



저작자표시-비영리-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원 저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)



# 감사의 글

이 논문이 완성되기까지 아낌없는 지도와 관심을 보여 주신 모든 분들께 먼저 감사의 인사를 드립니다.

이 논문의 내용을 끊임없이 지도해주시고 완성되기까지 늘 격려를 해주신 이명호 지도교수님께 감사드립니다.

그리고 포근하시고 인자하신 심사위원장으로서 논문을 수정해주신 홍용식 대학원장님 심사위원으로서 많은 조언을 주신 우성근 교수님께 감사드립니다.

또한 허진 주임교수님의 따뜻한 사랑과 최웅 교수님의 조언과 격려에 깊은 감사를 드립니다.

그리고 같이 학업을 끝마치는 대학원 동기들과 학업을 마칠 수 있게 도와준 김현석 대표를 비롯하여 장형심, 박장미, 백용하, 이형재, 정화수, 김혁, 동기분들께 감사드리며 늘 따뜻한 격려와 조언을 아끼지 않으신 고재석 교수님, 오병호 이사장, 변종범교수님께 감사의 마음을 전합니다.

마지막으로 공부하는 아들을 묵묵히 지켜봐 주신 어머님의 은덕에 감사드며, 이제까지 학업을 할 수 있도록 늘 곁에서 응원해준 아내 박봉숙, 아들 송정우, 딸 송지현, 그리고 많은 도움을 주신 큰형님 송성석, 매형 전용기, 누님 송효순, 모든 형제, 자매에게 감사를 드립니다.

2013년 02월

송 칠 석 드림

석사학위논문

고구마 분말을 첨가한 룰빵의  
품질특성 및 혈당조절효과

2013년

한성대학교 경영대학원

호텔관광외식경영학과

외식경영전공

송 칠 석

석사학위논문  
지도교수 이명호

고구마 분말을 첨가한 롤빵의  
품질특성 및 혈당조절효과

Characteristics of Dinner Roll Added With Lyophilized  
Sweet Potato and its Functional Property

2012년 12월 일

한성대학교 경영대학원  
호텔관광외식경영학과  
외식경영전공  
송 칠 석

석사학위논문  
지도교수 이명호

고구마 분말을 첨가한 롤빵의  
품질특성 및 혈당조절효과

Characteristics of Dinner Roll Added With Lyophilized  
Sweet Potato and its Functional Property

위 논문을 경영학 석사학위 논문으로 제출함

2012년 12월 일

한성대학교 경영대학원  
호텔관광외식경영학과  
외식경영전공  
송 칠 석

송칠석의 경영학 석사학위논문을 인준함

2012년 12월 일

심사위원장 \_\_\_\_\_ 인

심사위원 \_\_\_\_\_ 인

심사위원 \_\_\_\_\_ 인

# 국 문 초 록

## 고구마 분말을 첨가한 룰빵의 품질특성 및 혈당조절효과

한성대학교 경영대학원  
호텔관광외식경영학과  
외식경영전공  
송 칠 석

본 연구에서는 소비자의 수요 및 소비가 증가하고 있는 빵을 제조하는데 고구마를 사용함으로써 저장성이 약한 고구마의 활용도를 증가시키고, 고구마의 주요 기능성은 항암작용, 항산화작용, 변비해소, 혈압강하, 출혈방지, 폴다공증 예방, 간보호기능, 건강기능성이 강화된 빵 (dinner roll)을 개발하고자 본 연구를 수행하였다.

SPP를 첨가하여 제조한 빵 반죽의 pH를 측정한 결과 대조 구는 pH  $5.20 \pm 0.18$ 를 나타내었고, SPP 처리구의 pH는 대조구와 실험적인 차이만을 보였다.

대조구의 반죽 밀도는 약 1.1 g/mL이었고, SPP-1은 대조구보다 약간 더 높은 밀도를 나타내었으나 유의적인 차이는 없었다. 반면에 SPP-2는 대조구/ SPP-1 보다 유의적으로 높은 밀도를 나타내었다.

발효팽창력은 대조구가 6.5%, SPP-1이 5.5%, SPP-2가 4.9%이었고. 발효 말기 (30-40분)는 대조구의 분당 발효팽창력은 0.7%로 감소하였다. 그러나 SPP 처리구의 분당 발효팽창력은 대조구보다 약 2-3배 정도 높은 1.3%와 2.0%의 발효팽창력을 보였다.

대조구의 굽기손실율은  $10.92 \pm 0.36$ 으로 가장 높았고, SPP 첨가량이 증가

할수록 굽기손실율이 감소하였다. 굽기손실율과 SPP 첨가농도와의 상관관계를 분석한 결과, Pearson's correlation coefficient는 - 0.896 ( $p = 0.01$ ) 이었다.

Crust의 명도 L(lightness)는 대조구보다 SPP 첨가구가 유의적으로 낮았고 적색도 a(redness)는 대조구보다 SPP 첨가구가 유의적으로 높았고 황색도 b(yellowness)는 대조구보다 SPP 첨가구가 유의적으로 낮았다.

hardness 경우 Cohesiveness 및 반죽의 밀도 사이에 강한 정의 상관관계를 나타냈고 발효팽창력 및 굽기손실율과는 강한 음의 상관관계를 보였다.

관능특성 항목 간의 상관관계를 보면 빵의, overall acceptability는 질감과 강한 정의 상관관계를 나타내어, 질감이 좋은 평가를 받을수록 빵의 overall acceptability도 상승하는 것으로 나타났다.

SPP 첨가량, beta-carotene 및 혈당 간의 상관관계는 SPP와 plasma glucose 농도 사이에는 부의 상관관계를 보였으나 유의적이지 않았다.

본 연구의 결과, SPP 첨가에 의해 건강기능성이 향상된 dinner roll을 제조할 수 있는 것으로 나타났다. 그러나 건강기능성이 향상된 SPP 첨가 빵 (SPP-2)은 대조구에 비하여 식품학적 품질이 낮았다. 이러한 단점을 해결한다면 SPP를 첨가한 건강기능성 dinner roll의 생산이 가능할 것으로 사료되었다. 따라서 SPP를 첨가하여도 대조구에 비하여 식품학적 품질이 낮아지지 않도록 하는 방법에 대한 후속연구가 필요할 것으로 사료되었다.

**【주요어】** 고구마분말, 항산화작용, 인슐린, 당뇨병, beta-carotene, Streptozotocin,

# 목 차

제 1 장 서 론 .....	1
제 2 장 이론적 배경 .....	4
제 1 절 고구마 ( <i>Ipomoea batatas</i> ) .....	4
제 2 절 혈당조절을 위한 식품 .....	6
제 3 절 빵 (Bread) .....	8
제 4 절 물성분석 (Texture Profile Analysis, TPA) .....	9
제 3 장 실험의 재료 및 방법 .....	13
제 1 절 실험재료 .....	13
제 2 절 실험방법 .....	13
1. 제빵 조건 .....	13
2. 반죽의 pH .....	14
3. 반죽의 밀도 .....	14
4. 반죽의 발효팽창력 .....	14
5. 굽기손실율 .....	14
6. 롤빵의 비용적 .....	15
7. 색도 .....	15
8. 롤빵의 물성 .....	15
9. 관능검사 .....	15
10. 실험동물 .....	16
11. 당뇨유도 .....	16
12. 시료준비 및 혈당측정 .....	16

13. Beta-carotene 함량	17
14. 통계분석	17
제 4 장 실험결과 및 고찰	21
제 1 절 SPP 첨가 dinner roll 반죽의 물리화학적 특성	21
1. 롤빵 반죽의 pH	21
2. 롤빵 반죽의 밀도	21
3. 발효팽창력	22
4. 굽기손실율	23
제 2 절 SPP를 첨가한 dinner roll의 품질 특성	28
1. 롤빵의 비용적	28
2. 롤빵의 색도	28
3. 롤빵의 물성	29
4. 관능검사	30
제 3 절 SPP를 첨가한 dinner roll의 섭취가 혈당 변화에 미치는 효과	57
1. Streptozotocin으로 유도한 당뇨 쥐의 혈당측정	57
2. SPP를 첨가한 dinner roll의 beta-carotene 함량	57
3. SPP 첨가량, beta-carotene 및 혈당 간의 상관관계	57
제 5 장 결 론	63
【참고문헌】	66
【ABSTRACT】	72

## 【 표 목 차 】

Table 1. Functional properties of sweet potato components.....	11
Table 2. Formulas for dinner roll added with lyophilized sweet potato powder (SPP).....	18
Table 3. Operating condition for texture profile analysis.....	19
Table 4. Composition of experimental diet.....	20
Table 5. <i>Pearson's</i> correlation coefficients between the SPP and the crust chromaticity .....	39
Table 6. Correlation coefficient between SPP and the crumb chromaticity.....	44
Table 7. Correlation coefficient between SPP and texture characteristics.....	47
Table 8. <i>Pearson's</i> correlation coefficient of the texture characteristics.....	48
Table 9. Correlation coefficient between SPP and sensory characteristics.....	55
Table 10. <i>Pearson's</i> correlation coefficient of the sensory characteristics.....	56
Table 11. <i>Pearson's</i> correlation coefficients between plasma glucose concentration and SPP and/or beta-carotene contents.....	62

## 【 그 립 목 차 】

Fig. 1. Typical curve of texture profile analysis.....	12
Fig. 2. pH of dinner roll dough added with SPP (lyophilized sweet potato powder).....	24
Fig. 3. Density of dinner roll dough added with SPP (lyophilized sweet potato powder).....	25
Fig. 4. Expansion rate of dinner roll dough added with SPP (lyophilized sweet potato powder).....	26
Fig. 5. Baking loss rate of dinner roll added with SPP (lyophilized sweet potato powder).....	27
Fig. 6 Specific volume of dinner roll added with SPP (lyophilized sweet potato powder).....	33
Fig. 7. Lightness ( $L$ value) of dinner roll crust added with SPP (lyophilized sweet potato powder).....	34
Fig. 8. Redness ( $a$ value) of dinner roll crust added with SPP (lyophilized sweet potato powder).....	35
Fig. 9. yellowness ( $b$ value) of dinner roll crust added with SPP (lyophilized sweet potato powder).....	36
Fig. 10. Chroma of dinner roll crust added with SPP (lyophilized sweet potato powder).....	37
Fig. 11. Hue angle of dinner roll crust added with SPP (lyophilized sweet potato powder).....	38
Fig. 12. Lightness ( $L$ value) of dinner roll crumb added with SPP (lyophilized sweet potato powder).....	39
Fig. 13. Redness ( $a$ value) of dinner roll crumb added with SPP (lyophilized sweet potato powder).....	40
Fig. 14. yellowness ( $b$ value) of dinner roll crumb added with SPP (lyophilized sweet potato powder).....	41

Fig. 15. Chroma of dinner roll crumb added with SPP (lyophilized sweet potato powder).....	42
Fig. 16. Hue angle of dinner roll crumb added with SPP (lyophilized sweet potato powder).....	43
Fig. 17. Hardness of dinner roll added with SPP (lyophilized sweet potato powder).....	44
Fig. 18. Springiness of dinner roll added with SPP (lyophilized sweet potato powder).....	45
Fig. 19. Cohesiveness of dinner roll added with SPP (lyophilized sweet potato powder).....	46
Fig. 20. Chewiness of dinner roll added with SPP (lyophilized sweet potato powder).....	47
Fig. 21. The sensory value of the appearance of dinner roll added with SPP (lyophilized sweet potato powder) in sensory analysis.....	49
Fig. 22. The sensory value of the flavor of dinner roll added with SPP (lyophilized sweet potato powder) in sensory analysis.....	50
Fig. 23. The sensory value of the color of dinner roll added with SPP (lyophilized sweet potato powder) in sensory analysis.....	51
Fig. 24. The sensory value of the texture of dinner roll added with SPP (lyophilized sweet potato powder) in sensory analysis.....	52
Fig. 25. The sensory value of the taste of dinner roll added with SPP (lyophilized sweet potato powder) in sensory analysis .....	53

Fig. 26. The sensory value of the overall acceptability of dinner roll added with SPP (lyophilized sweet potato powder) in sensory analysis.....	54
Fig. 27. Effect of dinner roll added with SPP (lyophilized sweet potato powder) on the plasma glucose concentration of streptozotocin induced diabetic rats.....	60
Fig. 28. Beta-carotene concentration in the dinner roll added with SPP (lyophilized sweet potato powder). ....	61



# 제 1 장 서론

당뇨병 (Diabetes mellitus, DM)은 인슐린의 분비량 감소나 작용기전에 이상이 생겨 혈당이 정상수준 이상으로 증가하며, 이로 인하여 여러 가지 합병증을 야기하는 만성대사질환<sup>1)</sup>,으로, 인슐린 의존형인 제 1 형 당뇨병 (Type I; T1DM)과 인슐린 비의존형인 제 2 형 당뇨병 (Type II; T2DM)으로 분류된다. 식이 섭취 후 혈당을 유지시키기 위해  $\alpha$ -amylase inhibitor,  $\alpha$ -glucosidase inhibitor와 같은 당류 분해 효소의 활성을 억제시키는 약물을 당뇨병의 예방 및 치료에 이용해왔다<sup>2)</sup>, 그러나 이러한 약제는 장기간 복용시 복부팽만감, 구토, 설사를 유발하는 부작용이 있어 사용이 제한될 수도 있다<sup>3)</sup>. 이러한 부작용이 적고 혈당 강하 효과가 있는 천연물에 대한 연구가 활발히 진행 중이다.<sup>4)</sup>

빵은 밀가루와 효모, 소금, 버터, 물 등을 반죽하여 발효한 후 구운 것으로 조직이 부드럽고 단맛이 강하지 않아 주식대용으로 이용되며<sup>5)</sup>, 서구화된 식생활과 맞벌이 부부 및 독신 인구 증가 등의 사회구조적 변화에 따라 빵에 대한 수요가 점점 증가하고 있다<sup>6)</sup>. 이와 더불어 소비자의 건강 지향적 욕구가 증가하면서 생리활성 기능을 가진 빵의 소비와 생산이

- 1) I.R. Young, & Stout, R.W. "Effect of insulin and glucose on the cells of the arterial wall: Interaction of insulin with dibutyryl cyclic AMP and low density lipoprotein in arterial cells", *Diabetes Met* 13, 1987, pp.301-330.
- 2) R.A. DeFronzo, "The effect of insulin on renal sodium metabolism", *Diabetologia* 21, 1981, pp.165-171.
- 3) M. Hanfeld, "The role fo acarbose in the treatment of noninsulin-dependent diabetes mellitus", *J. Diabetes Compl* 12, 1998, pp.228-237.
- 4) 최수민, 김중학, 정지상, 김화영, 장혜은, 황성주, 홍성길, 「구아바 잎 열수추출물의 당류분해효소 저해 효과 및 OGTT에 미치는 효과」, 『한국약용작물학회지』 20, 한국약용작물학회, 2012, pp.94-100.
- 5) X.u. ML, Wang, L, GF, X.u. Wang, M.H., "Antidiabetes and angiotensin converting enzyme inhibitory activity of Sonchus asper (L) hill extract", *Korean J. Pharmacogn* 42, 2011, pp.61-67.
- 6) 김민지, 김꽃봉우리, 이청조, 곽지희, 김동현, 선우찬, 정슬아, 강주연, 김현지, 최정수, 최호덕, 안동현, 「비틀대 모자반 추출물이 모닝빵의 저장성 및 품질에 미치는 영향」, 『한국식품과학회지』 43, 한국식품과학회, 2011, pp.723-728.
- 6) 김현옥, 「베이커리산업의 현황과 전망」, 『한국식품학회지』 36, 한국식품학회, 2003, pp.3-12.

증가하고 있다. 국내 베이커리 업계의 건강빵에 대한 유형은 크게 2 가지로 분류된다. 비만 등의 성인병 예방 차원에서 지방이나 당분, 염분 등의 성분을 줄인 빨셈 방식의 제품과 몸에 좋은 기능성 식품원료를 첨가한 덧셈방식 제품 또는 유기농 식재료를 사용하여 안전성을 강조하는 친환경제품을 들 수 있다 7). 이러한 건강빵 제품들은 맛있하고 거친 맛에도 불구하고 건강에 좋다는 이유로 널리 확산되고 있다 8).

고구마 (*Ipomoea batatas* L.)는 쌀, 보리 등의 곡류와 함께 주요 식량자원으로 널리 이용되고 있으며, 다른 작물에 비하여 재배가 용이하고 단위 면적당 수확량이 많은 경제성이 높은 식물이다 9). 고구마의 영양성분은 대부분이 전분이고, 그 외에  $\beta$ -carotene, vitamin C, 무기질 및 식이섬유가 함량이 많다 10). 고구마의 주요 기능성은 항암작용, 항산화작용, 변비해소, 혈압강하, 출혈방지, 골다공증 예방, 간보호기능 등 11), 이 보고되고 있다. 그러나 고구마는 수분함량이 높고, 수확후생리현상에 의해 중량감소, 저장병해, 성분변화 등이 나타나 다른 작물에 비해 저장성이 낮아 장기 저장이 어려운 단점이 있다 12). 따라서 고구마의 이용율을 높이고 고구마의 소비확대를 위해서 고구마의 가공에 대한 연구보고가 증가하고 있다. 즉, 고구마 스낵 제조를 위한 절간고구마의 제조 13), 고구마 분말을. 첨가한 팽화과자의 제조 14), 생고구마 및 고구마 가루를 첨가한 설기떡의 제조 15), 고구마 음료에 관한 연구 16), 가식성 필름의 제조 17), 등이 보고되고

- 
- 7) 고성희, 이영립, 이경연, 김혜영, 「건강빵 제품 유형에 대한 구매 실태 및 소비자의 선택 요인」, 『동아시아식생활학회지』 19, 동아시아식생활학회, 2009, pp.515-524.
  - 8) 이윤신, 황윤경, 우인애, 이윤신, 황윤경, 우인애, 「기능성 재료를 이용한 베이커리 제품의 선호도 와 이용실태에 관한 연구」, 『한국조리학회지』 12. 한국조리학회, 2006, pp.116-130.
  - 9) 김경은, 김성수, 이영택, 「고구마의 육질색 종류별 고구마 분말의 이화학적특성」, 『한국식품영양과학회지』 제39권 제10호, 한국식품영양과학회, 2010. pp.1476-1480.
  - 10) N.N. Reddy, Sistrunk, W.A., "Effect of cultivar, size, storage, and cooking method on carbohydrates and some nutrients of sweet potatos", *J. Food Sci* 45, 1980, PP.682-684.
  - 11) 정병춘, 정미남, 이준설, 오양호, 「고구마 고품질 분말 제조기술」, 『한국작물학회지』 47, 한국작물학회, 2002(a), pp.124-134.
  - 12) 상계논문, pp.124-134.
  - 13) 이갑상, 김동한, 신용서, 「고구마와 호박을 첨가한 요구르트 제조에 관한 연구」, 『한국식품과학회지』 25, 한국식품과학회, 1993, pp.666-671.
  - 14) 상계논문, pp.666-671.

있다.

따라서 본 연구에서는 소비자의 수요 및 소비가 증가하고 있는 롤빵을 제조하는데 고구마를 사용함으로써 저장성이 약한 고구마의 활용도를 증가시키고, 건강기능성이 강화된 롤빵 (dinner roll)을 개발하고자 본 연구를 수행하였다.



- 
- 15) 이지현, 김병기, 「고구마가루 첨가가 백설기의 품질특성에 미치는 영향」, 『산업식품공학』 14 권 2 호, 한국산업식품공학회, 2010, pp.135-145.
  - 16) 오현의, 홍진숙, 「생고구마를 첨가한 설기떡의 품질특성」, 『한국식품조리과학회지』 24, 한국식품조리과학회, 2008, pp.501-510.
  - 17) 이정주, 임종환, 「고구마 전분을 이용한 가식성 필름의 제조와 특성」, 『한국식품과학회지』 32. 한국식품과학회, 2000, pp.834-842

## 제 2 장 이론적 배경

### 제 1 절 고구마 (*Ipomeoea batatas* L. (Lam))

고구마 (*Ipomeoea batatas* LAMARCA)는 통화식물목 메꽃과의 다년생 초본식물로 1763년 우리나라에 도입된 이래 쌀, 보리 등의 곡류와 함께 주요 식량자원으로 널리 이용되고 있으며, 전 세계적으로 소비되는 고구마의 95% 이상이 아시아와 아프리카 지역에서 생산되고 있다 <sup>18)</sup>(Kim et al., 2010; Kim, 1995; Woolfe, 1992). 고구마는 다른 작물에 비하여 재배가 용이하고 열악한 환경조건에서도 잘 견디어 단위면적당 수확량이 많은 경제성이 높은 작물이다 <sup>19)</sup>(Ravindran et al., 1995).

고구마의 영양성분은 대부분 전분으로 이루어져 있으며 식이섬유, 무기질, beta-carotene, vitamin C 등 많이 함유하고 있다

<sup>20)</sup>(Reddy & Sistrunk, 1980). 고구마의 주요 기능성은 vitamin A의 항암작용, vitamin E의 항산화작용, 식이섬유와 알라핀의 변비해소, 칼륨의 혈압강하, 칼슘의 출혈방지, 식물프로게스테론의 여성골다공증 예방치료, 안토시아닌 색소고구마의 간 보호기능 등 <sup>21)</sup>(Jeong et al., 2002)이 있다.

고구마는 괴근을 그대로 식용으로 하거나 전분, 분말, 주정, 물엿, 음료, 알코올 생산원료, 바이오플라스틱 등 다양한 용도로 이용되고 있다 <sup>22)</sup>(Lee et al., 2006). 전분 및 알콜주정용은 전분함량이 많아야 하며, 고구마전분은 당면 등 면류를 만드는데 사용된다. 식품가공용은 음료, 주류, 과자류,

18) 김경은, 김성수, 이영택, 전계논문. pp.1476-1480.

김정수, 「고구마 음료의 제조와 그 품질 특성」, 『한국식품영양과학회지』 24, 한국식품영양과학회, 1995, pp.943-947.

J.A. Woolfe, *Sweet potato—past and present. An Untapped Food Resource*; Cambridge University Press, Cambridge, UK 1992, pp. 210-215.

19) V. Ravindran, G. Ravindran, R. Sivakanesan, S.B. Rajaguru, "Biochemical and nutritional assessment of tubers from 16 cultivars of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.)", *J. Agric. Food Chem* 43, 1995, pp.2646-2651.

20) N.N. Reddy, Sistrunk, W.A., op.cit, pp.682-684.

21) 정병춘, 안영섭, 정미남, 이준설, 오양호, 「고구마 품질평가 현황과 전망」, 『한국작물학회지』 47, 한국작물학회, 2002(b), pp.124-134.

22) \_\_\_\_\_, 전계논문, 2002(a)pp.198-203.

양갱, 앙금, 장류, 물엿 등 다양한 제품을 만드는데 사용된다.

식용 고구마는 연질과 경질로 나눌 수 있는데 찐고구마는 다시 육질의 품질 특성에 따라 분질(밤고구마), 점질(물고구마)로 나누는데 연질인 고구마가 생식용으로 우수하다<sup>23)</sup>(Jeong et al., 2002). 고구마를 육질색에 의해 구분할 경우, 육질색이 미황색인 일반고구마와 자색 및 주황색을 띠는 유색고구마로 나눌 수 있다<sup>24)</sup>(Kim et al., 2010).

수확후 생리란 살아있는 생명체로 취급되는 농산물의 수확후부터 소비될 때까지 일어나는 생리적 변화를 말하며, 종자, 과실 및 채소 등 식물체 전체 또는 일부분을 대상으로 한다<sup>25)</sup>(Jeong et al., 2002). 고구마의 중요한 수확후생리현상은 호흡과 저장병해, 중량감소, 성분변화 등이다<sup>26)</sup>(Jeong et al., 2002). 고구마는 수분함량이 높아 다른 작물에 비해 저장성이 낮아 장기저장이 어려운 단점이 있다. 그러므로 고구마의 이용율을 높이고 고구마의 소비확대를 위해서는 고구마의 가공에 대한 연구의 요구가 증가되고 있다.

고구마 가공에 대한 연구로는 고구마 스낵 제조를 위한 절간고구마의 제조<sup>27)</sup>(Shin & Lee, 2011; Kim et al., 1977), 고구마 분말을 첨가한 팽화과자의 제조<sup>28)</sup>(Cheon & Eun, 2011), 생고구마 및 고구마 가루를 첨가한 설기떡의 제조<sup>29)</sup>(Lee & Kim, 2010; Oh & Hong, 2008), 고구마 음료에 관한 연구<sup>30)</sup>(Han, 2004; Kim, 1995), 가식성 필름의 제조<sup>31)</sup>(Lee &

23) 정병춘, 안영섭, 정미남, 이준설, 오양호, 전계논문, 2002(b), pp.124-134.

24) 김경은, 김성수, 이영택, 전계논문, pp.1476-1480.

25) 정병춘, 안영섭, 정미남, 이준설, 오양호, 전계논문, 2002(a), pp.198-203.

26) 상계논문, pp.198-203.

27) 신미영, 이원영, 「중절간 호박 고구마의 냉풍건조조건 최적화」, 『한국식품저장유통학회지』 18, 한국식품저장유통학회, 2011, PP.488-496.

김형수, 이희자, 박창복, 「절간고구마의 제조와 이용에 관한 연구」, 『한국식품과학회지』 9, 한국식품과학회, 1977, pp.220-224.

28) 천선화, 은종방, 「일반 고구마 분말을 첨가한 팽화과자(뻥튀기)의 이화학적특성」, 『한국응용생명화학회지』 5, 한국응용생명학회, 2011, pp.147-152.

29) 이지현, 김병기, 「고구마가루 첨가가 백설기의 품질특성에 미치는 영향」, 『산업식품공학』 14, 한국산업식품공학회, 2010, pp.135-145.

오현의, 홍진숙, 「생고구마를 첨가한 설기떡의 품질특성」, 『한국식품조리과학회지』

24. 한국식품조리과학회, 2008, pp.501-510.

30) J.S. Han, "Preparation of mixed beverages for breakfast made primarily with the hydrolysate of sweet potato and its quality characteristics", *Korean J. Soc. Food Cookery Sci* 20, 2004, pp.272-278.

Rhim, 2000), 고구마를 첨가한 요구르트의 제조<sup>32)</sup>(Shin et al., 1993) 등이 보고되고 있다.

제과 및 제빵, 면류 등 다양한 고구마 가공식품의 개발을 위해서는 고구마를 건조분말 형태로 제조하여 보관하는 것이 저장성 및 가공성의 편의성 측면에서 바람직한 방법이다<sup>33)</sup>(Kim et al., 2010). 또한 제분한 고구마는 다른 재료와 혼합하기도 쉽고 저장하기도 편리하며 소화율도 향상시킬 수 있어 이용 범위가 넓어지고 소비도 확대시킬 수 있다<sup>34)</sup>(Jeong et al., 2002). 고구마 분말은 열풍건조, 동결건조, 및 드럼건조기술에 의해 생산되며, 건조 공정 중에 전분은 구조적 특징이 변화하여 고구마 분말의 특성이 달라지게 된다<sup>35)</sup>(Yadav et al., 2006). 고구마를 가공용으로 사용할 때는 제품에 따라 차이가 있지만 폴리페놀화합물의 함량이 적고 beta-amylase 활성이 낮은 것이 좋다<sup>36)</sup>(Tarumoto, 1994).

## 제 2 절 혈당조절을 위한 식품

당뇨병 (Diabetes mellitus, DM)은 인슐린의 분비량 감소나 작용기전에 이상이 생겨 고혈당이 된다. 이로 인하여 여러 가지 합병증을 야기하는 만성대사질환이다<sup>37)</sup>(Young & Stout, 1987; DeFronzo, 1981). 당뇨병은 인슐

J.S. Kim, "Preparation of sweet potato drinks and its quality characteristics", *J. Korean Soc. Food Nutr.* 24, 1995, pp.943-947.

- 31) 오현의, 홍진숙, 「생고구마를 첨가한 설기떡의 품질특성」, 『한국식품조리과학회지』 24. 한국식품조리과학회, 2008, pp.501-510.
- 32) 신용서, 이갑상, 김동한, 「고구마와 호박을 첨가한 요구르트 제조에 관한 연구」, 『한국식품과학회지』 25, 한국식품과학회, 1993, pp.666 - 671.
- 33) 김경은, 김성수, 이영택, 전계논문, pp.1476-1480.
- 34) 정병춘, 안영섭, 정미남, 이준설, 오양호, 전계논문, 2002(b), pp.124-134.
- 35) A.R. Yadav, Guha, M. Tharanathan, R.N. Ramteke, R.S., "Changes in characteristics of sweet potato flour prepared by different drying techniques", *LWT-Food Sci. Technol.* 39, 2006, pp.20-26.
- 36) I. Tarumoto, "Expectation and possibility in sweetpotato. 1. A breeding approach for restoring and increasing the demand of sweetpotato in Japan" *Agric. Tech* 49, 1994, pp.20-26.
- 37) I.R. Young, Stout, R.W., op.cit., pp.301-330, RA. DeFronzo, op.cit., 1981, pp.165-171.

런 의존형인 제 1 형 당뇨병 (Type I; T1DM)과 인슐린 비의존형인 제 2 형 당뇨병 (Type II; T2DM)으로 분류된다.

제 1 형 당뇨병은 전체 당뇨병 환자의 약 10%를 차지하고, 유전적 소인이 강하여 20세 이하의 연령층에서 주로 나타나 ‘소아당뇨병’이라고도 한다. 제 1형 당뇨병은 체내에서 인슐린을 생성하는데 장애가 있으므로 인슐린 주사와 식이조절을 통해서만 혈당을 조절할 수 있다.

제 2 형 당뇨병은 가장 흔한 형태로 전 세계 당뇨병의 약 90%를 차지하며, 우리나라에서도 제 2 형 당뇨병 환자가 대부분을 차지하는 것으로 추정하고 있다 <sup>38)</sup>(Lee et al., 1984). 제 2 형 당뇨병은 주로 40세 이후에 발생하여 ‘성인형당뇨병’이라고 한다. 제 2 형 당뇨병은 근육이나 지방조직 등 말초조직에서 인슐린에 대한 감수성이 둔화되어 당대사 장애가 장시간에 걸쳐 발병하는 것으로 알려져 있으며, 서구화된 식습관, 운동부족, 비만, 과식, 스트레스, 과음 등으로 인해 발병비율이 증가되고 있어 심각한 사회문제로 대두되고 있다.

당질의 소화과정에 관여하는 효소 중  $\alpha$ -amylase는 타액 및 췌장에서 분비되는 효소로 전분이나 glycogen의  $\alpha$ -glycosidic bond를 끊어 glucose나 maltose로 분해하고, 소장 점막에 있는  $\alpha$ -glucosidase는 maltose, sucrose를 단당류인 glucose로 분해한다. 소장 점막에 있는 당류분해효소 중 하나인  $\alpha$ -glucosidase는 당질 소화의 중추적 효소로 maltase, glucoamylase, sucrase, isomaltase 4종류로 분류되며, 이 중 maltase가 식품 내 전분의 소화와 흡수와 밀접한 연관이 있다.

당질 분해 효소 저해제는 당질의 소화를 지연시켜 식후 혈당이 증가되는 것을 완화시킨다. 따라서 식이 섭취 후 혈당을 유지시키기 위해  $\alpha$ -amylase inhibitor,  $\alpha$ -glucosidase inhibitor와 같은 당류 분해 효소의 활성을 억제시키는 약물을 당뇨병의 예방 및 치료에 이용해왔다 <sup>39)</sup>(Choi et al., 2012). 그러나 이러한 약제는 장기간 복용시 복부팽만감, 구토, 설사를

38) K.W. Lee, Shon, B.H. Kang, S.K. Park, B.K. Park, D.H. Min, B.S. Song, H.Y., “Epidemiologic study for diabetes in 1821 Koreans”, *Diabetes* 8, 1984, pp.5-14.

39) 최수민, 김중학, 정지상, 김화영, 장혜은, 황성주, 홍성길, 「구아바 잎 열수추출물의 당류분해효소 저해 효과 및 OGTT에 미치는 효과」, 『한국약용작물학회지』 20, 한국약용작물학회, 2012, p. 7.

유발하는 부작용이 있어 사용이 제한될 수도 있다 <sup>40)</sup>(Hanfeld, 1998). 이러한 부작용이 적고 혈당 강하 효과가 있는 천연물에 대한 연구가 활발히 진행 중이다 <sup>41)</sup>(Choi et al., 2012; Xu et al., 2011)

### 제 3 절 빵 (Bread)

빵은 밀가루와 효모, 소금, 버터, 물 등을 반죽하여 발효한 후 구운 것으로 조직이 부드럽고 단맛이 강하지 않아 주식대용으로 널리 이용되고 있다 <sup>42)</sup>(Kim et al., 2011). 빵의 제조는 기원전 7,000년 경부터 제조되기 시작하였으며 기원전 3,550년경의 빵 화석이 발견되기도 하였다. 이러한 화석에 의하면 sour dough를 이용하여 빵을 발효시킨 후 구운 것으로 추정된다 <sup>43)</sup>(Doerry, 1998).

빵의 발효에는 효모에 의한 알코올 발효에 의한 발효산물은 빵에 풍미를 제공하고 기호성을 향상시킨다 <sup>44)</sup>(Sugihara, 1977). 효모는 빵을 발효하는 동안 이산화탄소를 발생하여 반죽을 부풀리며 생성된 부산물에 의하여 반죽을 산성화시키고 효소의 작용에 의하여 반죽의 물리적 성질과 단백질의 생물학적 가치(biological value)가 개선된다 <sup>45)</sup>(이종열 et al., 2003).

빵의 발효에 관여하는 효모는 가장 일반적으로 사용하는 *Saccharomyces cerevisiae* 이외에 San Francisco sour dough에서 분리된 *S. exiguum*, *S. inusitatus*, *S. uvarum* 등이 있다 <sup>46)</sup>(Sugihara et al., 1971).

40) M. Hanfeld, op.cit., pp.228-237.

41) ibid. pp.94-100, X.u. ML, Wang, L. GF, X.u. Wang, M.H., op.cit., pp.61-67.

42) 김민지, 김꽃봉우리, 이청조, 곽자희, 김동현, 선우찬, 정슬아, 강주연, 김현지, 최정수, 최호덕, 안동현, 전계논문, pp.723-728.

43) W. Doerry, "Sourdoughs and breads. In Technical Bulletin", *American Institute of Baking* Vol. 20. Chapter 7, 1998, pp. 1011-1015.

44) T.F. Sugihara, "Non-traditional fermentations in the production of baked foods", *Baker's Digest* 51, 1977, pp.76-80.

45) 이종열, 이시경, 조남지, 박원종, 「천연제빵 발효 starter의 개발」, 『한국식품영양과학회지』 32, 한국식품영양과학회지, 2003, pp.1245-1252.

46) T.F. Sugihara, Kline, L. Miller, M.W., "Microorganism of San Francisco sour dough bread process", *Appl. Microbiol* 21, 1971, pp.459-465.

서구화된 식생활과 맞별이 부부 및 독신 인구 증가 등의 사회구조적 변화에 따라 빵에 대한 수요가 증가하고 있다 47)(Kim, 2003). 이와 더불어 소비자의 건강 지향적 욕구가 증가하므로 생리활성 기능을 가진 빵의 소비와 생산이 증가하고 있다. 즉, 제빵업계는 소비자의 요구에 부합하는 빵의 조건을 가장 우선적으로 고려하여 고품질의 기술력을 축적하고, 좋은 재료를 사용한 신선한 빵을 내놓는 기본적인 기준을 갖추어 제품을 차별화, 고급화시키려는 노력을 통해 다양한 건강빵을 출시하고 있다 (한국경제).

국내 베이커리 업계의 건강빵에 대한 유형은 크게 2 가지로 분류된다. 비만 등의 성인병 예방 차원에서 지방이나 당분, 염분 등의 성분을 줄인 뺄셈 방식의 제품과 몸에 좋은 기능성 식품원료를 첨가한 덧셈방식 제품이다. 그 외에 유기농 식재료를 사용하여 안전성을 강조하는 친환경제품을 들 수 있다 48)(Ko et al., 2009). 이러한 건강빵 제품들은 맛있하고 거친 맛에도 불구하고 건강에 좋다는 이유로 널리 확산되고 있다 49)(Lee et al., 2006a).

#### 제 4 절 물성분석 (Texture Profile Analysis, TPA)

TPA 분석법은 질감(texture)이 관능특성 (sensory)에 미치는 영향을 측정하기 위하여 1960년대 개발되었다. TPA는 "Two bite" compression test를 수행한다. 이는 사람이 식품을 2회 씹었을 때의 질감을 'Force (힘)' 대 'Time (시간)'의 그래프로 나타낸 것이다. Fig1

TPA 분석으로 얻어진 texture profile curve로부터 다음과 같은 항목을

---

47) 김현욱, 전계논문, pp.3-12.

48) 고성희, 이영림, 이경연, 김혜영, 전계논문, pp.515-524.

49) 이윤신, 황윤경, 우인애, 전계논문, pp.116-130.

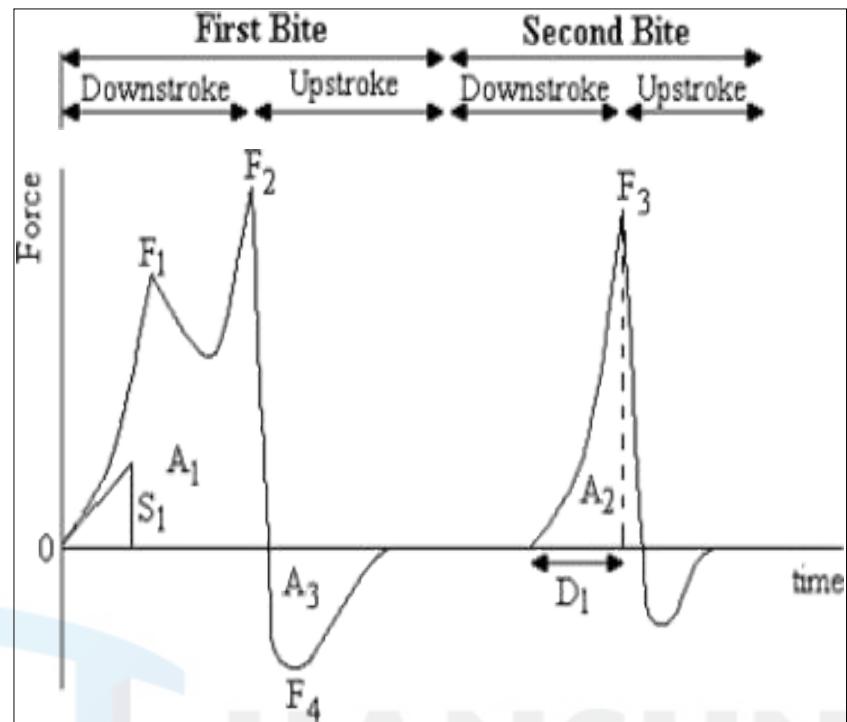
산출할 수 있다.

1. Fracturability: The ease with which the material will break.
2. Hardness: The force required to compress the material by a given amount
3. Cohesiveness: The strength of the internal bonds in the sample
4. Adhesiveness: The energy required to overcome attractive forces between the food and any surface it is in contact with.
5. Springiness: The elastic recovery that occurs when the compressive force is removed.
6. Gumminess: The energy required to break down a semi-solid food ready for swallowing
7. Chewiness: The energy required to chew a solid food into a state ready for swallowing.
8. Modulus of deformability: the initial slope of the force-deformation curve before the first break in the curve (i.e. before fracture of the sample)

이 때 gumminess와 chewness는 서로 배제될 수 있다. 한 개의 식품을 TPA 분석하여 모든 물성값을 얻을 수는 없다. 이는 식품의 특성에 따라서 다른 물성을 나타내기 때문이다.

**Table 1. Functional properties of sweet potato components.**

Components	Functional properties
Beta-carotene	Suppressing effects of carcinogenesis
	Prevention of aging
Anthocyanin	Protection of liver function
	Antioxidative activity
Dietary fiber	Prevention of intestine cancer
	Precaution of constipation and fatness
Jalapin	Remedy of a laxative and constipation
	Prevention of high-blood pressure
Potassium	Decline of injury by sodium
Vitamin E	Anti-oxidative activity
	Restraint of fat oxidation
Calcium	Preclusion of hemorrhage
	Restraint of physical and mind excitation



**Fig. 1.** Typical curve of texture profile analysis. Texture profile parameters are determined from: Fracturability =  $F_1$ , Hardness =  $F_2$ , Cohesiveness =  $A_2/A_1$ , Adhesiveness = (based on)  $A_3$ , Springiness =  $D_1$ , Gumminess = hardness x cohesiveness =  $F_2 \times A_2/A_1$ , Chewiness = hardness x cohesiveness x springiness =  $F_2 \times A_2/A_1 \times D_1$ , Modulus of deformability (based on) slope,  $S_1$

## 제 3 장 실험의 재료 및 방법

### 제 1 절 실험재료

내부가 담황색을 띠는 황색고구마 (*Ipomoea batatas*, 연황미)를 2011년 9월 충남 연기군에서 수확하여 시료로 사용하였다. 즉, 표면의 흙과 먼지를 제거하기 위해 외부를 세척한 후, 적자색을 나타내는 외피를 제거한 후, 동결건조한 고구마 분말 (SPP)을 제조하였다. 완성된 고구마 분말은 채 (500 mesh)에 걸러 균일한 입자만을 polyethylene bag에 넣어 밀봉한 후, -20°C에 저장하면서 시료로 사용하였다.

강력분 (대한제분), 백설탕 (삼양사), 소금 (한주소금), 무염버터 (서울우유), 우유 (남양유업), instant yeast (Jenico, Societe, France), 활성글루텐 (신송)은 홈플러스에서 구매하였고, 계란은 제조당일에 생산된 것을 사용하였다.

### 제 2 절 실험방법

#### 1. 제빵 조건

고구마 분말을 넣은 빵 (dinner roll)은 Table 2과 같은 조건으로 제조하였다. Table 2에서와 같이, 첨가되는 고구마 분말 (SPP)만큼 밀가루를 감하였다. 밀가루의 양을 줄이므로 감소되는 글루텐 양은 별도로 첨가하였다.

강력분, SPP, 글루텐 (대조구는 제외), 효모, 설탕, 소금을 넣고 혼합하였다. 소스팬에 우유와 버터를 넣고 저온 (45-50°C)에서 버터가 녹고 우유의 표면이 응고되지 않도록 저어 주었다. 밀가루 혼합물에 따뜻한 우유, 버터, 및 난황을 넣고 beater로 8분간 혼합하였다. 반죽온도 28°C 1차발효 반죽은

35±3°C, 75% RH (relative humidity)에서 45분간 발효하였다. 반죽을 가볍게 눌러서 반죽 내에 형성된 공기를 제거하고 50g씩 16등분으로 나누어 dinner roll 형태로 성형하여 2차발효 35±3°C에서 30분간 발효하였다. 19 0°C로 예열한 대홍제과제빵기계 데크오븐에서 15분간 구운 후, 실온에서 2 시간동안 방냉한 후 시료로 사용하였다.

## 2. 반죽의 pH

pH는 반죽 5 g에 중류수 50 mL를 가하여 균질화하여 실온에서 1분간 vortexing하였다. 균질액을 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 상등액의 pH를 측정하였다.

## 3. 반죽의 밀도

반죽의 비용적은 50 mL 메스실린더에 중류수 40 mL를 넣은 후 dinner roll 반죽 5 g을 넣었을 때 늘어난 중류수의 부피와 반죽의 중량비 (g/mL)로 산출하였다.

$$\text{밀도 } (g/mL) = \frac{\text{식빵 반죽의 중량 } (g)}{\text{식빵 반죽의 부피 } (mL)}$$

## 4. 반죽의 발효팽창력

반죽을 50 g씩 분리하여 250 mL 메스실린더에 넣은 반죽의 표면을 편평하게 하였다. 반죽이 들어있는 메스실린더를 1차 발효온도와 습도 75%에서 40분간 1차 발효시키면서 반죽의 부피를 측정하여 발효팽창력을 산출하였다.

## 5. 굽기손실율

2차 발효가 완료된 dinner roll 반죽의 중량과 소성 후 dinner roll의 중량을 각각 측정하여 다음의 식으로부터 굽기손실율을 산출하였다.

$$\text{굽기손실율 (\%)} = \frac{\text{반죽중량 (g)} - \text{빵 중량 (g)}}{\text{반죽중량 (g)}} \times 100$$

## 6. 률빵의 비용적

빵의 부피는 쟁쌀을 이용한 종자치환법 (Pyler, 1979)으로 측정하였고, 이를 중량으로 나누어 비용적을 산출하였다.

$$\text{비용적 (mL/g)} = \frac{\text{빵의 부피 (mL)}}{\text{빵의 중량 (g)}} \times 100$$

## 7. 색도

시료의 색도는 색차계 (Color reader CR10, Konica Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였고, Hunter의  $L$ ,  $a$ , 및  $b$  값으로 나타내었다. 이 때 사용한 표준백판의 보정치는  $L = 98.46$ ,  $a = -0.23$ , 그리고  $b = 1.02$  이었다.

## 8. 빵의 물성

빵을  $3 \times 3 \times 3$  cm의 입방체로 잘라 물성을 측정하였으며, 그 조건은 Table 3와 같다 (Texture analyzer TA-XT2, Stable Microsystem, UK).

## 9. 관능검사

20~40대 남녀 12명을 관능검사요원으로 선정하여 본 실험의 목적과 평가방법에 대해 잘 인지할 수 있도록 관능검사를 실시하기 이전에 사전교육을 실시하였다. 빵을 제조하여 실온에서 냉각한 후, 균등하게 잘라 시료로 사용하였다. 즉, 난수표를 이용하여 3자리 숫자로 시료번호를 지정한 후 백색접시에 담아 패널에게 제공하였다. 시료의 외관 (appearance), 색 (color), 향기 (flavor), 맛 (taste) 및 전체적인 수용도 (overall acceptability)를 9점 척도법을 이용하여 좋은 것은 9점, 나쁜 것은 1점으로 하였다.

## 10. 실험동물

웅성의 Sprague-Dawley rat (180–190 g)을 (주)대한바이오링크 (음성, 한국)에서 구입하였다. 백서는 wire mesh bottom을 지닌 stainless steel cage에 한 마리씩 분리사육하였다. 사육환경은 온도  $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , 습도  $55 \pm 1\%$  (RH), 명암주시 12시간 간격으로 유지하였다. 설탕류 표준사료와 물을 공급 (*ad libitum*)하여 1주일간의 적응기간을 거친 후에 본 실험에 이용하였다.

## 11. 당뇨유도

AIN-76 식이 (Teklad, IL, USA)를 기본으로 실험식이 (Table 4)로 2주간 사육하였다. 0.1 M citrate buffer (pH 4.5)에 용해한 streptozotocin (Sigma)을 대퇴부 근육에 주사 (45 mg/kg body weight)하여 당뇨를 유발하였다. Streptozotocin을 주사한 후 24–48시간 후에 꼬리정맥으로부터 채혈하여 혈당 (blood glucose)을 측정 (Glucocard II kit, Germany)하여, 혈당이 300 mg/dL 이상인 개체를 당뇨쥐로 간주하였다. 당뇨가 유도된 것을 확인한 후 2주간을 실험식이로 사육한 후 희생하였다. Dinner roll (control, SPP-1, 및 SPP-2)은 동결건조하고 분쇄한 후 사용하였다.

## 12. 시료준비 및 혈당측정

실험동물은 12시간 절식시킨 후, diethyl ether로 마취한 후 개복하여 후대정맥으로부터 채혈하였다. Plasma를 분리하여  $-20^{\circ}\text{C}$ 에 저장하면서 시료로 사용하였다.

혈당 (plasma glucose)은 glucose oxidase 법으로 제조된 포도당 측정용 진단키트 (Glucose-E, 영동제약, 용인, 한국)을 사용하였다.

### 13. Beta-carotene 함량

시료의 beta-carotene 함량은 50) Yildirim et el., (2011)의 방법에 준하여 시행하였다. 즉, 동결건조 분말 시료 5 g에 acetone 25 mL를 넣고 grinding하였다. 여기에 acetone: petroleum ether = 1: 4 (v/v) 25 mL를 넣고 다시 grinding 한 후, 여과하였다. 여액의 용매를 rotary vacuum evaporator (35 °C)에서 증발시켰다. Petroleum ether 5 mL에 용해한 후 450 nm에서의 흡광도를 측정하였다. 시료에 포함된 beta-carotene의 농도는 standard curve로부터 산출하였다.

### 14. 통계분석

모든 실험은 3회 이상 반복측정하여 '평균 ± 표준편차'로 표시하였다. 대조구와 실험구 간의 유의적인 차이는 일원배치분산분석으로 분석하였고, 변인 간의 상관관계는 상관분석을 통해 산출된 Pearson's correlation coefficient로 나타내었다. 일원배치분산분석 후의 유의성 검정은 Duncan's multiple range test로 하였다. 통계분석에는 SPSS (Statistical Package for Social Sciences, ver. 14.0, SPSS Inc., Chicago, IL, U.S.A) 프로그램을 사용하였다.

---

50) Z. Yildirim, Tokusoglu, O. Ozturk, G., "Determination of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) genotypes suitable to the aegean region of Turkey", *Turkish J. Field Crops* 16, 2011, pp.48-53.

**Table 2. Formulas for dinner roll added with lyophilized sweet potato powder (SPP).**

Ingredients	Control	SPP-1	SPP-2
Hard flour (g)	500	450	400
Rapid-rise yeast (g)	10	10	10
Sugar (g)	55	55	55
Whole milk (g)	180	180	180
Egg yolks (g)	60	60	60
Salt (g)	45	45	45
Unsalted butter (g)	50	50	50
SPP (mL)*	0	50	100
Gluten (g)	0	7	15

SPP; lyophilized sweet potato powder was added by weight by volume.

**Table 3. Operating condition for texture profile analysis.**

Classification	Condition
Pretest speed	10.0 mm/sec
Test speed	1.0 mm/sec
Posttest speed	1.0 mm/sec
Probe	P10 (10 mm DIA cylinder aluminium)
Sample area	3.0 mm <sup>2</sup>
Contact force	5.0 g
Threshold	20.0 g
Distance	10.0 mm
Strain deformation	90.0 %

**Table 4. Composition of experimental diet.**

Ingredients (%)	Control	SPP-1	SPP-2
Dinner roll*			
Control	90.0	-	-
SPP-1	-	90.0	-
SPP-2	-	-	90.0
Alpha-cellulose	5.0	5.0	5.0
Mineral mixture**	3.5	3.5	3.5
Vitamin mixture***	1.5	1.5	1.5

\*Dinner roll; tested samples (control, SPP-1, and SPP-2) were lyophilized and grinded, respectively.

\*\*Mineral mixture according to AIN-76 diet.

\*\*\*Vitamin mixture according to AIN-76 diet.

## 제 4 장 실험결과 및 고찰

### 제 1 절 SPP 첨가 dinner roll 반죽의 물리화학적 특성

#### 1. 빵 반죽의 pH

SPP를 첨가하여 제조한 빵 반죽의 pH를 측정한 결과는 Fig. 2와 같다. 대조구는 pH  $5.20 \pm 0.18$ 를 나타내었고, SPP 처리구의 pH는 대조구와 실 험적인 차이만을 나타내었다. Dinner roll은 효모를 사용하여 발효하는 빵이다. 효모는 pH 5.0 부근에서 잘 생육하며, pH 5보다 심하게 낮거나 높을 경우는 생육이 억제된다. 따라서 본 연구에서 사용된 빵 반죽의 pH는 발효원인 효모의 생육에 적절한 수치로, 완성된 빵의 품질도 우수할 것으로 사료되었다.

#### 2. 빵 반죽의 밀도

밀도는 반죽의 팽창 정도를 나타내고 완성된 제품의 향과 색에 영향을 미치는 인자로 보고되어 있다<sup>51)</sup>(Cho et al., 2006). Fig. 3에서와 같이, 대조구의 반죽 밀도는 약 1.1 g/mL이었고, SPP-1은 대조구보다 약간 더 높은 밀도를 나타내었으나 유의적인 차이는 관측되지 않았다. 반면에 SPP-2는 대조구/ SPP-1 보다 유의적으로 높은 밀도를 나타내었다. SPP-2는 소성이 완료되었을 때에 대조구/ SPP-1과는 다른 품질 특성을 나타낼 것으로 사료되었다. SPP 처리농도와 반죽의 밀도 사이의 상관관계는  $r^2 = 0.890$  ( $p < 0.01$ )이었다. 따라서 dinner roll 제조시에 SPP를 첨가하는 양이 증가할수록 반죽의 밀도가 증가하는 것으로 나타났다.

51) 최선영, 성낙주, 김행자, 「표고버섯을 첨가한 전통된장의 이화학적 특성」, 『한국식품 조리과학회지』 22, 한국식품조리과학회, 2006, pp.69-79.

### 3. 발효팽창력

효모를 이용한 발효빵 제조시 반죽의 발효팽창력은 gluten 생성량과 가스 보유력에 의해 영향을 받는다. 반죽의 발효팽창력이 높으면 소성이 완료된 제품의 부피 및 hardness가 증가하여 관능적 특성치가 향상된다. 따라서 SPP를 넣어 제조한 dinner roll 반죽의 발효팽창력을 측정하였다 (Fig. 4).

1차 발효 초기 (0-10분)에는 대조구와 실험구 사이에 차이가 나타나지 않았다. 즉, 발효 10분까지는 분당 0.2-0.3%의 발효팽창력을 보였다. 발효 10-20분 사이에는 대조구와 SPP-1의 발효팽창력이 유사하여 분당 1.1-1.2%의 발효팽창력을 나타내었으나, SPP-2는 분당 0.5%의 낮은 발효팽창력을 나타내었다. 발효 20-30분 사이에는 모든 시료에서의 발효팽창력이 급속히 증가하였다. 분당 발효팽창력은 대조구가 6.5%, SPP-1이 5.5%, SPP-2가 4.9%이었다. 발효 말기 (30-40분)는 대조구의 분당 발효팽창력은 0.7%로 감소하였다. 그러나 SPP 처리구의 분당 발효팽창력은 대조구보다 약 2-3배 정도 높은 1.3%와 2.0%의 발효팽창력을 보였다. 대조구는 1차 발효가 완료되어 분당 발효팽창력의 증가속도가 완만해진 반면에, SPP 처리구는 발효 40분까지도 발효가 계속 진행 중이어서 나타난 결과로 사료되었다. 즉, SPP를 첨가함으로써 발효 속도가 늦어진 것으로, SPP를 첨가할 경우는 1차 발효시간을 증가시켜야 할 것으로 사료되었다. 또한 1차 발효시간이 대조구와 동일할 경우는 SPP 처리구의 경도가 대조구보다 높을 것으로 사료되었다.

SPP 처리농도와 발효팽창력 (dough expansion rate, DER) 사이에는 강한 음의 상관관계 ( $r^2 = -0.953$ ,  $p < 0.01$ )가 나타났다. 따라서 dinner roll 제조시에 SPP를 첨가하는 양이 증가할수록 반죽의 발효팽창력이 감소하는 것으로 나타났다.

#### 4. 굽기손실율

2차 발효가 완료된 일정양의 빵 반죽과 소성 후의 중량을 각각 측정하여 굽기손실율을 산출하였다. 굽기손실 (baking loss)은 발효산물 중에서 휘발성 물질이 굽는 과정동안 옆에 의해 휘발하면서 수분이 증발하는 것 52)(Kim et al., 1978)으로, 동일한 조건하에서도 굽기손실율이 증가할수록 전분의 호화가 양호하고 빵 표면이 착색이 좋다 53)(Roles et al., 1993). 대조구의 굽기손실율은  $10.92 \pm 0.36$ 으로 가장 높았고, SPP 첨가량이 증가할수록 굽기손실율이 감소하였다. 굽기손실율과 SPP 첨가농도와의 상관관계를 분석한 결과, Pearson's correlation coefficient는  $r^2 = -0.896$  ( $p = 0.01$ ) 이었다. 따라서 dinner roll 제조시에 첨가되는 SPP의 양이 증가할수록 굽기손실율이 감소하는 것으로 나타났다.(Fig. 5)



52) 김성곤, 최홍식, 권태완, 다포로니아비엘, 마스톤파이, 「밀-쌀보리 복합분의 물리적 성질 및 제빵 시험」, 『한국식품과학회지』 10, 한국식품과학회, 1978, pp.11-15.

53) S.P. Roels, Cleemput, G. Vandewalle, X., "Nread volume potential of variable quality flours with constant protein level as determined by factors governing mixing time and baking absorption levels", *Cereal Chem* 70, 1993, pp.318-323.

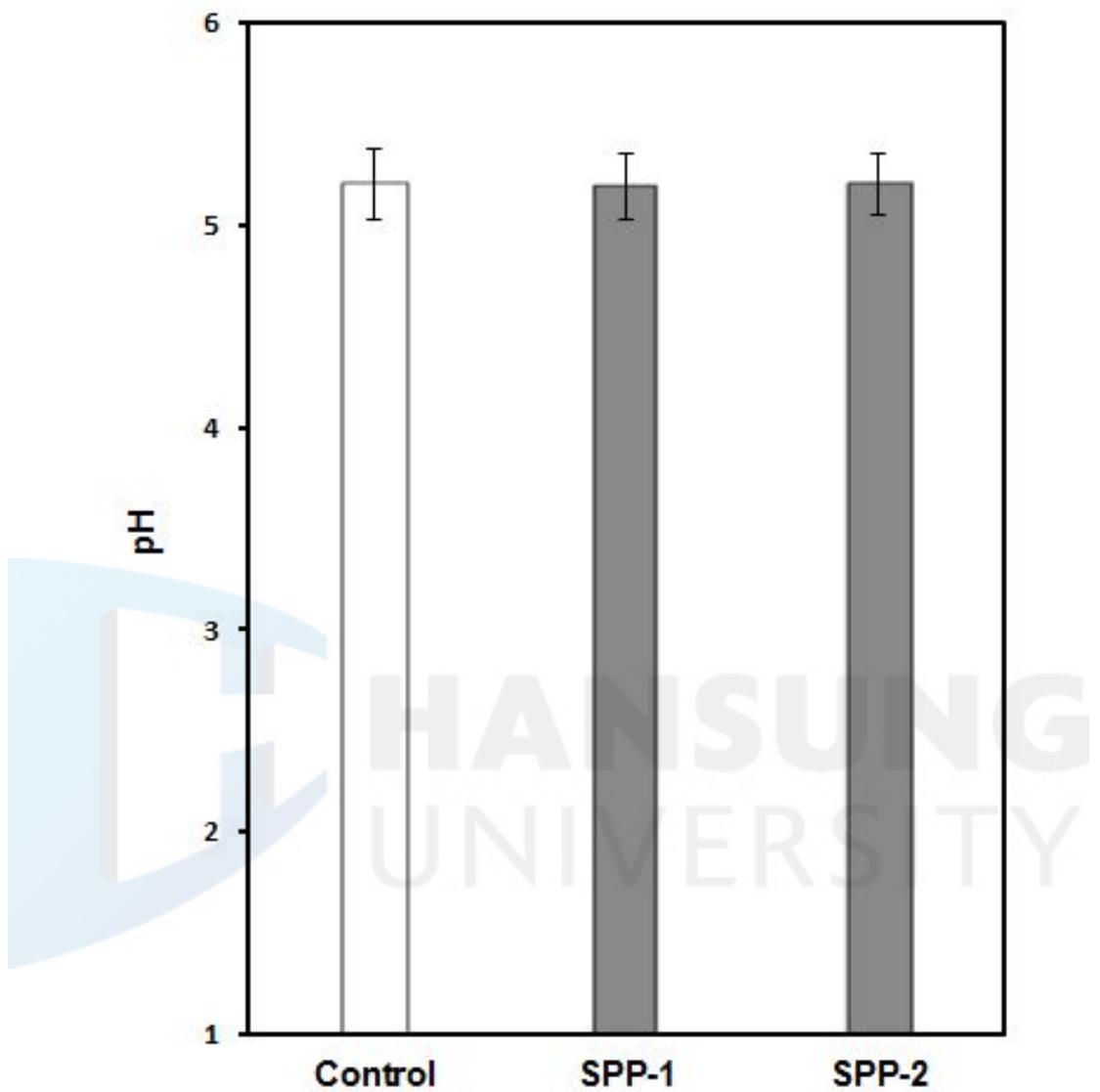


Fig. 2. pH of dinner roll dough added with SPP (lyophilized sweet potato powder). Data were expressed as mean  $\pm$  standard deviation. Significant differences were not detected among tested samples.

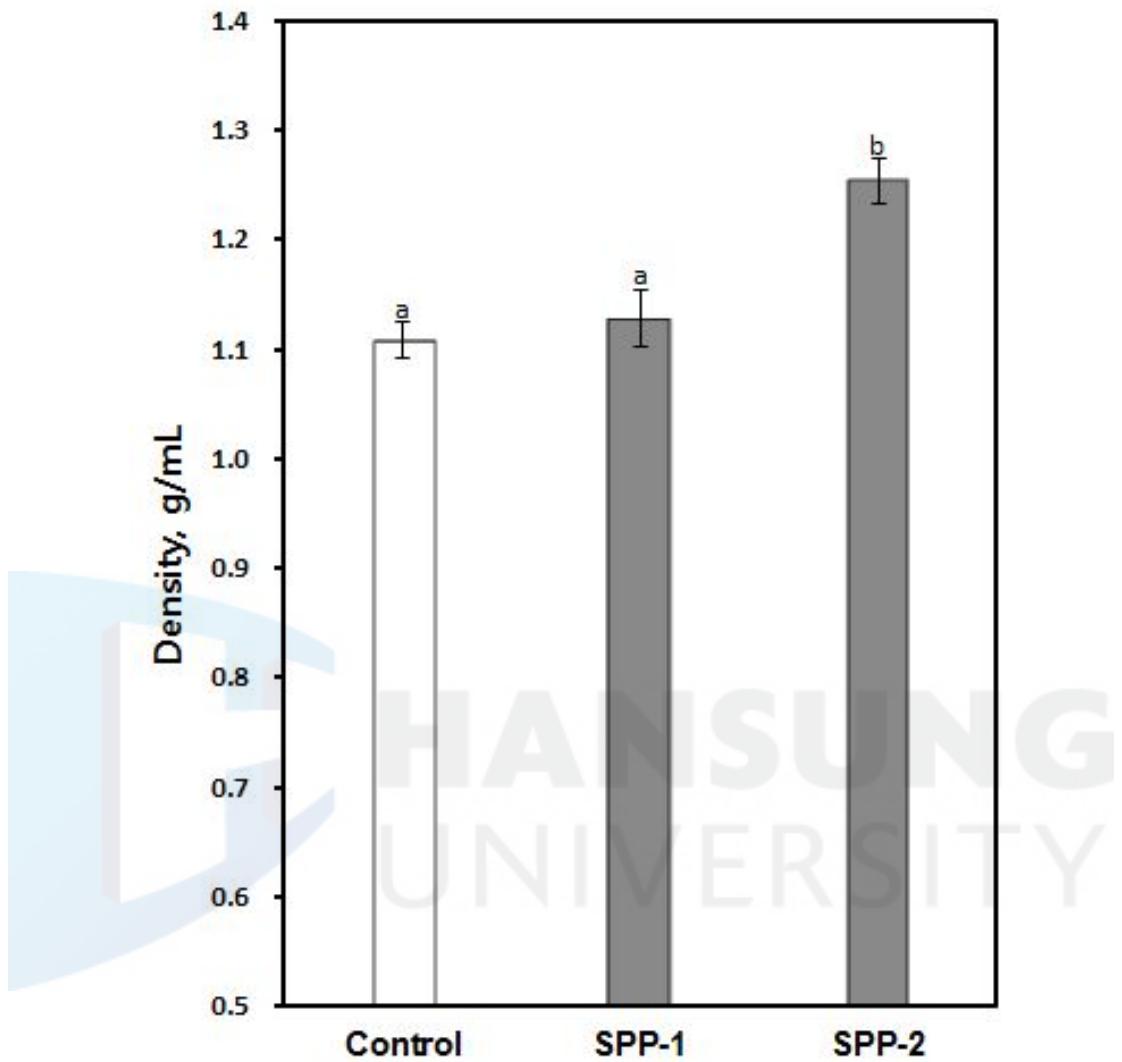


Fig. 3. Density of dinner roll dough added with SPP (lyophilized sweet potato powder). Data were expressed as mean  $\pm$  standard deviation. Same letters in a figure denote value that were not significant different analyzed by ONE-WAY ANOVA and Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ).

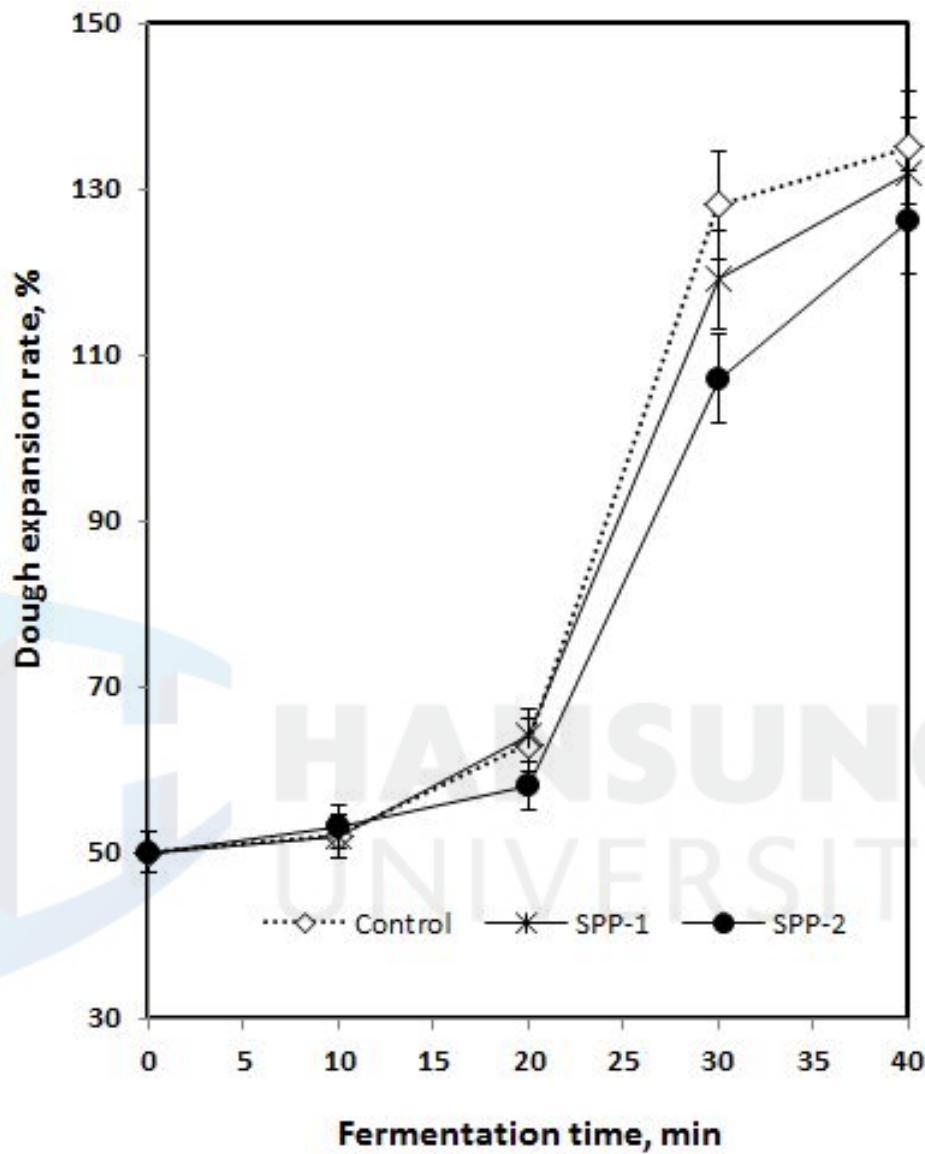


Fig. 4. Expansion rate of dinner roll dough added with SPP (lyophilized sweet potato powder). Data were expressed as mean  $\pm$  standard deviation.

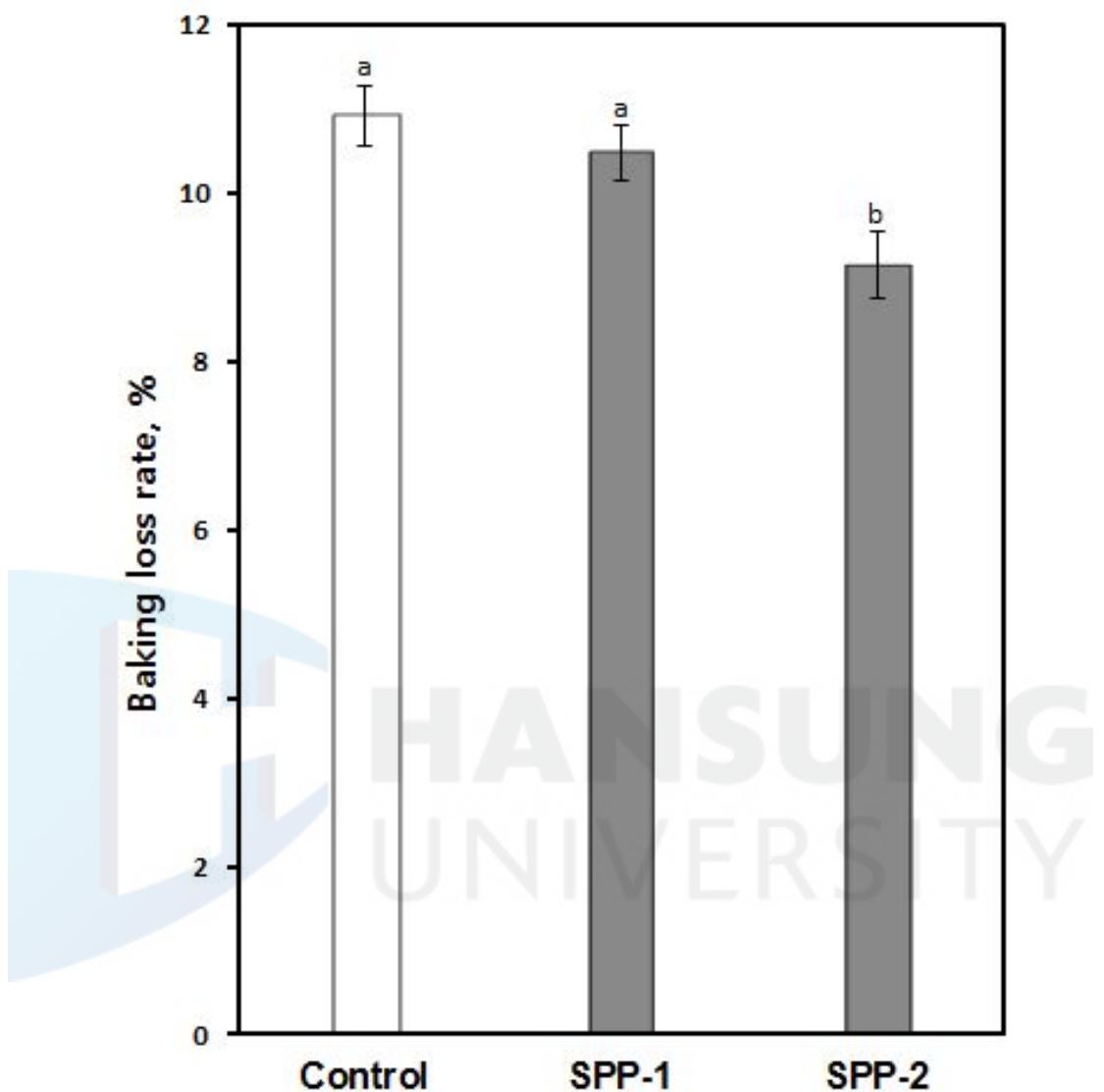


Fig. 5. Baking loss rate of dinner roll added with SPP (lyophilized sweet potato powder). Data were expressed as mean  $\pm$  standard deviation. Same letters in a figure denote value that were not significant different analyzed by ONE-WAY ANOVA and Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ).

## 제 2 절 SPP를 첨가한 dinner roll의 품질 특성

### 1. 률빵의 비용적

대조구와 SPP 처리구의 비용적을 측정한 결과는 Fig. 6과 같다. Fig. 6에서와 같이, 대조구와 SPP 처리구에서의 비용적은 차이를 나타내지 않았다. 또한 SPP 첨가농도와 비용적 (specific volume, SV) 사이에는 correlation이 형성되지 않았다 ( $r^2 = 8.684$ ). 실험구는 SPP를 첨가하고, 첨가된 SPP의 양 만큼의 밀가루를 감하여 제조하였다. SPP는 동결건조된 고구마 분말이므로 밀가루보다 글루텐 함량이 낮을 것으로 사료되었다.

따라서 첨가된 SPP 중량에 해당하는 만큼의 중력분에 함유된 글루텐 함량 (10%) 만큼의 글루텐을 별도로 첨가하였다. 제빵에서의 비용적은 단백질의 양과 질, 글루텐의 발달정도, 제빵 반죽에 첨가되는 부재료에 따라 달라지는데, 반죽의 글루텐이 잘 발달되고, 글루텐 사이의 air cell이 잘 형성될수록 비용적이 높으며, 탄력성이 높은 빵이 된다. 따라서 SPP를 첨가하고, 첨가되는 SPP 양에 해당하는 글루텐을 별도로 더 넣어서 dinner roll을 제조할 경우, 완성된 빵의 비용적은 대조구와 차이가 없으며, 빵의 조직감 (springiness)에는 차이가 없을 것으로 사료되었다.

### 2. 률빵의 색도

대조구와 SPP 첨가구에서의 crust와 crumb 색도를 측정하였다. Crust의 명도 (lightness, L value)는 대조구보다 SPP 첨가구가 유의적으로 낮았고 (Fig. 7), 적색도 (redness, a value)는 대조구보다 SPP 첨가구가 유의적으로 높았고 (Fig. 8), 황색도 (yellowness, b value)는 대조구보다 SPP 첨가구가 유의적으로 낮았다 (Fig. 9). 또한 crust의 chroma (Fig. 10) 및 hue angle (Fig. 11)도 대조구보다 SPP 첨가구가 유의적으로 낮았다. SPP 첨가 농도와 dinner roll crust 색도값 사이의 상관관계를 분석한 결과는 Table 5와 같다. Table 5에서와 같이, SPP 농도와 색도값 사이에는 강한

음의 상관관계를 나타내었다.

Crumb의 명도 (lightness,  $L$  value)는 대조구보다 SPP 첨가구가 유의적으로 낮았고 (Fig. 12), 적색도 (redness,  $a$  value)는 대조구보다 SPP 첨가구가 유의적으로 높았고 (Fig. 13), 황색도 (yellowness,  $b$  value)도 대조구보다 SPP 첨가구가 유의적으로 높았다 (Fig. 14).

Crumb의 chroma (Fig. 15)는 대조구보다 SPP 첨가구가 유의적으로 높았고 (Fig. 15), hue angle은 대조구보다 SPP 첨가구가 유의적으로 낮았다 (Fig. 16). SPP 첨가 농도와 dinner roll crumb 색도값과의 상관관계를 분석한 결과는 Table 5와 같다. Table 5에서와 같이, SPP 농도와 색도값 사이에는 강한 상관관계를 나타내었다. 즉, dinner roll crumb의 명도와 hue angle은 SPP 첨가농도가 증가할수록 감소하는 반면에 적색도, 황색도 및 chroma는 SPP 첨가농도와 비례하여 증가하는 것으로 나타났다.

Hue angle은 색상 (tone)을 표시하는 것으로 ‘0’에 가까울수록 ‘적색 (red)’, ‘90’에 가까울수록 ‘황색 (yellowish)’, ‘120’에 가까울수록 ‘녹색 (green)’, 180에 가까울수록 ‘청녹색 (cyan)’, 240에 가까울수록 ‘청색 (blue)’, 360에 가까울수록 ‘분홍색 (magenta)’을 표시한다. 반면에 chroma는 채도를 표시하는 것으로 ‘0’에 가까울수록 채도가 낮고, 숫자가 클수록 생생한 색감을 나타낸다.

따라서 SPP 첨가농도가 증가할수록 dinner roll crust의 색은 대조구에 비해 어둡고 채도가 낮은 것으로 나타났다. SPP 첨가농도가 증가할수록 dinner roll crust의 hue angle 값이 유의적으로 낮더라도, 대조구 및 SPP 처리구 모두 황갈색 범위를 나타내었다. Dinner roll crumb의 chroma는 SPP를 첨가할수록 채도가 높고, 황색을 나타내었다.

### 3. 롤빵의 물성

대조구와 SPP 첨가구의 조직감을 측정하였다 (Figs. 17-20). Fig. 17에서와 같이, SPP 첨가구의 hardness (경도)는 대조구보다 유의적으로 증가하였다. SPP-1과 대조구는 유의적인 차이를 나타내지 않았고, SPP-1과

SPP-2 사이에도 유의적인 차이는 관측되지 않았다. 시료의 springiness(탄력성)은 대조구와 실험구 사이에 차이를 나타내지 않았다 (Fig. 18). Cohesiveness(응집성)과 chewiness(씹힘성)은 SPP를 첨가할수록 증가하였으나, 대조구와 SSP-1 사이에 유의적인 차이는 없었고, SSP-2는 대조구 및 SSP-2보다 유의적으로 높았다 (Figs. 19–20). Table 7에서와 같이, SPP 첨가농도와 dinner roll의 hardness 및 cohesiveness 사이에는 강한정의 상관관계가 있었으나, springiness 및 chewiness와는 상관관계가 형성되지 않았다.

Hardness는 ‘일정양 만큼을 압착할 수 있는 힘’을 나타내며, cohesiveness는 ‘시료의 내부결합력’을 나타낸다. Table 8에서와 같이, dinner roll의 hardness는 빵의 cohesiveness 및 반죽의 밀도 사이에 강한정의 상관관계가 성립되었다 (Table 8). Cohesiveness는 hardness 외에도 반죽의 밀도와 강한 양의 상관관계를 나타내며, 발효팽창력 (dough expansion rate, DER) 및 굽기손실율 (baking loss rate, BLR)과는 강한음의 상관관계를 나타내었다 (Table 8). 따라서 SPP 처리에 의해 제품의 hardness가 증가된 것은 반죽의 밀도가 증가되고 시료 내부의 결합력 (응집력)이 증가하였기 때문으로 사료되었다.

Chewiness는 ‘고형식품을 삼킬 수 있는 상태로 될 때까지 만드는데 필요한 에너지’, gumminess는 ‘semi-solid 식품을 삼킬 수 있는 상태로 될 때까지 만드는데 필요한 에너지’이다. 따라서 gumminess와 chewiness는 서로 배제될 수 있다. Chewiness 값은 texture profile analysis의 그래프에서 “chewiness = hardness × springiness × cohesiveness”로부터 산출된다. 본 실험에서는 SPP 처리구의 hardness, cohesiveness가 대조구보다 높았다. 따라서 SPP 처리구의 chewiness가 대조구보다 높았던 것으로 사료되었다.

#### 4. 관능검사

대조구와 SPP 처리구의 관능검사를 실시하였다 (Figs. 21–26). 외관

(appearance)은 대조구에 비하여 SPP 처리구가 낮은 관능평가치를 얻었다 (Fig. 21). 그러나 시료 간의 유의적인 차이는 관측되지 않았다 ( $p = 0.239$ ).

Dinner roll의 향 (flavor)은 Fig. 22에서와 같이 세 시료가 유사한 관능 평가치를 획득하여 시료 사이에 유의적인 차이가 없었다 ( $p = 0.249$ ).

색 (color)은 빵의 내부 (crumb)만을 평가하였다 (Fig. 23). 대조구가 가장 낮은 관능평가치를 기록하였고, SPP 첨가 농도가 증가할수록 “색”에 대한 관능평가치가 유의적으로 높아졌다 ( $p = 0.001$ ). 이는 SPP를 첨가함으로써 dinner roll의 색이 미백색에서 황색으로 변하기 때문에 관능특성이 향상된 것으로 사료되었다. Table 8에서와 같이, ‘SPP’와 ‘색’ 사이에는 강한 정의 상관관계가 성립하였다. 따라서 dinner roll 제조시 SPP의 첨가는 빵의 색감 향상에 기여할 수 있는 것으로 사료되었다.

질감 (Texture)은 대조구와 SPP-1은 유사한 관능평가치를 획득하였으나, SPP-2는 유의적으로 낮은 관능점수를 나타내었다 ( $p = 0.001$ ). SPP 첨가농도가 증가할수록 ‘질감’에 대한 관능평가치가 감소하였다 (Fig. 24). 관능검사 후의 토의과정에서, 패널은 SPP-2가 대조구 또는 SPP-1보다 단단한 질감을 나타내었고, 이러한 특성 때문에 ‘질감’ 항목에서 낮은 점수를 부여했다고 하였다. 또한 Table 8에서와 같이, SPP 농도와 빵의 질감 사이에는 강한 음의 상관관계가 성립하였다. 이는 texture analysis에서 SPP 처리에 의해 dinner roll의 hardness와 chewiness가 상승하였던 것과 일치하는 결과이었다.

맛 (taste)은 대조구보다 SPP 첨가구가 더 높은 관능평가치를 나타내었으나 (Fig. 24), 시료 간에 유의적인 차이는 나타나지 않았다 ( $p = 0.209$ ). 이는 중력분을 당분 함량이 높은 SPP로 대체하였기 때문에 SPP 처리구의 맛에 대한 관능특성이 향상된 것으로 사료되었다.

전체적인 수용도 (overall acceptability)는 대조구와 SPP-1은 유의적인 차이를 나타내지 않았으나 (Fig. 26), SPP-2는 대조구/ SPP-1보다 유의적으로 낮은 관능특성을 나타내었다 ( $p = 0.040$ ). 이는 SPP와 overall

acceptability 사이에 강한 음의 상관관계가 성립되는 것으로 설명할 수 있다 (Table 9). 즉, dinner roll 제조시에 첨가되는 SPP 함량이 증가할수록 빵의 overall acceptability는 감소하는 것으로 나타났다.

빵의 관능특성 항목 간의 상관관계를 분석한 결과는 Table 10과 같다. 빵의 overall acceptability에 유의적인 영향을 주는 요인은 ‘색’, ‘질감’, ‘맛’이었다. 즉, overall acceptability는 질감과 강한 정의 상관관계를 나타내어, 질감이 좋은 평가를 받을수록 빵의 overall acceptability도 상승하는 것으로 나타났다. 또한 ‘색’과 ‘질감’, ‘맛’과 ‘질감’ 사이에는 강한 부의 상관관계를 나타내었다. 따라서 빵의 ‘질감’ 특성이 향상될수록 전체적인 관능 특성이 상승하는 것으로 나타났다.



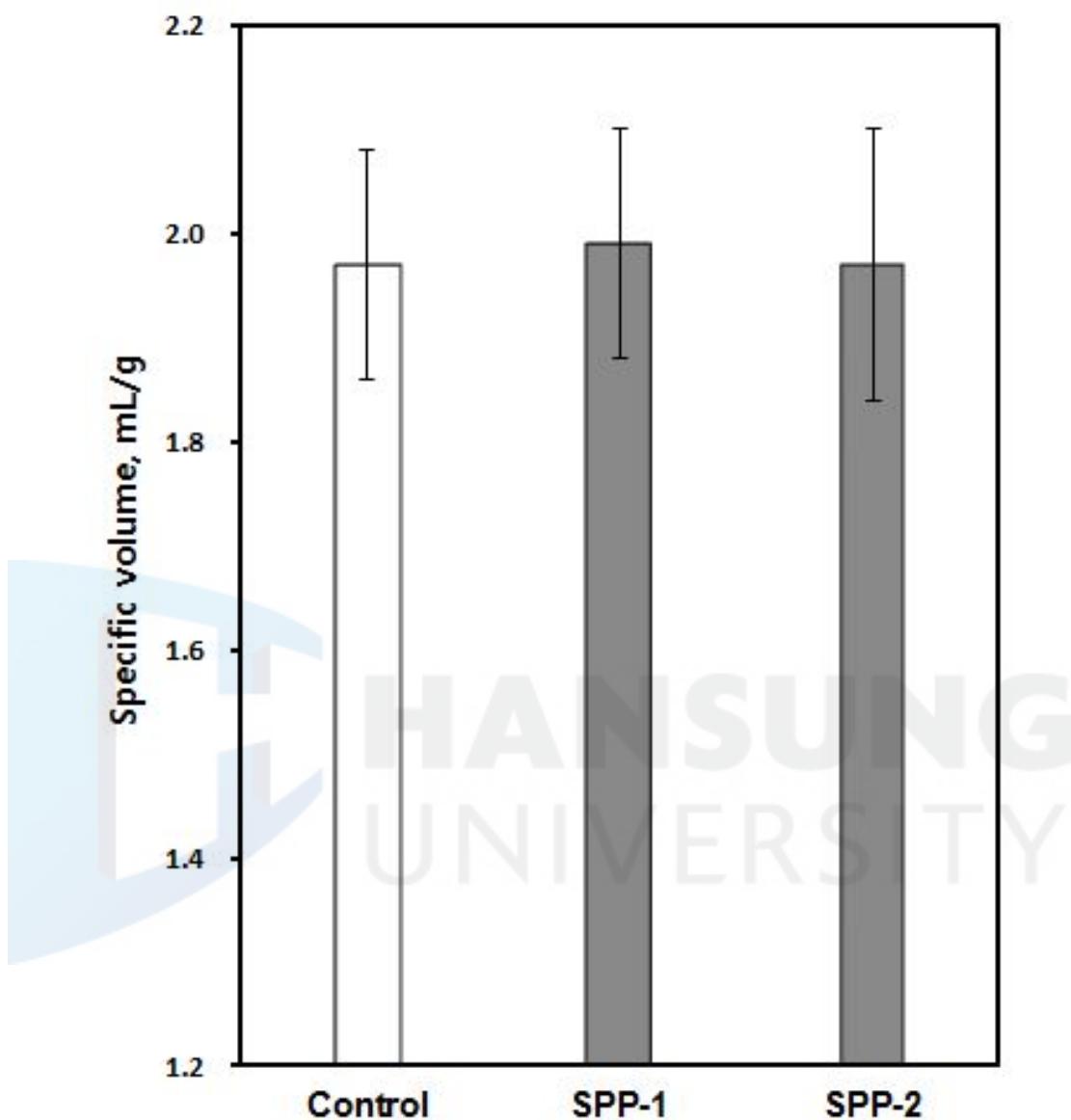


Fig. 6 Specific volume of dinner roll added with SPP (lyophilized sweet potato powder). Data were expressed as mean  $\pm$  standard deviation. Significant differences were not detected among tested samples ( $p < 0.995$ ).

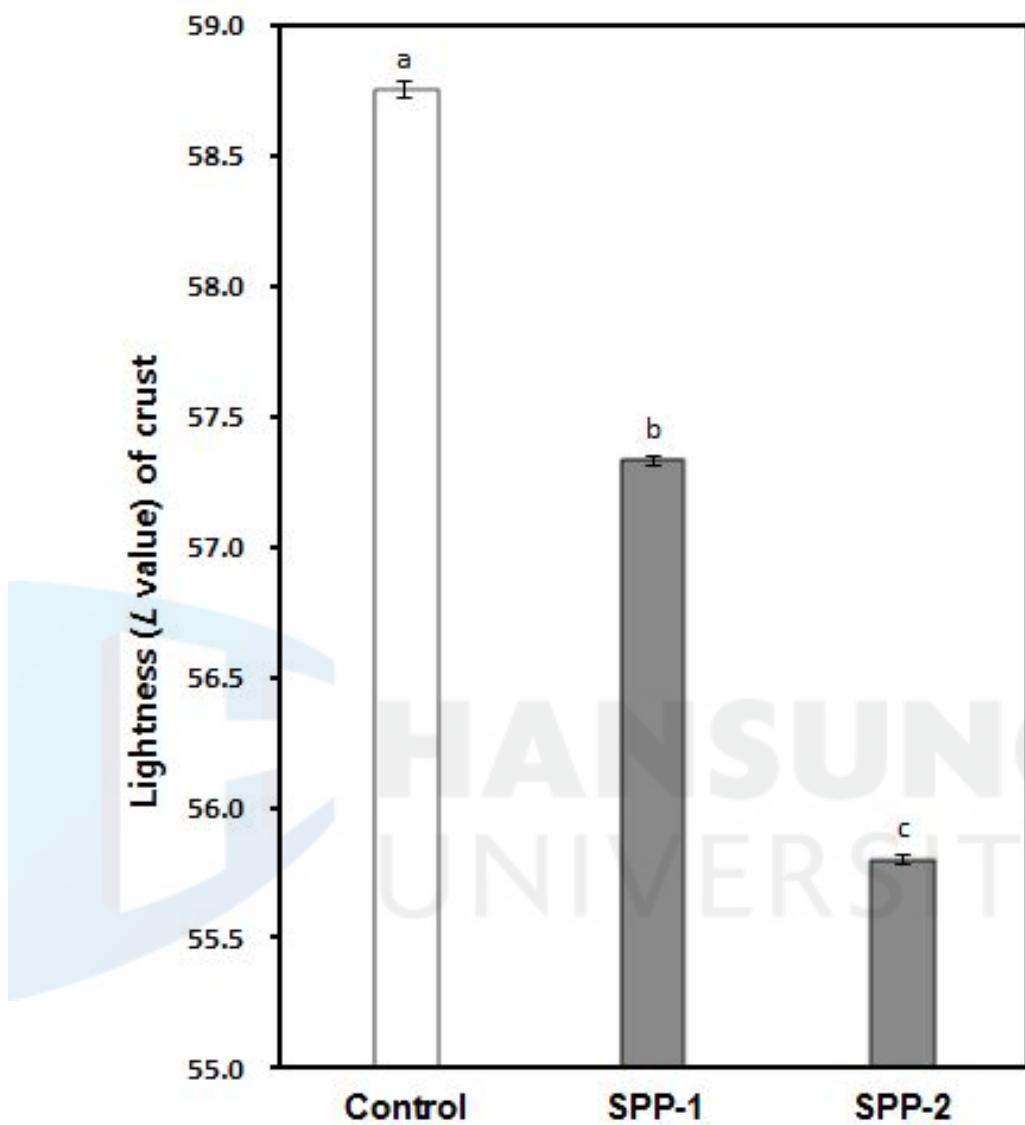


Fig. 7. Lightness ( $L$  value) of dinner roll crust added with SPP (lyophilized sweet potato powder). Data were expressed as mean  $\pm$  standard deviation. Different letters in a figure denote value that were significant different analyzed by ONE-WAY ANOVA and Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ).

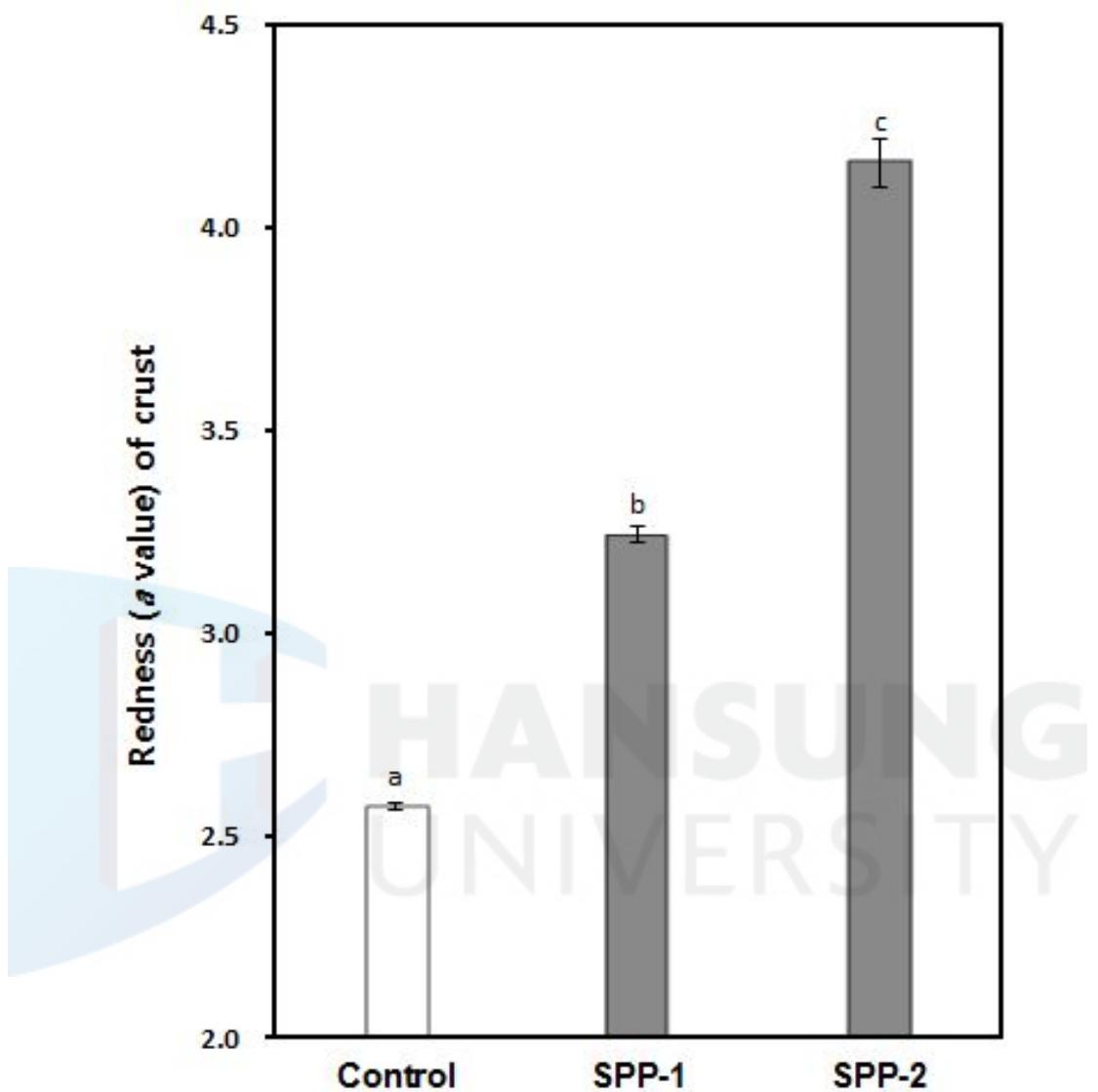


Fig. 8. Redness ( $a$  value) of dinner roll crust added with SPP (lyophilized sweet potato powder). Data were expressed as mean  $\pm$  standard deviation. Different letters in a figure denote value that were significant different analyzed by ONE-WAY ANOVA and Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ).

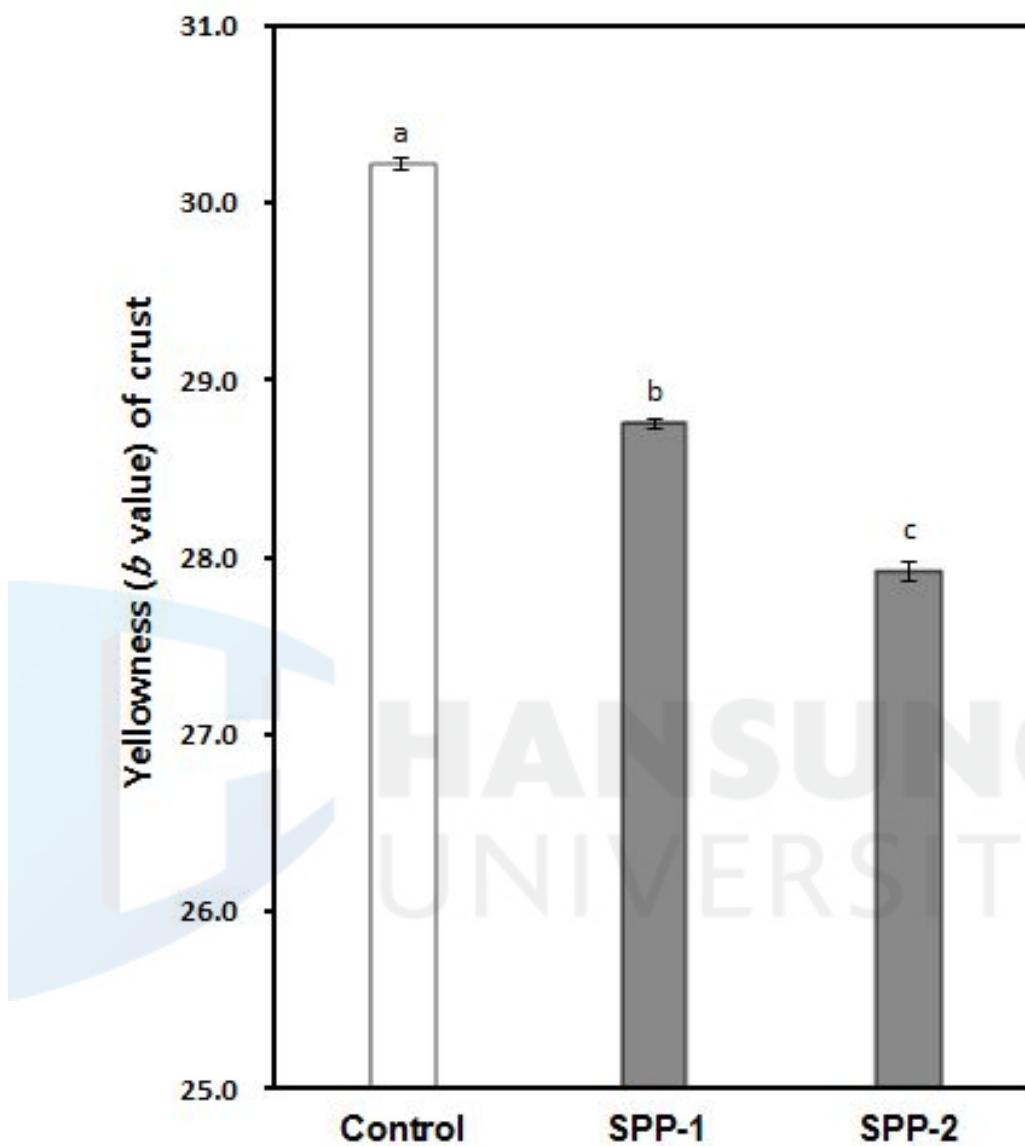


Fig. 9. Yellowness (*b* value) of dinner roll crust added with SPP (lyophilized sweet potato powder). Data were expressed as mean  $\pm$  standard deviation. Different letters in a figure denote value that were significant different analyzed by ONE-WAY ANOVA and Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ).

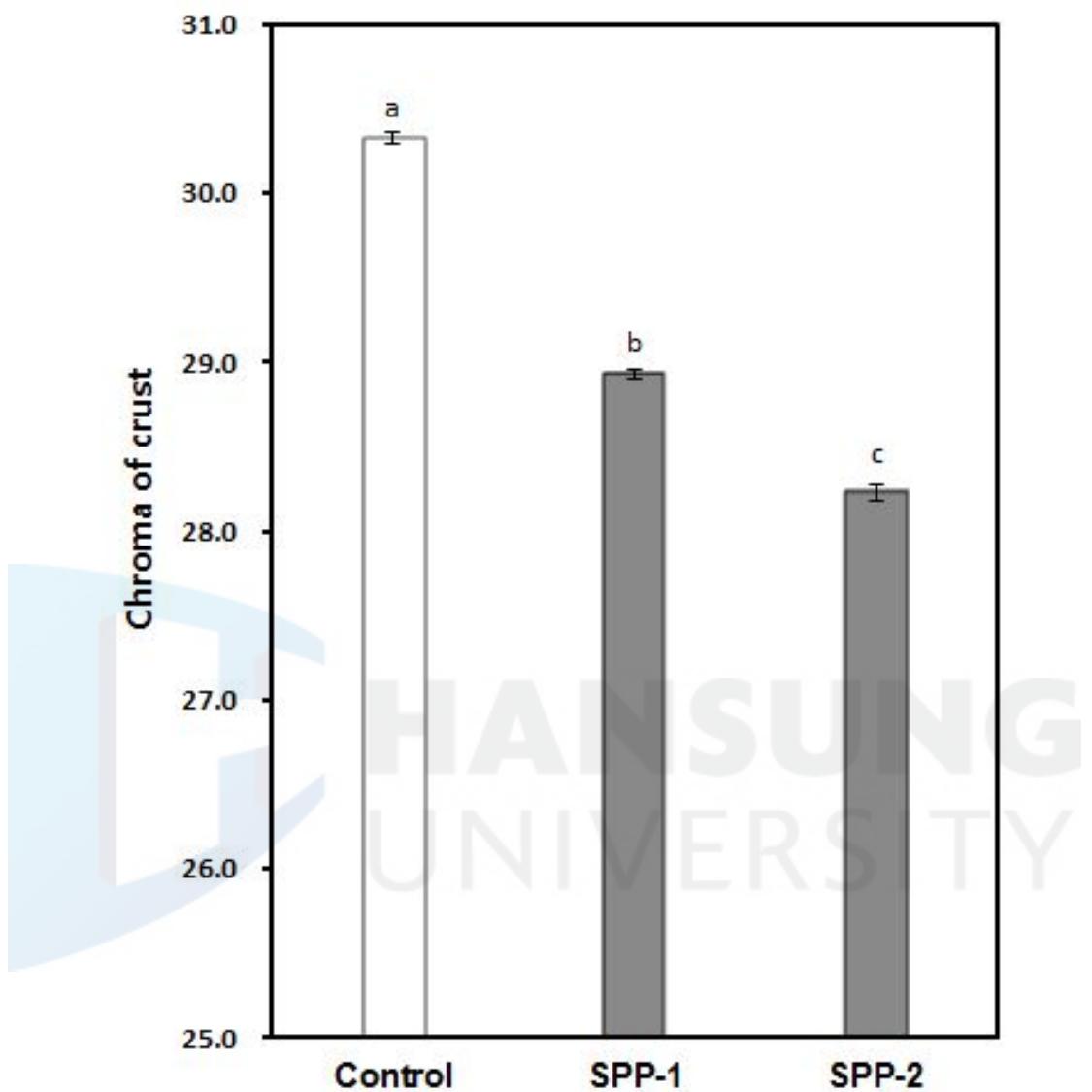


Fig. 10. Chroma of dinner roll crust added with SPP (lyophilized sweet potato powder). Data were expressed as mean  $\pm$  standard deviation. Different letters in a figure denote value that were significant different analyzed by ONE-WAY ANOVA and Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ).

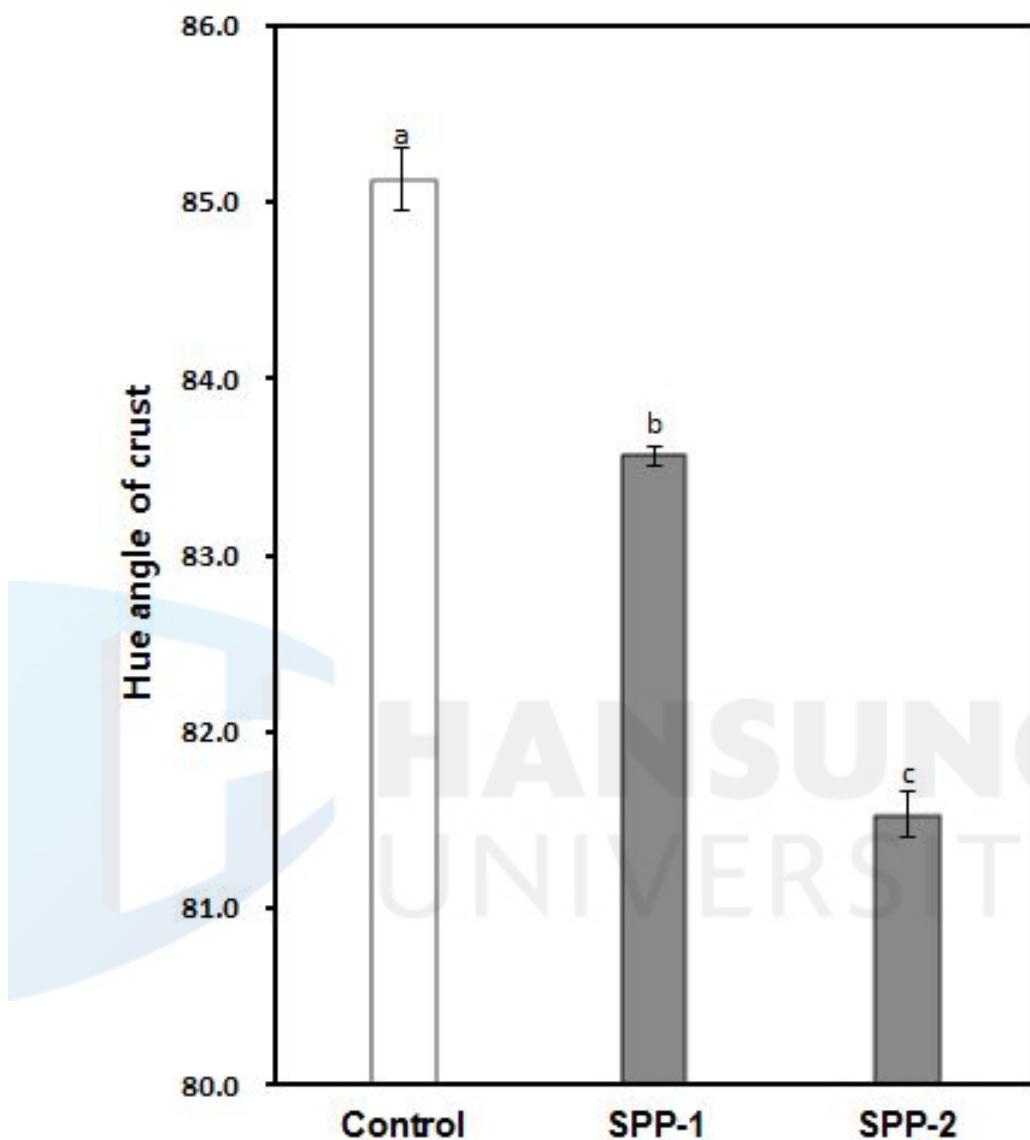


Fig. 11. Hue angle of dinner roll crust added with SPP (lyophilized sweet potato powder). Data were expressed as mean  $\pm$  standard deviation. Different letters in a figure denote value that were significant different analyzed by ONE-WAY ANOVA and Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ).

Table 5. Pearson's correlation coefficients between the SPP and the crust chromaticity

	<i>L</i> value	<i>a</i> value	<i>b</i> value	Chroma	Hue angle
SPP*	-0.995	0.995	-0.987	-0.982	-0.997

\*SPP; lyophilized sweet potato powder

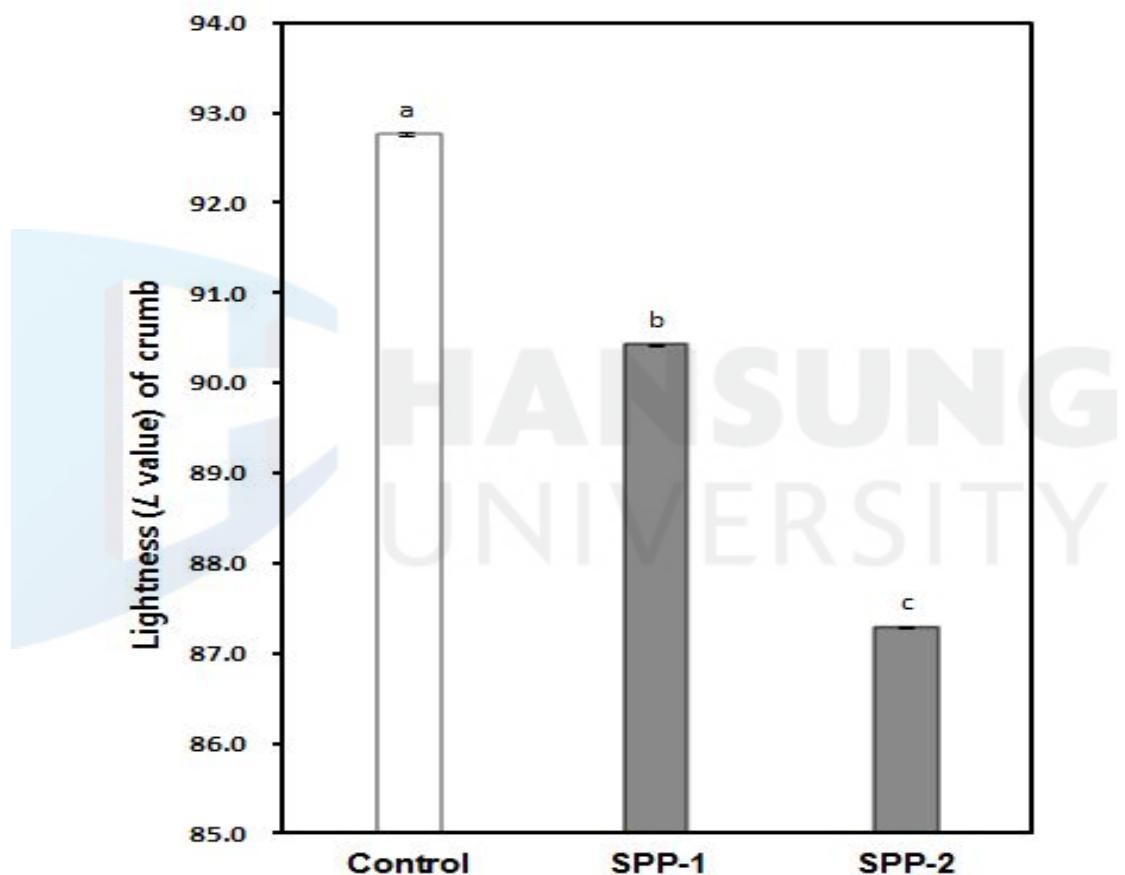


Fig. 12. Lightness (*L* value) of dinner roll crumb added with SPP (lyophilized sweet potato powder). Data were expressed as mean  $\pm$  standard deviation. Different letters in a figure denote value that were significant different analyzed by ONE-WAY ANOVA and Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ).

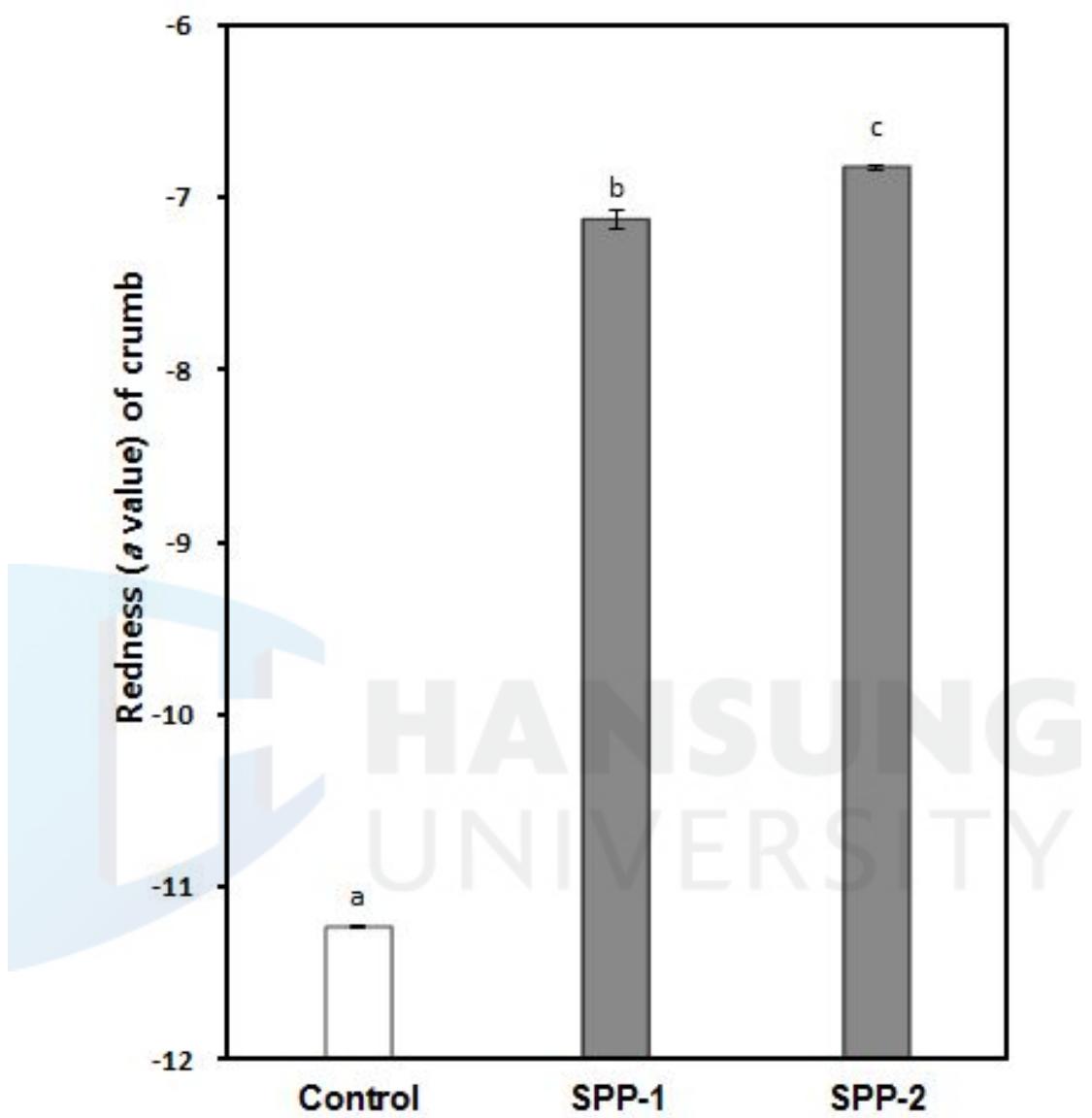


Fig. 13. Redness ( $a$  value) of dinner roll crumb added with SPP (lyophilized sweet potato powder). Data were expressed as mean  $\pm$  standard deviation. Different letters in a figure denote value that were significant different analyzed by ONE-WAY ANOVA and Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ).

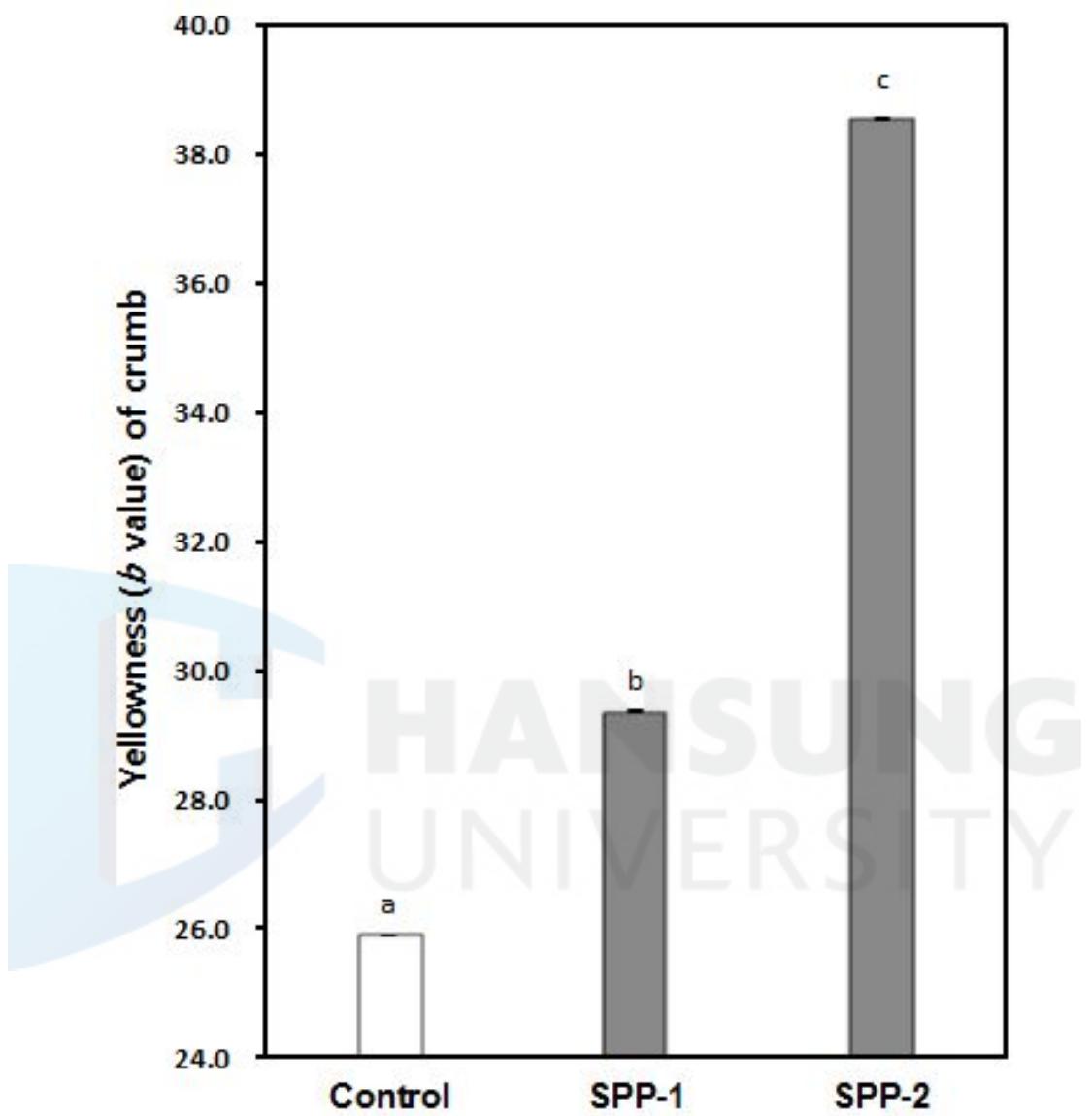


Fig. 14. Yellowness (*b* value) of dinner roll crumb added with SPP (lyophilized sweet potato powder). Data were expressed as mean  $\pm$  standard deviation. Different letters in a figure denote value that were significant different analyzed by ONE-WAY ANOVA and Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ).

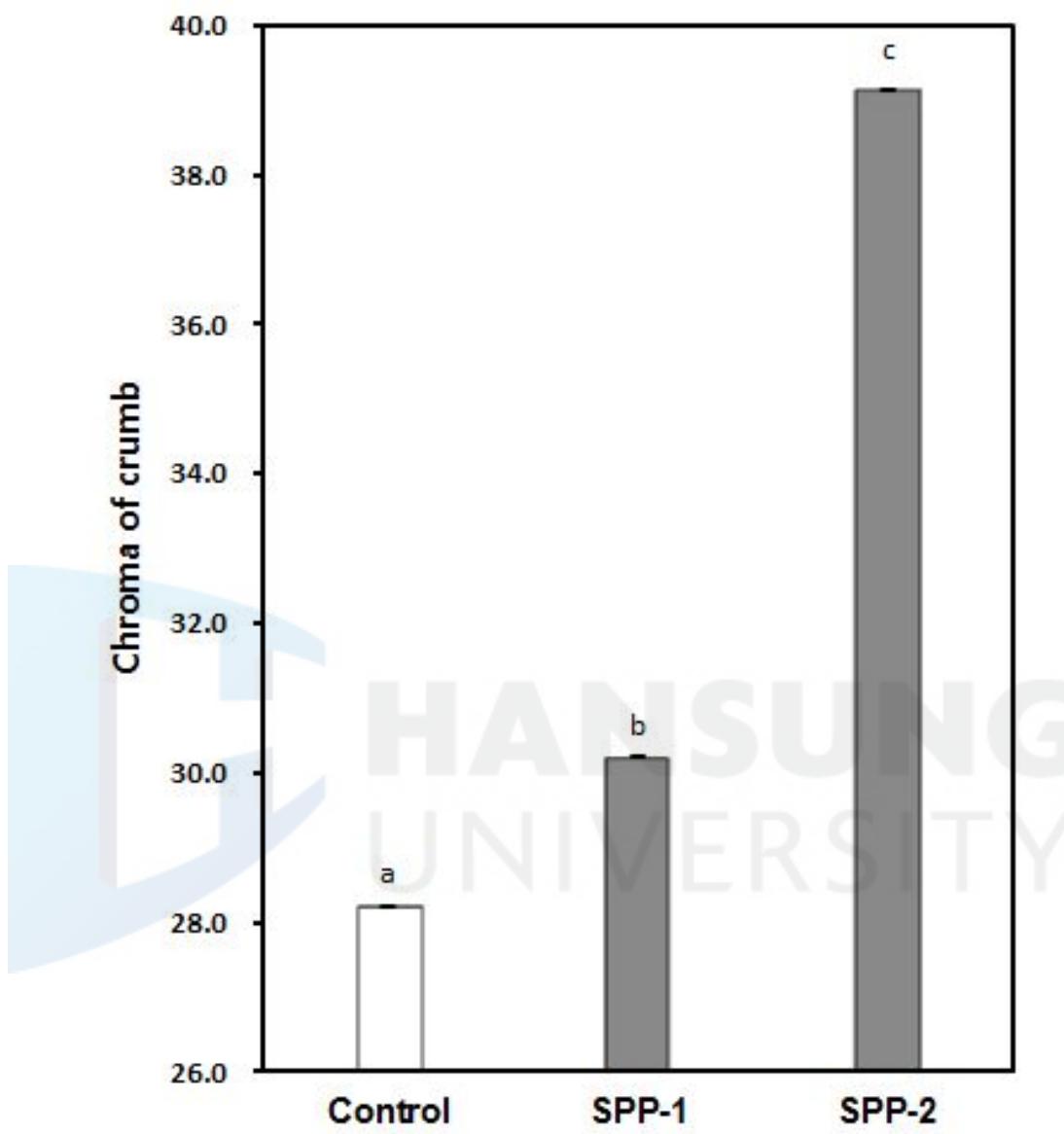


Fig. 15. Chroma of dinner roll crumb added with SPP (lyophilized sweet potato powder). Data were expressed as mean  $\pm$  standard deviation. Different letters in a figure denote value that were significant different analyzed by ONE-WAY ANOVA and Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ).

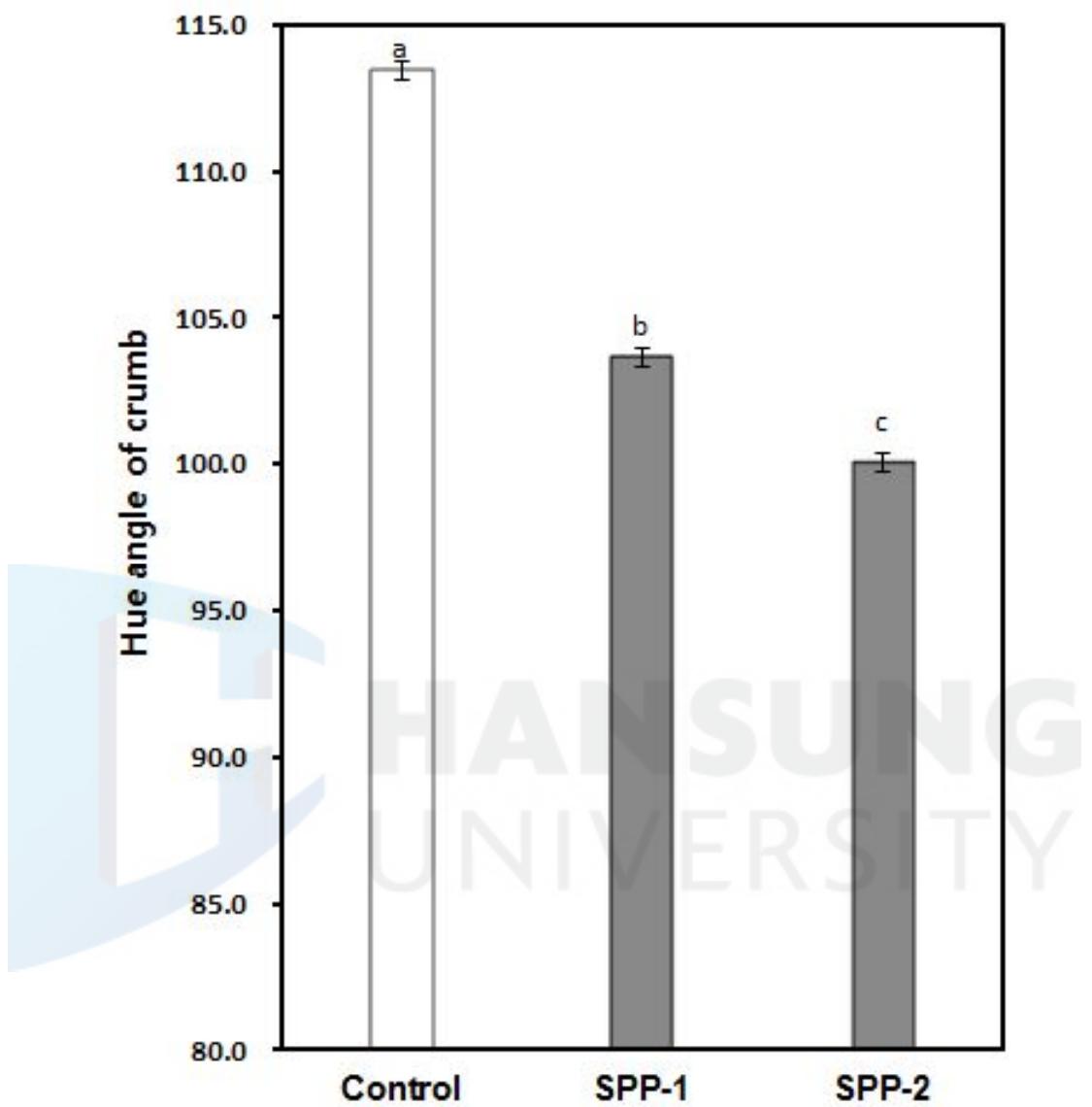


Fig. 16. Hue angle of dinner roll crumb added with SPP (lyophilized sweet potato powder). Data were expressed as mean  $\pm$  standard deviation. Different letters in a figure denote value that were significant different analyzed by ONE-WAY ANOVA and Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ).

Table 6. Correlation coefficient between SPP and the crumb chromaticity

	<i>L</i> value	<i>a</i> value	<i>b</i> value	Chroma	Hue angle
SPP	-0.997	0.895	0.968	0.939	-0.966

\*SPP; lyophilized sweet potato powder

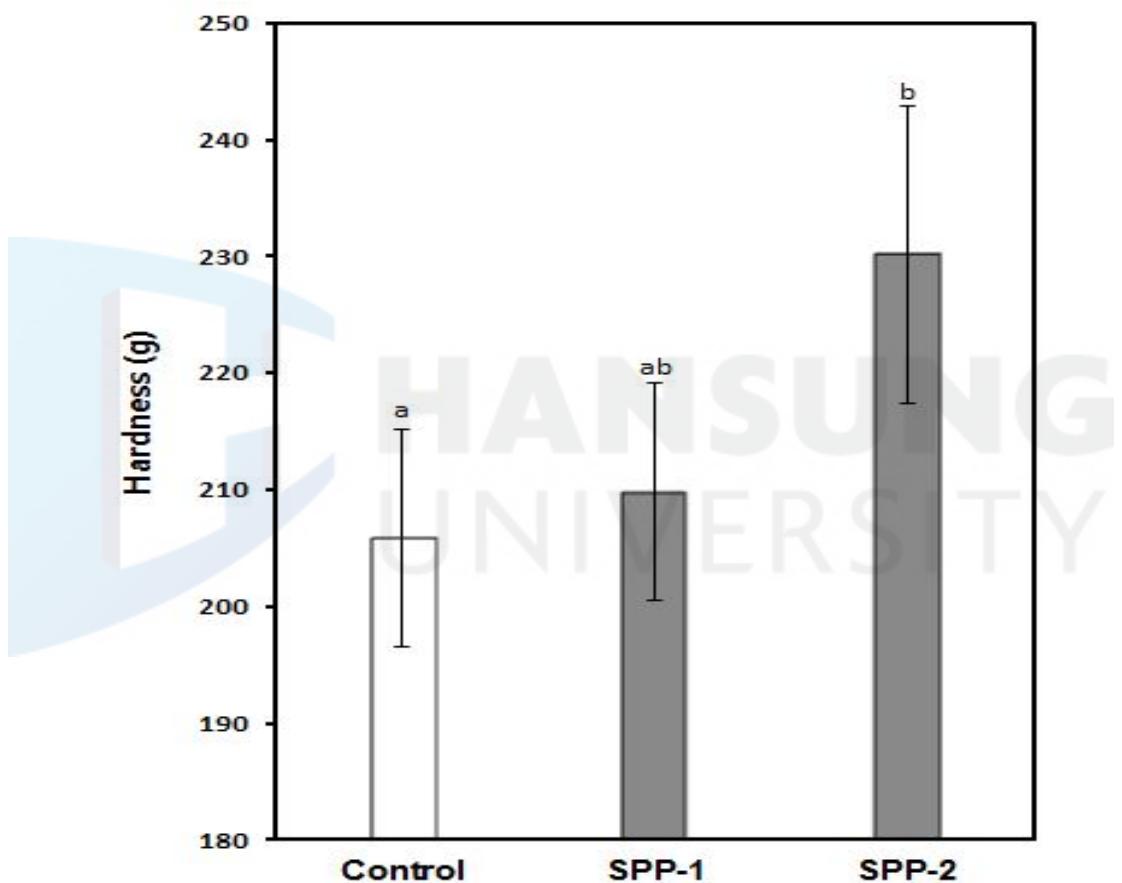


Fig. 17. Hardness of dinner roll added with SPP (lyophilized sweet potato powder). Data were expressed as mean  $\pm$  standard deviation. Different letters in a figure denote value that were significant different analyzed by ONE-WAY ANOVA and Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ).

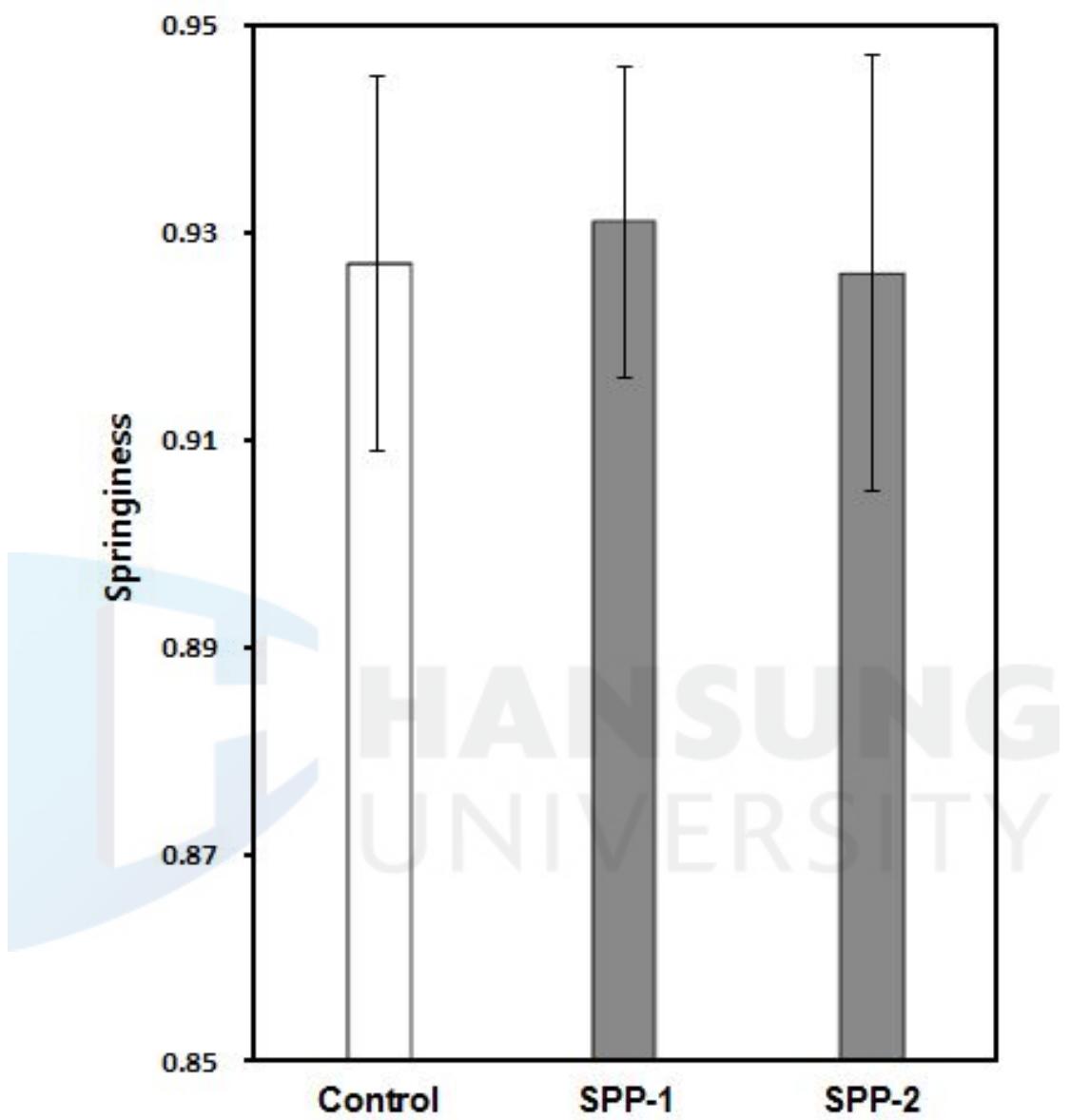


Fig. 18. Springiness of dinner roll added with SPP (lyophilized sweet potato powder). Data were expressed as mean  $\pm$  standard deviation. Significant differences were not detected among tested samples.

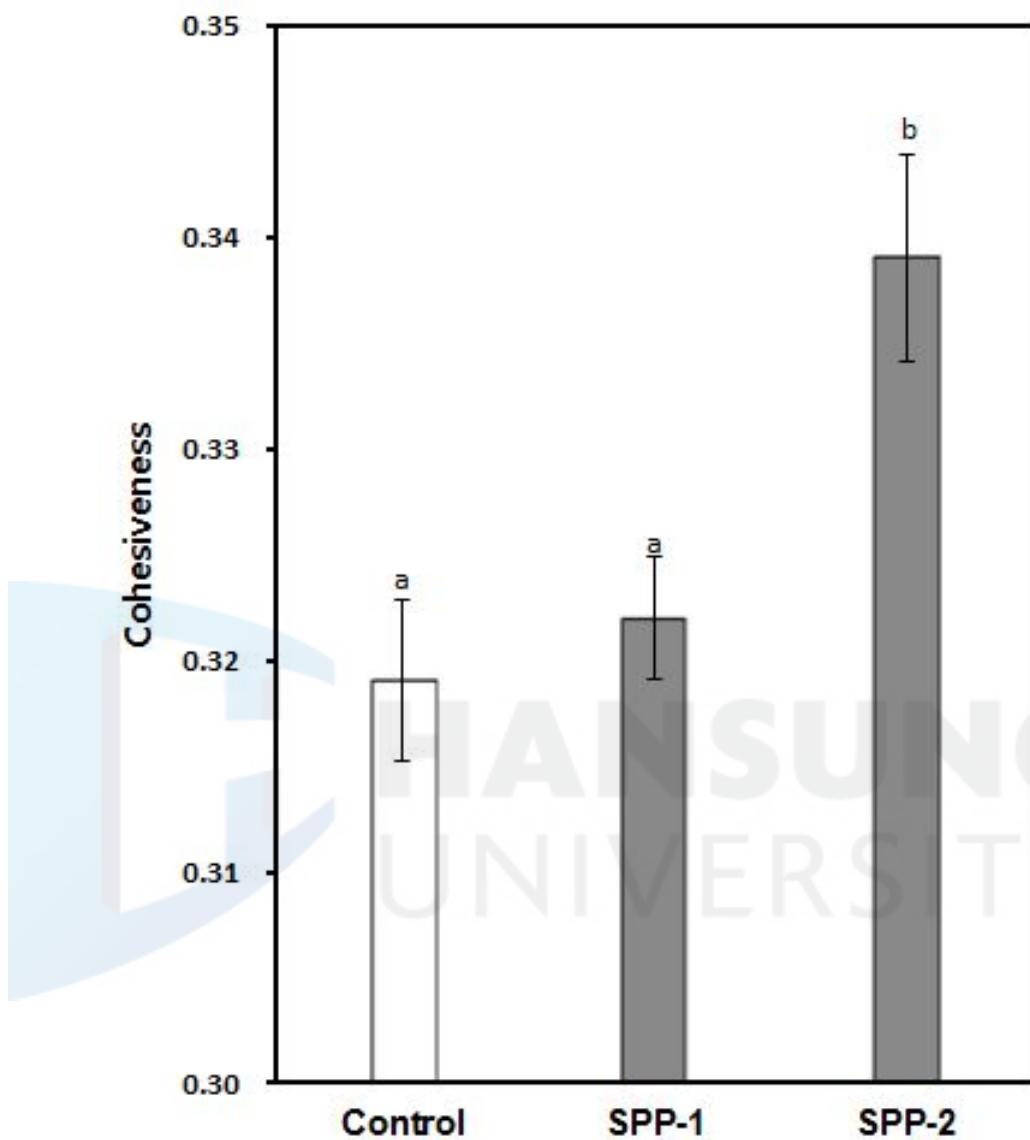


Fig. 19. Cohesiveness of dinner roll added with SPP (lyophilized sweet potato powder). Data were expressed as mean  $\pm$  standard deviation. Different letters in a figure denote value that were significant different analyzed by ONE-WAY ANOVA and Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ).

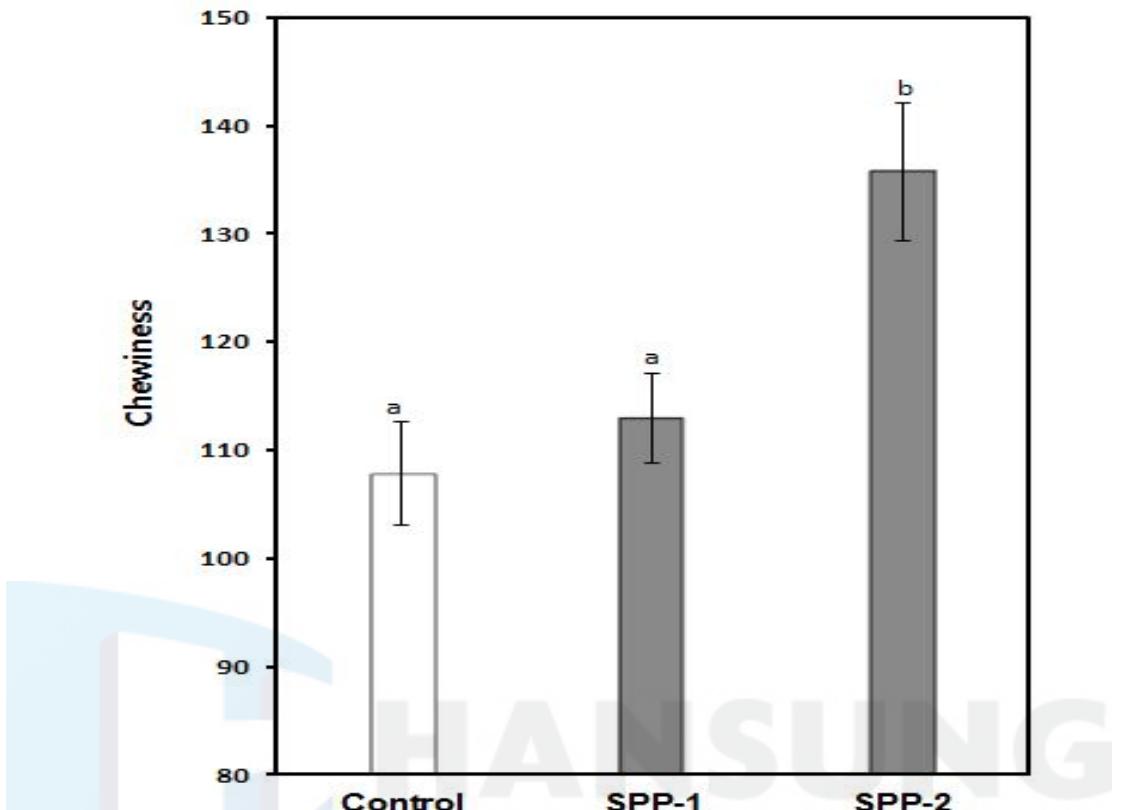


Fig. 20. Chewiness of dinner roll added with SPP (lyophilized sweet potato powder). Data were expressed as mean  $\pm$  standard deviation. Different letters in a figure denote value that were significant different analyzed by ONE-WAY ANOVA and Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ).

Table 7. Correlation coefficient between SPP and texture characteristics.

	Hardness	Springiness	Cohesiveness	Chewiness
SPP	0.724*	-0.09	0.871**	0.135

SPP; lyophilized sweet potato powder

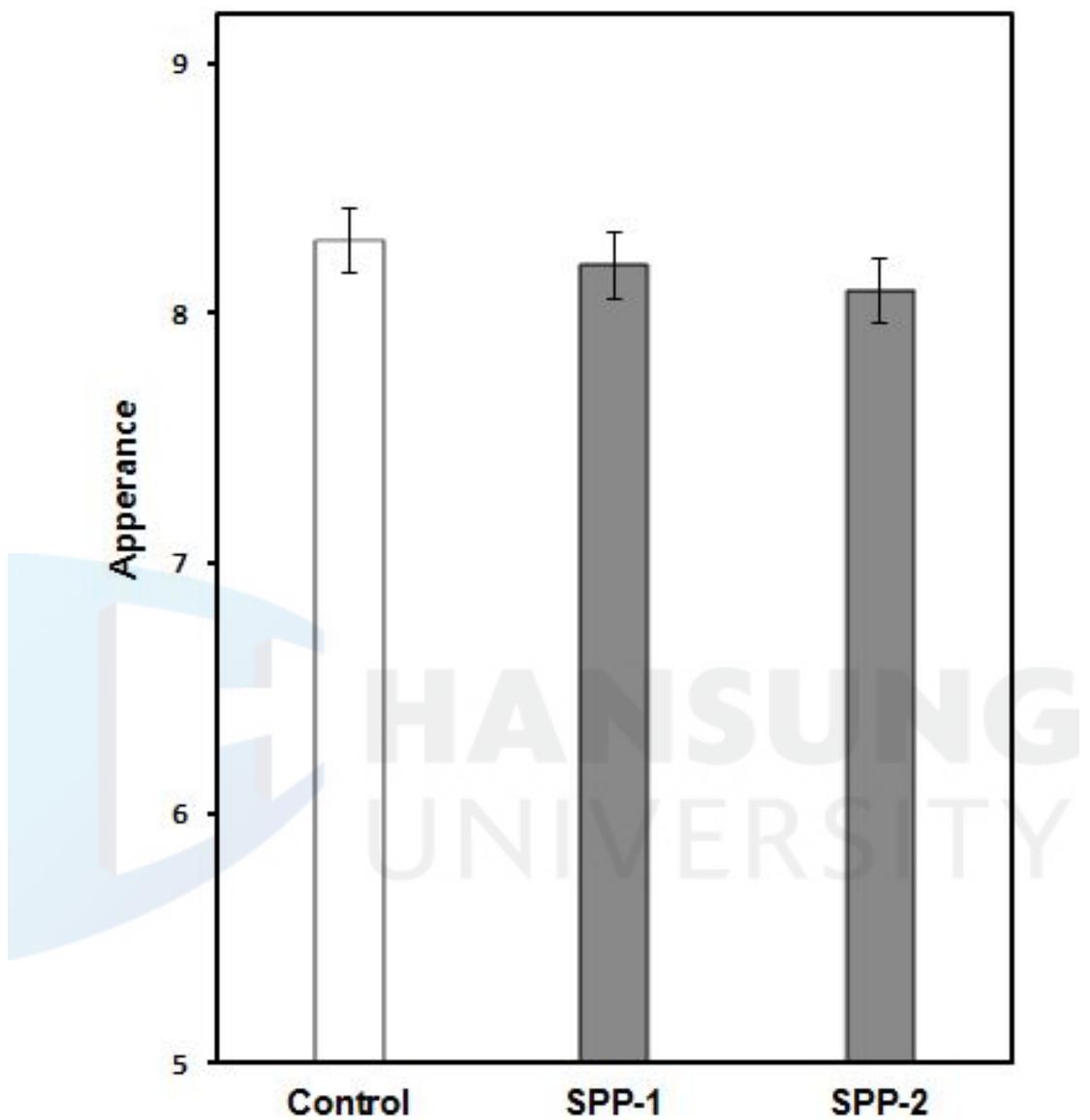
\*;  $p = 0.05$ , \*\*;  $p = 0.01$ .

Table 8. Pearson's correlation coefficient of the texture characteristics.

	Hard	Spring	Cohesive	Chew	SV	BLR	DER	DDensity
Hard	1	-0.154	0.945**	-0.414	0.596	-0.496	-0.661	0.910**
Spring	-0.154	1	-0.188	-0.524	0.030	0.160	0.102	-0.196
Cohesive	0.945**	-0.188	1	-0.149	0.304	-0.747*	-0.858**	0.991**
Chew	-0.414	-0.524	-0.149	1	-0.838**	-0.435	-0.236	-0.076
SV	0.596	0.030	0.304	-0.838**	1	0.383	0.171	0.219
BLR	-0.496	0.160	-0.747**	-0.435	0.383	1	0.964**	-0.801**
DER	-0.661	0.102	-0.858*	-0.236	0.171	0.964**	1	-0.887**
DDensity	0.910**	-0.196	0.991**	-0.076	0.219	-0.801**	-0.887**	1

SPP; lyophilized sweet potato powder, \*;  $p = 0.05$ , \*\*;  $p = 0.01$ .

Hard; hardness, spring; springiness, cohesive; cohesiveness, SV; specific volume, BLR; baking loss rate, DER; dough expansion rate, ddensity; dough density.



**Fig. 21.** The sensory value of the appearance of dinner roll added with SPP (lyophilized sweet potato powder) in sensory analyis. Data were expressed as mean  $\pm$  standard deviation. Significant differences were not detected among tested samples ( $p = 0.239$ ).

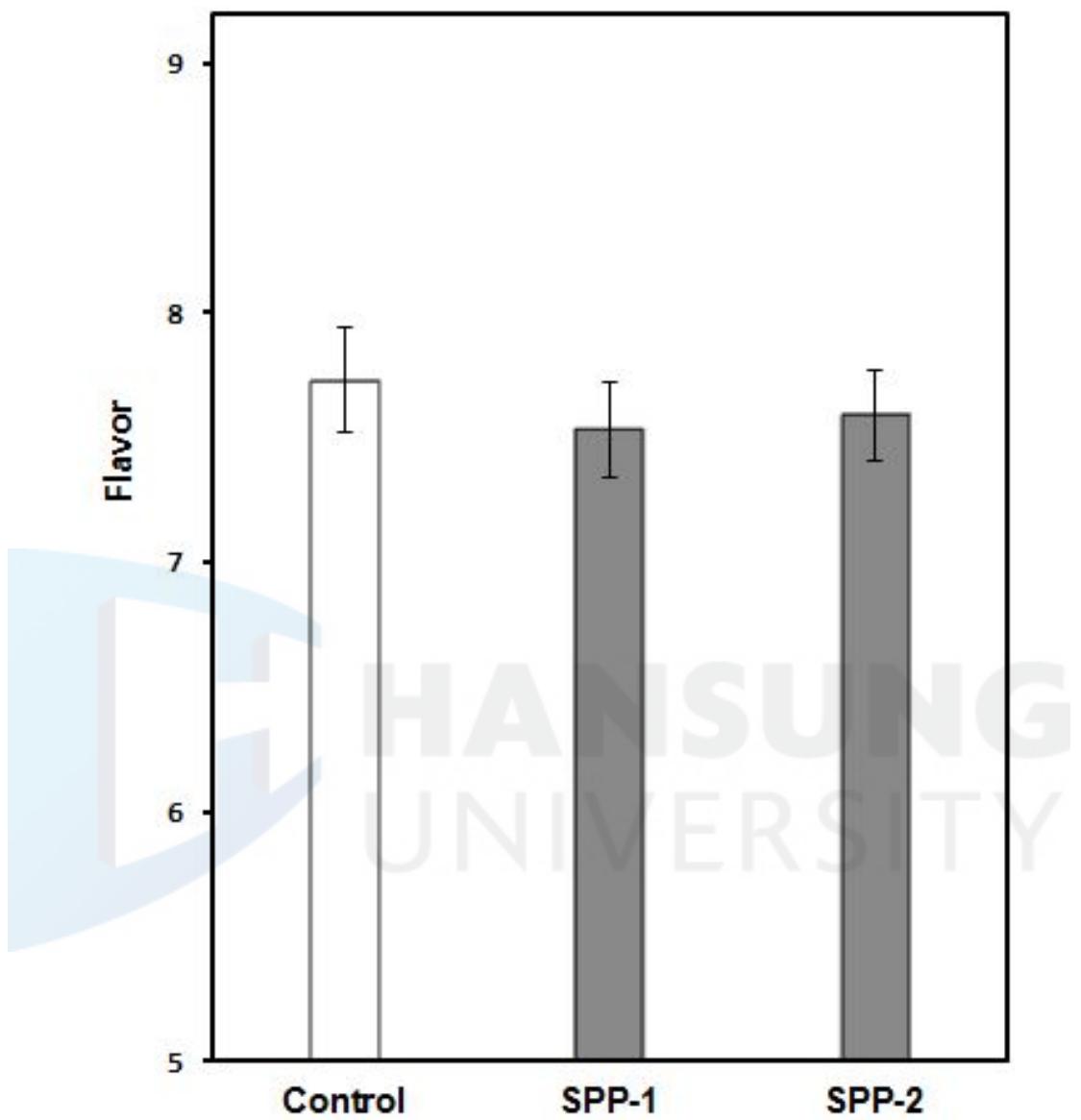


Fig. 22. The sensory value of the flavor of dinner roll added with SPP (lyophilized sweet potato powder) in sensory analysis. Data were expressed as mean  $\pm$  standard deviation. Significant differences were not detected among tested samples ( $p = 0.249$ ).

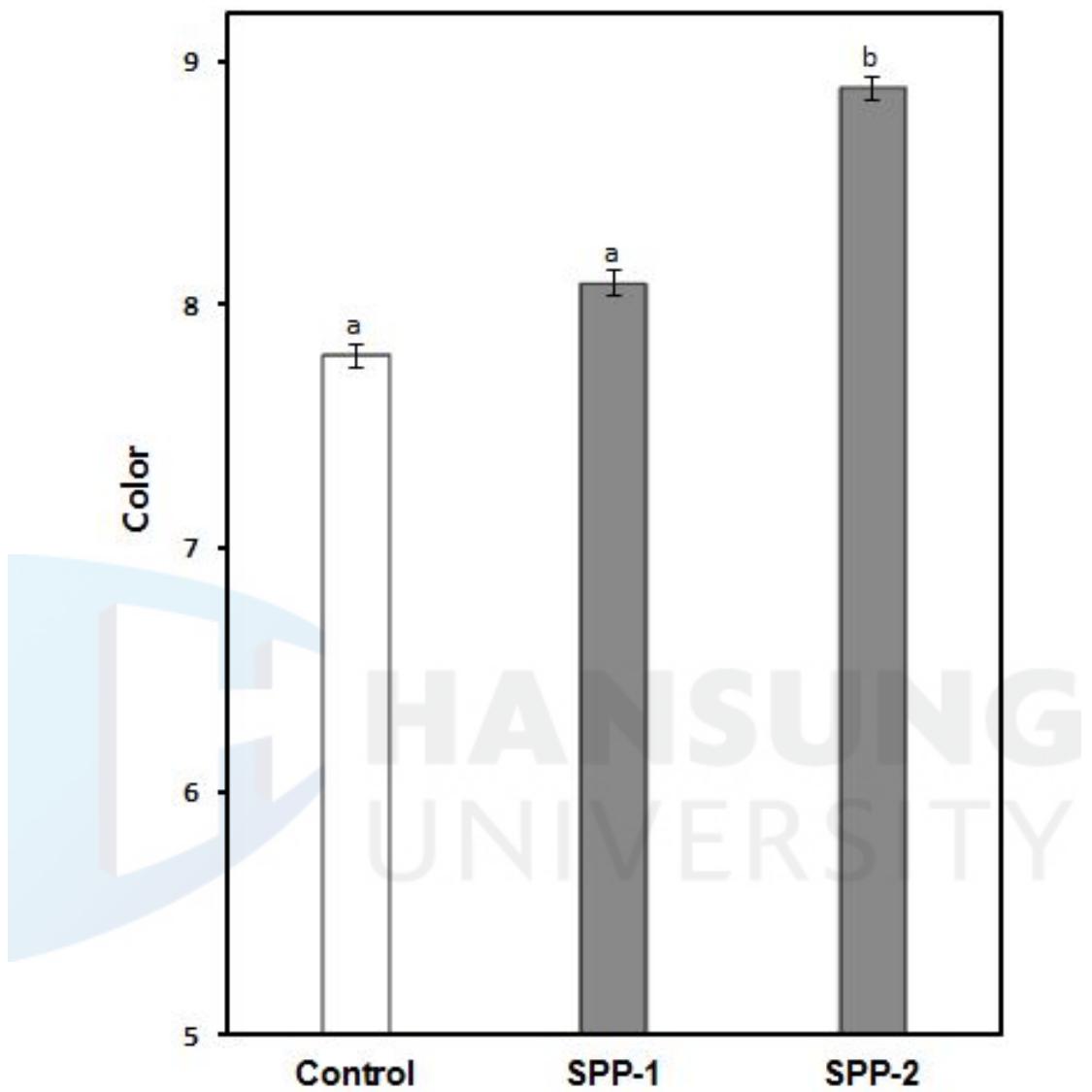


Fig. 23. The sensory value of the color of dinner roll added with SPP (lyophilized sweet potato powder) in sensory analysis. Data were expressed as mean  $\pm$  standard deviation. Different letters in a figure denote value that were significant different analyzed by ONE-WAY ANOVA and Duncan's multiple range test ( $p = 0.001$ ).

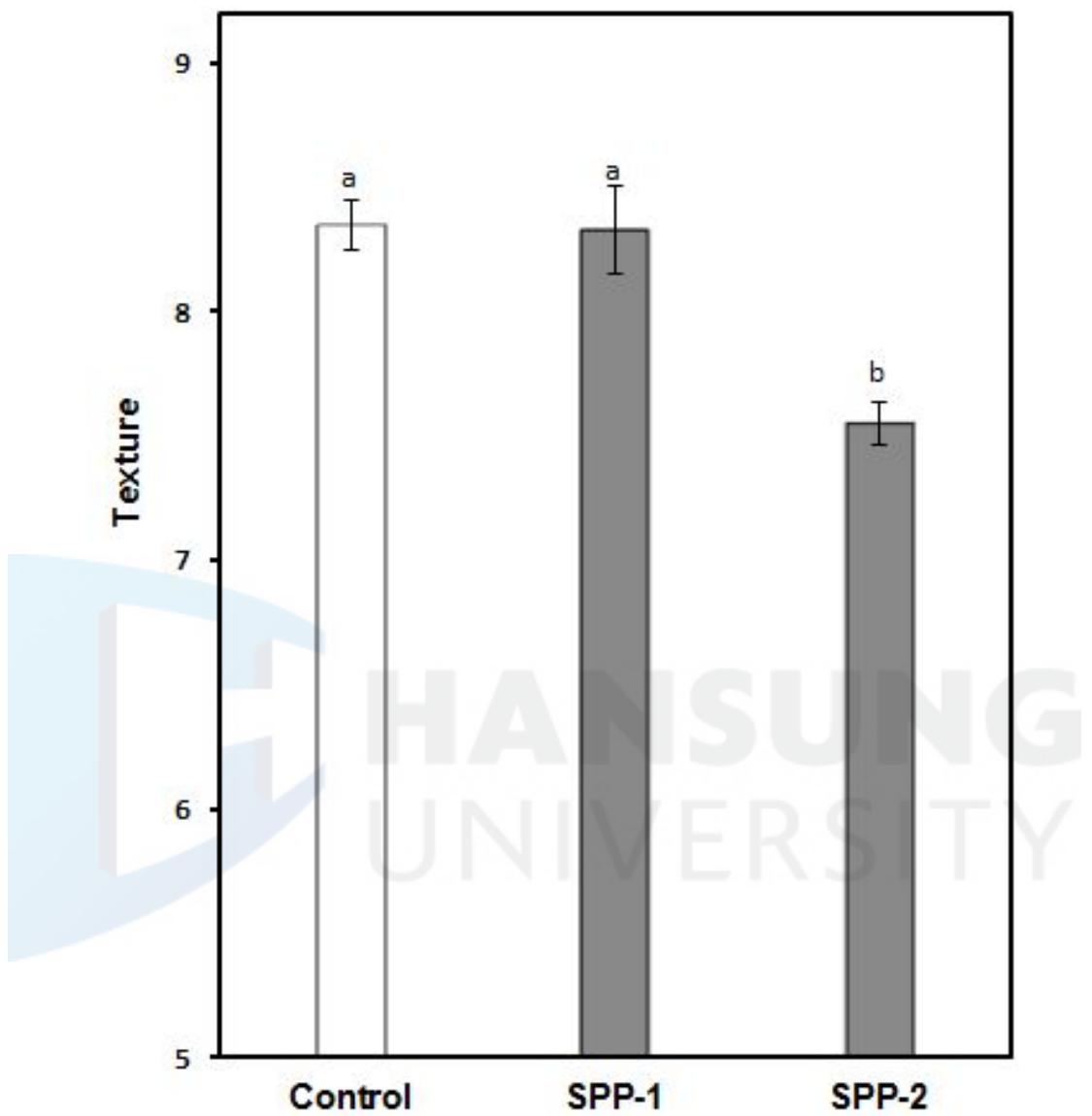


Fig. 24. The sensory value of the texture of dinner roll added with SPP (lyophilized sweet potato powder) in sensory analyis. Data were expressed as mean  $\pm$  standard deviation. Different letters in a figure denote value that were significant different analyzed by ONE-WAY ANOVA and Duncan's multiple range test ( $p = 0.001$ ).

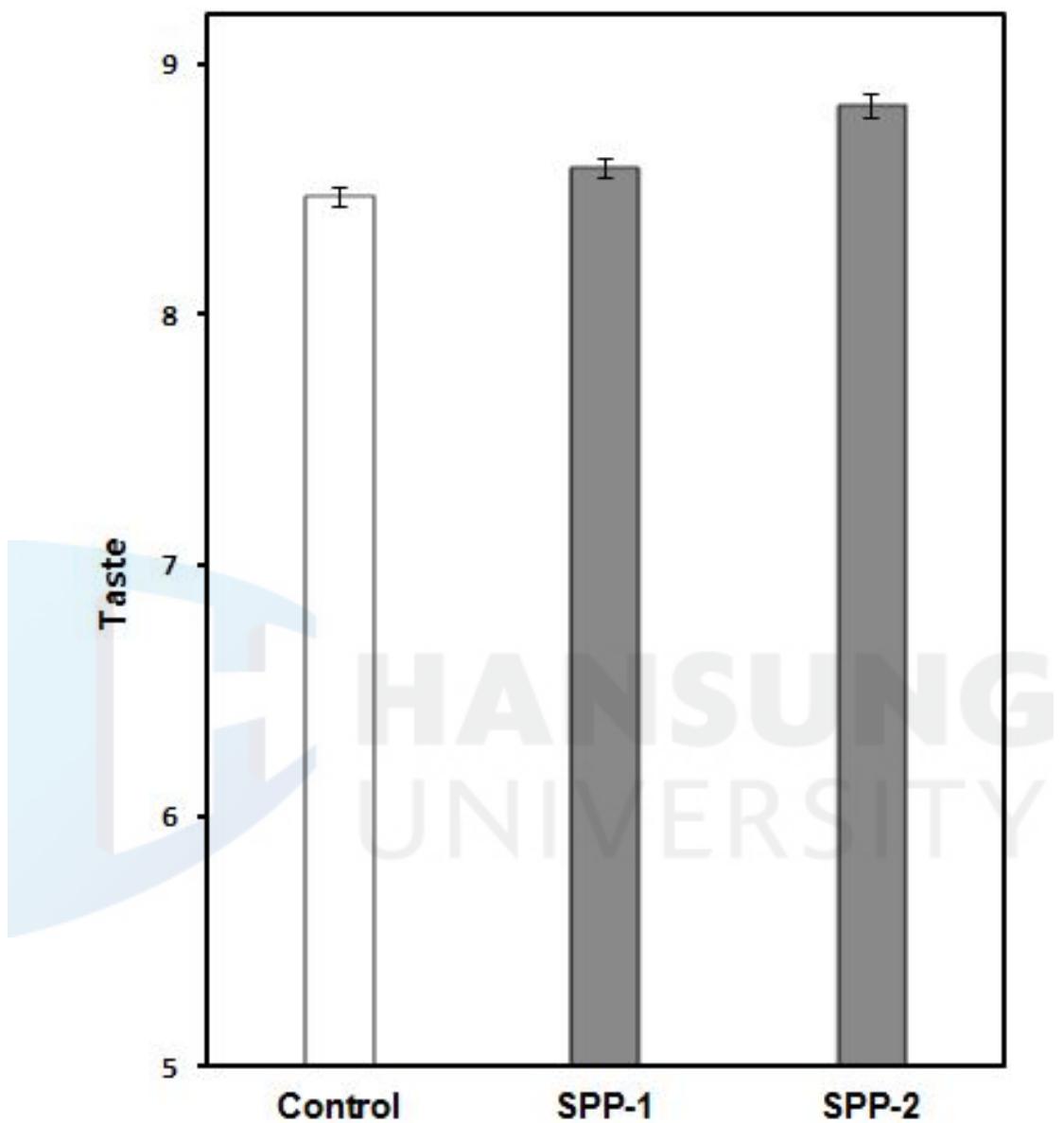


Fig. 25. The sensory value of the taste of dinner roll added with SPP (lyophilized sweet potato powder) in sensory analysis. Data were expressed as mean  $\pm$  standard deviation. Significant differences were not detected among tested samples ( $p = 0.209$ ).

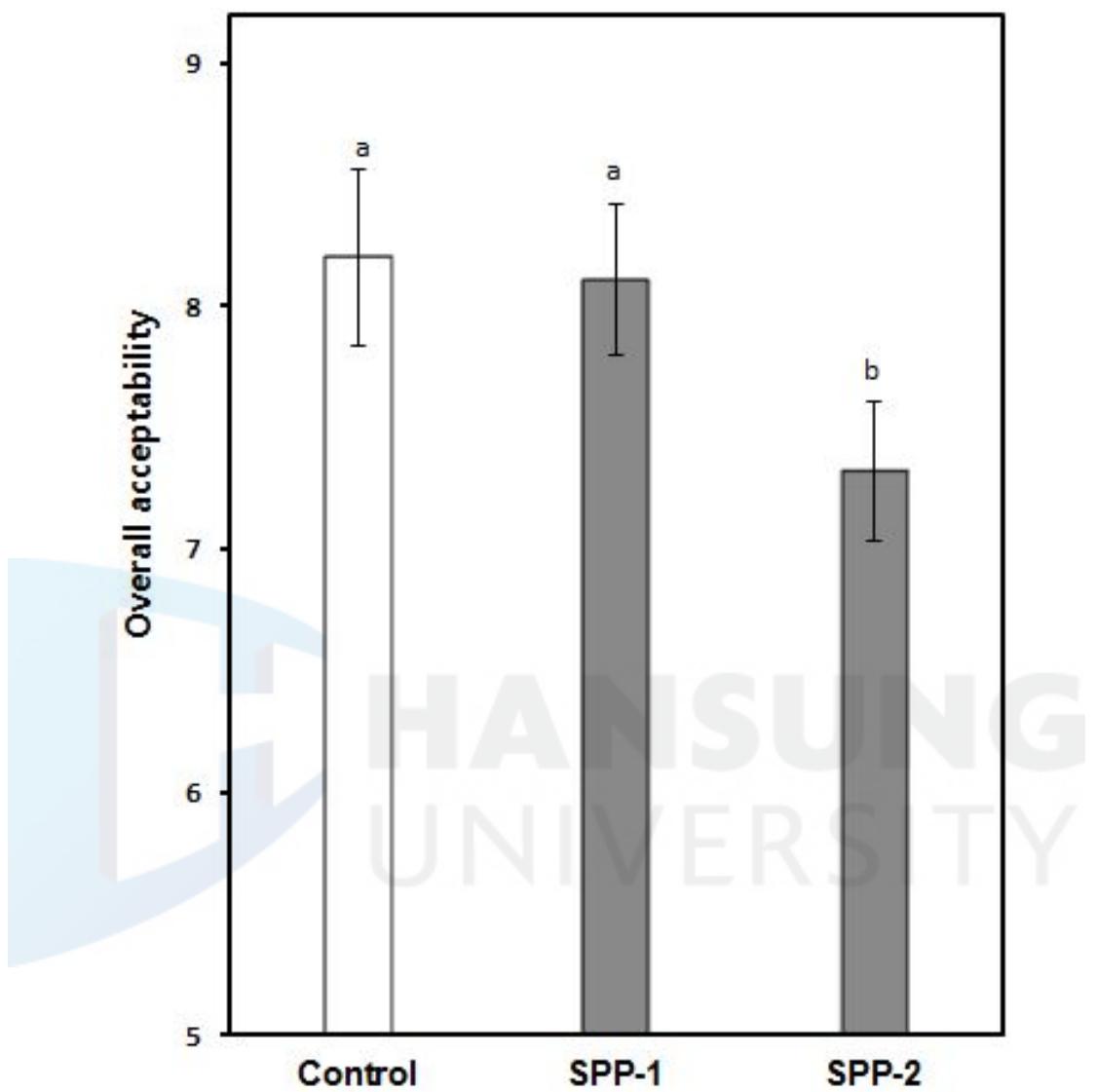


Fig. 26. The sensory value of the overall acceptability of dinner roll added with SPP (lyophilized sweet potato powder) in sensory analyis. Data were expressed as mean  $\pm$  standard deviation. Different letters in a figure denote value that were significant different analyzed by ONE-WAY ANOVA and Duncan's multiple range test ( $p = 0.040$ ).

Table 9. Correlation coefficient between SPP and sensory characteristics.

	Appearance	Flavor	Color	Texture	Taste	Overall
SPP	-0.616	-0.28	0.964**	-0.843**	0.552	-0.740*

SPP; lyophilized sweet potato powder

\*;  $p = 0.05$ , \*\*;  $p = 0.01$

Table 10. Pearson's correlation coefficient of the sensory characteristics.

	Appearance	Flavor	Color	Texture	Taste	Overall
Appearance	1	0.805**	-0.65	0.335	0.3	0.073
Flavor	0.805**	1	-0.209	-0.2	0.557	-0.409
Color	-0.65	-0.209	1	-0.909**	0.51	-0.755*
Texture	0.335	-0.2	-0.909**	1	-0.719*	0.932*
Taste	0.3	0.557	0.51	-0.719*	1	-0.843**
Overall	0.073	-0.409	-0.755*	0.932*	-0.843**	1

SPP; lyophilized sweet potato powder

\*;  $p = 0.05$ , \*\*;  $p = 0.01$ .

## 제 3 절 SPP를 첨가한 dinner roll의 섭취가 혈당 변화에 미치는 효과

### 1. Streptozotocin으로 유도한 당뇨 쥐의 혈당 측정

Streptozotocin으로 당뇨병을 유발한 SD-rat의 혈당 변화에 SPP 처리구가 미치는 효과를 측정하기 위하여, 실험식이 (Table 3)를 4주간 시행하였다. Streptozotocin 투여에 의해 정상군 (normal)을 제외한 모든 실험구에서 혈당이 350 mg/dL가 넘는 당뇨병이 유발되었다. 당뇨병이 유발된 것을 꼬리정맥 채혈로 확인한 후, 연속하여 2주간 실험식이를 더 급여하였다. 이후에 SD-rat을 희생하여 plasma glucose를 측정한 결과는 Fig. 27과 같다. 대조구는  $385.3 \pm 9.4$  mg/dL이었고, SPP-1 처리구는 대조구와 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 그러나 SPP-2 처리구는 대조구보다 4.28% 낮은 혈당을 나타내어 대조구보다 유의적으로 낮은 혈당 수치를 나타내었다.

### 2. SPP를 첨가한 dinner roll의 beta-carotene 함량

대조구 및 실험구에 함유된 beta-carotene의 함량을 측정하였다 (Fig. 28). 대조구에는 1.73 mg/100 g의 beta-carotene이 함유되어 있었으나, SPP 처리구의 beta-carotene 함량은 대조구보다 유의적으로 높았다. 즉, SPP-1은 대조구의 2.54배, SPP-2는 대조구의 5.08배 높은 beta-carotene 함량을 나타내었다.

### 3. SPP 첨가량, beta-carotene 및 혈당 간의 상관관계

Beta-carotene 함량, plasma glucose 농도, 및 SPP 상관관계를 분석한 결과는 Table 10과 같다. SPP와 beta-carotene 함량 사이에는 강한 정의 상관관계를 나타내었다. SPP와 plasma glucose 농도 사이에는 부의 상관

관계를 보였으나 유의적이지 않았다. Beta-carotene 함량과 plasma glucose 농도 사이에는 약한 부의 상관관계를 나타내었다. 따라서 SPP 처리구에서 혈당 농도가 감소한 원인은 SPP 첨가에 의한 beta-carotene 때문인 것으로 사료되었다.

Streptozotocin으로 당뇨병을 유발시킨 실험동물의 체내는 지질과산화물 함량이 증가되는 반면 항산화영양소 상태는 저하된다<sup>54)</sup>(Chang et al., 2007). 또한 streptozotocin에 의해 유도된 실험동물(백서)에서 vitamin A의 대사이용성이 저하되고 retinol binding protein의 합성 및 아연의 혈중 농도가 저하된다<sup>55)</sup>(Lu et al., 2000). 따라서 beta-carotene 및 vitamin A의 섭취는 당뇨 환자의 건강에 중요한 영향을 미치는 식이요인이다<sup>56)</sup> (Hercberg et al., 2009). 최근에는 혈중 carotenoids 농도가 높을수록 혈당 장애 위험이 낮아지므로, 당뇨위험군 및 당뇨환자의 경우는 beta-carotene 이 많이 함유된 식품의 섭취를 권장하고 있다<sup>57)</sup>(Lee et al., 2009; Akbaraly et al., 2008). 본 연구는 streptozotocin으로 당뇨병을 유발시킨 백서에 beta-carotene 섭취를 증가시킬수록 혈당 수준이 개선되는 효과가 있음을 관찰하였다. 이는 이전의 보고<sup>58)</sup>(Jang et al., 2011; Seo et al.,

- 
- 54) 장지호, 김민선, 김정연, 최웅환, 이상선, 「표고버섯 보충이 제2형 당뇨병 환자의 혈당, 지질 대사 및 항산화 효소 활성에 미치는 영향」, 『한국영양학회지』 40, 한국영양학회, 2007, pp.327-333.
- 55) J. Lu, Dixon, W.T. Tsin, A.T. Basu, T.K., "The metabolic availability of viatmin A is decreased at the onset of diabetes in BB rats", *J. Nutr* 130, 2000, pp.1958-1962.
- 56) S. Hercberg, Czernichow, S. Galan, P., "Tell me what your blood beta-carotene level is, I will tell you what your health risk is! The viewpoint of the SUVIMAX researchers", *Ann. Nutr. Metab* 54, 2009, pp.310-312.
- 57) 이해진, 박유경, 강명희, 「당근즙 및 β-Carotene의 섭취가 혈장 항산화 영양 상태에 미치는 영향」, 『한국영양학회지』 42, 한국영양학회, 2009, pp.750-758.
- T.N. Akbaraly, Favier, A. Fontbonne, A. Berr, C., "Plasma carotenoids and onset of dysglycemia in an elderly population", *Diabetes Care* 31 2008, pp.1355-1359.
- 58) 장정현, 이경순, 서정숙, 「β-Carotene의 섭취가 당뇨 유도 흰쥐의 간조직 항산화효소 활성과 Glutathione 함량에 미치는 영향」, 『한국식품영양과학회지』 40, 한국식품영양과학회, 2011, pp.1092-1098.
- J.S. Seo, Lee, K.S. Jang, J.H., "Effect of dietary supplementation of b-carotene on lipid peroxide level and antioxidative vitamins of diabetic rats", *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr* 33, 2004, pp.72-77.
- S. Liu, ajani, U. Chae, C. Hennekens, C Burning, J.E. Manson, J.E. Longterm b-carotene supplementation and risk of type 2 diabetes mellitus: A randomized controlled trial, *JAMA* 282, 1999, pp.1073-1075.

2004; Lee & Chyun, 2003; Liu et al., 1999)와는 상반되는 결과로, 이들은 beta-carotene이 함유된 식품을 급여한 것이 아니라 순수한 beta-carotene 을 공급했던 것이 본 연구와의 차이라고 할 수 있다. 따라서 SPP 첨가 dinner roll의 투여에 의해 혈당이 개선된 것은 beta-carotene 및 beta-carotene 이외에 고구마에 함유된 다른 유용성 성분에 의한 것으로 추정하였고, 이에 대한 후속연구가 필요한 것으로 사료되었다.

본 연구의 결과, SPP 첨가에 의해 건강기능성이 향상된 dinner roll을 제조할 수 있는 것으로 나타났다. 그러나 건강기능성이 향상된 SPP 첨가 빵 (SPP-2)은 대조구에 비하여 식품학적 품질이 낮았다. 이러한 단점을 해결한다면 SPP를 첨가한 건강기능성 dinner roll의 생산이 가능할 것으로 사료되었다. 따라서 SPP를 첨가하여도 대조구에 비하여 식품학적 품질이 낮아지지 않도록 하는 방법에 대한 후속연구가 필요할 것으로 사료되었다.



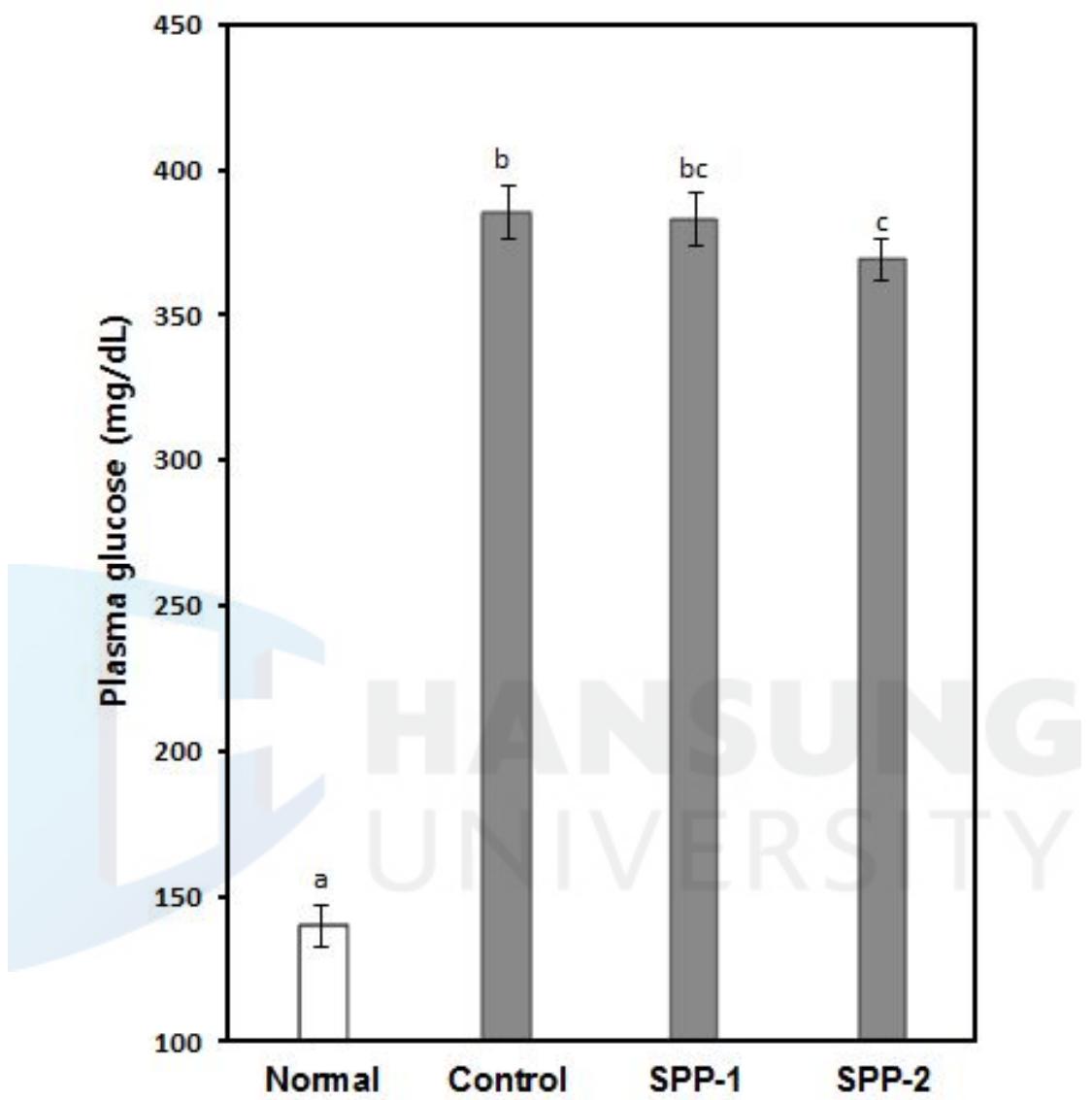


Fig. 27. Effect of dinner roll added with SPP (lyophilized sweet potato powder) on the plasma glucose concentration of streptozotocin induced diabetic rats. Data were expressed as mean  $\pm$  standard deviation. Different letters in a figure denote value that were significant different analyzed by ONE-WAY ANOVA and Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ).

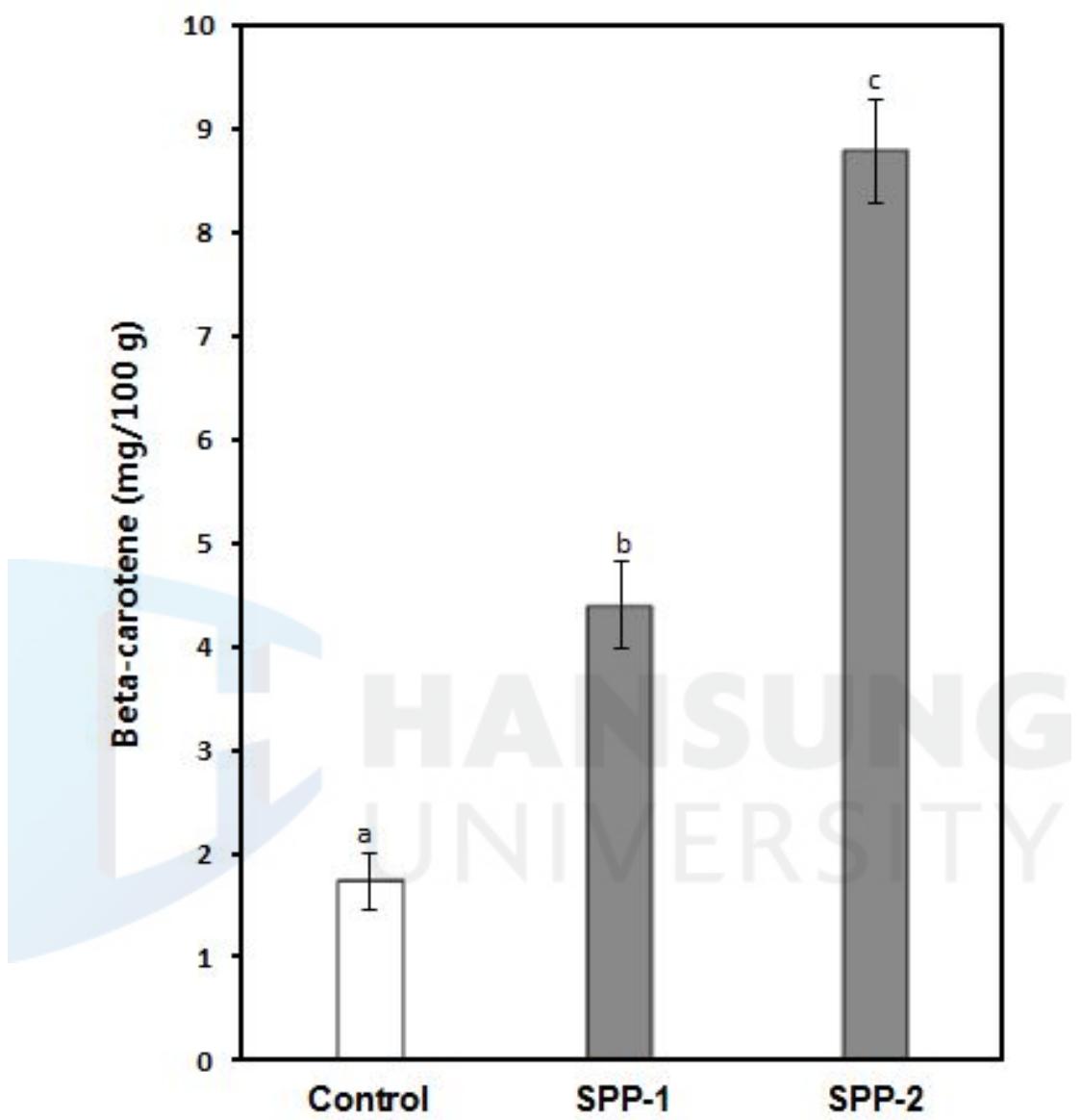


Fig. 28. Beta-carotene concentration in the dinner roll added with SPP (lyophilized sweet potato powder). Data were expressed as mean  $\pm$  standard deviation. Different letters in a figure denote value that were significant different analyzed by ONE-WAY ANOVA and Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ).

Table 11. Pearson's correlation coefficients between plasma glucose concentration and SPP and/or beta-carotene contents.

	Beta-carotene	Plasma glucose	SPP
Beta-carotene	1	-0.685*	0.988**
Plasma glucose	-0.685*	1	-0.663
SPP	0.988**	-0.663	1

SPP; lyophilized sweet potato powder

\*;  $p = 0.05$ , \*\*;  $p = 0.01$ .

## 제 5 장 요약 및 결론

본 연구에서는 소비자의 수요 및 소비가 증가하고 있는 빵을 제조하는데 고구마를 사용함으로써 저장성이 약한 고구마의 활용도를 증가시키고, 고구마의 주요 기능성은 항암작용, 항산화작용, 변비해소, 혈압강하, 출혈방지, 골다공증 예방, 간보호기능, 건강기능성이 강화된 빵 (dinner roll)을 개발하고자 본 연구를 수행하였다.

1. SPP를 첨가하여 제조한 빵 반죽의 pH를 측정한 결과 대조구는 pH  $5.20 \pm 0.18$ 를 나타내었고, SPP 처리구의 pH는 대조구와 실험적인 차이만을 보였다.
2. 대조구의 반죽 밀도는 약 1.1 g/mL이었고, SPP-1은 대조구보다 약간 더 높은 밀도를 나타내었으나 유의적인 차이는 없었다. 반면에 SPP-2는 대조구/ SPP-1 보다 유의적으로 높은 밀도를 나타내었다.
3. 발효팽창력은 대조구가 6.5%, SPP-1이 5.5%, SPP-2가 4.9%이었고. 발효 말기 (30-40분)는 대조구의 분당 발효팽창력은 0.7%로 감소하였다. 그러나 SPP 처리구의 분당 발효팽창력은 대조구보다 약 2-3배 정도 높은 1.3%와 2.0%의 발효팽창력을 보였다.
4. 굽기손실 (baking loss)은 발효산물 중에서 휘발성 물질이 굽는 과정 동안 열에 의해 휘발하면서 수분이 증발하는 것으로, 동일한 조건하에서도 굽기손실율이 증가할수록 전분의 호화가 양호하고 빵 표면이 착색이 좋다. 대조구의 굽기손실율은  $10.92 \pm 0.36$ 으로 가장 높았고, SPP 첨가량이 증가할수록 굽기손실율이 감소하였다. 굽기손실율과 SPP 첨가농도와의 상관관계를 분석한 결과, Pearson's correlation coefficient는  $-0.896$  ( $p = 0.01$ )이었다.

5. 첨가된 SPP 중량에 해당하는 만큼의 강력분에 함유된 글루텐 함량(10%) 만큼의 글루텐을 별도로 첨가하였다. 제빵에서의 비용적은 단백질의 양과 질, 글루텐의 발달정도, 제빵 반죽에 첨가되는 부재료에 따라 달라지는데, 반죽의 글루텐이 잘 발달되고, 글루텐 사이의 air cell이 잘 형성될수록 비용적이 높으며, 탄력성이 높은 빵이 된다. 따라서 SPP를 첨가하고, 첨가되는 SPP 양에 해당하는 글루텐을 별도로 더 넣어서 dinner roll을 제조할 경우, 완성된 빵의 비용적은 대조구와 차이가 없으며, 빵의 조직감(springiness)에는 차이가 없을 것으로 사료되었다.

6. SPP 첨가구에서의 crust와 crumb 색도를 측정하였다. Crust의 명도 L(lightness)는 대조구보다 SPP 첨가구가 유의적으로 낮았고 적색도 a(redness)는 대조구보다 SPP 첨가구가 유의적으로 높았고 황색도 b(yellowness)는 대조구보다 SPP 첨가구가 유의적으로 낮았다. 또한 crust의 chroma 및 hue angle 도 대조구보다 SPP 첨가구가 유의적으로 낮았다. SPP 첨가 농도와 dinner roll crust 색도값 사이의 상관관계를 분석한 결과는 SPP 농도와 색도값 사이에는 강한 음의 상관관계를 나타내었다.

7. Dinner roll의 hardness는 빵의 cohesiveness 및 반죽의 밀도 사이에 강한 정의 상관관계가 성립되었다. hardness 경우 Cohesiveness 및 반죽의 밀도와 강한 양의 상관관계를 나타내며, 발효팽창력(dough expansion rate, DER) 및 굽기손실율(baking loss rate, BLR)과는 강한 음의 상관관계를 나타내었다.

8. 관능특성 항목 간의 상관관계를 보면 빵의 overall acceptability에 유의적인 영향을 주는 요인은 ‘색’, ‘질감’, ‘맛’이었다. 즉, overall acceptability는 질감과 강한 정의 상관관계를 나타내어, 질감이 좋은 평가를 받을수록 빵의 overall acceptability도 상승하는 것으로 나타났다.

9. Streptozotocin으로 유도한 당뇨 쥐의 혈당 측정결과 Streptozotocin 투여에 의해 정상군 (normal)을 제외한 모든 실험구에서 혈당이 350 mg/dL가 넘는 당뇨병이 유발되었다. 당뇨병이 유발된 것을 꼬리정맥 채혈로 확인한 후, 연속하여 2주간 실험식이를 더 급여하였다. 이후에 SD-rat 을 희생하여 plasma glucose를 측정한 결과 대조구는  $385.3 \pm 9.4$  mg/dL 이었고, SPP-1 처리구는 대조구와 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 그러나 SPP-2 처리구는 대조구보다 4.28% 낮은 혈당을 나타내어 대조구보다 유의적으로 낮은 혈당 수치를 나타내었다.

10. SPP 첨가량, beta-carotene 및 혈당 간의 상관관계는 SPP와 plasma glucose 농도 사이에는 부의 상관관계를 보였으나 유의적이지 않았다. Beta-carotene 함량과 plasma glucose 농도 사이에는 약한 부의 상관관계를 나타내었다. 따라서 SPP 처리구에서 혈당 농도가 감소한 원인은 SPP 첨가에 의한 beta-carotene 때문인 것으로 사료되었다.

본 연구의 결과, SPP 첨가에 의해 건강기능성이 향상된 dinner roll을 제조할 수 있는 것으로 나타났다. 그러나 건강기능성이 향상된 SPP 첨가빵 (SPP-2)은 대조구에 비하여 식품학적 품질이 낮았다. 이러한 단점을 해결한다면 SPP를 첨가한 건강기능성 dinner roll의 생산이 가능할 것으로 사료되었다. 따라서 SPP를 첨가하여도 대조구에 비하여 식품학적 품질이 낮아지지 않도록 하는 방법에 대한 후속연구가 필요할 것으로 사료되었다.

## 【참고문헌】

### 1. 국내문헌

- 고성희, 이영립, 이경연, 김혜영, 「건강빵 제품 유형에 대한 구매 실태 및 소비자의 선택 요인」, 『동아시아식생활학회지』 19, 동아시아식생활학회, 2009, pp.515-524.
- 김형수, 이희자, 박창복, 「절간고구마의 제조와 이용에 관한 연구」, 『한국식품과학회지』 9. 한국식품과학회, 1977, pp.220-224.
- 김경은, 김성수, 이영택, 「고구마의 육질색 종류별 고구마 분말의 이화학적 특성」, 『한국식품영양과학회지』 제39권 제10호, 한국식품영양과학회, 2010. pp.1476-1480.
- 김민지, 김꽃봉우리, 이청조, 과지희, 김동현, 선우찬, 정슬아, 강주연, 김현지, 최정수, 최호덕, 안동현, 「비틀대 모자반 추출물이 모닝빵의 저장성 및 품질에 미치는 영향」 『한국식품과학회지』 43, 한국식품과학회, 2011, pp.723-728.
- 김성곤, 최홍식, 권태완, 다포로니아비엘, 마스톤파이, 「밀-쌀보리 복합분의 물리적 성질 및 제빵 시험」, 『한국식품과학회지』 10, 한국식품과학회, 1978, pp.11-15.
- 김정수, 「고구마 음료의 제조와 그 품질 특성」, 『한국식품영양과학회지』 24, 한국식품영양과학회, 1995, pp.943-947.
- 김현우, 「베이커리산업의 현황과 전망」, 『한국식품학회지』 36, 한국식품학회, 2003, pp.3-12.
- 신미영, 이원영, 「증절간 호박 고구마의 냉풍건조조건 최적화」, 『한국식품저장유통학회지』 18, 한국식품저장유통학회, 2011, PP.488-496.
- 신용서, 이갑상, 김동한, 「고구마와 호박을 첨가한 요구르트 제조에 관한 연구」, 『한국식품과학회지』 25, 한국식품과학회, 1993, pp.666 - 671.
- 오현의, 홍진숙, 「생고구마를 첨가한 설기떡의 품질특성」, 『한국식품

- 조리과학회지』 24, 한국식품조리과학회, 2008, pp.501-510.
- 이갑상, 김동한, 신용서, 「고구마와 호박을 첨가한 요구르트 제조에 관한 연구」, 『한국식품과학회지』 25, 한국식품과학회, 1993, pp.666-671.
- 이윤신, 황윤경, 우인애, 이윤신, 황윤경, 우인애, 「기능성 재료를 이용한 베이커리 제품의 선호도와 이용실태에 관한 연구」, 『한국조리학회지』 12, 한국조리학회, 2006, pp.116-130.
- 이정주, 임종환, 「고구마 전분을 이용한 가식성 필름의 제조와 특성」, 『한국식품과학회지』 32, 한국식품과학회, 2000, pp.834-842.
- 이종열, 이시경, 조남지, 박원종, 「천연제빵 발효 starter의 개발」, 『한국식품영양과학회지』 32, 한국식품영양과학회지, 2003, pp.1245-1252.
- 이지현, 김병기, 「고구마가루 첨가가 백설기의 품질특성에 미치는 영향」, 『산업식품공학』 14, 한국산업식품공학회, 2010, pp.135-145.
- 이혜진, 박유경, 강명희, 「당근즙 및  $\beta$ -Carotene의 섭취가 흡연자의 혈장 항산화 영양 상태에 미치는 영향」, 『한국영양학회지』 42, 한국영양학회, 2009, pp.750-758.
- 장정현, 이경순, 서정숙, 「 $\beta$ -Carotene의 섭취가 당뇨 유도 흰쥐의 간조직 항산화효소 활성과 Glutathione 함량에 미치는 영향」, 『한국식품영양과학회지』 40, 한국식품영양과학회, 2011, pp.1092-1098.
- 장지호, 김민선, 김정연, 최웅환, 이상선, 「표고버섯 보충이 제2형 당뇨병 환자의 혈당, 지질 대사 및 항산화 효소 활성에 미치는 영향」, 『한국영양학회지』 40, 한국영양학회, 2007, pp.327-333.
- 정병춘, 안영섭, 정미남, 이준설, 오양호, 「고구마 고품질 분말 제조기술」, 『한국작물학회지』 47, 한국작물학회, 2002(a), pp.124-134.  
\_\_\_\_\_, 「고구마 품질평가 현황과 전망」, 『한국작물학회지』 47, 한국작물학회, 2002(b), pp.124-134.
- 천선화, 은종방, 「일반 고구마 분말을 첨가한 팽화과자(뻥튀기)의 이화학적 특성」, 『한국응용생명화학회지』 5, 한국응용생명학학회, 2011, pp.147-152.
- 최선영, 성낙주, 김행자, 「표고버섯을 첨가한 전통된장의 이화학적 특

성」, 『한국식품조리과학회지』 22, 한국식품조리과학회, 2006,  
pp.69-79.

최수민, 김중학, 정지상, 김화영, 장혜은, 황성주, 홍성길, 「구아바 잎 열수  
추출물의 당류분해효소 저해 효과 및 OGTT에 미치는 효과」 『한  
국약용작물학회지』 20, 한국약용작물학회, 2012, pp.94-100.



## 2. 국외문헌

- Akbaraly, T.N., A. Favier, A. Fontbonne, C. Berr, "Plasma carotenoids and onset of dysglycemia in an elderly population", *Diabetes Care* 31 2008, pp.1355–1359.
- Defronzo, R.A., "The effect of insulin on renal sodium metabolism", *Diabetologia* 21, 1981, pp.165–171.
- Doerry, W., "Sourdoughs and breads. In Technical Bulletin", *American Institute of Baking* Vol. 20. Chapter 7, 1998, pp. 1011–1015.
- Han, J.S., "Preparation of mixed beverages for breakfast made primarily with the hydrolysate of sweet potato and its quality characteristics", *Korean J. Soc. Food Cookery Sci* 20, 2004, pp.272–278.
- Hanfeld, M., "The role fo acarbose in the treatment of noninsulin-dependent diabetes mellitus", *J. Diabetes Compl* 12, 1998, pp.228–237.
- Hercberg, S., S. Czernichow, P. Galan, "Tell me what your blood beta-carotene level is, I will tell you what your health risk is! The viewpoint of the SUVIMAX researchers", *Ann. Nutr. Metab* 54, 2009, pp.310–312.
- Kim, J.S., "Preparation of sweet potato drinks and its quality characteristics", *J. Korean Soc. Food Nutr* 24, 1995, pp.943–947.
- Lee, K.W., B.H. Shon, S.K. Kang, B.K. Park, D.H. Park, B.S. Min, H.Y. Song, "Epidemiologic study for diabetes in 1821 Koreans", *Diabetes* 8, 1984, pp.5–14.
- Liu, S., U. ajani, C. Chae, C. Hennekens, J.E. Burning, J.E. Manson, "Longterm  $\beta$ -carotene supplementation and risk of type 2 diabetes mellitus: A randomized controlled trial", *JAMA* 282. 1999.
- Lu, J., W.T. Dixon, A.T. Tsin, T.K. Basu, "The metabolic availability

- of viatmin A is decreased at the onset of diabetes in BB rats”, *J. Nutr* 130, 2000, pp.1958–1962.
- ML, X.u., L, Wang, X.u. GF, M.H. Wang, “Antidiabetes and angiotensin converting enzyme inhibitory activity of Sonchus asper (L) hill extract”, *Korean J. Pharmacogn* 42, 2011, pp.61–67.
- Ravindran, V., Ravindran, G. Sivakanesan, R. Rajaguru, S.B. “Biochemical and nutritional assessment of tubers from 16 cultivars of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.)”, *J. Agric. Food Chem* 43, 1995, pp.2646–2651. 30)
- Reddy, N.N., W.A. Sistrunk, “Effect of cultivar, size, storage, and cooking method on carbohydrates and some nutrients of sweet potatos”, *J. Food Sci* 45, 1980, PP.682–684.
- Roels, S.P., G. Cleemput, X. Vandewalle, “Nread volume potential of variable quality flours with constant protein level as determined by factors governing mixing time and baking absorption levels”, *Cereal Chem* 70, 1993, pp.318–323.
- Seo, J.S., K.S. Lee, J.H. Jang, “Effect of dietary supplementation of b-carotene on lipid peroxide level and antioxidative vitamins of diabetic rats”, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr* 33, 2004, pp.72–77.
- Sugihara, T.F., “Non-traditional fermentations in the production of baked foods”, *Baker's Digest*. 51, 1977, pp.76–80.
- \_\_\_\_\_, L. Kline, M.W. Miller, “Microorganism of San Francisco sour dough bread process”, *Appl. Microbiol* 21, 1971, pp.459–465.
- Tarumoto, I., “Expectation and possibility in sweetpotato. 1. A breeding approach for restoring and increasing the demand of sweetpotato in Japan” *Agric. Tech* 49, 1994, pp.20–26.
- Woolfe, J.A., *Sweet potato—past and present. An Untapped Food Resource*; Cambridge University Press, Cambridge, UK 1992.

- Yadav, A.R., M. Guha, R.N. Tharanathan, R.S. Ramteke, "Changes in characteristics of sweet potato flour prepared by different drying techniques", *LWT-Food Sci. Technol* 39, 2006, pp.20–26.
- Yildirim, Z., O. Tokusoglu, G. Ozturk, "Determination of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) genotypes suitable to the aegean region of Turkey", *Turkish J. Field Crops* 16, 2011, pp.48–53.
- Young, I.R. & R.W. Stout, "Effect of insulin and glucose on the cells of the arterial wall: Interaction of insulin with dibutyryl cyclic AMP and low density lipoprotein in arterial cells", *Diabetes Met* 13, 1987, pp.301–330.



## **ABSTRACT**

### **Characteristics of Dinner Roll added with Lyophilized Sweet Potato and its Functional Property**

**Song, Chill Seok**

**Major in Food Service Management**

**Dept. of Hotel, Tourism and Restaurant**

**Management**

**Graduate School of Business Administration**

**Hansung University**

This study was conducted to increase the utilization of sweet potatoes that are weak in storage quality by using them in preparing bread which consumers' demand and consumption have been increasing and to develop dinner rolls enhanced with health functionality such as anticancer activity, antioxidant activity, constipation relief, drop in blood pressure, prevention of bleeding, prevention of osteoporosis, and liver protection function as major functions of sweet potatoes.

As a result of measuring pH of dough prepared with the addition of SPP, pH of the control group showed  $5.20 \pm 0.18$  and that of SPP treatment group only showed experimental differences with the control group.

Dough density of the control group was about 1.1 g/mL and

SPP-1 showed slightly higher density than the control group but there were no significant differences. On the other hand, SPP-2 showed significantly higher density than the control group/SPP-1

As for fermentation power, the control group was 6.5%, SPP-1 5.5%, and SPP-2 4.9% and the fermentation power per minute of the control group decreased to 0.7% at final fermentation(30–40 minutes). However, the fermentation power per minute of SPP treatment group showed 1.3% and 2.0% of fermentation power, respectively, about 2 to 3 times higher than the control group.

Baking loss rate of the control group was the highest with  $10.92 \pm 0.36$  and it decreased as SPP added amount increased. As a result of analyzing correlations of baking loss rate and concentration of SPP addition, Pearson's correlation coefficient was  $r^2 = -0.896$  ( $p = 0.01$ ).

As for L(lightness) of crust, SPP added group was significantly lower than the control group and as for redness a, SPP added group was significantly higher than the control group and SPP added group was significantly lower than the control group in yellowness.

As for hardness, there was strong positive correlation between cohesiveness and dough density and strong negative correlation between fermentation power and baking loss rate.

As for correlation between the items of sensory characteristics, overall acceptability of dinner rolls showed strong positive correlation with texture and as their texture received good evaluations, it showed

that overall acceptability of dinner rolls increased.

As for correlations in SPP added amount, beta-carotene and blood sugar, negative correlation showed between SPP and plasma glucose concentration but it was not significant.

The results of this study show that dinner rolls enhanced with health functionality will be able to be prepared by adding SPP. However, SPP added dinner rolls(SPP-2) enhanced with health functionality was low in the food quality compared with the control group. Accordingly, it is considered that health functional dinner rolls can be produced with SPP added if this weakness is solved. In addition, it is considered that the follow-up study will be needed concerning the method which the food quality can be maintained upon adding SPP when compared with the control group.

**【Key words】**sweet potato powder, antioxidant activity, insulin, diabetes, beta-carotene, Streptozotocin,