



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

한 영 숙 교수지도

석사학위 청구논문

팔차의 구강세균에 대한 항균성 및
일부 기능성 성분에 대한 연구

2012년

성신여자대학교 대학원

식품영양학과

강 소 진

팥차의 구강세균에 대한 항균성 및
일부 기능성 성분에 대한 연구

한영숙 교수지도

이 논문을 석사학위논문으로 제출함

2011년 11월

성신여자대학교 대학원

식품영양학과

강소진

인 준 서

강소진의 석사학위 논문으로 인준함.

심사위원 _____ (印)

심사위원 _____ (印)

심사위원 _____ (印)

성신여자대학교 대학원

논문 개요

본 연구는 항비만, 피로회복, 부종, 혈액순환 등의 효과를 가진 팥을 차로 쉽게 이용할 수 있는 길을 모색하기 위하여 우선 팥에 대한 일반성분, 항산화 활성, proanthocyanidin 성분 분석을 하였다. 또한 팥 50 g을 1000 ml의 물과 함께 가열하면서 8분(small red bean 1:SR1), 16분(small red bean 2:SR2), 24분(small red bean 3:SR3), 32분(small red bean 4:SR4), 40분(small red bean 5:SR5)에 일정량을 채취하여 이화학적 분석, 색도 측정, 구강 위생균에 대한 항균 활성, 사포닌 함량 측정, 관능 평가를 통하여 새로운 기능성 차음료인 팥차 개발을 위한 기초자료를 제시하고자 하였다.

1. 팥의 일반성분은 조지방이 1.0%로 가장 적었고 조회분은 3.6%, 수분이 12.8%, 조단백질이 18.7%로 나타났으며 탄수화물이 63.9%로 가장 많이 포함되어 있었다.

팥의 항산화 활성은 총 페놀 화합물과 총 플라보노이드 함량의 경우 팥의 농도가 높아질수록 유의적으로($p < 0.001$) 증가하였다.

DPPH-radical 소거능은 팥 추출물의 농도가 높아질수록 유의적($p < 0.001$)으로 높아졌으며 특히 400 $\mu\text{g/ml}$ 의 농도에서 급격하게 높아지는 결과를 나타내었다.

팥의 proanthocyanidin을 분석한 결과는 흡광과장 320 nm에서 retention time이 7.589분인 proanthocyanidin을 분석 하였고 m/z를 865로 설정 하였을 때 retention time이 7.880분인 proanthocyanidin을 분석 하였다.

2. 가열 시간에 따른 팥차 시료의 pH는 가열하는 시간이 길어질수록 유

의적($p < 0.001$)으로 저하되는 결과를 보였다. 당도, 염도, 탁도는 가열하는 시간이 길어질수록 유의적으로($p < 0.001$) 증가하는 경향을 보였다.

색도는 L, a, b값이 가열하는 시간이 길어짐에 따라 상승하였으며 이것은 가열에 따라 팔의 여러 성분이 용출되어 색이 진해져 명도, 적색도, 황색도가 상승하는 것으로 보인다.

팔차의 사포닌은 팔을 가열하는 시간이 길어질수록 그 함량이 유의적으로($p < 0.001$) 상승하였다.

3. 팔차의 가열 시간에 따른 항균활성을 검색한 결과 8종의 균주 중 *F. nucleatum*과 *A. actinomycetemcomitans*의 2종을 제외한 6종의 균주에서 항균 활성을 나타내었다. 충치균주인 *S. mutans*, *S. sobrinus*, 구취균주인 *P. intermedia*, *P. gingivalis*는 대비 균주인 *E. coli*와 *S. aureus*와 비교했을 때 전체적으로 높은 항균 활성을 보여 주어 팔차가 충치균주와 구취균주에 비교적 뛰어난 항균 활성을 갖는 것으로 나타났다. 팔차 시료간의 항균 활성을 살펴보면 SR3이 가장 항균활성이 좋은 것으로 판단된다.

팔차의 최소저해농도는 8종의 균주 중에서 *F. nucleatum*과 *A. actinomycetemcomitans*의 2종을 제외한 6종의 균주에서 MIC 값을 나타내었다. *S. mutans*, *S. sobrinus*, *P. intermedia*, *P. gingivalis*는 *E. coli*, *S. aureus*와 비교했을 때 낮은 MIC 값을 보였기 때문에 충치, 구취 균주에 대한 항균 활성이 더 좋은 것으로 판단된다. 팔차 시료간의 최소저해농도를 살펴보면, SR4가 *S. sobrinus*, *P. intermedia*, *P. gingivalis* 3종의 균주에서 125 $\mu\text{g/ml}$ 의 낮은 MIC 값을 보여 적은 양으로도 균의 성장을 억제함을 알 수 있었다.

4. 관능검사 결과는 색의 경우 SR3이 6.07로 가장 높게 평가 되었고 향과 맛은 SR5가 각각 5.93, 6.4점으로 가장 높은 점수를 나타내었다. 개운함은 SR3이 5.00으로 가장 높았고 단맛과 짠맛은 SR4가 각각 4.87, 4.73점으로 가장 기호도가 좋았다. 전체적인 선호도(Overall quality)는 SR3이 5.80으로 가장 높았다. 팥을 가열하는 시간에 따른 시료 별로 살펴보면, 24분간 가열한 SR3의 선호도가 가장 높은 결과를 나타 내었다.

이상과 같이 본 연구는 기능성 차음료를 개발하고자 팥을 다각도로 분석하여 팥차를 음용했을 때의 유익함을 살펴보고자 하였다. 그 결과 팥의 항산화 활성과 기능성 성분인 proanthocyanidin을 확인하였다. 또한 팥차의 가열 시간에 따른 항균활성 검색을 통하여 팥차가 충치균주와 구취균주를 효과적으로 억제함을 확인하였고 사포닌의 함량이 가열시간에 따라 증가함을 알 수 있었다. 아울러 관능검사를 통하여 팥차에 대한 선호도가 높은 팥차의 제조시간을 찾을 수 있었고 향후 관능에 대한 심화적인 연구를 통하여 다양한 소비자들의 욕구를 충족시킬 수 있는 기능성 차음료인 팥차의 개발이 가능할 것으로 보인다.

목 차

논문개요

I. 서론	1
1. 서언	1
2. 이론적 고찰	6
1) 안토시아닌(anthocyanin)	6
2) 사포닌(saponin)	8
3) 치아우식증과 치주질환	10
II. 재료 및 방법	13
1. 실험재료	13
1) 시료	13
2) 시약 및 기구	13
3) 사용균주 및 배지	14
2. 실험방법	16
1) 팔의 일반성분 분석	16
2) 팔의 항산화 활성	16
(1) 팔의 총 페놀 화합물 함량 측정	16
(2) 총 플라보노이드 함량 측정	17
(3) DPPH-radical 소거활성 측정	17
3) 팔의 Proanthocyanidin 분석	18

(1) 팔의 Proanthocyanidin 분석을 위한 시료 제조	18
(2) 고속액체크로마토그래피에 의한 Proanthocyanidin 분석	18
4) 팔차의 제조 방법	20
5) 팔차의 이화학적 분석	22
(1) pH 측정	22
(2) 당도 측정	22
(3) 염도 측정	22
(4) 탁도 측정	22
6) 팔차의 색도 측정	23
7) 팔차의 사포닌 함량 측정	23
8) 팔차의 항균 활성 검색	24
(1) 항균력 측정을 위한 시료 제조	24
(2) 항균력 측정	24
(3) 최소저해농도(MIC) 측정	25
9) 관능검사	25
10) 통계처리	26

III. 연구결과 및 고찰

1. 일반성분 분석	27
2. 팔의 항산화 활성	28
1) 팔의 총 페놀 화합물 함량 측정	28
2) 총 플라보노이드 함량 측정	31
3) DPPH-radical 소거활성 측정	34
3. 팔의 Proanthocyanidin 분석	37
4. 팔차의 이화학적 분석	39

5. 팔차의 색도 측정	43
6. 팔차의 사포닌 함량 측정	46
7. 팔차의 항균 활성 검색	49
1) 항균력 측정	49
2) 최소저해농도(MIC) 측정	53
8. 관능검사	56
IV. 결론	60

References

Abstract

Appendix

List of Tables

Table 1. List of microorganism and media used for antibacterial activity test	15
Table 2. Operating condition for proanthocyanidin analysis of small red bean	19
Table 3. Proximate composition of small red bean	27
Table 4. Phenolic compound of small red bean	29
Table 5. Flavonoid of small red bean	32
Table 6. DPPH radical scavenging activity of small red bean	35
Table 7. pH, sugar content, salinity and turbidity of small red bean Tea	40
Table 8. Hunter's color value of small red bean tea according to boiling time	44
Table 9. Crude saponin of small red bean tea according to boiling time	47

Table 10. Antimicrobial activity of small red bean tea against the several microorganism 51

Table 11. Minimum inhibitory concentration(MIC) of small red bean tea against the several microorganism 55

Table 12. Score of sensory evaluation for small red bean tea according to boiling time 58

List of Figures

Figure 1. Photograph of <i>Phaseolus angularis</i> W.F. Wight	4
Figure 2. Yield and yield area of small red bean about 2006 to 2010	5
Figure 3. Chemical structures of proanthocyanidins and cyanidins from small red bean	7
Figure 4. Chemical structures of saponin	9
Figure 5. The causes of dental caries	12
Figure 6. Sample of the small red bean tea according to boiling time	21
Figure 7. Total phenolic compound contents of small red bean	30
Figure 8. Flavonoid of small red bean	33
Figure 9. DPPH-radical scavenging activity of small red bean	36
Figure 10. HPLC-DAD(A) and HPLC-MS(B) extracted ion chromatograms innegative ionization mode of Proanthocyanidin from small red bean	

.....	38
Figure 11. pH of small red bean Tea	41
Figure 12. Sugar content of small red bean Tea	41
Figure 13. Salinity of small red bean Tea	42
Figure 14. Turbidity of small red bean Tea	42
Figure 15. Hunter's color value of small red bean tea according to boiling time	45
Figure 16. Crude saponin of small red bean tea according to boiling time	48
Figure 17. Antimicrobial activity of small red bean tea against the several microorganism	52
Figure 18. Score of sensory evaluation for small red bean tea according to boiling time	59

I. 서론

1. 서언

최근 경제성장에 따른 국민소득 향상으로 소비자들의 생활수준이 크게 향상되었고 고령화 사회로 인해 건강한 삶에 대한 중요성이 커지면서 건강 기능성 식품에 대한 선호도가 증가하고 있다. 특히 비만, 당뇨병 등 성인병의 예방과 치료에 효능이 있는 저칼로리 식품 섭취와 Well-being 붐을 타고 life cycle에 맞는 다양한 형태의 기능성 음료가 상품화 되고 있으며 쉽고 간편하게 섭취할 수 있는 제품들을 선호하고 있는 추세이다(Kim SH 2011). 이미 음료시장은 차별화 · 세분화가 이루어져 특정 세대, 연령별 소비자의 다양한 욕구를 충족시키기 위한 제품 개발이 이루어지고 있으며 일상적인 음료 섭취에서도 소비자들은 자신의 기호에 맞으면서도 건강에 좋은 음료를 찾고 있다(Lee HJ 2001).

기능성 음료란 영양 강화, 건강 증진, 미용 촉진 등의 기능을 가진 음료로서 건강지향을 목적으로 하는 음료이다. 기능성 음료는 아미노산계 음료 시장의 확대, 신제품의 다양화와 더불어 스포츠 드링크나 무과당 차음료, 과즙 워터 등 시장이 지속적으로 확대되는 추세이며 경쟁 또한 심화되고 있다(김미경 et al 2010). 이러한 음료 시장의 변화 속에서 가장 큰 관심은 차음료에 쏠아지고 있다. 수많은 매체를 통해서 차의 효능이 알려지면서 그동안 외면당했던 차가 오늘날 우리의 건강을 위한 음료로 인식되고 있으며(Oh NS 2007) 그 중에서도 녹차, 옥수수수염차, 검은콩차, 혼합차, 미곡차 등이 출시되어 소비자들에게 큰 인기를 끌고 있다(Lee CW 2009). 차 음료 시장은 1996년 동원 F&B에서 '보성산 동원녹차'를 선보이면서 태동되었으며 2000년에 웅진식품의 '하늘보리'와 2005년 남양유업의 '17차(茶)', 2006년

광동제약의 ‘옥수수수염차’가 선풍적인 인기를 끌었다. 그러나 현재, 기업 간 경쟁에 의해 차음료 시장은 과포화 상태가 되었고 그 성장률은 매년 감소하고 있다(김광수 et al 2009). 따라서 새로운 기능성 차음료를 개발하는 것이 과포화된 차음료 시장에서 살아남는 길이라고 할 수 있을 것이다.

한편, 팥(小豆 · 赤豆; small red bean, azuki bean, *Phaseolus angularis* W.F. Wight.)은 한해살이풀로 쌍떡잎식물 장미목 콩과로 분류된다(Cho JS 1984). 콩 다음으로 생산량이 많은 콩류 중의 하나로 낱알의 색은 붉은색, 흰색, 얼룩색 등 다양하며 붉은색 팥이 가장 일반적이고(한국콩연구회 2009)본 연구는 붉은색의 일반계 적두를 대상으로 하였다(Fig. 1). 팥은 우리나라에서 쌀과 콩 다음으로 치는 오곡으로 예로부터 연중 밤의 길이가 가장 긴 동지(冬至)에 팥죽을 먹었으며 ‘동지팥죽을 먹어야 진짜 나이를 한 살 더 먹는다.’는 말도 있다. 또한 대문이나 벽에 팥죽을 뿌려 액(厄)을 쫓는 데 이용하기도 했다(김정숙 2008). 현재는 보통 밥밑용으로 이용되며, 팥죽이나 떡, 빵, 과자 등의 속 재료뿐만 아니라 양금과 양갱, 빙과제조용 등으로 많이 이용되고 있다(Kim CG et al 2003). 팥의 재배 및 이용역사를 고려해 볼 때 동양이 원산지임은 분명하나 구체적인 지역은 불확실하며 중국, 인도, 태국, 일본 등지를 원산지로 추정하고 있으나 2,000년이 넘는 재배 역사를 볼 때 중국을 원산지로 보는 견해가 유력하다(Lee JH 2002). 팥의 영양성분은 중량 100 g당 337 Kcal의 에너지를 내며 단백질 19.3 g, 지질 0.1 g, 탄수화물 68.4 g, 섬유소 4.7 g, 수분 8.9 g 을 함유하고 있다. 무기질은 칼슘 82 mg, 인 424 mg, 철 5.6 mg, 나트륨 1 mg, 칼륨 1180 mg 을 함유하고 있으며 비타민은 B₁이 0.54 mg, B₂가 0.14 mg, 니아신이 3.3 mg 함유되어 있으며 식이섬유는 17.6 mg 함유되어 있다(현화진 et al 2007). 팥의 필수 아미노산 조성은 트레오닌 3%, 발린 6.1%, 류신 8.2%, 이소류신 5.5%, 리신 6.5%, 메티오닌 0.9%, 페닐알라닌 5.0%, 트립토판 0.8%가 함유되어 있다(박일화, 1992). 팥은 성질이 따뜻하고 맛은 달고 독

이 없으며 동의보감 에서는 팔이 설사와 이질, 창만을 치료하고 젓을 나오게 하며 각기병과 수종을 치료하고 몸을 여위게 하므로 지나치게 살찐 사람이 먹으면 좋다고 기록하고 있다(Hwang CS 2003). 또한 피로회복과 (Chang KY et al 1968) 부종, 종기, 각기 등에도 효과가 있다(홍윤호 2003). 팔의 비타민 B₁은 만성신장염이나 비만한 사람의 혈액순환을 돕는데 이용된다(홍기운 등 2004).

최근 우리나라의 팔 재배 면적과 생산량은 2006년부터 2008년까지 증가하다가 그 이후에는 점차 줄어들어 2010년에는 재배 면적이 4,238 ha, 생산량이 4,561 ton에 머물렀다(Fig. 2). 따라서 팔의 생산량을 늘리기 위하여 팔을 다양하게 이용할 수 있는 길을 모색해야 한다.

팔을 이용한 최근의 연구는 팔의 페놀화합물과 토코페롤 분석(Kim EH 2011), 팔 메탄올 추출물의 항산화 활성(Woo KS et al 2010), 팔을 이용한 전통 된장 제조(Yoon WJ 2010), 팔 추출물의 항균 활성(Y Hori et al 2006), 팔 침출액의 이화학적 특성에 대한 효소처리의 영향(Hwang CS 2005), 팔의 이소플라빈 함량과 항산화 활성 분석(Oh HS 2003) 등이 있으며 주로 팔 차체의 기능성에 관한 연구가 주된 것이었고 팔을 주원료로 하여 음료를 만들기 위한 시도는 전무한 상태이다. 그러나 일본에서는 이미 토아스 주식회사에서 유기농 팔차(Organic Azuki Tea)가 여성들을 위한 미용 음료로 시판되고 있고(www.azukicha.com) 이 제품이 우리나라에도 수입되어 판매되고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 비만, 피로회복, 부종, 혈액순환 등의 효과를 가진 팔을 차로 쉽게 이용할 수 있는 길을 모색하고자 팔을 가열하는 시간에 따른 성분의 변화와 구강 위생균에 대한 항균 활성, 관능 평가를 통하여 팔차 개발을 위한 기초자료를 제시하고자 하였다.



(A) 영주팥 (B) 경기재래1팥 (C) 예천팥 (D) 청주흰팥 (E) 경기팥

Figure 1. Photograph of *Phaseolus angularis* W.F. Wigh(농촌진흥청 농업유전자원정보센터)

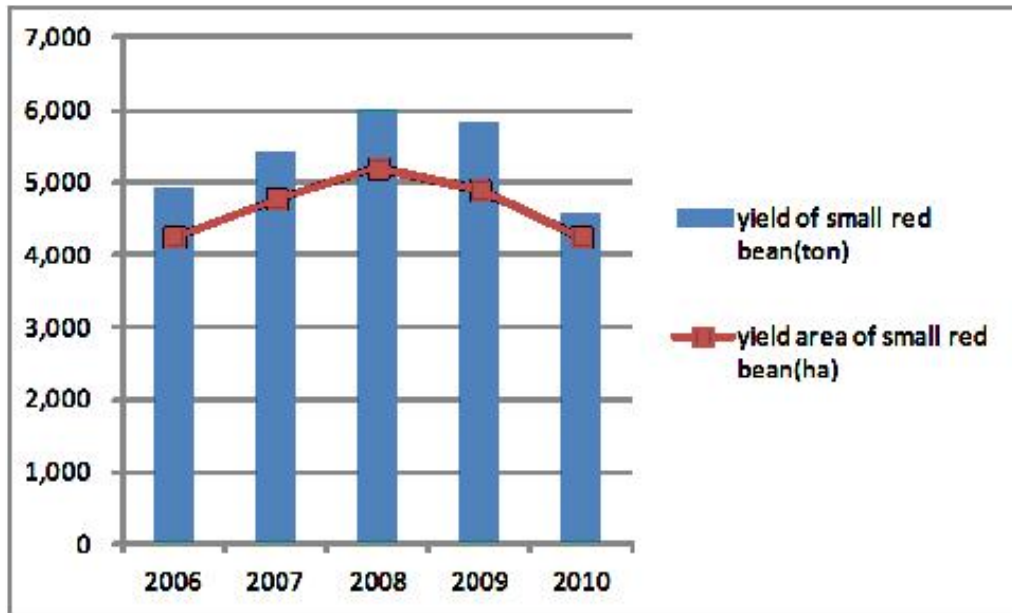


Figure 2. Yield and yield area of small red bean about 2006 to 2010
 (통계청, 농작물생산조사: 팥 재배면적, 생산량)

2. 이론적 고찰

1) 안토시아닌(anthocyanin)

우리 몸은 외부에서 들어온 활성산소가 과잉되어 우리 몸에 축적되면 노화가 촉진되고 당뇨나 고혈압, 동맥경화 등의 각종 생활습관병이 발생하며 암에 걸리는 등 건강에 문제가 생길 수 있다. 이러한 활성산소의 산화를 방지하거나 억제하는 것이 항산화로, 이러한 작용이 있는 물질을 항산화 물질이라고 한다(최성희 등 2007).

항산화 물질의 하나인 안토시아닌은 꽃이나 과일, 곡류의 붉은색 · 푸른색 · 보라색을 나타내는 플라보노이드계의 수용성 색소로 자연계에 널리 분포되어 있으며 질병과 노화의 원인이 되는 활성 산소를 중화하는 효과가 뛰어나다(김정숙 2008). 또한 안토시아닌은 눈의 기능 향상에 효과가 있다. 눈의 망막에 있는 로돕신 색소는 분해와 재합성을 반복하며 빛의 자극을 뇌에 전달하고 이로 인해 사물을 볼 수 있게 하는데 안토시아닌은 로돕신의 재합성을 활성화 하는 작용을 가지고 있다(문홍 2009). 팔의 안토시아닌은 proanthocyanidin으로 그 중에서도 cyanidin의 함량이 많은 것으로 알려져 있으며(Ryszard Amarowicz et al 2006)구조는 Fig. 3에서 보는바와 같이 (epi)catechin이 trimer 결합을 하고 있는 (epi)catechin-(epi)catechin-(epi)catechin 형태이다(Begona Buendia et al, 2010). 이 색소는 항산화 및 항종양 효과를 나타내는 것으로 보고되었다(Hwang CS et al 2005). 이와 관련하여 유색미에 함유된 천연색소 cyanidin 3-glucoside와 peonidin 3-glucoside의 항산화능력 비교(Pack SZ et al 2000)에서는 안토시아닌 색소 함량이 높은 유색미가 항산화능력도 높다고 하였고 cyanidin이 인체 지방암 세포에 미치는 영향(Chu SK et al 2008)에서는 cyanidin 첨가량이 증가할수록 세포의 운동성, 이동성, 침윤성이 유의적으로 억제된다고 하였다.

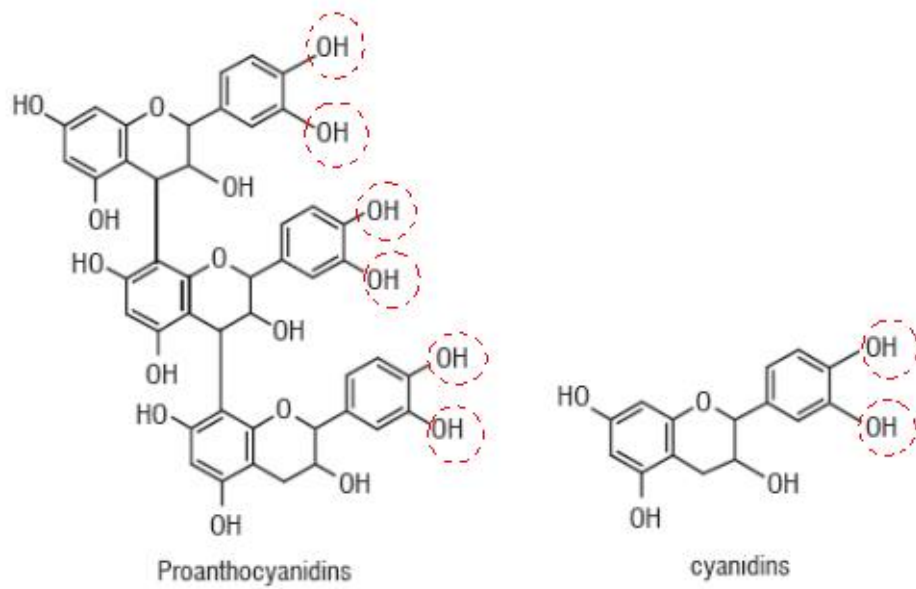


Figure 3. Chemical structures of proanthocyanidins and cyanidins from small red bean (Ryszard Amarowicz et al 2006).

2) 사포닌(saponin)

사포닌은 비누라는 뜻의 그리스어 sapon에서 유래된 성분으로 당부분인 glycone과 비당부분인 aglycone으로 구성되어있는 배당체로(Baik HJ 2000) 그 구조는 Fig. 4와 같다. 과거에는 쓴 맛과 아린 맛으로 식품에 좋지 않은 영양을 미치고 적혈구 막을 파괴하는 독성물질로 알려져 있었지만 최근 연구에 의해서 긍정적인 효과가 많은 것으로 드러났다(Ireland PA et al 1986, Birk Y et al 1980, Kim CH et al 2002). 혈중 과산화지질 생성을 억제하여 성인병을 예방하고 혈청 cholesterol의 저하 및 각종 질병에 대한 면역 증강, 항암작용, 항산화 작용이 있으며 인체 내 유해한 활성산소를 분해하는 super oxide dismutase(SOD) 활성이 높다는 보고가 있다(Pack KW 2004). 또한 몸 안에 산화된 지방이 쌓이는 것을 막고 지방의 합성과 흡수를 억제하여 분해를 촉진시키며(한국콩연구회 2009) 이와 관련하여 차사포닌을 비만 마우스의 식이에 혼합하여 급여한 결과 췌장 리파아제의 활성을 억제하여 항비만 효과가 있다고 하였고(Han LK 2003) 비만 유도 마우스에 대두박 사포닌을 첨가한 식이를 급여한 결과 체중조절에 효과적이었던 연구가 있다(Kim SM et al 2009).

팔에 함유된 사포닌은 섬유질과 함께 변통을 돕고 독을 풀고 배변을 촉진하여 장을 깨끗하게 해주며 신장병, 각기병, 숙취 등에도 이용된다(Choi SY 2002). 또한 부기를 빼주고 높은 소염작용을 갖고 있어 굼은 상처나 부스럼의 치료에도 이용된다(한국콩연구회 2009).

사포닌에 관한 연구는 인삼(Lee SA et al 2010)에 대한 것이 가장 많고, 그 외에도 홍삼(Kwak YS et al 2006), 도라지(Shon MY et al 2001), 콩(Kim YH 2003)에 관한 것이 대부분이며 팔의 사포닌에 대한 연구는 활발하지 않다.

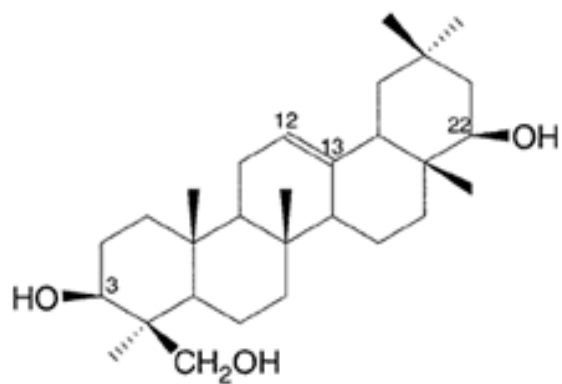


Figure 4. Chemical structures of saponin

3) 치아우식증과 치주질환

구강질환의 예방을 위해서는 구강 내에 머무르는 시간이 유지 될 수 있는 물질을 통한 조기치료가 일상생활 속에서 자연스럽게 이루어지는 것이 바람직하다(Lee ES 2003). 따라서 꾸준한 차 음용을 통해 구강 질환을 예방하는 것이 바람직하며 이와 관련된 연구로는 녹차음용이 치아우식증 발생에 미치는 영향(Lee JO 2006), 녹차와 결명자 추출물이 *streptococcus mutans*의 항균 작용에 미치는 영향(Seo JS 2003), 보리차가 치아우식 유발성 세균에 미치는 영향(Kim YJ et al 2002)등이 있다. 팔의 경우에는 팔 추출물의 항균 활성(Y Hori et al 2006)에 대한 연구는 있으나 구강세균에 대한 연구는 이루어지지 않는 실정이다. 따라서 팔의 구강세균에 대한 활성을 파악하여 구강질환 예방에 대한 기초자료를 제공하고자 하였다.

치아우식증(dental caries)은 치아표면의 무기질이 탈회(demineralization)되고 치질의 유기성분이 용해되어 치아조직이 손상되는 질환으로 치아의 표면에 음식물이 부착되어 시간이 경과하면 음식물 내의 탄수화물이 발효되고 *Streptococcus mutans*와 같은 미생물에 의해 분해되어 발생한다(Fig. 5). 치태에 존재하는 세균들이 여러 가지 해로운 대사산물을 만들어 치아우식증이 발생하며 글루칸(glucan)은 치태의 기본물질이 되어 치아 표면에 세균이 부착하도록 도와주고 치태 내의 세균은 탄수화물의 대사과정에서 다량의 유산을 생성하여 치아 표면을 탈회시킴으로써 치아우식증을 유발한다(Kim KH 2008). 이러한 치아우식증을 일으키는 원인균으로는 사람의 구강에서 발견되는 *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sobrinus*의 2종이 있으며 치아우식증이 일단 발생하면 완전하게 치유되지 않고 후유증이 남으므로 예방이 중요하다(김미경 et al 2010).

한편, 바쁜 현대인들은 다양한 관계를 맺으며 많은 사람들을 만나며 살아간다. 이런 관계를 맺고 유지하기 위해 점차 미용적인 측면에 관심이 높아

지며 그에 대한 여러 문제와 해결책이 제시되고 있다(Lee JM 2002). 이런 문제 중 하나인 구취는 많은 사람들에게 중요한 사회적, 심리적 장애가 되기도 한다(Sulser GF et al 1939). 칫솔질을 잘 함에도 불구하고 구취가 나는 경우에는 일차적으로 치주질환(periodontal disease)을 의심할 수 있다(Jung MA 2008). 치주질환은 세균이 생성하는 대사산물이 일으키는 화학적 자극이 잇몸에 가해지고 이 과정이 반복되어 석회화(mineralization)가 진행되어 치석(dental calculus)이 만들어지고 치주염 발생을 촉진시키는 질환이다. 이러한 치주질환과 관련이 있는 세균으로는 *Prevotella intermedia*, *Porphyromonas gingivalis*, *Fusobacterium nucleatum*, *Actinobacillus actinomycetemcomitans* 등이 있다(김미경 2010).

따라서 본 연구에서는 구강질환의 예방을 위하여 치아우식증을 일으키는 원인균인 *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sobrinus*와 치주질환과 구취를 일으키는 *Prevotella intermedia*, *Porphyromonas gingivalis*, *Fusobacterium nucleatum*, *Actinobacillus actinomycetemcomitans*를 대상으로 하여 팔차에 대한 항균 활성을 알아보려고 하였다.



* Fermentable Carbohydrate
** Particularly Streptococcus mutans

Figure 5. The causes of dental caries
(Pediatric Dentist and Children's Dentist)

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

1) 시료

본 실험에서 사용한 팔(일반계 적두)은 경기도 파주시 조리읍에서 생산된 것으로 2010년 7월에 서울의 대형 마트에서 구입하여 사용하였다.

2) 시약 및 기구

팔의 항산화 실험에 사용한 시약은 ethanol(DAEJUNG, Korea), $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_3$ (SAMCHUN Chemicals, Korea), Folin-Ciocalteu(SIGMA-ALDRICH, U.S. A.), Diethylen glycol(SAMCHUN Chemicals, Korea), NaOH(SAMCHUN Chemicals, Korea), 2,2-depheyl-1-picryl-hydrazyl(ALDRICH CHEMISTRY, GERMANY)을 사용하였다. HPLC 분석에 사용된 methanol(MERCK, GERMANY), acetic acid(MERCK, GERMANY) 시약은 HPLC 분석용 등급을 사용하였으며 항균성 측정을 위한 paper disc는 ADVANTEC(AKJ-TO4900 5020, ADVANTEC, JAPAN)사의 6.0mm 제품을 사용하였다.

3) 사용균주 및 배지

항균성 실험을 위한 균주는 총 8종으로 한국 미생물 보존센터(KCCM)와 생물자원센터(KCTC)에서 분양받아 사용하였다. 충치 균주는 그람양성균인 *Streptococcus mutans* KCTC 3065, *Streptococcus sobrinus* KCTC 3308의 두 가지 균주를 사용하였고 구취 균주는 그람음성균인 *Prevotella intermedia* KCTC 3692, *Porphyromonas gingivalis* KCTC 5352, *Fusobacterium nucleatum* KCCM 42180, *Actinobacillus actinomycetemcomitans* KCCM 12227의 4가지 균주를 사용하였다. 대비 균주로는 그람음성의 *Escherichia coli* KCCM 11234 균주와 그람양성인 *Staphylococcus aureus* KCCM 41291 균주를 사용하였다. 균주 배양을 위한 배지는 Tryptic Soy Agar(Becton, Dickinson and company, U.S.A.), Tryptic Soy Broth(Becton, Dickinson and company, U.S.A.)를 사용하였다. 균주는 배지를 이용하여 37°C incubator(MIR-253, SANYO Electric co. Ltd, JAPAN)에서 24시간 배양한 후 3회 계대 배양하여 활성이 회복된 균주를 사용하였다. Incubator의 습도는 항상 95%를 유지하였다(Table1).

Table 1. List of microorganism and media used for antibacterial activity test

	Microorganism		Gram	Media	Temp.(°C)
Cariogenic bacteria	<i>Streptococcus mutans</i>	KCTC ¹⁾ 3065	+	TSA&TSB	37
	<i>Streptococcus sobrinus</i>	KCTC3308	+	TSA&TSB	37
	<i>Prevotella intermedia</i>	KCTC3692	-	TSA&TSB	37
	<i>Porphyromonas gingivalis</i>	KCTC5352	-	TSA&TSB	37
Periodontopathic bacteria	<i>Fusobacterium nucleatum</i>	KCCM ²⁾ 42180	-	TSA&TSB	37
	<i>Actinobacillus actinomycetemcomitans</i>	KCCM12227	-	TSA&TSB	37
Comparison bacteria	<i>Escherichia coli</i>	KCCM11234	-	TSA&TSB	37
	<i>Staphylococcus aureus</i>	KCCM41291	+	TSA&TSB	37

¹⁾ Korean Collection for Type Culture

²⁾ Korean Culture Center of Microorganism

2. 실험방법

1) 팔의 일반성분 분석

팔의 일반성분은 AOAC(1995) 법에 따라 분석하였다. 수분함량은 105°C에서 상압 건조하여 측정하였고, 조단백은 Kjeldahl 질소 정량법으로 단백질 환산계수 6.25를 곱하여 단백질량으로 계산하였다. 조지방 분석은 Soxhlet 추출법에 의하여 분석하였고 조회분 함량은 직접 회화법으로 분석하였다. 탄수화물 함량은 시료 100g 중에서 수분, 단백질, 지질, 회분 함량을 뺀 값으로 하였다. 모든 실험은 3회 반복하여 얻은 평균값으로 하였다.

2) 팔의 항산화활성

(1) 팔의 총 페놀 화합물 함량 측정

팔의 총 페놀 화합물 함량은 Folin-Denis법(Gutfinger T 1981)에 따라 측정하였다. 팔을 70% ethanol(DAEJUNG, KOREA)로 80°C에서 3시간 추출하여 얻은 시료를 200 µg/ml, 400 µg/ml, 600 µg/ml, 800 µg/ml, 1000 µg/ml의 농도로 총 양이 1 ml가 되도록 만들었다. 여기에 2% Na₂CO₃ (SAMCHUN Chemicals, Korea) 1 ml를 가하여 3분간 방치한 후 50% Folin-Ciocalteu(SIGMA-ALDRICH, U.S.A.) 시약 0.2 ml를 가하여 실온에서 30분 정치한 후 Spectrophotometer(UV-9100, Human co., Korea)를 이용하여 750nm에서 흡광도를 측정하였다. Tannic acid를 이용한 표준 검량식에 적용하여 총 페놀 화합물 함량을 산출하였다.

(2) 총 플라보노이드 함량 측정

팔의 플라보노이드 함량은 총 페놀 화합물 함량 실험에서 얻은 시료를 Aspirator(DOA-P704-AC, GAST Manufacturing, U.S.A.)를 사용하여 Whatman No.2 여과지로 여과한 후 여과액을 회전 증발 농축기(N-N Series CCCA-1110, EYELA, JAPAN)로 양이 1/3이 될 때까지 농축하여 사용하였다. 시료를 200 µg/ml, 400 µg/ml, 600 µg/ml, 800 µg/ml, 1000 µg/ml 의 농도로 1 ml가 되도록 만들고 여기에 10 ml의 diethylen glycol(SAMCHUN Chemicals, KOREA)을 가하여 혼합한 후 1N NaOH(SAMCHUN Chemicals, KOREA) 1 ml를 혼합하여 37°C 수욕 상에서 1시간 동안 반응시킨 후 spectrophotometer(UV-9100, Human co., KOREA)를 이용하여 420nm에서 흡광도를 측정하였다. rutin을 이용해 표준 검량식에 적용하여 총 플라보노이드 함량을 산출하였다.

(3) DPPH radical 소거 활성 측정

팔의 DPPH radical 소거능은 Blois MS(Blois MS 1958)의 방법을 이용하여 측정하였다. 팔에 70% ethanol을 가하여 shaking incubater(M5Y-C, JISICO, KOREA)에서 24시간 추출한 후 3068×g 에서 20분간 원심분리(1236MG, GYROZEN, KOREA)하여 얻은 상층액을 시료로 사용하였다. 이 상층액에 0.4mM 2,2-depheyl-1-picryl-hydrazyl(ALDRICH CHEMISTRY, GERMANY) 용액과 시료를 혼합한 후 30분간 암소에 두었다가 ethanol을 blank로 하여 spectrophotometer(UV-9100, Human co., Korea)를 이용하여 517nm에서 흡광도를 측정하였다.

DPPH radical scavenging activity를 추출 시료 첨가구와 비첨가구의 흡광도 차를 백분율로 표시하여 나타내었다.

3) 팔의 proanthocyanidin 분석

(1) 팔의 proanthocyanidin 분석을 위한 시료 제조

팔의 proanthocyanidin 성분 검색을 위한 시료 제조는 Ryszard Amarowicz et al(2006)의 선행연구를 바탕으로 하였다. 팔 80g을 분쇄기(HMF-1000A, HANIL, KOREA)로 분쇄한 뒤 팔의 유색 껍질부분만을 최대한 분리하여 80% acetone을 200 ml 첨가하여 40°C로 유지되는 shaking incubator(HB-201UT, Hanbaek, Korea)에서 24시간 동안 추출하였다. 이 추출물을 Aspirator(DOA-P704-AC, GAST Manufacturing, U.S.A.)를 사용하여 Whatman No.2 여과지로 여과한 후 여과액을 40°C에서 회전 증발 농축기(N-N Series CCCA-1110, EYELA, JAPAN)로 양이 1 ml가 될 때까지 농축하였다. 이 시료를 -70°C로 유지되는 deep freezer(CHAYON Laboratories Inc., KOREA)에 보관하며 실험에 사용 하였다.

(2) 고속액체크로마토그래피(HPLC)에 의한 proanthocyanidin 분석

팔의 proanthocyanidin 성분 검색은 Begona Buendia et al(2010)의 선행 연구를 바탕으로 하였다. Bond Elut-C₁₈ 카트리지(Agilent, 500 mg, 6 ml)에 메탄올 5 ml와 증류수 5 ml를 통과시킨 후 팔 시료를 적재시켜서 10% 메탄올 수용액으로 분석물질을 용리시켰다. 이렇게 얻은 시료를 회전 증발 농축기(N-N Series CCCA-1110, EYELA, JAPAN)로 양이 1 ml가 될 때까지 농축한 뒤 syringe filters(Merck Millipore LS, 25 mm)로 1회 filtering 하여 HPLC-MS(HP 1100 series, Agilent 6130 Single quadrupole LC/MS)로 분석하였고 그 분석 조건은 Table 2와 같다.

Table 2. Operating condition for proanthocyanidin analysis of small red bean

Item	Operating condition
Column	Zorbax Eclipse XDB-C ₁₈ (3.0 × 100 mm, 3.5 μm)
Mobile phase	A: 1% acetic acid B: methanol
Gradient	Time(min) 0 5 10 15 Solvent A (%) 97 97 95 90 Solvent B (%) 3 3 5 10
Flow rate	0.3 mL/min
Injection volume	5 μl
Column temperature	25°C
Detection wavelength	320nm
Ionization mode	Negative ion electrospray
Capillary voltage	3500V
Gas temperature	325°C
Gas flow	11L/min(N ₂)
Nebulizer	45 psi
Sim mode	865

4) 팔차의 제조 방법

팔 50 g을 계량하여 흐르는 물에 1회 세척한 후 증류수 1000 ml 에 계량한 팔을 넣고 90℃에서 8분(SR1), 16분(SR2), 24분(SR3), 32분(SR4), 40(SR5)분 동안 각각 가열하여 팔차를 제조하였다. 그 후 거름종이 (Whatman No.2, U.K.)로 여과하여 실험에 사용하였다. 팔차 시료는 실험 당일에 제조하여 그날 모두 사용하였다. 대조군으로는 가열하지 않는 증류수(0분)를 사용하였다. 완성된 팔차 시료는 Fig. 6과 같다.



Cont.: boiling time 0 min, SR1: boiling time 8 min. SR2: boiling time 16 min.
SR3: boiling time 24 min, SR4: boiling time 32 min, SR5: boiling time 40 min.

Figure 6. Sample of the small red bean tea according to boiling time

5) 팔차의 이화학적 분석

(1) pH 측정

가열 시간에 따른 팔차 시료 C, SR1, SR2, SR3, SR4, SR5의 pH는 pH meter(Delta 350, Metter, England)를 사용하여 측정하였다. 팔차를 각각 10 ml 씩 취하여 Test tube에 넣고 3회 반복 측정 하였다.

(2) 당도 측정

가열 시간에 따른 팔차 시료 C, SR1, SR2, SR3, SR4, SR5의 당도는 측정 범위가 Brix 0-32%인 당도계(PR-1, ATAGO, JAPAN)를 이용하여 측정하였다. 당도계에 팔차 시료를 반응시켜 3회 반복 측정하였다.

(3) 염도 측정

가열 시간에 따른 팔차 시료 C, SR1, SR2, SR3, SR4, SR5의 염도는 염도계(PAL-035, ATAGO, JAPAN)를 이용하여 측정하였다. 염도계에 팔차 시료를 반응시켜 3회 반복 측정하였다.

(4) 탁도 측정

탁도는 용출된 고형물의 정도를 나타내는 수치로서(YS Lee et al 2000) 가열 시간에 따른 팔차 시료 C, SR1, SR2, SR3, SR4, SR5의 탁도는 YS Lee(2000)의 방법에 따라 실험 하였다. 팔차 시료를 각각 spectrophotometer(UV-9100, Human co., Korea)로 675nm 파장에서 3회 반복 측정하였다.

6) 팔차의 색도측정

가열 시간에 따른 팔차 시료 Cont, SR1, SR2, SR3, SR4, SR5의 색도는 색차계(JC-601, Colormeter, Japan)를 사용하여 90×15 mm의 Petri dish(10090, SPL, KOREA)에 각각의 팔차 시료를 15 ml 넣어 잘 흔들어 준 뒤 L값(Lighness), a값(Redness), b값(Yellowness)을 측정하였다. L값은 명도를 나타내며 0(흑색)에서 100(백색) 사이의 수치로 표시하고 a값은 적색도로 +값은 적색, -값은 녹색 정도를 나타낸다. b값은 황색도로 +값이 황색, -값이 청색 정도를 나타낸다(Choi EO 2009). 이 때 표준색은 L값이 97.37, a값이 -0.43, b값이 +1.98인 calibration plate를 사용 하였으며 색도의 실험 결과는 각각 3회 반복 측정하여 나타내었다.

7) 팔차의 사포닌 함량 측정

팔차의 사포닌 함량은 n-butanol 추출법(Shibata et al 1965)에 따라 정량하였다. 즉, 각각의 팔차 시료 10 g에 80% ethanol(DAEJUNG, KOREA) 5 ml를 넣고 70℃ 수욕상에서 1시간씩 2회 추출한 다음 여과지(Whatman No.2)로 여과하였다. 그 후 60℃에서 회전 증발 농축기(N-N Series CCCA-1110, EYELA, JAPAN)로 감압 농축 하여 증류수 3 ml에 용해하고 분액 깔대기에 취하여 3 ml diethyl ether(SAMCHUN Chemicals, Korea)로 3회 반복 추출하여 지용성 성분을 제거하였다. 그 후 수층을 얻어서 n-butanol(SAMCHUN Chemicals, Korea)을 3ml씩 3회 가하여 분리하고 n-butanol 층을 농축시켜 조사포닌을 얻은 후 105℃에서 항량이 될 때까지 건조시켜 시료에 대한 건물량(%)으로 나타내었다.

8) 팔차의 항균 활성 검색

(1) 항균력 측정을 위한 시료 제조

가열 시간에 따른 팔차 시료 SR1, SR2, SR3, SR4, SR5를 각각 회전 증발 농축기(N-N Series CCCA-1110, EYELA, JAPAN)로 45℃ 수욕 상에서 2 ml가 될 때까지 감압 농축 하였다. 이 시료를 -70℃로 유지되는 deep freezer(CHAYON Laboratories Inc., KOREA)에 보관하며 항균성 실험에 사용 하였다.

(2) 항균력 측정

팔차 시료의 항균력을 측정하기 위하여 Zaika IL(1988)의 방법에 따라 paper disc methods를 이용하였다. 8종의 균주를 각각 1 백금이 씩 취하여 10 ml의 broth에 접종하고, 37℃에서 24시간 동안 배양하여 활성 시키고, 3회 계대배양 하였다. 이 균주를 100 µl씩 TSA 배지에 도말하고 멸균한 paper disc(AKJ-TO49005020, ADVANTEC, JAPAN)에 2.0 mg/disc의 농도로 각각의 팔차 시료를 흡수시킨 후 균주를 도말한 TSA 배지의 표면 위에 놓았다. 이 petri dish를 뒤집어서 37℃로 유지되는 incubater(MIR-253, SANYO Electric co. Ltd, JAPAN)에서 24시간 동안 배양하였다. 그 후 disc 주위의 inhibition zone의 직경(mm)은 digimatic caliper(ABSOLUTE DIGIMATIC, Mitutoyo Corp., JAPAN)로 측정하였다. 이 과정은 3번 반복하여 평균치를 사용 하였다.

(3) 최소저해농도(Minimum inhibitory concentration) 측정

팔차의 최소저해농도(MIC)는 broth microdilution method(Amsterdam D 1996)를 이용하였다. 96-well plate(FALCON, U.S.A.)에 TSB 배지를 100 μ l씩 분주하고 각각의 팔차 시료를 100 μ l씩 2배 희석 하여 농도를 조절한 후 균의 농도를 $2 \times 10^4 \sim 10^5$ CFU/ml이 되도록 희석시켜 100 μ l씩 첨가하였다. 그 후 37°C에서 24시간 배양한 뒤, 650 nm에서 microplate reader(Biolog Inc., U.S.A.)로 흡광도를 측정하였다. 흡광도가 0.00을 나타내는 시료 농도를 MIC 값으로 정하였다.

9) 관능검사

팔차의 관능 검사는 훈련된 식품영양학과 대학원생 15명을 대상으로 문헌(Yun GY et al 2005)을 참고하여 설문지를 작성하고 관능검사 기호도 조사를 하였다. 6개의 시료와 음용수를 각각 컵에 담아 제공 하였으며 7점 척도법을 사용하였고 1점은 '아주 나쁘다', 4점은 '보통', 7점은 '아주 좋다'로 나타내었다. 평가 항목은 색깔(color), 팔의 향(Odor), 팔의 맛(taste), 개운함(refreshing taste), 단맛(sweetness), 짠맛(saltyness), 전체적인 선호도(overall quality)로 하였다.

10) 통계처리

본 연구의 결과는 적어도 3번 반복하여 평균(±표준편차)을 구한 값을 사용하였다. 각 항목에 따른 자료 분석을 위하여 SPSS 18.0 통계 패키지 프로그램(Statistical package for the Social Sciences)을 사용하였다. 분산분석(ANOVA)을 실시하여 처리물질의 농도변화에 따른 유의성을 검토하였다. 또한 유의성이 있는 경우 차이검증을 위해 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan의 다중범위검정(Duncan's multiple range test)을 이용하여 사후검증을 하였다.

Ⅲ. 연구결과 및 고찰

1. 일반성분 분석

팥 시료의 일반성분을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 조지방이 1.0%로 가장 적었고 조회분은 3.6%, 수분이 12.8%, 조단백질이 18.7%로 나타났으며 탄수화물이 63.9%로 가장 많이 포함되어 있었다. 수분 함량은 일반 곡류의 저장에 적합한 9.11~13.74%의 범위로 나타났다(Lee HK et al 2010). 한국산 잡곡류에 대한 이 등(2010)의 연구 결과 팥의 일반성분은 수분 13.74%, 조단백질 21.12%, 조지방 0.68%, 회분 3.22%로 나타나 (Lee HK et al 2010) 본 연구의 결과와 유사한 경향을 나타내었다.

Table 3. Proximate composition of small red bean

Sample	Compositions(%)				
	Moisture	Crude ash	Crude fat	Crude protein	Carbohydrate
small red bean	12.8	3.6	1.0	18.7	63.9

2. 팔의 항산화 활성

1) 팔의 총 페놀 화합물 함량 측정

팔의 총 페놀 화합물 측정 검색한 결과는 Table 4와 Fig. 7에 나타내었다. 팔의 총 페놀 화합물은 팔의 농도가 높아질수록 유의적으로($p < 0.001$) 증가하였다. 1000 $\mu\text{g/ml}$ 의 농도에서 13.3 $\text{mg}/70\text{g}$ 으로 가장 높았고 200 $\mu\text{g/ml}$ 의 농도에서는 1.89 $\text{mg}/70\text{g}$ 으로 가장 낮은 함량을 나타내었다. 우 등(2010)의 연구에 따르면 품종별 팔의 총 폴리페놀 함량은 19.00–34.75 mg/g 으로 밀양6호의 경우 34.75 mg/g 의 함량을 보였으며, 중원팔과 칠보팔은 각각 30.84 mg/g , 30.61 mg/g 의 높은 함량을 나타내었다고 보고 하였다(Woo KS et al 2010). 이는 본 실험의 결과와는 다소 차이를 보였는데 이것은 실험 과정 중 희석 배율의 차이 때문인 것으로 보인다. 또한 박(2003)의 콩 품종에 따른 항산화 효과 연구에 따르면 팔의 phenolic 화합물의 함량이 1.28 mg/ml 로 다른 콩에 비해 높았다고 하였는데(Park MY 2003) 이것은 팔이 유색미이기 때문인 것으로 판단된다. 최 등(1996), 오 등(2003)의 연구에서는 색을 띠는 종자일수록 항산화활성이 높았고 이는 페놀화합물과 안토시아닌계 색소 때문이라고 하였다(Choi HC et al 1996, Oh HS et al 2003).

Table 4. Phenolic compound of small red bean

Sample ($\mu\text{g/ml}$)	Phenolic compound (mg/70g)
200	1.89 ± 0.01 ^{1)E2)}
400	9.24 ± 0.01 ^D
600	10.72 ± 0.01 ^C
800	11.98 ± 0.01 ^B
1000	13.30 ± 0.02 ^A
F-value	391331.15***

¹⁾ Mean \pm SD.

²⁾ A, B, C, D, E means in a row followed by different superscripts are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

*** $p < 0.001$

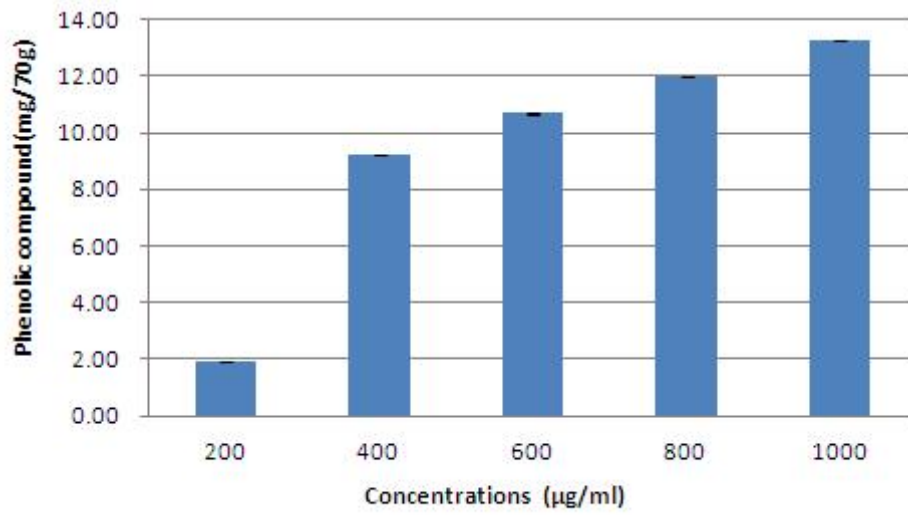


Figure 7. Total phenolic compound contents of small red bean

2) 총 플라보노이드 함량 측정

팥의 총 플라보노이드 함량을 측정 검색한 결과는 Table 5와 Fig. 8에 나타내었다. 팥의 농도가 높아질수록 유의적으로($p < 0.001$) 플라보노이드 함량도 증가하는 것을 확인할 수 있었으며 1000 $\mu\text{g/ml}$ 의 농도에서 7.35 mg/70g으로 가장 높았으며 200 $\mu\text{g/ml}$ 의 농도에서 1.40 mg/70g으로 가장 적은 함량을 보였다. 이 등(2010)에 의하면 두류의 플라보노이드 함량은 유색품종일수록 높게 나타난다고 하였고 그중에서 플라보노이드 함량이 가장 높은 것이 팥으로 4.20 mg/g의 함량을 나타냈다고 하였다(Lee HK et al 2010). 이는 본 실험의 결과와는 다소 차이를 보였는데 이것은 실험 과정 중 희석 배율의 차이 때문인 것으로 보인다.

Table 5. Flavonoid of small red bean

Sample ($\mu\text{g/ml}$)	Flavonoid (mg/70g)
200	1.40 ± 0.10 ^{1)E2)}
400	2.95 ± 0.01 ^D
600	4.62 ± 0.03 ^C
800	5.32 ± 0.01 ^B
1000	7.35 ± 0.03 ^A
F-value	6797.66***

1) Mean \pm SD.

2) A, B, C, D, E means in a row followed by different superscripts are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

*** $p < 0.001$

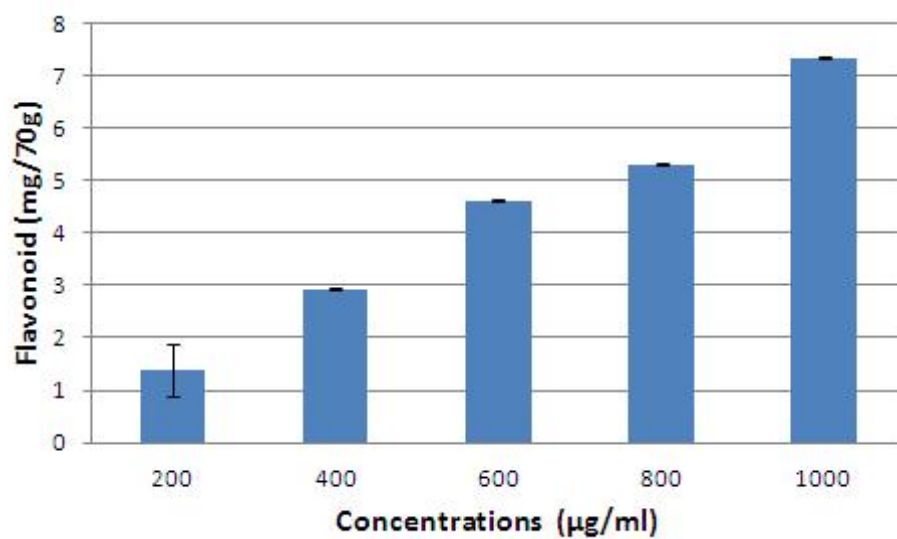


Figure 8. Flavonoid of small red bean

3) DPPH radical 소거 활성의 측정

팥의 DPPH-radical 소거 활성을 검색한 결과는 Table 6과 Fig. 9에 나타내었다. 팥 추출물의 농도가 200 $\mu\text{g/ml}$ 부터 1000 $\mu\text{g/ml}$ 로 높아질수록 소거능이 유의적($p < 0.001$)으로 높아졌으며 각각 41.19%, 71.23%, 81.00%, 82.06%, 86.41%의 높은 DPPH-radical 소거능을 보여주었고 특히 400 $\mu\text{g/ml}$ 의 농도에서 급격하게 높아지는 결과를 나타내었다. 박(2003)은 팥의 DPPH-radical에 대한 전자공여효과가 16.29%라고 하였으며(Park MY 2003) 이 등(2010)의 연구에서도 두류 추출물 중 팥이 37.93%의 DPPH-radical 소거능을 보여 강낭콩에 이어 두 번째로 높았다고 하였다(Lee HK et al 2010). 이처럼 팥은 유색의 껍질을 지니고 있기 때문에 항산화 활성이 높으며 팥의 우수한 항산화 활성을 이용하여 팥차를 음용한다면 유의한 효과를 얻을 것으로 기대된다.

Table 6. DPPH radical scavenging activity of small red bean

Sample ($\mu\text{g/ml}$)	DPPH ²⁾ (%)
200	41.19 \pm 0.01 ^{1)E3)}
400	71.23 \pm 0.01 ^D
600	81.00 \pm 0.00 ^C
800	82.06 \pm 0.01 ^B
1000	86.41 \pm 0.01 ^A
F-value	12552996.36***

¹⁾ Mean \pm SD.

²⁾ DPPH radical scavenging activity.

³⁾ A, B, C, D, E means in a row followed by different superscripts are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

*** $p < 0.001$

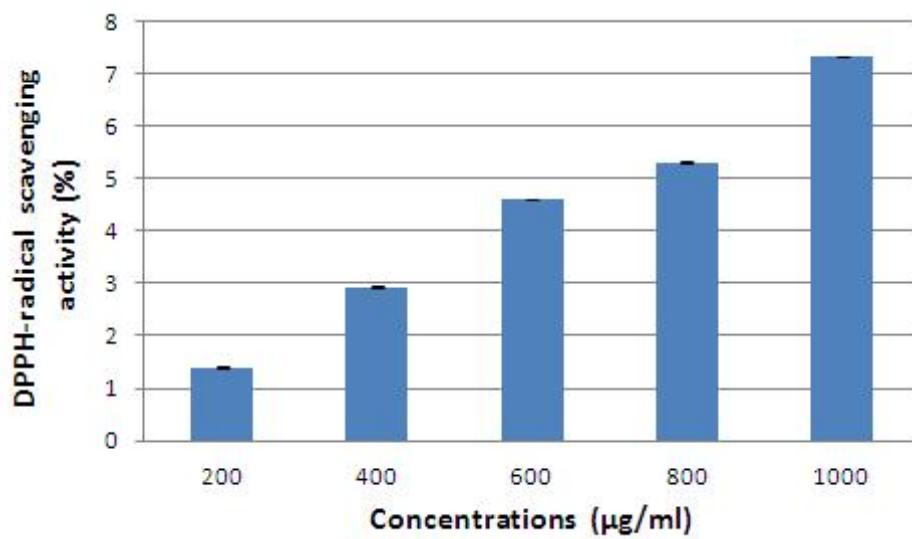
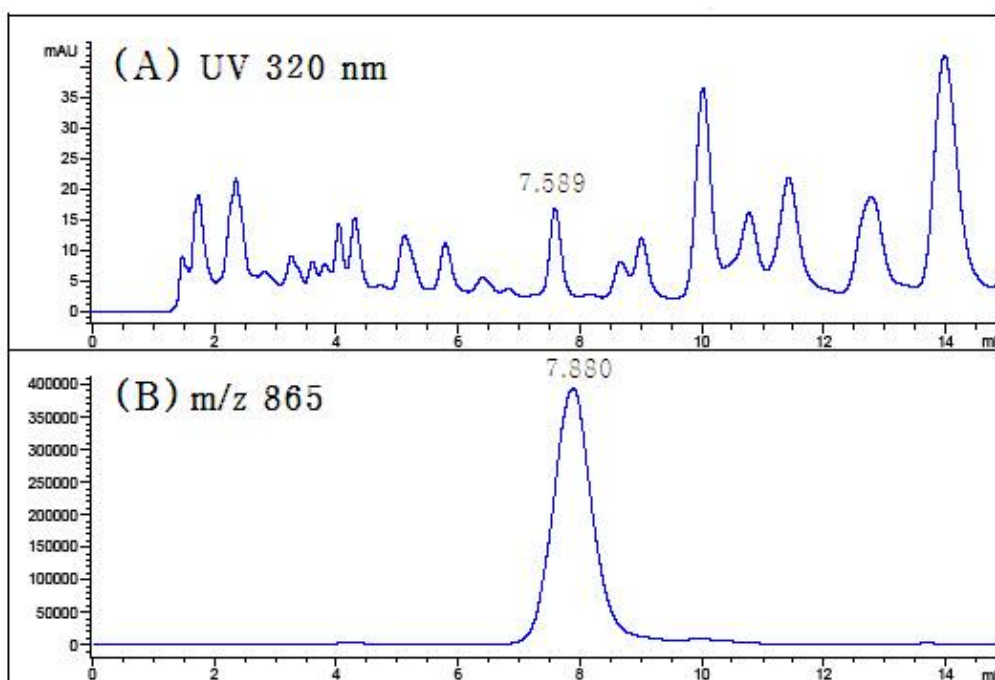


Figure 9. DPPH radical scavenging activity of small red bean

3. 팔의 proanthocyanidin 분석

팔의 proanthocyanidin을 분석한 결과는 Fig. 10에 나타내었다.

(A)는 HPLC-DAD 분석 결과로 흡광과장 320 nm에서 retention time이 7.589분인 proanthocyanidin을 분석하였다. (B)는 HPLC-MS 분석 결과로 m/z를 865로 설정 하였을 때 retention time이 7.880분인 proanthocyanidin을 분석하였다. Begona Buendia et al(2010)의 딸기 proanthocyanidin의 HPLC-DAD 분석 결과에서는 흡광과장 280 nm, 320 nm, 360 nm에서 proanthocyanidin을 분석하였으나 본 연구에서는 320 nm에서 proanthocyanidin의 peak를 명확하게 분석하였다. 또한 딸기 proanthocyanidin의 HPLC-MS 분석 결과에서는 m/z를 865로 설정하였을 때 (epi)catechin 삼량체 구조를 가진 proanthocyanidin을 4종류 분석하였으나 본 연구에서는 1개의 peak만 분석 하였다. 이와 같은 결과가 나타난 것은 분석 대상인 딸기와 팔의 차이로 인한 것이라 생각된다. 따라서 팔을 섭취함으로써 우리 몸에 유용한 성분인 안토시아닌을 얻을 수 있을 것으로 보인다.



(A): HPLC chromatograms obtained at 320 nm

(B): Peak is (epi)catechin-(epi)catechin-(epi)catechin (m/z 865)

Figure 10. HPLC-DAD(A) and HPLC-MS(B) extracted ion chromatograms in negative ionization mode of proanthocyanidin from small red bean.

4. 팔차의 이화학적 분석

가열 시간에 따른 팔차 시료의 이화학적 분석은 Cont, SR1, SR2, SR3, SR4, SR5의 pH, 당도, 염도, 탁도를 분석하였다.

pH는 Table 7, Fig. 11과 같다. pH는 가열하는 시간이 길어질수록 저하되는 결과를 보였다. Cont가 6.81로 가장 높았고 SR1은 6.54, SR2는 6.11로 유의적으로($p < 0.001$) 감소하였으며 SR3, SR4, SR5는 비슷한 경향을 보였다.

당도는 Table 7, Fig. 12와 같다. 팔차의 당도는 Cont, SR1, SR2까지는 값이 나타나지 않다가 SR3부터 유의적으로($p < 0.001$) 증가하여 SR2가 0.23 Brix, SR4 시료가 0.67 Brix, SR5 시료는 0.83 Brix로 나타났다.

염도는 Table 7, Fig. 13과 같다. 팔은 100g당 1mg의 나트륨을 함유하고 있으며(현화진 et al 2007) 이로 인하여 팔차도 가열하는 시간이 길어짐에 따라 염도가 증가하는 경향을 보였다. SR5의 염도는 0.7%로 유의적으로($p < 0.001$) 가장 높았으며 SR4는 0.53%였고 SR3는 0.20%로 SR2, SR1 시료와 유사한 결과를 나타내었다.

팔차의 탁도는 Table 7, Fig. 14와 같다. SR1, SR2, SR3는 유의성을 보이지 않았으나 SR4부터는 유의적으로($p < 0.001$) 증가하였고 SR5는 급격하게 증가하는 경향을 보였다. 이것은 팔을 가열하는 시간이 길수록 팔의 성분이 더 많이 용출되기 때문인 것으로 보인다. 최(2010)의 오디를 이용한 음료 개발에 관한 연구 결과 오디음료의 탁도는 오디의 농도가 높아질수록 0.100, 0.196, 0.295, 0.388로 높아 졌다고 하여(Choi SY 2010) 팔의 농도가 진해질수록 탁도가 증가한 위의 결과와 비슷한 양상을 나타내었다.

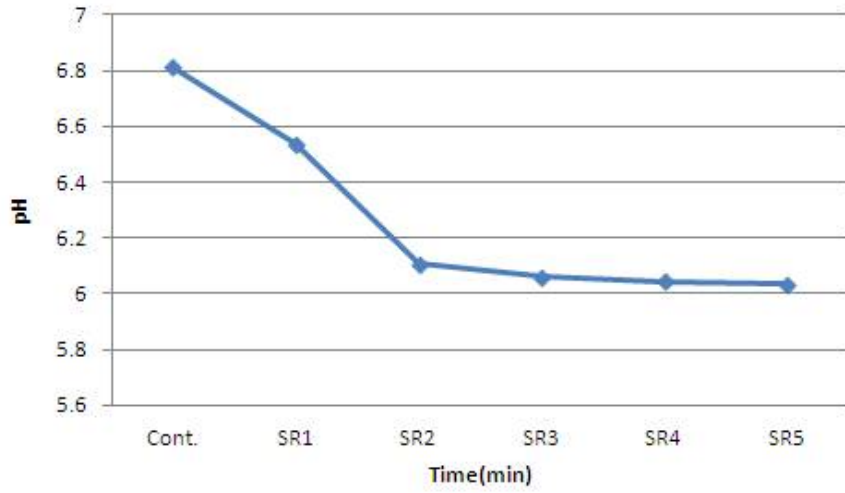
Table 7. pH, sugar content, salinity and turbidity of small red bean Tea

Sample	pH	sugar content(°Bx)	salinity(%)	turbidity
Cont.	6.81±0.07 ^{1)A2)}	0.00±0.00 ^D	0.00±0.00 ^D	0.00±0.00 ^C
SR1	6.54±0.02 ^B	0.00±0.00 ^D	0.13±0.06 ^C	0.00±0.00 ^C
SR2	6.11±0.02 ^C	0.00±0.00 ^D	0.13±0.06 ^C	0.02±0.00 ^C
SR3	6.06±0.02 ^{CD}	0.23±0.06 ^C	0.20±0.10 ^C	0.04±0.01 ^C
SR4	6.04±0.01 ^D	0.67±0.06 ^B	0.53±0.06 ^B	0.12±0.01 ^B
SR5	6.03±0.01 ^D	0.83±0.06 ^A	0.70±0.00 ^A	0.97±0.09 ^A
F-value	285.40 ^{***}	249.33 ^{***}	66.30 ^{***}	302.80 ^{***}

1) Mean±SD.

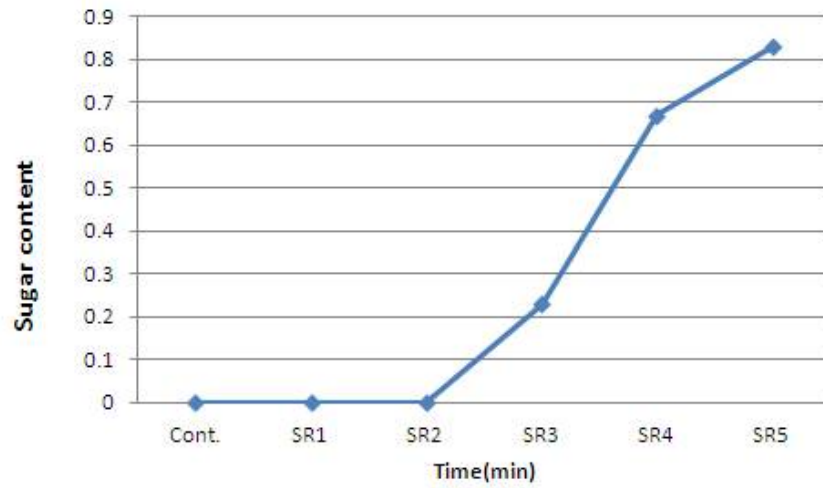
2) A, B, C, D means in a row followed by different superscripts are significantly different($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

*** $p < 0.001$



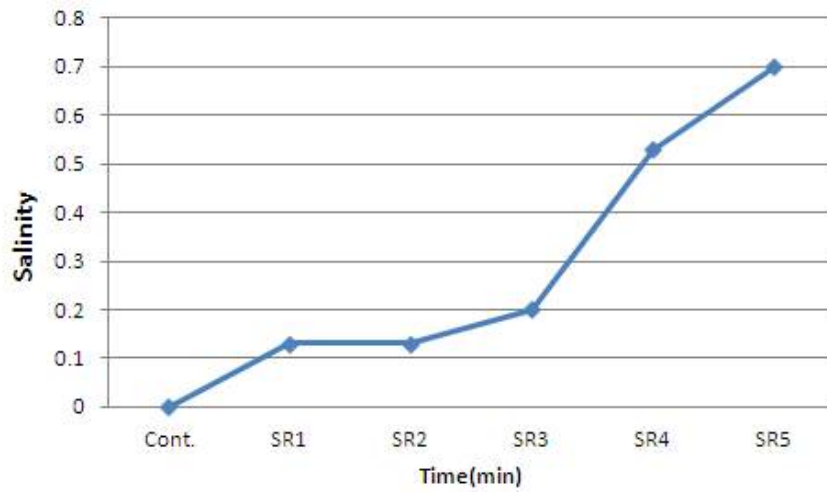
Cont.: boiling time 0 min, SR1: boiling time 8 min.
 SR2: boiling time 16 min. SR3: boiling time 24 min,
 SR4: boiling time 32 min, SR5: boiling time 40 min.

Figure 11. pH of small red bean Tea



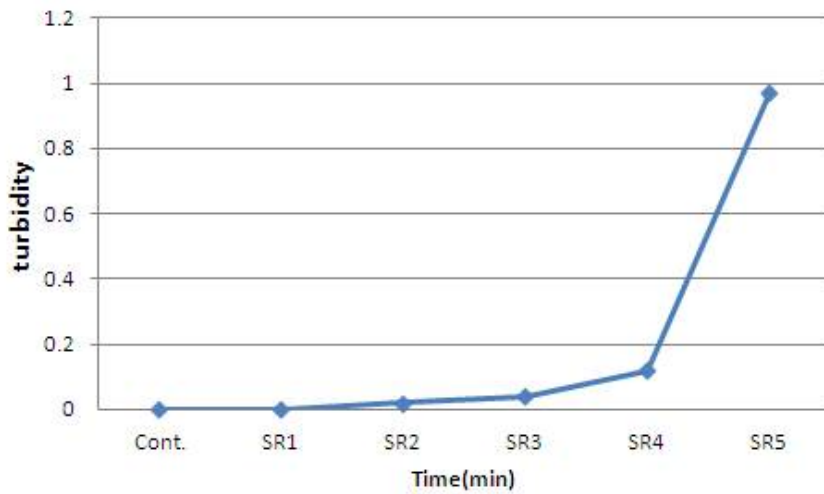
Cont.: boiling time 0 min, SR1: boiling time 8 min.
 SR2: boiling time 16 min. SR3: boiling time 24 min,
 SR4: boiling time 32 min, SR5: boiling time 40 min.

Figure 12. Sugar content of small red bean Tea



Cont.: boiling time 0 min, SR1: boiling time 8 min.
 SR2: boiling time 16 min. SR3: boiling time 24 min,
 SR4: boiling time 32 min, SR5: boiling time 40 min.

Figure 13. Salinity of small red bean Tea



Cont.: boiling time 0 min, SR1: boiling time 8 min.
 SR2: boiling time 16 min. SR3: boiling time 24 min,
 SR4: boiling time 32 min, SR5: boiling time 40 min.

Figure 14. Turbidity of small red bean Tea

5. 팔차의 색도 측정

가열 시간을 달리한 팔차 Cont, SR1, SR2, SR3, SR4, SR5의 색도는 Table 8, Fig. 15와 같다. 명도를 나타내는 L값은 SR2 부터 SR5 시료까지 유의적으로($p < 0.001$) 상승하였다. 특히 SR5에서 L값이 급격하게 상승하여 23.89를 나타내었다. 적색도를 나타내는 a값은 Cont에서 SR5까지 유의적으로($p < 0.001$) 상승하였다. Cont에서 SR2 까지는 -값을 나타내어 녹색에 가까웠으나 SR3 부터는 0.23, 0.79, 1.85로 적색에 가까워지는 결과를 보였다. 황색도를 나타내는 b값은 Cont에서 SR2 까지는 유의성을 보이지 않았지만 SR3 부터는 유의적으로($p < 0.001$) 증가하였고 SR5는 8.67로 b값이 급격히 상승하였다. 즉, L, a, b값은 모두 가열하는 시간이 길어짐에 따라 상승하였으며 이것은 가열에 따라 팔의 여러 성분이 용출되어 색이 진해져 명도, 적색도, 황색도가 상승하는 것으로 보인다.

고 등(1997)의 팔 물추출액의 이화학적 특성 연구(Koh KJ et al 1997)에 의하면 100°C에서 2시간 동안 추출한 팔의 색도는 L값이 24.3, a값이 5.1, b값이 7.6이라고 하여 본 연구의 결과와 비교해 볼 때 L값과 b값이 SR5와 유사하였으나 a값은 더 높은 결과를 보여주었다. 노 등(2001)의 팔의 수침에 따른 용출 특성에 관한 연구(Noh MJ et al 2001)에서는 20°C에서 16시간 동안 수침한 팔의 색도는 L값이 84.32, a값이 2.99, b값이 47.26 이라고 하여 위의 결과보다 모두 높은 값을 나타내었으며 이것은 추출 온도와 시간 등 추출조건의 차이로 인한 것이라고 생각된다.

Table 8. Hunter's color value of small red bean tea according to boiling time

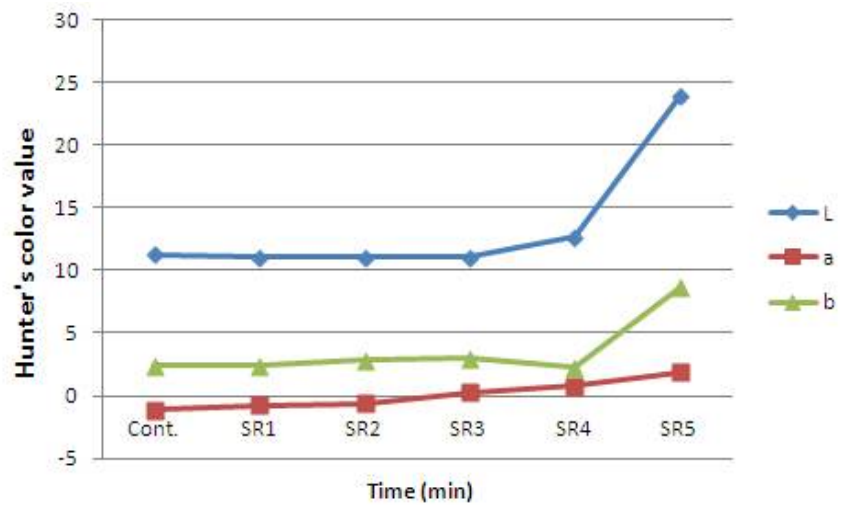
Sample ¹⁾	Hunter's value		
	L	a	b
Cont.	11.29±0.10 ^{2)D3)}	-1.16±0.04 ^E	2.36±0.17 ^C
SR1	11.04±0.00 ^D	-0.77±0.02 ^D	2.40±0.00 ^C
SR2	11.04±0.00 ^D	-0.62±0.06 ^D	2.81±0.14 ^C
SR3	11.07±0.05 ^C	0.23±0.49 ^C	2.97±0.14 ^B
SR4	12.67±0.00 ^B	0.79±0.12 ^B	2.27±0.00 ^B
SR5	23.89±0.04 ^A	1.85±0.21 ^A	8.64±0.14 ^A
F-value	34066.15 ^{***}	450.38 ^{***}	1300.83 ^{***}

¹⁾ Cont.: boiling time 0 min, SR1: boiling time 8 min,
 SR2: boiling time 16 min. SR3: boiling time 24 min,
 SR4: boiling time 32 min, SR5: boiling time 40 min.

²⁾ Mean±SD.

³⁾ A, B, C, D, E means in a row followed by different superscripts are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

*** p<0.001



Cont.: boiling time 0 min, SR1: boiling time 8 min,
 SR2: boiling time 16 min. SR3: boiling time 24 min,
 SR4: boiling time 32 min, SR5: boiling time 40 min.

Figure 15. Hunter's color value of small red bean tea according to boiling time

6. 팔차의 사포닌 함량 측정

가열 시간을 달리한 팔차 Cont, SR1, SR2, SR3, SR4, SR5의 사포닌 함량을 측정한 결과는 Table 9와 Fig. 16과 같다. 팔차의 사포닌은 팔을 가열하는 시간이 길어질수록 그 함량이 유의적으로($p < 0.001$) 상승하였다. SR1은 0.86 mg/g, SR2는 1.24 mg/g, SR3은 1.37 mg/g, SR4는 1.93 mg/g이었으며 SR5는 사포닌 함량이 급격하게 증가하여 3.82 mg/g을 나타내었다. 팔에는 0.3% 정도의 사포닌이 존재한다고 하며(최세영 et al 2002) 가열하는 과정에서 팔 내부의 사포닌이 용출된 것으로 보인다. 황 등(2005)의 팔 침출액의 이화학적 특성에 관한 연구에 따르면 팔 1차 침출액의 조사포닌은 0.82 mg/g, 2차 침출액은 1.44 mg/g, 3차 침출액은 1.52 mg/g으로 침출이 진행됨에 따라 사포닌이 더 많이 용출된다고 하였으며 본 연구 결과와 유사함을 보여주었다. 윤 등(2005)의 연구에 따르면 인삼에는 43.70 mg/g의 사포닌이 함유되어 있으며 160°C에서 20분 가열하였을 때 64.40 mg/g으로 최대값을 보이고 그 이후에는 감소하여 조사포닌 함량은 가열시간에 영향을 많이 받는다고 하여 본 연구의 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 따라서 40분간 가열한 팔차를 꾸준히 음용한다면 사포닌에 의한 긍정적인 효과를 얻을 수 있을 것으로 판단된다.

Table 9. Crude saponin of small red bean tea according to boiling time

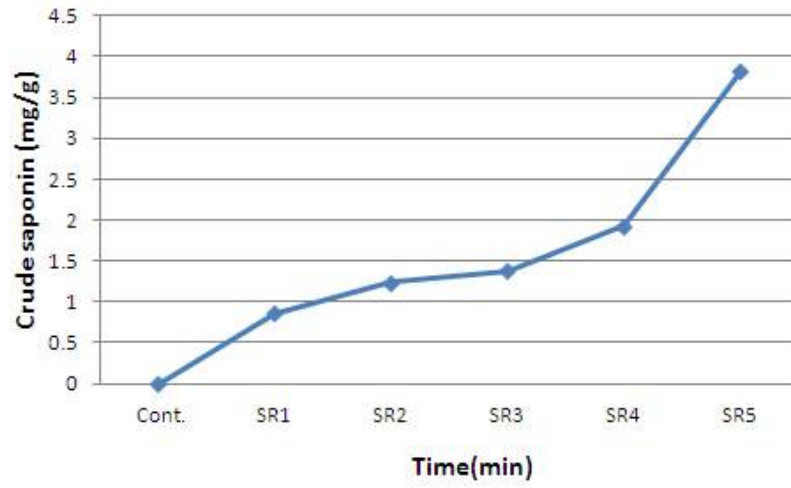
	Sample ¹⁾						F-value
	Cont.	SR1	SR2	SR3	SR4	SR5	
Saponin(mg/g)	0.00±0.00 ^{2)F}	0.86±0.02 ^{E3)}	1.24±0.03 ^D	1.37±0.02 ^C	1.93±0.01 ^B	3.82±0.03 ^A	8864.38***

¹⁾ Cont.: boiling time 0 min, SR1: boiling time 8 min, SR2: boiling time 16 min. SR3: boiling time 24 min, SR4: boiling time 32 min, SR5: boiling time 40 min.

²⁾ Mean±SD

³⁾ A, B, C, D, E, F means in a row followed by different superscripts are significantly different($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

*** $p < 0.001$



Cont.: boiling time 0 min, SR1: boiling time 8 min,
SR2: boiling time 16 min. SR3: boiling time 24 min,
SR4: boiling time 32 min, SR5: boiling time 40 min.

Figure 16. Crude saponin of small red bean tea according to boiling time

7. 팔차의 항균활성 검색

1) 항균력 측정

가열 시간을 달리한 팔차 SR1, SR2, SR3, SR4, SR5의 구강세균에 대한 항균 활성을 측정하기 위해 6종의 구강세균과 2종의 대비균주를 사용하여 Paper disc methods를 실행하였다. Paper disc 주변에 inhibition zone이 생기면 항균 활성이 있는 것으로 판단하고 inhibition zone의 직경이 클수록 항균 활성이 높다고 평가 하였다(Kim HJ 2010).

팔차의 가열 시간에 따른 항균활성을 검색한 결과는 Table 10, Fig. 17과 같다. 8종의 균주 중에서 *F. nucleatum*과 *A. actinomycetemcomitans*의 2종을 제외한 6종의 균주에서 항균 활성을 나타내었다.

그람 양성균인 충치 균주의 항균 활성을 살펴보면, *S. mutans*는 SR4가 12.87 mm로 가장 큰 inhibition zone을 나타내었고 SR2는 8.99 mm로 가장 작은 inhibition zone을 보였으며 SR1은 항균 활성을 나타내지 않았다. *S. sobrinus*는 SR3과 SR4가 높은 항균 활성을 보였고 특히 SR4가 13.83 mm로 가장 좋았다. SR2는 10.19 mm로 가장 작은 inhibition zone을 보였고 SR1은 항균활성을 나타내지 않았다.

그람 음성균인 구취 균주의 항균활성을 살펴보면, *P. intermedia*는 SR3과 SR4가 항균 활성이 좋았으며 특히 SR3은 13.8 mm로 모든 시료 중에서 가장 큰 inhibition zone을 나타내었다. SR2는 9.66 mm로 가장 낮은 inhibition zone을 보여주었고 SR1은 항균 활성을 나타내지 않았다. *P. gingivalis*는 SR4가 13.52 mm로 가장 컸고 SR2가 9.73 mm로 가장 작은 inhibition zone을 보여주었으며 SR1은 역시 항균활성을 나타내지 않았다.

대비 균주인 그람 음성균 *E. coli*와 그람 양성균 *S. aureus*의 항균활성을 살펴보면, *E. coli*는 SR3, SR4, SR5 시료가 비슷한 항균 활성을 보여주었는데

그 중에서도 SR3가 10.89 mm로 가장 큰 inhibition zone을 나타내었고 SR1은 항균 활성을 나타내지 않았다. *S. aureus*는 SR3, SR5가 좋은 항균 활성을 나타내었으며 SR4가 10.51 mm로 가장 높았고 SR2가 8.78 mm로 가장 낮은 inhibition zone을 보여주었다. 그러나 대비 균주로 사용한 *E. coli*와 *S. aureus*는 충치균주인 *S. mutans*, *S. sobrinus*, 구취균주인 *P. intermedia*, *P. gingivalis*와 비교했을 때 전체적으로 낮은 항균 활성을 보여주었다. 즉, 팔차가 충치균주와 구취균주에 비교적 뛰어난 항균 활성을 갖고 있다고 보여 진다.

강력한 항균 활성을 갖는다고 알려진 녹차 추출물의 구강위생균에 대한 항균 활성을 알아본 제의 연구 결과(Jae MH 2007) 그람 양성균인 충치균주 *S. mutans* 4종은 평균 12.68 mm의 inhibition zone을 나타내었고 *S. sobrinus* 3종은 평균 13.17 mm의 inhibition zone을 나타내어 SR4와 유사한 활성을 보였다. 또한 그람 음성의 *P. intermedia*는 8.2 mm로 SR4의 13.8 mm보다 낮은 항균 활성을 보였으며 *P. gingivalis*는 inhibition zone을 나타내지 않아 팔차에 비하여 녹차가 낮은 항균 활성을 보였다. *F. nucleatum*와 *A. actinomycetemcomitans*에 대한 inhibition zone은 나타나지 않아서 팔차와 같은 결과를 나타냈는데 이것은 균주의 특성에 따른 것으로 보이며 추후 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

팔차 시료 간의 항균 활성을 살펴보면, SR1은 모든 균주에서 항균 활성을 나타내지 않았으며 SR2는 *S. sobrinus*를 제외한 모든 균주에서 10 mm 이하의 inhibition zone을 나타내었고 SR5는 모든 균주에서 12 mm 이하의 inhibition zone을 보여주었다. SR3과 SR4는 비슷하게 항균 활성이 좋았으나 SR3이 좀 더 큰 inhibition zone을 나타내어 결과적으로 SR3이 가장 항균 활성이 좋은 것으로 판단된다.

Table 10. Antimicrobial activity of small red bean tea against the several microorganism

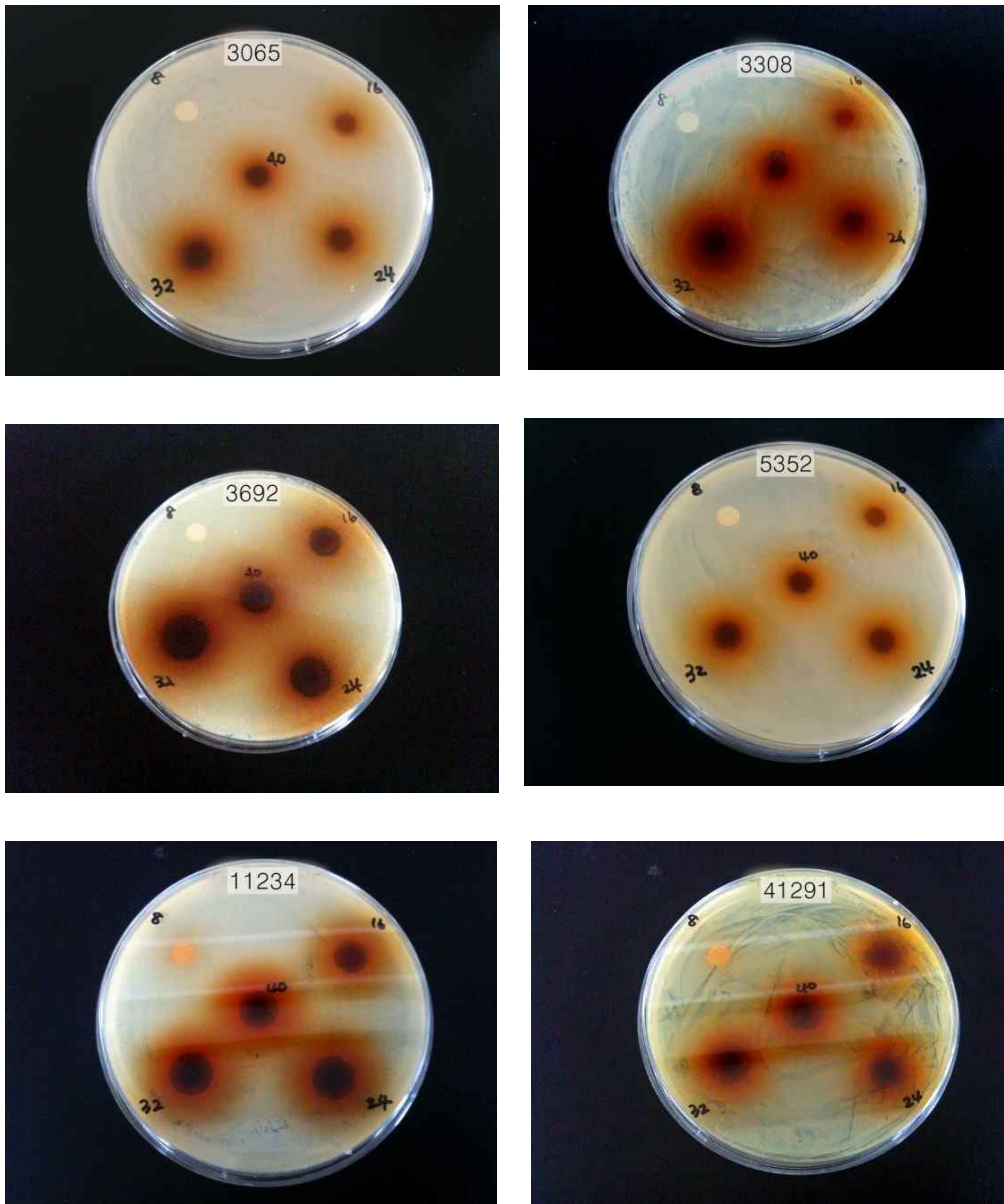
Sample ²⁾	Inhibition zone diameter ¹⁾ (mm)							
	<i>S. mutans</i>	<i>S. sobrinus</i>	<i>P. intermedia</i>	<i>P. gingivalis</i>	<i>F. nucleatum</i>	<i>A. actinomycet emcomitans</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>
SR1	- ³⁾	-	-	-	-	-	-	-
SR2	+ ⁴⁾	++	+	+	-	-	+	+
SR3	++ ⁴⁾	+++	+++	+++	-	-	++	+
SR4	+++ ⁴⁾	+++	+++	+++	-	-	++	++
SR5	++	++	++	++	-	-	++	++

¹⁾ Diameter of clear zone including disc diameter of 6.0mm.

²⁾ Cont.: boiling time 0 min, SR1: boiling time 8 min, SR2: boiling time 16 min. SR3: boiling time 24 min, SR4: boiling time 32 min, SR5: boiling time 40 min.

³⁾ Not active (6mm).

⁴⁾ +: Very slight inhibition (6~10mm), ++: Modeate inhibition (10~12mm), +++: Heavy inhibition (12~14mm)



Cont.: boiling time 0 min, SR1: boiling time 8 min, SR2: boiling time 16 min.
 SR3: boiling time 24 min, SR4: boiling time 32 min, SR5: boiling time 40 min.

Figure 17. Antimicrobial activity of small red bean tea against the several microorganism

2) 최소저해농도(Minimum inhibitory concentration) 측정

Minimum inhibitory concentration(MIC)는 미생물의 생육을 저해하는데 필요한 최소 농도를 의미하는 것으로(Park SJ et al 2010) 값이 작을수록 항균 활성이 큰 것이다. 가열 시간을 달리한 팔차 SR1, SR2, SR3, SR4, SR5에 대하여 broth microdilution method를 실행한 결과는 Table 11에 나타내었다. 8종의 균주 중에서 *F. nucleatum*과 *A. actinomycetemcomitans*의 2종을 제외한 6종의 균주에서 MIC 값을 나타내었다.

그람 양성 충치 균주 2종의 결과를 살펴보면, *S. mutans*는 SR2가 2000 µg/ml의 값을 보여 비교적 항균 활성이 낮았고 SR3, SR4, SR5는 500 µg/ml의 MIC 값을 보여 가장 항균 활성이 좋게 나타났다. *S. sobrinus*는 SR2가 1000 µg/ml로 항균 활성이 낮았고 SR4는 125 µg/ml로 적은 양으로도 균의 성장을 억제하는 강한 항균 활성을 보여주었다.

그람 음성의 구취 균주 2종의 결과를 살펴보면, *P. intermedia*는 SR2가 1000 µg/ml로 항균 활성이 낮았고 SR3, SR4는 125 µg/ml로 높은 항균 활성을 보였다. *P. gingivalis*도 SR2가 1000 µg/ml로 낮은 항균 활성을 보였고 SR4가 125 µg/ml로 높은 항균 활성을 나타내었다.

대비균주 2종의 결과를 살펴보면, *E. coli*는 SR2가 2000 µg/ml로 항균 활성이 낮았고 SR4가 500 µg/ml로 높은 항균 활성을 보여주었다. *S. aureus*는 SR2가 2000 µg/ml로 높은 MIC 값을 보였고 SR3, SR4, SR5는 모두 1000 µg/ml로 비교적 항균 활성이 낮게 나타났다. 따라서 *S. mutans*, *S. sobrinus*, *P. intermedia*, *P. gingivalis*와 비교해 보았을 때 *E. coli*, *S. aureus*는 높은 MIC 값을 보였기 때문에 충치, 구취 균주의 항균 활성이 더 좋은 것으로 판단된다.

팔차 시료 간의 항균 활성을 살펴보면, SR1은 MIC 값을 나타내지 않았으며 SR2는 대체적으로 높은 MIC 값을 보여 항균 활성이 낮음을 알 수 있었

다. 반면 SR4는 *S. sobrinus*, *P. intermedia*, *P. gingivalis* 3종의 균주에서 125 $\mu\text{g/ml}$ 의 낮은 MIC 값을 보여 적은 양으로도 균의 성장을 억제함을 알 수 있었다.

Table 11. Minimum inhibitory concentration(MIC) of small red bean tea against the several microorganism

Sample ²⁾	MIC ¹⁾ (µg/ml)							
	<i>S. mutans</i>	<i>S. sobrinus</i>	<i>P. intermedia</i>	<i>P. gingivalis</i>	<i>F. nucleatum</i>	<i>A. actinomycet emcomitans</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>
SR1	– ³⁾	–	–	–	–	–	–	–
SR2	2000	1000	1000	1000	–	–	2000	2000
SR3	500	250	125	250	–	–	1000	1000
SR4	500	125	125	125	–	–	500	1000
SR5	500	500	250	500	–	–	1000	1000

¹⁾ Values represent an average of three determinations.

²⁾ Cont.: boiling time 0 min, SR1: boiling time 8 min, SR2: boiling time 16 min. SR3: boiling time 24 min, SR4: boiling time 32 min, SR5: boiling time 40 min.

³⁾ Not active.

8. 관능검사

가열 시간을 달리한 팔차 Cont, SR1, SR2, SR3, SR4, SR5를 대상으로 관능검사를 실시한 결과는 Table 12와 Fig. 18에 나타내었다.

색(Color)은 SR3, SR4, SR5가 유의적으로($p < 0.001$) 가장 높은 점수를 나타내었고 이 중에서도 SR3가 6.07로 가장 높았다. 그 다음으로는 색도 측정 결과 팔의 색이 가장 많이 우려나온 SR5와 가장 적게 우려나온 SR1이 각각 3.00과 3.47로 낮은 점수를 나타내었다.

향(Odor)은 가열하는 시간이 길어짐에 따라 유의적으로($p < 0.001$) 높아지는 경향을 보였다. SR1은 1.87로 Cont 다음으로 낮았고 SR2와 SR3는 각각 3.2, 3.73으로 비슷한 값을 나타내었으며 SR4는 4.93, SR5는 5.93으로 가장 높은 점수를 나타내었다.

맛(Taste)도 향과 마찬가지로 가열하는 시간이 길어짐에 따라 유의적으로($p < 0.001$) 높아지는 경향을 보였다. SR1은 1.80으로 낮은 점수를 얻었고 SR2는 3.33, SR3은 3.93, SR4는 5.07 이었고 SR5는 6.4로 가장 높은 점수를 나타내었다. 맛과 향은 팔을 가열하는 시간이 길어짐에 따라 팔의 성분이 용출되어서 맛이 진해지기 때문에 관능 점수가 높아지는 결과를 보인 것으로 사료된다.

개운함(Refreshing taste)은 SR2와 SR3이 유의적으로($p < 0.001$) 높은 점수를 얻었고 그 중에서도 SR3이 5.00으로 가장 높았다. 그 다음으로는 SR4가 3.93, SR1이 3.53이었으며, SR5가 2.60으로 Cont와 비슷한 점수를 받아서 기호도가 가장 낮았다. 이것은 본 연구 결과 SR5의 탁도가 가장 높았던 것과 관련이 있는 것으로 보여 진다. 즉, 팔 내부의 전분이 많이 용출되어서 개운함 보다는 텁텁한 맛이 강했기 때문인 것으로 판단된다.

단맛(Sweetness)은 SR3, SR4가 유의적으로($p < 0.001$) 높은 점수를 받았으며 이 중에서도 SR4가 4.87로 가장 높았다. 그러나 다른 항목에 비하여 4

점대의 비교적 낮은 점수를 나타내었다. 본 연구 결과 SR5의 당도가 가장 높았으나 관능검사에서는 3.33의 비교적 낮은 점수를 받았다. 최 등(1997)의 대추차에 관한 연구에서는 11 °Brix에서 가장 기호도가 좋았으며 30대 이상에서는 연령이 많을수록 감미도가 높은 차를 선호하고 남성보다 여성이 감미도가 낮은 차를 선호한다고 하였다(Choi KS 1997). 따라서 팔차 제조 시 과당 같은 감미료를 이용하여 당도를 조절해야 할 것으로 사료된다.

짠맛(Saltyness)은 단맛과 유사한 결과를 보여주었는데 SR3, SR4가 유의적으로($p < 0.001$) 높았고 그 중에서도 SR4가 4.73으로 가장 기호도가 좋았다. 그 다음으로는 SR5가 3.87로 높았고 SR2는 3.47, SR1은 2.6의 낮은 기호도를 나타내었다.

전체적인 선호도(Overall quality)는 SR3, SR4가 유의적으로($p < 0.001$) 높았으며 그중에서도 SR3이 5.80으로 가장 높았다. 그 다음으로는 SR2, SR5가 각각 4.27, 3.80으로 비슷한 점수를 받았으며 SR1은 3.2로 낮은 점수를 받았지만 Cont 보다는 높았다. 박 등(2000)의 음료의 관능적 특성에 관한 연구(Park GS et al 2000)에서는 단맛은 모든 기호도와 정의 상관관계를 보여 음료에서 단맛을 선호한다고 하였으며 팔차의 관능검사 결과에서도 단맛이 강하다고 느꼈던 SR3, SR4가 전체적인 선호도에서 가장 높은 점수를 얻었다.

팔을 가열하는 시간에 따른 시료 별로 살펴보면 Cont는 모든 항목에서 최하점을 받았으며 SR1 역시 낮은 선호도를 보여주었다. SR2는 색, 개운함 2개의 항목에서 높은 선호도를 나타내었고 SR3은 색, 개운함, 단맛, 짠맛, 전체적인 선호도의 5가지 항목에서 높은 점수를 나타내었다. SR4는 색, 단맛, 짠맛, 전체적인 선호도의 4가지 항목에서 높은 점수를 보였고 SR5는 향, 맛의 2가지 항목에서 높은 선호도를 보였다. 따라서 이상의 결과로 볼 때, 24분간 가열한 SR3의 선호도가 가장 높은 결과를 나타내었다.

Table 12. Score of sensory evaluation for small red bean tea according to boiling time

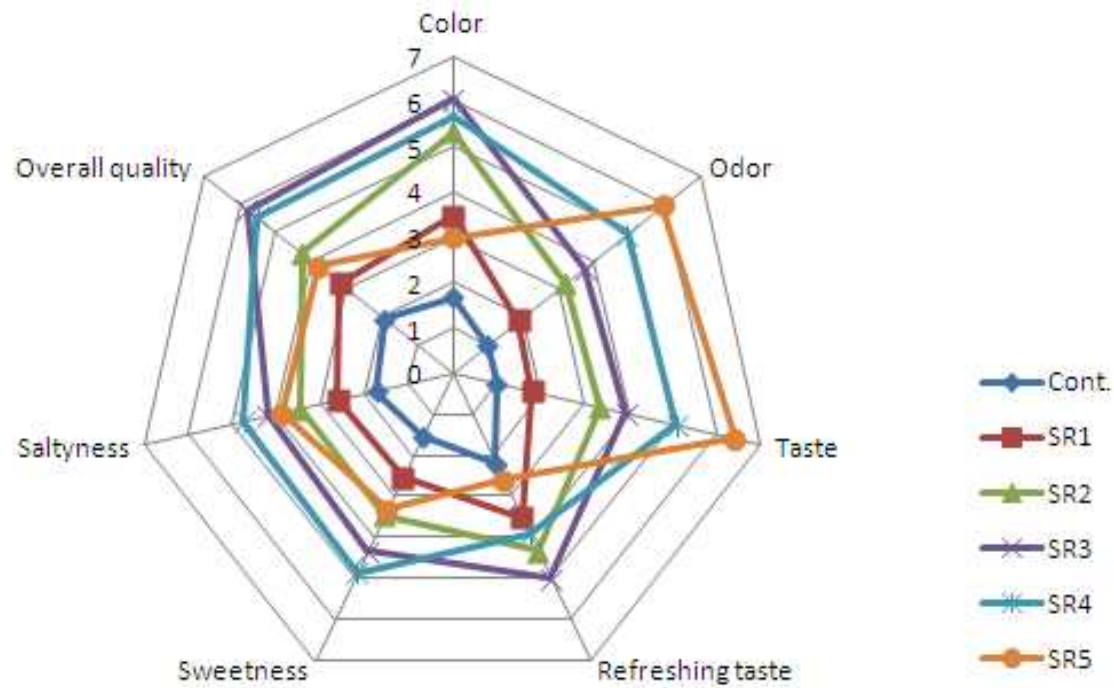
	Sample ¹⁾						F-value
	Cont.	SR1	SR2	SR3	SR4	SR5	
Color	1.67±0.82 ^{2)C}	3.47±0.92 ^B	5.33±1.11 ^A	6.07±0.96 ^A	5.67±1.23 ^A	3.00±1.51 ^B	36.87***
Odor	1.00±0.00 ^{E3)}	1.87±1.06 ^D	3.20±1.08 ^C	3.73±1.39 ^C	4.93±1.53 ^B	5.93±1.39 ^A	36.06***
Taste	1.00±0.00 ^F	1.80±0.68 ^E	3.33±0.72 ^D	3.93±0.80 ^C	5.07±0.80 ^B	6.4±0.74 ^A	129.68***
Refreshing taste	2.20±0.77 ^D	3.53±0.92 ^C	4.33±1.05 ^{AB}	5.00±1.31 ^A	3.93±1.03 ^{BC}	2.60±0.91 ^D	16.33***
Sweetness	1.53±0.52 ^D	2.53±0.64 ^C	3.47±1.06 ^B	4.33±1.18 ^A	4.87±1.06 ^A	3.33±1.68 ^B	18.34***
Saltyness	1.73±0.59 ^D	2.60±0.63 ^C	3.47±0.83 ^B	4.20±0.86 ^{AB}	4.73±1.03 ^A	3.87±1.88 ^B	16.00***
Overall quality	1.93±1.03 ^D	3.20±0.77 ^C	4.27±1.10 ^B	5.80±1.21 ^A	5.53±0.92 ^A	3.80±1.01 ^{BC}	30.68***

¹⁾ Cont.: boiling time 0 min, SR1: boiling time 8 min, SR2: boiling time 16 min. SR3: boiling time 24 min, SR4: boiling time 32 min, SR5: boiling time 40 min.

²⁾ Mean±SD

³⁾ A, B, C, D, E, F means in a row followed by different superscripts are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

*** p<0.001



Cont.: boiling time 0 min, SR1: boiling time 8 min, SR2: boiling time 16 min.

SR3: boiling time 24 min, SR4: boiling time 32 min, SR5: boiling time 40 min.

Figure 18. Score of sensory evaluation for small red bean tea according to boiling time

IV. 결론

본 연구는 항비만, 피로회복, 부종, 혈액순환 등의 효과를 가진 팥을 차로 쉽게 이용할 수 있는 길을 모색하기 위하여 우선 팥에 대한 일반성분, 항산화 활성, proanthocyanidin 성분 분석을 하였다. 또한 팥 50 g을 1000 ml의 물과 함께 가열하면서 8분(small red bean 1:SR1), 16분(small red bean 2:SR2), 24분(small red bean 3:SR3), 32분(small red bean 4:SR4), 40분(small red bean 5:SR5)에 일정량을 채취하여 이화학적 분석, 색도 측정, 구강 위생균에 대한 항균 활성, 사포닌 함량 측정, 관능 평가를 통하여 새로운 기능성 차음료인 팥차 개발을 위한 기초자료를 제시하고자 하였다.

1. 팥의 일반성분은 조지방이 1.0%로 가장 적었고 조회분은 3.6%, 수분이 12.8%, 조단백질이 18.7%로 나타났으며 탄수화물이 63.9%로 가장 많이 포함되어 있었다.

팥의 항산화 활성은 총 페놀 화합물과 총 플라보노이드 함량의 경우 팥의 농도가 높아질수록 유의적으로($p < 0.001$) 증가하였다.

DPPH-radical 소거능은 팥 추출물의 농도가 높아질수록 유의적($p < 0.001$)으로 높아졌으며 특히 400 $\mu\text{g/ml}$ 의 농도에서 급격하게 높아지는 결과를 나타내었다.

팥의 proanthocyanidin을 분석한 결과는 흡광과장 320 nm에서 retention time이 7.589분인 proanthocyanidin을 분석 하였고 m/z를 865로 설정 하였을 때 retention time이 7.880분인 proanthocyanidin을 분석 하였다.

2. 가열 시간에 따른 팥차 시료의 pH는 가열하는 시간이 길어질수록 유

의적($p < 0.001$)으로 저하되는 결과를 보였다. 당도, 염도, 탁도는 가열하는 시간이 길어질수록 유의적으로($p < 0.001$) 증가하는 경향을 보였다.

색도는 L, a, b값이 가열하는 시간이 길어짐에 따라 상승하였으며 이것은 가열에 따라 팔의 여러 성분이 용출되어 색이 진해져 명도, 적색도, 황색도가 상승하는 것으로 보인다.

팔차의 사포닌은 팔을 가열하는 시간이 길어질수록 그 함량이 유의적으로($p < 0.001$) 상승하였다.

3. 팔차의 가열 시간에 따른 항균활성을 검색한 결과 8종의 균주 중 *F. nucleatum*과 *A. actinomycetemcomitans*의 2종을 제외한 6종의 균주에서 항균 활성을 나타내었다. 충치균주인 *S. mutans*, *S. sobrinus*, 구취균주인 *P. intermedia*, *P. gingivalis*는 대비 균주인 *E. coli*와 *S. aureus*와 비교했을 때 전체적으로 높은 항균 활성을 보여 주어 팔차가 충치균주와 구취균주에 비교적 뛰어난 항균 활성을 갖는 것으로 나타났다. 팔차 시료간의 항균 활성을 살펴보면 SR3이 가장 항균활성이 좋은 것으로 판단된다.

팔차의 최소저해농도는 8종의 균주 중에서 *F. nucleatum*과 *A. actinomycetemcomitans*의 2종을 제외한 6종의 균주에서 MIC 값을 나타내었다. *S. mutans*, *S. sobrinus*, *P. intermedia*, *P. gingivalis*는 *E. coli*, *S. aureus*와 비교했을 때 낮은 MIC 값을 보였기 때문에 충치, 구취 균주에 대한 항균 활성이 더 좋은 것으로 판단된다. 팔차 시료간의 최소저해농도를 살펴보면, SR4가 *S. sobrinus*, *P. intermedia*, *P. gingivalis* 3종의 균주에서 125 $\mu\text{g/ml}$ 의 낮은 MIC 값을 보여 적은 양으로도 균의 성장을 억제함을 알 수 있었다.

4. 관능검사 결과는 색의 경우 SR3이 6.07로 가장 높게 평가 되었고 향과 맛은 SR5가 각각 5.93, 6.4점으로 가장 높은 점수를 나타내었다. 개운함은 SR3이 5.00으로 가장 높았고 단맛과 짠맛은 SR4가 각각 4.87, 4.73점으로 가장 기호도가 좋았다. 전체적인 선호도는 SR3이 5.80으로 가장 높았다. 팥을 가열하는 시간에 따른 시료 별로 살펴보면, 24분간 가열한 SR3의 선호도가 가장 높은 결과를 나타 내었다.

이상과 같이 본 연구는 기능성 차음료를 개발하고자 팥을 다각도로 분석하여 팥차를 음용했을 때의 유익함을 살펴보고자 하였다. 그 결과 팥의 항산화 활성과 기능성 성분인 proanthocyanidin을 확인하였다. 또한 팥차의 가열 시간에 따른 항균활성 검색을 통하여 팥차가 중치균주와 구취균주를 효과적으로 억제함을 확인하였고 사포닌의 함량이 가열시간에 따라 증가함을 알 수 있었다. 아울러 관능검사를 통하여 팥차에 대한 선호도가 높은 팥차의 제조시간을 찾을 수 있었고 향후 관능에 대한 심화적인 연구를 통하여 다양한 소비자들의 욕구를 충족시킬 수 있는 기능성 차음료인 팥차의 개발이 가능할 것으로 보인다.

References

- 김광수, 오주섭, 서현진. 음료의 소비문화:물에서 술까지, 한나래, 2009
- 김미경 외 13인. 건강기능식품, 교문사, pp.36, 226-229, 2010
- 김정숙. 식탁 위의 보약 건강음식 200가지, 아카데미북, pp.182, 2008
- 농촌진흥청 농업유전자원 정보센터
- 문홍. 영양소 백과사전, 동원, pp.276-277, 2009
- 박일화, 식품 및 조리원리, 수학사, 1992
- 안명수. 식품과 조리원리, 신광출판사, pp. 262, 2007
- 최성희, 은종방. 힐링푸드 식품 속에 생로병사의 해답이 있다. 아카데미북, pp.159, 2007
- 최세영 외. 현대인을 위한 식품과 건강, 동명사, pp. 244-246, 2002
- 통계청. 농작물 생산조사:팥 재배면적, 생산량, 2006-2010
- 한국콩연구회. 콩, 내몸을 살린다, 한언, pp.135-136, 2009

현화진, 송경희, 최미경, 손숙미. 쉽게보는 식품 칼로리와 영양성분표, 교문사, pp.52-53, 2007

홍기운, 김이수. 최신식품조리과학, 대왕사, 2004

홍윤호. 기능성 식품학, 전남대학교 출판부, 2003

Amsterdam D. Susceptibility testing of antimicrobials in liquid media, 50, 52-111, 1996

AOAC. Official methods of analysis, 16th ed. Association of official analytical chemists, Washington DC, 1995

Baik HJ. Antioxidant Effect of Crude Saponin Isolated from Glycine max (L.) on CCl₄-induced Acute Liver Injury Model. Hanyang University doctor thesis, 2000

Begona Buendia, Maria I. Gil, Juan A. Tudela, Anne L. Gady, Juan J. Medina, Carmen Soria, Jose M. Lopez, Francisco A. Tomas-Barbran. HPLC-MS Analysis of Proanthocyanidin Oligomers and Other Phenolics in 15 Strawberry Cultivars. J. Agric. Food Chem. 58:3916-3926, 2010

Birk Y and Peri I. Saponins(2nd ed). Academic, New York, USA, pp. 161-182, 1980

Blois MS, Antioxidant determination by the use of a stable free radical.

Nature 181:1199–1200, 1958

Chang KY, Han KS, Park JC. Studies on the selection in adzuki bean breeding. III. Phenotypic and genotypic correlations among some characters in the population of adzuki bean varieties. Res Bul Chinju Agri Col, 7:39–44, 1968

Cho GS, An Analysis of General Consumption pattern for a Commercialization Strategy – Vitamin · Mineral health functional food –, ChungAng University master thesis, 2004

Cho JS. Food Materials. Munundang, Seoul, Korea, pp.92–93, 1984

Choi EO. Manufacture of Functional Beverage using Omija(*Schizandra chinensis* Baillon) Extracts. Chonbuk National University, 2009

Choi HC, Oh SK. Diversity and function of pigments in colored rice in Korea. Korean T. Crop Sci. 41(1), 1996

Choi KS, Im MH, Choi JD. Effects of Formulation Variables and Drinking Temperature on Acceptability of Jujube Tea Products. J. Korea Soc. Food Sci. Nutr, 26(5):827–830, 1997

Choi SY, Jeong YJ, Lee SJ, Chi OH, Chegal SA. Food and Health for Modern People. Dongmyungsa, Seoul, Korea. pp. 244–246, 2002

Choi SY, Studies on Biological Activity and Beverage Development of Extracts from Mulberry. Daegu Haany University doctor thesis, 2010

Chu SK, Seo EY, Kim WK, Kang NE. Effect of Cyanidin on Cell Motility and Invasion in MDA-MB-231 Human Breast Cancer Cells. Korean J Nutr. 41(8):711~717, 2008

Gutfinger, T. Polyphenols in olive oils. JAOCS 58, 966-967, 1981

Han LK, Kimura Y, Okude H. Anti-Obesity Effects of Tea Saponin. The 7th International Symposium in Green Tea, 2003

Hwang CS, Jeong DY, Kim YS, Na JM, Shin DH. Effects of Enzyme Treatment on Physicochemical Characteristics of Small Red Bean Percolate, KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL, 37(2):189-193, 2005

Hwang CS, Study on the Characteristics of Spoilage Bacteria and the Syneresis in Red Bean Paste. Chonbuk National University master thesis, 2003

Ireland PA, Dziedzie SZ and Kearsley MW. Saponin content of soya and some commercial soya products by means of High Performance Liquid Chromatography of the sapogenins. J. Sci. Food Agric. 37:694-698, 1986

Jae MH. Effect of origanum oil, red ginseng extract, and green tea

extract on oral microorganism and volatile sulfur compound. Kangnung National University doctor thesis, 2007

Jung MA. Factors influencing the Oral Malodor Development, Hanyang University doctor thesis, 2008

Kim CG, Oh BH, Na JM, Sin DH. Comparison of physicochemical properties of Korean and Chinese red bean starches. Korean J Food Sci Technol 35: 551–555, 2003

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, KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL. 34(1):96–102, 2002

Kim EH, Studies of functional compounds in soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] germplasm, Kunkuk University doctor thesis, 2011

Kim HJ. Antimicrobial Activity and Bactericidal Potency of *Galla rhois* Extracts. Keimyung University master thesis, 2010

Kim KH, The effect of carbohydrates and xylitol on *Streptococcus sobrius*. Chonnam National University doctor thesis, 2008

Kim SH, Studies on production of health beverage using whey protein and whey, Kunkuk university master thesis, 2011

Kim SM, Seo KI, Park KW, Jeong YK, Cho YS, Kom MJ, Kim EJ, Lee MK. Effect of Crude Saponins from Soybean Cake on Body Weight and Glucose Tolerance in High-Fat Diet Induced Obese Mice. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 38(1):39-46, 2009

Kim YH. Biological Activities of Soyasaponins and Their Genetic and Environmental Variations in Soybean. *Korean J. Crop Sci.* 48(S):49-57, 2003

Kim YJ, Kim CC, Kim KK. Effect of roasted barley tea on the adhesive properties on saliva-coated hydroxyapatite beads of cariogenic mutans streptococci. *J Korean Acad Pediatr Dent,* 29(4):618-624, 2002

Koh KJ, Shin DB, Lee CY. Physicochemical Properties of Aqueous Extracts in Small Red Bean, Mung Bean and Black Soybean. *KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL.* 29(5):854-859, 1997

Kwak YS, Hwang MS, Kim SC, Kim CS, Do JH, Park CK. A Growth Inhibition Effect of Saponin from Red Ginseng on Some Pathogenic Microorganisms. *J. Ginseng Res.* 30(3):128-131, 2006

Lee CW. The Factors Influencing on Consumers Satisfaction and Repurchase Intention for Tea Drinks. Konkuk National University master thesis, 2009

Lee ES, Effect of Leaf-Extract from *Camellia sinensis* and

Seed-Extract from *Casia tora* on Viability of Periodontopathogens.
Dankook University doctor thesis, 2003

Lee HJ, Socio-cultural investigation of beverages and analysis of the factors that influence beverage consumption. Yonsei University master thesis, 2001

Lee HK, Hwang IG, Kim HY, Woo KS, Lee SH, Woo SH, Lee JS, Jeong HS. Physicochemical Characteristic and Antioxidant Activities of Cereals and Legumes in Korea. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 39(9):1399-1404, 2010

Lee JH. Quality properties of patjook(red bean porridge) by ratio of milk and raw materials. Sejong University master thesis, 2002

Lee JM, The Study of Malodor Reduction after Periodontal Treatment. Dankook University master thesis, 2002

Lee JO, The effect of green tea drinking on development of dental caries among elementary school children. Seoul National University doctor thesis, 2006

Lee SA, Jo HK, Im BO, Cho SH, Whang WK, Ko SK. The Comparison of Ginsenoside Composition Contents in *Notoginseng Radix*(Sanchi) on Various Parts and Ages, Kor. *J. Pharmacogn.* 41(4):319~322, 2010

Lee ST, Ryu JS, Kim MB, Kim DK, Lee HJ, Heo JS. Crudesaponin contents of *Platycodon grandiflorum*. Korean J Medicinal Crop Sci, 7:172–176. 1999

Noh WS, Huh SH. Health foods supplementary and functional foods Supplementary and functional foods. HyoilMunhwasa. pp.13–27, 1999

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(2):184–189, 2001

Oh HS, Kim JH, Lee MH. Isoflavone Contents, Antioxidative and Fibrinolytic Activities of Red Bean and Mung Bean. KOREAN J. SOC. FOOD COOKERY SCI. 19(3):263–270, 2003

Oh NS. A Study on Tea Industry Development Direction along a Beverage Market Change. Wonkwang University master thesis, 2007

Pack KW, Physiological Activities of Edible Saponin Isolated from Soy Dregs. Suncheon National University master thesis, 2004

Park GS, An SH, Choi KH, Jeong JS, Park CS, Choi MA. Preparation of the Functional Beverages by Fermentation and Its Sensory Characteristics. KOREAN J. SOC. FOOD SCI, 16(6):663–669, 2000

Park MY. The Content of Isoflavone in Soybean It's Antioxidant Activity. Kongju National University master thesis, 2003

Park SJ, Kim SC, Lee JR. Antimicrobial Effects of Sophorae Radix Extracts against Oral Microorganisms, Kor. J. Herbology. 25(2):81–88, 2010

Pack SZ, Ryu SN, Kim HY, Han SJ. Antioxidative Activity and Varietal Difference of Anthocyanin Pigment Cyanidin 3–glucose and Peonidin 3–glucoside in Colored Rice. The Korean Society of Crop Science. 45(1):106–107, 2000

Ryszard Amarowicz, Ronald B. Pegg, Content of proanthocyanidins in selected plant extracts as determined via n–butanol/hcl hydrolysis and a colorimetric assay or by HPLC. Pol. J. Food Nutr. Sci. 56(15):319–322, 2006

Seo JS. Effect of camellia sinensis and casia tora extract on viability of mutans streptococci. Chosun University master thesis, 2003

Shibata S, T. Ando, O. Tanaka, Y. Meguuro, K. Soma, Y. Ida. Saponins and sapogenins of *Panax ginseng* C.A. Meyer and some *Panax* sp. J. Yakugaku 85(8):753–755, 1965

Shon MY, Seo JK, Kim HJ, Sung NJ. Chemical Composition and Physiological Activities of *Doraji*. J. Korea Soc. Food Sci. Nutr. 30(4):717–72

0, 2001

Sulser GF, Brening RH, Fosdick LS. Some conditions that effect the odor concentration of breath. J Dent Res. 18:355–359, 1939

Woo KS, Song SB, Ko JY, Seo MC, Lee JS, Kang JR, Oh BG, Nam MH, Jeong HS, Lee JS. Antioxidant Components and Antioxidant Activities of Methanolic Extract from Adzuki Beans (*Vigna angularis* var. *nipponensis*). KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL, 42(6): 693–698, 2010

Yoon SR, Lee MH, Park JH, Lee IS, Kwon JH, Lee GD. Changes in Physicochemical Compounds with Heating Treatment of Ginseng. J. Korean Soc Food Sci Nutr, 34(10):1572–1578, 2005

Y. Hori, S. Sato and A. Hatai. Antibacterial Activity of Plant Extracts from Azuki Beans (*Vigna angularis*) *In Vitro*. Phytother. Res. 20:162–164, 2006

Yoon WJ, Quality Characteristics of Traditional Soybean Paste(Doenjang) Manufacture with Various Soybeans, Kyungpook National University master thesis, 2010

YS Lee, NY Lim, KH Lee. A study on the Preparation and Evaluation of Dried Noodle Products made from Composite Flours utilizing Arrowroot Starch. KOREAN J. SOC. FOOD SCI. 16(6): 681–688, 2000

Yun GY, Kim MA, Hyun JS. The effect of green tea powder on quality of Dasik. KOREAN J. FOOD CULTURE. 20(5): 632–537, 2005

Zaika IL, Spices and herbs: Their antimicrobial activity and it's determination. J. Food Safety 9:97–102, 1988

Abstract

Studies on the anti oralmicrobial activity and selected functional component of Small red bean tea

Kang, So-Jin

Department of Food & Nutrition,
The Graduate School,
Sungshin Women's University

This study purpose to develop a tea with small red bean which have been known effect of anti-obesity, fatigue recovery, edema recovery, blood circulation and etc. In order to provide baseline data for small red bean tea investigated the general components, antioxidative effect and proanthocyanidin analysis in small red bean [*Phaseolus angularis* W.F. Wight.]. It was also measured physicochemical analysis (pH, sugar content, salinity, turbidity), color, anti oralmicrobial activity, content of saponin and sensory test of small red bean with different boiling time in 8 minutes (SR1), 16 minutes (SR2), 24 minutes (SR3), 32 minutes (SR4), 40 minutes (SR5).

It was shown that general components of small red bean was the lowest level of crude fat with 1.0% and the highest level of carbohydrate with 63.9%. The moisture, crude protein, crude ash content of small red bean were 12.8%, 18.7%, 3.6%.

The antioxidant activity was estimated by DPPH free radical scavenging activity, the total phenolic compounds content and flavonoid content in small red bean. DPPH free radical scavenging activity, the total phenolic compounds content and flavonoid content of small red bean significantly increased ($p < 0.001$).

The results of analyzed proanthocyanidin was distinguished by characteristic UV-visible spectra with absorption maximum at 320 nm (t_R 7.589 min). The peak was (epi)catechin-(epi)catechin-(epi)catechin at m/z 865 (t_R 7.880 min).

As the boiling time of small red bean increases, the pH was significantly decreased ($p < 0.001$). Also, sugar content, salinity and turbidity were significantly increased ($p < 0.001$).

As the boiling time of small red bean increases, Hunter L, a and b values were increased ($p < 0.001$).

As the boiling time of small red bean increases, crude saponin was significantly increased ($p < 0.001$).

The results of analyzed small red bean tea activity against oral bacteria, *S. mutans*, *S. sobrinus*, *P. intermedia* and *P. gingivalis* showed a higher antibacterial activities than *E. coli* and *S. aureus*. Also, SR3 showed most strong antibacterial activity against oral bacteria.

Minimal inhibitory concentration, MIC of small red bean tea extract was measured and resulted showing *S. mutans*, *S. sobrinus*, *P. intermedia* and *P. gingivalis* showed a lower MICs than *E. coli* and *S. aureus*. Also, SR4 was the lowest MICs(125 µg/ml) for *S. sobrinus*, *P. intermedia* and *P. gingivalis*.

The results of measuring sensory test the small red bean tea according to boiling time are as follows. In case of Color, Refreshing taste and Overall quality, SR3 had the highest preference overall among tested samples. In case of Odor and Taste, SR5 had the highest preference overall among tested samples. In case of Sweetness and Saltiness, SR4 had the highest preference overall among tested samples. The sensory test of the small red bean tea that the SR3 had the highest preference overall among tested samples.

This study purpose to provide baseline data for small red bean tea investigated the various experiment. As a result, confirmed the antioxidant activity and proanthocyanidin of the small red bean. Also, confirmed the strong antibacterial activity against Cariogenic bacteria and Periodontopathic bacteria. As the boiling time of small red bean increases, the content of Saponin was increased and the sensory test of the small red bean tea that the SR3 had the highest preference. Thus, the study examined a development possibility of the small red bean tea through development of functional drink using characteristics of various ingredients in small red bean.

Sensory Score Sheet

시료 : 가열 시간에 따른 팔차 6종.

_____년 ____월 ____일 연령: _____ 성별: _____ 이름: _____

관능평가 대상은 팔차 로서 가열시간에 따라 6종의 시료가 있습니다.

기호의 강도 표현을 7점 척도(1은 아주 나쁘다, 4는 보통, 7점은 아주 좋다)로 평가하여 주십시오.

1. 색(Color)

구분	아주 나쁘다(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	아주 좋다(7)
C							
SR1							
SR2							
SR3							
SR4							
SR5							

2. 팔의 향(Odor)

구분	아주 나쁘다(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	아주 좋다(7)
C							
SR1							
SR2							
SR3							
SR4							
SR5							

3. 팔의 맛(taste)

구분	아주 나쁘다(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	아주 좋다(7)
C							
SR1							
SR2							
SR3							
SR4							
SR5							

4. 개운함(refreshing taste)

구분	아주 나쁘다(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	아주 좋다(7)
C							
SR1							
SR2							
SR3							
SR4							
SR5							

5. 단맛(sweetness)

구분	아주 나쁘다(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	아주 좋다(7)
C							
SR1							
SR2							
SR3							
SR4							
SR5							

6. 짠맛(saltiness)

구분	아주 나쁘다(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	아주 좋다(7)
C							
SR1							
SR2							
SR3							
SR4							
SR5							

7. 전체적인 기호도(Overall-acceptability)

구분	아주 나쁘다(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	아주 좋다(7)
C							
SR1							
SR2							
SR3							
SR4							
SR5							