

홍삼의 지용성 성분을 이용한 발효홍삼 농축액 알갱이의 흡습방지 효과

신 명 곤

우송대학교 외식조리영양학부

Moisture Adsorption Preventative Effect of Fermented Red Ginseng Extract Spherical Granules by Using Hydrophobic Compounds

Myung-Gon Shin

Department of Food Science & Biotechnology, Woosong University

ABSTRACT For prevention of moisture adsorption, the fermented red ginseng extract spherical granules were coated by using hydrophobic fractions. The hydrophobic parts were extracted from red ginseng such as the perfect soluble part in 90% ethanol (PSE) and non-soluble part in hot water (NSHW). The optimum operating conditions for making fermented red ginseng extract spherical granules coated with PSE were a feeding rate (FR) of 0.49 mL/min, atomization air pressure (AP) of 2.14 bar, and product temperature (PT) of 48.96°C, whereas conditions for granules coated with NSHW were a FR of 0.61 mL/min, AP of 2.75 bar, and PT of 46.30°C. The solubility of coated fermented red ginseng extract spherical granule was lower than that of not coated. The fermented red ginseng extract spherical granules coated with NSHW showed more preventative effects for moisture adsorption than those coated with PSE, although there were no differences in solubility and fluidity. In the sensory evaluation, granules coated with hydrophobic fractions extracted from red ginseng were shown to be bitterer and less soluble than those not coated spherical granules. In conclusion, fermented red ginseng extract spherical granules coated with hydrophobic extracts from red ginseng showed a preventative effect against moisture.

Key words: fermented red ginseng extract, prevention moisture adsorption, hydrophobic, coating, spherical granule

서 론

인삼의 주성분인 진세노사이드는 배당체의 구조를 하고 있는데 이러한 성분들이 경구 투여되면 장내세균의 효소 작용을 받아 당 부분이 해리되고 compound K 등 작은 입자 구조가 되어(1) 장내 세포를 통과하여 생리활성을 나타낸다(2,3). 최근에는 미생물을 이용해 작은 입자 구조로 된 진세노사이드를 섭취하기 위해 홍삼에 미생물을 이용하여 제조한 발효홍삼 농축액에 대한 생리활성 증진 효과가 보고되고 있다(4-6). 그러나 발효홍삼 농축액은 섭취 및 보관 시 많은 불편함이 있는데, 이를 해결하기 위해 본 연구자는 발효홍삼 농축액의 진세노사이드 체내 흡수가 높은 장점을 유지하면서 섭취 및 보관 시 불편함을 해결할 수 있는 발효홍삼 농축액 알갱이 제조방법을 확립하였다(7).

그러나 발효홍삼 농축액 알갱이는 상대습도가 낮은 지역이나 시기에는 문제가 되지 않고 상대습도가 높은 경우에 상품의 품질에는 영향을 미치지 않지만 알갱이끼리 뭉쳐

지는 단점이 발견되었다. 따라서 상대습도가 높을 때 발생하는 발효홍삼 농축액 알갱이끼리의 뭉침 현상을 줄이기 위한 흡습방지에 관한 연구가 필요하였다. 일반적으로 식품 과립의 방습 효과에 관한 연구는 많이 진행되지 않았으나 제약이나 일부 식품에서 사용되고 있는 방습물질로는 hydroxypropyl methylcellulose(HPMC), hydroxypropylcellulose(HPC), carboxymethylcellulose(CMEC) 등이 있다. HPMC는 수분을 머금게 되면 팽윤하는 고분자 물질로 분말 입자의 크기에 따라 점도와 용해도가 달라지며, 주로 경구용 약 제조에 사용되고 흡습방지용 피복제로도 사용된다(8). HPC는 물, 알코올 및 물-알코올의 혼합용매를 제조하여 코팅제로 사용하는 경우가 있으며, CMEC는 장용성 코팅제로 pH 5 이상과 알코올계 용매에 용해되는 장점이 있고 ether 결합 형태이기 때문에 비교적 안정하며 효소에 의해 분해되지 않는 방습 코팅제로도 사용할 수 있다(9). 이처럼 흡습방지 효과가 있는 물질들의 특징은 고분자 물질이거나 비극성 물질이라는 것이다. 그러나 HPMC, HPC 및 CMEC와 같은 식품첨가물을 이용하여 흡습방지를 하는 방법은 소비자들이 식품첨가물을 건강기능식품에 사용하는 것을 기피한다는 문제점을 안고 있다. 또 다른 방습 효과에 관한 연구로 홍삼추출 농축액 과립의 흡습방지를 위해 홍삼 농축액에 부형제인

Received 7 April 2016; Accepted 17 May 2016

Corresponding authors: Myung-Gon Shin, Department of Food Science & Biotechnology, Woosong University, Daejeon 34518, Korea

E-mail: shin@wsu.ac.kr, Phone: +82-42-630-9741

유당을 혼합하여 분무 건조하거나 동결 건조한 연구(10)가 있었지만, 이 방법 또한 홍삼추출 농축액 100%라는 소비자 욕구를 충족시킬 수 없었다. 따라서 소비자들의 건강기능식품에는 첨가물이 혼합되지 않아야 한다는 기호성 특징을 만족하고 방습 효과를 위해 고분자 물질이나 비극성의 성질을 나타내는 성분을 이용하여 발효홍삼 농축액 알갱이의 흡습 방지 효과를 확인하는 것이 필요하다.

본 실험에서는 발효홍삼 농축액 알갱이가 건강기능식품인 것을 고려하여 식품첨가물이 아닌 홍삼에서 비극성의 성질을 가지고 있는 지용성 성분을 추출하고 발효홍삼 농축액 알갱이에 코팅하여 흡습을 방지하는 효과를 확인하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

지용성 성분 추출용 건조홍삼 분말은 성신에스비티 제품(Geumsan, Korea)을 구입하여 사용하였다. HPLC용 water, acetonitrile, isopropyl alcohol은 Burdick & Jackson(Ulsan, Korea) 제품을 사용하였다.

홍삼에서 지용성 성분의 추출

건조홍삼 분말 1 kg에 70% 주정 3 kg을 혼합한 후 가끔 흔들며 주며 24시간 추출한 후 여과하였다. 두 번째 추출은 첫 번째 추출 잔여물에 주정용액 1 kg을 넣고 첫 번째 추출 방법과 같이 추출한 후 여과하였다. 첫 번째와 두 번째 추출 여액을 합쳐 주정을 완전히 제거하여 분말화하였다. 건조홍삼 70% 주정추출 분말을 70% 주정에 재용해했을 때 100% 용해하는 것을 PSE(perfect soluble part in 70% ethanol)

로 하였고, 건조홍삼 70% 주정추출 분말을 더운물에 용해한 후 용해되지 않는 부분을 열수불용(not soluble part in hot water, NSHW)으로 하여 발효홍삼 농축액 알갱이의 흡습방지 코팅제로 사용하였다.

지용성 성분을 이용한 흡습성이 방지된 발효홍삼 농축액 알갱이 제조 최적조건 확립

흡습성을 방지한 발효홍삼 농축액 알갱이를 제조하기 위해 시료 PSE와 NSHW를 각각 70% 주정에 고형분 함량이 10%가 되도록 한 후 0.8~2.6 mm 크기의 발효홍삼 농축액 알갱이를 유동하면서 시료 PSE와 NSHW를 발효홍삼 농축액 알갱이의 5%가 되도록 코팅하였다. 유동층 코팅기를 이용하여 PSE의 코팅조건 feeding rate(FR), atomization air pressure(AP)와 product temperature(PT)를 변수로 하여 반응표면분석방법(response surface methodology, RSM)을 이용해 최적화하였다. 반응표면분석 중심합성계획법 디자인은 Table 1에 표시하였다.

수율 측정

지용성 성분으로 코팅된 시료의 수율은 유동층 코팅기에 투입된 발효홍삼 농축액 알갱이의 양과 코팅에 사용된 지용성 성분의 고형분 함량의 총량에 대한 코팅된 발효홍삼 농축액 알갱이에서 0.8~2.6 mm의 양을 수율로 하였다. 코팅된 알갱이의 입자크기에 따른 분류는 sieve(Standard testing sieve, Saehwa Testing Co., Seoul, Korea) 법을 이용하여 0.8 mm, 0.8~2.6 mm, 2.6 mm로 분류하였다. 이때 과립별로 얻어진 양은 유동층 코팅기에 투입된 발효홍삼 농축액 알갱이의 양과 코팅에 사용된 지용성 성분의 고형분 함량에 대하여 각각의 조건에 의해 얻어진 제품의 양을 백분율로

Table 1. Experimental design of fluidize bed coater for making fermented red ginseng concentrate spherical granule coated with red ginseng hydrophobic extracts

Run number	Coded variables			Process variables					
	FR ¹⁾	AP ²⁾	PT ³⁾	PSE ⁴⁾			NSHW ⁵⁾		
				FR	AP	PT	FR	AP	PT
1	-1	-1	-1	0.50	1.5	45	0.50	2.0	40
2	-1	-1	+1	0.50	1.5	55	0.50	2.0	50
3	-1	+1	-1	0.50	2.5	45	0.50	3.0	40
4	-1	+1	+1	0.50	2.5	55	0.50	3.0	50
5	+1	-1	-1	0.60	1.5	45	0.60	2.0	40
6	+1	-1	+1	0.60	1.5	55	0.60	2.0	50
7	+1	+1	-1	0.60	2.5	45	0.60	3.0	40
8	+1	+1	+1	0.60	2.5	55	0.60	3.0	50
9	0	0	0	0.55	2.0	50	0.55	2.5	45
10	-α	0	0	0.45	2.0	50	0.50	2.5	45
11	+α	0	0	0.65	2.0	50	0.65	2.5	45
12	0	-α	0	0.55	1.0	50	0.55	1.5	45
13	0	+α	0	0.55	3.0	50	0.55	3.5	45
14	0	0	-α	0.55	2.0	40	0.55	2.5	35
15	0	0	+α	0.55	2.0	60	0.55	2.5	55

¹⁾FR means feeding rate (mL/min). ²⁾AP means atomization air pressure (bar). ³⁾PT means product temperature (°C).

⁴⁾PSE: perfect soluble part in 70% ethanol. ⁵⁾NSHW: not soluble part in hot water.

표시하였다(11).

용해성 측정

지용성 성분을 코팅한 흡습이 방지된 발효홍삼 농축액 알갱이의 용해성 분석은 지용성 성분을 코팅한 흡습이 방지된 발효홍삼 농축액 알갱이 1 g을 50 mL 삼각플라스틱에 각각 취한 후 25°C의 증류수 10 mL를 넣은 다음 교반기(SK 300 model, Jeio Tech, Suwon, Korea)에서 교반하여 과립의 형태가 완전히 분산될 때까지의 시간을 측정하였다(12).

흐름성 분석

지용성 성분을 코팅한 흡습이 방지된 발효홍삼 농축액 알갱이의 흐름성을 평가하기 위해 입사각을 측정하였다. 입사각 측정은 지용성 성분을 코팅한 흡습이 방지된 발효홍삼 농축액 알갱이를 20 g씩 취하여 평판한 유리 바닥으로부터 높이 80 mm의 위치에 설치한 입구지름 150 mm, 출구지름 12 mm인 깔때기에 서서히 부은 다음 바닥에 생기는 원뿔 모양의 지름(R)과 높이(H)를 측정한 후 입사각(angle of repose)을 아래식과 같이 구하였다(13).

$$\text{Angle of repose } (^{\circ}) = \text{Arctan} \frac{H \text{ (height of cone)}}{R \text{ (diameter of cone)}}$$

흡습성 평가

홍삼에서 분획된 지용성 추출물을 발효홍삼 농축액 알갱이에 코팅한 시료 각각을 알루미늄 칭량접시 위에 3 g을 칭량하였다. 뚜껑이 있는 밀폐 용기(25°C, 65% RH) 안에 각각의 시료를 넣고 무게의 변화를 1시간마다 8시간까지 측정하였고, 8시간 후로는 24시간과 48시간을 측정하였다. 실험은 3회 반복하였으며 결과는 평균±표준편차로 표시하였다.

진세노사이드 분석

홍삼에서 분획된 지용성 추출물을 발효홍삼 농축액 알갱이에 코팅하여 제조된 흡습이 방지된 발효홍삼 농축액 알갱이에서 진세노사이드의 추출은 각각 처리구 시료 1 g을 정밀히 달아 25 mL 메스플라스틱에 HPLC용 water(Burdick & Jackson)로 정용한 후 membrane filter(0.45 μm)로 여과하여 시험용액으로 하였다(14). HPLC는 Agilent 1100 series(Agilent Co., Santa Clara, CA, USA), 칼럼은 Prevail carbohydrate ES(5 μm, 250×4.6 mm, Altech Associates Inc., Deerfield, IL, USA), 검출기는 UV detector(203 nm)를 사용하였다. 이동상의 용매 조성은 A용액(acetonitrile 80 : water 5 : isopropyl alcohol 15)과 B용액(acetonitrile 60 : water 25 : isopropyl alcohol 15)을 초기에는 B 25%, 28분에 B 85.0%, 35분에 B 100%, 50분에 B 25%로 하였다. 유속은 0.8 mL/min, injection volume은 10 μL로 하였다. 진세노사이드 표준물질은 Wako사(Osaka, Japan)의 제품을 사용하였으며, 정량은 표준 곡선을 작성하여 실시하였고 실험은 3회 반복하여 평균±표준편차로

표시하였다.

관능특성 및 소비자 기호도 분석

홍삼에서 분획된 지용성 추출물이 코팅된 발효홍삼 농축액 알갱이의 관능특성 평가는 묘사분석(15)을 이용하였다. 묘사분석에 참여한 관능요원은 경험이 있는 패널 요원 8명(남자 3, 여자 5)을 선발하여 용어 도출 및 용어의 정의, 표준 시료의 결정, 표준시료를 이용한 훈련 과정의 세 가지 session을 실시하였으며 각 session에 소요된 시간은 약 1시간 30분 정도이다. 관능특성 평가를 위해 도출된 용어 및 용어의 정의는 Table 2에 표시하였다. 훈련 후 묘사분석 본 실험은 15점 척도법을 이용하였으며 평가 시 점수가 높을수록 강도는 높은 것으로 하였다. 외관평가를 위한 시료 제시는 각 1 g의 시료를 백색종이(10 cm×10 cm) 위에 올려놓았으며, 맛과 조직감을 위한 시료 제시는 0.25 g을 입안에 한꺼번에 넣고 강도를 평가하도록 하였다.

소비자 조사는 무경험 패널 61명을 대상으로 시료제시 조건은 묘사분석의 본 실험 방법과 같이하여 외관, 냄새, 맛, 조직감 및 전반적인 기호도를 측정하였다.

통계처리

통계분석은 SPSS(Version 23, Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 분산분석(analysis of variance, ANOVA)과 다중범위검정(Duncan's multiple range test)을 하여 분석하였다($P < 0.05$). RSM 분석 최적화 조건은 Minitab 프로그램(Minitab ver 14, Minitab Inc., State College, PA, USA)의 중심합성법을 이용하였고, 조건에 따른 실험 결과로 반응표면분석을 시행하였다.

결과 및 고찰

수율을 중심으로 한 흡습성이 방지된 발효홍삼 농축액 알갱이 제조 최적조건

흡습이 방지된 발효홍삼 농축액 알갱이를 제조하기 위해 시료 PSE를 70% 주정에 고휘분 함량이 10%가 되도록 한 후 발효홍삼 농축액 알갱이를 유동하면서 PSE를 발효홍삼 농축액 알갱이의 5%가 되도록 코팅하기 위한 조건에 관한 결과는 Table 3에 표시하였다. PSE로 발효홍삼 농축액 알갱이의 흡습을 방지하려는 방법으로 반응표면분석을 이용해 원하는 크기의 코팅된 발효홍삼 농축액 알갱이 최대 수율을 얻기 위한 상관관계식(regression equation)은 다음과 같다.

$$Y = 44.557 + 19.097 \times FR + 7.482 \times AP + 1.637 \times PT - 56.111 \times FR \times FR - 2.500 \times AP \times FR - 1.511 \times AP \times AP + 0.850 \times PT \times FR + 0.005 \times PT \times AP - 0.021 \times PT \times PT$$

상관식에서 각각의 변인 앞에 있는 상수는 변인의 중요성

Table 2. Descriptors, definitions of descriptors, and standard reference for sensory descriptive analysis of fermented red ginseng concentrate spherical granule coated with various by-products of hydrophobic red ginseng extract

Sensory attributes	Descriptors	Definition	Standard reference	Std. score
Appearance	Color	Color related brown	Munsell color 5Y5/6	8
	Uniformness	Uniformness of spherical granule	Glass bead	15
	Glossiness	Surface glossiness of spherical granule	Glossiness when 0.1 mL starch syrup dropped on aluminum foil surface	10
	Sticky finger	Degree of stickiness when spherical granule drop on finger	Sugar granule	5
	Melting rate in water	Melting degree when spherical granule melted in 10 mL cup water	Melting degree when 2 g sugar granule melted in 10 mL cup water	3
Odor	Red ginseng	Degree of red ginseng odor	The red ginseng odor from 1% red ginseng extracts	9
	Caramel	Degree of sweet odor	The odor from melted caramel between finger	10
	Coffee	Degree of coffee odor	The odor from grinded coffee	15
Taste	Red ginseng	Degree of red ginseng taste	The ginseng taste from 1% red ginseng extracts	5
	Bitterness	Degree of bitter taste	Bitterness from 0.0016 M caffeine solution	3
	Sweetness	Degree of sweet taste	Sweetness from 0.025 M sucrose solution	4
	Astringency	Degree of astringency	Astringency from 0.5% alum solution	7
Flavor	Red ginseng	Red ginseng flavor in mouth	Red ginseng flavor from 1% red ginseng extracts	10
Texture	Crunchiness	Crunchiness of spherical granule in mouth	Crunchiness from ACE cracker (Lotte)	7
	Mouth melting	Melting properties of spherical granule in mouth	Melting properties of 2 g sugar in mouth	8
Aftertaste	Bitterness	Bitter after taste	Bitter after taste from 0.0016 M caffeine solution	3
	Unpleasant	Not fresh after taste	Unpleasant after taste from 0.5% prima solution	7
	Red ginseng	Red ginseng after taste	Aftertaste from 1% red ginseng solution	15

Table 3. Size distributions and yields of each particle size of fermented red ginseng concentrate spherical granule coated with red ginseng hydrophobic extract PSE in RSM experimental design

Run number	Process variable			Size distribution (%)			Yields of granules (%)
	FR ¹⁾	AP ²⁾	PT ³⁾	Below 0.8 mm	0.8~2.6 mm	Over 2.6 mm	
1	0.50	1.5	45	0.01	95.90	0.17	96.08
2	0.50	1.5	55	0.02	95.40	0.19	95.61
3	0.50	2.5	45	0.01	95.80	0.18	95.99
4	0.50	2.5	55	0.02	95.40	0.21	95.63
5	0.60	1.5	45	0.03	94.50	0.21	94.74
6	0.60	1.5	55	0.03	94.90	0.23	95.16
7	0.60	2.5	45	0.03	94.20	0.20	94.43
8	0.60	2.5	55	0.04	94.60	0.23	94.87
9	0.55	2.0	50	0.02	96.40	0.17	96.59
10	0.45	2.0	50	0.02	95.70	0.15	95.87
11	0.65	2.0	50	0.01	95.80	0.23	96.04
12	0.55	1.0	50	0.03	94.00	0.15	94.18
13	0.55	3.0	50	0.03	95.60	0.16	95.79
14	0.55	2.0	40	0.01	94.10	0.17	94.28
15	0.55	2.0	60	0.03	94.30	0.07	94.40

¹⁾FR means feeding rate (mL/min). ²⁾AP means atomization air pressure (bar). ³⁾PT means product temperature (°C).

을 나타내는 것으로 상수의 숫자가 높을수록 최적화에 우세한 영향을 미친다(16). PSE로 발효홍삼 농축액 알갱이를

코팅할 때 가장 중요한 인자는 상숫값 19.097을 갖는 feeding rate(FR)임을 알 수 있다. 또한, 상숫값이 큰 7.482 값을

Table 4. Size distributions and yields of each particle size of fermented red ginseng concentrate spherical granule coated red ginseng hydrophobic extract NSHW in RSM experimental design

Run number	Process variable			Size distribution (%)			Yields of granules (%)
	FR ¹⁾	AP ²⁾	PT ³⁾	Below 0.8 mm	0.8~2.6 mm	Over 2.6 mm	
1	0.50	2.0	40	0.01	95.50	0.15	95.66
2	0.50	2.0	50	0.02	95.00	0.17	95.19
3	0.50	3.0	40	0.01	95.40	0.16	95.57
4	0.50	3.0	50	0.02	95.00	0.19	95.21
5	0.60	2.0	40	0.03	94.10	0.19	94.32
6	0.60	2.0	50	0.03	94.50	0.21	94.74
7	0.60	3.0	40	0.03	93.80	0.18	94.01
8	0.60	3.0	50	0.03	94.60	0.21	94.84
9	0.55	2.5	45	0.02	96.00	0.15	96.17
10	0.50	2.5	45	0.02	95.30	0.13	95.45
11	0.65	2.5	45	0.01	95.40	0.21	95.62
12	0.55	1.5	45	0.03	93.60	0.13	93.76
13	0.55	3.5	45	0.03	95.60	0.14	95.77
14	0.55	2.5	35	0.01	92.60	0.15	92.76
15	0.55	2.5	55	0.03	92.60	0.05	92.68

¹⁾FR means feeding rate (mL/min). ²⁾AP means atomization air pressure (bar). ³⁾PT means product temperature (°C).

갖는 atomizer pressure(AP) 또한 중요한 요소임을 알 수 있다.

흡습이 방지된 발효홍삼 농축액 알갱이를 제조하기 위해 시료 NSHW를 70% 주정에 고형분 함량이 10%가 되도록 한 후 발효홍삼 농축액 알갱이를 유동하면서 PSE를 발효홍삼 농축액 알갱이의 5%가 되도록 코팅하기 위한 조건에 관한 결과는 Table 4에 표시하였다. NSHW로 발효홍삼 농축액 알갱이의 흡습을 방지하려는 방법으로 반응표면분석을 이용해 원하는 크기의 코팅된 발효홍삼 농축액 알갱이 최대 수율을 얻기 위한 상관관계식은 다음과 같다.

$$Y=77.274 - 108.181 \times FR + 4.078 \times AP + 1.967 \times PT + 49.818 \times FR \times FR - 0.500 \times AP \times FR - 0.893 \times AP \times AP + 1.050 \times PT \times FR + 0.025 \times PT \times AP - 0.029 \times PT \times PT$$

상관식에서 상수의 숫자가 높을수록 최적화에 우세한 영향을 미친다는 것을 의미하므로(16), NSHW로 발효홍삼 농축액 알갱이를 코팅할 때 가장 중요한 인자는 상숫값 49.818을 갖는 feeding rate(FR)×atomizer pressure(AP)로 두 요인의 상호작용이 중요한 요소임을 알 수 있다.

발효홍삼 농축액 알갱이 흡습방지를 위해 PSE와 NSHW로 코팅하였을 때 상관관계식 분석 결과에서 발효홍삼 농축액 알갱이 흡습방지를 위해 PSE로 코팅할 때는 FR을 고려하는 것이 중요하고, NSHW로 코팅할 때는 FR과 AP를 같이 고려하는 것이 좋을 것으로 판단되었다.

발효홍삼 농축액에 코팅할 때 RSM 방식에 의해 최적화된 조건은 Table 5에 표시하였다. PSE의 RSM 최적화 조건은 feeding rate(FR) 0.49 mL/min, atomization air pressure(AP) 2.14 bar, product temperature(PT) 48.96°C에서 수율을 96.39%로 예측할 수 있다. NSHW의 RSM 최적화 조건은 FR 0.61 mL/min, AP 2.75 bar, PT 46.30°C에서 수율을 95.36%로 예측할 수 있다. 결과에서 PSE를 발효홍

Table 5. Predicted levels of optimum preparation conditions for the maximized yields of the spherical granule coated with red ginseng hydrophobic extract PSE by the ridge analysis and superimposing of their response surfaces

Preparation conditions	Levels for the maximum response surfaces	
	PSE	NSHW
Feeding rate (FR, mL/min)	0.49	0.61
Atomization air pressure (AP, bar)	2.14	2.75
Product temperature (PT, °C)	48.96	46.30
R ²	71.75	86.97
Morphology	Maximum	Saddle point
Predicted value (%)	96.39	95.36

삼 농축액에 코팅할 때는 NSHW를 코팅할 때보다 FR과 AP는 낮은 조건에서, PT는 높은 조건에서 실시하는 것이 유리함을 알 수 있었다.

흡습을 방지한 발효홍삼 농축액 알갱이를 제조하기 위해 PSE와 NSHW를 발효홍삼 농축액 알갱이를 유동하면서 발효홍삼 농축액 알갱이의 5%가 되도록 코팅하였을 때 백색의 가루가 알갱이를 코팅한 것처럼 보였다(Fig. 1).

용해성 및 흐름성 측정 결과

지용성 성분을 이용하여 흡습을 방지한 발효홍삼 농축액 알갱이의 용해성 분석 결과(Table 6)에서 NSHW를 이용하여 코팅한 발효홍삼 농축액 알갱이가 가장 용해성이 떨어짐을 알 수 있었다. 다음으로는 PSE로 코팅한 발효홍삼 농축액 알갱이가 용해성이 낮음을 알 수 있었으나 코팅하지 않은 발효홍삼 농축액 알갱이와 PSE로 코팅한 발효홍삼 농축액 알갱이 사이의 용해성은 통계적으로 유의차가 없음을 알 수 있었다. 이 결과는 지용성 특성이 강할수록 코팅이 발효홍삼 농축액 알갱이의 용해성을 낮추는 역할을 하는 것을 알 수 있었다.

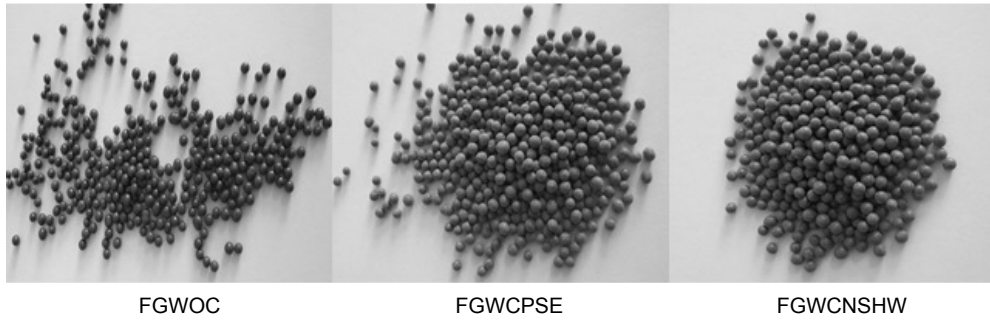


Fig. 1. Pictures of fermented red ginseng concentrate spherical granule without coating and coated with PSE and NSHW. FGWOC: fermented red ginseng concentrate spherical granule without coating. FGWCPSE: fermented red ginseng concentrate spherical granule coated with PSE. FGWCNSHW: fermented red ginseng concentrate spherical granule coated with NSHW.

Table 6. Physical properties of fermented red ginseng concentrate spherical granule without coating and coated with PSE and NSHW

	FGWOC ¹⁾	FGWCPSE ²⁾	FGWCNSHW ³⁾
Soluble time (s)	158.00±5.29 ^b	169.33±7.23 ^b	176.33±1.15 ^a
Fluability (°arctan)	4.60±0.70 ^a	4.68±1.14 ^a	4.43±1.26 ^a

¹⁾FGWOC: fermented red ginseng concentrate spherical granule without coating.

²⁾FGWCPSE: fermented red ginseng concentrate spherical granule coated with PSE.

³⁾FGWCNSHW: fermented red ginseng concentrate spherical granule coated with NSHW.

⁴⁾Mean±standard deviation (n=3).

⁵⁾Means with the same letter within same row are not significantly different ($P<0.05$).

지용성 성분을 이용하여 흡습을 방지한 발효홍삼 농축액 알갱이의 흐름성(편리성)을 분석하기 위해 입사각 분석 결과(Table 6) 지용성 성분을 이용하여 흡습을 방지한 발효홍삼 농축액 알갱이의 입사각은 모든 처리구에서 통계적으로 유의차가 없음을 알 수 있었다. 입사각의 크기가 작을수록 흐름성이 좋아 편리성이 증가한다는 이론에 비추어 볼 때 (13) 지용성 성분 코팅이 발효홍삼 농축액 알갱이의 흐름성(편리성)에 크게 영향을 미치지 않는다는 것을 알 수 있었다.

흡습성 평가

흡습성이 방지된 발효홍삼 농축액 알갱이의 흡습성 평가 결과는 Table 7에 표시하였다. PSE와 NSHW로 코팅한 발효홍삼 농축액 알갱이와 코팅하지 않은 발효홍삼 농축액 알갱이는 1시간 이후부터 적은 양의 흡습이 시작되는 것을 알 수 있었다. 24시간이 지난 후에 PSE로 코팅한 시료는 코팅하지 않은 시료와 흡습성이 통계적으로 유의차를 나타내지 않았으나 NSHW로 코팅한 시료는 통계적으로 유의차를 나타내며 흡습성이 낮은 것을 알 수 있었다. Joshi와 Peter-eit(17)는 흡습을 방지하는 방법으로 초기 흡습을 방지하는 것이 방법의 하나라고 보고하였고, Bley 등(18)은 hydrophobic 물질을 drug에 코팅하였을 때 우수한 흡습방지 효과를 얻을 수 있었다고 보고하였다. 이들의 보고는 홍삼의 지용성 추출물이 발효홍삼 농축액 알갱이의 표면을 코팅하면서 흡습을 방지할 수 있었음을 알 수 있도록 하였다.

결론적으로 홍삼의 지용성 성분을 발효홍삼 농축액 알갱이에 코팅하였을 때 흡습성이 방지되는 것을 알 수 있었으며 PSE보다 NSHW가 흡습방지에 더 효율적임을 알 수 있었다.

Table 7. Moisture adsorption rate of fermented red ginseng concentrate spherical granule without coating and coated with PSE and NSHW (unit: %)

Storage time (h)	FGWOC ¹⁾	FGWCPSE ²⁾	FGWCNSHW ³⁾
1	0.50±0.05 ^{c(A4)5)}	0.41±0.03 ^{iB}	0.48±0.05 ^{jAB}
2	1.37±0.03 ^{hA}	1.09±0.04 ^{hB}	1.12±0.06 ^{iB}
3	2.22±0.01 ^{gA}	1.81±0.12 ^{gB}	1.77±0.06 ^{hB}
4	2.82±0.06 ^{gA}	2.33±0.14 ^{gB}	2.24±0.12 ^{gB}
5	3.54±0.09 ^{fA}	2.86±0.23 ^{eB}	2.74±0.14 ^{fB}
6	4.27±0.11 ^{eA}	3.25±0.57 ^{eB}	3.27±0.19 ^{eB}
7	5.00±0.12 ^{dA}	4.05±0.32 ^{dB}	3.83±0.23 ^{dB}
8	5.71±0.14 ^{cA}	4.64±0.36 ^{cB}	4.37±0.27 ^{cB}
24	12.28±0.36 ^{bA}	12.12±0.20 ^{bA}	10.75±0.07 ^{bB}
48	13.72±0.08 ^{aA}	13.89±0.24 ^{aA}	12.83±0.15 ^{aB}

¹⁾FGWOC: fermented red ginseng concentrate spherical granule without coating.

²⁾FGWCPSE: fermented red ginseng concentrate spherical granule coated with PSE.

³⁾FGWCNSHW: fermented red ginseng concentrate spherical granule coated with NSHW.

⁴⁾Mean±standard deviation (n=3).

⁵⁾Means with different letters within the same column (a-j) and row (A-C) are significantly different ($P<0.05$).

진세노사이드 함량

지용성 성분을 이용하여 흡습을 방지한 발효홍삼 농축액 알갱이의 진세노사이드 분석 결과는 Table 8에 표시하였다. 세 처리구 간 총진세노사이드 함량에는 통계적으로 차이가 없었지만 진세노사이드 종류에 따라서는 약간 차이가 있는 것을 알 수 있었다. Kim(19)은 원료 인삼 중 사포닌을 80% 에탄올로 추출한 후 이를 용매의 극성을 달리하여 재추출하

Table 8. Ginsenoside analysis results of fermented red ginseng concentrate spherical granule without coating and coated with PSE and NSHW (mg/g granule)

Type of ginsenosides	FGWOC ¹⁾	FGWCPSE ²⁾	FGWCNSHW ³⁾
Rh2	<0.05	not detected	0.39±0.00
Rh1	<0.05	0.24±0.00	0.41±0.27
Rg2	0.58±0.26 ⁴⁾⁵⁾	0.66±0.04 ^a	1.16±0.67 ^a
Rg3	2.90±0.34 ^a	3.06±0.16 ^a	3.78±0.92 ^a
Rg1	1.16±1.05 ^a	0.28±0.01 ^a	0.61±0.20 ^a
Rf	6.25±0.00 ^a	4.88±0.37 ^{ab}	4.39±0.84 ^b
Re	3.36±0.18 ^a	3.45±0.27 ^a	3.82±0.08 ^a
Rd	3.96±0.16 ^a	3.22±0.33 ^b	3.61±0.11 ^{ab}
Rc	1.25±0.00 ^b	1.52±0.12 ^b	2.03±0.01 ^a
Rb2	1.00±0.01 ^{ab}	0.93±0.04 ^b	1.29±0.16 ^a
Rb1	4.73±0.03 ^b	5.32±0.22 ^b	6.22±0.33 ^a
Total	25.18±1.65 ^a	23.41±0.34 ^a	27.49±3.32 ^a

¹⁾FGWOC: fermented red ginseng concentrate spherical granule without coating.

²⁾FGWCPSE: fermented red ginseng concentrate spherical granule coated with PSE.

³⁾FGWCNSHW: fermented red ginseng concentrate spherical granule coated with NSHW.

⁴⁾Mean±standard deviation (n=3).

⁵⁾Means with the same letter within same row are not significantly different ($P<0.05$).

였을 때 부탄올 층에서는 주로 진세노사이드 Rb1이 많이 용출되었고 에틸아세테이트 층에서는 Rg1 함량이 높았다고 보고한 바 있어, 진세노사이드 Rb1은 지용성의 성질이 높고

진세노사이드 Rg1은 수용성의 성질이 높음을 시사하였다. 이들의 결과는 지용성 성분을 코팅한 발효홍삼 농축액 알갱이의 진세노사이드 함량이 코팅하지 않은 발효홍삼 농축액 알갱이의 진세노사이드 함량보다 진세노사이드 Rb1 함량이 약간 높고 진세노사이드 Rg1의 함량이 약간 낮은 것과 비교하여 흡습방지를 위하여 홍삼의 지용성 성분을 코팅한 발효홍삼 농축액 알갱이의 진세노사이드 함량에 영향을 준 것임을 알 수 있었다.

관능특성 및 소비자 기호도 분석

홍삼에서 분획된 지용성 추출물이 코팅된 발효홍삼 농축액 알갱이의 관능특성을 평가한 결과는 Table 9에 표시하였다. 외관특성에서 홍삼에서 분획된 지용성 추출물이 코팅된 발효홍삼 농축액 알갱이의 uniformness(알갱이의 균일성)는 세 처리구에서 모두 차이가 없었으나, color(갈색 정도), glossiness(알갱이 표면의 반짝이는 정도), sticky finger(알갱이가 손에 붙는 정도), melting rate in water(물에 녹는 속도)의 용어에서 코팅되지 않은 발효홍삼 농축액 알갱이의 강도가 높은 것으로 나타났으며, 홍삼에서 분획된 지용성 추출물이 코팅된 발효홍삼 농축액 알갱이들 사이에는 통계적 유의차가 없었다. 결과를 중심으로 보면 홍삼에서 분획된 지용성 추출물이 코팅된 발효홍삼 농축액 알갱이가 윤기 있는 외관을 보이지는 않지만, 손에 잘 묻지 않고 물에 덜 녹는 특징을 가지고 있어 흡습이 방지되는 것을 알 수 있었다. 냄새 특성에서는 코팅되지 않은 발효홍삼 농축액 알갱이에

Table 9. Sensory descriptive analysis results of fermented red ginseng concentrate spherical granule without coating and coated with PSE and NSHW

Sensory attributes	Descriptors	FGWOC ¹⁾	FGWCPSE ²⁾	FGWCNSHW ³⁾
Appearance	Color	10.00±2.27 ⁴⁾⁵⁾	7.25±1.16 ^b	7.50±1.51 ^b
	Uniformness	8.63±2.13 ^a	8.63±3.02 ^a	10.00±3.12 ^a
	Glossiness	8.75±1.04 ^a	3.63±1.06 ^b	4.63±0.92 ^b
	Sticky finger	7.38±1.93 ^a	3.75±1.77 ^b	4.63±1.93 ^b
	Melting rate in water	5.88±1.76 ^a	3.63±1.62 ^b	4.88±2.16 ^{ab}
Odor	Red ginseng	8.50±2.78 ^a	4.75±3.20 ^b	4.88±2.59 ^b
	Caramel	4.13±2.64 ^a	1.75±1.98 ^a	2.25±2.12 ^{ab}
	Coffee	5.50±3.59 ^a	2.50±1.93 ^a	3.75±2.12 ^{ab}
Taste	Red ginseng	8.63±2.83 ^a	7.00±3.38 ^a	6.38±2.83 ^a
	Bitterness	7.63±2.00 ^a	9.00±3.46 ^a	7.50±3.38 ^a
	Sweetness	2.88±1.73 ^a	2.50±1.77 ^a	2.38±2.39 ^a
	Astringency	2.63±1.06 ^a	3.00±1.07 ^a	2.75±1.28 ^a
Flavor	Red ginseng	8.88±2.59 ^a	6.25±2.25 ^b	6.13±1.25 ^b
Texture	Crunchiness	4.75±1.75 ^a	4.38±2.13 ^a	3.88±3.18 ^a
	Mouth melting	5.00±1.20 ^a	3.25±1.91 ^b	4.25±1.19 ^{ab}
Aftertaste	Bitterness	6.88±1.81 ^{ab}	8.50±1.70 ^a	8.00±1.55 ^{ab}
	Unpleasant	4.63±3.66 ^a	4.25±3.49 ^a	4.00±3.70 ^a
	Red ginseng	8.38±2.88 ^a	9.00±2.14 ^a	9.13±2.03 ^a

¹⁾FGWOC: fermented red ginseng concentrate spherical granule without coating.

²⁾FGWCPSE: fermented red ginseng concentrate spherical granule coated with PSE.

³⁾FGWCNSHW: fermented red ginseng concentrate spherical granule coated with NSHW.

⁴⁾Means with the same letter within same row are not significantly different ($P<0.05$).

⁵⁾Mean±standard deviation (n=8).

서 red ginseng, caramel, coffee 세 용어 모두에서 냄새가 강하다고 평가되었다. 결과를 중심으로 보면 홍삼에서 분획된 지용성 추출물의 코팅이 발효홍삼 농축액 알갱이의 냄새 성분이 휘발되는 것을 방지함을 알 수 있었다. 맛 특성은 세 처리구 모두에서 통계적 유의차를 느끼지 못했으므로 홍삼에서 분획된 지용성 추출물 코팅이 발효홍삼 농축액 알갱이의 맛에는 영향을 주지 않음을 알 수 있었다. 향미 특성에서 red ginseng flavor는 홍삼에서 분획된 지용성 추출물 코팅된 발효홍삼 농축액 알갱이에서 낮게 평가되어 냄새 특성과 관계가 있음을 알 수 있었다. 조직감 특성에서 crunchiness(알갱이의 아삭거리는 정도)는 세 처리구에서 모두 같았으나, mouth melting(입안에서 녹는 정도)은 코팅되지 않은 시료가 가장 잘 녹았고 홍삼에서 분획된 지용성 추출물로 코팅한 시료가 통계적으로 유의차를 나타내며 잘 안 녹는 것으로 평가되었다. 그 이유는 홍삼에서 분획된 지용성 추출물로 코팅한 알갱이의 표면이 지용성이므로 물에 잘 안 녹는 특성을 가지기 때문으로 생각된다. 따라서 홍삼에서 분획된 지용성 추출물 코팅이 발효홍삼 농축액 알갱이의 흡습을 줄여 줄 수 있으리라는 것을 예측할 수 있다. 후미 특성에서 unpleasant, red ginseng 용어에서는 세 처리구 간 차이가 없었으나, bitterness는 홍삼에서 분획된 지용성 추출물로 코팅한 발효홍삼 농축액 알갱이가 더 강하다고 평가되었다.

홍삼에서 분획된 지용성 추출물로 코팅한 발효홍삼 농축액 알갱이의 기호도 평가 결과는 Table 10에 표시하였다. 홍삼에서 분획된 지용성 추출물로 코팅한 발효홍삼 농축액 알갱이는 appearance(외관), flavor(향미), texture(조직감) 및 overall acceptance(전반적인 기호도)에서 소비자들이 통계적으로 유의차를 나타내며 선호하지 않음을 알 수 있었다.

결론적으로 홍삼에서 분획된 지용성 추출물로 코팅한 발효홍삼 농축액 알갱이의 관능특성 분석 결과, 홍삼에서 분획된 지용성 추출물의 코팅은 손에 잘 묻지 않고 입안에서 잘 안 녹으며, 쓴맛이 오래가는 특징을 갖는 것을 알 수 있었다.

Table 10. Consumer attribute analysis results of fermented red ginseng concentrate spherical granule without coating and coated with PSE and NSHW

	FGWOC ¹⁾	FGWCPSE ²⁾	FGWCNSHW ³⁾
Overall acceptance	6.25±1.49 ^{a4)5)}	3.75±1.39 ^b	4.13±1.64 ^b
Appearance	7.00±1.51 ^a	4.00±1.07 ^b	4.63±0.74 ^b
Flavor	6.25±1.28 ^a	4.88±0.83 ^b	5.13±1.25 ^{ab}
Texture	6.38±1.19 ^a	5.38±0.74 ^{ab}	5.13±1.13 ^b

¹⁾FGWOC: fermented red ginseng concentrate spherical granule without coating.

²⁾FGWCPSE: fermented red ginseng concentrate spherical granule coated with PSE.

³⁾FGWCNSHW: fermented red ginseng concentrate spherical granule coated with NSHW.

⁴⁾Means with the same letter within same row are not significantly different ($P < 0.05$).

⁵⁾Mean±standard deviation (n=61).

즉 홍삼에서 분획된 지용성 추출물로 코팅한 발효홍삼 농축액 알갱이는 흡습을 방지하는 데는 효과가 있지만, 쓴맛이 오래 남는 특징을 나타내었다.

요 약

흡습이 방지된 발효홍삼 농축액 알갱이를 제조하기 위해 홍삼의 지용성 추출액인 PSE(perfect soluble part in 70% ethanol)와 NSHW(not soluble part in hot water)를 70% 주정에 고형분 함량이 10%가 되도록 한 후 발효홍삼 농축액 알갱이를 유동하면서 이들을 발효홍삼 농축액 알갱이의 5%가 되도록 코팅하였다. PSE로 발효홍삼 농축액 알갱이를 코팅할 때 가장 중요한 인자는 feeding rate(FR)였고, NSHW는 FR×atomization air pressure(AP)임을 알 수 있었다. PSE와 NSHW를 이용하여 코팅된 발효홍삼 농축액 알갱이 제조 방법의 최적화 조건은 각각 FR 0.49 mL/min, AP 2.14 bar, product temperature(PT) 48.96°C에서 수율이 96.39%, FR 0.61 mL/min, AP 2.75 bar, PT 46.30°C에서 수율이 95.36%였다. 발효홍삼 농축액 알갱이의 용해성은 NSHW와 PSE로 코팅한 발효홍삼 농축액 알갱이가 코팅하지 않은 것보다 낮음을 알 수 있었다. 홍삼의 지용성 성분의 코팅이 발효홍삼 농축액 알갱이의 흐름성(편리성)에 크게 영향을 미치지 않았으나 흡습성은 방지되는 것을 알 수 있었으며 PSE보다 NSHW가 더 흡습방지에 효율적이었다. 충전제노사이드 함량은 홍삼의 지용성 성분으로 코팅하였을 때와 하지 않았을 때 통계적으로 차이가 없었지만, 지용성 성분을 코팅한 발효홍삼 농축액 알갱이의 진세노사이드 함량이 코팅하지 않은 발효홍삼 농축액 알갱이보다 진세노사이드 Rb1 함량은 높고 진세노사이드 Rg1의 함량은 낮은 값을 나타내었다. 관능특성 분석 결과 홍삼에서 분획된 지용성 추출물의 코팅은 손에 잘 묻지 않고 입안에서 잘 안 녹으며, 쓴맛이 오래가는 특징을 갖는 것을 알 수 있었다. 기호도 평가 결과 홍삼에서 분획된 지용성 추출물로 코팅한 발효홍삼 농축액 알갱이를 선호하지 않음을 알 수 있었다. 홍삼의 지용성 성분을 분획하여 제조한 PSE와 NSHW로 발효홍삼 농축액 알갱이를 코팅하였을 때 소비자들의 선호도는 낮았지만 흡습방지 효과는 높은 것을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 농림축산식품부 고부가가치식품기술개발사업(과제번호: 20110021)에 의해 이루어진 것으로, 그 지원에 감사드립니다.

REFERENCES

1. Kim DH. 2009. Metabolism of ginsenosides to bioactive compounds by intestinal microflora and its industrial application. *J Ginseng Res* 33: 165-176.

2. Shibata S, Fujita M, Itokawa H, Tanaka O, Ishii T. 1963. Studies on the constituents of Japanese and Chinese crude drugs. XI. panaxadiol, a saponin of ginseng roots. *Chem Pharm Bull* 11: 759-761.
3. Han BH, Park MH, Han YN, Woo LK, Sankawa U, Yahara S, Tanaka O. 1982. Degradation of ginseng saponins under mild acidic conditions. *Planta Med* 44: 146-149.
4. Noh KH, Son JW, Kim HJ, Oh DK. 2009. Ginsenoside compound K production from ginseng root extract by a thermostable β -glycosidase from *Sulfolobus solfataricus*. *Biosci Biotechnol Biochem* 73: 316-321.
5. Ko SR, Suzuki Y, Choi KJ, Kim YH. 2000. Enzymatic preparation of genuine prosapogenin, 20(S)-ginsenoside Rh₁, from ginsenosides Re and Rg₁. *Biosci Biotechnol Biochem* 64: 2739-2743.
6. Mochizuki M, Yoo YC, Matsuzawa K, Sato K, Saiki I, Tono-oka S, Samukawa K, Azuma I. 1995. Inhibitory effect of tumor metastasis in mice by saponins, ginsenoside-Rb₂, 20(R)- and 20(S)-ginsenoside-Rg₃, of red ginseng. *Biol Pharm Bull* 18: 1197-1202.
7. Shin MG. 2015. Development of spherical granule of fermented red ginseng extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44: 1064-1071.
8. Kim W, Song BJ, Kim DS, Kim SJ, Lee SK, Kim HL, Lee D, Khang G. 2010. Effect of the viscosity of (hydroxypropyl) methyl cellulose on dissolution rate of alfuzosin-HCl granule tablet. *Polymer (Korea)* 34: 269-273.
9. Teraoka R, Matsushima Y, Sugimoto I, Inoue K, Morita SY, Kitagawa S. 2009. Effect of pharmaceutical excipients on the stability of trichlormethiazide tablets under humid conditions. *Chem Pharm Bull* 57: 1343-1347.
10. Kim JH, Park JM, Oh HI. 1994. Sorption characteristics of binary mixture of red ginseng powder and maltodextrin or lactose. *Korean J Ginseng Sci* 18: 196-199.
11. Hamashita T, Nakagawa Y, Aketo T, Watano S. 2007. Granulation of core particles suitable for film coating by agitation fluidized bed I. Optimum formulation for core particles and development of a novel friability test method. *Chem Pharm Bull* 55: 1169-1174.
12. Wright BJ, Zevchak SE, Wright JM, Drake MA. 2009. The impact of agglomeration and storage on flavor and flavor stability of whey protein concentrate 80% and whey protein isolate. *J Food Sci* 74: S17-S29.
13. Maulny APE, Beckett ST, Mackenzie G. 2005. Physical properties of co-crystalline sugar and honey. *J Food Sci* 70: E567-E572.
14. Cho HJ, Jung EY, Oh SH, Yoon B, Suh HJ, Lee HS. 2010. Microbial conversion of ginsenoside from the extract of Korean red ginseng (*Panax ginseng*) by *Lactobacillus* sp. *J Food Sci Nutr* 15: 105-112.
15. Stone H, Sidel JL. 1993. *Sensory evaluation*. 2nd ed. Academic Press Inc., San Diego, CA, USA. p 251.
16. Patel YL, Sher P, Pawar AP. 2006. The effect of drug concentration and curing time on processing and properties of calcium alginate beads containing metronidazole by response surface methodology. *AAPS PharmSciTech* 7: E24-E30.
17. Joshi S, Petereit HU. 2013. Film coatings for taste masking and moisture protection. *Int J Pharm* 457: 395-406.
18. Bley O, Siepmann J, Bodmeier R. 2009. Importance of glassy-to-rubbery state transitions in moisture-protective polymer coatings. *Europ J Pharm Biopharm* 73: 146-153.
19. Kim SH. 2011. A study on the saponin contents and antioxidant activity of the ginseng and extruded ginseng by using different solvents for extraction. *Korean J Food Nutr* 24: 528-534.