

과 제 구 분	지역특화	과 제 번 호	RS-2025-00438488	
과학기술분류	LB0106	품목표준코드	FC-04-0401	
주 관 과 제 명	강원 자색옥수수 활용 기능성 식품 및 발효 점증소재 개발			
과 제 책 임 자	성 명	직 급	소속기관 및 부서	
	남궁 민	농업연구사	옥수수연구소	
연 구 기 간	2024 ~ 2025	참여연구기관	-	
세부과제명		부 서	세부책임자	연구기간
1) 자색옥수수 고품질 원료 생산 기반 구축		옥수수연구소	남궁민	'24~'25
2) 옥수수 산업화를 위한 소재 기술개발		농식품연구소	이기연	'24~'25
키 워 드	자색옥수수, 원료품질유지, 대량생산, 종자보급			

## ABSTRACT

Purple corn (*Zea mays* L.) contains high levels of anthocyanins, particularly cyanidin-3-glucoside (C3G), and has been recognized for its diverse functional properties such as antioxidant, anti-inflammatory, and anti-cancer effects. This study aimed to establish a full-cycle value chain from high-quality raw material production to green bio-based industrialization, covering breeding, processing, and commercialization of functional food and natural thickener materials derived from purple corn developed by the Gangwon Special Self-Governing Province Agricultural Research and Extension Services. In Sub-project 1, frozen storage at  $-5^{\circ}\text{C}$  was identified as the optimal post-harvest condition for husk-type purple corn ('Saekso No. 5'), effectively suppressing fungal growth and mycotoxin accumulation while maintaining C3G content. The optimal harvest timing for kernel-type 'Saekso No. 4' was determined to be 45–50 days after silking, maximizing kernel yield and anthocyanin pigment production while keeping fumonisin contamination within regulatory limits. Large-scale production sites were expanded from 4.2 ha in 2024 to 7.4 ha in 2025 through contract farming, and 6 superior hybrids were selected through yield trials with official variety registration of 'Saekso No. 6' completed in 2025. In Sub-project 2, thermal stability of anthocyanin pigments in purple corn extracts was evaluated under time-series heating treatments, and functional food materialization was conducted by applying purple corn extracts to various permitted food types including patient-targeted snacks, liquid tea, and rice cake products. Fermentation-based natural thickener development was also pursued using 'Saekso No. 4' fermented extracts, with optimization of polysaccharide separation conditions and functional characterization of fermentation products. In Sub-project 3, a puffed snack product 'Gonpop' targeting diabetic patients was developed and commercialized alongside two additional puffed snack products. A purple corn paste recipe was also developed using extruder-based processing, with a related manufacturing patent filed in 2025. In Sub-project 4, corn fermentation extracts designated 'Medi Calming-C' were developed as cosmetic thickening materials with confirmed stability

across various conditions, achieving domestic and international ingredient registration including NMPA registration in China. A large-scale production process yielding purified xyloglucan was established in 2025. This study demonstrated the feasibility of a green bio industrialization model centered on domestically bred purple corn varieties, establishing a full-cycle value chain that connects contract farming, functional material development, and product commercialization, with expected contributions to farm income enhancement, regional economic activation, and the competitiveness of K-beauty and functional food industries.

## 1 연구목표

그린바이오 산업은 농업 생명자원에 BT·IT 기술을 적용하여 종자·미생물·천연물·식품소재 등 농업 전·후방 산업 전반에 부가가치를 창출하는 신산업으로, 글로벌 시장은 2027년 1조 9,208억 달러, 국내 시장은 약 8조 6,863억 원 규모로 성장이 전망되고 있다. 주로 식품으로 소비되던 농생명 자원이 의약품·건강기능식품·화장품 등 바이오 소재로 활용되면서 농업의 고부가가치 소득 창출 모델로 발전하고 있으며, 자색옥수수는 이러한 그린바이오 신산업의 유망 소재로 주목받고 있다. 자색옥수수는 잎·줄기·속대·포엽·알곡 등 식물체 전반에 안토시아닌 색소를 함유하여 일반 베리류보다 월등히 높은 항산화·항염·항암 효과를 비롯한 다양한 가능성이 알려져 있다. 강원특별자치도농업기술원은 2011년 국내 최초로 자색옥수수 품종 '색소1호'를 육성한 이래 지속적으로 신품종 개발을 추진하고 있으며, 최근에는 배가반수체 기술을 적용한 육종을 진행하고 있다. 본 연구는 강원특별자치도에서 개발한 자색옥수수 품종을 기반으로 재배-추출-점증 소재화-완제품 개발에 이르는 전주기 밸류체인을 구축하고, 농가와 기업이 상생하는 그린바이오 신산업 모델을 정립하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 4개 세부과제를 구성하였는데, 세부과제 1(옥수수연구소)은 포엽 및 알곡의 수확 후 품질관리 기술 개발, 대량생산단지 구축, 고품질 품종 개발 및 종자보급을 목표로 하였다. 세부과제 2(농식품연구소)는 자색옥수수 추출물의 식품군별 안정성 평가, 맞춤형 기능성 식품 소재화 연구, 옥수수 발효물 기반 화장품 소재 천연 점증제 개발을 목표로 하였다. 세부과제 3(케이원바이오)은 당뇨 등 대사질환자를 위한 환자용 건강 간식(띠핑스낵 및 양금 제품)의 개발 및 사업화를, 세부과제 4(소일로)는 옥수수 발효추출물을 활용한 천연 점증제 제형 개발, 원료 안정성 확보 및 대량생산공정 구축을 통한 기능성 화장품 사업화를 각각 목표로 하였다. 궁극적으로 본 연구는 페루산 수입에 의존하는 자색옥수수 원료의 국산화 및 수입대체 효과를 도모하고, 국내 육종 품종을 기반으로 한 기능성 식품·화장품 소재 산업화의 성공적인 모델을 제시하고자 하였다.

## 2 재료 및 방법

### <제1세부과제: 자색옥수수 고품질 원료 생산 기반 구축>

#### (시험1) 포엽용 자색옥수수 수확 후 저장조건 설정('24)

포엽용 자색옥수수 색소5호를 공시재료로 하여 수확 후 -5℃, 5℃, 실온의 3가지 온도 조건에서 6주간 저장하면서 시기별 수분함량, 안토시아닌 함량, 곰팡이독소 등 원료 품질특성 변화를 조사하여 적정 저장조건을 설정하였다.

## (시험2) 알곡용 자색옥수수 수확시기 설정('25)

홍천에서 알곡용 자색옥수수 색소4호를 공시하여 출사 후 35~65일 범위에서 7처리의 수확시기별로 생육 및 이삭특성, 안토시아닌 함량, 곰팡이독소 등을 조사하여 최적 수확시기를 구명하였다.

## (시험3) 자색옥수수 대량 생산단지 기반 구축('24)

알곡용 색소4호·6호와 포엽용 색소5호를 공시하여 춘천·강릉·홍천 3시군 4.2ha에 생산단지를 조성하고, 생육조사 및 원료 품질 분석을 실시하여 대량 생산단지 운영 기반을 마련하였다.

## (시험4) 자색옥수수 대량 생산단지 기반 구축('25)

알곡용 색소4호·6호와 포엽용 색소5호를 공시하여 강릉·홍천·정선·평창·양양 5시군 7.4ha로 생산단지를 확대 조성하고, 생육 및 원료 품질 분석을 통해 지역별 생산 안정성을 평가하였다.

## (시험5) 자색옥수수 우수 품종육성 및 종자 보급('24)

분리세대 673계통과 배가반수체 96계통 등 769계통을 육성하고, 200조합의 교잡종 생산과 함께 338교잡종 조합능력검정 및 19교잡종 생산력검정을 홍천·영월에서 수행하였다. 재식거리는 계통육성 70×25cm, 교잡종 평가 60×30cm로 하였으며, 출사기·간장·착수고 등 생육특성과 이삭특성·색소 함량 등 수량성을 조사하고 보급종 2품종(색소4호·5호)의 종자를 생산·보급하였다.

## (시험6) 자색옥수수 우수 품종육성 및 종자 보급('25)

분리세대 434계통과 배가반수체 141계통 등 575계통을 육성하고, 18조합의 교잡종 생산과 함께 464교잡종 조합능력검정 및 18교잡종 생산력검정을 홍천·영월에서 수행하였다. 재식거리는 계통육성 70×25cm, 교잡종 평가 60×30cm로 하였으며, 생육특성과 이삭특성·색소 함량 등을 조사하고 보급종 2품종(색소4호·6호)의 종자를 생산·보급하였다.

## <제2세부과제: 옥수수 산업화를 위한 소재 기술개발>

### (시험 1) 자색옥수수 추출물의 색소 열 안정성 평가('24)

자색옥수수, 블루베리, 흑미, 신자미 등의 추출물을 시험재료로 하여 30, 60, 120, 240분의 시간별 가열처리를 실시하고, 가열 시간에 따른 안토시아닌 함량, 색도 및 갈색도 변화를 측정하여 자색옥수수 추출물의 열 안정성을 타 색소 소재와 비교 평가하였다.

### (시험 2) 자색옥수수 활용 맞춤형 기능성 식품 소재화('24~'25)

자색 알곡 및 포엽·속대 추출물을 시험재료로 하여 환자용 간식, 액상차, 떡류 등 허가식품유형별 적용 가능성을 검토하였다. 적용대상별 알곡 및 추출물의 최적 첨가 비율을 설정하고, 색도와 안토시아닌 함량

비교 분석 및 DPPH·ABTS 라디칼 소거능, 총폴리페놀·플라보노이드 함량 등 항산화 활성을 분석하여 기능성 식품 소재로서의 활용 가능성을 평가하였다.

### **(시험 3) 옥수수 활용 천연 점증제 화장품 소재화('24~'25)**

자색옥수수 및 일반 옥수수 품종을 대상으로 효모 발효 처리를 통해 발효물을 조제하고, 품종별 발효물의 용도별 점증 가능성을 테스트하여 화장품 천연 점증제 소재로서 유망 품종의 발효물을 선정하였다.

## **<제3세부과제: 자색옥수수 활용 맞춤형 기능성 상품 개발 및 사업화>**

### **(시험1) 환자용 건강 간식 퍼핑 스낵 시제품 개발('24)**

자색 알곡 및 추출물을 시험재료로 하여 최적 첨가 비율 및 제조공정을 확립하고, 제품 제형 및 크기, 색소 발현도, 관능 평가 등을 통해 시제품 제조 테스트를 실시하여 환자용 건강 간식 퍼핑 스낵의 시제품을 개발하였다.

### **(시험2) 환자용 건강 간식 퍼핑 스낵의 완제품 개발('25)**

시제품 제조를 완료하고 제품 출시 및 판매까지 이어지는 완제 사업화를 추진하였다. 완제품의 기능성 검정 데이터를 활용한 홍보 및 마케팅을 실시하고 시장성을 평가하여 환자용 건강 간식으로서의 상품화 가능성을 검토하였다.

### **(시험3) 환자용 건강 간식 자색옥수수 양갱 시제품 개발('24)**

자색 알곡 및 추출물을 시험재료로 하여 설탕대체제, 식이섬유 및 혈당 관련 기능성 함유 물질의 첨가 공정을 확립하고, 제품 제형 및 물성, 기호도 및 관능 평가 등을 통해 시제품 제조 테스트를 실시하여 환자용 건강 간식 자색옥수수 양갱의 시제품을 개발하였다.

### **(시험4) 환자용 건강 간식 자색옥수수 앙금의 완제품 개발('25)**

시제품 제조를 완료하고 제품 출시 및 판매까지 이어지는 완제 사업화를 추진하였다. 완제품의 기능성 검정 데이터를 활용한 홍보 및 마케팅을 실시하고 시장성을 평가하여 환자용 건강 간식으로서의 상품화 가능성을 검토하였다.

## **<제4세부과제: 옥수수 추출물 함유 기능성 화장품 개발 및 사업화>**

### **(시험1) 화장품 소재용 천연 점증제 개발('24)**

옥수수 발효물을 시험재료로 하여 화장품 소재로서의 제형화를 진행하고, 점도·내염성 등 물성을 확인하였다. 아울러 원료 안정성 확인 및 화장품 성분 등록, 시제품 처방 개발 등을 추진하여 옥수수 발효물의 화장품 천연 점증제 소재화 기반을 마련하였다.

## (시험2) Medi-Brightening arbutin 대량생산 공정 확립('25)

옥수수 발효물을 시험재료로 하여 자일로글루칸 획득을 위한 대량생산 공정을 개발하고, 확립된 점증 소재를 활용한 시제품 개발 및 사업화를 추진하였다.

### 3 결과 및 고찰

#### <제1세부과제: 자색옥수수 고품질 원료 생산 기반 구축>

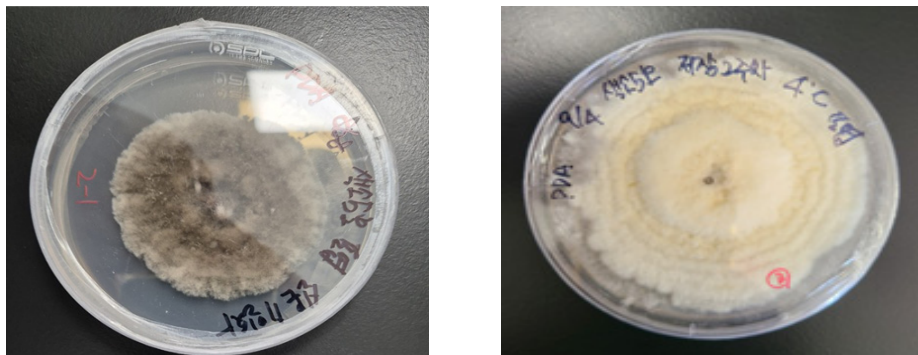
##### (시험1) 포엽용 자색옥수수 수확 후 저장조건 설정('24)

###### ○ 저장온도에 따른 곰팡이 발생

'색소5호'의 포엽과 속대의 안토시아닌 축적된 이삭을 출사 후 25일경 수확하여 저장온도별 6주간 저장하였다. -5℃ 저장 이삭에서는 6주동안 곰팡이가 발생하지 않았으나, 실온에서는 1주차부터 포엽에 곰팡이가 발생하여 품질이 저하되었다. 저장 이삭에서 발생한 곰팡이를 채취하여 동정한 결과, 1주차 실온 이삭의 포엽에서 발생한 곰팡이는 깨씨무늬병의 원인균 *Cochliobolus heterostrophus* 였으며, 5℃에서 2주간 저장한 이삭의 포엽에서 발생한 곰팡이는 독소를 생성하는 *Fusarium* sp.로 동정되었다.



그림 1. 온도별 저장이삭 육안조사(4주차)



【*Cochliobolus heterostrophus*】

【*Fusarium* sp.】

그림 2. 포엽과 속대 채취 곰팡이 동정

○ 저장온도와 기간에 따른 곰팡이독소 분석

저장조건에 따른 곰팡이독소를 분석한 결과, 아플라톡신은 B1, B2, G1는 불검출, G2는 허용 기준치 15 $\mu\text{g}/\text{kg}$  미만으로 검출되었고, 푸모니신(B1, B2)과 오크라톡신도 각각 허용 기준치 4,000, 5 $\mu\text{g}/\text{kg}$  미만으로 검출되었다. 하지만, 제랄레논은 -5 $^{\circ}\text{C}$ 에서는 불검출, 5 $^{\circ}\text{C}$ 는 기준 미만으로 검출되었으나, 실온은 저장 2주차부터 기준규격 200 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 를 상회하는 567 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 가 검출되었고 저장기간이 늘어날수록 독소 함량도 크게 증가하였다.

표 1. 저장조건에 따른 곰팡이독소 분석결과

(단위:  $\mu\text{g}/\text{kg}$ )

곰팡이독소	저장온도	저장기간(주)						
		0	1	2	3	4	5	6
아플라톡신 B1	-5 $^{\circ}\text{C}$	-	-	-	-	-	-	-
	5 $^{\circ}\text{C}$	-	-	-	-	-	-	-
	실온	-	-	-	-	-	-	-
아플라톡신 B2	-5 $^{\circ}\text{C}$	-	-	-	-	-	-	-
	5 $^{\circ}\text{C}$	-	-	-	-	-	-	-
	실온	-	-	-	-	-	-	-
아플라톡신 G1	-5 $^{\circ}\text{C}$	-	-	-	-	-	-	-
	5 $^{\circ}\text{C}$	-	-	-	-	-	-	-
	RT	-	-	-	-	-	-	-
아플라톡신 G2	-5 $^{\circ}\text{C}$	6	7	-	7	10	1	9
	5 $^{\circ}\text{C}$	6	6	-	5	12	-	7
	실온	6	5	-	1	6	-	6
푸모니신 B1	-5 $^{\circ}\text{C}$	-	-	-	-	-	-	-
	5 $^{\circ}\text{C}$	-	-	3	-	89	94	178
	실온	-	264	26	84	38	505	1,783
푸모니신 B2	-5 $^{\circ}\text{C}$	-	-	-	-	-	-	-
	5 $^{\circ}\text{C}$	-	-	17	-	33	37	-
	실온	-	43	-	18	-	44	262
오크라톡신	-5 $^{\circ}\text{C}$	-	-	-	-	-	3	3
	5 $^{\circ}\text{C}$	-	-	-	-	-	2	3
	실온	-	-	-	-	-	2	3
제랄레논	-5 $^{\circ}\text{C}$	-	-	-	-	-	-	-
	5 $^{\circ}\text{C}$	-	-	-	-	-	-	106
	실온	-	109	567*	1,580*	1,644*	4,510*	7,093*

- 곰팡이독소 허용기준(식약처): 아플라톡신 15 $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 푸모니신 4,000 $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 오크라톡신 5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 제랄레논 200 $\mu\text{g}/\text{kg}$

○ 저장온도와 기간에 따른 수분함량 및 지표물질 함량 분석

저장온도와 기간에 따른 포엽과 속대의 수분함량을 측정된 결과, -5℃와 5℃에서는 6주동안 일정하게 감소하는 경향을 보였으나, 실온에서는 저온 대비 급격하게 감소하였다. 하지만, 저장온도에 따른 감소 경향의 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

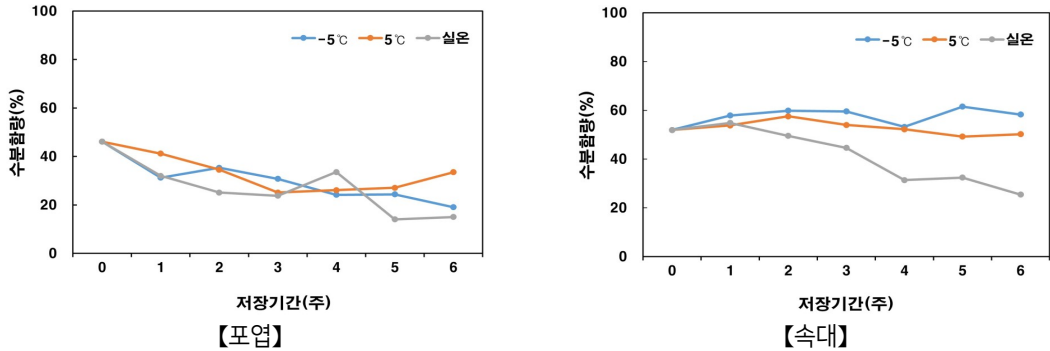


그림 3. 저장온도 및 기간에 따른 수분함량 변화

지표물질 Cyanidin-3-glucoside(C3G) 함량은 5℃와 실온에서는 저장 1주차부터 저장 전  $0.45 \pm 0.06 \text{g}/100\text{g}$  대비 각각  $0.28 \pm 0.08$ ,  $0.28 \pm 0.02 \text{g}/100\text{g}$ 으로 34% 가량 급격히 감소하였다. 하지만, -5℃에서 저장한 시료에서는 1주차까지  $0.52 \pm 0.12 \text{g}/100\text{g}$ 으로 저장 전과 비슷하게 함량이 유지되다가 2주차부터  $0.21 \pm 0.08 \text{g}/100\text{g}$ 로 약 51% 감소하였다.

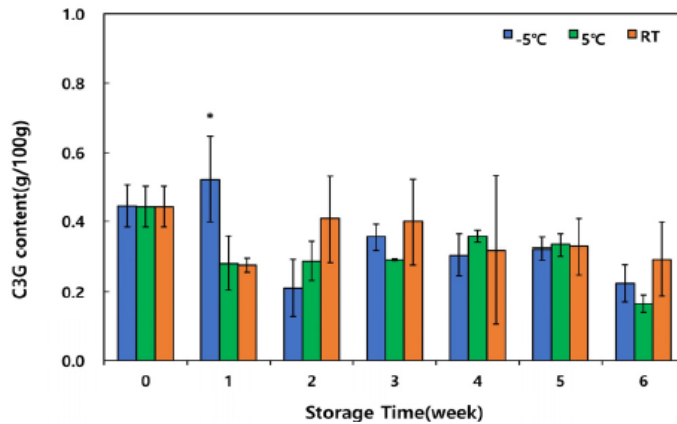


그림 4. 저장온도에 따른 포엽 지표성분(C3G) 함량 변화

(시험2) 알곡용 자색옥수수 수확시기 설정('25)

○ '색소4호' 수확시기별 특성조사

'색소4호' 파종은 4월 24일에 진행하였고, 출사기는 7월 10일로 기록하여 8월 14일부터 9월 12일까지(출사 후 35~65일) 7회에 걸쳐 수확하였다. 생육 및 이삭 특성조사 결과 수확시기에 따른 차이는 없었으나 종실중은 50일에 820kg/10a로 가장 우수하였다. 35~40일은 알곡의 등숙이 안되어 원료 품질이 낮았고, 60일 이후에는 곰팡이 오염이 발생하였다.

표 2. '색소4호' 수확시기별 생육 및 이삭특성

수확시기 (출사 후)	생육특성		이삭특성			수량성
	간장 (cm)	착수고율 (%)	이삭장 (cm)	착립률 (%)	이삭경 (cm)	종실중 (kg/10a)
35일	259	47	21.7	98	4.2	608
40일	260	46	21.2	99	4.1	668
45일	268	46	20.9	97	4.2	754
50일	268	45	21.2	98	4.2	820
55일	268	46	21.0	99	4.2	761
60일	279	45	20.7	99	4.1	787
65일	279	45	20.9	99	4.1	815



그림 5. '색소4호' 수확시기별 이삭

○ '색소4호' 수확시기별 품질특성 조사

수확시기별 '색소4호'의 원료 품질분석을 위해 총 안토시아닌과 지표성분 C3G 함량을 분석하였다. 안토시아닌과 지표성분 C3G 함량은 시기별 유의적인 차이가 없었으나, 단위면적당 안토시아닌 색소생산량을 환산하였을 때 출사 후 50일에 수량성이 가장 우수하였다.

표 3. '색소4호' 수확시기별 항산화물질 함량 및 색소생산량

수확시기	안토시아닌(g/100g)	C3G(g/100g)	색소 생산량(kg/10a)
35일	0.19	0.026	1.17
40일	0.20	0.031	1.33
45일	0.20	0.031	1.47
50일	0.20	0.032	1.65
55일	0.20	0.034	1.51
60일	0.18	0.033	1.45
65일	0.17	0.032	1.39

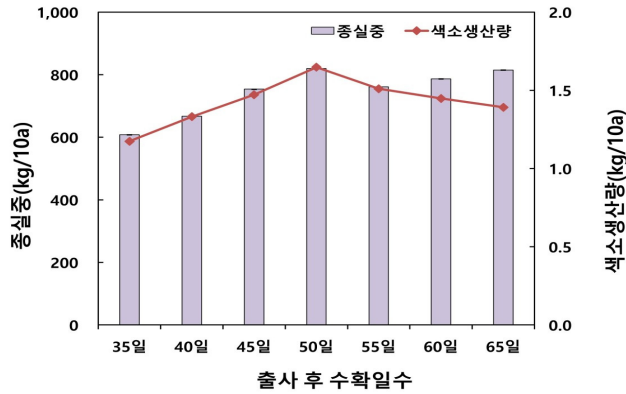


그림 6. '색소4호' 종실중 및 색소생산량

- 수확시기에 따른 곰팡이독소 분석을 추진한 결과, 아플라톡신, 오크라톡신, 제랄레논은 검출되지 않았다. 푸모니신은 출사 후 35일부터 50일까지는 기준치 4,000 $\mu$ g/kg 미만으로 검출 되었으나, 55일 4,359 $\mu$ g/kg, 60일 3,142 $\mu$ g/kg, 65일 4,178 $\mu$ g/kg으로 기준치보다 높은 함량 검출되었다. 하지만, 50일 처리구 반복에서 5,055 $\mu$ g/kg가 검출되어 수확시기는 출사 후 45일에서 50일 사이에 수확이 필요한 것으로 판단된다.

표 4. 수확시기별 곰팡이독소 분석결과

(단위:  $\mu$ g/kg)

수확시기 (출사 후)	아플라톡신	오크라톡신	제랄레논	푸모니신			
				B1	B2	B1+B2	Max.J
35일	-	-	-	317	138	456	1,024
40일	-	-	-	908	433	1,341	3,925
45일	-	-	-	905	442	1,348	2,018
50일	-	-	-	1,869	770	2,638	5,055*
55일	-	-	-	4,359*	1,447	5,806*	8,397*
60일	-	-	-	3,142	927	4,069*	6,645*
65일	-	-	-	4,178*	1,198	5,376*	6,990*

※ 곰팡이독소 허용기준(식약처): 푸모니신 4,000 $\mu$ g/kg

↓ B1+B2 검출 최대값

### (시험3) 자색옥수수 대량 생산단지 기반 구축('24)

#### ○ 자색옥수수 원료 생산단지 조성

2024년도 원료 생산단지 조성은 가공업체 4업체와 연계하여 3시군에 4.2ha를 조성하였다. 알곡용 '색소4호'는 (주)케이원바이오와 (주)메타센테라퓨틱스와 계약재배로 춘천에 3ha, '색소6호'는 사임당막걸리와 강릉에 0.6ha를 조성하였다. 또한, 포엽용 '색소5호'는 건강기능식품 개발 업체인 (주)메디언스와 계약으로 0.6ha를 구축하였다. 8회 걸친 현장컨설팅으로 생산단지의 고품질 원료생산을 추진하였고, 총안토시아닌 분석 지원으로 '색소4호'는 0.11%, '색소6호'는 0.16% 함량을 확인하였다.



【'색소4호' 포장(춘천)】

【'색소6호' 포장(강릉)】

【'색소5호' 포장(홍천)】

그림 7. 자색옥수수 대량 생산단지 전경

#### (시험4) 자색옥수수 대량 생산단지 기반 구축('25)

##### ○ 자색옥수수 원료 생산단지 조성

2025년 원료 생산단지 조성은 2024년과 같이 도내 가공업체와 연계하여 5시군에 7.4ha를 조성하였다. 알곡용 '색소4호'는 (주)케이원바이오, 킹스양조장과 연계하여 3시군(정선, 평창, 양양)에 3.2ha를 조성하였고, '색소6호'는 강릉 사임당막걸리와 연계하여 1ha를 조성하였다. 포엽용 '색소5호'는 (주)메디언스, (주)메타센테라퓨틱스와 계약재배로 3시군(홍천, 정선, 평창) 0.6ha를 구축하였고 원료 품질관리를 위해 현장컨설팅을 주기적으로 11회 추진하였다.

표 5. 생산단지 구축 및 종자 분양결과

용도	품종	지역	면적(ha)	종자분양(kg)	계약업체
계	3품종	5시군	7.4	91	
알곡용	색소4호	평창	1.0	12	(주)케이원바이오
		정선	2.0	27	
		양양	0.2	4	킹스양조장
	색소6호	강릉	1.0	10	사임당막걸리
포엽용	색소5호	홍천	0.2	2	(주)메타센테라퓨틱스
		평창	1.0	12	(주)메디언스
		정선	2.0	24	



【정선 '색소4호' 생산농가】

【'색소4호' 생육점검】

【'색소5호' 수확지도】

그림 8. 자색옥수수 생산단지 구축 및 현장컨설팅 추진

○ 자색옥수수 생산단지 구축 우수사례

2025년도 생산단지 조성은 여량농협 찰옥수수가공공장과 협업으로 전체 7.2ha 중 6ha를 조성하였다. 여량농협이 농가와 자색옥수수 계약재배를 추진하고, 업체로 원료를 납품하는 형식으로 추진되었다. 농가와 지속적으로 소통하고 수확 전 가공업체와 농가 현장컨설팅을 통해 원료 품질관리 체계를 구축하였다. 또한, 탈피기, 건조기, 분쇄기 등 신규 장비를 도입하여 수확 후 관리능력을 향상하였다.

표 6. 여량농협 생산단지 원료생산 결과

품종명	농가명	지 역	면 적 (ha)	생산량 (kg)	평균생산량 (kg/10a)	비 고
색소4호 (알곡용)	소 계	2시군	3.0	12,433	410	기준: 600kg
	유*길		0.8	4,219	527	
	전*현	정선	0.5	1,424	285	
	전*만		0.7	3,427	490	
	고*규	평창	1.0	3,363	336	조수 피해
색소5호 (포엽용)	소 계	2시군	3.0	3,651	137	기준: 150kg
	유*길		0.8	1,111	139	
	유*식	정선	0.4	744	186	
	전*현		0.5	696	139	
	고*규	평창	1.3	1,100	85	조수 피해



【색소5호 이삭 건조】



【색소5호 포엽 탈피】



【색소4호 이삭 선발】

그림 9. 여량농협 자색옥수수 수확 후 품질관리 체계 구축

(시험5) 자색옥수수 우수 품종육성 및 종자 보급('24)

○ 반수체 유기체를 이용한 자색옥수수 계통 육성

2023년 반수체를 유기한 '색교78호'와 '색교88호'를 콜히친으로 염색체를 배가하여 효율을 평가하였다. 알곡용 '색교78호'는 24주 중 2개 이삭이 수확되어 8.3%의 유기율을 보였고, 포엽용 '색교88호'는 118주 중 8개 이삭을 수확하여 6.8%의 효율을 확인하였다. 유기된 계통은 2025년 특성평가를 통해 계통 선발을 추진할 계획이다.

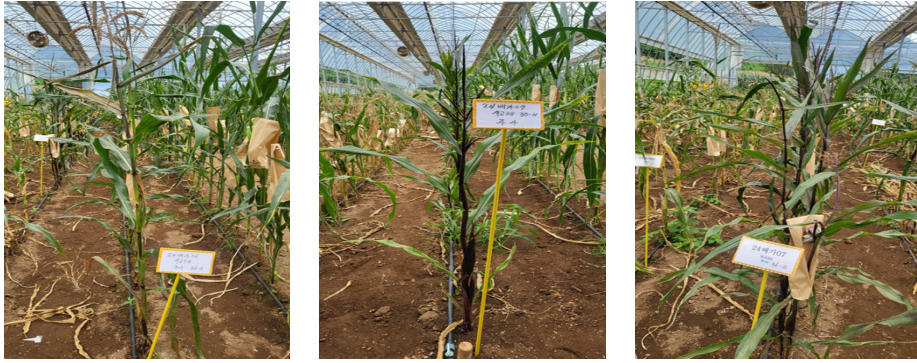


그림 10. 자색옥수수 배가반수체 계통 육성

표 7. 자색옥수수 배가반수체 육성 효율성 평가

(’24. 흥천)

집단	정식주수(A)	교배주수	수확이삭수(B)	유기율(B/A, %)
색교78호(알곡용)	24	4	2	8.3
색교88호(포엽용)	118	23	8	6.8



【색교78호(알곡용)】



【색교88호(포엽용)】

그림 11. 자색옥수수 배가반수체 육성 계통 이삭

○ 자색옥수수 배가반수체 계통 특성평가

2024년 육성된 배가반수체 96계통을 증식 및 평가하였다. 계통 선발은 도복, 초형 등 생육특성이 우수하고, 포엽 안토시아닌 함량이 높은 41계통을 선발하였다.



【24DHC37】



【24DHC47】



【24DHC88】



【24DHC95】

그림 12. 2024년도 배가반수체 선발 계통

표 8. 배가반수체 계통 생육평가

계통명	도복	생육상태	간장(cm)	착수고(cm)	간경(mm)
24DHC34	1	상	151.4	72.4	15.2
24DHC35	1	상	142.8	69.8	14.2
24DHC36	1	상	163.4	76.8	15.5
24DHC38	1	상	162.2	82.4	13.4
24DHC39	1	상	153.8	75.4	14.6
24DHC40	1	상	151.0	64.2	13.4
24DHC41	1	상	134.4	67.4	14.1
24DHC42	1	상	164.8	77.2	14.6
24DHC44	1	상	162.0	79.6	15.1
24DHC45	1	상	170.0	72.4	15.8
24DHC47	1	상	153.8	74.8	15.2
24DHC51	1	상	138.5	61.5	15.1
24DHC52	1	상	139.5	53.5	15.2
24DHC53	1	상	155.6	67.2	14.3
24DHC54	1	상	185.0	90.2	15.0
24DHC59	1	상	177.0	92.0	16.2
24DHC60	1	상	175.6	83.4	16.2
24DHC61	1	상	142.0	78.8	16.5
24DHC62	1	상	150.8	78.2	12.5
24DHC63	1	상	184.4	82.8	15.6
24DHC64	1	상	175.4	82.8	15.6
24DHC65	1	상	172.0	84.2	15.8
24DHC66	1	상	170.0	86.5	16.5
24DHC67	1	상	154.4	72.0	14.0
24DHC68	1	상	162.0	87.0	14.1
24DHC69	1	상	195.3	88.7	16.2
24DHC70	1	상	158.6	73.4	16.0
24DHC71	1	상	187.8	86.6	14.7
24DHC72	1	상	161.6	78.2	15.3
24DHC73	1	상	185.4	95.4	16.1
24DHC74	1	상	145.0	71.0	17.0
24DHC75	1	상	188.2	94.2	15.9
24DHC76	1	상	163.8	70.6	16.2
24DHC77	1	상	164.0	66.6	17.3
24DHC78	1	상	168.0	74.2	16.4
24DHC83	1	상	153.0	77.8	18.4
24DHC84	1	상	174.4	83.8	18.3
24DHC86	1	상	166.0	91.6	16.0
24DHC88	1	상	174.5	88.5	17.9
24DHC89	1	상	150.2	76.6	19.2
24DHC95	1	상	156.4	79.4	15.8

○ 자색옥수수 생산력검정 평가

생산력검정 예비시험은 338개 교잡종을 평가하여 수량성이 높고 안토시아닌 함량이 우수한 2개의 교잡종을 선발하였다. 선발된 교잡종은 2025년 생산력검정 평가를 추진할 예정이다.

표 9. 생산력검정 예비시험

용도	교잡종명	출사일수 (일)	포엽중 (kg/10a)	지수 (%)	종실중 (kg/10a)	지수 (%)	도복 (1-9)	간장 (cm)	착수고율 (%)	이삭장 (cm)	이삭폭 (mm)
포엽	색소5호(대조)	73	42	100	-	-	3	256	58	17.4	40
	생예211호	70	54	127	-	-	1	213	57	16.4	38
알곡	색소4호(대조)	75	-	-	678	100	2	245	53	18.3	40
	생예225호	74	-	-	784	116	1	246	53	18.9	40



그림 13. 생산력검정 예비시험에서 선발된 교잡종

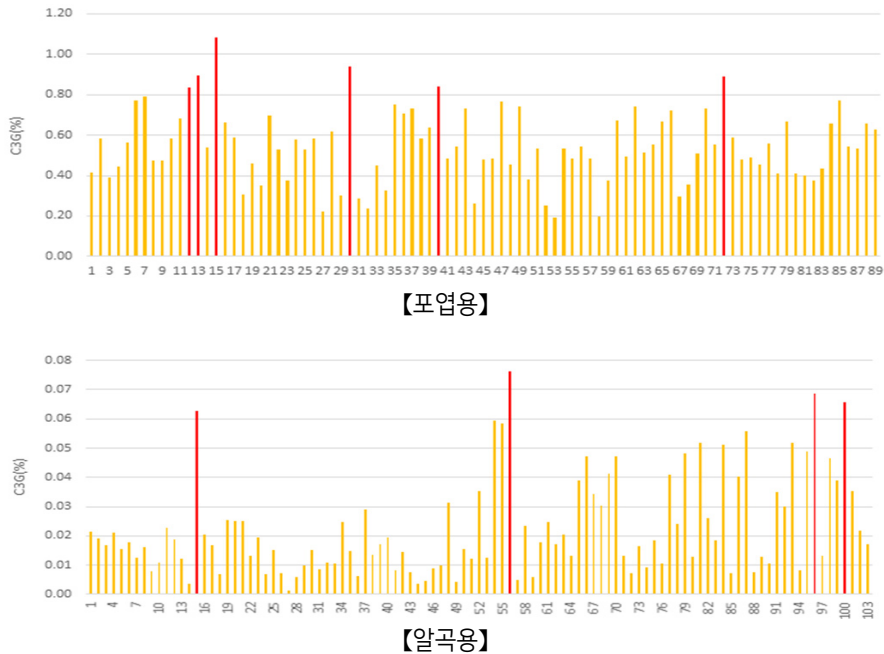


그림 14. 생산력검정 예비시험 교잡종 지표성분(C3G) 함량 분석

생산력검정 본시험은 19개 교잡종을 공시하여 수량성과 안토시아닌 색소 함량이 높은 2개 교잡종과 배가반수체 2계통을 선발하였다.

표 10. 생산력검정 본시험 특성조사

용도	교잡종명	출사일수 (일)	포엽중 (kg/10a)	지수 (%)	종실중 (kg/10a)	지수 (%)	도복 (1-9)	간장 (cm)	착수고율 (%)	이삭장 (cm)	이삭경 (cm)
포엽	색소5호	77	64	100	-	-	1	259	60	18.6	4.2
	색교79	81	44	68	-	-	1	213	53	16.5	3.3
	<b>색교81</b>	77	<b>68</b>	<b>107</b>	-	-	1	232	54	17.8	4.2
	색교107	77	54	85	-	-	1	210	55	16.1	3.9
	색교110	78	54	84	-	-	1	247	55	16.8	3.9
포엽 + 알곡	색소4호	79	39	100	715	100	1	237	56	19.3	4.0
	색교84	75	74	193	503	70	1	223	53	16.1	4.3
	색교102	76	62	161	518	72	1	218	50	16.2	4.3
	색교103	79	36	93	576	81	1	254	54	19.7	3.8
	색교104	75	48	125	484	68	1	226	49	16.7	3.6
	색교105	77	48	124	421	59	1	227	53	17.5	3.3
	색교106	78	43	112	557	78	1	252	53	18.1	3.9
	<b>색교108</b>	79	<b>88</b>	<b>229</b>	<b>785</b>	<b>110</b>	1	238	52	17.4	4.9
	색교109	79	56	146	488	68	1	229	55	15.8	3.9
알곡	색소6호	80	-	-	617	100	1	247	55	17.5	4.3
	<b>색교111</b>	77	-	-	<b>724</b>	<b>117</b>	1	245	54	19.0	4.1
	색교112	80	-	-	699	113	1	266	64	18.5	4.2
DH	22DHC21	82	54	-	169	-	1	153	50	11.1	3.0
	22DHC29	83	51	-	233	-	1	194	43	11.6	3.5

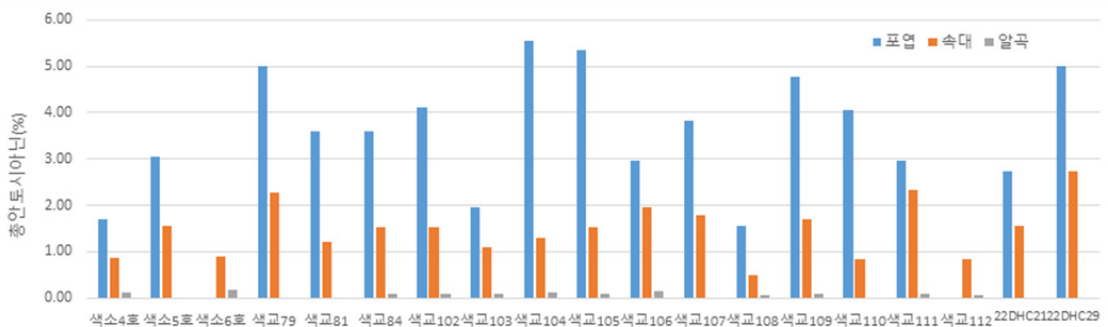


그림 15. 생산력검정 교잡종 총 안토시아닌 함량 분석

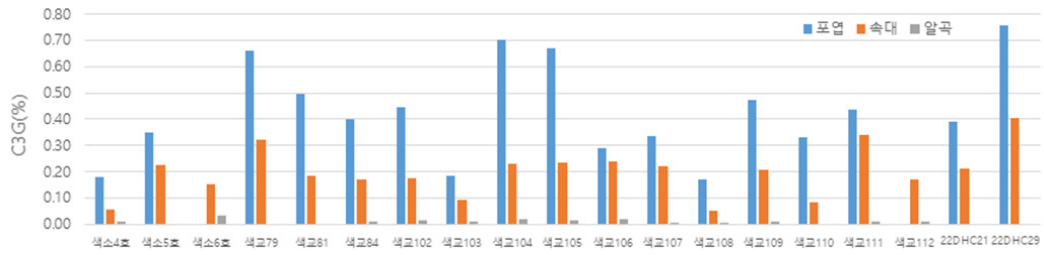


그림 16. 생산력검정 교잡종 지표성분(C3G) 함량 분석



그림 17. 생산력검정 선발 교잡종 및 배가반수체 계통

(시험6) 자색옥수수 우수 품종육성 및 종자 보급('25)

○ 자색옥수수 계통 육성 및 교잡종 생산

분리세대를 통한 자식계통 육성은 S7~S8 434개 계통을 공시하여 150 계통을 선발하였다. 배가반수체 계통은 2022년부터 2025년까지 육성된 141 계통을 공시하여 특성조사를 통해 생육 및 이삭특성이 우수한 38개의 우량계통을 선발하였다. 선발된 계통들은 보관 후 향후 품종 육성 재료로 활용 예정이다.

표 11. 용도별 자식계통 육성내역

용도	세대	계통 선발			활용계획
		공시	포장 선발(개)	이삭 선발(개)	
포엽	S7	73	53	29	
	S8	101	69	22	
포엽+알곡	S7	52	30	14	장기 보관
	S8	42	26	14	
알곡	S7	35	31	18	
	S8	131	90	53	

표 12. 배가반수체 선발 계통 주요특성

용도	계통명	생육특성					이삭특성				비고
		발아율 (%)	출사 일수 (일)	도복 (1-9)	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭장 (cm)	착립률 (%)	이삭경 (cm)	이삭중 (g)	
포엽	22DHC09	81	74	1	157	52	12.8	94	2.7	41	
	22DHC15	88	80	2	170	59	12.5	96	2.4	26	
	22DHC16	88	78	1	151	51	9.7	97	3.6	47	
	22DHC21	88	74	1	172	37	14.7	85	3.4	68	
	22DHC29	94	74	1	171	43	14.3	77	3.0	37	
	23DHC01	88	76	1	153	43	12.0	88	2.4	28	
	23DHC14	94	84	1	144	51	10.8	89	2.4	25	
	23DHC15	88	83	1	129	58	12.2	79	2.1	22	
	23DHC19	75	79	2	150	51	12.5	80	2.2	20	
	23DHC20	94	75	3	142	59	14.5	90	2.6	43	
	23DHC22	81	76	1	166	52	12.2	77	2.8	34	
	23DHC30	94	77	4	137	44	13.5	97	2.9	43	
	24DHC02	94	83	1	144	51	11.0	100	2.7	40	
	24DHC12	75	89	1	146	49	12.5	32	1.6	14	
	24DHC14	100	80	1	164	52	12.0	58	2.2	21	
	24DHC21	75	90	1	117	54	11.0	71	1.6	12	
	24DHC32	63	80	1	148	51	11.3	82	2.4	28	
	24DHC33	88	80	1	160	54	9.3	82	2.4	17	
	24DHC37	100	70	1	188	42	12.2	96	2.4	36	
	24DHC38	63	75	3	213	46	12.7	99	3.0	63	
24DHC45	75	81	1	208	41	14.0	83	2.7	41		
24DHC47	94	79	1	196	43	14.3	93	3.3	62		

용도	계통명	생육특성					이삭특성				비고
		발아율 (%)	출사 일수 (일)	도복 (1-9)	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭장 (cm)	착립률 (%)	이삭경 (cm)	이삭중 (g)	
포엽	24DHC48	88	76	1	225	51	11.7	89	2.0	21	
	<b>24DHC51</b>	<b>81</b>	<b>71</b>	<b>1</b>	<b>161</b>	<b>36</b>	<b>14.3</b>	<b>98</b>	<b>2.9</b>	<b>58</b>	
	<b>24DHC56</b>	<b>69</b>	<b>72</b>	<b>6</b>	<b>173</b>	<b>39</b>	<b>13.7</b>	<b>100</b>	<b>2.9</b>	<b>59</b>	
	24DHC57	94	74	1	172	34	13.3	98	3.1	57	
	24DHC62	81	71	1	184	42	13.0	95	2.6	41	
	24DHC64	88	75	1	215	41	12.8	99	2.7	50	
	24DHC65	88	74	1	210	37	12.0	93	2.8	42	
	24DHC69	63	80	1	213	49	11.0	73	2.5	24	
	24DHC74	100	83	1	178	52	11.8	99	2.9	46	
	24DHC76	100	70	1	173	48	13.0	94	2.5	35	
알곡	24DHC80	81	70	1	145	44	12.3	95	2.6	43	
	<b>24DHC88</b>	<b>81</b>	<b>78</b>	<b>1</b>	<b>197</b>	<b>46</b>	<b>12.8</b>	<b>86</b>	<b>3.2</b>	<b>38</b>	
	24DHC94	63	74	1	166	59	10.8	89	2.6	28	
	25DHC01	94	77	1	147	48	13.0	79	3.7	58	
	<b>25DHC02</b>	<b>94</b>	<b>74</b>	<b>1</b>	<b>162</b>	<b>51</b>	<b>13.8</b>	<b>77</b>	<b>4.0</b>	<b>76</b>	
	25DHC05	69	77	1	149	52	13.0	49	3.9	48	



【24DHC51】

【24DHC56】

【24DHC88】

【25DHC02】

그림 18. 배가반수체 우량계통 이삭

교잡종 종자 생산은 생산력검정 공시 교잡종 중 14개 교잡종을 4.1kg를 생산하였고, 품종 보급을 위해 '색소4호' 62.4kg, '색소6호' 6.9kg를 채종하여 총 73.4kg를 생산하였다. 생산종자는 보관 및 차년도 생산단지에 분양하여 원료 생산을 추진할 예정이다.

표 13. 교잡종 종자 생산량

용도	품종명	교잡종수	생산량(kg)	활용계획
계		16	73.4	
생산력검정	색교81호 등 14교잡종	14	4.1	보관 및 생산단지 분양
보급종	색소4호	1	62.4	
	색소6호	1	6.9	

○ 자색옥수수 생산력검정 평가

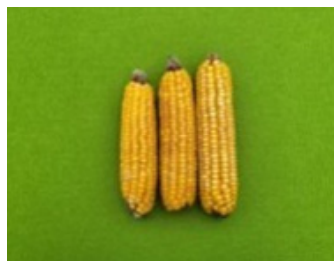
조합능력검정 평가를 위해 464 교잡종을 공시하였고, 생육 및 이삭특성이 우수한 31개의 교잡종(포엽용 15, 알곡용 16)을 선발하였다. 선발된 교잡종을 통해 조합능력이 우수하다고 평가된 계통은 포엽용 8계통(14 포엽S9082, 15포엽S9007, 15포엽S9009, 23DHC02, 23DHC05, 23DHC13, 23DHC23, 23DHC30), 알곡용 5계통(HA7, HA10, 16알곡S8010, 23알곡S8010, 23알곡S8060)이 선발되었다. 조합능력이 우수하다고 평가된 계통들은 향후 교배조합 구성에 교배친으로 활용할 예정이다.

표 14. 조합능력검정 포엽용 선발 교잡종 주요특성

교잡종명	생육특성			이삭특성			수량성			
	출사일수 (일)	간장 (cm)	착수 고율 (%)	길이 (cm)	폭 (cm)	열수 (열)	포엽중 (kg/10a)	지수 (%)	속대중 (kg/10a)	지수 (%)
색소5호	78	251	60	18.8	4.1	13	116	100	142	100
조합006	79	244	59	18.2	4.0	12	116	100	143	100
조합035	79	214	50	14.8	3.5	12	105	90	62	44
<b>조합049</b>	<b>78</b>	<b>190</b>	<b>54</b>	<b>15.4</b>	<b>3.1</b>	<b>12</b>	<b>171</b>	<b>148</b>	<b>82</b>	<b>58</b>
조합050	79	207	54	16.0	3.6	12	120	104	91	64
조합056	79	217	52	17.1	3.5	14	112	97	60	42
조합072	79	198	49	16.0	3.6	13	115	100	90	63
조합080	79	220	52	14.6	3.6	12	113	98	98	69
조합107	79	219	50	14.0	3.7	12	118	102	73	51
<b>조합265</b>	<b>79</b>	<b>238</b>	<b>54</b>	<b>17.0</b>	<b>4.2</b>	<b>14</b>	<b>162</b>	<b>140</b>	<b>130</b>	<b>91</b>
조합269	79	213	49	15.5	4.0	15	108	93	87	61
조합271	79	229	55	18.0	4.1	14	146	126	121	85
조합275	79	217	53	14.6	3.9	15	119	103	82	58
조합277	79	232	53	17.6	4.1	14	126	109	110	77
조합289	79	214	54	15.7	3.9	14	138	119	81	57
조합290	78	217	51	15.6	4.0	15	106	92	87	61



【색소5호(대조)】



【25조합049】



【25조합265】

그림 19. 포엽용 조합능력검정 선발 교잡종 이삭

표 15. 조합능력검정 알곡용 선발 교잡종 주요특성

교잡종명	생육특성			이삭특성			수량성			
	출사일수 (일)	간장 (cm)	착수 고율 (%)	길이 (cm)	폭 (cm)	열수 (열)	종실중 (kg/10a)	지수 (%)	속대중 (kg/10a)	지수 (%)
색소4호	79	226	54	19.4	4.0	12	872	100	121	100
조합037	75	213	55	18.6	4.0	14	792	91	127	105
조합052	79	214	55	19.9	4.0	12	798	91	134	111
조합109	78	230	53	19.5	4.1	13	832	95	117	97
조합212	73	217	47	17.3	4.0	13	791	91	142	117
조합260	78	240	51	19.3	4.1	14	966	111	124	102
조합270	77	242	55	19.2	4.2	14	896	103	76	63
<b>조합276</b>	<b>75</b>	<b>231</b>	<b>50</b>	<b>16.5</b>	<b>4.5</b>	<b>16</b>	<b>850</b>	<b>98</b>	<b>147</b>	<b>121</b>
조합280	78	230	58	19.4	4.5	14	1,053	121	142	117
조합310	78	239	63	19.2	4.3	12	88.	101	149	124
조합334	75	226	47	20.7	3.7	13	819	94	119	99
조합340	74	227	47	18.8	4.1	14	856	98	116	96
<b>조합369</b>	<b>73</b>	<b>217</b>	<b>49</b>	<b>19.2</b>	<b>4.0</b>	<b>13</b>	<b>915</b>	<b>105</b>	<b>146</b>	<b>121</b>
조합387	79	250	55	25.5	4.1	14	789	90	150	124
조합406	79	241	59	20.1	4.2	14	952	109	119	99
조합445	79	239	52	19.0	4.5	13	942	108	114	95



【색소4호(대조)】

【25조합276】

【25조합369】

그림 20. 알곡용 조합능력검정 선발 교잡종 이삭

생산력검정 시험은 18개의 교잡종을 홍천과 영월 2시군에 공시하여 평가하였다. 종합지수 평가는 (평균-전체 평균)/전체 표준편차×가중치(%) 계산식을 활용하였고, 선발에 필수적인 형질인 수량성/안토시아닌 함량, 출사일수, 착수고율/이삭장/이삭열수에 각각 0.25, 0.2, 0.1의 가중치를 부여하여 점수를 환산하여 평가하였다. 또한, 교잡종별 이삭의 특성을 평가하여 최종 6개(포엽용 3, 알곡용 3) 교잡종을 선발하였다. 선발된 교잡종은 포엽용 ‘색교102호’, ‘색교114호’, ‘색교119호’, 알곡용 ‘색교108호’, ‘색교111호’, ‘색교112호’이다.

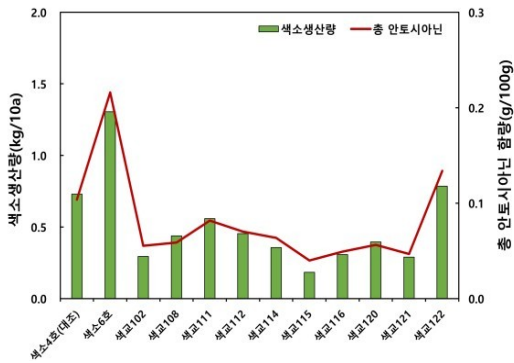
표 16. 생산력검정 공시 교잡종 주요특성

용도	교잡종명	생육특성			이삭특성					수량성			
		출사 일수 (일)	간장 (cm)	착수 고율 (%)	길이 (cm)	폭 (cm)	열수 (열)	백립중 (g)	종실중 (kg/10a)	지수 (%)	포엽중 (kg/10a)	지수 (%)	속대중 (kg/10a)
포엽	색소5호	80	265	59	18.3	4.1	13	28	-	-	88	100	122
	색교81	78	241	56	17.7	4.2	14	26	-	-	74	84	99
	색교113	80	248	59	17.6	3.9	12	26	-	-	74	84	98
	색교117	81	239	59	16.6	3.9	13	23	-	-	68	77	86
	색교118	79	246	52	17.3	3.5	12	21	-	-	82	93	105
	색교119	76	225	54	15.8	3.9	14	21	-	-	77	87	88
알곡	색소4호	78	234	52	18.6	4.1	12	31	703	100	55	62	104
	색소6호	78	250	55	17.8	4.1	13	27	604	86	-	-	107
	색교102	77	233	48	16.2	4.1	15	23	531	76	72	81	91
	색교108	78	246	52	17.0	4.6	15	29	745	106	71	81	115
	색교111	77	235	53	18.2	4.0	13	29	682	97	62	70	105
	색교112	78	258	62	19.0	4.1	12	25	647	92	-	-	105
	색교114	77	257	56	16.3	4.0	14	23	561	80	96	109	115
	색교115	77	235	50	15.8	4.0	13	21	460	65	65	74	120
	색교116	78	252	51	17.4	4.1	15	23	627	89	67	76	111
	색교120	78	233	49	16.7	4.6	15	29	701	100	77	87	106
	색교121	76	227	56	16.4	4.2	15	24	621	88	65	74	98
	색교122	78	222	51	17.7	4.3	13	26	587	83	-	-	110
	전체평균	78	241	54	17.2	4.1	13	25	622	-	73	-	105
표준편차	1	12	4	0.9	0.3	1	3	81	-	10	-	10	

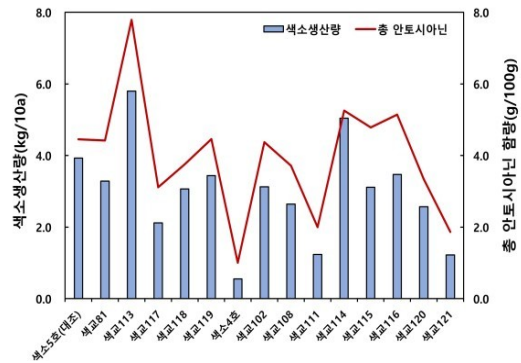
표 17. 생산력검정 공시 교잡종 안토시아닌 함량 및 색소생산량

용도	교잡종명	총 안토시아닌(g/100g)		C3G(g/100g)		색소생산량(kg/10a)	
		종실	포엽	종실	포엽	종실	포엽
포엽	색소5호	-	4.45±1.82	-	0.57±0.12	-	3.9
	색교81	-	4.42±3.01	-	0.62±0.32	-	3.3
	색교113	-	7.79±0.00	-	1.16±0.00	-	5.8
	색교117	-	3.11±0.00	-	0.48±0.00	-	2.1
	색교118	-	3.75±0.16	-	0.57±0.19	-	3.1
	색교119	-	4.46±1.62	-	0.64±0.42	-	3.4

용도	교잡종명	총 안토시아닌(g/100g)		C3G(g/100g)		색소생산량(kg/10a)	
		종실	포엽	종실	포엽	종실	포엽
관급	색소4호	0.10±0.00	1.00±0.33	0.02±0.01	0.17±0.04	0.7	0.6
	색소6호	0.22±0.02	-	0.05±0.02	-	1.3	-
	색교102	0.06±0.02	4.37±0.38	0.01±0.00	0.01±0.00	0.3	3.1
	색교108	0.06±0.00	3.72±1.29	0.01±0.01	0.01±0.01	0.4	2.6
	색교111	0.08±0.02	2.00±0.37	0.02±0.00	0.02±0.00	0.6	1.2
	색교112	0.07±0.00	-	0.02±0.01	-	0.5	-
	색교114	0.06±0.02	5.25±0.05	0.02±0.00	0.02±0.00	0.4	5.0
	색교115	0.04±0.01	4.78±0.27	0.01±0.00	0.01±0.00	0.2	3.1
	색교116	0.05±0.01	5.14±0.35	0.01±0.00	0.01±0.00	0.3	3.5
	색교120	0.06±0.01	3.34±0.38	0.02±0.01	0.44±0.26	0.4	2.6
	색교121	0.05±0.01	1.87±0.15	0.01±0.01	0.24±0.08	0.3	1.2
	색교122	0.13±0.02	-	0.03±0.01	-	0.8	-



【알곡용】



【포엽용】

그림 21. 생산력검정 공시 교잡종 안토시아닌 함량 및 색소생산량



【색소5호(대조)】



【색교102호】



【색교114호】



【색교119호】



【색소4호(대조)】

【색교108호】

【색교111호】

【색교112호】

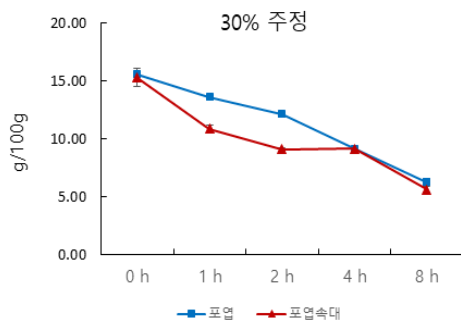
그림 22. 생산력검정 선발 교잡종 이삭

### <제2세부과제: 옥수수 산업화를 위한 소재 개발>

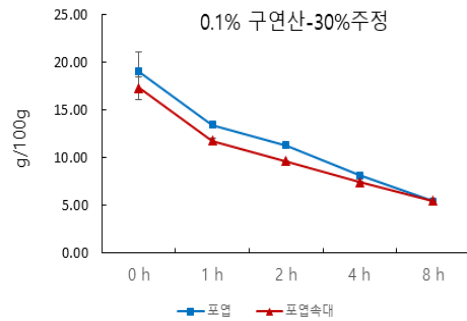
#### (시험1) 자색옥수수 추출물의 색소 열 안정성 평가('24)

○ 자색옥수수 부위별 추출물의 구연산 첨가 여부에 따른 변화량 평가

포엽, 포엽+속대 각 분무건조 추출물을 증류수에 재용해한 후 100℃ 수욕상에서 반응시간 5처리(0, 1, 2, 4, 8시간)에 따른 총안토시아닌 잔존율 측정하였다. 구연산 첨가 추출물의 초기 총안토시아닌 잔존율은 포엽 약 28%, 포엽+속대는 약 31%였으나, 구연산 무첨가 추출물의 잔존율은 포엽 40%, 포엽+속대 37%로 총안토시아닌의 변화량이 작았다.



【구연산 무첨가】



【구연산 첨가】

그림 23. 자색옥수수 추출물 구연산 첨가 여부에 따른 총안토시아닌 변화

표 18. 구연산 첨가에 따른 추출물별 총안토시아닌 함량 및 잔존율

항목	총안토시아닌 함량(%)					
	30% 주정(무첨가)			30% 주정(0.1% 구연산 첨가)		
	0h	8h	잔존율	0h	8h	잔존율
포엽	15.56±0.24	6.24±0.28	40.09±1.18	19.02±2.10	5.36±0.10	28.37±2.62
포엽+속대	15.30±0.76	5.61±0.28	36.67±0.01	17.28±1.22	5.44±0.17	31.54±1.25

가열시간에 따라 추출물 간 색도는 L\*(Lightness)나 b\*값보다 a\*값의 차이가 현저하였으며 구연산 무첨가 추출물의 a\*값은 0시간 대비 8시간 반응 후 2.6~3.1배, 구연산 첨가 추출물은 1.5~3.8배 차이를 보였다.

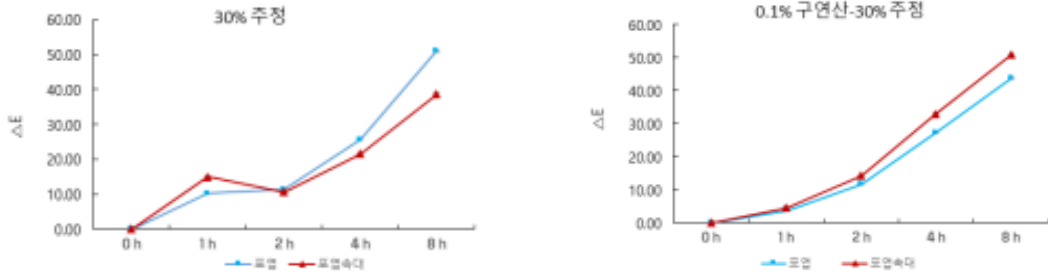


그림 24. 추출물별 색도 변화

### ○ 자색옥수수 및 블루베리, 흑미, 신자미 추출물 안정성 비교

각 추출물을 0.1% 구연산이 포함된 30% 주정에 채용해한 후 100℃ 수욕상에서 0, 2, 4, 8시간에 따라 반응시켜 안토시아닌 최대흡수파장(530nm) 변화를 측정하였다. 초기 포엽, 포엽+속대 추출물의 흡광도가 높게 측정되어 자색옥수수 추출물은 반응시간대별 시료를 10~20배 희석하여 측정한 결과, 각 추출물의 변화율은 0시간 대비 블루베리 약 93%로 변화가 가장 컸으며 포엽 71%, 포엽+속대 67%, 흑미 58%, 신자미 37% 순으로 변화량이 작았다.

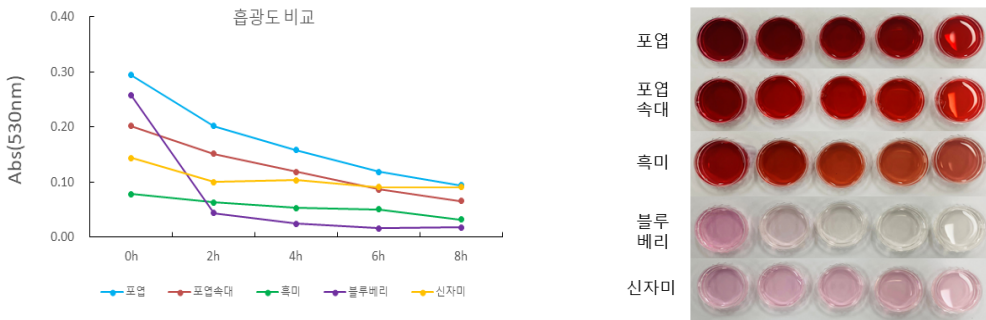


그림 25. 추출물별 흡광도 변화량 측정

### ○ 흡광도 측정한 동일 시료의 색도와 갈색지수 측정

색도변화(ΔE)와 갈색지수는 블루베리와 흑미 추출물이 자색옥수수보다 큰 변화값을 보였다. 색도변화는 블루베리 > 흑미 > 포엽+속대 > 포엽 > 신자미 순으로 크게 나타났고, 갈색지수는 블루베리 > 흑미 > 신자미 > 포엽 > 포엽+속대 순으로 크게 나타났다. 갈색지수는 식품의 갈변 정도를 나타내는 척도로 각 추출물을 420nm와 520nm에서 흡광도를 측정 후 420nm의 값을 520nm의 값으로 나누어 산출하였다. 블루베리와 흑미 추출물은 자색옥수수 추출물 대비 열에 의한 갈변 정도가 크게 나타났으며, 포엽과 포엽+속대 추출물은 다른 과일이나 곡물 추출물 대비 당 성분, 녹말 등의 함량이 낮아 가열 시 갈변지수의 변화가 크지 않은 것으로 판단된다.

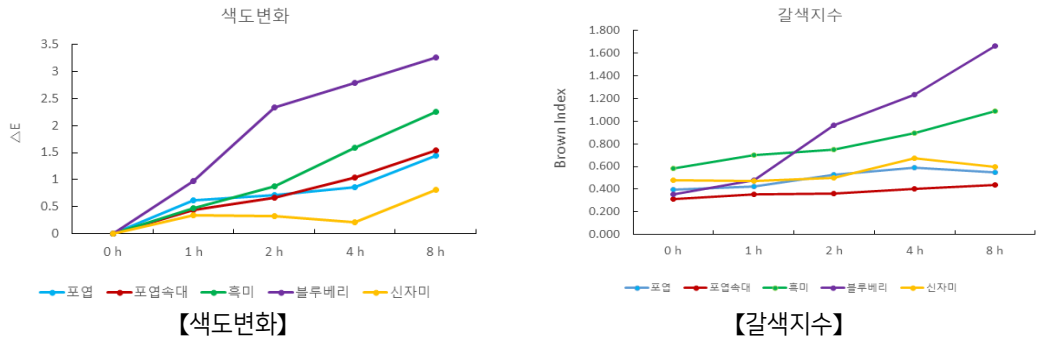


그림 26. 추출물별 색도변화 및 갈색지수 변화

(시험2) 자색옥수수 활용 맞춤형 기능성 식품 소재화('24~'25)

○ 포엽 추출물 기타주류(0.1%) 특성평가('24)

흑미, 블루베리, 신자미 추출물을 동일한 방법으로 적용하여 색소발현 정도와 항산화 활성을 비교한 결과, 40% 주정에 각 추출물을 0.1%씩 첨가하였을 때 포엽의 총 안토시아닌 및 항산화 활성이 다른 추출물 대비 모두 우수하였다. 흑미의 경우 포엽 추출물 수준의 총안토시아닌 함량을 나타내었으나 색상의 기호도 저하되었다.

표 19. 주정 40도 추출물별 총안토시아닌 및 항산화 활성

항목	주정 40도, 추출물 첨가 비율 0.1%			
	포엽	흑미	블루베리	신자미
총안토시아닌(mg/100g)	7.17±0.30	8.12±0.52	1.88±0.18	0.68±0.11
총폴리페놀(%)	20.07±0.16	14.97±0.16	2.19±0.08	3.97±0.47
총플라보노이드(%)	25.46±1.87	15.29±0.82	2.62±0.22	4.96±0.25
DPPH 저해활성(%)	84.24±0.60	78.54±1.00	26.91±0.98	40.25±1.25
ABTS 저해활성(%)	95.78±0.30	94.07±0.14	39.25±0.25	48.96±0.59

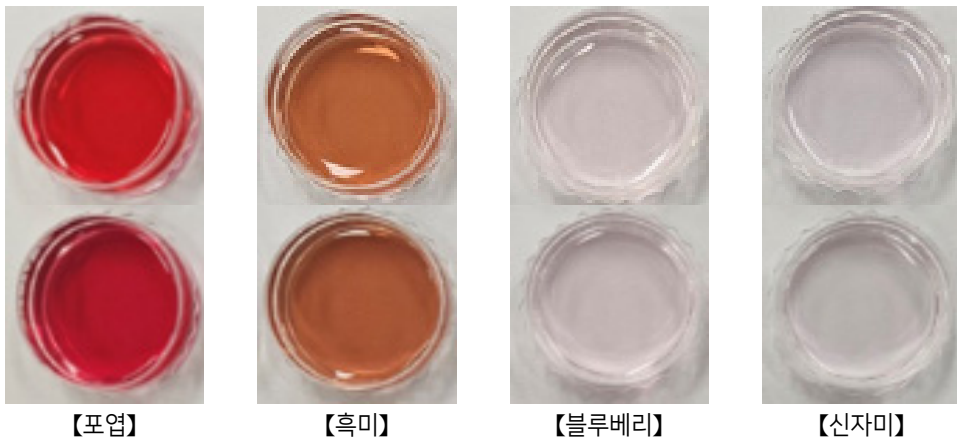


그림 27. 주정 비율별 추출물 첨가 시 색상 비교(위: 20도, 아래: 40도)

○ 포엽 추출물 떡류(0.3%) 특성평가(24)

포엽, 흑미, 블루베리, 신자미 추출물을 멥쌀과 찹쌀에 각각 0.3% 첨가한 후 쌀가루 종류에 따른 총안토시아닌 함량 및 색도 측정하였다. 떡 제조 전 추출물이 첨가된 가루상태 쌀가루(처리 전)와 떡 제조 후 건조하여 분쇄한 것(처리 후)을 0.1% 구연산이 첨가된 주정 30% 용매로 추출하여 분석하였다. 멥쌀 혼합가루는 백설기, 찹쌀 혼합가루는 경단 제조 방식으로 처리한 결과, 멥쌀과 찹쌀에 따라 색상 발현 및 안토시아닌 함량의 차이가 나타났다. 포엽 추출물이 함유된 찹쌀이 색상 발현 및 유지가 우수하였고, 처리 전 가루 상태의 안토시아닌 함량이 4.54mg/L로 가장 높게 평가되었다. 떡 제조 후 포엽 추출물 함유 찹쌀이 육안상 균일한 색상을 띄었으나 총안토시아닌 함량은 0.29mg/L로 낮게 검출되었는데, 이러한 결과는 떡 건조 분말에서 안토시아닌 추출이 되지 않아 나타나는 현상으로 판단된다.

표 20. 떡 제조에 따른 총안토시아닌 함량 (Unit: mg/L)

쌀가루 종류	추출물	처리 전	처리 후
멥쌀	포엽	3.72±0.20	2.41±0.09
	블루베리	0.18±0.05	0.12±0.02
	흑미	0.53±0.09	0.31±0.01
	신자미	0.07±0.03	0.06±0.02
찹쌀	포엽	4.54±0.13	0.29±0.06
	블루베리	0.26±0.04	0.07±0.02
	흑미	0.99±0.14	0.03±0.01
	신자미	0.12±0.02	0.02±0.01

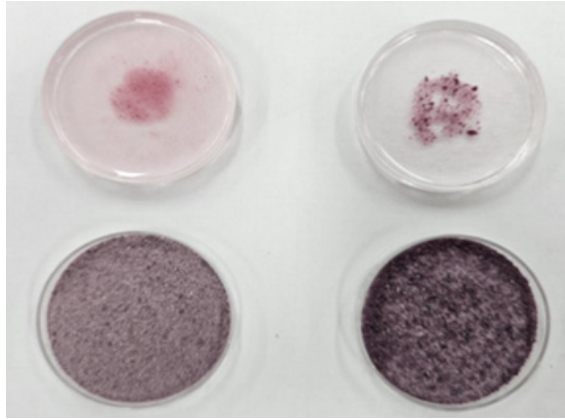
표 21. 떡 제조에 따른 색도 변화

구분	처리 전			처리 후			ΔE	
	명도(L)	적색도(a)	황색도(b)	명도(L)	적색도(a)	황색도(b)		
멥쌀	포엽	43.41±0.01	3.44±0.04	-1.20±0.01	36.47±0.01	1.57±0.01	-0.79±0.03	7.19
	블루베리	48.07±0.01	-0.09±0.01	0.36±0.01	41.50±0.00	-0.03±0.01	0.33±0.01	6.57
	흑미	47.65±0.10	1.50±0.01	-0.13±0.03	39.75±0.01	1.89±0.01	0.23±0.01	7.92
	신자미	47.80±0.35	0.35±0.01	0.15±0.00	43.49±0.01	0.35±0.01	1.16±0.01	4.42
찹쌀	포엽	45.06±0.01	-0.52±0.01	0.59±0.01	33.62±0.01	0.92±0.04	-0.79±0.02	11.61
	블루베리	47.30±0.00	-0.57±0.01	1.32±0.01	41.37±0.01	-0.08±0.02	1.49±0.01	5.96
	흑미	47.83±0.00	-0.58±0.01	1.41±0.01	38.45±0.01	1.28±0.01	0.64±0.02	9.60
	신자미	46.63±0.00	-0.49±0.01	1.07±0.02	41.40±0.01	0.65±0.02	1.35±0.03	5.36



【처리 전(위: 멍쌀, 아래: 찹쌀)    【떡 제조(위: 멍쌀, 아래: 찹쌀)    【처리 후(위: 멍쌀, 아래: 찹쌀)】

그림 28. 단계별 쌀가루 종류에 따른 색소 발현 정도(포엽, 블루베리, 흑미, 신자미 순)



【멍쌀 떡 건조분말】    【찹쌀 떡 건조분말】

그림 29. 쌀가루별 떡 분말 추출정도

○ 포엽 추출물 고형차(0.1%) 특성평가('25)

포엽 추출물 활용 안토시아닌 함유 옥수수차 특성평가를 위해 '강일옥'의 증숙처리에 따른 품질을 비교하고 포엽 추출물을 0.1% 함량으로 코팅한 다음 안토시아닌 함유 옥수수차를 제조하였다. 옥수수차 개발 기본 공정은 침지-증숙-건조-분쇄 및 체치기-로스팅-추출물 코팅 및 건조 순이고 상기 공정에서 증숙 처리 시간만 달리하여 최적 공정을 확립하였다.

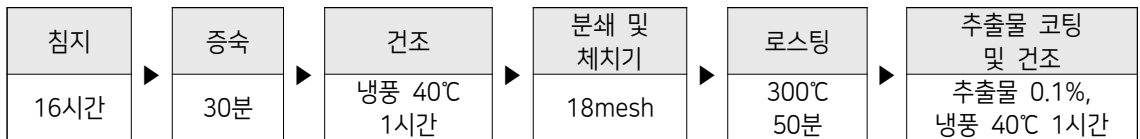


그림 30. 자색옥수수차 제조 공정

- 옥수수(강일옥) 증숙처리에 의한 품질 비교를 위해 수분함량과 향기성분을 분석하였다. 건조 옥수수 원물과 증숙처리별 알곡의 수분함량은 건조 알곡을 동일하게 침지하고 시간대별로 증숙처리한 다음 동일 시간(1h)으로 냉풍제습 건조 후 측정하였다. 침지와 증숙 처리하지 않은 건조 알곡의 수분함량은 12.5%이었고 증숙 시간에 따라 수분함량이 증가하였다. 향기성분은 증숙시간에 상관없이 Furfural, pyrazine, methyl-, pyrazine, 2-ethyl-3-methyl- 등의 성분이 증숙처리 시 증가하였는데, Furfural은 증숙과 상관없이 검출되었으나 증숙 시 약 20배 이상 증가(area값 기준)하였고, pyrazine 화합물은 증숙 시료에서만 검출되었다. Furfural, pyrazine 화합물은 옥수수 가열(볶음처리 등) 시 생성되는 물질로 옥수수 특유의 향을 나타는

성분으로 풍미를 부여하는 성분이고, 옥수수차에서 검출된 주요 향기성분 화합물은 구운 설탕, 캐러멜, 건과류 (아몬드, 땅콩) 등과 같은 향을 나타낸다.

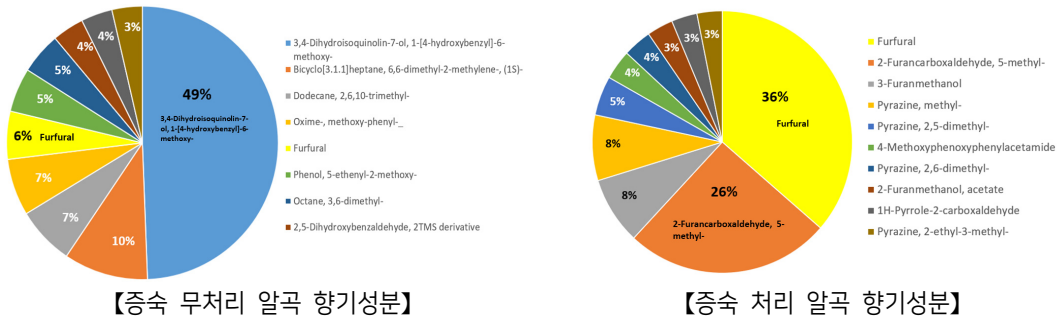


그림 31. 증숙여부에 따른 향기성분 조성

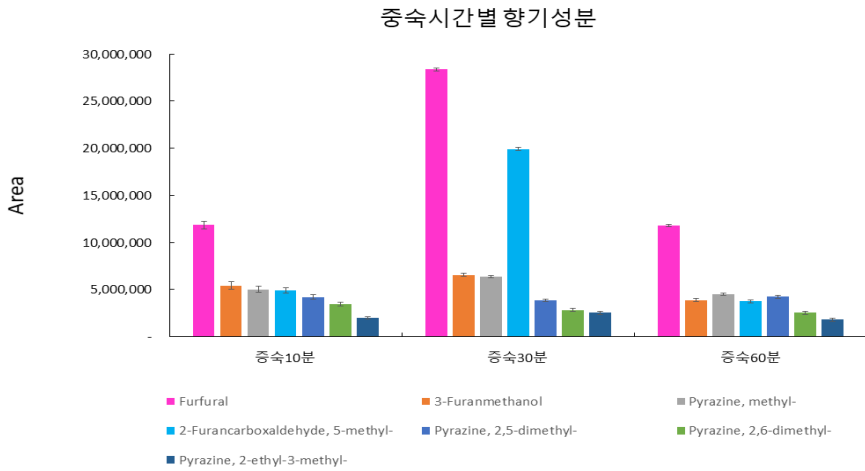
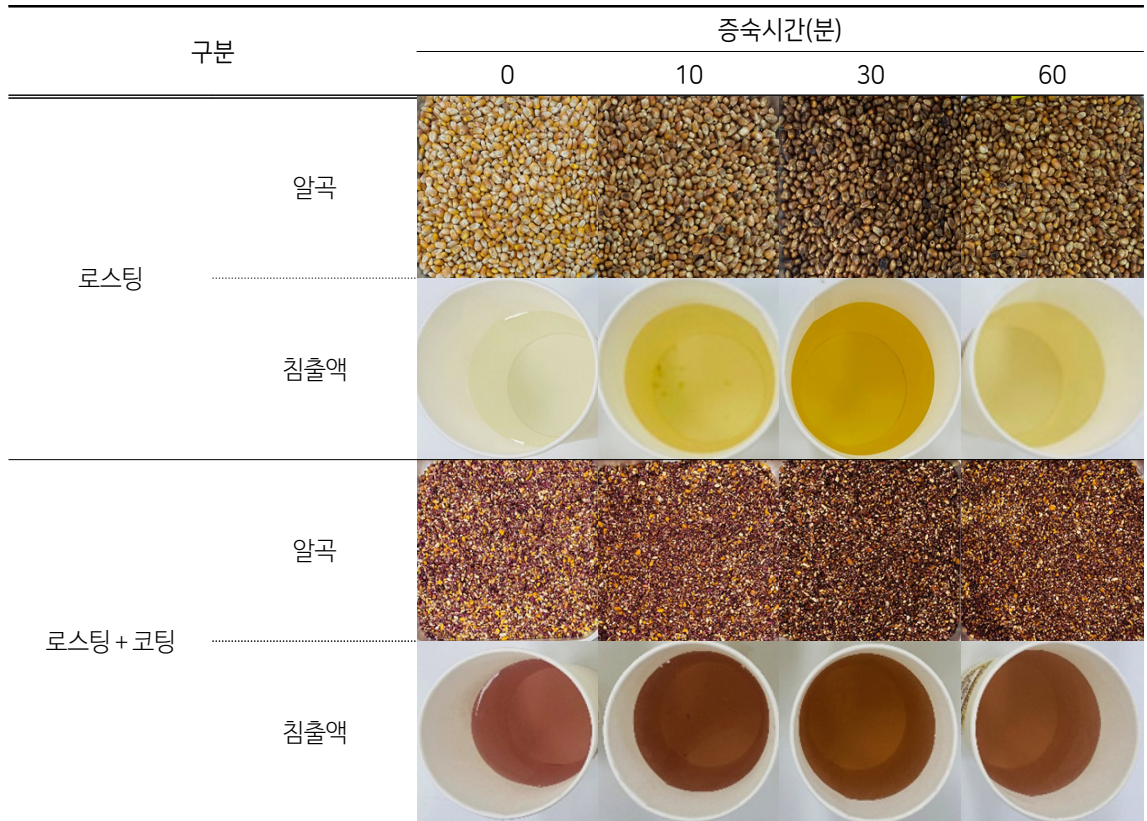


그림 32. 증숙시간별 주요 향기성분 비교

표 22. 처리별 옥수수 침출액 색도변화

포엽 추출물	증숙시간(분)	색도		
		명도(L)	적색도(a)	황색도(b)
무처리	0	38.59	-0.32	-0.71
	10	38.40	-0.39	-0.26
	30	37.90	-0.45	0.07
	60	37.98	-0.39	-0.19
처리	0	37.80	-0.33	-0.17
	10	37.57	-0.29	-0.23
	30	37.79	-0.34	0.16
	60	36.74	-0.29	-0.23

표 23. 처리별 옥수수 색상 비교



옥수수 알곡 증숙 및 추출물 코팅에 따른 항산화 성분을 비교한 결과, 증숙 처리 시 알곡의 총폴리페놀 및 총플라보이드가 증가하였고, 포엽 추출물을 코팅 처리하였을 때 항산화 성분이 강화되었다. 증숙 30분 처리 시 알곡 로스팅 및 추출물 코팅 균일도, 침출액의 색상, 맛, 기호도가 높았고 옥수수 풍미 관련 향기성분 및 항산화 성분 함량이 증가하였다.

표 24. 증숙 및 코팅처리에 따른 항산화 성분 함량 비교

포엽 추출물	증숙시간 (분)	총안토시아닌 (g/100g)	총폴리페놀 (mg/100g)	총플라보노이드 (mg/100g)
무처리	0	-	122.84±5.45	128.14±5.06
	10	-	164.36±0.45	94.23±3.08
	30	-	213.01±0.43	118.14±3.70
	60	-	137.01±0.50	100.51±3.91
처리	0	0.79±0.01	187.92±3.07	148.02±1.38
	10	0.77±0.02	183.71±0.87	125.88±2.31
	30	0.93±0.02	221.12±0.68	134.85±2.48
	60	0.90±0.02	147.68±1.48	131.31±2.49

○ 색소 알곡 및 옥수수 품종별 탁주 특성 분석(25)

옥수수 품종별 발효주 제조는 도내 양조장 자체 공정에 따라 진행하였고, 4품종의 발효주 색도를 측정된 결과, 명도(L값)는 34.67~36.07 범위로 품종 간 큰 차이를 보이지 않았다. 그러나 적색도(a값)의 경우 '아라리찰', '미백2호', '강일옥'은 모두 음의 값을 띄고 있으나, '색소4호'는 0.32로 유일하게 양의 값을 보여 붉은 색조를 띠는 특성을 확인하였다.



그림 33. 옥수수 품종별 발효주 제조과정

표 25. 품종별 발효주 색도 비교

품종	색도		
	명도(L)	적색도(a)	황색도(b)
색소4호	35.05±0.82	0.32±0.01	-0.18±0.03
아라리찰	34.67±0.05	-0.06±0.02	0.74±0.01
미백2호	36.07±0.03	-0.49±0.01	-0.48±0.03
강일옥	35.49±0.06	-0.32±0.01	-0.05±0.03

- 품종별 발효주 고형분 함량 비교를 위해 발효주를 동결건조 후 무게를 측정하였다. 고형분을 측정한 결과, '아라리찰' 7.5%, '미백2호' 6.8%, '강일옥' 6.2%, '색소4호' 5.8% 순으로 높았다. 유리당과 유기산 함량을 HPLC로 분석하여 성분 조성과 함량을 분석한 결과, '아라리찰'에서 불쾌한 신맛을 내는 초산이 검출되었으며 시트르산 함량이 현저히 높아 자극적인 신맛이 강했으나, '색소4호'는 과당이 높고 만노오스가 낮아 다른 발효주 대비 단맛이 우수하였다.

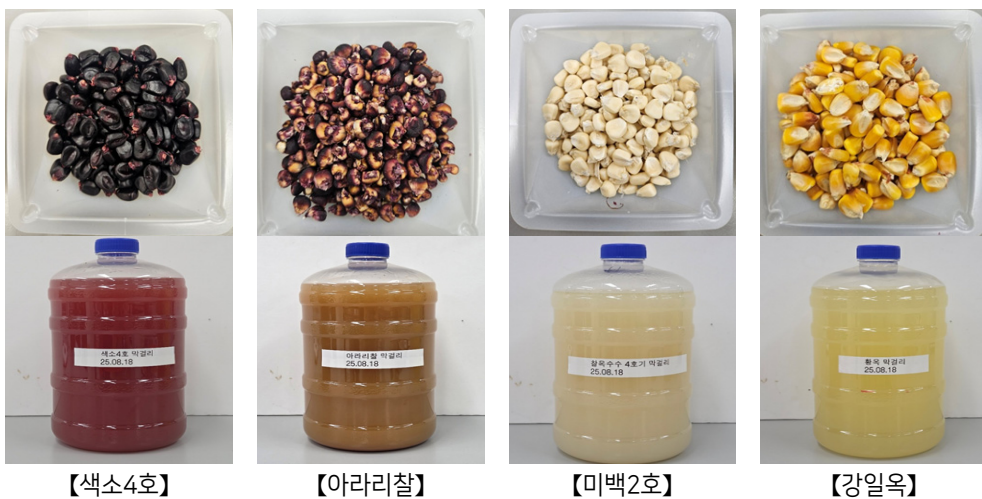


그림 34. 품종별 알곡 및 발효주 색상

표 26. 품종별 발효주 유리당 및 유기산 함량

(Unit: %, dry weight)

품종	유리당		유기산				
	Fructose	Mannose	Oxalic	Tartaric	Lactic	Acetic	Citric
색소4호	1.22±0.06	17.92±0.18	0.17±0.01	0.09±0.01	22.36±0.31	N.D	0.24±0.12
아라리찰	0.88±0.05	56.27±0.32	0.14±0.01	0.33±0.07	20.26±0.88	7.72±0.43	3.32±0.16
미백2호	0.87±0.07	31.56±2.15	0.12±0.01	0.13±0.02	20.09±0.29	N.D	0.19±0.10
강일옥	0.87±0.03	38.66±2.15	0.30±0.01	0.21±0.01	24.35±0.75	N.D	0.19±0.01

품종별 발효주 향기성분 정성 분석은 GC-MS(SPME법)로 진행하였으며, 품종별 발효주를 SPME fiber에 흡착시켜 시료 내 휘발성 향기성분을 정성 분석하여 area %로 나타내었다. 주요 성분은 isoamyl alcohol, phenylethyl alcohol, isobutanol 등 이였으며 이 성분은 막걸리 등 주류의 풍미를 결정하는 고급 알코올류에 속한다. 휘발산인 초산은 막걸리 품질 결정 지표 중의 하나이며 '색소4호'에서는 검출되지 않았다.

휘발성 향기성분

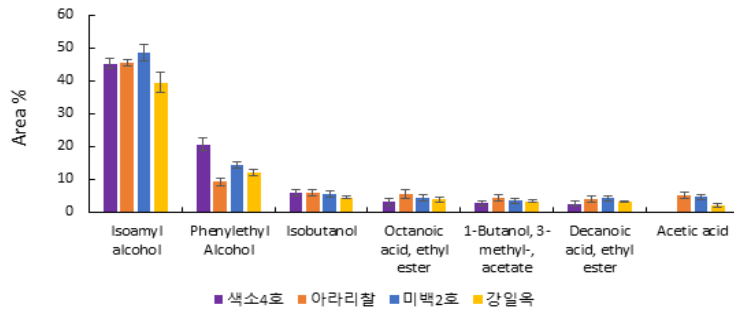


그림 35. 품종별 발효주 향기성분 분석

○ 자색옥수수 소재별 안토시아닌 및 유해물질 분석('24)

색소 알곡과 외부업체에서 개발 중인 샘플 추출물 2종의 총안토시아닌, C3G, Pg3G, Pn3G 조성 함량을 분석 한 결과, 색소 알곡에는 안토시아닌 3종 모두 함유되어 있었으나, 비교용 샘플 추출물2종에는 C3G 함량만 검출되었다.

식품과 화장품 원료로 사용되는 시료의 안전성 분석을 위해 '색소4호', '강일옥' 옥수수 알곡과 건조 포엽 및 추출물 원료별 식품공전법에 따라 곰팡이독소와 중금속 분석을 진행하였다. 곰팡이독소는 식약처 고시 기준함량 미만으로 검출되었으나, 중금속은 검출되지 않았다.

표 27. 소재별 총안토시아닌 및 지표물질 3종 분석결과

시 료	총안토시아닌	C3G	Pg3G	Pn3G	
	(%)		(mg/100g)		
색소 알곡	통알곡	0.04±0.01	7.38±1.19	2.99±0.36	1.62±0.32
	조분쇄	0.17±0.03	24.43±0.67	11.27±1.55	4.82±0.78
	미분쇄	0.29±0.01	25.78±2.40	24.00±0.93	9.86±0.77
sample 1	1.49±0.02	34.51±0.81	-	-	
sample 2	0.28±0.01	14.47±1.13	-	-	

○ 자색옥수수 지표성분 분석법 밸리데이션('25)

천연물의 기능성 원료표준화는 원료 생산 및 제조 과정에 사용된 기술과 정보들을 기록하고 관리하여 개발된 원료의 생산 배치와 상관없이 품질을 일정하게 유지하는 것을 의미한다. 옥수수는 특성에 따라 품종으로 구별되지만 학명은 품종 구별 없이 모두 *Zea mays* L.로 같은 식물종에 속하기 때문에 일반 옥수수 포엽과 구별하기 위한 지표성분 설정이 필요하며 자색옥수수와 일반 옥수수를 구별하기 위한 지표성분으로 안토시아닌 색소의 존재 여부와 그 함량을 확인할 수 있어야 한다. 이에 따라, 지표성분인 C3G의 정량을 위하여 분석법(HPLC-PDA)을 최적화하고 그 유효성을 검증하였다.

분석법의 유효성 검정 결과, C3G 표준용액과 자색옥수수 포엽 추출물의 retention time 및 spectrum이 일치하는 특이성을 확인하였다. 표준 검량선의 상관계수(R2)는 0.9999로 매우 우수한 직선성을 나타내었으며 검출한계(LOD)는 0.065 µg/ml이었고 정량한계(LOQ)는 0.197 µg/ml이었다. 지표성분 C3G의 일내분석(intra-day)에서 정확성은 91.73~101.06% 상대표준편차로 확인된 정밀성은 2.54~3.96%이었다. 일간분석(inter-day)에서 정확성은 96.89~99.25%이었으며 정밀성은 2.20~3.53%인 것으로 나타나 본 시험법의 정확성(accuracy) 및 정밀성(precision)을 확인할 수 있었다. 표준품 농도별 지표성분 C3G의 회수율(recovery)은 97.78~100.94%의 범위였으며 상대표준편차 1% 이내로 측정되었다.

표 28. C3G 검량곡선의 상관계수, 검출한계 및 정량한계

Range (µg/ml)	Slope	Intercept	Correlation coefficient (R2)	LOD	LOQ
				(µg/ml)	
1~10	128,462	2,531.5	0.9999	0.065	0.197

표 29. C3G의 측정량에 대한 회수율 및 상대 표준편차

Concentration (µg/ml) <sup>1)</sup>	Recovery (%)	RSD <sup>2)</sup> (%)
1	100.94±0.03	0.03
5	97.78±0.09	0.09
10	99.39±0.14	0.14

<sup>1)</sup> Concentration of C3G standard.

<sup>2)</sup> Relative standard deviation.

○ 맞춤형 기능성 간식 개발용 자색옥수수 효능 검정('24~'25)

개발 대상 제품(퍼핑 스낵) 배합비에 자색옥수수와 일반옥수수 알곡 분말 50%를 첨가한 시료를 조제하고 물로 추출하여 탄수화물 소화효소 저해활성을 측정한 결과, 자색옥수수가 첨가된 추출물의 α-amylase 저해활성은 IC50(mg/mL) 2.00으로 일반옥수수 대비 저해활성이 높았다.

표 30. 자색옥수수 물 추출물의 α-amylase 저해활성

구 분	자색옥수수	일반옥수수
저해활성(%) <sup>1)</sup>	87.69 ± 0.66	73.55 ± 4.14
IC50	2.00	2.68

<sup>1)</sup> 시료 측정농도: 5mg/mL

추출물 함유 사료 식이 급여 동물실험을 위하여 사료 배합비를 설정하였다. 핵심 재료 '색소4호' 분말의 총안토시아닌은 0.26%, cyanidin-3-O-glucoside(C3G) 함량은 41mg/100g 였으며, 이를 바탕으로 자색 옥수수 분말 함량과 기능성 부재료 첨가 유무에 따라 총 4개의 처리군으로 구성하였다. 자색옥수수 분말 25%와 50% 혼합처리군을 T1, T2로 설정하였고, T1, T2 처리군에 식이섬유 및 바나바 추출물이 첨가된 처리군을 T3와 T4로 설정하였다.

표 31. 사료첨가용 자색 옥수수 안토시아닌 함량

품종	총안토시아닌(%)	C3G(mg/100g)
색소4호	0.26 ± 0.00	40.58 ± 0.94



【일반사료】

【자색 알곡 25%】

【자색 알곡 50%】

그림 36. 동물실험용 조제사료

혈당 개선 효과 검증 동물실험(SD-rat)은 72마리를 대상으로 6개의(N, C, T1, T2, T3, T4)실험군을 설정하였다. Streptozotocin(STZ) 50mg/kg를 복강투여(1~3회)하여 당뇨를 유발하였고 후 공복혈당 250mg/dL 이상 유지되는 동물을 대상으로 군분리 후 5주 동안 사료 급여하였다. N을 제외한 당뇨를 유발한 처리군의 공복혈당 수치는 367.67±78.05mg/dL의 범위였다. 5주간 추출물이 함유된사료를 자유 공급하였으며 실험 진행 중 혈당이 점차 상승하였으나, 실험종료 후 고혈당 쇼크로 인한 사망 개체수 증가로 데이터 산출이 불가하다고 판단하여 추출물을 위내투여로 재실험을 계획하였다. 또한, STZ 투여로 실험동물의 혈당이 자색 옥수수 알곡 투여 효과를 검증할 수 없을 정도의 수치로 나타난 것으로 판단되어 STZ 투여 용량 또는 횟수 조절하여 재실험이 필요할 것으로 보인다.

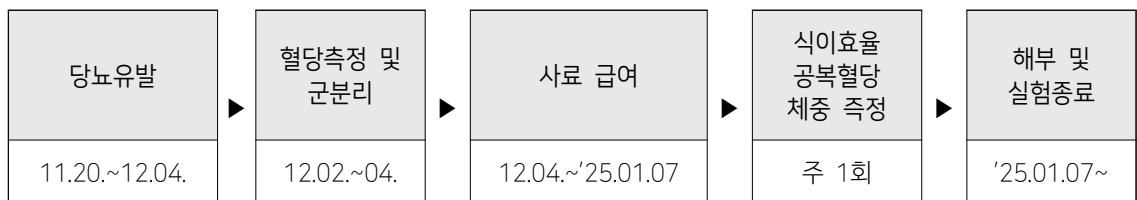


그림 37. 사료식이 동물실험 일정

표 32. 동물실험 처리군 설정('24)

실험군	투여물질 및 사료	개체수
정상군(N)	일반사료	6
대조군(C)	당뇨유발(STZ), 일반사료	6
실험군1(T1)	STZ 50mg/kg, 자색옥수수 25% 첨가 사료	6
실험군2(T2)	STZ 50mg/kg, 자색옥수수 50% 첨가 사료	6
실험군3(T3)	STZ 50mg/kg, 자색옥수수 25% + 개발 제품 배합 원료 첨가 사료	6
실험군4(T4)	STZ 50mg/kg, 자색옥수수 50% + 개발 제품 배합 원료 첨가 사료	6

표 33. 추출물 첨가 사료 식이 투여 전 실험군별 공복혈당('24)

실험군	공복혈당(mg/dL)	RSD <sup>1)</sup>
정상군(N)	129.6 ± 6.6	5.1
대조군(C)	370.2 ± 80.5	21.7
실험군1(T1)	370.8 ± 82.2	22.2
실험군2(T2)	365.3 ± 77.8	21.3
실험군3(T3)	362.0 ± 83.6	23.1
실험군4(T4)	369.3 ± 85.8	23.2

<sup>1)</sup> 상대표준편차(relative standard deviation, RSD)=표준편차/평균\*100

추출물 위내 투여 동물실험을 위해 SD-rat 72마리 대상 실험 처리군(N, C, T1, T2, T3, T4)을 설정하였고, STZ 50mg/kg를 복강에 1회 투여하여 당뇨를 유발하였다. 공복혈당 350~380mg/dL 이상 유지되는 동물을 대상으로 처리군을 분리하여 4주 동안 추출물 위내투여 후 미정맥 채혈 후 혈당측정기로 공복혈당 측정하였다. 정상군을 제외한 모든 군에서 당뇨 유발로 공복혈당이 높게 측정되었고, 4주간 추출물 투여에 따라 낮아지는 효과를 확인하였다. 또한, 체중은 정상군을 제외하고 모두 감소하였고, 체중 변화는 대조군(156.4)이 가장 컸으며 실험군 T3(135.2)의 체중 변화량이 가장 낮았다. 이는 실험군 T3의 식이효율 증가한 결과로 판단되며, 정상군을 제외한 실험군의 비장과 췌장은 당뇨유발로 무게가 감소되었으며 추출물의 투여로 비장과 췌장의 무게가 유의적으로 증가하였다.

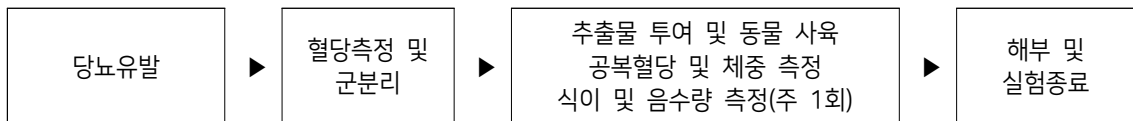


그림 38. 동물실험 순서

표 34. 동물실험군 설정('25)

실험군	투여물질	개체수
정상군(N)	생리식염수	12
대조군(C)	당뇨유발(STZ) + 생리식염수	12

실험군	투여물질	개체수
양성대조군(PC)	당노유발(STZ) + 피니톨(20mg/kg/d)	12
실험군1(T1)	당노유발(STZ) + 50mg/kg/d	12
실험군2(T2)	당노유발(STZ) + 100mg/kg/d	12
실험군3(T3)	당노유발(STZ) + 250mg/kg/d	12

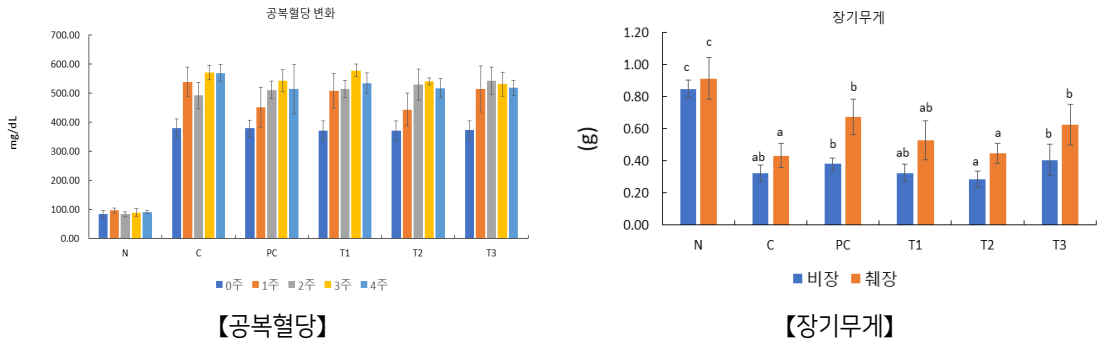


그림 39. 처리군별 공복혈당 및 장기무게

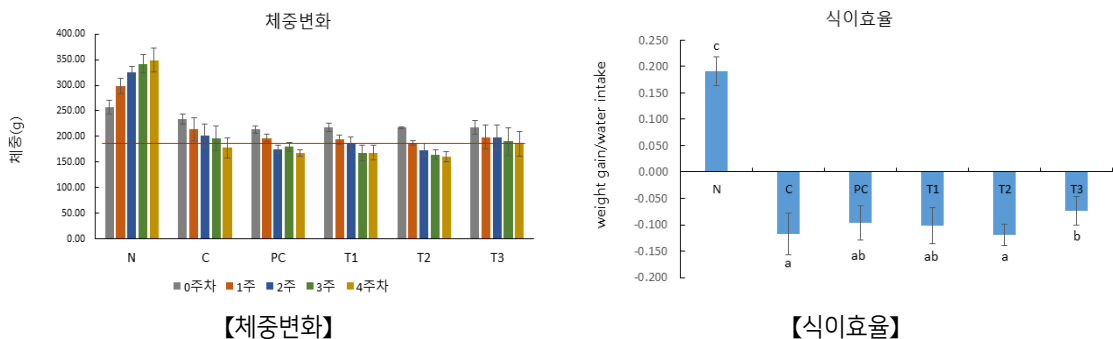
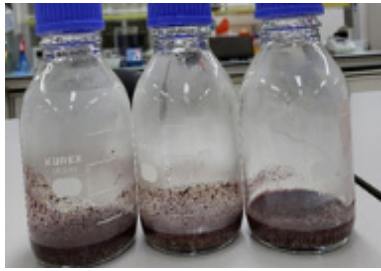


그림 40. 처리군별 체중 변화 및 식이효율

### (시험3) 옥수수 활용 천연 점증제 화장품 소재화('24~'25)

#### ○ '색소4호' 발효물 배양 방법 설정('24)

발효물 배양은 옥수수 추출액 멸균, 호화, 배양액 접종, 발효물 점도 생성 순서로 진행하였고, 접종 균주는 AFY5(*Saccharomyces cerevisiae*)를 사용하였다. 적정 추출 및 배양 조건을 설정하고자 추출법(상온, 50℃)과 배양시간(24, 48, 72, 96h)에 따라 발효물 조제 후 수분함량 및 점도를 비교하였다. 시험에 사용된 모든 시료는 배양 종료 후 원심분리한 상층액을 사용하였으며 분리된 발효물의 수분함량은 약 95% 이상, pH 5.11 이었으며, 처리별 발효물의 점도는 상온 추출 후 96시간 배양 조건에서 가장 우수하였다. 또한, 추출물의 배양액 첨가 비율을 설정하고자 추출액에 효모배양액을 각각 5, 10, 20% 비율로 처리하여 96시간 배양한 결과, 10% 첨가 발효물의 점도가 가장 우수하였다.



【옥수수 분말+효모배양액】



【추출액+효모배양액】

그림 41. 배양 방법에 따른 발효물 비교

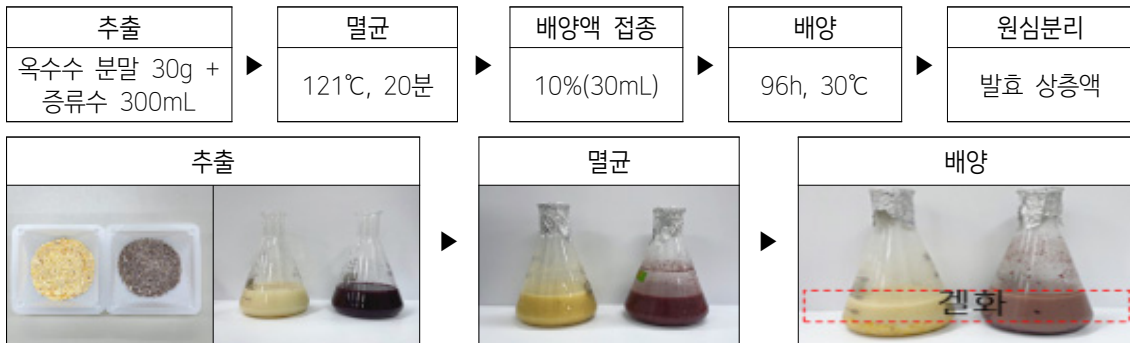


그림 42. '색소4호' 발효물 조제 조건 설정

표 35. '색소4호' 추출방법 및 배양시간별 수분 및 점도 비교

배양시간	추출방법	수분(%)	점도(Torqu,%)
24h	상온	99.52 ± 2.06	0.1
	50°C	99.78 ± 3.54	0.5
48h	상온	97.16 ± 1.23	3.4
	50°C	97.69 ± 0.25	0.7
72h	상온	95.56 ± 0.19	13
	50°C	95.33 ± 0.08	7.3
96h	상온	95.49 ± 0.30	22.4
	50°C	95.70 ± 0.20	18.2

표 36. '색소4호' 배양액 비율별 수분 및 점도 비교

배양시간	배양액 비율(%)	수분(%)	점도(Torqu,%)
96h	5	95.17 ± 0.07	6.2
	10	95.32 ± 0.15	13.9
	20	95.92 ± 0.07	3.4

○ '색소4호' 발효물 다당체 분리조건 설정('24)

품종별 다당체를 비교하고자 '색소4호'와 '강일옥'을 사용하였으며, 다당체 분리는 발효물의 상층액에 95% 에탄올을 첨가하여 24시간 냉장처리하여 침지 후 사용하였다. 품종별 추출 수율을 비교한 결과, '색소4호' 24.16g, '강일옥' 38.49g으로 '강일옥'이 우수하였다. 이에, '색소4호'의 최적 추출조건 및 배양조건을 설정하고자, 배양액 비율 3처리(5, 10, 20%)와 배양시간 2처리(72, 96시간)를 통해 다당체를 추출하여 비교한 결과, 배양액 5%으로 96시간 배양 조건에서 41.03g으로 추출 수율이 증가하였다.

표 37. 품종별 다당체 분리 비교조건


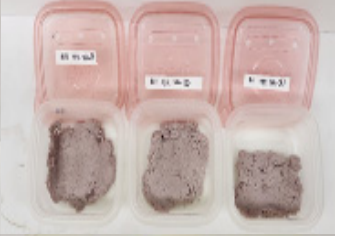


배양시간	배양액 비율	품종	95% 에탄올 첨가(침지)	다당체 분리
96h	10%	색소4호		
		강일옥		

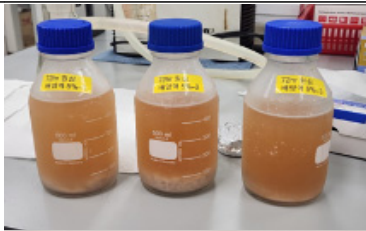



표 38. 품종별 다당체 추출 수율

품종	추출시료	발효물(mL)	다당체(g)
색소4호	건조 옥수수 100g + 증류수 1,000mL	200 × 3반복	24.16 ± 1.31
강일옥			38.49 ± 0.50

표 39. '색소4호' 배양액 첨가비율 및 배양시간에 따른 다당체 추출 수율

배양시간	배양액 비율(%)	발효물(mL)	다당체(g)
72h	5	200 × 3반복	14.96 ± 4.81
	10		18.77 ± 10.78
	20		18.50 ± 2.44
96h	5		41.03 ± 2.00
	10		30.90 ± 4.23
	20		28.66 ± 1.79

표 40. '색소4호' 배양시간별 다당체 분리 비교

배양시간	배양액 비율	95% 에탄올 첨가(침지)	다당체 분리
72h	5%		
96h			

○ 옥수수 발효물 및 다당체 특성 분석('25)

기능성 다당체 생산을 위한 최적 균주 선발을 위해 유산균(L208)과 효모(AFY5)를 비교하여 실험하였다. 발효물 수율은 회수된 발효상층액 무게 대비 동결건조 무게, 다당체 수율은 발효물로부터 분리된 다당체 무게 대비 동결건조 무게로 산출하였다. 옥수수분말 상온 추출물에 각 균주 접종한 결과, 유산균은 점도 생성이 되지 않아 발효 점증제용 균주로 적합하지 않았다. 효모는 '강일옥' 발효물의 점도는 43.5%로 '색소4호' 22.2%보다 높게 나타났으나, 다당체 수율은 '색소4호'가  $28.54 \pm 1.77\%$ 로 '강일옥'  $21.76 \pm 0.65\%$ 보다 약 1.3배 높게 나타나 '색소4호'가 고효율 다당체 생산에 더 유리한 품종임을 확인하였다.

표 41. 균주에 따른 점도, 발효물 및 다당체 동결건조 수율

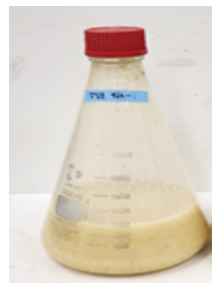
구분	색소4호			강일옥		
	점도 (Torque,%)	수율(%)		점도 (Torque,%)	수율(%)	
		발효물	다당체		발효물	다당체
유산균	1.1±0.2	-	-	2.7±1.6	-	-
효모	22.2	4.17±0.38	28.54±1.77	43.5	4.28±0.58	21.76±0.65



【색소4호(효모)】



【색소4호(유산균)】



【강일옥(효모)】



【강일옥(유산균)】

그림 43. 품종별, 균주별 발효 성상 비교

효모(AFY5) 발효물 및 다당체 성분 분석 결과, '색소4호'에서 Lysine 0.352g/100g과 Glutamic acid 0.266g/100g 함량이 높게 나타났으며, 필수 아미노산을 포함 다양한 아미노산이 고루 검출되었다.

표 42. 품종별 발효물 및 다당체 아미노산 함량

(단위: g/100g, dry weight)

항목	색소4호		강일옥	
	발효물	다당체	발효물	다당체
Glycine	0.369 ± 0.049	0.069 ± 0.004	0.320 ± 0.111	0.131 ± 0.004
Alanine	0.246 ± 0.023	0.075 ± 0.012	0.267 ± 0.066	0.184 ± 0.017
Serine	0.084 ± 0.014	0.021 ± 0.004	0.115 ± 0.045	0.075 ± 0.006
Proline	0.297 ± 0.128	0.000 ± 0.000	0.284 ± 0.128	0.104 ± 0.073
Valine	0.128 ± 0.012	0.067 ± 0.006	0.162 ± 0.042	0.134 ± 0.014
Threonine	0.111 ± 0.012	0.055 ± 0.004	0.132 ± 0.032	0.101 ± 0.010
Isoleucine	0.125 ± 0.050	0.063 ± 0.013	0.153 ± 0.053	0.156 ± 0.018
Leucine	0.134 ± 0.018	0.074 ± 0.002	0.228 ± 0.060	0.212 ± 0.016
Aspartic acid	0.151 ± 0.051	0.000 ± 0.000	0.183 ± 0.095	0.073 ± 0.043
Glutamic acid	0.266 ± 0.042	0.092 ± 0.007	0.320 ± 0.098	0.230 ± 0.034
Phenylalanine	0.080 ± 0.017	0.053 ± 0.005	0.128 ± 0.035	0.124 ± 0.009
Arginine	0.152 ± 0.014	0.049 ± 0.011	0.200 ± 0.052	0.156 ± 0.020
Tyrosine	0.124 ± 0.013	0.088 ± 0.003	0.149 ± 0.039	0.143 ± 0.007
Lysine	0.352 ± 0.024	0.278 ± 0.005	0.386 ± 0.052	0.350 ± 0.012
Histidine	0.158 ± 0.013	0.089 ± 0.001	0.157 ± 0.044	0.170 ± 0.028

구성당 함량은 각각 시료를 가수분해하여 PMP 유도체한 뒤 HPLC-PDA(254nm) 조건으로 검량하였고, 유리당은 시료를 증류수로 용해하여 필터로 거른 뒤 HPLC-ELDS를 통해 검량하였다. 품종별 발효물과 다당체의 유리당은 불검출되었고, 주요 구성당은 glucose로 효모 발효에 의해 증가하는 결과를 확인하였다. Maltotriose는 품종별 옥수수 건조 원물에서 모두 검출되었으나 발효물에서는 '색소4호'에서만 검출되었다.

표 43. '색소4호' 공정별 시료의 구성당 및 유리당

항목	색소4호(% , dry weight)				
	건조알곡	호화추출물 <sup>1)</sup>	발효물	다당체	
유리당	Fructose	0.28 ± 0.03	2.02 ± 0.10	-	-
	Glucose	0.42 ± 0.06	3.59 ± 0.45	-	-
	Sucrose	1.48 ± 0.03	3.10 ± 0.25	-	-
	Maltose	0.17 ± 0.03	-	-	-
	Raffinose	-	1.29 ± 0.04	-	-
구성당	Glucose	44.14 ± 0.89	-	67.97 ± 2.69	76.64 ± 7.30
	maltose	6.77 ± 1.96	-	7.36 ± 0.92	6.29 ± 1.02
	Maltotriose	2.72 ± 0.23	-	1.73 ± 0.97	-

<sup>1)</sup> 호화추출물: 효모 접종 전 추출물을 멸균한 시료(호화상태)

표 44. '강일옥' 공정별 시료의 구성당 및 유리당

항목	강일옥(% , dry weight)					
	건조알곡		호화추출물 <sup>1)</sup>		발효물	다당체
유리당	Fructose	0.19 ± 0.01	1.30 ± 0.10	-	-	-
	Glucose	0.16 ± 0.01	2.59 ± 0.25	-	-	-
	Sucrose	0.81 ± 0.03	7.70 ± 0.48	-	-	-
	Maltose	0.13 ± 0.01	-	-	-	-
	Raffinose	-	1.06 ± 0.03	-	-	-
구성당	Glucose	46.84 ± 1.72	-	76.64 ± 4.59	77.94 ± 8.40	
	maltose	7.80 ± 0.83	-	6.54 ± 2.15	7.03 ± 1.25	
	Maltotriose	3.21 ± 0.68	-	-	-	

<sup>1)</sup> 호화추출물: 효모 접종 전 추출물을 멸균한 시료(호화상태)

페놀-황산법을 이용해 총당 및 총다당체 함량을 정량 분석하였다. 효모 발효 과정을 거치면서 두 품종 모두 총당 및 총다당체 함량이 증가하는 경향을 보였다. 특히 '색소4호' 발효물 내 총다당체 함량은 58.91mg/100g으로 '강일옥' 23.33mg/100g 대비 2.5배 이상 높았으며, 분리된 다당체에서의 함량 또한 '색소4호'(90.73mg)가 '강일옥'(49.47mg)보다 높았다.

표 45. 품종별 발효물 및 다당체의 총당, 총다당체 함량 (단위: mg/100g, dry weight)

항목	색소4호		강일옥	
	총당	총다당체	총당	총다당체
건조 원물	44.44 ± 5.31	-	36.88 ± 5.88	-
호화추출물 <sup>1)</sup>	300.77 ± 25.03	14.51 ± 0.51	266.1 ± 32.51	11.31 ± 1.04
발효물	503.97 ± 45.21	58.91 ± 11.97	247.88 ± 17.81	23.33 ± 1.99
다당체	560.38 ± 43.30	90.73 ± 19.60	539.55 ± 65.96	49.47 ± 2.73

<sup>1)</sup> 호화추출물: 효모 접종 전 추출물을 멸균한 시료(호화상태)

천연 면역 보습 성분인 베타글루칸 함량 분석 결과, 단순 물 추출물 대비 효모 발효물과 분리 다당체에서 함량이 유의적으로 증가하였다. 이는 효모 세포벽 유래 베타글루칸과 옥수수 유래 성분이 발효 과정을 통해 용출 또는 농축된 결과로 사료되며, '색소4호' 발효물이 면역 활성 및 피부 보습 효능을 갖춘 기능성 소재로서 활용 가치가 높다는 결과를 확인하였다.

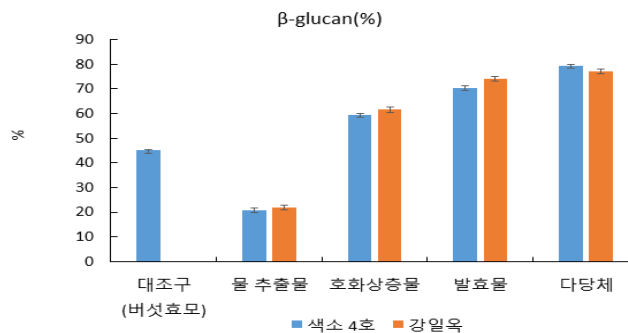


그림 44. 품종별 발효물 및 다당체 베타글루칸 함량

○ 옥수수 발효물 및 다당체 기능성 분석('25)

- 옥수수 발효물 및 다당체의 항산화 활성 분석 결과, '색소4호'와 '강일옥' 발효물과 다당체 DPPH radical 저해활성은 미비하였으나, ABTS radical 저해활성은 '색소4호' 발효물이 78.86%으로 '강일옥' 14.06% 대비 우수하였고, 다당체의 ABTS 저해활성은 두품종 모두 나타나지 않았다. '색소4호' 발효물의 총폴리페놀, 총플라보노이드 함량은 '강일옥'보다 높았으며 품종별 다당체의 총폴리페놀은 분석되지 않았다.

표 46. 옥수수 발효물 ABTS radical 저해활성

구분	시료농도	ABTS radical 저해활성(%)		
		물추출물	발효물	다당체
색소4호	10mg/mL	78.86±0.15	78.86±0.15	-
강일옥	(dry weight)	90.70±0.07	14.06±0.42	-

표 47. 옥수수 발효물 및 다당체 총플라보노이드 및 총폴리페놀 함량 비교 (단위: mg/100g, dry weight)

구분	발효물		다당체	
	총플라보노이드(mg RE/100g)		총폴리페놀(mg TAE/100g)	
색소 4호	456.10±34.83	57.05±1.81	431.62±17.04	-
강일옥	142.95±22.2	17.86±2.54	162.70±10.12	-

옥수수 발효물 및 다당체의 항염 활성(RAW264.7 cell)을 검증하기 위해 세포생존율, NO assay, TNF- $\alpha$  측정을 진행하였다. '색소4호' 발효물과 다당체 모두 300 $\mu$ g/ml 이하 농도에서 세포 생존율 90% 이상으로 확인되었으나, '강일옥' 발효물과 다당체는 같은 조건에서 세포 생존율 85% 이상으로 확인되었다. '색소4호'와 '강일옥' 발효물 및 다당체의 NO 생성량은 LPS 유발 대비 모두 억제되었으나, '색소4호'는 시료 간 유의성 없었고, '강일옥'은 발효물보다 다당체의 NO 생성 억제 효과가 우수하였다. 또한, '색소4호'와 '강일옥' 발효물 및 다당체의 전염증성 사이토카인 TNF- $\alpha$ 와 IL-6 생성량은 LPS 유발 대비 모두 억제되었으며 발효물보다 다당체의 전염증성 사이토카인 생성 억제 효과가 우수하였다.

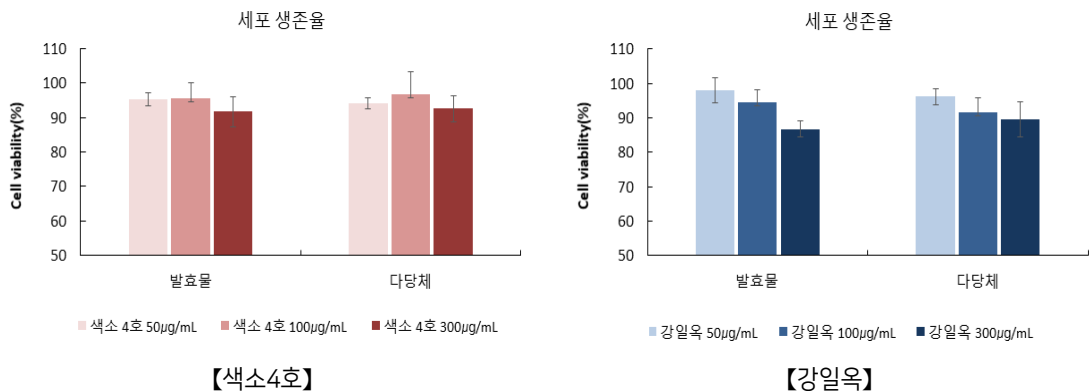
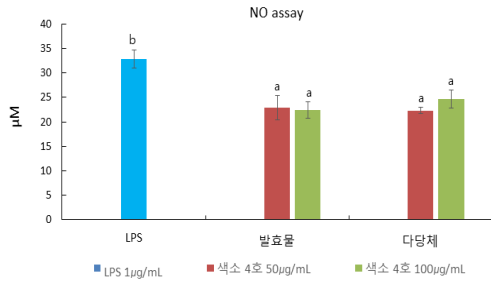
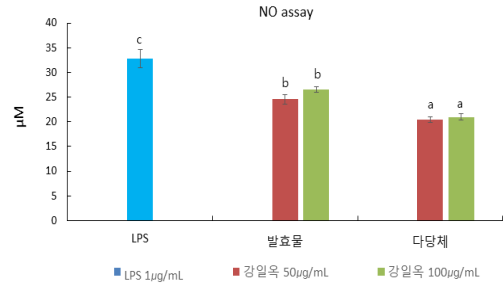


그림 45. 품종별 발효물 및 다당체 세포생존율

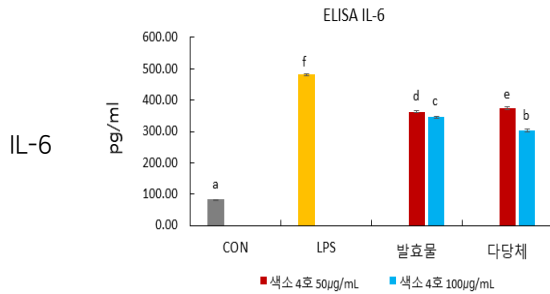
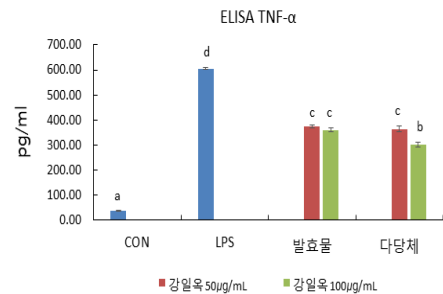
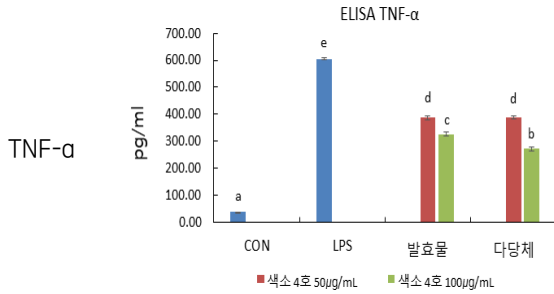


【색소4호】

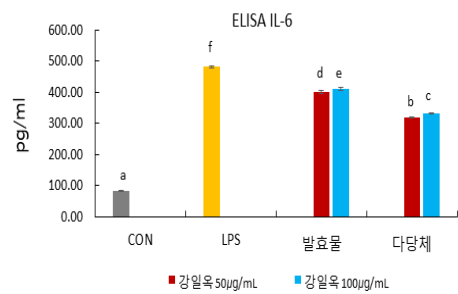


【강일옥】

그림 46. 품종별 발효물 및 다당체 NO 생성량



【색소4호】



【강일옥】

그림 47. 품종별 발효물 및 다당체 TNF-α, IL-6

옥수수 발효물 및 다당체의 피부효능 평가를 위하여 사람 각질세포주인 HaCaT cell을 대상으로 세포생존율 및 염증 관련 유전자발현(mRNA)을 스크리닝하였다. 발효물과 다당체 800 μg/ml 이하 처리농도에서 세포 생존율은 모두 90% 이상으로 확인되었다. HaCaT cell에 M5와 TNF-α로 염증을 유도한 후 품종별 발효물과 다당체의 염증 관련 유전자 발현 정도를 비교하였다. M5는 특정 사이토카인 혼합물로 IL-17A, IL-22, IL-1α 등을 포함하는 염증유발 혼합물이다. '강일옥'과 '색소4호' 발효물과 다당체 처리로 M5로 유도된 HaCaT에서 IL-1α, IL-6, CXCL1, CCL2, TNF-α 등과 같은 염증인자 발현이 억제되는 것이 확인되었다. 또한, TNF-α로 염증이 유도된 HaCaT에서도 IL-1β, BAX 등 염증관련 유전자에 영향을 주는 것이 확인되었다. 발효물과 다당체 모두 TNF-α 염증유발 세포에 비하여 M5 염증유발 세포에서 염증 관련 유전자 발현 억제 효과가 우수하였다.

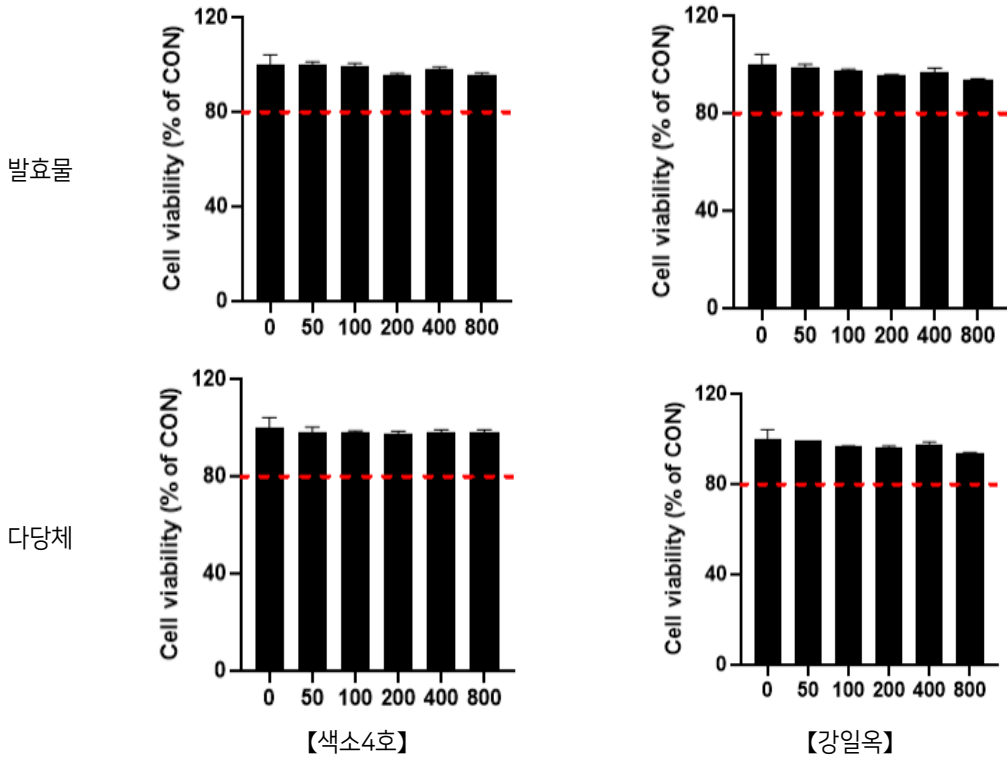
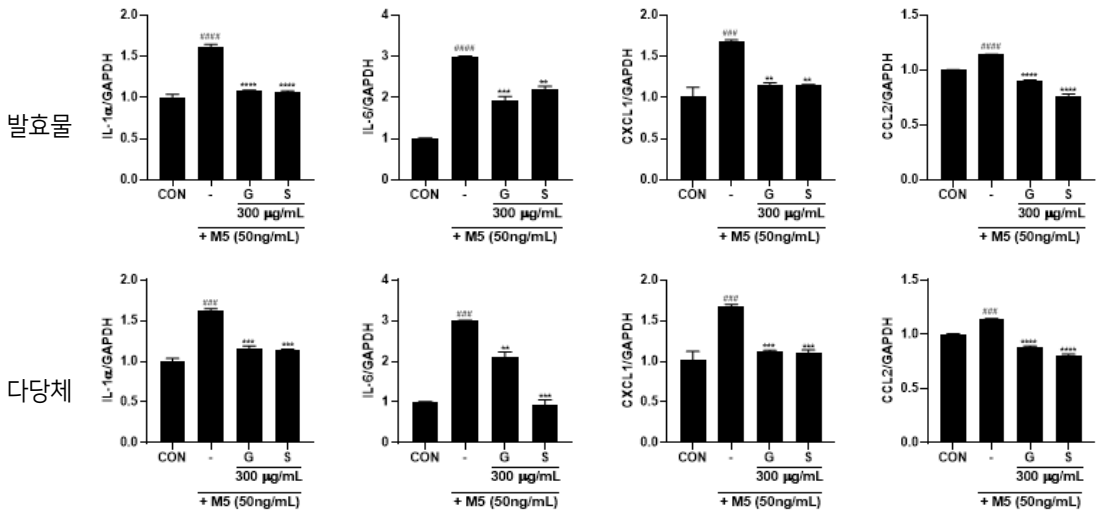
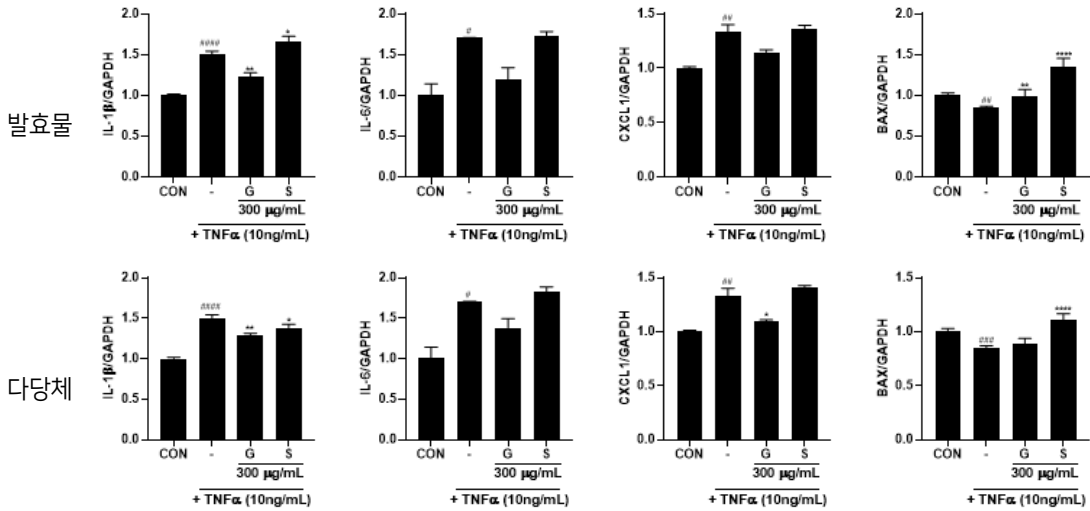


그림 48. 품종별 발효물 및 다당체 세포생존율(HaCaT cell)



##p<0.01, ###p<0.001, ####p<0.0001 vs CON, \*\*P<0.01, \*\*\*P<0.001, \*\*\*\*P<0.0001 vs M5 only

그림 49. M5 염증유도 HaCaT 품종별 발효물 및 다당체 mRNA 발현 비교(G: 강일옥, S: 색소4호)



##p<0.01, ###p<0.0001 vs CON, \*P<0.05, \*\*P<0.01, \*\*\*P<0.001, \*\*\*\*P<0.0001 vs TNFα only

그림 50. TNF-α 염증유도 HaCaT 품종별 발효물 및 다당체 mRNA 발현 비교(G: 강일옥, S: 색소4호)

○ ‘색소4호’ 다당체의 피부 보습 효능 평가(‘25)

자색옥수수 발효액으로부터 분리된 다당체의 피부 보습 활성을 측정하였다. 30~40대 여성 패널 10명 대상, 시료 도포 전, 도포 후 시간대별 수분 함유 및 증발량을 조사한 결과, 1% 베타글루칸과 1% 히아루론산 시험군에 비하여 자색옥수수 1% 다당체 함유 시험군이 시간 경과에 따른 피부 수분 함유량과 보유량이 우수하였다.

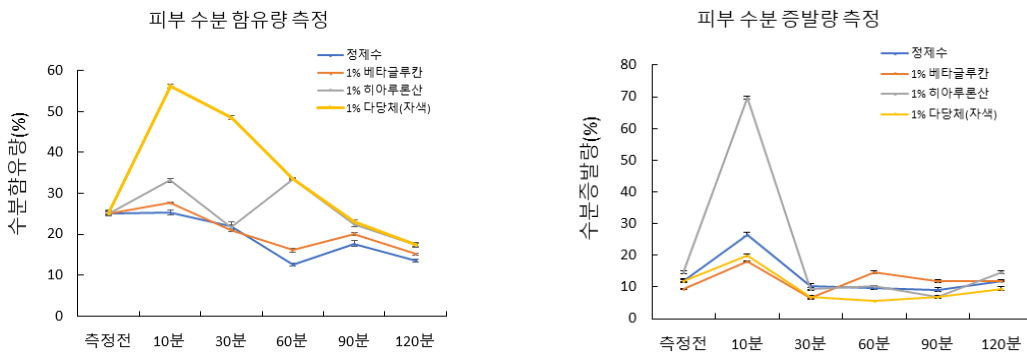


그림 51. 자색옥수수 1% 다당체 함유 시험군 피부 수분 및 증발량

○ 옥수수 발효물 및 다당체의 미세표면구조 분석(‘25)

강일옥과 색소4호 추출물과 발효물 및 다당체 건조 시료를 대상으로 전계방사형 주사전자현미경 (FE-SEM)-II을 사용하여 미세표면구조를 분석하였다. 추출물과 발효물은 편구조를 보였으며 발효물로부터 분리된 다당체는 구형의 응집성이 있고 다공이 있는 구조로 확인되었다. 이러한 다당체의 표면구조는 항염 활성 물질과 보습 관련 물질을 응집시키는데 유리할 것이며 표면구조의 물리적인 특성도 보습효과에 영향을 줄 것이라 판단된다.

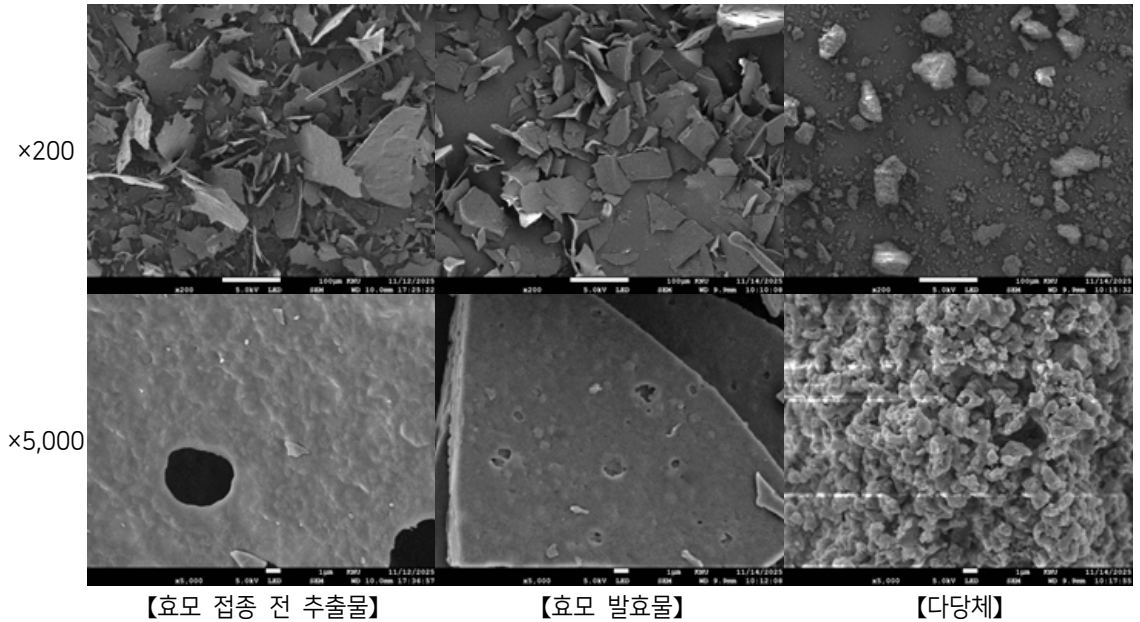


그림 52. 시료별 미세표면구조

<제3세부과제: 자색옥수수 활용 맞춤형 기능성 상품 개발 및 사업화>

(시험1) 환자용 건강 간식 퍼핑 스낵 시제품 개발('24)

○ 자색옥수수 계약재배를 통한 '색소4호' 원료확보

2024년 옥수수연구소의 소개로 흥천 소재 농민과 '색소4호' 계약재배를 통해 원료 6톤을 확보하였다.



그림 53. '색소4호' 계약재배 포장사진

○ 퍼핑시스템 도입

최초 신비푸드 업체를 통해 OEM 생산을 추진하다 연구개발 및 생산의 어려움으로 2024년 더블익스트루더 형태의 퍼핑기 및 건조기, 이송기를 설치하였다. 이를 활용하여 자색옥수수 원료의 배합비를 바꾸어 가며 최적 조건을 설정하였다.



【퍼핑기 및 건조기】



【일반 및 자색옥수수 원료 퍼핑 사진】

그림 54. 자색옥수수 퍼핑시스템 도입

○ 당뇨인을 위한 퍼핑스낵 시제품 레시피 개발

퍼핑스낵 시제품 레시피는 자색옥수수 43%, 14곡 혼합분말 41.35%, 옥수수전분 10%, 치커리식이섬유 1%, 곤약분말 4%, 정제소금 0.6%, 스테비아 0.02%, 바나바잎추출분말 0.02%, 여주추출분말 0.01%로 설정하였다. 당초 계획했던 레시피보다 식이섬유 함량이 낮아지고, 단백질을 제외시켰는데, 이는 퍼핑 방해요인으로 작용하여 제외하였다. 하지만, 당초 계획했던 기능성표기는 할 수 있어 당뇨용 과자로 판매가 가능할 것이라 판단된다.



그림 55. 자색옥수수 퍼핑 제형 개발

○ 자색옥수수 퍼핑스낵 ‘곤팍’ 시제품 개발

퍼핑스낵의 제품화는 6리터 PET 사각통에 420g을 포장하고자 하였으며, 1일 섭취량을 20g으로 잡아 제품화하였다. 생산원가는 약 7,000원이 소요되며, 소비자가격은 15,000원으로 계획중이다. 팬마는 자회사 닥터스원을 통해 쿠팡으로 진행될 예정이다. 초기 시제품 제작은 일반식품으로 9,500개를 제조 판매할 예정이며, 향후 기능성표시식품으로 변경하여 2025년 사업화 예정이다.



○ 퍼핑기계 시스템 고도화

2024년 구축된 퍼핑 시스템 라인에 자동 정량 분주가 가능한 버티컬 포장기를 새로이 도입하여 고도화하였다.



【정면】



【측면】

그림 59. 기계식 포장기 도입

○ 당뇨인을 위한 퍼핑스낵 사업화

농촌진흥청 주관 신제품 소비자평가를 통해 ‘곤팍’의 레시피를 완성하였으며, 신규 제품으로 기름제로 자색 옥수수 콜라겐 곤약팝콘, 지방없이 당당한 보라팝콘, 도곤도곤 파우치 인스타그램 판매용(비공개) 등 퍼핑스낵 제품을 다양하게 제조하여 판매하였다. 매출실적으로 곤팍 등 3제품을 포함하여 금50,278,250원의 결과를 도출하였다.

표 48. 배부른 곤약쌀 팝콘 ‘곤팍’ 레시피

성분	함량(%)
자색옥수수 분말(색소4호)	43%
14곡 혼합분말	41%
치커리 식이섬유	1%
곤약 식이섬유	4%
바나바잎추출물	0.02%(코로솔산 1mg, 기능성표시식품 기준)



【곤팍】



【곤약팝콘】



【보라팝콘】

그림 60. 자색옥수수 퍼핑스낵 완제품 판매

### (시험3) 환자용 건강 간식 자색옥수수 양갱 시제품 개발('24)

#### ○ 자색옥수수 활용 양갱 관련 기술이전 및 특허출원 계획

강원특별자치도농업기술원의 '자색옥수수 포엽 및 속대 혼합추출물을 함유한 옥수수 양갱 및 이를 포함하는 옥수수 양갱빵의 제조방법' 특허 기술이전을 완료하여 제품개발의 기반을 마련하였다. 향후, 익스트루더를 이용한 양갱 생성용 원료 조건을 잡아 자색옥수수 활용 특허를 출원할 예정이다. 익스트루더를 사용할 경우 양갱생성을 위한 공정이 간소화되고, 껍질을 포함하여 식감이 좋지 않은 원료도 식감을 부드럽게 개선할 수 있으며, 껍질에 포함된 영양성분을 양갱속에 포함시켜 영양가를 높일 수 있는 장점이 있다. 또한, 곡류, 두류, 서류, 단백질 등을 모두 사용할 수 있어 현재 팔 양갱에 국한된 시장에 다양한 제품개발에 큰 도움이 될 수 있다고 판단된다.

#### ○ 자색옥수수 퍼핑 스펙을 이용한 양갱 레시피 개발

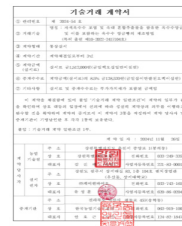
1일 권장량 50g 기준 퍼핑 자색옥수수 알곡(37%) 18.5g, 물(44.4%) 22.2g, 치커리뿌리추출물(18.5%) 9.25g, 바나바잎 추출물 0.01%(코로솔산 1mg/50g) 5mg 레시피 개발을 완료하였다. 치커리뿌리추출물 1일 권장량 9g(식이섬유 기준 7.2g/일) 이상을 충족하였고, 바나바잎 추출물 5mg(코로솔산 기준 1mg/일)에 충족하여 기능성표시식품으로 제품개발이 가능할 것으로 판단된다. 무설탕 치커리 바나바 자색옥수수 양갱 제품의 상품화는 2025년으로 계획하고 있다.



【일반제조 양갱】



【퍼핑제조 양갱】



【기술이전 계약】

그림 61. 제조방법별 양갱 사진 및 양갱제조에 관한 특허 기술이전

### (시험4) 환자용 건강 간식 자색옥수수 양갱의 완제품 개발('25)

#### ○ 당뇨인을 위한 퍼핑 레시피 개발

퍼핑 레시피는 양갱, 퍼핑과자, 시리얼, 오란다 등에 적용 가능하며, 개발 레시피 1일 권장량 30g을 기준으로 개발하였다. 또한, 익스트루더를 이용해 간편하게 생산하는 방법을 고안하여 '익스트루더를 이용한 양갱의 제조방법(10-2025-0004623)'을 특허 출원하였다.

표 49. 자색옥수수 퍼핑 레시피 개발

성분	함량(%)
자색옥수수 분말(색소4호)	36%
치커리 식이섬유	30%(식이섬유함량 80%, 7.2g/일 기능성표시 식품)
클라겐	3%(저분자피쉬콜라겐)
바나바잎추출물	0.02%(코로솔산 1mg, 기능성표시식품 기준)



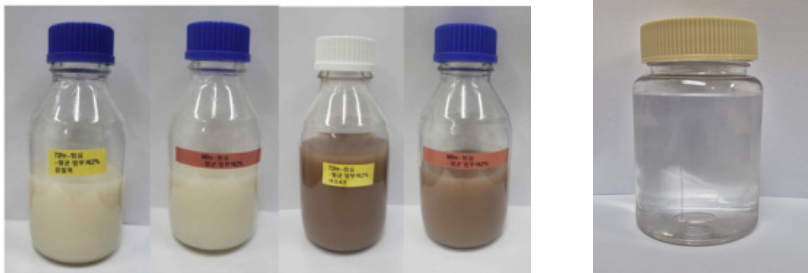
그림 62. 자색옥수수 신규 레시피 퍼핑 제형

## <제4세부과제: 옥수수 추출물 함유 기능성 화장품 개발 및 사업화>

### (시험1) 화장품 소재용 천연 점증제 개발(\*24)

#### ○ 옥수수 알곡 발효물 활용 제형 개발 및 물성 평가

‘강일옥’과 ‘색소4호’ 옥수수 알곡 발효물을 활용하여 액상 소재로 제형을 개발하여 점증력 검정 및 원료 안정성 분석을 추진하였다.



【‘강일옥’ 및 ‘색소4호’ 알곡 발효물】

【액상 추출물】

그림 63. 옥수수 알곡 발효물 및 액상 추출물

내염성 및 내전단성 확인 결과, 편차값 15% 이내로 모두 적합 판정을 받아 물리적 자극에 대한 저항성이 우수하다는 것을 확인하였다.

표 50. 내염성 및 내전단성 물성 검증결과

항 목	편 차(%)	결 과
내염성	12	적 합
내전단성	15	적 합

타 용제와의 상용성 검증을 위해 정제수, 부틸렌글라이콜, 글리세린, DPG 등 화장품 주요 용제와 5:5 비율로 혼합한 결과, 분리 현상 없이 안정적인 점도를 유지하였다. 또한, 타 점증제와의 상용성 검증을 위해 기존 범용 점증제인 카보머, 잔탄검, 셀룰로오스와 혼합 사용 시에도 층 분리 없이 우수한 호환성을 나타내었다.

표 51. 타 용제와의 상용성 검증결과

용 제	혼합 비율(w/w)	점도(cP)	결과
Water	5: 5	33	적합
Butylene glycol		55	적합
Glycerine		85	적합
Dipropyleneglycol		52	적합

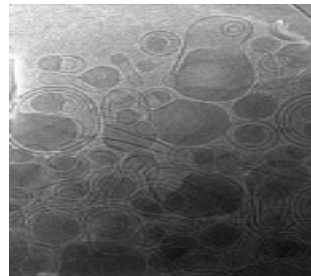
표 52. 타 점증제와 상용성 검증결과

점증제	점증제: 옥수수발효추출물(w/w) In Water(wt%)	점도(cP)	결 과
카보머	0.1: 0.5	56	적 합
잔탄검	0.1: 0.5	58	적 합
셀룰로오스	0.1: 0.5	35	적 합

옥수수 발효추출물: 적색40호: Base = 5 : 0.1 : rest(w/w/w)로 혼합 시 색도 안정성도 탁월하였으며, O/W 제형 내에서도 옥수수 발효추출물: 현미유: Base = 5 : 5 : rest(w/w/w)로 혼합 시 SEM 관찰 결과, 입자가 뭉침없이 분산되어 유화 안정성도 확보하였다.



【색도 안정성】



【O/W 제형 안정성】

그림 64. 옥수수 알곡 발효물 제형 안전성 평가

○ 옥수수 발효 추출물의 원료 안정성 평가

옥수수 발효 추출물의 제품 적용 가능성을 확인하기 위해 다양한 환경 조건에서 안정성을 평가한 결과, 에탄올 함량, pH, 온도 모든 조건에서 안정함을 확인할 수 있었다.

표 53. 에탄올 안정성 평가

(V/V)	Ethanol / H2O(V/V)					
	10/90	20/80	30/70	40/60	50/50	60/40
1%	+*	+	+	+	+	+
3%	+	+	+	+	+	+
5%	+	+	+	+	+	+

\* stable(+), slightly unstable(±)

표 54. pH 안정성 평가

V/V \ pH	pH									
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1%	+*	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3%	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5%	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

\* stable(+), slightly unstable(±)

표 55. 온도 안정성 평가

V/V \ Temp	40°C			60°C			80°C		
	30분	60분	120분	30분	60분	120분	30분	60분	120분
	1%	+*	+	+	+	+	+	+	+
3%	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5%	+	+	+	+	+	+	+	+	+

\* stable(+), slightly unstable(±)

에탄올, 사이클링, 미생물에 대한 30일 원료 가혹테스트를 진행하였다. 에탄올 가혹테스트로 옥수수 발효 추출물 1, 3, 5% 비율로 에탄올/정제수(v/v) 혼합비율별 변색, 변취, 침전이 발생하는지 여부를 육안으로 관찰한 결과, 모든 조건에서 안정성을 확인하였다. 옥수수 발효 추출물 5% 농도로 30일 동안 고온, 실온, 저온, 직사광성, 순환(-5°C에서 45°C까지 24시간에 한 사이클) 조건에서 온도 및 미생물 안정성 테스트 진행한 결과, 사이클링은 모든 조건에서 안정성이 확인되었고, 미생물 또한 세균 및 진균이 검출되지 않아 안정성과 방부력도 우수한 것을 확인하였다.

표 56. 30일 원료 가혹테스트(에탄올 안정성 테스트)

(V/V)	Ethanol / H2O(V/V)					
	10/90	20/80	30/70	40/60	50/50	60/40
1%	+*	+	+	+	+	+
3%	+	+	+	+	+	+
5%	+	+	+	+	+	+

\* stable(+), slightly unstable(±)

표 57. 30일 원료 가혹테스트(사이클링 안정성 테스트)

처리조건	1일	2일	3일	7일	30일
고온	+*	+	+	+	+
실온	+	+	+	+	+
저온	+	+	+	+	+

처리조건	1일	2일	3일	7일	30일
직사광선	+	+	+	+	+
순환(-5~45°C, 24시간)	+	+	+	+	+

\* stable(+), slightly unstable(±)

표 58. 30일 원료 가혹테스트(미생물 안정성 테스트)

처리조건	1일	2일	3일	7일	30일
고온	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
실온	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
저온	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
직사광선	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
순환(-5~45°C, 24시간)	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D

N.D: non-detected

### ○ 대량생산 공정 확립 및 사업화

옥수수 알곡 발효물을 이용한 액상 추출물을 ‘Medi Calming-C’로 명명하여 원료제조공정을 확립하고 국내외 원료등록을 추진하였다. ㈜엔스타와 소재의 시장 가능성을 검토하여 제형타입을 조율하고 적용 시점과 제품을 검토하였고, ㈜보락과 10톤 이상 대량생산 시 협업 구조를 확정하였다. 2024년도 ‘Medi Calming-C’ 판매실적은 금24,200,000원이다.

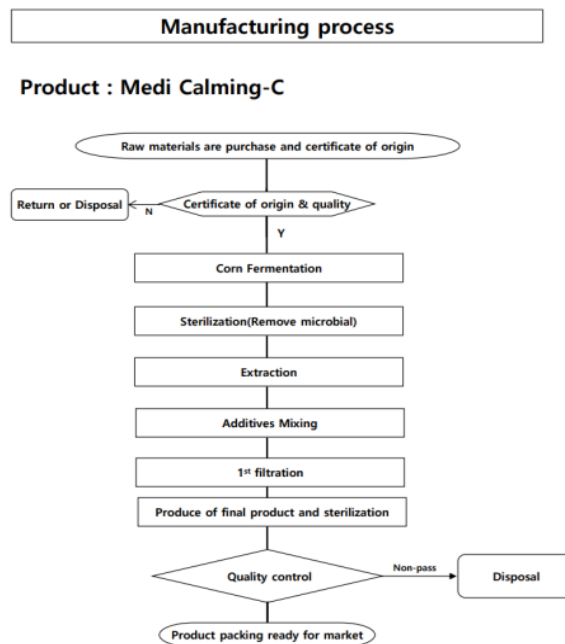


그림 65. Medi Calming-C 원료 제조공정도

- SPEC(원료규격서)
- MSDS(물질안전보건자료)
- COA(원료성적서)

The image shows three documents related to Medi Calming-C:
 

- SPECIFICATION:** A technical specification sheet detailing product information, analytical tests, and storage conditions.
- GHS Material Safety Data Sheet:** A safety document providing hazard information, handling instructions, and first aid measures.
- Certificate of Analysis:** A document certifying the product's quality, including test results for various parameters and a signature from Jon Kim.

- HALAL
- REACH
- VEGAN&Non-animal
- Proposition65

The image displays four compliance documents:
 

- Halal Statement:** A declaration of Halal status for Medi Calming-C.
- REACH Statement:** A statement of compliance with the REACH regulation, including product name and contents.
- Product Information:** A document providing detailed information about the product, including safety and usage instructions.
- Statement of Proposition65:** A statement of compliance with Proposition 65, including product name and contents.

그림 66. Medi Calming-C 국내 원료등록

- 중국 원료 등록(NMPA)

The image shows a detailed NMPA registration document for Medi Calming-C in China. It includes various sections such as:
 

- Product name and manufacturer information.
- Chemical structure and formula.
- Manufacturing process and quality control measures.
- Test results and stability data.
- Regulatory compliance information.

그림 67. Medi Calming-C 중국원료등록(NMPA)

○ 화장품 점증 소재를 활용한 제품화

점증제를 활용한 시제품 제작은 ‘고체향수’로 결정하였다. 컨셉 키워드는 Special scent, Special formula로 기억하는 “memory of Gangwon”로 설정하여 흥천의 시시각각 변화하는 시각적인 이미지, 향 내음, 느낌 등 기억을 불러일으키고자 하였다. 옥수수 활용 천연 점증제로 끈적이지 않고 부드럽게 발리는 새로운 향수를 제작하였다.

‘고체향수’ 제품화는 ㈜소일로 독자 기술인 향 개발 기술(NATURE PRINT Tech), 유화 안정 포뮬러 기술(플래스팅 크림 포뮬러)을 활용하였으며, 옥수수발효추출물 6.8%, 향 6.0%를 처방하여 휴대 및 사용이 용이한 크림타입의 제형으로 공정을 개발하였다. 시제품 제작은 2,100개를 제작하였으며, 온라인으로 판매하고자 하였다.

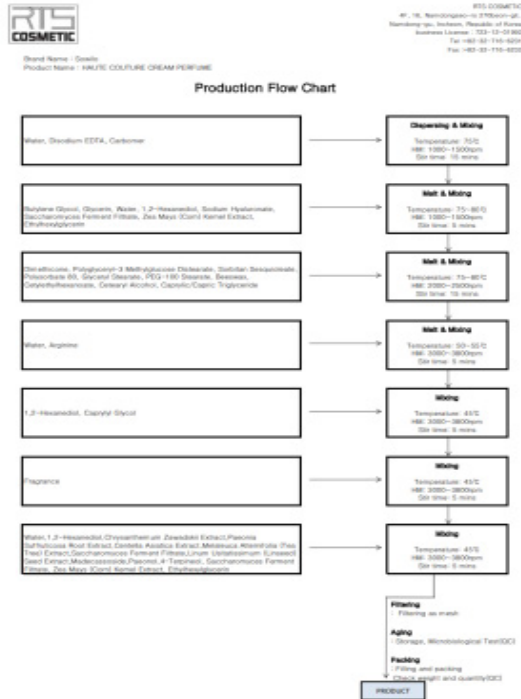


그림 68. 고체향수 ‘윈터비치로’ 시제품 제조공정도

**MATERIAL SAFETY DATA SHEET**

**1. PRODUCT AND COMPANY IDENTIFICATION**  
 Product Name: HAUTE CULTURE CREAM PERFUME  
 Lab No.: G24326-572  
 Application: Apply to skin as event.  
 Manufacturer: RTS COSMETIC  
 Address: #1, Namsongwon-ro 373beon-gil, Namsongwon, Incheon, Republic of Korea  
 Emergency phone number: +82-10-9279-2722

**2. HAZARD IDENTIFICATION**  
 Irritation: No irritant possibilities to cause a stimulus or disease to lungs.  
 Skin: No Hazard  
 Eyes: No irritant possibilities to cause a stimulus.  
 Ingestion: No irritant possibilities to cause gastrointestinal trouble.

**3. COMPOSITION AND INFORMATION ON INGREDIENTS**

No.	INGREDIENT	Contents(%)	CAS No.
1	Water	98.10000000	7732-18-5
2	Fragrance	6.00000000	
3	Hydroxyethylcellulose	0.00000000	13394-41-3
4	Glycerin	4.80000000	56-81-6
5	Carbonyl Glycol	0.00000000	8009-44-9
6	Hydroxyethyl Glycol	2.00000000	107-262-9
7	Hydroxyethylcellulose	2.00000000	13394-41-3
8	Stearic Acid	2.00000000	5009-40-4
9	Capric Glycolate	1.00000000	11956-31-3
10	Sodium Stearate	1.00000000	3007-43-7
11	Arginine	0.00000000	3009-50-6
12	PEG-180 Stearate	2.80000000	3004-69-3
13	1,2-Hexanediol	0.00000000	2005-20-5
14	Phthalocyanine-3	0.00000000	
15	Methylglucoside Diacetate	0.00000000	8314-84-2
16	Sodium Benzoate	0.00000000	1117-39-2
17	Potassium BS	0.00000000	3003-31-4
18	Stearic Acid	0.00000000	5009-40-4
19	Carbonyl Glycol	0.00000000	8009-44-9
20	Hydroxyethyl Glycol	0.00000000	107-262-9
21	Hydroxyethylcellulose	0.00000000	13394-41-3
22	Sodium Stearate	0.00000000	3007-43-7
23	Capric Glycolate	0.00000000	11956-31-3
24	Carotachromols Formyl Formate	0.00000000	8007-38-1
25	Camellia Asiatica Bark	0.00000000	8009-44-9
26	Linalyl	0.00000000	100-52-7
27	Melaleuca Alternifolia	0.00000000	8009-44-9
28	Tea Tree Extract	0.00000000	8009-44-9
29	Hydroxyethylcellulose	0.00000000	13394-41-3
30	1,2-Hexanediol	0.00000000	2005-20-5
	TOTAL	100.00000000	

**MATERIAL SAFETY DATA SHEET**

**4. FIRST AID MEASURES**  
 Inhalation: None  
 Eye Contact: No adverse effects known  
 Eye Contact: No adverse effects known  
 First Aid Measures: None  
 Ingestion: Obtain medical attention.  
 Eye Contact: Immediately irrigate thoroughly with water for at least 15 minutes.  
 Remove contact lenses if easy to do. Get medical attention if symptoms persist.

**5. FIRE FIGHTING MEASURES**  
 Extinguishing Media: Any appropriate method to put out ordinary fire.  
 Special Fire-fighting Procedures: Regular method to put out fire.  
 Hazardous Combustion Products: None  
 Unusual Fire and Explosion Hazards: None

**6. ACCIDENTAL RELEASE MEASURES**  
 Personal protection: Not required.  
 Environmental protection: No special measures required.  
 Methods for clearing: Collect the spill. Flush the rest with plenty of water.

**7. HANDLING AND STORAGE**  
 Handling: Use normal good handling procedures.  
 Storage: Keep away from heat and light and store in dry place at normal temperature.

**8. EXPOSURE CONTROLS/PERSONAL PROTECTION**  
 General measures: No special measures required.  
 Individual Protection Media: No special media required.

**9. PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES**  
 Appearance: N/A  
 Color: N/A  
 pH: N/A  
 Volatility: N/A  
 Hardness: N/A  
 Specific Gravity: N/A  
 Flash, Ignition, Boiling Point: N/A

**10. STABILITY AND REACTIVITY**  
 Stability: Stable at normal condition.  
 Conditions to avoid: None expected if stored and handled properly.  
 Materials to avoid: None expected if stored and handled properly.  
 Hazardous Decomposition Products: None

**MATERIAL SAFETY DATA SHEET**

**11. TOXICOLOGICAL INFORMATION**  
 Skin Irritation: No data available.  
 Eye Irritation: No data available.  
 Sensitization: No data available.

**12. ECOLOGICAL INFORMATION**  
 Biodegradability: Not available.  
 Fish Toxicity: Not available.

**13. DISPOSAL CONSIDERATIONS**  
 Waste destruction: Small quantities can be disposed with household garbage.  
 Large quantities must be disposed in approved sites.  
 Flammable/oxidation: Chemical must be made according to official regulation.

**14. TRANSPORTATION INFORMATION**  
 Not hazardous according to IMDGADR, DGVS/GS/GVE, ADR, RMR, ICAO-TI/MATA-DGR, IATA not regulated, ICDG not regulated.

**15. REGULATORY INFORMATION**  
 Label Name: HAUTE CULTURE CREAM PERFUME WHITE PORCELAIN AVENUE  
 Labeling in accordance with the product specification and packaging specification.

**16. OTHER INFORMATION**  
 Information source and references: None  
 Issue date: None  
 Revision number and date: None  
 Other Name: None

2024.11.06

김영희  
 QUALITY ASSURANCE DIRECTOR

그림 69. 고체향수 ‘윈터비치로’ MSDS



그림 70. 고체향수 '윈터비치로' 상품 디자인



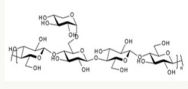
그림 71. 고체향수 '윈터비치로' 제품 상세페이지

## (시험2) Medi-Brightening arbutin 대량생산 공정 확립('25)

### ○ 옥수수 기능성 소재 대량생산 제조 공정 시스템 구축

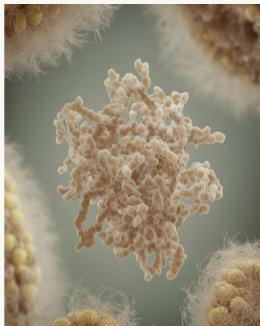
본 제조 공정은 산업적 활용이 가능한 톤 단위의 양산 체계를 구축하고, 고순도 분리 정제기술을 적용하여 핵심 유효성분을 확보하고자 하였다. 1차 공정은 대용량 발효 시스템 구축으로 (주)보락에서 위탁생산 하였으며, 10톤 규모의 대형 발효조를 활용하여 옥수수 알곡을 24~48시간 발효를 통해 Medi-Brightening arbutin 발효물 5톤을 안정적으로 확보하였다. 2차 공정은 고순도 분리·정제 과정으로 발효물 5톤을 (주)소일로에서

농축, 분리, 정제하여 불순물을 제거하고 자일로글루칸 0.5kg 획득하여 고부가 가치 소재화에 성공하였다. 자일로글루칸은 식물 세포벽의 구성 성분으로 피부 보습력이 뛰어나고, 피부 보호막을 형성하여 수분 증발을 억제하는 고기능성 천연 유래 다당체로 '옥수수 발효추출물을 함유하는 피부 보습용 화장품 조성물'에 대해 특허출원을 통해 기술 권리를 확보하였다.




**자일로글루칸 (Xyloglucan)은**  
β-D-글루코스 잔기와 자일로스, 갈락토스, 혹은 푸코스 포함하는 짧은 갈사슬의 골격을 갖는 헤미셀룰로스로 대부분의 식물의 1차 세포벽에서 가장 풍부하게 존재함

**미래의 소재, 자일로글루칸 (Xyloglucan)**  
자일로글루칸은 β-D-글루코스 잔제가 연결된 다당류로, 식물 세포벽 형성에 중요한 역할을 함. 이 물질은 세포 분열, 광합성, 물 및 영양 스트레스 대응에 기여하며, 농업 분야에서 휴면 개선 및 친환경 농업 실천에 활용될 유전자 조작 기술이나 지속 가능한 에너지 생산 관련 연구가 이루어지고 있음

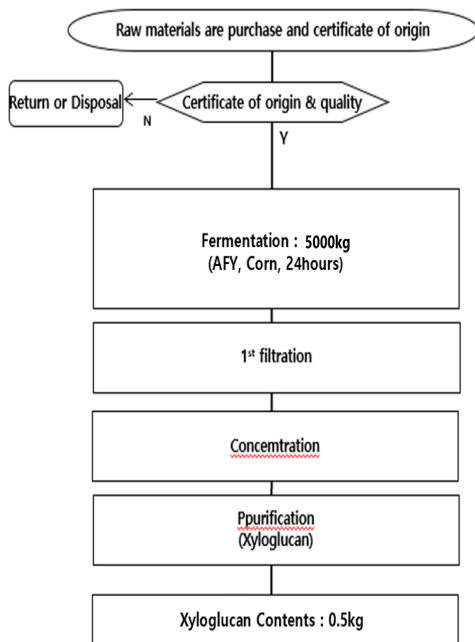


Xyloglucan



- 1 피부 장벽 보호 및 재생 효과  
자일로글루칸이 피부 손상 시 상피세포의 회복을 빠르게 하고, 피부 장벽 보호를 강화함
- 2 상처 치유 및 항염 작용  
자일로글루칸을 함유한 상처 드레싱이나 용출(시트) 적용 시 조직 재생, 상처 부위의 빠른 수복, 염증 감소 등이 실험적으로 확인됨
- 3 보습, 수분 유지 및 보호막 형성  
자일로글루칸은 피부 표면의 보호성 물질을 형성하여 증발을 줄이고 장벽 기능을 강화함으로써 외부 자극으로부터 피부물 효과적으로 보호함

그림 72. 자일로글루칸 설명자료



【자일로글루칸 제조공정도】



【자일로글루칸(Medi-Brightening arbutin)】

그림 73. 자일로글루칸 원료 산업화

○ 옥수수 발효추출물 활용 원료 소재 사업화

개발된 옥수수 발효 추출물 Medi-Calming-C, 카밍톡스 등 지속적인 원료를 판매하였고, 화장품 업체에서 다양한 제품에 적용하여 판매되고 있다. 2025년 매출은 299,244,000원으로 전년 대비 약 12배 이상 매출이 증가하였다. 향후 매출은 지속적으로 증가할 것이라 판단된다.



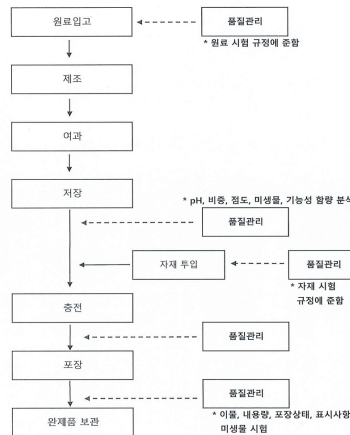
그림 74. 옥수수 발효추출물 활용 점증제 활용 제품

○ 화장품 점증 소재를 활용한 제품화

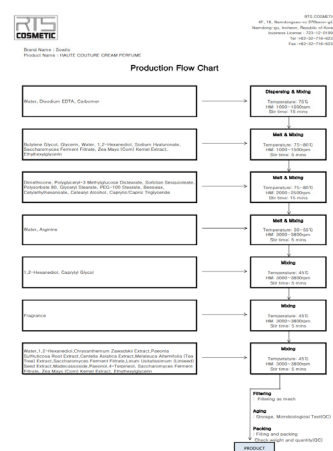
데이엘 매일의 습관 브랜드로 기능성 앰플과 선크림 2종의 시제품을 제작하여 온라인 판매로 사업화하였다. 각 제품에는 옥수수 알곡 추출물(앰플 801.6ppm, 선크림 547.4ppm), 자일로글루칸을 핵심원료로 사용하였다. 앰플은 미백, 주름개선 이중 기능성 처방을 적용하였고, EWG 그린 등급 지향 및 20가지 주의 성분을 배제하여 표준 제조 공정(SOP) 정립 및 물질안전보건자료(MSDS)를 확보하였다. 선크림은 자외선 차단(SPF/PA), 미백, 주름개선 3중 기능성. 백탁 현상을 최소화한 유기자차 제형으로 끈적임 없는 사용감 구현하였다.



【시제품(좌: 앰플, 우: 선크림)】



【퍼플콘 코어 앰플】



【퍼플콘 코어 선크림】

그림 75. 데이엘 매일의 습관 퍼플콘 코어 시제품 및 제조공정도

### MATERIAL SAFETY DATA SHEET

**1. PRODUCT AND COMPANY IDENTIFICATION**  
 Product Name : 퍼플콘 코어 선크림  
 Lot No :  
 Application : Apply to skin as evenly  
 Manufacturer : R2S COSMETIC CO., LTD.  
 Address : 53, Hwangnam-gu 3-ro Beomil-gil, Yangcheon-gu, Gyeonggi-do, REP. KOREA  
 Emergency phone number : (82-31) 964-1207 (ex. 82-70-8260-5546)

**2. HAZARD IDENTIFICATION**  
 Irritation : Included possibilities to cause a stimulus or disease to lungs.  
 Skin : No Hazard  
 Eyes : Included possibilities to cause a stimulus.  
 Ingestion : Included possibilities to cause gastroenteric trouble.

**3. COMPOSITION AND INFORMATION ON INGREDIENTS**

No.	INGREDIENT	Content(%)	CAS No.
1	Potassium Sulfate (K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) (Special Effect)	97.1000000000	98-32-9
2	Water	0.0000000000	7732-18-5
3	Hydroxyethyl Cellulose	0.0000000000	9002-62-2
4	Chitosan (Chitin Deriv.) (Lipid)	0.0000000000	12130-71-9
5	Emulsifier (Sorbitan Esters) (Emulsifier)	0.0000000000	2368-26-1
6	Avicel K100 (Carb. Xanthan) (Polysac.)	0.0000000000	12130-71-9
7	Ascorbic Acid	0.0000000000	50-08-1
8	Hydroxyethyl Cellulose	0.0000000000	9002-62-2
9	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
10	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
11	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
12	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
13	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
14	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
15	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
16	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
17	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
18	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
19	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
20	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
21	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
22	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
23	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
24	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
25	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
26	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
27	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
28	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
29	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
30	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
31	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
32	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
33	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
34	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
35	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
36	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
37	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
38	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
39	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
40	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
41	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
42	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
43	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
44	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
45	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
46	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
47	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
48	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
49	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
50	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
51	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
52	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
53	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
54	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
55	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
56	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
57	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
58	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
59	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
60	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
61	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
62	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
63	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
64	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
65	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
66	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
67	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
68	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
69	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
70	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
71	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
72	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
73	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
74	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
75	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
76	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
77	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
78	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
79	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
80	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
81	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
82	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
83	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
84	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
85	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
86	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
87	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
88	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
89	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
90	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
91	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
92	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
93	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
94	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
95	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
96	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
97	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
98	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
99	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
100	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
TOTAL		100.0000000000	

**4. FIRST AID MEASURES**  
 Effect and Symptoms : Irritation. No adverse effects known.  
 Eye Contact : No adverse effects known.  
 Ingestion : Clear medical attention.  
 Eye Contact : Immediately irrigate thoroughly with water for at least 15 minutes. Remove contact lenses if easy to do. Get medical attention if symptoms persist.  
 Special Fire-fighting Procedures : Regular method to put out fire.  
 Hazardous Combustion Products : None.  
 Unusual Fire and Explosion Hazards : None.

### MATERIAL SAFETY DATA SHEET

**6. ACCIDENTAL RELEASE MEASURES**  
 Personal protection : Not required.  
 Environmental protection : No special measures required.  
 Methods for cleaning : Collect the spill. Flush the rest with plenty of water.

**7. HANDLING AND STORAGE**  
 Handling : Use normal good handling procedures.  
 Storage : Keep away from heat and light and store in dry place at normal temperature.

### MATERIAL SAFETY DATA SHEET

**8. EXPOSURE CONTROL/PERSONAL PROTECTION**  
 Control measures : No special measures required.  
 Individual Protection Media : No special media required.

**9. PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES**  
 Appearance : N/A.  
 Environmental : No data available.  
 pH : N/A.  
 Hardness : N/A.  
 Specific Gravity : N/A.  
 Flash Point : N/A.  
 Flash Ignition : N/A.  
 Self-ignition : N/A.  
 Boiling Point : N/A.

**10. STABILITY AND REACTIVITY**  
 Stability : Stable at normal conditions.  
 Conditions to avoid : None expected if stored and handled properly.  
 Materials to avoid : None expected if stored and handled properly.  
 Hazardous Decomposition Products : None.

**11. TOXICOLOGICAL INFORMATION**  
 Skin Irritation : No data available.  
 Eye Irritation : No data available.  
 Sensitization : No data available.

**12. ECOLOGICAL INFORMATION**  
 Degradability : Not available.  
 Fish Toxicity : Not available.

**13. DISPOSAL CONSIDERATIONS**  
 Waste destruction : Small quantities can be disposed with household garbage.  
 Large quantities must be disposed in approved sites.  
 Packaging destruction : Disposal must be made according to official regulation.

**14. TRANSPORTATION INFORMATION**  
 Not regulated according to IECADR, GHS/SGGVE, ADNR, IMDG, ICAO/IATA-DGR, IATA not regulated, ICAO not regulated.

**15. REGULATORY INFORMATION**  
 Label Name : As a 1:12 Purifying Cosmetics.  
 Labeling in accordance with the product specification and packaging specification.

【퍼플콘 코어 앰플】

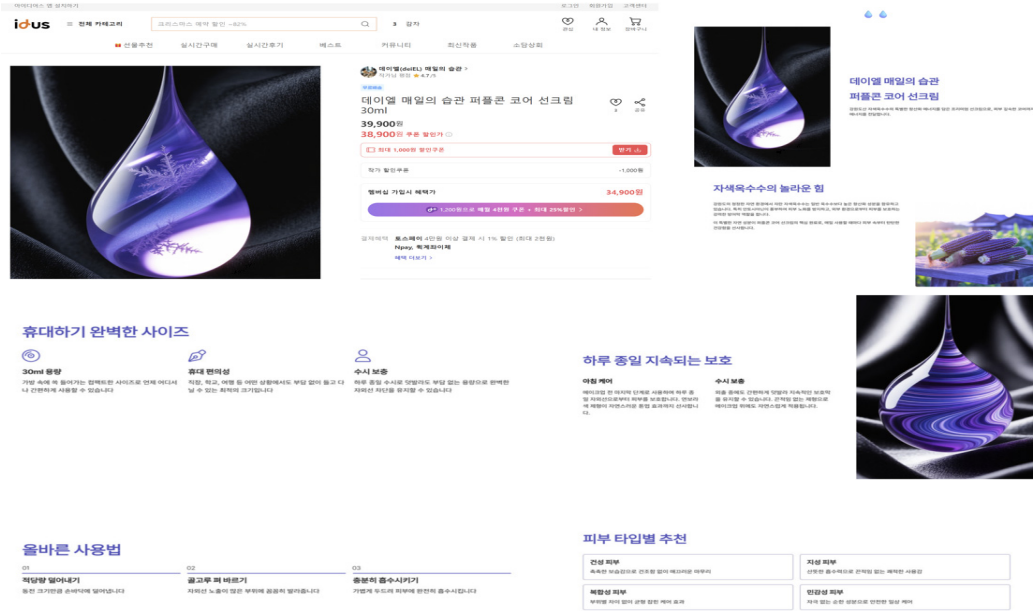
### MATERIAL SAFETY DATA SHEET

**1. PRODUCT AND COMPANY IDENTIFICATION**  
 Product Name : 퍼플콘 코어 선크림  
 Lot No :  
 Application : Apply to skin as evenly  
 Manufacturer : R2S COSMETIC  
 Address : 4F, 19, Namsongno1-ro2beon-gil, Namsongno, Incheon, Republic of Korea  
 Emergency phone number : (82-32)872-2122

**2. HAZARD IDENTIFICATION**  
 Irritation : Included possibilities to cause a stimulus or disease to lungs.  
 Skin : No Hazard  
 Eyes : Included possibilities to cause a stimulus.  
 Ingestion : Clear medical attention.

**3. COMPOSITION AND INFORMATION ON INGREDIENTS**

No.	INGREDIENT	Content(%)	CAS No.
1	Potassium Sulfate (K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) (Special Effect)	97.1000000000	98-32-9
2	Water	0.0000000000	7732-18-5
3	Hydroxyethyl Cellulose	0.0000000000	9002-62-2
4	Chitosan (Chitin Deriv.) (Lipid)	0.0000000000	12130-71-9
5	Emulsifier (Sorbitan Esters) (Emulsifier)	0.0000000000	2368-26-1
6	Avicel K100 (Carb. Xanthan) (Polysac.)	0.0000000000	12130-71-9
7	Ascorbic Acid	0.0000000000	50-08-1
8	Hydroxyethyl Cellulose	0.0000000000	9002-62-2
9	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
10	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
11	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
12	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
13	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
14	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
15	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
16	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
17	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
18	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
19	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
20	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
21	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
22	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
23	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
24	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
25	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
26	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
27	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
28	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
29	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
30	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
31	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
32	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
33	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
34	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
35	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
36	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
37	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
38	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
39	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
40	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
41	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
42	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
43	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
44	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
45	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
46	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
47	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
48	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
49	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
50	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
51	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
52	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
53	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
54	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
55	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
56	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
57	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
58	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
59	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
60	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
61	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
62	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
63	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
64	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
65	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
66	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
67	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
68	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
69	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
70	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
71	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
72	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
73	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
74	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
75	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
76	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
77	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
78	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
79	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
80	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
81	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
82	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
83	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
84	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
85	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
86	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
87	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
88	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
89	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
90	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
91	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
92	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
93	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
94	Carb. Xanthan	0.0000000000	12130-71-9
95	Carb. Xanthan	0.0000000000	121



【퍼플콘 코어 선크림】

그림 77. 퍼플콘 코어 시제품 온라인 판매 상세페이지(아이디어스)

## 4 적 요

### <제1세부과제: 자색옥수수 고품질 원료 생산 기반 구축>

#### (시험 1) 어린잎채소 재배 최적 밀도 구명

- 가. '색소5호' 포엽 이삭을  $-5^{\circ}\text{C}$ ,  $5^{\circ}\text{C}$ , 실온 3조건에서 6주간 저장한 결과, 실온에서는 1주차부터 곰팡이가 발생하고 2주차부터 제랄레논이 기준규격( $200\mu\text{g}/\text{kg}$ )을 초과하였으나  $-5^{\circ}\text{C}$ 에서는 전 기간 동안 곰팡이 및 독소 기준 초과가 관찰되지 않았다.
- 나. 지표성분 C3G 함량은  $-5^{\circ}\text{C}$ 에서 1주차까지 저장 전과 유사하게 유지되었으며, 이를 바탕으로 포엽용 자색옥수수의 안전한 원료 품질 유지를 위한 최적 저장조건으로  $-5^{\circ}\text{C}$  냉동 저장이 적합한 것으로 판단되었다.

#### (시험 2) 알곡용 자색옥수수 수확시기 설정 ('25)

- 가. '색소4호'의 출사 후 35~65일 7처리 수확 시험 결과, 종실중과 단위면적당 안토시아닌 색소 생산량은 출사 후 50일에 각각  $820\text{kg}/10\text{a}$ ,  $1.65\text{kg}/10\text{a}$ 로 가장 우수하였다.
- 나. 곰팡이독소 분석에서 푸모니신은 출사 후 55일부터 기준치( $4,000\mu\text{g}/\text{kg}$ )를 초과하는 사례가 발생하였으며, 50일 처리 반복 중 일부에서도 기준 초과치가 검출되어 수량성과 안전성을 동시에 확보할 수 있는 적정 수확시기는 출사 후 45~50일로 설정되었다.

### (시험 3) 자색옥수수 대량 생산단지 기반 구축 ('24)

- 가. 2024년에는 강릉, 춘천, 홍천 등 3개 시군에 가공업체 4개소와의 계약재배를 통해 총 4.2ha의 원료 생산단지를 조성하였다.
- 나. '색소4호'는 0.11%, '색소6호'는 0.16%의 총안토시아닌 함량을 확인하였으며, 총 8회의 현장컨설팅을 통해 고품질 원료 생산을 지원하였다.

### (시험 4) 자색옥수수 대량 생산단지 기반 구축 ('25)

- 가. 2025년에는 정선, 평창, 강릉, 양양, 홍천 등 5개 시군에 걸쳐 총 7.4ha의 원료 생산단지를 조성하였으며, 여량농협 찰옥수수가공공장과와의 협업을 통해 단지 내 탈피·건조·분쇄 공정을 갖춘 수확 후 품질관리 체계를 구축하였다. 11회의 현장컨설팅과 고단가 계약재배 추진으로 농가 소득 향상 및 안정적 원료 공급 기반을 마련하였으나, 폭염과 가뭄 등 이상기후로 단위면적당 생산량은 목표치에 미달하였다.

### (시험 5) 자색옥수수 우수 품종육성 및 종자보급 ('24)

- 가. 분리세대 673계통 및 배가반수체 96계통을 포함한 769계통을 육성하고 338 교잡종에 대한 조합능력 검정을 실시하여, 생산력검정 본시험에서 수량성과 안토시아닌 함량이 우수한 교잡종 2개(색교81호, 색교108호)와 배가반수체 계통 2개를 선발하였다.
- 나. 배가반수체 효율 평가에서는 '색교78호' 8.3%, '색교88호' 6.8%의 유기율을 확인하였으며, 보급종 '색소4호'/'색소5호' 종자 생산 및 분양을 병행하여 생산단지 원료 공급 체계를 지원하였다.

### (시험 6) 자색옥수수 우수 품종육성 및 종자보급 ('25)

- 가. 분리세대 434계통 및 배가반수체 141계통을 포함한 575계통을 공시하여 우량계통 38개를 선발하고, 464 교잡종 조합능력검정 및 18 교잡종 생산력검정을 통해 포엽용 3개(색교102호, 색교114호, 색교119호), 알곡용 3개(색교108호, 색교111호, 색교112호) 교잡종을 최종 선발하였다.
- 나. 보급종 '색소4호' 62.4kg, '색소6호' 6.9kg를 포함하여 총 73.4kg의 종자를 생산하여 차년도 생산단지 분양에 활용할 계획이며, 알곡용 자색옥수수 '색소6호'의 품종 등록을 완료하였다.

## <제2세부과제: 옥수수 산업화를 위한 소재 기술개발>

### (시험 1) 자색옥수수 추출물의 색소 열 안정성 평가 ('24)

- 가. 자색옥수수, 블루베리, 흑미, 신자미 추출물을 대상으로 시간별(30, 60, 120, 240분) 가열처리에 따른 안토시아닌 함량, 색도 및 갈색도 변화를 비교 분석하여 자색옥수수 추출물의 식품 소재로서의 열 안정성을 평가하였다. 본 시험 결과는 이후 식품군별 안정성 연구 및 맞춤형 기능성 식품 소재화 연구의 기초 데이터로 활용되었다.

### (시험 2) 자색옥수수 활용 맞춤형 기능성 식품 소재화 ('24~'25)

- 가. 자색 알곡 및 포엽·속대 추출물을 환자용 간식, 액상차, 떡류 등 허가식품유형에 적용하여 첨가 비율에

따른 색도 및 안토시아닌 함량을 비교하고 DPPH·ABTS 소거능, 총폴리페놀·플라보노이드 함량 등 항산화 활성을 분석하였다.

나. 포엽 추출물의 식품유형별 적용 특성 평가, 자색옥수수 품종별 탁주 품질 비교, 소재별 유해물질 분석 등을 병행하여 자색옥수수의 다양한 식품 소재화 가능성과 기능성 근거 데이터를 확보하였다.

### (시험 3) 옥수수 활용 천연 점증제 화장품 소재화 ('24~'25)

가. 자색옥수수 '색소4호' 발효물을 대상으로 다당체 분리조건 및 배양방법을 설정하고, 발효물과 다당체의 이화학적 특성 및 기능성을 분석하여 화장품 소재로 활용 가능한 천연 점증제 개발의 기초 데이터를 확보하였다. 이를 통해 옥수수 발효 유래 다당체의 점증 소재로서의 산업적 활용 가능성을 검토하였다.

## <제3세부과제: 자색옥수수 활용 맞춤형 기능성 상품 개발 및 사업화>

### (시험 1) 환자용 건강 간식 퍼핑스낵 시제품 개발 ('24)

가. 흥천 소재 농가와의 '색소4호' 계약재배를 통해 원료 6톤을 확보하고, 더블익스트루더 형태의 퍼핑기 및 건조기를 도입하여 자색옥수수 43%, 14곡 혼합분말 41.35%, 곤약분말 4% 등을 포함한 당노인용 퍼핑스낵 '곤팍'의 최적 레시피와 제조공정을 확립하였다.

나. 6리터 PET 사각통 420g 포장 형태로 품목제조신고를 완료하고 일반식품으로 9,500개를 제조·판매할 계획을 수립하였다.

### (시험 2) 환자용 건강 간식 퍼핑스낵 완제품 개발 ('25)

가. 정선 여량농협과 3ha 계약재배를 통해 '색소4호' 알곡 18톤 구매 계약을 체결하여 원료를 안정적으로 확보하고, 자동 정량 분주가 가능한 버티컬 포장기를 추가 도입하여 퍼핑 시스템 라인을 고도화하였다.

나. 농촌진흥청 주관 신제품 소비자평가를 통해 '곤팍' 레시피를 완성하고, 곤약팍콘·보라팍콘 등 신규 제품을 포함한 퍼핑스낵 3종을 제조·판매하여 총 50,278,250원의 매출 실적을 달성하였다.

### (시험 3) 환자용 건강 간식 자색옥수수 앙금 시제품 개발 ('24)

가. 강원특별자치도농업기술원의 '자색옥수수 포엽 및 속대 혼합추출물을 함유한 옥수수 앙금 및 이를 포함하는 옥수수 앙금빵의 제조방법' 특허 기술이전을 완료하고, 1일 권장량 50g 기준 퍼핑 자색옥수수 알곡 37%, 치커리뿌리추출물 18.5%, 바나바잎 추출물 0.01% 등의 레시피를 개발하였다.

나. 치커리뿌리추출물 및 바나바잎 추출물의 일일 권장량을 충족하여 기능성표시식품으로의 제품개발이 가능한 것으로 판단되었으며, 무설탕 자색옥수수 앙금 제품의 상품화를 2025년으로 계획하였다.

### (시험 4) 환자용 건강 간식 자색옥수수 앙금 완제품 개발 ('25)

가. 익스트루더를 이용한 간편 생산 방법을 고안하여 '익스트루더를 이용한 앙금의 제조방법을 특허 출원하고, 자색옥수수 분말 36%, 치커리 식이섬유 30%, 콜라겐 3%, 바나바잎추출물 0.02%를 포함한 일 권장량 30g 기준의 퍼핑 레시피를 완성하였다. 개발된 레시피는 앙금, 퍼핑과자, 시리얼, 오란다 등 다양한 제형에 적용 가능하며, 익스트루더 활용으로 공정 간소화 및 원료 영양성분 보존 효과도 확인하였다.

## <제4세부과제: 옥수수 활용 기능성 화장품 개발 및 사업화>

### (시험 1) 화장품 소재용 천연 점증제 개발 ('24)

- 가. '강일옥'과 '색소4호' 옥수수 알곡 발효물을 액상 소재로 제형화하여 내염성·내전단성 물성 검증 결과 편차값 15% 이내로 적합 판정을 받았으며, 정제수·부틸렌글라이콜·글리세린·DPG 등 화장품 주요 용제 및 카보머·잔탄검·셀룰로오스 등 기존 점증제와의 상용성도 모두 적합함을 확인하였다.
- 나. 에탄올·pH·온도·미생물 등 다양한 환경 조건의 30일 가혹테스트에서도 전 구간 안정성이 확인되어 'Medi Calming-C'로 명명된 원료 제조공정을 확립하고 국내의 원료등록 및 고체향수 '윈터비치로' 시제품 제작을 완료였다.

### (시험 2) 옥수수 기능성 소재 대량생산공정 확립 ('25)

- 가. (주)보락에서 10톤 규모 대형 발효조를 활용하여 옥수수 알곡을 24~48시간 발효한 후 발효물 5톤을 확보하고, (주)소일로에서 농축·분리·정제 공정을 거쳐 자일로글루칸 0.5kg을 획득하여 고부가가치 소재화에 성공하였다.
- 나. 개발된 옥수수 발효추출물을 핵심원료로 활용한 기능성 앰플 및 선크림 2종의 시제품을 제작하여 온라인 판매를 개시하였으며, 옥수수 발효추출물을 함유하는 피부보습용 화장품 조성물특허를 출원하고 Medi Calming-C·카밍톡스 등 원료 판매를 통해 매출 실적을 달성하였다.

## 5 인용문헌

- Choi, J. K., Park, J. Y., Kim, K. J., H. Y., Ryu, S. H., & Seo, Y. H. 2017. Anthocyanin-rich grain corn hybrid variety 'Saekso 2.' Korean J. Breed. Sci., 49(3), 289-293.
- Choung, M. G., & Lim, J. D. 2012. Antioxidant, Anticancer and Immune Activation of Anthocyanin Fraction from Rubus coreanus Miquel fruits (Bokbunja). Korean J. Medicinal Crop Sci., 20(4).
- Duan, X., Jiang, Y., Su, X., Zhang, Z., & Shi, J. 2007. Antioxidant properties of anthocyanins extracted from litchi (Litchi chinensis Sonn.) fruit pericarp tissues in relation to their role in the pericarp browning. Food Chem., 101(4), 1365-1371.
- Hosoda, K., Eruden, B., Matsuyama, H., & Shioya, S. 2009. Silage Fermentative Quality and Characteristics of Anthocyanin Stability in Anthocyanin-rich Corn (Zea mays L.). Asian Australas. J. Anim. Sci., 22(4), 528-533.
- Kim, H. Y., Lee, K. Y., Kim, M., Hong, M., Deepa, P., & Kim, S. 2023. A Review of the Biological Properties of Purple Corn(Zea mays L.). Sci. Pharm., 91(1), 6.
- Kim, H. Y., Park, J. Y., Park, K. J., Ryu, S. H., Chang, E. H., Goh, B. D., Yoon, B. S., Yong, W. S., & Choi, J. K. 2021. Major Characteristics of Anthocyanin-Rich Purple Corn Hybrid Variety: 'Saekso 1.' Korea. Korean J. Breed. Sci., 53(4), 534-538.
- Lee, K. Y., Kim, J. E., Hong, S. Y., Kim, T. H., Noh, H. S., Kim, S. C., Park, J. Y., Ahn, M. S., & Kim, H. Y. 2016. Effect of Saekso 2 Corn Kernels and Cobs Extracts on Antioxidant

Activity in Rats Fed High Fat-cholesterol Diet. J. Food Hyg. Saf., 31(6), 399-405.

Lee, K. Y., Kim, T. H., Kim, J. E., Park, A. R., Noh, H. S., Kim, S. C., Ahn, M. S., & Kim, H. Y. 2018. Assessment of Nutritional Components, Antioxidant Contents and Physiological Activity of Purple Corn Husk and Cob Extracts. J. Food Hyg. Saf., 33(6), 500-509.

Tsuda, T., Horio, F., Uchida, K., Aoki, H., & Osawa, T. (2003). Dietary Cyanidin 3-O- $\beta$ -D-Glucoside-Rich Purple Corn Color Prevents Obesity and Ameliorates Hyperglycemia in Mice. J. Nut., 133(7), 2125-2130.

Wallace, T. C., & Giusti, M. M. (2015). Anthocyanins. Adv. Nutr., 6(5), 620-622.

## 6 연구결과 활용

성과지표		연도	1년차 (2024)		2년차 (2025)		계	
			목표	실적	목표	실적	목표	실적
논문표준화된 영향력지수	SCIE	-	-	-	-	-	-	
	비SCIE	50	-	50	139	100	139	
특허 출원건수	국내	2	-	2	5	4	5	
	국외	-	-	-	-	-	-	
신품종 출원건수	국내	-	-	1	-	1	-	
	국외	-	-	-	-	-	-	
신품종 등록건수	국내	-	-	-	1	-	1	
	국외	-	-	-	-	-	-	
학술발표	국내	3	3	4	4	7	7	
	국외	-	-	-	-	-	-	
기술실시(이전) 등록건수		-	1	-	-	-	1	
기술실시(이전) 등록건수-무상		3	1	5	8	8	9	
영농정보		3	3	4	4	7	7	
품종 증식·분양·보급		2	3	2	5	4	8	
기능성 소재 개발		1	0	1	1	2	1	
우량계통·종축 육성·선발·증식		1	2	1	2	2	4	
홍보		5	15.9	5	24	10	39.9	
농가기술지도·컨설팅·현장기술지원		5	8	5	12	10	20	
시험제품 개발		2	2	2	5	4	7	
사업화현황		1	1	1	2	2	3	
매출실적		1	1	1	2	2	3	
계		80	40.9	86	214	163	254.9	

## 7 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도	
					'24	'25
과제책임자	농업환경연구과	농업연구사	김희연	과제 총괄	○	
	옥수수연구소	농업연구사	남궁민	과제 총괄		○
세부책임자	농식품연구소	농업연구사	이기연	세부주관 수행	○	○
	(주)케이원바이오		유성훈	세부주관 수행	○	○
	(주)소월로		김미성	세부주관 수행	○	○
공동연구자	옥수수연구소	농업연구관	안용진	자료조사 지원	○	
		농업연구관	류시환	자료조사 지원	○	○
		농업연구사	최재근	품질조사 지원	○	
		농업연구사	노희선	품질조사 지원	○	○
		농업연구사	남궁민	품질조사 지원		○
		농업연구사	한정현	품질조사 지원	○	○
		농업연구사	왕승현	평가분석 지원	○	○
		농업연구사	최혜림	현장조사 지원		○