^d
Springiness	0	0.83±0.01 ^b	0.87±0.01 ^a	0.81±0.01 ^b	0.76±0.01 ^c	0.73±0.01 ^d
	1	0.78±0.02 ^b	0.81±0.01 ^a	0.78±0.01 ^b	0.80±0.01 ^{ab}	0.69±0.01 ^c
	2	0.67±0.01 ^{cd}	0.79±0.01 ^a	0.71±0.01 ^{bc}	0.74±0.01 ^b	0.66±0.03 ^d
	3	0.41±0.01 ^d	0.57±0.01 ^a	0.54±0.01 ^b	0.52±0.01 ^b	0.47±0.01 ^c

¹⁾ See the legend of Table 1.

²⁾ Each values are mean±SD (n=3).

³⁾ In a row, means followed by the same superscript are not significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

장 낮고 첨가량이 많을수록 경도가 유의적으로 크게 증가하였다는 Lim JH(2011)의 연구와 모든 재료의 첨가량이 증가할수록 경도도 증가함을 보였다고 보고한 신선초 설기떡(Cha GH 등 2005)의 결과와는 상반되었다. 경도는 떡의 품질 평가에 가장 중요한 요소로 주로 수분의 함량과 관련이 있다고 알려져 있으며 또한 전분을 주로 하는 식품의 경도가 저장 중 증가되는 원인도 노화에 의하기 때문이다. 본 실험의 경우 설기떡의 수분함량 측정 결과에서도 무청분말 첨가 설기떡에 비해 control이 가장 낮은 수분함량을 나타내어 경도 결과와 유사한 변화를 보였다. 따라서 설기떡 제조시 무청분말을 첨가하면 노화 지연에 효과적일 것으로 사료된다.

씹힘성(chewiness)도 제조 직후 control이 가장 높음을 보였고 무청분말을 첨가할수록 유의적으로 낮아져서 조

직감을 부드럽게 제조하기 위해서는 무청분말 첨가가 효과적이라고 생각된다. 저장기간 동안의 씹힘성은 모든 설기떡에서 증가하였지만 저장 1일째부터 SL9와 SL12가 다른 설기떡과 비교시 상대적으로 매우 낮은 값을 보였다. 이는 SL9와 SL12가 연한 조직감을 가지기 때문에 씹힘성 수치가 낮은 것이 아니라 무청분말이 첨가될수록 당의 함량이 감소함으로 점착성이 낮아져 오히려 푸석거리는 질감으로 변화되기 때문에 기계적 수치가 낮게 나타났다고 추정된다. 따라서 설기떡 제조시 무청분말 첨가량은 3%가 가장 적절한 것으로 나타났고 6% 정도까지도 바람직한 것으로 사료된다. 본 실험은 파슬리 분말을 설기떡에 첨가할수록 씹힘성이 커지는 경향이었다고 보고한 Lim JH & Park JH(2011)의 보고와 느티떡에서 느티잎 가루의 첨가량이 많을수록 씹힘성이 증가하였다고 보고

한 Baek HN & Lee HG(2004)의 보고와는 다른 결과였다. 제조 직후 점착성(gumminess)은 control, RL3, RL6이 유사하였고 무청분말을 첨가할수록 낮아짐을 보였다. 이는 무청분말이 많아질수록 쌀가루 양의 감소로 결국 아밀로오스 함량이 감소하는 것이므로 호화된 전분의 양이 상대적으로 감소하여 점성이 저하되므로 점착성이 낮아진 것으로 판단된다. 저장하는 동안에는 모든 설기떡에서 점착성이 경시적으로 증가하였지만 무청분말이 증가할수록 점착성의 증가폭이 유의적으로 낮음을 보였다. 이는 무청분말 첨가량이 증가할수록 노화가 잘 일어나는 아밀로오스 대신에 섬유소와 같은 복합다당류가 상대적으로 많아지므로 보수성이 높아져 있기 때문에 점착성이 천천히 감소된 것이라고 사료된다. 쌀구씨가루를 첨가할수록 설기떡의 점착성이 감소를 보였다는 Choi WS 등(2011)의 결과와는 유사하였고 어린 보릿가루를 첨가할수록 설기떡의 점착성이 증가한다는 Park HY 등(2008)의 보고와는 상반된 결과였다. 응집성(cohesiveness)은 제조 직후 control이 무청분말 첨가 설기떡에 비해 유의적으로 약간 높은 값을 보였고 저장기간이 길어질수록 모든 설기떡에서 응집성은 감소하였지만 설기떡 간에 있어서는 뚜렷한 차이를 보이지는 않았다. 따라서 무청분말의 첨가량 증가가 설기떡의 응집성에는 크게 영향을 주지 않는 것으로 보여 설기떡 내부의 조직을 치밀하게 하고 결합력을 유지시키는 데는 효과가 미약한 것으로 생각된다. 모시풀잎 분말의 첨가량을 달리하여 설기떡을 제조한 Park SS 등(2011)의 연구에서도 응집성 관찰 결과 유의적인 차이를 보이지 않았다고 하여 본 실험의 결과와 유사함을 보였다. 부착성(adhesiveness)의 경우 제조 직후에는 모든 무청분말 첨가 설기떡이 control보다 유의적으로 높은 값을 보였고 무청분말 첨가량이 많을수록, 저장시간이 경과할수록 증가함을 나타내었다. 특히 저장 1일째에 급격한 증가폭을 나타냈는데 이는 경도와 씹힘성 및 점착성의 결과 변화와 동일한 경향이었다. 설기떡의 부착성이 증가하는 의미는 설기떡이 전체적으로 점성이 높아져서 쫄깃거

리면서도 부드러워지는 것이 아니라 노화가 시작되어 설기떡 내부쪽에 있던 수분이 증발되면서 외부쪽으로 옮겨가므로 설기떡 내부는 푸석푸석해지면서도 설기떡 표면은 끈적끈적해지기 때문이라고 생각된다. 이는 설기떡에 모시대 분말을 첨가할수록 부착성도 증가하였다는 Jung JS 등(2010)의 보고와 백복령 가루의 첨가량이 증가할수록 부착성이 증가하였다는 보고(Jang MS 등 2005)와는 유사하였지만 청국장 분말 첨가 설기떡에서 분말 첨가량이 증가할수록 부착성이 감소하였다는 Park KS 등(2010)의 결과와는 상반됨을 보였다. 탄성(springiness)은 제조 직후 RL3가 가장 높은 값을 보여 부드럽고 촉촉한 조직감을 가진다고 생각되었고 저장하는 동안 탄성의 변화는 모든 설기떡에서 지속적으로 감소함을 보여 저장할수록 푸석푸석한 질감으로 변화된다고 생각된다. 이는 설기떡에 황기 분말을 첨가할수록 낮은 탄성을 보였다는 Lee SH & Cho SH(2013)의 연구와는 유사하였고 노루궁뎅이버섯 분말을 첨가한 설기떡의 탄성이 저장기간 동안 증가하였다는 Lee MY & Yoon SJ(2004)의 보고와는 반대의 결과였다.

5. 호화특성

아밀로그래프에 의한 호화 특성은 Table 7과 같다. 호화개시온도(initial pasting temperature)는 control과 RL3가 68.58°C, 68.56°C로 나타났고 무청분말 첨가량이 많을수록 온도가 높아졌다. 호화개시온도는 아밀로오스 함량 및 무정형 부분에서의 분자간 회합 정도 등이 영향을 미치며 전분입자의 내부 구조가 치밀할수록 가열시 느리게 팽윤되어 높은 호화 온도를 갖는다고(Jeon ER 등 2000) 알려져 있다. 따라서 무청분말을 첨가함으로써 호화개시온도가 높아진 것은 쌀 전분의 아밀로오스 농도가 희석되었기 때문이라고 생각된다. 전분입자의 팽윤 정도와 팽윤된 전분입자의 열이나 전단에 대한 저항 정도를 나타내는 최고점도(peak viscosity)는 control이 370.38 B.U.인

Table 7. Gelatinization properties of *Seolgiddeok* added with radish leaf powder

	Samples ¹⁾				
	Control	RL3	RL6	RL9	RL12
Initial pasting temperature (°C)	68.58±0.87 ^d	68.56±0.12 ^d	70.80±0.53 ^c	71.28±0.04 ^b	73.59±0.14 ^a
Peak viscosity (B.U.)	370.38±0.31 ^a	330.50±0.05 ^b	290.88±0.06 ^d	310.50±0.01 ^c	290.96±0.24 ^d
Hot paste viscosity (B.U.)	170.25±0.12 ^a	150.38±0.64 ^b	130.80±0.05 ^c	120.25±0.24 ^c	120.30±0.71 ^c
Breakdown (B.U.)	210.42±0.13 ^a	180.59±0.12 ^b	170.80±0.53 ^{bc}	150.88±0.06 ^c	140.50±0.05 ^c
Cold paste viscosity (B.U.)	310.12±0.42 ^a	270.83±0.08 ^{bc}	280.77±0.62 ^b	250.20±0.62 ^c	240.69±0.71 ^c
Setback (B.U.)	-50.38±1.12 ^a	-70.31±0.77 ^b	-70.38±0.51 ^b	-60.15±0.63 ^{ab}	-60.50±0.76 ^{ab}

¹⁾ See the legend of Table 1.

²⁾ Each values are mean±SD (n=3).

³⁾ In a row, means followed by the same superscript are not significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

반면 RL3가 330.50 B.U.로 모든 무청분말 첨가 설기떡이 유의적으로 낮은 점도를 보였다. 호화액의 안정성과 깨짐성을 표현하는 95°C에서 15분간 가열한 다음의 점도 변화(hot paste viscosity)는 RL3가 150.38 B.U.로 control의 170.25 B.U.에 비해 낮은 점도를 보였고 무청분말 첨가수준에 의해서는 유의차가 나타나지 않았다. 전분입자의 깨어지는 정도를 나타내어 호화액의 안정성을 표현하는 breakdown은 control이 210.42 B.U.인데 비해 RL3가 180.59 B.U.로 감소를 보이면서 나머지 모든 설기떡도 낮은 점도를 보여 무청분말 첨가는 호화시에는 호화액의 안정성을 저해하는 역할을 한다고 생각된다. 50°C에서의 냉각점도(cold paste viscosity)는 노화경향을 반영하며 호화액의 냉각시 아밀로오스 분자들이 분자간의 보다 많은 소수결합을 통해 회합체를 이룸으로써 점도가 증가하게 되는 것을 말한다. RL3와 RL6이 낮은 점도를 보인 반면 control은 310.12 B.U.로 높은 점도를 나타내므로 무청분말을 첨가하면 노화시작을 지연시키는데 효과가 있음을 확인할 수 있었다. 노화정도를 표현하는 점도의 변화로서 수치가 증가할수록 노화가 더 많이 진행되었다고 표현하는 setback의 경우는 RL3와 RL6이 -70.31 B.U.와 -70.38 B.U.로 나타나 -50.38 B.U.의 값을 나타낸 control보다 노화정도가 덜 진행되었다고 생각되어 무청분말의 첨가는 노화지연에 효과적일 것이라고 추정된다. 따라서 설기떡 제조시 첨가한 무청분말의 역할은 아밀로오스 함량을 감소시켜 호화도 지연되게 하지만 반대로 증가된 식이섬유가 물과 흡착하여 팽윤하므로 전분이 호화된 후 정상적인 전분 분자의 재배열을 하는 과정에서 식이섬유가 전분 입자들 사이에 끼어들어 회합을 방해하거나 아밀로오스 및 아밀로펙틴의 일부와 결합해서 전분 분자 간의 수소결합을 방해하기 때문에 전분의 노화도 지연시킨다고 사료된다.

6. 설기떡의 관능 결과

쌀가루에 무청분말을 첨가하여 설기떡을 제조한 후 관

능검사를 실시한 결과는 Table 8과 같다. 색(color)은 RL3가 5.60으로 가장 좋게 평가되었고 RL6과 control은 각각 4.20, 4.00으로 유의적인 차이를 보이지 않았으며 RL9과 RL12는 기호성이 낮아지는 경향을 나타내었다. 향미(flavor)도 control보다 RL3와 RL6이 유의적으로 좋게 평가되었지만 B-9과 B-12의 경우 오히려 향미에 대한 기호도가 낮아지는 것을 알 수 있었다. 이는 설기떡에 클로렐라를 첨가시키면 색을 좋게 하지만 향미에 대한 기호도를 떨어뜨리기 때문에 1% 이상을 첨가할 수 없다고 보고한 Park MK 등(2002)의 보고와 연잎가루 첨가량이 많을수록 설기떡의 향미 평가가 높게 나타났다고 보고한 Yoon SJ(2007)의 결과와는 다른 경향이었다. 설기떡의 부드러움(softness)은 입에서 느껴지는 설기떡의 질감이 연하고 촉촉할수록 높은 점수를 주도록 하였는데 RL3와 RL6이 control에 비해 유의적으로 높은 점수를 얻었다. 선호도가 높을수록 높은 점수를 준 씹힘성(chewiness)도 control과 비교시 RL3와 RL6이 높은 점수를 얻어 부드러우면서도 약간의 쫄깃거림이 나타내는 것으로 판단되었고 RL9도 control과 유사한 점수를 얻어 일반적인 설기떡의 질감과 유사하다고 생각된다. 무청분말 첨가 설기떡에 대한 전반적인 기호도(overall acceptability)는 녹색이 진하지 않고 향을 적당히 나타내는 RL3, RL6이 가장 바람직하다고 평가되었다. 관능결과 적당한 응집성을 가지면서도 조직감이 부드럽고 촉촉한 설기떡을 제조하고자 할 때는 무청분말은 6%까지도 첨가가 가능할 것으로 사료된다.

IV. 결론

무청분말을 각각 0%, 3%, 6%, 9%, 12%의 비율로 첨가한 설기떡을 제조하여 첨가량에 따른 수분함량, 색, 기계적 물성, 호화특성을 측정하고 관능검사를 실시하여 품질 특성의 변화를 살펴보았다. 설기떡의 수분함량은 무청분말을 첨가할수록 증가하는 경향이었고 저장할수록 감

Table 8. Sensory characteristics of *Seolgiddeok* added with radish leaf powder

Items	Samples ¹⁾				
	Control	RL3	RL6	RL9	RL12
Color	4.00±1.05 ^{2) b3)}	5.60±0.51 ^a	4.20±1.03 ^b	2.00±0.94 ^c	1.90±0.73 ^c
Flavor	4.00±1.24 ^b	5.20±0.78 ^a	4.30±1.15 ^{ab}	2.20±1.03 ^c	1.80±0.88 ^c
Softness	3.80±0.63 ^b	5.30±1.08 ^a	5.20±0.91 ^a	4.20±1.23 ^b	2.20±0.78 ^c
Chewiness	4.00±1.24 ^b	5.40±0.99 ^a	4.90±0.94 ^a	4.10±1.19 ^b	2.10±0.78 ^c
Overall acceptability	4.70±1.16 ^{ab}	5.40±0.69 ^a	5.10±0.94 ^a	3.30±1.04 ^b	1.60±0.70 ^c

¹⁾ See the legend of Table 1.

²⁾ Each values are mean±SD (n=3).

³⁾ In a row, means followed by the same superscript are not significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

소함을 보였는데 control이 무청분말 설기떡에 비해 감소 폭이 크게 나타났다. 설기떡의 색도 측정 결과는 무청분말 첨가량이 많아질수록 명도(L값)는 낮아지고 적색도(a값)와 황색도(b값)은 증가하여 전체적인 색은 짙어졌다. 기계적 물성 측정 결과에서는 무청분말 첨가량이 증가할수록 경도, 씹힘성, 점착성 및 부착성이 감소하였고 저장 전 기간을 통해 control보다 낮은 수치를 보여 무청분말 첨가가 설기떡의 노화를 지연시킬 수 있다고 생각된다. 아밀로그래프에 의한 호화특성에서 무청분말 첨가 설기떡과 control은 거의 유사한 결과를 보였는데 호화액의 안정성을 나타내는 breakdown에서도 control이 모든 설기떡보다 높게 나타났고, 노화도를 설명해 주는 점도를 나타내는 setback에서도 control이 다른 설기떡에 비해 높은 수치를 보여 무청분말의 첨가로 노화지연의 결과를 확인할 수 있었다. 설기떡의 색, 향, 부드러움, 씹힘성 등의 전반적인 품질에 대한 관능검사 결과는 무청분말 3% 첨가 설기떡이 control에 비해 대체로 기호도가 높았다. 이상의 결과로 볼때 설기떡 제조시 첨가하는 무청분말의 양은 3%까지가 가장 적절하다고 판단되었고 건강을 고려할 때는 6% 정도까지도 가능할 것으로 보여 설기떡의 맛과 기능성을 향상시키는데 도움을 줄 것이라고 사료된다.

References

- Ahn GJ. 2010. Quality characteristics of *sulgidduk* added by different amount of bamboo leaf flour. Korean J Culinary Res 16(1):104-111
- AOAC. 2000. Official methods of analysis. 18th ed. Association of official analytical chemists. Washington DC, USA. pp 777-784
- Bae YJ, Hong JS. 2007. The quality characteristics of *sulgidduk* added with *buchu* powder during storage. J East Asian Soc Dietary Life 17(6):827-833
- Baek HN, Lee HG. 2004. Sensory and texture properties of *neuti-dduk* by different ratio of ingredient. Korean J Food Cook Sci 20(1):49-56
- Cha GH, Lee EM, Lee HG. 2005. Sensory and mechanical characteristics of *shinsunchosulgi* by different ratio of ingredient. Korean J Food Cook Sci 21(4):422-432
- Cho EJ, Yang MO, Hwang CH, Kim WJ, Kim MJ, Lee MK. 2006. Quality characteristics of *sulgidduk* added with *Rubus coreanum* Miquel during storage. J East Asian Soc Dietary Life 16(4):458-467
- Choi WS, Choi MK, Chae KY. 2011. Quality characteristics of *sulgidduk* by the addition of apricot seed powder. Korean J Food Cook Sci 27(6):653-659
- Chung DH, Kim SH, Myung N, Cho KJ, Chang MJ. 2012. The antihypertensive effect of ethylacetate extract of radish leaves in spontaneously hypertensive rats. Nutr Res Pract 6(2):308-314
- Gwon SY, Moon BK. 2009. The quality characteristics of *sulgidduk* prepared with green tea or rosemary powder. Korean J Food Cook Sci 25(2):150-159
- Han JS, Kim JS, Kim MS, Choi YH. 1999. Changes on mineral contents of vegetable by various cooking methods. Korean J Soc Food Sci 15(3):382-387
- Jang HS, Ahn JM, Ku KH, Rhee SJ, Kang SK, Choi JH. 2008. Effect of radish leaves powder on the gastrointestinal function and fecal triglyceride and sterol excretion in rats feed a hypercholesterolemic diet. J Korean Soc Food Sci Nutr 37(4):1258-1263
- Jang MS, Kim BW, Yoon SJ. 2005. Effects of addition *baekbokryung* (white *Poria cocos* Wolf) powder on the quality characteristics of *sulgidduk*. Korean J Food Cook Sci 21(6):895-907
- Jeon ER, Jung LH, Kim KA. 2000. Gelatinization properties of starch during steeping condition of potato. Korean J Soc Food Sci 16(3):431-436
- Jung JS, Shin SM, Kim AJ. 2010. Quality characteristics of *sulgidduk* with *Adenophora remotiflora* powder. Korean J Food Nutr 23(2):147-153
- Kang YS, Cho TO, Hong JS. 2009. Quality characteristics of *sulgidduk* containing added *Aralia elata* leaf powder. Korean J Food Cook Sci 25(5):593-599
- Kim KO, Kim SS, Sung NK, Lee YC. 1997. Methods & application of sensory evaluation. Sinkwang Press, Seoul, Korea. pp 131-135
- Kim SG, Lee SJ. 1998. Amylograph pasting properties of flour and starch of Korean rices differing in maturity. Agric Chem Biotechnol 41(3):421-425
- Kim WK, Kim JH, Jeong DH, Chun YH, Kim SH, Cho KJ, Chang MJ. 2011. Radish (*Raphanus sativus* L. leaf) ethanol extract inhibits protein and mRNA expression of ErbB (2) and ErbB (3) in MDA-MB-231 human breast cancer cells. Nutr Res Pract 5(3):288-293
- Ku KH, Lee KA, Kim YE. 2008. Physiological activity of extracts from radish (*Raphanus sativus* L.) leaves. J Korean Soc Food Sci Nutr 37(2):390-395
- Ku KH, Lee KA, Kim YL, Lee MG. 2006a. Effects of pre-treatment method on the surface microbes of radish (*Raphanus sativus* L.) leaves. J Korean Soc Food Sci Nutr 35(6):649-654
- Ku KH, Lee KA, Kim YL, Lee YW. 2006b. Quality characteristics of hot-air dried radish (*Raphanus sativus* L.) leaves. J Korean Soc Food Sci Nutr 35(6):780-785
- Lee ES, Shim JY. 2010. Quality characteristics of *sulgidduk* with yacon powder. Korean J Food Cook Sci 26(5):545-551
- Lee KH, Park HC, Her ES. 1998. Statistics and data analysis method. Hyoil Press, Seoul, Korea. pp 253-296
- Lee MY, Yoon SJ. 2004. Quality characteristics of *sulgidduk* added with concentrations of *Hericium erinaceus* powder.

- Korean J Food Cook Sci 20(6):575-580
- Lee SH, Cho SH. 2013. Quality characteristics of *sulgidduk* added with *Astragalus membranaceus* powder. Korean J Food Cook Sci 29(3):233-239
- Lee SO, Lee HJ, Yu MH, Im HG. 2005. Total polyphenol contents and antioxidant activities of methanol extracts from vegetable produced in Ullung Island. Korean J Food Sci Technol 37(2):233-240
- Lee YJ, Kim EH. 2011. Quality characteristics of *sulgidduk* added with *Hizikia fusiformis* powder. Korean J Food Cook Sci 27(6):723-733
- Lee YS, Kwon KJ, Kim MS, Sohn HY. 2013. Antimicrobial, antioxidant and anticoagulation activities of Korean radish (*Raphanus sativus* L.) leaves. Korean J Microbiol Biotechnol 41(2):228-235
- Lim JH. 2011. Quality characteristics of *sulgidduk* prepared with apple powder. Korean J Food Cook Sci 27(2):111-123
- Lim JH, Park JH. 2011. The quality characteristics of *sulgidduk* prepared with parsley powder. Korean J Food Cook Sci 27(1):101-111
- Ministry of Food and Drug Safety. 2010. Korean food standards codex. Moonyoung, Seoul, Korea. pp 375-377
- National Rural Science Institute RDA. 2011. Standard food composition table. Kyomunsa Press, Seoul, Korea. pp 100-103
- Park HY, Kim BW, Jang MS. 2008. The effects of added barley (*Hordeum vulgare* L.) sprout powder on the quality and preservation of *sulgidduk*. Korean J Food Cook Sci 24(4):487-493
- Park KS, Jang JO, Yoon HK, Kim HR. 2010. The quality characteristics of *sulgidduk* added with *cheongkukjang* powder. Korean J Culinary Res 16(3):250-258
- Park MK, Lee JM, Park CH, In MJ. 2002. Quality characteristics of *sulgidduk* containing chlorella powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 31(2):225-229
- Park SS, Kim SI, Sim KH. 2011. The quality characteristics and antioxidative activity of *sulgidduk* supplemented with ramie leaf powder. Korean J Food Cook Sci 27(6):763-772
- Prosky L, Asp NG, Schweizer TF, Devries JW, Furda I. 1988. Determination of insoluble, soluble and total dietary fiber in foods and products interlaboratory study. J AOAC 71(3):1017-1023
- Rhee SJ, Ahn JM, Ku KH, Choi JH. 2005. Effect of radish leaves powder on hepatic antioxidative system in rats fed high-cholesterol diet. J Korean Soc Food Sci Nutr 34(4):1157-1163
- Shin SM, Jung JS, Han MR, Kim AJ, Kim YH. 2009. Quality characteristics of *sulgidduk* containing added red ginseng powder. Korean J Food Cook Sci 25(5):586-592
- Tatsuzawa F, Toki K, Saito N, Shinoda K, Shigihara A, Honda T. 2008. Anthocyanin occurrence in the root peels, petioles and flowers of red radish (*Raphanus sativus* L.). Dyes Pigm 79(1):83-88
- Yoon SJ. 2007. Quality characteristics of *sulgiddeok* added with lotus leaf powder. Korean J Food Cook Sci 23(3):433-44

Received on May4, 2015/ Revised on May17, 2015/ Accepted on Jun2, 2015