

## 복분자 첨가 두부의 품질특성과 저장성향상 연구

한명륜 · 김명환  
단국대학교 식품공학과

### Quality Characteristics and Storage Improvement Studies of *Rubus coreanus* Added Soybean Curd

Myung-Ryun Han and Myung-Hwan Kim

Department of Food Engineering, Dankook University

#### Abstract

The optimum dehydration temperature of far infrared drier and *Rubus coreanus* powder concentration by a response surface methodology were 61°C and 2% based on hedonic scores respectively, and the optimum concentration of extract was 2% for the manufacturing of *Rubus coreanus* powder or extract added soybean curds. The 1,000 ppm of grape seed extract or phytic acid additions were not significant differences in hedonic scores of *Rubus coreanus* added soybean curd compared to those of control. While, above that concentration occurred significant differences. The phytic acid had affected on aerobic and gram negative bacteria growth and grape seed extract had affected on yeast and mold growth during 4°C storage of *Rubus coreanus* added soybean curd.

**Keywords:** *Rubus coreanus*, soybean curd, optimum addition, grape seed extract, phytic acid

#### 서 론

복분자(*Rubus coreanus* Miquel)는 장미과 식물로서 낙엽 활엽관목으로 5~6월에 꽃이 피고 7~8월에 열매가 성숙되어 붉은색으로 익다가 흑색으로 완숙된다. 한방에서는 복분자의 덜 익은 열매를 사용하는데 약리효과로는 피로로 인한 간 손상을 억제하고 눈을 밝게 하며 이뇨제의 효능이 있으며 양기와 신기 부족으로 인한 유정, 정액부족, 발기부전 등의 치료 및 성기능을 향상시키고 몸을 덥게 하며 발모 촉진과 함께 머리카락이 희게 세는 것을 방지하는 것으로 알려져 있다(Bae, 2000). 영양성분으로는 무기질의 인, 철, 칼륨이 많이 함유되어있으며 특히 유기산과 비타민 C가 많이 포함되어있고 phenol 화합물로는 kaempferol, quercetin, sanguin, ellagic

acid, glucuronide 등을 다량 함유하고 있다(Pang, 1996). 복분자의 생리활성성분에 관한 연구로는 항암 및 면역증진효과(Lee et al., 2003), 항염증효과(Yang et al., 2007), 항산화 및 항균효과(Cha et al., 2001; Park과 Chang, 2003), anaphylaxis 억제효과(Shin et al., 2002) 등이 있다. 이러한 연구배경으로 최근 들어 복분자를 이용한 가공식품개발이 활발히 진행되고 있으며 발효주(Choi et al., 2006), 식빵(Kwon et al., 2004), 음료, 잼, 양갱, 떡 등에 이용되고 있다.

두부의 원료인 대두(*Glycine max*)는 glycinin과 albumin 등의 단백질과 지방뿐만 아니라 올리고당, isoflavone, saponin 및 섬유질 등과 같은 기능성 성분 또한 많이 함유하고 있어 영양 생리적으로 매우 우수한 식품으로 인정되고 있다(Kim et al., 2000). 반면 두부는 80% 이상의 수분 때문에 시판되는 포장두부는 포장 후 65~80°C에서 열처리하고 냉각시킨 후 냉장 유통되고 있으며 저장유통기간은 일반적으로 5일이다. 포장하지 않은 판두부는 저장기간이 4~10월은 24시간, 11~3월은 48시간이며 냉장에

Corresponding author: Myung-Hwan Kim, Professor, Department of Food Engineering, Dankook University, Cheonan 330-714, Korea  
Phone: +82-41-550-3563, Fax: +82-41-550-3566  
E-mail: kmh1@dankook.ac.kr

서는 3일을 유통기간으로 권장하고 있다(Jung & Cho, 2002). 두부의 저장성 향상을 위하여 두부를 microwave나 고압으로 처리하는 방법(Wu와 Salukhe, 1997; Prestamo et al., 2000),  $Ca^{2+}$ 이온 또는 그 이외에 다양한 화합물을 응고제로 사용하는 방법(Lee et al., 2001; Jung et al., 2000; Lee & Kim, 2004), 두부의 침지액에 보존성향상 시킬 수 있는 유기산이나 키토산을 첨가하는 방법(Chun et al., 1997; Lee et al., 1990), 식물체유래의 천연항균물질을 첨가하는 방법(Oh et al., 2002) 등이 보고되고 있다.

피틴산(phytic acid)은 곡류, 두류 및 채소 등에 존재하며 항산화 및 항암작용에 대한 효과와 담석증 치료제로서의 이용성 등과 같은 생리활성측면이 보고되면서 관심이 높아지고 있다(Rickard & Thompson, 1997). 또한, EDTA의 대체제로서 천연 피틴산은 비브리오 폐혈증을 일으키는 호염성세균 *Vibrio vulnificus*에 대한 살균효과가 크다고 보고되고 있다(Chung et al., 2006).

자몽종자 추출물은 함유된 naringin 등의 flavonoid 성분이 미생물의 세포벽 및 세포막의 기능을 약화시키고 효소활성을 저해하며 DNA/RNA에서 비롯되는 세포증식기작을 억제한다. 미생물에 대한 살균효과가 커서 500 ppm 정도의 낮은 희석배율로도 *Salmonella*를 제거하는데 효과가 있으며 대장균, 포도상구균, 콜레라균 등의 식중독 균에 모두 항균스펙트럼을 가지고 있다(Choi et al., 2000). 또한, 금속 킬레이트화(chelation) 효과, 항돌연변이유발 효과, 유리기(free radical) 봉쇄효과, 항염증효과, 항아테롬형성(anti-atherogenic)효과, 치아 우식 원인 균인 *Streptococcus mutans* 성장을 억제하는 효과 등 다양한 기능성을 가지고 있다(Jagetia & Reddy, 2002; Borrelli & Izzo, 2000; Borradaile et al., 2003).

따라서 본 연구에서는 두부제조 시 복분자를 분말 또는 추출액 형태로 첨가하였을 때 품질특성을 조사하였으며 복분자 두부의 저장성향상을 목적으로 천연항균물질인 피틴산과 자몽종자 추출물을 첨가하였을 시 저장과정에서의 이화학적 및 미생물변화를 비교분석하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에서 두부제조에 사용된 대두는 미국산 수입대두(수입 US No. 1)이었으며 복분자는 아산농

업협동조합으로부터 구입하여 급속냉동고에 보관하면서 사용하였다. 두부제조를 위한 응고제로는 태진산업(주)의 두부용 응고제 황산칼슘( $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ )과 염화마그네슘( $MgCl_2$ )을 사용하였다. 천연보존제로는 피틴산(169-14071, WaKo Co., Japan)과 자몽종자 추출물(DF-100, FA bank Co., Korea)을 사용하였다.

### 복분자 분말제조

복분자 건조분말의 제조는 원적외선건조기(DFI-150, Duksan Co., Korea)를 이용하여 50, 70 및 90 °C의 온도에서 건조하였다. 분쇄는 온도조절이 가능한 초미세분쇄기(high impact planetary mill)를 이용하여 10mm 직경의 zirconia ball 500g을 회전원통 용기에 넣고 200rpm의 조건에서 30분간 분쇄한 다음 40mesh 체를 통과 한 것을 두부제조 시 시료로 사용하였다.

### 복분자 분말제조 실험설계

실험설계는 실험에 사용한 요인(독립변수)으로서 복분자 건조온도( $X_1$ )와 첨가량( $X_2$ )을 사용하였다. 복분자 두부의 최적 공정 조건은 반응표면분석법을 이용하여 각 인자의 수준에 따른 기호도를 바탕으로 Minitab R14 program을 이용하여 분석하였다.

### 복분자 추출물제조

복분자 추출물의 제조는 ultra sonicator(CV-26, Sunileyela, Korea)를 이용하여 제조하였으며 복분자와 증류수의 비를 1:1(w/w)의 비율로 섞은 후 pulser는 6초, amplitude는 100의 조건에서 1시간 동안 추출한 다음 면포를 이용하여 복분자 씨를 제거한 후 두부에 첨가하였다. 이때 복분자 추출물의 고형분 함량은 5°Brix이었다.

### 복분자 두부 제조 및 저장

수세한 대두 100g을 상온(25°C)에서 24시간 증류수에 수침시킨 후 건져내어 30분간 수분을 제거한 후 증류수 1,700ml와 함께 blender를 이용하여 3분간 마쇄한 다음 면포를 이용하는 여과방법으로 4°Brix의 두유를 제조하였다. 제조된 두유에 대두 대비 1~3%(w/w) 복분자 분말 또는 추출물을 첨가한 후 5분간 끓인 다음 교반하면서 응고제로 대두함량을 기준으로 2.0%(w/w)에 해당하는 응고제(황산칼슘 1.0%와 염화마그네슘 1.0%)를 80°C의 온도에서 첨가하였다. 응고제를 첨가한 후 30분간 방치하고

나서 성형 틀에서 26.11g/cm<sup>2</sup>의 압력으로 1시간 동안 압착하여 복분자 두부를 성형 제조하였다(Fig. 1). 제조된 복분자 두부를 시판용 PP 포장용기에 넣고 두부 중량의 2.5배에 해당하는 멸균된 증류수를 첨가한 다음 밀봉한 후 4°C에서 저장하면서 저장성 분석을 하였다.

**관능검사**

관능검사 과목을 이수한 학생들을 대상으로 24명의 관능검사요원을 선별하였다. 관능검사요원은 기본 맛 인지검사와 순위검사를 실시하여 선별하였다(Suh *et al.*, 2001). 관능검사 방법은 보다 정확한 데이터를 얻고자 감각의 둔화작용을 최소화 하는 방법으로서 3개의 시료를 1 session으로 시행하였으며 관능검사는 balanced incomplete block design법(Stone & Sidel, 1985)을 이용하였다.

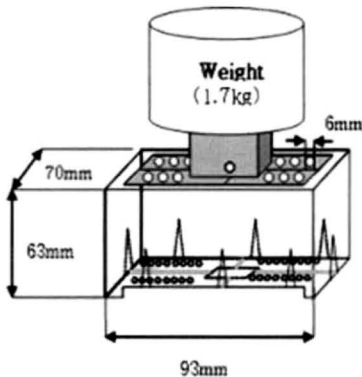


Fig. 1. Apparatus for soybean curd manufacturing.

**pH, 산도 및 탁도 측정**

pH는 침지액을 pH meter기로 측정하였으며 산도는 침지액을 10 ml 취한 다음 0.01N NaOH 용액을 이용하여 중화될 때까지 적정하였다. 탁도는 침지액을 여과지(Whatman paper No.2)를 이용하여 거르고 UV spectrophotometer(UV-160A, Shimadzu, Japan)로 600 nm에서 흡광도를 측정하였다.

**미생물 측정**

마쇄한 복분자 두부 1g에 멸균된 생리식염수(0.9% NaCl, w/v)를 이용하여 10배 단계로 적절하게 희석하였다. 그 다음 각각의 희석액 1 ml를 plate에 접종하고 호기성 생균수는 pour plate method를 이용하여 plate count agar(Becton Dickinson and company, USA)배지에 30°C에서 48시간 배양하여 형성된 colony를 계수하였고 시료 g당 colony forming units(CFU/g)로 나타내었다(Park *et al.*, 2003). 같은 방법으로 그람음성세균의 경우는 desoxycholate agar(Becton Dickinson and company, USA), 효모와 곰팡이는 potato dextrose agar(Becton Dickinson and company, USA)를 이용하여 25~30°C에서 2~5일간 배양한 후 생균수를 계수하였다(Jang *et al.*, 1995).

**결과 및 고찰**

**복분자 분말첨가 두부**

본 실험의 흥미구역인 50~90°C 의 건조온도와 1~3%의 첨가량 조건에서 제조한 복분자 두부의 기호도를 측정된 결과(Table 1) 70°C 건조온도에서 2% 복분자 분말을 첨가한 두부가 색상, 향, 맛, 조직감, 전체적인 평가의 모든 측정항목에서 높은 값을 나

Table 1. Sensory scores of *Rubus coreanus* powder added soybean curd by dehydration temperatures and *Rubus coreanus* powder concentrations

Dehydration temp.(°C)	Concentration of <i>Rubus coreanus</i> %(w/w)	Color	Odor	Taste	Texture	Overall acceptability
	Control <sup>1)</sup>	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
90	3	4.53	5.20	4.13	4.00	4.27
70	2	6.53	5.53	5.93	5.93	6.53
90	2	4.47	5.33	4.67	5.13	4.87
90	1	4.00	5.00	5.80	4.60	5.07
70	1	5.87	5.53	5.67	5.73	5.67
50	1	5.20	5.33	5.20	5.27	5.20
50	3	6.60	6.00	5.93	5.47	5.87
50	2	5.27	5.53	5.33	5.33	5.13
70	3	4.87	5.40	4.00	3.80	4.00

<sup>1)</sup>Soybean curd without *Rubus coreanus* powder.

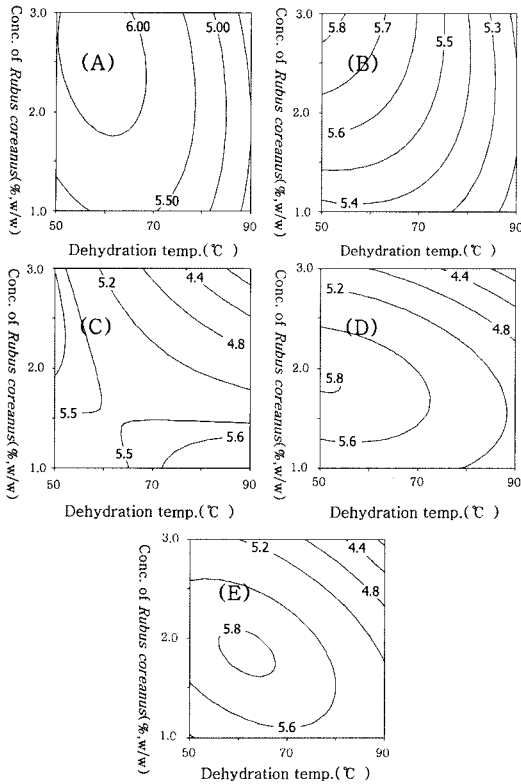


Fig. 2. Sensory scores of *Rubus coreanus* powder added soybean curd as related to dehydration temperatures and *Rubus coreanus* powder concentrations. A: color, B: odor, C: taste, D: texture, E: overall acceptability.

타내었다. 복분자 분말을 첨가한 두부의 최적제조 공정을 탐색하기 위하여 복분자 건조온도( $X_1$ ), 복분자 분말첨가량( $X_2$ )에 대한 반응표면분석결과는 Fig. 2와 같다. 복분자 분말첨가 두부의 색상과 향에 대한 기호도는 건조온도가 낮고 첨가량이 많을수록 점차 증가하는 경향을 보였으며 조직감에서는 50°C의 건조 온도에서 2%의 복분자 분말을 첨가하였을 때 5.8의 가장 높은 기호도 값을 나타내었다. 이에 반하여 전체적인 평가에서는 65°C 부근의 건조온도

에서 복분자 분말을 약 2% 첨가하였을 때 가장 높은 기호도를 보였다. 이 결과를 이용하여 기호도 평가 시 이용되었던 5가지 항목의 비중을 동일한 비율로 놓고 Minitab R14 프로그램으로 최적점을 탐색한 결과 복분자 분말 첨가두부의 최적조건은 61°C 건조온도에서 복분자 분말을 2% 첨가하였을 때 가장 높은 기호도(color= 6.05, odor = 5.59, taste = 5.47, texture = 5.74 및 overall acceptability = 5.82)를 보였다.

### 복분자 추출물 첨가두부

추출물의 형태의 복분자를 첨가한 두부에 대하여 다시료 비교검사를 9점 기호척도로 평가한 결과 Table 2와 같다. 두부제조 시 사용한 콩 중량의 2%에 해당하는 추출물을 첨가한 두부의 경우 색상을 제외한 나머지 항목에서 복분자 추출물을 첨가하지 않은 두부(control)에 비하여 기호도가 약간 상승하는 결과를 나타내었고 1%와 3% 첨가한 경우는 기호도가 대조구에 비하여 전반적으로 감소하였다. 그러나 관능검사의 모든 항목에서 시료들 간의 유의적인 차이를 나타내지는 않았다.

### 피틴산 함량에 따른 복분자 추출물첨가 두부의 품질변화

저장성 연장을 위하여 피틴산을 첨가한 2% 복분자 추출물 두부의 관능검사 결과는 Table 3과 같다. 피틴산의 양이 증가할수록 피틴산 첨가 두부의 붉은 계통 색이 강하게 나타났다. 이는 복분자가 함유한 anthocyanin 색소가 산 첨가에 의하여 농색화됨에 따라 나타난 현상이라 사료된다. 붉은 색상이 강하게 형성되어 색상에서 피틴산의 첨가량이 높은 2,000 ppm과 3,000 ppm첨가 두부의 기호도가 높게 형성된 반면 맛, 조직감, 전체적인 평가항목은 피틴산의 첨가량이 증가할수록 기호도의 급격한 저하현상을 보였다. 이는 피틴산의 강한 신맛 특성이 기호도에 영향을 미친 것으로 보인다. 조직감 항목 또

Table 2. Sensory scores of *Rubus coreanus* extract added soybean curd by *Rubus coreanus* extract concentrations

Concentration of <i>Rubus coreanus</i> extract(w/w)	Color	Odor	Taste	Texture	Overall acceptability
Control <sup>1)</sup>	5.00 <sup>NS2)</sup>	5.00 <sup>NS</sup>	5.00 <sup>NS</sup>	5.00 <sup>NS</sup>	5.00 <sup>NS</sup>
1%	3.92 <sup>NS</sup>	5.17 <sup>NS</sup>	5.25 <sup>NS</sup>	4.75 <sup>NS</sup>	4.83 <sup>NS</sup>
2%	4.08 <sup>NS</sup>	5.83 <sup>NS</sup>	5.67 <sup>NS</sup>	5.33 <sup>NS</sup>	5.33 <sup>NS</sup>
3%	5.17 <sup>NS</sup>	4.92 <sup>NS</sup>	5.08 <sup>NS</sup>	4.58 <sup>NS</sup>	4.58 <sup>NS</sup>

<sup>1)</sup>Soybean curd without *Rubus coreanus* powder

<sup>2)</sup>Not significance

**Table 3. Sensory scores of 2%(w/w) *Rubus coreanus* extract added soybean curd by various phytic acid concentrations**

Concentration of phytic acid(v/v)	Color	Odor	Taste	Texture	Overall acceptability
Control <sup>1)</sup>	4.00 <sup>b</sup>	5.45 <sup>NS2)</sup>	6.09 <sup>a</sup>	5.55 <sup>a</sup>	6.00 <sup>a</sup>
1,000ppm	4.09 <sup>b</sup>	5.55 <sup>NS</sup>	4.91 <sup>a</sup>	5.73 <sup>a</sup>	5.00 <sup>a</sup>
2,000ppm	6.36 <sup>a</sup>	5.64 <sup>NS</sup>	2.36 <sup>b</sup>	2.73 <sup>b</sup>	2.82 <sup>b</sup>
3,000ppm	6.18 <sup>a</sup>	4.36 <sup>NS</sup>	1.82 <sup>b</sup>	2.64 <sup>b</sup>	1.73 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Soybean curd with *Rubus coreanus* extract 2%(w/w)

<sup>2)</sup>Not significance

한 피틴산의 첨가량이 증가할수록 기호도가 감소하는 결과를 나타내었는데 이는 피틴산의 함량이 증가함에 따라서 두부의 결착력이 감소하여 거친 조직의 두부가 형성되어진 것이 그 원인이라 생각된다. 피틴산의 농도에 따른 복분자 추출물 첨가 두부의 전체적인 기호도는 1,000 ppm의 농도까지는 유의적인 차이를 나타내지 않은 반면 그 이상의 농도에서는 차이가 나타났다. 이상의 결과를 바탕으로 볼 때 두부의 제조과정에서 두유에 피틴산을 첨가할 경우 그 농도는 1,000 ppm 이하의 농도로 조절하는 것이 바람직하리라 사료된다.

**자몽종자 추출물 함량에 따른 복분자 추출물첨가 두부의 품질변화**

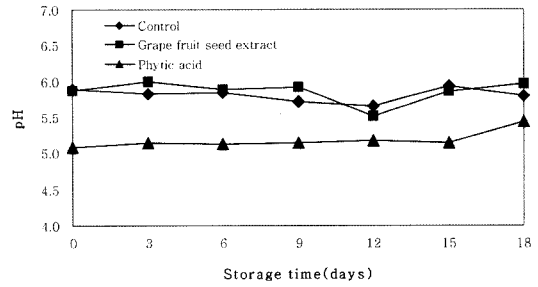
저장성 연장을 위하여 자몽종자 추출물을 첨가한 2% 복분자 추출물 두부의 관능검사 결과는 Table 4와 같다. 자몽종자 추출물은 naringin과 citral 성분의 향미생물 및 정균작용을 이용한 것으로 이 두 가지 물질은 쓴맛과 떫은맛이 야기하기 때문에 식품에 적용 시 그 사용량에 크게 제한을 받는다. 이러한 사항은 관능검사 결과에서도 나타나 자몽종자 추출물의 농도가 증가 할수록 모든 관능검사 항목에서 기호도의 저하를 나타내었다. 자몽종자 추출

**Table 4. Sensory scores of 2%(w/w) *Rubus coreanus* extract added soybean curd by various grape fruit seed extract concentrations**

Concentration of grape fruit seed extract(v/v)	Color	Odor	Taste	Texture	Overall acceptability
Control <sup>1)</sup>	5.11 <sup>NS2)</sup>	6.22 <sup>a</sup>	6.09 <sup>a</sup>	6.56 <sup>a</sup>	6.67 <sup>a</sup>
1,000ppm	5.00 <sup>NS</sup>	5.11 <sup>a</sup>	4.91 <sup>a</sup>	6.22 <sup>a</sup>	5.33 <sup>a</sup>
2,000ppm	5.33 <sup>NS</sup>	3.33 <sup>b</sup>	2.36 <sup>b</sup>	3.44 <sup>b</sup>	3.44 <sup>b</sup>
3,000ppm	4.22 <sup>NS</sup>	4.11 <sup>b</sup>	1.82 <sup>b</sup>	3.89 <sup>b</sup>	3.11 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Soybean curd with *Rubus coreanus* extract 2%(w/w)

<sup>2)</sup>Not significance



**Fig. 3. pH changes of *Rubus coreanus* extract soybean curd immersion solutions at 4°C storage.**

물을 두유 기준으로 1,000 ppm의 농도까지 첨가하였을 경우는 관능적으로 유의성 차이가 나타나지 않았으나 1,000 ppm 이상 농도에서는 유의성 차이를 나타내었다. 두부의 제조과정에서 두유에 자몽종자 추출물을 첨가할 경우 피틴산과 마찬가지로 그 농도는 1,000 ppm 이하의 농도로 조절하는 것이 바람직하리라 사료된다.

**천연보존제 첨가에 따른 복분자 추출물첨가 두부 저장 중 침지액의 pH 변화**

천연보존제(자몽종자 추출물 또는 피틴산)첨가에 따른 복분자 두부 침지액의 pH 변화양상은 Fig. 3과 같다. 저장 중 급격한 pH의 변화는 나타나지 않았고 5~6 사이에서 일어났다. 피틴산을 첨가한 두부의 경우는 대조구나 자몽종자 추출물 첨가두부에 비하여 낮은 pH를 형성하였는데 이는 피틴산의 산성분이 침지액의 pH에 영향을 미친 것으로 판단된다. 저장기간이 길어짐에도 불구하고 복분자 두부 침지액의 pH가 일정하게 유지되는 이유는 두부를 구성하고 있는 단백질이 미생물이 생육하면서 발생하는 산에 대한 완충작용(buffering reaction)을 하기 때문에 급격한 pH의 변화를 억제한 것으로 사료된다.

**천연보존제 첨가에 따른 복분자 추출물첨가 두부 저장 중 침지액의 산도 변화**

천연보존제를 첨가하여 제조한 복분자 두부 침지액의 산도 변화는 Fig. 4와 같다. 피틴산을 1,000 ppm 첨가한 두부가 자몽종자 추출물을 첨가한 두부나 대조구에 비하여 상대적으로 높은 값을 형성하였으며 모든 실험군에서 저장기간에 경과함에 따라서 지속적인 산도 상승을 나타내었다. 초기 산도 뿐만 아니라 모든 저장기간에서 가장 높은 산도를 형성한 것은 피틴산을 첨가한 두부의 침지액으로

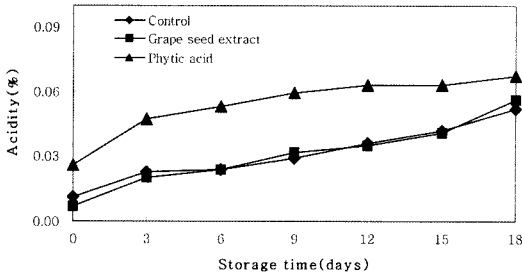


Fig. 4. Acidity changes of *Rubus coreanus* extract soybean curd immersion solutions at 4°C storage.

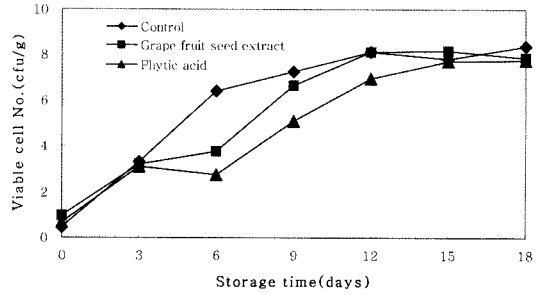


Fig. 6. Aerobic bacteria changes of *Rubus coreanus* extract soybean curds at 4°C storage.

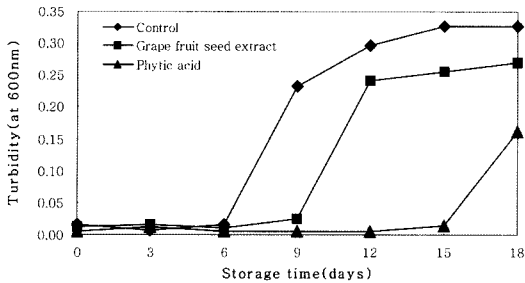


Fig. 5. Turbidity changes of *Rubus coreanus* extract soybean curd immersion solutions at 4°C storage.

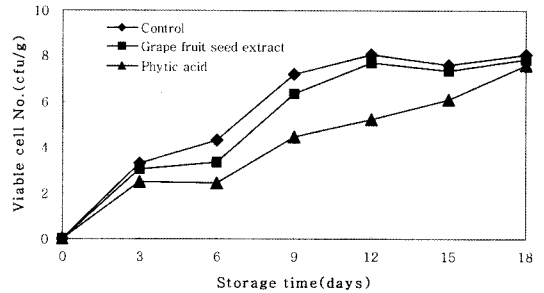


Fig. 7. Gram negative bacteria changes of *Rubus coreanus* extract soybean curds at 4°C storage.

이는 피틴산 자체의 산성분이 영향을 미친 것으로 사료된다.

천연보존제 첨가에 따른 복분자 추출물첨가 두부 저장 중 침지액의 탁도 변화

복분자 추출물 첨가 두부의 침지액에 대한 탁도 변화는 Fig. 5와 같다. 피틴산 첨가 두부의 침지액 경우는 저장 15일까지도 거의 0에 가까운 탁도를 보인 반면 대조구의 경우는 저장 9일 이후, 자몽종자 추출물 첨가의 경우는 저장 12일 이후부터 급격한 상승을 나타내었다. 이와 같은 침지액의 탁도 변화는 미생물의 생육에 의한 생균수의 증가, 두부 단백질의 분해 및 부패에 따른 점질물의 생성과 연관되어지는 것(Jung et al., 2000)으로 대조구나 자몽종자 추출물 첨가보다 피틴산 첨가의 경우가 미생물의 성장 및 부패물의 생성을 효과적으로 억제함을 알 수 있었다.

천연보존제 첨가에 따른 복분자 추출물첨가 두부 저장 중 미생물 변화

복분자 추출물 첨가 두부에 대한 저장성 실험으로 대조군과 천연보존제(자몽종자 추출물 또는 피

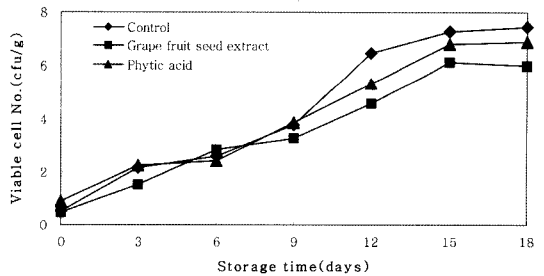


Fig. 8. Yeast and mold changes of *Rubus coreanus* extract soybean curds at 4°C storage.

틴산)를 1,000 ppm 첨가한 두부를 제조한 다음 시판용 두부용기(polypropylene)에 넣고 두부중량의 2.5배에 해당하는 멸균된 증류수를 첨가한 다음 4°C의 온도에서 저장하면서 각 저장 일자별로 시료를 취하여 생균수를 측정하였다(Fig. 6~8). 모든 두부에서 저장 3일까지는 두부의 부패기준에 해당하는  $10^6$  cfu/g 이하의 호기성 세균수를 나타내었으나 대조구의 경우는 저장 6일부터, 자몽종자 추출물첨가 두부의 경우는 저장 9일부터, 피틴산 첨가 두부의 경

우는 저장 12일부터  $10^6$  cfu/g수준에 도달하였다. 그람음성세균 수에서는 자몽종자 추출물 또는 피틴산을 첨가한 두부의 경우 저장기간 내내 생육을 저해하는 효과를 계속 유지하였으며 자몽종자 추출물 보다는 피틴산 첨가가 효과적이었다. 효모 및 곰팡이의 경우에는 저장 12일 이후에 천연보존제의 항균효과가 분명히 나타났으며 피틴산 보다는 자몽종자 추출물의 항균효과가 뚜렷하게 나타났다. 호기성 세균과 그람음성세균에서는 자몽종자 추출물 첨가 두부 보다는 피틴산 첨가 두부의 경우가 보다 높은 항균효과를 보였으며 효모 및 곰팡이의 경우에는 피틴산 보다 자몽종자 추출물의 항균효과가 뚜렷하게 나타났다.

### 요 약

복분자 첨가 두부 제조 시 복분자 분말의 경우 원적외선건조기의 건조온도와 복분자 첨가량을 달리하여 제조한 두부를 반응표면분석법으로 기호도를 조사한 결과 최적의 복분자 두부 제조공정은 61°C의 건조온도에서 제조한 복분자 분말을 2% 첨가하였을 경우로 탐색되었다. 복분자를 추출물의 형태로 첨가한 복분자 두부 경우는 2%의 추출물을 첨가하였을 때 가장 좋은 기호도를 나타내었다. 복분자 첨가 두부의 저장기간 연장을 위하여 자몽종자 추출물 또는 피틴산의 첨가량조절을 관능검사로 한 결과 1,000 ppm의 수준으로 첨가하였을 경우 대조구와 유의성차이를 나타내지 않았으나 그 이상의 농도에서는 유의성차이가 나타났다. 천연보존제 첨가 두부를 4°C 저장조건에서 미생물 변화를 조사한 결과 피틴산 첨가 두부의 경우 호기성세균과 그람음성세균에서 생육억제 효과가 두드러지게 나타난 반면 자몽종자 추출물 첨가 두부의 경우는 효모와 곰팡이에서 항균작용이 높게 나타났다.

### 감사의 글

본 논문은 2006년도 단국대학교 대학연구비의 지원으로 연구되었으며 이에 감사드립니다.

### 참고문헌

Bae GH. 2000. *The Medicinal Plants of Korea*. Kyohak Publishing Co., Seoul, Korea.  
Borradaile NM, Dreu LE, Barrett PH, Behrsin CD and Huff

MW. 2003. Hepatocyte apoB-containing lipoprotein secretion is decreased by the grapefruit flavonoid, naringenin, via inhibition of MTP-mediated microsomal triglyceride accumulation. *Biochemistry*. **42**: 1283-1291  
Borrelli F and Izzo AA. 2000. The plant kingdom as a source of anti-ulcer remedies. *Phytother. Res.* **14**: 581-591  
Cha HS, Park MS and Park KM. 2001. Physiological activities of *Rubus coreanus* Miquel. *Korean J. Food Sci. Technol.* **33**: 409-415  
Choi OK, Noh YC and Hwang SY. 2000. Antimicrobial activity of grape seed extracts and polylysine mixture against Food-bone pathogens. *Korean J. Dietary culture.* **15**: 9-14  
Choi HS, Kim MK, Park HS, Kim YS and Shin DH. 2006. Alcoholic Fermentation of *Bokburja*(*Rubus coreanus* Miq.) Wine. *Korean J. Food Sci. Technol.* **38**: 543-547  
Chun KH, Kim BY, Son TI and Han YT. 1997. The extension of tofu shelf-life with water soluble degraded chitosan as immersion solution. *Korean J. Food Sci. Technol.* **29**: 476-481  
Chung YH, Park WW, Lee SY, Lee SW, Lim CH and Yoon MH. 2006. Effects of Phytic Acid on Viability of *Vibrio vulnificus* and on Septicemia-Induced Mice. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.* **49**: 15-20  
Jagatia GC and Reddy TK. 2002. The grapefruit flavanone naringin protects against the radiation-induced genomic instability in the mice bone marrow: a micronucleus study. *Mutat. Res.* **519**: 37-48  
Jang WY, Kim BY and Shin DH. 1995. Studies on the physical properties of soybean curd stored in the solution of different salt concentration. *Agric. Chem. Biotechnol.* **38**: 135-140  
Jung GT, Ju JO, Choi JS and 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  
Jung JY and Cho EJ. 2002. The Effect of green tea powder levels on storage characteristics of tofu. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.* **18**: 129-135  
Kim JY, Kim JH, Kim JK and Moon KD. 2000. Quality Attribute of whole Soybean flour Tofu Affected by Coagulant and Theirs Concentration. *Korean J. Food Sci. Technol.* **32**: 402-409  
Kwon SY, Kim YS, Song GS and Hong SP. 2004. Quality Characteristic of Bread with Rubi Fructus(*Rubus coreanus* Miquel) Juice. *Korean J. Food & Nutr.* **17**: 272-277  
Lee KS, Kim DH, Baek SH and Chon SH. 1990. Effects of coagulants and soaking solutions of tofu (soybean curd) on extending its shelf-life. *Korean J. Food Sci. Technol.* **22**: 116-122  
Lee KS, No HK and Mayers SP. 2001. Effect of chitosan as a coagulant on shelf-life of tofu prepared in commercial-scale. *Food Sci. Biotechnol.* **10**: 529-533  
Lee MK, Lee HS, Choi GP, Oh DH, Kim JD, Yu CY and

- Lee HY. 2003. Screening of biological activities of the extracts from *Rubus coreanus* Miq. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* **11**: 5-12
- Lee MY and Kim SD. 2004. Shelf-life and characteristics of tofu coagulated by calcium lactate. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* **33**: 412-419
- Oh SW, Lee YC and Hong HD. 2002. Effects on the shelf-life of tofu with ethol extracts of *Rubus coreanus miquel*, *Therminalia Retz* and *Rhus javanica*. *Korean J. Food Sci. Technol.* **34**: 746-749
- Pang KC, Kim MS and Lee MW. 1996. Hydrolyzable tannins from the fruits of *Rubus coreanum*. *Kor. J. Pharmacogn.* **27**: 366-370
- Park YJ, Nam YL, Jeon BR, Oh NS and In MJ. 2003. Effects of garlic addition on quality and storage characteristics of soybean curd(Tofu). *J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol.* **46**: 329-332
- Park YS and Chang HG. 2003. Lactic acid Fermentation and Biological Activities of *Rubus coreanus*. *J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol.* **46**: 367-375
- Prestamo G, Lesmes M, Otero L and Arroyo P. 2000. Soybean vegetable protein(tofu) preserved with high pressure. *J. Agric. Food Chem.* **48**: 2943-2947
- Rickard SE and Thompson LU. 1997. Interaction and biological effects of phytic acid. In: *Antinutrient and phytochemicals in Food*. ACS Symposium Series 662. F. Shahidi (ed.). American Chemical Society, Washington, USA. pp. 294-312
- Shin TY, Kim SH, Lee ES, Eom DO and Kim HM. 2002. Action of *Rubus coreanus* extract on systemic and local anaphylaxis. *Phytother Res.* **16**: 508-513
- Stone H and Sidel JL. 1985. *Sensory Evaluation Practices*. Academic Press, London, UK
- Suh DS, Kim SH, Hong JH and Kim KO. 2001. Application of quantitative descriptive analysis to commercial soybean curd. *Korean J. Dietary Culture.* **16**: 58-64
- Wu MT and Salukhe DK. 1997. Extending shelf-life of fresh soybean curds in-package microwave treatments. *J. Food Sci.* **42**: 1448-1450
- Yang HM, Lim SS, Lee YS, Shin HK, Oh YS and Kim JK. 2007. Comparison of the Anti-inflammatory effects of the extracts from *Rubus coreanus* and *Rubus occidentalis*. *Korean J. Food Sci. Technol.* **39**: 342-347