

가식성 코팅처리가 토종다래(*Actinidia arguta*) 동결건조 스낵의 흡습과 품질에 미치는 영향

김아나¹ · 소슬아¹ · 박찬양¹ · 이교연¹ · 샤피어라만¹ · 최성길²

¹경상대학교 응용생명과학부 응용생명과학전공
²경상대학교 식품공학과

Effect of Edible Coating on Hygroscopicity and Quality Characteristics of Freeze-Dried Korean Traditional Actinidia (*Actinidia arguta*) Cultivars Snack

Ah-Na Kim¹, Seul-Ah So¹, Chan-Yang Park¹, Kyo-Yeon Lee¹,
M. Shafiur Rahman¹, and Sung-Gil Choi²

¹Division of Applied Life Science and ²Division of Food Science and Technology
(Institute of Agriculture and Life Sciences), Gyeongsang National University

ABSTRACT The purpose of this study was to evaluate the effect of edible coating on hygroscopicity and quality characteristics of a freeze-dried *Actinidia arguta* snack. Freeze-dried *A. arguta* snacks were coated with various edible coating materials such as albumin, dextrin, and whole soy flour. There were no significant effects of coating on major quality properties such as moisture content, water activity, yield, water soluble index, water absorption index, and rehydration properties of all samples. Compared with non-coated samples, edible coated samples effectively inhibited hygroscopicity as a function of hygroscopic time. The samples coated with dextrin showed lower hygroscopicity than the other coated samples. In addition, the effects of edible coating treatment on hardness, total phenolic content, and antioxidant activity measured by 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging activity were investigated. Edible coated samples had higher hardness, total phenolic content, and antioxidant activity than the non-coated samples as a function of hygroscopic time. Among edible coating materials, dextrin was the most effective coating material. Dextrin as an edible coating material for freeze-dried *A. arguta* snack may help to prevent hygroscopicity and extend market quality and shelf-life during storage.

Key words: *Actinidia arguta*, freeze-dried snack, edible coating, hygroscopicity, quality

서 론

토종다래(*Actinidia arguta*)는 다래나무과(Actinidiaceae)에 속하는 낙엽활엽의 다년생 덩굴식물로 우리나라 산지 전역과 중국과 일본 등에 분포하며, 양지, 음지 어느 곳에서나 잘 성장한다. 또한, 참다래(키위)와 달리 한겨울에 -30°C에서도 자생력이 있어 내한성이 강하며, 배수가 잘되는 어느 토양에서나 잘 적응하는 것이 특징이다(1). 또한, 참다래(키위)는 5~6달, 토종다래는 비교적 짧은 3달의 성숙기간을 가지며(2), 토종다래는 과실 표면이 부드럽고 털이 없어 껍질까지 식용할 수 있고 과일의 길이는 2~2.5 cm로 크기가 작으므로 통째로 섭취할 수 있다. 최근 우리나라를 비롯하여 뉴질랜드, 미국, 일본, 칠레, 유럽 국가 등 세계적으로 다래

를 재배하는 지역이 늘어나고 있어 앞으로는 다래의 생산량과 생산액이 더욱더 증가할 것으로 예상된다(2,3).

토종다래는 비타민 E와 K뿐만 아니라 엽산의 좋은 공급원이며 약재로는 진통제, 이뇨제, 해열제 등으로 이용되고 있다(4-6). 또한, 토종다래는 참다래(키위)보다 비타민 C 함량이 176 mg으로 약 6.5배 더 높다고 보고되어 있으며, 폴리페놀이 풍부하여 높은 항산화 활성을 가지는 것으로 알려져 있다. 그 외에도 상업적으로 얻을 수 있는 과일 중 루테인과 마오이노시틀을 가장 많이 함유하고 있으며, 미네랄 중 특히 P, Ca, Fe, Zn 함량이 높은 것으로 보고되었다(5,7-11). 우수한 영양학적 특성으로 인하여 토종다래는 “healthy fruit”으로 불리고 있으며, 토종다래는 참다래보다 당도가 높고 달콤하며 강한 풍미를 가져 향이 좋아 기호적으로도 뛰어나다. 하지만 참다래(키위)에 비해 소비자와 생산자에게 보급·홍보되지 못하여 그 이용률이 매우 저조한 실정이며, 쉽게 손상될 수 있어 상품의 유통 및 저장 중 품질이 급격히 감소하는 어려움이 있다(7). 따라서 다래의 과숙과나 비상품과의 이용 증대와 다래 산업의 활성화를 위하여 다양한

Received 1 June 2016; Accepted 28 July 2016

Corresponding author: Sung-Gil Choi, Division of Food Science and Technology (Institute of Agriculture and Life Sciences), Gyeongsang National University, Jinju, Gyeongnam 52828, Korea
E-mail: sgchoi@gnu.ac.kr, Phone: +82-55-772-1909

가공품 개발의 필요성이 대두하고 있다. 하지만 토종다래에 관한 대부분의 연구는 토종다래의 영양성분 분석(12)과 저장에 따른 품질 특성(13,14) 등과 같은 기초 연구로 제한되어 있다.

최근에 소비자들은 위생적이고 영양학적이며 기능적 품질을 만족하는 새로운 과일 가공품에 대한 관심이 증가하고 있으며 그에 따라서 과일을 절단 후 건조하는 방법이 가장 일반적으로 쓰이고 있다. 하지만 다래 과육은 당 함량이 높아서 흡습성이 강하므로 건조 후 저장이 어렵고 상품적인 가치가 쉽게 감소하는 단점이 있어 이를 방지할 필요가 있다. 최근에 식품 산업에서는 흡습을 저해하고 품질을 개선하며 유통기한을 연장하기 위한 목적으로 가식성 코팅에 대한 연구가 진행되고 있다(15). 가식성 코팅은 산소와 수분의 투과를 저해함으로써 식품의 산화, 미생물 증식, 효소적 갈변, 색소의 변화, 영양성분 손실 등을 방지하여 식품의 유통기한 연장에 효과적이고(16,17) 제품과 함께 섭취할 수 있는 장점이 있으며, 주로 이용되는 가식성 코팅제로는 다당류(18), 단백질(18,19), 지방(20) 등이 있다.

따라서 본 연구에서는 가식성 코팅제로 주로 이용되는 albumin, dextrin, whole soy flour로 코팅한 토종다래 동결건조 스낵의 흡습 저해 효과와 이에 따른 스낵의 이화학적 품질 특성에 미치는 영향에 대해 연구하여 토종다래 스낵의 저장성을 향상하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 토종다래(금이농장, 광양, 한국)는 10월에 수확하여 구매한 후 약 -80°C deep freezer에 보관하였으며, 스낵 제조 시 일정한 크기의 다래 원물(3.0 ± 0.5 cm)을 선별하여 1% 염수를 이용하여 세척 후 정계수로 2차 세척 및 행균을 실시하여 사용하였다.

가식성 코팅처리 및 스낵 제조 방법

본 실험에 사용된 코팅제는 각종 식품에 이용되고 있는 소재 중 단백질계의 albumin, 탄수화물계의 dextrin, 지방계의 전지대두분(whole soy flour, WSF)을 이용하였고, 예비실험을 통해 얻은 최적 조건인 5%의 농도로 코팅제를 증류수에 충분히 용해 또는 분산시켜 조제, 사용하였다. 세척한 다래의 중간 부분을 10 mm 두께로 슬라이스 하였고 일정한 크기(지름 30 mm)인 것을 선별하여 이를 제조된 가식성 코팅액에 15초간 침지 후 3분간 탈수하여 코팅하였으며, -80°C 에서 동결한 후 동결건조 하여 스낵을 제조하였다. 흡습을 방지하기 위해 다래 동결건조 스낵은 진공 포장한 후 -80°C 에 보관하면서 분석시료로 사용하였다.

수분 함량 및 수분활성도

수분 함량은 AOAC법(21)에 따라 상압 가열 건조법에 의

하여 측정하였다. 수분활성도는 수분활성도 측정기(AQS-2, Nagy Mess System, Gäufelden, Germany)를 사용하여 20°C 로 온도를 평형화한 후 기밀용기에서 평형 수분 함량에 도달시킨 다음 시료별 평형상대습도를 측정하여 수분활성도를 구하였다. 증류수($A_w=1.000$)를 이용하여 실온(20°C)에서 보정한 후 사용하였다.

수분용해지수 및 수분흡착지수 측정

AACC방법(22)을 응용하여 스낵의 수용성 성질을 분석하였다. 시료 1 g에 증류수 25 mL를 가하고 30°C shaking water bath(BS-21, JEIO TECH, Gyeonggi, Korea)에서 185 rpm에서 30분간 교반한 후 3,000 rpm으로 20분간 원심분리 하였다. 원심분리 한 상등액을 105°C 에서 12시간 건조 후 30분간 데시케이터에서 방랭한 다음 고형분 함량을 측정하여 산출하였다. 원심분리 후 상등액을 제거, 침전물의 무게를 측정하여 수분용해지수(water soluble index, WSI)와 수분흡착지수(water absorption index, WAI)를 산출하였다.

$$\text{WSI (\%)} = \frac{\text{Dry solid wt. recovered by evaporating the supernatant (g)}}{\text{Dry sample wt. (g)}} \times 100$$

$$\text{WAI (\%)} = \frac{\text{Hydrated sample wt. (g)} - \text{Dry sample wt. (g)}}{\text{Dry sample wt. (g)}} \times 100$$

수율 및 수화 복원성

동결건조 수율은 건조 후 스낵의 무게를 측정하여 건조 전 무게에 대한 %로 산출하였다. 수화 복원성(rehydration ratio)은 증류수 100 mL가 든 비커를 25°C 항온수조에 넣은 후 증류수의 온도를 25°C 로 하였고, 동결건조 스낵을 완전히 침지한 다음 5분 간격으로 꺼내어 표면의 물기를 10초간 제거한 후 무게를 측정하였다(23).

$$\text{Rehydration ratio} = \frac{\text{Weight}_{\text{rehydrated sample}}}{\text{Weight}_{\text{dried sample}}}$$

흡습성 측정

가식성 코팅제에 따른 흡습 저해 효과를 확인하기 위해 흡습성을 측정하였다. 증류수를 채운 데시케이터를 20°C 배양기에 방치하여 온도가 평형이 되게 한 후 동결건조 스낵을 데시케이터에 넣고 매시간 8시간 동안 흡습에 따른 무게 증가를 측정하였고, 다음과 같이 산출하였다(24).

$$\text{Hygroscopicity (\%)} = \frac{A - B}{B} \times 100$$

A: 분말의 무게(g)

B: 분말의 초기 무게(g)

경도 측정

가식성 코팅처리 및 흡습에 따른 다래 동결건조 스낵의

경도를 분석하기 위해 Texture Analyzer(TA-XT Express, Micro Stable System, Surrey, UK)를 이용해 5 mm penetration probe를 장착하여 측정하였다. Pre-test speed는 5.0 mm/s, post-test speed는 5.0 mm/s로 하여 조건당 5회 측정된 값을 평균하여 나타내었다.

총페놀 함량 분석

가식성 코팅처리 및 흡습에 따른 다래 동결건조 스낵의 총페놀 함량은 Kim 등(25)의 방법을 참고 및 수정하여 실험을 진행하였다. 즉 시료를 20배 희석하고 균질기(D-500, Wigen Hauser, Berlin, Germany)로 20,000 rpm에서 2분간 균질화한 후 여과하여 여과액 1 mL와 증류수 9 mL를 혼합한 다음 1 mL의 Folin & Ciocalteu's phenol reagent를 첨가하여 실온 암실에서 5분간 방치한다. 그 후 7% sodium carbonate와 3차 증류수 4 mL를 첨가한 후 실온 암실에서 2시간 방치한 다음 분광광도계(UV-1800, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan)를 이용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 gallic acid를 표준물질로 0.025, 0.05, 0.1, 0.25, 0.5, 1 mg/mL로 제조하여 흡광도를 측정하였다.

항산화 활성 측정

가식성 코팅처리 및 흡습에 따른 다래 동결건조 스낵의 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH) 라디칼 소거 활성은 Choi 등(26)의 방법을 참고 및 수정하여 실험을 진행하였다. 즉 시료를 20배 희석하여 균질기(D-500, Wigen Hauser)로 20,000 rpm에서 2분간 균질화한 후 여과하였다. 100 mL 에탄올에 8 mg의 DPPH를 용해시켜 여과지로 여과한 후 DPPH 용액 0.9 mL와 시료의 여과액 0.1 mL를 혼합하여 실온 암실에서 30분간 방치 후 분광광도계(UV-1800, Shimadzu Corporation)를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 BHA(butylated hydroxyanisole)를 표준물질로 0.025, 0.01, 0.05, 0.2, 0.5, 1 mM로 제조하여 흡광도를 측정하였다.

통계 분석

실험 결과는 3회 또는 5회 반복 실험하여 얻어진 평균±표준편차로 나타내었고, 통계처리는 Window용 SAS 9.4 version(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)을 이용하여

$P<0.05$ 수준에서 분산분석(analysis of variance)을 하였으며, Duncan의 다중범위 검정법(Duncan's multiple range test)으로 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

수분 함량, 수분활성도, 수율

가식성 코팅처리에 따른 동결건조 다래 스낵의 수분 함량, 수분활성도, 수율 결과는 Table 1과 같다. 다래 동결건조 스낵의 수분 함량과 수분활성도는 각각 7.53~7.99%, 0.13~0.18로 가식성 코팅처리는 다래 동결건조 스낵의 수분 함량과 수분활성도에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. Rahimi 등(27)은 사과 슬라이스를 카복시메틸셀룰로스 1%와 2%로 코팅처리 한 사과 동결건조 슬라이스와 비처리군의 수분 함량과 수분활성도가 유의적 차이가 없었다고 보고하였다. 또한, 가식성 코팅처리는 다래 동결건조 스낵의 수율을 다소 증가시키는 경향이 있었지만 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

수분용해지수 및 수분흡착지수, 수화 복원성

수분용해지수와 수분흡착지수는 스낵의 주요 품질 특성으로 그 수치가 높을수록 고품질로 간주한다(28). 다래 동결건조 스낵의 수분용해지수는 34.94~38.69%이며, 수분흡착지수는 166.12~180.78 g/g으로 가식성 코팅처리는 수분용해지수와 수분흡착지수에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. Oh 등(29)은 dextrin이나 polydextrose를 5% 첨가한 참다래 동결건조 분말의 용해도와 팽윤력을 분석한 결과 첨가군과 비첨가군 간에 유의적 차이가 없다고 보고하였다. 다래 스낵의 수분용해지수와 수분흡착지수는 동결건조 시 시료의 다공성 조직으로 인한 수분접근 용이성에 기인하는 것으로 생각한다(30). 하지만 본 연구와 달리 Ahmed 등(31)은 고구마 분무건조 분말의 경우 maltodextrin을 3~5% 첨가 시 수분흡착지수는 낮아졌고 수분용해지수는 증가하였는데, maltodextrin이 분무건조 시 입자 표면에 코팅층을 형성하였기 때문이라고 보고하였다. 본 연구의 다래 슬라이스는 분말보다 코팅될 수 있는 표면적이 상대적으로 작기 때문에 코팅에 따른 뚜렷한 경향이 나타나지 않은 것으로 생각한다.

수화 복원력은 건조식품이 원래 상태에 근접할 수 있는

Table 1. Moisture content, water activity, yield, water soluble index (WSI), and water absorption index (WAI) of freeze-dried *Actinidia arguta* snacks coated with various edible coating materials

Edible coating	Moisture content (%)	Water activity	Yield (%)	WSI (%)	WAI (%)
Control	7.57±0.32 ^{a1)}	0.18±0.02 ^a	15.99±2.13 ^a	38.69±1.17 ^a	172.76±40.33 ^a
Albumin	7.57±0.20 ^a	0.18±0.03 ^a	16.47±1.88 ^a	38.90±2.01 ^a	180.78±18.46 ^a
Dextrin	7.99±1.19 ^a	0.13±0.01 ^a	16.61±1.38 ^a	36.33±1.34 ^a	179.01±56.96 ^a
Whole soybean flour	7.53±1.56 ^a	0.15±0.04 ^a	16.70±1.80 ^a	34.94±1.33 ^a	166.12±15.09 ^a

¹⁾All values are mean±SD (n=3). Different letters indicate that means are significantly different ($P<0.05$) by Duncan's multiple range test.

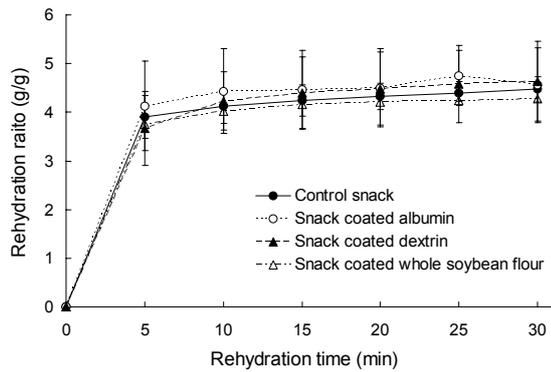


Fig. 1. Changes in rehydration ratios of freeze-dried *A. arguta* snacks coated with various edible coating materials.

재수화 능력을 나타내는 특성으로 건조하는 동안 조직의 변화를 판단할 수 있다. 따라서 가식성 코팅처리에 따른 동결건조 다래 스낵의 수화 복원력을 조사하고자 스낵을 25°C의 물에 침지 후 일정 시간 간격으로 꺼내어 표면의 물기만을 제거한 다음 무게 증가량을 측정하였고, 그 결과는 Fig. 1과 같다. 침지시간 5분 후 수화 복원력이 3.67~4.13 g/g으로 급격하게 증가하였으며 침지시간 30분 후 수화 복원력이 4.27~4.64 g/g으로 초기 복원 속도는 빠르나 시간이 지날수록 복원 속도가 감소하는 것으로 나타났다. Ergün 등(32)은 동결건조 키위 슬라이스를 18°C에서 30분간 수화 복원력을 측정했을 때 침지 초기에 수화 복원 속도가 빠르게 증가하고 점차 속도가 감소한다고 보고하였다. Noshad 등(33)은 동결건조가 식품을 원형 그대로 건조시켜 다공성 조직을 갖기 때문에 침지 초기에 물이 빈 공간을 빠르게 채우고, 그 이후에 세포 및 조직 사이의 공간에 물이 서서히 흡수되기 때문에 수화 속도가 느려진다고 보고하였다. 또한, 모든 수화 시간 동안 가식성 코팅처리군과 비처리군의 수화 복원력 간에 뚜렷한 차이가 나타나지 않아 가식성 코팅이 다래 동결건조 스낵의 수화 복원력에 영향을 미치지 않는 것으로 생각한다. 본 연구와 달리 Kim 등(34)은 maltodextrin을 각각 30, 50, 80% 처리한 후 건조된 생강절편의 복원율이 처리 농도가 높을수록 우수한 것으로 나타났으며, 이러한 결과는 당과 글리세롤 등이 세포벽에 있는 다당류의 수소결합을 보존하여 세포벽의 파괴를 최소화하기 때문으로 생각한다고 보고하였다(35,36). 하지만 본 연구에서는 비교적 낮은 농도인 5% 코팅액으로 처리하였기 때문에 스낵의 수화 복원성에 영향을 미치지 않은 것으로 생각한다.

흡습성

가식성 코팅처리에 따른 동결건조 다래 스낵의 흡습성을 조사하고자 스낵을 가습된 밀폐공간에 넣고 흡습에 따른 무게 변화를 측정하였고 그 결과는 Fig. 2와 같다. 모든 시료에서 흡습 시간이 증가함에 따라 흡습성이 경시적으로 증가하는 것으로 나타났다. 가식성 코팅처리군은 비처리군보다 모든 흡습 시간에 따라 흡습성이 낮은 것으로 나타나 흡습 저

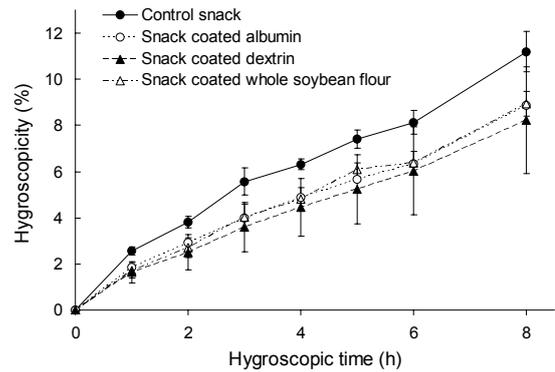


Fig. 2. Changes in hygroscopicities of freeze-dried *A. arguta* snacks coated with various edible coating materials.

해 효과를 확인할 수 있었다. 흡습 시간(x)에 따른 흡습성(y) 결과를 바탕으로 Microsoft Office Excel Program(Microsoft Corp., Roselle, IL, USA)을 이용하여 직선 방정식을 추정하였으며 비첨가군($y=1.40x+0.72, R^2=0.968$), albumin($y=1.12x+0.41, R^2=0.971$), dextrin($y=1.06x+0.27, R^2=0.980$), WSF($y=1.15+0.30, R^2=0.978$)로 나타났다. 산출된 방정식을 이용하여 흡습성이 10%에 도달하는 시간을 예측하였다. 비첨가군은 7.02시간이었으며, 가식성 코팅제인 albumin, dextrin, WSF를 처리한 스낵은 각각 약 9.14시간, 9.87시간, 8.98시간으로 dextrin을 처리한 다래 동결건조 스낵의 흡습 저해 효과가 가장 우수한 것으로 나타났다. 또한, Oh 등(29)은 5%의 dextrin을 첨가한 참다래 동결건조 분말의 흡습성이 대조군보다 낮다고 보고하였다. Rhee와 Cho(37)는 10, 20, 30%의 dextrin 용액 처리가 건조당의 흡습을 저해한다고 보고하였다. 이와 같은 결과는 dextrin이 다른 전분당보다 흡습성이 낮고 시료 표면의 dextrin 피막이 공기 중의 수분이 식품 내부로 확산하는 것을 방지할 수 있으며, 높은 상대습도 하에서 수분이 침투할 수 있는 모세관들이 dextrin 용질들에 의해 막히기 때문에 흡습 저해에 효과적인 것으로 보고하였다. 따라서 가식성 코팅처리를 통한 스낵의 흡습 저해가 다래 동결건조 스낵의 품질 유지에 미치는 영향을 알아보기 위해 흡습 시간에 따른 경도와 총폐놀 함량 및 항산화 활성을 측정하였다.

경도

가식성 코팅처리에 따라 제조한 다래 동결건조 스낵을 가습된 밀폐공간에 넣고 흡습 시간에 따른 경도를 측정하였고 그 결과는 Table 2와 같다. 경도는 촉각, 운동감각, 시각, 청각 등 다양한 감각으로 인지할 수 있으며, 스낵의 바삭바삭함(crispness)을 나타낼 수 있는 값으로 매우 중요한 품질 요인이다(38). 모든 시료에서 흡습 시간이 길어질수록 경도가 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다. 흡습 시 스낵의 조직이 부드러워지고 이에 따라 주요 품질 특성인 바삭바삭함이 줄어들어 따라 경도가 감소한 것으로 생각한다(39). Mazumder 등(39)은 여러 수분 함량에서 스낵의 경도를 측

Table 2. Changes in hardness of freeze-dried *A. arguta* snacks coated with various edible coating materials as a function of hygroscopic time (Unit: g)

Edible coating	Hygroscopic time (h)		
	0	4	8
Control	422.57±185.60 ^{abc1)}	297.30±88.96 ^c	288.12±115.50 ^c
Albumin	463.83±78.10 ^a	360.45±71.50 ^{bc}	311.28±46.63 ^{bc}
Dextrin	572.70±190.48 ^a	463.27±164.56 ^{ab}	315.27±83.46 ^{bc}
Whole soybean flour	442.25±92.24 ^{abc}	304.53±44.89 ^{bc}	289.74±97.53 ^c

¹⁾All values are mean±SD (n=5). Different letters indicate that means are significantly different ($P<0.05$) by Duncan's multiple range test.

Table 3. Changes in total phenolic content and DPPH radical scavenging activity of freeze-dried *A. arguta* snacks with various edible coating materials as a function of hygroscopic time

Edible coating	Hygroscopic time (h)			
	0	4	8	
Total phenolic content (mg GAE/100 g)	Control	418.6±19.81 ^{abc1)}	397.95±25.31 ^{cd}	363.30±29.54 ^d
	Albumin	441.70±10.47 ^a	393.05±25.82 ^{cd}	387.63±40.95 ^{cd}
	Dextrin	438.03±23.63 ^{ab}	420.53±19.80 ^{abc}	408.22±20.85 ^{abc}
	Whole soybean flour	441.35±63.49 ^a	402.27±16.98 ^{bc}	395.85±25.16 ^{cd}
DPPH radical scavenging activity (mM BHAE/g)	Control	32.52±0.43 ^a	32.52±0.78 ^a	32.33±0.34 ^a
	Albumin	34.72±0.52 ^a	34.51±0.11 ^a	33.43±0.24 ^a
	Dextrin	34.34±0.53 ^a	34.43±0.40 ^a	33.81±0.89 ^a
	Whole soybean flour	33.90±1.85 ^a	33.56±0.25 ^a	32.67±0.38 ^a

¹⁾All values are mean±SD (n=3). Different letters indicate that means are significantly different ($P<0.05$) by Duncan's multiple range test.

정한 결과 수분 함량이 높을수록 경도가 감소하였고, 스낵의 수분 함량은 조직감을 결정하는 결정적인 요인으로 작용한다고 보고하였다. 또한, 가식성 코팅처리 한 스낵의 경도는 비처리군보다 높은 경도를 가졌다. 특히 흡습성 결과(Fig. 2)에서 흡습 저해 효과가 가장 우수한 dextrin으로 코팅한 스낵은 흡습 전과 4시간 흡습 시 유의적으로 가장 높은 경도를 나타내었다. Baloch 등(40)과 Zhao와 Chang(41)은 식품의 가식성 코팅이 수분흡착으로 인한 용질 간의 결합을 최소화하며 물리적인 안정성을 효과적으로 유지시켜준다고 보고하였다.

총페놀 함량 및 항산화 활성

가식성 코팅처리에 따라 제조한 다래 동결건조 스낵을 가습된 밀폐공간에 넣고 흡습 시간에 따른 총페놀 함량 및 항산화 활성을 측정하였고, 그 결과는 Table 3과 같다. 흡습 전의 시료 간 총페놀 함량은 비처리군에서 가장 낮은 함량을 가졌지만 뚜렷한 유의적 차이는 나타나지 않았다. 흡습 시간이 길어질수록 모든 시료의 총페놀 함량이 유의적으로 감소하는 것으로 나타났으며, 흡습 저해 효과가 가장 우수한 dextrin 코팅한 다래 동결건조 스낵은 흡습 시간에 따라 가장 높은 총페놀 함량을 유지하는 것으로 나타났다(Fig. 2). 흡습 시간 및 가식성 코팅처리에 따른 항산화 활성은 모든 시료에서 유의적인 차이가 나타나지 않았지만 흡습 시간에 따라 비처리군의 항산화 활성이 가장 낮았으며, dextrin으로 처리한 시료의 항산화 활성이 가장 높게 유지되어 총페놀 함량의 경향과 일치하는 것으로 나타났다. 가식성 코팅처리

는 슬라이스 후 빛 또는 산소에 다래 과육이 노출되는 것을 일부 방지하여 산화반응을 저해(40,41)함으로써 코팅한 시료의 총페놀 함량과 항산화 활성이 비처리군보다 다소 높게 나타난 것으로 생각한다. Bravin 등(42)은 크래커를 상대습도 85% 하에서 저장했을 때 가식성 코팅처리군이 비처리군보다 2배 이상의 유통기한을 가지는 것으로 나타났으며 이는 가식성 코팅의 우수한 흡습 저해 효과에 기인한다고 보고하였다. 가식성 코팅은 식품으로 산소의 접촉을 방지해줄 수 있어 향기, 색, 영양성분의 손실을 막아주기 때문에 식품의 품질 유지와 유통기한 연장에 효과적인 것으로 알려져 있다(40,41).

요 약

본 연구는 수분 흡습으로 인해 건조 후 저장이 어려운 다래 동결건조 스낵의 저장성 및 상품성을 증가시키기 위해 다양한 가식성 코팅제를 처리한 스낵의 품질 특성과 흡습 저해 효과를 분석하였다. 따라서 가식성 코팅처리제로는 albumin, dextrin, whole soy flour를 이용하였고, 5%의 농도로 코팅제를 증류수에 용해한 코팅액에 슬라이스를 침지하여 제조하였다. 스낵의 주요 품질 특성인 수분 함량, 수분활성도, 수율, 수분용해지수 및 수분흡착지수, 수화 복원성을 분석한 결과 모든 시료에서 가식성 코팅처리에 따른 유의적인 차이가 나타나지 않아 코팅처리는 다래 동결건조 스낵의 기본적인 품질 특성에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 가식성 코팅처리는 다래 동결건조 스낵의 흡습을 저해하는

것으로 나타났으며 dextrin으로 처리한 시료의 흡습 저해 효과가 가장 우수한 것으로 나타났다. 흡습 저해가 스낵의 이화학적 특성에 미치는 영향을 알아보기 위해 흡습 시간에 따른 경도와 총폐놀 함량 및 항산화 활성을 측정하였다. 흡습 시간이 길어질수록 모든 시료의 경도가 감소하였고 코팅 처리는 흡습으로 인한 경도의 감소를 저해하는 것을 확인하였으며, dextrin 처리가 가장 높은 경도를 가지는 것으로 나타났다. 또한, 스낵의 총폐놀 함량 및 항산화 활성은 흡습 시간이 경과함에 따라 감소하는 것으로 나타났으며, 가식성 코팅처리군의 총폐놀 함량과 항산화 활성은 비처리군보다 비교적 높게 유지하였고, dextrin으로 코팅한 스낵이 가장 높은 총폐놀 함량과 항산화 활성을 가지는 것으로 나타났다. 이상의 결과를 바탕으로 토종다래 동결건조 스낵의 흡습을 방지하고 품질을 보존하는 방법으로 가식성 코팅제인 dextrin으로 코팅하는 것이 가장 효과적인 것으로 생각되며, 가식성 코팅은 여러 가공식품의 상품성 및 저장성을 향상시킬 것으로 생각한다.

감사의 글

본 연구는 산림청 임업기술개발사업의 ‘다래를 활용한 건강 지향식품 소재 및 가공품 개발’ 과제(과제번호: 2013-자유10)의 연구비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

REFERENCES

- Park Y, Jang YS, Lee MH, Kwon OW. 2007. Comparison of antioxidant capacity and nutritional composition of three cultivars of *Actinidia arguta*. *J Korean For Soc* 96: 580-584.
- Hassal AK, Pringle GJ, Macrae EA. 1998. Development, maturation, and postharvest responses of *Actinidia arguta* (Sieb. et Zucc.) Planch, ex Miq. fruit. *N Z J Crop Hortic Sci* 26: 95-108.
- Williams MH, Boyd LM, McNeilage MA, MacRae EA, Ferguson AR, Beatson RA, Martin PJ. 2003. Development and commercialization of ‘baby kiwi’ (*Actinidia arguta* Planch.). *Acta Hort* 610: 81-86.
- Leong LP, Shui G. 2002. An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets. *Food Chem* 76: 69-75.
- Nishiyama I, Yamashita Y, Yamanaka M, Shimohashi A, Fukuda T, Oota T. 2004. Varietal difference in vitamin C content in the fruit of kiwifruit and other actinidia species. *J Agric Food Chem* 52: 5472-5475.
- Rassam M, Laing W. 2005. Variation in ascorbic acid and oxalate levels in the fruit of *Actinidia chinensis* tissues and genotypes. *J Agric Food Chem* 53: 2322-2326.
- Fisk CL, McDaniel MR, Strik BC, Zhao Y. 2006. Physicochemical, sensory, and nutritive qualities of hardy kiwifruit (*Actinidia arguta* ‘Ananasnaya’) as affected by harvest maturity and storage. *J Food Sci* 71: S204-S210.
- Latocha P. 2007. The comparison of some biological features of *Actinidia arguta* cultivars fruit. *Ann Warsaw Univ Life Sci - SGGW Horticult Landsc Architect* 28: 105-109.
- Latocha P, Krupa T. 2008. The mineral composition of new genotypes of hardy kiwifruit (*Actinidia* Lindl.) bred at SGGW. *Ann Warsaw Univ Life Sci - SGGW Horticult Landsc Architect* 29: 105-110.
- Latocha P, Wołosiak R, Worobiej E, Wilczak J. 2010. Antioxidant activity and chemical difference in fruit of different *Actinidia* sp.. *Int J Food Sci Nutr* 61: 381-394.
- Nishiyama I, Fukuda T, Oota T. 2005. Genotypic differences in chlorophyll, lutein, and β -carotene contents in the fruits of *Actinidia* species. *J Agric Food Chem* 53: 6403-6407.
- Jin DE, Park SK, Park CH, Seung TW, Heo HJ. 2014. Nutritional compositions of three traditional *Actinidia* (*Actinidia arguta*) cultivars improved in Korea. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43: 1942-1947.
- Krupa T, Latocha P, Liwińska A. 2011. Changes of physicochemical quality, phenolics and vitamin C content in hardy kiwifruit (*Actinidia arguta* and its hybrid) during storage. *Sci Hortic* 130: 410-417.
- Lee SE, Kim DM, Kim KH, Rhee C. 1989. Several physico-chemical characteristics of kiwifruit (*Actinidia chinensis* Planch.) depended on cultivars and ripening stages. *Korean J Food Sci Technol* 21: 863-868.
- Chien PJ, Sheu F, Yang FH. 2007. Effects of edible chitosan coating on quality and shelf life of sliced mango fruit. *J Food Eng* 78: 225-229.
- Elsabee MZ, Abdou ES. 2013. Chitosan based edible films and coatings: A review. *Mater Sci Eng: C* 33: 1819-1841.
- Ayranci E, Tunc S. 2003. A method for the measurement of the oxygen permeability and the development of edible films to reduce the rate of oxidative reactions in fresh foods. *Food Chem* 80: 423-431.
- Krochta JM, Baldwin EA, Nisperos-Carriedo MO. 1994. *Edible coatings and films to improve food quality*. Technomic Publishing Co., Inc., Lancaster, PA, USA. p 305-335.
- Gennadios A, McHugh TH, Weller CL, Krochta JM. 1994. *Edible coatings and films based on proteins*. Technomic Publishing Co., Inc., Lancaster, PA, USA. p 395-409.
- Hernandez E. 1994. Edible coatings from lipids and resins. In *Edible Coatings and Films to Improve Food Quality*. Krochta JM, Baldwin EA, Nisperos-Carriedo MO, eds. Technomic Publishing Co., Inc., Lancaster, PA, USA. p 279-303.
- AOAC. 1995. *Official methods of analysis*. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
- AACC. 1983. *Approved method of the AACC*. 10th ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA. p 56-20.
- Koh S, Rhim JW, Kim JM. 2011. Effect of freezing temperature on the rehydration properties of freeze-dried rice porridge. *Korean J Food Sci Technol* 43: 509-512.
- Chung HS, Hong JH, Youn KS. 2005. Quality characteristics of granules prepared by protein-bound polysaccharide isolated from *Agaricus blazei* and selected forming agents. *Korean J Food Preserv* 12: 247-251.
- Kim DO, Jeong SW, Lee CY. 2003. Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. *Food Chem* 81: 321-326.
- Choi JS, Lee JH, Park HJ, Kim HG, Young HS, Mun SI. 1993. Screening for antioxidant activity of plants and marine algae and its active principle from *Prunus davidiana*. *Kor J Pharmacogn* 24: 299-303.
- Rahimi J, Singh A, Adewale PO, Adedeji AA, Ngadi MO, Raghavan V. 2013. Effect of carboxymethyl cellulose coating and osmotic dehydration on freeze drying kinetics of apple slices. *Foods* 2: 170-182.
- Lee SH, Kim CK. 1994. Optimization for extrusion cooking conditions of rice extrudate by response surface methodology. *Korean J Food Nutr* 7: 137-143.

29. Oh HJ, Lim JH, Lee JY, Oh YJ, Lim SB. 2014. Effects of anticaking agents on the physicochemical properties of freeze-dried kiwifruit powders. *Korean J Culinary Res* 20: 178-188.
30. Lee MJ, Seog EJ, Lee JH. 2007. Physicochemical properties of *chaga* (*Inonotus obliquus*) mushroom powder as influenced by drying methods. *J Food Sci Nutr* 12: 40-45.
31. Ahmed M, Akter MS, Eun JB. 2010. Impact of alpha-amylase and maltodextrin on physicochemical, functional and antioxidant capacity of spray-dried purple sweet potato flour. *J Sci Food Agric* 90: 494-502.
32. Ergün K, Çalışkan G, Dirim SN. 2016. Determination of the drying and rehydration kinetics of freeze dried kiwi (*Actinidia deliciosa*) slices. *Heat Mass Transfer* doi: 10.1007/s00231-016-1773-x.
33. Noshad M, Mohebbi M, Shahidi F, Mortazavi SA. 2012. Kinetic modeling of rehydration in air-dried quinces pretreated with osmotic dehydration and ultrasonic. *J Food Process Preserv* 36: 383-392.
34. Kim MK, Kim MH, Yu MS, Song YB, Seo YJ, Song KB. 2009. Dehydration of carrot slice using polyethylene glycol and maltodextrin and comparison with other drying methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 111-115.
35. Mazza G. 1983. Dehydration of carrots: Effect of pre-drying treatments on moisture transport and product quality. *Can Inst Food Sci Technol J* 18: 113-123.
36. Karathanos V. 1993. Collapse of structure during drying of celery. *Drying Technol* 11: 1005-1023.
37. Rhee C, Cho SY. 1991. Effect of dextrin on sorption characteristics and quality of vacuum frying dried carrot. *Korean J Food Sci Technol* 23: 241-224.
38. Heidenreich S, Jaros D, Rohm R, Ziem A. 2004. Relationship between water activity and crispness of extruded rice crisps. *J Texture Stud* 35: 621-633.
39. Mazumder P, Roopa BS, Bhattacharya S. 2007. Textural attributes of a model snack food at different moisture contents. *J Food Eng* 79: 511-516.
40. Baloch AK, Buckle KA, Edwards RA. 1986. Effect of coating with starch and nordihydroguaiaretic acid on the stability of carotenoids of dehydrated carrot. *J Chem Soc Pak* 8: 59-62.
41. Zhao YP, Chang KC. 1995. Sulfite and starch affect color and carotenoids of dehydrated carrots (*Daucus carota*) during storage. *J Food Sci* 60: 324-346.
42. Bravin B, Peressini D, Sensidoni A. 2006. Development and application of polysaccharide-lipid edible coating to extend shelf-life of dry bakery products. *J Food Eng* 76: 280-290.