

팥 침출액의 이화학적 특성에 대한 효소처리의 영향

황철승 · 정도영¹ · 김용석² · 나종민³ · 신동화^{1,*}

롯데중앙연구소, ¹전북대학교 응용생물공학부(식품공학 전공),
²전북대학교 바이오식품 소재개발 및 산업화 연구센터, ³(주)대두식품

Effects of Enzyme Treatment on Physicochemical Characteristics of Small Red Bean Percolate

Cheol-Seung Hwang, Do-Yeong Jeong¹, Yong-Suk Kim², Jong-Min Na³, and Dong-Hwa Shin^{1,*}

Lotte R&D Center

¹Faculty of Biotechnology (Food Science & Technology Major), Chonbuk National University

²Research Center for Industrial Development of BioFood Materials, Chonbuk National University

³Daedoo Food Co., Ltd.

Effect of enzyme treatment on physicochemical characteristics of small red bean percolate were estimated. Three types of small red bean percolate were prepared by heat treatment for 30 min at 95°C (1st), 30 min at 95°C (2nd), and 40 min at 120°C (3rd). They were then treated with 0.5% α -amylase (v/v) for 4 hr at 108°C (α -amylase treatment), then with 0.5% β -amylase (v/v) for 4 hr at 60°C (α - and β -amylase treatment). Crude saponin contents of 1st-3rd percolates were 0.82, 1.44, and 1.52 mg/g, respectively. °Brix of small red bean percolates treated with enzymes increased to 0.8-1.2 °Brix, with 2nd and 3rd percolates showing no significant difference between α -amylase and α - and β -amylase treatments. pH of 3rd percolate treated with α - and β -amylase decreased from initial 6.2 to 4.7. Hunter L value of small red bean percolate treated with enzymes decreased, whereas a and b values increased. Small red bean beverage made with 3rd percolate showed high score in flavor, taste, and overall acceptability. Results suggest small red bean percolate treated with enzymes could be used for preparation of small red bean beverage.

Key words: small red bean, small red bean percolate, small red bean beverage, α -amylase, β -amylase

서 론

팥(小豆·赤豆; small red bean, azuki bean, *Phaseolus angularis* W.F. Wight.)은 쌍떡잎식물 장미목 콩과의 한해살이풀이며 콩과로 분류된다(1).

팥의 국내 생산량은 1999년 13,002톤에서 2001년 10,578톤, 2003년 6,424톤으로 해마다 감소하고 있다. 반면, 국내 수입량은 1999년 21,000톤에서 2003년 29,750톤으로 증가추세를 보이고 있다. 팥의 공급량은 1999년 32,000톤에서 2003년 36,000톤으로 증가하였고, 1인 1일당 팥 공급량은 1999년 1.87g에서 2002년 1.84g으로 일정한 수준을 유지하고 있다(2,3).

팥(국내산)은 100g당 에너지 337 kcal, 수분 8.9g, 단백질 19.3g, 지질 0.1g, 당질 63.7g, 섬유소 4.7g, 회분 3.3g, 칼슘

82mg, 인 424mg, 철 5.6mg, 나트륨 1mg, 칼륨 1180mg, 비타민 B₁ 0.54mg, 비타민 B₂ 0.14mg, niacin 3.3mg, 비타민 B₆ 0.39mg, 판토텐산 1.0mg, 엽산 130 μ g, 비타민 E 0.6mg, 비타민 K 8 μ g의 구성 성분을 지닌다(4,5).

팥은 비타민 B₁이 많은 편으로서 쌀밥에서 부족하기 쉬운 비타민을 공급하여 주며, 각기 뿐만 아니라 피로회복에도 효과가 있다. 팥 단백질의 대부분은 글로불린 중 글리시닌이고, 발린을 제외한 필수 아미노산이 풍부하다. 특히, 쌀의 제한 아미노산인 라이신의 함량이 높아 아미노산 보충효과로 혼식하면 단백질의 질을 향상시켜 주기도 한다(6). 팥에 함유된 사포닌은 섬유질과 함께 변통을 돕는 효과가 있으며, 독을 풀고 배변을 촉진하여 장을 깨끗이 해주며, 신장병, 각기병, 숙취에도 이용된다(7). 한편, 팥의 색소는 anthocyanin계의 cyanidin으로 알려져 있으며(8,9), 이들 색소는 항산화(10,11) 및 항종양(12) 효과를 나타내는 것으로 보고되었다.

이처럼 팥에는 많은 효능이 잠재되어 있고, 건강에 대한 소비자들의 관심이 높아지면서 팥 제품에 대한 수요가 증가하는 추세이다. 팥은 밥에 혼합하여 먹는 외에 대부분 빵의 앙금으로 이용되고 있는데, 대부분의 앙금 제조 공장에서는 팥앙금

*Corresponding author: Dong-Hwa Shin, Faculty of Biotechnology (Food Science & Technology Major), Chonbuk National University, Dukjin-Dong, Jeonju, Chonbuk 561-756, Korea
Tel: 82-63-270-2570
Fax: 82-63-270-2572
E-mail: dhshin@chonbuk.ac.kr

제조공정에서 나오는 팔 침출액을 폐수로 버리고 있는 실정이다. 또한, 팔 침출액 속에는 고온처리에 의해 상당량의 가용성 전분이 용출되어 식품의 소재로 이용할 때 혼탁 및 침전의 문제를 일으킬 가능성이 있다.

따라서 본 연구에서는 팥앙금 제조공정에서 나오는 팔 침출액을 식품 재료로 이용할 수 있는 방법을 모색하기 위한 기초 연구로서, α- 및 β-amylase 처리에 의해 식품 소재로 이용할 때 문제를 일으킬 수 있는 가용성 전분을 분해하고자 하였으며, 이에 따른 팔 침출액의 이화학적 특성 변화와 팔 침출액을 이용한 음료제조에 대하여 실험하였기에 보고한다.

재료 및 방법

팥

(주)대두식품(전북 군산시)에서 팥앙금 제품 생산에 사용하는 2001년산 붉은팥(전북 장수산 보통팥)을 사용하였다.

팥 침출액 제조

(주)대두식품에서 현재 팥앙금 제품을 생산하는 팥 증자 공정(Fig. 1)에서 발생하는 1차, 2차 및 3차 침출액을 사용하였다. 1차 침출액은 정제수를 가하여 팥을 95°C에서 30분 가열처리(1차 삶기)하여 나온 액이며, 이 액을 제거한 후 다시 이 과정(95°C, 30분 처리)을 반복한 것(1차 삶기)이 2차 침출액, 그리고 2차 침출액을 제거한 후 다시 정제수를 가하여 120°C에서 40분 처리하여 나온 증자액(2차 삶기)을 3차 침출액으로 하였다.

효소 및 효소처리

(주)대상에서 제공한 Novo사(Denmark)의 α-amylase(250 unit/g)와 β-amylase(20 unit/mg)를 사용하였다. 팔 침출액을 만든 후 멸균된 거즈로 1차 여과하고, 거름종이(Whatman No. 4, England)를 사용하여 2차 여과하였다. 이 여액에 α-amylase 처리구는 α-amylase 0.5%(v/v)를 108°C에서 4시간 반응시켰고, α-와 β-amylase 처리구는 α-amylase 0.5%(v/v)를 첨가하여 108°C에서 4시간 반응시킨 후 α-amylase 0.5%(v/v)를 첨가하여 60°C에서 4시간 처리하였다. 한편, 효소처리를 하지 않은 것을 대조구로 하여 비교하였다.

일반성분 분석

팥 침출액의 수분, 조단백질, 조지방 및 회분은 AOAC 방법(13)에 의하여 정량하였고, 탄수화물 함량은 전체에서 수분, 조단백질, 조지방 및 회분을 뺀 값으로 계산하였다. pH는 pH meter(520A, Orion Research Inc., USA)로, °Brix는 굴절당도계(Atago Co., Ltd., Japan)를 사용하여 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다. 총산 함량은 침출액 20 mL를 취하여 0.01 N NaOH용액을 사용하여 pH 8.3이 될 때까지 적정한 후 구연산 함량으로 나타내었다.

유리당 측정

팥 침출액 5 mL를 취하고, 여기에 동량의 99.9% ethanol을 가하여 혼합한 후 membrane filter(pore size 0.45 μm)로 여과하여 high performance liquid chromatography(HPLC)로 분석하였다. HPLC 분석시 NS-2001P pump(Futechs, Daejeon)와 R.I. 검출기(Model differential refractive index detector RI 8120, Biscoff, Futechs, 대전)를 사용하였으며, column은 high performance carbohydrate column(4.6×250 mm, Waters Co., Milford, USA)

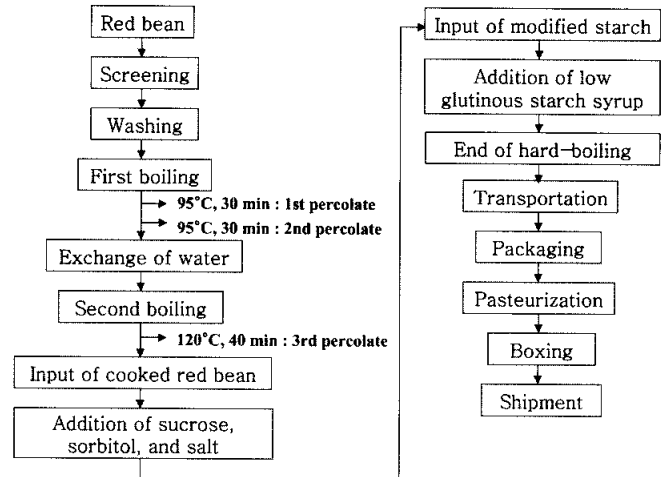


Fig. 1. Preparation of small red bean paste.

를, 이동상은 acetonitrile : water = 80 : 20(v/v)의 비율로 사용하였고, 1.4 mL/min의 유속으로 측정하였다.

색도 측정

Color and color different meter(SP-80, Tokyo Denshoku Co. Ltd., Japan)를 사용하여 표준색판(X = 82.94, Y = 84.65, Z = 94.34)으로 보정 후 Hunter's Lab값, 즉 명도(L), 적색도(a), 황색도(b) 값을 측정하였다.

조사포닌 정량

팥 침출액의 조사포닌 함량은 인삼제품류의 인삼성분 시험법(15)에 따라 시험하였다. 즉, 시료 2g 정도를 물 60 mL에 녹여 분액갈때기에 넣고 디에틸 에테르 60 mL를 넣어 탈지시켰다. 물층을 수포화부탄올 60 mL로 3회 추출한 후 이 추출액을 물 50 mL로 수세하고 수포화부탄올층을 농축플라스크에 옮겨 감압농축하였다. 105°C에서 20 min 건조 후 30 min 간 방냉시킨 후 중량을 측정하여 조사포닌을 정량하였다.

$$\text{조사포닌(mg/g)} = \frac{\text{농축 건조후의 플라스크 무게(mg)} - \text{항량 플라스크 무게(mg)}}{\text{시료의 양(g)}}$$

음료 제조 시험

팥의 3차 침출액을 멸균된 거즈로 1차 여과하고, 거름종이(Whatman No. 4, England)를 사용하여 2차 여과하였다. 이 여액에 α-amylase 0.5%(v/v)를 첨가하여 108°C에서 4시간 반응시킨 후 β-amylase 0.5%(v/v)를 첨가하여 60°C에서 4시간 동안 반응시켰다. 효소처리가 끝난 액을 거름종이(Whatman No. 4, England)를 사용하여 3차 여과하였다. 이 여액에 물, 액상과당, 설탕, 식물성크림, 호박산, 사과산, 착향료, 칩즙, 복분자 착즙액을 조합하여 음료를 제조하였다. 음료를 통조림관(180 mL 주우스관)에 넣고 반자동밀봉기(八重洲製ホムシ-マ, Japan)를 이용하여 밀봉 후 100°C에서 15분간 살균처리하고 바로 냉각하여 시제품으로 하였다.

관능검사

제조된 음료 시제품을 37명의 관능검사 요원을 대상으로 9 점 척도법에 의해 향, 맛, 색 및 종합평가에 대한 관능평가를 실시하여 평균값을 나타내었다.

Table 1. Proximate composition of small red bean percolate

Composition	1st percolate ¹⁾	2nd percolate	3rd percolate
Moisture (%)	99.49 ± 0.03 ²⁾	99.20 ± 0.02	96.02 ± 0.03
Crude protein (%)	0.07 ± 0.01	0.11 ± 0.01	0.60 ± 0.02
Crude fat (%)	ND	ND	ND
Carbohydrate (%)	0.36 ± 0.03	0.56 ± 0.02	2.79 ± 0.05
fructose	0	0	0.08 ± 0.01
sucrose	0.11 ± 0.02	0.08 ± 0.01	0.33 ± 0.03
stachyose	0.22 ± 0.02	0.48 ± 0.04	2.14 ± 0.05
Ash (%)	0.08 ± 0.01	0.13 ± 0.01	0.59 ± 0.02

¹⁾1st percolate: 95°C, 30 min, 2nd percolate: 95°C, 30 min, 3rd percolate: 120°C, 40 min. Refer to Fig. 1.

²⁾Mean ± standard deviation, n=3.



Fig. 2. Crude saponin content of small red bean percolate.
 ■: 1st percolate (95°C, 30 min), □: 2nd percolate (95°C, 30 min), ■: 3rd percolate (120°C, 40 min). Values are means of triplicate determination. Vertical bars represent standard deviation.

통계처리

모든 시험은 3회 반복 측정하여 SAS 통계처리 프로그램(14)의 multiple Duncan test를 이용하여 유의성을 검정(p < 0.05)하였다.

결과 및 고찰

일반성분

팥 침출액의 조단백질 함량은 1차 침출액 0.07%, 2차 침출액 0.11%, 3차 침출액 0.60%로서 침출 횟수가 증가함에 따라 높아졌으며, 조지방은 검출되지 않았다(Table 1). 탄수화물 함량은 침출 횟수가 증가함에 따라 높아져 3차 침출액에서 2.79%를 나타내었으며, 이것의 주요 유리당은 stachyose(2.14%), sucrose(0.33%) 및 fructose(0.08%)이었다. Koh 등(16)은 팥 물추출액의 주요 유리당은 stachyose(37.9%, dry basis), sucrose(7.4%), maltose(3.1%), glucose(0.8%) 및 raffinose(0.6%) 등으로서 난소화성 당이 많이 함유되어 있다고 보고하여 주요 유리당의 종류가 본 실험결과와 비슷하였다.

조사포닌 함량

팔랑금 제조 공정 중에서 나오는 팥 침출액의 조사포닌 함량을 측정된 결과를 Fig. 2에 나타내었다. 침출액의 조사포닌을 정량한 결과 1차 침출액은 0.82 mg/g, 2차 침출액은 1.44 mg/g, 3차 침출액은 1.52 mg/g 으로 침출이 진행됨에 따라 조사포닌이 더 많이 용출되는 것으로 나타났다. 팥에는 0.3% 정도의 사포닌이 존재한다고 알려져 있으며(7), 본 실험에서 사용한 침

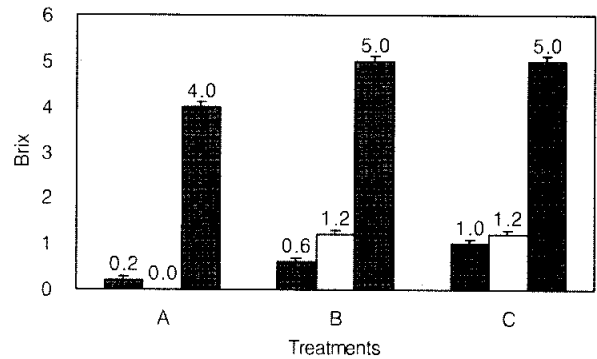


Fig. 3. Change of Brix in small red bean percolate treated with α- and β-amylase.

A: Control (non-treatment), B: small red bean percolate treated with α-amylase 0.5% (v/v), C: small red bean percolate treated with α-amylase 0.5% (v/v) and β-amylase 0.5% (v/v). Refer to Fig. 2 for design of bars. Values are means of triplicate determination.

출액에는 그 중 일부가 침출된 것으로 추정된다. 대두의 조사포닌 함량은 0.22-0.53%로서 분석방법에 따라 차이를 보이고 있다(17-20). 한편, 두유의 경우 0.05%(wet basis) 정도로 함유(20)되어 있어 본 연구의 결과(0.082-0.152%)와 비슷한 함량을 나타내고 있다.

°Brix

침출액에 α- 및 β-amylase를 처리한 후 Brix의 변화를 측정 한 결과는 Fig. 3과 같다. 효소처리를 하지 않은 대조구(A)의 1차 침출액의 °Brix는 0.2이었으나 2차 침출액의 °Brix는 0이었 고, 3차 침출액에서는 4.0 °Brix로 급격히 증가하였다. α-Amylase 0.5%(v/v)를 처리한 경우 1차, 2차 및 3차 침출액의 °Brix는 각 각 0.6, 1.2 및 5.0로 증가하였다. α-Amylase와 β-amylase를 각 각 0.5%(v/v)씩 처리한 경우 1차 침출액의 °Brix는 1.0으로 증 가하였으나 2차 및 3차 침출액의 경우는 α-amylase만 처리했 을 때와 차이가 없었다. 팥 침출액에 α-와 β-amylase를 처리했 을 때 대조구에 비해 추출 횟수별로 1.0 °Brix 정도 증가하는 것으로 나타났으며, 이는 α-amylase가 팥 침출액에 용해되어있 는 전분의 α-1,4 결합을 무작위로 가수분해하여 저분자량의 dextrin과 단당류를 생성하였기 때문으로 판단된다. 그러나 팥 침출액의 °Brix에는 효소처리보다 침출 횟수의 증가에 따른 영 향이 더 큰 것으로 나타났다. Sohn 등(21)은 팥 전분의 amylose 함량은 66.0%이고 amylopectin의 평균 가지 수는 7.77로서 동 부, 녹두 및 강낭콩보다 높아 전분의 직쇄상 amylose 분자의

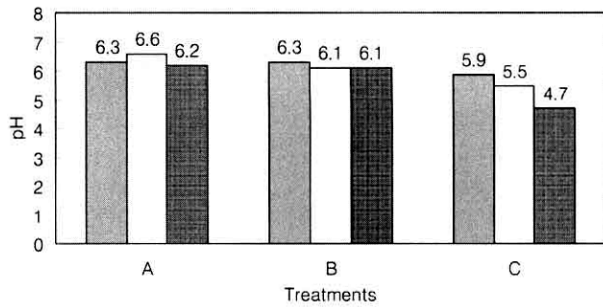


Fig. 4. Change of pH in small red bean percolate treated with α - and β -amylase.

Refer to Fig. 2 for design of bars and Fig. 3 for letters. Values are means of triplicate determination.

크기가 다른 전분보다 작거나 amylopectin의 직쇄부분이 적다는 것을 암시한다고 보고하였다.

침출액의 pH

팥 침출액을 α - 및 β -amylase로 효소처리한 후 처리액의 pH를 측정하는 결과는 Fig. 4와 같다. 1차 침출액의 pH는 α -amylase를 처리한 경우 대조구와 차이가 없었으며, α -와 β -amylase를 동시에 처리한 경우 pH 5.9로서 대조구보다 낮았다. 2차 침출액은 pH 6.6에서 α -amylase, α -와 β -amylase 처리에 의해 각각 pH 6.1, pH 5.5로 낮아졌다. 3차 침출액의 경우도 2차 침출액과 비슷한 경향을 나타내었으나 α -와 β -amylase 처리시 pH 4.7로 대조구(pH 6.2)에 비해 많이 낮아졌다. 팥 침출액의 pH 변화에는 α -amylase보다는 β -amylase가 더 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. Noh 등(22)은 팥을 20°C에서 16시간 동안 물로 추출한 액의 pH는 5.43이었으며, 감마선 조사선량이 증가하면서 pH 값이 점차 높아지는 경향을 나타냈다고 보고하였는데, 이는 본 연구의 결과와 차이가 있었다.

색도

팥 침출액을 α - 및 β -amylase로 처리한 후 처리액의 색도의 변화는 Table 2와 같다.

팥 1차 및 2차 침출액의 Hunter L value는 대조구(A)에 비해

Table 3. Sensory evaluation of small red bean beverage prepared with small red bean percolate

	Small red bean beverage ¹⁾
Color	6.47 \pm 1.25
Flavor	6.32 \pm 0.96
Taste	5.47 \pm 1.41
Overall acceptability	6.37 \pm 1.54

¹⁾Small red bean beverage prepared with small red bean percolate. Ingredients: 3rd percolate of small red bean 500 mL, water 500 mL, sucrose 110 g, high-fructose corn syrup 15 g, juice of *Rubus coreanus* 5 mL, red bean flavor (47738) 1 mL, succinic acid 0.9 g. Mean standard deviation, n=3.

α -amylase(B), α -와 β -amylase 처리(C)를 할수록 낮아졌다. 그러나 3차 침출액의 경우 α -amylase 처리시 색이 어두워졌다가 α -와 β -amylase를 처리했을 때 다시 색이 밝아지는 것으로 나타났다. 육안으로도 확인이 가능하였다. 이는 α -amylase 처리에 의해 침출액에 존재하는 불용성 물질이 분해되어 밝기가 변하기 때문인 것으로 추정된다.

팥 1차 침출액의 Hunter a값은 대조구(A) -0.10보다 α -amylase(B), α -와 β -amylase 처리(C)를 했을 때 각각 2.37, 4.00으로 높아졌으며, 2차 침출액의 경우도 비슷한 경향을 나타냈다. 그러나 3차 침출액의 경우 α -와 β -amylase를 처리하면 α -amylase 처리(B)했을 때보다 a값이 낮아져 색이 옅어지는 것으로 나타났다.

팥 1차 침출액의 Hunter b값은 대조구(4.42)에 비해 α -와 β -amylase 처리시 2.14로 약간 낮아졌다. 그러나 2차 및 3차 침출액의 b값은 -5.72 및 -6.05에서 α -amylase 처리(B)시 각각 6.62 및 2.86로 급격히 증가하였으며, α -와 β -amylase 처리시 각각 3.75 및 4.04로 약간 낮아졌다.

Koh 등(16)은 100°C, 2시간 추출한 팥 물추출액의 색도를 측정한 결과 Hunter L값이 24.3, a값 5.1, b값 7.6으로 보고하여 본 연구의 결과와 비슷한 값을 나타내었다. 그러나 Noh 등(22)은 20°C, 16시간 추출한 팥 물추출액의 L값이 84.32, a값 2.99, b값 47.26이라고 보고하여 본 결과와 차이가 있었다. 이는 추출 온도와 시간 등 추출조건의 차이에 의한 것으로 추정된다.

Table 2. CIE L*a*b* value changes of color in small red bean percolate treated with α - and β -amylase

	Treatment	1st percolate ¹⁾	2nd percolate	3rd percolate
L	A ²⁾	21.09 ^{Ac}	26.36 ^{Aa}	23.55 ^{Ab}
	B	17.08 ^{Bb}	21.93 ^{Ba}	16.03 ^{Cb}
	C	9.20 ^{Cc}	13.85 ^{Cb}	21.86 ^{Ba}
a	A	-0.10 ^{Ca}	-0.70 ^{Cb}	-1.75 ^{Cc}
	B	2.37 ^{Bc}	3.29 ^{Ba}	2.67 ^{Ab}
	C	4.00 ^{Aa}	4.09 ^{Aa}	1.01 ^{Bb}
b	A	4.42 ^{Ba}	-5.72 ^{Cb}	-6.05 ^{Cc}
	B	5.43 ^{Ab}	6.62 ^{Aa}	2.86 ^{Bc}
	C	2.14 ^{Cc}	3.75 ^{Bb}	4.04 ^{Aa}

¹⁾Refer to footnote in Table 1.

²⁾A: Control (non-treatment), B: small red bean percolate treated with α -amylase 0.5% (v/v), C: small red bean percolate treated with α -amylase 0.5% (v/v) and β -amylase 0.5% (v/v).

^{A-C}Within each column of the test, means followed by the same letter are not significantly different from each other at $p < 0.05$.

^{a-c}Within each row of the test, means followed by the same letter are not significantly different from each other at $p < 0.05$.

Values are means of triplicate determination.

음료제조

Saponin 함량이 가장 많은 3차 침출액을 원료로 하여 α - 및 β -amylase를 처리하여 만든 여액에 물, 액상과당, 설탕, 호박산, 복분자 착즙액 및 착향료를 조합하여 음료를 제조한 후 관능 검사를 한 결과를 Table 3에 나타내었다. 팥 침출액으로 제조한 시제품의 색에 대한 선호도가 6.47로서 높게 나타났는데, 이는 복분자 착즙액을 첨가했기 때문인 것으로 추정된다. 한편, 향, 맛 및 종합적인 기호도에서 5.00-6.37로서 중간 이상의 값을 나타내어 관능적인 면에서 팥 침출액을 이용한 음료의 개발이 가능한 것으로 판단되었다.

요 약

팥 1차, 2차 및 3차 침출액의 조사포닌 함량은 각각 0.82, 1.44 및 1.52 mg/g으로서 침출 횟수가 늘어남에 따라 증가하였다. 팥 침출액에 α -amylase 처리시 °Brix가 1.0 °Brix 정도 증가하였으며, °Brix의 증가는 효소처리보다 침출 횟수에 의해 더 큰 영향을 받았다. 침출액의 pH는 효소처리에 의해 감소하는 경향을 나타냈으며 3차 침출액에 α -와 β -amylase를 동시 처리한 경우 pH 4.7로서 대조구(pH 6.2)보다 많이 낮아졌다. 색도의 경우 일반적으로 효소처리에 의해 침출액의 L값이 감소하고 a와 b 값은 모두 증가하는 경향을 보였으며 이는 육안으로 충분히 관찰할 수 있었다. 팥의 3차 침출액을 사용하여 음료 시제품을 제조한 결과 관능적인 면에서 적용이 가능한 것으로 판단되었다.

감사의 글

이 논문은 과학기술부·한국과학재단 지정, 전라북도 지원 지역협력연구센터인 전북대학교 바이오식품 소재 개발 및 산업화 연구센터의 연구비 지원에 의해 연구되었음.

문 헌

1. Cho JS. Food Materials. Munundang, Seoul, Korea, pp. 92-93 (1984)
2. Korea Rural Economic Institute. Food Balance Sheet 8. Dongamunhwa Printing Forum, Seoul, Korea. pp. 136-137, pp. 162-163 (2002)
3. Ministry of Agriculture and Forestry. Production of crops. Available from: http://www.naqs.go.kr/html/05_03_01.htm, Accessed July 12, 2003.
4. National Rural Living Science Institute. Food Composition Table. Sixth Revision I. Sangrokssa, Seoul, Korea, pp. 74-75 (2001)
5. National Rural Living Science Institute. Food Composition Table. Sixth Revision II. Sangrokssa, Seoul, Korea, p. 29 (2001)

6. Chang HG. Information on Food for the Health of Modern People. Shinkwang Publishing Co., Seoul, Korea, pp. 46-50 (1999)
7. Choi SY, Jeong YJ, Lee SJ, Chi OH, Chegal SA. Food and Health for Modern People. Dongmyung-Sa, Seoul, Korea. pp. 244-246 (2002)
8. Fujiwara A, Kajita T. Analysis of azuki peel pigments and effects of water quality on color tone of "Azuki ann". *Kateigaku Kenkyu* 34: 1-7 (1987)
9. Yoshida K, Sato Y, Okuno R, Kameda K, Isobe M, Kondo T. Structural analysis and measurement of anthocyanins from colored seed coats of *Vigna*, *Phaseolus*, and *Glycine* legumes. *Bio-sci. Biotech. Biochem.* 60: 589-593 (1996)
10. Ariga T, Koshiyama I, Fukushima D. Antioxidative properties of procyanidins B-1 and B-3 from azuki beans in aqueous systems. *Agric. Biol. Chem.* 52: 2717-2722 (1988)
11. Ariga T, Hamano M. Radical scavenging action and its mode in procyanidins B-1 and B-3 from azuki beans to peroxy radicals. *Agric. Biol. Chem.* 54: 2499-2504 (1990)
12. Koide T, Hashimoto Y, Kamei H, Kojima T, Hasegawa M, Terabe K. Antitumor effect of anthocyanin fractions extracted from red soybeans and red beans *in vitro* and *in vivo*. *Cancer Biother. Radiopharm.* 12: 277-280 (1997)
13. AOAC. Official Method of Analysis. 16th ed. The Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA (1995)
14. SAS Institute, Inc. SAS User's Guide. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, USA (1998)
15. Korea Food and Drug Administration. Food Code. Moonyoungsa, Seoul, Korea. pp. 407-408 (2002)
16. Koh KJ, Shin DB, Lee YC. Physicochemical properties of aqueous extracts in small red bean, mung bean and black soybean. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29: 854-859 (1997)
17. Ireland PA, Dziedzie SZ, Kearsley MW. Saponin content of soya and some commercial soya products by means of high performance liquid chromatography of the saponin. *J. Sci. Food Agric.* 37: 694-698 (1986)
18. Shiraiwa M, Harada K, Okubo K. Composition and content of saponins in soybean seed according to variety, cultivation year and maturity. *Agric. Biol. Chem.* 55: 323-331 (1991)
19. Kitagawa I, Yoshikawa M, Hayashi T, Taniyama T. Quantitative determination of soyasaponins of various origins and soybean products by means of HPLC. *Yakugaku Zasshi* 104: 275-279 (1984)
20. Kim CH, Park JS, Sohn HS, Chung CW. Determination of isoflavone, total saponin, dietary fiber, soy oligosaccharides and lecithins from commercial soy products based on the one serving size - some bioactive compounds from commercialized soy products-. *Korean J. Food Sci. Technol.* 34: 96-102 (2002)
21. Sohn KH, Yoon GS, Chun HJ, Chae SH. Comparison of physicochemical properties of various bean starches. *Korean J. Soc. Food Sci.* 6: 13-19 (1990)
22. Noh MJ, Kwon JH, Byun MW. Water-soluble components of small red bean and mung bean exposed to gamma irradiation and methyl bromide fumigation. *Korean J. Food Sci. Technol.* 33: 184-189 (2001)

(2004년 7월 13일 접수; 2005년 3월 3일 채택)