

전략체계	혁신 - 3 - 1		수행시기	전반기 (완결)	
기술분야코드	V1	기술유형코드	S02	작목구분코드	PC-01-0401
과제종류	기관고유/지역특화/공동연구		과제번호	PJ015140	
과제명	자색옥수수 건강기능성 특성평가 및 우수 육종소재 개발				
과제책임자	성명		직급	소속기관 및 부서	
	김희연		농업연구사	옥수수연구소	
연구기간	2020 ~ 2023		참여연구기관	강원대학교	
세부과제명			부서	세부책임자	연구기간
1) 반수체 유기체를 이용한 옥수수 계통 대량육성 및 품종개발			옥수수연구소	김희연	'20~23
키워드	자색옥수수, 안토시아닌, 포엽, 항비만				

ABSTRACT

The purple corn "Seakso 1" registered in 2014 is characterized by a high level of anthocyanin in the corn husk and cob, and the extraction yield is 2 to 5 times higher than that of blueberries and aronia containing anthocyanin, and the total anthocyanin content is 10 to 15 times higher than that of the original. The extract of corn's husk and cob powder was registered as a temporary food ingredient in 2017 and is currently being developed for use in various food and pharmaceutical materials. Anthocyanin depends on the number and location of hydroxyl groups (-OH) connected to the basic framework of C6-C3-C6, the degree of methylation, and the type and number of sugars bound to the aglycone anthocyaninidin and lipid metabolism improvement, accordingly, various effects such as antioxidant, anti-inflammatory, anti-diabetic, and lipid metabolism improvement are known. In order to foster corn varieties containing anthocyanin, the existing breeding method takes a lot of time, money, and effort to develop a fixed system every year, so there is a limit to the development of a fixed system. Therefore, it is necessary to create new added value by mass cultivating the corn system using double-carrier technology and then industrializing it through the development of varieties containing high pigment based on it. Using haploid organisms, about 300 fixed species are being developed every year using haploid organisms, using haploid organisms, which were introduced by the Corn Research Institute in 2013. To develop health functional foods utilizing purple corn and to improve the variety desired by domestic purple corn companies, this project was carried out to foster a large amount of purple corn systems using double-body breeding technology, and to establish cultivation tests such as setting up sowing and comparative treatment of purple corn developed as a new variety.

1

연구목표

2014년 품종 등록된 자색옥수수 “색소1호”는 포엽과 속대에 안토시아닌을 고함유하는 것을 특징으로 하며 안토시아닌을 함유하는 블루베리, 아로니아에 비해 추출수율은 2~5배, 원물 대비 총안토시아닌(anthocyanin) 함량은 10배에서 15배 이상 높다. 옥수수의 포엽과 속대 분말 추출물은 2017년 한시적 식품원료로 등재되어 있으며 현재 다양한 식품 및 의약품 소재에 활용하기 위해 개발 중이다. 안토시아닌은 C6-C3-C6의 기본 골격에 연결된 수산기(-OH)의 수와 위치 및 메틸화 정도, aglycone인 안토시아니딘에 결합된 당의 종류 및 수에 따라 달라지며, 이에 따른 항산화, 항염, 항당뇨, 지질대사 개선 등 다양한 효능이 알려져 있다. 안토시아닌 고함유 옥수수 품종 육성을 위해서 기존의 육종방법으로는 매년 고정계통을 개발하는데 시간과 비용, 노력이 많이 들면서 많은 고정계통 개발에 한계가 있다. 그래서 배가반수체 기술을 이용하여 옥수수 계통을 대량 육성한 후 그것을 바탕으로 색소 고함유 품종 개발을 통한 산업화로 새로운 부가가치 창출이 필요하다. 2013년 옥수수연구소에 도입된 반수체 유기를 위한 유기체 Tails를 사용하여 반수체 유기체를 이용하여 매년 300개 정도의 고정종을 개발하고 있다. 본 과제는 국내 자색옥수수 활용 건강기능성식품 개발 및 기능성식품 업체가 원하는 품종개발을 위해 배가반수체 육종기술을 이용하여 자색옥수수 계통 대량 육성하고, 신품종으로 개발된 자색옥수수의 파종기 설정과 비교처리 등의 재배시험을 확립하고자 수행되었다.

2

재료 및 방법

<제1세부과제 : 반수체 유기체를 이용한 옥수수 계통 대량육성 및 품종개발>

(시험 1) 반수체 유기체를 이용한 자색옥수수 계통 조기 대량육성

반수체 유기체를 이용한 우수 계통 육성을 위한 연구 재료는 자색옥수수 포엽용 우량계통을 사용하였다. 배가반수체 집단 구축을 위해 반수체 종자는 육묘포트에 파종 한 후 온실에서 발아시켰으며 2.5엽기가 될 무렵 상토로부터 분리하여 흐르는 물에 뿌리를 세척하여 0.07% 콜히친 용액에 5시간 침지시켰다. 콜히친 처리 후 6X6cm 지피포트에 육묘하여 DH시설에 정식하였다. 정식 후 인공교배를 진행하여 최종적으로 반수체 계통을 육성하였다. 육성된 우수 계통은 포장에 정식하여 생육조사 및 종자증식을 진행하였다.

(시험 2) 자색옥수수 교잡종 평가 및 선발

자식계통 육성은 자색 포엽, 자색 알곡, 자색 포엽과 알곡 계통으로 선발하여 차년도 세대진전에 활용하였으며, 선발된 자식계통은 우량계통과 교배하여 생산력예비시험을 통해 우수 교잡종을 선발하고, 생산력검정시험을 통해 최종 선발하여 품종 출원하였다. 교잡종 평가에 자색 발현 부위인 포엽, 속대, 알곡은 안토시아닌 함량을 분석하여 선발하였다. 안토시아닌 함량은 50 ml 삼각플라스크에 시료 0.1 g을 넣은 후 1%HCl-99%MeOH 용액 5 ml를 가하여 4℃에서 24시간씩

3회 추출한 후 여과지(Advantec No. 2, Øv55mm)을 이용하여 여과하고 추출용매로 25 ml가 되도록 정용하였다. 여과한 추출용액은 syringe filter (Whatman 0.2 µmY NYL)를 이용 재여과 후 HPLC 분석 시험용액으로 사용하였으며 3반복으로 실험을 수행하였다. 개별 안토시아닌 검량선은 cyanidin-3-Glucoside 등의 표준물질을 구입하여 농도구배법으로 구하였다.

(시험 3) 신품종 자색옥수수 색소함량 최대를 위한 파종기 및 시비량 설정

파종기별 색소1호와 5호를 재배하여 포엽과 속대의 생산량 및 C3G의 함량변화를 측정하였고, 색소 5호의 적정 시비량을 구명하기 위하여 각 비료 처리구별로 포엽과 속대의 생산량 및 안토시아닌 함량변화를 측정하여 적정 파종기 및 시비량을 구명하였다.

3 결과 및 고찰

<제1세부과제 : 반수체 유기체를 이용한 옥수수 계통 대량육성 및 품종개발>

(시험 1) 반수체 유기체를 이용한 자색옥수수 계통 조기 대량육성

반수체 유기체를 이용하여 자색옥수수 포엽 우수계통을 육성하고자, '20년도 색교 30호, 색교 60호, '21년도 색교28호, 색교70호, '22년도 색교 79호, 색교 82호를 대상으로 반수체 유기체인 Tails를 활용하여 인공교배를 통해 반수체를 유기하였다(표 1).

표 1. 반수체 유기체를 이용한 옥수수계통 반수체 유기

모본	부분	수확이삭	색발현도(1-5)*	활용계획
색교30호	Tails	200	1	반수체 종실 선별 및 2021년 배가
색교60호		309	1	
색교28호		204	2	반수체 종실 선별 및 2022년 배가
색교70호		203	2	
색교79호		210	3	반수체 종실 선별 및 2023년 배가
색교82호		138	1	

* 1: 색발현 없다, 5: 색발현 강함

반수체 배가는 육묘포트에 파종 한 후 온실에서 발아시켰으며 2.5엽기가 될 무렵 상토로부터 분리하여 흐르는 물에 뿌리를 세척하여 0.07% 콜히친 용액에 5시간 침지시켰다. 콜히친 처리 후 6X6cm 지피포트에 육묘하여 DH시설에 정식하여 인공교배하였다(표 2).

표 2. 반수체 배가 효율 특성

(정식: 흥천, DH하우스)

집단	정식주수 (A)	교배	수확이삭 (B)	B/A 비율(%)
색교 30호	342	103	20	5.85
색교 60호	630	143	29	4.60
색교 28호	804	137	30	3.73
색교 70호	363	111	45	12.40
색교 79호	612	227	44	7.19
색교 82호	880	128	53	6.02



색교 30호 육성계통



색교 60호 육성계통



색교 28호 육성계통



색교 70호 육성계통



색교 79호 육성계통



색교 82호 육성계통

그림 1. 반수체 배가 후 수확이삭 사진

'21년 육성된 반수체 44계통, '22년 육성된 반수체 31계통을 평가한 결과, 도복, 초형 등 우수한 개체 및 포엽 색소함량이 높은 계통을 '22년에 12계통, '23년에 19계통 최종 선발하였다(표 3).

표 3. 22년 반수체 육성계통 생육평가

(’22, 홍천)

계통명	개체수	도복	생육상태	간장 (cm)	착수고 (cm)
22DHC1	3	9	-	117	69
22DHC2	0	9	-	0	0
22DHC3	2	1	중	134	77
22DHC4	2	1	중	-	-
22DHC5	0	9	-	-	-
22DHC6	0	9	-	-	-
22DHC7	1	9	-	-	-
22DHC8	0	9	-	-	-
22DHC9	2	1	중	130	67
22DHC10	7	1	중	131	77
22DHC11	2	1	중	156	105
22DHC12	0	9	-	-	-
22DHC13	2	1	중	123	65
22DHC14	2	1	중	126	87
22DHC15	5	1	중	120	62
22DHC16	1	1	중	121	52
22DHC17	0	9	-	-	-
22DHC18	0	9	-	-	-
22DHC19	0	9	-	-	-
22DHC20	2	1	중	131	49
22DHC21	6	1	상	145	69
22DHC22	3	1	상	133	63
22DHC23	6	1	상	155	72
22DHC24	4	1	중	137	53
22DHC25	0	9	-	-	-
22DHC26	1	1	중	133	55
22DHC27	1	1	중	100	43
22DHC28	1	1	중	97	42
22DHC29	6	1	중	144	57
22DHC30	1	1	중	135	38
22DHC31	2	1	중	178	70

22DHC32	3	1	중	126	46
22DHC33	2	1	중	155	65
22DHC34	4	1	중	152	68
22DHC35	3	1	중	123	55
22DHC36	2	1	중	104	27
22DHC37	1	1	중	113	35
22DHC38	1	1	중	83	28
22DHC39	0	9	-	-	-
22DHC40	1	1	-	-	-
22DHC41	0	9	-	109	45
22DHC42	0	9	-	-	-
22DHC43	1	1	중	137	55
22DHC44	0	9	-	0	0

표 4. 23년 반수체 육성계통 생육평가

(’23, 홍천)

계통명	개체수	도복	생육상태	간장 (cm)	착수고 (cm)
23DHC1	9	3	중	144.2	60.2
23DHC2	9	1	상	161.0	72.0
23DHC3	1	1	상	124.0	47.0
23DHC4	1	1	상	151.0	67.0
23DHC5	3	1	상	153.7	70.7
23DHC6	3	1	중	191.0	93.3
23DHC7	3	1	상	142.3	68.0
23DHC8	1	1	상	165.0	65.0
23DHC9	0	-	-	-	-
23DHC10	0	-	-	-	-
23DHC11	1	1	상	152.0	41.0
23DHC12	9	1	상	148.4	62.4
23DHC13	9	1	상	142.8	57.0
23DHC14	9	1	중	142.0	64.8
23DHC15	9	1	중	121.0	47.8
23DHC16	9	1	중	112.4	46.6
23DHC17	9	1	중	133.8	59.8

23DHC18	9	1	중	131.6	56.2
23DHC19	9	1	중	132.0	51.8
23DHC20	9	1	상	118.6	58.4
23DHC21	9	1	중	132.6	63.8
23DHC22	1	1	중	130.0	52.0
23DHC23	9	1	상	124.8	50.8
23DHC24	9	1	중	93.2	45.4
23DHC25	9	1	중	78.0	30.8
23DHC26	0	-	-	-	-
23DHC27	1	1	하	102.0	42.0
23DHC28	0	-	-	-	-
23DHC29	9	1	중	132.8	49.8
23DHC30	9	1	중	120.0	57.6
23DHC31	0	-	-	-	-

선발된 22DHC계통과 23DHC계통은 자식계통 자색옥수수 우량계통과 인공교배하여 교잡종 생산을 하였고, 생산력검정 예비시험에서 최종 선발된 계통을 생산력검정시험을 통해 최종 우수 교잡종을 품종으로 선발하였다.



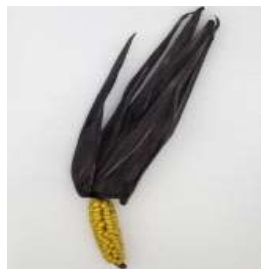
22DHC 13



22DHC 21



22DHC 43



23DHC 16



23DHC 20

그림 2. 선발된 반수체 계통 사진

나. 모집단 양성: 포엽, 알곡 및 포·알 집단 자식교배

색소함량, 도복, 초형 등 우수한 개체 선발 후 교배하였고, 매년 80이삭 최종선발하였다.

다. 자식계통 육성

'20년 포엽 38집단 365계통, 알곡 24집단 358계통, 포·알 14집단 153계통, '21년 포엽 25집단 371계통, 알곡 17집단 381계통, 포·알 15집단 155계통, '22년 포엽 20집단 539계통, 알곡 17집단 398계통, 포·알 13집단 158계통 선발하여 차년도 세대진전에 활용하였다.

표 5. 2020년 자식계통 선발내역

세대	포엽 세대				알곡 세대				포·알세대			
	시험		선발		시험		선발		시험		선발	
	집단	계통	집단	계통	집단	계통	집단	계통	집단	계통	집단	선발
S ₀	2	2	2	9	2	2	2	8	1	10	1	19
S ₁	4	40	4	53	2	30	2	68	1	11	1	16
S ₂	8	36	8	54	4	34	4	50	7	47	7	35
S ₃	1	59	1	68	1	82	1	137	2	32	1	43
S ₄	4	115	4	119	4	41	4	58	1	12	1	9
S ₅	1	15	1	28	1	35	1	36	1	8	1	14
S ₆	1	14	1	25	-	-	-	-	1	7	1	11
S ₇	1	4	1	9	2	9	1	1	1	3	1	6
S ₈	16	165	16	증식	9	63	9	증식	-	-	-	-
계	38	450	38	365	25	296	24	358	15	130	14	153

표 6. 2021년 자식계통 선발내역

세대	포엽 세대				알곡 세대				포·알세대			
	시험		선발		시험		선발		시험		선발	
	집단	계통	집단	계통	집단	계통	집단	계통	집단	계통	집단	선발
S ₀	2	8	2	8	2	8	2	8	1	10	1	18
S ₁	2	9	2	9	2	8	2	8	1	19	1	16
S ₂	5	53	5	53	2	68	2	68	1	16	1	16
S ₃	8	54	8	54	4	48	4	48	7	35	7	40
S ₄	1	67	1	67	1	137	1	137	1	43	1	45
S ₅	4	119	4	119	4	58	4	58	1	9	1	10
S ₆	1	28	1	28	1	48	1	48	1	13	1	10
S ₇	1	25	1	25	-	-	-	-	1	11	1	-
S ₈	1	8	1	8	1	6	1	6	1	6	1	증식
계	25	371	25	371	17	381	17	381	15	162	15	155

표 7. 2022년 자식계통 선발내역

세대	포엽 세대				알곡 세대				포·알세대			
	시험		선발		시험		선발		시험		선발	
	집단	계통	집단	계통	집단	계통	집단	계통	집단	계통	집단	선발
S ₀	2	8	2	8	2	8	2	8	2	10	2	10
S ₁	2	17	2	14	2	13	2	10	1	20	1	15
S ₂	2	17	5	13	2	5	2	5	1	19	1	14
S ₃	4	88	8	75	4	72	4	60	1	15	1	12
S ₄	4	88	1	70	1	51	1	51	4	43	4	40
S ₅	1	100	4	90	4	90	4	90	1	33	1	30
S ₆	3	132	1	125	1	45	1	40	1	3	1	3
S ₇	1	36	1	36	1	24	-	24	1	9	1	9
S ₈	1	53	1	53	-	-	1	-	1	6	1	6
계	20	539	25	484	17	308	17	288	13	158	13	139

(시험2) 자색옥수수 교잡종 평가 및 선발

가. 생산력검정 예비시험

자색옥수수 생산력검정 예비시험을 위해 2020년부터 2023년까지 매년 대상 교잡종을 시험하여 수량성과 안토시아닌 색소함량이 높은 포엽, 포엽+알곡, 알곡용 교잡종을 선발하였다. 2020년은 211 교잡종에서 포엽용 4교잡종, 알곡용 1교잡종을 선발하였으며, 2021년은 217 교잡종에서 포엽용 5교잡종, 포엽과 알곡용 1교잡종, 알곡용 7교잡종을 선발하였고, 2022년은 130 교잡종에서 포엽용 4교잡종, 포엽과 알곡용 1교잡종 알곡용 3교잡종, 2023년에 358 교잡종에서 포엽용 2교잡종, 포엽과 알곡용 1교잡종, 알곡용 1교잡종을 선발하여 다음연도 생산력 예비검정시험에 공시하여 특성을 평가하였다(표 8).

표 8. 생산력검정 예비시험 후 선발 교잡종 요약

년도	대상 교잡종	선발 교잡종		
		포엽용	포엽+알곡용	알곡용
2020년	211	4	-	1
2021년	217	5	1	7
2022년	130	4	1	3
2023년	358	2	1	1

표 9. 생산력검정 예비시험(2020년)

교잡종명	포엽건조 중(kg/10a)	지수 (%)	중실중 (kg/10a)	지수 (%)	출사일 수(일)	간장 (cm)	착수고 율(%)	이삭(cm)		100립 중(g)	비 고
								길이	폭		
색소1호(표준)	41	100	-	-	78	235	53	15.8	3.6	25.3	포엽
20생예 7	43	99	-	-	78	226	51	13.6	3.9	20.2	포엽
20생예 13	38	92	-	-	77	221	51	16.0	3.3	17.6	포엽
20생예 24	41	100	-	-	76	210	44	13.7	3.3	16.6	포엽
20생예 25	62	151	-	-	74	215	44	13.6	3.8	15.9	포엽
20생예 71	53	129	-	-	75	233	49	14.4	3.8	23.3	포엽
20생예 79	3.9	95	-	-	75	233	57	14.3	3.6	23.0	포엽
20생예 80	32	78	-	-	80	244	50	130	4.0	23.7	포엽
색소2호(표준)	-	-	462	100	74	238	49	14.4	3.7	22.0	알곡
20생예 110	-	-	360	78	80	210	45	12.6	3.9	23.3	알곡
20생예 160	-	-	263	57	79	199	47	13.1	4.0	21.6	알곡
20생예 177	-	-	669	145	82	250	57	16.8	4.2	30.1	알곡
20생예 211	-	-	282	61	78	228	44	12.1	3.8	19.8	알곡

표 10. 생산력검정 예비시험(2021년)

교잡종명	포엽건조 중(kg/10a)	지수 (%)	중실중 (kg/10a)	지수 (%)	출사일 수(일)	간장 (cm)	착수고 율(%)	이삭(cm)		100립 중(g)	비 고
								길이	폭		
색소1호(표준)	77	100	803	100	86	245	53	19.4	4.0	28.4	포엽
21생예23	48	63	599	75	83	236	50	15.0	4.1	22.4	포엽
21생예26	65	85	749	93	79	240	43	18.2	4.0	26.7	포엽
21생예30	79	103	713	89	82	255	55	18.0	3.4	25.8	포엽
21생예100	66	85	840	105	80	251	53	18.8	4.0	32.3	포엽
21생예199	105	136	1,008	126	79	255	51	18.9	4.0	30.8	포엽
21생예25	67	88	615	77	79	249	43	18.2	4.3	27.3	포+알곡
색소2호(표준)	-	-	521	100	90	266	55	16.3	3.8	19.5	알곡
21생예84	-	-	937	180	80	226	50	15.0	4.1	23.0	알곡
21생예91	-	-	886	170	82	235	45	17.4	4.3	23.9	알곡
21생예94	-	-	1,161	223	80	237	46	17.9	4.4	26.7	알곡
21생예98	-	-	963	185	82	237	49	15.7	4.2	26.3	알곡
21생예105	-	-	913	175	82	220	50	15.7	4.2	26.2	알곡
21생예125	-	-	947	182	79	248	51	18.2	4.2	29.3	알곡
21생예126	-	-	842	162	79	248	47	18.9	4.0	31.5	알곡

표 11. 생산력검정 예비시험(2022년)

교잡종명	출사일수 (일)	포엽건조중 (kg/10a)	지수 (%)	종실중 (kg/10a)	지수 (%)	지수 (%)	간장 (cm)	착수고율 (%)	비 고
색소1호(표준)	76	98	100	-	-	100	258	56	포엽
22생예44	72	98	100	-	-	96	237	52	포엽
22생예51	74	116	118	-	-	96	248	55	포엽
22생예58	71	126	129	-	-	111	233	55	포엽
22생예72	76	122	124	-	-	88	275	55	포엽
22생예62	70	108	110	-	-	95	228	53	포+알곡
색소2호(표준)	74	-	-	940	100	100	270	56	알곡
22생예41	75	-	-	1423	151	130	264	54	알곡
22생예116	75	-	-	1175	125	133	258	53	알곡
22생예128	74	-	-	1392	148	116	260	58	알곡

표 12. 생산력검정 예비시험(2023년)

교잡종명	출사일수 (일)	포엽건조중 (kg/10a)	지수 (%)	종실중 (kg/10a)	지수 (%)	지수 (%)	간장 (cm)	착수고율 (%)	비 고
색소5호(표준)	77	73	100	751	100	100	282	56	포엽
23생예186	78	97	133	690	92	100	267	54	포엽
23생예198	79	61	84	540	72	60	261	57	포엽
색소6호(표준)	81	-	-	692	100	100	267	53	알곡
23생예311	81	-	-	797	115	84	271	56	알곡
색소4호(표준)	79	21	100	667	100	100	264	54	포+알곡
23생예344	77	71	-	708	106	131	264	49	포+알곡



그림 3. 2023년 생산력검정예비시험에서 선발된 교잡종

나. 생산력검정 본시험

자색옥수수 생산력검정 본시험을 위해 생산력검정 예비시험 교잡종에서 매년 10 ~ 15 교잡종을 선발하여 수량성과 안토시아닌 색소함량이 높은 포엽용, 포엽+알곡용, 알곡용 교잡종을 최종선발하여 품종출원하였다. 2021년에 포엽 수량이 높은 색소 5호를 출원하였으며, 2023년에 알곡 수량이 높고 안토시아닌함량이 높은 색소 6호를 출원하였고, 2022년에 색소 4호가 품종등록되었다.

표 13. 생산력검정 본시험(2020년)

교잡종명	포엽건조 중(kg/10a)	지수 (%)	종실중 (kg/10a)	지수 (%)	출사일 수(일)	간장 (cm)	착수고 율(%)	이삭(cm)		100립 중(g)	비 고
								길이	폭		
색소1호(표준)	40	100	-	-	81	252	51	16.9	3.7	24.4	포엽
색교28	53	132	-	-	84	240	50	16.2	3.8	21.1	포엽
색교30	48	120	-	-	81	263	58	16.9	4.0	20.5	포엽
색교60	52	130	-	-	80	252	47	15.2	4.1	23.8	포엽
색교70	36	91	-	-	81	229	46	13.9	3.2	15.5	포엽
색교73	57	142	-	-	80	255	50	16.1	4.1	24.6	포엽
색교79	37	128	-	-	84	238	53	14.7	3.2	16.5	포엽
색교80	42	104	-	-	77	232	48	16.2	3.7	20.0	포엽
색교81	54	134	-	-	80	246	53	15.9	3.9	19.5	포엽
색교82	48	119	-	-	76	236	47	14.6	3.4	16.6	포엽
색소2호(표준)	-	-	376	100	84	255	51	14.2	3.7	19.1	알곡
색교76	-	-	524	139	81	222	49	17.1	4.5	22.8	알곡
색교77	-	-	514	137	88	265	53	15.7	4.5	29.4	알곡
색교83	-	-	335	89	81	232	45	13.1	3.9	23.9	알곡
색교84	-	-	425	113	84	246	45	14.2	4.2	24.3	알곡
색교85	-	-	531	141	82	270	58	17.3	4.0	23.8	알곡
색교86	-	-	572	152	85	256	54	19.6	4.0	29.1	알곡

표 14. 생산력검정 본시험(2021년)

교잡종명	포엽건조 중(kg/10a)	지수 (%)	종실중 (kg/10a)	지수 (%)	출사일 수(일)	간장 (cm)	착수고 율(%)	이삭(cm)		100립 중(g)	비 고
								길이	폭		
색소1호(표준)	77	100	-	-	86	245	53	19.4	4.0	28.4	포엽
색교73	82	106	-	-	86	251	50	18.1	4.3	27.3	포엽
색교79	78	101	-	-	87	217	56	17.0	3.5	20.1	포엽
색교81	85	110	-	-	86	252	56	18.7	4.4	24.6	포엽
색교82	71	91	-	-	83	248	50	17.1	3.6	22.0	포엽
색교80	84	109	615	77	82	242	55	18.0	3.9	26.0	포+알곡
색교84	61	78	724	90	84	264	55	17.7	4.2	22.4	포+알곡
색교88	45	59	597	74	85	239	50	16.6	3.9	21.9	포+알곡
색교89	69	89	702	87	85	226	49	17.8	4.3	25.0	포+알곡
색교90	71	91	792	99	84	246	53	19.5	4.5	26.5	포+알곡
색소2호(표준)	-	-	521	100	90	266	55	16.3	3.8	19.5	알곡
색교76	-	-	762	146	85	288	54	19.3	4.5	24.1	알곡
색교77	-	-	689	132	89	254	51	18.8	4.3	25.3	알곡
색교85	-	-	579	111	88	289	59	18.6	3.9	24.9	알곡
색교86	-	-	540	104	90	242	52	17.0	4.3	24.5	알곡
색교91	-	-	822	158	88	280	61	20.9	4.5	30.4	알곡

표 15. 생산력검정 본시험(2022년)

교잡종명	출사일수	포엽건조중(kg/10a)	지수(%)	종실중(kg/10a)	지수(%)	지수(%)	간장(cm)	착수고율(%)	이삭(cm)		비고
									길이	폭	
색소1호(표준)	79	105	100	-	-	100	250	54	18.5	4.0	포엽용
색교79	83	134	126	-	-	70	248	52	16.0	3.4	
색교81	79	140	133	-	-	106	250	55	18.6	4.2	
색교82	77	121	114	-	-	70	248	52	15.8	3.5	
색교93	90	116	110	-	-	69	265	50	16.4	3.6	
색교94	76	99	83	-	-	62	247	56	15.8	3.7	
색소2호	84	89	100	1,267	100	100	259	55	15.9	3.9	포엽+알곡용
색교84	79	152	170	1,520	120	82	249	52	16.8	4.2	
색교89	78	99	111	1,286	102	93	231	50	16.7	4.1	
색교90	78	133	149	1,581	125	111	244	53	17.1	4.2	
색교98	78	112	125	1,379	109	101	244	51	17.4	4.1	
색소6호	82	-	-	1,438	100	100	262	53	16.9	4.2	알곡용
색교92	78	-	-	1,004	84	128	236	53	16.5	3.6	
색교95	78	-	-	1,075	90	87	279	55	14.7	4.0	
색교96	78	-	-	759	64	105	236	55	14.3	3.8	
색교97	77	-	-	1,233	103	149	219	53	18.3	4.3	

다. 신품종 ‘색소5호’ 품종출원(2021. 3. 23.)

포엽과 속대 부분의 안토시아닌 및 생산성이 우수한 자식계통 육성 및 교잡종을 선발하여 색소 5호를 품종 출원(2021- 185)하였다. 색소 5호는 단교잡종으로 웅수색, 이삭포엽, 속대는 적색, 수염은 흰색, 알곡은 노란색이고, 출사일수 80일, 이삭길이 16 cm, 이삭폭 3.8cm, 백림중 24.1g, 이삭포엽의 수량은 68 kg/100a로 색소1호 대비 36% 높다. 기능성 성분인 폴리페놀과 플라보노이드는 각각 9.19, 5.74 g/100g, 총안토시아닌 함량은 4.37 g/100g, cyanidin-3-glucoside의 함량은 0.46 g/100g 이었다



그림 4. 색소 5호(육성계보도 및 사진)

라. 신품종 ‘색소6호’ 품종출원(2023. 3. 23.)

기능성 식품 원료의 고품질화를 위하여 알곡 및 속대 부분의 안토시아닌 및 생산성이 우수한 자식계통 육성 및 교잡종을 선발하여 색소 6호를 품종 출원하였다. 색소 6호는 단교잡종으로 종피색 검정이고, 출사일수 86일, 이삭길이 16.5 cm, 이삭폭 4.4cm, 백림중 28.7g, 종실중은 576kg/10a로 색소 2호 대비 26% 높고, 안토시아닌 함량은 8% 높은 특징이 있다.

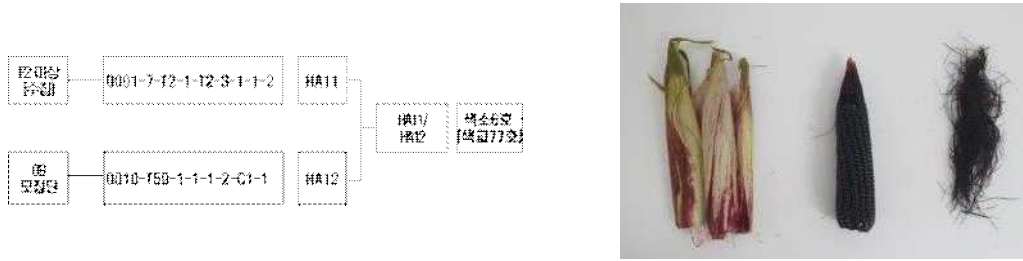


그림 5. 색소 6호(육성계보도 및 사진)

(시험3) 신품종 자색옥수수 색소함량 최대를 위한 파종기 및 시비량 설정

가. 신품종 자색옥수수 색소함량 최대 파종기 설정

파종기별 색소1호와 5호의 포엽과 속대의 생산량 및 C3G의 함량변화를 측정된 결과, 색소 5호는 5월 중순 무렵까지 파종시 포엽과 속대 생산량 및 색소함량이 높았다.



색소5호 1차(4. 20.)

색소5호 2차(5. 4.)

색소5호 3차(5. 20.)

그림 6. 색소 5호의 파종시기별 생육 사진

표 16. 색소5호 포엽과 속대의 생산량 및 안토시아닌 함량

(홍천, '21)

품종명	파종일	포엽 건조중 (kg/10a)	포엽 안토시아닌 (g/100g)	속대 건조중 (kg/10a)	속대 안토시아닌 (g/100g)
색소5호	4. 19.	83	6.76	90	1.37 ^{ab}
	5. 3.	84	7.05	102	1.63 ^b
	5. 14.	94	7.08	103	1.12 ^a

(홍천, '22)

품종명	파종일	포엽 건조중 (kg/10a)	포엽 안토시아닌 (g/100g)	속대 건조중 (kg/10a)	속대 안토시아닌 (g/100g)
색소5호	4. 20.	104 ^c	6.24	151 ^c	1.37
	5. 4.	82 ^b	5.85	112 ^b	2.07
	5. 20.	52 ^a	6.46	71 ^a	1.92

(홍천, '23)

품종명	파종일	포엽 건조중 (kg/10a)	포엽 안토시아닌 (g/100g)	속대 건조중 (kg/10a)	속대 안토시아닌 (g/100g)
색소5호	4. 20.	66	8.28	102	4.12 ^b
	5. 4.	69	8.05	105	3.26 ^{ab}
	5. 19.	57	7.70	90	2.99 ^a

나. 신품종 자색옥수수 적정 시비량 구명

색소 5호의 적정 시비량을 구명하기 위하여 각 비료 처리구별로 포엽과 속대의 생산량 및 안토시아닌 함량변화를 측정된 결과, 생산량은 기비50/추비150 처리구에서 가장 높았다.

표 17. 비료처리구별 색소 5호의 생육결과

품종명	출사일수 (일)	도복 (1-9)	간장 (cm)	착수고 (cm)	포엽 건조중 (kg/10a)	포엽 C3G (g/100g)	속대 건조중 (kg/10a)	속대 C3G (g/100g)
무처리	71	1	289	159	48 ^a	0.49	65 ^a	0.36
기비50/추비0	71	1	283	160	86 ^b	0.59	122 ^b	0.33
기비50/추비50	71	1	279	156	96 ^{bc}	0.63	138 ^{bc}	0.35
기비50/추비150	72	1	261	147	107 ^c	0.51	143 ^c	0.32

SPSS Duncan 분석



기비50/추비150

기비50/추비50

기비50/추비0

무처리

그림 7. 색소 5호의 비료처리별 생육 사진

<제1세부과제 : 반수체 유기체를 이용한 옥수수 계통 대량육성 및 품종개발>

(시험1) 반수체 유기체를 이용한 자색옥수수 계통 조기 대량육성

- 가. 반수체육종법을 이용하여 우량교잡종인 '20년도 색교 30호, 색교 60호, '21년도 색교28호, 색교70호, '22년도 색교 79호, 색교 82호를 반수체유기체인 Tail과 교배하여 반수체를 유기하였고, 염색체 배가 처리 후 인공교배하여 '21년 육성된 반수체 44계통, '22년 육성된 반수체 31계통을 도복, 초형 등 우수한 개체 및 포엽 색소함량이 높은 계통으로 '22년에 12계통, '23년에 19계통 최종 선발하였음
- 나. 자식계통육성시험에서는 '20년 포엽 38집단 365계통, 알곡 24집단 358계통, 포·알 14집단 153계통, '21년 포엽 25집단 371계통, 알곡 17집단 381계통, 포·알 15집단 155계통, '22년 포엽 20집단 539계통, 알곡 17집단 398계통, 포·알 13집단 158계통 선발하여 차년도 세대진전에 활용하였음

(시험2) 자색옥수수 교잡종 평가 및 선발

- 가. 자색옥수수 우수교잡종 선발을 위해 생산력예비시험을 수행하였으며, '20년은 211 교잡종에서 포엽용 4교잡종, 알곡용 1교잡종을 선발하였으며, '21년은 217 교잡종에서 포엽용 5교잡종, 포엽과 알곡용 1교잡종, 알곡용 7교잡종을 선발하였고, '22년은 130 교잡종에서 포엽용 4교잡종, 포엽과 알곡용 1교잡종 알곡용 3교잡종, '23년에 358 교잡종에서 포엽용 2교잡종, 포엽과 알곡용 1교잡종, 알곡용 1교잡종을 선발하여 다음연도 생산력 예비검정시험에 공시하여 특성을 평가하였음
- 나. 자색옥수수 생산력검정 본시험에서는 매년 15교잡종을 선발하여 특성을 평가하였으며, 선발된 우수 교잡종에서 포엽 수량이 우수한 색소 5호, 알곡 수량이 우수한 색소 6호를 품종등록하였음

(시험3) 신품종 자색옥수수 색소함량 최대를 위한 파종기 및 시비량 설정

- 가. 파종기별 색소1호와 5호의 포엽과 속대의 C3G의 함량은 처리별 차이가 없었으나, 포엽과 속대 건조중에서는 4월20일 파종처리구가 가장 높았음
- 나. 색소 5호 기비50/추비50 처리구에서 포엽의 C3G 함량이 가장 높았으나, 생산량은 기비 50/추비150 처리구에서 가장 높았음

- 김희연, 박종열, 박기진, 류시환, 장은하, 고병대, 윤병성, 용우식, 최재근. 2021. 안토시아닌 고함유 자색옥수수 '색소1호'의 주요특성. 한국육종학회지. 53: 534-538.
- 이장용, 류시환, 박기진, 박종열, 서영호, 최재근, 김경희. 2014. 옥수수 육종에 배가반수체 기술의 이용: 이론과 실제. 강원도농업기술원. 춘천: 13~33.
- 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

- 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)	활용구분	제목
2020(1년차)	컨설팅	색소옥수수 재배농가 현장컨설팅
	홍보성과 품종출원	옥수수연구소, 전문가 세미나로 새로운 과제발굴 색소5호
2021(2년차)	종자분양	색소 1, 4, 5호 22kg
	논문게재	안토시아닌 고함유 자색옥수수 '색소1호'의 주요특성
	학술발표	이삭포엽 생산성이 높은 옥수수 신품종 '색소5호'
	학술발표	자색옥수수 '색소5호' 포엽의 영양성분 및 기능성 성분함량
	컨설팅	자색옥수수 재배농가 컨설팅 3건
2022(3년차)	품종출원	색소 6호
	학술발표	종실의 생산성과 안토시아닌 함량이 높은 옥수수 신품종 '색소6호'
	학술발표	Effect of sowing date and planting density on growth, yield and anthocyanin content of purple corn 'sakso 1'
	컨설팅	자색옥수수 재배농가 컨설팅
2023(4년차)	종자분양	색소5호 종자 분양
	컨설팅	자색옥수수 재배농가 컨설팅
	영농정보	자색옥수수 최적 파종기
	품종출원	자색옥수수 색소 7호
	우량계통	포엽 색소함량 우수한 반수체 계통

성과지표	연도	1년차 (2020)		2년차 (2021)		3년차 (2022)		4년차 (2023)		계	
		목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적
논문 게재	SCI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	비SCI	-	-	50	71.43	-	-	-	-	50	71.43
학술 발표	국제	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	국내	-	-	1	2	1	2	1	-	3	4
품종 출원 등록	출원	-	-	-	1	1	1	1	-	2	2
	등록	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-
영농 활용	기술	-	-	2	3	4	1	4	-	10	4
	정보	-	-	-	-	-	-	2	-	2	-
생물자원기탁		-	-	-	-	-	-	2	2	2	-
우량계통선발		-	-	-	-	2	-	2	-	4	-
품종분양		-	-	-	16	1	11	2	-	3	27
현장컨설팅		-	-	2	3	4	1	4	2	10	6
계		-		53	96.43	10	16	23		87	114.43

7 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도			
					'20	'21	'22	'23
과제책임자	옥수수연구소	농업연구사	김희연	과제 총괄		○	○	○
			최재근		○			
세부책임자	옥수수연구소	농업연구사	김희연	세부주관 수행		○	○	○
			최재근		○			
공동연구자	옥수수연구소	농업연구관	홍대기	자료 조사	○	○		
	옥수수연구소	"	김기선	자료 조사		○	○	○
	옥수수연구소	"	안용진	자료 조사				○
	옥수수연구소	"	류시환	염색체 배가	○	○	○	○
	옥수수연구소	농업연구사	최재근	계통 선발	○	○	○	○
	옥수수연구소	"	남공민	계통 선발	○	○		
	옥수수연구소	"	김문중	생육 평가	○	○	○	○
	옥수수연구소	"	한정현	육묘 관리	○	○	○	○
	옥수수연구소	"	왕승현	생육 평가		○	○	○
	옥수수연구소	공업6급	용우식	생육 관리	○	○	○	○
	옥수수연구소	공업9급	이승훈	시설 관리		○	○	
	옥수수연구소	운전7급	서인석	조사 지원	○	○		
	옥수수연구소	운전8급	심재남	조사 지원			○	
	옥수수연구소	운전9급	송철종	조사 지원			○	○