

어젠다코드	1 - 6 - 21		구분	완결	
기술분야코드	V1	기술유형코드	H03	작목구분코드	FR-03-FR35
과제종류	기관고유		세부사업(약어)	-	
과제명	농산물 산업화 기술 개발				
과제책임자	성명		직급	소속기관 및 부서	
	김시창		농업연구관	강원도원 농식품연구소	
연구기간	2016 ~ 2018		참여연구기관	-	
세부과제명			부서	세부책임자	연구기간
1) 자색옥수수 산업화			농식품연구소	김희연	'16~'18
3) 꽃감 생산기술 현장 연구			농식품연구소	노희선	'16~'18
색인용어	자색옥수수, 포엽, 간독성, 면역				

## ABSTRACT

Maize hybrid for grain production, Saekso 1, was developed by Gangwon Agricultural Research Extension Service(Hongcheon, Gangwon, Korea) and registered in 2011. A single-cross hybrid, Saekso 1 is a semi-flint deep-purple corn. Kernels are yellow, while the husks and cobs are purple. We aimed to investigate physiological activity compounds, such as anthocyanin, polyphenol, flavonoid, amino acid, fatty acid and vitamin contents of purple corn husk and cob extracts(EHCS). Cyanidin 3-glucoside(C-3-G) is a major anthocyanin of purple corn and has various physiological activities. The C-3-G content of EHCS was 1.56% and total polyphenol and total flavonoid contents were 99.87mg/g and 25.02mg/g, respectively.

The objective of this study was to determine the hepatoprotective effect of extract of husks and cobs from purple corn on the acetaminophen(APAP)-induced hepatotoxicity in rats. The rats of male Sprague-Dawley(6-weeks-old) were randomly divided into seven groups of ten animals each: Normal(N) and control group(C) treated with 1% tween 80. Positive control group(PC) treated with standard drug silymarin of 80mg/kg. Treatment groups(T1~T4) treated with extract of husks and cobs from purple corn at four different doses 0.1, 1, 10, 100mg/kg. The extract, silymarin and 1% tween 80 were administered by oral for 4 days. After oral administration, APAP of 1.2g/kg was intraperitoneally injected. The effects of extract of husks and cobs from purple corn on hepatotoxicity induced by APAP were assessed by blood biochemical analysis. APAP treatment(1.2g/kg, i.p) caused hepatic injury in rats as indicated by their significantly elevated plasma

aspartate aminotransferase(AST) and alanine aminotransferase(ALT) levels. Pretreatment with extract of husks and cobs from purple corn for 4 days attenuated the increase in AST and ALT when challenged with APAP. AST and ALT levels were significantly decreased in a dose-dependent manner by extract of husks and cobs from purple corn treatment. The level of AST in serum of all treatment groups were significantly lower than C group except for T3. The level of ALT in serum of all treatment groups were significantly lower than C group. These result suggest that extract of husks and cobs from purple corn possess hepatoprotective effect against APAP-induced hepatotoxicity in rats.

This study was conducted to determine the protective effects of 0.1% citric acid(in 30% ethanol) extract from husks and cobs of purple corn on hepatotoxicity induced by ethanol in rats. The rats divided into seven groups: normal group, ethanol treated group (control), ethanol + UDCA(ursodeoxycholic acid) treated group(positive control), ethanol + 10mg/kg purple corn extract treated group(T1), ethanol + 50mg/kg purple corn extract treated group(T2), ethanol + 100mg/kg purple corn extract treated group (T3), ethanol + 200mg/kg purple corn extract group (T4). Ethanol and purple corn extract were orally administered for 6 weeks. The body weight gain(g/day) in all treatment groups were significantly higher and liver index(liver weight/100g body weight) in normal group and T2 were significantly higher than control group. AST (aspartate aminotransferase) in all treatment groups except T1 were significantly lower than control group and ALT (alanine aminotransferase) in all treatment groups were lower than control group. The level of HDL-cholesterol in plasma of all treatment groups except T1 were significantly higher than control group. These results suggest that purple corn extract from husks and cobs may have protective effect on hepatotoxicity by ethanol administration.

The objective of this study was to determine the immune activity of extract of husks and cobs from purple corn in LPS-induced BALB/c mice. The mice of male Balb/c (5-weeks-old) were randomly divided into five groups of ten animals each: a normal diet group(N), a normal diet and lipopolysaccharide(LPS) treated group(C), a normal diet group supplemented with 0.05% extracts of husks and cobs from purple corn(EHCP) powder(T1), a normal diet group supplemented with 0.25% EHPC powder(T2), a normal diet group supplemented with 1% EHPC powder(T3). All the diets were fed for 4 weeks in mice. After 4 weeks, LPS of 5 mg/kg was intraperitoneally injected. We evaluated TNF- $\alpha$ , IL-13, IL-6 by ELISA using a cytokine assay kit in serum of mice. IL-6 and IL-13 production were no significantly changed in all the treatment groups. Whereas, TNF- $\alpha$  production was significantly decreased in normal diet group supplemented with 1% EHPC powder(T3).

## 1. 연구목표

최근 농산물 가공산업의 경쟁이 심화되며 농산물의 고부가가치 소재에 대한 농산업현장의 연구 수요가 급증하고 있어 국가 R&D 추진 전후단계에서 선제적 대응이 필요하다. 색소 1호는 알곡은 노란색인 반면, 알곡을 제거한 속대와 알곡을 감싸고 있는 포엽에 자색이 발현되는 품종으로 속대와 포엽에 안토시아닌 색소가 집적된 반경립종 가공용 옥수수이며 2008년 강원도 농업기술원 옥수수 연구소에서 개발되어 2011년도에 품종 등록되었다. 안토시아닌은 플라보노이드 계열에 속하는 수용성 색소로 적색, 자색, 청색 또는 흑색 등을 나타내는 다양한 과일, 채소 그리고 유색 곡물의 표피에 집적되어 있는 천연식물 대사 화합물이다. 다양한 식물에 함유되어 있는 천연 안토시아닌 색소는 식품 산업에서 합성 식품 착색제의

대안으로 사용되고 있으며 'Corn red'에는 10여종의 안토시아닌 색소를 함유하고 있다고 보고되었다. 안토시아닌은 자연계 존재하는 항산화 물질 가운데 가장 우수한 항산화 작용을 하는 것으로 알려져 있으며, 항염증, 항암, 항비만 및 혈당강하 등 다양한 생리활성에 관한 연구가 진행되었다. 또한 안토시아닌은 지질과산화물과 활성산소의 생성억제 및 제거에 관하여 우수한 항산화 활성을 가진 것으로 보고되었다. 본 연구에서는 자색옥수수의 산업화를 위하여 자색옥수수 추출물의 성분 분석, 효능을 검정하고자 수행하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 〈제1세부과제: 자색옥수수 산업화〉

#### (시험 1) 색소옥수수 알곡의 색소분석조건 및 추출조건 확립

##### 가. 시료 수집 및 추출

본 연구에 사용된 자색옥수수 색소 1호 품종은 2016년도에 강원도농업기술원 옥수수연구소에서 표준재배법에 준하여 재배되었다. 재배된 색소 1호를 수확하여 수염과 외피를 제거하고 건조하여 포엽과 속대를 분리한 다음 분쇄하여 추출시료로 사용하였다. 옥수수 포엽과 속대 건조분말시료 500g에 0.1% citric acid가 함유된 30% 에탄올을 10L씩 첨가하고 12시간 동안 상온 교반하여 3회 반복 추출하였다. 추출액을 여과하여 감압농축하고 부형제로 30% dextrin을 첨가한 다음 동결 건조하여 시료로 사용하였다.

##### 나. 색소 함량 측정

###### (1) 안토시아닌 함량 분석

안토시아닌 함량은 50ml 삼각플라스크에 시료 0.1g을 넣은 후 1%HCl-99%MeOH 용액 5ml를 가하여 4℃에서 24시간씩 3회 추출한 후 여과지(Advantec No. 2, Øv55mm)를 이용하여 여과하고 추출 용매로 25ml가 되도록 정용하였다. 여과한 추출용액은 syringe filter (Whatman 0.2µmY NYL)를 이용 재여과 후 HPLC 분석 시험용액으로 사용하였으며 3반복으로 실험을 수행하였다. 개별 안토시아닌 검량선은 cyanidin-3-Glucoside 등의 표준물질을 구입하여 농도구배법으로 구하였다.

## (2) pH, 추출 온도 따른 색소 추출 조건 구명

색소의 최적 추출을 위하여 pH, 추출온도, 추출 시간에 따라 색소를 추출한다. 분쇄된 시료 각각 1g을 3차 증류수 100ml을 첨가하여 추출하고, 추출용매의 pH는 sodium carbonate을 이용하여 pH 3, 4, 5, 6이 되도록 조정하였다. pH가 조정된 각각의 추출용매에 시료를 넣어 60°C에서 2시간 동안 추출한다. 최적 색소 추출을 위한 추출 온도와 시간에 따른 추출 정도를 알아보기 위하여 시료를 추출온도 40, 60, 80°C에서 각각 1, 3, 5 시간 동안 shaking water bath에서 추출하였다.

## (시험 2) 색소옥수수 알곡의 기능성 스크리닝

### 가. 기능성 검정(In vitro)

#### (1) DPPH radical 소거능

각 농도별로 조제한 시료 0.2mL에 0.2mM의 DPPH 용액 0.8mL를 가하여 혼합한 뒤 상온에서 30분간 반응시킨 후 UV-visible spectrophotometer(DU 730, Beckman Coulter, Fullerton, USA)를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하고, DPPH radical 소거능은 시료 용액의 첨가구와 무첨가구 사이의 흡광도의 차이를 아래와 같이 백분율로 나타내, 기존의 항산화제인 Ascorbic acid(Sigma-Aldrich, Wyoming, USA)를 대조구로 사용하여 비교하였다.

$$\text{DPPH radicals scavenging activity(\%)} = (1 - \text{시료첨가구의 흡광도} / \text{무첨가구의 흡광도}) \times 100$$

#### (2) ABTS radical 소거활성

7.4mM ABTS와 2.6mM potassium persulfate를 혼합 후 실온 암소에서 24시간 동안 방치하여 radical을 형성시킨 ABTS 용액 950 μL에 농도별 추출물 50μL를 첨가하여 실온에서 10분 동안 방치한 다음, microplate reader를 이용하여 734nm에서 흡광도를 측정하였다. ABTS radical 소거활성은 시료 용액의 첨가구와 무첨가구 사이의 흡광도 차이를 백분율로 나타내고 BHT를 대조 물질로 사용하여 동일한 방법으로 흡광도를 측정 후 활성을 비교하였다.

#### (3) 총 플라보노이드 함량 측정

시료 용액 1mL에 증류수 4mL 첨가하고 5% NaNO<sub>2</sub> 0.3mL 첨가, 혼합하여 5분간 실온 방치한 다음, 10% AlCl<sub>3</sub> 0.3mL 첨가하고 혼합하여 5분간 실온 방치하였다. 반응 후 1M NaOH 2mL를 첨가하여 분광광도계(Evolution 201, Thermo, Waltham, MA, USA)를 사용하여 반응액의 흡광도를 510nm에서 측정하였다. 표준물질로 rutin을 사용하여 검량선을 작성하였다.

#### (4) α-amylase에 대한 저해활성

α-amylase에 대한 저해활성은 starch를 기질로 하여 측정하였다. 시료 0.5μL에 pancreatin 기원의 12unit/ml α-amylase 50μL와 0.2M potassium phosphate buffer (pH 6.8) 50μL를 첨가하여 혼합한 후 37°C에서 20분 동안 반응시켰다. 반응이 끝난 후 1% starch 용액 100μL을 가하여 37°C에서 5분간 반응시키고 DNS 발색시약(3,5-dinitrosalicylic acid, 30% sodium potassium

tartarate in 0.5M NaOH)을 250  $\mu$ L 첨가한 다음 100°C에서 10분간 가열하여 발색시켰다. 발색이 된 반응액을 4°C에서 5분간 냉각하고 이 반응액의 3배의 증류수를 가하여 교반한 후 ELISA reader를 사용하여 540 nm에서 흡광도를 측정하여 흡광도의 변화로부터 효소 저해활성을 계산하였다. 대조구로는 경구용 혈당강하제로 쓰이는 acarbose를 사용하였다.

#### (5) $\alpha$ -glucosidase에 대한 저해활성

시료 100 $\mu$ L에 yeast baker기원의 0.15unit/mL  $\alpha$ -glucosidase 200 $\mu$ L와 0.2M potassium phosphate buffer (pH 6.8) 1mL를 첨가하여 ELISA reader(UVM-340, ASYS, Engendorf, Austria)를 사용하여 405nm에서 흡광도를 측정하고 37°C에서 10분간 반응시킨 다음, 5mM pNPG 200 $\mu$ L를 가하여 37°C에서 20분간 더 반응시켰다.

### 나. 기능성 검정 (in vivo)

#### (1) 실험동물관리

실험동물은 생후 5~6주령의 웅성 BALB/c를 오리엔트바이오에서 구입하여 1주일간 적응을 거친 후 실험에 사용한다. 마우스는 사육조에 5~10마리씩 넣어 온도 23 $\pm$ 3°C, 습도 55~70%에서 사육하였으며 물과 사료는 자유 급식 형태로 유지하였다. 실험은 강원도농업기술원 동물실험윤리 위원회의 규정에 따라 실시하였다.

#### (2) 추출물 사료급여

자색옥수수 포엽과 속대 추출물을 혼합 조제한 사료를 자유급이하였다.

#### (3) 체중 및 면역장기 무게 측정

실험 시작일(day 0)과 종료일(day 12)에 실험동물의 체중을 측정하였다. 또한 실험 종료일에 실험동물을 희생한 후 간, 비장을 적출하여 그 무게를 측정하였다.

#### (4) 비장 세포 배양

실험동물에서 비장을 적출하여 배양액(RPMI 1640, 10% FBS, 100U/mL penicillin, 100mg/mL streptomycin)으로 2회 세척한다. 이를 세포 배양접시로 옮겨 10mL의 배양액을 가한 뒤, 40 $\mu$ m nylon cell strainer(BD Biosciences, San Jose, CA, USA)를 이용하여 균질화한다. 이렇게 얻어진 비장세포를 300 $\times$ g에서 10분간 원심분리 한 후 red blood cell lysis buffer(Sigma, St. Louis, MO, USA)를 가하여 상온에서 10분간 반응시켜 적혈구를 파괴하고 원심분리를 반복하여 세포를 세척한 후 배양액에 현탁하였다.

#### (5) 비장세포의 증식능 측정

비장세포의 증식능은 MTT 방법으로 측정한다. 비장세포가 5 $\times$ 10<sup>6</sup>cells/well이 되도록 배양액 500 $\mu$ L에 희석하여 24-well plate에 분주한 후, 배양액에 희석한 10 $\mu$ g/mL concanavalin A(ConA) 500  $\mu$ L를 각 well에 첨가한다. 세포를 5% CO<sub>2</sub>가 포함된 습도 90%, 37°C 배양기에서 48시간동안 배양한 후, MTT 용액(1 mg/mL)을 첨가하여 4시간 동안 반응시킨다. 배양액을 제거한 후 각 well에 detergent를 첨가하여 실온의 어두운 곳에서 8시간 세포를 용해한 후 microplate reader하였다.

### (6) 마우스 혈청내 싸이토카인 생성량 측정

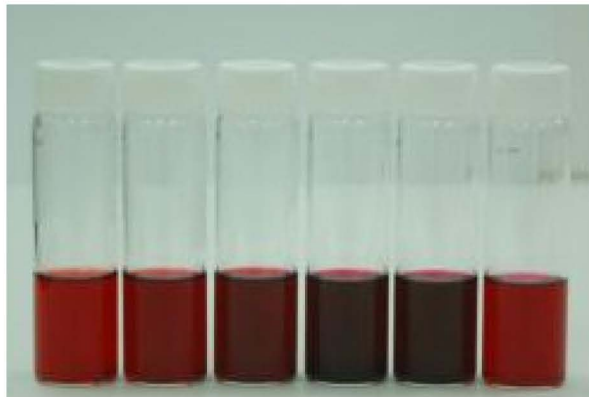
시험종료일에 마우스 혈청 내 싸이토카이닌인 IL-1 $\beta$ , IL-6, TNF- $\alpha$ 의 생성량을 ELISA cytokine kit(R&D system, Minneapolis, MN, USA)를 이용하여 측정한다. Capture antibody가 부착되어 있는 well에 희석용액을 50 $\mu$ L 씩 분주한 후, 각 cytokine 표준액 및 배양액을 50 $\mu$ L 분주하여 2시간 동안 실온에서 반응시켰다. 세척용액으로 4회 세척한 후, detection antibody와 peroxidase conjugated enzyme 혼합용액을 100 $\mu$ L 첨가하여 실온에서 1시간 더 반응시켰다. 다시 세척용액으로 4회 세척한 후, 기질인 3,3',5,5'-tetramethylbenzidine 용액을 100 $\mu$ L 분주 후 상온에서 30분간 반응시켰다. 각 well에 반응정지 용액을 50 $\mu$ L씩 첨가한 후, microplate reader를 이용하여 450nm에서의 흡광도를 측정하였다. 각 cytokine의 농도는 표준액을 사용하여 얻은 표준 곡선에 따라 계산하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### <제1세부과제: 자색옥수수 산업화>

#### 가. 자색옥수수 포엽 추출방법 확립

- 조추출물 수율은 40~80%(v/v) 에탄올 용매로 추출 시 함량이 높았고, 총안토시아닌은 80%(v/v) 에탄올 추출물에서 가장 함량이 높았다.
- 식품으로 활용하기 위해 경제성, 안전성 부분관련 대량생산조건을 고려할 때, 1%(w/v) 구연산 포함 30%(v/v) 에탄올 추출물(수율 30%)로 결정하였다.



(왼쪽부터, 100% dw, 20% EtOH, 40% EtOH, 60% EtOH, 80% EtOH, 100% EtOH)

그림 2. 자색옥수수 포엽의 용매별 추출물

#### 나. 추출물의 지표성분 분석법 확립

- 자색옥수수 포엽 추출물에 함유된 안토시아닌은 cyanidin-3-glucoside(C3G), pelargonidin-3-glucose(Pg3G), peonidin 3-glucose(Pn3G) 분석법을 확립하였다.

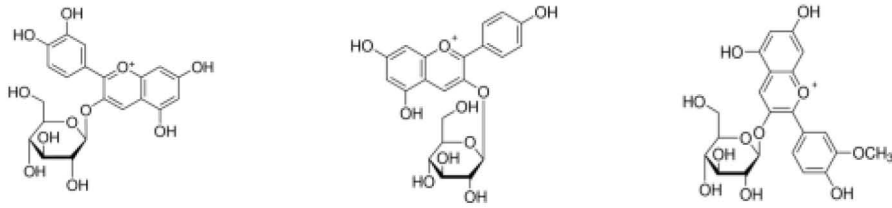


그림 3. cyanidin-3-glucoside, pelargonidin-3-glucose, peonidin-3-glucose의 구조

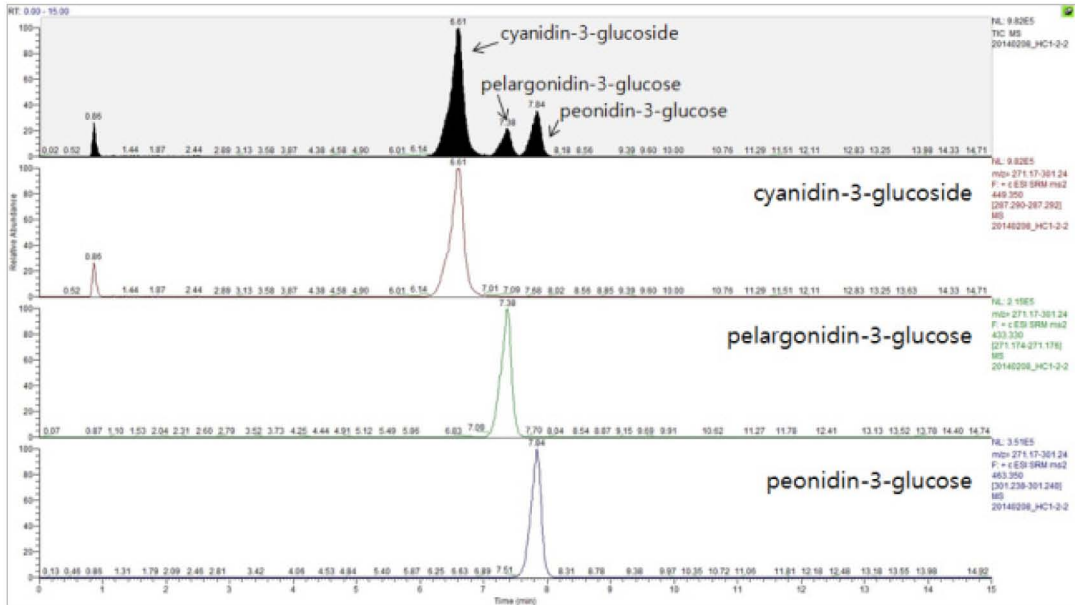


그림 4. cyanidin-3-glucoside, pelargonidin-3-glucose, peonidin-3-glucose 크로마토그램

### (시험 2) 자색옥수수 포엽의 효능검정(*In vitro*)

색소 1호 포엽 및 속대 혼합 추출물의 DPPH radical 소거능은 1,000 $\mu$ g/mL에서 95.62%, ABTS radical 소거능은 10,000 $\mu$ g/mL에서 92.00%로 각각의 radical에 대하여 우수한 항산화 활성을 나타내었고, 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량을 분석한 결과, 추출물의 총 폴리페놀 과 총 플라보노이드 함량은 각각 99.87mg/g, 25.02mg/g이었다.

표 1. DPPH 라디칼 소거능 함량(%)

Contents ( $\mu$ g/mL)	DPPH radical scavenging (%)				
	1	10	100	1,000	IC <sub>50</sub> <sup>1)</sup>
Vit.C	6.42 $\pm$ 1.07 <sup>2)</sup>	22.91 $\pm$ 0.65	97.09 $\pm$ 0.16	—	46
EHCS	—	6.83 $\pm$ 0.95	24.10 $\pm$ 0.46	95.62 $\pm$ 0.48	460

표 2. ABTS 라디칼 소거능 함량(%)

Contents ( $\mu$ g/mL)	ABTS radical scavenging (%)				
	10	100	1,000	10,000	IC <sub>50</sub>
Vit.C	13.23 $\pm$ 2.33	48.07 $\pm$ 1.15	99.74 $\pm$ 0.59	—	321
EHCS	1.67 $\pm$ 0.88	19.19 $\pm$ 1.10	63.21 $\pm$ 2.64	92.00 $\pm$ 1.32	760

표 3. 총폴리페놀과 총플라보노이드의 함량

Contents	Total polyphenol	Total flavonoid
	mg/g	
EHCS	99.87±0.57 <sup>1)</sup>	25.02±0.28

색소 1호 포엽 및 속대 추출물의 α-amylase와 α-glucosidase 저해 활성은 추출물 10 mg/mL의 처리농도에서 각각 95.86%, 75.45%이었으며 양성대조군으로 사용된 acarbose의 저해활성과 유사한 값으로 우수한 저해율을 나타내었다.

표 4. α-amylase와 α-glucosidase 저해 활성

Contents (mg/mL)	α-amylase (%)		α-glucosidase (%)	
	1	10	1	10
Acarbose	61.10±3.60 <sup>1)</sup>	95.37±0.36	25.47±1.97	75.45±0.85
EHCS	58.28±5.17	95.86±0.34	30.30±1.25	76.92±2.59

(시험 3) 자색옥수수 포엽의 효능검정(*In vivo*)

가. 급성 간독성 유발에 따른 효과 검정

- 자색옥수수 포엽과 공이 30% 에탄올(1% 구연산 함유) 추출물(0.1, 1, 10, 100mg/kg)을 4일간 경구투여한 후 아세트아미노펜(1.2g/kg)으로 간손상을 유발한 흰쥐(SD-rat, 수컷, 7주령)의 체중, 식이섭취량, 장기무게, 간보호 효능실험의 임상적 지표로 알려진 AST, ALT 및 LDH 농도 분석하였다.
- 부검 후, 흰쥐 혈청의 AST, ALT 및 LDH 농도를 측정된 결과, T3, T4(자색옥수수 포엽과 공이 혼합추출물 10, 100mg/kg 투여군)의 함량이 대조군보다 낮고, 정상군과 양성대조군(silymarin 80mg/kg, p.o 투여군)의 함량과 통계적으로 같은 수준을 나타내, 아세트아미노펜으로 유발된 급성 간독성에 대한 보호효과가 높음을 수 있었다.

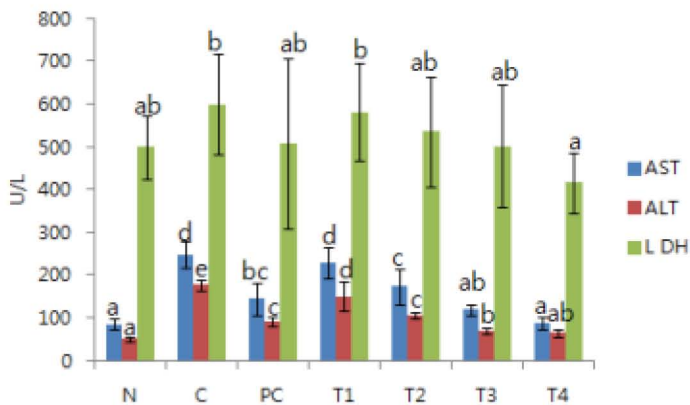


그림 5. 급성간독성 유발 후 혈청분석결과

### 나. 에탄올투여 유발에 따른 효과 검증

- 자색옥수수 포엽과 공이 30% 에탄올(1% 구연산 함유) 추출물(10, 50, 100, 250mg/kg)을 4주간 경구투여와 동시에 25%에탄올 2ml/kg을 경구투여하여 간손상을 유발한 흰쥐(SD-rat, 수컷, 5주령 시작)의 체중, 식이섭취량, 장기무게, 간보호 효능실험의 임상적 지표로 알려진 AST, ALT분석하였다.
- 부검 후, 흰쥐 혈청의 AST, ALT의 농도를 측정한 결과, 모든 처리군의 AST, ALT 함량이 대조군보다 낮고, 정상군과 양성대조군(UCDA 600 ug/kg, p.o 투여군)의 함량과 통계적으로 같은 수준을 나타내, 모든 처리군이 에탄올로 유발된 간독성에 대한 보호효과가 높음을 알 수 있었다.

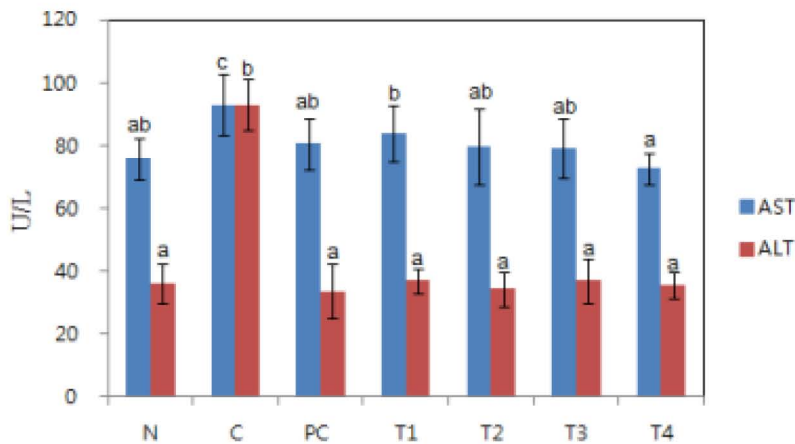


그림 6. 에탄올 간독성 유발 후 혈청분석결과

### 다. 면역증진효과

- 실험동물의 처리군별 체중증가량 및 장기무게는 차이가 없었으며, 혈청내 사이토카인 중 TNF- $\alpha$ 의 경우 자색옥수수포엽과 속대 추출물 1% 함유 처리군에서 유의적으로 감소하였으나, IL-6, IL-13은 처리군별 차이가 없었다.

표 1. 실험군 분리

Experimental groups	Composition of experimental
Normal (N)	Standard diet
Control (C)	Standard diet + LPS 5mg/kg
Treatment 1 (T1)	Standard diet + EHCP 0.05% + LPS 5mg/kg
Treatment 2 (T2)	Standard diet + EHCP 0.25% + LPS 5mg/kg
Treatment 4 (T3)	Standard diet + EHCP 1% + LPS 5mg/kg

표 2. 체중증가량 및 간과 신장무게

Group	Body weight gain (g/day)	Liver (g)	Kidney (g)
N	0.136±0.0311 <sup>a</sup>	0.788±0.045 <sup>a</sup>	0.296±0.016 <sup>a</sup>
C	0.150±0.025 <sup>a</sup>	0.870±0.051 <sup>b</sup>	0.339±0.025 <sup>b</sup>
T1	0.137±0.036 <sup>a</sup>	0.836±0.044 <sup>b</sup>	0.836±0.044 <sup>c</sup>
T2	0.133±0.024 <sup>a</sup>	0.870±0.039 <sup>b</sup>	0.347±0.009 <sup>c</sup>
T3	0.135±0.042 <sup>a</sup>	0.852±0.322 <sup>b</sup>	0.322±0.009 <sup>b</sup>

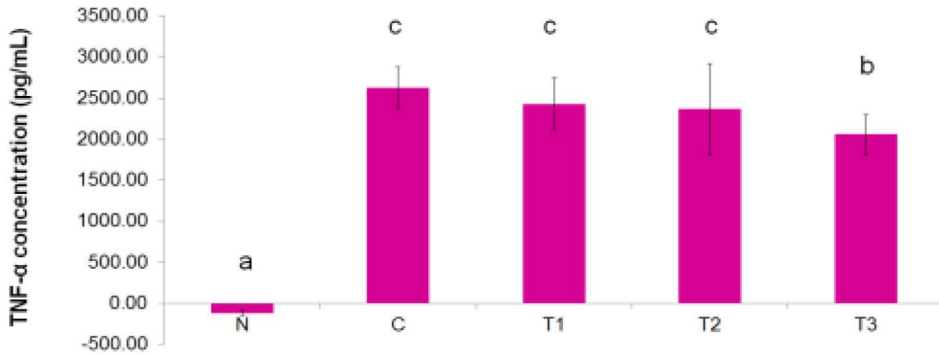


그림 7. 실험동물의 처리군별 TNF-α 농도

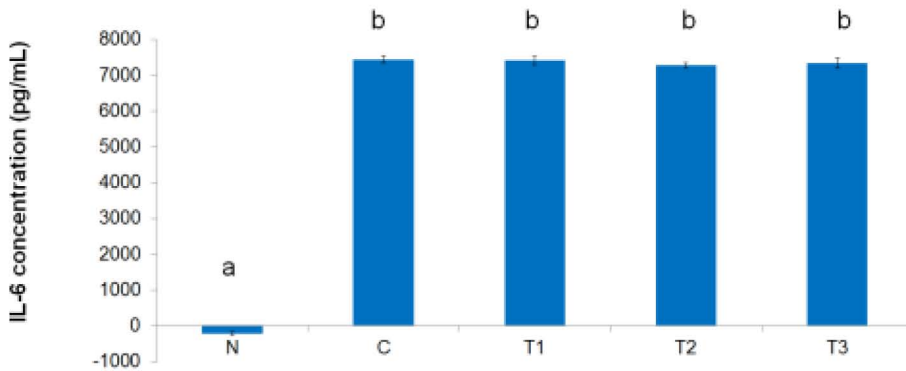


그림 8. 실험동물의 처리군별 IL-6 농도

## 4. 적 요

### (시험1) 자색옥수수 포엽의 추출공정 확립

- 가. 자색옥수수 포엽 추출 방법 확립한 결과, 식품으로 활용하기 위해, 1%(w/v) 구연산포함 30%(v/v) 에탄올 추출물(수율 30%)로 결정함
- 나. 자색옥수수 포엽 추출물에 함유된 안토시아닌은 cyanidin-3-glucoside(C3G), pelargonidin-3-glucose(Pg3G), peonidin 3-glucose(Pn3G) 분석법 확립하였음

## (시험2) 자색옥수수 포엽 추출물의 효능검정

- 가. 자색옥수수 포엽 추출물의 급성 간독성 유발에 따른 효과를 검정한 결과, 흰쥐 혈청의 AST, ALT, LDH 농도를 측정된 결과, T3, T4(자색옥수수 포엽과 속대 혼합추출물 10, 100mg/kg 투여군)의 함량이 대조군보다 낮고, 정상군과 양성대조군(silymarin 80mg/kg, p.o 투여군)의 함량과 통계적으로 같은 수준을 나타내, 아세트아미노펜으로 유발된 급성 간독성에 대한 보호효과가 높음을 알 수 있었음
- 나. 자색옥수수 포엽 추출물의 에탄올 투여 유발에 따른 효과를 검정한 결과, 모든 처리군의 AST, ALT 함량이 대조군보다 낮고, 정상군과 양성대조군(UCDA 600ug/kg, p.o 투여군)의 함량과 통계적으로 같은 수준을 나타내, 모든 처리군이 에탄올로 유발된 간독성에 대한 보호효과가 높음을 알 수 있었음
- 다. 자색옥수수 포엽 및 속대 추출물의 면역증진효과를 검정하기 위하여, balb/c 마우스 대상 추출물 투여에 따른 혈청내 면역활성물질 측정된 결과, 혈청내 사이토카인인 중 TNF- $\alpha$ 의 경우 자색옥수수포엽과 속대 추출물 1% 함유 처리군에서 유의적으로 감소하였으나, IL-6, IL-13은 처리군별 차이가 없었음

## 5. 인용문헌

- Choi JH, Choi CY, Lee KJ, Hwang YP, Chung YC, Jeong HG. 2009. Hepatoprotective effects of an anthocyanin fraction from purple-fleshed sweet potato against acetaminophen-induced liver damage in mice. *J Med Food* 12: 320-326. doi: 10.1089/jmf.2007.0691
- Finkel ML, Sanchez S, Mak T, Granstein J, Lefkowitz A. 2013. Anthocyanin-rich purple corn extract and its effects on the blood pressure of adults. *J Evid Based Complement Altern Med* 18:237-242. doi: 10.1177/2156587213482942
- Kim J. T., Son Y. B., Lee J. S., Baek S. B., Woo K. S., Jung G. H., Kim M. J., Jeong K. H., Kwon. Y. U. 2012. Effects of particle size on antioxidant activity and cytotoxicity in purple corn seed powder. *Korean J. Crop. Sci.*, 57, 353-358.
- Lee J. S., Son B. M., Kim J. T., Ku J. H., Han O. K., Baek S. B., Moon J. K., Hwang J. J., Kwon Y. U. 2012. Change of total anthocyanin contents and antioxidant activities of purple waxy corn inbred lines and hybrids during grain filling. *Korean J. Breed Sci.*, 44, 290-300.
- Li C. Y. 2008. Antioxidant effect of anthocyanins from purple corn and its application to food. MS thesis, Kangwon National University, Korea.
- Li C. Y., Kim H. W., Won S. R., Min H. K., Park K. J., Park J. Y., Ahn M. S., Rhee H. I. 2008. Corn husk as a potential source of anthocyanins. *J. Agric. Food Chem.*, 56, 11413-11416.

- Song W. Y., Yang J. A., Ku K., K., H. Choi J., H. 2009. Effects of Red Pepper seeds Powder on antioxidative System and Oxidative Damage in Rats Fed High-fat · High-Cholesterol Diet. J Korean Soc Food Sci Nutr 38, 1161-1166.
- Tusda T., Horio F., Uchida K., Aoki H., Osawa T. 2003. Dietary cyanidin 3-O-β-glucoside-rich purple corn color prevents obesity and ameliorates hyperglycemia in mice. J. Nutrition. 133, 2125-2130.
- Yu M. H., Kim E. O., Choi S. W. 2010. Quantitative change of hydroxycinnamic acid derivatives and anthocyanin in corn (*Zea may* L.) according to cultivars and heat processes. J. Korean Soc. Food. Sci. Nutr., 39, 843-852.

## 6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용방안	제 목	
2016(1년)	학술발표	에탄올 투여에 따른 옥수수 자색 포엽 및 속대 혼합 추출물의 간보호효과	
2017(2년)	학술발표	자색옥수수포엽 및 속대추출물의 면역활성	
	특허등록	참당귀 잎 추출물을 포함하는 항염 및 항당뇨 기능성 조성물 및 한방소스 제조방법	
2018(3년)	학술발표	자색옥수수 줄기 추출물의 면역활성	
	영농활용	자색옥수수포엽 및 속대 추출물의 기능성	

성과지표명		연도		1년차(2016)		2년차(2017)		3년차(2018)		계	
		목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적		
특허	출원	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	등록	-	-	-	-	-	1	-	1	-	1
학술 발표	국제	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	국내	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3
영농 활용	기술	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	정보	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
계		1	1	1	1	1	2	4	5		

## 7. 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도		
					'16	'17	'18
과제책임자	농식품연구소	농업연구관	김시창	과제 총괄	○	○	○
1세부책임자	농식품연구소	농업연구사	김희연	세부주관 수행	○	○	○
공동연구자	농식품연구소	공무직	이기연	색소분석	○	○	○
	"	"	김태희	"	○	○	○
	"	"	김재은	동물실험수행	○	○	○
	"	"	정은자	추출물조제	○	○	○