Korean J. Food & Nutr. Vol. 26. No. 3, 428~437 (2013)
http://dx.doi.org/10.9799/ksfan.2013.26.3.428

THE KOREAN JOURNAL OF
한국식품영양학회지
FOOD AND NUTRITION

검류를 첨가하여 제조한 비지 젤화물의 물리적 품질특성

†이 석 원 · 한 성 희*
유한대학교 식품영양과, *고려대학교 생명자원연구소

Quality Properties of Gelling Product prepared from Soybean Curd Residue with Addition of Gums

†Seog-Won Lee and Sung-Hee Han*
Dept. of Food & Nutrition, Yuhan University, Bucheon 422-749, Korea
**Institute of Life Science and Natural Resources, Korea University, Seoul 136-701, Korea*

Abstract

The physical properties of jellified soybean curd residue (*Biji*) with the addition of various gums were investigated to optimize the direct availability of a by-product of the *tofu* production process. The lightness (L value) of the jellified *Biji* prepared with various gums was approximately 77~80, regardless of the concentration of gum used. Especially at the concentration of 0.1% and 0.3%, a pectin showed a significantly higher value compared with other gelling agents (carrageenan and agar). The strength of samples prepared on the basis of carrageenan showed the value of 335~569 g/㎠ and 234~335 g/㎠ according to the addition of locust bean gum and xanthan gum, respectively. On the other hand, the samples made with pectin and agar were 134~272 g/㎠ and 50~215 g/㎠, respectively. Where locust bean gum was used as a viscous agent, the adhesiveness of sample prepared by adding carrageenan was greater than those made with pectin or agar. The values were −6.0~−11.0 g, −2.7~−10.2 g and −3.7~−7.0 g, respectively. Overall, the strength and adhesiveness of samples according to increase of the added amount of *Biji* showed constantly increasing trend regardless of the type of gelling agent used. In the sample containing carrageenan this trend was most noticeable.

Key words: soybean curd residue, *tofu*, gums, strength, gelling agent

서 론

식물성 단백질 및 지방질의 주요한 공급원인 대두는 예로부터 다양한 용도로 우리의 식생활과 밀접한 관계를 가지며 이용되고 있으나, 수입된 대두의 약 30%만이 식품으로 직접 이용되고, 나머지 70%는 식용유, 두부 및 두유 등의 2차 가공품 생산에 활용되고 있다(Woo 등 2001). 대두의 가공공정 중 생산되는 부산물인 비지는 수분 함량이 80% 이상 되므로 미생물이 쉽게 번식하고, 지방의 산패가 쉽게 발생하기 때문에, 일부만이 대두유 생산에 재활용될 뿐만 아니라, 이를 단순 건조하는 데에도 막대한 비용이 소요되어 일부만이 동물사료로 사용되거나 폐기 처분되고 있는 실정이어서 환경오염 측면에서도 문제점이 제기되었다(Kang & Lee 1991). 그러나 최근에는 일반두부의 제조 공정상 열처리시 응고되지 않는 대두의 수용성 단백질만을 추출하여 제조하기 때문에, 열응고성 단백질, 다른 수용성 성분, 상대적으로 함량이 많은 식이섬유소 및 불용성 단백질의 손실이 많아, 이를 보완하기 위한 제품으로 대두의 미세분말을 사용하여 비지 제거 과정 및 장시간의 침지과정이 생략된 전두부가 제조되어 이용되고 있기도 한다(Lee 등 2009). 하지만 전두부는 일반두부보다 강도가 약하며, 설비 투자 등이 필요하여 쉽게 제조하기 어렵기 때문에, 일반두부 제조 과정 중 필연적으로 발생하는 비지의 효율적인 활용에 관한 연구가 필요한 실정이다.

비지의 활용성과 기능성을 증진시키고자 하는 다양한 연

† Corresponding author: Seog-Won Lee, Dept. of Food and Nutrition, Yuhan University, Bucheon 422-749, Korea. Tel: +82-2-2610-0805, Fax: +82-2-2610-0808, E-mail: goodabba@yuhan.ac.kr

구가 보고되고 있다. 특히 발효기술을 활용한 연구가 지속적으로 제시되고 있는데, 그 예로 전통 장류 문화의 계승 발전에 기여하고자 발효조건을 달리한 비지장의 품질특성에 대한 보고(Im 등 2004), *Bacillus firmus* NA-1을 종균으로 이용하여 비지로부터 혈전분해능효소 및 펩타이드 생산에 관한 연구(Oh 등 2005), *Bacillus firmus* NA-1과 *Bacillus subtilis* GT-D를 이용한 발효비지의 기능성에 대한 연구(Oh 등 2006), *Flammulina velutipes*를 이용한 발효비지로부터 추출한 다당류의 생리활성에 대한 연구(Shi 등 2012), *Lentinus edodes*로 발효시켜 genistein을 포함한 폴리페놀 성분의 추출효율을 높일 수 있다는 보고(Shi 등 2012) 및 *Aspergillus oryzae*와 *Monascus pilosus*를 이용한 발효비지의 항비만과 혈중지질 개선용의 식이 효과에 관하여 보고(Lee 등 2013)하였다. 구성성분의 이용율을 높이고자 보고된 연구로는 비지로부터 식이섬유와 단백질의 분리에 대한 연구(Lee 등 1992), 비지의 활용도를 높이기 위한 연구로 비지로부터 식품첨가물로 이용할 수 있도록 단백질의 가수분해를 통한 유용성 아미노산의 생산에 대한 최적 처리조건에 대한 보고(Woo 등 2001) 및 수용성 식이섬유와 이화학적 특성에 미치는 압출효과에 대한 연구(Jing & Chi 2013)가 보고되고 있다. 또한 비지의 이화학적 특성 및 기능성에 관한 연구로 용매처리에 의해 건조된 두유 비지의 이화학적 성질에 관한 비교분석 연구(Kim 등 1984), 레트로트 기술을 이용하여 비지의 저장성을 향상시킴과 동시에 소비자들이 쉽게 접할 수 있게 함으로써 부산물 자원의 이용 가능성을 제시한 연구(Chun 등 1998), 최근의 건강 기능성 소재에 대한 관심의 증대에 따른 비지의 기능성(항산화성)에 대한 연구(Kim & Lee 2007)와 콜레스테롤 저하 효과에 대하여 보고(Choi & Lee 1993)되었다. 그 외의 연구로 비지를 직접적으로 이용하여 부가가치를 높이고자 한 연구로 비지와 막걸리박을 이용한 고식이섬유 빵의 제조에 관한 연구(Cho & Lee 1996), 빵 제조시 비지 첨가 효과(Shin & Lee 2002), 식품부산물이긴 하지나 건물기준으로 단백질의 양이 약 25% 내외로 단백질 보강 재원으로 활용할 수 있는 가치가 있는 비지를 함유한 압출 성형물의 제조에 관한 보고(Han 등 2002) 및 고초균에 의한 비지 발효물을 첨가한 쿠키의 품질특성에 관한 보고(Ryu 등 2007) 등이 있다.

지금까지 식품산업 부산물인 비지의 활용에 대한 많은 연구가 이루어져 왔으나, 그 이용율을 향상시키고자 비지를 직접적으로 제품 원료로 사용하는 경우는 단순 건조를 통한 동물사료로 이용되는 것이 대부분으로 부가가치가 낮은 문제점이 있다. 전통적으로 우리나라 사람들은 대두를 활용한 다양한 제품을 이용하여 왔기 때문에 대두 활용제품에 대한 거부감이 없으며, 건강식품으로 선호하고 있어 비지 활용제품의 개발은 사회적인 관심을 증가시킬 수 있을 것으로 생각된다. 또한 비지에 다량 함유되어 있는 식이섬유는 여러 가지 생리활성이 보고되고 있어, 이를 활용하여 다양한 제품을 개발할 경우 부가가치를 높일 수 있을 것으로 판단한다. 따라서 본 연구는 두부 또는 두유를 제조하고, 부산물로 얻어지는 비지의 산업적 부가가치를 높이기 위하여 다양한 검류를 첨가하여 두부와 유사한 건강 기능성 구조물을 제조하여 이의 물리적 특성을 조사하고자 한다. 이를 통해 식품산업부산물로 부가가치가 낮은 비지의 활용도를 높이고자 하며, 또한 응고물 형성이 어려운 불용성 고형분의 부가가치를 높이는 방안으로 다양한 검류의 이용가능성을 제시하고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험재료

대두는 국내에서 생산된 것을 구입하여 4℃에서 저장하면서 실험에 사용하였다. 비지 젤화를 위해 사용한 검류로는 카라기난(HG-404, Korea Carragheen Co. Ltd., Korea), 정제 로커스트콩검(LBG, Korea Carragheen Co. Ltd., Korea)(KRL-160, Korea Carragheen Co. Ltd., Korea), 펙틴(CP Kelco, Germany), 분말한천(Miryang Agar-Agar Co., Ltd., Korea), 잔탄검(Austria)을 구입하여 사용하였다.

2. 비지 제조 및 수율 측정

비지 제조는 시판 두부제조기(KOCO-4800, Kocosilver Co., Ltd., Korea)를 사용하여 속성 두부 제조 공정을 통해 부산물로서 얻었다. 즉, 콩 270 g을 수세하여 두부제조기에 넣은 후 약 10배의 정제수(2.8 ℓ)를 가하여 30분간의 공정을 거쳐 제조하였다. 기기 작동 후 가열하면서 20분 동안 대두를 가온 침지시킨 후 약 5분 동안 마쇄가 이루어졌다. 이후 약 5분 동안 추가로 가온 침지를 통해 충분하게 수용성 단백질이 추출되도록 하였다. 가열된 마쇄액을 체로 여과하여 두유 일정량과 부산물(비지, 840 g)을 분리하였다. 부산물로 얻은 비지는 4℃에 저장하면서 비지 젤화물 제조를 위한 시료로 사용하였다.

비지의 수율은 원료 대두와 비지의 무게를 측정하여, 비지 무게를 대두 무게로 나누어 백분율로 나타내었으며, 그 결과 311. 11%이었다. 이때 비지의 수분 함량은 적외선 수분측정기로 측정한 결과, 83.9%로 나타났다.

3. 비지의 일반성분 분석

비지의 일반성분은 AOAC 방법(AOAC, 1995)에 준하여 측정하였다. 수분은 적외선 수분측정기로 측정하였으며, 조단백질은 semimicro Kjeldahl 장치(BÜCHI Digestion Unit K-424, Distillation Unit K-350)를 사용하여 측정하였다. 조지방은 Soxhlet 법으로, 조회분은 직접회화법으로 구하였으며, 탄수화물은 전

체 함량의 차이로 계산하였다.

4. 비지 젤화물의 제조

비지 젤화물은 먼저 불용성인 비지를 균일하게 분산되도록 하기 위하여 젤화제용 용액을 제조하였다. 젤화제용 용액은 비지에 함유된 수분 함량을 고려하여 비지 젤화물 기준으로 카라기난은 0.8%(w/v)가 되도록 하였으며, 점성제인 로커스트콩검과 잔탄검은 각각 0.1, 0.3 및 0.5%(w/v)가 되도록 제조하였다. 제조한 젤화제용 용액을 미리 비지를 0, 10, 20 및 30 g을 취한 비이커에 부은 후, 비지가 균일하게 분산하도록 저어주면서 혼합하였다. 균일하게 분산시킨 시료를 냉장고에 넣어 빠르게 냉각이 이루어져 젤화가 되도록 하였다. 젤화시킨 시료는 12시간이 경과한 후 분석용 시료로 사용하였다. 예를 들어 비지 30 g을 취한 시료의 경우, 수분 함량은 25.17 ㎖이며, 젤화용 정제수를 20 ㎖ 사용할 경우 카라기난은 0.3614 g을 취하여 젤화제용 용액을 제조하여 사용하였다. 다른 시료의 경우도 같은 방법으로 제조하여 사용하였다.

5. 색도 측정

비지 젤화물과 시판 두부의 색도 측정은 표준 백색판(L=97.79, a=−0.38, b=−2.05)으로 보정한 colorimeter(CR-400, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 비지 젤화물 단면의 색도를 측정하고, 그 결과를 각각 L(lightness), a(−: greenness, +: redness) 및 b(−: blueness, +: yellowness)값으로 나타내었다.

6. 조직감 측정

비지 젤화물의 조직감 특성은 시료를 직경 3 ㎝의 시편 채취기로 취한 후 높이를 1.5 ㎝로 절단하고, rheometer(Compac-100, Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 max weight (g), strength(g/㎠), adhesiveness(g)를 측정하였다. 이때 측정조건은 탐침의 직경은 5 ㎜, 진입 깊이는 3 ㎜, 테이블 이동속도는 120 ㎜/min로 하였다(Jung 등 2000; Lee 등 2011). Fig. 1에 시편 채취기와 시편 채취 모습, 시편의 사진을 나타내었다. 또한 여러 가지 검류를 첨가하여 제조한 비지 젤화물의 물리적 특성을 비교 분석하기 위하여 시판 중인 두부를 구입하여 동일한 조건으로 시편을 취한 후 rheometer를 이용하여 조직감을 측정하였다.

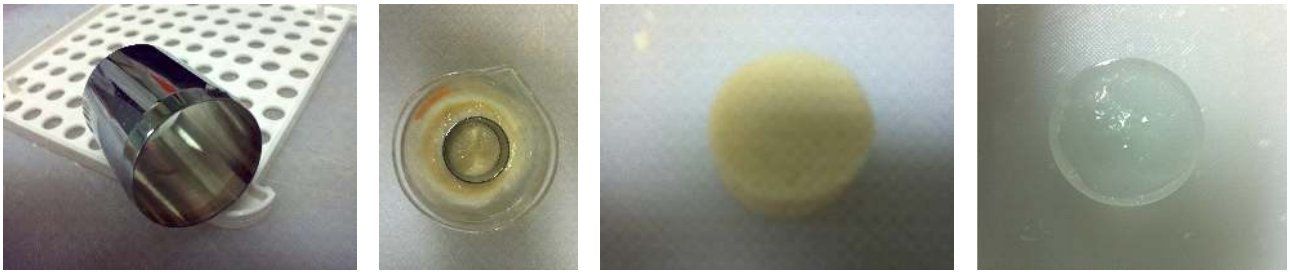
결과 및 고찰

1. 비지의 일반성분

비지의 조단백질은 4.13%, 조지방은 2.25%, 조회분 0.72%, 탄수화물함량은 9.00%로 나타났다. 이런 결과는 다른 보고(Chung 등 1978; Lee 등 1992)와 유사한 값으로 사용한 대두로부터 제조한 비지의 성분 조성과 별다른 차이를 보이지 않았다.

2. 시판 중인 두부의 품질특성

비지 젤화물의 물리적 특성을 분석하기 위하여 시판 중인 제품 중에서 두부를 선정하여 품질을 평가한 결과를 Table 1에 나타내었다. 시판 중인 두부의 수분 함량은 79.5%로 조사되어 두부 부산물인 비지의 수분 함량보다 낮은 값을 보였다. 이러한 값은 비지에 검류를 용해시킨 검류액을 첨가하여 제조하려고 하는 비지 젤화물에 비하여 상대적으로 보다 낮은



Specimen cutter | Shape of specimen cutting | After specimen cutting | Specimen prepared without soybean residue

Fig. 1. Photographs for specimen cutter and specimens according to addition of soybean residue.

Table 1. Quality properties of commercial product(*tofu*)

Moisture (%, w/w)	Texture			Hunter's color		
	Max weight(g)	Strength(g/㎠)	Adhesiveness(g)	L	a	b
79.5%	36.00±1.00[1)]	183.35±5.09	−1.00±1.00	91.09±0.45	−2.41±0.16	15.03±0.11

[1)] Mean±standard deviation

값을 갖게 되어, 두부와 유사한 조성의 젤화물을 직접적으로 제조하기가 불가능한 점을 시사한다. 즉, 비지를 건조하여 수분 함량을 낮춘 후 검류의 배합비를 통해 두부와 유사한 물성을 갖는 젤화물 제조가 가능할 수 있으나, 별도의 비지 건조 공정이 필요함을 알 수 있다. 한편, 시판 중인 두부의 조직감을 측정한 결과, 측정조건에서 max weight(최대하중)은 36 g으로 나타났으며, 단위면적당 강도(strength)는 183.35 g/㎠, 점착성(adhesiveness)는 −1.0 g으로 조사되었다. 또한 두부 단면의 색도는 L값이 91.09로 나타나 명도가 매우 높은 것으로 나타났으며, 적색도인 a값은 −2.41, 황색도인 b값은 15.03의 값을 갖는 것으로 나타났다.

3. 비지 젤화물의 색도

다양한 검류를 사용하여 제조한 비지 젤화물의 색도를 측정한 결과를 Fig. 2~4에 나타내었다. Fig. 2는 비지 30 g에 젤화제(카라기난, 한천, 펙틴) 0.8%, 로커스트콩검 0.1, 0.3 및 0.5%를 첨가하여 제조한 비지 젤화물의 단면의 색도를 측정한 결과이다. 명도인 L값은 젤화제 및 로커스트콩검의 사용농도에 관계없이 약 79~81의 값을 보였다. 이러한 결과는 시판 중인 두부의 명도 값 91.09보다 작은 값으로 시판 중인 두부보다 다소 어두운 값으로 보일 수 있으나, 비교적 밝은 계통의 색을 나타냄을 알 수 있다. 적색도인 a값은 젤화제의 종류에 관계없이 전체적으로 로커스트콩검의 농도가 0.1~0.5%로 증가함에 따라 약간 증가하는 경향(음수가 감소)을 보였으나, 큰 차이를 보이지 않았다. 그러나 펙틴을 사용한 경우 로커스트콩검 0.1%와 0.3%에서 다른 젤화제인 카라기난과 한천을 첨가하여 제조한 시료에 비하여 유의적으로 높은 값을 나타내었다. 그리고 황색도인 b값의 경우는 적색도인 a값과 반대의 경향을 보였으나, 로커스트콩검의 첨가 농도에 따라 유의차는 보이지 않았다. 한편, 잔탄검을 첨가하여 제조한 비지 젤화물의 색도는 Fig. 3에 나타내었다. 명도인 L값의 경우 잔탄검의 첨가 농도가 0.1%에서 0.5%로 증가함에 따라 일정하게 감소하는 경향을 보였으나, 사용한 젤화제의 종류간에는 유의차를 보이지 않았다. 또한 로커스트콩검을 첨가한 시료와 유사하게 잔탄검을 첨가한 시료에서도 명도 값이 77~80으로 육안으로 시료의 밝기를 구별하기에는 어려웠다. 적색도인 a값의 경우에는 잔탄검의 첨가 농도에 관계의 거의 일정하였으며, 그 값은 −2.75~−3.0 사이였다. 그리고 황색도인 b값은 로커스트콩검을 사용한 시료와 달리 잔탄검의 첨가 농도가 증가함에 따라 큰 변화를 보이지 않았으며, 사용한 젤화제의 종류에 관계없이 유의차를 보이지 않았다. 그러나 로커스트콩검을 첨가하여 제조한 시료에 비하여 약간 낮은

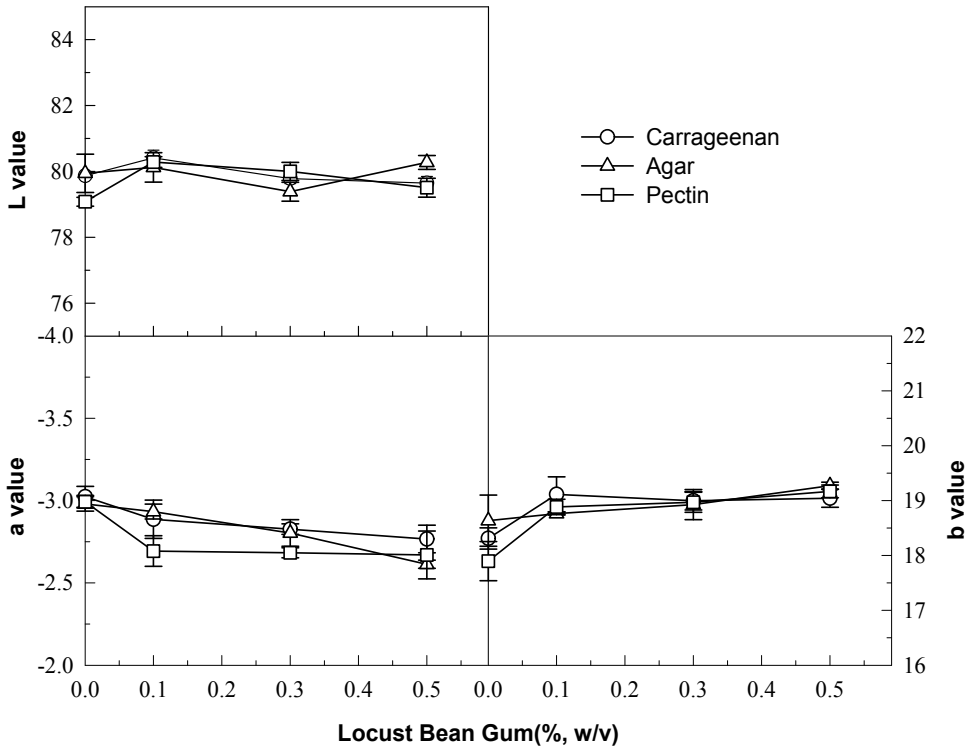


Fig 2. Change of Hunter's color values of jellified soybean residues prepared with addition of locust bean gum and gelling agents(carrageenan, agar, pectin).

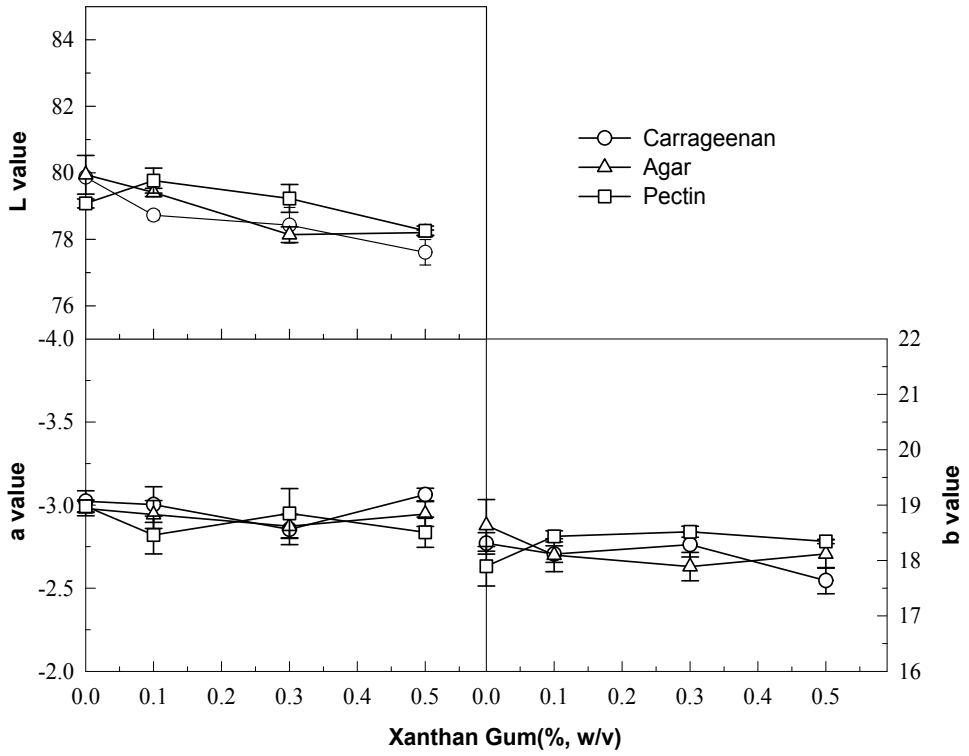


Fig. 3. Change of Hunter's color values of jellified soybean residues prepared with addition of xanthan gum and gelling agents(carrageenan, agar, pectin).

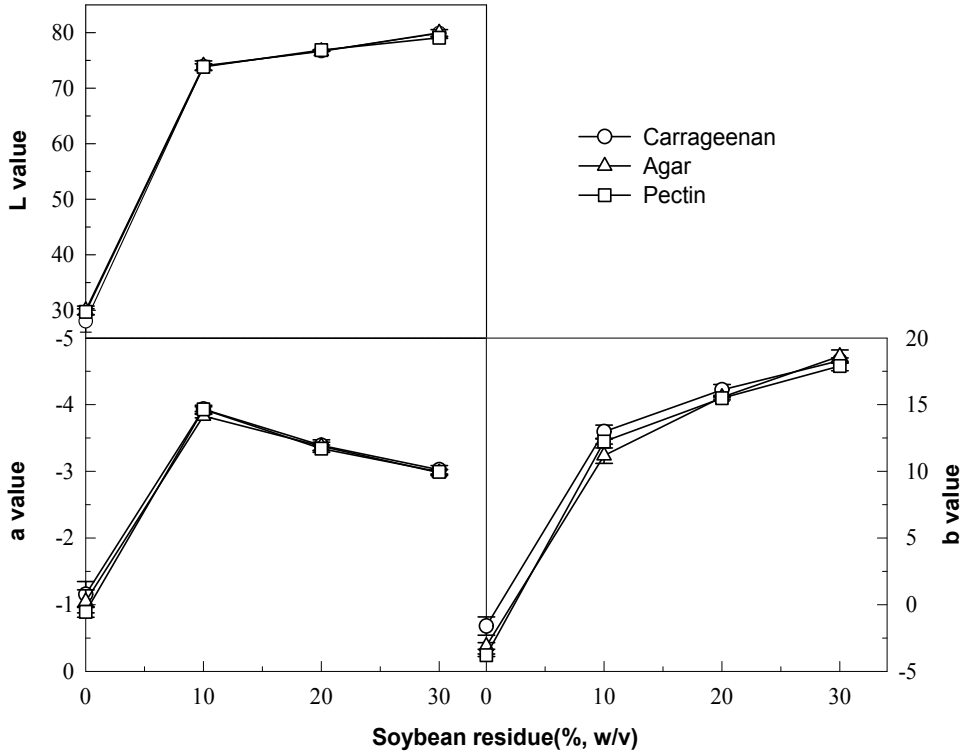


Fig. 4. Change of Hunter's color values in jellified samples according to adding content of soybean residue.

17~19의 값을 나타내었다. 그리고 젤화제인 카라기난, 한천, 펙틴을 0.8%로 하고, 비지를 0, 10, 20 및 30 g을 첨가하여 제조한 비지 젤화물의 색도를 측정한 결과는 Fig. 4에 나타내었다. 비지 일정량에 젤화제와 점성제를 첨가하여 제조한 시료의 색도와 달리 비지의 함량을 달리하여 제조한 시료의 경우에는 비지 첨가량에 따라 뚜렷한 색도의 변화를 나타내었다. 명도 L값은 비지의 첨가량이 증가함에 따라 뚜렷하게 증가하는 경향을 보였으며, 적색도 a값은 첨가량이 증가함에 따라 감소하는 경향을, 황색도 b값은 명도와 유사하게 비지 첨가량이 증가함에 따라 증가하는 경향을 나타내었다. 이러한 결과는 비지 젤화물의 색도는 젤화제 및 점성제의 첨가량보다는 비지 첨가량에 따라 크게 영향을 받음을 나타낸다.

4. 비지 젤화물의 조직감

여러 가지 젤화제(카라기난, 한천, 펙틴)와 점성제(로커스트콩검, 잔탄검)를 첨가하여 제조한 비지 젤화물의 조직감을 측정한 결과는 Fig. 5~8에 나타내었다.

비지 30 g에 젤화제 0.8% 및 점성제 0.1~0.5 첨가하여 제조한 비지 젤화물의 최대하중(max weight(g))은 Fig. 5와 같다. 카라기난을 첨가한 시료의 경우, 점성제로 로커스트콩검을 사용하였을 때 농도가 증가함에 따라 꾸준하게 최대하중이 증가하는 경향을 보였다. 0.1%와 0.3% 첨가한 경우에는 최대하중의 증가폭이 상대적으로 작았으나, 0.3%에서 0.5% 증가한 경우에는 73.6 g에서 111.8 g으로 51.9% 증가한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 로커스트콩검의 첨가 농도에 따른 점도 증가 특성에서 예측할 수 있다. 즉, 로커스트콩검의 경우, 농도가 증가함에 따라 점도가 기하급수적으로 증가하는 특성을 보이는 점성제로 첨가 농도가 높아짐에 따라 시료용액의 점도를 크게 증가시키는 특성이 있기 때문이다(Whistler & BeMiller 1997). 로커스트콩검을 첨가한 경우와 달리 잔탄검을 첨가한 시료의 경우에는 잔탄검의 농도가 증가함에 따라 점진적으로 감소하는 경향을 보였으며, 특히 0.3%에서 0.5%로 증가함에 따라 최대하중은 62.2 g에서 46.0 g으로 약 26.0% 감소한 것으로 나타났다. 즉, 젤화제로 카라기난을 사용한 경우에는 로커스트콩검을 첨가한 경우와 잔탄검을 첨가한 경우가 반대의 경향을 보이는 것으로 조사되었다. 한편, 젤화제로 펙틴과 한천(agar)을 첨가한 경우에는 전체적으로 카라기난을 첨가하여 제조한 시료에 비하여 최대하중 값이 작았으며, 그 값은 카라기난의 경우 46~112 g, 펙틴을 첨가한 경우 26~54 g, 한천을 첨가한 경우에는 10~42 g이었다. 즉, Fig. 5에서 알 수 있듯이 한천을 첨가하여 제조한 시료의 최대하중이 가장 낮아 시료의 강도가 작은 것으로 나타났다. 펙틴을

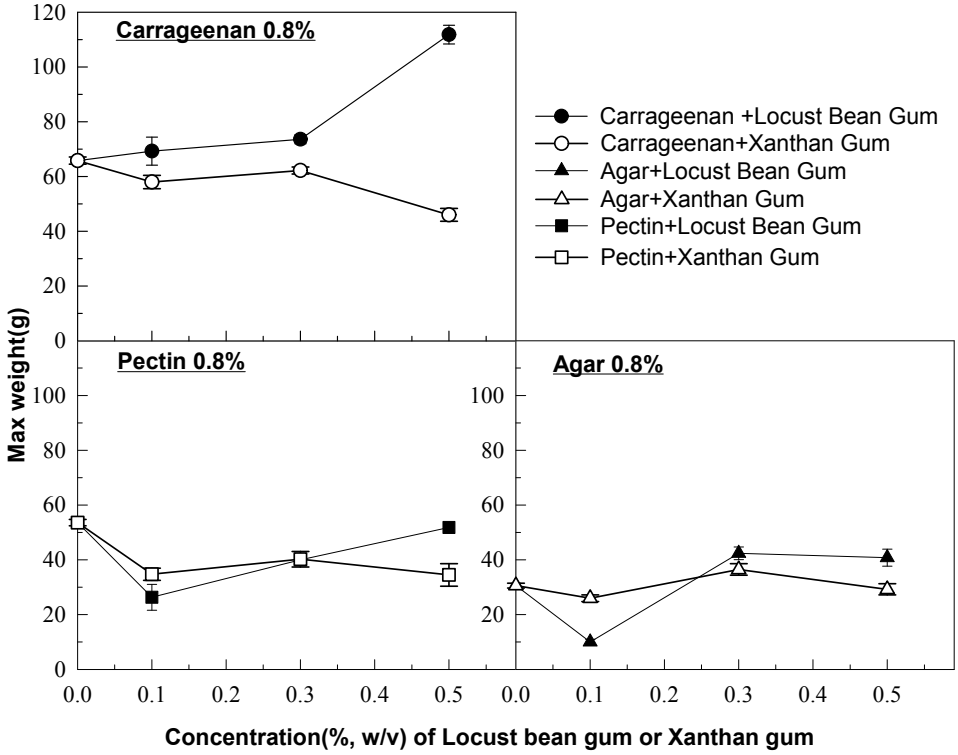


Fig. 5. Change of max weight of jellified soybean residues prepared with addition of various gelling agents(carrageenan, agar, pectin).

첨가하여 제조한 시료의 경우 점성제의 종류 및 농도에 관계없이 거의 일정한 값을 보이는 것으로 나타나, 시료의 최대하중의 경우에는 점성제의 영향을 상대적으로 작게 받는 것으로 판단된다. 이러한 경향은 한천을 첨가한 경우에도 유사한 경향을 보여 카라기난을 첨가하여 제조한 시료와 달리 점성제의 종류 및 농도에 크게 영향을 받지 않음을 알 수 있다.

강도(strength)는 시편을 압착하는 탐침의 직경과 관련이 있는 물리적 강도로서 사용한 탐침의 단면적을 고려하여 계산된 값으로 그 결과는 Fig. 6과 같다. 전체적으로 젤화제 및 점성제에 관계없이 최대하중과 유사한 경향을 나타냄을 알 수 있다. 카라기난을 첨가한 시료의 경우, 첨가 농도에 따라 로커스트콩검 함유 시료의 335~569 g/㎠의 값을, 잔탄검 함유 시료는 234~335 g/㎠의 값을 보였다. 한편, 펙틴과 한천을 첨가하였을 경우에는 각각 134~272 g/㎠와 50~215 g/㎠의 값을 나타내었다.

한편, 점착성(adhesiveness)은 탐침이 시료로부터 떨어질 때 발생하는 힘으로서, 방향성이 압착하는 경우와 반대로 음의 부호를 갖는 물리적 특성이다. 젤화제 및 점성제를 첨가하여 제조한 시료의 경우, 시판 중인 두부의 점착성 값 −1.0 g에 비하여 상대적으로 큰 −3.0~−11.0 g의 값을 나타내었다(Fig. 7). 이러한 결과는 두부의 경우 젤화제 및 점성제를 사용하지 않고 제조하지만, 비지 젤화물의 경우에는 불용성 성분의 젤화를 위하여 젤화제 및 점성제를 사용한 결과로 판단된다. 점성제로 로커스트콩검을 사용한 경우, 카라기난을 첨가한 시료가 펙틴과 한천을 사용한 시료에 비하여 점착성이 컸으며, 그 값은 각각 −6.0~−11.0 g, −2.7~−10.2 g 및 −3.7~−7.0 g이었다. 카라기난을 첨가한 경우에는 점성제의 종류에 관계없이 점성제 첨가 농도에 따라 일정한 경향을 보이지 않았으나, 펙틴과 한천을 첨가한 경우에는 점성제인 로커스트콩검과 잔탄검의 첨가 농도가 증가함에 따라 일정하게 증가하는 경향을 나타내었다.

비지 첨가량에 따른 물리적 강도의 변화를 조사한 결과는 Fig. 8에 나타내었다. 최대하중의 경우, 비지를 첨가하지 않은 경우가 첨가한 경우보다 큰 값을 나타내었으며, 특히 펙틴을 첨가한 경우 127 g으로 가장 높았다. 비지를 첨가한 영역에서는 첨가량이 10 g에서 30 g으로 증가함에 따라 젤화제의 종류에 관계없이 일정하게 증가하는 경향을 나타내었다. 특히 카라기난을 첨가한 경우, 비지 첨가량 증가에 따라 다른 젤화제에 비하여 뚜렷하게 증가하는 경향을 보여, 10 g 첨가한 경우 30.6 g에서 65.8 g으로 약 115% 증가하는 것으로 나타나 비지 첨가량의 영향을 가장 크게 받는 것으로 나타났다. 펙틴을 첨가한 경우 비지 첨가가 없었을 경우, 127 g에서 첨가한 경

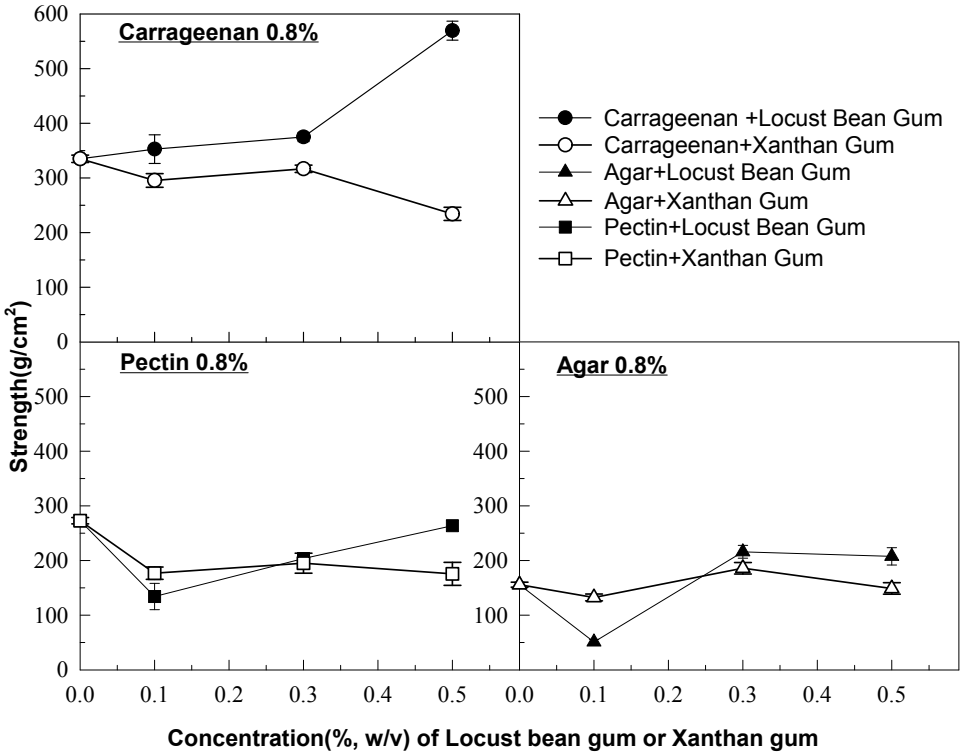


Fig. 6. Change of strength of jellified soybean residues prepared with addition of various gelling agents(carrageenan, agar, pectin).

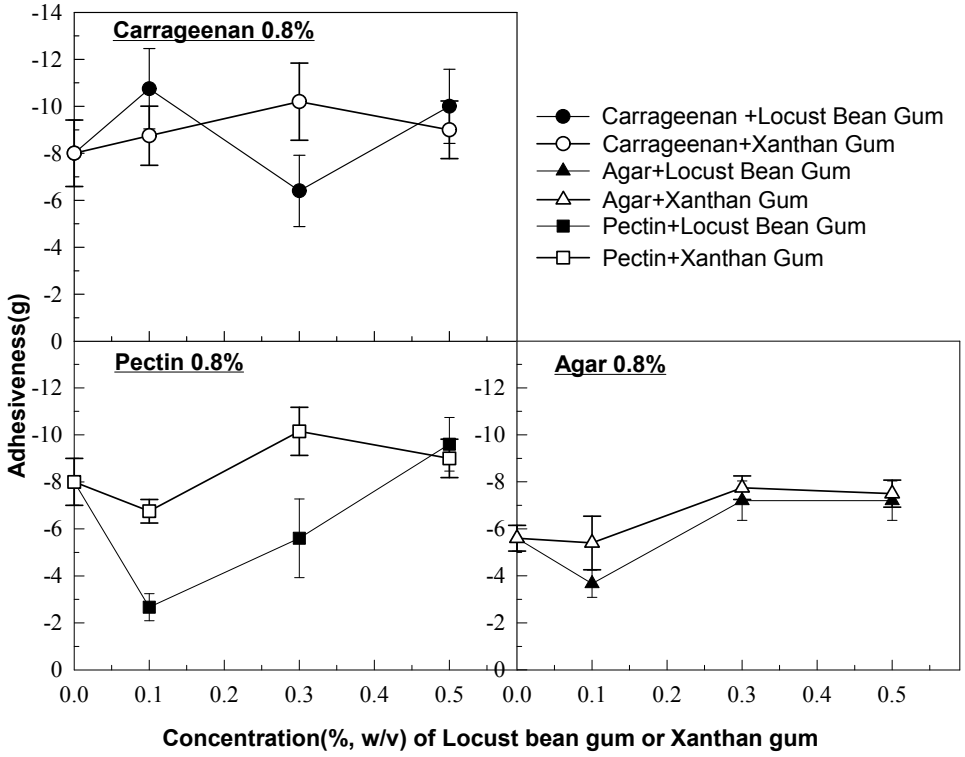


Fig. 7. Change of adhesiveness of jellified soybean residues prepared with addition of various gelling agents(carrageenan, agar, pectin).

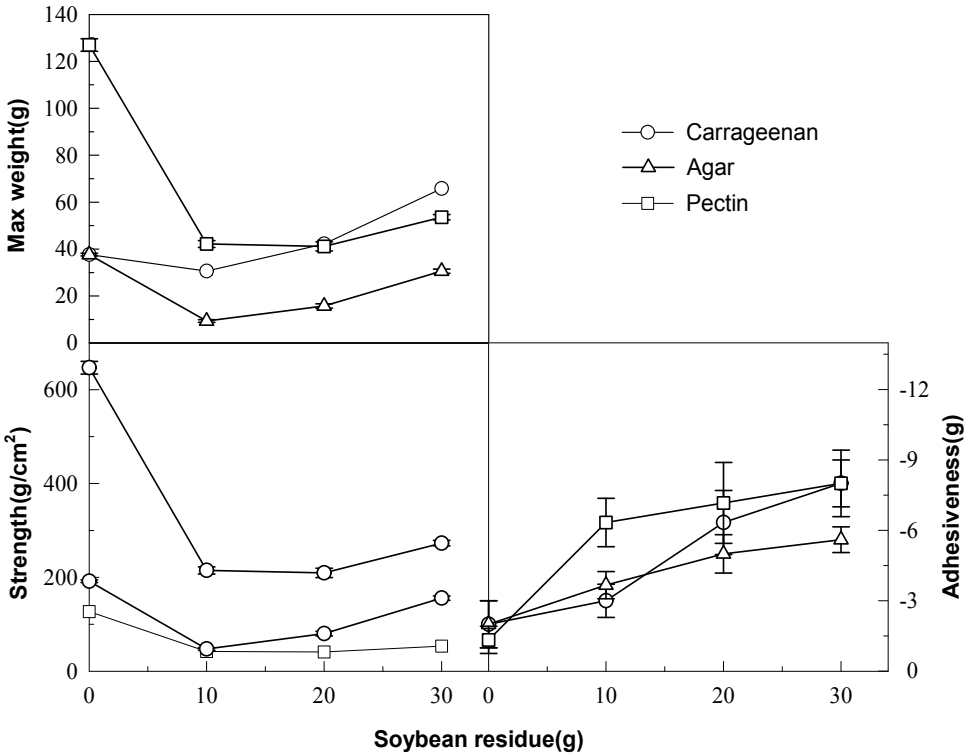


Fig. 8. Change of texture parameters in jellified samples according to adding concentration of soybean residue.

우에는 41~54 g의 값을 나타내었다. 한천을 첨가한 경우에는 9 g에서 30.6 g으로 증가폭이 컸으나, 실질적으로 제품화 하기에는 낮은 강도로 젤화제 이외에 점성제가 필요함을 알 수 있었다. 또한 최대하중과 마찬가지로 탐침의 면적을 고려한 강도의 경우에도 전체적으로 유사한 경향을 나타내었다. 한편, 점착성의 경우에는 전체적으로 비지 첨가량이 증가함에 따라 젤화제의 종류에 관계없이 일정하게 증가하는 경향을 보였으며, 이러한 경향은 카라기난을 첨가한 시료군에서 가장 뚜렷하게 나타났다.

요약 및 결론

두부 제조 공정 중의 부산물인 비지를 활용한 비지 젤화 조건을 조사함으로써 식품산업 부산물의 하나인 비지의 직접적인 이용 가능성에 관한 기초자료를 제시하였다. 다양한 검류를 사용하여 제조한 비지 젤화물의 명도는 사용 농도에 관계없이 약 77~80의 값을 보였으며, 펙틴을 사용한 경우 로커스트콩검 0.1%와 0.3%에서 다른 젤화제인 카라기난과 한천을 첨가하여 제조한 시료에 비하여 유의적으로 높은 값을 나타내었다. 그러나 비지 일정량에 젤화제와 점성제를 첨가하여 제조한 시료의 색도와 달리 비지의 함량을 달리하여 제조한 시료의 경우에는 비지 첨가량에 따라 뚜렷한 색도의 변화를 나타내었다. 카라기난을 첨가하여 제조한 비지 젤화물의 강도는 로커스트콩검과 잔탄검의 첨가 농도에 따라 각각 335~569 g/㎠와 234~335 g/㎠의 값을 보였다. 한편, 펙틴과 한천을 첨가하였을 경우에는 각각 134~272 g/㎠와 50~215 g/㎠의 값을 나타내었다. 점성제로 로커스트콩검을 사용한 경우, 카라기난을 첨가한 시료가 펙틴과 한천을 사용한 시료에 비하여 점착성이 컸으며, 그 값은 각각 −6.0~−11.0 g, −2.7~−10.2 g 및 −3.7~−7.0 g이었다. 전체적으로 비지의 첨가량이 10 g에서 30 g으로 증가함에 따라 젤화제의 종류에 관계없이 강도와 점착성이 일정하게 증가하는 경향을 나타내었으며, 이러한 경향은 카라기난을 첨가한 시료군에서 가장 뚜렷하게 나타났다. 결론적으로 젤화제로 카리기난이나 펙틴이 적당하며, 사용농도는 제품특성에 맞추어 조절하여야 하며, 특히 개발하고자 하는 제품의 부드러움이나 탄력성이 중요한 요소인 경우에는 로커스트콩검을 0.5% 이내에서 사용하는 것이 효율적임을 알 수 있다.

References

AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA

Choi YS, Lee SY. 1993. Cholesterol-lowering effects of soybean products (curd or curd residue) in rats. *J Korean Soc Food Nutr* 22:673-677

Chun KH, Kim BY, Hahm YT. 1998. Production of retort food using soybean curd residue. *Korean J Food Sci Technol* 30:1327-1332

Chung SS, Chang HN, Park MY. 1978. Dehydration of soybean residue by hot-air in conjunction with filter pressing. *Korean J Food Sci Technol* 10:1-7

Han GH, Kim BY, Lee JK. 2002. Production of extrudates formulated from pacific sand lance sauce by-product and dried *Biji*. *Korean J Food Sci Technol* 34:186-193

Im SK, Yoo SM, Kim TY, Chun HK. 2004. Quality characteristics of *Bijijang* in different fermentation conditions. *Korean J Food Sci Technol* 36:448-455

Jing Y, Chi YJ. 2013. Effects of twin-screw extrusion on soluble dietary fibre and physicochemical properties of soybean residue. *Food Chem* 138:884-889

Jung GT, Ju IO, Choi JS, Hong JS. 2000. Preparation and shelf-life of soybean curd coagulated by fruit juice of *Schizandra chinensis* Ruprecht (*Omija*) and *Prunus mume* (*maesil*). *Korean J Food Sci Technol* 32:1087-1092

Kim HJ, Kim BY, Kim MH. 1992. Rheological studies of the *tofu* upon the processing conditions. *Korean J Food Sci Technol* 27:324-328

Kim JH, Lee YT. 2007. Quality characteristics and antioxidant activities of soybean curd products containing small black soybean. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36:1431-1435

Kim WJ, Kim DH, Oh HI. 1984. Effect of solvents washing on chemical and physical properties of dried soymilk residue. *Korean J Food Sci Technol* 16:261-266

Lee SI, Lee YK, Kim SD, Lee IA, Choi JK, Suh JW. 2013. Dietary effects of fermented soybean curd residue (*Biji*) on body weight, serum lipid profiles, and antioxidation-related enzymes activity of mice fed a high fat diet. *J Korean Soc Food Nutr* 42:1043-1053

Lee WJ, Choi MR, Sosulski FW. 1992. Separation of *tofu*-residue (*biji*) into dietary fiber and protein fractions. *Korean J Food Sci Technol* 24:97-100

Lee YR, Chung HS, Seong JH, Moon KD. 2011. Quality characteristics of *tofu* with added astringent persimmon powder. *Korean J Food Sci Technol* 43:329-333

Lee, HF, Shin HC, Lee YS, Kim JY, Moon YH, Park KH, Moon JH. 2009. Comparison of quality characteristics of soybean curd and whole soybean curd. *Korean J Food Sci Technol*

41:117-121

Oh SM, Kim CS, Lee SP. 2006. Functional properties of soybean curd residue fermented by *Bacillus* sp. *J Korean Soc Food Nutr* 35:115-120

Oh SM, Seo JH, Lee SP. 2005. Production of fibrinolytic enzyme and peptides from alkaline fermentation of soybean curd residue by *Bacillus firmus* NA-1. *J Korean Soc Food Nutr* 34:904-909

Shi M, Yang Y, Guan D, Zhang Y, Zhang Z. 2012. Bioactivity of the crude polysaccharides from fermented soybean curd residue by *Flammulina velutipes*. *Carbohydrate Polymers* 89:1268-1276

Shi M, Yang Y, Wang Q, Zhang Y, Wang Y, Zhang Z. 2012. Production of total polyphenol from fermented soybean curd residue by *Lentinus edodes*. *Int J Food Sci Technol* 47: 1215-1221

Shin DH, Lee YW. 2002. Quality attributes of bread with soybean milk residue-wheat flour. *J Korean Soc Food Nutr* 15:314-320

Whistler RL, BeMiller JN. 1997. Carbohydrate Chemistry for Food Scientists. pp. 171-177. American Association of Cereal Chemists, Inc.

Woo EY, Kim MJ, Shin WS, Lee KA, Kim KS. 2001. Production of protein hydrolyzate, that can be used as food additives, from Okara. *Korean J Food Sci Technol* 33:769-773

접 수 : 2013년 7월 31일
최종수정 : 2013년 8월 23일
채 택 : 2013년 8월 26일