

아스파라거스 분말을 첨가한 설기떡의 품질 특성 및 항산화 활성

장양양¹ · 김종희² · 송가영¹ · 오현빈¹ · 김영순^{1*}

¹고려대학교 식품영양학과, ²서일대학교 식품학부 식품영양전공

Quality Characteristics and Antioxidant Activities of *Sulgidduck* with Asparagus (*Asparagus officinalis* L.) Powder

Yangyang Zhang¹, Jong-Hee Kim², Ka-Young Song¹, Hyeonbin O¹ and Young-Soon Kim^{1*}

¹Dept. of Food and Nutrition, Korea University, Seoul 02841, Korea

²Major in Food and Nutrition, Seoil University, Seoul 02192, Korea

ABSTRACT

Asparagus (*Asparagus officinalis* L.) is a vegetable that has been reported to have a variety of pharmacological effects such as antioxidant and antitumor effects. In order to examine the quality characteristics and antioxidant characteristics of asparagus, asparagus *Sulgidduck* was prepared with different ratios of freeze-dried asparagus powder (0%, 0.5%, 1%, 2%, 3%, and 4%, w/w). As asparagus powder content in *Sulgidducks* increased, moisture contents of *Sulgidducks* decreased significantly. The pH of *Sulgidducks* decreased with higher amounts of added asparagus powder. Furthermore, the pH of *Sulgidduck* containing 4% asparagus powder showed the lowest value of 5.98. As asparagus powder content of *Sulgidducks* increased, L-value (lightness) decreased while a-value (redness) and b-value (yellowness) increased. In texture analysis, hardness and chewiness of *Sulgidducks* with freeze-dried asparagus powder increased with higher asparagus powder. The cohesiveness of *Sulgidducks* containing 4% asparagus powder showed the lowest value of 65.72%. Both total polyphenol content and DPPH (1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl) radical scavenging activity increased significantly with higher levels of asparagus powder content in *Sulgidducks*. In the sensory evaluation using a 7-point test, *Sulgidduck* containing 2% asparagus powder showed the highest sensory preference scores. Therefore, the results of this study suggest addition of 2% asparagus powder is the most appropriate ratio for making *Sulgidduck* with optimal quality characteristics.

Key words : Asparagus powder, *Sulgidduck*, quality characteristics, antioxidant property, sensory evaluation

서 론

아스파라거스(*Asparagus officinalis* L.)는 백합과에 속하는 다년생 숙근성 식물로 천문동(*Asparagus cochinchinensis*)이라고도 한다(Seong KC *et al* 2001). 재배방식에 따라 녹색 아스파라거스와 백색 아스파라거스로 재배가 가능하다. 녹색 아스파라거스에 비하여 백색 아스파라거스는 부드럽고 짙은 맛과 향을 내는데, 항산화능력은 다소 떨어지고 빨리 먹지 않으면 쉽게 품질이 나빠진다는 단점이 있어 최근에 녹색 아스파라거스로 대부분 재배하고 있다(Papoulias E *et al* 2009). 현재 소비패턴의 서구화에 따라 최근에 국내 생산량이 증가하고 있고, 강원도 홍천 등 지역에서 전국적으로 60 ha 이상이 재배되고 있다(Seong KC *et al* 2006; Seoung KC *et al* 2012).

아스파라거스에는 asparagine이 풍부하며, 약 18가지 아미노산, Zn, Cu, Mn, Se 등 미량원소, flavonoid 화합물, steroidal saponins, polysaccharides 등과 각종 비타민이 다량 함유되어 있다(Sun CY *et al* 2004; Zhou LG *et al* 2006). 예로부터 아스파라거스는 이뇨, 진해, 완화, 자양, 거담, 강장의 효과를 가지고 있어 약재로 사용되는 것으로 기록되었으며(Yoon HS *et al* 2014), 그 외에 항암효과(Zhao QS *et al* 2012), 항산화효과(Zhu XL *et al* 2010), 항돌연변이 효과(Tang XH & Gao J 2001), 간보호 효과(Koo HN *et al* 2000), 혈당저하 효과(Hannan *et al* 2007), 숙취 해소 효과(Kim BY *et al* 2009), 체중 개선 효과(Chrubasik C *et al* 2008)가 있는 것으로 보고되었다.

떡은 우리나라의 고유의 전통음식으로 제조하는 방법에 따라 시루에 찌서 제조한 찌떡, 찌 다음 다시 제조한 찌떡, 쌀가루 반죽을 삶아 건져 낸 삶은떡 및 기름에 지져서 제조한 지진떡으로 크게 구분하고, 떡의 종류가 다양하다(Lee HG 1988). 그 중에서 설기떡은 가장 기본적인 떡이며, 찌는 맵쌀가루에 설탕물이나 꿀물을 내려 체에 쳐서 수분과 공기를 혼

* Corresponding author : Young Soon Kim, Tel: +82-2-3290-5638, Fax: +82-2-921-7207, E-mail: kteres@korea.ac.kr

합하여 균질화 시킨 다음에 시루에 안치고 나서 충분히 찌는 것이다. 설기떡의 주재료는 멥쌀과 찹쌀인데, 주재료인 백미는 영양적 측면에서 우수하지 못하다고 알려져 있다. 따라서 설기떡 제조 시 채소, 과일 등 여러 가지 부재료를 첨가하여 영양적 측면에서 보완할 필요가 있다. 그리고 부재료를 첨가함으로써 다양한 식재료로부터 오는 다양한 색깔로 기호도를 향상시킬 수 있다. 최근 소비자는 건강에 대한 관심이 높아져, 건강 기능성 부재료 중 천연재료를 첨가하여 제조한 한국 전통 식품에 대한 요구가 증가하고 있으며(Choi BS & Kim HY 2011), 이러한 요구에 부응하여 모링가 잎 열수 추출물을 첨가한 설기떡(Choi EJ & Kim EK 2015), 비파가루를 첨가한 설기떡(Kang YS 2014), 감 과피를 첨가한 설기떡(Shin DS *et al* 2013), 주박을 첨가한 설기떡(Cho YH *et al* 2013), 느타리버섯을 첨가한 설기떡(Chung KM & An HJ 2012), 파슬리가루를 첨가한 설기떡(Lim JH & Park JH 2011) 등 다양한 기능성 천연재료를 첨가하여 떡을 제조하고 있다. 천연 식품 첨가물로서 아스파라거스를 이용한 연구에는 아스파라거스 분말을 첨가한 스펀지케이크(Zhang YY *et al* 2015), 아스파라거스 첨가한 소시지(Yoon HS *et al* 2014), 아스파라거스 첨가한 크림스프(Shin HG 2012), 아스파라거스 죽(Shin KM 2012), 아스파라거스 분말을 첨가한 쿠키(Yang SM *et al* 2010) 등이 있으며, 아스파라거스 분말을 한국 전통 식품에 적용한 연구는 아직까지 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서 약리작용과 기능성이 함유된 아스파라거스를 이용하여 설기떡을 제조한 후 아스파라거스 설기떡의 수분함량, pH, 색도, 조직감, 향산화 활성을 측정하고, 관능검사를 실시하여 아스파라거스 설기떡의 최적 첨가 수준을 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료 및 방법

본 실험에서 사용된 아스파라거스는 2015년 5월 태국에서 수확한 것을 그린팜에서 구입하였다. 아스파라거스는 Freeze Dryer(FD8508, IIShinBioBase Co., Gyeonggi, Korea)를 이용하여 5일 동안 동결건조시킨 후에 High Speed Crushing Machine(RT-04, Hung Chuan Machinery Enterprise Co., Taipei, Taiwan)으로 분쇄하여 30 mesh의 체로 내린 후 시료로 사용하였다. 쌀(CJ Cheiljedang Co., Ltd, Seoul, Korea), 설탕(CJ Cheiljedang Co., Ltd, Seoul, Korea) 및 소금(CJ Cheiljedang Co., Ltd, Seoul, Korea)은 시판되는 것을 구입하여 사용하였다.

2. 설기떡의 제조

아스파라거스 분말을 첨가한 설기떡의 제조 배합비는 Table

1과 같으며, 제조방법은 Fig. 1과 같다. 모든 재료는 동일한 함량으로 고정하고, 아스파라거스 분말을 멥쌀가루 중량에 대해서 0%, 0.5%, 1%, 2%, 3% 및 4%의 비율로 첨가하였다. 아스파라거스 설기떡의 제조 방법은 Kim KS(1987)의 제조 방법을 참고하여 다음과 같이 제조하였다. 쌀을 3회 씻어 24 시간 불린 후 30분간 체에서 물기를 제거하여 소금 1%를 넣고 High Speed Crushing Machine(RT-04, Hung Chuan Machinery Enterprise Co., Taipei, Taiwan)으로 분쇄하여 20 mesh의 체로 내린 후 사용하였다. 쌀가루와 아스파라거스 분말을 혼합하고 물 10%를 섞어 손으로 잘 비벼 중간체에 내린 후

Table 1. Formula for *Sulgidduck* at varied levels of asparagus powder

Ingredients (g)	Asparagus powder (%)					
	0 ¹⁾	0.5	1	2	3	4
Rice flour	500	497.5	495	490	485	480
Asparagus powder	0	2.5	5	10	15	20
Water	50	50.0	50	50	50	50
Sugar	50	50.0	50	50	50	50
Salt	5	5.0	5	5	5	5

¹⁾ 0, 0.5, 1, 2, 3, and 4: prepared with 0%, 0.5%, 1%, 2%, 3%, and 4% replacement of rice flour with asparagus powder, respectively.

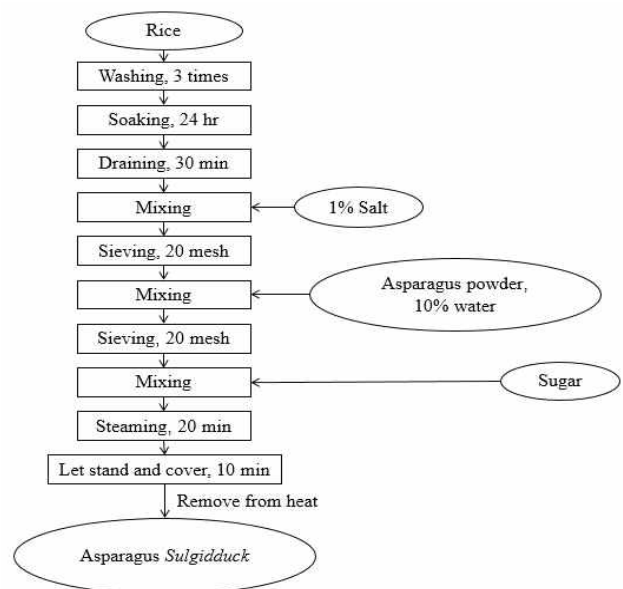


Fig. 1. Preparation procedure of *Sulgidduck* added asparagus powder.

설탕을 넣어 고루 섞었다. 25×25×10 cm의 찜통의 밑에 시루 밑을 깔고, 재료를 넣어 20분간 찌고 10분간 뜸을 들인 후 상온에서 30분간 냉각시키고, 20×20×20 mm의 크기로 절단하여 랩으로 포장하여 시료로 사용하였다. 이때 쌀가루의 수분함량은 38.75%이고, 아스파라거스 분말의 수분함량은 2.90%이었다.

3. 수분함량

아스파라거스 설기떡의 수분 함량은 상온에서 30분 동안 방냉한 설기떡의 중심부를 취하여 수분측정기(MB35, OHAUS, Zurich, Switzerland)를 이용하여 105℃에서 상압가열건조법으로 측정하였다. 상압가열건조법은 수분이 가열에 의하여 증발하는 원리에 의해 일정량의 시료를 적당한 방법으로 가열하여 수분을 제거하고, 수분을 제거하기 전후의 무게를 시료별로 3회 반복 측정하여 그 평균값을 구한다.

Moisture content(%) =

$$\frac{\text{Wet weight} - \text{Weight after drying}}{\text{Wet weight}} \times 100$$

4. pH 측정

설기떡의 pH는 pH meter(SP-701, Suntex instruments Co., Taipei, Taiwan)을 이용하여 측정하였다. 설기떡 10 g를 취하여 증류수 90 mL를 가하여 균질기(Unidrive 1000D, Ingenieurbüro CAT M.Zipperer GmbH, Staufen, Germany)로 1분간 균질 분산시켜 시료로 사용하였다. 시료별로 3회 반복 측정하여 그 평균값을 구하였다.

5. 색도 및 외관 관찰

실온에서 30분 냉각한 후 설기떡의 색도를 Color measurement spectrophotometer(CR-400, Konica Minolta, Osaka, Japan)를 사용하여 명도(L , lightness), 적색도(a , redness), 황색도(b , yellowness)를 측정하여 시료별로 3번씩 측정하여 그 평균값을 구하였다. 색차값(ΔE , overall color difference)는 측정값을 통해 아래 공식에 따라 산출하였다. 시료별로 3회 반복 측정하여 그 평균값을 구하였다. 이때 표준 백색판의 색차표는 $L=96.94$, $a=0.24$, $b=1.57$ 이었다. 외관 촬영은 디지털 카메라(CANON IXUS 500, Tokyo, Japan)를 이용하여 같은 장소에서 외관을 촬영하여 관찰하였다.

$$\Delta E = \sqrt{(L_{\text{sample}} - L_{\text{standard}})^2 + (a_{\text{sample}} - a_{\text{standard}})^2 + (b_{\text{sample}} - b_{\text{standard}})^2}$$

6. Texture 측정

아스파라거스 설기떡은 실온에서 30분간 냉각시킨 후 가로 2 cm, 세로 2 cm, 높이 2 cm로 절단한 다음에 Rheometer (Sun rheometer Compac-100II, Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 Texture profile analysis(TPA)분석을 통하여 각 시료의 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness)을 측정하였다. 이때 texture의 분석 조건은 Table 2와 같다. 시료별로 3회 반복 측정하여 그 평균값을 구하였다.

7. 설기떡의 총 페놀화합물 함량

아스파라거스 분말을 첨가한 설기떡의 총 페놀화합물 함량은 Akay S 등(2011)의 Folin-Ciocalteu 방법에 준하여 측정하였다. 시료 1 g에 증류수 10 mL를 가하고, 25℃에서 Centrifugal separator(Universal 32R, Hettich, Tuttlingen, Germany)에서 3,000 rpm으로 10분간 원심분리 후 여과지(Whatman No. 1, GE Healthcare, Little Chalfont, China)로 24시간동안 여과하여 시료로 사용하였다. 시료액 0.01 mL에 증류수 0.79 mL, 0.9 N Folin-Ciocalteu's phenol reagent(Merck KGaA, Darmstadt, Germany) 0.05 mL, 20% Sodium carbonate solution(Merck KGaA, Darmstadt, Germany) 0.05 mL를 가하여 햇빛을 차단하여 상온에서 2시간 동안 방치하였다. 분광광도계(Infinite 200PRO, Tecan, Männedorf, Switzerland)를 이용하여 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 검량선은 gallic acid(Merck KGaA, Darmstadt, Germany)를 표준물질로서 사용하여 구하였다. 시료별로 3회 반복 측정하여 그 평균값을 구하였다.

8. DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 전자공여능

70% ethanol과 DPPH(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 시약을 이용하여 200 μM DPPH 용액을 제조하였다. 설기떡 동결건조 후 균일하게 분쇄하여 시료로 사용하였다. 시료 2 g에 증류수 10 mL를 가하고 25℃에서 Centrifugal separator(Universal 32R, Hettich, Tuttlingen, Germany)를 이용하여 3,000 rpm으로 10분간 원심분리 후 Whatman No.1 여과지로 24시간동안 여과하였다. 여과액과 증류수를 희석

Table 2. Operating conditions for rheometer

Type	TPA (Texture profile analysis test)
Cylinder probe	No.1 Φ20 mm
Sample size	2 cm × 2 cm × 2 cm
Table speed	120 mm/min
Distance	33.33%
Max weight	2 kg

하여 시료액으로 사용하였다. 시료액 100 μ L에 제조한 200 μ M DPPH 용액 100 μ L를 가한 다음에 암실에서 30분간 반응시킨 후 분광광도계(Infinite 200PRO, Tecan, Männedorf, Switzerland)를 이용하여 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. DPPH 용액 대신에 ethanol를 이용하여 대조군 시료의 흡광도를 측정하였다. 시료별로 3회 반복 측정하여 그 평균값을 구하였다.

DPPH radical inhibition(%) =

$$\left[1 - \left(\frac{O.D \text{ of sample}}{O.D \text{ of control}} \right) \right] \times 100$$

IC₅₀값(mg/mL)은 농도에 대한 흡광도를 그래프로 나타낸 기울기를 a, y절편을 b로 하여 다음 식과 같이 산출하였다.

$$IC_{50}(\text{mg/mL}) = \frac{50-b}{a}$$

9. 관능 검사

아스파라거스 설기떡의 관능검사는 20명의 훈련된 패널들을 대상으로 하였다. 설기떡을 2×2×2 cm로 잘라 같은 종류의 접시에 담아 제공하고, 무색, 무미, 무취인 물도 동시에 제공하였다. 시료를 맛볼 때마다 입을 행구었다. 아스파라거스 설기떡의 색(color), 향미(flavor), 촉촉함(moisture), 당도(sweetness), 씹힘성(chewiness), 전체적인 기호도(overall acceptability)의 6가지 특성에 대하여 7점 척도법으로 ‘매우 좋다’는 7점, ‘매우 싫다’는 1점으로 평가하였다.

10. 통계 처리

실험 결과는 SPSS 12.0(SPSS Inc., IL, USA)을 이용하여 평균(mean)과 표준편차(standard deviation, S.D.)를 계산하였다. 분산분석(ANOVA)을 이용하여 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test로 아스파라거스 분말의 첨가량 간의 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

Table 3. Moisture content and pH of *Sulgidduck* at varied levels of asparagus powder

Content	Asparagus powder (%)						F-value
	0 ¹⁾	0.5	1	2	3	4	
Moisture(%)	37.08±0.35 ^{2)a3)}	36.83±0.21 ^a	36.73±1.06 ^a	36.28±0.45 ^a	35.13±0.38 ^b	34.55±0.66 ^b	9.14 ^{**}
pH	6.14±0.07 ^a	6.13±0.04 ^a	6.12±0.04 ^a	6.08±0.04 ^{ab}	6.03±0.04 ^{bc}	5.98±0.04 ^c	5.58 ^{**}

¹⁾ See the legend of the Table 1.

²⁾ Each values are mean±S.D.

³⁾ Means within the same row without a common letter are significantly different by Duncan's multiple range test (** $p < 0.01$).

1. 수분함량

아스파라거스 분말 첨가량을 달리하여 제조한 설기떡의 수분 측정 결과는 Table 3과 같다. 대조군의 수분함량은 37.08%로 가장 높게 나타났으며, 0.5% 첨가군은 36.83%, 1% 첨가군은 36.73%, 2% 첨가군은 36.28%, 3% 첨가군은 35.15%, 4% 첨가군은 34.55%로 나타났다. 아스파라거스 설기떡의 수분함량은 아스파라거스 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 나타냈다($p < 0.01$). 이는 아스파라거스 분말의 수분함량이 멍쌀가루의 수분함량보다 낮아, 아스파라거스 설기떡의 수분함량은 아스파라거스 분말 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향이 나타난 것으로 사료된다. 이러한 결과는 천년초 열매분말을 첨가한 설기떡(Jan SY *et al* 2013), 곰취가루를 첨가한 설기떡(Kang YS & Kim JS 2011), 쑥갓가루를 첨가한 설기떡(Choi EJ & Lee SM 2010)의 연구에서 부재료의 첨가량이 증가할수록 수분함량이 감소하는 결과를 나타내는 것과 유사하였다.

2. pH 측정

아스파라거스 분말 첨가한 설기떡의 pH는 Table 3에 나타내었다. 대조군의 pH에 비하여 3%, 4% 첨가군이 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다($p < 0.01$). 이는 아스파라거스 분말을 첨가한 스펀지케이크(Zhang YY *et al* 2015), 산수유 분말을 첨가한 설기떡(Kim HK *et al* 2013), 황기분말 첨가 설기떡(Lee SH & Cho SH 2013), 톳가루를 첨가한 설기떡(Lee YJ & Kim EH 2013), 아스파라거스 분말을 첨가한 쿠키(Yang SM *et al* 2010)의 연구에서도 부재료의 첨가량이 증가할수록 pH가 감소한다고 보고하여 본 연구와 유사하였다. 한편, 본 연구에서 사용된 아스파라거스 분말의 pH는 5.82로 멍쌀가루의 pH(6.30)보다 낮아 아스파라거스 분말을 첨가할수록 설기떡의 pH가 낮아지는데 직접적으로 영향을 미친 것으로 사료된다.

3. 색도 및 외관촬영

본 연구에서 사용된 아스파라거스 분말은 L값이 74.35, a

값이 -8.24 , b 값이 20.00 이었고, 멥쌀가루는 L 값이 95.71 , a 값이 0.00 , b 값이 3.14 이었다. 아스파라거스 분말 첨가량을 달리하여 제조한 설기떡의 색도 측정 결과는 Table 4와 같다. 명도를 나타내는 L 값은 대조군에서 84.76 으로 가장 높게 나타났으며, 0.5% 첨가군은 81.06 , 1% 첨가군은 79.68 , 2% 첨가군은 70.95 , 3% 첨가군은 72.43 , 4% 첨가군은 65.38 로 나타나, 아스파라거스 분말 첨가량이 증가할수록 L 값은 유의적으로 감소하여 어두워지는 경향을 보였다($p<0.001$). 이러한 결과는 마카다미아 가루를 첨가한 설기떡(Jo EH & Kim MH 2013), 살구농축액을 첨가한 설기떡(Choi WS & Chae KY 2012), 메밀채소가루를 첨가한 설기떡(Kim YS 2008) 등 연구에서 부재료의 첨가량이 증가할수록 L 값이 감소한 것으로 보고된 연구와 유사한 경향을 나타내었다. 적색도를 나타내는 a 값은 대조군은 -1.01 로 가장 높게 나타났으며, 0.5% 첨가군은 -2.82 , 1% 첨가군은 -2.89 , 2% 첨가군은 -2.61 , 3% 첨가군은 -2.63 , 4% 첨가군은 -2.48 로 나타났다. 아스파라거스 분말 첨가군들은 대조군에 비하여 a 값이 낮지만, 아스파라거스 첨가군에서 아스파라거스 분말 첨가량이 증가할수록 a 값이 대조군에 비하여 유의적으로 증가하는 경향을 보였다($p<0.001$). 황색도를 나타내는 b 값은 대조군이 5.48 로 가장 낮게 나타났으며, 아스파라거스 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향이 나타나 4% 첨가군은 16.99 로 가장 높게 나타났으며($p<0.001$). 색차는 대조군에서 12.85 로 가장 낮게 나타났으며, 0.5% 첨가군은 18.94 , 1% 첨가군은 20.70 , 2% 첨가군은 29.39 , 3% 첨가군은 28.58 , 4% 첨가군은 35.23 로 나타나, 아스파라거스 첨가량이 증가할수록 색차값은 18.94 에서 35.23 으로 유의적으로 증가하는 경향을 보였다($p<0.001$). 무청 분말이 첨가된 설기떡(Kim CH 2015)의 연구에서도 부재료 첨가함에 따라 색차값이 증가했음을 보고한 것과 일치하였다. 이러한 결과는 비타민나무 잎 첨가 현미설

기떡(Cho GS & Kim AJ 2015), 복분자 잎 첨가 설기떡(Rha YA & Kang BN 2014), 함초 분말을 첨가한 설기떡(Lee YJ & Kim EH 2013) 등 아스파라거스와 비슷한 녹색인 첨가물을 첨가하여 제조한 설기떡의 연구에서 부재료 첨가량이 증가할수록 L 값은 감소하는 반면에 a , b 값은 모두 증가하는 결과와 유사하였다. 이는 아스파라거스 등 시료 자체의 녹색으로 인해 L 값은 감소하고, a 값과 b 값은 증가한 것으로 사료된다. 아사이베리 분말 설기떡(Choi YS 2015)의 연구에서 아사이베리 분말을 첨가할수록 설기떡의 L 값, b 값은 모두 감소하는 반면에, a 값은 증가한다고 보고하여 첨가된 부재료 자체가 지니는 색이 설기떡의 색에 영향을 미치는 것으로 사료된다.

아스파라거스 분말 첨가량을 달리하여 제조한 설기떡을 촬영한 사진은 Fig. 2와 같다. Fig. 2에서 보는 바와 같이, 아스파라거스 분말의 첨가량이 증가함에 따라 설기떡의 녹색 빛이 증가하고, 설기떡이 밝은 색에서 진한 색으로 변화된 것을 확인할 수 있다.

4. Texture 특성

아스파라거스 분말을 첨가한 설기떡의 조직감 특성으로 경도, 응집성, 탄력성, 씹힘성을 측정한 결과는 Table 5와 같다. 아스파라거스 설기떡의 경도는 0% 첨가군은 369.63 g/cm^2 으로 가장 낮게 나타났으며, 0.5% 첨가군은 409.07 g/cm^2 , 1% 첨가군은 438.97 g/cm^2 , 2% 첨가군은 468.80 g/cm^2 , 3% 첨가군은 567.43 g/cm^2 , 4% 첨가군은 693.17 g/cm^2 으로 나타나, 아스파라거스 분말 첨가량이 증가할수록 경도가 유의적으로 증가하는 경향을 나타냈다($p<0.001$). 이는 진피 분말을 첨가한 설기떡(Ahn GJ & Lee YJ 2014), 모시풀잎 분말 첨가 설기떡(Park SS *et al* 2011), 사과가루를 첨가한 설기떡(Lim JH 2011)의 연구에서 부재료 첨가에 따라 경도가 증가하였다는 결과와 유사한 경향을 보였다. 그러나 울금 분말을 첨가한

Table 4. Color values of *Sulgidduck* at varied levels of asparagus powder

Hunter's color value	Asparagus powder (%)						F-value
	0 ¹⁾	0.5	1	2	3	4	
L ²⁾	$84.76 \pm 0.48^{5a6)}$	81.06 ± 0.15^b	79.68 ± 0.65^b	70.95 ± 1.29^c	72.43 ± 1.47^c	65.38 ± 0.79^d	187.34^{***}
a ³⁾	-1.01 ± 0.03^a	-2.82 ± 0.18^{cd}	-2.89 ± 0.03^d	-2.61 ± 0.09^{bc}	-2.63 ± 0.26^c	-2.48 ± 0.06^b	75.99^{***}
b ⁴⁾	5.48 ± 0.09^f	11.40 ± 0.55^e	12.56 ± 0.41^d	14.96 ± 0.44^c	15.97 ± 0.29^b	16.99 ± 0.26^a	383.86^{***}
ΔE	12.85 ± 0.50^e	18.94 ± 0.15^d	20.70 ± 0.71^c	29.39 ± 1.30^b	28.58 ± 1.41^b	35.23 ± 0.80^a	238.58^{***}

¹⁾ See the legend of the Table 1.

²⁾ Degree of whiteness (white +100 ↔ 0 black).

³⁾ Degree of redness (red +100 ↔ -80 green).

⁴⁾ Degree of yellowness (yellow +70 ↔ -80 blue).

⁵⁾ Each values are mean±S.D.

⁶⁾ Means within the same row without a common letter are significantly different by Duncan's multiple range test ($*** p<0.001$).



Fig. 2. Photograph of *Sulgidduck* at varied levels of asparagus powder.

0%, 0.5%, 1%, 2%, 3%, and 4%: prepared with 0%, 0.5%, 1%, 2%, 3%, and 4% replacement of rice flour with asparagus powder, respectively.

Table 5. Textural characteristics of *Sulgidduck* at varied levels of asparagus powder

Textural characteristics	Asparagus powder (%)						F-value
	0 ¹⁾	0.5	1	2	3	4	
Hardness (g/cm ²)	369.63±13.36 ^{2(d3)}	409.07±53.75 ^{cd}	438.97±25.24 ^{cd}	468.80±61.61 ^c	567.43±51.60 ^b	693.17±13.15 ^a	24.85 ^{***}
Springiness (%)	81.89±3.82 ^a	71.26±0.45 ^b	72.35±4.21 ^b	87.83±7.65 ^a	84.43±2.75 ^a	67.45±4.17 ^b	10.58 ^{***}
Cohesiveness (%)	76.53±0.34 ^a	70.26±3.12 ^{bc}	69.48±2.38 ^{bc}	79.26±5.54 ^a	74.16±2.07 ^{ab}	65.72±1.69 ^c	8.42 ^{**}
Chewiness (g)	421.50±22.86 ^c	428.03±65.81 ^c	445.96±19.35 ^c	556.04±52.91 ^b	646.10±29.93 ^a	691.84±24.38 ^a	26.31 ^{***}

¹⁾ See the legend of the Table 1.

²⁾ Each values are mean±S.D.

³⁾ Means within the same row without a common letter are significantly different by Duncan's multiple range test (** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$).

설기떡의 연구에서 울금 분말을 첨가할수록 경도가 감소하였다는 보고(Seo KM & Chung YH 2014)와는 상반되었다. 설기떡 제조 시 첨가된 부재료의 수분함량은 떡의 경도에 큰 영향을 미치는데, 아스파라거스 분말의 수분함량은 쌀가루보다 낮기 때문에 아스파라거스 분말을 첨가할 때 쌀가루의 수분이 흡수되고, 전반적으로 첨가된 물의 양이 감소되어 떡의 경도가 증가한 것으로 사료된다. 탄력성은 아스파라거스 분말 첨가군들 간에 일정한 경향을 나타내지 않았다. 이는 모링가 잎 열수 추출물을 첨가한 설기떡(Choi EJ & Kim EK 2015)의 연구결과와 유사하였다. 응집성은 아스파라거스 분말 첨가군들 간에 일정한 경향이 나타나지 않았지만, 4% 첨가군은 65.72%로 다른 군에 비해 유의적으로 가장 낮게 나타났다($p < 0.01$). 이는 수국차 잎가루를 첨가한 설기떡(Choi BS & Kim HY 2011), 깻잎을 첨가한 설기떡(Choi BS & Kim HY 2010)의 연구에서도 부재료의 첨가가 설기떡의 응집성을 감소시킨다는 결과와 유사하였다. 씹힘성은 0% 첨가군은 421.50 g으로 가장 높게 나타났으며 0.5% 첨가군은 428.03 g, 1% 첨가군은 445.96 g, 2% 첨가군은 556.04 g, 3% 첨가군은 646.10 g, 4% 첨가군은 691.84 g으로 나타나, 아스파라거스 분말 첨가량이 증가할수록 씹힘성은 유의적으로 증가하는 경향이 나타났다($p < 0.001$). 이러한 결과는 자색 양파분말 첨가 설기떡(Hwang SJ 2013), 아가리쿠스 버섯 분말을 첨가한 설기떡(Choi YS & Kim YT 2012), 야콘 분말을 첨가한 설기떡(Lee ES & Shim

JY 2010)의 연구에서 부재료의 첨가량이 많아질수록 씹힘성이 증가한다는 결과와 일치하였다. 설기떡의 물성은 쌀 전분의 입자 크기, 전분 구성, 첨가된 부재료의 성분에 따라 달라진다고 보고되어 있으며(Ryu YK *et al* 2008; Lee YN *et al* 2012), 본 연구에서도 첨가된 아스파라거스 분말이 설기떡의 물성에 영향을 미치는 것으로 사료된다.

5. 설기떡의 총 페놀화합물 함량

아스파라거스 분말 첨가한 설기떡의 총 페놀화합물 함량은 Fig. 3에 나타내었다. 대조군의 총 페놀화합물의 함량은 0.01 $\mu\text{g GAE/mg}$ 이었으며, 0.5% 첨가군은 0.02 $\mu\text{g GAE/mg}$, 1% 첨가군은 0.02 $\mu\text{g GAE/mg}$, 2% 첨가군은 0.05 $\mu\text{g GAE/mg}$, 3% 첨가군은 0.06 $\mu\text{g GAE/mg}$, 4% 첨가군은 0.08 $\mu\text{g GAE/mg}$ 으로 아스파라거스 분말을 첨가한 설기떡의 페놀화합물 함량이 아스파라거스 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향이 나타났다($p < 0.001$). 이는 아스파라거스 분말에는 페놀화합물이 풍부하게 함유되어 있기 때문으로 사료된다(Maeda T *et al* 2005). 이는 솔잎착즙액을 첨가한 설기떡의 연구(Lee HJ *et al* 2013)에서 솔잎착즙액 첨가량이 증가할수록 페놀화합물 함량이 증가하는 경향과 일치하였다.

6. DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 전자공여능

아스파라거스 분말을 첨가한 설기떡의 DPPH 전자공여능

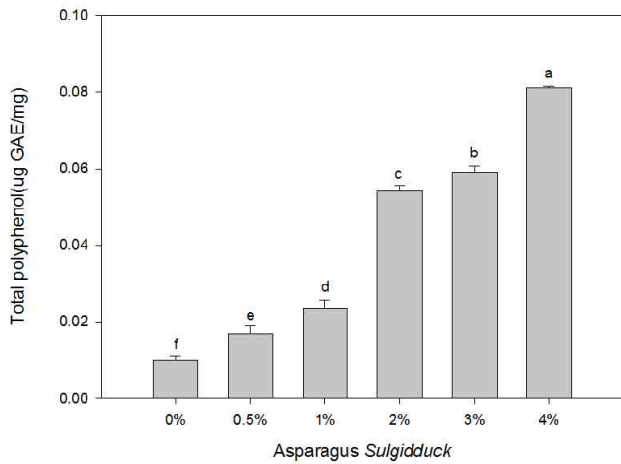


Fig. 3. Total polyphenol of Sulgidduck at varied levels of asparagus powder.

^{a-f} Means within the same row without a common letter are significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

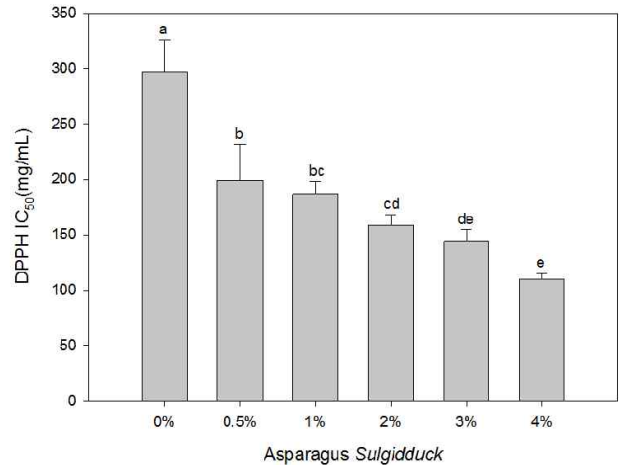


Fig. 4. DPPH radical scavenging effect (IC₅₀) of Sulgidduck at varied levels of asparagus powder.

^{a-e} Means within the same row without a common letter are significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

측정결과는 Fig. 4와 같다. DPPH 50%를 제거하는 시료의 농도(IC₅₀)를 일차함수 관계식에 의해 산출하였다. 대조군의 IC₅₀ 값은 296.54 mg/mL로 가장 높게 나타났으며, 0.5% 첨가군은 199.54 mg/mL, 1% 첨가군은 186.80 mg/mL, 2% 첨가군은 158.86 mg/mL, 3% 첨가군은 143.78 mg/mL, 4% 첨가군은 109.95 mg/mL로 아스파라거스 분말의 첨가량이 증가할수록 IC₅₀ 값이 유의적으로 감소하는 경향을 보였다($p < 0.001$). 따라서 아스파라거스 분말의 첨가량이 증가함에 따라 DPPH 전자공여능이 증가하여 항산화능력이 높아지는 것을 알 수 있다. 아로니아 분말을 첨가한 설기떡(Park EJ 2014), 비트잎 가루를 첨가한 설기떡(Yoo SS & Ko SH 2014), 가지 분말을 첨가한 설기떡(Choi SH *et al* 2013), 화피 추출물 첨가 설기

떡(Joo SY 2013)에서도 아스파라거스 분말 첨가한 설기떡과 유사하게 항산화능력을 가지는 부재료의 첨가량이 증가할수록 DPPH 전자공여능이 유의하게 증가하는 경향이 나타났다.

7. 관능적 특성

아스파라거스 분말을 첨가한 설기떡의 색(color), 향미(flavor), 촉촉함(moisture), 단맛(sweetness), 씹힘성(chewiness) 및 전반적인 기호도(overall acceptability)에 대한 관능적 특성을 조사한 결과는 Table 6과 같다. 아스파라거스 분말을 첨가한 설기떡의 색의 점수는 아스파라거스 분말 첨가량이 증가할수록 증가하는 경향을 보였으며, 4% 첨가군은 5.65로 가장 높게 나타났다. 향미는 아스파라거스 분말 2% 첨가군이 4.95로 가

Table 6. Sensory preference scores for Sulgidduck at varied levels of asparagus powder

Sensory preference scores	Asparagus powder (%)						F-value
	0 ¹⁾	0.5	1	2	3	4	
Color	4.40±0.99 ^{2)c3)}	4.85±1.16 ^{bc}	4.90±1.18 ^{abc}	5.05±1.15 ^{ab}	5.35±0.99 ^{ab}	5.55±1.19 ^a	3.67 ^{**}
Flavor	4.40±0.99 ^{ab}	4.60±1.19 ^{ab}	4.90±1.29 ^a	4.95±1.15 ^a	4.45±1.47 ^{ab}	3.80±1.06 ^b	2.42 [*]
Moisture	4.50±1.15 ^b	5.00±1.30 ^{ab}	5.20±1.01 ^{ab}	5.65±0.93 ^a	4.75±1.29 ^b	4.60±0.88 ^b	3.01 [*]
Sweetness	4.20±0.95 ^b	4.55±1.23 ^b	4.60±0.94 ^{ab}	4.90±1.25 ^{ab}	4.95±1.19 ^{ab}	5.35±1.23 ^a	2.42 [*]
Chewiness	4.65±0.93 ^{ab}	5.30±1.03 ^a	4.70±0.73 ^{ab}	5.30±1.08 ^a	4.60±0.82 ^b	4.65±1.09 ^{ab}	2.48 [*]
Overall acceptability	4.30±1.13 ^b	4.95±1.00 ^{ab}	5.05±1.15 ^{ab}	5.30±1.22 ^a	4.90±1.21 ^{ab}	4.35±0.88 ^b	2.62 [*]

¹⁾ See the legend of the Table 1.

²⁾ Each values are mean±S.D.: Rate using a 7-point scale (7: excellent, 6: very good, 5: good, 4: fair, 3: poor, 2: very poor, 1: bad).

³⁾ Means within the same row without a common letter are significantly different by Duncan's multiple range test (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$).

장 높은 점수를 받았으며, 0% 첨가군에서 2% 첨가군까지 증가하다가 다시 감소하는 경향을 나타내었다. 이는 아스파라거스 자체의 강한 향으로 인해 점수가 증가하다가 감소하는 것으로 사료된다. 촉촉함은 2% 첨가군이 5.65로 가장 높은 점수를 받았다. 단맛은 0% 첨가군은 4.20, 0.5% 첨가군은 4.55, 1% 첨가군은 4.60, 2% 첨가군은 4.90, 3% 첨가군은 4.95, 4% 첨가군은 5.35로 아스파라거스 분말 첨가군들이 0% 첨가군에 비하여 모두 높은 점수를 받았다. 씹힘성의 경우는 0% 첨가군은 4.60으로 가장 낮게 나타났으며, 0.5% 첨가군과 2% 첨가군은 5.30으로 가장 높게 나타났다. 전반적인 기호도는 2% 첨가군이 5.30으로 가장 높은 점수를 받았으며, 0% 첨가군이 4.30으로 가장 낮은 점수를 받았다.

결 론

아스파라거스는 항산화 능력이 뛰어나며, 항암 효과를 가지고 있을 뿐만 아니라, 다양한 약용효과가 있는 건강기능성 채소이다. 본 연구에서는 아스파라거스 분말을 첨가하여 설기떡을 제조하고, 설기떡의 품질 특성을 살펴보았다. 아스파라거스 분말을 동결건조 후 분쇄하여 30 mesh 체를 통과하여 시료로 사용하였다. 멥쌀가루의 0%, 0.5%, 1%, 2%, 3% 및 4%로 아스파라거스 분말의 첨가수준을 달리하여 설기떡을 제조하였다. 그 결과, 수분함량은 아스파라거스 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다. pH 측정결과는 아스파라거스 분말을 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 보였으며, 4% 첨가군은 5.98로 가장 낮게 나타났다. 색도는 아스파라거스 분말 첨가량이 증가할수록 *L*값(명도)은 유의적으로 감소하는 경향을 보였으나, *a*값(적색도)과 *b*값(황색도)은 모두 유의적으로 증가하는 경향을 보였다. 색차는 아스파라거스 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향이 나타났다. 조직감 측정 결과, 경도와 씹힘성은 아스파라거스 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다. 탄력성은 아스파라거스 분말 첨가군들 간에 일정한 경향을 나타내지 않았다. 응집성의 경우, 아스파라거스 분말 첨가군들에서 일정한 경향을 나타내지 않았지만, 4% 첨가군은 65.72%로 가장 낮게 나타났다. 총 페놀화합물 함량은 아스파라거스 분말 첨가군에서 0.02~0.08 µg GAE/mg의 범위를 보여 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다. DPPH 라디칼 소거능은 아스파라거스 분말 첨가량이 증가할수록 IC₅₀이 유의적으로 감소하여 항산화 활성이 높아지는 것으로 나타났다. 7점 척도법을 이용한 관능평가 결과는 향기, 촉촉함, 씹힘성과 전반적인 기호도 평가에서 아스파라거스 분말 2% 첨가군이 가장 높게 나타났다. 이상의 결과로 미루어 볼 때 아

스파라거스 분말을 첨가하여 설기떡을 제조 시 품질을 향상시킬 수 있는 바람직한 아스파라거스 분말 첨가비율은 2%인 것으로 사료된다.

REFERENCES

- Ahn GJ, Lee YJ (2014) Quality characteristics of *sulgidduk* with different amounts of dried tangerine peel powder. *Korean J Food Cook Sci* 30: 284-290.
- Akay S, Alpak I, Yesil-Celiktas O (2011) Effects of process parameters on supercritical CO₂ extraction of total phenols from strawberry (*Arbutus unedo* L.) fruits: An optimization study. *Journal of Separation Science* 34: 1925-1931.
- Cho GS, Kim AJ (2015) Antioxidative activity of sea buckthorn and quality characteristics of brown rice *sulgidduk*. *Fam Environ Res* 53: 17-27.
- Cho YH, Cho JS, Kim JY, Kin US, Choi JH, Park JH (2013) Quality characteristics of *sulgidduk* with *makgeolli* lees. *J East Asian Soc Dietary Life* 23: 227-233.
- Choi BS, Kim HY (2010) Quality characteristics of *sulgidduk* added with perilla leaves. *Korean J Culinary Res* 16: 299-310.
- Choi BS, Kim HY (2011) Quality characteristics of *sulgidduk* added with *Hydrangea serrata* Serrige powder. *Korean J Community Living Science* 22: 257-265.
- Choi EJ, Kim EK (2015) Antioxidation, physicochemical, and sensory characteristics of *sulgidduk* fortified with water extracts from *Moringa oleifera* leaf. *Korean J Food Cook Sci* 31: 335-343.
- Choi EJ, Lee SM (2010) Quality characteristics of *sulgidduk* with added *ssukgat* (*Chrysanthemum coronarium* L. var. *spatiosum*) powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 20: 509-515.
- Choi SH, Moon SJ, Lee MK, Ahn JS (2013) Quality characteristics of *sulgidduk* prepared with added freeze dried dried-eggplant powder. *Korean J Food & Nutr* 26: 421-427.
- Choi WS, Chae KY (2012) Quality characteristics of *sulgidduk* by the addition of apricot paste. *Korean J Food Cook Sci* 28: 695-701.
- Choi YS (2015) The study of quality characteristics of acaiberry (*Euterpe oleracea* Mart.) powder *sulgidduk*. *The Korean Journal of Culinary Research* 21: 90-99.
- Choi YS, Kim YT (2012) The quality characteristics of *Sulgidduk* by additions of *Agaricus blazei* Murill powder. *Korean*

- J Culinary Research* 18: 172-181.
- Chrubasik C, Maier T, Dawid C, Torda T, Schieber A, Hofmann T, Chrubasik S (2008) An observational study and quantification of the actives in a supplement with *Sambucus nigra* and *Asparagus officinalis* used for weight reduction. *Phytother Res* 22: 913-918.
- Chung KM, An HJ (2012) Effects of oyster mushroom on quality of *sulgidduk* and *gyeongdan*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41: 1294-1300.
- Hannan JM, Marenah L, Ali L, Rokeya B, Flatt PR, Abdel-Wahab YH (2007) Insulin secretory actions of extracts of *Asparagus racemosus* root in perfused pancreas, isolated islets and clonal pancreatic β -cells. *J Endocrinol* 192: 159-168.
- Hwang SJ (2013) Quality characteristics of Korean steamed rice cake containing different amount of red onion powder. *Korean J Food Preserv* 20: 488-494.
- Jan SY, Kim MH, Hong GJ (2013) Quality changes of *sulgidduk* added *cheonnyuncho* (*Oputia humifusa*) fruit powder during storage. *Korean J Food Cook Sci* 29: 501-509.
- Jo EH, Kim MH (2013) Quality characteristics of *sulgidduk* added with macadamia powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 23: 742-749.
- Joo SY (2013) Antioxidant activity and quality characteristics of *sulgidduk* prepared with *Prunus yedoensis* Matsumura extract. *Korean J Food Cook Sci* 29: 115-122.
- Kang YS (2014) Quality characteristics of *seolgidduk* added with loquat fruit powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 24: 785-792.
- Kang YS, Kim JS (2011) Quality characteristics of *sulgidduk* supplemented with *Ligularia fischeri* powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 21: 277-283.
- Kim BY, Cui ZG, Lee SR, Kim SJ, Kang HK, Lee YK, Park DB (2009) Effects of *Asparagus officinalis* extracts on liver cell toxicity and ethanol metabolism. *Journal of Food Science* 74: 204-208.
- Kim CH (2015) Quality characteristics of *seolgiddeok* with radish (*Raphanus sativus* L.) leaf powder. *Korean J Food Cook Sci* 31: 318-327.
- Kim HK, Jin HH, Lee MS, Lee SJ (2013) Quality characteristics of *sulgidduk* added with *Corni fructus* powder. *Food Eng Prog* 17: 105-111.
- Kim KS (1987) Scientific study for the standardization of the preparation methods for *Paeksolgi* (I). *J Korean Home Economics Association* 25: 79-87.
- Kim YS (2008) Addition ratio of buckwheat vegetable powder (*Fagopyrum esculentum* Moench) on the quality characteristics of *sulgidduk*. *Korean J Food & Nutr* 21: 436-442.
- Koo HN, Jeong HJ, Choi JY, Choi SD, Choi TJ, Cheon YS, Kim KS, Kang BK, Park ST, Chang CH, Kim CH, Lee YM, Kim HM, An NH, Kim JJ (2000) Inhibition of tumor necrosis factor- α -induced apoptosis by *Asparagus cochinchinensis* in Hep G2 cells. *J Ethnopharmacol* 73: 137-143.
- Lee ES, Shim JY (2010) Quality characteristics of *sulgidduk* with yacon powder. *Korean J Food Cookery Sci* 26: 545-551.
- Lee HG (1988) A analytic review of Joseon dynasty *tteoks*. Korean Food Culture Reseach Society a collection of treatises the first series. Seoul, Korea. pp 45-113.
- Lee HJ, Kim SY, Park JH, Kim RY, Park EJ (2013) Changes in the antioxidative and antigenotoxic effects after the cooking process of *sulgidduk* containing pine needle juice. *Korean J Food Cook Sci* 29: 453-462.
- Lee SH, Cho SH (2013) Quality characteristics of *sulgidduk* added with *Astragalus membranaceus* powder. *Korean J Food Cook Sci* 29: 233-239.
- Lee YJ, Kim EH (2011) Quality characteristics of *sulgidduk* added with saltwort (*Salicornia herbacea* L.) powder. *The Korean Journal of Culinary Research* 19: 203-214.
- Lee YN, Lee JH, Kim YS (2012) Qualitative properties of *sulgidduk* with the different density of rice powder made by multifunctional grinder. *Korean J Food & Nutr* 25: 1008-1015.
- Lim JH (2011) Quality characteristics of *sulgidduk* prepared with apple powder. *Korean J Food Cookery Sci* 27: 109-121.
- Lim JH, Park JH (2011) The quality characteristics of *sulgidduk* prepared with parsley powder. *Korean J Food Cookery Sci* 27: 101-111.
- Maeda T, Kakuta H, Sonoda T, Motoki S, Ueno R, Suzuki T, Oosawa K (2005) Antioxidation capacities of extracts from green, purple, and white asparagus spears related to polyphenol concentration. *Hortscience* 40(5): 1221-1224.
- Papoulias E, Siomos AS, Koukounaras A, Gerasopoulos D, Kazakis E (2009) Effects of genetic, pre- and post-harvest factors on phenolic content and antioxidant capacity of white asparagus spears. *International Journal of Molecular Sciences* 10: 5370-5380.

- Park EJ (2014) Quality characteristics of *sulgidduk* added with aronia (*Aronia melanocarpa*) powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 24: 646-653.
- Park SS, Kim SI, Sim KH (2011) The quality characteristics and antioxidative activity of *sulgidduk* supplemented with ramie leaf powder. *Korean J Food Cookery Sci* 27: 763-772.
- Rha YA, Kang BN (2014) Quality evaluation of *sulgidduk* added with *Rubus coreanus* Miquel leaf powder. *The Korean Journal of Culinary Research* 20: 125-135.
- Ryu YK, Kim YO, Kim KM (2008) Quality characteristics of *sulgidduk* by the addition of tofu. *Korean J Food Cookery Sci* 24: 856-860.
- Seo KM, Chung YH (2014) Quality characteristics of *sulgidduk* added with turmeric powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 24: 201-207.
- Seong KC, Kim CH, Lee JS, Kim DS, Eum YC (2006) Optimum number of mother stalks for better yield and quality in Asparagus(*Asparagus officinalis* L.). *Journal of Bio-Environment Control* 15: 197-201.
- Seong KC, Lee JS, Lee SG, Yoo BC (2001) Comparison of growth characteristics by varieties and effects of rain shelter and mulching on the production of asparagus (*Asparagus officinalis* L.). *Journal of Bio-Environment Control* 10: 187-196.
- Seoung KC, Kim CH, Lee JS, Eum YC, Moon DK (2012) Determination of optimum heating date for off-season production of asparagus (*Asparagus officinalis* L.). *Journal of Bio-Environment Control* 21: 276-280.
- Shin DS, Kim KM, Han SY, Han GJ (2013) Changes in the quality characteristics of *sulgidduk* by the addition of persimmon peel. *Korean J Food Cookery Sci* 29: 479-488.
- Shin HG (2012) Quality characteristics of cream soup depending on additives. *MS Thesis* Tourism Youngsan University, Yangsan. pp 23-24.
- Shin KM (2012) Preparation and characterization of porridge added with asparagus using response surface methodology. *MS Thesis* Chonnam National University, Gwangju. pp 26-86.
- Sun CY, Zhao BT, Yu ZF, Qian H, Huang XD (2004) The development of chemical components in *Asparagus officinalis* and their medical effects. *Chinese Wild Plant Resources* 23: 1-5.
- Tang XH, Gao J (2001) Inhibitory effects of juice from *Asparagus officinalis* L. on cyclophosphamide (CTX)-induced mutagenic activities in mice. *J Nanjing Univ (Nat Sci)* 37: 569-573.
- Yang SM, Kim SH, Shin JH, Kang MJ, Sung NJ (2010) Quality characteristics of cookies added with asparagus powder. *Journal of Agriculture & Life Science* 44: 67-74.
- Yoo SS, Ko SH (2014) Quality characteristics of *sulgidduk* with beet leaf powder. *Korean J Food Cook. Sci* 30: 119-128.
- Yoon HS, Shin JH, Kang MJ (2014) Quality characteristics of sausage prepared with black garlic extract and dried powder of specialized crops cultivated in Namhae. *Korean J Food Cook. Sci* 30: 444-453.
- Zhang YY, Song KY, O HB, Choi BB, Kim YS (2015) Quality and antioxidant characteristics of sponge cake with asparagus (*Asparagus officinalis* L.) powder. *Korean J Food Cook. Sci* 31: 642-651.
- Zhao QS, Xie BX, Yan J, Zhao FC, Xiao J, Yao LY, Zhao B, Huang YX (2012) *In vitro* antioxidant and antitumor activities of polysaccharides extracted from *Asparagus officinalis*. *Carbohydrate Polymers* 87: 392-396.
- Zhou LG, Wang CH, Wang JH, Chen XF, Guan YJ (2006) Active ingredient and biological function of asparagus. *Anhui Agri Sci Bull* 12: 23-25.
- Zhu XL, Zhang W, Zhao JJ, Wang JS, Qu WJ (2010) Hypolipidaemic and hepatoprotective effects of ethanolic and aqueous extracts from *Asparagus officinalis* L. by-products in mice fed a high-fat diet. *J Sci Food Agric* 90: 1129-1135.

Date Received	Jan. 12, 2016
Date Revised	Feb. 15, 2016
Date Accepted	Feb. 16, 2016