

과제구분	기본연구	수행시기		전반기	
중장기 Code	0202, 0204	RIMS Code		20100301302002	
연구과제 및 세부과제		연구분야(Code)	수행기간	연구실	책임자
유기종자 생산기술 확립		식량작물 FC0401	'08~'10	강릉원주대학교	용영록
1)당근 유전자원 수집 및 유기종자 채종기술 확립		"	"	"	용영록
2)당근 상추, 고추 유전자원의 내병성 평가 및 종자 소독 기술개발		"	"	"	김병섭
3)고추 유전자원 수집 및 유기종자 채종기술 확립		"	"	국립농업과학원	김창영
4)상추 유전자원 수집 및 유기종자 채종기술 확립		"	"	국립원예특작과학원	장석우
5)맥류 유기종자 생산기술 확립		"	"	국립식량과학원	박형호
6)유기종자 선발을 위한 병해충/잡초 저항성 평가 및 제어기술 개발		"	"	국립농업과학원	심창기
7)찰옥수수 유기종자 생산기술 개발		"	"	옥수수시험장	고병대
8)잡곡 유기종자 생산기술 개발		"	"	단국대학교	윤성탁
<b>색인용어</b>	찰옥수수, 유기종자, 유기채종, 파종기, 채종수량				

## ABSTRACT

In order to follow Codex(Codex alimentarius commission) standards, we have to choose resistant varieties and use organic seeds produced from organic cultivation to cultivate organic agricultural crops. However, most of the organic farmers have been using commercial seeds or non-disinfected seeds. Environment-friendly agricultural products including organic agricultural crops are rapidly increased. The standards of organic seeds are strengthened as the Codex standards of organic agricultural crops are changed from recommendation to compulsion. Therefore, stable production and supply of organic seeds by the organic cultivation of food grain including waxy corn should be established urgently. This study was conducted to produce environment-friendly seeds corresponding to Codex standards for three years (2008-2010) at the field of Maize Experiment Station in Hongcheon. The main objectives of this study were to systemize the organic seed production technology, to distribute certified seed of waxy corn hybrid through organic culturing, and to establish the producing system for the organic seed of registered waxy corn varieties developed or cultivated using agricultural pesticides and chemical fertilizers.

The most suitable variety for organic seed production of waxy corn was Mibackchal 2 having high seed yield, disaster-, disease- and insect-resistance, good germination and

growth characteristics in the field, and high 100-seed weight. The optimal timing for planting seed of waxy corn hybrid was within 10 days of May 1, resulting in 88~90% seed yield of conventional seed production, favorable plant growth and development, and high 100-seed weight and seed yield.

The optimal planting density was 4,160 plants/10a (80×30cm) for organic seed production of waxy corn hybrid. The 100-seed weight and seed productivity increased at a planting ratio of 2:1 (female to male plant). Removing male plant at 7~10 days after silking improved growth and seed production. Organic fertilizer (mixed oil cake) was applied at a rate of 400~600kg/10a before sowing. Weed control was performed using black vinyl mulch. In addition, sex pheromone trap and environment-friendly biological agents were used for safe pest control and reduced the labour cost.

As for the environment-friendly disinfection method of organic seed, heat processing disinfection for 10~15 minutes at 60℃ resulted in high seed germination and emergence rate, seedling growth, and seed storability. In addition, the genesis and propagation of useless microbes including bacteria and fungi was suppressed.

As a result of conducting an verification experiment of organic seed production in farmer's field, the most stable planting was in late April and early May to obtain the stable seed production considering plant growth, development, lodging, diseases, and insect of waxy corn. The results from this research can be applied to organic seed production of appropriate organic varieties in the future. The seed yield from the organic seed production of waxy corn hybrid was 88~90% of conventional seed production. However, the actual income of organic seed production is expected to increase by 5% when the seed price from organic production is about 20% higher than that for conventional production. It is concluded that the organic seed production can be stabilized by optimal planting date and differentiation of seed price.

In conclusion, income of organic seed production with decreased yield by 10~12% in comparison with conventional one can be compensated by the price differentiation for the purpose of stable continuous production of organic seed of waxy corn.

## 1. 연구목표

옥수수는 우리나라에서 오래 전부터 벼나 보리를 재배하기 어려운 지대에서 재배하여 주로 식량으로 이용하거나,糯옥수수를 그대로 이용하는 간식용으로 재배되어 왔다. 특히 1970년대부터 쌀을 자급함에 따라 옥수수는 식용으로서 수요보다는 축산업의 발달과 함께 사료용 옥수수의 재배가 크게 증가하였으며,糯옥수수는 2000년대에 들어 농업환경과 소비패턴의 변화로 웰빙 간식용으로 각광받기 시작하면서 그 재배면적과 생산량이 급격히 증가하였다. 2009년 현재 우리나라 전체 옥수수 재배면적은 15,386ha(농림통계연보, 2009)로 매년

15,000~18,000ha 이내에서 일정한 수준을 유지하고 있다. 또한 2009년 기준 옥수수 등 곡류의 친환경농산물 총 생산량은 470,948톤으로 이 중 유기농산물이 29,861톤, 무농약농산물이 161,894톤 그리고 저농약농산물이 279,193톤을 차지하고 있으며 매년 유기재배 인증면적의 증가와 함께 유기농산물의 생산량이 꾸준히 증가하고 있다. 현재 친환경옥수수 재배 인증면적(품관원, 2010)은 총 523ha로 우리나라 전체 옥수수 재배면적의 3.4%에 불과하며 그 비중은 적은 편이지만 매년 옥수수 친환경 재배면적이 증가하고 있는 추세이다.

한편, 최근 들어 우리나라에서도 well-being 시대와 함께 국민 식생활의 질적 향상으로 옛것을 찾는 심리와 더불어 농업에서의 환경보전과 식품안전에 대한 국민적 관심이 크게 증가하였다. 특히 조, 기장, 수수, 옥수수 등 토종 잡곡류는 유기농 재배 및 생산이 절실함에도 이에 대한 유기농업의 근간을 이루는 유기종자의 개발이 전무하다(Cho 등, 1999; 천경옥, 2007; Kim 등, 2004; Shon and Chung, 1997; Shon and Kim, 1999; Kim 등, 2002). 또한 농약 및 화학비료의 과용으로 환경오염과 잔류농약이 사회적 문제로 대두되면서 지속 가능한 농업기반이 위협받고 있어 세계적으로 농업의 공익적 기능에 대한 공감대를 형성하면서 환경보전을 전제로 한 친환경 유기농업기반의 구축이 필요한 시점이다. 미국을 중심으로 한 중남미는 OMRI, 유럽은 IFOAM이나 ISTA를 통해 체계적인 유기종자의 생산 및 관리를 위한 방안으로 종자를 생산하는 농경지의 관리, 생산농가에 대한 교육 및 홍보, 전문가 육성 및 판매시장에서의 경제적 뒷받침 등 다양한 분야에 걸쳐 노력하고 있다(Chang and Shon, 1999; 천경옥, 2007; Hasegawa 등, 2005; 농림부, 2006). 이런 가운데 우리나라 농업의 생산성은 매년 높은 수준을 유지하고 있는데, 이는 집약농업과 수량이 높은 품종을 이용하고 있기 때문으로 분석된다. 따라서 소비자들의 안전 농산물에 대한 인식변화에 맞추어 생산자는 소비자의 요구에 부응할 수 있는 안전한 농산물의 지속적인 생산과 공급이 이루어져야 할 것으로 생각된다. 특히 친환경 유기농산물 생산에 있어서 1차적인 시발점이 종자라고 할 수 있는데, 그것은 바로 유기종자이다. 현재 우리나라에서 유기종자라는 개념은 매우 생소하고 또한 그 개념을 정확히 알고 있는 사람도 거의 없다. 국제유기식품규격위원회(Codex)에서 정의하고 있는 유기종자란 유기적으로 재배된 농작물에서 채종된 종자를 말하며 즉 농약과 화학비료를 사용하지 않고 Codex에서 허용된 유기농자재만을 이용하여 생산되고 채종 후에는 종자소독이 이루어지지 않은 종자를 의미한다. 아직까지 우리나라는 이와 같은 유기종자를 사용하지 않고 상업용 내지 무소독의 일반종자를 이용해도 유기농산물의 인증을 받을 수 있으나, 앞으로는 유기농산물 생산에 있어서 유기종자의 사용유무가 크게 대두될 것으로 전망되며 국제적으로도 엄격한 기준이 적용되어 나아갈 것으로 예상된다. 현재 유기농 재배에서는 유기종자의 사용을 원칙으로 하고 있으며, GMO 종자나 화학적으로 처리한 종자를 사용해서는 안 된다. 다만, 일반적인 방법으로 유기종자를 구할 수 없을 경우에는 예외로 규정하고 있다(Codex, 2004). 따라서 앞으로 유기농 재배가 보다 활성화되기 위해서는 기름진 토양을 만들고 작물을 튼튼하게 키우는 재배기술의 향상도 중요하지만 이와 함께 병해충 등 저항성이 강하고 화학비료의 공급이 적어도 잘 자라는 종자의 개발이 시급하다. 옥수수의 경우는 일반적으로 보급종 종자가 재래종에 비하여 수량성이 높으나 심었던 개체에서 종자(F<sub>2</sub>)를 받아 사용할 경우 품종 고유의 특성이 제대로 발현되지 못하고 수량성이 30~40% 이

상 감소하기 때문에 1대 잡종( $F_1$ )인 교잡종을 매년 구입하여 심어야 한다. 옥수수과 같이 타가수정작물의 종자는 대부분 수량성 내재해성 및 균일성 등을 고려하여 모본과 부분 두 양친간의 단교잡종으로 만들어진다. 단교잡종을 만드는데 필수적인 절차가 모본(종자친)과 부분(화분친)을 교호로 파종하여 1대 잡종 종자를 생산하고, 이때 생산된 종자량은 그 품종의 보급과 유지에도 매우 중요하게 작용한다(류 등, 2003). Hallauer(1990)는 1960년대 초반까지 미국 옥수수 품종의 대부분을 차지하던 복교잡종이 단교잡종으로 대체될 수 있었던 가장 큰 요인은 복교잡종에 비하여 종자생산이 어려운 단교잡종의 단점을 재배법으로 개선하여 생산력을 크게 증가시켰기 때문이라고 보고하였다. 일반적으로 유기재배를 위한 품종과 종자는 이용목적, 기후, 토양 등 각 지역의 재배환경 조건에 따라 다르기 때문에 지역과 자기 밭에 맞는 품종을 선택하는 것이 중요하다. 옥수수에 병을 일으키는 병원으로는 곰팡이, 세균, 바이러스 등 여러 가지 미생물들이며, 그 중에서 사질토양과 고온다습 조건에서 피해가 심한 깨씨무늬병에 대한 저항성 품종이나 종자의 개발이 우선되어야 하며, 무엇보다 중요한 것은 재배하고자 하는 환경에서 항상 수량이 높아야 하는 품종, 즉 환경적응성이 뛰어나 어느 해나 수량이 일정해야 한다는 것이다. 최근 기후변화로 농업생태계가 크게 바뀌고 있기 때문에 기후변화에 대응한 가뭄이나 습해에도 강한 내재해성 품종을 선택하여 재배하는 것도 바람직한 유기농 재배방법이라 할 수 있다. 지금까지 개량된 종자 및 품종은 대부분 현대농업 즉, 농약과 화학비료의 사용을 전제로 육성 또는 개량된 품종으로 유기농산물을 생산하는 대부분의 농가에서 이와 같은 일반 상업용 종자를 이용하고 있으며, 유기농 재배에 알맞은 종자생산 및 개발에 관한 연구가 매우 미진한 상태이다 특히 옛 것을 찾는 현대인의 심리와 더불어 웰빙 건강식으로 주목을 받고 있는 찰옥수수는 대외 경쟁력이 높기 때문에 유기농 재배와 함께 종자생산도 유기농으로 생산되어야 할 중요한 작목중의 하나로서 유기농 재배기술을 추진하는데 있어서는 작물별로 저항성 품종의 선택, 건전육묘 생산, 건전한 토양 관리 및 최적 양분관리, 친환경적 잡초 및 병해충 제어 등 종합적인 유기농 재배기술체계의 확립이 요구되나, 유기종자 생산 등 유기농 재배 및 생산기술에 관한 전반적인 연구가 미흡한 실정이다.

따라서, 본 연구는 찰옥수수 자원을 이용하여 유기농 재배 및 유기종자 생산에 적합한 품종 선발과 선발된 품종의 파종, 육묘, 토양 및 양분관리, 보통 재배관리 그리고 국제기준에 준하는 유기종자 생산기술 개발과 채종체계 확립 그리고 찰옥수수 유기농 채종 재배 매뉴얼을 제작 발간하여 한국형 찰옥수수 유기종자 생산모델을 설정하고 유기농 재배 및 채종 농가의 소득을 극대화하고자 수행되었다.

## 2. 세부연구수행 내용 및 결과

<제1세부과제 : 찰옥수수 유기채중에 알맞은 적합품종 선발>

### (1) 재료 및 방법

#### 가. 처리내용

본 시험은 찰옥수수 유기채중에 알맞은 적합품종을 선발하기 위하여 2008년부터 2010년까지 3년간 강원도농업기술원 옥수수시험장 유기포장에서 수행되었다. 시험에 사용된 찰옥수수는 현재 우리나라 찰옥수수 재배면적의 약 60~70%가 심겨지고 있는 찰옥수수 4품종(미백2호, 미백찰, 미흑찰, 일미찰)을 선정하여 이들 품종들의 종자친(모본)과 화분친(부분)을 이용하였다. 재식밀도는 10a에 4,160주(80×30cm)를 식재하였고 모본과 부분의 재식비율은 2:1로 옹주 간과하여 2립씩 점파하였으며, 발아 후 숙음작업을 통하여 최종적으로 1주 1본을 남겨 재배하였다. 시험처리는 찰옥수수 품종별에 따라 4수준으로 구분하고 단반복으로 수행하였다. 비료는 유박성분이 많이 함유된 유기질비료를 권장량(400~600kg/10a)에 대하여 전량 밑거름으로 사용하였으며, 우분발효 퇴비는 2,000kg/10a을 경운전 포장전면에 전량 밑거름으로 사용하였다. 유기농 재배에 따른 잡초방제는 검정색 비닐멀칭에 의한 물리적인 방법을 이용하였고, 기타 재배 및 채종관리는 찰옥수수 보급종 관행 채종방법에 준하였다.

#### 나. 조사내용

조사내용에 있어서 찰옥수수의 생육조사는 각 시험구에서 반복당 30주를 완전무작위로 선발한 후 간장, 간경, 출송기, 출사기 및 화분비산기 등으로 분류하여 조사하였고 이삭특성과 채종수량은 수확 후 반복당 30이삭을 무작위로 선발하여 농촌진흥청 농업연구조사기준(2003, 농촌진흥청)에 의거하여 조사하였다. 여기서 옥수수의 출송 및 출사 등 개화기는 시험구 전체를 대상으로 50% 개화한 시기를 조사하였다. 또한 병해충 발생조사에 있어서 병해조사는 공시한 품종을 파종 후 수확시 까지 월1회에 걸쳐 병 발생 소장과 발병주를 조사하였으며, 옥수수의 주요 해충인 조명나방의 발생 소장은 10a당 3개의 성페로몬 유인트랩을 설치하여 월 2회에 걸쳐 트랩당 포집수로 조사하였다.

### (2) 결과 및 고찰

#### 가. 생육특성 및 수량성

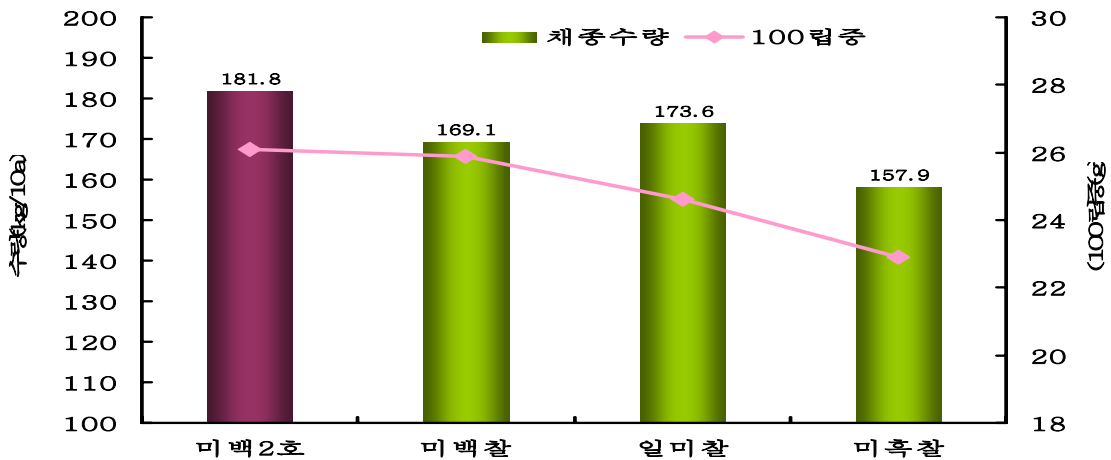
표 1. 유기채중에 따른 찰옥수수 품종별 생육특성('08~'10)

품종명	파종기 (월.일)	출송기 (월.일)	출사기 (월.일)	화분비산기간 (월.일)	출사일수 (일)	간 장 (cm)	착수고 (cm)	착수고율 (%)	
미백2호	모본	5. 6	-	7.21	-	76	142.4	77.6	54.4
	부분	5. 6	7.16	-	7.21~7.29	-	-	-	
미백찰	모본	5. 6	-	7.23	-	78	170.9	91.2	53.4
	부분	5.15	7.18	-	7.23~8.30	-	-	-	
일미찰	모본	5. 6	-	7.28	-	83	183.6	98.5	53.6
	부분	5.15	7.24	-	7.28~8.5	-	-	-	
미흑찰	모본	5. 6	-	7.25	-	80	157.8	97.8	62.0
	부분	5. 6	7.21	-	7.25~8.2	-	-	-	

유기채종에 따른 찰옥수수 품종별 생육특성을 표 1에 나타내었다. 파종기는 찰옥수수 채종에 있어서 가장 중요한 요인 중의 하나인 모본과 부분의 화분비산기를 일치시키기 위하여 미백2호와 미흑찰 2품종에 대하여는 모본과 부분을 동시파종 하였고 미백찰과 일미찰은 모본 파종 후 10일에 숙기가 빠른 부분을 파종하였다. 본 시험에 이용된 4품종의 모본과 부분의 기본 생육량은 비교적 양호하였으며 도복과 병해충도 생육기간 동안에 크게 문제가 되지 않았다(표 1). 또한 표에서 보는 바와 같이, 각 생육특성에 있어서 출용 및 출사기는 미백2호가 가장 빨랐으며, 다음으로 미백찰, 미흑찰, 일미찰의 순이었다. 파종에서 출사까지의 소요기간인 출사일수는 미백2호가 76일로 가장 짧았고, 일미찰이 83일로 가장 길게 나타나 4품종 가운데 일미찰이 숙기가 다소 늦은 품종특성을 지니고 있는 것을 알 수 있었다. 유기채종에 따른 간장은 일미찰이 약 184cm로 가장 높았고, 다음으로 미백찰, 미흑찰 및 미백2호의 순이었으며, 착수고 또한 간장의 결과와 비슷한 경향으로 일미찰과 미흑찰에서 뚜렷하게 높게 나타난 반면, 미백2호에서 77.6cm로 가장 낮은 착수고를 보였다. 따라서 간장에 대한 착수고의 비율로 나타낸 착수고율에 있어서 다른 3품종간에 큰 차이가 없었으나 미흑찰에서 가장 높게 나타났다.

표 2. 유기채종에 따른 찰옥수수 품종별 이삭특성 및 채종수량(08~10)

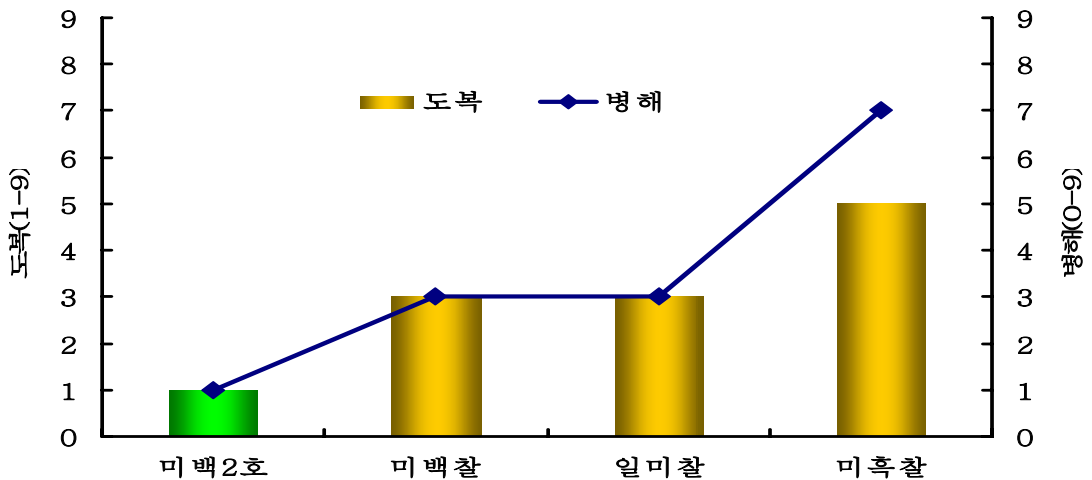
품종명	파종기 (월.일)		이삭특성				임실율 (%)	발아율 (%)	100립중 (g)	종실중 (g/주)	채종수량 (kg/10a)
			이삭장 (cm)	착립장 (cm)	착립율 (%)	이삭경 (cm)					
미백2호	모본	5. 6	12.4	11.5	92.7	3.4	91.7	91	26.1	43.1	181.8
	부분	5. 6									
미백찰	모본	5. 6	11.2	10.0	89.3	3.4	92.5	94	25.9	45.7	169.2
	부분	5.15									
일미찰	모본	5. 6	14.3	13.3	93.0	3.6	86.2	91	24.6	45.4	173.6
	부분	5.15									
미흑찰	모본	5. 6	10.5	10.2	97.1	3.8	88.4	91	22.3	39.8	157.9
	부분	5. 6									



<그림 1> 유기채종에 따른 찰옥수수 품종별 100립중 및 채종수량(08~09)

유기채종에 따른 찰옥수수 품종별 이삭특성을 살펴보면(표 2), 이삭장과 착립장은 일미찰이 가장 길었고, 다음으로 미백2호, 미백찰, 미흑찰의 순으로 짧았다. 이삭장에 대한 착립장의 비율로 나타낸 착립율에서는 미백찰이 가장 낮았고 미흑찰이 97.1%로 가장 높았는데, 이는 다른 3품종에 비하여 이상작 대비 착립장이 길었던데 기인한 것으로 추정된다. 유기농 재배에 의한 채종 유기종자의 발아율 조사에서는 4품종 모두 91% 이상의 높은 발아율을 보였고, 이삭당 옥수수 낱알의 착립분포 정도를 나타낸 임실율은 미백2호와 미백찰에서 다소 높게 나타났다. 일반적으로 옥수수는 출사 후 2일에서 8일까지는 임실율이 91% 정도로 정상적인 수분이 이루어지는데(박 등, 1984), 본 시험에서도 일미찰과 미흑찰의 제외한 미백찰과 미백2호에서 임실율이 91% 이상으로 높게 나타났다. 채종수량 증가에 중요한 요인 중의 하나인 100립중은 미백2호에서 26.1g으로 가장 높았고, 다음으로 미백찰, 일미찰 및 미흑찰의 순으로 나타났으며, 종실중은 미흑찰에서 가장 낮은 수치를 보였고 나머지 3품종간에 큰 차이 없이 1개 이삭당 43~45g 이내로 나타났다. 그 결과 10a당 채종수량은 미백2호에서 181.8kg으로 가장 높았고, 다음으로 일미찰, 미백찰 및 미흑찰의 순으로 나타났다(표 2 및 그림 1). 따라서 100립중과 단위면적당 채종수량 그리고 유기채종의 안전성 측면을 모두 고려할 때 유기농 재배로 유기종자를 생산할 경우에는 상기의 4품종 가운데 미백2호가 유기종자 생산에 가장 유리한 품종으로 판단되었으며, 미흑찰이 유기종자 생산에 다소 불리한 것으로 나타났다. 박 등(1984)은 파종양식과 재식밀도간 옥수수 단교잡종 교배친의 생육 및 채종수량 시험 결과에서 이삭당 립수는 파종양식간 차이가 없었으나 종자친의 재식밀도가 증가할수록 직선적인 감소를 보였으며, 또한 100립중은 파종양식과 재식밀도에 관계없이 25g 내외였다고 보고하였다. 본 시험에서 품종간 채종수량의 차이는 품종간 고유의 특성으로 보여지며, Craig(1977)는 모본(종자친)의 휴폭을 97~102cm로 넓게 할 경우라도 응주간과 재배에서는 모본(종자친)의 생육이 너무 왕성하지 않아야 화분친의 생육과 화분생성이 정상적으로 이루어진다고 하였다.

#### 나. 도복 및 병 발생양상



<그림 2> 유기채종에 따른 찰옥수수 품종별 도복 및 병해 발생추이(08~09)

유기채종에 따른 찰옥수수 품종별 도복정도에 있어서 4품종 가운데 미백2호가 도복에 가장 강한 것으로 나타났고, 미백찰과 일미찰이 중간정도 그리고 미흑찰이 가장 약한 특성을 지니고 있는 것으로 조사되었다(그림 2). 병 발생양상에 있어서도 도복의 결과와 비슷한 경향으로 미백2호와 일미찰이 호마엽고(깨씨무늬병)병에 다소 강한 특성을 보인 반면, 미백찰과 미흑찰에서는 발병주가 많이 발생하여 병해에 다소 약한 특성을 지닌 것으로 파악되었다. 일반적으로 옥수수의 깨씨무늬병은 *Bipolaris maydis*에 의하여 대부분의 옥수수 재배지역에서 발병하며, 특히 고온(30~32℃)에서 발병이 심하고 병반은 병이 진전되면 회색에서 갈색으로 변하며 그 병반은 잎 전체로 전반되는 특성을 지니고 있다(김 등, 2010). 기타 흑조위축병과 매문병은 일부 품종에서 매우 경미하게 증상이 관찰되었으나 우려할 만한 정도의 발병은 아닌 것으로 판단되었으며 품종간 발병주의 차이도 없는 것으로 나타났다.

표 3. 유기채종에 따른 찰옥수수 품종별 경제성 분석 (단위 : 원/10a)

재배유형	품종	수량 (kg/10a)	조수입 <sup>2</sup>	경영비	소득	소득지수
유기	미백2호	182	2,839,200	778,952	2,060,248	99
	미백찰	169	2,636,400	"	1,857,448	89
	일미찰	174	2,714,400	"	1,935,448	93
	미흑찰	158	2,464,800	"	1,685,848	81
관행 <sup>1</sup>	미백2호	217	2,821,000	739,760	2,081,240	100

<sup>1</sup> '08~'10년 「미백2호」 보급종 채종농가 평균수량

<sup>2</sup> 채종수매 단가(유기: 15,600원/kg, 관행: 13,000원/kg).

유기채종에 따른 찰옥수수 품종별 소득분석 결과는 표3에서 보는 바와 같다. 유기채종에 따른 10a당 채종수량은 미백2호가 가장 높았고, 다음으로 일미찰, 미백찰 및 미흑찰의 순이었다. 따라서 단위면적당 조수입은 채종수량의 결과와 같은 경향으로 미백2호에서 가장 높았으며, 유기채종에 따른 경영비는 관행채종보다 약 4만원 가량이 더 투입되는 것으로 나타났다. 그 결과 10a당 소득은 미백2호가 2,060,248원으로 관행채종과 비슷한 소득수준을 보였고, 다음으로 일미찰, 미백찰, 미흑찰의 순으로 나타났다. 이상의 결과, 채종수량은 관행 대비 약 88% 수준에 머물렀으나, 유기채종 종자의 수매단가 인상을 통하여 일반종자 가격 대비 20% 가량 가격 차별화 시 유기 채종농가의 실질소득은 관행채종 농가에 비하여 약5% 정도 높아질 것으로 예상된다. 따라서 찰옥수수 유기종자 안정생산을 위해서는 관행재배에 의한 일반종자와의 가격 차별화를 통한 소득보전과 함께 적기 파종으로 유기농 재배로 채종시 수량이 관행보다 10~12% 가량 감소된 수준에서 안정적인 유기종자 생산 및 정상수량 확보가 가능할 것으로 판단되었다. 강 등(1983)은 옥수수 교잡종 채종에 있어 개화기가 다른 두 계통의 개화기를 일치시키고자 옥수수의 유식물 절단에 의한 방법을 도입한 시험에서 유식물 절단에 의하여 채종량이 크게 감소하고, 특히 옥수수는 화분생산량이 많아 부분(화분친)의 경우는 모본(종자친)보다 유식물 절단에 의한 개화기 조절이 유리하지만 계통과 연차간의 변이가 생기고, 또한 모본의 응수제거와 부분(응수)제거에 많은 노력이 들기 때문에 채

종포를 규모화 하여 이용하는 것은 많은 어려움이 있다고 지적하였다. 따라서 옥수수 종자 생산을 위한 채종재배 시 유기채종이든 관행채종이든 채종하고자 하는 두 계통간의 조합 능력과 생산력이 우수하고 모본의 출사기와 부분의 개화기가 일치해야 한다 또한 기본 생장력과 기후, 토양 등에 대한 환경적응성이 뛰어나고 도복과 병해충에 대한 저항성이 강하면서 파종양식과 재식밀도, 파종기 등 재배조건에 따라 포장발아가 양호하고 생육과 수량성이 항상 일정해야 하며, 최종적으로 건전한 알곡생산과 단위면적당 채종수량이 높아 안정적으로 종자생산이 가능한 품종을 선택하여 재배하는 것이 무엇보다 중요할 것으로 사료되었다.



<그림 3> 유기채종 적합품종 선발 포장 전경



<그림 4> 찰옥수수 유기채종 적품종 선발

부분 5cm를 초과하지 않으나 일부 고산지대의 대황은 6cm에 도달하는 것도 있다. 장엽대황 근경 직경은 3-9cm에 달하고 특이한 냄새가 있으며 맛은 짧고 쓰다 하였고, 대황의 근경 색은 일광하의 근경의 횡단면은 약용대황은 밤색, 장엽대황은 갈색 또는 밤색, 당고특대황은 갈색 또는 밤색이 난다고 하였다(권 등. 2007). 국내 시험포장에서 재배된 수확기 수집종별 근경의 색은 그림 1-2 과 같다. 장엽대황은 갈색, 당고특대황은 밤색, 종대황은 황갈색을 보여 권 등(2007)이 보고한 내용과 유사 하였다.

<제2세부과제 : 찰옥수수 유기종자 안정생산을 위한 파종적기 구명>

(1) 재료 및 방법

가. 처리내용

본 시험은 찰옥수수 유기종자 안정생산에 알맞은 적정 파종기를 설정하기 위하여 2008년에서 2009년까지 2년간 강원도농업기술원 옥수수시험장 유기포장 및 홍천군 남면 찰옥수수 유기농 재배농가 포장에서 수행되었다. 시험에 사용된 찰옥수수는 옥수수시험장에서 육성

보급되고 있는 미백2호 및 미흑찰 2품종을 선정하여 이들 품종의 원종(종자친과 화분친) 종자를 이용하였다. 재식밀도는 주간과 조간을 80×30cm로 하였으며 모본과 부분의 재식비율은 2:1로 응주 간파하여 2립씩 점파하였고, 발아 후 솟음작업을 통하여 최종적으로 1주 1본을 남겨 재배하였다. 시험처리는 찰옥수수 파종시기에 따라 4월 중순, 5월 상순, 5월 하순 등 3 수준으로 구분하여 단반복으로 수행하였다. 비료는 유박성분이 많이 함유된 유기질비료를 권장량(400~600kg/10a)에 대하여 전량 밀거름으로 시용하였고, 우분발효 퇴비는 2,000kg/10a을 경운전 포장전면에 전량 밀거름으로 시용하였다. 유기농 재배에 따른 잡초방제는 검정색 비닐멀칭에 의한 물리적 방법을 이용하였고, 기타 재배 및 채종관리는 찰옥수수 보급중 관행 채종방법에 준하였다.

## 나. 조사내용

조사내용에 있어서 찰옥수수의 생육조사는 각 시험구에서 반복당 30주를 완전무작위로 선발한 후 간장, 간경, 출용기, 출사기 및 화분비산기 등으로 분류하여 조사하였고 이삭특성과 채종수량은 수확 후 반복당 30이삭을 무작위로 선발하여 농촌진흥청 농업연구조사기준(2003, 농촌진흥청)에 의거하여 조사하였다. 또한 병해충 발생조사에 있어서 병해조사는 공시한 품종을 파종 후 수확시 까지 월 1회에 걸쳐 병 발생소장과 발병주를 조사하였으며, 옥수수의 주요 해충인 조명나방의 발생 소장은 10a당 3개의 성페로몬 유인트랩을 설치하여 월 2회에 걸쳐 트랩당 포집수로 조사하였다.

## (2) 결과 및 고찰

### 가. 도복 및 병해충 발생양상

표 4. 찰옥수수 「미백2호」 파종기별 도복 및 병 발생양상('08~'09)

재 배 유 형	파종기 (월.일)	도복 (1-9) <sup>1</sup>	병해(0-9) <sup>2</sup>		
			흑조위축	호마엽고	매문병
유 기	4.16	1	0	5	0
	5. 4	1	0	3	0
	5.27	1	0	3	0

<sup>1</sup> 1:무도복↔9:완전도복. <sup>2</sup> 0:무발병↔9:발병극심.

표 5. 찰옥수수 「미흑찰」 파종기별 도복 및 병 발생정도('08~'09)

재 배 유 형	파종기 (월.일)	도복 (1-9) <sup>1</sup>	병해(0-9) <sup>2</sup>		
			흑조위축	호마엽고	매문병
유 기	4.16	3	0	7	0
	5. 4	5	0	5	0
	5.27	3	0	3	0

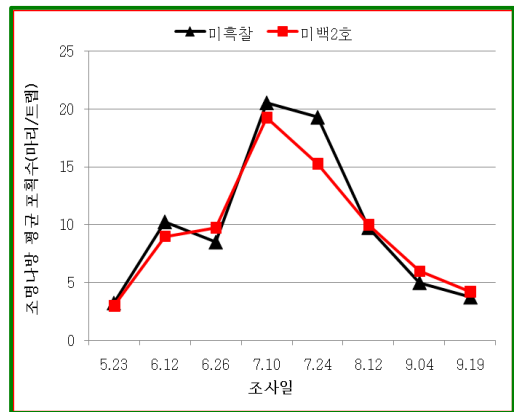
<sup>1</sup> 1:무도복↔9:완전도복. <sup>2</sup> 0:무발병↔9:발병극심.

찰옥수수 유기종자 생산에 알맞은 적정 파종기를 설정하고자 미백호에 대하여 파종기에 따른 도복 및 병 발생양상(표 4)에 대하여 조사한 결과, 도복은 각 파종시기에 따른 처리구간에 큰 차이 없이 거의 모든 처리에서 도복 발생주는 관찰되지 않았으며, 병해에 있어서는 주로 고온다습 조건에서 발병이 심한 호마엽고병(깨씨무늬병)이 4월 16일 파종에서 5월 4일 및 5월 27일 파종에 비하여 발병주가 증가하는 경향을 보였다. 또한 옥수수 매문병은 본 시험에서 처리간 큰 차이가 보이지 않았으나, 파종시기가 늦어질수록 발병주가 증가하는 경향이 관찰되었다. 따라서 찰옥수수 유기채종 시 다소 우려되는 병해 중 호마엽고병은 4월 중순파종에서 그리고 매문병은 5월 중순 이후 파종에서 발병율이 심한 것으로 나타나 재배적인 방법으로 병 발생을 줄이기 위해서는 파종시기의 조절이 매우 중요할 것으로 사료되었다.

한편, 찰옥수수 미흑찰의 경우에는 표 5에 나타낸 바와 같이, 도복은 5월 4일 파종에 비하여 4월 16일 파종과 5월 27일 파종에서 도복이 적었던 것으로 조사되었는데 이는 5월 4일 파종의 경우 출용 및 출사 후 옥수수 지상부의 무게중심이 이삭을 포함하여 상위엽 쪽으로 많이 올라간 상태에서 장마와 집중호우로 인하여 도복이 심했던 것으로 추정되었다. 반면, 병해에 있어서 호마엽고병은 파종시기가 빠른 4월 16일 파종에서 가장 심하였고, 파종시기가 가장 늦은 5월 27일 파종에서 병 발생이 가장 적은 것으로 나타나 미백호의 결과와 같은 양상을 보였다. 따라서 찰옥수수 미흑찰 유기채종 시에도 호마엽고병과 같은 병 발생피해를 재배적인 방법으로 경감시키기 위해서는 파종시기의 조절 등 채종의 안전성을 확보하는 것이 무엇보다 필요할 것으로 판단되었다.



【조명나방 유인트랩】



【조명나방 발생 추이】

<그림 5> 찰옥수수 유기채종에 따른 조명나방 발생양상('08~'09)

찰옥수수 미백2호 및 미흑찰 2품종에 대하여 유기채종 시 파종시기에 따른 조명나방 발생 추이를 알아보기 위하여 파종에서 수확기까지 조사한 결과를 그림 5에 나타내었다. 일반적으로 조명나방은 유기농 및 일반 옥수수 재배 포장에서 가장 문제시 되는 해충으로 옥수수 재배 기간 동안 전 생육기에 걸쳐 발생을 하며, 특히 유충에 의한 피해가 아주 심하다. 본 시험에서 이용된 미백2호 및 미흑찰 2품종간에 있어서 조명나방에 의한 피해정도의 차이는 나타나

달리하거나 파종기가 같으면 숙기가 늦은 계통의 생육을 촉진시키거나 빠른 것의 생육을 지연시켜야 한다고 보고하였다. 미국의 경우 채종재배에 있어 숙기가 다른 두 계통의 개화기를 일치시키는 방법으로 파종기를 달리하는 방법이 가장 많이 이용되고 있으며 이때 파종기의 결정은 유효적산온도(Growing degree days:GDD)와 파종계통의 생육정도를 이용하여 결정한다고 하였다(Craig, 1977; Curtis, 1980). 결론적으로 옥수수 교잡종 종자생산에 있어서 숙기가 다른 종자친과 화분친의 개화기를 일치시키는데 GDD를 이용하여 파종기를 결정하는 것이 가장 좋은 방법이고, 옥수수는 파종기가 적정 파종기보다 늦어질수록 채종수량의 감소가 크기 때문에, 특히 종자친은 가능하면 적기에 파종하는 것이 채종수량 증가에 유효하다고 보고하였다(강 등 1983; 조 등 1983; 김 등 1980; 이와 박, 1980; 이 등, 1981).

표 10. 찰옥수수 「미백2호」 유기채종에 따른 경제성 분석 (단위 : 원/10a)

손실적 요소(A)	이익적 요소(B)
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 증가되는 비용 : 185,384</li> <li>- 농약비 : 30,000               <ul style="list-style-type: none"> <li>• 친환경 살충제 2종×15,000원 = 30,000</li> </ul> </li> <li>- 비료비 : 90,000               <ul style="list-style-type: none"> <li>• 유기질비료 20포×4,500원 = 90,000</li> </ul> </li> <li>- 노력비 : 40,384               <ul style="list-style-type: none"> <li>• 비닐멀칭 및 제거 = 40,384</li> </ul> </li> <li>- 제재료비 : 145,000               <ul style="list-style-type: none"> <li>• 멀칭비닐 1롤×25,000원 = 25,000</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 감소되는 비용 : 146,194</li> <li>- 농약비 : 40,000               <ul style="list-style-type: none"> <li>• 제조제 2종×8,000원 = 16,000</li> <li>• 살충제 4종×6,000원 = 24,000</li> </ul> </li> <li>- 비료비 : 86,000               <ul style="list-style-type: none"> <li>• 기비용 비료 6포×12,000원 = 72,000</li> <li>• 추비용 비료 1포×14,000원 = 14,000</li> </ul> </li> <li>- 노력비 : 20,194               <ul style="list-style-type: none"> <li>• 농약살포 = 10,096</li> <li>• 추비시용 = 10,098</li> </ul> </li> <li>○ 증가되는 수입 : 158,600               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 조수입 증가                   <ul style="list-style-type: none"> <li>• 관행 : 217kg×13,000원 = 2,821,000</li> <li>• 유기 : 191kg×15,600원 = 2,979,600</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
합 계(A) : 185,384	합 계(B) : 304,794
● 추정 수익액(B-A) = 119,410	

찰옥수수 보급종 유기채종에 따른 소득분석 결과를 표 10에 나타내었다. 이익적 요소에 있어서 감소되는 비용이 농약비, 비료비 및 노력비 등 총 146,194원으로 나타났고, 증가되는 수입은 조수입의 증가로 인하여 158,600원으로 나타났다. 반면 손실적 요소에서 증가되는 비용은 농약비를 포함하여 총 185,384원이 증가하는 것으로 나타났다. 따라서 찰옥수수 보급종 유기채종 시 실소득은 관행채종에 비하여 10a당 119,410원이 증가하는 것으로 분석되었다. 상기의 소득분석 결과는 유기종자와 관행종자와의 가격을 20% 차별화에 의한 결과 값으로서 유기채종에 따른 채종수량의 감소를 관행의 채종수량과 비슷한 수준으로 보상하기 위해서는 최소 10~20% 가량의 가격 차별화가 뒷받침되어야 유기종자 생산에 따른 안정적 소득 기반이 구축될 수 있을 것으로 판단되었다.

이상의 결과에서, 찰옥수수 미백2호 및 미흑찰 2품종을 이용하여 유기종자 안정생산을 위한 적정 파종시기는 찰옥수수의 발육과 생장 병해충 발생소장 등을 고려하여 재해 및 채종 안전성이 우수하고, 특히 4월 중순 및 5월 하순 파종에 비하여 기본 생장이 왕성하고 100립

지 않았다. 조명나방의 발생소장을 살펴보면 5월 23일에 페로몬 트랩에서 처음으로 관찰되었으나, 옥수수 유묘를 가해하기 시작한 시기는 6월 12일 경으로 관찰되었다. 조명나방 발생 초기에는 유묘 중의 약 10% 미만의 낮은 피해주수를 보였으나, 점차 그 피해주수가 지속적으로 증가하여 7월 24일 경에는 약 20%까지 증가하는 것으로 나타났다. 특히 조명나방의 피해는 7월 중순 이후부터 급격히 증가하여 수확시기까지 큰 피해를 주는 것으로 관찰되었다. 따라서 찰옥수수 유기체중 시 종자의 품질과 수량에 직접적인 영향을 많이 미치는 조명나방의 피해를 최소화하고 적기에 방제하기 위해서는 발생최성기라고 할 수 있는 6월 하순 및 7월 중·하순 이전에 사전 방제하는 것이 건전한 알곡생산과 종자의 품질유지 및 안정적인 채종수량 확보를 위해서 매우 중요할 것으로 판단되었다.

#### 나. 생육특성 및 수량성

표 6. 찰옥수수 「미백2호」 파종기별 생육특성('08~'09)

재배 유형	파종기 (월.일)	출용기 (월.일)	출사기 (월.일)	화분비산기간 (월.일)	출사일수 (일)	간 장 (cm)	착수고 (cm)	착수고율 (%)	
유기	모본	4.16	-	7.4	-	79	143.3	78.8	55.0
	부분		7.3	-	7.3~7.8	-	-	-	
	모본	5. 4	-	7.19	-	76	135.3	75.4	55.7
	부분		7.18	-	7.18~7.26	-	-	-	
	모본	5.27	-	8.7	-	71	118.3	66.3	56.0
	부분		8.6	-	8.6~8.13	-	-	-	

표 7. 찰옥수수 「미흑찰」 파종기별 생육특성('08~'09)

재배 유형	파종기 (월.일)	출용기 (월.일)	출사기 (월.일)	화분비산기간 (월.일)	출사일수 (일)	간 장 (cm)	착수고 (cm)	착수고율 (%)	
유기	모본	4.16	-	7.7	-	81	157.3	96.9	61.6
	부분		7.6	-	7.6~7.12	-	-	-	
	모본	5. 4	-	7.23	-	79	155.8	94.9	60.9
	부분		7.21	-	7.21~7.27	-	-	-	
	모본	5.27	-	8.8	-	72	147.0	89.9	61.1
	부분		8.7	-	8.7~8.14	-	-	-	

찰옥수수 미백2호의 파종기별 생육특성(표 6)에 있어서, 파종에서 암이삭 출사까지의 소요기간을 나타내는 출사일수는 파종시기가 가장 빠른 4월 16일 파종이 79일로 가장 길었고, 파종시기가 늦어질수록 출사일수가 짧아지는 경향을 보였는데 이는 외부 환경온도의 상승과 일조량의 증가에 기인된 것으로 추정되었다. 미흑찰의 경우에 있어서는 표 7에서 보는 바와 같이, 출사일수는 5월 4일 및 5월 27일 파종에 비하여 4월 16일 파종에서 81일로 가장 길었는데, 이는 미백2호의 결과와 같은 경향으로 미흑찰에서도 파종시기가 늦어질수록 출사일수가 짧아지는 경향이 뚜렷하게 나타났다. 간장과 착수고는 4월 16일 파종에서 각각 157.3cm

및 96.9cm로 가장 높았으며, 미백2호의 결과와 마찬가지로 미흑찰에서도 파종시기가 늦어질수록 간장과 착수고가 낮아지는 경향이 뚜렷하였다. 착수고율은 전체적으로 미흑찰이 미백2호 보다 높은 수치를 보였으나 파종시기에 다른 처리간에 큰 차이는 없었다 강 등(1983)은 파종기 이동에 의한 옥수수 교잡종 채종시험에서 파종이 지연됨에 따라 화분비산기가 늦어지고 출사지연 정도도 화분비산기와 같은 경향이며 반면에 출사일수가 상당히 짧아진다고 보고하였다. 여기서 출사지연과 출사일수의 단축 원인으로서는 파종이 늦어짐에 따라 재배환경 온도와 외부기온이 상승하기 때문으로 추정하였다 한편, 유기채종 시 파종시기에 따른 간장은 4월 16일 파종에서 가장 높았고 다음으로 5월 4일, 5월 27일 파종의 순이었으며, 파종시기가 빠를수록 길어지는 경향이 뚜렷하게 나타남을 알 수 있었다 또한 지상부에서 암이삭 이삭목까지의 길이로 나타낸 착수고도 간장의 결과와 마찬가지로 파종시기가 늦어질수록 착수고가 낮아지는 경향이 뚜렷하였다. 그러나 간장 대비 착수고의 비율로 나타낸 착수고율은 파종시기가 늦어질수록 약간 증가하는 경향이 보였으나 처리간 큰 차이는 없으므로 나타났다. 강 등(1983)은 옥수수 교잡종 채종에서 파종기 이동에 의한 간장 및 착수고의 차이가 없었다고 하여 본 시험과 상반된 결과를 보였는데, 이는 파종간격과 품종, 토양, 비료관리 등 재배양식에 의한 차이에서 비롯된 결과로 추정된다.

표 8. 찰옥수수 「미백2호」 파종기별 이삭특성 및 채종수량('08~'09)

재배 유형	파종기 (월.일)	이삭특성				입실율 (%)	발아율 (%)	100립중 (g)	종실중 (g/주)	채종수량 (kg/10a)
		이삭장 (cm)	착립장 (cm)	착립율 (%)	이삭경 (cm)					
유 기	4.16	13.9	12.8	92.1	3.5	93.2	91	29.6	46.6	199.2
	5. 4	14.0	12.5	89.3	3.6	86.5	97	27.5	48.0	203.3
	5.27	13.2	11.8	89.4	3.3	80.5	89	25.3	36.6	162.9
관행 <sup>Ⓝ</sup>	4.20~5.10	-	-	-	-	-	98	26.8	38.7	207.8

<sup>Ⓝ</sup>2008-2009년 미백2호 보급종 채종농가(100농가) 평균 수량.

표 9. 찰옥수수 「미흑찰」 파종기별 이삭특성 및 채종수량('08~'09)

재배 유형	파종기 (월.일)	이삭특성				입실율 (%)	발아율 (%)	100립중 (g)	종실중 (g/주)	채종수량 (kg/10a)
		이삭장 (cm)	착립장 (cm)	착립율 (%)	이삭경 (cm)					
유기	4.16	10.9	10.7	98.2	3.9	84.8	88	24.4	39.4	161.0
	5. 4	11.2	11.0	98.2	4.0	93.3	92	23.3	41.3	175.8
	5.27	8.8	8.3	94.3	3.6	96.6	89	20.8	26.7	115.8
관행 <sup>Ⓝ</sup>	4.20~5.10	-	-	-	-	-	97	23.6	32.9	166.5

<sup>Ⓝ</sup>2008-09년 미흑찰 보급종 채종농가(12농가) 평균 수량.

찰옥수수 미백2호 유기채종 시 파종시기에 따른 이삭특성과 수량성표 8)에 있어서 이삭장과 착립장은 4월 16일 및 5월 4일 파종간에 큰 차이 없이 거의 비슷한 수준을 보였으나, 이보다 파종시기가 훨씬 늦은 5월 27일 파종에서 급격히 짧아지는 경향을 보였다. 이상에서 볼 수 있듯이, 이삭장과 착립장은 파종시기가 늦어질수록 특히 5월 중순 이후 파종에서 짧

아지는 경향이 뚜렷함을 알 수 있었는데, 이 결과로부터 유기채종 시 채종 이삭의 적정 크기를 유지하고 확보하기 위해서는 파종시기의 결정이 매우 중요하다는 것을 확인할 수 있었다. 또한 이삭장에 대한 착립장의 비율로 나타낸 착립율은 4월 16일 파종에서 가장 높아 파종시기의 영향을 크게 받는 것을 알 수 있었고, 이삭경은 4월 16일 파종과 5월 4일 파종간 큰 차이가 없었으나 5월 27일 파종에서 다소 작아지는 경향을 보였다. 한편, 옥수수 한개 이삭에서 수정된 알곡 낱알의 분포정도로 나타낸 임실율은 표 8에서는 보는 바와 같이, 파종시기가 늦어질수록 낮아지는 경향이 뚜렷하였고, 채종된 유기종자의 발아율은 파종시기가 늦은 5월 27일 파종에서 가장 낮았으며 나머지 처리에서는 90% 이상의 높은 발아율을 보였다. 100립중은 4월 16일 파종에서 29.6g으로 가장 높았고 파종시기가 늦어질수록 낮아지는 경향이 더욱 뚜렷하게 나타났다. 1개 이삭에서 탈립된 알곡무게로 나타낸 종실중은 4월 16일 및 5월 4일 파종간에 큰 차이 없이 비슷한 수준을 보였으나, 5월 27일 파종에서 현저하게 감소하는 것으로 나타났다. 따라서 10a당 채종수량은 4월 16일 및 5월 4일 파종에서 각각 199.2kg 및 203.3kg으로 높은 수량증가를 보였고, 이보다 파종시기가 늦은 5월 27일 파종에서 162.9kg으로 채종수량의 감소를 보였다. 이상의 결과로부터 찰옥수수 미백2호 유기채종 시 수량구성요소와 채종수량은 파종시기의 영향을 크게 받는 것으로 나타나 유기채종 시 안정적인 수량 확보를 위해서는 파종시기의 결정이 매우 중요할 것으로 사료되었다. 한편, 미흑찰 품종에 있어서 파종시기에 따른 이삭장과 착립장(표 9)은 4월 16일 및 5월 4일 파종간에 큰 차이 없이 거의 비슷한 수치를 보였으나, 이보다 파종시기가 늦은 5월 27일 파종에서 현저하게 짧아지는 경향을 보여 미백2호와 같은 결과를 나타내었다. 미흑찰에서 착립율은 파종시기에 따른 처리간 다소 수치상의 차이는 보였으나 파종시기에 의한 영향을 크게 받지 않는 것으로 나타났고, 이삭경은 4월 16일 및 5월 4일 파종에서 가장 컸다. 임실율은 파종시기가 가장 빠른 4월 16일 파종에서 가장 낮았으며, 유기채종 후 종자 발아율 조사결과에서는 5월 4일 파종에서 높은 발아율을 보였다. 파종시기에 따른 수량성에 있어서 100립중은 미백2호의 결과와 마찬가지로 4월 16일 파종에서 가장 높았으며 파종시기가 늦어질수록 낮아지는 경향이 뚜렷하게 나타났다. 이삭당 종실중은 4월 16일 및 5월 4일 파종에서 크게 증가한 반면 5월 27일 파종에서는 뚜렷한 감소가 나타났는데, 이는 100립중의 결과에서 기인된 것으로 추정되었다. 따라서 10a당 채종수량은 5월 4일 파종에서 175.8kg으로 가장 많았고, 파종시기가 늦은 5월 27일 파종에서 가장 낮은 수량을 보여 유기채종 시 안정적으로 정상수량 확보를 위해서는 파종시기의 결정이 매우 중요할 것으로 판단되었다. 일반적으로 옥수수 보급종 채종포에서는 종자친과 화분친이 일정한 비율로 교호로 재식되고 종자친은 웅성불임이거나 화분비산 전에 웅수가 제거되어 화분친에 의해 교잡이 되어야 한다. 따라서 교잡종 종자 생산에 있어서 종자친의 출사기와 화분친의 화분비산기가 일치하는 계통을 이용하는 것이 가장 바람직하다(강 등, 1983). 우리나라에서는 아직 옥수수 웅성불임에 의한 채종방식은 이용되지 않고 있으며, 숙기가 같으면서 자식계통간 조합능력이 우수한 경우가 쉽지 않으므로 숙기가 다른 모·부분의 이용이 미국의 교잡종 종자 생산에서 증가하고 있는 추세이다(Curtis, 1980). 강 등(1983)은 옥수수 교잡종 채종에 있어 개화기가 다른 두 계통을 이용하여 종자생산을 최대화 하기 위해서는 두 계통의 개화기를 일치시켜야 하며 파종기를

중과 임실을 및 종실중이 높아 채종량 증가에 가장 유리한 4월 하순에서 5월 상순 사이의 파종이 유기종자 생산 시 채종수량 증가에 가장 알맞은 파종기로 판단되었다 또한 본 결과에서 얻어진 찰옥수수 유기종자 안정생산을 위한 적정 파종기는 기타 옥수수들에 대한 유기종자 생산 시 안정적인 유기채종에도 유용하게 적용될 수 있을 것으로 사료되었다 특히 찰옥수수 유기종자 안전채종을 위한 재배 및 본포관리에 있어서 재식밀도는 80×30cm(4,160본/10a)로 하고 모본과 부본을 2:1 용주간파로 심어 1주 1본 재배하여 채종하는 것이 건전한 알곡생산과 채종수량 증가에 효과적이며, 용주(부본) 제거는 수정시간을 고려하여 출사 후 7~10일에 제거하는 것이 정상생육 및 안정적 수량 확보에 유리할 것으로 생각되었다 유기채종 시 비료는 유기질비료(혼합유박)를 이용하여 권장량(400~600kg/10a)에 대하여 경운전에 전량 밑거름으로 살포하고, 잡초방제는 검정색 비닐멀칭에 의한 물리적인 방법을 최대한 이용하는 것이 가장 합리적이다. 병해충 방제는 생산비와 노동력을 절감시킬 수 있는 성페로몬 유인트랩과 친환경 생물농약을 적절히 사용하는 것이 가장 효과적인 것으로 추정되었다. 류 등(2003)은 옥수수 교잡종 채종에 있어서 찰옥2호의 모본인 KW3 계통의 경우는 등숙과정에서 줄기 및 이삭썩음병에 약하여 종자의 부패율이 많이 발생하고 특히 등숙후기의 연속된 강우는 종자의 품질저하 및 수확량의 급감을 초래하므로 수확 후 건조과정에서의 관리가 매우 중요하다고 평가하였다. 본 시험에서 특히 미흑찰의 경우는 유전적으로 도복 및 병해에 다소 약한 특성을 지니고 있는 것으로 나타나, 미흑찰 품종의 유기종자 채종 시에는 파종시기 조절과 수확 후 저장 등의 각별한 채종관리가 필요할 것으로 판단되었다 일반적으로 옥수수의 생리적 성숙단계에서 종실의 수분함량은 30~38% 인데, Craig(1977)는 옥수수의 종실수분이 30~38% 이내에서는 조기에 수확하는 것이 동해의 위험을 감소시키고 수확시 감모율 등의 손실량을 줄이며 병해충에 의한 피해 손실도 줄일 수 있다고 보고하였다 또한 류 등(2003)도 옥수수 채종 종자의 수확적기는 부패율의 발생이 5% 이하이면서 종실의 성숙이 안정적이고 포장 발아가 비교적 양호한 출사 후 35일경에 하는 것이 바람직하다고 하였다.



<그림 6> 미백2호 유기종자 채종



<그림 7> 미흑찰 유기종자 채종

## <제4세부과제 : 찰옥수수 유기종자 친환경 소독방법 개발>

### (1) 재료 및 방법

#### 가. 처리내용

본 시험은 유기농 재배로 채종된 찰옥수수 유기종자의 친환경 소독방법을 개발하는 것을 목적으로 미백2호 및 미흑찰 2품종의 유기종자를 이용하여 2009년과 2010년 2회에 걸쳐 시험을 수행하였다. 친환경 소독처리 방법은 60℃의 온탕침지 및 열처리, 목초액 100배 희석처리, 키토산 50 및 100배 희석처리, 관행소독 및 무처리 등 총 7처리로 구분하였으며, 처리 시간별로는 온탕침지와 열처리는 각각 10분과 15분 처리구, 목초액 100배 희석처리는 15, 20 및 30분 처리구, 키토산 50배 희석처리는 10, 30 및 60분 처리구 그리고 키토산 100배 희석처리는 10, 15 및 20시간 처리구 등으로 나누어 실시하였다

#### 나. 조사내용

조사내용에 있어서 Paper towel(25℃)의 발아율 조사는 발아상자 안에 paper towel을 이용하여 100립 종자를 겹으로 말아 25℃의 생장상에서 7일 동안 발아된 개체를 조사하였다. Cold soil test 조건의 출아율과 유묘생장 등에 대하여는 발아상자에 수분함량이 약 70%인 전년에 옥수수를 재배한 토양을 2cm 깊이로 넣고, 종자 30립을 파종한 후 같은 토양을 2cm 깊이로 복토하였으며, 출아율과 유묘생육은 AOSA(1990) 방법에 따라 10℃에서 7일간 저온처리하고 다시 25℃로 옮긴 후 7일째에 조사하였다. 친환경 소독처리별 곰팡이 및 세균 발생정도 조사는 친환경 소독 처리 후 7일 및 30일의 2회에 걸쳐 슬라이드글라스에 Gelatin film(10% Glycerin)을 도말하여 현미경으로 검경하였다.

### (2) 결과 및 고찰

#### 가. 발아율 및 유묘생장

표 14. 25℃ Paper towel에서의 발아율 및 유묘생장

처리방법	처리시간	발아율(%)		곰팡이 발생정도 <sup>1</sup>	유아장 (cm)	유아중 (g/plant)	유근장 (cm)
		25℃	Pot				
온탕침지 (60℃)	10min	99	98	5.0	20.3	0.12	24.9
	15min	94	97	5.0	18.9	0.10	20.7
열처리 (60℃)	10min	96	98	5.0	19.7	0.16	20.1
	15min	94	98	6.0	20.6	0.15	21.8
목초액 (100배)	15min	96	98	4.0	20.0	0.15	17.7
	20min	90	99	6.0	20.3	0.15	25.7
	30min	95	99	6.0	20.0	0.14	23.4
키토산 (50배)	10min	95	98	5.0	18.8	0.12	21.2
	30min	95	99	5.0	19.0	0.15	21.5
	60min	95	99	6.0	17.8	0.17	18.7
키토산 (100배)	10hr	97	99	6.0	23.2	0.19	25.0
	15hr	95	99	4.0	23.8	0.14	26.5
	20hr	92	98	6.0	22.9	0.20	26.3
관행(티람)	베노람수화제	91	91	2.0	17.5	0.13	24.7
무처리	-	96	98	6.0	17.9	0.18	20.5

<sup>1</sup> 0:무발병↔9:발병극심.

## <제3세부과제 : 찰옥수수 유기채종기술 농가 실증 연구>

### (1) 재료 및 방법

#### 가. 처리내용

본 시험은 찰옥수수 유기종자의 안정생산을 목적으로 2008년부터 2009년까지 2년간 수행한 찰옥수수 유기채종기술을 채종농가에 도입하고자 미백호 및 미흑찰 2품종을 이용하여 유기농 재배농가에서 2010년 4월부터 10월까지 7개월간 농가실증 시험을 실시하였다. 시험포장은 홍천군 남면 최원국 농가의 유기농 격리포장에서 수행되었으며 시험에 이용된 찰옥수수는 미백2호 및 미흑찰 2품종을 선정하여 이들 품종의 원종(종자친과 화분친) 종자를 이용하였다. 재식밀도는 80×30cm로 하였으며 모본과 부분의 재식비율은 2:1로 옹주 간과하여 2립씩 점파하였고, 발아 후 슈음작업을 통하여 최종적으로 1주 1본을 남겨 재배하였다. 파종 시기에 있어서 미백2호는 4월 27일에, 미흑찰은 이보다 다소 늦은 5월 13일에 파종하였다. 시비량은 유박성분이 많이 함유된 유기질비료의 권장량(400~600kg/10a)과 군사체를 전량 밑거름으로 사용하였고, 우분발효 퇴비는 2,000kg/10a을 경운전 포장전면에 살포하였다. 잡초방제는 검정색 비닐멀칭에 의한 물리적인 방법을 이용하였으며 그 외 농약과 화학비료는 일절 사용하지 않았다. 기타 재배 및 채종관리는 찰옥수수 보급종 관행 채종방법에 준하였다.

#### 나. 조사내용

조사내용에 있어서 찰옥수수의 생육조사는 각 시험구에서 반복당 30주를 완전무작위로 선발한 후 간장, 간경, 출용기, 출사기 및 화분비산기 등으로 분류하여 조사하였고 이삭특성과 채종수량은 수확 후 반복당 30이삭을 무작위로 선발하여 농촌진흥청 농업연구조사기준(2003, 농촌진흥청)에 의거하여 조사하였다. 또한 병해충 발생조사에 있어서 병해조사는 공시한 품종을 파종 후 수확시까지 월 1회에 걸쳐 병 발생 소장과 발병주를 조사하였으며, 옥수수의 주요 해충인 조명나방의 발생 소장은 10a당 3개의 성페로몬 유인트랩을 설치하여 월 2회에 걸쳐 트랩당 포집수로 조사하였다.

### (2) 결과 및 고찰

#### 가. 도복 및 병해충 발생양상

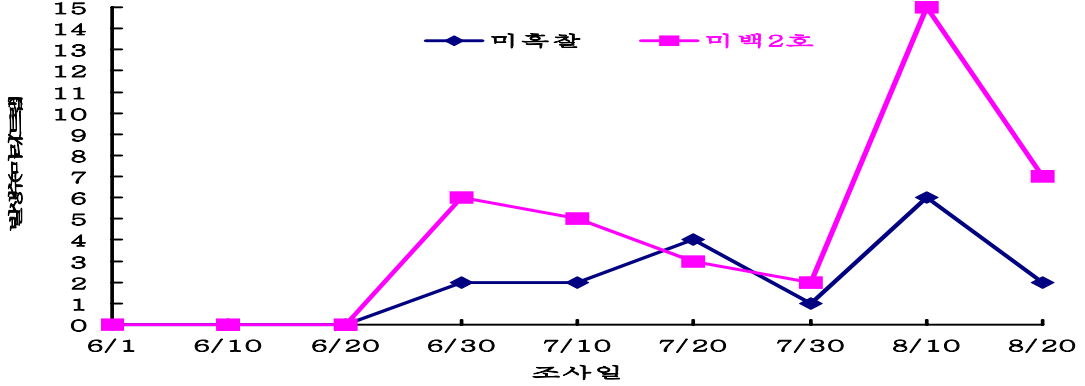
표 11. 「미백2호 및 미흑찰」 유기채종기술 농가 실증에 따른 도복 및 병 발생양상<sup>1)</sup>

품종명	파종기 (월.일)	도복 (1-9) <sup>1)</sup>	조명나방 (마리/트랩)	병 해(0-9) <sup>2)</sup>		
				흑조위축병	호마엽고병	매문병
미백2호	4.27	1	14	0	3	0
미흑찰	5.13	7	10	0	5	0

<sup>1)</sup> 1:무도복↔9:완전도복. <sup>2)</sup> 0:무발병↔9:발병극심.

찰옥수수 미백2호 및 미흑찰 2품종의 유기채종기술 농가 실증에 따른 도복 및 병 발생양상을 표 11에 나타내었다. 유기채종에 따른 도복은 미흑찰에 비하여 미백2호에서 거의 도복 없이 매우 강한 내도복성 특성을 보인 반면, 미흑찰의 경우에는 50% 이상 도복되어 도복에 아주 약한 특성을 보였다. 병 발생에 있어서는 미백2호와 미흑찰 모두에서 호마엽고병(깨서

무늬병) 발병주가 관찰되었으며, 2품종간에는 미백2호에 비하여 미흑찰에서 발병율이 더 심한 것으로 조사되어 미흑찰이 도복과 병해에 모두 약한 특성을 지니고 있는 품종으로 나타났다. 따라서 찰옥수수 유기종자 생산 시 보다 안전한 유기채종을 위해서는 미흑찰보다 미백2호를 이용하는 것이 훨씬 유리할 것으로 사료되었다.



<그림 8> 「미백2호 및 미흑찰」 농가 유기채종에 따른 조명나방 발생추이(10)

한편, 유기농 및 일반 옥수수 재배포장에서 가장 문제시 되는 해충으로 옥수수 전 생육기간에 걸쳐 발생하며 유충에 의한 피해가 심한 조명나방의 발생추이를 그림 8에 나타내었다. 유기채종 농가 실증에 따른 조명나방의 최초 발생시기는 6월 20일경으로 나타났으며, 발생최성기는 6월 30일에서 7월 10일 사이와 8월 10일을 전후하여 가장 많이 발생하는 것으로 조사되었다. 따라서 조명나방의 피해를 최소화하거나 사전에 미리 방제하기 위해서는 조명나방의 제1화기이면서 발생초기로 보여 지는 6월 20일경과 제2화기로 판단되는 7월 30일을 전후하여 미리 방제하는 것이 가장 유효할 것으로 추정되었다.

#### 나. 생육특성 및 수량성

표 12. 「미백2호 및 미흑찰」 유기채종기술 농가 실증에 따른 생육특성(10)

품종명	파종기 (월.일)	출용기 (월.일)	출사기 (월.일)	화분비산기간 (월.일)	출사일수 (일)	간 장 (cm)	착수고 (cm)
미백2호	모본	-	7.4	-	68	135.5	59.2
	부분	4.27	7.2	7.1~7.8	-	-	-
미흑찰	모본	-	7.25	-	73	152.7	100.7
	부분	5.13	7.22	7.22~7.28	-	-	-

미백2호 및 미흑찰 2품종에 대한 유기채종기술 농가 실증에 따른 생육특성을 표12에 나타내었다. 표에서 보는 바와 같이, 출사일수는 2품종간에 파종시기의 차이가 있었으나 미백2호가 68일로 미흑찰 73일에 비하여 5일 가량 빠른 것으로 나타났다. 간장은 미백2호가 135.5cm로 미흑찰 152.7cm에 비하여 크게 낮았으며, 착수고 또한 간장의 결과와 같은 경향으로 미백2호에서 낮은 수치를 보였으며 미흑찰이 다소 도장하는 특성이 있는 것으로 조사되었다. 따라서 찰옥수수 미흑찰의 안전 유기채종을 위해서는 재배적인 방법으로 도복 등을 경감시킬 수 있는 재배법의 개선과 대체 품종의 개발 등 추가적인 검토가 필요할 것으로 사료된다.

표 13. 「미백2호 및 미흑찰」 유기채종기술 농가 실증에 따른 이삭특성 및 채종수량<sup>10)</sup>

재배유형	파종기 (월.일)	이삭특성			임실율 (%)	발아율 (%)	100립중 (g)	종실중 (g/주)	채종수량 (kg/10a)
		이삭장 (cm)	착립장 (cm)	이삭경 (cm)					
미백2호	4.27	13.1	12.8	3.5	93.2	97	27.1	35.2	151.6
관행 <sup>1</sup>	4.25~5.10	-	-	-	-	98	24.5	38.4	202.0
미흑찰	5.13	10.5	10.2	3.8	84.5	96	18.3	29.9	117.0
관행 <sup>2</sup>	4.25~5.10	-	-	-	-	96	19.0	32.3	145.0

<sup>1</sup>2010년 미백2호 보급종 채종농가(110농가) 평균 수량.

<sup>2</sup>2010년 미흑찰 보급종 채종농가(5농가) 평균 수량.

찰옥수수 유기채종기술 농가 실증에 따른 이삭특성(표 13)에 있어서, 이삭장은 미백2호에서 13.1cm로 미흑찰 10.5cm에 비하여 훨씬 길었으며, 착립장 또한 이삭장의 결과와 같은 경향으로 미백2호에서 길게 나타났다. 이삭에 달려있는 낱알의 착립분포 정도 내지 비율로 나타난 임실율은 미백2호가 93.2%로 미흑찰 84.5%에 비하여 뚜렷하게 높았으며, 채종 후 유기종자의 발아율은 두 품종 모두 95% 이상의 높은 발아율을 보였다. 농가 실증에 따른 수량성에서 100립중은 미백2호에서 27.1g으로 미흑찰보다 크게 증가하였고 이는 관행채종 종자보다도 훨씬 높았다. 미흑찰의 경우에는 100립중이 18.3g으로 미백2호에 비하여 뚜렷하게 낮았으나, 관행채종 종자와는 거의 비슷한 수준을 보였다. 이삭당 종실중은 미백2호에서 35.2g으로 관행채종 종자와 비슷한 수치를 보였으나 미흑찰 유기종자에 비해서는 현저하게 높았다 따라서 2품종의 10a당 채종수량은 100립중 및 종실중의 결과와 비슷한 경향으로 미백2호가 151.6kg, 미흑찰이 117.0kg으로 유기채종에 따른 농가 실증 결과, 미흑찰에 비하여 미백2호에서 단위면적당 채종수량이 뚜렷하게 높은 것으로 나타났다. 그러나 2품종 모두 관행채종의 수량에는 훨씬 못 미치는 관행의 약 80% 수준에 달하는 것으로 분석되었다. 따라서 농가에서 찰옥수수 유기채종 시 채종수량을 보다 획기적으로 증대시킬 수 있는 발아 육묘, 토양 및 양분관리 등 안정적 재배 및 채종관리에 대한 대책 마련과 함께 추가적인 검토가 이어져야 할 것으로 사료되었다



【미백2호 유기채종】



【미흑찰 유기채종】

<그림 9> 찰옥수수 유기채종기술 농가 실증 전경

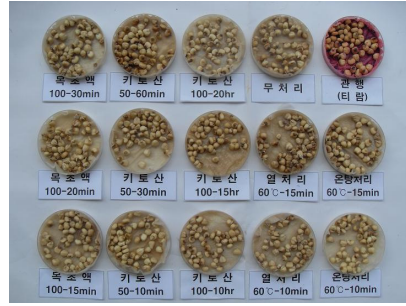
찰옥수수 유기종자의 친환경 소독방법을 개발하기 위하여 온탕침지 열처리 및 목초액과 키토산 등 유기산을 이용하여 희석배수와 처리시간을 각각 달리하여 발아율과 유묘생장을 조사한 결과를 표 14에 나타내었다. 25°C Paper towel 및 Pot에서의 발아율은 관행소독 처리에서 91%로 다른 소독처리에 비하여 다소 낮았으나, 나머지 처리에서는 무소독 처리와 비슷한 95% 이상의 높은 발아율을 보였다. 친환경 소독방법에 따른 혐기상태에서의 처리 후 7일째 및 14일째 곰팡이 발생정도를 육안으로 조사한 결과에서는 관행소독 처리에서 가장 낮은 2.0으로 다른 친환경 소독처리에 비하여 곰팡이 발생정도가 뚜렷하게 낮았고, 나머지 처리간에서는 처리조건 및 처리시간 간에 큰 차이 없이 거의 비슷한 중간정도의 발생수준을 보였다. 친환경 소독방법에 따른 각 처리별 유묘생장에 있어서 유아장은 관행 및 무소독 처리에 비하여 키토산 100배 희석 후 처리시간 10~20시간 처리에서 가장 길었고, 그 결과 유아 건물중도 키토산 100배 희석 후 처리시간 10시간 및 20시간 처리에서 가장 높았다. 유근장은 목초액 100배 희석 후 20~30분 처리 및 키토산 100배 희석 후 처리시간 10~20시간 처리에서 관행과 비슷한 수준을 보였으며, 나머지 처리에서는 처리조건이나 처리시간 간에 큰 차이 없이 관행에 비하여 짧은 경향을 보였다.



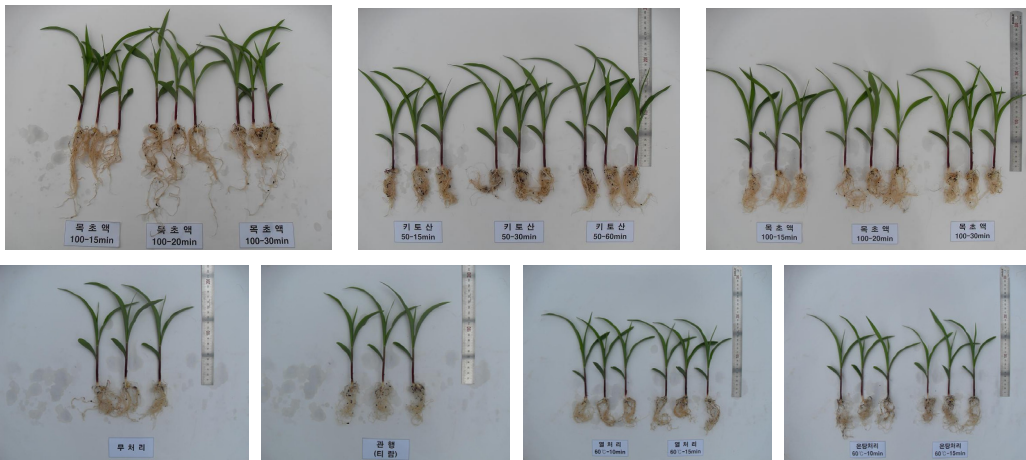
<그림 10> 25°C Paper towel에서 발아율 시험



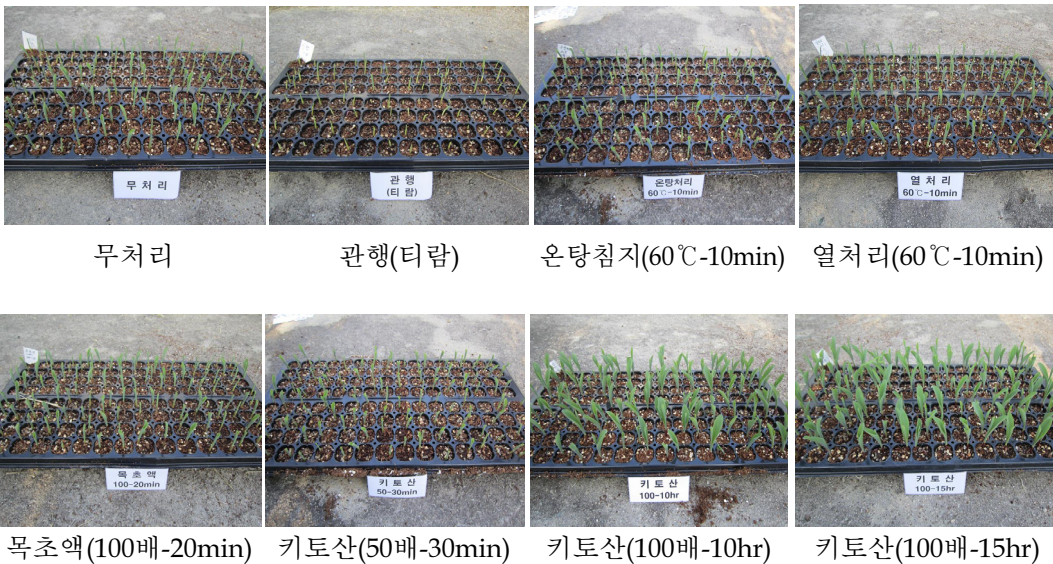
<그림 11> 친환경 소독처리별 발아율



<그림 12> 친환경 소독처리 후 곰팡이 발생정도 조사



<그림 13> 친환경 소독처리 후 Pot 유묘생장 조사



<그림 14> 친환경 소독처리별 Pot 발아율 및 유묘생장

표 15. Cold soil test에서 출아율 및 유묘생장

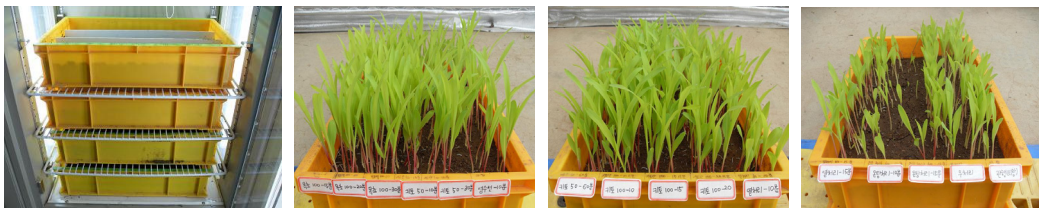
처리방법	처리시간	발아율 (%)	유아장 (cm)	유아중 (g/plant)	유근장 (cm)
온탕침지 (60℃)	10min	52	10.1	0.04	15.1
	15min	48	8.7	0.03	14.9
열처리 (60℃)	10min	87	17.5	0.07	18.0
	15min	78	13.6	0.04	20.9
목초액 (100배)	15min	75	19.9	0.05	19.9
	20min	80	20.6	0.05	19.6
	30min	80	19.7	0.06	20.9
키토산 (50배)	10min	78	19.6	0.06	20.1
	30min	87	19.2	0.07	19.4
	60min	92	19.0	0.07	19.1
키토산 (100배)	10hr	93	21.5	0.08	20.1
	15hr	92	21.0	0.04	19.4
	20hr	98	21.4	0.06	19.1
관행(티람)	베노람수화제	93	15.0	0.06	19.2
무처리	-	93	14.0	0.04	18.4

표 16. 찰옥수수 유기종자 소독방법에 따른 저장기간별 발아율

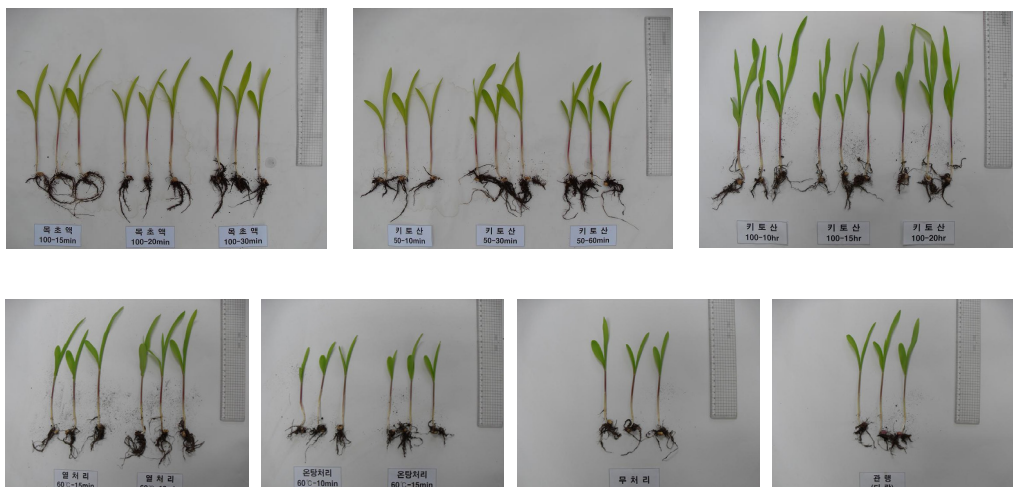
처리방법	처리시간	저장기간								
		처리직후(25℃)			3개월 저온저장(25℃)			3개월 저온저장(Pot)		
		정상	비정상	미발아	정상	비정상	미발아	정상	비정상	미발아
열처리 (60℃)	15min	97	1	2	96	2	2	92	5	3
	20min	96	2	2	93	4	3	86	5	9
	30min	96	1	3	89	6	5	88	6	6
목초액 (100배)	10min	97	1	2	92	2	6	90	6	4
	20min	97	1	2	93	5	2	88	7	5
	30min	95	0	5	87	8	5	86	11	3
키토산 (50배)	10min	97	1	2	95	2	3	85	8	7
	30min	97	2	1	94	4	2	87	5	8
	60min	96	2	2	94	3	3	91	4	5
키토산 (100배)	10hr	97	2	1	96	2	2	95	3	2
	15hr	97	0	3	97	1	2	93	4	3
	20hr	96	2	2	96	3	1	94	2	4
관행(티람)	베노람수화제	98	0	2	96	1	3	94	4	2
무처리	-	97	1	2	93	5	2	96	2	2

찰옥수수 유기종자의 친환경 소독처리 후 Cold soil test에서 출아율 및 유묘생장을 보면 표 15와 같다. Cold soil test에서 출아율은 키토산 100배 희석액에서 10~20시간 처리에서 관행과 비슷한 92% 이상의 높은 출아율을 보였으나, 온탕침지를 포함한 나머지 처리에서는 처리간 다소 큰 차이를 보이며 극히 낮은 발아율을 나타내었다 따라서 유기종자의 Cold soil test에서 출아율은 전체적으로 25℃에서의 발아율보다 20~50% 가량 낮았으며, 특히 60℃의 온탕침지 처리에서 현저하게 낮아지는 경향을 볼 수 있었다 유묘생장에 있어서 유아장은 관행 및 무처리에 비하여 목초액 100배 희석 처리와 키토산 50배 및 100배 희석 처리에서 길었고, 유아중은 모든 처리방법 및 처리시간에 큰 차이가 없었다 또한 유근장은 온탕침지 처리에서 가장 짧았던 반면, 나머지 처리방법이나 처리시간에 큰 차이 없이 비슷한 수치를 보였다. 이 결과로부터, 목초액 등 유기산을 이용한 친환경 소독방법과 처리시간은 유기종자의 유아장 등 유묘생장과 종자활력 등에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 확인되었다

한편, 찰옥수수 유기종자의 친환경 소독방법에 따른 저장기간별 발아율을 살펴보면 표16에 나타난 바와 같다. 처리직후의 발아율은 모든 처리에서 관행 및 무처리와 비슷한 95% 이상의 높은 발아율을 보인 반면, 처리 3개월 후 25℃ Paper towel에서 발아율은 목초액 100배 희석 후 30분 처리에서 다소 낮은 발아율을 보였고, Pot에서 발아율은 키토산 100배 처리에서 관행과 비슷한 수준의 높은 발아율을 나타내었으며 나머지 모든 처리에서는 처리직후 및 저장 후의 발아율보다 낮아지는 경향을 보였다.



<그림 15> Cold soil test에서 발아율

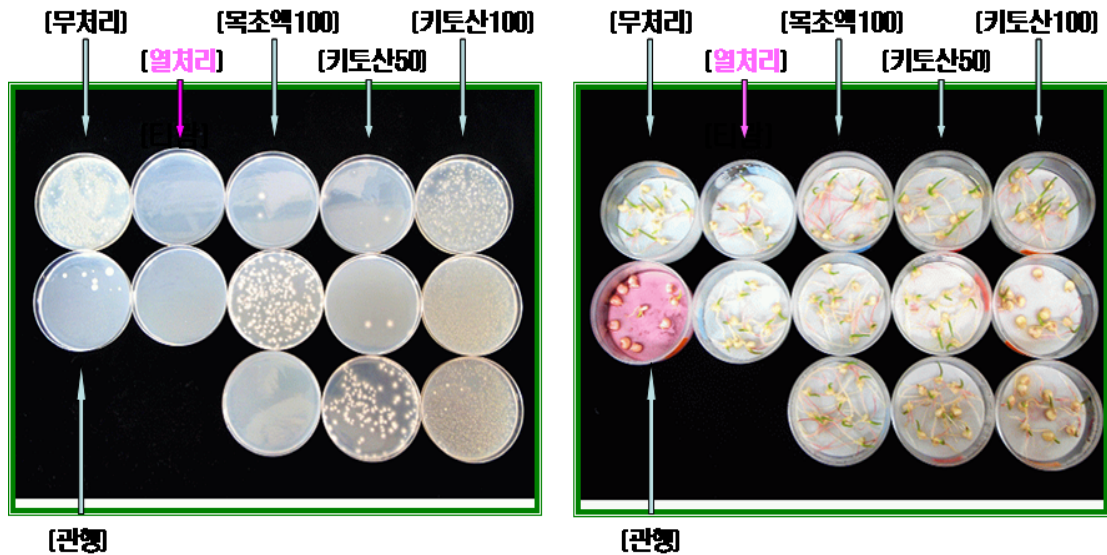


<그림 16> Cold soil test에서 유묘생장

나. 세균 및 곰팡이 발생정도

표 17. 찰옥수수 유기종자 친환경 소독방법에 따른 세균 및 곰팡이 발생 총수

처리방법	처리시간	세균(cfu/ml/seed)	곰팡이(cfu/ml/seed)
열처리(60℃)	10min	0	10
	15min	0	5
목초액(100배)	15min	0	15
	20min	0	308
	30min	0	5
키토산(50배)	10min	0	30
	30min	10	35
	60min	0	153
키토산(100배)	10hr	115	175
	15hr	575	210
	20hr	810	115
관행(티람)	베노람수화제	65	5
무처리	-	4.5	2.5



<그림 17> 친환경 소독처리별 미생물 발생정도

이상에서, 찰옥수수 유기종자의 환경친화적 소독방법을 개발하기 위하여 온탕침지 열처리 및 목초액과 키토산의 희석배수 및 처리시간을 각각 달리하여 발아율을 조사한 결과 25℃ Paper towel에서 발아율은 모든 처리에서 관행 및 무처리와 비슷한 95% 이상의 높은 발아율을 보인 반면, 처리 3개월 후 발아율에서는 목초액 100배 희석 후 30분 침종처리에서 다소 낮은 발아율을 보였다. 또한 포장발아율을 보기 위한 Pot 발아율에서는 목초액 100배 희석 후 30분 침종처리와

키토산 50배 희석 후 10분 및 30분 침종처리에서 낮은 발아율을 보였고 특히 목초액 100배 희석 처리에서는 출아 후 모 잘록병의 발생이 일부 관찰되었다. 친환경 소독방법에 따른 유묘생장은 키토산 100배 희석 후 10~20시간의 침종처리에서 발아 및 출아율 유아장, 유근장 등 유묘생장이 우수하였으나, 친환경 소독처리 후 세균 및 곰팡이 발생량이 다른 처리에 비해 뚜렷하게 증가하는 것으로 나타났다(표 17 및 그림 17). 최 등(2002)은 목초액 등 친환경 농자재를 이용한 작물종자의 발아율과 뿌리 생육량을 조사한 결과에서 목초액, 현미식초, 생선 아미노산 희석액은 종자 발아율이 매우 낮았던 반면 키토산 희석액에서 발아율이 높고 뿌리 생육량이 가장 많았다고 하였는데, 이러한 결과는 옥수수 종자에 키토산을 처리하였을 때 발아율과 유아장 및 유근장 등 유묘생장이 가장 양호했던 본 시험의 결과와 일치하였다. 그러나 다른 처리에 비하여 키토산과 목초액 등 유기산 처리에서 세균 및 곰팡이 발생이 크게 증가하는 것으로 나타나 옥수수 유기종자의 환경친화적 소독방법으로는 적절하지 않은 것으로 판단되며, 무용 미생물의 증가 원인은 키토산 등 유기산 자체에 세균이나 곰팡이 등 미생물이 선호하는 양분이 많이 함유되고 또한 강산성 물질로서 미생물이 서식할 수 있는 호기성의 환경조건이 만들어졌기 때문으로 추정된다. 그러나 이에 대한 명확한 해명을 위해서는 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단되었다. 결론적으로 찰옥수수 유기종자의 친환경 소독방법으로는 60℃에서 10~15분간 열처리 시 발아 및 출아율과 유묘생장, 저장성 등이 비교적 양호하고, 특히 세균 및 곰팡이 등 무용 미생물의 발생과 증식을 억제하는 효과가 매우 우수한 것으로 나타나 60℃에서 10~15분간 열처리 방법이 찰옥수수의 유기종자 소독에 가장 효과적인 것으로 판단되었다. 그러나 보다 처리효과가 명확하고 효율성을 높일 수 있는 환경친화적 소독방법을 개발하기 위해서는 다양한 친환경 재료의 활용과 함께 처리농도 및 처리시간의 세분화 등 추가적인 검토가 이루어져야 할 것이다.

#### 4. 적 요

국제기준(Codex)에 부합하는 유기농산물의 생산을 위해서 저항성 품종의 선택과 유기농 재배로 채종된 유기종자의 사용을 원칙으로 규정하고 있는데, 현재까지 대부분의 유기재배 농가에서 일반 상업종자 내지 무소독 종자를 이용하고 있다. 특히 친환경농업육성정책에 의하여 유기농산물 등 친환경농산물이 급속히 증가하고 유기농산물에 대한 국제기준도 권장사항에서 강제사항으로 바뀌는 등 유기종자에 대한 기준이 엄격히 강화되고 있어 찰옥수수 등 식량작물에 있어서 유기농 재배를 통한 안정적인 유기종자 생산 및 보급이 시급한 실정이다. 본 연구는 농약과 화학비료를 전제로 육성 또는 개량된 일반 상업종자의 이용개선과 국제기준(Codex)에 부합하는 친환경 유기종자의 안정생산을 목적으로 찰옥수수 보급종 유기종자 생산 기술 체계를 확립하고자 3년간 수행한 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 가. 찰옥수수 유기종자 생산에 알맞은 적합품종은 내재해 및 내병충성으로서 채종 안전성이 우수하고 포장발아와 기본생장이 비교적 양호하며 100립중과 종실중이 높아 채종수량 증가에 가장 유리한 「미백2호」가 가장 적합한 것으로 판단되었다.
- 나. 찰옥수수 유기종자 안전생산을 위한 적정 파종기는 5월 1일을 기준으로  $\pm 10$ 일 이내로 이때 파종 시 기본생육이 매우 양호하고 이삭중과 100립중 및 단위면적당 채종수량의

- 뚜렷한 증가로 유기채종에 따른 목표수량 확보에 가장 안정적인 것으로 나타났다
- 다. 찰옥수수 유기종자의 환경친화적 소독방법은 60℃의 온도에서 10~15분간 열처리 소독이 종자발아 및 출아율, 유묘생장과 저장성이 가장 우수하였고, 특히 세균과 곰팡이 등 무용 미생물의 발생 및 증식억제 효과가 뚜렷하게 나타났다
- 라. 유기채종기술 농가 실증 결과 찰옥수수 유기종자 안정생산을 위한 파종적기는 옥수수의 발육과 생장, 도복 및 병해충 발생양상 등을 고려하여 채종의 안전성과 정상수량을 확보할 수 있는 4월 하순~5월 상순 사이의 파종이 가장 안정적인 것으로 평가되었으며, 이의 결과는 앞으로 유망품종이 육성되었을 때 유기채종 시에도 유용하게 활용될 것으로 판단되었다. 또한 찰옥수수 유기채종 시의 적정 재식밀도는 80×30cm(4,160본/10a)로 하며 모본(종자친)과 부분(화분친)의 재식비율은 2:1 옹주간파로 심어 1주 1본 재배하여 채종하는 것이 충실한 알곡생산과 100립중 및 채종수량 증가에 유리하였으며 이때 채종수량은 10a당 150~180kg 이내로 나타났다. 또한 옹주(부분) 제거는 수정시간을 고려하여 출사 후 7~10일에 제거하는 것이 정상생육 및 안정수량 확보에 유리한 것으로 판단되었으며, 시비량은 유박성분이 많이 함유된 유기질비료(혼합유박)를 이용하여 권장량(400~600kg/10a)에 대하여 전량 밑거름으로 시용하고, 잡초제어는 흑색 비닐멀칭에 의한 물리적인 방법으로 그리고 병해충 방제는 성페로몬 유인트랩과 친환경 생물농약을 적절하게 사용하는 것이 가장 효과적이며 생산비와 노동력도 절감되는 것으로 나타났다.
- 마. 찰옥수수 유기종자 생산에 따른 채종수량은 관행 채종량의 88~90% 수준에 머물렀으나, 유기농 재배로 채종된 유기종자의 수매 및 공급 가격의 인상을 통하여 일반종자 가격과 약 20% 수준에서 가격 차별화 시 유기 채종농가의 실질소득이 관행채종 농가에 비하여 약 5% 가량 높아질 것으로 예상된다. 따라서 찰옥수수 유기종자의 안정적 지속생산을 위해서는 관행재배로 채종된 일반종자와의 가격 차별화를 통한 적정수준의 소득보전과 품질 차별화로 유기농 재배에 의한 유기종자 생산 시 채종수량은 관행보다 10~12% 가량 감소된 수준에서 안정적인 유기종자 생산과 정상적인 목표수량 확보가 가능할 것으로 판단되었다.

## 5. 인용문헌

- 강영길, 박근용, 함영수. 1983. 옥수수 교잡종 채종에 있어 유식물절단 비닐피복 및 파종기에 의한 자식계통 개화기조절. 한국작물학회지. 28(4):481-487.
- 강창용. 2006. 일본의 친환경적 농약 개발과 정책대응. 농약과학소식.7(2):16-18.
- 김기식, 홍정기, 이성열, 김두열, 한세기, 이동우. 1980. 옥수수 시대별 파종기 시험 1979 강원도농촌진흥원 시험연구보고서 pp 334-370.
- 김정순, 고병대, 광재균, 이명철, 김창영, 김정곤, 심창기. 2010. 유기농 찰옥수수 종자 생산지의 병해충 발생 소장. 한국유기농업학회지. 18(1):93-104. 한국유기농업학회.
- 농림부. 2001. 친환경농업 육성법. 농림부.
- 농림부. 2006. 친환경농업육성 5개년 계획. 농림부.

- 농림부. 2009. 농림통계연보
- 농산물품질관리원. 2010. 작물생산량통계.
- 농업과학기술원 친환경농업과. 2007. 최신 유기농업기술. 농업과학기술원
- 농촌진흥청. 2003. 농업과학기술연구 조사분석기준제4판).
- 농촌진흥청. 1995. 외국의 유기농업. 농촌진흥청.
- 농촌진흥청. 2002. 국내외 유기농업 기술동향 분석. 농촌진흥청.
- 농촌진흥청. 2004. 친환경·유기농업 영농활용 매뉴얼. 농촌진흥청.
- 농촌진흥청. 2005. 친환경유기농업 실천기술 개발확대 심포지엄. 농촌진흥청.
- 농촌진흥청. 2005. 한국유기축산연구회 친환경 유기축산 확대방안 심포지엄. 농촌진흥청.
- 농촌진흥청. 2006. 제4차 농업과학기술 중장기 연구개발 계획. 농촌진흥청.
- 류시환, 민황기, 차선우, 박기진, 박종열, 허남기. 2003. 찰옥수수 신품종 찰옥2호의 안전 채종 재배법. Korean J. Crop Sci. 48(6):424-428.
- 박근용, 강영길, 박승의. 1984. 파종양식과 재식밀도가 옥수수 변형 단교잡종 교배친의 생육 및 채종량에 미치는 영향. Korea J. Crop Sci. 29(1):62-66.
- 손상목, 채제천, 김영호. 1998. 국제유기농업 기본규약상의 잡초방제 규정. 유기농업학회지. 6(2):81-106.
- 안완식. 2007. 내손으로 만든 우리종자. 틀너 출판사.
- 유기농업연구회. 2007. 유기농법연구회지. 유기농업연구회.
- 이석순, 박근용. 1980. 옥수수 자식계통 파종기 시험 1979년 작물시험장 시험연구보고서 (전작편). pp 231-234.
- 이석순, 박근용, 정승근. 1981. 파종기가 종실 및 사일리지 옥수수의 생육기간 및 수량에 미치는 영향. 한국작물학회지. 26(4):337-343.
- 임경호, 김선국, 최경주, 김도익, 김선곤, 이용환. 2007. 전남지역 싹채류 무농약유기재배 농가의 잡초, 병해충관리 실태분석. 한국유기농업학회지 15(1) :109-121.
- 손상목, 울리히 쾨프케. 2008. 세계유기농업학회 학술회의 논문집 “아시아의 유기농업”. 단국대학교 유기농업연구소
- 조재영, 권혁지, 강영길, 정승근. 1983. 파종기와 재식밀도가 단교잡종 옥수수의 생육 및 종실수량에 미치는 영향. 한국작물학회지. 26(4):227-232.
- 천경욱. 2007. 산학연 논단(2). IFOAM and International Organic Certification System. Food Preservation and Processing Industry. 6:36-44.
- 최두희. 2002. 친환경 농자재 시용에 따른 토양환경 변화 조사. 농업환경연구. 농촌진흥청 국립농업과학원. pp. 285-293.
- 최두희. 2005. 국내외 친환경유기농산물의 생산기술 현황과 과제. 식품저장과 가공산업. 4(2):26-35.
- Association of official seed analysts (AOSA). 1990. Rules for seed testing. J. Seed Technol.
- Calvin, F., G. Mark, T. K. Steven, M. Jeff, and S. Richard. Insect pest management

for organic crops. [www.sfc.ucdavis.edu](http://www.sfc.ucdavis.edu)

- Chang, K. R, and S. M. Shon. 1999.** Agronomic comparison of organic and biodynamic agriculture in Germany.
- Cho, M. S., Y. S. Choi, J. H. Kim, and N. K. Heo. 1999.** Nutritional composition of sorghum cultivars from Korea. *Inst. of Agri. Sci. Kangwon Nat. Univ.* 10:1-9.
- Craig, W. F. 1977.** Production of hybrid corn seed. In G. G. Sprague(ed.) *Corn and corn improvement. Agronomy.* 18:671-719. Amer. Soc. Agri. Inc, Madison. Wisconsin.
- Curtis, D. L. 1980.** Some aspects of *Zea mays L.* Corn seed production in the USA. pp. 389-400. In P. D. Herbbblethwaite(ed.) *Seed production.* Butterworths, London.
- FiBL. 2004.** Current evaluation procedures for fertilizers and soil conditioners used in organic agriculture: Workshop April 29-30th 2004. Great Britain. Vol. 2. pp. 98.
- Fred Magdoff. 2007.** Ecological agriculture: Principles, practices, and constraints. *Renewable Agriculture and Food Systems* 22(2) : 109-117.
- Hallauer, A. R. 1990.** Methods used in developing maize inbred, *Maydica* 35:1-16.
- Hasegawa, H., Y. Furukawa, and S. D. Kimura. 2005.** On-farm assessment of organic amendments effects on nutrient status and nutrient use efficiency of organic rice fields in northeastern Japan. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 108: 350-362.
- Kim, S. L., H. G. Moon, and Y. H. Ryu. 2002.** current status and prospects of quality evaluation in maize. *Korean J. Crop Sci.* 47:107-123.
- Kim, S. H., S. G. Lee, J. H. Shin., Y. H. Lee., D. H. Choi., Y. J. Lee, and H. M. Kim. 2004.** Studies on the proper utilization of organic materials for the organic farming systems in Korea. *Crop Life Safety Research 2004b* (Department of Crop Life Safety, RDA). pp. 89-100.
- Organic crop production: Weed management. [www.agr.gov.sk.ca/docs/organics/research/organicweed.asp](http://www.agr.gov.sk.ca/docs/organics/research/organicweed.asp)
- Organic weed control: [www.greenfocused.com/gardening/organic-weed-control](http://www.greenfocused.com/gardening/organic-weed-control)
- Shepherd, M. and D. Hatley. 2002. Assessing soil structure in organically farmed soils. *Proceedings of the conference, 26-26th March 2002.* Aberystwyth, UK Organic Research. pp. 143-144.
- Shon, S. M, and K. S. Chung. 1997.** Development issues and prospects of organic agriculture in Korea. *Korean J. Org. Agri.* 5:71-84.
- Shon, S. M, and Y. H. Kim. 1999.** Environmental impact and safe vegetable production of Korean organic farming only applying organic fertilizer to maintain/increase soil fertility. *Korean J. Org. Agri.* 8:111-129.
- Steven, P. C. G., Ruud W. van den B., W. Joost van der B., Henk J., Cees, J. L. and Jan M. van der W. 2005.** Production of organic seeds: Status, challenges and

prospects. Seed Info 28:

Thomas J. Greitens, and Esther Day. 2007. An alternative way to evaluate the environmental effects of integrated pest management: Pesticide risk indicators. Renewable Agriculture and Food Systems 22(3) : 213-222.

## 6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용구분	제 목
2008(1년차)	-	
2009(2년차)	논문발표	○찰옥수수 유기종자 안정생산을 위한 파종적기 구명
	논문발표	○찰옥수수 유기채종에 따른 파종기별 생육 및 수량특성
	영농활용	○찰옥수수 유기종자 안정생산을 위한 적정 파종기 설정
2010(3년차)	논문발표	○찰옥수수 파종시기 및 재식본수에 따른 이삭특성 및 수량반응
	영농활용	○찰옥수수 보급종 안전 유기채종 방법
	영농활용	○찰옥수수 유기채종에 알맞은 품종 선발

## 7. 연구원 편성

구 분	소 속	직 급	성 명	수행업무	참여년도		
					'08	'09	'10
책 임 자	옥수수시험장	농업연구사	고병대	'08~'10 과제 총괄	○	○	○
공동연구자	"	"	박종열	조사 및 분석지원	○	○	○
"	"	"	박기진	연구자문 및 자료분석	○	○	○
"	"	"	장은하	조사 및 분석지원	○	○	○
"	"	"	윤병성	문헌수집 및 조사	○	○	○
"	"	농업연구관	장진선	연구자문 및 자료분석	○	○	○
"	"	기능8급	용우식	재배 및 조사지원	○	○	○
"	"	기능9급	지승윤	"	○	○	