

건조조건이 다른 무채말랭이 및 무채말랭이 볶음의 품질특성

김지나·박영희[†]·노윤영·김영·강민숙

농촌진흥청 국립농업과학원

Quality Characteristics of Dried Shredded Radish and Stir-fry Dried Shredded Radish by Different Drying Methods

Ji-Na Kim · Young-Hee Park[†] · Yun-Young Noh · Young Kim · Min-Sook Kang

Department of Agrofood Resources, National Academy of Agricultural Science, RDA, Wanju, 55365, Korea

Abstract

This study investigated changes in the chemical properties and antioxidant activity of dried shredded radish (*Raphanus sativus* L.). Shredded radishes with a thickness of either 3.5 mm or 7.0 mm were dried using hot air at 45°C or were sun dried. The degree of browning for the 3.5 mm sun dried radish, the 7.0 mm sun dried radish, the 3.5 mm hot air dried radish and the 7.0 mm hot air dried radish was 0.12, 0.14, 0.04 and 0.04, respectively. The DPPH radical scavenging activity (EDA%) of the hot air dried radish had a higher value than the sun dried radish. In contrast, the ABTS values of the sun dried radishes were higher than the hot air dried radishes. The total polyphenol content of the 7.0 mm and 3.5 mm hot air dried radishes reached high values of 15.99 and 11.62 mg/g, respectively. The total polyphenol contents of the 7.0 mm and 3.5 mm sun dried radishes were 9.63 and 6.77 mg/g, respectively. In sensory evaluation of the stir-fry dried shredded radishes, the 7.0 mm hot air dried sample scored the highest in terms of smell, color, gloss and overall preference. In conclusion, hot air drying (45°C) and a thickness of 7.0 mm were found to be the optimal conditions for dried shredded radish and stir-fried dried shredded radish products.

Key words: dried radish, sun drying, hot air drying, antioxidant activity, quality property

I. 서론

무(*Raphanus sativus* L.)는 십자화과(Cruciferae)에 속하는 식물로 아시아에서 가장 많이 이용되는 근채류이며 (Coogan RC & Willis RBH 2002), 우리나라에서 배추 다음으로 많이 재배하고 소비하는 채소이다(Lee JH & Kim HJ 2009). 무의 성분은 대부분 수분이며, 당질이 비교적 많이 함유되어 있고, 칼슘, 칼륨, 나트륨 등의 무기질 함량이 비교적 높다. 민간요법과 고문헌에서 무는 소화촉진과 어패류 또는 면류의 중독 해소에 효과가 있고, 무의 종자는 기담, 혈담, 천식 및 늑간 신경통 등에 쓰이는 등의 생리활성 효과들이 있는 것으로 알려져 있다(Choi MK 2003). 무에 함유된 생리활성성분으로 flavonoid인 kaempferol이 보고되었으며(Ryu SH 등 1997), 식이섬유와 항산화 vitamin, flavonoid계 색소, phenol계 및 방향족

amine 등 항산화 작용을 나타내는 물질이 다량 함유되어 있어 이들 생리활성성분에 대한 연구들이 진행되어 왔다 (Kim JY & Lee YS 1997, Jeon HN 등 2003).

무말랭이는 저장성 확보를 위해 무를 일정한 크기로 썰어 일광에 건조한 제품으로 건조과정 중 생성되는 조직감과 향미로 밑반찬의 재료로 많이 이용되고 있다(Lee WY 등 2006). 무말랭이는 건조에 의해 무에 많이 함유되어 있는 칼슘, 인, 당 및 유리아미노산 함량이 더욱 높아지고(Lee HG 2006), 항산화 등과 같은 생리활성도 증가하는 것으로 보고되고 있다(Song YB 등 2010). 무말랭이 제조시의 건조 방법으로 주로 천일건조법을 사용하는데 (Lee WY 등 2006), 천일건조법은 일기의 영향을 받고, 건조시간이 장시간 필요하며 수분함량의 조절이 용이하지 못하다는 제한점이 있다. 뿐만 아니라 건조 중 미생물이나 해충에 의해 오염될 확률이 높고, 제품의 색깔이 퇴색 또는 변색되거나 영양성분이 파괴되는 등의 품질저하 현상이 현저하여 비위생적인 제품이 되기 쉽다(Lee WY 등 2006). 따라서 이에 대한 보완책으로 열풍, 동결 및 냉풍건조 등의 인공건조방법이 식품산업에서 많이 사용되고 있다(Kim MH 1990). 이 중 열풍건조는 건조시간이

[†]Corresponding author: Young-Hee Park, Department of Agrofood Resources, 166 Nongsaengmyeong-ro, Iseo-myeon, Wanju-gun, Jeollabuk-do, 55365, Korea
Tel: +82-63-238-3576
Fax: +82-63-238-3842
E-mail: ypark@korea.kr

빠르고 간편하며 경제적일 뿐만 아니라 균일하게 건조가 이루어지는 장점이 있는 반면, 빠른 수분손실로 인한 수축, 표면경화, 건조물의 낮은 복원력, 갈변화 반응 등으로 인한 색상, 조직감, 맛 및 영양가 등에서 품질적 열화가 문제가 될 수 있는 단점이 있다(Kim MH 1990). 한편 열풍건조와 같은 열처리 가공을 특정 과일류와 채소류에 적용할 경우 다양한 화학적 변화에 의해 생리활성물질이 증가한다는 보고(Lee SH 등 2009)도 있어 품질특성을 비롯하여 생리활성 등 다양한 측면에서의 조사 연구가 필요하다.

무말랭이를 이용한 음식으로는 말린 고춧잎, 고춧가루, 설탕, 물엿, 액젓, 마늘 및 생강 등으로 제조된 갓은 양념을 버무리고 숙성시켜 제조하는 무말랭이 김치가 대표적으로 잘 알려져 있다. 무말랭이 제조에 대한 연구 현황을 보면 무채에 천연색소와 알로에 시럽을 첨가하여 건조하여 색상이 다양한 무말랭이를 제조하는 방법(Seo HJ 2011), 냉풍건조를 이용하여 제조한 무말랭이의 품질특성 등(Lee WY 등 2006)이 보고되었다. 한편 무를 이용한 한식 음식의 품질특성에 관한 연구로, 한약재를 첨가한 한방 무말랭이 김치의 제조방법에 관한 연구(Park CS 등 2006), 당귀잎이나 건조한 인삼을 첨가하여 제조한 기능성 무말랭이 김치의 품질특성연구(Park CS & Kim ML 2006, Lee JH & Kim HJ 2009)가 있으며, 이에 더하여 최근에는 수산물을 이용하여 무말랭이 김치를 제조하는 방법들도 보고되고 있다(Yoo JI 2005, Yoon HM 2005). 이처럼 무말랭이를 이용한 음식에 대한 연구는 주로 무말랭이 김치에 치중해있으며, 그 외 무말랭이를 활용한 음식에 대한 연구는 미비한 실정이다.

최근 한식 세계화와 더불어 증가음식에 대한 관심이 높아지고 있다. 증가음식은 한식의 원형을 가장 많이 간직한 반가음식이 잘 보존되고 있어(Chung HK 2009) 한식이 세계적인 음식으로 발돋움하기 위해 필요한 연구 중 하나이며 그 가치를 재평가하고 계승, 발전시켜 나갈 필요성이 증대되고 있는 실정이다(Kwon YS 등 2014). 이러한 증가음식에는 정확한 기원은 알 수 없으나 다양한 형태의 음식들이 현재까지 전해져 내려오고 있는데, 이중 전주 학인당 수원백씨 증가에서는 현대의 무말랭이와 동일한 음식으로 무채말랭이를 제조 및 저장하여 섭취해왔다. 무채말랭이 볶음은 건조무를 이용하여 저장성을 높였으며 그 제조방법이 무말랭이 김치에 비해 단시간내에 볶는 조리방법이 간단하고 조리 후 잔존하는 양념 및 수분의 양이 거의 없어 저장에 용이한 장점이 있다.

따라서, 본 연구에서는 두께를 달리한 무채를 천일건조, 열풍건조로 조건을 달리하여 무채말랭이를 제조하여 품질특성 및 항산화활성을 비교하였으며, 전주 학인당의 무채말랭이 볶음의 제조법을 근거로 하여 산업적으로 적용가능한 무채말랭이 볶음의 품질특성을 조사하고 관능

평가를 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

무는 2014년 가을에 수확한 국내산 무(Kimpo)를 사용하였다. 무와 조선간장(맑은 조선간장, Sampyo, Icheon, Korea), 양조간장(701양조간장, Sampyo, Seoul, Korea), 고춧가루(안동청결고춧가루, Biel, Andong, Korea), 마늘(Seosan, Korea), 생강(Andong, Korea), 대파(Suwon, Korea), 울리고당(프락토올리고당, CJ, Seoul, Korea), 매실청(요리매실청, Ottugi, Anyang, Korea), 깨(옛날볶음참깨, Ottugi, Anyang, Korea), 참기름(고소한 참기름, Ottugi, Anyang, Korea)은 광천상회에서 구입하여 시료 제조에 사용하였다.

2. 시료제조

1) 무채말랭이 제조

무는 1회 세척하여 채칼(Original germany V-slicer, Hesta, Niederkail, Germany)을 이용하여 3.5 mm와 7.0 mm 두께로 절단한 후 채반에 겹치지 않게 나열하여 햇빛이 잘 들어오고 통풍이 잘되는 실외에서(2014년 9월) 5일 건조하여 천일건조 무채말랭이를 제조하였다. 열풍건조 무채말랭이는 무채를 천일건조와 동일하게 준비하여 열풍건조기(DS-240BCR/D, Doo sung, Gwangju, Korea)를 사용하여 45°C에서 3.5 mm는 4시간, 7.0 mm는 5시간 건조하여 제조하였다. 건조가 완성된 무채말랭이는 소분하여 폴리에틸렌소재의 지퍼백에 밀봉하여 상온에서 보관 및 저장하여 실험에 사용하였다(Fig. 1).

2) 무채말랭이 볶음 제조

천일 및 열풍건조 무채말랭이를 흐르는 물에 한번 세척한 후 시료 중량 대비 10배수의 물(35°C)을 첨가하여 3.5 mm 무채말랭이는 2분, 7.0 mm 무채말랭이는 10분 동안 수화시킨 후, 채반에 받쳐 10분간 탈수하였다. 무채말랭이 볶음용 양념은 Table 1의 양념배합비를 사용하여 제조하였다. 제조한 무채말랭이 볶음용 양념을 전기인덕션(HC724261E, Simense, Athens, Greece)을 사용하여 9번 불에서 1분 동안 끓인 후, 탈수한 무채말랭이를 넣고 9번 불에서 5분 동안 볶아 무채말랭이 볶음을 제조하였다(Fig. 1).

3. 무채말랭이와 무채말랭이 볶음의 수분, pH, 염도, 당도

무채말랭이의 수분함량은 AOAC법(1990)에 의거 상압 가열 건조법을 이용하여 측정하였다. 무채말랭이와 무채말랭이 볶음을 각 5 g 취하여 증류수 45 g을 넣고 1분 30

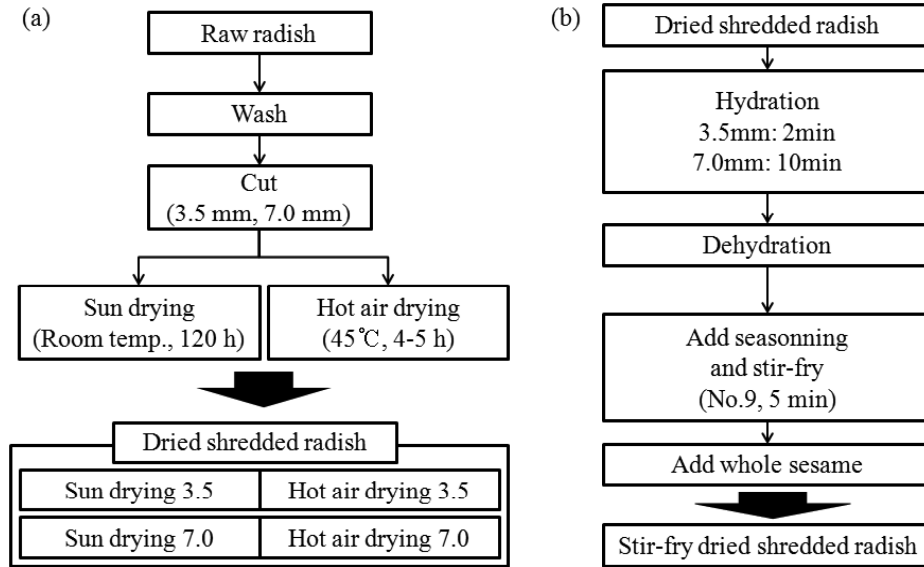


Fig. 1. Manufacturing process of dried shredded radish and stir-fried dried shredded radish: (a) process of shredded dried radish, (b) process of stir-fried dried shredded radish.

Table 1. Formula of stir-fry made by dried shredded radish

Ingredient	Weight (g)	Ratio (%)
Dried radish	100.0	35.3
Traditional soy sauce	30.0	10.6
Soy sauce	25.0	8.8
Red pepper	20.0	7.1
Crushed garlic	15.0	5.3
Crushed ginger	12.0	4.2
Oligosaccharides	20.0	7.1
(Fermented) Extracts of plum	32.0	11.3
Crushed sesame	6.0	2.1
Sesame oil	8.6	3.0
Crushed spring onion	10.0	3.5
Whole sesame	5.0	1.8
Total	283.6	100.0

초간 믹서기(HMF-630B, HANIL ELECTRIC, Seoul, Korea)를 이용해 균질화한 후, 여과지(Whatman No. 2, Whatman, England, UK)를 이용해 여과하여 분석에 사용하였다. pH는 pH meter(Ion S220 pH, Mettler Toledo, Columbus, OH, USA), 염도는 염도계(PAL-ES2, ATAGO, Tokyo, Japan), 당도는 당도계(PAL-3, ATAGO, Tokyo, Japan)를 사용하여 상온에서 측정하였다.

4. 무채말랭이의 갈변도 측정

갈변도는 Hedel CE 등(1950)의 방법을 변형하여 측정하였다. 2 g의 무채말랭이를 취하여 증류수 40 mL를 가한 후, 10% trichloro acetic acid(Sigma-aldrich, Munich,

Germany) 용액 10 mL를 가하여 실온에서 2시간동안 추출하였다. 추출한 시료는 원심분리기(CR21G, Hitachi, Tokyo, Japan)를 사용하여 8,000×g에서 10분간 원심분리한 후 상등액만 수집하여 사용하였다. 수집한 상등액은 spectrophotometer(UV-2550, SHIMADZU Co., Kyoto, Japan)를 이용해 420 nm에서 흡광도를 측정하였다.

4. 무채말랭이의 항산화능 측정

1) 시료 추출

무채말랭이 10 g에 증류수 200 mL를 가하여 waterbath(WSB-30, Daihan scientific Co., Seoul, Korea)에 넣고 100°C에서 1시간동안 열수추출하였다. 열수추출 후, 여과지(Whatman)를 이용해 여과하고 감압농축기(N-1000, EYELA, Tokyo, Japan)로 농축해 시료로 사용하였다.

2) DPPH(1, 1-diphenyl-β-picrylhydrazyl) 라디칼 소거능

DPPH 라디칼 소거능에 의한 항산화활성 측정은 Blois MS(1958)의 방법을 변형하여 측정하였다. 즉, 추출한 시료액 200 μL에 0.6 mM의 1, 1-diphenyl-β-picrylhydrazyl용액(Sigma-aldrich, Munich, Germany) 1800 μL를 첨가하여 혼합한 다음 암소에서 30분간 반응시킨 후 spectrophotometer(SHIMADZU Co.)를 사용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 항산화력은 [1-(시료첨가군의 흡광도/무첨가군의 흡광도)]×100의 계산식에 의해 전자공여능(%)을 계산해 내었다.

3) ABTS assay

ABTS radical 소거활성의 측정은 Dewanto V 등(2002)

의 방법을 변형하여 측정하였다. 7 mM ABTS 용액 (Sigma-aldrich, Munich, Germany) 35 mL와 245 mM $K_2S_2O_8$ (Sigma-aldrich, Munich, Germany) 용액 65 mL를 섞어 어두운 곳에 24시간 방치한 후, 시료 200 μ L와 ABTS solution 1,800 μ L를 30초 동안 섞은 후 spectrophotometer(SHIMADZU Co.)를 사용하여 732 nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정된 값은 $[1-(\text{시료첨가군의 흡광도}/\text{무첨가군의 흡광도})]\times 100$ 의 계산식에 의해 EDA(%) 값을 도출하였다.

4) Total polyphenol

열수추출한 무채말랭이의 총 폴리페놀 함량은 Dewanto V 등(2002)의 방법에 따라 Folin-Ciocalteu reagent가 추출물의 폴리페놀성 화합물에 의해 환원된 결과 몰리브덴 청색으로 발색하는 것을 원리로 분석하였다.

총 폴리페놀 함량은 추출하여 얻은 시료 200 μ L를 시험관에 취하고 2% Na_2CO_3 (Sigma-aldrich, Munich, Germany) 2 mL를 혼합 후 2분 상온방치 하였다. 1 N Folin 시약 (Sigma-aldrich, Buchs, Switzerland) 200 μ L을 혼합 후 실온에서 30분간 방치하여 상등액을 spectrophotometer (SHIMADZU Co.)를 사용하여 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 garlic acid(Sigma-aldrich, Munich, Germany)를 사용하였다. 검량선을 작성한 후 총 폴리페놀 함량은 시료 100 g의 mg garlic acid로 나타내었다.

5. 무채말랭이 볶음의 관능평가

제조된 무채말랭이 볶음은 20명의 여성패널을 모집하여 일반소비자 기호도 및 강도 평가를 실시하였다. 뚜껑이 달린 용기에 10 g씩 담아 제시하였으며, 동반음식으로 흰쌀밥을 함께 제공하였다. 관능평가에 사용된 항목은 외관특성으로는 샘플의 향, 색깔, 운기를 평가하였으며, 맛 특성으로는 향미, 단맛, 짠맛, 매운맛, 아삭한 정도, 질긴 정도, 후미(뒷맛), 전반적인 기호도로 총 11항목을 사용하였다. 9점 척도를 사용해 기호도와 강도평가를 동시에 평가하도록 하였는데, 기호도 평가는 1점 - 매우 좋지

않다, 5점 - 적당하다, 9점 - 매우 좋다고 평가하도록 하였으며, 강도 평가는 1점 - 매우 약하다, 5점 - 적당하다, 9점 - 매우 강하다고 평가하도록 하였다.

6. 통계분석

본 실험에서 관능평가를 제외한 모든 결과는 3회 반복 측정된 평균값을 이용하여 통계 분석에 사용하였다. 통계 프로그램은 SPSS 12.0 program(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 사용하여 ANOVA를 실시하였고, 유의적 차이를 검증하기 위하여 Duncan's multiple range test를 실시하였다($p<0.05$).

III. 결과 및 고찰

1. 무채말랭이의 수분함량, pH, 염도, 당도, 갈변도

두께를 달리하여 천일건조와 열풍건조 방법으로 제조한 무채말랭이의 수분함량, pH, 염도, 당도, 갈변도 측정 결과는 Table 2와 같다. 수분함량은 천일건조3.5가 17.10 ± 0.20 , 천일건조7.0이 18.60 ± 0.20 , 열풍건조3.5가 15.20 ± 0.20 , 열풍건조7.0이 21.8 ± 0.00 로 열풍건조7.0이 유의적으로 가장 높은 값을 나타내었다($p<0.05$). pH를 살펴보면, 열풍건조3.5가 6.49 ± 1.00 으로 열풍건조7.0 및 천일건조 무채말랭이에 비해 유의적으로 가장 높은 값을 나타내었다($p<0.05$). 천일건조3.5, 천일건조7.0, 열풍건조7.0의 pH는 각각 6.04 ± 0.05 , 6.00 ± 1.00 , 6.03 ± 0.07 로 나타났다.

염도는 건조방법에 상관없이 7.0 mm 두께의 무채말랭이가 3.5 mm 두께의 무채말랭이보다 유의하게 높은 값을 나타내었다($p<0.05$). 3.5 mm 천일건조와 열풍건조 무채말랭이의 염도는 각각 $2.52\pm 0.26\%$, $2.52\pm 1.00\%$ 로 동일하게 측정되었다. 반면 7.0 mm 무채말랭이 염도의 경우, 천일건조는 $3.12\pm 3.10\%$, 열풍건조는 $4.44\pm 0.39\%$ 로 열풍건조 7.0 무채말랭이의 염도가 천일건조7.0 무채말랭이에 비해 유의하게 높게 나타났다($p<0.05$). 당도의 경우, 열풍건조 무채말랭이가 천일건조 무채말랭이에 비해 유의적으로 높은 값을 나타내었다($p<0.05$). 열풍건조7.0 무채말랭이가

Table 2. Moisture content, pH, salinity, sugar contents and browning degree of dried shredded radish with different cutting widths and drying methods

Samples	Moisture content (%)	pH	Salinity (%)	Sugar contents (Brix)	Browning degree
SD3.5 ¹⁾	17.10 ± 0.20^b	6.04 ± 0.05^b	2.52 ± 0.26^c	38.40 ± 0.43^c	0.12 ± 1.00^a
SD7.0	18.60 ± 0.20^{ab}	6.00 ± 1.00^b	3.12 ± 3.10^b	35.10 ± 0.36^d	0.14 ± 1.00^a
HD3.5	15.2 ± 0.20^b	6.49 ± 1.00^a	2.52 ± 1.00^c	41.40 ± 1.00^b	0.04 ± 1.00^b
HD7.0	21.8 ± 0.00^a	6.03 ± 0.07^b	4.44 ± 0.39^a	42.90 ± 1.00^a	0.04 ± 0.17^b

All values are Mean \pm SD.

¹⁾ SD3.5: Sun drying 3.5 mm; SD7.0: Sun drying 7.0 mm; HD3.5: Hot air drying 3.5 mm; HD7.0: Hot air drying 7.0 mm.

^{a-d} Means with different letter in the same column are different ($p<0.05$) by the Duncan's multiple range test.

42.90±1.00%으로 유의하게 가장 높은 값을 나타내었으며 ($p<0.05$), 열풍건조3.5 무채말랭이가 41.40±1.00%, 천일건조3.5와 천일건조7.0 무채말랭이의 당도가 각각 38.40±0.43, 35.10±0.36 순으로 나타났다. 무의 성분은 일반적으로 대부분이 수분(약 93%)이며 당질이 비교적 많이 함유되어 있는데, 건조방법에 따라 증발되는 수분량은 달라질 수 있다(Lee WY 등 2006). 상대습도의 영향을 많이 받는 천일건조 방법은 상대습도의 영향을 적게 받는 열풍건조 방법에 비해 증발되는 수분의 양은 적을 것으로 판단된다. 이러한 요인이 본 실험의 염도와 당도의 결과에 영향을 미쳐 열풍건조 무채말랭이가 천일건조 무채말랭이에 비해 증발되는 수분의 양이 많았을 것으로 판단되며 이와 반비례적으로 염도와 당도값이 증가하게 된 것으로 사료된다.

갈변도의 경우, 무채 절단두께와 관계없이 천일건조 방법으로 제조한 무채말랭이가 열풍건조 방법으로 제조한 무채말랭이에 비해 유의적으로 더 높은 갈색도를 나타내었다. Lee WY 등(2006)의 경우, 무를 건조하는 조건으로 냉풍건조와 천일건조 방법을 사용하였는데, 겨울철의 천일건조는 10°C 냉풍건조와 유사한 온도조건이지만 상대습도에 의존하여 건조되는 방법이므로 건조시간이 오래 걸려 갈색도가 높게 나타났다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사한 양상을 나타내었다. 또한, 열풍건조는 공기 온도 상승과 상대습도 차이에 의한 식품의 수증기압 증가로 건조가 이루어져 건조시간이 천일건조나 냉풍건조에 비해 짧아 갈색도에 영향을 미칠 수 있으며, 그 온도 범위가 55°C 이상일 때 갈색도가 급격히 증가하는 것으로 보고하였다. 본 실험에서 천일건조 무채말랭이의 건조시간은 120시간, 45°C 열풍건조 무채말랭이의 건조시간은 최대5시간으로, 이러한 건조시간의 차이가 갈색도에 영향을 미쳤으며, 45°C 건조온도는 갈색도에 큰 영향을

미치지 않는 것으로 판단되었다.

2. 무채말랭이의 항산화능 측정

무채말랭이의 DPPH 라디칼 소거능과 ABTS assay를 통한 전자공여능(EDA%) 값을 측정한 결과는 Fig. 2에 나타내었다. 천일건조 무채말랭이의 DPPH 라디칼 소거능은 3.5 mm, 7.0 mm 각각 28.23±0.35%, 30.43±0.27%의 전자공여능 값을 나타내어 11.86±0.44%, 20.70±0.53%를 나타낸 열풍건조3.5와 열풍건조7.0 무채말랭이에 비해 높은 항산화활성을 보였다($p<0.05$). Jimenez EA 등(2001)과 Giovanelli G 등(2001)은 열풍건조 시에 DPPH 라디칼 소거능이 유의적으로 크게 감소하였으며 이는 항산화능 물질이 열처리에 예민하기 때문에 열풍건조에 의해 DPPH 라디칼 소거능의 변화를 가져왔기 때문이라고 보고한 바 있다. 천연물의 항산화능력은 측정하는 방법, 시료의 가공 및 제조방법에 따라 차이가 있는 것으로 알려져 있다(Harbaum B 등 2008). Song YB 등(2010)은 가압 볶은 무말랭이 열수추출물의 산화손상에 대한 보호효과가 무말랭이 열수추출물에 비해 모든 유리기에서 유의적으로 높았다고 보고하였으며, 무말랭이 열수추출물의 DPPH 라디칼 소거능 값이 20% 내외의 값을 나타내 본 실험의 결과와 비슷한 양상을 나타내었다. ABTS assay를 사용하여 건조방법별 무채말랭이의 항산화능을 측정한 결과, 천일건조3.5는 42.25±1.21%, 천일건조7.0은 57.04±1.81%, 열풍건조3.5와 열풍건조7.0은 각각 49.86±0.91%와 62.73±0.40%로 나타나 열풍건조7.0 무채말랭이가 가장 높은 항산화능을 나타내었다($p<0.05$). 본 실험에서 ABTS 항산화능 결과는 DPPH와 다른 양상을 보였는데, 열풍건조 방법이 천일건조 방법에 비해 더 높은 항산화능을 나타내었으며 무채말랭이의 두께가 두꺼울수록 더 높은 항산화능을 나타내었다. Giovanelli G 등(2001)은 채소, 과일류를

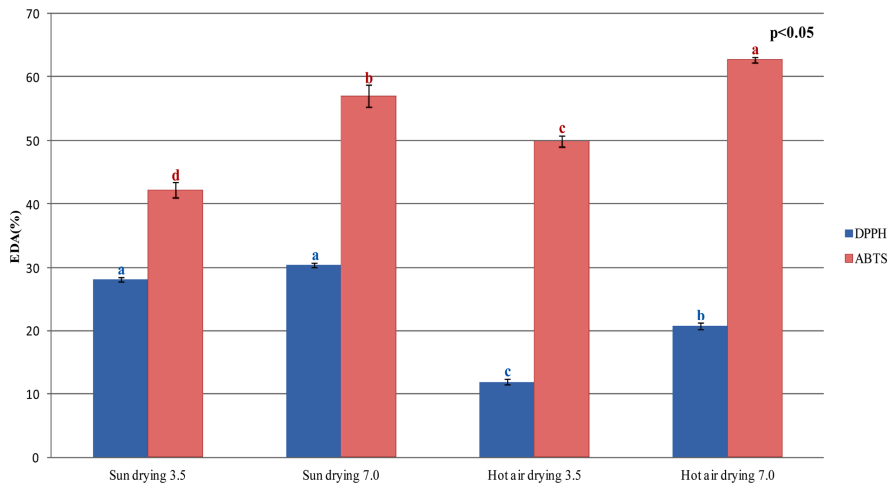


Fig. 2. Antioxidant activity of dried shredded radish with different cutting widths and drying methods.; Blue bar is DPPH radical scavenging ability, Red bar is ABTS assay.

가공했을 때 항산화능의 변화는 lycopene 같은 친유성 성분보다 ascorbic acid나 polyphenol 등 친수성 성분에 의해 일어나는 것으로 알려져 있다고 보고하였다. 또한, 이들 성분은 열풍건조와 천일건조 시에 받게 되는 열처리와 장시간 햇빛에 의한 산화적 스트레스에 예민하여 결과적으로 가공 처리한 최종 제품의 항산화능에도 변화를 가져오게 된다고 발표하였다. 본 실험의 결과에서도 천일건조 방법은 열풍건조에 비해 햇빛, 자외선과 같은 외부 환경요인들이 영향을 미치게 되는데 이러한 이유로 인해 천일건조 무채말랭이의 ABTS 항산화능이 열풍건조 무채말랭이의 ABTS 항산화능에 비해 낮은 EDA값을 나타낸 것으로 판단된다. 따라서 건조가공법을 많이 이용하는 식품재료의 경우 친수성 항산화성분의 열과 산화적 분해를 최소화하는 방향으로 가공법이 모색되어야 할 것으로 사료되었다.

3. 무채말랭이의 총 폴리페놀 함량

건조방법과 절단두께를 달리하였을 때 무채말랭이의 총 폴리페놀 함량은 Fig. 3과 같다. 천일건조3.5와 천일건조7.0 무채말랭이의 총 폴리페놀 함량은 각각 5.41±1.34 mg/100 g, 7.71±0.89 mg/100 g, 열풍건조3.5와 열풍건조7.0 무채말랭이의 총 폴리페놀 함량은 각각 9.30±0.22 mg/100 g, 12.79±1.11 mg/100 g이었다. 건조방법별로는 열풍건조 방법이 천일건조 방법에 비해 높았으며, 무채의 두께가 두꺼울수록 총 폴리페놀 함량이 높게 나타나 본 실험의 ABTS 항산화능 결과와 유사한 양상을 나타내었다($p < 0.05$). Gil MI 등(1999)은 석류로 주스를 만들기 위해 열처리를 했을 때 폴리페놀 함량이 감소하지 않았다고 보고하여 어느 정도의 열처리에 의해서 폴리페놀은 쉽게

파괴되지 않는 것으로 나타났다. 반면 폴리페놀은 장시간 햇빛에 노출시 산화되는 특성이 있음에 따라(Koepfen BH & Roux DG 1966), 본 실험에서도 천일건조 제조한 무채말랭이의 경우 장시간 햇빛에 의해 폴리페놀이 산화 파괴되어 그 함량이 감소한 것으로 판단되었다.

4. 무채말랭이 볶음의 pH, 염도, 당도

두께와 건조방법을 달리하여 제조한 무채말랭이 볶음의 pH, 염도, 당도의 측정 결과는 Table 3과 같다. pH는 열풍건조7.0 무채말랭이 볶음이 5.24±0.05, 천일건조7.0 무채말랭이 볶음이 5.16±1.00, 천일건조3.5 무채말랭이 볶음이 5.09±0.05, 열풍건조3.5 무채말랭이 볶음이 5.05±0.47 순으로 나타나 열풍건조7.0 무채말랭이 볶음이 유의적으

Table 3. pH, salinity and sugar contents of stir-fry dried shredded radish with different cutting widths and drying methods

Samples	pH	Salinity (%)	Sugar contents (Brix)
SD3.5 ¹⁾	5.09±0.05 ^c	3.21±0.05 ^b	30.60±0.08 ^b
SD7.0	5.16±1.00 ^b	3.57±1.00 ^a	33.30±0.16 ^b
HD3.5	5.05±0.47 ^d	3.21±0.09 ^b	29.70±1.00 ^b
HD7.0	5.24±0.05 ^a	3.33±1.00 ^{ab}	30.60±0.11 ^a

All values are Mean±SD.

¹⁾ SD3.5: Sun drying 3.5 mm; SD7.0: Sun drying 7.0 mm; HD3.5: Hot air drying 3.5 mm; HD7.0: Hot air drying 7.0 mm.

^{a-d} Means with different letter in the same column are different ($p < 0.05$) by the Duncan's multiple range test.

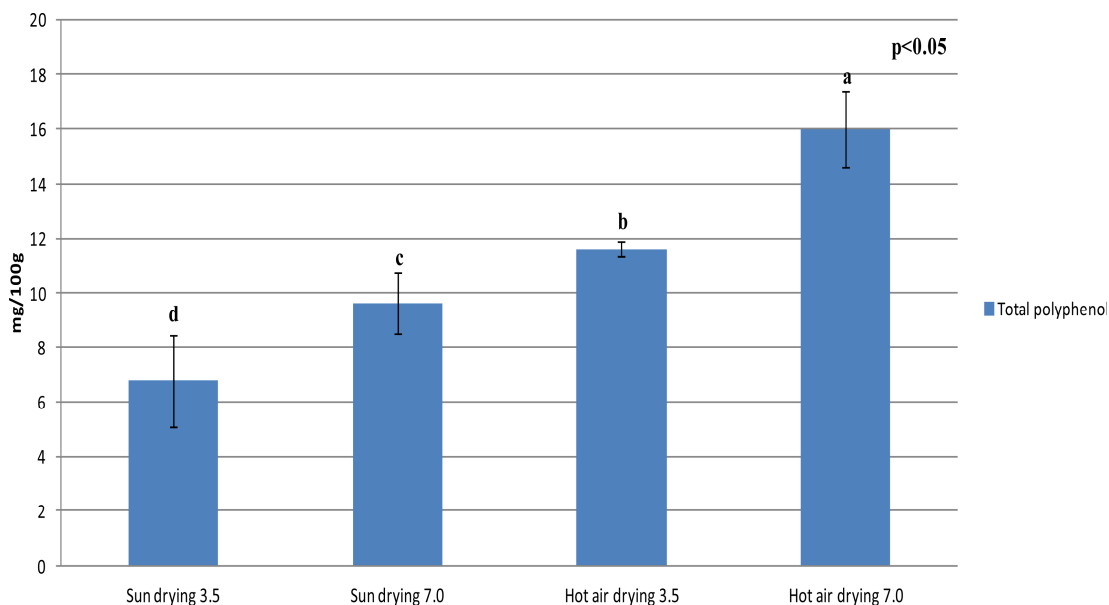


Fig. 3. Total polyphenol contents of dried shredded radish with different cutting widths and drying methods

로 가장 높은 값을 나타내었다($p<0.05$). 두께별로 보았을 때, 3.5 mm 무채말랭이를 사용한 무채말랭이 볶음의 pH가 7.0 mm 무채말랭이 볶음에 비해 유의하게 높게 나타났다($p<0.05$). 무채말랭이 볶음의 염도는 천일건조7.0이 당도는 열풍건조7.0이 가장 높게 나타났으나, 시료 간에 특정한 차이는 관찰되지 않았다. 이는 무채말랭이 볶음을 제조하는 과정에서 첨가되는 양념이 영향을 미친 것으로 사료되었다. Ryu KD 등(2000)은 깍두기의 저장기간에 따른 이화학적 특성 연구에서 깍두기가 저장되는 동안 젖산균에 의해서 각종 유기산이 생성되어 pH에 영향을 미치며 여름무보다 가을무의 경우 당함량이 높다고 보고하였다. 본 실험에 사용된 무채말랭이는 가을무로 제조하였으며, 무채말랭이 볶음 제조에 사용되는 양념의 염도와 당도가 깍두기 제조 양념에 비해 낮기 때문에 Ryu KD 등(2000)의 연구와 같이 급격한 변화는 보이지 않았으나 무의 재배시기와 양념 요인이 무채말랭이 볶음 제조에 따른 이화학적 변화에 영향을 준 것으로 판단되었다.

5. 무채말랭이 볶음의 관능평가

무채말랭이 볶음의 기호도 및 강도평가 결과는 Table 4에 나타내었다. 기호도 평가 결과(Table 4), 무채말랭이 볶음의 전반적인 기호도는 열풍건조7.0(7.0점), 열풍건조3.5(6.0점), 천일건조3.5(5.3점), 천일건조7.0(5.1점) 순으로 나타나, 열풍건조 방법을 이용한 무채말랭이 볶음이 천일건조 무채말랭이 볶음에 비해 유의적으로 높은 점수를 나타냈다($p<0.05$). 특히 색, 윤기와 같은 외관에 대한 기호도에서 열풍건조 무채말랭이 볶음이 천일건조 무채말랭이 볶음에 비해 유의적으로 높게 나타났다($p<0.05$). 무채말랭이 볶음의 맛 기호도 평가에서는 열풍건조7.0 무채말랭이 볶음이 향미, 단맛 정도, 짠 맛, 매운 맛, 아삭한

정도, 질긴 정도, 후미에서 열풍건조3.5 및 천일건조 무채말랭이 볶음보다 높은 점수를 나타내었다($p<0.05$).

강도 평가(Table 4)에서는 색, 윤기 항목에서 열풍건조 무채말랭이 볶음이 천일건조 무채말랭이 볶음에 비해 유의하게 높은 값을 나타내었다($p<0.05$). 높은 강도 점수는 기호도 평가에서도 동일한 패턴으로 나타나 높은 기호도 점수를 나타냄에 따라, 색깔이 강하고 윤기가 많이 도는 열풍건조 무채말랭이 볶음이 유의하게 높은 기호도와 강도 점수값을 나타내어 소비자 패널들이 더 선호하는 것으로 판단되었다. 아삭한 정도 또한 유의적으로 차이는 없었으나 열풍건조 무채말랭이 볶음이 천일건조 무채말랭이 볶음보다 높은 강도를 보임에 따라 더 많이 아삭한 것으로 느껴서 높은 기호도에 영향을 미친 것으로 판단되었다.

IV. 요약 및 결론

절단 두께와 건조 방법을 달리하여 무채말랭이를 제조하고 품질특성을 조사한 결과, pH는 3.5 mm 절단 열풍건조 무채말랭이가 6.49 ± 1.00 으로 열풍건조 7.0 mm 및 천일건조 무채말랭이에 비해 유의하게 높은 값을 나타내었다($p<0.05$). 염도와 당도는 열풍건조 무채말랭이가 천일건조 무채말랭이에 비해 높게 나타났다. 반면 갈변도는 천일건조 방법으로 제조한 무채말랭이가 열풍건조 무채말랭이에 비해 유의하게 높아 더 높은 갈색도를 나타내었다($p<0.05$). 항산화능 조사 결과, DPPH 라디칼 소거능은 천일건조 무채말랭이의 전자공여능 값이 열풍건조 무채말랭이에 비해 유의하게 높았다($p<0.05$). ABTS assay를 통해 건조방법별 무채말랭이의 항산화능을 측정된 결과, 천일건조 무채말랭이에 비해 열풍건조 무채말랭이의 전

Table 4. Sensory analysis of stir-fry dried shredded radish with different cutting widths and drying methods

Sensory analysis	Sample	Appearance					Taste						Overall preference
		Smell	Color	Glossy	Flavor	Sweetness	Salty	Spicy	Crunchy	Toughness	Off-flavor		
Preference	SD3.5 ¹⁾	7.70 ^a	5.60 ^c	5.10 ^b	5.20 ^b	5.60 ^b	5.70 ^b	5.20 ^{NS}	6.80 ^b	6.30 ^a	4.60 ^b	5.30 ^c	
	SD7.0	5.90 ^c	5.10 ^c	4.90 ^b	6.00 ^b	6.00 ^b	5.10 ^b	5.60 ^{NS}	6.60 ^b	6.00 ^a	5.30 ^a	5.10 ^c	
	HD3.5	7.00 ^a	7.30 ^a	7.20 ^a	5.70 ^b	5.30 ^b	6.00 ^a	5.90 ^{NS}	6.80 ^b	5.90 ^b	5.00 ^a	6.00 ^b	
	HD7.0	6.80 ^b	6.70 ^b	7.30 ^a	7.30 ^a	6.90 ^a	6.10 ^a	5.80 ^{NS}	7.10 ^a	6.90 ^a	5.90 ^a	7.00 ^a	
Intensity	SD3.5 ¹⁾	7.00 ^a	5.20 ^c	4.20 ^c	5.70 ^c	4.50 ^b	4.90 ^b	5.60 ^b	6.50 ^a	5.50 ^{NS}	6.10 ^b	-	
	SD7.0	6.50 ^b	4.30 ^d	4.10 ^c	5.50 ^c	4.80 ^b	5.10 ^a	5.20 ^b	6.10 ^{ab}	5.30 ^{NS}	6.00 ^b	-	
	HD3.5	7.00 ^a	7.10 ^a	7.10 ^a	7.20 ^a	4.60 ^b	5.40 ^a	6.50 ^a	7.20 ^a	5.80 ^{NS}	6.70 ^a	-	
	HD7.0	6.50 ^b	6.40 ^b	6.80 ^b	6.20 ^b	5.80 ^a	5.80 ^a	5.90 ^b	7.30 ^a	6.00 ^{NS}	5.50 ^b	-	

All values are Mean±SD.

¹⁾ SD3.5 : Sun drying 3.5 mm; SD7.0 : Sun drying 7.0 mm; HD3.5 : Hot air drying 3.5 mm; HD7.0 : Hot air drying 7.0 mm

^{a-d} Means with different letter in the same column are different ($p<0.05$) by the Duncan's multiple range test.

자공여능값이 유의적으로 높았으며($p<0.05$), 절단 두께 7.0 mm 열풍건조 무채말랭이가 가장 높은 항산화능을 가지고 있었다. 총 폴리페놀 함량에서도 열풍건조 무채말랭이가 천일건조 무채말랭이에 비해 더 높은 폴리페놀 함량을 나타내었으며, 절단두께 7.0 mm 무채말랭이가 절단두께 3.5 mm에 비해 총 폴리페놀 함량이 높았다. 이와 같은 결과는 식품가공방법과 측정방법에 따라 다른 양상을 나타낼 수 있으며 햇빛이나 자외선과 같은 산화적 스트레스가 영향을 미친 것으로 판단된다.

무채말랭이 볶음의 pH는 절단 두께 7.0 mm 열풍건조 무채말랭이 볶음이 유의하게 가장 높게 나타났다($p<0.05$). 염도는 천일건조 7.0 mm 무채말랭이 볶음이, 당도는 7.0 mm 열풍건조 무채말랭이 볶음이 유의적으로 가장 높은 값을 나타내었지만 시료간에 특정한 차이는 관찰되지 않았다. 관능평가 결과, 기호도 평가에서는 열풍건조 무채말랭이 볶음의 전반적인 기호도가 천일건조 무채말랭이 볶음에 비해 유의하게 높게 나타났다($p<0.05$). 강도 평가에서도 열풍건조 무채말랭이 볶음이 색깔, 윤기 항목에서 천일건조 무채말랭이 볶음에 비해 유의하게 높은 값을 나타내었다($p<0.05$). 이들 항목은 기호도 점수 또한 강도 점수와 마찬가지로 열풍건조 무채말랭이 볶음이 높게 나타나, 색깔이 강하고 윤기가 많이 도는 열풍건조 무채말랭이 볶음을 더 선호하는 것으로 판단되었다.

본 실험 결과를 종합하였을 때, 45°C 열풍건조 방법을 이용한 무채말랭이가 천일건조 무채말랭이에 비해 건조 시간은 적게 걸리는 반면, 당도는 높으며 갈변도는 낮은 것으로 나타나 천일건조 방법과 비교하였을 때 45°C 열풍건조 제조 조건에서 무채말랭이의 품질 저하는 발생하지 않았으며 갈변도의 경우 더욱 우수한 것으로 나타났다. 이를 이용하여 제조한 무채말랭이 볶음의 관능평가 결과에서도 열풍건조 무채말랭이 볶음의 전반적인 기호도가 천일건조 무채말랭이 볶음에 비해 유의하게 높았으며, 특히 열풍건조 7.0 mm 무채말랭이 볶음의 기호도가 가장 높게 나타남에 따라 음식을 제조하였을 때에도 열풍건조 무채말랭이의 활용이 충분히 가능하며 이를 이용한 무채말랭이의 산업적 적용에의 잠재가능성이 있는 것으로 사료되었다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 농업과학기술 연구개발사업(과제번호: PJ011226)의 지원에 의해 이루어졌습니다.

References

AOAC. 1990. Official methods of analysis, 15th ed., Association of Official Analytical Chemists. Inc., Arlington, VA, USA.

- p 918
- Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1203
- Choi MK. 2003. Analysis of manganese contents in 30 Korean common foods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32(8):1408-1413
- Coogan RC, Willis RBH. 2002. Effect of drying and salting on the flavour compound of Asian white radish. *Food Chem* 77(3):305-307
- Chung HK. 2009. One thousand years of Korean food *Gyeonmunrok*. Gyomoon, Paju, Korea. pp 4-25
- Dewanto V, Xianzhong W, Liu RH. 2002. Processed sweet corn has higher antioxidant activity. *J Agric Food Chem* 50(17):4959-4964
- Giovanelli G, Lavelli V, Pagliarini E, Zanoni B, Spigno P. 2001. The antioxidant activity of tomato. III. effect of processing technologies on oxidant and heat damage. *Acta hort* 542:217-220
- Gil MI, Ferreres F, Tomas-Barberan FA. 1999. Effect of postharvest storage and processing on the antioxidants constituents (flavonoids and vitamin C) of fresh-cut spinach. *J Agric Food Chem* 47(6):2213-2217
- Hendel CE, Bailey GF, Taylor DH. 1950. Measurement of non-enzymatic browning of dehydrated vegetable during storage. *Food Technol* 14 : 344
- Harbaum B, Hubbermann EM, Zhu Z, Schwarz K. 2008. Impact of fermentation on phenolic compounds in leaves of pak choi (*Brassica pampetrstris* L. ssp. *chinensis* var. *communis*) and Chinese leaf mustard (*Brassica juncea* Coss). *J Agric Food Chem* 56(1):148-157
- Jimenez EA, Jimenez JI, Pulio R, Saura-C F. 2001. Antioxidant activity of fresh and processed edible seaweeds. *J Sci Food Agric* 81(5):530-534
- Jeon HN, Kim HJ, Soung YO. 2003. Effects of Kimchi solvent fractions in anti-oxidative enzyme activities of heart, kidney and lung of rabbit fed a high cholesterol diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32(2):250-255
- Koeppe BH, Roux DG. 1966. C-glycosylflavonoids. The chemistry of aspalathin. *Biochem J* 99(3):604-609
- Kwon YS, Kim Y, Choe JS, Lee JY. 2014. A study on the recipe of *Byung-Kwa-Ryu* (Korean rice cake and cookie) in the old cookbooks of *Jong-Ga* (head & noble family). *Korean J Food Culture* 29(1):61-83
- Kim MH. 1990. Effect of preratements prior to conventional dehydration of dried product quality. *J Biochem Eng* 4:30-37
- Kim JY, Lee YS. 1997. The effect of kinchi intake on lipid contents of body and mitogen response of spleen lymphocytes in rats. *J Korean Soc Food Sct Nutr* 26(6):1200-1207
- Lee HG. 2006. Food composition table 1. 7th ed. Park HJ (ed). National Rural Resources Development Institute, RDA, Jeonju, Korea. pp 120-123

- Lee WY, Cha WS, Oh SL, Cho YJ, Lee HY, Lee BS, Park JS, Park JH. 2006. Quality characteristics of dried radish (*Raphanus sativus*) by drying methods. Korean J Food Preserv 13(1):37-42
- Lee SH, Hwang IK, Lee YR, Joung EM, Jeong HS, Lee HB. 2009. Physicochemical characteristics and antioxidant activity of heated radish (*Raphanus sativus* L.) extracts. J Korean Soc Food Sci Nutr 38(4):490-495
- Lee JH, Kim HJ. 2009. Vacuum drying kinetics of Asian white radish (*Raphanus sativus* L.) slices. J Food Sci Tech 42(1):180-186
- Park CS, Park CJ, Jeon CH, Kim DH, Cha MS. 2006. Manufacturing process of functional mumalangi kimchi adding medicinal plants. Korea patent No. 10-0663592
- Park CS, Kim ML. 2006. Functional properties of *Angelica gigas* Nakai leave (AGL) extracts and quality characteristics of *mumalangi* kimchi added AGL. Korean J Food Cook Sci 23(5):728-735
- Ryu KD, Chung DH, Kim JK. 2000. Comparison of radish cultivars for physicochemical properties and *Kakdugi* preparation. Korean J Food Sci Technol 32(3):681-690
- Ryu SH, Jeon YS, Moon JW, Lee YS, Moon GS. 1997. Effect of kimchi ingredients to reactive oxygen species in skin cell cytotoxicity. J Korean Soc Food Sci Nutr 26(6):998-1005
- Seo HJ. 2011. Method for manufacturing slices of radish dried. Korea patent No. 10-1058792
- Song YB, Choi JS, Lee JE, Noh JS, Kim MJ, Cho EJ, Song YO. 2010. The antioxidant effect of hot water extract from the dried radish (*Raphanus sativus* L.) with pressurized roasting. J Korean Soc Food Sci Nutr 39(8):1179-1186
- Yoo JI. 2005. Seasoned cuttlefish and semi-dried slices of radish. Korea patent No. 10-0522470
- Yoon HM. 2005. Method for manufacturing slices of radish dried and seasoned with soybean and the slices manufactured by the same. Korea patent No. 10-0472192

Received on Sep.14, 2015/ Revised on Oct.6, 2015/ Accepted on Oct.15, 2015