

고기능성·다수성 유색 식용 찰옥수수
품종 개발 및 보급

Development and supply of the colored
waxy corn hybrids with function

연구기관

충남대학교
작물과학원
대덕바이오

농림부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “고기능성·다수성 유색 식용 찰옥수수 품종 개발 및 보급” 과제
(세부과제 유색 식용 찰옥수수 육성)의 최종보고서로 제출합니다.

2007 년 7월 일

주관연구기관명 : 충남 대학교

총괄연구책임자 : 이 희 봉

연 구 원 : 주 정 일

연 구 원 : 박 보 영

연 구 원 : 최 윤 표

협동연구기관명 : 작물과학원

협동연구책임자 : 문 현 귀

연 구 원 : 손 범 영

연 구 원 : 정 태 욱

위탁연구기관명 : 대덕 바이오

협동연구책임자 : 모 은 경

연 구 원 : 이 미 라

연 구 원 : 이 은 경

요 약 문

I. 제 목

고기능성 · 다수성 유색 식용 찰옥수수 품종 개발 및 보급

II. 연구개발의 목적 및 필요성

최근 식용옥수수의 소비가 급증하면서 재배 면적 역시 매년 점진적인 증가 (식용 옥수수: '86:7.8천ha '92:12.8천ha , '00:14.1천ha) 경향을 보이고 있다.

그러나 소비자의 식생활 패턴이 향상됨에 따라 종전의 양보다 건강을 위한 고품질 · 고기능성을 갖는 양질의 농산물이나 이를 소재로 한 가공품을 선호하는 경향이다. 이와 같은 현상으로 녹 · 황색 채소의 소비증가와 동시에 유색콩, 유색미 및 유색 농산물의 소비가 증가되고 있는 실정이다. 이에 따라 국내 · 외 관련 학자들의 연구가 활발하게 진행되고 있다. 녹 · 황색 식품 중에서 항산화제 (antioxidants)를 더 많이 섭취한 사람들이 노화로부터 기인되는 질환에 걸릴 확률이 더 낮다고 보고되고 있으며 또한 사람을 대상으로 한 역학 조사에서 항산화제가 풍부한 과일과 채소를 소비한 사람들이 여러 가지 유형의 발암율이 2배 정도 낮은 것으로 보고되었다. 이외에 노화 촉진 원인 중의 하나로 알려진 Oxidative stress는 free radical에 의해 노화를 비롯한 여러 질환의 원인으로 밝혀졌고, 체내에는 oxidative stress에 대한 방어체계인 항산화효소계 (antioxidant system)가 존재하는 것으로 알려져 있다. SOD(Superoxide dismutase) 는 O_2^- 을 H_2O_2 로 dismutation하는 것을 촉매하여 O_2^- 을 제거시키는 효소로써 이때 생성된 H_2O_2 는 catalase나 glutathione peroxidase에 의해 물과 산소로 전환됨으로 최근에는 O_2^- 와 관련된 다양한 질병을 치료하는데 식품내의 SOD의 활성을 갖는 유사저분자 화합물이나 체내 SOD의 활성도를 증가시키려는 연구가 시도되고 있다.

Catalase는 O_2^- -generating system에 의해서 metal ion-dependent damage를 방어해주는 것으로 알려져 있으며, Xanthine oxidase(XO)는 생체내 purine 대사에 관여하는 효소로 hypoxanthine 또는 xanthine으로부터 uric acid와 H_2O_2 를 생성하는데 이들 이 효소의 저해는 항산화효과를 기대할 수 있는 것으로 알려져 있다.

이러한 연구 결과에도 불구하고 옥수수외의 경우 SOD활성 이외에 XO나 Catalase 효소의 기능성 연구는 전무한 상태이며, 단지 재래종(토종) 옥수수를 대신할 교잡종으로 국내 연구소나 시험장에서 일부 식용 찰옥수수의 품종개발이 이루어진바 있어 국내 옥수수 재배농가 일부 이를 이용하고 있으나, 이삭 크기나 수량 및 식미에서 크게 미흡한 상태이다.

따라서 이러한 현상의 비경제적이고 농민의 애로사항을 해결하기 위해서는 시급히 농가소득 증대를 위한 다수성이며 소비자의 기호에 맞는 고식미성인 동시에 국민건강을 위한 유색 찰옥수수 중에서 항산화성이 높은 다용도의 신품종 유색 찰옥수수 육성이 아래와 같은 측면에서 절실히 요구된다.

1) 기술적 측면

- 국내 유용 유전자원의 활용도를 크게 높임으로써 유전자원의 보존·수집 및 평가의 중요성을 고취한다.
- 다수성 옥수수 품종육성은 계통 육성된 교배친 간의 잡종강세이론(조합능력, 잡종강세)에 근거한 신품종 개발을 체계화한다.
- 신품종 개발에 의한 농가보급을 통해 과학 영농(교잡종 육성 경위, F1종자 채종, 교잡종의 재배상 장점)의 중요성을 크게 인식시킨다.
- 농산물 가공원료(제빵, 제과용, 면류, 스낵류 및 이유식·씨리얼 등 식품 첨가제)나 공업 원료(염료산업 분해성 플라스틱 제품원료 등)의 산업화를 위한 기술개발 및 이용이 가속화 될 것이다.

2) 경제·산업적 측면

- 옥수수 종자 수입(\$800만/년)에 필요한 국고 낭비를 최소화하기 위해 다수·고품질 품종육성 보급은 국가적으로 시급한 당면 과제이다.
- 식용옥수수 수확(7월 중순경) 후 이모작이 가능하므로 경지 이용율 및 농가소득을 크게 높일 수 있다.

- 수확 후 부산물(경엽)은 축산농가의 조사료용으로 활용할 수 있고, 녹비작물로 토양에 환원시킴으로 친환경 농법이 가능하다.
- 유색 옥수수를 포함한 유색 농산물 종자(유색미, 유색콩, 녹황색채소)에 대한 기능성 물질 분류, 추출, 정제 등을 통해 관련산업의 발전을 도모 할 수 있다.
- 현재 30% 미만의 식량 자급율을 높이는데 크게 기여할 것이며, 21C 한반도 식량문제를 해결하고 식량 무기화에 대비하기 위한 최우선 농업 전략 상품 중의 하나이다.

3) 사회·문화적 측면

- 친환경적이며 안정적인 다수·고품질의 농산물을 국민에게 공급하는 것이 국민 건강증진과 나아가 국가의 안위를 지키는데 최우선적 방법이다.
- 유전자 변형식물(GMO)에 대한 잠재적 위해성이나 생태계 파괴 등 현재 일각에서 우려하고 있는 불안 요인을 완전히 제거할 수 있다.
- 국내에서 개발된 다수·고품질의 신토불이 옥수수를 북한 지역까지 확대, 보급 시킴으로써 통일 대비 남·북한 식량난에 크게 기여할 것이며, 나아가 통일을 위한 기반조성에 크게 도움이 될 것이다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

1년차 (2004년)

주관 (충남대학교) 및 협동기관 (작물과학원)에서 각각 보유한 유색 찰옥수수 계통에 대한 수량성, 내재해성, 식미 관련형질을 평가·분석하고 동시에 농업과학기술원 유전자원과로부터 유색찰옥수수 계통을 분양 받아 기능성 관련 중요 특성을 위탁 기관에서 "연구개발 방법 및 설계" (본문 p:9 에 상세히 설명되었음)우수 계통을 선발 후에 우수 교배친을 동년에 월동용 보온 유리온실(충남대 소유)을 이용하여 본 실험 2년 차에 공시될 유색찰옥수수를 교배친 3그룹 (다수성, 향산화성, 고식미 관련성)을 상호 교배하여 100조합 이상의 교잡종 종자를 생산하여 주관 및 협동기관에 분담하여 2년차 실험용으로 제공한다.

구 분	연구 개발 목표	연구개발 내용 및 범위	연구 개발 결과
1차년도 (2004년)	<p>〈주관기관:충남대〉</p> <ul style="list-style-type: none"> • 보유계통에 대한 수량성, 내재해성 및 식미관련 특성 평가 • 교배친 파종후 교배 및 교잡종 종자생산 	<ul style="list-style-type: none"> • 유색 찰옥수수 주관 보유계통 종자 특성조사 (과피, 당도) • 교배친 선정 및 파종 • 군별 상호 교배, 종자 생산 <ul style="list-style-type: none"> - 다수성(1군), - 고식미성(2군), - 기능성(3군) • 교배친에 대한 특성 및 내재해성 특성조사 	<ul style="list-style-type: none"> -계통 종자의 색깔별 물성 조사 -교배친 선정, 파종 및 특성 조사 -교잡 종자 생산 (100 조합 이상)
	<p>〈협동기관:작과원〉</p> <ul style="list-style-type: none"> • 보유 및 분양종자에 대한 식미 관련 우수 계통 선발 	<ul style="list-style-type: none"> • 유색 찰옥수수 협동 보유계통 및 유전자원 분양의 특성 조사 • 교배친 선정 • 교배친 파종 및 군별 상호 교배에 의한 F₁ 종자 생산 (30조합 이상) <ul style="list-style-type: none"> - 다수성(1군), 고품질(2군), 고기능성(3군) • 교배친 파종 • 교배 계통에 대한 특성 및 내재해성 	<ul style="list-style-type: none"> -보유 계통 및 유전 자원에 대한 색깔별 물성 조사 -교배친 선정 -교배친 파종 및 F₁ 종자 생산 (30조합 이상)
	<p>〈위탁기관: 대덕Bio〉</p> <ul style="list-style-type: none"> • 유색 찰옥수수 분양 계통에 대한 고향산 화성 및 활성 물질 탐색 	<ul style="list-style-type: none"> • 유색 찰옥수수 분양 계통 종자에 대한 활성 물질 탐색 <ul style="list-style-type: none"> -SOD, XO 및 Catalase활성 측정 -우수계통 선발 후 협동에 제공 	<ul style="list-style-type: none"> -우수 계통 선발을 위한 향산화성 물질 탐색

2년차 (2005년)

전년(1년차)에 생산된 100조합 이상의 F1종자를 주관과 협동기관에 공동으로 파종하고 적정 비배관리를 통해 공동으로 상품성, 고식미성을 평가하고 이들 우수 교잡 종자를 고기능성 분석용으로 제공하여 향산화성 분석을 통해 우수한 교잡종을 5~10 조합 선발한다. 여기서 다목적용으로 선발된 교잡종에 대해서는 동계 재배를 통해 다량 종자를 증식한 후 주관을 포함한 협동 연구기관에 3년 차 실험용으로 분양하여 2006년(3년차)에 생산성 및 지역 적응성 검정용 종자로 공급되며, 동시에 일부 종자는 고향산화성 물질 분석 자료로 위탁기관에 제공한다.

구분	연구개발 목표	연구개발 내용 및 범위	연구 개발 결과
2차년도 (2005년)	<p><주관연구기관 : 충남대></p> <ul style="list-style-type: none"> 우수 교잡종 선발 (다수성, 고식미성, 내재해성) 우수 교잡종자 생산 (동계 온실 증식) 	<ul style="list-style-type: none"> 1년차 F₁종자(100조합) 파종 및 특성 조사 <ul style="list-style-type: none"> -대전, 수원 우수 교잡종 <선발기준> <ul style="list-style-type: none"> - 상품성 17cm이상 - 과피 50μm이하 - 당도: 10. Brix이상 우수 교배조합에 대한 종자 대량생산(온실 동계 재배) 향산화성 분석용 위탁기관 종자 제공 <ul style="list-style-type: none"> - 색깔별 재료제공 	<ul style="list-style-type: none"> 우수 교잡종 10% 선발 (5-10조합) 상품성, 내재해성, 식미조사 2년차용 공시 종자 대량 증식 (동계재배)
	<p><협동연구기관 : 작과원></p> <ul style="list-style-type: none"> 생산성 및 지적시험 	<ul style="list-style-type: none"> 100조합 교잡종자에 대한 우수 조합 (10%)선발 <1년차> <ul style="list-style-type: none"> - 수원 (경기), 충남 (예산) 	<ul style="list-style-type: none"> 우수 교잡종 선발 (10%) 상품성, 내재해성 및 식미조사
	<p><위탁연구기관 : 대덕 바이오></p> <ul style="list-style-type: none"> 기능성 및 물성 탐색 	<ul style="list-style-type: none"> 주관+협동에서 선발된 우수 교잡종에 대한 향산화성 검정 <ul style="list-style-type: none"> -SOD, XO, Catalase활성 측정 -우량조합선발 	<ul style="list-style-type: none"> 우수 교잡종에 대한 향산화성 비교 분석 평가

3년차 (2006년)

2년차에 얻어진 주관 및 협동 기관의 연구 분석 결과를 토대로 다수성, 고식미성, 고향산화성을 포함한 우수 유색 찰옥수수 교잡종 5~10개 정도의 조합에 대해서는 주관 및 협동기관에서 생산성을 2차 확인하고, 연구 기관에서 고향산화성 확인 시험과 종합하여 최종적으로 다용도의 최우수 품종으로 확정하게 된다.

구분	연구개발 목표	연구개발 내용 및 범위	연구 개발 결과
3차년도 (2006년)	<p><주관연구기관 : 충남대></p> <ul style="list-style-type: none"> 우수 선발 교배조합에 대한 생산성 및 지적 시험 (2년차) 우수 찰옥수수 종합 평가. 선발 및 확정 	<ul style="list-style-type: none"> (주관+협동 공동) : 선발된 10% 우수 교잡종(10조합)의 생산성 및 지적시험. (충남·북 지역) 특성평가 -다수성, 내재해성 고식미성 	<ul style="list-style-type: none"> -다수성, 고기능성 우수 교잡종 최종 확정 -종합 평가 및 보고서 작성
	<p><협동연구기관 : 작과원></p> <ul style="list-style-type: none"> 우수 선발된 교배조합에 대한 생산성 및 지적 시험(2년차) 	<ul style="list-style-type: none"> (주관+협동): 선발된 우수 교잡 종자 (10조합)에 대한 생산성 및 지적 시험 -수원(경기), 예산(충남) 특성 평가 -내재해성 (도복, 병해충) -수량성 -식미 관련 특성(과피, 당도등) 	<ul style="list-style-type: none"> -다수성·고기능성 우수 교잡종 선발 -종합평가 및 분석
	<p><위탁연구기관 : 대덕 Bio></p> <ul style="list-style-type: none"> 우수 선발 교잡종 찰옥수수 종자의 고기능성 확인 시험 	<ul style="list-style-type: none"> 선발된 우수 교잡종 (1-2조합)에 대한 고향산화성 확인 시험 -SOD, XO, Catalase활성측정 	<ul style="list-style-type: none"> -최종 선발된 교잡종에 대한 활성검정 -종합, 평가, 분석

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

다수성이며 고식미성인 동시에 국민건강을 위한 유색 찰옥수수 중에서 항산화성이 높은 다용도의 신품종 유색 찰옥수수 육성 품종이 소비자의 기호에도 크게 만족하는 것으로 나타났다.

이 같은 결과는 재배 농민의 품종선택에 대한 가장 큰 애로사항이 해결된 성과라고 판단된다.

따라서 시급히 농가소득 증대를 위해서는 재배면적 확대를 위한 생산성 및 지적 시험이 뒤따라야 하며, 나아가 종자 대량 생산과 보급 체계를 갖춘 산업체와의 차기 공동 추구 방안을 모색 중이므로 현재 추구하고 있는 본 연구가 조기 정착하기 위해서는 총체적인 책임을 이끌고 있는 당국의 적극적인 협조가 있기를 기대한다.

SUMMARY

This research was carried out to develop the new colored waxy maize cultivars with high yield and function using collected genetic resources. Botanical characteristics and antioxidants activities of the selected CNU waxy maize hybrids through experimental results of cooperative and commission institute including Chungnam Univ. as a main research institute were analyzed and evaluated for selection of superior hybrid with high yield and high table quality including function. These results are as follows:

1. Stem height of hybrids developed were 261.4cm in CNU93 and 213.8cm in CNU176. Ear height of these hybrids were 88.7cm in CNU33 and 137.2cm in CNU93 respectively.
2. Tiller per plant of CNU176 was the highest as 4.2 per plant and CNU1 appeared as 2.8. Days to tasseling was the shortest in CNU69 as 59 days. Ear length of CNU90 and CNU91 were over 21cm in two hybrids in compared to check, Chalok 1 of 16.5cm.
3. Pericarp thickness in white colored waxy hybrids CNU31, CNU65 and CNU70, purple waxy hybrids; CNU108 and CNU119, and yellow waxy hybrids; CNU70 and CNU88 were lower than 40 μ m in selection criterion

4. Sugar contents of the developed waxy maize hybrids were comparatively higher in CNU65, CNU88 and CNU211 hybrids than check while CNU138 hybrid was the lowest.
5. In function analysis, DPPH radical scavenging effect of methanol extracts for analysis of antioxidants were comparatively appeared highly in CNU504 and CNU752 lines and CNU19, CNU21 and CNU153 hybrid.
6. XO activities was comparatively high in CNU752 line and CNU19 hybrid.
7. Catalase activities with methanol extracts were high in CNU88 and CNU19. Analysis with hexane extracts were also higher in CNU1241 lines and CNU19 hybrid. For EtOA extracts showed highly antioxidant in CNU510 and CNU1265 lines and CNU19 and 153 hybrids.
8. In table quality, phenotype of ear of CNU12, CNU19, CNU38 and CNU153 hybrids were good than check, while sugar contents was high in CNU153, CNU173 hybrids, Yeonngong1, and tenderness was also high in CNU19, CNU21, than Yeonngong1 as a check.
9. Seed production of the developed CNU 19 hybrid will be well done, because days to tasseling of their parent were similia.

CONTENTS

Heading-----	1
Summary in Korean-----	2
Summary in English-----	9
Contents in English-----	11
Contents in Korean-----	13

Text

Chapter 1. Outlines of Research and Development-----	15
Section 1. Needs of Research and Development-----	15
Section 2. Goals and Contents of Research and Development-----	17
Section 3. Objective and Extent of Research and Development-----	19
Section 4. Method and Designs of Research and Development-----	22
Chapter 2. States of Technical Development in Korea and Foreign Countries -----	25
Section 1. States and Problem of Technical Development in Korea and Foreign Countries -----	25
Section 2. Prospects in the Future-----	27
Section 3. Propriety of Technical Introduction -----	28
Chapter 3. Results and Contents of Research and Development-----	29
Section 1. Characteristics of the developed lines-----	29
1. Botanical characteristics of the developed lines-----	29
2. Line selection for function analysis-----	31
Section 2. Selection of superior hybrids-----	31
1. Botanical characteristics of superior hybrids-----	31
2. Ear characteristics of superior hybrids-----	33
3. Table qualities of superior hybrids-----	36
4. Local adaptation test of superior hybrids-----	40

Section 3. Hybrids selection with the high yield and table qualities-----	48
1. Characteristics for superior hybrids selection-----	48
2. Selection of superior hybrids-----	53
3. Characteristics of the table qualities related -----	54
4. Growth response on pigment formation-----	55
5. Superior hybrids selection with high table qualities-----	56
6. Local adaptation test of superior hybrids(1)-----	57
7. Local adaptation test of superior hybrids(2)-----	63
Section 4. Selection of colored hybrids with the high yield-----	71
1. Antioxidative components and enzyme activities-----	71
2. Antioxidative components of colored hybrids corns with high qualities-----	90
Section 5. Discussion-----	95
1. Growth characters of CNU 19 waxy maize hybrid-----	95
2. Comparison of the major characters among domestic leading varities-----	96
 Chapter 4. Achievement of Target and Contribution of the Related Division -----	 98
 Chapter 5. Practical Plans for Research and Developmental Results-----	 99
 Chapter 6. Informations of Science and Technology Gained from Abroad during Research and Development -----	 99
 Chapter 7. Reference-----	 100

목 차

제출문-----	-1
요약문-----	-2
영문요약문-----	-9
영문목차-----	-11
목차-----	-13

본 문

제 1 장 연구 개발 과제의 개요 -----	-15
제 1 절 연구 개발의 필요성 -----	-15
제 2 절 연구 개발의 목표 및 내용 -----	-17
제 3 절 연구 개발의 목적 및 범위 -----	-19
제 4 절 연구 개발의 방법 및 실제 -----	-22
제 2 장 국내, 외 기술 개발 현황 -----	-25
제 1 절 국내, 외 기술 개발 현황과 문제점 -----	-25
제 2 절 앞으로의 전망 -----	-27
제 3 절 기술 도입의 타당성 -----	-28
제 3 장 연구 개발의 수행 내용 및 결과 -----	-29
제 1 절 육성계통의 특성평가 -----	-29
1. 식물학적 특성 -----	-29
2. 기능성 분석용 품종선발 -----	-31
제 2 절 우수 교잡종 선발 -----	-31
1. 식물학적 특성 -----	-31
2. 주요 교잡종의 이삭특성 -----	-33
3. 주요 교잡종의 식미관련 특성 -----	-36
4. 지역 적응성 검정시험 -----	-40
제 3 절 다수성, 고식미성 품종선발 -----	-48
1. 우수 교잡종 특성평가 -----	-48
2. 우수 교잡종 선발 -----	-53
3. 식미관련 우수교잡종의 특성조사 -----	-54

4. 색소형성 반응시험 -----	55
5. 식미 특성 주요 교잡종 선발 -----	56
6. 우수 교잡종 지적시험 (1) -----	57
7. 우수 교잡종 지적시험 (2) -----	63
제 4 절 유색 찰옥수수 다수성 및 고기능성 품종 선발시험 -----	71
1. 항산화성 및 물질탐색 -----	71
2. 우수 교잡종 찰옥수수의 고기능성 확인시험 -----	90
제 5 절 종합고찰-----	95
1. CNU 19 교잡종의 생육특성-----	95
2. 국내 주요품종 간 특성 비교-----	96
제 4 장 목표 달성도 및 관련 분야에서의 기여도 -----	98
제 5 장 연구 개발 결과의 활용 계획 -----	99
제 6 장 연구 개발 과정에서의 수집한 해외 과학 기술 정보 -----	99
제 7 장 참고 문헌 -----	100

제 1 장 연구 개발 과제의 개요

제 1 절 연구 개발의 필요성

1. 연구 개발의 필요성

최근 식용옥수수 소비가 급증하면서 재배 면적 역시 매년 점진적인 증가 (식용옥수수: '86:7.8천ha '92:12.8천ha , '00:14.1천ha) 경향을 보이고 있다.

그러나 소비자의 식생활 패턴이 향상됨에 따라 종전의 양보다 건강을 위한 고품질·고기능성을 갖는 양질의 농산물이나 이를 소재로 한 가공품을 선호하는 경향이다. 이와 같은 현상으로 녹·황색 채소의 소비증가와 동시에 유색콩, 유색미 및 유색 농산물의 소비가 증가되고 있는 실정이다. 이에 따라 국내·외 관련 학자들의 연구가 활발하게 진행되고 있다. 녹·황색 식품 중에서 항산화제 (antioxidants)를 더 많이 섭취한 사람들이 노화로부터 기인되는 질환에 걸릴 확률이 더 낮다고 보고되고 있으며 또한 사람을 대상으로 한 역학 조사에서 항산화제가 풍부한 과일과 채소를 소비한 사람들이 여러 가지 유형의 발암율이 2배 정도 낮은 것으로 보고되었다. 이외에 노화 촉진 원인 중의 하나로 알려진 Oxidative stress는 free radical에 의해 노화를 비롯한 여러 질환의 원인으로 밝혀졌고, 체내에는 oxidative stress에 대한 방어체계인 항산화효소계 (antioxidant system)가 존재하는 것으로 알려져 있다. SOD(Superoxide dismutase)는 O_2^- 을 H_2O_2 로 dismutation하는 것을 촉매하여 O_2^- 을 제거시키는 효소로써 이때 생성된 H_2O_2 는 catalase나 glutathione peroxidase에 의해 물과 산소로 전환됨으로 최근에는 O_2^- 와 관련된 다양한 질병을 치료하는데 식품내의 SOD의 활성을 갖는 유사저분자 화합물이나 체내 SOD의 활성도를 증가시키려는 연구가 시도되고 있다. Catalase는 O_2^- -generating system에 의해서 metal ion-dependent damage를 방어해주는 것으로 알려져 있으며, Xanthine oxidase(XO)는 생체내 purine 대사에 관여하는 효소로 hypoxanthine 또는 xanthine으로부터 uric acid와 H_2O_2 를 생성하는데 이들 이 효소의 저해는 항산화효과를 기대할 수 있는 것으로 알려져 있다.

이러한 연구 결과에도 불구하고 옥수수 경우 SOD활성 이외에 XO나 Catalase 효소의 기능성 연구는 전무한 상태이며, 단지 재래종(토종) 옥수수를 대신할 교잡종으로 국내 연구소나 시험장에서 일부 식용 찰옥수수의 품종개발이 이루어진바 있어 국내 옥수수 재배농가 일부 이를 이용하고 있으나, 이삭 크기나 수량 및 식미에서 크게 미흡한 상태이다.

따라서 이러한 현상의 비경제적이고 농민의 애로사항을 해결하기 위해서는 시급히 농가소득 증대를 위한 다수성이며 소비자의 기호에 맞는 고식미성인 동시에 국민건강을 위한 유색 찰옥수수 중에서 항산화성이 높은 다용도의 신품종 유색 찰옥수수 육성이 아래와 같은 측면에서 절실히 요구된다.

1) 기술적 측면

- ① 국내 유용 유전자원의 활용도를 크게 높임으로써 유전자원의 보존·수집 및 평가의 중요성을 고취한다.
- ② 다수성 옥수수 품종육성은 계통 육성된 교배친 간의 잡종강세이론(조합능력, 잡종강세)에 근거한 신품종 개발을 체계화한다.
- ③ 신품종 개발에 의한 농가보급을 통해 과학 영농(교잡종 육성 경위, F1 종자 채종, 교잡종의 재배상 장점)의 중요성을 크게 인식시킨다.
- ④ 농산물 가공원료(제빵, 제과용, 면류, 스낵류 및 이유식·씨리얼 등 식품 첨가제)나 공업 원료(염료산업 분해성 플라스틱 제품원료 등)의 산업화를 위한 기술개발 및 이용이 가속화 될 것이다.

2) 경제·산업적 측면

- ① 옥수수 종자 수입(\$800만/년)에 필요한 국고 낭비를 최소화하기 위해 다수·고품질 품종육성 보급은 국가적으로 시급한 당면 과제이다.
- ② 식용 옥수수 수확 (7월 중순경) 후 이모작이 가능하므로 경지 이용률 및 농가소득을 크게 높일 수 있다.
- ③ 수확 후 부산물(경엽)은 축산농가의 조사료용으로 활용할 수 있고, 녹비 작물로 토양에 환원시킴으로 친환경 농법이 가능하다.

- ④ 유색 옥수수를 포함한 유색 농산물 종자(유색미, 유색콩, 녹황색채소)에 대한 기능성 물질 분류추출, 정제 등을 통해 관련 산업의 발전을 도모할 수 있다.
- ⑤ 현재 30%미만의 식량 자급율을 높이는데 크게 기여할 것이며, 21C 한반도 식량문제를 해결하고 조식량 무기화에 대비하기 위한 최우선 농업 전략상품 중의 하나이다.

3) 사회·문화적 측면

- ① 친환경적이며 안정적인 다수·고품질의 농산물을 국민에게 공급하는 것이 국민 건강증진과 나아가 국가의 안위를 지키는데 최우선적 방법이다.
- ② 유전자 변형식물(GMO)에 대한 잠재적 위해성이나 생태계 파괴 등 현재 일각에서 우려하고 있는 불안 요인을 완전히 제거할 수 있다.
- ③ 국내에서 개발된 다수, 고품질의 신토불이 옥수수를 북한 지역까지 확대·보급시킴으로써 통일대비 남·북한 식량난에 크게 기여할 것이며, 나아가 통일을 위한 기반조성에 크게 도움이 될 것이다.

제 2 절 연구 개발의 목표 및 내용

1. 연구개발 목표와 내용

1년차 (2004년)

주관 연구 기관 (충남대) 및 협동기관 (작물시험장)에서 각각 보유한 유색 찰옥수수 계통에 대한 수량성, 내재해성, 식미 관련형질을 평가·분석하고 동시에 농

과원 유전자원과로부터 유색찰옥수수 계통을 분양 받아 기능성 관련 중요 특성을 위탁 기관에서 “연구개발 방법 및 설계” (본문 p:9 에 상세히 설명되었음)우수계통을 선발후에 우수 교배친을 동년에 월동용 보온 유리온실(충남대 소유)을 이용하여 본 실험 2년 차에 공시될 유색찰옥수수를 교배친 3그룹 (다수성, 향산화성, 고식미 관련성)을 상호 교배하여 100조합 이상의 교잡종 종자를 생산하여 주관 및 협동기관에 분담하여 2년차 실험용으로 제공한다.

2년차 (2005년)

전년도(1년 차)에 생산된 100조합 이상의 F1종자를 주관과 협동 기관에 공동으로 과종하고 적정 비배관리를 통해 공동으로 상품성, 고식미성을 평가하고 이들 우수 교잡 종자를 고기능성 분석용으로 제공하여 향산화성 분석을 통해 우수한 교잡종을 5~10 조합 선발한다. 여기서 다목적용으로 선발된 교잡종에 대해서는 동계 재배를 통해 다량 종자를 증식한 후 주관을 포함한 협동 연구기관에 3년차 실험용으로 분양하여 2006년(3년차)에 생산성 및 지역 적응성 검정용 종자로 공급되며, 동시에 일부 종자는 고향산화성 물질 분석 자료로 위탁기관에 제공한다.

3년차 (2006년)

2년 차에 얻어진 주관 및 협동 기관의 연구 분석결과를 토대로 다수성, 고식미성, 고향산화성을 포함한 우수 유색찰옥수수 교잡종 5~10개 정도의 조합에 대해서는 주관 및 협동기관에서 생산성을 2차 확인하고, 연구 기관에서 고향산화성 확인 시험과 종합하여 최종적으로 다용도의 최우수 품종으로 확정하게 된다.

제 3 절 연구개발 목적 및 범위

1년차 (2004년)

■ 주관연구기관 : 충남대학교

1. 연구 개발 목표

- 1) 보유 계통에 대한 수량성, 내재해성 및 식미관련 특성 평가
- 2) 교배친 파종후 교배 및 교잡종 종자생산

2. 연구 개발 내용 및 범위

- 1) 유색 찰옥수수 주관 보유계통 종자 특성조사 (과피, 당도,)
- 2) 교배친 선정 및 파종
- 3) 군별 상호 교배, 종자 생산
 - 다수성(1군), 고식미성(2군), 기능성(3군)
- 4) 교배친에 대한 특성 및 내재해성 특성조사

■ 협동연구기관 : 작물과학원

1. 연구개발 목표

- 1) 보유 및 분양종자에 대한 식미 관련 우수 계통 선발

2. 연구개발 내용 및 범위

- 1) 유색 찰옥수수 협동 보유계통 및 유전자원 분양의 특성 조사
- 2) 교배친 선정
- 3) 교배친 파종 및 군별 상호 교배에 의한 F1 종자 생산 (30조합 이상)
 - 다수성(1군), 고품질(2군), 고기능성(3군)
- 4) 교배친 파종
- 5) 교배 계통에 대한 특성 및 내재해성

■ 위탁연구기관 : 대덕 바이오

1. 연구개발 목표

- 1) 유색 찰옥수수 분양 계통에 대한 고향산화성 및 활성 물질 탐색

2. 연구개발 내용 및 범위

- 1) 유색 찰옥수수 분양계통 종자에 대한 활성 물질 탐색 - SOD, XO 및 Catalase활성측정
- 2) 우수계통 선발 후 협동에 제공

2년차 (2005년)

■ 주관연구기관 : 충남대학교

1. 연구개발 목표

- 1) 우수 교잡종 선발- 다수성, 고식미성, 내재해성
- 2) 우수 교잡종자 생산- 동계 온실 증식

2. 연구개발 내용 및 범위

- 1) 1년차 F1종자(100조합) 과종 및 특성 조사 - 대전, 수원
- 2) 우수 교잡종 선발
<선발기준: 상품성 17cm이상, 과피 50 μ m이하, 당도: 10. Brix이상>
- 3) 우수 교배 조합에 대한 종자 대량 생산 -온실 동계 재배
- 4) 향산화성 분석용 위탁기관 종자제공- 색깔별 제공

■ 협동연구기관 : 작물과학원

1. 연구개발 목표

- 1) 생산성 및 지적시험
- 2) 우수 교잡종 선발

2. 연구개발 내용 및 범위

- 1) 100조합 교잡종자에 대한 우수조합 (10% 선발; 1년차)
- 수원 (경기), 충남 (예산)

■ 위탁연구기관 : 대덕 바이오

1. 연구개발 목표

- 1) 기능성 및 물성 탐색

2. 연구개발 내용 및 범위

- 1) 주관 + 협동에서 선발된 우수 교잡종에 대한 황산화성 검정
- SOD, XO, Catalase활성측정
- 2) 우수 조합 선발

3년차 (2006년)

■ 주관연구기관 : 충남대학교

1. 연구개발 목표

- 1) 우수 선발 교배조합에 대한 생산성 및 지적 시험 (2년차)
- 2) 우수 착육수수 종합 평가. 선발 및 확정

2. 연구개발 내용 및 범위

- 1) 주관+협동에서 선발된 10% 우수 교잡종(10조합)의 생산성 및 지적시험.
충남·북지역
- 2) 특성 평가 -다수성, 내재해성 고식미성

■ 협동연구기관 : 작물과학원

1. 연구 개발 목표

- 1) 우수 선발된 교배조합에 대한생산성 및 지적 시험(2년차)

2. 연구개발 내용 및 범위

- 1) 주관+협동에서 선발된 우수 교잡 종자 (10조합)에 대한 생산성 및 지적 시험
-수원(경기), 충남(예산)
- 2) 특성평가 - 내재해성 (도복, 병해충), 수량성, 식미 관련 특성(과피, 당도등)

■ 위탁연구기관 : 대덕 바이오

1. 연구 개발 목표

- 1) 우수 선발 교잡종 착육수수 종자의 고기능성 확인 시험

2. 연구개발 내용 및 범위

- 1) 선발된 우수 교잡종(1-2조합)에 대한 고향산화성 확인 시험
-SOD, XO, Catalase활성 측정

제 4 절 연구 개발 방법 및 설계

1년차 (2004년)

■ 주관 및 협동연구기관

주관 연구기관(충남대)과 협동기관(작과원)에서 현재육성 보유하고 있는 유색 (노랑, 자주, 검정) 찰옥수수 계통과 농과원으로부터 분양 받은 재래종 유색 찰옥수수에 대해 1차년도에 각 기관에서 식미 관련 물성 검정(과피, 경동, 당도) 및 주요 이삭 특성을 조사하고 F1을 생산한다. 주관 및 협동기관에서 보유하고 있는 찰옥수수 450 계통에 대해 항산화성 측정으로 ① antocyanin추출 ② 정성시험(크로마토그래피) ③ TBA가 측정에 의한 SOD 활성측정, XO활성측정 및 Catalase활성측정 등을 분석하여 우수계통 종자를 주관과 협동기관에 2년 차 교배친으로 주관기관에 주요 분석결과를 제공한다.

■ 위탁 연구 기관

유색 찰옥수수에 대한 항산화성 물질탐색을 위한 실험 방법은 다음과 같다.

1. Antocyanin 추출

마개가 있는 50 ml 원심 분리관에 일정양의 유색 옥수수 분말 시료를 lead acetate 용액 10ml를 넣고 혼합한다. NH₄OH 0.5ml를 가하여 다시 흔들어 준다. 침전물이 생길 때까지 원심 분리하여 맑은 상등액은 버린다. 상등액이 맑지 않으면 lead acetate 용액을 더 첨가하여 다시 원심 분리한다. 침전물에 80% alcohol 25ml를 넣고 잘 혼합하여 원심 분리한 후 상등액은 버리고 다시 이 과정을 1회

반복한다. 침전물에 n-BuOH 10ml, HCl 1ml를 가하여 유색의 침전이 PbCl₂로 전환될 때까지 강하게 흔들어 준다. 맑은 액체는 분별 깔대기에 옮기고, 침전물에 n-BuOH 5ml를 가하여 잘 혼합한 후 원심 분리하여 맑은 상등액을 앞의 분별 깔대기에 합한다. 분별 깔대기에 석유 에테르 100ml를 가하여 잘 흔들어주고 방치시켜 액층이 완전히 분리되면, 하층의 액층(약 2ml)을 눈금이 있는 15ml 원추형 원심 분리관에 옮긴다. 분별 깔대기에 증류수 0.2~0.5ml를 가하고 흔들어 준 후, 하층의 액층을 위의 원추형 원심 분리관에 모으고 총 2.5ml가 될 때까지 이 과정을 반복한다.

2. 정성 시험 (크로마토그래피)

TLC plate에 시료를 점적하여 TLC plate를 전개용매에 담그고 뚜껑을 덮어 실온에서 약 16시간동안 전개시킨다. 전개가 끝나면 TLC plate를 꺼내어 건조시킨다.

3. 황산화 물질 분석

① TBA 가 (thiobarbituric acid value)의 측정

10 mM phosphate buffer, pH 7.4에 부유시킨 일정농도의 유색옥수수 시료를 5 mL 시험관에 취하고, 여기에 15% trichloroacetic acid 용액 1 mL, 0.75% thiobarbituric acid 500 μ L을 첨가한다. 시험관에 마개를 한 후 끓는 물에서 15분간 가열한 후 얼음물에서 급속히 냉각시키고 3,000 rpm에서 10분간 원심 분리한다. 상층액의 흡광도(533 nm)를 측정하여 TBA 가를 구한다.

② Superoxide dismutase (SOD) 활성의 측정

10 mM phosphate buffer, pH 7.4를 미리 넣은 6개의 시험관에 각각 10~80%씩 넣고, 각 시험관에 1.5 mM NBT 0.2 mL를 넣은 후 12분간 균일하게 광조사시킨다. Riboflavin을 넣은 후 빛을 차단한 후 560nm에서 흡광도를 측정한다. 6개의 시험관에 함유된 시료에 의해 형성된 정량곡선에서 SOD 활성도를 산출한다. 즉, NBT의 최대 환원을 50% 저지한 SOD의 양을 1 unit로 하여 시료의 SOD 활성에 미치는 영향을 산출한다.

③ Xanthine oxidase (XO) 활성의 측정

10 mM phosphate buffer, pH 7.4, 0.75 mL에 일정 농도의 시료 250 μ L를 넣은 후 mixing하고 xanthine 15 μ L를 넣는다. 10 μ L의 xanthine oxidase

를 첨가한 후 반응을 개시한다. 실온에서 295 nM에서 3분간 연속적으로 측정된 O.D. 값을 %control로 하여 효소의 활성도를 비교한다. 3개의 standard reference를 동시에 측정하여 비교한다.

④ Catalase 활성의 측정

0.05 M potassium phosphate buffer, pH 7.4에 0.02 M의 hydrogen peroxide를 넣고 일정 농도의 시료를 첨가한 후 최종 부피가 3mL이 되도록 한다. 240mM에서 2분간의 흡광도를 연속적으로 측정하여 분당 흡광도의 감소율을 구한다.

위와 같은 항산화 물질 분석 방법을 종합하여 우수계통을 주관기관에 제공하여 유색 찰옥수수 품종의 교배친으로 활용하게 된다.

2년차 (2005년)

이어 2년차에는 주관 연구기관 및 협동기관에서 생산된 유색 찰옥수수 150조합 이상의 종자를 주관 및 협동기관에 분산·파종하여 각 지역별 주관(3개 지역 이상), 협동(2개 지역 이상)에 생산성 및 지역적응성 검정을 실시하고 이들 공시 교잡종들 대해 수량성, 내재해성 및 식미 관련 형질들을 지역별로 평가한 후 종합 분석을 거쳐 이들 중 우수 교잡종 10~15 조합(10%)을 확정하고, 동년에 선발된 우수 조합에 대해서만 동계 보온 온실에서 다량 종자증식을 실시하여 차기 년도의 주관 및 협동기관의 공시 실험자료와 위탁기관의 분석용 재료로 공급한다. 파종된 우수교잡을 포장 선발하여 우수성을 재확인하고 항산화성 물질 분석을 실시한다.

3년차 (2006년)

한편 주관 연구기관과 협동 기관 및 위탁기관의 분석결과 공동으로 우수조합으로 선발된 조합에 대해 동계 재배를 통해 다량 종자 생산을 실시하고 이들 종자를 최종 3년차에 주관과 협동 연구기관에 2차 생산성 및 지적 시험을 실시하여 전년도와 같이 이들 우수조합에 대한 수량성, 식미 관련 형질을 고루 갖춘 최우수 식용 찰옥수수를 선정함과 동시에 이들 교잡종자를 위탁기관에서 기능성 확인 시험을 거쳐 최종 우수 유색찰 옥수수 품종을 선정한다.

제 2 장 국내·외 기술개발 현황

제 1 절 국내·외 관련기술의 현황과 문제점

1. 국내 기술개발 현황

최근 소비자의 식생활 패턴이 향상됨에 따라 종전의 양보다 건강을 위한 고품질·고기능성을 갖는 양질의 농산물이나 이를 소재로 한 가공품을 선호하는 경향이다. 이와 같은 현상으로 녹·황색 채소의 소비증가와 동시에 유색콩, 유색미 및 유색 농산물의 소비가 증가되고 있는 실정이다. 이에 따라 국내·외 관련 학자들의 연구가 활발하게 진행되고 있다. 녹·황색 식품 중에서 항산화제(antioxidants)를 더 많이 섭취한 사람들이 노화로부터 기인되는 질환에 걸릴 확률이 더 낮다고 보고되고 있으며 또한 사람을 대상으로 한 역학 조사에서 항산화제가 풍부한 과일과 채소를 소비한 사람들이 여러 가지 유형의 발암율이 2배 정도 낮은 것으로 보고되었다. 이외에 노화 촉진 원인 중의 하나로 알려진 Oxidative stress는 free radical에 의해 노화를 비롯한 여러 질환의 원인으로 밝혀졌고, 체내에는 oxidative stress에 대한 방어체계인 항산화효소계(antioxidant system)가 존재하는 것으로 알려져 있다. SOD(Superoxide dismutase)는 O_2^- 을 H_2O_2 로 dismutation하는 것을 촉매하여 O_2^- 을 제거시키는 효소로써 이때 생성된 H_2O_2 는 catalase나 glutathione peroxidase에 의해 물과 산소로 전환됨으로 최근에는 O_2^- 와 관련된 다양한 질병을 치료하는데 식품내의 SOD의 활성을 갖는 유사저분자 화합물이나 체내 SOD의 활성도를 증가시키려는 연구가 시도되고 있다. Catalase는 O_2^- -generating system에 의해서 metal ion-dependent damage를 방어해주는 것으로 알려져 있으며, Xanthine oxidase(XO)는 생체내 purine 대사에 관여하는 효소로 hypoxanthine 또는 xanthine으로부터 uric acid와 H_2O_2 를 생성하는데 이들 이 효소의 저해는 항산화효과를 기대할 수 있는 것으로 알려져 있다.

이러한 연구 결과에도 불구하고 옥수수외의 경우 SOD활성 이외에 XO나 Catalase 효소의 기능성 연구는 전무한 상태이며, 단지 재래종(토종) 옥수수를 대신할 교잡종으로 국내 연구소나 시험장에서 일부 식용 찰옥수수의 품종개발이 이루어진바 있어 국내 옥수수 재배농가 일부 이를 이용하고 있으나, 이삭 크기나

수량 및 식미에서 크게 미흡한 상태이다.

따라서 이러한 현장의 비경제적이고 농민의 애로사항을 해결하기 위해서는 시급히 농가소득 증대를 위한 다수성이며 소비자의 기호에 맞는 고식미성인 동시에 국민건강을 위한 유색 찰옥수수 중에서 항산화성이 높은 다용도의 신품종 유색 찰옥수수 육성이 아래와 같은 측면에서 절실히 요구된다.

2. 국내·외 기술 개발의 문제점

최근 들어 국민의 의식이 건강을 위한 고품질·고기능성을 갖는 양질의 농산물이나 이를 소재로 한 가공품을 선호하는 경향을 보임에 따라 녹·황색 채소의 소비 증가와 더불어 유색콩, 유색미 및 유색 농산물의 소비가 증가되고 있는 실정이다. 이러한 연구는 녹·황색 식품 중에서 항산화제 (antioxidants)를 더 많이 섭취한 사람들이 노화로부터 기인되는 질환에 걸릴 확률이 더 낮다고 보고되고 있으며 또한, 동물이나 인체 역학 조사에서 항산화제가 풍부한 과일과 채소를 소비한 사람들이 여러 가지 유형의 암 발생율이 2배정도 낮은 것으로 보고됨에 따라 활발한 연구가 수행되고 있다. 이 중에서 노화 촉진 원인 중의 하나로 알려진 Oxidative stress는 free radical에 의해 노화를 비롯한 여러 질환의 원인으로 밝혀졌고, 체내에는 oxidative stress에 대한 방어체계인 항산화효소계 (antioxidant system)가 존재하는 것으로 알려진 바 있으며, SOD(Superoxide dismutase)는 O_2^- 을 H_2O_2 로 dismutation하는 것을 촉매하여 O_2^- 을 제거시키는 효소로써 이때 생성된 H_2O_2 는 catalase나 glutathione peroxidase에 의해 물과 산소로 전환됨으로 최근에는 O_2^- 와 관련된 다양한 질병을 치료하는데 식품내의 SOD의 활성을 갖는 유사 저분자 화합물이나 체내 SOD의 활성도를 증가시키려는 연구가 시도되고 있다.

또한 Catalase는 O_2^- -generating system에 의해서 metal ion-dependent damage를 방어해주는 것으로 알려져 있으며, Xanthine oxidase(XO)는 생체내 purine 대사에 관여하는 효소로 hypoxanthine 또는 xanthine으로부터 uric acid와 H_2O_2 를 생성하는데 이들 이 효소의 저해는 항산화효과를 기대할 수 있는 것으로 알려져 있으나 옥수수의 경우 SOD활성 이외에 XO나 Catalase 효소의 기능성 연구는 전무한 상태이다.

여기에 관행적으로 재배하고 있는 재래종 옥수수를 대신할 고기능성 교잡종 옥수수의 개발은 연구된 바 없고 단지 국내 연구소나 시험장에서 일부 식용 찰옥수수의 품종이 몇 개가 출원되어 재배되고 있으나, 이삭 크기나 수량 및 식미에

서 크게 미흡한 상태이다.

따라서 이러한 현장의 비경제적이고 농민의 애로사항을 해결하기 위해서는 시급히 농가소득 증대를 위한 다수성이며 소비자의 기호에 맞는 고식미성인 동시에 국민건강을 위한 유색 찰옥수수 중에서 향산화성이 높은 다용도의 신품종 유색 찰옥수수 육성이 절실히 요구되고 있어 본인(1998, 2002, 2004, 2006) 등에 의해 이에 대한 연구가 수행되고 있다.

제 2 절 앞으로의 전망

본 실험이 3년의 단기간에 성공할 수 있는 이유는 주관 및 협동 기관에서 유색 찰옥수수 육성계통을 상당수 확보하고 있기 때문에 이들 계통을 상호 교배한 교잡종을 2년에 걸쳐 생산력 및 지역적응성 시험이 가능하며, 따라서 이에 대한 연구가 조기에 성과를 거둠으로써 다음과 같은 효과가 전망된다.

첫째, 기술적 측면에서는 종자 생산 체계의 중요성 및 잡종강세 육종이 농가 생산성 증대 및 소득증대를 위해서는 재배 농민에게 과학영농의 중요성이 크다는 것을 인식시킬 수 있고, 국내 유전 자원의 활용도를 크게 높힘으로써 유전자원의 보존·수집 및 평가의 중요성을 고취할 뿐만아니라 녹황색 농산물에 대한 향산화성, 노화방지 및 생리활성 물질을 탐색하여 기능성 물질의 다량 생산·보급으로 국민 건강에 크게 기여할 수 있는 기술축적의 계기를 마련할 수 있다.

둘째, 경제·산업적 측면은 현재 재배되고 있는 재래종 및 토종에 비해 10~20% 이상의 생산성 제고로 농가 소득 증대에 크게 기여할 수 고, 식용 옥수수 수확 (7월 중순경 완료) 후 타작물의 이모작이 가능하므로 경지 이용율 및 농가소득을 크게 높일 수 있다. 국내의 순수한 유전자원을 관행 육종 기술에 의해 종자 및 농산물이 소비자에게 공급됨으로 GMO에 대한 국민의 잠재적 위해성으로 완전 해방할 수 있고, 수확 후 부산물(경엽)은 축산농가의 조사료용으로 활용내지는 녹비작물로 토양에 환원시킴으로써 친환경 농법이 가능하다. 또한 우수 품종의 연구 개발로 재배 면적을 확대함으로써 통일대비 북한 주민의 식량난 해소에 크게 기여 할 수 으며, 유색

옥수수를 포함한 유색 농산물 종자(유색미, 유색콩, 녹황색채소)에 대한 기능성 물질 분류, 추출, 정제 등을 통해 식품제조 등 관련산업의 발전을 도모 할 수 있다. 그밖에도 동남아(식용) 및 세계 시장(공업 및 산업원료)에 대해 유색 찰옥수수의 수출 가능성이 기대 될 뿐만아니라. 재래종에 비해 종실 수량이 10~20%의 증수가 가능하므로 공업용 원료로 염료산업, 부식성 스티로폴 원료, 제품용 (제빵, 제과, 면류, 스낵, 식품첨가제 등)등의 관련 산업이 크게 활성화 될 것이다.

제 3 절 기술 도입의 타당성

현재 주관 및 협동 연구 기관에서 육성된 유색 찰옥수수를 조합해서 1년차에 교잡종 생산을 완성하고 마지막 3년차(2007년)에 이들 종자를 각 지역에 분양하여 생산성 및 지적시험을 걸쳐게 되면 단기간(2년)내에 우수한 신품종 개발이 가능하다. 이와 같이 본 실험에 대한 집중적인 투자와 노력에 의해 단기간 내에 다수성·고식미성·고기능성을 갖는 유색 찰옥수수의 신품종 개발이 조기에 성공되면, 이어 체계적인 종자 생산 체계를 통해 농가 보급 단계를 거쳐게 된다. 이에 대한 재배법이나 관리요령은 현재 실시되고 있는 인터넷 및 통신매체를 통해 주관 기관으로부터 집중적인 관리가 이루어질 계획이다.

제 3 장 연구 개발 수행 내용 및 결과

제 1 절 육성 계통의 특성 평가

1년차 (2004년)

■ 주관기관 및 협동연구기관

1. 식물학적 특성

주관 연구기관(충남대)과 협동기관(작시)에서 현재육성 보유하고 있는 유색(노랑, 자주, 검정) 찰옥수수 계통과 농과원으로부터 분양 받은 재래종 유색 찰옥수수에 대해 1차년도에 각 기관에서 수량성, 내재해성 등 주요 특성 및 식미 관련 물성 검정(과피, 경도, 당도) 및 주요 이삭 특성을 조사하고 F₁을 생산한다. 주관 및 협동기관에서 보유하고 있는 찰옥수수 450 계통에 대해 항 산화성 측정용으로 시료를 제공한다.

Table 1. Major characteristics of the CNU waxy inbred lines using function analysis (2004. Chungnam Univ.)

Character Hybrids	Stem ht. (cm)	Ear ht. (cm)	Stem dia. (mm)	Days to silking (day)	Ear length (cm)	Ear dia. (cm)	Pericarp thickness (μ m)	Seed coat color	Function analysis (No.)
CNU94	235	115.0	12.2	78	11.5	4.2	64	yellow	-
CNU141	226	93.0	13.6	78	14.0	3.9	55	yellow	-
CNU248	184	90.6	14.5	70	11.6	3.4	61	yellow	-
CNU451	166	64.6	12.3	69	13.3	3.3	41	yellow	-
CNU504	146	33.6	9.1	62	12.4	4.2	49	white	-

CNU504(P)	181	39.6	10.2	60	10.4	3.6	43	white	-
CNU504-3	155	44.8	10.3	57	7.8	4.0	45	white	1
CNU509	137	35.0	8.6	60	10.4	3.2	39	white	-
CNU510	206	65.2	8.7	68	12.7	3.4	41	white	2
CNU511	208	55.8	9.2	68	11.4	3.3	38	white	-
CNU513	194	71.6	8.4	68	11.2	3.0	37	white	-
CNU551	189	78.4	13.9	71	12.0	3.9	56	백색	-
CNU752	251	116.0	15.9	78	13.6	3.6	63	노란색	13
CNU887-1	128	40.4	9.5	57	12.4	3.8	38	백색	-
CNU1140	112	23.0	10.7	55	11.2	3.7	42	백색	-
CNU1173	198	95.4	12.7	73	11.1	3.9	52	자주색	3
CNU1226	239	115.2	13.3	78	12.0	3.1	70	자주색	-
CNU1241	237	113.6	13.6	76	12.0	3.6	73	자주색	4
CNU1250	225	99.5	12.7	68	10.2	3.5	64	자주색	-
CNU1265	223	101.0	12.3	78	12.4	5.6	74	자주색	5
CNU1324	223	112.8	11.9	74	13.3	6.2	59	자주색	6
CNU2296	160	41.0	8.6	62	11.2	3.8	40	노란색	-
CNU2307	145	31.4	11.8	59	9.8	3.2	38	흰색	-

* 위탁기관에 제공된 유색 촬육수수 계통

2. 기능성 분석에 의한 품종 선발

Table 2. Major characteristics of CNU maize hybrids using function analysis.

Character Hybrids	Stem ht. (cm)	Ear ht. (cm)	Stem dia. (mm)	Days to silking (day)	Ear length (cm)	Ear dia. (cm)	pericarp thickness (μm)	Seed coat color	Function analysis (No.)
cnu451x249	268	99.3	15.9	67	12.8	4.3	41	노란색	7
cnu551x94	270	105.0	14.4	65	12.3	4.2	56	노란색	8
cnu752x139	310	155.0	14.2	74	12.0	3.9	67	노란색	
cnu752x890	286	123.0	13.4	72	10.0	3.8	64	노란색	9
cnu1173x1226	303	134.6	13.6	67	11.2	4.0	52	자주색	12
cnu1241x1330	218	99.0	14.0	73	10.8	4.1	51	자주색	10
cnu1265x1250	226	93.0	13.9	78	7.6	3.5	52	자주색	11
cnu1226x1324	239	99.0	12.7	78	11.0	3.6	56	자주색	
cnu504x2307	232	88.8	14.3	65	11.1	3.8	59	백색	
cnu2296x887- 1	255	92.8	14.8	66	13.0	4.5	40	노란색	

* 위탁기관에 제공된 유색 찰옥수수 교잡종

제 2 절 우수교잡종 선발 시험

2년차 (2005년)

■ 주관연구기관

1. 식물학적 특성

우수 교잡종 선발을 위해 1차년도(2004)에 생산된 280조합을 주관 280 조합,

협동 60조합을 각각 분담하여 주관은 5월 5일에 파종하고 기타 비배관리는 농진청 옥수수 표준 재배법에 준하였다. 생육, 이삭관련 특성 및 내재해성 조사는 다음 표와 같다.

Tale 1. Major agricultural characteristics of inbred lines using waxy maize hybrids.

character Hybrids	Sex	CNU line	Stem ht. (cm)	Ear ht. (cm)	Stem dia. (mm)	Tillers/ Plant (ea)
CNU-1	F(♀)	cnu 3941	165.3	46.6	19.1	2.1
	M(♂)	cnu 2418	173.0	64.3	19.7	1.5
CNU-11	F	cnu 3384	176.4	58.1	21.0	2.0
	M	cnu 4256	151.8	44.1	20.0	1.3
CNU-31	F	cnu 2663	175.5	63.9	23.6	1.7
	M	cnu 3320	169.7	61.4	18.3	1.8
CNU-32	F	cnu 2669	173.4	69.0	23.6	2.2
	M	cnu 2535	200.6	71.5	21.8	2.0
CNU-33	F	cnu 2669	173.4	69.0	23.6	1.5
	M	cnu 2794	187.0	60.6	20.8	1.8
CNU-34	F	cnu 2669	173.4	69.0	23.6	1.8
	M	cnu 3441	156.8	41.4	24.0	2.2
CNU-50	F	cnu4256	151.7	41.4	24.0	2.0
	M	cnu3350	166.3	54.7	28.8	1.5
CNU-52	F	cnu 4256	151.7	44.1	20.0	1.8
	M	cnu 3045	199.3	76.2	25.3	2.0
CNU-65	F	cnu 3217	210.0	85.1	20.3	2.1
	M	cnu 4256	151.7	44.1	20.0	2.2
CNU-69	F	cnu 3370	175.5	55.3	20.3	2.0
	M	cnu 4256	151.7	44.1	20.0	1.7
CNU-70	F	cnu 3382	176.2	61.8	21.5	1.4
	M	cnu 4256	151.7	44.1	20.0	1.0
CNU-88	F	cnu 245	178.0	65.5	19.6	2.1
	M	cnu 536	191.0	65.5	16.3	1.8
CNU-89	F	cnu 245	178.0	65.5	19.6	1.8
	M	cnu 188	148.5	59.6	24.3	2.2
CNU-90	F	cnu 245	178.0	65.5	19.6	2.5
	M	cnu 1072	155.6	71.7	17.5	1.8
CNU-91	F	cnu 252	179.3	72.4	18.6	1.5
	M	cnu 188	148.5	59.6	24.3	2.0
CNU-93	F	cnu 960	183.3	82.9	20.1	1.6
	M	cnu 245	178.0	65.5	19.6	2.2
CNU-106	F	cnu 487	172.0	74.5	20.5	2.0
	M	cnu 4	167.5	75.3	20.5	2.5
CNU-108	F	cnu 487	172.0	74.5	20.5	1.8

	M	cnu 1180	161.9	60.0	23.0	1.9
CNU-119	F	cnu 84	133.3	45.9	19.8	2.5
	M	cnu 558	147.2	41.3	19.3	2.1
CNU-138	F	cnu 878	144.2	38.5	21.0	1.5
	M	cnu 495	181.1	78.8	22.5	1.4
CNU-160	F	cnu 1393	181.0	81.1	21.0	1.7
	M	cnu 1655	174.3	78.9	23.8	1.1
CNU-176	F	cnu 1750	161.6	50.7	21.8	2.0
	M	cnu 1766	184.8	72.2	22.6	2.0
CNU-193	F	cnu 1393	181.0	81.1	21.0	1.7
	M	cnu 1857	185.1	92.8	20.3	1.5
CNU-202	F	cnu 1531	182.4	87.4	21.8	1.8
	M	cnu 1393	181.0	81.1	21.0	2.2
CNU-211	F	cnu 1674	162.8	70.2	23.5	1.4
	M	cnu 1205	199.0	85.6	22.8	1.8
CNU-219	F	cnu 1766	172.1	73.3	23.6	2.0
	M	cnu 1685	181.9	72.9	21.8	1.5

2. 주요 교잡종 이삭특성

Table 2. Ear and table qualities of inbred lines using waxy maize hybrids.

character Hybrids	Sex	CNU line	Ear length (cm)	Ear dia. (mm)	Pericarp thickness (μ m)	100K. wt. (g)	Sugar Content (Brix %)
CNU-1	F	cnu 3941	9.0	26.0	40.0	20.5	9.8
	M	cnu 2418	18.5	21.0	27.0	20.9	11.8
CNU-11	F	cnu 3384	18.5	23.0	36.0	23.2	10.8
	M	cnu 4256	11.0	27.0	57.6	19.6	8.7
CNU-31	F	cnu 2663	14.0	21.0	23.6	13.3	11.0
	M	cnu 3320	19.0	23.0	43.6	22.5	10.1
CNU-32	F	cnu 2669	11.0	19.0	25.3	16.6	9.5
	M	cnu 2535	18.0	19.0	34.6	20.2	10.0
CNU-33	F	cnu 2669	11.0	19.0	25.3	16.6	11.5
	M	cnu 2794	19.0	21.0	51.6	18.0	10.3
CNU-34	F	cnu 2669	11.0	19.0	25.3	16.6	11.1
	M	cnu 3441	18.0	20.0	27.0	20.1	9.8
CNU-50	F	cnu 4256	11.0	27.0	57.6	19.6	9.8
	M	cnu 3350	17.5	19.0	40.6	13.9	10.6
CNU-52	F	cnu 4256	11.0	27.0	57.6	19.6	8.7
	M	cnu 3045	14.0	14.0	22.6	27.2	9.0
CNU-65	F	cnu 3217	16.5	18.0	30.3	19.2	8.8
	M	cnu 4256	11.0	27.0	57.6	19.6	9.7

CNU-69	F	cnu 3370	17.0	24.0	28.2	13.9	10.2
	M	cnu 4256	11.0	27.0	57.6	19.6	8.7
CNU-70	F	cnu 3382	17.0	13.0	31.4	20.1	11.8
	M	cnu 4256	11.0	27.0	57.6	19.6	9.1
CNU-88	F	cnu 245	12.5	19.0	30.4	17.4	12.6
	M	cnu 536	22.0	18.0	52.6	20.8	10.0
CNU-89	F	cnu 245	12.5	19.0	30.4	17.4	9.6
	M	cnu 188	20.0	13.0	49.0	11.8	8.9
CNU-90	F	cnu 245	12.5	19.0	30.4	17.4	11.6
	M	cnu 1072	19.0	26.0	35.0	12.6	10.1
CNU-91	F	cnu 252	16.5	27.0	26.3	28.2	10.8
	M	cnu 188	20.0	13.0	49.0	11.8	10.1
CNU-93	F	cnu 960	14.5	19.0	46.5	14.6	11.1
	M	cnu 245	12.5	19.0	30.4	17.4	10.6
CNU-106	F	cnu 487	17.0	19.0	47.6	13.1	11.0
	M	cnu 4	10.5	17.0	48.5	18.5	8.8
CNU-108	F	cnu 487	17.0	19.0	47.6	13.1	10.2
	M	cnu 1180	11.5	22.0	46.6	12.5	11.3
CNU-119	F	cnu 84	17.0	25.0	35.0	21.4	10.3
	M	cnu 558	13.1	23.0	43.2	22.0	8.7
CNU-138	F	cnu 878	15.0	20.0	46.1	12.6	9.1
	M	cnu 495	15.0	20.0	44.7	14.7	12.0
CNU-160	F	cnu 1393	13.0	20.0	43.8	18.3	10.5
	M	cnu 1655	14.0	20.0	37.3	14.3	11.6
CNU-176	F	cnu 1750	11.0	27.0	29.6	28.6	11.0
	M	cnu 1766	13.0	24.0	43.4	17.9	12.7
CNU-193	F	cnu 1393	13.0	20.0	43.8	18.3	10.5
	M	cnu 1857	12.0	26.0	57.0	16.6	9.8
CNU-202	F	cnu 1531	9.0	23.0	30.0	18.8	11.6
	M	cnu 1393	13.0	20.0	43.8	18.3	10.5
CNU-211	F	cnu 1674	13.0	19.0	39.3	17.0	10.3
	M	cnu 1205	5.2	19.3	41.3	10.2	8.5
CNU-219	F	cnu 1766	13.0	24.0	43.4	17.9	11.8
	M	cnu 1685	13.5	25.0	37.0	17.7	10.1

공시된 교잡종 생육은 매우 우수하였으며, 내재해성 역시 대조구인 찰옥1호보다 우수하였다. 수량성의 경우 이삭길이가 17cm이상인 조합이 매우 많았고 과피 또한 50 μ m 이하인 조합이 비교적 많았다.

Table 3. Botanical characteristics of the selected F1 maize hybrids for function analysis.

Character Hybrids	Stem length (cm)	Ear height (cm)	Stem diameter (mm)	Tillers/plant (ea)	Days to tassel. (day)
CNU-1	224.7	97.2	43.6	0.8	65
CNU-11	241.6	92.7	46.9	1.4	66
CNU-31	248.8	110.0	40.3	2.0	65
CNU-32	236.1	108.3	40.6	1.4	67
CNU-33	227.7	88.7	39.7	1.0	66
CNU-34	233.3	89.4	38.5	0.8	67
CNU-50	243.8	92.7	42.7	1.4	67
CNU-52	257.2	110.0	44.6	1.4	63
CNU-65	256.8	99.3	45.1	1.8	62
CNU-69	242.7	106.6	44.6	1.4	59
CNU-70	257.2	92.7	42.7	1.0	60
CNU-88	264.4	107.1	45.6	0.6	62
CNU-89	252.7	91.9	43.7	1.8	65
CNU-90	255.5	116.1	42.7	1.0	63
CNU-91	260.5	90.5	39.8	1.2	65
CNU-93	281.4	137.2	40.5	1.6	62
CNU-106	228.7	110.4	41.4	1.0	62
CNU-108	250.0	108.1	38.7	1.3	60
CNU-119	216.6	91.0	43.0	0.8	63
CNU-138	257.4	98.8	40.5	1.8	65
CNU-160	225.4	77.4	39.7	1.8	68
CNU-176	213.8	84.3	41.6	2.2	66
CNU-193	254.2	90.7	38.8	1.0	60
CNU-202	248.0	90.0	40.5	1.6	59
CNU-211	232.5	127.5	42.1	1.6	61
CNU-219	237.0	121.4	40.6	2.1	64

3. 주요 교잡종의 식미관련 특성

Table 4. Phenotypes and physical characters of the selected F₁ maize hybrids.

Character Hybrids	Ear length (cm)	Ear diameter (mm)	Pericarp (μ m)	100 K.wt (g)	Sugar (Brix %)
CNU-1	20.0	43.0	35.0	28.5	10.3
CNU-11	17.5	41.0	37.0	29.6	11.1
CNU-31	18.0	22.0	22.3	26.9	10.2
CNU-32	19.0	35.5	36.0	24.6	9.5
CNU-33	20.0	34.0	36.6	28.0	10.8
CNU-34	20.0	39.0	23.0	26.1	10.6
CNU-50	18.5	41.0	35.0	35.6	11.6
CNU-52	15.2	40.5	36.3	31.2	11.5
CNU-65	15.3	42.8	31.0	20.9	12.7
CNU-69	19.0	31.0	28.0	32.3	11.8
CNU-70	18.0	33.0	34.3	28.7	11.6
CNU-88	24.0	46.0	37.3	20.5	12.3
CNU-89	19.2	44.4	52.0	26.8	11.6
CNU-90	21.0	43.0	45.0	32.2	11.1
CNU-91	21.0	33.0	29.3	22.8	9.2
CNU-93	17.6	44.6	55.7	25.7	11.1
CNU-106	18.0	43.0	41.7	20.3	12.1
CNU-108	19.0	30.0	39.6	25.7	10.5
CNU-119	18.0	43.0	38.3	26.7	10.5
CNU-138	18.1	39.7	43.0	23.6	8.7
CNU-160	17.4	38.8	53.2	28.1	11.3
CNU-176	16.0	43.3	39.7	27.4	11.5
CNU-193	10.6	35.3	40.7	28.5	11.1
CNU-202	11.2	36.8	36.0	27.8	13.3
CNU-211	17.5	38.5	35.7	32.2	12.3
CNU-219	21.5	46.0	37.0	23.2	10.5

교잡종에 대한 간장은 220내지 250cm 범위로 매우 높았고 이에 비해 착수고가 일부 조합에서 착수고 비율이 50% 미만으로 내도복성이 큰 것으로 나타났다. 교잡종에 대한 이삭길이는 목표 값인 170cm을 훨씬 상회하였으며, 껍피 또한 50 이하가 대부분으로 기대값을 크게 능가 하였으며, 당도 역시 일부 조합에서 10% 이상으로 크게 나타났다.

한편 찰옥수수 교잡종의 주요 특성에 대한 잡종 강세 정도를 살펴보면 아래 표와 같이 특성에 따라서 변이가 크게 달랐으나 일부 특정 조합에서는 매우 높게 나타나 교잡종 선발에 매우 유리할 것으로 판단된다.

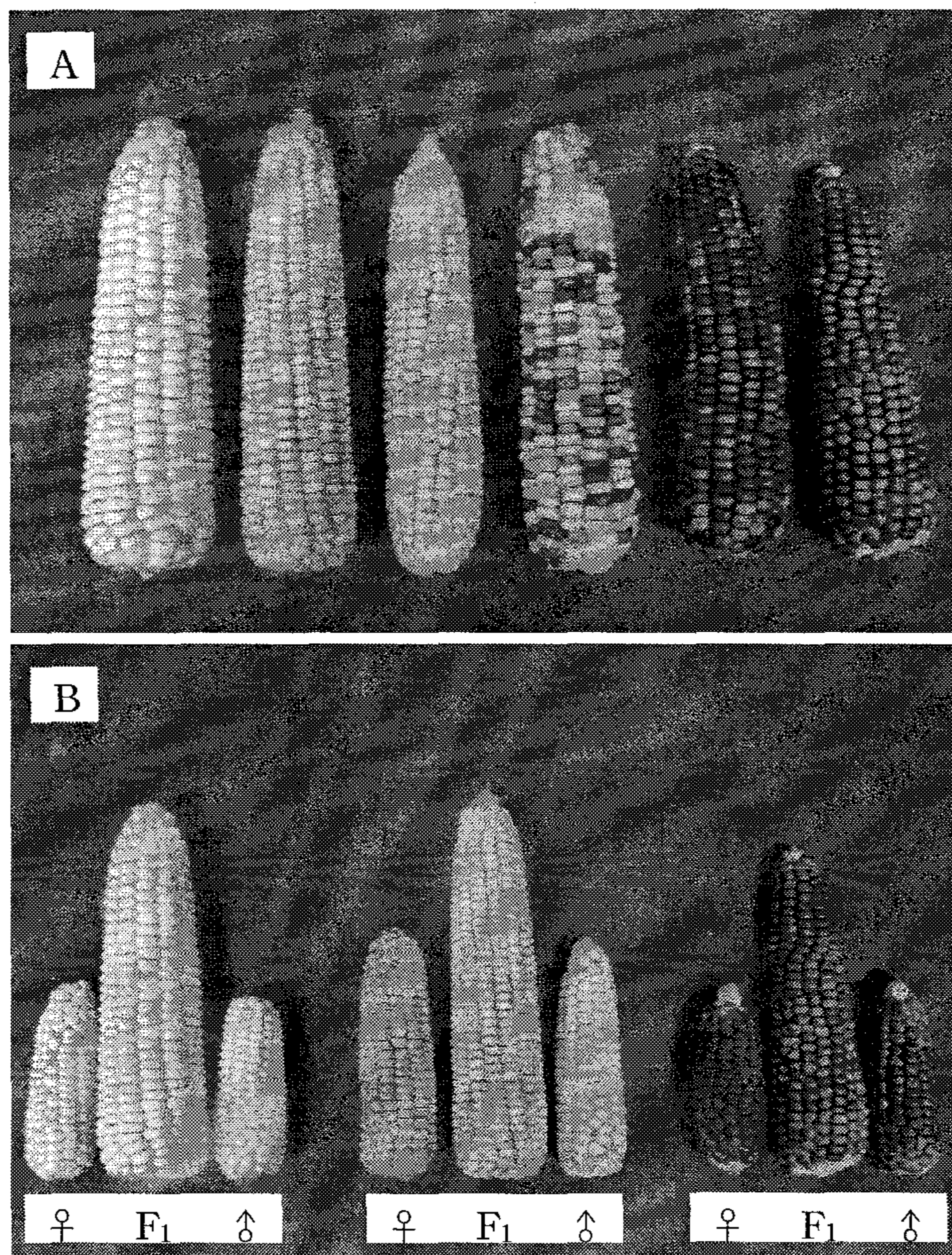


Photo. 1. Colored waxy maize developed at genetic and breeding lab. in 2005. hybrids(A) and heterosis pattern(B).

Table 5. Heterosis degree of the selected waxy maize hybrid at CNU genetic and breeding lab. in 2006.

character Sex	Stem ht.	Ear ht.	Stem dia.	Ear length	Ear dia.	Pericarp thickness	100K. wt.	Mean
CNU - 01	32.8	75.1	124.7	44.9	83.0	4.5	37.0	57.0
CNU - 11	47.0	81.4	128.8	18.2	64.0	-20.9	38.3	51.0
CNU - 31	44.1	75.4	91.9	9.10	20.0	-33.6	50.3	33.9
CNU - 32	26.3	54.1	78.1	31.0	86.8	20.0	33.7	47.1
CNU - 33	26.4	36.9	78.0	33.3	70.0	-4.9	61.8	43.1
CNU - 34	41.3	62.0	61.8	37.9	100.0	-12.2	41.8	47.5
CNU - 50	53.3	87.7	75.0	29.4	78.3	-28.7	111.9	58.1
CNU - 52	46.6	82.7	96.5	21.6	97.6	-9.5	32.8	52.
CNU - 65	42.0	53.0	123.8	10.9	90.2	-29.5	7.7	42.6
CNU - 69	48.3	114.5	120.8	35.7	21.6	-34.7	92.3	56.9
CNU - 70	56.9	74.9	105.3	28.6	65.0	-22.9	44.2	50.3
CNU - 88	43.3	63.7	153.3	38.7	148.6	-10.1	7.3	63.5
CNU - 89	54.7	46.8	98.6	17.8	177.5	31.0	83.6	72.9
CNU - 90	53.2	69.2	129.6	32.9	91.1	37.6	114.7	75.5
CNU - 91	58.9	37.1	85.1	14.8	65.0	-22.6	14.0	36.1
CNU - 93	55.7	84.9	103.5	30.4	134.7	5.7	60.6	67.9
CNU - 106	34.7	47.4	102.4	30.4	138.9	-13.3	28.5	52.7

* Heterosis(%)= (F1-MP)/MP x 100

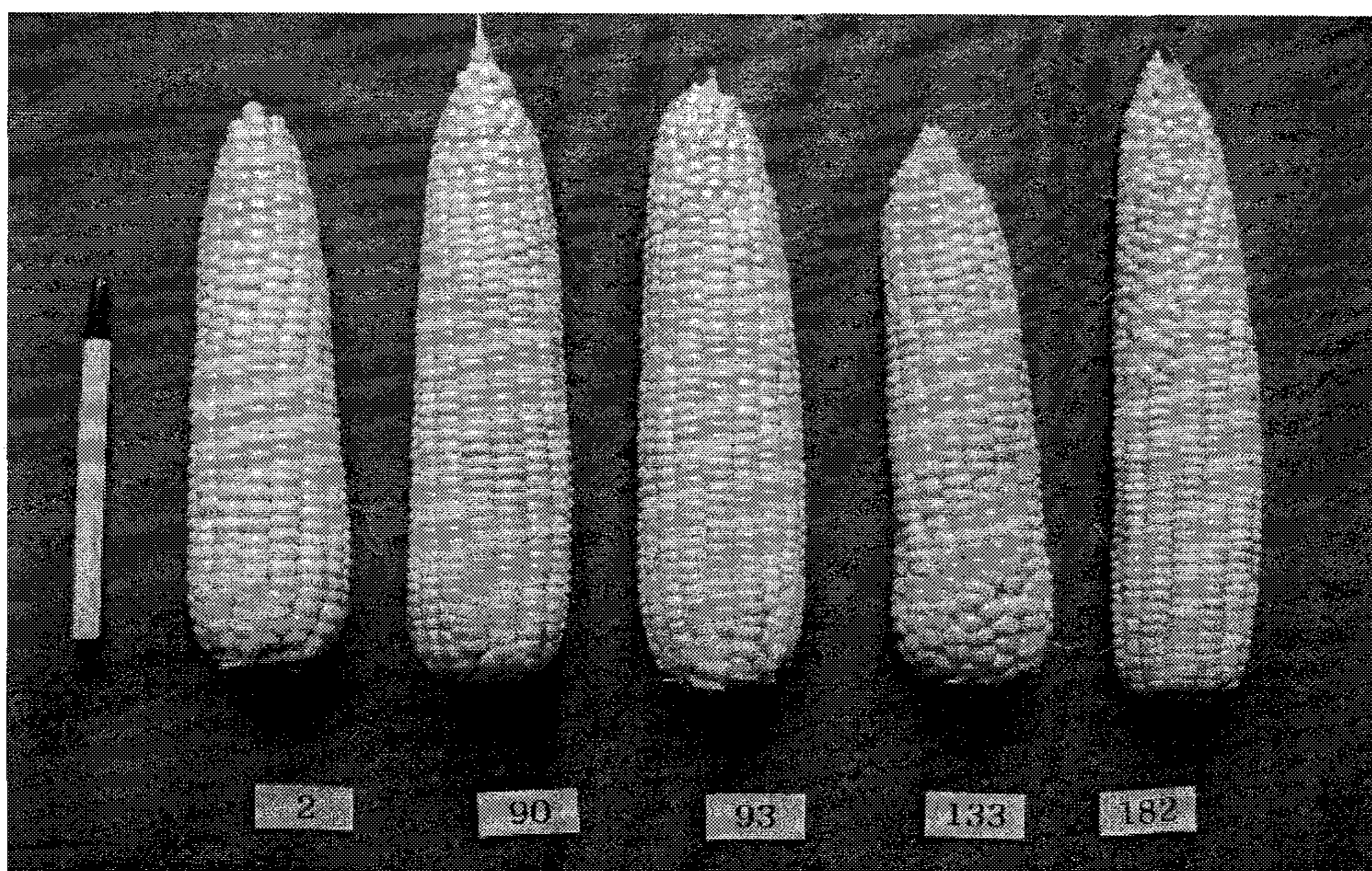


Photo. 2. The selected waxy maize hybrids with white(2) and yellow color (others) at CNU crop genetic and breeding lab. in 2006.

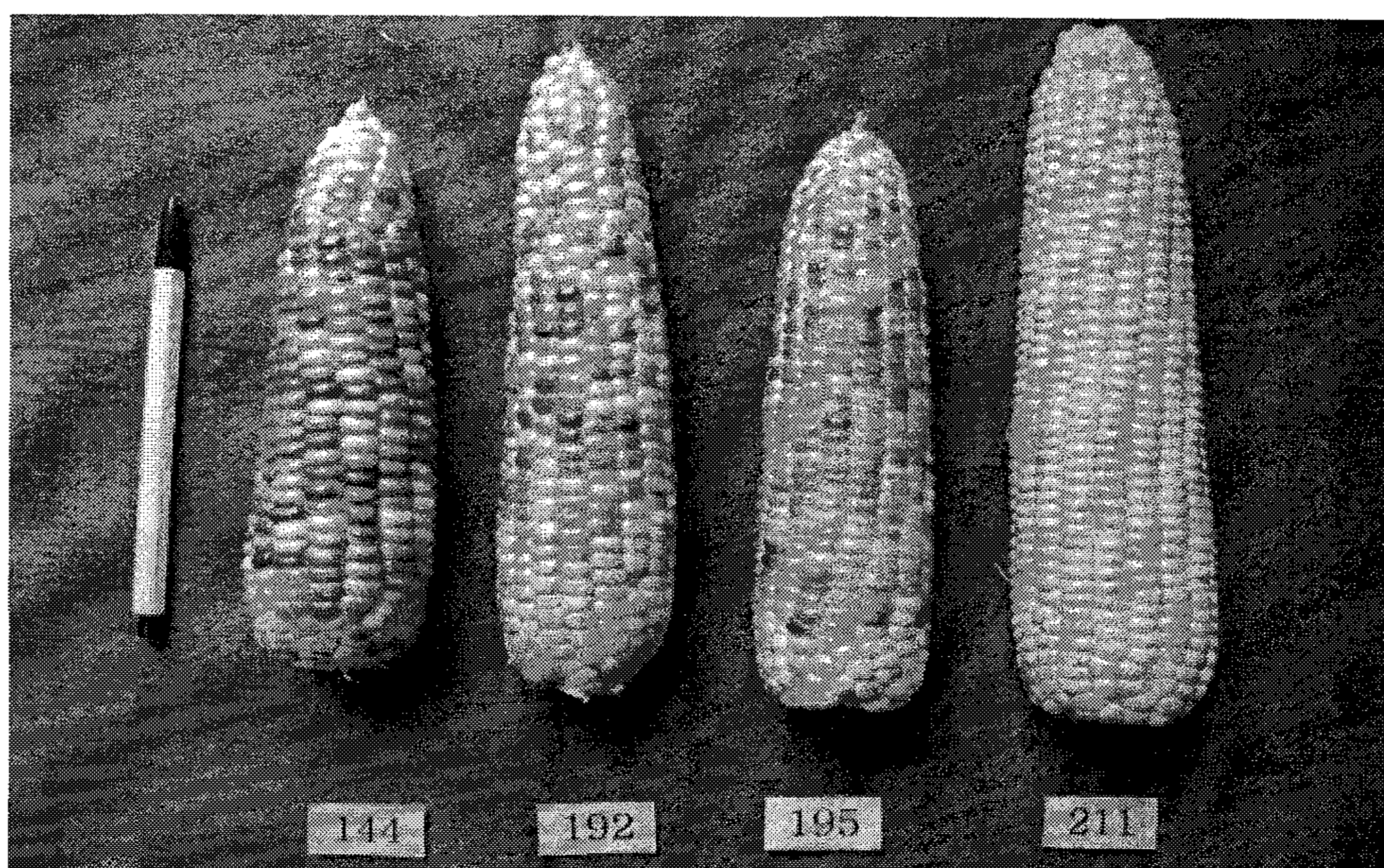


Photo. 3. The selected waxy maize hybrids with purple color at CNU crop genetic and breeding lab. in 2006.

그림2과 3은 각 색깔별 우수 찰옥수수를 나타낸 일부 조합으로 흰찰은 2번, 34번 노란찰은 90번, 93번, 182번, 211번 그리고 자주찰은 144번, 192번, 195번 등에서 비교적 조숙종이며 다수성 교잡종으로 유리할 것으로 판단되었다.

4. 지역 적응성 검정시험

■ 협동 연구 기관(2005, 2년차)

사업구분 : 농림기술개발 과제		Code 구분 : LS0104	수행구분 : 전반기
연구과제 및 세부과제명		연구기간	연구책임자
고기능성 다수성 유색 식용 찰옥수수 품종개발 및 보급 (2년차)		'04~'06	충남대학교 이희봉
유색 찰옥수수 우수 교잡종 선발에 대한 생산성 및 지적시험		'04~'06	작물원 작물기능개발과 문현귀
연구 필요성	<p>찰옥수수는 조기재배 및 채소후작용으로 재배면적이 계속 증가하고 있으며 소비자의 식생활 패턴이 향상되면서 고식미 유색찰옥수수에 대한 요구가 점증하고 있음</p> <p>소비자들이 선호하는 고품질 유색찰옥수수 개발이 시급함</p> <p>고식미 유색찰옥수수 품종개발로 수입종자 대체 및 품종다양화에 기여</p>		
연구목표	<p>달성목표</p> <p>소비자의 기호에 맞는 품질과 상품성이 우수한 유색찰옥수수 품종 개발</p>		
주요결과	<p>65교잡계 시험하여 흰찰 5, 노란찰4 검정찰 3교잡계 등 총 12 우량교잡계 선발</p>		
금후계획	<p>'06년 고품질 유색찰옥수수 개발을 위한 생산력검정에 재공시</p>		

1. 연구목적

소비자가 선호하는 고식미 유색 찰옥수수 품종개발

2. 재료 및 방법

가. 시험재료 : 65 교잡계(표준품종1, 대비품종 4 및 시험교잡계 60 등)

나. 재배법

○ 파종기 : 4월 29일

○ 시험장소 : 수원

○ 재식거리 : 60×25cm (6,600본/10a)

○ 시비량 : N-P₂O₅-K₂O = 15-3-6kg/10a

3. 시험결과

Table 6. Major characteristics of the CNU waxy maize hybrid
(Suwon, 2005)

Trial	characters Hybrids	Days to silking	Early growth (0-9)	Stem ht. (cm)	Ear ht. (%)	Tillers/ Plant	Lodging (1~9)	Corn borer (0~9)	Ears / 100 plant
1	Chalok 1(standard)	65	9	160	40	0	4	3	78
2	Mibaek chal(check)	72	8	185	56	0	3	1	91
3	Yeon nong(chenk)	76	8	218	45	0	2	2	68
4	Ckalok 4 (check)	80	8	195	59	0	3	1	78
5	Suwon chal 45 (check)	77	9	186	42	0	1	3	91
6	CNU 1	75	5	210	52	0	1	4	64
7	CNU 2 ☆	72	7	172	53	0	1	3	70
8	CNU 3 ☆	68	7	186	37	0	3	1	70
9	CNU 4	76	5	187	50	0	1	-	-
10	CNU 5	71	6	185	46	1	3	1	100
11	CNU 6	72	7	130	44	0	4	2	89
12	CNU 7 ☆	72	7	170	50	0	3	1	89
13	CNU 8	74	6	158	56	0	3	1	67
14	CNU 9	71	8	180	54	0	1	2	63
15	CNU 10	76	8	200	53	1	3	1	100
16	CNU 11	73	7	185	45	0	3	1	63
17	CNU 12	75	8	187	52	0	4	1	95
18	CNU 13 ☆	71	8	188	50	0	4	1	86
19	CNU 14	74	7	218	51	0	4	1	78
20	CNU 15 ☆	74	8	218	54	0	3	1	87
21	CNU 16	73	6	202	42	1	1	1	64
22	CNU 17	75	8	215	45	1	2	1	77
23	CNU 18	83	6	197	41	1	2	-	-
24	CNU 19	83	5	187	45	0	1	-	-
25	CNU 20 ☆	75	6	180	44	0	1	2	75

* 초기입모 : 0-0%, 9-90%이상 입모

도복 : 1-매우강함, 5-보통, 9-매우약함

조명나방 : 0-매우 강함, 5-보통, 9-매우 약함

☆ 우수 교잡종

Table. 6. Continued.

Trial	characters Hybrids	Ear (cm)			Yield/10a		Index	
		length	dia.	Seed set (%)	Ears (10a)	Ear wt. (10a)	Ears	Ear wt.
1	Chalok 1(standard)	16.0	4.2	91	5,000	583	100	100
2	Mibaek chal(check)	21.0	4.6	90	5,556	842	111	144
3	Yeon nong(chenk)	20.0	4.2	94	4,723	736	94	126
4	Ckalok 4 (check)	18.4	4.6	96	5,000	853	100	146
5	Suwon chal 45 (check)	19.8	4.6	94	5,556	978	111	168
6	CNU 1	18.4	4.6	98	2,500	650	50	112
7	CNU 2 ☆	19.0	4.2	96	3,889	811	78	139
8	CNU 3 ☆	17.0	4.8	96	3,889	747	78	128
9	CNU 4	-	-	-	-	-	-	-
10	CNU 5	18.0	4.6	93	3,889	742	78	127
11	CNU 6	15.0	4.8	88	4,445	742	89	127
12	CNU 7 ☆	18.4	5.0	98	4,723	1,147	94	197
13	CNU 8	16.4	4.8	98	3,334	569	67	98
14	CNU 9	17.0	4.0	87	4,167	586	83	101
15	CNU 10	16.4	4.2	96	6,389	792	128	136
16	CNU 11	19.0	4.6	95	4,167	853	83	146
17	CNU 12	15.6	4.4	97	5,556	828	111	142
18	CNU 13 ☆	20.8	4.6	96	5,000	1,164	100	200
19	CNU 14	15.6	4.0	95	5,000	611	100	105
20	CNU 15 ☆	20.2	4.6	94	5,556	992	111	170
21	CNU 16	19.8	4.0	91	3,889	664	78	114
22	CNU 17	19.4	4.4	96	4,723	1,042	94	179
23	CNU 18	-	-	-	-	-	-	-
24	CNU 19	-	-	-	-	-	-	-
25	CNU 20 ☆	22.4	4.6	98	4,167	861	83	148

Table. 6. Continued

Trial	characters Hybrids	Days to silking	Early growth (0-9)	Stem ht. (cm)	Ear ht. (%)	Tillers/ plant (ea)	Lodging	Corn borer (0~9)	Ears /100 plant
26	CNU 21	66	6	145	43	1	3	1	69
27	CNU 22	72	8	180	43	0	2	1	83
28	CNU 23	71	6	165	48	1	2	1	65
29	CNU 24 ☆	73	8	193	56	0	1	1	82
30	CNU 25	77	8	238	39	0	2	1	86
31	CNU 26	73	7	198	50	1	3	2	85
32	CNU 27 ☆	74	6	232	53	1	3	2	94
33	CNU 28	76	5	215	48	0	5	2	92
34	CNU 29	79	8	218	50	1	9	-	-
35	CNU 30 ☆	78	8	252	57	1	3	1	118
36	CNU 31	72	8	175	45	0	4	1	82
37	CNU 32	65	7	163	42	1	1	1	67
38	CNU 33	77	7	192	52	0	4	2	75
39	CNU 34	72	5	193	58	0	5	1	100
40	CNU 35	77	7	235	62	0	1	2	121
41	CNU 36	77	8	218	48	1	5	2	75
42	CNU 37	73	7	230	54	0	1	1	95
43	CNU 38	72	6	217	52	0	4	1	75
44	CNU 39	71	7	185	55	1	6	1	83
45	CNU 40	76	7	208	54	0	1	1	89
46	CNU 41	73	7	208	48	1	1	1	76
47	CNU 42	67	6	170	53	1	1	1	89
48	CNU 43	79	6	173	53	1	1	1	86
49	CNU 44	81	7	158	57	1	3	-	-
50	CNU 45	82	5	152	52	1	3	-	-

* 초기입모 : 0-0%, 9-90%이상 입모

도복 : 1-매우강함, 5-보통, 9-매우약함

조명나방 : 0-매우 강함, 5-보통, 9-매우 약함

☆ 우수 교잡종

Table 6. Continued

Trial	Characters	Ear (cm)			Yield/10a		Index	
	Hybrids	Length	dia.	Seed set (%)	Ears (10a)	Ear wt. (10a)	Ears	Ear wt.
26	CNU 21	16.2	4.0	89	3,056	361	61	62
27	CNU 22	14.6	4.6	93	5,278	542	106	93
28	CNU 23	16.8	4.4	88	3,056	392	61	67
29	CNU 24 ☆	19.0	4.2	95	5,000	828	100	142
30	CNU 25	20.8	5.0	93	5,278	1,383	106	237
31	CNU 26	20.2	4.8	90	4,723	1,167	94	200
32	CNU 27 ☆	23.8	5.2	96	4,723	1,439	94	247
33	CNU 28	20.8	4.8	93	3,056	689	61	118
34	CNU 29	-	-	-	-	-	-	-
35	CNU 30 ☆	20.4	5.0	97	5,556	1,506	111	258
36	CNU 31	20.2	4.2	90	5,000	786	100	135
37	CNU 32	15.0	4.0	95	4,445	464	89	80
38	CNU 33	19.6	5.0	93	4,167	883	83	152
39	CNU 34	18.0	4.0	94	3,334	514	67	88
40	CNU 35	23.6	4.4	89	4,723	1,161	94	199
41	CNU 36	19.8	4.8	95	4,167	903	83	155
42	CNU 37	14.6	4.2	96	5,278	614	106	105
43	CNU 38	15.0	4.0	92	5,000	811	100	139
44	CNU 39	14.8	4.2	96	5,556	697	111	120
45	CNU 40	14.8	4.4	92	4,723	553	94	95
46	CNU 41	18.6	4.4	96	4,445	644	89	111
47	CNU 42	18.0	4.4	82	4,723	586	94	101
48	CNU 43	15.4	4.6	96	3,334	450	67	77
49	CNU 44	-	-	-	-	-	-	-
50	CNU 45	-	-	-	-	-	-	-

Table. 6. Continued

Trial	Characters Hybrids	Days to silking	Early growth (0-9)	Stem ht. (cm)	Ear ht. (%)	Tillers/ plant (ea)	Lodging	Corn borer (0~9)	Ears /100 plant
51	CNU 46	-	0	-	-	-	-	-	-
52	CNU 47	84	6	157	51	1	2	-	-
53	CNU 48	77	6	212	56	2	4	1	100
54	CNU 49	83	6	183	58	2	2	-	-
55	CNU 50	77	5	227	59	1	3	-	-
56	CNU 51	79	6	195	57	2	2	1	73
57	CNU 52 ☆	66	7	175	53	2	1	1	88
58	CNU 53	73	7	165	64	0	3	-	-
59	CNU 54	71	7	183	57	2	2	1	96
60	CNU 55	71	6	180	57	2	1	1	61
61	CNU 56	81	5	183	55	1	1	-	-
62	CNU 57	79	7	220	55	1	4	2	53
63	CNU 58	81	7	240	60	1	3	1	81
64	CNU 59 ☆	73	7	205	60	0	5	1	82
65	CNU 60 ☆	76	6	198	66	1	1	1	89

* 초기입모 : 0-0%, 9-90%이상 입모

도복 : 1-매우강함, 5-보통, 9-매우약함

조명나방 : 0-매우 강함, 5-보통, 9-매우 약함

☆ 우수 교잡종

Table. 6. Continued

Trial	Characters Hybrids	Ear (cm)			Yield/10a		Index	
		Length	dia.	Seed set (%)	Ears (10a)	Ear wt. (10a)	Ears	Ear wt.
51	CNU 46	-	-	-	-	-	-	-
52	CNU 47	-	-	-	-	-	-	-
53	CNU 48	14.8	4.6	93	6,112	836	122	143
54	CNU 49	-	-	-	-	-	-	-
55	CNU 50	-	-	-	-	-	-	-
56	CNU 51	14.8	5.0	93	3,056	508	61	87
57	CNU 52 ☆	16.2	4.2	98	5,834	642	117	110
58	CNU 53	-	-	-	-	-	-	-
59	CNU 54	17.6	4.6	93	6,389	1,183	128	203
60	CNU 55	17.6	4.6	90	3,889	658	78	113
61	CNU 56	-	-	-	-	-	-	-
62	CNU 57	19.4	4.8	96	2,778	653	56	112
63	CNU 58	20.6	4.8	93	3,611	739	72	127
64	CNU 59 ☆	15.2	4.4	97	5,000	658	100	113
65	CNU 60 ☆	16.6	4.6	96	4,445	747	89	128

4. 결과 요약

CNU육성 교잡종 60 조합과 대조구로 작과원 기능개발과에서 육성한 5개 교잡종을 포함한 총 65 교잡종을 공시하여 흰찰 5 조합, 노란찰 4 조합, 검정찰 3개 교잡종 등 총 12개의 우량 교잡계를 선발한 결과는 다음과 같다.

1. 흰찰 교잡종 옥수수수는 CNU2가 찰옥2호와 비슷한 중숙종이며 도복에 강하였고 착립장율도 우수 하였다.

2. 노란찰 교잡종 옥수수 CNU20와 CNU24가 도복에 강하고 착립장율이 우수하며 수량성도 높았다.
3. 검정찰 교잡종 옥수수는 CNU52가 조숙종이면서 도복에 강하며 착립장율이 우수하였으며, CNU60은 중만숙종이면서 도복에 강하고 착립장율이 우수하였다.

제 3 절 다수성·고식미성 및 기능성 유색 찰옥수수 품종선발

< 3년차 실험 결과 >

- 주관연구기관(2006, 충남대)
 - 우수 선발 교잡종 찰옥수수

1. 우수 교잡종 특성 평가

1. 우수 유색 찰옥수수의 생육특성

본 실험에 사용된 유색 옥수수 CNU 교잡종 26조합에 대한 주요 식물학적 특성은 표7과 같다.

Table 7. Botanical characteristics of the CNU colored waxy maize hybrids planted at Daejeon in 2006.

Hybrids	Stem ht. (cm)	Ear ht. (cm)	Stem dia. (mm)	Tillers/plant (ea)	Days to tassel (days)	Ear length (cm)	Ear dia. (mm)	Pericarp thickness (μm)	100K. wt (g)	Sugar Con. (%)
CNU1	224.7	97.2	436.	2.8	65	20.0	43.0	35.0	28.5	10.3
CNU11	241.6	92.7	46.9	3.4	66	17.5	41.0	37.0	29.6	11.1
CNU31	248.8	110.0	40.3	3.0	65	18.0	36.0	32.3	26.9	10.2
CNU32	236.1	108.3	40.6	3.4	67	19.0	35.5	36.0	24.6	9.5
CNU33	227.7	88.7	39.7	3.0	66	20.0	34.0	36.6	28.0	10.8
CNU34	233.3	89.4	38.5	2.8	67	20.0	39.0	33.0	26.1	10.6
CNU50	243.8	92.7	42.7	3.4	67	18.5	41.0	35.0	35.6	11.6
CNU52	257.2	110.0	44.6	3.4	63	15.2	40.5	36.6	31.2	11.5
CNU65	256.8	99.3	45.1	3.8	62	15.3	42.8	31.0	20.9	12.7
CNU69	242.7	106.6	44.6	3.4	59	19.0	34.0	38.0	32.3	11.8
CNU70	257.2	92.7	42.7	3.0	60	18.0	33.0	34.3	28.7	11.6
CNU88	264.4	107.1	45.6	2.6	62	21.0	46.0	37.3	20.5	12.3
CNU89	252.7	91.9	43.7	3.8	65	19.2	44.4	52.0	26.8	11.6
CNU90	255.5	116.1	42.7	3.0	63	21.0	43.0	45.0	32.2	11.1
CNU91	260.5	90.5	39.8	3.2	65	21.4	33.0	39.3	22.8	9.8
CNU93	261.4	137.2	40.5	3.6	62	17.6	44.6	55.7	25.7	11.1
CNU106	228.7	110.4	41.4	3.0	62	18.0	43.0	41.7	20.3	11.1
CNU108	250.0	108.1	38.7	3.3	60	19.0	30.0	39.6	25.7	10.5
CNU119	216.6	91.0	43.0	2.8	63	18.0	43.0	38.3	26.7	10.5
CNU138	257.4	98.8	40.5	2.8	65	18.1	39.7	43.0	23.6	8.7
CNU160	225.4	77.4	39.7	3.8	68	17.4	38.8	53.2	28.1	11.3
CNU176	213.8	84.3	41.6	4.2	66	16.0	43.3	39.7	27.4	11.5
CNU193	254.2	90.7	38.8	3.0	60	10.6	35.3	40.7	28.5	10.1
CNU202	248.0	90.0	40.5	3.6	59	11.2	36.8	36.0	27.8	10.3
CNU211	232.5	127.5	42.1	3.6	61	17.5	38.5	35.7	32.2	10.3
CNU219	237.0	121.4	40.6	4.1	64	18.1	46.0	37.0	23.2	10.5
Mean	234.4	97.4	54.8	3.3	63.5	17.9	38.0	39.2	29.8	10.5

공시 교잡종에 대해 조사된 주요 식물학적 특성은 대부분 다양한 변이를 보였으며 특히 그 중에서 간장, 착수고, 이삭길이 및 과피가 다른 특성에 비해 교잡종 간에 큰 차이를 보였다.

간장은 CNU93이 261.4cm로 나타나 다른 공시 교잡종에 비해 장간 종으로 나타난 반면에 CNU176과 CNU119는 각각 213.8cm와 216.6cm로 단간종으로 나

타났다. 착수고는 CNU93이 137.2cm로 가장 컸으나 CNU33이 88.7cm로 가장 작게 나타나 교잡종 간에 큰 변이를 보였다.

경직경은 CNU11이 46.9mm로 가장 굵었으며, CNU34가 38.5mm로 가장 가늘게 나타났다. 주당분얼수는 CNU176이 4.2개로 가장 많았으나, CNU88이 2.6개로 가장 적게 나타났다.

출용기는 CNU69와 CNU202가 59일로 가장 빨랐고, 이삭길이는 CNU91이 21.4cm, CNU88과 CNU90이 21cm로 비교적 크게 나타났으며, 이삭직경은 CNU88과 CNU219가 46mm로 가장 크게 나타났다.

한편 식미관련 특성으로 과피 두께와 당함량에 있어서는 CNU65이 31 μ m와 12.7%로 과피도 얇고 당함량도 우수한 특성을 나타낸 반면에 CNU93은 과피가 55.7 μ m로 가장 두꺼웠고, 당함량은 CNU138이 8.7%로 가장 낮게 나타났다.

주요 교잡종의 도복에 대한 안정성 검정을 위해 착수고율을, 전체 간장 대 이삭높이의 비율로 계산된 결과는 그림 4와 같다.

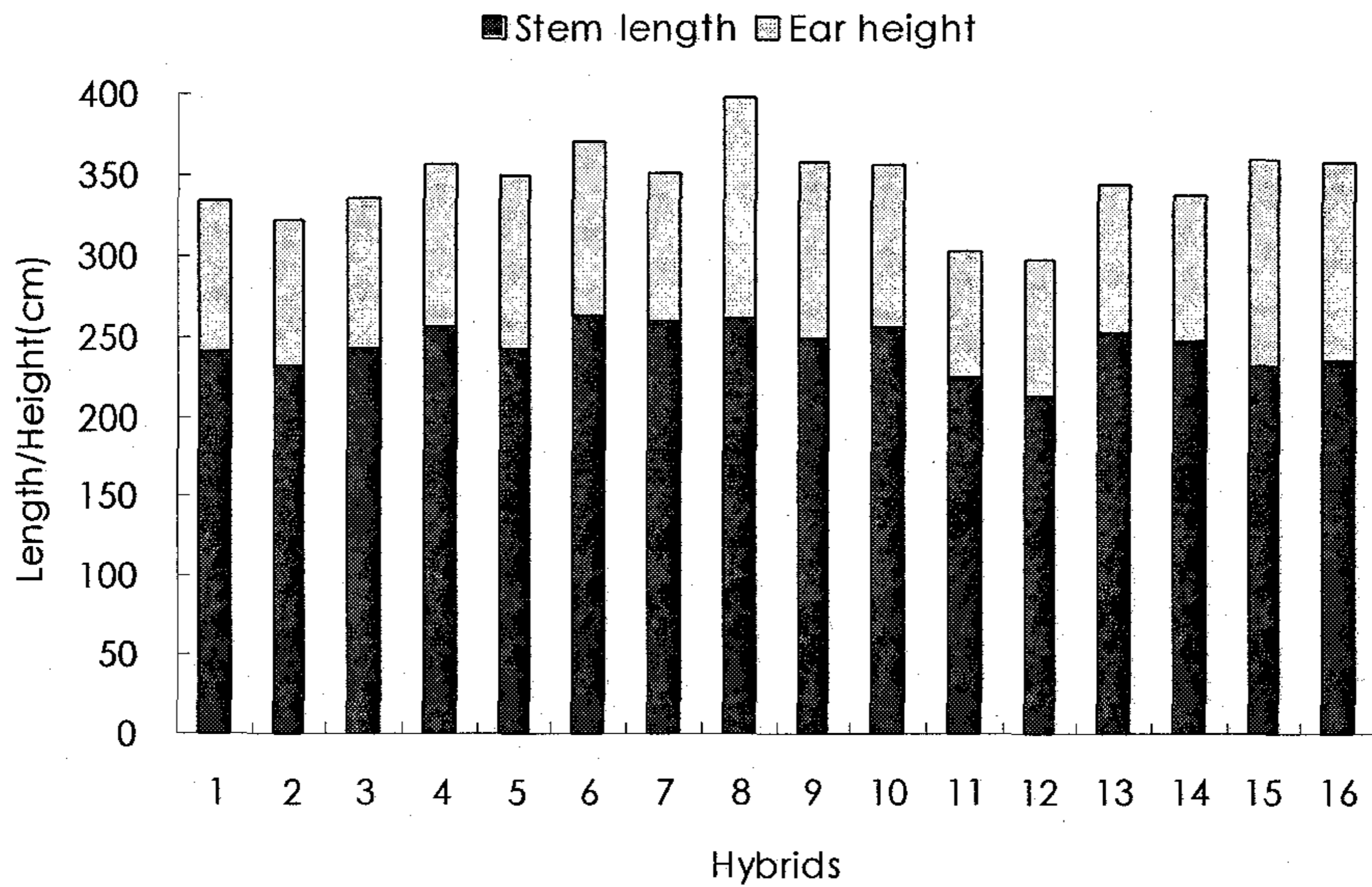


Fig. 1. Relationships between stem length and ear height of the selected colored waxy maize hybrids in 2006.

1: CNU11 2: CNU34 3: CNU50 4: CNU65 5: CNU69 6: CNU88
 7: CNU91 8: CNU93 9: CNU108 10: CNU138 11: CNU160 12: CNU176
 13: CNU193 14: CNU202 15: CNU211 16: CNU219

대부분의 공시 교잡종에서 간장과 착수고 간에는 정의 상관관계를 나타냈는데, CNU93은 간장 264.1cm, 착수고 137.2cm로 전체 길이에 대한 착수고의 비율이 51.9%, CNU219는 간장 237.0cm, 착수고 121.4cm로 착수고율이 51.2%로 도복에 대한 안정성이 우수한 것으로 나타났다. 또한 CNU91과 CNU160은 착수고율이 약 34% 정도로 가장 작게 나타났으며, 다른 교잡종에 있어서도 35.7~43.9%의 범위로 비슷한 경향을 보였다.

이삭길과 백립중 간의 관계는 그림 5에서 보는 바와 같이 교잡종 간에 상이한 차이를 보였다.

CNU193은 이삭길이가 10.6cm, 백립중이 28.5g이고, CNU202는 이삭길이가 11.2cm, 백립중이 27.8g으로 이삭길이에 비하여 백립중이 큰 것으로 나타난 반면, CNU 88과 CNU91은 이삭길이가 21.0cm와 21.4cm, 백립중이 20.5g과 22.8g으로 이삭길이가 길게 나타난 반면에 백립중은 적게 나타나 이삭길과 백립중 간에는 관련성이 없는 것으로 나타났다.

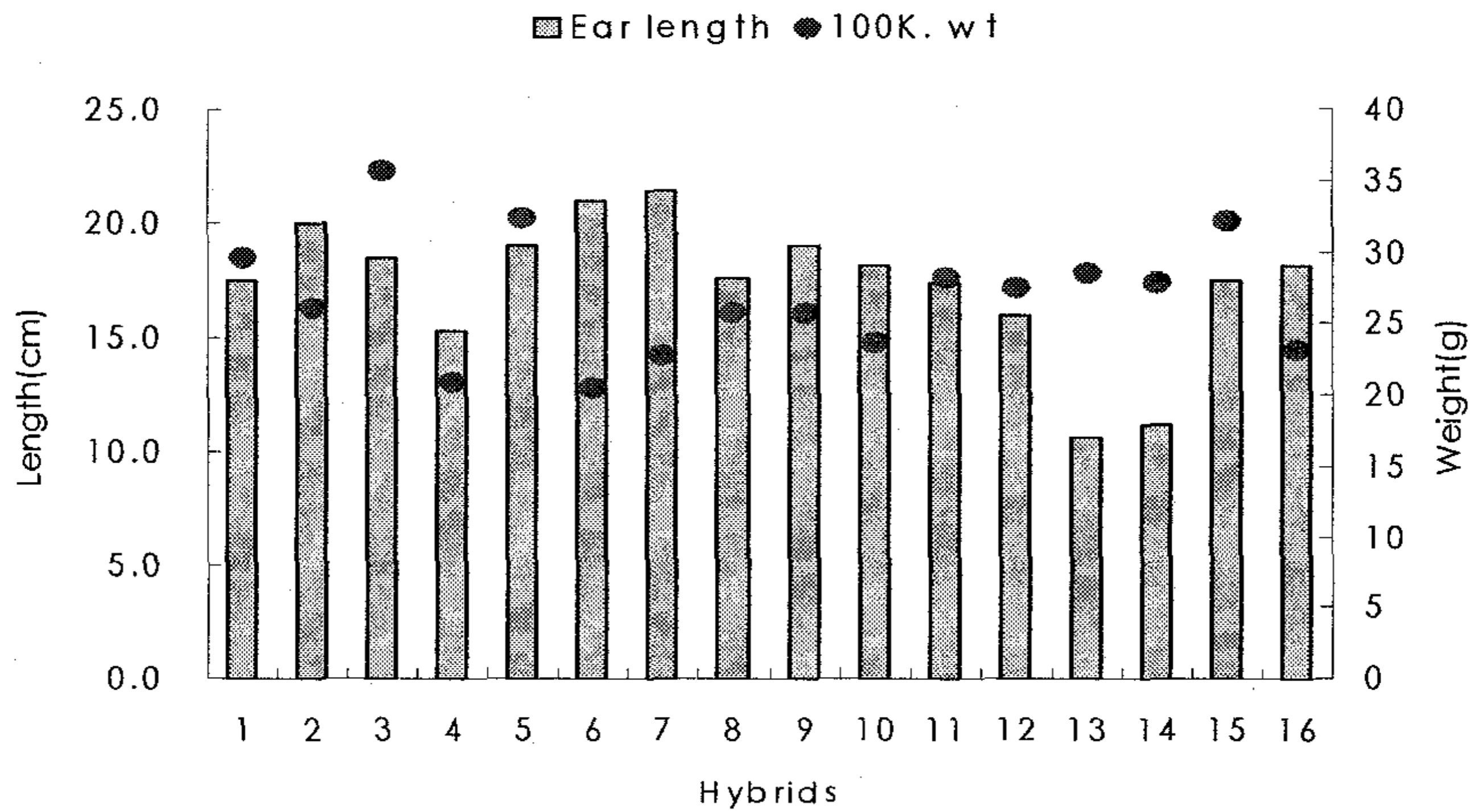


Fig. 2. Relationships between ear length and 100 grain weight of colored waxy maize hybrids.

1: CNU11 2: CNU34 3: CNU50 4: CNU65 5: CNU69 6: CNU88
 7: CNU91 8: CNU93 9: CNU108 10: CNU138 11: CNU160 12: CNU176
 13: CNU193 14: CNU202 15: CNU211 16: CNU219

식미관련 특성인 과피 두께와 당함량 간의 관계를 비교한 결과는 그림 6와 같이 교배조합에 따라 매우 다른 차이를 보였다.

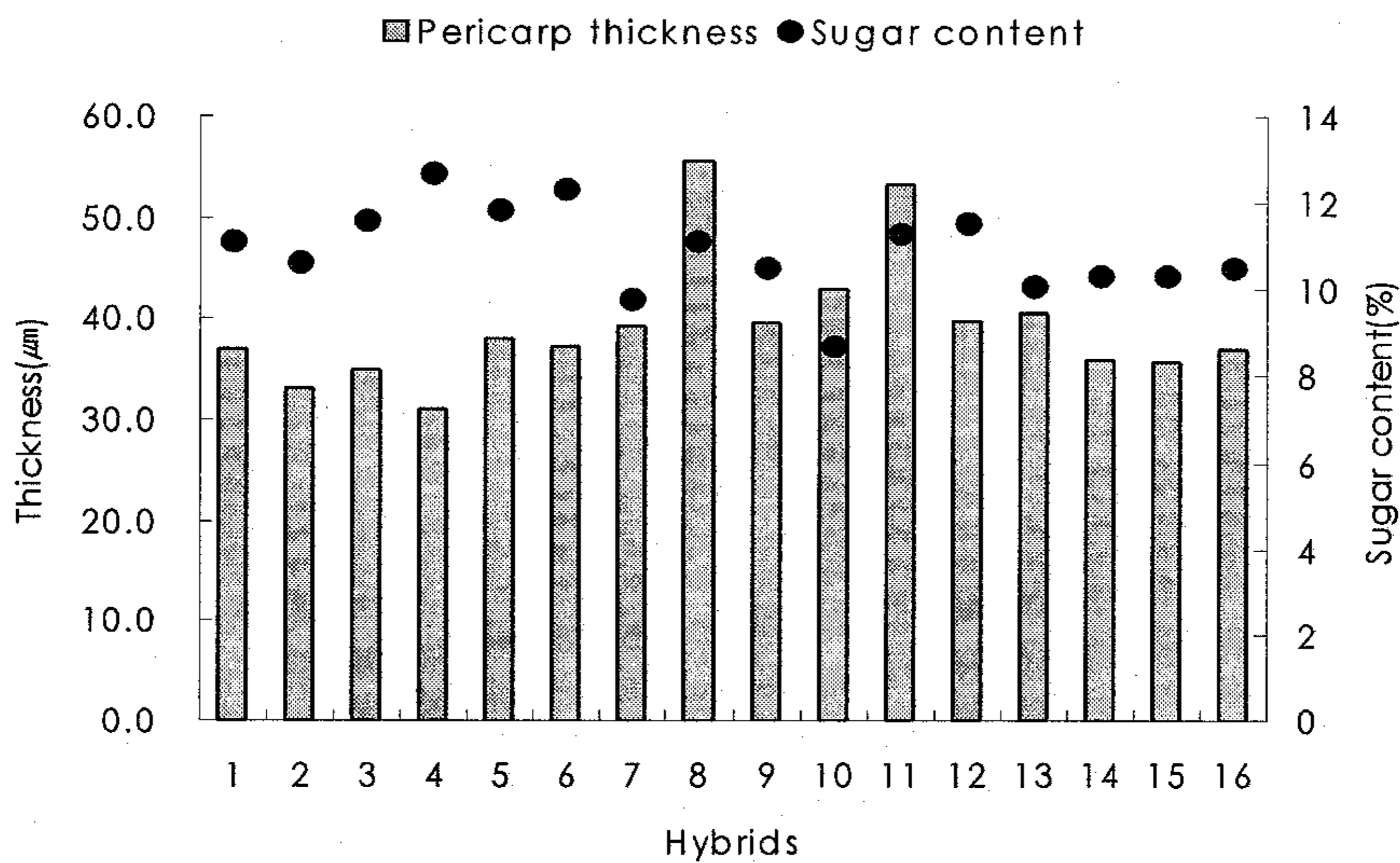
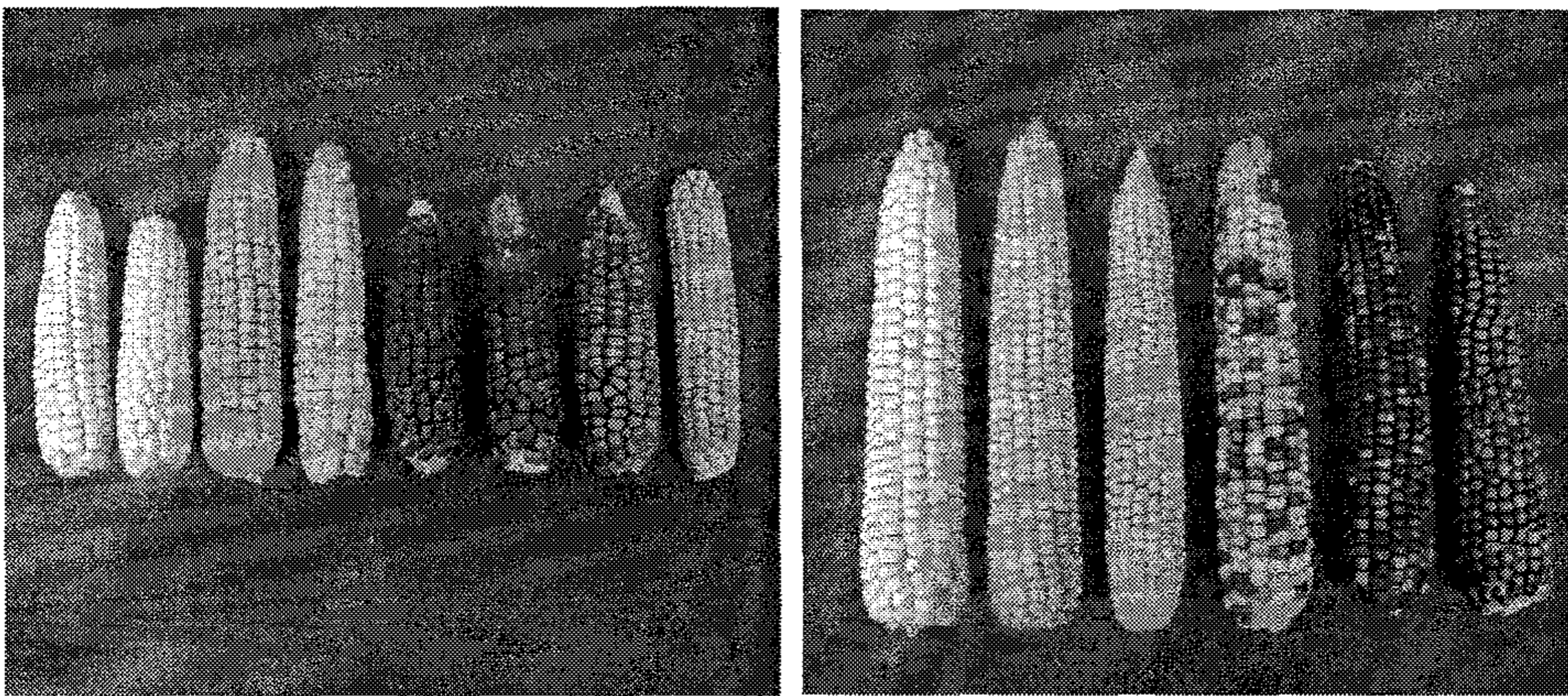
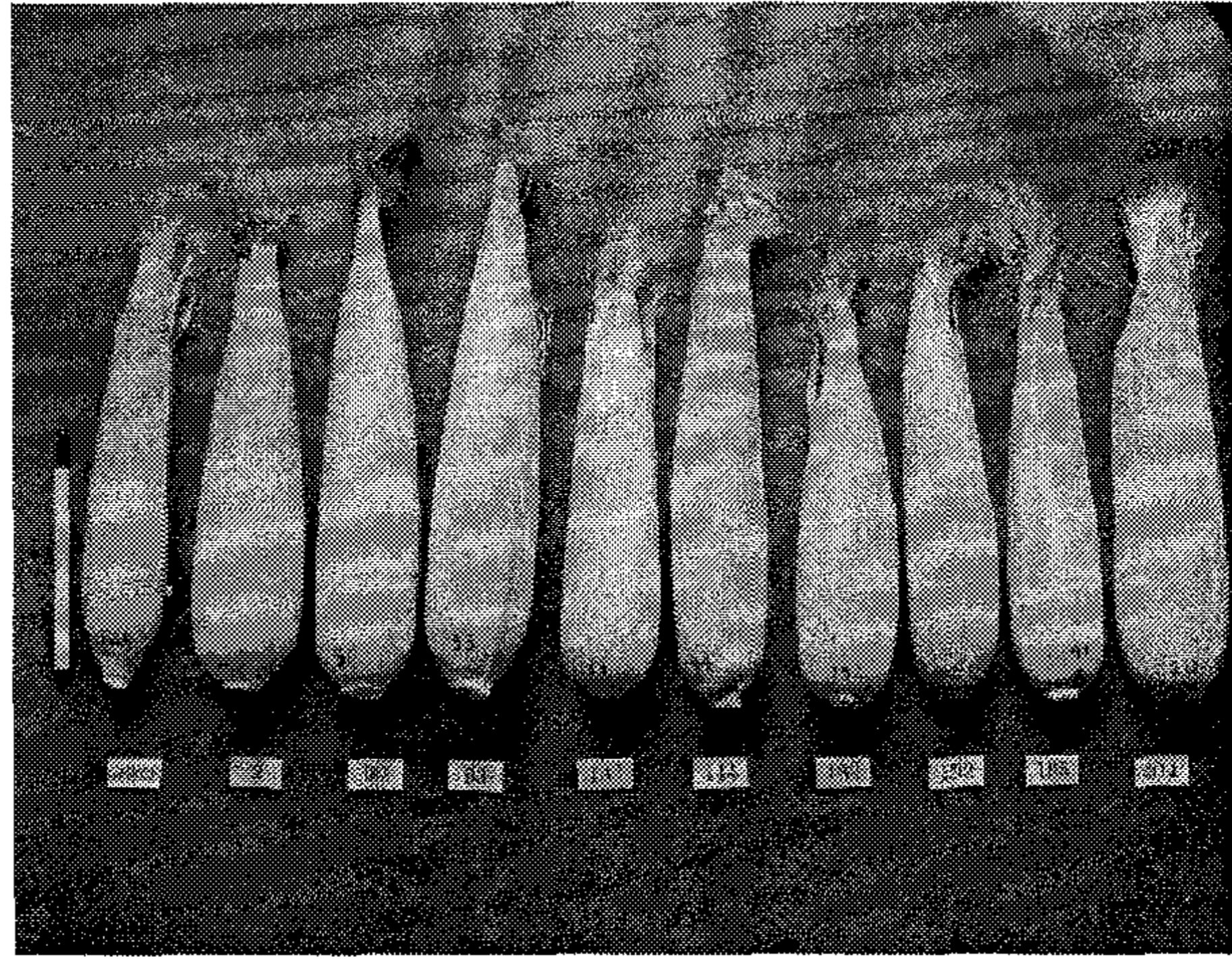


Fig. 3. Relationships between pericarp thickness and sugar content of colored waxy maize hybrids.

1: CNU11 2: CNU34 3: CNU50 4: CNU65 5: CNU69 6: CNU88
 7: CNU91 8: CNU93 9: CNU108 10: CNU138 11: CNU160 12: CNU176
 13: CNU193 14: CNU202 15: CNU211 16: CNU219

그림 6에서 보는 바와 같이 과피 두께와 당함량 사이에는 서로 관련이 없는 것으로 나타났는데, CNU93, CNU138, CNU160에서는 과피 두께가 각각 55.7μm, 43.0μm, 53.2μm으로 나타나 매우 두꺼운 것으로 나타났으나, 당함량에 있어서는 CNU91, CNU138에서 각각 9.8%, 8.7%로 나타나 공시 교잡종 중 가장 낮게 나타났다. 특히 CNU65는 과피 두께가 31.0μm로 공시 교잡종 중 가장 얇았으며 당함량 또한 12.7%로 높게 나타나 앞으로 우수한 유색 옥수수 품종으로 개발이 유리할 것으로 판단되었다.

2. 우수 교잡종 선발



<Photo. 4.>: 기능성 분석용 찰옥수수 교잡종과 등숙된 교배친 및 교잡종 옥수수

냉동전 포엽 상태의 교잡종(上), 등숙된 유색찰 교배친(下左), 선발된 등숙상태의 교잡종(下右)

새로 육성된 찰옥수수의 기능성을 비교하기 위해 항산화성 분석에 이용된 유색 찰옥수수는 그림 5와 같이 계통별로 다양한 색을 사용하였는데, 이들 계통들은 성숙시기에 따라 그림 6과 같이 색소형성에 큰 차이를 보였다.

3. 식미 관련 우수 교잡종 특성조사

새로 육성된 공시 교잡종에 대한 식미관련 특성을 알아보기 위하여 그림 8에서 보는 바와 같이 다양한 색상의 교잡종 찰옥수수를 사용하였다.

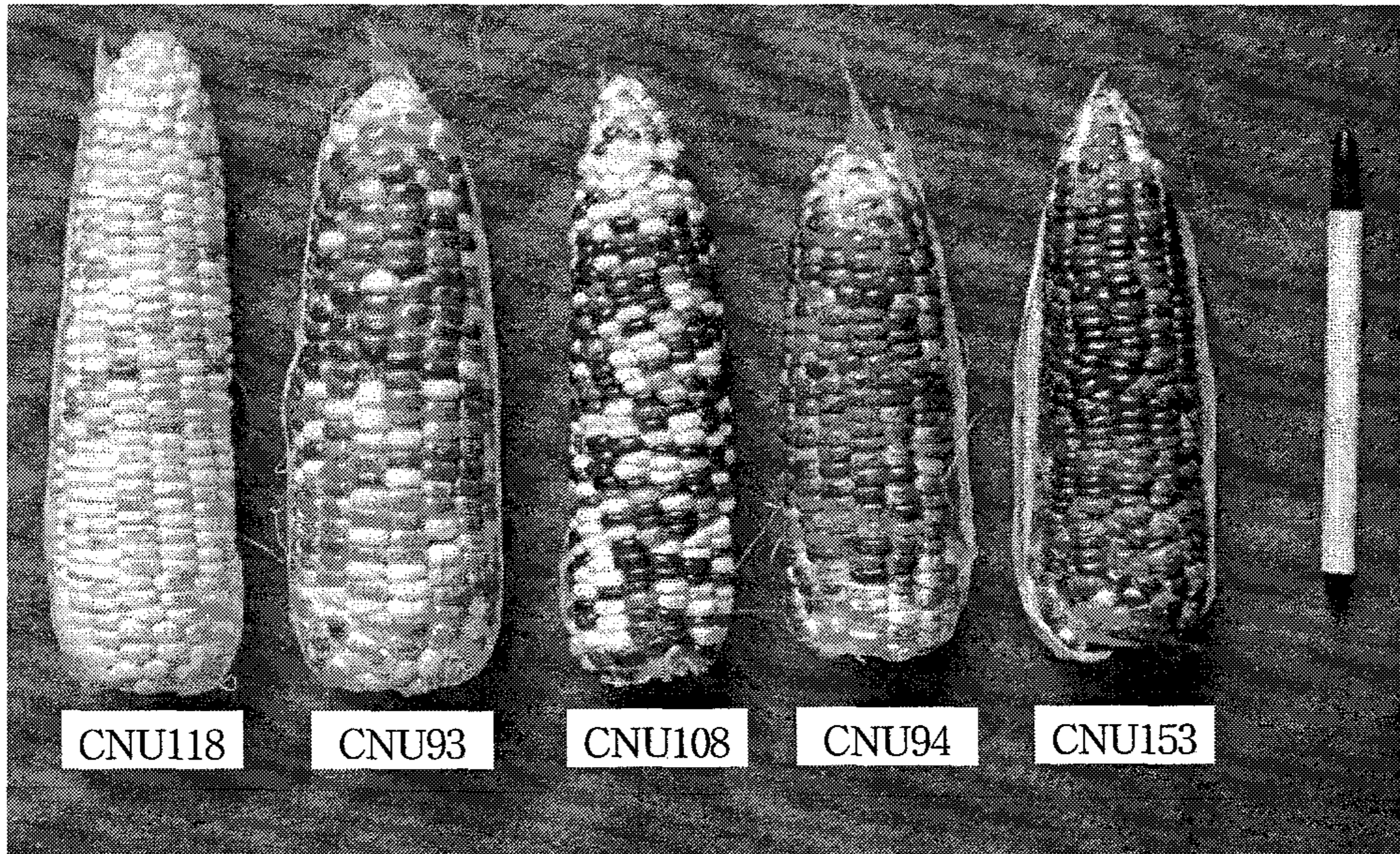


Photo. 5. The developed colored waxy maizes selected in table quality.

출사 35일 후에 성숙한 찰옥수수를 동일한 조건으로 가공 처리한 후 10인의 패널에 의해 관능검사 한 결과는 표 3과 같다.

각 교잡종은 식미관련 주요특성을 1에서 9의 점수로, 1은 가장 나쁜 상태를 9는 가장 좋은 상태로 나타내었다. 외관에 있어서는 CNU14, CNU19, CNU38, CNU153이 모두 9점으로 높게 나타났으며, 찰성은 CNU19와 CNU153이 8점으로 가장 높았다. 당함량은 대조구로 사용한 연농1호가 9점으로 가장 높았는데, 공시 재료 중에는 CNU153이 8점으로 높게 나타났다. 씹힘성에서는 대조구인 연농1호와 CNU21, CNU19가 9점으로 가장 높았으나, 대조구인 찰옥1호는 대부분의 결과에서 낮게 나타난 반면에 연농1호는 당함량과 씹힘성에 있어 9점으로 우수한 것으로 나타났다. 이들 전체에 대한 분석 결과 CNU19와 CNU153이 모두 8.3점으로 대조구인 찰옥1호와 연농1호의 5.0점과 7.8점보다 높게 나타나 식미특성이 우수한 유망 교잡종으로 육성하는데 유리할 것으로 판단된다.

4. 색소형성 반응시험(2005, 충남대)

생육 일수에 따른 색소형성의 차이를 살펴보면 아래 그림과 같다.

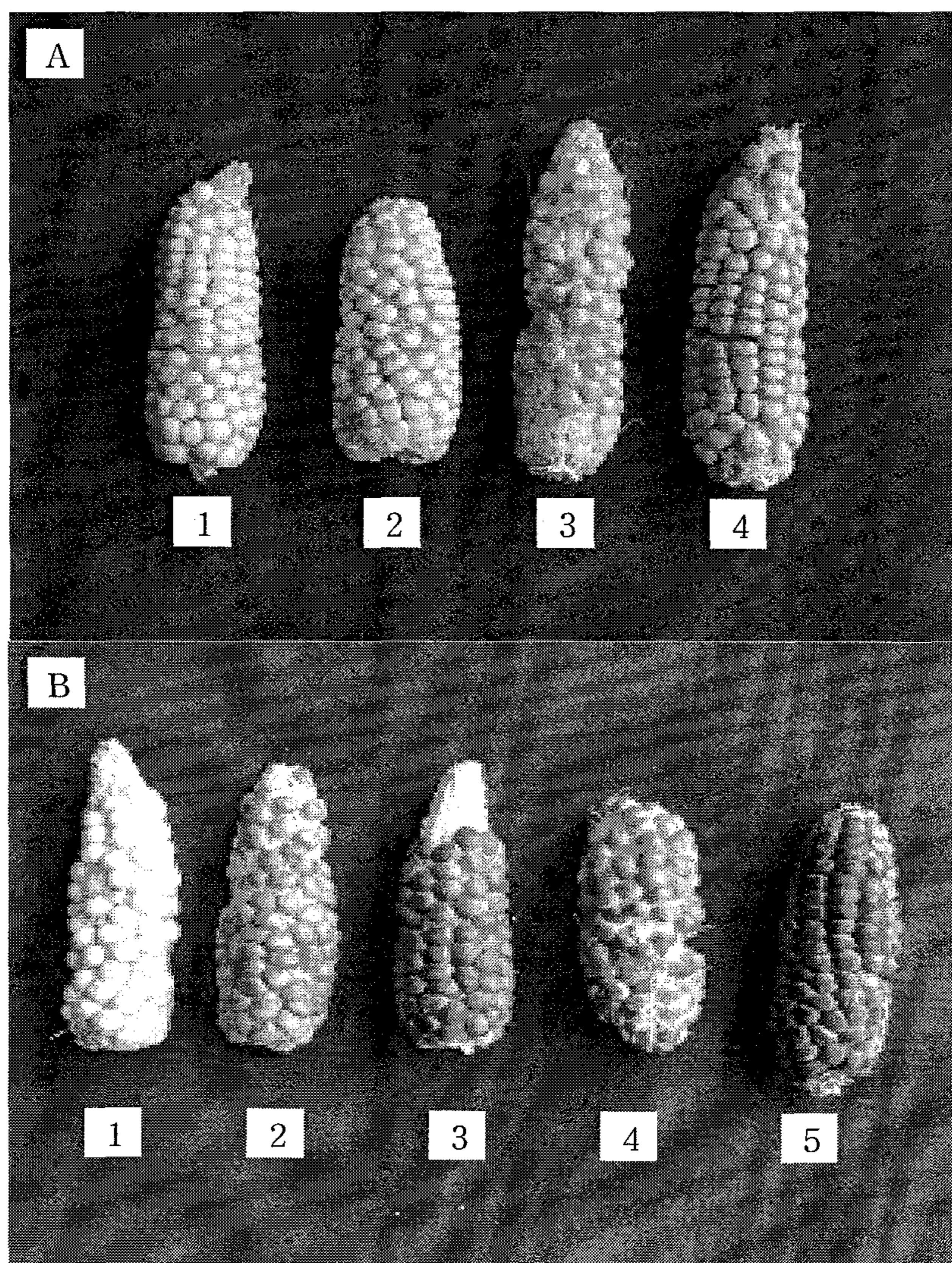


Photo. 6. Difference of pigment formation of the developed waxy maize CNU lines according to maturing days with yellow(A) and purple(B).

1: 20days, 2: 25days, 3: 30days, 4: 35days, 5: 40days

5. 식미 특성 주요 교잡종 선발

새로 육성된 찰옥수수(糯玉米)의 기능성을 비교하기 위해 항산화성 분석에 이용된 유색 찰옥수수는 그림 9와 같이 계통별로 다양한 색을 사용하였는데, 이들 계통들은 성숙시기에 따라 그림 1과 같이 색소형성에 큰 차이를 보였다.

Table 8. Table quality of the developed colored waxy maize hybrids in 2006.

Hybrids	Exterior (1-9)	Stickiness (1-9)	Sugar Content (1-9)	Tenderness (1-9)	Mean (1-9)
Chalok 1	6	7	4	7	5.0
Yeonmong 1	6	7	9	9	7.8
CNU13	8	5	5	3	5.3
CNU14	9	3	3	3	4.5
CNU19	9	8	7	9	8.3
CNU21	8	5	5	9	6.8
CNU38	9	7	5	8	7.3
CNU93	6	5	6	3	5.0
CNU94	7	7	7	4	6.3
CNU100	7	7	7	8	7.3
CNU133	6	6	7	8	6.8
CNU153	9	8	8	8	8.3
CNU173	7	7	8	8	7.5

* 1: low , 9: high

그림 10은 식미관련 특성 검정 결과 유망 교잡종으로 선발된 CNU19 노란색 찰옥수수과 CNU153 자주색 찰옥수수를 대조구인 찰옥1호와 비교한 결과이다.

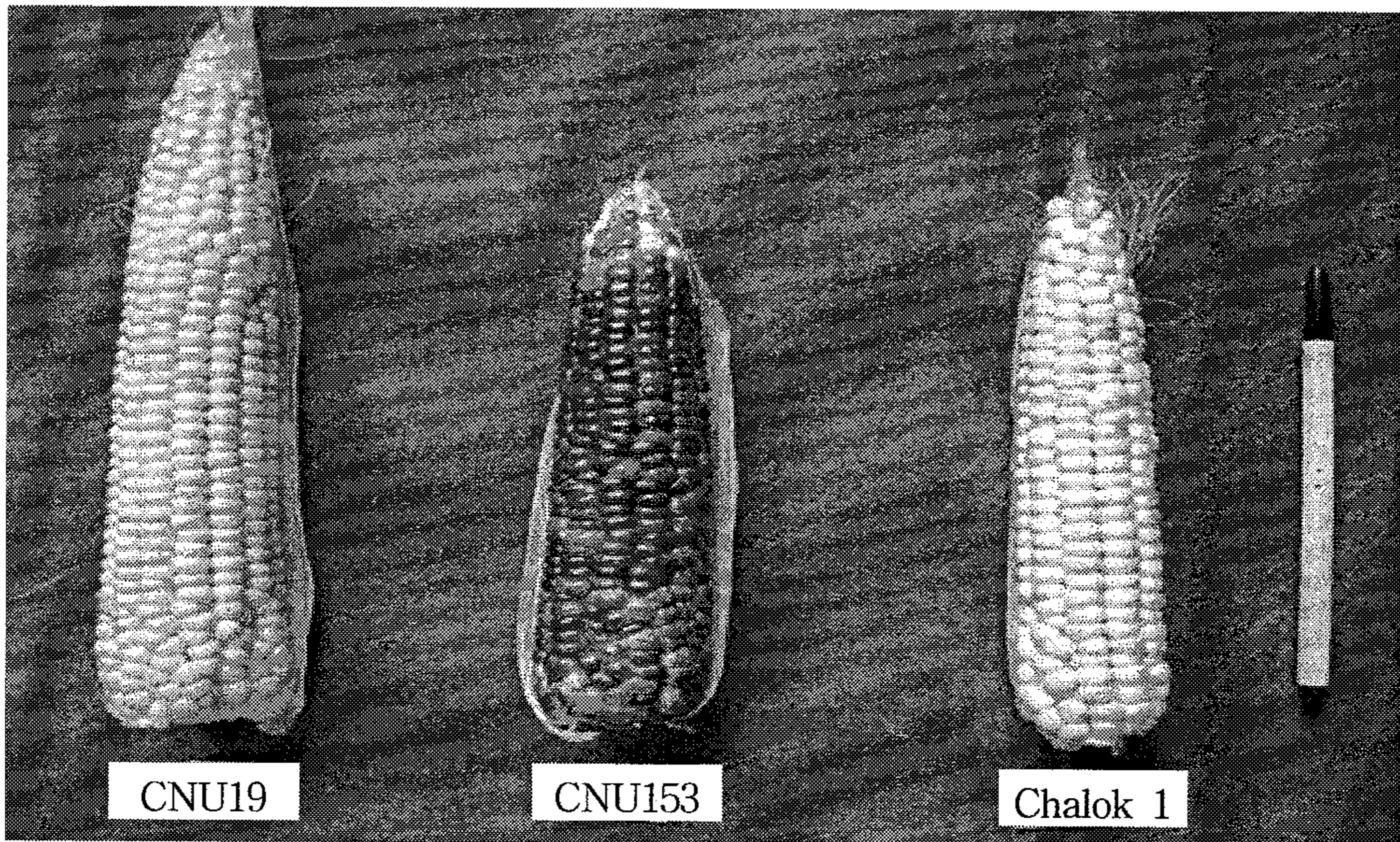


Photo. 7. Phenotype of ear of the new developed waxy maize hybrids in 2006.

CNU19(yellow), CNU153(purple) and Chalok 1

6. 우수 교잡종 지적시험(1) (충남농업기술원)

충남대로부터 제공된 유색 찰옥수수를 2006년 4월 28일에 치상한후 파종기는 4월 28일로 정식은 5월 14일에 재식거리 70 X 20cm로 예산 소재 충남농업기술전작 포장에 배색비닐멀칭하였다. 이에대한 실험결과는 아래 표9와 같다.

Table 9. Major agricultural characteristics of the CNU waxy maize hybrids(Yeosan, 2006)

'06년 시험 번호	충남대 공시 번호	정 식 개 체 수	출 웅 기	개 화 기	출 사 기	도* 복 (1- 9)	분 얼 수 (ea)	간 장 (cm)	착 수 고 (cm)	분 얼 길이 (cm)	이삭 길이 (cm)	착립 수장 (cm)	착 립 률 (%)	이삭 직경 (mm)	품질 평가 (1-9)*
1	2	12	6/28	7/1	7/4	3	1.0	188	110	134	16.8	15.3	91	37.2	3
2	4	12	6/28	7/1	7/4	3	1.2	179	103	169	15.2	14.2	93	38.2	3
3	5	8	6/28	7/2	7/4	3	2.8	194	108	184	16.8	14.2	84	36.4	5
4	6	7	6/30	7/3	7/5	3	2.4	202	116	201	19.9	18.0	90	40.8	1
5	7	11	6/30	7/3	7/4	3	1.8	228	123	203	18.0	17.8	99	41.2	1
6	8	10	7/2	7/4	7/8	3	2.0	246	144	102	20.7	19.2	92	43.8	3
7	10	11	6/30	7/3	7/5	5	2.4	210	116	184	19.3	17.0	87	43.0	1
8	11	11	6/29	7/1	7/3	3	2.0	186	109	158	18.8	16.0	85	40.5	3
9	12	12	6/30	7/2	7/4	1	2.4	218	117	155	20.8	17.7	84	44.4	1
10	16	11	6/29	7/3	7/4	1	2.6	207	113	182	20.7	17.7	85	40.3	3
11	17	6	6/29	7/3	7/5	1	2.0	206	110	202	18.7	17.2	92	40.8	3
12	18	11	6/29	7/1	7/3	1	2.4	188	75	188	18.7	15.8	84	43.9	1
13	19	12	6/28	6/30	7/3	1	2.0	213	116	232	17.0	15.7	92	40.9	3
14	20	12	6/29	6/30	7/4	1	1.4	210	106	126	20.2	18.3	90	48.0	1
15	21	12	6/28	6/30	7/3	1	1.2	204	99	120	20.3	17.5	86	41.2	1
16	22	7	-	6/28	6/30	3	1.2	178	89	61	14.8	13.5	91	42.0	3
17	23	12	7/1	7/2	7/4	1	2.4	216	113	133	19.5	17.7	90	40.5	3
18	24	11	6/30	7/2	7/6	3	2.2	231	132	67	26.8	18.2	67	39.4	1
19	25	6	6/30	7/3	7/5	5	2.0	217	121	165	20.2	18.3	90	39.5	3
20	26	12	6/25	6/28	6/29	3	1.4	187	80	165	16.8	16.8	100	41.0	3

Table 9. continued.

21	30	9	6/30	7/2	7/5	1	2.0	208	106	113	19.3	16.7	86	37.7	3
22	31	12	6/30	7/3	7/5	1	2.0	225	126	97	20.3	18.2	89	37.8	3
23	32	12	6/30	7/3	7/4	5	2.2	226	118	101	19.0	17.2	90	39.1	3
24	33	12	7/1	7/4	7/5	1	2.2	240	131	124	20.7	16.2	78	35.7	3
25	34	12	6/30	7/3	7/5	1	2.2	219	113	108	18.0	15.7	87	36.6	3
26	35	12	7/3	7/5	7/6	1	1.8	247	146	113	21.3	17.8	83	39.8	3
27	36	12	7/1	7/5	7/6	1	2.2	246	138	99	20.5	16.5	80	39.5	3
28	37	11	6/30	7/2	7/4	1	2.4	211	110	116	19.0	16.0	84	38.4	3
29	38	12	7/1	7/7	7/8	1	2.2	206	97	141	17.7	13.3	75	36.0	3
30	41	12	6/29	7/2	7/3	1	2.8	205	109	130	20.7	18.7	90	35.5	1
31	42	11	7/1	7/5	7/6	0	1.6	242	136	118	22.5	17.2	76	37.2	1
32	44	9	6/30	7/4	7/5	1	2.4	229	123	185	21.7	17.5	80	38.0	3
33	45	1	-	7/1	7/3	7	2.2	107	44	50	16.5	12.5	75	33.1	5
34	48	12	6/28	6/30	7/3	5	2.6	177	103	166	19.2	14.5	75	37.1	3
35	50	4	6/29	7/1	7/5	3	3.0	196	107	194	22.8	18.7	81	35.9	1
36	53	11	-	6/27	6/29	7	2.2	187	96	196	18.3	16.8	91	41.6	3
37	54	12	6/29	7/1	7/5	7	2.2	227	142	120	21.7	15.3	70	37.5	5
38	56	12	6/30	7/2	7/5	7	3.0	204	109	188	21.5	16.5	76	38.3	3
39	59	12	6/29	7/1	7/3	5	2.4	229	119	222	20.3	15.7	77	41.1	3
40	62	12	-	6/29	7/3	7	2.2	194	87	146	18.5	17.3	93	34.9	5
41	64	9	-	6/28	7/2	7	2.6	167	74	97	18.3	16.5	90	39.7	3
42	66	6	6/30	7/2	7/8	7	3.2	201	108	199	17.8	14.7	82	38.7	3
43	67	9	6/30	7/3	7/4	7	2.2	216	130	146	19.2	15.0	78	40.0	3
44	69	12	6/28	6/30	7/1	0	1.4	194	100	1	13.5	12.5	92	41.9	3
45	70	9	6/30	7/1	7/5	1	1.6	218	131	90	19.7	18.3	93	39.6	5

Table 9. continued.

46	71	12	6/29	7/1	7/3	1	1.0	181	100	-	-	-	-	-	-
47	72	12	6/30	7/3	7/4	1	2.2	230	135	99	19.2	15.0	78	39.1	3
48	75	8	6/30	7/3	7/5	3	1.8	229	143	135	17.3	12.8	74	39.7	3
49	76	4	6/29	7/1	7/3	0	1.8	202	105	104	18.7	16.5	88	40.7	3
50	77	6	6/30	7/2	7/4	0	1.8	198	121	146	18.0	13.7	75	40.8	3
51	79	12	6/28	6/30	7/1	0	2.6	172	82	162	17.8	16.5	92	39.8	1
52	80	12	-	6/28	7/4	0	2.4	119	39	-	13.0	11.2	85	38.4	5
53	81	12	6/29	7/1	7/3	0	2.0	199	127	102	20.5	17.2	83	40.3	1
54	84	12	-	6/27	6/28	0	1.6	161	61	141	14.5	13.5	93	41.4	3
55	85	6	-	6/26	6/29	0	1.0	149	76	97	10.5	10.5	100	39.3	5
56	86	12	-	6/26	6/29	1	1.2	168	82	151	14.8	14.8	100	43.1	3
57	91	10	6/28	6/29	7/2	1	1.0	200	123	78	16.0	13.8	86	42.7	3
58	92	11	6/29	7/2	7/4	1	1.0	207	120	123	14.7	12.3	84	38.9	5
59	93	4	6/29	7/2	7/4	1	2.3	199	105	204	15.8	14.3	90	39.3	5
60	95	12	-	6/28	7/1	1	1.6	181	79	94	16.5	15.2	91	45.8	1
61	99	12	7/1	7/5	7/6	0	1.0	115	70	-	9.3	7.0	75	30.1	7
62	102	9	-	6/29	7/3	0	1.4	197	82	152	15.5	15.5	100	35.9	5
63	103	8	7/1	7/3	7/6	0	2.8	197	130	213	14.7	13.5	92	35.2	3
64	104	12	6/30	7/3	7/4	0	2.2	206	106	182	14.2	12.7	89	36.4	3
65	105	12	6/29	7/2	7/4	7	2.2	215	126	173	15.7	13.8	88	39.4	5
66	106	12	6/29	6/30	7/2	3	2.0	205	110	172	18.3	14.7	80	42.5	3
67	107	12	6/27	6/28	6/30	0	1.4	199	105	165	15.5	14.2	91	42.5	3
68	108	12	6/30	7/3	7/8	0	2.6	178	112	147	15.8	13.5	85	34.3	3
69	110	12	-	6/28	7/2	5	1.8	195	96	128	17.2	15.8	92	39.7	3
70	111	12	-	6/28	6/30	0	2.2	180	109	197	17.5	17.5	100	41.2	3
71	113	12	-	6/27	6/29	0	1.8	189	82	-	18.2	16.8	92	40.7	3
72	114	11	6/28	6/30	7/1	1	1.2	204	108	200	16.0	14.7	91	39.2	3
73	115	6	6/29	6/30	7/1	1	1.2	186	89	199	17.0	15.7	92	40.3	3
74	116	2	6/28	6/30	7/1	5	1.5	190	104	136	19.3	15.2	79	39.7	3
75	117	8	-	6/28	7/1	1	1.6	197	105	110	16.7	15.5	93	39.0	3
76	118	12	6/28	6/30	7/1	1	1.6	184	113	156	18.7	15.3	82	42.8	1
77	119	9	6/28	6/30	7/3	1	1.6	182	107	68	16.5	15.3	92	40.7	1
78	120	12	6/28	6/30	7/2	0	2.0	181	104	150	19.8	19.0	95	42.0	1
79	121	11	6/29	7/1	7/5	0	2.0	171	99	122	14.5	13.5	93	31.0	5
80	122	12	6/28	6/30	7/3	0	1.2	167	71	44	18.0	16.3	90	33.5	3

Table 9. continued.

81	123	12	6/28	7/1	7/4	0	2.0	168	69	39	16.7	14.5	87	32.3	3
82	124	8	6/29	7/1	7/4	0	1.4	173	92	204	20.2	18.7	92	36.0	3
83	126	12	6/28	6/30	7/4	0	1.4	172	79	151	20.0	19.0	95	36.3	3
84	127	12	6/28	7/1	7/3	0	1.0	176	83	-	18.7	17.3	92	33.5	3
85	129	8	6/30	7/3	7/6	0	1.4	204	117	109	16.8	16.0	95	34.8	3
86	130	6	6/28	7/1	7/3	0	1.0	176	83	35	16.5	16.0	97	31.3	3
87	133	12	6/29	7/2	7/4	1	1.2	187	103	184	16.3	15.3	93	34.8	3
88	134	10	6/29	7/2	7/3	1	1.2	198	105	212	16.2	15.0	92	36.7	3
89	135	12	6/28	7/1	7/3	1	1.0	184	92	184	17.2	16.8	98	34.2	3
90	136	12	6/29	7/1	7/3	0	1.2	196	94	233	16.3	14.7	89	35.6	3
91	139	12	6/29	7/2	7/3	0	1.0	187	96	-	18.2	14.3	78	31.6	3
92	142	12		6/29	7/2	0	1.4	191	80	-	16.7	15.8	95	35.9	3
93	143	12	6/28	6/30	7/3	0	1.0	197	81	105	18.3	17.3	94	36.6	3
94	144	9	6/29	7/3	7/4	0	1.2	177	87	32	15.3	13.3	87	32.1	5
95	145	12		6/29	7/3	0	1.2	186	79	117	17.8	15.3	86	35.1	3
96	146	11	6/28	6/30	7/3	0	1.6	184	92	129	16.8	16.2	96	33.7	3
97	148	12		6/29	7/3	0	1.2	183	83	86	18.5	17.7	95	35.6	3
98	151	12	6/29	7/2	7/4	0	1.4	158	81	41	17.7	13.7	77	30.0	5
99	153	12	6/29	7/1	7/4	0	1.0	175	80	50	15.5	14.5	93	31.5	3
100	156	5	6/28	6/30	7/2	0	1.4	165	80	176	17.2	16.3	95	36.4	3
101	158	12	6/28	6/30	7/3	0	0.8	179	96	218	15.8	14.2	89	34.2	5
102	159	12	6/29	7/1	7/3	1	2.0	168	89	183	15.0	14.2	94	34.6	3
103	160	13	6/29	7/2	7/3	3	1.6	205	117	191	15.5	13.8	89	33.5	3
104	161	13	6/29	6/30	7/3	1	0.8	195	103	-	15.8	15.7	98	35.4	3
105	163	12	6/28	6/30	7/3	0	1.0	177	95	174	16.2	15.3	94	34.9	3
106	164	12	6/28	7/1	7/3	0	1.8	196	101	122	15.8	15.0	94	36.8	3
107	166	12	6/27	6/30	7/3	0	1.4	212	95	64	16.7	16.7	100	38.0	1
108	167	13	6/28	6/30	7/3	0	1.4	202	117	94	15.8	15.3	96	37.5	3
109	168	11	6/30	7/2	7/3	0	2.0	207	117	41	17.8	17.3	97	36.8	1
110	169	12	6/29	7/1	7/4	0	1.8	203	122	99	17.7	16.5	93	38.3	3
111	173	11	6/29	7/1	7/3	0	1.6	194	102	165	17.0	16.5	97	34.1	3
112	176	13	6/29	7/1	7/3	0	1.6	190	89	52	16.0	14.8	92	33.6	5
113	177	13	6/28	6/30	7/3	0	1.0	202	88	81	17.3	16.5	95	32.6	3
114	178	13	6/30	7/2	7/4	0	1.2	194	104	214	16.8	16.2	96	33.1	3
115	179	7	6/28	6/30	7/3	0	1.4	207	88	105	17.8	16.5	92	36.5	3

Table 9. continued.

116	186	5	6/29	7/1	7/4	0	1.0	187	89	96	17.8	17.5	98	35.8	3
117	187	6	6/30	7/3	7/4	3	2.0	216	112	161	18.2	16.7	91	37.8	3
118	189	9	6/29	6/30	7/5	1	1.8	181	98	128	17.5	16.7	95	33.7	3
119	190	8	6/29	6/30	7/3	1	1.0	191	98	160	16.0	15.3	95	36.9	3
120	192	8	6/27	6/29	7/1	3	1.2	189	92	136	16.5	15.2	91	36.0	3
121	193	10	6/27	6/30	7/4	0	1.0	148	63	103	16.0	13.7	85	32.2	7
122	195	5	6/28	7/1	7/4	0	0.2	149	59	-	15.5	14.5	93	33.0	7
123	199	10	6/29	7/2	7/4	0	1.0	179	83	130	16.8	14.0	83	32.3	5
124	201	12		6/29	7/3	0	2.2	159	81	134	66.3	16.2	24	34.6	3
125	202	11		6/29	7/2	0	1.4	176	70	172	16.0	15.5	96	37.1	3
126	203	12		6/29	7/3	0	1.6	184	68	130	17.3	16.2	93	33.6	3
127	205	5	6/27	6/30	7/3	0	1.6	184	80	189	16.7	15.5	93	33.3	3
128	208	1	6/29	7/1	7/3	3	2.0	167	66	163	15.5	14.0	90	30.9	3
129	212	12	6/28	6/30	7/3	0	2.4	177	82	151	16.7	16.0	96	32.3	3
130	213	8	6/28	7/1	7/2	0	1.2	171	95	106	16.5	13.7	82	31.3	3
131	214	5	6/29	7/3	7/4	0	1.2	171	71	36	17.7	15.7	88	31.3	3
132	218	11	6/28	6/30	7/3	0	1.8	193	98	95	17.3	16.2	93	38.8	1
133	220	12	6/27	6/30	7/3	0	1.8	190	74	49	18.0	16.5	91	32.5	3
134	221	11	6/29	7/3	7/4	0	1.6	171	73	106	15.8	14.2	89	31.9	3
135	222	5	6/29	7/3	7/4	0	1.6	165	77	86	16.3	14.7	89	30.7	3
136	224	8	6/30	7/3	7/4	0	1.8	205	100	56	17.0	15.3	90	35.2	3
137	225	6	6/29	7/2	7/3	0	2.0	183	89	67	16.7	16.2	97	37.9	1
138	226	4	6/28	7/3	7/4	0	2.0	167	73	73	15.5	14.3	92	32.4	3
139	227	7	6/29	7/3	7/4	0	1.6	164	80	-	16.5	14.2	85	32.5	3
140	228	6	6/28	7/2	7/4	0	0.6	179	80	-	16.0	14.2	88	34.3	3
141	230	5	6/29	7/2	7/5	0	2.0	134	60	-	16.2	15.5	95	33.2	3
142	234	5	6/29	7/1	7/3	0	2.0	197	88	167	18.2	17.5	96	37.7	3
143	235	11	6/28	7/2	7/4	0	0.0	140	48		17.7	16.3	92	34.2	7
144	240	9	6/28	7/2	7/4	0	0.4	124	38	175	15.3	13.3	87	32.8	3
145	241	7		6/29	7/3	0	2.2	185	87	208	17.5	16.8	96	33.2	3
146	244	12		6/29	7/3	0	2.0	170	78	97	16.5	16.0	97	36.0	3

7. 우수 교잡종 지적시험(2) (작물과학원)

■ 협동 연구기관(2006, 3년차)

-시험 결과-

Table 10. Major agricultural characteristics of the CNU waxy maize hybrids developed at CNU crop genetic and breeding lab.

시험 번호	교 잡 계 명	Days to silking	Early growt h(0-9)	Stem ht. (cm)	Ear ht. (%)	Tillers / Plant	Lodging (1~9)	Corn borer (0~9)	Ears 100 plant
1	Chalok 1(Standard)	66	9	190	42	0	2	2	84
2	Mibaek chal(check)	75	9	228	50	0	5	1	100
3	Yeonng (check)	81	7	240	51	0	7	-	-
4	Ilmi Chal (check)	77	9	215	56	0	2	1	100
5	CNU1	82	7	230	57	0	9	-	-
6	CNU2	81	7	245	57	0	7	-	-
7	CNU3	79	8	283	53	0	7	-	-
8	CNU4	82	7	280	57	0	7	-	-
9	CNU5	81	8	243	49	1	9	-	-
10	CNU6	77	7	242	54	0	9	-	-
11	CNU7	78	8	270	52	0	4	1	90
12	CNU8	81	7	243	51	0	7	-	-
13	CNU9	80	6	237	51	1	7	-	-
14	CNU10	78	8	208	55	0	3	1	59
15	CNU11	77	7	220	59	0	4	1	93
16	CNU12	78	9	232	55	0	3	1	81
17	CNU13	73	6	210	48	0	3	1	91
18	CNU14	78	9	235	45	1	5	1	83
19	CNU15	79	9	280	57	0	7	-	-
20	CNU16 ☆	73	9	223	42	0	3	2	79
21	CNU17	82	9	240	56	1	7	-	-
22	CNU18	80	9	245	52	1	9	-	-
23	CNU19	81	9	270	61	1	7	-	-
24	CNU20 ○☆	81	9	250	58	0	4	2	94
25	CNU21	82	9	280	61	0	4	-	-
26	CNU22	85	6	260	69	0	7	-	-
27	CNU23	80	9	242	52	0	2	1	100
28	CNU24	90	8	230	57	0	3	-	-
29	CNU25	83	6	227	53	1	4	-	-
30	CNU26	82	9	272	68	1	2	-	-
31	CNU27	82	7	275	62	1	4	-	-
32	CNU28	82	7	147	41	1	3	-	-
33	CNU29 ○	82	9	208	61	0	3	1	100
34	CNU30	83	5	227	48	0	7	-	-
35	CNU31	81	9	240	63	0	5	2	89

Table 10. Continued

시험 번호	교잡계명	Ear (cm)			Yield/10a		Index	
		length	dia.	Seed set (%)	Ears (10a)	Ear wt. (10a)	Ears	Ear wt.
1	Chalok 1(Standard)	15.6	4.4	81	5,712	746	100	100
2	Mibaek chal(check)	21.2	4.6	87	6,069	1,039	106	139
3	Yeonong (check)	-	-	-	-	-	-	-
4	Ilmi Chal (check)	17.6	4.8	98	6,783	1,292	119	173
5	CNU1	-	-	-	-	-	-	-
6	CNU2	-	-	-	-	-	-	-
7	CNU3	-	-	-	-	-	-	-
8	CNU4	-	-	-	-	-	-	-
9	CNU5	-	-	-	-	-	-	-
10	CNU6	-	-	-	-	-	-	-
11	CNU7	18.8	4.8	86	6,426	1,428	113	191
12	CNU8	-	-	-	-	-	-	-
13	CNU9	-	-	-	-	-	-	-
14	CNU10	17.4	5.0	90	3,570	657	63	88
15	CNU11	20.0	4.4	87	4,998	664	88	89
16	CNU12	20.4	5.2	96	4,641	1,192	81	160
17	CNU13	14.6	4.8	93	3,570	450	63	60
18	CNU14	18.4	4.8	91	5,355	835	94	112
19	CNU15	-	-	-	-	-	-	-
20	CNU16 ☆	16.4	4.8	98	5,355	814	94	109
21	CNU17	-	-	-	-	-	-	-
22	CNU18	-	-	-	-	-	-	-
23	CNU19	-	-	-	-	-	-	-
24	CNU20 ○☆	15.6	4.0	77	5,355	511	94	68
25	CNU21	-	-	-	-	-	-	-
26	CNU22	-	-	-	-	-	-	-
27	CNU23	17.2	4.0	81	6,783	821	119	110
28	CNU24	-	-	-	-	-	-	-
29	CNU25	-	-	-	-	-	-	-
30	CNU26	-	-	-	-	-	-	-
31	CNU27	-	-	-	-	-	-	-
32	CNU28	-	-	-	-	-	-	-
33	CNU29 ○	17.6	4.0	88	6,426	678	113	91
34	CNU30	-	-	-	-	-	-	-
35	CNU31	20.8	4.0	82	5,712	596	100	80

Table 10. Continued

시험 번호	교 잡 계 명	Days to silking	Early growth(0-9)	Stem ht. (cm)	Ear ht. (%)	Tillers/ Plant	Lodging (1~9)	Corn borer (0~9)	Ears 100 plant
36	CNU32	81	7	245	56	0	4	1	72
37	CNU33 ○	80	9	250	46	0	3	2	95
38	CNU34	74	8	192	52	0	5	5	91
39	CNU35	82	6	250	48	0	7	-	-
40	CNU36	80	9	260	62	0	7	-	-
41	CNU37	77	9	220	57	0	2	1	100
42	CNU38 ☆	81	9	225	69	0	3	1	100
43	CNU39	81	9	265	55	0	4	1	82
44	CNU40	82	8	265	60	0	7	-	-
45	CNU41	82	5	221	58	1	4	1	100
46	CNU42	78	6	225	62	0	4	1	110
47	CNU43 ○☆	83	6	200	55	1	2	2	81
48	CNU44	82	8	137	40	1	1	-	-
49	CNU45	78	8	243	66	0	7	-	-
50	CNU46 ☆	70	9	180	44	0	3	1	107
51	CNU47 ☆	73	7	197	53	0	4	1	87
52	CNU48	73	8	223	61	0	4	1	124
53	CNU49	80	5	240	52	0	5	-	-
54	CNU50	78	3	220	41	0	5	-	-
55	CNU51	81	7	162	59	0	5	-	-
56	CNU52	75	7	206	40	0	2	1	107
57	CNU53	81	7	220	57	0	3	1	87
58	CNU54 ○	78	8	245	57	0	2	1	86
59	CNU55	77	7	250	58	0	7	-	-
60	CNU56	72	9	220	59	1	4	2	82
61	CNU57	-	9	231	57	0	9	-	-
62	CNU58	76	9	250	52	0	9	-	-
63	CNU59	76	7	230	61	0	9	-	-
64	CNU60	76	9	235	49	0	5	2	76
65	CNU61	76	7	230	61	0	3	2	74
66	CNU62 ○☆	78	6	220	55	0	5	1	100
67	CNU63	77	5	238	63	0	7	-	-
68	CNU64	77	6	220	52	1	7	-	-
69	CNU65	74	9	210	62	1	3	2	100
70	CNU66	80	5	222	54	0	7	-	-

Table 10. Continued

Trial No.	CNU hybrids	Ear (cm)			Yield/10a		Index	
		length	dia.	Seed set (%)	Ears (10a)	Ear wt. (10a)	Ears	Ear wt.
36	CNU32	20.2	4.2	79	4,641	635	81	85
37	CNU33 ○	18.8	4.4	83	6,426	1,000	113	134
38	CNU34	16.2	4.2	90	3,570	378	63	51
39	CNU35	-	-	-	-	-	-	-
40	CNU36	-	-	-	-	-	-	-
41	CNU37	14.2	4.4	87	5,712	657	100	88
42	CNU38 ☆	18.2	4.8	95	4,641	764	81	102
43	CNU39	18.4	4.6	87	4,998	689	88	92
44	CNU40	-	-	-	-	-	-	-
45	CNU41	18.0	4.8	90	3,570	500	63	67
46	CNU42	18.0	4.6	71	3,927	525	69	70
47	CNU43 ○☆	16.2	4.2	90	4,641	518	81	69
48	CNU44	-	-	-	-	-	-	-
49	CNU45	-	-	-	-	-	-	-
50	CNU46 ☆	13.2	4.2	98	5,712	600	100	80
51	CNU47 ☆	14.8	4.6	99	4,641	618	81	83
52	CNU48	15.4	4.2	87	7,497	882	131	118
53	CNU49	-	-	-	-	-	-	-
54	CNU50	-	-	-	-	-	-	-
55	CNU51	-	-	-	-	-	-	-
56	CNU52	15.6	4.2	96	5,355	585	94	78
57	CNU53	14.6	4.2	89	4,641	503	81	67
58	CNU54 ○	15.6	4.2	88	4,284	532	75	71
59	CNU55	-	-	-	-	-	-	-
60	CNU56	14.4	4.8	94	4,998	603	88	81
61	CNU57	-	-	-	-	-	-	-
62	CNU58	-	-	-	-	-	-	-
63	CNU59	-	-	-	-	-	-	-
64	CNU60	17.2	4.2	80	4,641	618	81	83
65	CNU61	15.8	4.6	94	4,998	693	88	93
66	CNU62 ○☆	16.0	5.0	95	3,213	571	56	77
67	CNU63	-	-	-	-	-	-	-
68	CNU64	-	-	-	-	-	-	-
69	CNU65	18.4	5.0	80	6,426	1,096	113	147
70	CNU66	-	-	-	-	-	-	-

Table 10. Continued

Trial No.	CNU hybrids	Days to silking	Early growth (0-9)	Stem ht. (cm)	Ear ht. (%)	Tillers/Plant	Lodging (1-9)	Corn borer (0-9)	Ears 100 plant
71	CNU67 ☆	77	9	215	67	0	2	1	100
72	CNU68	81	9	223	56	0	9	-	-
73	CNU69	77	9	205	49	1	2	1	94
74	CNU70	78	7	160	56	1	2	-	-
75	CNU71 ○☆	81	8	216	51	0	3	1	106
76	CNU72	80	6	183	55	0	3	-	-
77	CNU73 ○☆	79	8	213	60	0	5	1	100
78	CNU74 ○☆	78	9	225	62	0	4	1	100
79	CNU75	79	9	220	59	0	3	1	100
80	CNU76	77	7	210	57	0	3	1	100
81	CNU77	81	8	175	63	0	2	-	-
82	CNU78	77	8	214	43	0	2	2	100
83	CNU79	77	9	228	50	0	2	1	100
84	CNU80	80	7	175	60	0	2	-	-
85	CNU81 ○☆	79	7	230	61	0	2	3	113
86	CNU82 ○☆	78	8	235	51	0	2	2	94
87	CNU83	77	8	223	49	0	2	1	89
88	CNU84	80	8	201	54	0	2	1	94
89	CNU85	80	8	190	55	0	2	2	100
90	CNU86	77	7	260	42	0	3	1	93
91	CNU87	76	8	215	58	0	3	1	100
92	CNU88	78	9	224	53	0	3	2	100
93	CNU89 ○☆	78	9	223	55	0	4	2	100
94	CNU90 ○☆	78	8	210	52	0	3	1	93
95	CNU91 ○☆	78	8	212	52	0	2	2	100
96	CNU92	78	8	195	54	0	2	-	-
97	CNU93 ○☆	80	9	224	57	0	3	1	95
98	CNU94	82	6	214	44	0	2	3	100
99	CNU95 ○	80	8	197	58	0	2	2	100
100	CNU96	80	5	220	59	0	5	2	100
101	CNU97	84	7	227	48	0	3	2	94
102	CNU98 ☆	81	6	227	63	0	2	1	113
103	CNU99	79	6	205	43	0	2	1	93
104	CNU100	81	7	180	50	0	3	-	-
105	CNU101	81	6	172	44	0	1	-	-

Table 10. Continued

Trial No.	CNU hybrids	Ear (cm)			Yield/10a		Index	
		length	dia.	Seed set (%)	Ears (10a)	Ear wt. (10a)	Ears	Ear wt.
71	CNU67 ☆	19.0	4.8	95	6,426	1,039	113	139
72	CNU68	-	-	-	-	-	-	-
73	CNU69	17.8	4.0	91	5,712	578	100	78
74	CNU70	-	-	-	-	-	-	-
75	CNU71 ○☆	19.4	4.2	95	6,069	703	106	94
76	CNU72	-	-	-	-	-	-	-
77	CNU73 ○☆	14.6	3.8	97	6,783	675	119	90
78	CNU74 ○☆	15.2	4.0	96	6,426	664	113	89
79	CNU75	16.4	3.8	96	6,783	614	119	82
80	CNU76	16.4	3.8	95	6,426	557	113	75
81	CNU77	-	-	-	-	-	-	-
82	CNU78	18.0	3.8	97	5,712	600	100	80
83	CNU79	18.4	4.2	97	6,783	828	119	111
84	CNU80	-	-	-	-	-	-	-
85	CNU81 ○☆	17.6	4.0	95	6,426	721	113	97
86	CNU82 ○☆	18.4	4.4	96	5,712	707	100	95
87	CNU83	18.2	4.0	97	5,712	650	100	87
88	CNU84	15.8	3.4	96	5,712	432	100	58
89	CNU85	15.6	3.4	92	5,712	382	100	51
90	CNU86	15.8	3.8	89	4,998	461	88	62
91	CNU87	16.2	3.8	86	6,426	628	113	84
92	CNU88	15.2	3.6	91	6,783	657	119	88
93	CNU89 ○☆	17.0	4.6	95	6,783	960	119	129
94	CNU90 ○☆	17.0	3.8	96	4,998	528	88	71
95	CNU91 ○☆	16.8	4.0	96	5,712	575	100	77
96	CNU92	-	-	-	-	-	-	-
97	CNU93 ○☆	16.4	4.4	98	6,426	757	113	101
98	CNU94	16.8	4.0	93	3,570	339	63	45
99	CNU95 ○	18.2	4.4	86	6,069	753	106	101
100	CNU96	17.2	4.2	99	4,641	543	81	73
101	CNU97	17.0	4.0	96	6,069	528	106	71
102	CNU98 ☆	16.8	4.2	99	6,069	614	106	82
103	CNU99	17.8	4.2	94	4,998	610	88	82
104	CNU100	-	-	-	-	-	-	-
105	CNU101	-	-	-	-	-	-	-

Table 10. Continued

Trial No.	CNU hybrids	Days to silking	Early growth (0-9)	Stem ht. (cm)	Ear ht. (%)	Tillers/Plant	Lodging (1-9)	Corn borer (0-9)	Ears 100 plant
106	CNU102	81	7	184	49	0	1	-	-
107	CNU103 ☆	78	8	172	58	0	1	2	100
108	CNU104	77	9	186	55	0	2	2	106
109	CNU105	77	8	175	63	0	1	2	88
110	CNU106 ☆	77	7	240	51	0	3	1	89
111	CNU107	79	7	196	55	0	2	-	-
112	CNU108	77	9	200	51	0	2	1	93
113	CNU109	81	7	180	56	0	2	2	92
114	CNU110	81	5	165	58	0	2	-	-
115	CNU111 ○☆	79	9	218	46	0	3	1	100
116	CNU112	83	4	215	54	1	3	2	80
117	CNU113	81	4	170	47	0	3	-	-
118	CNU114	77	7	190	53	0	3	1	100
119	CNU115	82	7	208	50	0	2	2	92
120	CNU116	81	6	155	48	0	1	-	-
121	CNU117 ○☆	79	5	225	62	0	3	2	100
122	CNU118	82	9	175	45	0	1	-	-
123	CNU119	82	7	170	53	0	1	-	-
124	CNU120	78	7	215	47	0	2	2	100

Trial No.	CNU hybrids	Ear (cm)			Yield/10a		Index	
		length	dia.	Seed set (%)	Ears (10a)	Ear wt. (10a)	Ears	Ear wt.
106	CNU102	-	-	-	-	-	-	-
107	CNU103 ☆	18.0	4.2	97	6,069	635	106	85
108	CNU104	17.8	3.8	94	6,069	593	106	79
109	CNU105	15.2	3.6	88	5,355	350	94	47
110	CNU106 ☆	18.2	4.2	99	6,069	753	106	101
111	CNU107	-	-	-	-	-	-	-
112	CNU108	18.4	4.0	93	4,998	536	88	72
113	CNU109	15.8	3.4	96	4,284	336	75	45
114	CNU110	-	-	-	-	-	-	-
115	CNU111 ○☆	17.8	4.2	98	6,783	957	119	128
116	CNU112	15.6	4.0	96	2,856	311	50	42
117	CNU113	-	-	-	-	-	-	-
118	CNU114	16.4	3.6	96	6,069	496	106	67
119	CNU115	16.0	4.2	98	3,927	403	69	54
120	CNU116	-	-	-	-	-	-	-
121	CNU117 ○☆	17.6	4.4	93	6,426	1082	113	145
122	CNU118	-	-	-	-	-	-	-
123	CNU119	-	-	-	-	-	-	-
124	CNU120	17.6	4.0	85	5,355	525	94	70

- * -- 초기입모 : 0-0%, 9-90%이상 입모
-- 도복 : 1-매우강함, 5-보통, 9-매우약함
-- 조명나방 : 0-매우 강함, 5-보통, 9-매우 약함
☆ 생육 및 수량성 우수 교잡종 , ○ 식미우수 교잡종

결과 요약

- 120교잡계 시험하여 CNU16 등 14개 우량 교잡계 선발
- 특히 CNU16, CNU43, CNU54, CNU71등이 식미가 우수하고 생육 및 수량성도 뛰어난 것으로 나타났음

제 4 절 유색 찰옥수수 다수성 및 고기능성 품종 선발

■ 위탁 연구 기관

1. 항산화성 및 활성 물질 탐색

1. 시료 옥수수의 처리

항산화성 검정을 위해 ① antocyanin추출 ② 정성시험(크로마토그래피) ③ TBA가 측정에 의한 SOD 활성측정, XO활성측정 및 Catalase활성측정 등을 분석법을 확립하기 위해 주관에서 동계 보온 온실에서 재배한 유색 옥수수 각 계통과 교잡종 옥수수를 표1과 표2의 내용중 항산화성 분석에 적합한 13종에 대해 가식부위만을 동결건조한 후 건조옥수수 10g당 70% methanol 50 ml을 가하여 2시간씩 3회 추출한 것을 감압농축하여 methanol extract로 하였고, 잔사에 n-hexane, ethyl acetate, buthanol을 넣어 각각 3회씩 순차추출하여 각 용매의 extract로 하였다. 상기 추출물을 DMSO에 용해하여 각 효소활성도 측정에 적합한 buffer로 희석하여 사용하였다.

2. DPPH에 의한 항산화 효과 측정

Blois의 방법에 따라 DPPH에 의한 라디칼 소거효과를 측정하였다. 옥수수 추출물을 DMSO에 10 mg/ml의 농도로 녹인 시료용액 0.1 ml에 $1.5 \times 10^{-4} M$ DPPH

(α - α' diphenyl- β -picryl hydrazyl) 0.8ml, 에탄올 0.5ml을 넣고 10초 간 강하게 진탕하고 실온에서 10분간 반응한 후 517nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 DMSO 0.1 ml을 첨가하고, 양성 대조구로 항산화제인 L-ascorbic acid를 이용하여 동일한 방법으로 실시하였다. 전자공여능 (%)은 시료첨가구와 무첨가구의 흡광도를 이용하여 백분율로 나타내었다.

$$\text{전자공여능(\%)} = (1 - \frac{A}{B}) \times 100$$

A: 시료첨가시의 흡광도

B: 대조구의 흡광도

3. Xanthine oxidase의 억제활성 측정

Marcocci의 방법을 이용하여 0.15 mM xanthine용액, 50 mM potassium phosphate buffer, 차가운 50 mM potassium phosphate buffer로 xanthine oxidase를 0.2 U/ml농도 실험전 희석하여 준비하였다. DMSO에 녹인 옥수수 추출물은 100 μ g/ml농도로 희석하여 시료용액으로 사용하였다. 실험방법은 250 μ l 시료용액과 330 μ l xanthine solution, 385 μ l potassium phosphate buffer를 1 ml cuvette에 넣고 35 μ l의 xanthine oxidase을 첨가하여 반응을 시작하였다. 295 nm에서 실온에서 3분간 반응한 흡광도의 변화를 측정하였다. Xanthine oxidase의 활성은 xanthine oxidase 억제 활성 %로 표시하였으며 다음의 계산식에 의해 계산하였다.

$$\text{Xanthine oxidase inhibition(\%)} = (1 - \frac{B}{A}) \times 100$$

A: 대조구의 흡광도 변화(Δ abs with enzyme- Δ abs without enzyme)

B: 시료첨가시 흡광도의 변화(Δ abs with enzyme- Δ abs without enzyme)

4 Catalase 활성측정

Abei 방법을 변형하여 측정하였다. 50 mM potassium phosphate buffer 840 μ l, 간 균질액 20 μ l, 옥수수 추출액 (100 μ g/ml) 40 μ l, 100 mM H₂O₂ 100 μ l을 넣고 반응하여 240 nm에서 3분간 흡광도가 감소하는 것을 기록하였으며, 분당 흡광도의 감소율은 초기 직선부분의 curve에서 계산하였다. Catalase 1 unit은 25 $^{\circ}$ C, pH

7.0에서 1분당 1 μM 의 H_2O_2 가 분해되는 양을 나타내었다.

5. Superoxide dismutase(SOD) activity

McCord와 Fridovich등의 방법에 따라 정량하였다. CuZn-SOD 활성은 xanthine/xanthine oxidase system에 의해서 cytochrome C가 O_2^- 에 대하여 경쟁적으로 반응하는 원리를 이용하였다. 0.1 mM EDTA를 함유한 50 mM potassium phosphate buffer (pH 7.8) 2.1 ml와 0.5 mM xanthine 0.3 ml, 0.1 mM cytochrome C를 첨가한 후 cytochrome C의 산화억제제인 50 μM potassium cyanide 0.1 ml을 첨가하였다. 반응액의 미립자를 분해시키기 위해 sodium deoxycholate (0.1 mg/ml)을 넣어주었다. 반응혼합물을 잘 혼합한 후 간균질액 (1 mg/ml) 10 μl , 옥수수추출물 20 μl , xanthine oxidase 0.1 ml를 첨가한 후 550 nm에서 흡광도의 변화를 측정하였다. 이 조건에서 ferric cytochrome C의 환원속도를 50% 억제시키는 효소의 양을 1 unit로 계산하였다.

■ 위탁연구기관 (2년차, 2006년, 대덕 바이오)

1. 연구수행 방법

1) 옥수수의 처리

옥수수 23종을 가식부위만을 동결건조한 후 분쇄기로 마쇄하고 100 mesh체에 걸러진 분말을 시료로 사용하였다. 시료는 밀봉하여 냉동 보관하였다.

2) 항산화 성분함량 측정

① 페놀성 화합물 함량 측정

옥수수 분말 20 g에 메탄올 100 ml을 넣고 24 시간동안 추출한 후 여과지에 여과하여 시료용액으로 사용하였다. 분석은 methanol 추출물 50 μl 에 2% Na_2CO_3 2 ml을 넣고 충분히 혼합한 후 2분 후에 2 N Folin-Ciocalteu's reagent 0.2 ml을 넣어 상온에서 30분 방치한 후 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로는 chlorogenic acid를 사용하여 페놀성 화합물의 함량을 측정하였다.

3) 항산화 효소 활성 측정

① 조효소액 제조

옥수수 분말시료 1 g에 3 ml의 homogenate buffer(pH 7.8, 50 mM Na-phosphate in 0.1 mM EDTA, 1% PVPP, 0.1% Triton)를 넣고 균질기로 4 °C를 유지하면서 1 분간 마쇄한 후 13,000 rpm에서 40 분간 원심분리한 후 상등액을 취해 조효소액으로 사용하였다. 조효소액은 -70 °C 냉동고에 보관하였다.

② Xanthine oxidase 활성 측정

0.15 mM xanthine용액, 50 mM potassium phosphate buffer, 차가운 50 mM potassium phosphate buffer로 xanthine oxidase를 0.2 U/ml농도 실험전 희석하여 준비하였다. 옥수수 조효소액 150 μ l과 330 μ l xanthine solution, 485 μ l potassium phosphate buffer를 1 ml cuvette에 넣고 35 μ l의 xanthine oxidase를 첨가하여 반응을 시작하였다. 295 nm에서 3분간 반응한 흡광도의 변화를 측정하였다. Xanthine oxidase의 활성은 xanthine oxidase 억제 활성 %로 표시하였으며 다음의 계산식에 의해 계산하였다.

$$\text{Xanthine oxidase inhibition(\%)} = \left(1 - \frac{B}{A}\right) \times 100$$

A: 대조구의 흡광도 변화(Δ abs with enzyme - Δ abs without enzyme)

B: 시료첨가시 흡광도의 변화(Δ abs with enzyme - Δ abs without enzyme)

③ Catalase 활성 측정

50 mM potassium phosphate buffer 880 μ l, 옥수수 조효소액 20 μ l, 100 mM H₂O₂ 100 μ l을 넣고 반응하여 240 nm에서 3 분간동안 흡광도의 감소를 기록하였으며, 분당 흡광도의 감소율은 초기 직선부분의 curve에서 계산하였다. Catalase 1 unit은 25 °C, pH 7.0에서 1분당 1 μ M의 H₂O₂가 분해되는 양을 나타내었다.

$$\text{catalase 활성(unit/g)} = \frac{(\Delta A_{240} / \text{min} \times \text{희석배수})}{(2 \times 43.6^*)} \quad 43.6^* \text{은 } 240\text{nm에서의 H}_2\text{O}_2 \text{의 흡광계수이다.}$$

④ Superoxide dismutase(SOD) activity

CuZn-SOD 활성은 xanthine/xanthine oxidase system에 의해서 cytochrome C가 O₂⁻에 대하여 경쟁적으로 반응하는 원리를 이용하였다. 0.1 mM EDTA를 함

유한 50 mM potassium phosphate buffer (pH 7.8) 740 μl 와 0.5 mM xanthine 40 μl , 0.1 mM cytochrome C 50 μl , KCN 30 μl 를 첨가한 후 옥수수 조효소액 20 μl , xanthine oxidase 50 μl 를 첨가한 후 550 nm에서 1 분간 흡광도의 변화를 측정하였다. 이 조건에서 ferric cytochrome C의 환원속도를 50% 억제시키는 효소의 양을 1 unit로 계산하였다.

⑤ Peroxidase(POD) 활성 측정

Peroxidase활성은 pyrogallol을 기질로 사용한 방법을 이용하였다. 조효소액 100 μl 를 cuvette에 넣고 0.1 M K-phosphate buffer (pH 6.0) 320 μl , 0.147 M H_2O_2 160 μl , 5% pyrogallol 320 μl 과 증류수 2.1 ml을 함께 섞은 후 420 nm에서 20 초간 상온에서 흡광도 변화를 측정하여 구하였다. UV 측정시 반응액의 흡광도가 0.4~0.7이 되도록 조효소액을 희석하여 효소활성을 측정하였다.

$$\text{POD 활성(unit/g)} = \frac{[\Delta A_{240}/20 \text{ sec}] \times \text{희석배수}}{(12 * \times g \text{ 시료} / \text{ml} \text{ 반응액})} \quad 12* \text{는 } 420\text{nm} \text{에서의 흡광계수이다.}$$

4) 옥수수의 항산화력 측정

① TBARS 측정

옥수수 분말시료 1 g과 20% TCA 4 ml, 0.65% TBA시약 4 ml을 넣어 혼합한 후 100 °C에서 30 분간 끓인 후 냉각하였다. 3000 rpm에서 15분간 원심분리한 후 상등액을 532 nm에서 흡광도를 측정하였다.

5) DPPH 측정을 위한 용매조성 및 활성 측정

① 옥수수 추출용매 조성

옥수수 항산화 활성을 나타내는 가장 좋은 조건을 잡기위하여 100% Methanol 추출물을 기준으로 다른 용매를 사용하여 추출하였을 때 항산화 효과가 어떻게 나타나는지를 실험하였다. 100% Methanol, 75% Methanol, Hexane, Ethylacetate, Butanol 5가지 용매추출물의 항산화활성을 분석하였을 때, 75% Methanol 추출물에서 항산화 활성이 가장 높게 나타났다. 그 후 다른 용매와 혼합하여 용매조성을 비교하면서 최적의 용매조성을 찾고 DPPH를 통해 옥수수 항산화 활성을 측정하였다.

② DPPH 자유 라디칼에 대한 전자 공여능 측정

옥수수 시료 추출물 100 μ l에 DPPH(α, α' -diphenyl- β -picrylhydrazyl) 1×10^{-4} M 용액 1 ml를 넣고 10 초간 강하게 진탕한 후 10 분간 실온에서 반응시켜 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조군의 흡광도는 0.94~0.97이 되도록 조정하였다. 전자공여능은 시료 첨가구와 비첨가구의 흡광도 차이를 백분율로 나타내었다.

$$\text{EDA}(\text{electron donating ability, \%}) = \frac{\text{대조군의 흡광도} - \text{실험군 흡광도}}{\text{대조군의 흡광도}} \times 100$$

6) 옥수수의 유리당 함량 측정

옥수수 시료 10 g에 3차 증류수 30 ml을 넣고 조직균질기로 곱게 마쇄한 후 vortex mixer에 수 분간 혼합하여 당이 용출되도록 하였다. 3500 rpm에서 10 분간 원심분리하여 상등액만을 취해 -80 $^{\circ}$ C에 냉동하였다가 진공동결건조하여 분말을 얻었다. 분말시료를 다시 증류수 2 ml에 현탁희석하여 HPLC 분석으로 fructose와 glucose 함량을 정량하였다.

2. 연구수행 내용 및 결과

세부 과제명	연구기관	연구 책임자	당해 연도 소요 예산 (천원)
유색 찰옥수수 계통에 대한 고향산화성 검정	(주)대덕 바이오	모은경	12,000

1) 유색 찰옥수수 분양계통간의 페놀화합물 함량

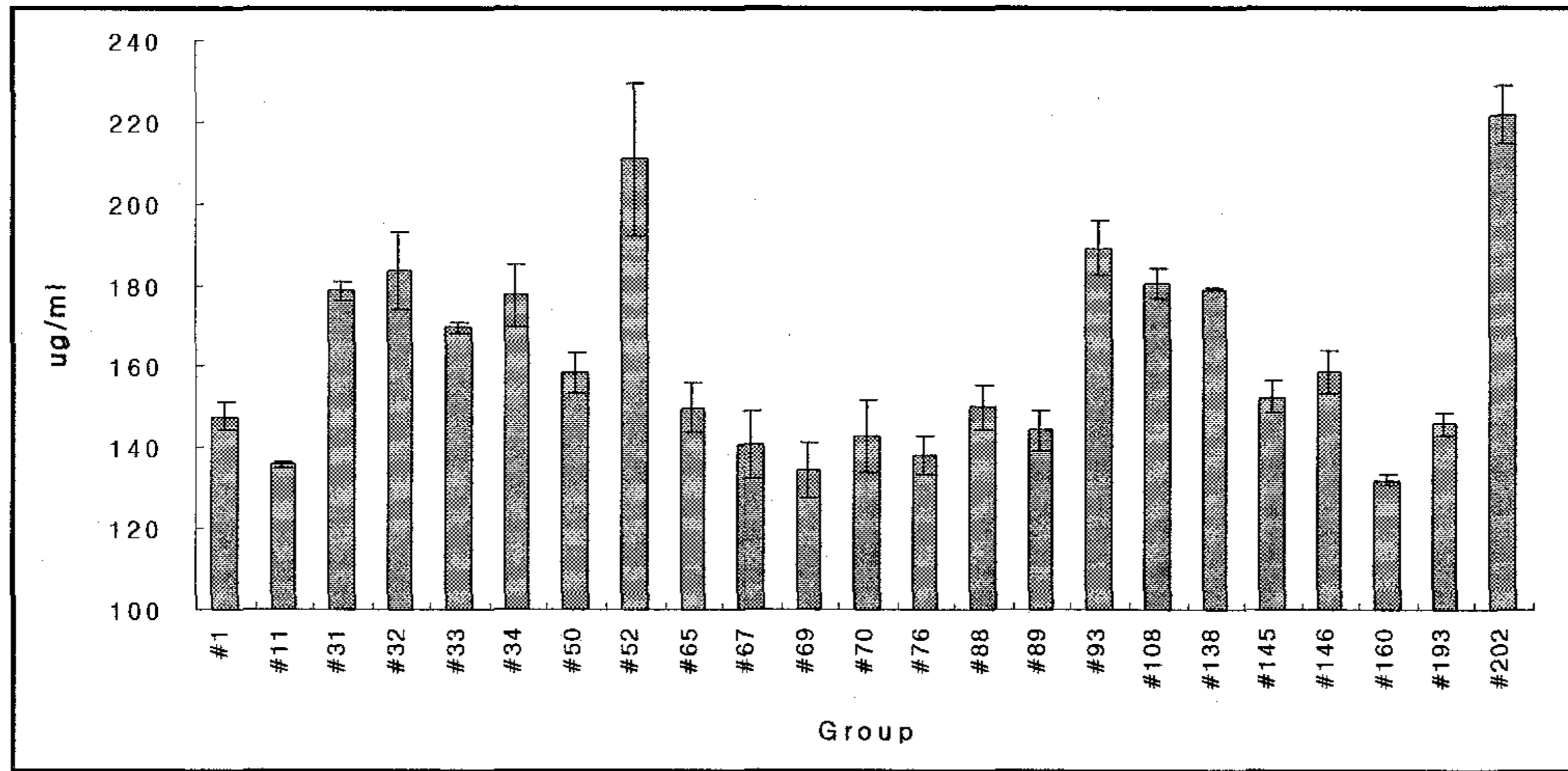


Fig. 4. Comparison of phenol content of CNU waxy maize hybrid using function analysis

페놀화합물의 함량은 검은색의 #202가 가장 높았고 #52, #93, #32, #108, #31, #34, #138, #33의 순으로 나타났다. 상기 그림에서와 같이 페놀화합물의 함량과 옥수수 외피색과는 상관성이 없는 것으로 관측되었다.

2) 옥수수수의 xanthine oxidase(XOD) 효소활성

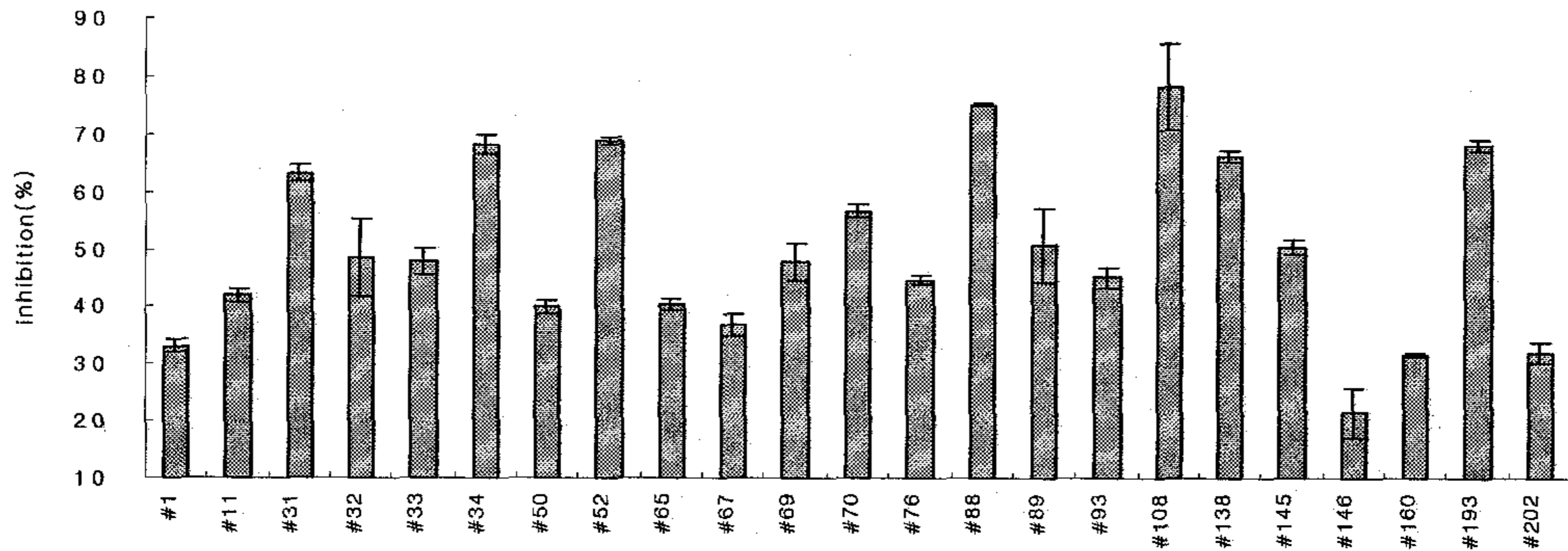


Fig. 5. Enzyme activities of xanthine oxidase of CNU waxy maize hybrid using function analysis.

3) Catalase activity(CAT) 효소활성

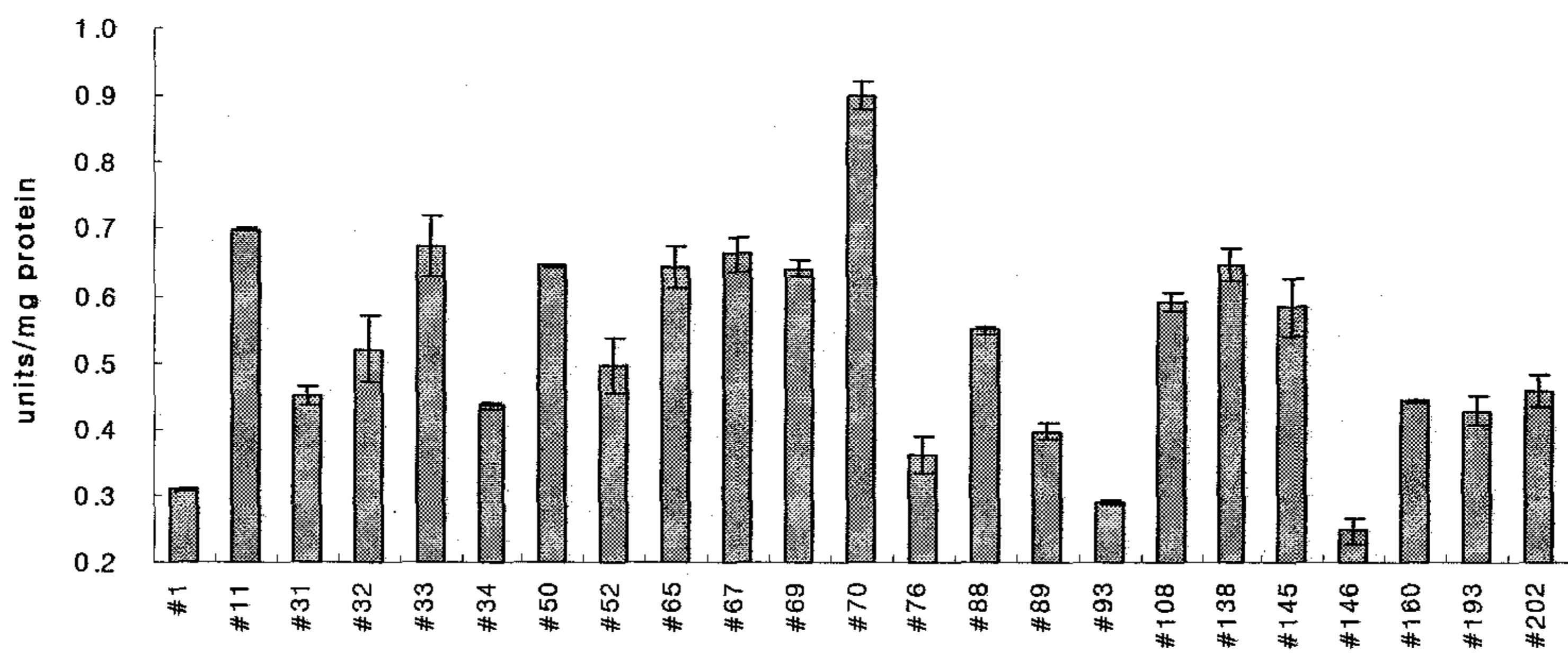


Fig. 6. Enzyme activities of catalase activity of the CNU waxy maize hybrid using function analysis.

4) Superoxide dismutase activity(SOD) 효소활성

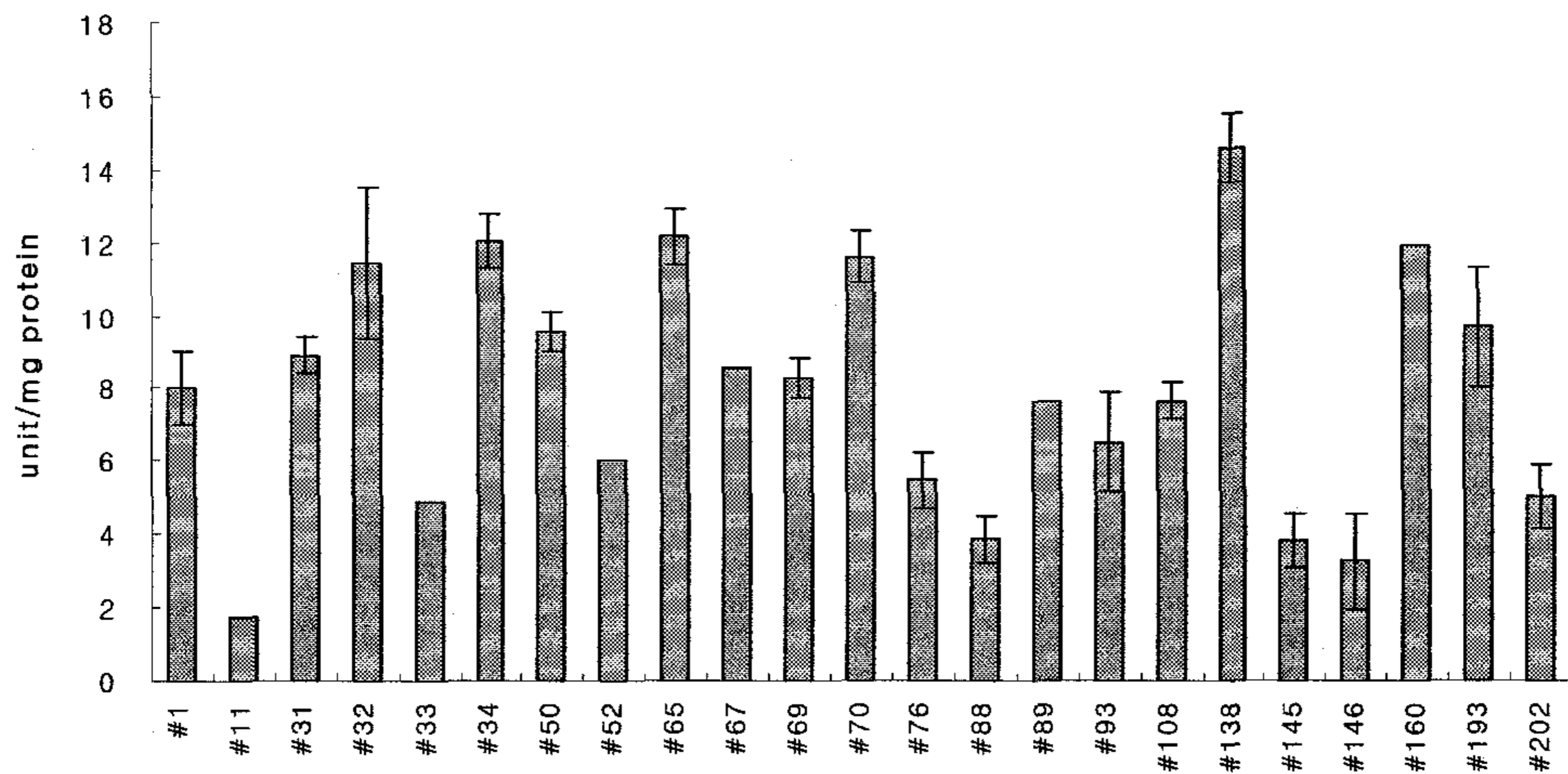


Fig. 7. Enzyme activities of Superoxidase dismutase activity of the CNU waxy maize hybrid using function analysis.

5) Peroxidase activity(POD) 효소활성

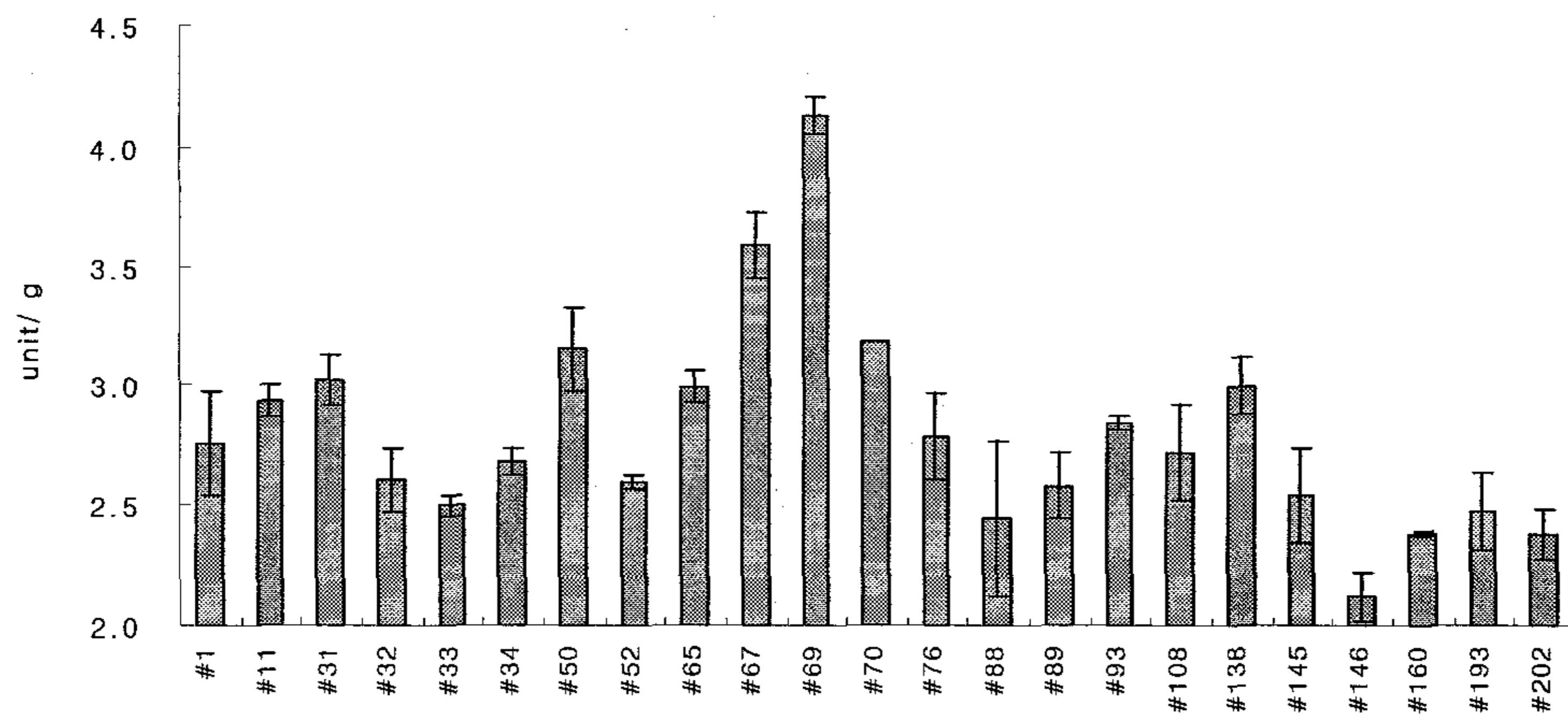


Fig. 8. Enzyme activities of peroxidase activity of the CNU waxy maize hybrid using function analysis.

6) TBARS에 의한 항산화 효과

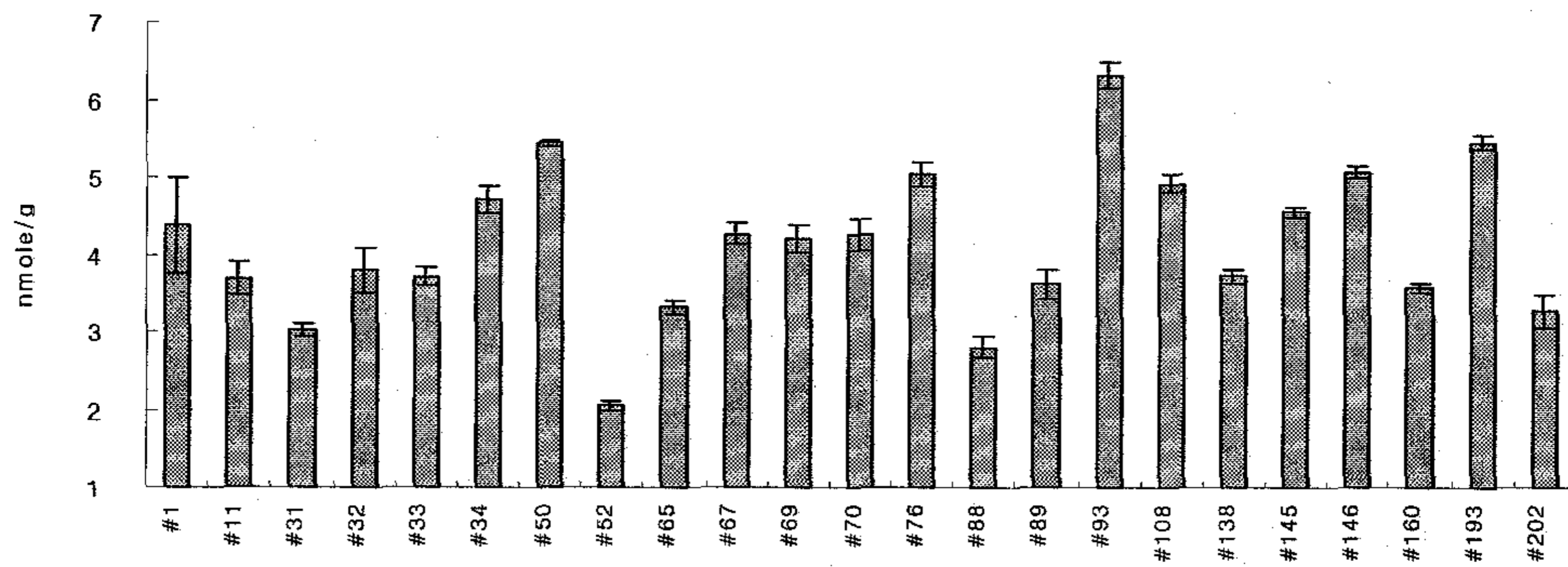


Fig. 9. Antioxidant effects by TBARS of the CNU waxy maize hybrid using function analysis.

Table 11. Rotatable central composite design for optimum extracting solvent condition and electron donating ability

Treat. No.	MeOH	CHCl ₃	H ₂ O	EDA(%)
1	72.3	12.3	7.3	86.43
2	72.3	12.3	12.7	76.85
3	72.3	17.7	7.3	77.61
4	72.3	17.7	12.7	87.76
5	77.7	12.3	7.3	91.18
6	77.7	12.3	12.7	88.43
7	77.7	17.7	7.3	91.37
8	77.7	17.7	12.7	89.94
9	70.5	15	10	93.64
10	79.5	15	10	83.87
11	75	10.5	10	86.05
12	75	19.5	10	81.78
13	75	15	10	71.06
14	75	15	14.5	93.07
15	75	15	10	87.19
16	75	15	10	88.33
17	75	15	10	89.18
18	75	15	10	88.24
19	75	15	10	87.00
20	75	15	10	87.57

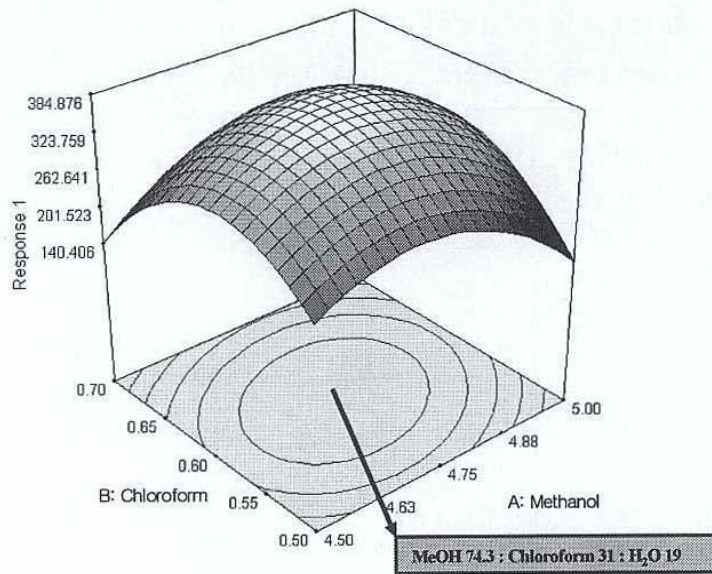


Fig. 10. Response Surface Diagram and Contour Map of extract conditions

따라서 DPPH 소거능이 높은 물질을 추출하기 위한 최적의 용매 조건은 메탄올: 클로로포름: 물 = 74.3: 31: 19로 나타났다 ($p = 0.047$). 따라서 단일의 메탄올 용매를 사용하는 것 보다는 혼합용매, 특히 클로로포름을 혼합했을 때 추출물의 항산화력이 증가하였다.

8) 최적조건 용매조성에 따른 옥수수 추출물의 EDA(%)

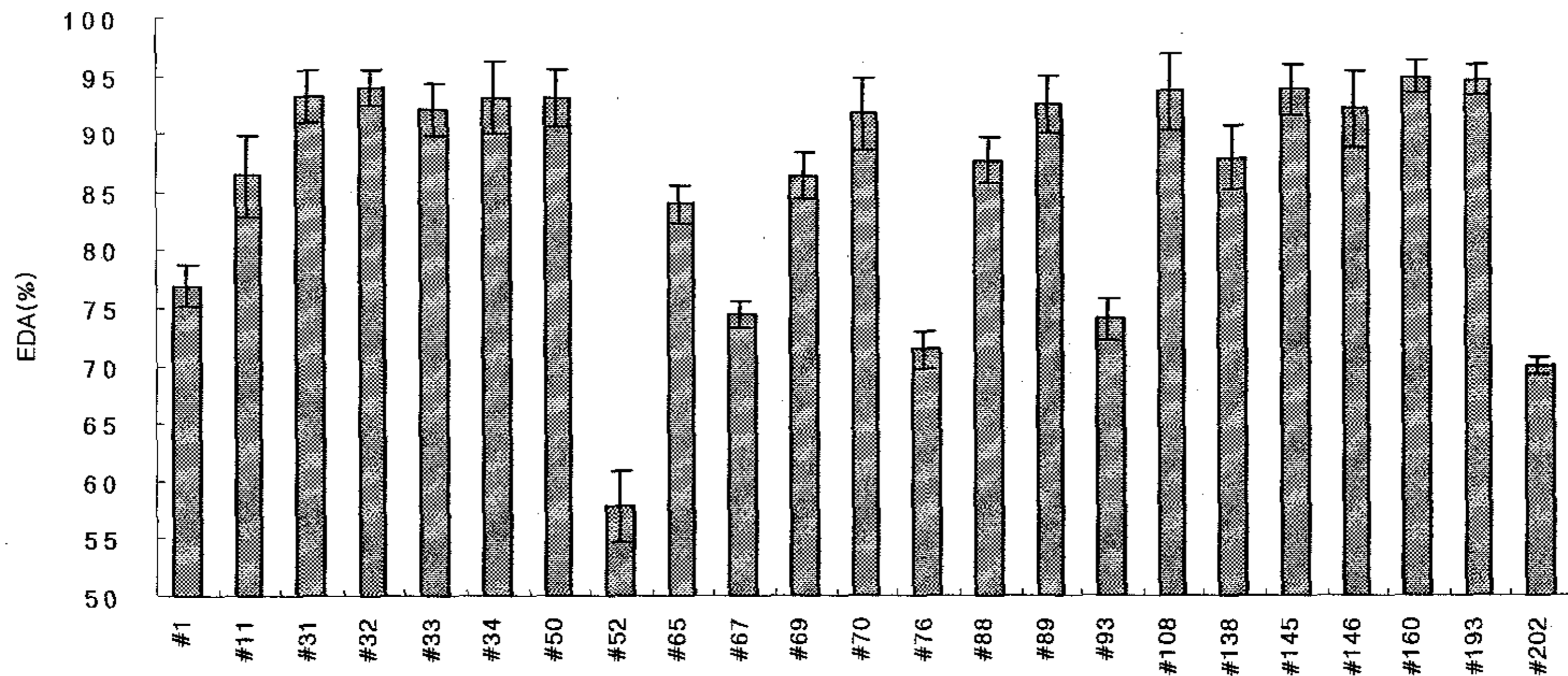


Fig. 11. Percentage of EDA hybrids extracted at optimum condition in waxy maize.

Fig. 11. 상기 그림에서와 같이 #70, #138은 높은 항산화효소 (xanthin oxidase, catalase, superoxide dismutase, peroxidase) 활성을 나타내었고, #193은 높은 항산화력 (TBARS, EDA)을 나타내었다. 또한 #109, #34는 전반적으로 높은 항산화효소 활성 및 항산화력을 나타내었다. 따라서 #34, #70, #108, #138, #193 옥수수의 항산화 효과가 높은 것으로 사료되었다.

9) 옥수수 당 함량

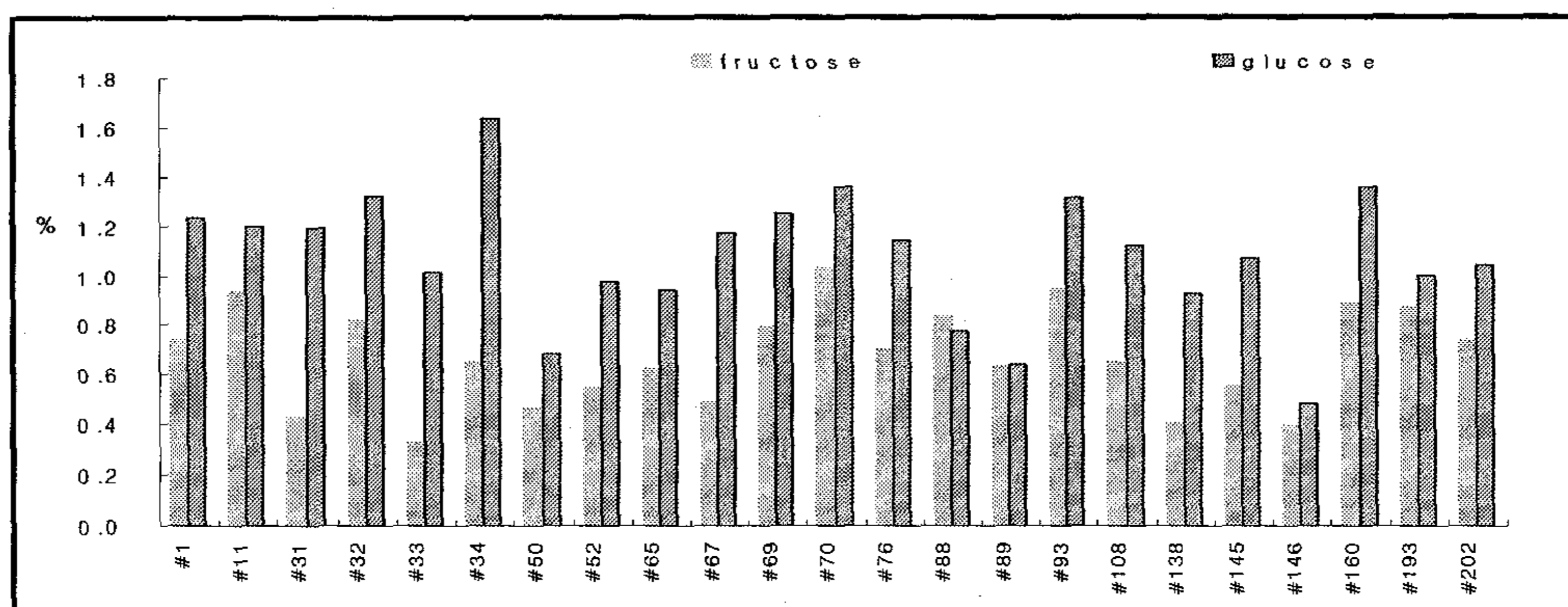


Fig. 12. Comparison of sugar content of the waxy maize hybrids.

Fig. 12. 포도당 함량은 교잡종34, 70, 160, 32, 93, 69, 1, 11이 높은 것으로 나타났고, 과당의 함량은 교잡종70, 93, 11, 160, 193, 88, 32가 높은 것으로 나타났다. 상기 결과를 종합할 때, 교잡종34, 70, 108, 193의 옥수수가 항산화능이 높고 당 함량이 높은 품종으로 사료되었다.

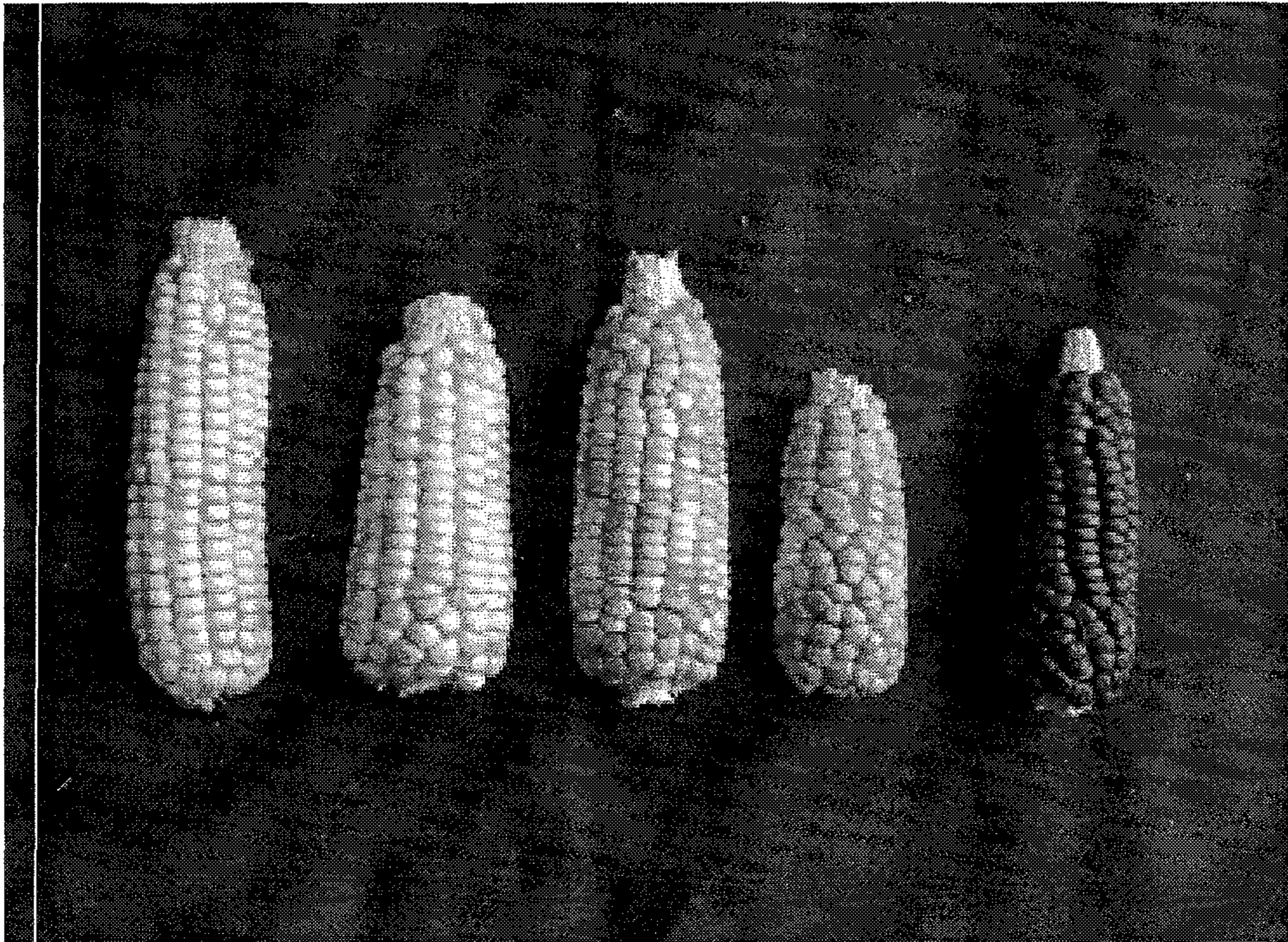


Photo. 8. Analysis of antioxidant of waxy maize with white, yellow and purple.

Chalok 1(white), CNU2296×887-1(yellow), CNU451×249(yellow), CNU752×890(yellow), CNU1173×1226(purple)

10) DPPH 라디칼 소거능 효과

항산화성 비교를 위해 DPPH 라디칼 소거능 효과 실험 결과 Methanol, Hexane, Ethyl acetate, Butanol 추출은 그림 7에서 보는 바와 같이 대조품종인 চাল옥1호와 CNU504-3, CNU1173×1226, CNU752 등에서 항산화력이 가장 높았으

나, Hexane, Ethyl acetate 및 Butanol 추출에서는 대조품종을 제외하고는 항산화 활성 효과가 잘 나타나지 않아 Methanol 추출을 이용하는 것이 항산화 효과를 검증하는데 유리하였다. 이러한 결과는 쥐눈이콩의 항산화 효과를 분석한 Sa *et al.*(2005)의 결과와 같이 추출용매를 Methanol로 사용할 경우 가장 효과적이었고, Hexane 추출에서는 항산화 효과에 대한 분석 결과를 기대할 수 없었다는 보고와 일치하였다.

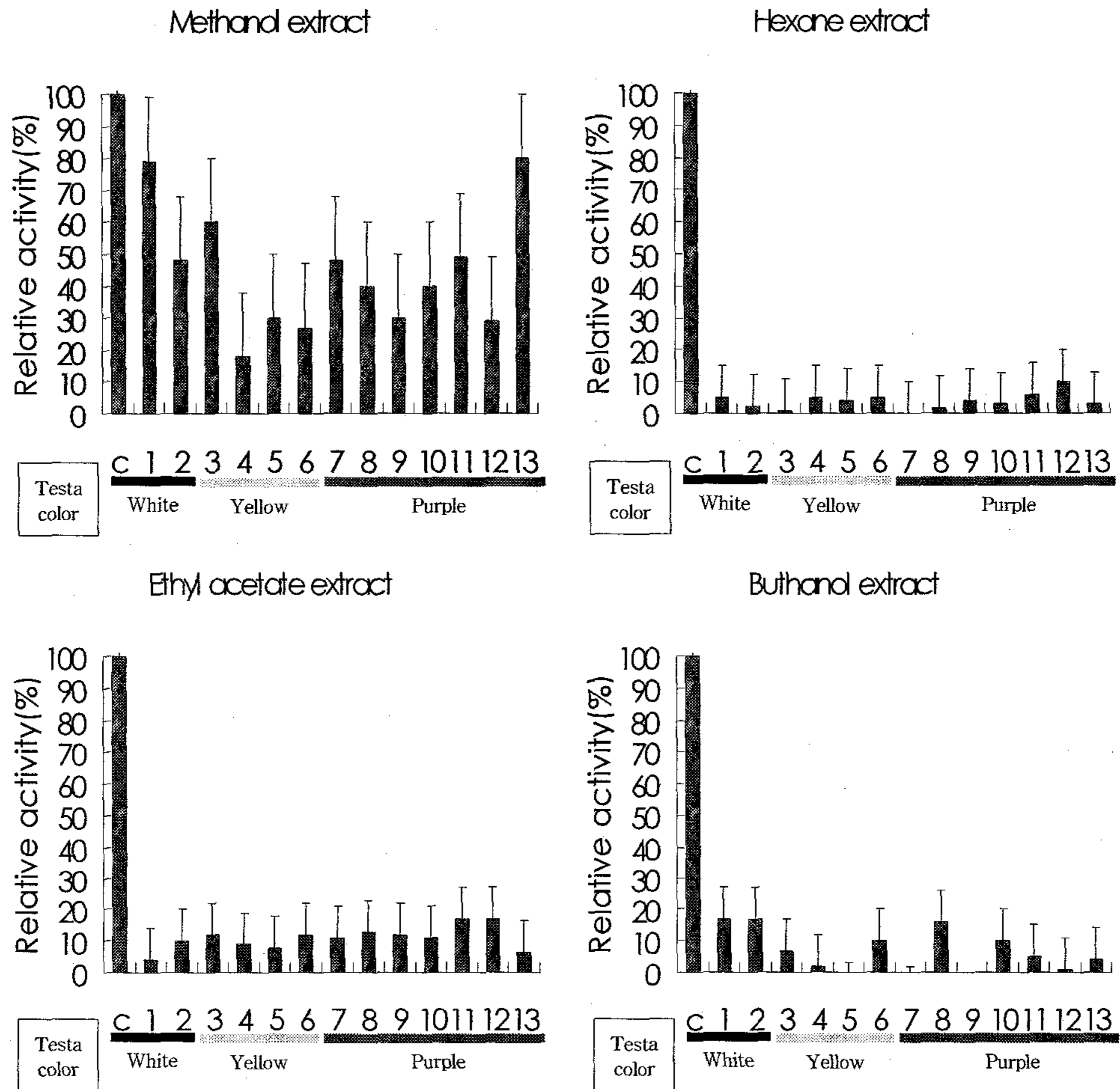


Fig. 13. DPPH radical scavenging effects of developed waxy maize with white, yellow and purple.

c: Chalok 1	1: CNU504-3	2: CNU510	3: CNU752	4: CNU451×249
5: CNU551×94	6: CNU752×890	7: CNU1173	8: CNU1241	9: CNU1265
10: CNU1324	11: CNU1241×1330	12: CNU1265×1250	13: CNU1173×1226	

11) Xanthine oxidase(XO) 활성도

XO 활성도 측정을 위해 Methanol 추출물로 XO inhibition을 측정한 결과 그림 8과 같이 대조품종인 찰옥1호는 100%를 보였으나 CNU551×94는 160%로 XO 활성도가 가장 높았으며 다음으로 CNU752가 150%, CNU1241과 CNU1324가 140% 순으로 XO 활성도가 높았다. Hexane 추출물의 경우를 살펴보면 CNU1265가 140%로 가장 높았으며 다음으로 CNU1265×1250과 CNU752 등에서 130%로 높게 나타났다. Ethyl acetate 추출물의 경우 CNU752, CNU752×890, CNU1265×1250 등이 각각 145%, 140%, 140% 등을 나타냈다. Butanol 추출물을 살펴보면 CNU752, CNU1173, CNU551×94, CNU1265×1250 등이 각각 135%, 138%, 140%, 138% 등을 보여 대조품종인 찰옥1호보다 월등히 높았다. 이와 같이 CNU752 계통은 4가지 방법 모두에서 XO 활성도가 가장 높게 나타났고, CNU1265×1250은 Hexane, Ethyl acetate, Butanol로 추출하였을 때 XO 활성도가 높게 나타나 앞으로 새로운 품종 육성을 위해 이들 계통을 교배친으로 사용하는 것이 유리할 것으로 판단되었다.

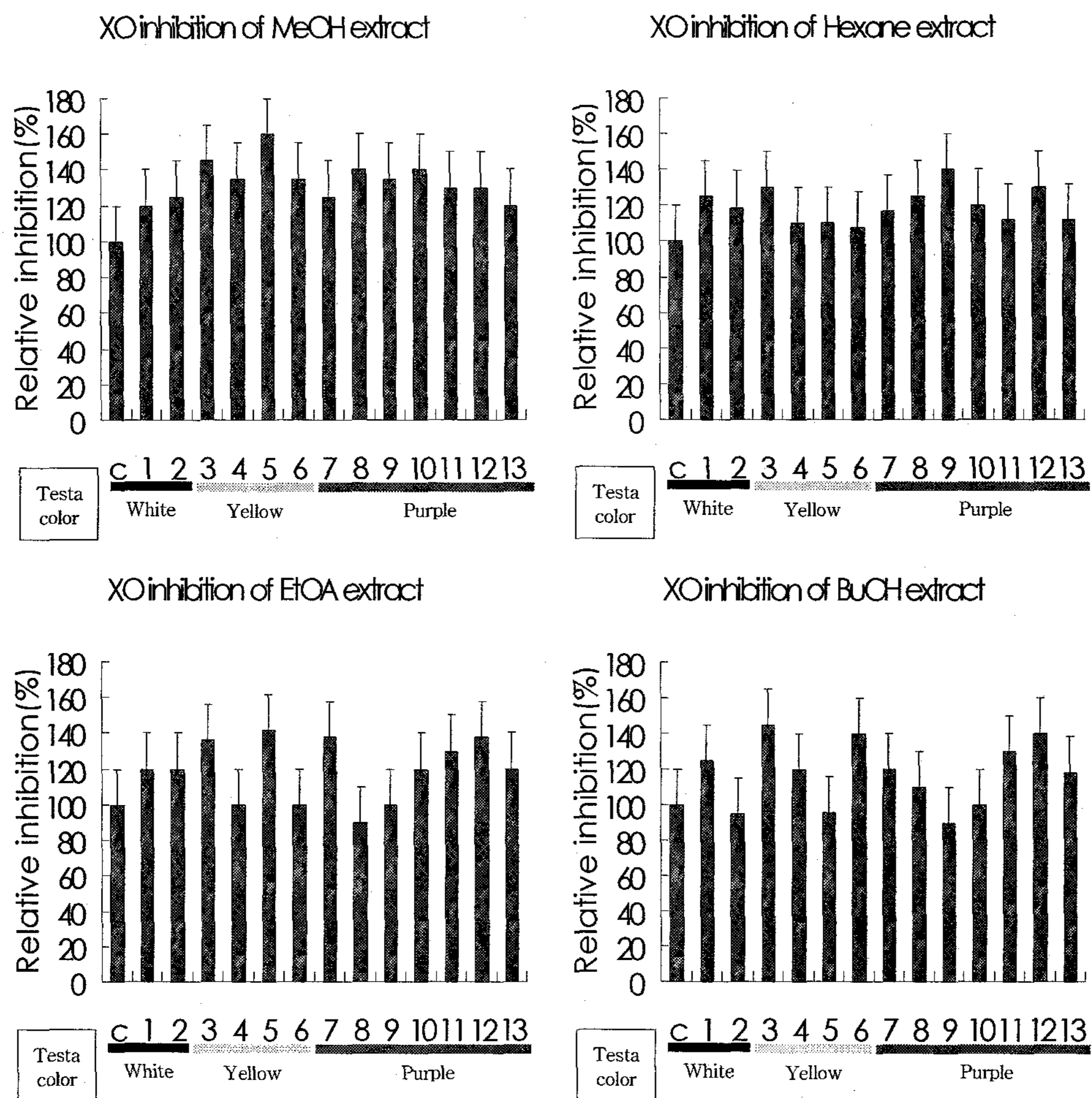


Fig. 14. Xanthine Oxidase activities of developed waxy maize with white yellow and purple.

c: Chalok 1	1: CNU504-3	2: CNU510	3: CNU752	4: CNU451×249
5: CNU551×94	6: CNU752×890	7: CNU1173	8: CNU1241	9: CNU1265
10: CNU1324	11: CNU1241×1330	12: CNU1265×1250	13: CNU1173×1226	

12) Catalase 활성도

공시재료에 대한 Catalase 활성도를 비교하기 위해 그림 9와 같이 각기 다른 용매로 추출한 결과 추출 용매에 따라 각 계통 간에 활성도의 차이를 보였는데, Methanol 추출물에서는 CNU504-3 계통과 CNU451×249 교잡종에서 140%, CNU752에서 142%, CNU752×890에서 150%, CNU1173×1226에서 160%로 catalase 활성도가 높게 나타났으며, Hexane 추출물의 경우에는 CNU504-3, CNU752, CNU451×249, CNU1265, CNU1265×1250 등에서 그리고 Ethyl acetate 추출물에서는 CNU510, CNU752, CNU752×890, CNU1265 등에서, Butanol 추출물의 경우에는 CNU504-3이 160%로 가장 높았고, CNU752, CNU752×890, CNU1241 등이 각각 140%, 150%, 144% 등을 보여 catalase 활성도가 높게 나타났다.

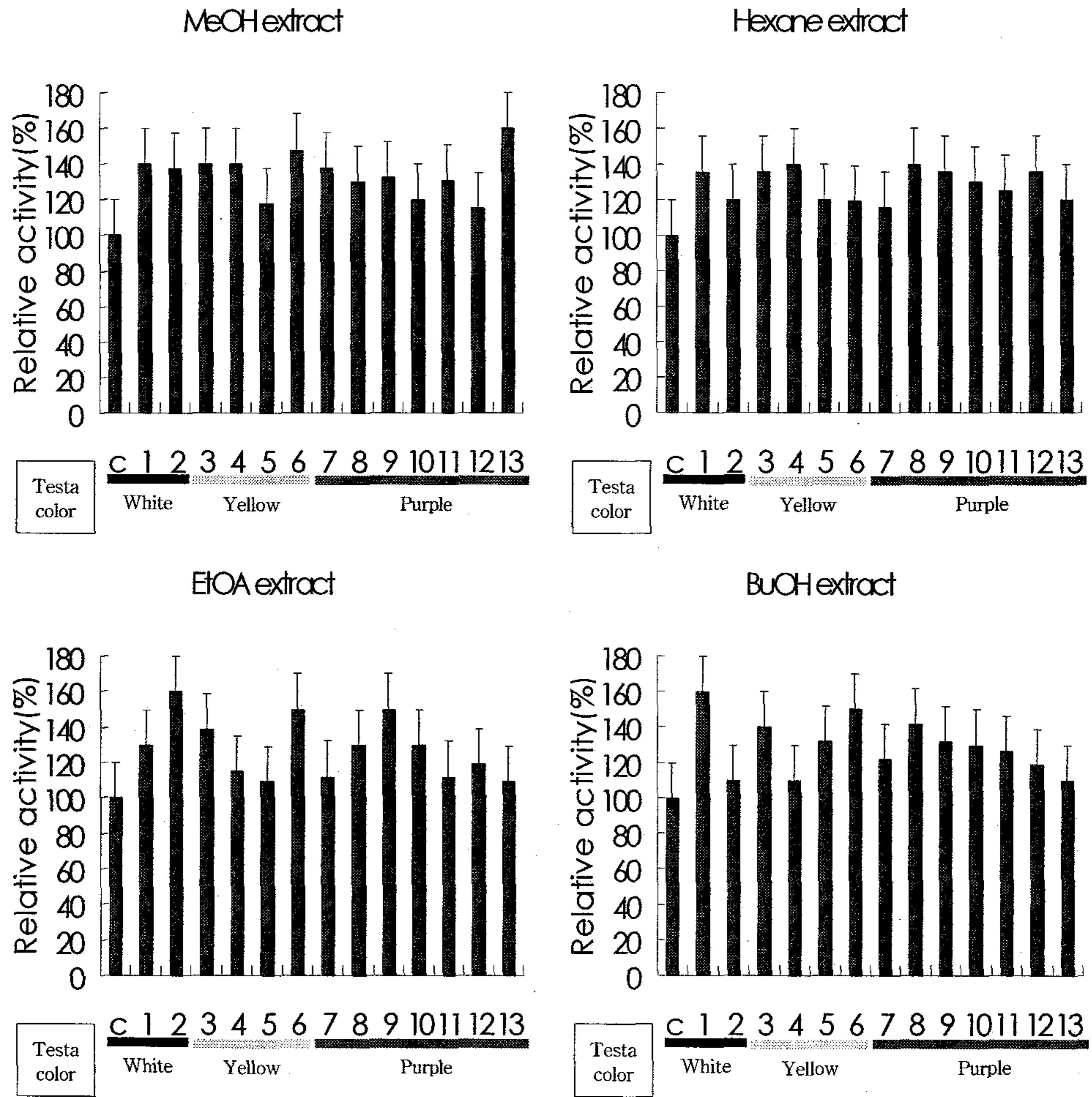


Fig. 15. Catalase activities of developed waxy maize with white, yellow and purple.

c: Chalok 1 1: CNU504-3 2: CNU510 3: CNU752 4: CNU451×249
 5: CNU551×94 6: CNU752×890 7: CNU1173 8: CNU1241 9: CNU1265
 10: CNU1324 11: CNU1241×1330 12: CNU1265×1250 13: CNU1173×1226

2. 우수 선발 교잡종 찰옥수수 고기능성 확인 시험

■ 위탁연구기관(2006년, 3년차)

1) 유색 찰옥수수 분양계통간의 페놀화합물

Tannic acid를 표준물질로 하여 유색 찰옥수수에 함유된 polyphenol 함량을 측정한 결과는 그림 1과 같다. 그림 1에서와 같이 #19의 polyphenol 함량이 높은 것으로, #19, #21, #94, #165, #check는 중간 정도로 함유하고 있는 것으로 측정되었다. #173과 #100 시료의 경우 다른 시료에 비하여 polyphenol 함량이 현저히 낮은 것으로 관찰되었다. 따라서 polyphenol 화합물의 함량이 높은 시료에서 높은 항산화성을 나타낼 것으로 사료되었다.

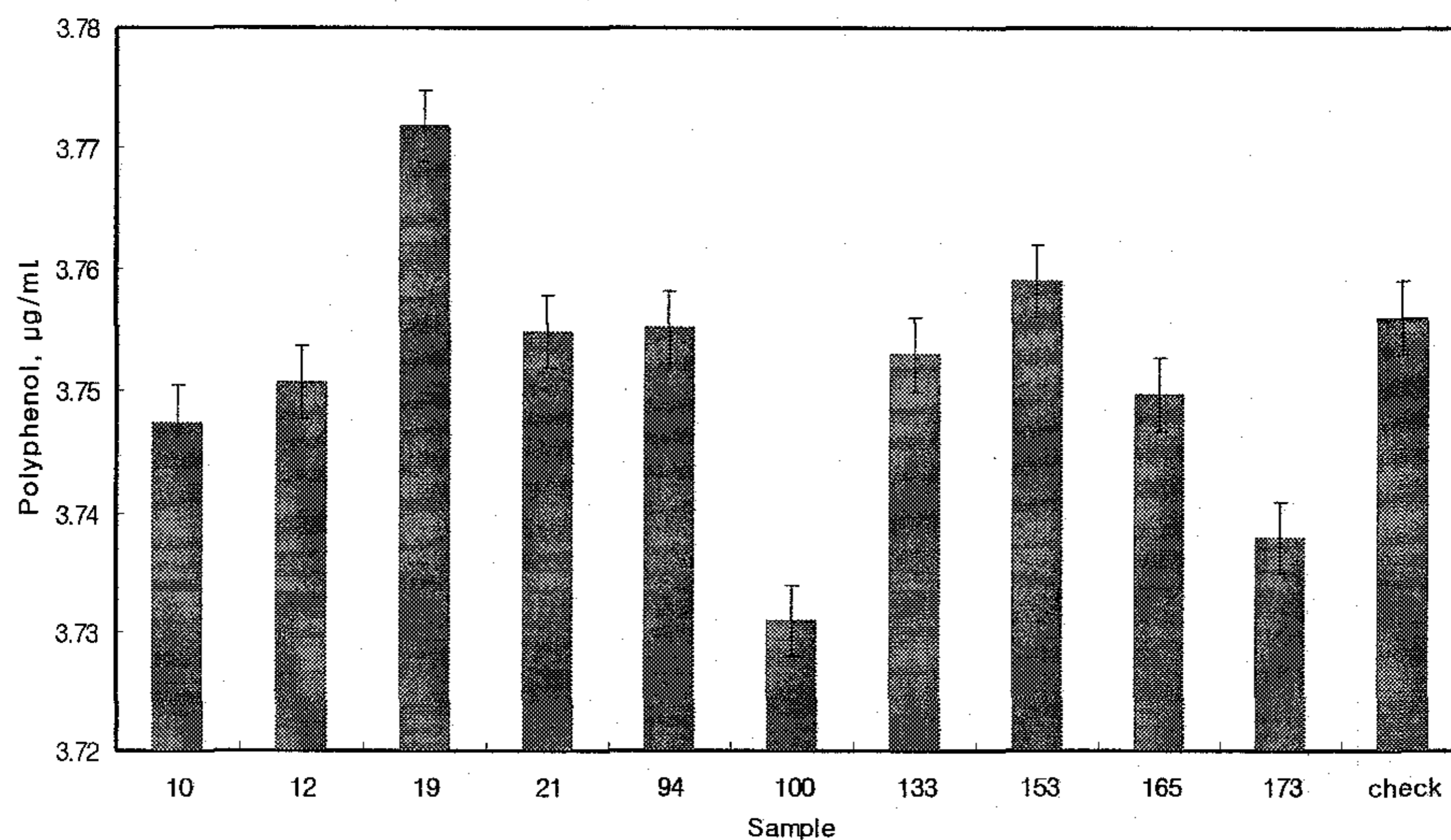


Fig. 16. Polyphenol compounds of the selected CNU maize hybrids.

2) 옥수수의 xanthine oxidase(XOD) 효소활성

유색 찰옥수수의 xanthin oxidase 저해 활성을 측정한 결과는 그림 2와 같다. 그림 2에서와 같이 #19, #94, #133, #153 및 #check의 저해 활성이 높게 측정되었고, #100의 경우는 매우 낮은 저해 활성을 나타내었다. 그림 2에서와 같이 polyphenol 함량이 높은 군에서는 xanthine oxidase 저해활성이 높게 측정되었고,

polyphenol 함량이 가장 낮았던 #100에서는 xanthin oxidase 저해활성도 가장 낮게 나타났다. #100과 #check군을 제외한 모든 실험구에서 양성대조군인 비타민 C 보다 높은 xanthine oxidase 활성을 나타내었다. 따라서 xanthin oxidase 저해 활성은 옥수수 내에 함유된 polyphenol 함량에 비례하는 것으로 사료되었으며, 전술한 바와 같이 #100과 #check를 제외한 모든 실험구에서 높은 항산화활성을 나타내었다.

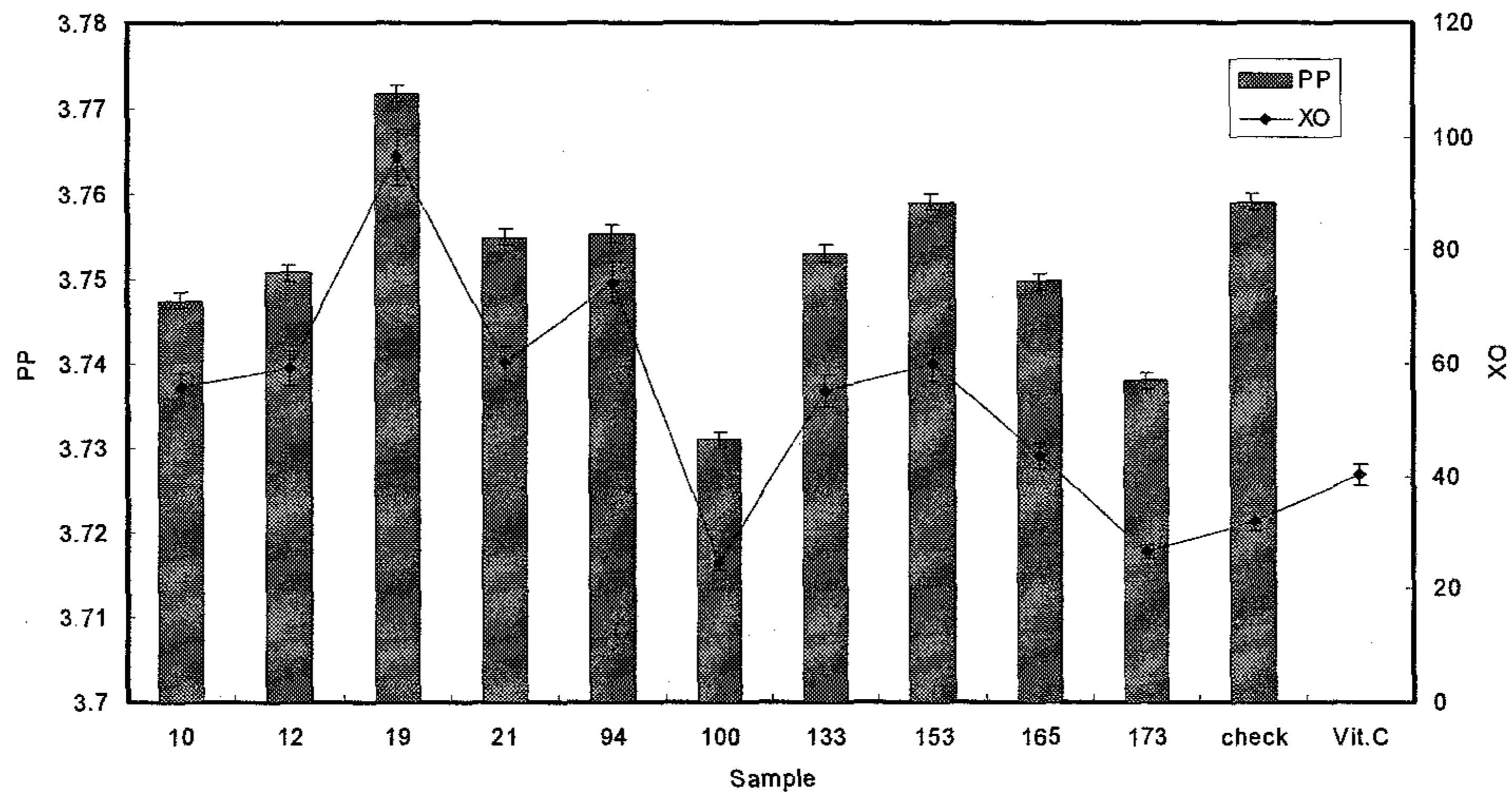


Fig. 17. Inhibitory effect of selected CNU maize hybrids on xanthin oxidase activity.

XO; Inhibition percentage of xanthine oxidase (units/mg protein),
 PP; polyphenol contents (µg/mL)

3) Catalase activity(CAT) 효소활성

유색 찰옥수수의 catalase 활성을 측정한 결과는 그림 3과 같다. 그림 3에서와 같이 polyphenol 함량이 높은 군에서 catalase 활성도 높은 것으로 나타났다. 그러나 양성대조군은 사용한 비타민 C에 비하여 catalase 활성이 높은 군은 없었으며, #100을 제외한 모든 실험구에서 양성대조구의 약 60~80% 정도의 catalase 활성을 나타내었다.

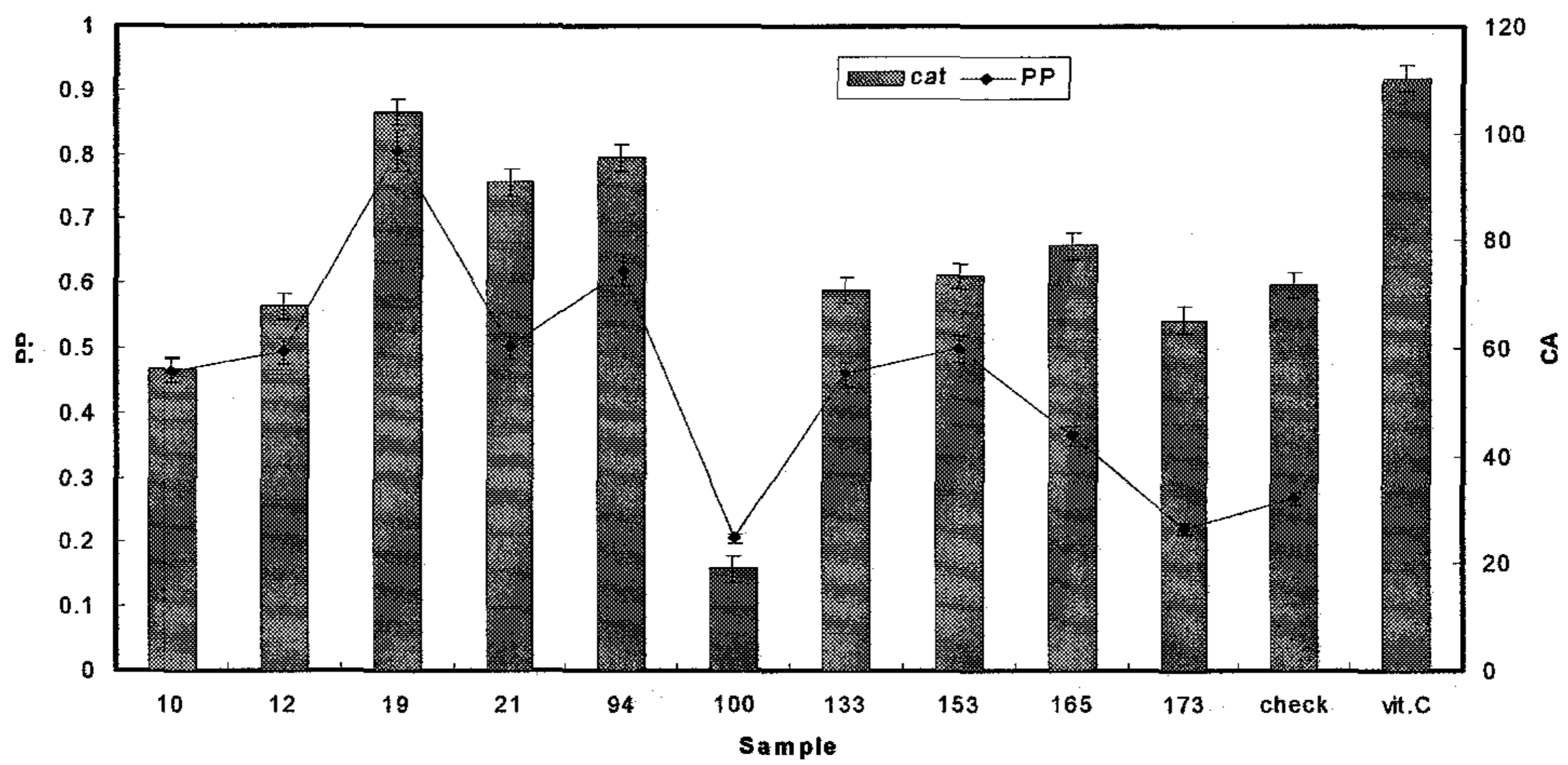


Fig. 18. Catalase activity of selected CNU mazie hybrids.
 CA; catalase activity (units/mg protein), PP; polyphenol contents ($\mu\text{g/mL}$)

4) Superoxide dismutase activity(SOD) 효소활성

유색 찰옥수수수의 SOD 활성을 측정한 결과는 그림 4와 같다. 그림 4에서와 같이 SOD 활성이 높은 군은 polyphenol 함량이 높은 것으로 나타났다. 그러나 양성대조군은 사용한 비타민 C에 비하여 SOD 활성이 높은 군은 없었으며, #100과 #173을 제외한 모든 실험구에서 양성대조구의 약 60%가 넘는 SOD 활성을 나타내었다.

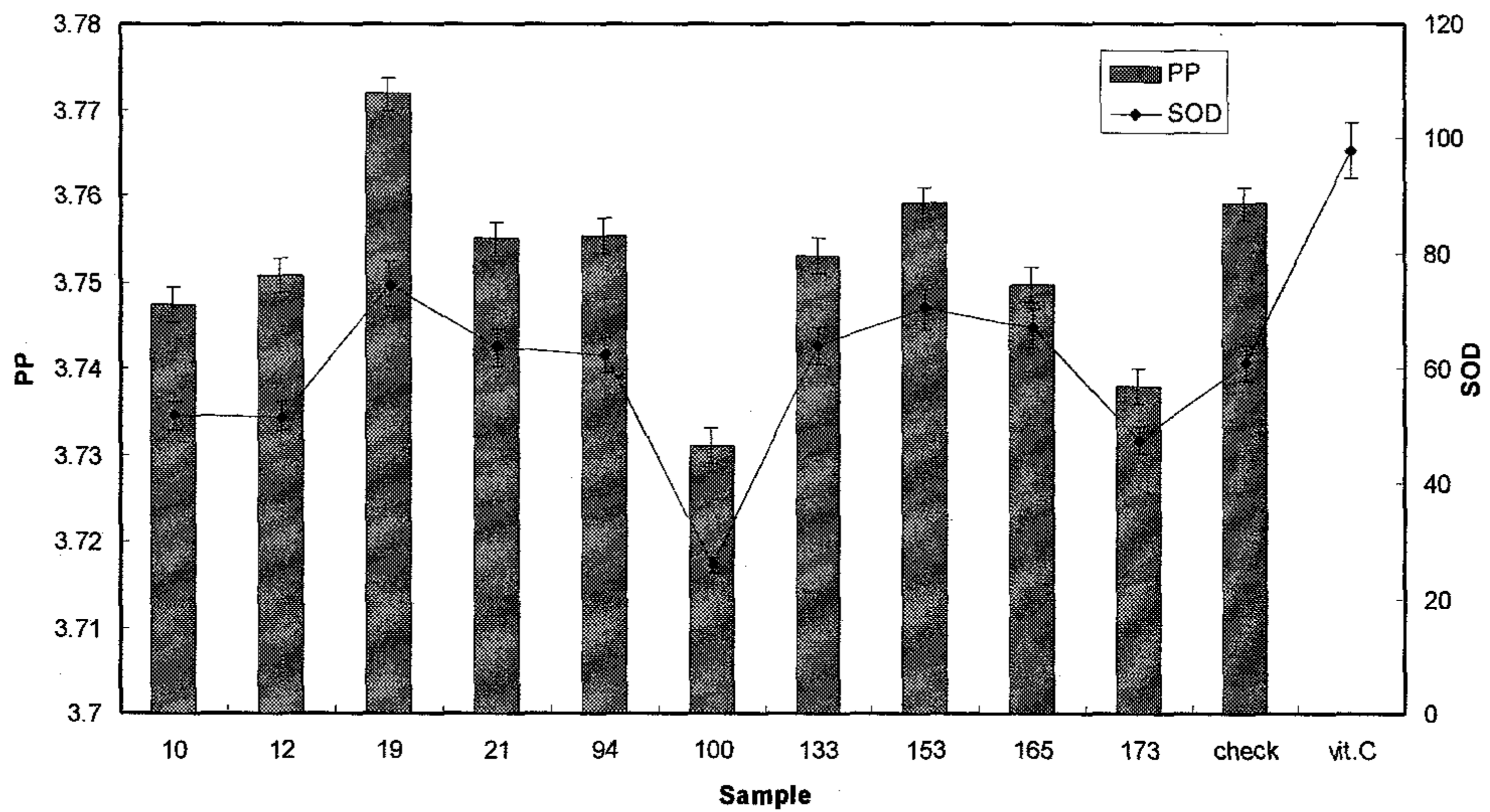


Fig. 19. Superoxide dismutase (SOD) activity of selected CNU maize hybrids.

SOD; SOD activity (units/mg protein), PP; polyphenol contents (µg/mL)

5) DPPH 자유 라디칼에 대한 전자 공여능 측정

유색찰옥수수수의 DPPH 자유 라디칼 소거능을 측정한 결과는 그림 5와 같다. 그림 5에서와 같이 DPPH 소거능은 polyphenol 함량에 비례하지 않았다. #165를 제외한 거의 모든 실험구에서 양성대조구인 비타민 C 보다 높은 DPPH 소거능을 나타내었다.

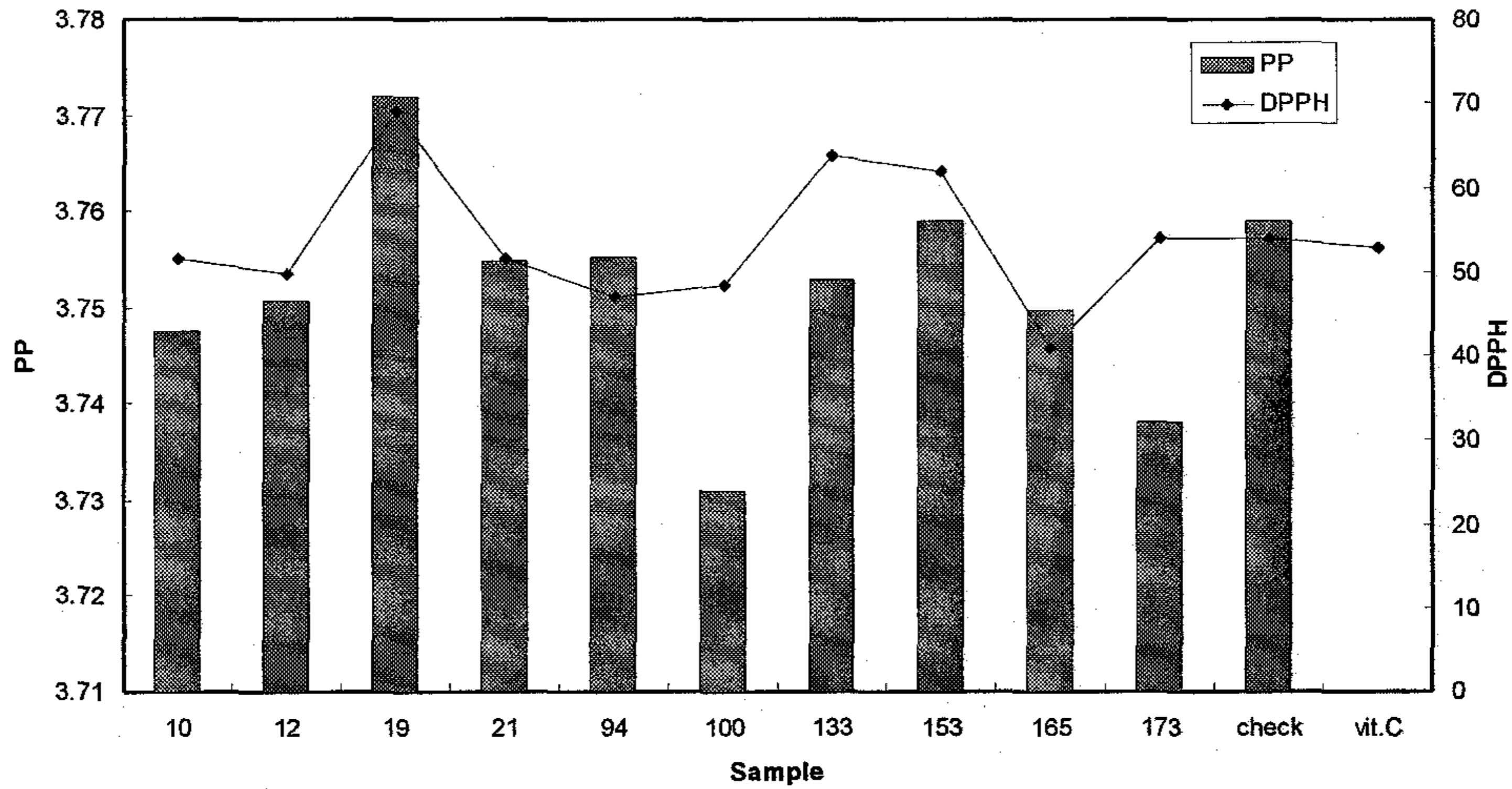


Fig. 20. DPPH radical scavenging activity of selected CNU mazie hybrids.

DPPH; units/mg protein, PP; polyphenol contents (µg/mL)

이상의 결과에서 #100은 polyphenol 함량이 다른 군에 비하여 낮은 편이었고, 항산화활성도 낮게 측정되었다. #100의 DPPH 소거능이 다른 군과 유사할지라도 다른 항산화활성이 낮았으므로 #100의 항산화활성은 낮은 것으로 사료되었다. 특히 #19, #84, #133, #153의 경우는 polyphenol 함량도 높았고 기타 항산화활성도 우수하였다.

제 5 절 종합 고찰

다수성 고기능성 식미관련 특성을 종합한 결과 최종 얻어진 유색미 식용 찰옥수수는 CNU-19로 결론을 얻었으며 이에대한 주요 특성 및 앞으로의 대책 등은 다음과 같다.

1. CNU 19 교잡종의 생육특성

아래 그림은 CNU 19 교잡종에 대한 생육 상태와 완숙된 이삭의 착수고 및 이삭 형태를 나타낸 것이다.



Fig 21. phenotype of CNU 19 waxy maize hybrid, whole plant(A), before(B), after(C) husk removal.

2. 국내 주요 품종 간 비교

표에서 보는바와 같이 CNU 19는 대조품종에 비해 간장은 큰 편이나 착수고가 안정적으로 위치하여 도복경감에 유리하고, 이삭길이가 20.6cm로 높은편 이었다. 이삭열수가 높아 전체이삭이 원통으로 외관특성이 매우 우수하였으나, 당도가 약간 낮았다. 그러나 과치가 매우 낮아 식미에 유리한 것으로 나타났다.

Table 12. Comparison of the major characteristics among domestic leading waxy hybrids including CNU 19

Characters Hybrids	Stem ht. (cm)	Ear ht. (cm)	Days to tassel (day)	Stem dia. (mm)	Ear		Kernel row (ea)	Sugar content Brix(%)	Pericarp thickness (μ m)
					length (cm)	dia. (mm)			
Chalok 1	171.8 ^a	38.7 ^c	6.15 ^c	21.2 ^e	16.3 ^d	40.2 ^d	12.3 ^b	14.8 ^a	48.5 ^b
Yeonnonng chal	162.5 ^b	63.5 ^a	6.22 ^a	23.0 ^d	19.6 ^c	38.2 ^d	10.0 ^c	14.5 ^{ab}	46.8 ^b
CNU12	168.8 ^a	60.0 ^a	6.20 ^b	23.7 ^d	21.2 ^{ab}	45.5 ^{bc}	13.3 ^b	14.2 ^{abc}	34.7 ^c
CNU19	186.3 ^a	58.2 ^a	6.20 ^b	27.7 ^b	20.6 ^{bc}	48.5 ^a	15.7 ^a	12.8 ^{cd}	35.8 ^c
Daeduk 2	172.8 ^a	61.8 ^a	6.19 ^b	30.3 ^a	20.9 ^{abc}	44.0 ^c	12.7 ^b	12.7 ^d	63.8 ^a
Daeduk 3	167.3 ^b	49.7 ^b	6.17 ^c	29.7 ^a	22.2 ^a	46.7 ^{ab}	13.3 ^b	13.3 ^{bcd}	58.5 ^a
CNU 52	169.8 ^a	58.2 ^a	6.20 ^b	25.3 ^c	15.2 ^d	39.3 ^d	13.7 ^b	13.3 ^{bcd}	48.3 ^b

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

Table 13. Mean squares for major characteristics of CNU 19 waxy maize hybrid

S.V	df	Mean squares								
		Stem ht.	Ear ht.	Days to tassel	Stem dia	Ear Length	Ear Dia	Kernel row	Sugar content Brix	Pericarp thickness
Total	41									
Treat.	6	330.0 ^{NS}	455.7 ^{**}	3.2 ^{**}	73.1 ^{**}	41.1 ^{**}	95.1 ^{**}	17.3 ^{**}	4.2 ^{**}	0.7 ^{**}
Error	35	186.6	40.2	0.1	1.6	1.4	4.1	2.4	1.3	0.04

NS, ** : non-significant and significant at % level respectively

공시종 7조합에 대한 분산분석결과 간장을 제외한 모든 특성에서 교도의 유의차

를 보여 공시종간에는 고유의 특성이 존재함을 알 수 있었다.

Table 14. Heterosis on CNU19 waxy hybrids

Characters Hybrids	Stem ht. (cm)	Ear ht. (cm)	Days to tassel (day)	Leaf		Ear		Stem dia. (mm)	Tillers/ plant (ea)
				length (cm)	width (cm)	length (cm)	dra (mm)		
2369(F)	202	85	70	82	7.2	15	35	20	1.4
2391(M)	198	80	70	90	10.0	12.5	33	18.5	0.8
F1	212	83	61	90	11.2	20.6	48.5	27.7	2.3
Heterosis(%)	6.0	0.6	-12.8	4.6	30.2	49.8	42.6	43.8	109

$$Heterosis(\%) = \frac{F_1 - Mid. parent}{Mid. parent}$$

CNU 19의 주요특성에 대한 잡종강세 정도를 살펴보면 표 에서 보는바와 같이 개화기가 부의값을 보여 조생화 경향을 보여 품종 육성에 유리하였고 주당 분얼수의 증가가 높게 나타났으나 초기 1회에 제거함으로써 전체 작물생산에는 큰문제가 제기되지 않았다.

3. 종자 생산 체계

본 연구 결과 우수 품종으로 선발된 CNU 19 유색 찰옥수수 교잡종은 표 14에서 보는바와 같이 교배친 모두가 동일한 개화기를 보였기 때문에 F1 생에 필요한 개화기나 파종기를 조절할 필요가 없이 자연상태에서 F1 생산이 가능 할 것으로 판단 되었다.

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에서의 기여도

국내 옥수수 연구는 주로 흰색을 지닌 품종개발이 주종을 이루어져 왔다. 이에 대한 새로운 기술개발을 통해 녹황색 천연색소로부터 얻어지는 항산화성 및 항암작용에 크게 기여할 것 이라는 최근 연구동향에 따라 국내 토종 옥수수 유전자원의 기존 보유계통과 최근 국내 산재하고 있는 농진청 유전자원과의 도움으로 국내 유전자원을 증식과 평가를 수행하면서 비교적 우수한 개체는 자식을 통해 계통 육성한 결과 노란색 내지 자주색 옥수수 계통을 상호교배하여 얻어진 교잡종과 계통간, 교잡종간 수량성, 식미성, 기능성에 대한 3년간에 걸친 실험결과 우수한 노란색과 자주색 교잡종을 확인하였으며, 자주색 교잡종은 수량성이 상품기준에 다소 미흡하여 앞으로 몇 년간 계속하고자 한다.

이와같이 수량성, 식미성, 기능성이 우수한 교잡종은 차기에 산업체와 연계할 수 있는 연구를 통해 종자증식체계를 거쳐 농가보급 단계까지 가능할 것으로 보아 농가소득 작물로 제공하고자 한다.

제 5 장 연구개발 결과의 활용계획

다수성, 고기능성 우수 교잡종이 육성 및 확인됨에 따라 이에 대한 조기 활용을 위해서는 지역적응성 시험이 2~3년에 걸쳐 선행되어야 하고, 동시에 종자 대량 생산 및 보급체계를 원만하게 수행할 수 있는 종묘 관련 기업체와의 상호 공동 연구가 이루어짐으로써 농가소득 및 국민건강에 기여할 것 이다.

제 6 장 연구개발 과정에서의 수집한 해외 과한 기술 정보

- 관련사항 없음 -

제 7 장 참고문헌

Bisby, R. H. and A. W. Paker. 1993, Radiation-induced free radical reaction, In Poli, G., E. Albano and M. U. Dianzani(ed), Free: From basic science to medicine, Birkhauser Verlag, Basel, Switzerland. pp. 31-37

Block, G., Patterson, B, A, 1992. Fruits, vergetable and cancer prevention : a review of the epidemiologic evidence. Nutr. Cancer, 18:1-29

Block, GPatterson, B., and Suber, A, 1992. Fruits, vegetables, and cancer prevation : a review of the epidemiologic evidence. Nutr. Cancer, 18:1-29

Choe Bong Ho, Won Koo Lee, Man Kee, Hee Bong Lee and Seung Ue Park. 1993. Tenderness of Korean Glutinous Maize Hybrid. RAD J. of Agricultural Sci.. 53:33-44

Choi H.G. 2002. Study on the major agronomic characteristics of colored rice collected from domestic and exotic. M.S thesis, Chungnam National University.pp. 16-21

Enstorn, J. E., Kanim, L. E., and Klien, M. A, 1992. Vitamin C intake and motality among sample of the United States pouplatin. Epidemiol. 3:194-202

Gaziano, J. M., and Hennekence, C. H, 1992. Vitamin antioxidants and caediovascular disease. Curr. Opin. Lipidol., 3 :291-294

Halliwell B. and Gutteridge J. M. C., 1989, "Free radicals in biology and medicine" 2nd Ed., Oxiford Univ. Press(Clarendon), Oxford.

Ho,L.C L,W.Kannenbergr and R.B Hunter. 1975. Inheritance of pericarp thickness in short season. Can. J. Genet. Cytol. 17:621-629

Howe, G R., Hirota, T., and Hislip, T. G, 1990. Dietary factors and risk of breast cancer : combined analysis of 12 case-control studies. *J. Natl. Cancer Inst.*, 82:561-569

Kim S.L, Cho S.y., Moo H.P. and Choi H.C 1994> Breeding strategy for improvement and diversification of grain quality in rice. *Korean J. Breed.*26(2):3-18.

Kim, S. J. Han, D. S Park M. H., and Rhee, J. S. 1994, Screening for superoxide dismutase compounds and its activators in extracts of fruits and vegetable., *Biosci, Biotech, Biochem*, 58:2263-2265

Kim S.L, Hwang J.J, Song J.C, and Jung K.H 2000. Extraction, Purification and Quantification of Anthocyanins in Colored Rice, Black Soybean and Black Waxy Corn. *Korean J. Breed.* 32(2):146-152

Ito,G.M and J.L. Brewbaker. 1981. Genetic advance through mass selection for tenderness in sweet corn. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 106:496-499

Lee Hee Bong, Kim Hyo Gi, Jung Jae young, Choi Hyun Gu, Kim Dong Uk, Kim Jun Pyo 2002. Growth and Yield in waxy maize hybrid, "Yeonnonng x Jaerae" *J. of Agr. Sci.* 28(2) : 65-69

Lee Won Koo, Hee Bong Lee, Bong Ho Choe and Seung Ue Park. 1992. Agronomic Characteristics of a glutinous maize, Hhin Chal 1. *Journal of Agricultural.*19(2):269-272

Lehninger, A. L, 1988, Principles of biochemistry. Worth publishers INC., New York. p.633

Mazz and Miniati. 1993. Anthocyanins fruits, vegetable and grain. CRE Press. 1-23

Moon H.P, Choi Y. G., Lee J.H., Jung K.H., Cho S.Y., Hwang H.G, Lang K.H., Choi H.C., and Kim Y.S 1998. A New Early Maturing, Anthocyanin

Pigmented Rice Variety "Heugjinjubyeo". Korean J. Breed. 30(4):67-74

Osawa T. 1995 Antioxidative defence systems present in higher plants and chemistry and function of antioxidative components. Food Ingredients. J.J 163:19-29

Park S.Z., Lee J.H., Han S.J., Kim H.Y., and Ryu S.N. 1988. Quantitative analysis and varietal difference of cyanidin 3-glucoside in pigmented rice. Korean J.Crop Sci. 43(3): 179-183

Tappel, A.L 1997, Lipid peroxidation damage to cell components, Fed., 2, 1870-1874[Proceedings] : Smith, M.A, Oxidative stress and modification in Alzheimer Disease : Key mechanism in disease pathogenesis, Proc. 16th ISN/28th ASN meeting, Boston, Massachusetts, U.S.A J. Neurochem., 69, Suppl. S1, 19

Wang H., Gao G., and Prior R.L 1997. Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanin. Agric, Food Chem. 45:304-309