2006년도

농업과학기술연구개발

시 험 연 구 보 고 서

충청북도농업기술원
www.ares.chungbuk.kr

머 리 말

국제 농업협상의 결과 우리농업은 전면적인 시장개방에 직면하고 있는 실정으로 저가농산물의 수입 급증과 유류가격 인상으로 인한 농자재 가격 상승 등 국외적 악재에 시달리고 있습니다.

또한 국내적으로도 농촌의 초고령사회화와 도농의 소득격차 심화 그리고 농산물의 소비 감소 등 농업·농촌의 현실을 더욱 어렵게 만들어 가고 있습니다.

이러한 국·내외의 불리한 여건 타개를 위하여 수입산과 차별화된 고품질 안전농산물 생산기술 개발과 더불어 농업의 공익적 역할에 대한 국민적 공감대를 형성하여 농촌에 새로운 기회와 활력을 불어넣어야 할 때입니다.

이를 실현시키기 위해 농업과학기술연구개발에 노력한 결과 이 보고서에는 2006년도에 수행하였던 총 201세부과제 중 완결된 73세부과제에 대한 연구결과와 연보자료를 수록할 수 있었습니다.

새로운 농사기술로 58과제를 영농활용과제로 추천하였으며, 정책을 선도하기 위하여 2과제를 시책으로 건의하였고, 농산물의 새로운 부가가치 창출을 위한 8과제를 기술이전 과제로 제출하였으며, 산업재산권 등록 4과제, 산업재산권 출원 3과제, 품종보호출원 4건 등 살기 좋은 농촌을 위해 노력하였습니다.

끝으로 농산물 시장개방의 끝이 보이지 않는 현실에서 농업기술원 전 직원과 더불어 농업·농촌의 미래를 위해 혼신의 힘을 다하는 것이 역사적 소명임을 명심하여 농업인 여러분과 생사를 같이할 것을 다짐하면서, 이러한 성과를 거둘 수 있도록 조언을 아끼지 않으신 농업산학협동 심의위원, 전문위원 및 겸임연구관님들과 농가실증시험과 영농현장애로기술 과제에 대하여 공동연구를 수행하여 주신 시·군 농업기술센터 담당자 여러분께도 감사의 말씀을 전합니다.

2007년 4월

충청북도농업기술원장 한 병 학

- 목　　　차 -

- CONTENTS -

1. 기 상 개 요

General Weather Conditions

가. 계절조사(청주)

구 분	2006년도 (월.일)	평 년 (월.일)	대 비
초 상	11.12	10.18	
초 빙	11. 7	10.24	
초 설	11. 6	11.20	
종 상	3.31	4.17	
종 빙	3.31	4.12	
종 설	3.31	3.19	

나. 2006년도 기상표(청주)

구분	순별 \ 년별 \ 월별	1		2		3		4		5		6	
		본년	평년	본년	평년	본년	평년	본년	평년	본년	평년	본년	평년
평균기온(℃)	상	-2.6	-2.9	2.9	-0.4	6.1	2.9	11.7	12.1	18.8	17.0	22.4	22.5
	중	2.1	-0.8	2.1	1.2	4.3	6.7	11.5	14.1	18.0	18.3	22.4	22.3
	하	1.1	-0.8	3.4	4.1	6.6	8.6	13.1	15.2	20.0	20.3	23.9	23.1
	평균	0.2	-1.5	2.8	1.6	5.7	6.1	12.1	13.8	18.9	18.5	22.9	22.6
최고기온(℃)	상	2.1	2.2	1.4	4.8	12.6	8.2	16.6	18.9	24.7	22.6	28.1	28.4
	중	6.6	4.0	7.5	7.0	9.9	13.2	17.0	20.8	23.7	24.2	27.8	27.2
	하	6.3	3.7	9.4	8.6	12.6	15.7	19.3	21.3	25.0	26.0	27.9	27.1
	평균	5.0	3.3	6.1	6.8	11.7	12.4	17.6	20.3	24.5	24.3	27.9	27.6
최저기온(℃)	상	-6.8	-7.8	-6.8	-5.6	0.2	-2.0	7.1	5.6	13.4	11.4	17.4	17.0
	중	-1.9	-5.0	-2.9	-4.0	-1.1	0.5	6.5	7.1	12.5	13.1	17.5	18.0
	하	-3.6	-5.0	-2.1	-1.1	1.2	2.7	7.5	9.2	13.8	15.0	18.5	18.3
	평균	-4.1	-5.9	-3.9	-3.6	0.1	0.4	7.0	7.3	13.2	13.2	17.8	17.8
최고극기온(℃)	상	7.0	4.0	4.9	6.7	18.8	12.6	20.9	20.4	27.7	24.6	31.6	29.4
	중	8.4	5.1	12.8	10.1	16.7	16.9	23.5	23.7	26.5	25.7	30.4	28.7
	하	13.0	4.4	13.0	10.5	17.8	18.3	24.1	23.8	29.5	28.0	31.6	28.3
	최고	13.0	5.1	13.0	10.5	18.8	18.3	24.1	23.8	29.5	28.0	31.6	29.4
최저극기온(℃)	상	-12.5	-9.5	-12.7	-8.3	-5.4	-4.3	2.8	3.4	9.8	10.6	15.7	14.4
	중	-7.6	-7.3	-7.3	-7.0	-6.6	-1.7	3.1	6.6	9.7	10.9	15.0	16.2
	하	-8.9	-7.6	-4.6	-2.8	-1.3	1.6	5.0	7.1	13.7	13.4	19.4	18.9
	최저	-12.5	-9.5	-12.7	-8.3	-6.6	-4.3	2.8	3.4	9.7	10.6	15.0	14.4

7		8		9		10		11		12		평 균	
본년	평년	본년	평년	본년	평년	본년	평년	본년	평년	본년	평년	본년	평년
23.2	24.2	28.1	26.2	21.3	23.4	19.4	16.1	11.8	10.1	2.1	2.6		
23.8	24.7	26.7	24.6	19.3	21.6	18.2	14.9	6.2	6.2	2.1	-0.5		
24.4	26.9	25.8	24.2	20.1	19.1	14.5	11.4	7.2	5.7	0.4	-1.2		
23.8	25.3	26.9	25.0	20.2	21.4	17.4	14.1	8.4	7.3	1.5	0.3	13.4	12.9
26.2	28.0	33.5	30.0	26.5	28.2	26.4	21.7	16.6	16.0	6.1	7.3		
24.9	27.9	31.3	28.4	24.1	25.9	24.7	20.7	12.2	11.8	7.4	4.6		
28.1	31.0	31.6	29.0	26.4	24.6	20.1	17.8	11.7	11.5	6.8	3.6		
26.4	29.0	32.1	29.3	25.7	26.2	23.7	20.1	13.5	13.1	6.8	5.2	18.4	18.1
21.0	21.1	23.4	23.0	16.7	15.0	14.0	11.2	6.6	4.4	-1.3	-2.0		
21.7	21.5	23.3	23.5	15.0	17.5	12.3	9.4	1.4	0.8	-2.6	-5.1		
21.5	23.4	23.1	21.7	14.2	11.0	10.0	5.8	3.4	0.7	-5.2	-5.7		
21.4	22.0	23.3	22.7	15.3	14.5	12.1	8.8	3.8	2.0	-3.0	-4.3	8.6	7.9
30.0	29.4	34.2	32.3	29.9	29.3	25.3	22.8	21.2	18.2	8.6	10.7		
32.7	29.7	33.6	29.5	27.1	27.0	22.5	23.1	16.2	15.7	11.5	5.6		
31.8	32.0	32.0	29.1	28.3	25.9	24.8	19.0	15.9	12.9	13.7	5.4		
32.7	32.0	34.2	32.3	29.9	29.3	25.3	23.1	21.2	18.2	13.7	10.7	34.2	32.3
19.2	20.1	22.2	21.8	12.1	18.4	11.0	9.6	-0.9	3.0	-12.9	-3.9		
18.8	20.3	21.4	20.9	10.2	15.2	8.5	7.6	-1.2	-1.6	-6.6	-6.8		
18.9	23.1	20.0	20.4	11.3	10.1	6.0	3.6	-1.1	-0.9	-13.3	-8.8		
18.8	20.3	20.0	20.4	10.2	10.1	6.0	3.6	-1.2	-1.6	-12.9	-8.8	-12.9	-9.5

구분	순별 \ 년별 \ 월별	1 본년	1 평년	2 본년	2 평년	3 본년	3 평년	4 본년	4 평년	5 본년	5 평년	6 본년	6 평년
습도 (%)	상	54	60	59	62	55	59	59	47	58	59	57	57
	중	71	65	59	54	53	52	52	51	53	60	63	66
	하	58	62	50	57	42	48	49	51	63	55	74	72
	평균	61	62	56	58	50	53	53	50	58	58	65	65
일조시수 (시간)	상	53.7	57.0	52.2	60.9	68.9	56.1	37.2	69.5	68.9	60.3	73.1	74.2
	중	22.3	53.0	57.5	63.5	55.2	69.8	42.7	73.2	65.3	72.9	77.0	50.6
	하	65.2	54.4	43.7	40.2	92.3	77.3	73.2	74.1	65.2	89.3	28.7	34.0
	누계	141.2	164.4	153.4	164.6	216.4	203.2	153.1	216.8	199.4	222.5	178.8	158.8
강수량 (㎜)	상	0.0	10.3	17.9	5.6	1.4	18.1	55.6	19.4	49.9	47.7	25.0	24.0
	중	15.5	16.6	11.0	24.9	6.3	6.5	28.8	22.5	15.5	15.2	39.0	84.1
	하	0.0	7.7	0.0	22.0	0.7	11.5	0.5	51.0	54.0	18.6	27.7	91.0
	누계	15.5	34.6	28.9	52.5	8.4	36.1	84.9	92.9	119.4	81.5	91.7	199.1

7		8		9		10		11		12		평	균
본년	평년	본년	평년	본년	평년	본년	평년	본년	평년	본년	평년	본년	평년
79	76	68	74	64	69	62	69	61	65	66	64		
83	74	68	75	68	73	66	66	55	60	69	61		
73	72	73	73	58	68	66	58	64	65	66	61		
78	74	70	74	63	70	65	64	60	63	67	62	62.2	62.8
14.7	34.7	101.2	43.4	56.9	52.8	74.1	59.5	47.1	55.1	43.8	49.1		
11.4	36.3	50.7	37.0	33.6	44.2	60.1	65.3	66.3	55.7	39.2	59.6		
26.4	55.5	48.9	47.6	82.7	62.9	59.6	70.4	26.4	50.9	65.6	56.9		
52.5	126.5	200.8	128.0	173.2	159.9	193.8	195.2	139.8	161.7	148.6	165.6	1951.0	2067.2
90.5	97.7	24.0	135.1	10.5	35.1	0.0	28.4	35.1	13.0	11.4	17.8		
29.7	91.4	1.2	64.5	7.9	54.1	0.0	6.1	13.4	5.8	3.9	5.5		
121.0	101.2	27.3	94.0	0.0	324.3	18.0	10.1	26.4	7.1	1.4	2.6		
241.2	290.3	52.5	293.6	18.4	413.5	18.0	44.6	74.9	25.9	16.7	25.9	770.5	1590.5

2. 식량 · 약용작물 연구

Food and Medicinal Crops

사업구분 : 기관고유(기본)		Code 구분 : LS 0201	벼(전반기)
연구과제 및 세부과제명		연구기간	연구책임자 및 참여연구원(☎)
쌀 부가가치 제고를 위한 기능성 물질 탐색 및 증진 연구		'05~'06	**작물연구과 답작팀 이정관(220-8423)**
유색미 품종간 기능성 물질 함량 차이 구명		'05~'06	작물연구과 답작팀 이정관(220-8423) 작물연구과 답작팀 이윤상(220-8422) 작물연구과 답작팀 이상영(220-8421) 농업환경과 토양비료팀 김영상(220-8342) 생활기술과 식품개발팀 윤향식(220-8373) 작물과학원 김선림(031-290-6886)
색인용어	유색미, C3G, 점도		

ABSTRACT

This experiments were conducted to analyze cyanidin 3-glucoside (C3G) content contained in the grains of black rice varieties, such as Heugjinju-byeo, Heugnam-byeo, Josaengheugchal -byeo, Heugkwang-byeo and CBR8(ChungBuk Rice 8). The cyanidin pigments were analyzed by HPLC and UV-Vis spectroscopy. C3G content was higher as 30% in the CBR8 (684mg/100g) compared to Josaengheugchal-byeo(525mg/100g) which is classified as glutinous rice. Rice pasting quality is largely dictated by the quality of its starch component, which varies considerably between varieties. In the pasting analysis used RVA, Heugnam-byeo and Heugkwang-byeo showed the highest average value of initial pasting temperature, while lowered as 75.9~76.9℃ in the Josaengheugchal-byeo and CBR 8. CBR 8 showed the lowest breakdown and consistency.

Keywords : cyanidin 3-glucoside, HPLC, viscosity, black rice

1. 연구목표

고등식물의 꽃, 과실, 줄기, 잎, 뿌리 등 식물체 각부위에 폭넓게 함유되어 있는 안토시아닌(Anthocyanin)색소는 적색, 자색, 청색을 나타내는 수용성 flavonoid 색소이다. 안토시아닌이라는 용어는 그리스어로 꽃을 의미하는 anthos 와 푸른색을 의미하는 kyanos로부터 유래되었으며, 1835년 Marquart가 꽃의 푸른 색소를 명명하기 위하여 최초로 이 용어를 사용하였다(Wang *et al*, 1997; Auger *et al*. 2001).

현재까지 국내에서 육성된 유색미품종 중 흑미 품종은 흑진주벼, 흑남벼, 흑광벼, 흑향벼 등과, 2004년도 새로 육성된 조생흑찰벼가 있으며, 최근 식생활 개선과 흑색 웰빙붐이 불면서 검은콩, 검은깨, 검은쌀 등에 대한 관심이 고조되고 있고, 이러한 관심과 함께 흑미 재배면적도 확대되고 있다(Choi *et al*. 1996)

이러한 흑미 품종들의 대표적인 기능성물질인 C3G(cyanidin 3-glucoside)의 정량분석은 대체로 UV-spec값으로 추정하여 환산하고 있으나, 이는 대략적인 환산수치일 뿐 정확한 C3G의 정량분석 연구는 미흡한 실정이다(Ryu *et al*. 2003; Park *et al*. 2000).

안토시아닌은 일반적으로 식물체의 액포 혹은 세포질에 배당체 형태로 존재하며 가수분해가 되면 당이 제거된 비당체(aglcone)인 안토시아니딘(anthocyanidin)이 생성된다. 안토시아닌의 비당체인 안토시아

니딘은 크게 6종류로 분류되는데 자홍색을 나타내는 cyanidin이 가장 흔한 물질이며, 주황색은 cyanidin보다 hydroxyl(OH)기가 하나 작은 pelargonidin에 의한 것이고, 반면 담자색, 적자색 및 청색은 일반적으로 cyanidin보다 hydroxyl 기가 하나 더 많은 delphinidin에 의한 것이다. 또한 이들 3종류의 비당체 외에 anthocyanidin methylester가 흔히 발견되며 cyanidin의 유도체인 peonidin, delphinidin의 유도체인 petunidin 및 malvidin이 안토시아닌의 비당체로 존재한다(Yoshimoto *et al*, 2001. Mazza *et al*. 1993).

안토시아닌 함유 농산물이 기능성 식품으로 관심을 끌고, 안토시아닌 색소의 생리활성 기능이 밝혀짐에 따라 안토시아닌 함량이 높은 흑자색미 품종 육성이 요구된다. 이를 위하여 색소 형성을 지배하는 유전자들이 안토시아닌 생합성 경로의 각 단계에서 어떠한 역할을 하는지 밝혀져야 하고, 또한 현재까지 육종된 흑자색미의 안토시아닌의 함량조사가 필요하다. 따라서 본 연구는 유색미 품종 및 자체 육성 계통에 대한 안토시아닌 함량을 조사하여 육종의 기초 자료를 제공하고자 실시하였다.

2. 재료 및 방법

본 시험은 농촌진흥청에서 육성된 흑미 품종 4개 품종과 충북농업기술원에서 자체 육성중인 충북계통벼 8번을 4월 25일에 파종하여 5월 25일 이앙하였고, 시비량은 질소, 인산 및 칼리를 성분량으로 하여 9, 4.5, 5.7kg/10a를 시용하였으며, 기타 재배법은 농촌진흥청 표준재배법에 준하였다.

수확된 각 시료는 제현기(SY88-TH, 쌍용기계)를 이용하여 제현한 현미를 100mesh 시료분쇄기(Tecator, 1093 sample mill)로 분쇄한 후, 5℃ 냉장고에 보관하면서 시료로 활용하였다.

가. 안토시아닌 추출 및 cyanidin 3-gulcoside 분리

20ml 테스트 튜브에 시료 1g을 평량하여 1% 염산메탄올 10ml를 가한 후 voltex를 이용하여 심하게 교반한 후 빛을 차단할 수 있도록 알미늄 호일로 감싼 후 냉장고에서 2~3일 방치하여 안토시아닌이 추출될 수 있도록 하였다. 추출된 시료를 1.5ml tube에 1ml를 채취하여 15,000rpm에서 15분간 원심분리한 후 0.45㎛ PTFE 필터를 이용하여 여과하였다.

나. UV-vis spectrophotometer 분석

여과된 시료를 UV-2501PC(Shimadzu, Japan)를 사용하여 530nm에서 흡광도를 조사하였다.

다. HPLC 분석

여과된 sample 100㎕에 염산메탄올 400㎕를 가하여 희석한 후 UV detector에 주입하였다.

분석에 사용된 HPLC는 Agilent 1100 series를 이용하였으며, 분석조건은 표 1과 같다.

(1) 검출기: UV Detector

(2) 컬럼 : TSK-GEL ODS-120T(4.6*150)

(3) 용매(Gradiant)

표 1. HPLC 분석조건

시 간 (분)	유 속 (ml/min)	A (0.1% formic acid in water)	B (0.1% formic acid in ACN)
초기	1	100	0
12	1	60	40
14.5	1	0	100

바. 표준 검량선 작성(그림 2)

(1) 표준품 C3G를 100ppm(1mg/10ml 0.1% 염산메탄올)이 되도록 평량하여 용해시켰다.

(2) 위의 표준품을 800ppm, 600ppm, 400ppm, 200ppm등으로 희석하여 검량선 작성을 위한 표준용액을 준비하였다.

(3) 위에서 준비한 서로 다른 표준용액을 HPLC로 분석하여 표준 검량선을 작성하였다.

사. 점도분석(RVA analysis)

(1) 100mesh 시료분쇄기(Tecator, 1093 sample mill)로 분쇄된 시료 3g±0.01을 평량하여 RVA canister에 넣고, 25.0±0.1ml의 증류수를 넣어 잘 저었다.

(2) RVA canister에 paddle을 끼운 다음 Rapid Visco Analyser™ 에서 분석하였다.

표 2. RVA profile

Time	Type	Value
00:00:00	Temp	50℃
00:00:00	Speed	960rpm
00:00:10	Speed	160rpm
00:01:00	Temp	50℃
00:04:48	Temp	95℃
00:07:18	Temp	95℃
00:11:06	Temp	50℃

* Idle temperature : 50±1℃
* End of test : 12min. 30sec
* Time between reading : 4sec

3. 결과 및 고찰

가. 생육 특성

찰벼품종인 조생흑찰벼, 충북계통 8과 메벼품종인 흑남벼, 흑광벼, 흑진주벼를 포장에서 이앙하여 출수 30일후의 생육상황은 표 3과 같다. 출수기는 흑진주벼가 7월 18일로 가장 빨랐으며, 조생흑찰 8월 1일 이었고, 도원자체 육성계통인 충북계통 8은 8월 22일로 가장 늦었다. 간장은 흑진주벼가 59cm로 가장 작았으며, 흑광벼가 89cm로 가장 길었다. 수장은 충북계통 8이 가장 길었으며, 조생흑찰과 흑남벼가 18cm로 가장 작았다.

품종별 수수는 흑진주벼가 13개로 가장 적었으며, 조생흑찰 13.4개, 충북계통8은 14.5개였으며, 흑남벼가 15.2개로 가장 많았다. 주당 영화수 또한 주당수수와 같은 경향을 보였는데 흑진주벼 74개로 가장 적었으며, 충북계통 8이 가장 많았다. 주당영화수는 수량과 직접적인 상관관계가 높은 만큼 적정 주당 영화수 확보는 단보당 수량성 향상에 중요한 요인이다. 등숙비율 또한 수량과 밀접한 관련성이 있는데 이는 유전적인 특성에 따라 달라지기도 하지만 대개는 출수 후 기상상황과 비배관리에 기인한다. 품종별 등숙 비율은 흑진주벼와 충북계통 8이 다소 낮았으며, 흑남벼가 87.3%로 가장 높았다. 수량성 향상에 가장 중요한 요인인 현미천립중은 흑광벼가 품종적 특성으로 인하여 18.6g으로 가장 낮았으며, 흑남벼와 계통 8이 가장 높았다.

품종별 현미 수량은 표 5과 같다. 정현비율은 조생흑찰벼가 80.5%로 가장 낮았으며, 흑광벼와 계통 8이 83.8%로 가장 높았다. 10a 당 정조수량은 충북계통 8이 665kg으로 가장 높았으며, 흑진주벼가 436kg으로 가장 낮았다. 현미수량 또한 충북계통8이 557kg/10a로 조생흑찰과 비교할 때 32% 증수되었다.

수확된 시료를 수분 15% 정도로 건조한 후 제현한 현미의 색도는 표 6와 같다. 명도값은 흑진주벼가 가장 높았으며, 흑남벼와 충북계통 8이 가장 낮았다. 현미의 색도에 큰 영향을 미치는 적색도값은 흑진주벼가 가장 높았고, 흑남벼가 가장 낮았으며, 충북계통8에서도 낮게 나타나 흑미의 특성을 가장 잘 나타냈다.

흑미에는 여러종류의 안토시아닌 색소가 함유되어 있고 이들 색소는 530nm의 영역에서 흡광을 한다(한 등, 2004). 따라서 UV-Vis spectrophotometer를 통해 얻은 값은 C3G (cyanidin 3-glucoside)뿐만 아니라 P3G(peonidin 3-glucoside) 및 기타 극소량의 안토시아닌 색소들이 모두 포함 된 것으로 C3G 단일값이라고 판단할 수는 없다.

표 3. 출수기 벼 생육 상황(출수후 30일)

품종명	출수기 (월.일)	간장 (cm)	수장 (cm)
조생흑찰	8. 1	63	18
흑 남 벼	8.18	65	18
흑 광 벼	8.10	89	19
흑진주벼	7.18	59	20
충북계통 8	8.22	68	21

표 4. 수량구성요소

품종명	수수		영화수		등숙비율 (%)	현미천립중 (g)
	개/주	개/m^2	개/주	개/m^2		
조생흑찰	13.4	372	76	28,272	86.5	21.6
흑 남 벼	15.2	422	84	35,448	87.3	23.2
흑 광 벼	14.8	411	82	33,948	85.4	18.6
흑진주벼	13.0	361	74	26,714	84.5	19.5
충북계통 8	14.5	403	90	36,270	84.8	23.4

표 5. 현미수량

품종명	정현비율 (%)	정조수량 (kg/10a)	현미수량 (kg/10a)	지수
조생흑찰	80.5	524	422	100
흑 남 벼	82.4	635	523	124
흑 광 벼	83.8	512	429	102
흑진주벼	81.0	436	353	84
충북계통 8	83.8	665	557	132

그러나 HPLC를 이용하기에는 많은 시간과 비용이 소요되기 때문에 육종, 선발과 같은 상대적 값을 비교하는데에는 HPLC분석 대안으로 쉽고 빠르게 분석할 수 있는 장점이 있다. 표 7에서 보는 바와 같이 UV를 이용하여 분석한 결과와 HPLC를 이용한 분석한 결과에는 상관관계(r^2=0.88)가 존재한다. 항산화성에는 품종간 큰 차이는 없었다.

C3G(EXTRASYNTHESE, FRANCE) 표준물질을 이용하여 Standard 곡선을 작성한 결과는 그림 1과 같다.

Rapid Visco Analyser(RVA, Sweden)를 이용하여 품종별 점도분석을 한 결과(표 8), 메벼 품종인 흑남벼와 흑광벼의 호화개시온도가 86~87℃로 가장 높았으며, 흑진주벼는 중간 정도 였으며, 충북계통 8이 호화 개시온도가 가장 낮았다. 최고점도는 흑남벼와 흑광벼가 가장 높았고, 조생흑찰벼가 466으로 가장 낮았다. 최저점도는 흑광벼가 653으로 가장 높았으며, 충북계통 8이 140으로 가장 낮았다.

표 6. 현미 색도

품종명	색도		
	L[a]	a[a]	b[a]
조생흑찰	21.0±1.3	4.6±1.9	6.7±1.0
흑 남 벼	19.3±1.3	0.8±1.6	4.6±1.4
흑 광 벼	23.9±2.4	2.6±1.9	7.5±2.0
흑진주벼	29.4±4.4	6.2±2.0	12.7±4.3
충북계통 8	19.4±1.4	1.3±2.0	3.4±0.9

[a]L : 명도, a : 적색도, b : 황색도

표 7. 안토시아닌 색소 및 항산화성 검정

품종명	UV-spec(530nm) (mg/100g)	C3G (mg/100g)	항산화성 (%)
조생흑찰	470	525	82.3
흑 남 벼	471	425	82.9
흑 광 벼	460	371	83.2
흑진주벼	471	480	82.8
충북계통 8	488	684	82.2

이것은 찰벼품종의 고유한 특성으로 쌀이 호화된 후 노화될 경우의 점도를 나타내며, 최저점도가 낮을수록 덜 단단해지는 특성을 가지고 있다. 따라서 최저점도가 낮은 충북계통 8은 가공 특성이 다른 찰벼에 비하여 우수한 것을 알 수 있다. 그림 2는 RVA를 이용하여 점도분석을 나타낸 것으로 메벼 품종인 흑광벼와 흑남벼가 최고점도가 가장 높으며, 메벼와 찰벼의 중간적인 특성은 나타내는 흑진주벼, 그리고 찰벼품종인 조생흑찰벼와 충북계통 8이 가장 낮았다.

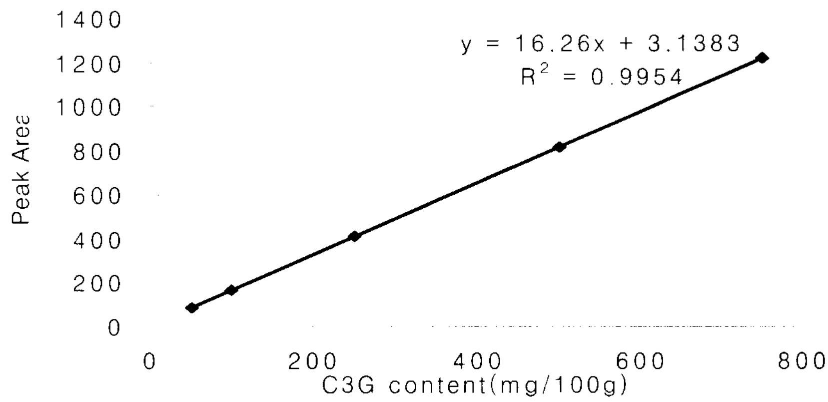

그림 1. C3G standard

표 8. 품종별 점도특성

품종명	호화개시온도 (℃)	최고점도 (RVU)	최저점도 (RVU)	최종점도 (RVU)
조생흑찰	75.9	466	250	342
흑 남 벼	86.7	1045	640	1290
흑 광 벼	87.8	1108	653	1317
흑진주벼	76.9	621	436	696
충북계통 8	68.1	537	140	208

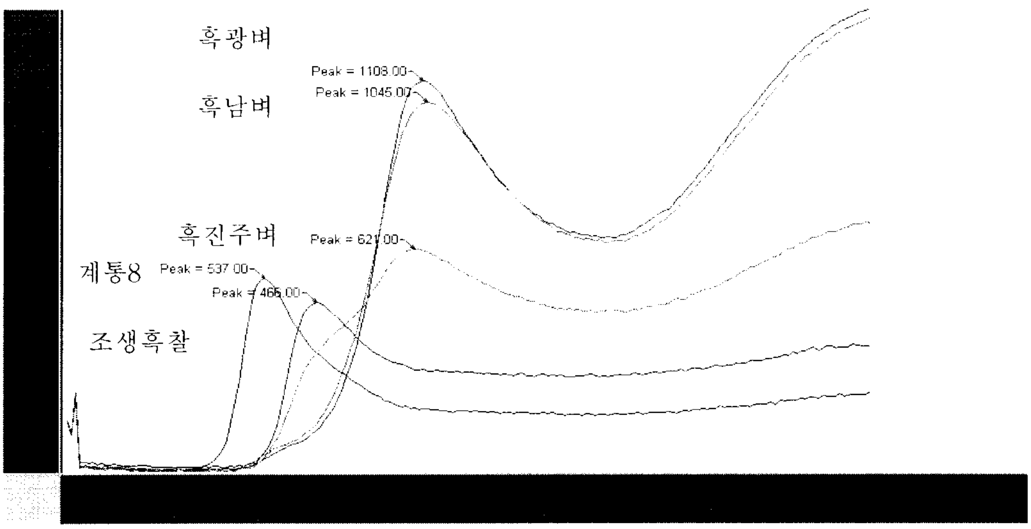

그림 2. 품종별 점도비교

4. 적　　요

시험품종 중 출수기가 가장 빠른 품종은 흑진주벼로 7월 18일경이었으며, 도원 자체 육성 계통인 계통 8은 8월 22일로 가장 늦었으며, 등숙비율은 흑남벼가 가장 높았고, 현미천립중은 흑광벼가 18.6g으로 가장 낮았으며, 계통 8이 23.4g으로 가장 무거웠다. 현미수량은 흑진주벼가 353kg/10a로 가장 낮았으며, 충북계통 8이 557kg/10a로 가장 높았다. 현미색도는 충북계통 8과 흑남벼가 가장 흑색을 나타냈으며, UV-spec을 이용한 색도의 차이는 없었으나 HPLC를 이용한 안토시아닌 색소는 충북계통 8이 가장 높았고 흑광벼가 가장 낮았다. 품종별 점성은 찰벼인 조생흑찰벼와 계통8이 호화개시 온도가 낮았으며 메벼인 흑진주벼, 흑남벼, 흑광벼 순으로 높았으며, 최저점도와 최종점도는 충북계통 8이 가장 낮아 가공특성이 우수하였다.

5. 인용문헌

Ryu, S. N., S. Z. Park, S.S. Kang, and S.J.Han. 2003. Determination of C3G content in blackish purple rice using HPLC and UV-Vis spectrometer. Korean J. Crop Sci. 48(5) : 369-371.

Wang J., and J. Mazza. 2002. Effects of anthocyanins and other phenolic compounds on the production of tumor necrosis factor alpha in LPS/IFN gamma-activated RAW 264.7 macrophages. J. Agric. Food Chem. 50 : 4183-4189.

Wang, H., G. H. Cao, and R. L. Prior. 1997. Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanins J. Agri. Food Chem. 45:3362-3367.

Yoshimoto M., S. Okuno, M. Yamaguchi, and O. Yamakawa. 2001. Antiutagenicity of deacylated anthocyanins in pruple-fleshed sweetpotato. Biosci. Biotechnol. Biochem. 65 : 1652-1655.

Ryu, S. N., S. Z. park, and C. T. Ho. 1998. High performance liquid chromatographic determination of anthocyanin pigments in some varieties of black rice. J. Food and Drug Analysis 6(4) : 729-736.

Mazza, G., and E. Miniati. 1993. Legumes. In Anthocyanins in Fruits, Vegetables, and Grains. CRC Press, Inc. : Boca Raton, FL, pp 254-255.

Auger, C., B. Caporiccio, N. Landrault, P. L. Teissedre, C. Laurent, G. Cros, P. Besancon, and J. M. Rouanet. 2001. Red wine phenolic compounds reduce liquids and apolipoprotein B and prevent early aortic atherosclerosis in hyperchlesterolemic Golden Syrian hamster. Nutr. Metab. 131: 2837-2842.

Choi H. C. et al. 1996. Development and industrial utilization of natural pigments from colored rices. G7 final report. NCES, RDA.

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

Reddy V. S., Dash S., Reddy A. R. 1995. Anthocyanin pathway in rice(*Oryza sativa* L.) : Identification of a mutant showing dominant inhibition of anthocyanins in leaf and accumulation of proanthocyanidins in pericap. Theo. Appl. Genet. 91 : 301-302.

Ryu S. N. 2000. Recent process and future of research on anthocyanin in crops I. Rice, Barley, Wheat. Maize and Legumes. Kor. J. Intl. Agri. 12(1): 41-53.

Park S. Z., Kim H., Y., Han S. J., Ryu S. N. 2000. Cyanidin 3-glucoside content I F1, F2 and F3 grains of pigmented rice Heugjinjubyeo Crosses.

▶ 주요 전문용어 해설

- 항산화성 : 우리가 호흡을 할 때 필요이상으로 많은 산소가 체내에 들어왔을 경우 잔여 산소중 일부가 체내의 세포를 공격하게 세포를 손상시키는데 세포를 공격하기 전에 대신 반응하여 산소를 소모시키는 과정을 항산화 작용이라하고 항산화 작용이 있고 없음을 항산화성, 많고 적음 항산화도라 함.
- C3G : cyanidin 3-glucoside의 약자로서 안토시안색소중 하나이며, 흑자색 곡류 및 포도와 같은 과실에 많이 들어 있는 색소물질임.
- RVU : 점도를 나타내는 rapid viscosity unity의 약자로서 수치가 높을수록 점성이 강함.
- 호화 : 쌀 녹말이 온도가 높아져 밥이 되는 과정.

사업구분 : 기관고유(기본)	Code 구분 : LS 0201	벼(전반기)
연구과제 및 세부과제명	연구기간	연구책임자 및 참여연구원(☎)
쌀 부가가치 제고를 위한 기능성 물질 탐색 및 증진 연구	'05~'06	작물연구과 답작팀 이정관(220-8423)
철화합물 시용이 벼 생육 및 미질에 미치는 영향	'05~'06	작물연구과 답작팀 이정관(220-8423) 작물연구과 답작팀 이윤상(220-8422) 작물연구과 답작팀 이상영(220-8421) 작물연구과 윤 태(220-8410) 농업환경과 토양비료팀 김영상(220-8342) 충북대학교 교수 조용구(261-2514)
색인용어	벼, 유색미, 철화합물,	

ABSTRACT

In order to increase the iron nutrients in the rice by application of iron-based fertilizer, Gopum-byeo, and Josaengheugchal-byeo which is classified as black rice were cultivated and analyzed the anthocyanin pigments(cyanidin 3-glucoside) and iron contents. The initial growth of the rice was not affected by the treatments iron-fertilizer increasing to 40kg/10a, while there was some retard of growth in the 80kg/10kg. Percentage of ripened grain of Gopum-byeo was the highest in the 20kg/10a while Josaengheugchal-byeo was highest in the 40kg/10a. The cyanidin 3-glucoside(C3G) component of Josaengheugchal-byeo analyzed by HPLC was highest in the 20kg/10a. The iron nutrients of two cultivar had increased in the 40kg/10a treatment.

Keywords: iron, rice, C3G

1. 연구목표

토양내 철은 자연 pH에서 용해도가 낮아 안정된 상태로 존재하고 있으며, 대부분의 호기성 토양(aerobic soil)에서 자란 식물들에서 철분 결핍의 주요 원인은 Fe(III)-oxidase의 불용성 때문이므로, 근권에서 뿌리와 미생물의 산화력이나 pH 변화는 식물 종들에 있어서 뿌리의 철분 이용 정도에 크게 영향을 미친다(Bienfait 1989; Moraghan and Mascagni, 1991).

식품에 함유되어 있는 철은 인체에서 산화나 환원작용과 같은 생리작용에 관여하며, 특히 혈중내의 헤모글로빈은 산소를 몸의 구석구석까지 운반하는데 이때 헤모글로빈은 철과 산소가 결합하여 산화된 형태이다. 철의 소요량은 성인 1인 기준으로 10~12mg이다. 여성의 경우 2mg 정도 더 많은 양이 필요하며, 임산부나 수유부는 8mg 정도 더 많이 섭취해야 할 필요가 있다. 식품중에 함유되어 있는 철은 헴철(헤모글로빈과 미오글로빈의 헴단백질 형태)과 비헴철이 있다. 최근 국민소득이 증가하고 여성의 사회참여도가 확대되면서 식생활 양상이 고급화, 다양화 간편화되고 있어서 쌀의 가공식품 수요가 확대되고 있으며, 특히 철분과 같은 특정 영양성분이 강화된 양질의 농산물의 생산이 요구되고 있다(조 등, 2004). 우리나라의 벼 품종 개량은 그동안 밥쌀용 중심으로 추진되어 왔기 때문에 재배품종의 쌀 외관이나 배유의 이화학적 특성 등 품질변이가 좁고 단순한 것이 특징이다. 기능성 쌀은 식용

이라는 본래의 용도 외에도 약리적, 생리적 활성을 강화시켜 식품학적 가치를 높인 것으로 크게 두가지로 분류할 수 있는데, 당초 육종 시부터 기능성을 가질 수 있도록 육종된 품종과 일반 재배미에 다이어트와 성장에 효과가 큰 특수 물질을 코팅하거나 칼슘이나 기타 기능성을 가지는 영양분을 공급하는 것이다. 본 연구에서는 쌀에 부족한 성분인 철분함량을 증진시키고자 철분이 함유된 비료성분을 토양에 공급하여 벼 생육 및 미질 변화를 조사하였으며, 유색미의 안토시안 색소 변화를 조사하기 위하여 2005년부터 2006년까지 충북농업기술원 작물연구과 답작 시험포장에서 시험을 수행하였다.

2. 재료 및 방법

본 시험은 고품질 쌀 품종인 고품벼와 흑자색 조생흑찰벼를 각각 5월 25일, 6월 15일에 이앙하였고, 시비량은 질소, 인산 및 칼리를 성분량으로 9-4.5-5.7kg/10a을 시용하였으며, 분시비율은 질소는 기비, 분얼비 및 수비로 나누어 이앙 당시에 40%, 이앙후 14일경에 30% 그리고 출수전 25일경에 30%로 나누어 시용하였으며, 인산질 비료는 전량 기비로, 칼리는 기비와 수비로 70%와 30%로 나누어 시용하였다. 재식거리는 조간 30cm, 주간 14cm로 조정하여 기계 이앙을 실시하였고, 기타 재배관리는 본원 표준재배법에 준하였다. 철화합물 처리는 철분 2% 함유 고형비료를 0, 5, 10, 20, 40, 80kg/10a로 나누어 이앙 후 시비하였다. 고품벼는 이앙후 40일과 50일에 생육조사를 실시하였고, 조생흑찰벼는 이앙후 40일과 50일에 생육조사를 실시하였으며, 출수기 생육조사는 출수후 30일에 실시하였다.

수확된 각 시료중 안토시안 색소분석을 위하여 조생흑찰벼는 제현기(SY88-TH, 쌍용기계)를 이용하여 제현한 현미를 100mesh 시료분쇄기(Tecator, 1093 sample mill)로 분쇄한 후, 5℃ 냉장고에 보관하면서 시료로 활용하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 시험 전과 후의 토양의 이화학적 성질

시험 전과 후의 토양분석에 의한 토양의 이화학적 특성은 표 1과 같다. 시험전과 비교하여 시험후 토양의 산도는 큰 변화가 없었으며 유기물함량, 인산함량은 감소하는 경향을 보였다. K, Ca, Mg 함량은 처리량이 증가할수록 감소하는 경향을 보였으며 SiO_2 는 증가하였다. 철화합물 처리 후 토양내의 철 성분은 철화합물 처리량이 증가함에 따라 증가하는 경향이었다.

표 1. 시험 전·후의 토양 이화학적 성질

처리내용		pH	OM (g/kg)	Av.P_2O_5 (mg/kg)	Ex.-Cation(cmol(+)/kg) K	Ca	Mg	SiO_2 (mg/kg)	CEC (cmol$^+$/kg)	Fe (ppm)
시험전		6.8	14.2	188.5	0.17	6.27	1.60	211.0	10.8	130.4
시험후	0	7.0	11.9	115.1	0.15	3.06	1.41	197.6	6.2	133.6
	5	6.8	11.4	133.4	0.14	3.12	1.47	230.4	5.0	123.5
	10	6.7	11.6	116.3	0.14	3.03	1.42	219.7	7.7	138.6
	20	6.8	11.2	113.6	0.14	2.97	1.41	222.6	5.0	144.1
	40	6.7	13.9	118.2	0.14	2.90	1.40	234.7	9.9	155.1
	80	6.8	12.5	112.7	0.14	3.00	1.51	230.4	6.1	137.2

가. 철화합물 처리별 생육

이앙후 40일부터 10일 간격으로 초장 및 경수, 엽색도(SPAD-502, Minolta)를 조사한 결과는 표 2, 3와 같다. 고품벼의 경우 초장과 경수는 40kg/10a까지는 생육의 차이가 없었으나 80kg/10a에서는 생육이 저해되는 경향을 보였다. 엽록소 함량을 나타내는 SPAD수치에서는 큰 차이는 없었다. 흑자색 유색미 품종인 조생흑찰벼의 생육 또한 고품벼와 같이 80kg/10a처리시 생육이 지연되는 경향을 보였으며, SPAD수치에는 차이가 없었다. 이는 철분함유 고형비료를 과다하게 시용할 경우 생육 저하를 초래한다는 보고(Moragham et al, 1991)와 일치된 결과였다.

표 2. 이앙 후 생육시기별 초장, 경수 및 엽색도의 변화(고품벼)

처 리 명	초장		경수		SPAD	
	40일	50일	40일	50일	40일	50일
무처리	54	68	16.0	14.0	35.5	41.5
5kg/10a	54	68	15.1	13.7	34.5	36.4
10kg/10a	54	68	16.3	13.7	36.0	37.7
20kg/10a	54	68	16.2	13.3	34.6	36.6
40kg/10a	54	68	16.6	12.5	33.8	36.8
80kg/10a	53	65	15.7	12.4	35.4	36.8

표 3. 이앙 후 생육시기별 초장, 경수 및 엽색도의 변화(조생흑찰벼)

처 리 명	초장		경수		SPAD	
	30일	40일	30일	40일	30일	40일
무처리	49	63	9.4	11.2	35.2	40.1
5kg/10a	49	62	8.8	10.6	38.7	40.7
10kg/10a	48	61	8.3	9.3	35.6	40.3
20kg/10a	48	62	9.6	10.5	35.0	38.7
40kg/10a	49	62	9.1	10.9	34.6	39.2
80kg/10a	47	62	7.9	9.6	35.4	38.1

표 4. 출수 후 30일의 벼 생육 상황(고품벼)

처 리 명	출수기 (월.일)	간장 (cm)	수장 (cm)
무처리	8.14	80.1	20.7
5kg/10a	8.14	76.5	20.0
10kg/10a	8.14	77.2	20.3
20kg/10a	8.14	78.4	20.2
40kg/10a	8.15	80.3	19.6
80kg/10a	8.15	75.2	19.3

나. 출수 후 30일 생육

품종별 출수 후 30일의 생육은 표 4, 5에서 보는 바와 같다. 품종별 출수기는 고품벼는 8월 14-15일 이었으며 조생흑찰벼는 8월 11~12일 이었고, 철화합물 처리에 따른 출수기의 큰 변화는 없었으며, 간장과 수장은 처리량이 많아질수록 생육이 저하되는 경향을 보였다.

고품벼의 수수는 40kg/10a 처리시 가장 많았으며, 영화수 또한 20~40kg/10a 처리시 가장 많았다. 등숙비율은 철화합물 20~40kg/10a처리시 92.1~93.7%로 가장 높았으나 현미천립중에는 큰 변화가 없었다. 조생흑찰벼의 수수 또한 20~40kg/10a 처리시 증가하는 경향을 보였으나 영화수에는 처리간에 일정한 경향이 없었다. 등숙비율은 40kg/10a 처리시 증가하는 경향을 보였으며, 현미천립중에는 큰 차이가 없었다(표 6, 7).

다. 쌀 수량 및 품질

고품벼의 쌀 수량 및 완전미 수량은 표 8과 같다. 정현비율은 84~85%로 처리간 큰 차이는 없었으며, 완전미 수량은 40kg/10a 처리에서 가장 높았으나 처리간에 유의성은 없었다. 조생흑찰벼의 정현비율과 현미수량에서도 처리간에 큰 차이는 없었다. 이는 철화합물이 과다 시용시 벼 생육에 약간의 저해를 가져왔으나 수량면에서는 큰 차이가 없는 것을 보여주고 있다.

표 5. 출수 후 30일의 벼 생육 상황(조생흑찰벼)

처 리 명	출수기 (월.일)	간장 (cm)	수장 (cm)
무처리	8.11	63.2	21.4
5kg/10a	8.11	63.1	20.5
10kg/10a	8.11	62.9	20.3
20kg/10a	8.11	63.9	20.9
40kg/10a	8.12	63.4	21.1
80kg/10a	8.12	62.4	21.1

표 6. 수량구성요소(고품벼)

처 리 명	수수		영화수	등숙비율 (%)	현미천립중 (g)
	개/주	개/m^2	개/주		
무처리	12.3	342	104	88.7	20.6
5kg/10a	11.9	330	117	88.0	20.8
10kg/10a	11.5	319	121	91.5	20.7
20kg/10a	11.8	328	135	93.7	20.9
40kg/10a	12.9	358	126	92.1	20.7
80kg/10a	11.7	325	114	91.3	20.5

색도색차계를 이용한 조생흑찰벼 현미에 대한 색도분석은 표 10와 같다. 명도에서는 큰 차이가 없었으며 흑색을 가장 잘 나타내는 적색도 값에서는 철화합물 10~20kg/10a 처리에서 가장 양호하였다. UV-spec을 이용한 안토시안분석에서는 처리간에 큰 차이가 없었으나 HPLC를 이용한 안토시안 색소(C3G)에서는 10~20kg/10a 처리에서 가장 높았다. DPPH를 이용한 항산화성 검정에서는 처리간에 차이는 없었다.

표 7. 수량구성요소(조생흑찰벼)

처 리 명	수수		영화수	등숙비율 (%)	현미천립중 (g)
	개/주	개/m^2	개/주		
무처리	12.2	339	87	83.5	20.7
5kg/10a	11.9	330	70	83.4	20.9
10kg/10a	10.8	300	84	82.6	21.0
20kg/10a	12.8	355	68	83.4	20.9
40kg/10a	12.9	358	79	85.6	20.9
80kg/10a	11.8	329	82	83.7	20.6

표 8. 쌀 수량 및 완전미 수량(고품벼)

처 리 명	정현비율 (%)	정조수량 (kg/10a)	현미수량 (kg/10a)	백미수량 (kg/10a)	완전미 수량 (kg/10a)	지수
무처리	84.9	701	595	547	498	100
5kg/10a	84.7	696	590	543	509	102
10kg/10a	84.8	714	606	557	514	103
20kg/10a	85.0	728	616	566	517	104
40kg/10a	84.6	741	627	568	522	105
80kg/10a	84.7	727	616	567	512	103
LSD(0.05)-------------------------------------25.8						
CV(%)= 2.78						

표 9. 현미 수량(조생흑찰벼)

처 리 명	정현비율 (%)	정조수량 (kg/10a)	현미수량 (kg/10a)	지수
무처리	80.3	531	426	100
5kg/10a	80.4	541	435	102
10kg/10a	80.3	546	438	103
20kg/10a	80.6	534	430	101
40kg/10a	80.6	529	426	100
80kg/10a	80.6	538	434	102
LSD(0.05)---38.4				
CV(%)= 4.89				

성분분석기(AN-700, Kett)를 이용한 고품벼의 현미 및 백미에 대한 단백질과 아밀로스 등을 분석은 표 12과 같다. 현미의 평가치는 처리간에 큰 차이는 없었으며 단백질, 아밀로스에서도 처리간에 차이는 없었다. 백미에서는 무처리에 비하여 철화합물을 처리시 단백질 함량이 증가하는 경향을 보였으나 아밀로스와 백도는 처리간 차이가 없었다. FOSS 미립판별기(Cervitec 1625, Sweden)를 이용한 쌀의 외관품위 분석은 표 13와 같다.

표 10. 현미 색도(조생흑찰벼)

처 리 명	색도		
	L^*	a^*	b^*
무처리	17.7±1.7	-1.4±2.0	3.1±0.6
5kg/10a	17.4±1.6	-1.0±2.5	3.0±0.8
10kg/10a	17.4±2.0	-3.3±3.4	2.8±0.8
20kg/10a	16.1±1.8	-2.5±1.9	2.1±0.6
40kg/10a	15.3±5.0	-1.5±2.3	2.4±0.6
80kg/10a	16.7±2.1	-2.1±2.4	2.6±0.4

※ L^*: 명도, a^*: 적색도, b^*: 황색도

표 11. 안토시아닌 색소 및 항산화 활성 검정(조생흑찰벼)

처 리 명	C3G UV-spec (mg/100g)	C3G HPLC (mg/100g)	항산화성 (%)
무처리	496a^z	677c^z	88.9a^z
5kg/10a	496a	685bc	85.7a
10kg/10a	489a	784a	87.4a
20kg/10a	466a	770a	85.8a
40kg/10a	496a	705bc	88.2a
80kg/10a	474a	714b	88.8a

^{z}DMRT(5%)

표 12. 쌀 성분 특성(고품벼)

처 리 명	현미성분				백미성분			
	평가치	단백질	아밀로스	지방산	평가치	단백질	아밀로스	백도
무처리	81.0	7.2	18.7	16.0	86.7	6.1	18.6	36.1
5kg/10a	79.7	7.4	18.6	15.6	84.7	6.5	18.7	36.1
10kg/10a	81.3	7.2	18.6	15.8	84.7	6.5	18.6	36.4
20kg/10a	79.3	7.4	18.6	15.7	85.3	6.3	18.6	36.5
40kg/10a	80.0	7.4	18.6	15.7	84.0	6.6	18.5	36.5
80kg/10a	80.3	7.3	18.5	15.4	86.3	6.3	18.5	37.1

국내산 쌀의 완전미(Head rice) 비율은 시비방법 및 건조방법의 개선 등 지속적인 품질개선 노력으로 2000년 57.4%에서 2002년 74.2%, 2004년 85.5%로 상당한 진전이 있었다(2005, 농촌진흥청). 일본의 경우에는 완전미 비율 93.2%, 미국 87.4%에 비하여 아직까지 큰 차이를 보이고 있으나, 재배법 개선과 수확 후 관리기술에 의하여 향상될 것으로 판단된다.

철화합물 처리에 따른 백미의 완전미, 싸라기 등의 외관 품위는 처리량에 따른 뚜렷한 경향은 보이지 않았으나 철화합물 5kg/10a처리에서 완전미 비율이 93.8%로 가장 높았고, 싸라기와 피해립은 각각 2.6%와 0%로 감소하는 경향을 보였다.

철화합물 처리에 따른 현미와 백미의 미량요소 분석은 표 14과 15와 같다. 처리별 미량요소는 K_2O, CaO, MgO는 차이가 없었으며, Fe는 처리량이 많을수록 증가하는 경향을 보였다.

표 13. 쌀 품위 특성(고품벼)

처 리 명	백미품위(%)			
	완전미	싸라기	분상질립	피해립
무처리	91.0	4.9	3.7	0.4
5kg/10a	93.8	2.6	3.6	0.0
10kg/10a	92.3	3.2	4.2	0.3
20kg/10a	91.4	3.2	4.8	0.6
40kg/10a	92.0	4.1	3.7	0.1
80kg/10a	90.3	4.0	4.9	0.2

표 14. 처리별 미량요소(고품벼 현미)

처 리 명	K_2O (%)	CaO (%)	MgO (%)	Fe (mg/100g)
무처리	0.392	0.043	0.236	1.757d[z]
5kg/10a	0.424	0.042	0.259	2.688c
10kg/10a	0.348	0.036	0.205	2.987c
20kg/10a	0.343	0.038	0.208	3.509b
40kg/10a	0.419	0.038	0.249	3.839a
80kg/10a	0.334	0.041	0.218	3.899a

[z]DMRT(5%)

표 15. 처리별 미량요소(고품벼 백미)

처 리 명	K_2O (%)	CaO (%)	MgO (%)	Fe (mg/100g)
무처리	0.127	0.031	0.055	0.637b[z]
5kg/10a	0.117	0.031	0.050	1.223a
10kg/10a	0.137	0.031	0.057	1.229a
20kg/10a	0.128	0.036	0.053	1.283a
40kg/10a	0.130	0.035	0.056	1.358a
80kg/10a	0.138	0.035	0.060	1.361a

[z]DMRT(5%)

표 16. 처리별 미량요소(조생흑찰)

처 리 명		K_2O (%)	CaO (%)	MgO (%)	Fe (mg/100g)
무처리	현미	0.436	0.052	0.245	1.892c[z]
5kg/10a	현미	0.458	0.050	0.244	2.681bc
10kg/10a	현미	0.457	0.050	0.245	3.073b
20kg/10a	현미	0.441	0.049	0.239	3.138b
40kg/10a	현미	0.446	0.055	0.263	3.798a
80kg/10a	현미	0.404	0.045	0.252	3.866a

[z]DMRT(5%)

4. 적 요

초기생육은 철화합물 시비량을 40kg/10a 까지 증가시켜도 초장, 경수의 변화는 없었지만 80kg/10a에서 다소 낮았다. 출수기는 처리간 큰 차이는 없었으며, 수확기 생육은 처리량이 많을수록 낮아지는 경향을 보였다. 등숙비율은 고품벼 20kg/10a, 조생흑찰벼 40kg/10a구에서 가장 높았으며, 현미천립중은 큰 차이는 없었다. 처리별 쌀 수량은 고품벼와 조생흑찰벼 모두 유의한 차이는 없었으며, 안토시아닌 색소량은 UV를 이용한 C3G함량 분석에서는 차이가 없었으나, HPLC 분석에서는 20kg/10a 처리구에서 가장 높았으며, 항산화성에서는 차이가 없었다. 처리별 미량요소는 고품벼, 조생흑찰벼 모두 현미에서 40kg/10a처리가 철분 성분이 가장 높았으며, 고품벼 백미에서는 모든 미량요소가 증가하는 경향이었다.

5. 인용문헌

Bienfait, H. f(1989) Prevention of stress in iron metabolism of plants. *Acta Botanica Neerlandrica* 38:105-129.

Moragham, J. T and H.J. Mascagni.(1991) Environmental and soil factors affecting micronutrient deficiencies and toxicities. In Micronutrients in agriculture, 2d edition, ed J.J. Mortvedt, F.R. Cox, **L.M.Shuman, and R.M. Welch,** 371-425. Madison, Wis., USA: Soil Science Society of America.

농촌진흥청. 2005. 우리쌀 고품질화 핵심 기술. 작물과학원

조용구, 송범헌, 이철원, 박상규, 이재준, 유선상, 류호진, 강권규, 박기배, 박세화. 2005. 철분흡수 관련 유전자의 개량에 의한 식물체내 철분대사 증진 벼 육성. 농림부

오석홍, 서경원. 1998. 콩 유용성분 탐색에 관한 연구 : 콩 ferritin의 정제 및 특성. Agricultural Chemistry and Biotechnology. Vol 41(7): 522-526.

6. 연구결과 활용제목

철분 강화미 생산을 위한 철화합물 처리방법(영농활용)

▶ 주요 전문용어 해설

- SPAD : 잎에 존재하는 엽록소의 함량을 측정하는 장비
- 안토시아닌 : 적색, 자색, 청색을 나타내는 수용성 flavonoid 색소
- 완전미(head rice) : 쌀알의 형태가 깨지거나 갈라지지 않은 온전한 형태의 쌀

<table>
<tr><td colspan="2">사업구분 : 기관고유(기본)</td><td colspan="2">Code 구분 : LS 0201</td><td>벼(전반기)</td></tr>
<tr><td colspan="3">연구과제 및 세부과제명</td><td>연구기간</td><td>연구책임자 및 참여연구원(☎)</td></tr>
<tr><td colspan="3">휴경답 관리방법에 관한 연구</td><td>'05~'07</td><td>작물연구과 답작팀 이윤상(220-8422)</td></tr>
<tr><td colspan="3">충북지역 휴경답 잡초 발생 실태 조사</td><td>'05~'06</td><td>작물연구과 답작팀 이윤상(220-8422)
작물연구과 답작팀 이정관(220-8423)
작물연구과 답작팀 이상영(220-8422)
작물연구과 윤 태(220-8410)
시험연구부 이철희(220-8400)
충북대학교 교수 이철원(261-2512)</td></tr>
<tr><td>색인용어</td><td colspan="4">휴경답, 잡초</td></tr>
</table>

ABSTRACT

A survey of weed occurrence in Chungcheongbuk-Do region was obtained to basic information for management of fallow paddy field. Weeds occurred in 6 county and city areas were classified 17 family 35 species, and 15 perennial, 4 biennial, 16 of annual weeds. Dominant weed families were Cyperaceae 47.6% (June) and *Poaceae* 24.3% (September). The dominant weed species of fallow period in paddy fields surveyed in June were *Persicaria hydropiper* (L.) Spach at 1st year as 33.7%, *Bidens tripartita* L. at 2nd year as 26.3%, *Scirpus juncoides* Roxb. at 3rd year as 27% and *Scirpus juncoides* Roxb. at 4th year as 51.7%, respectively. It was *Echinochloa crus-galli* P. Beauv. at 1st year as 84.3%, *Bidens tripartita* L. at 2nd year as 33.8%, *Echinochloa crus-galli* P. Beauv. at 3rd year as 24.3% and *Persicaria thubergii* H. Gross at 4th year as 31.4% in September sampling. *Salix koreensis* Anderss was flourished over 3th year fallow fields drastically, and it was observed in Chungju at 2nd year. *Spiraea prunifolia var. simpliciflora* Nakai was observed in Jecheon at 4th year fallow fields.

Keywords : fallow paddy field, weed

1. 연구목표

국내외적인 여러 요인으로 쌀 생산량은 해가 갈수록 감소하고 있으며, 벼 재배 면적은 2000년 107만 ha에서 2005년 현재 98만 ha로 약 8.6% 감소하였으며(농림부 2006), 경작이 어려운 산간지, 곡간지, 구릉경사지 등에서는 농촌인구의 노령화로 경작을 포기하는 곳도 증가하고 있다. 또한 WTO 쌀 재협상 입지강화를 위해 쌀 생산 조정제를 도입하여 2004년 농림부에 의하면 벼 재배면적의 2.6% 정도인 478백ha가 휴경을 하고 있으며 충북 도내의 휴경 면적도 1,400ha에 달한다고 하였다. 쌀 생산조정 보조금을 받은 경우 비상업적 재배작물을 재배해야 하기 때문에 추가 소득이 발생하지 않아 논을 방치할 경우 황폐화되고, 주변포장에도 악영향을 미칠 가능성이 크다(그림 1). 실제로 경기도내의 휴경 1~2년 후 재 경작한 논의 정조 수량은 인근 농가에 비해 약 9~84% 감소였다고 보고하였다(김 등 1997). 따라서 충북 도내 휴경답의 잡초 발생 실태를 조사하여 문제점을 발굴하여 필요에 의해 재경작시 농경지로서의 역할을 다하도록 하는 연구가 필요하여 휴경답 관리의 기초자료 제공하고자 수행하였다.

그림 1. 휴경 후 방치된 논

2. 재료 및 방법

도내 휴경답 잡초발생 실태를 조사하기 위하여 2005년부터 2006년까지 2년에 걸쳐 조사하였다. 조사지역은 충청북도 내에서 휴경되고 있는 논으로 한정하고, 보은, 청주·청원, 증평, 충주, 제천지역에서 무작위로 선정하여 12개 지점을 조사(표 1)하였으며 휴경기간은 소유주를 만나 확인하였다. 조사시기는 6월과 9월 2회로 하였으며, 조사방법은 1지점 당 비교적 잡초발생이 균일한 곳을 골라 1㎡의 방형구를 이용하여 3반복 표본 추출하였으며, 그 안의 모든 잡초의 발생을 식물도감(연 등 1992, 한농 1993)을 참조하여 조사 동정하였고, 우점도는 농촌진흥청 조사기준(농촌진흥청 1995)에 의거 산출하였다.

표 1. 휴경답 정밀조사지점 수

지역(시군)	보은	청주·청원	증평	충주	제천
조사지점 수	2	3	3	2	2

3. 결과 및 고찰

충북도내 휴경답에서 발생한 잡초의 과별 종수를 조사한 결과는 표 2에서와 같이 화본과(Poaceae)와 사초과(Cyperaceae)가 각각 6종씩 17.1%로 비슷한 발생을 보였으며, 국화과(Compositae), 마디풀(Polygonaceae) 및 콩과(Leguminosae)가 각각 3종 8.6%로 조사되었으며, 총 17과의 35초종의 발생을 동정하였다.

충북도내 휴경답에서 조사된 잡초의 과별 종 및 생활형으로 분류해 보면 표 3과 같다. 조사된 과별 종의 수는 벼과 피(*Echinochloa crus-galli* P. Beauv.)등 6종, 사초과는 바늘골(*Eleocharis congesta* D. Don) 등 6종, 국화과는 가막사리(*Bidens tripartita* L.) 등 3종, 마디풀과는 고마리(*Persicaria thubergii* H. Gross) 등 3종, 콩과는 돌콩(*Glycine soja* Sieb. Et Zucc) 등 3종, 물옥잠과 물달개비(*Monochoria vaginalis* Presl.)와 물옥잠(*Monochoria korsakowi* Regel et Maack), 석죽과는 벼룩나물(*Stellaria alsine var. undulata* Ohwi)과 쇠별꽃(*Stellaria aquatica* Scop.)이 조사되었으며, 부들과(Typhaceae) 등 10과에서 각각 1종씩 조사되다. 그 중 다년초가 15종, 월년초가 4종, 일년초가 16종이었다.

표 2. 도내 휴경답에서 발생한 잡초에 대한 과별 분류

과 명 (17)	초종 수 (35)	점유율(%)
Poaceae (벼과)	6	17.1
Cyperaceae (사초과)	6	17.1
Compositae (국화과)	3	8.6
Polygonaceae (마디풀과)	3	8.6
Leguminosae (콩과)	3	8.6
Pontederiaceae (물옥잠과)	2	5.7
Caryophyllaceae (석죽과)	2	5.7
Typhaceae (부들과)	1	2.9
Commelinaceae (닭의장풀과)	1	2.9
Juncaceae (골풀과)	1	2.9
Lythraceae (부처꽃과)	1	2.9
Umbelliferae (산형과)	1	2.9
Alismataceae (택사과)	1	2.9
Potamogetonaceae (가래과)	1	2.9
Chenopodiaceae (명아주과)	1	2.9
Roseceae (장미과)	1	2.9
Salicaceae (버드나무과)	1	2.9

도내 휴경답에서 발생한 과별 우점도는 표 4와 같이 6월 조사의 경우 사초과가 47.6%, 9월 조사에서는 벼과가 24.3%로 가장 높았으며, 특히 9월 조사에서는 벼과, 사초과, 국화과, 마디풀과가 17~24%의 범위에서 비슷한 우점도를 보였다. 이는 생육성기가 과별로 다르기 때문이라고 생각 된다. 한 등(1997)은 전남 소재 3개 시군에 대한 휴경답의 식생 분포조사에서 화본과, 국화과, 사초과 초종이 전체초종의 65%를 차지하였다고 보고하였다. 본 조사에서도 비슷한 경향이었으나, 마디풀과의 우점도도 17%이상을 보여 충북지역에서 전남지역과 다른 분포를 보였다.

조사지역 별 휴경답의 우점잡초는 표 5와 같이 6월 조사에서는 보은지역에서는 올챙이고랭이(*Scirpus juncoides* Roxb.) 44.3%, 청주·청원 지역은 참비녀골풀(*Juncus leschenaultii* Gay) 24.3%, 증평 지역은 올방개(*Eleocharis kuroguwai* Ohwi) 31.1%, 충주 지역은 뚝새풀(*Alopecurus aequalis var. amuresis* (Kom.) Ohwi) 40.0%, 제천 지역은 올챙이고랭이 56.7%였으며, 9월 조사에서는 보은 지역은 가막사리 29.5%, 청주·청원 지역은 피 46.13%, 증평 지역은 가막사리 32.1%, 충주 지역은 피 24.1%, 제천 지역은 고마리 21.9%였다. 허와 임(1991)은 실험포장에 자연상태에서 발생하는 초종은 20여 종이 넘으나 그 중 수도의 생육에 영향을 미칠 정도의 초종은 올챙이고랭이 등 9종이었으며, 이중 올챙이고랭이와 벗풀이 가장높은 피도를 보였다고 하였다. 이번 조사에서는 올챙이고랭이 등이 주요 잡초로 조사된 반면 벗풀은 제천지역을 제외하고는 미미한 발생을 보였다. 목본류인 버드나무는 보은지역과 충주지역에서 다른 지역에 비해 발생이 많았다. 특이한 점은 제천지역에서는 조팝나무의 발생도 관찰되었는데, 이는 휴경답이 위치한 지역이 농업이 어려운 산간 곡간지에 위치했기 때문에 주변에서 종자가 날아와 발생한 것으로 생각 된다.

김 등(1997)은 경기도내 16개 지역 조사에서 시흥지역 4년차 휴경답에서 목본류인 버드나무와 아카시나무를 조사하였는데 0.7주/3.3㎡였다. 그 중 버드나무에서 주간 직경 9cm 이상의 개체도 5주나 조사되었는데 이 같은 경향은 보은지역 4년차 휴경답에서도 같은 경향이었으나 아카시나무는 발견되지 않았다.

표 3. 도내 휴경답에서 발생한 잡초의 과별 종 및 생활형

과 명	학 명	생활형[a]
벼과	*Echinochloa crus-galli* P. Beauv.(피)	A
벼과	*Alopecurus aequalis var. amuresis* (Kom.) Ohwi(뚝새풀)	A
벼과	*Digitaria sangunialis* (L.) Scop.(바랭이)	A
벼과	*Leersia japonica* Makino(나도겨풀)	P
벼과	*Isachne globosa* (Thunb.) O. Kuntze(기장대풀)	P
벼과	*Miscanthus sinensis Anderss. Var. purpurascens* Rendle(억새)	P
사초과	*Eleocharis congesta* D. Don(바늘골)	A
사초과	*Fimbristylis miliacea* (L.) Vahl(바람하늘지기)	A
사초과	*Scirpus juncoides* Roxb.(올챙이고랭이)	P
사초과	*Eleocharis kuroguwai* Ohwi(올방개)	P
사초과	*Cyperus amuricus* Max.(방동사니)	A
사초과	*Lipocarpha microcephala* (R. Br.) Kunth(세대가리)	A
국화과	*Bidens tripartita* L.(가막사리)	A
국화과	*Erigeron annuus* (L.) Pers.(개망초)	B
국화과	*Artemisia princeps* Pamp.(쑥)	P
마디풀과	*Persicaria thubergii* H. Gross(고마리)	A
마디풀과	*Persicaria hydropiper* (L.) Spach(여뀌)	A
마디풀과	*Polygonum aviculare* L.(마디풀)	A
콩과	*Glycine soja* Sieb. Et Zucc(돌콩)	A
콩과	*Trifolium repens* L.(토끼풀)	P
콩과	*Aeschynomene indica* L.(자귀풀)	A
물옥잠과	*Monochoria vaginalis* Presl.(물달개비)	A
물옥잠과	*Monochoria korsakowi* Regel et Maack(물옥잠)	A
석죽과	*Stellaria alsine var. undulata* Ohwi(벼룩나물)	B
석죽과	*Stellaria aquatica* Scop.(쇠별꽃)	B
부들과	*Typha orientalis* Presl(부들)	P
닭의장풀과	*Aneilema keisak* Hassk(사마귀풀)	A
골풀과	*Juncus leschenaultii* Gay(참비녀골풀)	P
부처꽃과	*Lythrum anceps* (Koehne) Makino(부처꽃)	P
산형과	*Oenanthe Javanica* (Bl.) DC(미나리)	P
택사과	*Sagittaria trifolia* L.(벗풀)	P
가래과	*Potamogeton distinctus* A. Benn.(가래)	P
명아주과	*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medicus(냉이)	B
장미과	*Spiraea prunifolia var. simpliciflora* Nakai(조팝나무)	P
버드나무과	*Salix koreensis* Anderss(버드나무)	P

[a] A : annual weed, B : biennial weed, P : perennial weed

표 4. 도내 휴경답에서 발생한 잡초의 과별 우점도(%)

과 명 (17)	조사시기	
	6월	9월
Poaceae (벼과)	5.1	24.3
Cyperaceae (사초과)	47.6	17.4
Compositae (국화과)	3.4	18.8
Polygonaceae (마디풀과)	17.7	18.3
Salicaceae (버드나무과)	15.0	5.7
Leguminosae (콩과)	0.3	3.4
Pontederiaceae (물옥잠과)	3.7	0.7
Caryophyllaceae (석죽과)	0.0(0.02)	0.0
Typhaceae (부들과)	1.5	2.5
Commelinaceae (닭의장풀과)	2.5	6.9
Juncaceae (골풀과)	2.4	0.0
Lythraceae (부처꽃과)	0.0	0.4
Umbelliferae (산형과)	0.1	1.3
Alismataceae (택사과)	0.0	0.1
Potamogetonaceae (가래과)	0.0	0.0(0.02)
Chenopodiaceae (명아주과)	0.1	0.0
Roseceae (장미과)	0.0	0.1

휴경 연차별 우점도는 표 6과 같다. 6월 조사의 경우 1년차는 휴경답에서는 여뀌 33.7%, 2년차는 가막사리 26.3%, 3년차는 올챙이고랭이 27%, 4년차는 올챙이고랭이 51.7%였으며, 9월 조사의 1년차 휴경답에서는 피 84.3%, 2년차는 가막사리 33.8%, 3년차는 피 24.3%, 4년차는 고마리 31.4%였다. 휴경답에서 목본류가 최초로 조사된 것은 버드나무는 2년차 9월에 1.6%가, 조팝나무는 4년차 9월에 0.4%의 우점도를 보였다. 나 등(1996)은 경기 서부 9개지역의 휴경답 식생 생태 천이 조사에서 휴경기간이 길어질수록 일년생 초종에서 다년생 초종으로 변화한다고 하였는데 이번 조사에서도 휴경 일년차의 여뀌, 가막사리 등 일년생 초종에서 휴경 3년차 이후 올챙이고랭이, 목본류 등 다년생이 증가하는 경향을 보였다.

주요지점의 휴경 연차 간 우점도 변화는 표 7과 같이 보은 지역에서는 '05년(3년차)와 '06년(4년차)의 우점 잡초는 모두 올챙이고랭이였으며, 충주 지역은 '05년(2년차) 여뀌에서 '06년(3년차) 뚝새풀로 제천 지역은 '05년(1년차) 물달개비에서 '06년(2년차) 가막사리로 우점잡초가 각각 변화되었다. 버드나무의 경우 보은지역 2005년도 3년차 휴경답의 우점도는 7.3%였으나 동일지점의 2006년 4년차의 조사에서는 37.6%로 급격히 증가하였으며, 충주는 2006년 3년차에 38.5%로 갑자기 우점도가 증가하였다. 나 등(1996)의 휴경 연수에 따른 버드나무과 발생변화 조사에서 3년 된 모든 휴경지에서 버드나무가 출현하였으며 연수가 길어질수록 본수와 주간 직경이 급격히 증가하였다고 하였다. 따라서 휴경 조건하 있던 답을 다시 경작 할 때 지장을 초래하지 않게 관리하기 위해서는 최소한 2년 주기로 경운이나 로터리 등을 실시하여 목본류인 버드나무의 우점을 막기 위한 조치가 필요할 것으로 생각되었다.

표 5. 조사지역 별 휴경답 우점잡초(%)

잡 초 명	보은		청주 · 청원		증평		충주		제천	
	6월	9월	6월	9월	6월	9월	6월	9월	6월	9월
A. aequalis(뚝새풀)	0.0	0.0	14.2	0.0	0.7	0.0	40.0	0.0	0.2	0.0
E. crus-galli(피)	0.0	4.1	7.5	46.1	1.6	22.2	7.3	24.1	2.4	6.7
F. miliacea(바람하늘지기)	0.0	0.1	0.5	6.7	0.0	3.5	0.0	17.8	0.0	0.0
C. amuricus(방동사니)	0.04	0.0	0.3	0.4	0.3	11.7	0.3	18.8	0.7	3.0
E. kuroguwai Ohwi(올방개)	0.1	11.9	0.0	5.6	31.1	6.4	0.0	0.0	0.0	0.0
S. juncoides(올챙이고랭이)	44.3	0.0	0.0	0.0	37.4	1.5	0.0	0.0	56.7	0.0
B. tripartita(가막사리)	1.5	29.5	2.9	0.1	3.0	32.1	1.9	17.6	8.2	16.3
P. thubergii(고마리)	25.2	28.9	0.0	6.0	0.0	3.4	0.0	0.0	14.5	21.9
P. hydropiper(여뀌)	0.0	0.1	18.2	13.1	3.8	2.8	0.0	0.1	5.1	2.8
A. keisak(사마귀풀)	0.0	0.0	11.6	10.6	5.3	4.0	0.1	4.0	1.4	21.2
S. koreensis(버드나무)	27.6	9.2	2.7	1.8	0.3	0.9	31.5	12.4	5.9	11.9
J. leschenaultii(참비녀골풀)	0.0	0.0	24.3	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
M. vaginalis(물달개비)	0.0	0.0	2.2	0.0	13.4	2.4	0.0	0.0	2.2	1.0
L. japonica(나도겨풀)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0
I. globosa(기장대풀)	0.0	0.0	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
D. sanguinialis(바랭이)	0.0	0.0	0.2	1.2	0.1	0.4	9.0	0.9	0.0	0.0
M. sinensis(억새)	0.03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
E. congesta(바늘골)	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
L. microcephala(세대가리)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
E. annuus(개망초)	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0
A. princeps(쑥)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
P. aviculare(마디풀)	0.0	0.0	0.2	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	4.8
G. soja(돌콩)	0.5	7.4	0.0	0.0	0.1	4.2	0.6	0.0	0.0	0.0
T. repens(토끼풀)	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.2
A. indica(자귀풀)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
M. korsakowi(물옥잠)	0.0	0.0	0.0	0.004	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
S. alsine(벼룩나물)	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0
S. aquatica(쇠별꽃)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.03	0.0	0.0	0.0	0.0
T. orientalis(부들)	0.4	3.0	6.6	2.2	0.0	1.8	7.3	4.1	2.1	2.5
L. anceps(부처꽃)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0
O. javanica(미나리)	0.0	5.9	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
S. trifolia(벗풀)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.6
P. distinctus(가래)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
C. bursa-pastoris(냉이)	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0
S. prunifolia(조팝나무)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9

표 6. 휴경연차 별 우점도 비교 (%)

잡 초	1년차		2년차		3년차		4년차	
	6월	9월	6월	9월	6월	9월	6월	9월
E. crus-galli(피)	10.1	84.3	8.7	27.6	2.4	24.4	0.6	5.1
A. aequalis(뚝새풀)	23.4	0.0	4.4	0.0	8.4	0.0	0.03	0.0
E. kuroguwai Ohwi(올방개)	0.0	0.0	2.8	0.0	21.8	8.3	0.1	9.5
S. juncoides(올챙이고랭이)	0.0	0.0	0.0	1.6	27.0	0.0	51.7	0.0
B. tripartita(가막사리)	0.0	0.0	26.3	33.8	1.4	9.7	1.8	23.5
P. hydropiper(여뀌)	33.7	6.7	15.6	1.1	6.4	10.1	0.0	0.1
P. thubergii(고마리)	0.0	3.2	0.0	0.0	0.0	6.0	23.1	31.4
M. vaginalis(물달개비)	0.0	0.0	25.4	2.7	5.8	0.1	0.0	0.0
S. koreensis(버드나무)	0.0	0.0	0.0	1.6	5.5	5.2	21.7	11.9
F. miliacea(바람하늘지기)	0.0	0.0	0.0	13.0	0.1	4.9	0.0	0.1
E. annuus(개망초)	11.2	0.0	0.0	0.0	0.04	0.0	0.0	0.0
A. keisak(사마귀풀)	8.8	1.7	4.1	9.1	0.7	11.2	0.02	0.2
L. japonica (나도겨풀)	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
I. globosa (기장대풀)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0
D. sangunialis(바랭이)	1.1	4.1	3.8	0.0	0.5	0.6	0.0	0.0
M. sinensis(억새)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.02	0.0
E. congesta(바늘골)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0
C. amuricus(방동사니)	2.1	0.0	0.3	6.2	0.2	10.5	0.3	0.9
L. microcephala(세대가리)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
A. princeps(쑥)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
P. aviculare(마디풀)	0.1	0.1	0.2	0.0	0.06	4.6	0.0	1.9
G. soja(돌콩)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	2.7	0.3	5.9
T. repens(토끼풀)	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
A. indica(자귀풀)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0
M. korsakowi(물옥잠)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.03	0.0	0.0
S. alsine(벼룩나물)	1.7	0.0	0.2	0.0	0.0	0.04	0.0	0.0
S. aquatica(쇠별꽃)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.02	0.0	0.0
T. orientalis(부들)	0.0	0.0	6.1	2.9	2.9	3.0	0.3	2.4
J. leschenaultii(참비녀골풀)	0.0	0.0	0.0	0.0	7.9	0.0	0.0	0.0
L. anceps(부처꽃)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0
O. javanica(미나리)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	4.7
S. trifolia(벗풀)	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
P. distinctus(가래)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
C. bursa-pastoris(냉이)	2.4	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0
S. prunifolia(조팝나무)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4

표 7. 주요지점의 휴경 연차 간 우점도 변화 (%)

잡 초	보은		충주		제천	
	'05(3년차)	'06(4년차)	'05(2년차)	'06(3년차)	'05(1년차)	'06(2년차)
S. juncoides(올챙이고랭이)	**56.5**	**60.5**	-	-	-	-
M. vaginalis(물달개비)	-	-	-	-	**62.6**	11.9
A. aequalis(뚝새풀)	-	-	-	**44.2**	-	0.5
P. hydropiper(여뀌)	2.7	-	**48.8**	-	1.6	**27.5**
S. koreensis(버드나무)	7.3	**37.6**	-	**38.5**	-	-
B. tripartita(가막사리)	2.7	-	9.8	2.3	-	**33.5**
A. keisak(사마귀풀)	**19.3**	-	**29.0**	-	**16.3**	7.2
S. trifolia(벗풀)	-	-	-	-	**13.0**	-
T. orientalis(부들)	-	0.6	-	8.9	-	**11.0**
L. japonica(나도겨풀)	-	-	-	-	-	3.7
D. sangunialis(바랭이)	-	-	4.4	3.4	-	-
E. crus-galli(피)	3.2	-	4.6	0.2	4.3	4.3
F. miliacea(바람하늘지기)	-	-	-	-	0.5	-
C. amuricus(방동사니)	0.4	0.1	-	-	-	0.1
E. kuroguwai Ohwi(올방개)	1.4	0.2	1.0	--	1.5	-
E. annuus(개망초)	-	-	-	0.3	-	-
P. aviculare(마디풀)	-	-	0.7	-	-	0.4
G. soja(돌콩)	-	0.6	-	0.8	-	-
A. indica(자귀풀)	-	-	0.8	-	-	-
O. javanica(미나리)	4.4	-	-	-	-	-
C. bursa-pastoris(냉이)	-	-	-	1.4	-	-

휴경답에 관한 연구(한 등 1997, 강 등 2003, 나 등 1996)는 휴경답의 토양 특성과 초종의 변화에 대해 조사가 이루어 졌는데 이들 조사 들은 동일한 조건으로 인위적인 휴경상태가 아닌 농가에서 여러 가지 이유로 휴경되고 있는 곳을 선정하여 조사한 결과이고 본 시험도 같은 조건이다. 같은 휴경답이라도 건조한 상태와 습한 상태로 휴경한 경우 식생의 천이가 달라 건조한 상태에서 다년생으로의 천이가 빠르며 휴경기간 보다 휴경지의 토양조건에 더욱 영향을 받는다(강 등 2003). 따라서 근본적인 휴경답의 잡초 생태에 대한 자료를 얻기 위해서는 주변 환경의 선행 조사 후 인위적인 휴경으로 연차적 변이를 보다 정밀하게 조사할 필요가 있다고 생각 되었다.

4. 적 요

가. 휴경답 발생 잡초를 조사한 결과 총 17과 35종의 잡초를 분류하였으며, 벼과와 사초과가 각각 17.1%로 가장 높은 점유율을 보였다.

나. 조사된 과별 종의 수는 벼과와 사초과 6종, 국화과 마디풀과 콩과가 각각 3종, 물옥잠과 석죽과가 2종, 닭의장풀과 등 10과에서 각각 1종씩 조사되었으며, 그중 다년초가 15종, 월년초가 4종, 일년초가 16종이었다.

다. 휴경답에서 발생한 과별 우점도를 보면 6월 조사의 경우 사초과가 47.6%, 9월 조사에서는 벼과가 24.3%로 가장 높았으며, 특히 9월 조사에서는 벼과, 사초과, 국화과, 마디풀과가 17~24%의 범위에서 비슷한 우점도를 보였다.

라. 지역별 우점잡초는 6월 조사에서는 보은은 올챙이고랭이 44.3%, 청주 · 청원 참비녀골풀 24.3%, 증평 올방개 31.1%, 충주 뚝새풀 40.0%, 제천 올챙이고랭이 56.7%였으며, 9월 조사에서는 보은은 가막사리 29.5%, 청주 · 청원 피 46.13%, 증평 가막사리 32.1%, 충주 피 24.1%, 제천 고마리 21.9%였다.

마. 휴경연차별 우점도는 6월 조사의 경우 1년차는 여뀌 33.7, 2년차는 가막사리 26.3%, 3년차는 올챙이고랭이 27%, 4년차는 올챙이고랭이 51.7%였으며, 9월 조사는 1년차는 피 84.3%, 2년차는 가막사리 33.8%, 3년차는 피 24.3%, 4년차는 고마리 31.4%였다.

바. 연차 간 우점도 조사에서는 보은은 '05년(3년차)와 '06년(4년차)의 우점 잡초는 모두 올챙이고랭이였으며, 충주는 '05년(2년차) 여뀌에서 '06년(3년차) 뚝새풀로 제천은 '05년(1년차) 물달개비에서 '06년(2년차) 가막사리로 우점잡초가 각각 변화되었다.

사. 3년차 이상의 휴경답에서 버드나무의 발생이 많아 졌으며, 충주의 경우 2년차 휴경답에서도 일부 나타났으며, 4차 휴경답에서 조팝나무가 발생한 곳도 있었다.

5. 인용문헌

한농(주)기술부, 보급부. 1993. 원색 한국의 논잡초. 고성인쇄문화소.

허상만, 임준택. 1991. Combine 수확시 탈락 볍씨의 익년휴경조건하 자연 상태에서의 수량성. 한국작물학회 36(1) : 79-84.

한성욱, 정갑채, 천상욱, 이희재, 구자옥. 1997. Changes of Physic-chemical Soil Properties, Major Soil Nutrient Contents, and Weed Vegetation in Paddy Fields during Fallow Period. 한국환경농학회지 17(3) 211-214.

한성욱, 구자옥, 천상욱, 정갑채. 1997. 휴경답의 토양특성, 식생분포 및 환경생태연구. 한국잡초학회 별책 17(1) p. 54-56.

강병화, 심상인, 마경호. 2003. 휴경 연차에 다른 휴경지 군락내 식생 특성. 한국환경농학회지 22(1) 53-59.

김세근, 강기경, 안윤수. 1996. 휴경답의 토양 및 식생생태 변화에 관한 연구. 농업과학기술원 시험연구보고서(농업환경편): 555-562.

김세근, 강기경, 안윤수. 1997. 휴경답의 토양 및 식생생태 변화에 관한 연구. 농업과학기술원 시험연구보고서(농업환경편): 796-803.

나영은, 노기안, 이상범, 한민수, 박무언. 1996. 휴경답 생태계의 토양특성 변화와 식생의 생태 천이. 한국토양학회지 29(2) : 199-206.

농촌진흥청 1995. 농촌진흥청 농사시험연구 조사 기준 p. 64-65.

농림부 2006. 2006 농림통계연보. p. 96-97.

연규복, 장영희, 김창석, 김동수, 박근룡, 권용웅, 강병화, 변종영, 구자옥, 김길웅. 1992. 한국의 밭잡초. 상록사.

6. 연구결과 활용제목

충북지역 휴경답 발생 우점도 정보(영농활용)

▶ 주요전문용어 해설

· 우점도 : 식물 군락 내에서 각 종의 양적인 관계를 나타내는 수치

사업구분 : 기관고유(기본)	Code 구분 : LS 0201	벼(전반기)
연구과제 및 세부과제명	**연구기간**	**연구책임자 및 참여연구원(☎)**
쌀 부가가치 제고를 위한 기능성 물질 탐색 및 증진 연구	**'05~'07**	**작물연구과 답작팀 이정관(220-8423)**
유색미 지대별 적정 이앙시기 구명	'06	작물연구과 답작팀 이윤상(220-8422) 작물연구과 답작팀 이정관(220-8423) 작물연구과 답작팀 이상영(220-8421) 작물연구과 윤 태(220-8410)
색인용어	조생흑찰, 유색미, 이앙시기, C3G	

ABSTRACT

Experiment was carried to clarify the effect of different transplanting dates on quality of brown rice and yield of a pigmented rice variety 'Josaengseugchal(*Oryza sativa* L.)'. The black density of brown rice in Jecheon slight different among the transplanting dates, but that of Cheongwon had increased in the transplanting dates of June 10^{th} to 20^{th}. The C3G(cyanidin 3-glucoside) content in the same transplanting date in Jecheon was higher than Cheongwon, and the overall C3G content was increased in the later transplanting dates. The optimum transplanting date estimated by brown rice yields and that of C3G content was May 11^{th}(491kg/10a) in Jecheon and June 16^{th}(468kg/10a) in Cheonwon.

Keywords : Josaengheugchal, pigmented rice, transplanting dates, cyanidin-3-glucoside

1. 연구목표

우리나라의 쌀 생산량은 수입개방, 농촌인구의 노령화, 휴경답의 증가 등 여러 가지 원인으로 2000년 524만톤에서 2005년 현재 약 9.6% 줄어든 496만톤(농림부 2006)이었으며, 쌀 가격의 변동은 2000년 79,908원/40kg에서 2004년 현재 79,316원/40kg으로 변동이 거의 없었으며 같은 기간 소비자물가지수는 8.1%상승하였다(통계청). 결과적으로 벼 재배농가의 소득은 그만큼 감소하는 것으로 나타나 농가의 어려움을 가중시키고 있다. 이를 극복하기 위해서는 쌀 품질의 고급화와 건강을 생각하는 소비자의 선택을 겨냥한 시장을 개척해야 한다. 기능성 유색미 재배는 그 방안이 될 수 있는데 유색미는 항암효과도 인정되었다는 보고도 있다(남과 강 1997). 지금까지 육성된 유색미 중 찰벼이면서 흑색인 품종으로 육성된 조생흑찰벼는 단간, 내도복성이며 가공 및 혼반용으로 그 우수성이 인정되어 2004년 농작물직무육성 신품종선정위원회에서 국가품종목록 등재품종으로 선정되었다(농촌진흥청 2004). 조생흑찰벼를 고품질 품종의 재배시기에 맞추어 이앙하면 생육이 부진할 뿐만 아니라 조류피해 등으로 수량저하요인이 되고 착색도 불량하며 수확기에는 탈립으로 많은 손실이 발생하는 것을 경험하였다. 또한 간장이 짧아져 기계수확시 어려움 점이 발견되었다. 따라서 본 시험에서는 조생흑찰벼의 품질과 수량성을 높이는 방법을 찾기 위해 재배 지역과 이앙 시기를 달리하여 그에 따른 생육과 품질을 조사하여 최적의 이앙시기를 구명하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

본 시험은 2006년에 제천시 백운면(중북부 중산간지)과 청원군 오창면(중부 평야지)에 위치한 충북농업기술원 작물연구과 시험포장에서 조생흑찰벼를 공시하여, 제천은 5월 10일, 5월 20일, 5월 30일, 6월10일에, 청원은 5월 20일, 5월 30일, 6월 10일, 6월 20일에 각각 10일 간격을 두어 이앙하였다. 시비량은 제천지역의 경우질소, 인산 및 칼리를 성분량으로 10a당 각각 10kg, 6.4kg, 7.8kg을 시용하였으며, 이중 질소는 기비, 분얼비, 수비로 나누어 50:20:30으로 분시하였으며, 인산은 전량 기비로, 칼리는 기비 : 수비로 분시하였다. 청원지역의 3요소 시비량은 각각 9kg, 4.5kg, 5.7kg으로 하였으며 분시비율은 제천과 동일하게 하였다. 제천지역의 재식밀도는 조간 30cm, 주간 12cm로, 청원지역은 조간 30cm, 주간 14cm로 하여 각각 기계 이앙하였으며, 그 밖의 재배관리는 충북농업기술원의 경종법을 따랐다.

조사방법으로는 이앙 후 40일과 50일에 초장, 경수 및 엽색도를 조사하였으며, 엽색은 SPAD 502(Minolta, Japan)를 이용하여 현장에서 측정하였다. 현미의 착색도는 색차색도계(CR-200, Minolta, Japan)를 이용하여 L(lightness), a(+red˜ -green), b(+yellow˜-blue) 값을 측정하였다. 안토시아닌 색소 중 항산화 활성이 높다고 알려진 C3G의 분석은 HPLC(Agilent 1100 series : Germany)를 이용하여 UV Detector에 TSK-GEL ODS-120T 컬럼을 사용하였다. 이동상(Mobile phase)의 조건은 표 1과 같고 C3G 표준품 100ppm 만들고 이것을 희석하여 800, 600, 400, 200ppm을 각각 주입하여 검량선을 작성하였다. 그 밖의 조사는 농촌진흥청 농사시험연구 조사기준(농촌진흥청 1995)에 따랐다.

표 1. 이동상의 조건

시간 (분)	유속 (ml/min)	Gradient♪ A	Gradient♪ B
초기	1	100	0
12	1	60	40
14.5	1	0	100

♪ A : 0.1% formic acid in water, B : 0.1% formic acid in ACN

3. 결과 및 고찰

가. 이앙시기에 따른 초기 생육

이앙시기에 따른 초기 생육 상황 변화는 표 2에서 보는 바와 같이 이앙 후 40일과 50일에 도달하는 시점에서 조사한 결과 제천, 청원 모두 초장은 이앙시기가 늦어질수록 길어졌으며 경수는 감소하는 경향이었다. 이앙시기가 늦어질수록 초장이 길어지는 것은 온도의 상승에 따른 것으로 생각되며 이는 이 등(1994)이 이앙시기가 늦어질수록 남원벼와 진부올벼의 초장이 길어졌다는 보고와도 일치하였다. 경수는 두 지역 모두 이앙 후 40일 조사보다 50일 조사에서 감소한 것으로 보아 모든 이앙시기에서 이앙 후 40일경에서 최고 분얼기를 경과한 것으로 생각되며, 松島 등(1952)은 동일 재배조건에서 같은 시기에 이앙된 벼의 최고 분얼기는 대부분 이앙 후 28~57일 범주에 들어가며 대체로 이앙 후 30~40일에 온다고 한 결과와도 일치하는 경향이었다. 엽색도는 33~42의 범위에서 일정한 경향은 보이지 않았다. 김 등(1998)은 흑진주벼의 출수 후 10일의 엽색도는 이앙시기가 늦을수록 높아졌다고 하였지만 본 시험의 이앙 후 40일과 50일의 엽색도 조사와는 차이가 있었다.

표 2. 이앙시기에 따른 생육 초기의 초장 경수 및 엽색도의 변화

지역	이앙시기 (월, 일)	초장(cm)		경수(개/주)		엽색도(spad)	
		40일	50일	40일	50일	40일	50일
제천	5. 10.	40.3	56.1	18.6	16.9	38.9	34.9
	5. 20.	47.4	60.0	18.4	16.0	35.4	33.0
	5. 30.	60.1	66.5	17.6	15.9	37.8	38.1
	6. 10.	63.9	74.1	16.6	15.7	42.2	41.6
청원	5. 20.	41.2	55.9	14.5	14.2	34.2	33.2
	5. 30.	43.1	60.0	14.0	13.9	34.7	38.3
	6. 10.	54.6	65.3	13.8	13.6	33.4	37.7
	6. 20.	59.7	73.9	14.5	13.8	34.6	36.6

나. 출수기 생육

출수기는 제천, 청원 두 지역 모두 가장 늦게 이앙한 6월 10일과 6월 20일 이앙에서도 중부평야지 안전출수한계기인 8월 20일(양 등 1986)보다 빠른 각각 8월 14일과 8월 18일 이었다. 동일한 이앙시기 간에 비교해 볼 때 청원이 제천에 비해 4~5일 빨랐으며, 제천과 청원의 이앙시기가 가장 빠른 5월 10일과 5월 20일을 기준으로 10일 씩 늦어짐에 따라 제천은 2, 5, 6일, 청원은 5, 6, 8일 각각 늦어졌다. 이는 김 등(1998)이 흑진주벼의 이앙시기 시험에서 이앙시기가 늦을수록 출수기가 지연되었다는 보고와도 같은 경향이었다.

이앙시기 간의 출수기 간장을 비교하면 제천은 5월 10일 이앙이 55cm로 가장 짧았고 6월 10일 이앙이 63cm로 가장 길었다. 청원 또한 5월 20일 이앙이 56cm로 가장 짧았으며, 6월 20일 이앙이 64cm로 가장 길어 두 지역 모두 이앙시기가 늦어질수록 간장은 길어 졌다. 수장은 이앙 시기에 관계없이 비슷하였으나 제천보다 청원이 다소 길었다(표 3).

표 3. 출수기 생육 상황

지역	이앙시기 (월, 일)	출수기 (월.일)	간장 (cm)	수장 (cm)
제천	5. 10.	8. 1	55	18
	5. 20.	8. 3	57	19
	5. 30.	8. 8	60	19
	6. 10.	8. 14	63	19
청원	5. 20.	7. 29.	56	20
	5. 30.	8. 4.	58	20
	6. 10.	8. 10.	62	20
	6. 20.	8. 18.	64	21

다. 수량구성요소

수수는 제천과 청원 두 지역 모두 거의 차이는 없었으며, 전체적인 수수는 제천보다 청원이 많았다. 이는 지역의 기온 차이에 기인한 것으로 생각된다. 주당 영화수는 청원지역이 제천지역보다 많았으며, 제천의 경우 68~72개 범위에서 일정한 경향이 없었으며, 청원은 77~83개 범위였다. 두 지역 모두 가장 많은 영화수를 보인 이앙 시기는 5월 30일이었다. 등숙 비율은 제천지역이 청원지역보다 높았으며, 제천은 이앙시기가 늦어질수록 감소한 반면 청원은 높아지는 경향이었다. 이는 등숙에 유리한 평균기온인 22℃ 전후의 정밀한 분석이 필요한 것으로 생각되었다. 현미 천립중은 제천지역보다 청원지역이 다소 무거웠으며 이앙시기 간에는 비슷한 경향이었다(표 4).

표 4. 수량구성 요소

지역	이앙시기 (월, 일)	수수		영화수		등숙비율 (%)	현미천립중 (g)
		개/주	개/㎡	개/수	천개/㎡		
제천	5. 10.	13.4	373	68	25.4	89.8	20.2
	5. 20.	13.3	370	70	25.9	88.9	20.7
	5. 30.	13.1	364	72	26.2	88.8	20.5
	6. 10.	13.0	361	70	25.3	86.5	19.9
청원	5. 20.	14.2	338	77	26.0	85.0	21.3
	5. 30.	13.9	337	83	27.5	83.0	21.0
	6. 10.	13.6	324	82	26.6	86.0	21.5
	6. 20.	13.8	328	81	26.6	88.9	21.3

라. 수량

제천지역의 현미 수량은 5월 10일과 5월 20일 이앙한 시험구에서 각각 10a당 488kg, 493kg으로 5월 30일과 6월 10일 이앙보다 약 10%이상 높았다. 하지만 청원은 정반대의 경향으로 5월 20일 이앙대비 6월 10일과 6월 20일 이앙시기가 154~17% 높은 현미 수량을 보였다(표 5). 현미수량으로 추정한 최적 이앙시기는 그림 1과 같이 제천은 5월 11일에 10a당 491kg, 청원은 6월 16일에 468kg로 추정되었다. 두지역간의 수량을 비교하면 제천지역이 높다. 이것으로 볼 때 조생흑찰의 재배는 중산간 지역의 조생종 재배지역에서 재배하는 것이 유리하며, 평야지에서는 6월 20일까지 최대한 이앙시기를 늦추는 것이 수량 및 품질 향상에 유리한 것으로 판단된다.

표 5. 제천지역 이앙시기별 수량 비교

이앙시기 (월, 일)	정조중 (kg/10a)	정현비율 (%)	현미수량 (kg/10a)	지수
5. 10.	605	80.7	488	99
5. 20.	609	81.0	493	100
5. 30.	564	79.6	449	91
6. 10.	530	80.0	424	86
LSD(0.05) --------	28.85	----------------------------	23.64	
CV(%)=	3.60		3.31	

표 6. 청원지역 이앙시기별 수량비교

이앙시기 (월, 일)	정조중 (kg/10a)	정현비율 (%)	현미수량 (kg/10a)	지수
5. 20.	503	79.8	401	100
5. 30.	545	81.6	445	111
6. 10.	574	80.5	462	115
6. 20.	576	81.1	467	117
LSD(0.05) ---------	25.87	---------------------------	20.98	
CV(%)=	3.52		3.24	

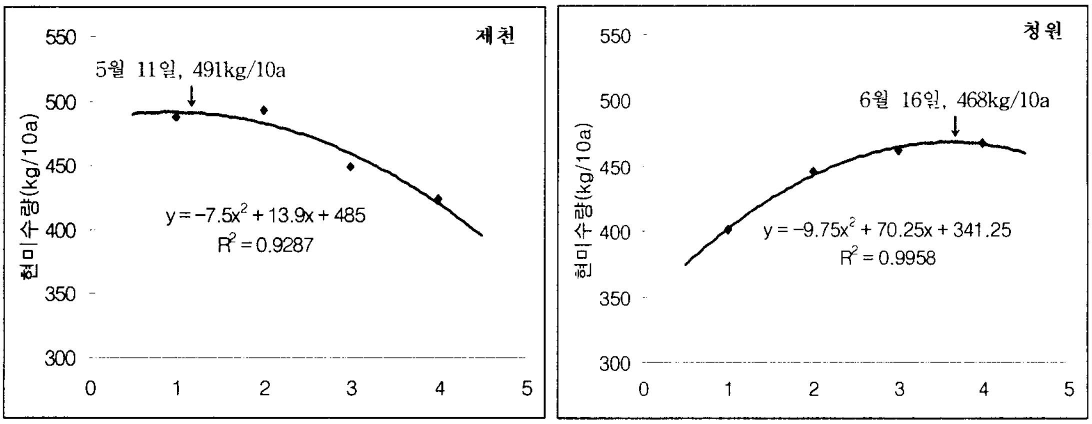

그림 4 현미수량으로 추정한 지역별 최적 이앙시기

마. 현미의 착색도 및 C3G 함량

이앙시기별 현미의 착색도(표 7)는 밝기를 나타내는 L값, 적색도 a값, 황색도 b값으로 표시하였다. 이 값은 낮아질수록 검은색이 짙어지는 것으로 해석되었다. 제천지역은 모든 이앙시기에서 대체적으로 낮은 값을 보여 검은색을 띠었으나, 청원의 경우 5월 20일과, 5월 30일 이앙구에 비해 청원의 경우 6월 10일 이앙 이후에서 착색도의 현저한 감소를 보였고, 그 차이는 그림 2에서 확인할 수 있다. 김 등(1998)도 흑진주벼의 현미에서 추출한 색소를 UV 538nm에서 측정한 결과 6월 15일 이앙시기가 가장 높았다고 하였다.

Cyanidin-3-glucoside(C3G)함량(표 7)은 착색도가 검은색을 나타낼수록 높아졌다. 6월 10일 이앙 이전의 동일한 시기에서 제천 지역과 청원을 비교해 보면 제천이 청원보다 높았으며, 이앙 시기 간에는 늦을수록 높았다. 류 등(2002)은 익산 등 7개 지역에서 재배된 흑진주벼를 분석한 결과 C3G함량은 철원지역 같은 평균기온이 낮고, 일사량이 많은 지역에서 증가하였다고 하였다. 본 시험에서도 5월 20일과, 5월 30일 이앙 구를 지역간 비교하였을 때 제천지역이 높게 나타난 결과와 일치하였다.

표 7. 이앙시기별 현미의 착색도 및 C3G함량의 비교

지역	이앙시기 (월, 일)	착색도(Hunter values)[†]			C3G (mg/100g)
		L	a	b	
제천	5. 10.	18.24	-2.07	3.18	274.7
	5. 20.	19.40	-1.32	3.65	268.0
	5. 30.	18.12	-3.80	2.80	300.3
	6. 10.	17.29	-4.40	2.92	957.0
청원	5. 20.	22.27	2.61	6.57	104.7
	5. 30.	20.78	0.84	5.28	108.3
	6. 10.	17.44	-2.88	2.54	648.7
	6. 20.	18.36	-3.47	2.30	965.3

[†]L(Lightness:Black=0, White=100), a(Red-Green:Red=+100, Green=-80), b(Yellow-Blue:Yellow=+70, Blue=-70)

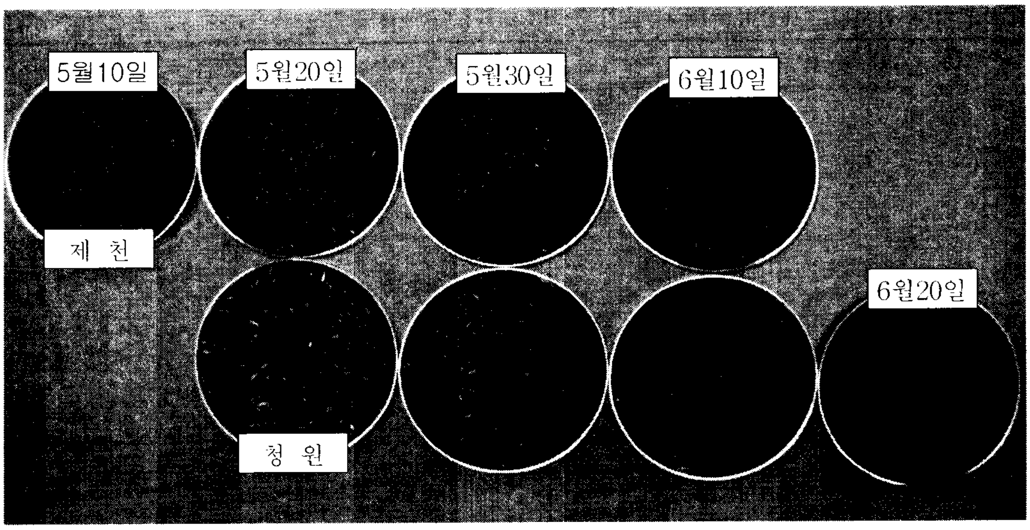

그림 5. 지역 및 이앙시기에 따른 현미 색택 비교

바. 경제성 분석

제천과 청원 두지역의 수량과 품질을 고려한 최적이앙시기의 경제성 분석 결과(표 8, 표 9), 제천지역은 10a당 증가되는 수입이 17,468원 정도로 미미하였다. 이는 제천지역의 표준이앙시기 5월 20일 대비 최고 수량을 나타낼 것으로 추정된 5월 11일 이앙시기간의 추정 수량차이가 8kg 정도로 미미하고, 현미 색택도 비슷하였기 때문이다. 청원지역은 10a당 증가되는 수입이 126,282원으로 현저하였는데, 5월 20일 이앙 대비 최고수량 추정 이앙기 6월 16일과의 수량 차이가 26kg으로 많이 낮으며, 현미 색택 또한 뚜렷한 차이를 보였기 때문이다.

표 8. 제천지역 최적이앙시기의 경제성 분석

손 실 적 요 소(B)	이 익 적 요 소(A)
○ 증가되는 비용 - 없음	○ 감소되는 비용 - 없음 ○ 증가되는 수입(생산량 증가) - 5월20일 이앙(a) : 483kg/10a×2,188원/kg(1등품) = 1,056,804원/10a - 5월11일 이앙(b) : 491kg/10a×2,188원/kg(1등품) = 1,074,308원
합 계(B) : 0	합 계(A) : b-a = 17,468원

● 추정 수익액(A-B) = 17,468원

* 흑미쌀값 추정 : 괴산 군자농협 흑미(정조) 40kg 수매가(1등 70,000원, 2등 65,000원)에 정현비율 80%를 적용하여 kg당 현미 가격 추정

표 9. 청원지역 최적이앙시기의 경제성 분석

손 실 적 요 소(B)	이 익 적 요 소(A)
○ 증가되는 비용 - 없음	○ 감소되는 비용 - 없음 ○ 증가되는 수입(생산량 증가 및 품질향상) - 5월20일 이앙(a) : 442kg/10a×2,031원/kg(2등품) = 897,702원/10a - 6월16일 이앙(b) : 468kg/10a×2,188원/kg(1등품) = 1,023,984원
합 계(B) : 0	계(A) : b-a= 126,282원
● 추정 수익액(A-B) = 126,282원	

* 흑미쌀값 추정 : 표 8과 같음

이상의 결과를 종합하여 보면 제천지역은 지리적, 기후적 조건이 조생흑찰벼의 재배 적지라 할 수 있으며, 따라서 표준이앙기인 5월 10일에서 시작하여 5월 30일 이전에 이앙을 하면 품질과 수량 면에서 우수할 것으로 생각되었으며, 청원지역에서는 제천지역의 등숙기 재배조건과 비슷해질 수 있는 이앙시기, 즉 고온기 등숙을 피할 수 있는 시기를 택하여 6월 10일에서 6월 20일 사이에 이앙이 되도록 하는 것이 바람직할 것으로 판단되었다

4. 적　요

가. 초기 생육 상황 변화를 살펴보면 제천, 청원 모두 초장은 이앙시기가 늦어질수록 길어졌으며 경수는 감소되는 경향이었으며, 엽색도는 일정한 경향은 보이지 않았다.

나. 출수기는 동일 이앙시기에서 청원이 제천에 비해 4~5일 빨랐으며, 이앙시기가 첫 이앙일을 기준으로 10일 씩 늦어짐에 따라 제천은 각각 2, 5, 6일, 청원은 5, 6, 8일 각각 늦어졌다.

다. 출수기 간장은 제천 청원 모두 이앙시기가 늦어질수록 길어졌으며, 수장은 비슷하였으나 지역간에는 제천보다 청원이 다소 길었다.

라. 수수는 제천보다 청원이 많았으며, 영화수는 5월 30일 이앙에서 두 지역 모두 많았다. 등숙비율은 제천이 청원보다 높았고, 천립중은 청원지역이 무거웠다.

마. 수량은 제천은 이앙이 빠를수록 높았고, 청원은 늦어질수록 높은 경향이었다.

바. 현미수량으로 추정한 최적 이앙시기는 제천은 5월 11일(491kg/10a), 청주는 6월 16일(468kg/10a)로 추정되었다.

사. 이앙시기별 현미의 색도는 제천의 경우 모든 이앙시기에서 검은색을 띠었으나, 청원의 경우 6월 10일 이앙 이후에서 검은 색이 짙어졌다.

아. C3G함량은 제천이 6월 10일 이앙 이전의 동일한 시기에서 청원보다 높았으며, 이앙 시기가 늦을수록 높았다.

자. 경제성 분석 결과 제천에서는 증가되는 수입이 거의 없었으나, 청원의 경우 6월 10일 이후 이앙에서 10a당 최대 126,000원 정도의 소득이 증가 되었다.

5. 인용문헌

김정곤, 김창영, 이정일, 신진철, 이문희. 1998. 이앙시기 및 질소 시비량이 유색미 "흑진주벼"의 건물생산 및 수량에 미치는 영향. 농업환경논문집 40(2) : 48-55.

이동진, 심이성, 서재환, 조강진, 채재천. 1994. 남부산간 고랭지에 있어서 이앙시기가 어린모 생육 및 수량에 미치는 영향. 농업논문집 36(1) : 1-7

류슈노, 김홍열, 박순직, 한상준, 구본일. 2002. 재배지역에 따른 흑진주벼의 C3G색소 함량 변이. 한국육종학회 학술발표연구회 Vol. 2002 별호2.

松島星三, 眞中多喜夫. 1952. 水稻品種の早晩と最高分けつ期, 幼穗形成期, 有效莖步合等の關係. 農耕と園藝. 27(7) : 7-10.

농촌진흥청 2004. 2004농작물 직무육성 신품종 선정 위원회 결과. p. 104-113

농촌진흥청 1995. 농촌진흥청 농사시험연구 조사 기준 p. 35-57

농림부 2006. 2006 농림통계연보. p. 96-97.

남석현, 강미영. 1997. 유색미 쌀겨추출물의 in vitro의 발암 억제효과. 한국농화학회지 40(4):307-312.

통계청. http://wwwsearch.stat.go.kr/search/search2/stat/SearchR0.jsp

양원하, 윤용대, 안종국, 곽용호, 박석홍, 박래경. 1986. 중부 평야지 수도 기계이앙재배 한계기에 관한 연구. 농시논문집(벼 기계이앙)28(1):248-255.

6. 연구결과 활용 제목

조생흑찰벼의 품질과 수량성 향상을 위한 중부평야지 및 중북부 중산간지의 이앙 적기(영농활용)

▶ 주요 전문용어 해설

- 안토시아닌 : 식물계에 널리 분포하는 수용성 색소
- C3G(cyanidin-3-glucoside) : 유색미에 함유된 안토시아닌의 하나로 높은 항산화 활성을 보임

사업구분 : 기관고유(기본)		Code 구분 : LS 0203	전·특작(전반기)
연구과제 및 세부과제명		연구기간	연구책임자 및 참여연구원(☎)
콩 재배시 기상변화 대응 연구		'04～'06	작물연구과 전작팀 신현만(220-8431)
콩 재배시 기상변화가 엽록소 형광변화 및 생육에 미치는 영향		'04～'06	작물연구과 전작팀 신현만(220-8431) 작물연구과 전작팀 정재현(220-8433) 작물연구과 전작팀 김장홍(220-8432) 단양마늘시험장 육종재배팀 이재선(220-5871) 충북대학교 교 수 김홍식(219-2611)
색인용어	콩, 기상변화, 엽록소, 형광반응, 광합성		

ABSTRACT

The photosynthetic activities of plants are essential to improve the productivities of agricultural products with response to the environmental factors including the light intensities. To assess the effects of plant stress by light, the fluorescence methods were used for soybean(*Glycine max* cv. Hwoanggum). The correlations of chlorophyll fluorescence with environmental factors were analyzed with the sowing dates as late May, early June and middle June. The *Fv/Fm* ratio indicating photochemical efficiency in PSII system has decreased in the sowing date of late May. It was the mean temperature among the environmental factors that mainly affected to the variations of chlorophyll fluorescence values. The highest photosynthetic activities in the 5^{th} leaf periods showed the positive correlations with the yields of soybean.

Keywords : soybean, photosynthesis, fluorescence

1. 연구목표

근래에 엘리뇨 및 라니냐와 같은 기상이변은 농업 생산 활동에 막대한 지장을 초래하고 있는데, 이러한 기상이변은 이상고온, 저온, 한발, 집중강우 등과 같은 재해로 농작물 생육을 저해시켜 생산량을 감소시킴은 물론, 때로는 작물을 전혀 수확할 수 없는 경우도 있어 농업경영에 큰 애로사항으로 등장하였다.

이러한 이유로 최근에는 환경재해를 미리 예측하여 작물의 피해를 예방하고자 신속하고도 간편하게 그리고 비파괴적으로 현재의 작물상태를 진단하여 미래를 예측할 수 있는 진단법들이 개발되고 있는데, 예를 들어 당도, 엽록소형광반응, stress 발현물질, 엽온 등을 측정하여 작물의 영양과 생리상태 등을 진단하는 것이다(최, 2000).

작물 잎의 당도를 측정하면 광합성 산물의 이동 및 축적상태를 예측할 수 있고, 엽색도를 측정하는 것은 질소대사를 추정할 수 있는 판단지표가 될 수 있으며(T.M.Thiyagarajan., V. Balasubramanian, 2000), 또한 작물재배시 질소비료의 시비량 및 시비시기를 결정할 수 있다고 하였다(T.M.Thiyagarajan and S. Aruna Geetha., 2000).

또한 엽록소의 형광현상을 측정하면 작물의 건전도를 예측할 수 있는데 광합성색소에 의해 흡수된 빛 중 광합성에 이용된 빛 외에 소량의 빛에너지는 열이나 엽록소 형광으로 방출되어진다. 이러한 형광현상에 대한

반응값을 측정하여 스트레스에 의한 작물의 광합성 능력을 간접적으로 측정할 수 있는 것이다(최, 2000).

Govindjee(1995)는 기상이변과 같은 환경스트레스는 직·간접적으로 식물의 광합성 기작을 변화시키거나 손상을 주어 다양한 형태의 엽록소 형광반응 값을 나타내어 이것을 환경스트레스에 대한 지표로 사용할 수 있다는 보고를 하였다.

본 연구는 기상환경과 관련하여 어떤 요인이 콩의 생육 및 수량에 영향을 미치는가를 구명하여 기상재해를 대비한 작형개발 및 안정생산을 위한 기초자료로 활용코자 수행하였다.

2. 재료 및 방법

본 시험은 2004년부터 2006년까지 본원 전작시험포장에서 수행하였다. 장류용콩인 황금콩을 공시하여 파종기에 따른 난괴법 3반복으로 배치하였는데, 파종기는 각각 5월하순, 6월상순과 6월중순의 3개 시기로 하였고, 휴폭 60cm에 주간거리 15cm로 파종하여 관리하였다.

시비량은 검정시비처방에 따랐으며 출현일수, 경장, 경직경, 협수, 립수, 수량 등의 일반 생육 및 수량과 관련해서는 농촌진흥청의 농업과학기술 연구조사분석기준에 의거 조사하였다.

엽록소 형광반응의 측정은 엽록소 형광반응측정기(Li-6400-40, Li-cor, JAPAN)를 이용하여 측정하였으며 작물이 받는 스트레스 또는 광합성능은 Fv/Fm를 Fv=Fm-Fo의 계산식에 의해 도출하였다. 여기에서 변동형광값은 Fv로, 최대형광값은 Fm으로 그리고 비변동형광값(초기형광값)은 Fo로 표기하였다.

3. 결과 및 고찰

표 1은 파종기별 생장단계와 생장단계별 소요일수를 비교한 것으로 5엽기까지의 소요일수는 파종기가 늦을수록 적게 소요되었는데 6월중순 파종이 31일로 5월하순 파종 38일에 비해 7일정도 적게 소요되었다.

개화성기소요일수와 립비대시까지의 소요일수도 같은 경향으로 파종기가 늦을수록 적게 소요되었다. 이러한 결과는 콩의 파종기에 따른 성숙일수는 파종시기가 지연될수록 단축되고, 개화일수보다는 파종시기의 영향이 크다는 보고(김과 이, 2001)와 일치하는 결과를 얻었다

표 1. 파종기에 따른 생장단계 및 소요일수

파 종 기	파종일 (월.일)	5엽기 (V4) (월.일)	5엽기 소요일수 (일)	개화성기 (R2) (월.일)	개화성기 소요일수 (일)	립비대시 (R5) (월.일)	립비대시 소요일수 (일)
5월하순	5. 25	7. 2	38	7. 26	62	8. 20	87
6월상순	6. 7	7. 11	34	7. 31	54	8. 23	77
6월중순	6. 20	7. 21	31	8. 3	44	8. 27	68
LSD(5%)			2.93		4.89		3.94

표 2는 파종기별 출현기, 개화기, 출현일수, 개화일수 등을 비교한 것으로 소요되는 출현일수, 개화일수, 성숙일수는 파종기가 빠를수록 많이 소요되었는데 성숙일수는 6월중순의 55일에 비해 5월하순의 경우 60일로 5일정도의 차이를 보였다.

표 2. 파종기별 출현, 개화, 성숙기 비교

파 종 기	파종일 (월.일)	출현기 (월.일)	출현일수 (일)	개화일수 (일)	성숙일수 (일)
5월 하순	5. 25	6. 3	9	58	60
6월 상순	6. 7	6. 14	7	50	57
6월 중순	6. 20	6. 24	4	43	55

LSD(5%)--1.33----------5.51----------2.72

표 3은 파종기별 지상부의 생육특성에 대한 것으로 경장, 경직경, 주경절수 등은 5월하순이 양호하였고, 6월상순과 6월중순은 차이가 인정되지 않았으며 분지수도 파종기별 유의성이 인정되지 않았다.

이밖에 도복은 5월하순 파종이 6월상순 및 6월중순에 비해 심한 것으로 조사되었다.

표 3. 파종기별 지상부 생육특성 비교

파 종 기	경장 (cm)	경직경 (mm)	주경절수 (개)	분지수 (개/개체)	도복 (0~9)
5월 하순	63	11.9	15.6	5.6	3
6월 상순	46	7.6	12.7	4.8	1
6월 중순	47	7.2	12.3	5.4	1

LSD(5%)-------------10.29 -------0.46 ----------1.51 ----------NS

표 4는 파종기별 수량구성요소 및 수량을 비교한 것으로 협수와 백립중은 파종기가 빠를수록 많고 무거웠으나 립수와 수확개체수는 파종기별 차이가 인정되지 않았다.

수량은 백립중이 24.5g으로 가장 무거웠던 5월하순 파종에서 237kg/10a로 가장 높았고 6월중순과 6월하순은 각각 210, 197kg/10a였는데 이는 5월하순 파종보다 각각 13% 및 19% 정도 감수되는 결과로 이것은 콩에 있어 파종시기가 지연될수록 백립중이 작아진다는 보고(김과 이, 2001)와 일치되는 결과였다.

표 4. 파종기별 수량구성요소 및 수량 비교

파 종 기	협수 (개/개체)	립수 (개/개체)	수확개체수 (개/㎡)	100립중 (g)	수량 (kg/10a)	지 수
5월 하순	63	91	16	24.5	237	100
6월 상순	54	85	17	23.6	210	87
6월 중순	49	80	17	22.8	191	81

LSD(5%)--------------3.26 ------NS---------NS -------0.70 ------24.93

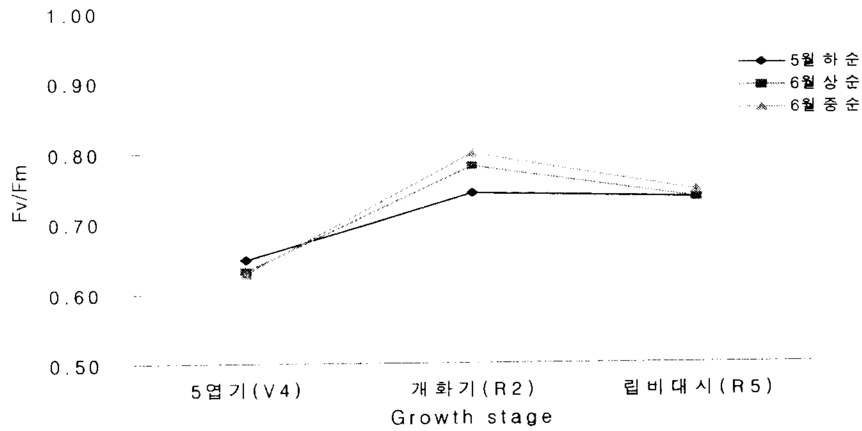

그림 1. 파종기 및 생장단계별 엽록소 형광반응 비교

그림 1은 파종기 및 생장단계별 엽록소 형광반응값을 측정한 것으로 작물이 받는 스트레스라 할 수 있는 Fv/Fm의 수치는 5엽기(V4)에서 립비대시(R5)까지 0.63~0.80의 범위였는데 이 기간 중 5월하순 파종이 가장 낮은 수치를 보여 6월상순 및 6월중순 파종에 비해 스트레스가 높다는 결과를 얻을 수 있었다. 또한 6월중순 파종은 개화기(R2)를 전후해서 다른 생장단계에 비해 높은 수치를 보여 이 시기가 가장 스트레스를 적게 받아 광합성능이 높은 것으로 조사되었다.

표 5는 엽록소 형광반응값(Fv/Fm)과 평년대비 기상편차와의 상관관계를 분석한 것으로 형광반응값(Fv/Fm)과 정의 상관을 보인 것은 최저기온편차였고 나머지 평기온편차, 최고기온편차, 평균교차편차, 일조시수편차, 강수량편차 등은 부의 상관을 보였다.

따라서 이들 최고기온편차와 평균교차편차 그리고 일조시수편차는 작물에 심한 스트레스를 주는 것임을 알 수 있었는데 고온스트레스를 받은 밀에 있어서 광합성능이 50% 정도 감소되었다는 보고(박윤일 등, 1994)와 온도가 낮을수록 배추와 딸기의 Fv/Fm비와 광합성능이 감소되었다는 보고(유장걸 등, 1994)와 같은 경향이었다.

표 5. 엽록소 형광반응값(Fv/Fm)과 평년대비 기상편차와의 상관

구 분	Fv/Fm	평균기온	최고기온	최저기온	평균교차	일조시수	강수량
Fv/Fm	1						
평균기온*	-0.01	1					
최고기온	-0.86**	0.34	1				
최저기온	0.21	0.79	0.11	1			
평균교차	-0.82**	-0.51	0.59	-0.60	1		
일조시수	-0.55*	-0.46	0.19	-0.43	0.64	1	
강수량	-0.30	-0.64	-0.15	-0.80	0.55	0.79	1

* 평균기온편차 등의 기상요소값은 평년대비 본년의 편차로 본년은 2005년을 기준으로 하였음

표 6은 콩의 생장단계별 스트레스 정도를 비교한 것으로 수량과 엽록소 형광반응값(Fv/Fm)의 상관관계를 분석한 것으로 각 생육 단계별 스트레스 반응은 수량에 큰 영향을 주는 결과를 보였다.

5엽기(V4)의 광합성능은 콩의 수량과 정의 상관관계를 보여 이 시기에 스트레스를 적게 받아 광합성능이 향상되면 수량이 높아지고, 개화기(R2)와 립비대시(R5)의 광합성능은 콩의 수량과 부의 상관관계를 보여 이 시기에 스트레스를 많이 받는 것이 수량을 높일 수 있다는 결과를 얻었다.

표 6. 생장단계별 수량과 엽록소 형광반응값(Fv/Fm)과의 상관

구 분	수 량	5엽기(V4)	개화기(R2)	립비대시(R5)
수 량	1			
5엽기(V4)	0.95**	1		
개화기(R2)	-0.99**	-0.98**	1	
립비대시(R5)	-0.86**	-0.66**	0.80**	1

4. 적 요

작물의 광합성 상태를 신속·정확하게 알아내는 것은 농업생산력 향상은 물론 각종 환경요인에 대해 작물이 받게 되는 stress 평가를 하기 위해 중요한 일이므로 엽록소 형광분석법을 전작물의 상태 측정에 이용하고자 황금콩을 이용하여 파종기를 각각 5월하순, 6월상순, 6월중순의 3개 처리로 하고 기상환경 요인과 관련하여 엽록소 형광반응값을 측정하여 상호 연관성을 비교한 결과는 다음과 같다.

가. 생장 단계중 5엽기, 개화성기 및 립비대시까지의 소요일수는 파종기가 빠를수록 많이 소요되는 것으로 조사되었다.

나. 출현, 개화 및 성숙일수는 파종기가 늦어질수록 단축되었다.

다. 경장, 경직경 등 지상부 생육은 5월하순 파종구에서 양호했고, 6월상순과 6월중순 파종은 큰 차이가 없는 것으로 조사되었다.

라. 파종기가 빠를수록 개체당 협수, 립수가 많았고 100립중도 파종기가 빠를수록 무거웠다

마. 수량은 파종기가 빠를수록 높았는데 5월하순 파종구가 6월중순 파종에 비해 19% 정도 증수되는 것으로 조사되었다.

바. 각 생장단계별 엽록소 형광반응 변화는 개화성기(R2기)에서 뚜렷한 차이를 보였는데 5월 하순 파종구가 가장 큰 스트레스 반응을 보였다.

사. 기상요소중 평균기온교차의 편차는 엽록소 형광반응값에 가장 큰 영향을 주는 것으로 조사되었다.

아. 수량과 정의 상관관계를 보인 생장단계는 5엽기(V4)로 이때의 광합성능이 양호할수록 수량이 높았다.

자. 개화기(R2)는 수량과 부의 상관을 보였는데, 이 때 스트레스가 클수록 수량이 높아지는 결과를 얻었다.

5. 인용문헌

Artuso A., Cuidi L., Soldatini G. F., Pardossi A., and Tognoni F. 2000. The influence of chilling on photosynthesis and activities of some enzymes of sucrose metabolism in Lycopersicon esculenthum Mill. Acta Physiologiae Plantarum. 22 : 95-101.

최영모. 2000. 식물의 건강진단. 한국원예기술정보센터. p. 155-174.

Govindjee. 1995. Sixty-three years since Kautsky: chlorophyll a fluorescence. Aust. J. Plant Physiol. 22 : 131-160.

김학신, 이성춘. 나물콩의 파종기가 주요특성 및 수량에 미치는 영향. 순천대학교농업과학연구지. 제9권. 2001. p. 43-47.

유장걸, 송성준, 한셴 우테. 형광분석법에 의한 시설재배작물의 광합성 Stress 측정. 한국환경농학회지. 제13권 제2호. 1994. p. 183-190.

박윤일, 박민철, 홍영남. 고온 스트레스를 받은 밀 엽록체에서 광합성능과 엽록소 형광의 관계. 한국작물생리학회지. 제 37권 제1호. 1994. p. 37-42.

T.M.Thiyagarajan, and S. Aruna Geetha. 2000. Assessing genotypic variation in N requirements of rice with a chlorophyll meter. International rice research notes. 25(1) : 23-24.

▶ 주요 전문용어 해설

- **형광반응** : 식물의 엽록소에서 방출되는 형광은 광합성 초기 광화학반응에 사용되지 못한 빛 에너지 일부가 형광으로 방출되는 것으로 기온, 건조, 및 습해 등 외부환경에 대한 스트레스를 받으면 형광물질이 증가하게 된다. 광합성형광반응측정기를 이용하여 광화학반응에서의 변동형광/최대형광(Fv/Fm)을 측정함으로써 식물의 생육상태나 외부스트레스 정도를 짧은 시간에 비파괴적인 방법으로 평가할 수 있다.

사업구분 : 기관고유(기본)		Code 구분 : LS 0203	전 · 특작(전반기)
연구과제 및 세부과제명		연구기간	연구책임자 및 참여연구원(☎)
콩 재배시 기상변화 대응연구		**'04～'06**	**작물연구과 전작팀 정재현(220-8433)**
도복피해 경감을 위한 경엽제거 방법 개발		'04～'06	작물연구과 전작팀 정재현(220-8433) 작물연구과 전작팀 김장홍(220-8432) 작물연구과 전작팀 신현만(220-8431)
색인용어	콩, 순지르기, 적심, 경엽제거, 도복		

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the influence of the cutting time and cutting degree. Stem and leaves were cut off at the first, second and third knot from a terminal bud when stage of growth reached V5(June 19), V7(June 24) and V9(June 28). The lodging occurred late as cutting times delayed. As cutting times became later, stem length were shorter, number of branches and number of branch nodes has increased. There was no effect on the pod number in the cutting degree and seed number has increased in the lower cutting degree. The overall productivities have increased in the lower cutting degrees and later cutting times. The total yields were up as 10% in the upper first knot cutting and were up as 9% in the 8^{th} leaf age compared with non-treatment as 229kg/10a.

Keywords : soybean, cutting time, cutting degree, lodging

1. 연구목표

콩 재배시 순 지르기(적심)는 주경의 생장을 억제시켜 분지의 생육을 조장시키는 재배기술로 조기파종, 밀식 · 다비재배 등으로 과번무하여 도복이 우려될 때 주로 실시한다. 직파의 경우 다비, 조파해 도장의 우려가 있을 때 적심을 하면 도복이 방지되고 증수효과가 있다. 赤井(1956)는 생육이 왕성할 때 순지르기를 하면 뿌리가 굵어지고 근계의 발달과 뿌리혹 착생이 많아지며 지상부의 분지수는 적어지지만 분지의 발육이 왕성해 착협수가 증가하고 도복이 경감되어 증수된다고 하였다.

이식재배 시 적심효과로 김(1963)은 맥후작 콩 재배 시 제1본엽 위를 순지르기하여 이식재배 하면 개화와 성숙이 빨라지고 수량도 많아진다고 하였으며, 박(1968)도 제3본엽 전개 후 순지르기 하면 증수된다고 보고한 바 있다.

그러나 늦게 파종하거나 생육이 불량할 때 또는 생육기간이 짧아 적심에 의한 생육억제 작용이 충분히 회복할 수 없을 때 순지르기 하면 오히려 수량이 적어진다고 하였다(조 등, 1995). 적심의 시기는 직파재배에서는 본엽이 5~7매 전개됐을 때가 적당하며 이식 · 적심재배 시는 조기에 일찍 처리하는 것이 유리한 것으로 알려져 있다.

이와 같이 콩의 적심효과는 어느 정도 인정되고 있지만 적심처리와 수량과의 직접적인 효과가 없다는 주장(Bauer 등. 1976; Caviness 등. 1963; 永田 등. 1950)도 있어 재배조건과 기상조건 및 적심방법에 따라 시험결과는 달라질 수 있다. 이런 의미에서 적심정도와 적심시기를 달리 했을 때 콩 분지발달과 수량증대에 미치는 영향을 구명하기 위하여 본 시험을 수행하게 되었다.

2. 재료 및 방법

본 시험은 2004년부터 2006년까지 3년간 충북농업기술원 전작 시험포장에서 수행되었고 시험은 국내에서 가장 대표적 품종인 황금콩을 5월 15일에 휴폭 60cm, 주간 15cm(1주 2본)로 파종하였다. 적심은 콩 본엽이 4매, 6매, 8매 완전 전개됐을 때 실시했는데 그 적심일자는 각각 6월 19일, 6월 24일, 6월 28일 이었다. 적심정도는 콩 선단부로부터 상위1절(약적심), 상위2절(중적심), 상위3절(강적심)로 시험 처리하여 분할구배치 3반복으로 시험하였다. 시비는 검정시비 하였고 조사는 적심 시에 초장과 적심에 의해 제거되는 정도를 건물중 환산비율로 나타냈고 생육은 성숙기 이후 수확 직전에 조사하였으며 수량은 시험구별 9.6㎡를 채취하여 조사하였다. 기타 재배관리 및 시험조사는 농촌진흥청 표준재배법 및 시험연구분석조사기준에 준하여 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 시험기간 중 강수량

콩의 도복은 강우 후 강풍에 의해 주로 발생되는데 시험수행 기간의 연도별 강수량은 그림 1과 같다. 2004년은 6월에 기록적인 강우를 보여 생육초기 습해로 인해 생육이 상당히 부진하였고 도복발생이 적었다. 2005년과 2006년은 개화기인 7월 중순 경에 장마로 인한 강우가 집중되어 도복발생이 많았다.

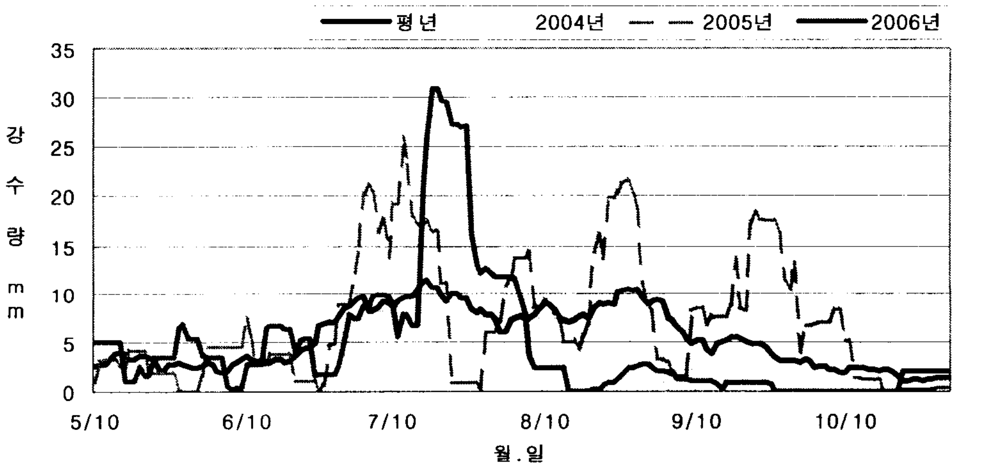

그림 1. 시험기간 중 평년대비 년도별 강수량

나. 적심시 초장 및 경엽제거 정도

8매 전개기 적심하지 않았을 때의 초장은 58cm 이었고 적심 시 제거되는 절간길이는 상위 1절이 10cm, 상위 2절이 16cm, 상위 3절이 23cm로 8엽기, 6엽기, 4엽기 적심 순으로 길었다. 적심으로 제거되는 비율은 지상부 전체 건물중 대비 상위 1절 적심이 2~4%, 상위 2절이 8~15%, 상위 3절이 17~27% 정도이며 적심시기별로 4매, 6매, 8매 순으로 높았다(그림 2).

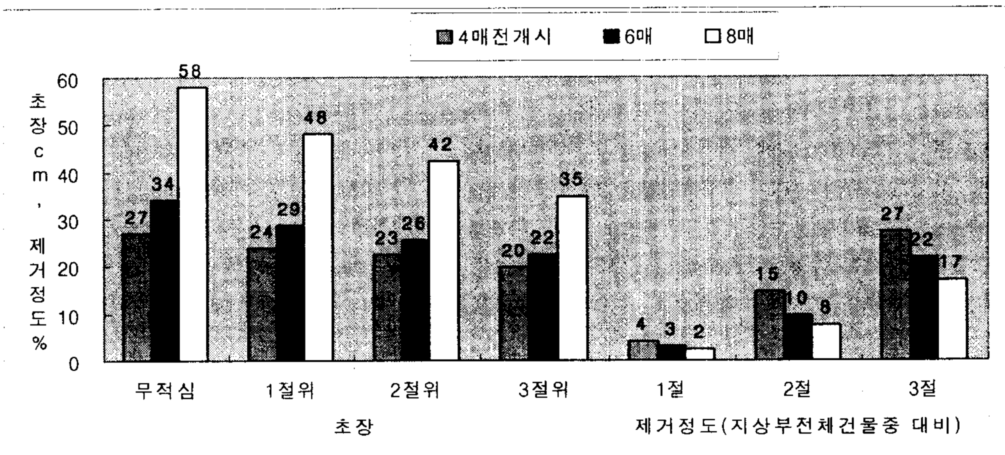

그림 2. 적심시기에 따른 적심정도별 초장 및 적심 제거정도

다. 도복발생 정도

표 1에서 적심정도 별로 도복발생은 전체적으로 상위 1절, 상위 2절, 상위 3절 순으로 적어 적심을 적게 할수록 발생이 적었다. 도복되는 시기로 개화기 때는 발생이 적었으나 계속되는 강우로 착협기 때에 훨씬 증가되는 경향이었다. 적심시기 별로 착협기 이후 도복발생 정도는 큰 차이가 없었으나 개화기에는 4엽기 적심에서 가장 높아 적심을 일찍하면 초기에 도복 발생이 많아 짐을 알 수 있다. 이는 적심 후 측아에서 2~3개의 분지가 나와 생장하는 과정에서 초형이 역삼각형에 가까워 졌을 때 비가 오면 일시에 도복이 발생하는 것으로 보인다.

무적심구는 개화기부터 조기에 도복이 발생하며 무적심구와 적심구와의 도복발생 차이는 착협기 이후보다는 개화기에 두드러졌다. 무적심은 개화기와 착협기 간에 도복발생의 차이가 크지 않은데 적심하지 않으면 생육초기 영양생장량 과도로 도복발생 시기가 앞당겨지고 적심 처리구 내에서도 적심시기가 빠를수록 도복발생이 빨랐다. 이런 결과는 홍 등(1987)의 최고 엽면적 도달시기가 무적심이 적심보다 빠르다는 보고와 이 등(2003)의 적심시기가 빠를수록 조기에 도복된다는 결과와 관련이 있다.

표 1. 적심에 따른 도복발생 정도(0~9)

적심정도	적심시기	2005		2006		평균	
		개화기	착협기	개화기	착협기	개화기	착협기
약 (상위1절)	4매	7	7	3	7	5	7
	6매	0	5	3	7	3	7
	8매	0	3	0	7	0	5
중 (상위2절)	4매	7	7	5	9	7	9
	6매	0	7	5	9	3	7
	8매	0	3	0	9	0	7
강 (상위3절)	4매	7	9	5	7	5	7
	6매	3	9	5	9	5	9
	8매	3	9	0	7	1	9
무적심		7	9	9	9	7	9

라. 생육특성

표 2는 성숙기 콩의 생육특성으로 경장은 적심정도 간에 차이가 없었고 적심시기가 빠를수록 길었는데 무적심 90cm에 비하여 적심구는 66~68cm 정도로 작았다. 경직경도 적심정도별로는 차이가 없었고 6엽기 때의 적심에서 7.5mm로 굵었는데 무적심 8.2mm보다는 가늘었다. 이 같은 결과는 이 등(2003)의 적심처리가 늦을수록 경장은 짧아지고 경직경은 굵어지며 분지수는 많아진다는 보고와 같은 경향이었다.

분지수는 적심정도가 약할수록, 적심시기가 늦을수록 많았으며 주경절수와 분지절수를 합한 총절수도 분지수와 같은 양상이었는데 적심정도가 강하고 적심시기가 빠를수록 하절위에서 대생하는 1~2개의 세력이 강한 분지가 발생하여 분지수와 총절수가 상대적으로 감소한 것으로 보인다. 적심에 의하여 분지수가 증가되는 경우는 적심정도를 약하게 하거나 적심시기가 8매일 때 였고 총 절수는 무적심에 비하여 모든 적심구에서 높아 적심에 의해 분지수와 절수가 증가된다는 보고와 연관성이 있어 보인다(小林 등. 1955). 분지중은 적심정도는 약할수록 무거웠고 적심시기가 빠를수록 무거웠다.

개화성기(R2)에 조사한 엽면적 지수는 적심정도 및 적심시기 간 일정한 경향이 없었으며 무적심보다 적심으로 낮아지는 경향으로 홍 등(1987)의 최대 엽면적 확보는 무적심이 파종후 80일 경이고 적심처리가 파종후 91일 경이란 결과와 이 등(2003)의 개화성기(R2)의 적심구 엽면적은 무적심 대비 0.8~1.4 감소하고 립 비대시(R5)에는 오히려 1.1~1.3 증가한다는 보고와 일치하였다. T/R율은 적심시기가 늦을수록 낮아지는 경향으로 小林 등(1955)과 박 등(1966)도 적심처리로 T/R율이 감소한다고 했다. 근류수는 적심정도가 강할수록, 적심시기가 늦을수록 많았다.

표 2. 적심정도 및 적심시기별 콩의 생육

적심정도	적심시기	경장 (cm)	경직경 (mm)	분지수 (개/주)	총절수 (개/주)	분지중 (g/주)	엽면적지수	T/R율	근류수 (개/주)
약 (상위1절)	4매	70	7.1	3.1	33.5	78	3.3	5.2	48
	6매	68	7.7	3.8	41.2	73	2.7	4.6	85
	8매	65	7.2	4.4	40.8	69	3.6	4.7	67
	평균	**68**	**7.3**	**3.7**	**39**	**73**	**3.2**	**4.8**	**66**
중 (상위2절)	4매	65	7.3	2.9	34.7	70	3.2	5.3	77
	6매	68	7.3	2.9	35.4	61	3.6	4.9	75
	8매	65	7.3	4.2	41.7	57	3.5	4.5	79
	평균	**66**	**7.3**	**3.4**	**37**	**63**	**3.4**	**4.9**	**77**
강 (상위3절)	4매	68	7.2	3.1	38.6	63	3.6	4.1	98
	6매	68	7.5	2.6	33.0	54	2.6	4.3	98
	8매	64	7.1	3.3	35.6	51	2.6	3.8	95
	평균	**67**	**7.2**	**3.0**	**36**	**56**	**3.0**	**4.1**	**97**
	4매 평균	68	7.2	3.0	36	71	3.4	4.9	74
	6매 평균	68	7.5	3.1	37	62	3.0	4.6	86
	8매 평균	65	7.2	4.0	39	59	3.2	4.3	80
	무 적 심	90	8.2	3.2	33.9	51	4.2	5.8	93
LSD(0.05)									
적심정도		NS	NS	0.39	1.09	0.31	NS	NS	6.82
적심시기		2.39	0.23	0.69	2.12	7.59	NS	0.90	8.19

마. 수량

표 3은 콩의 수량구성요소 및 수량으로 협수는 적심정도 간 차이가 없고 적심시기가 빠른 4엽기 적심에서 55개/주로 적었으며 무적심보다는 적심처리로 증가되었다. 립수는 적심정도가 약할수록 많아 상위1절의 약하게 적심한 처리에서 106개/주로 가장 많았다. 대체로 적심을 하면 협수는 증대되나 립수의 증대효과는 미미한데 그것은 협수가 증가하면 협의 신장 비대기에 낙협수가 증가하고 생리적 불임협 발생이 증대되기 때문인 것으로 보인다.

100립중은 적심정도 간 차이가 없었고 수량은 적심정도가 적을수록, 적심시기가 늦을수록 높았는데 무적심 229kg/10a에 비하여 적심정도별로는 상위1절 약적심이 10% 증대됐고 적심시기별로는 6엽기와 8엽기에서 7~9% 증대되었다. 적심정도를 약하게 처리하면 도복발생이 적고 립수가 증대되어 증수되는 경향이었고 적심시기별로는 이 등(2003)의 6엽기 적심에서 무적심 대비 19% 증수하고 김 등(2004)의 5~7엽기 적심에서 10~24% 증수된다는 보고와는 약간 상이한 결과를 보였다.

표 3. 적심정도 및 적심시기별 콩 수량구성요소 및 수량

적심정도	적심시기	협수 (개/주)	립수 (개/주)	100립중 (g)	수확개체수 (개/㎡)	수 량 (kg/10a)	수량 지수
약 (상위1절)	4매	55	98	24.0	15.2	229	100
	6매	66	112	22.6	14.3	253	111
	8매	58	108	23.7	16.9	273	119
	평균	**59**	**106**	**23.4**	**15.5**	**252**	**110**
중 (상위2절)	4매	57	97	24.7	15.4	221	96
	6매	60	103	22.9	15.1	243	106
	8매	60	101	24.2	17.0	256	112
	평균	**59**	**100**	**23.9**	**15.9**	**240**	**105**
강 (상위3절)	4매	54	97	23.6	15.5	230	101
	6매	58	98	23.8	14.0	242	106
	8매	59	101	24.2	14.4	222	97
	평균	**57**	**99**	**23.9**	**14.6**	**231**	**101**
	4매 평균	55	97	24.1	15.4	227	99
	6매 평균	61	104	23.1	14.5	246	107
	8매 평균	59	104	24.0	16.1	250	109
	무 적 심	51	95	24.6	12.9	229	100
LSD(0.05)							
적심정도		NS	5.56	NS	NS	11.58	-
적심시기		5.50	NS	NS	1.24	12.09	-

4. 적 요

콩의 적심효과는 재배와 기상조건 및 적심방법에 따라 달라질 수 있어 적심정도 및 적심시기에 따른 콩의 생육과 수량특성의 변화를 구명하고자 시험을 수행하였는데 그 결과는 다음과 같다.

적심 시 경엽의 제거정도는 전체 지상부 건물중 대비 3절 적심 시 17~27% 정도이며 적심시기별로 4매, 6매, 8매 순으로 높았다.

도복은 적심정도별로는 상위1절에서 약간 적었으며 적심시기가 빠를수록 조기에 발생하였고 착협기 이후엔 차이가 없었다.

경장은 적심시기가 빠를수록 길었고 분지수와 총 절수는 적심정도가 약할수록, 적심시기가 늦을수록 많았다. 분지중은 적심정도가 약할수록 무거웠고 적심시기가 빠를수록 무거웠다. 엽면적 지수는 일정한 경향이 없었으며 T/R율은 적심시기가 늦을수록 낮아졌고 근류수는 적심정도가 강할수록, 시기가 늦을수록 많았다.

협수는 적심정도 간 차이가 없었고 적심시기가 빠른 4엽기에서 가장 적었으며 립수는 적심정도가 적을수록 많았다. 100립중은 처리 간 차이가 없었고 수량은 적심정도가 적을수록, 적심시기가 늦을수록 높았는데 무적심 229kg/10a에 비하여 적심정도 별로는 상위 1절 적심이 10% 증대됐고 적심시기별로는 8엽기에서 9% 증대되었다.

5. 인용문헌

赤井正志. 1956. 大斗の摘心が生育特性に根系ぼす影響. 農業及園藝 31(9) : 1259~1261

Bauer, M.E., J.W. Pendleton, J.E. Beuerlein and S.R. Ghorashy. 1976. Influence of terminal bud removal on the growth and seed yield of soybeans. Agrom.J.68:709-711.

Caviness, C.E., M. Bryles and W.R. Rupe. 1963. Some effects of toping soybeans at different stages of plant growth. Agric. Exp. Farm Res. 12:9.

조재영, 김기준, 김봉구, 이중호 등. 1995. 식용작물학Ⅱ. 향문사 p. 318

홍은희, 박의호. 1987. 적심에 의한 콩의 영양생장과 특성의 변화. 한국작물학회지. 제 32권 4호. 431-435.

김익제, 손석용. 2004. 열간 교호적심이 콩의 생육 및 수량에 미치는 영향. 한국작물학회지. 제 49권 6호. 457-462.

김정교. 1963. 맥후작 대두의 직파와 이식에 관한 시험. 진주농대 연구보고 2 : 27~29

小林政明. 1955. 大豆の多收穫栽培法. 農業及園藝 30(4) : 25-28

永田忠男. 1950. 早期摘芯が大豆の生育並に收量に及ぼす影響. 日作紀 19 : 323-326.

이한범, 김대균, 김성기. 2008. 콩 도복경감을 위한 재식밀도간 적심시기 구명 시험. 경기도 시험연구보고서. 726-735.

박근룡, 홍은헌, 손석용. 1966. 대두 이식적심 재배. 작시시험연구보고서.

박연규. 1968. 대두의 이식적심에 관한 시험연구. 충북대 논문집 2 : 49~52

6. 연구결과 활용제목

콩 도복피해 경감을 위한 적심정도(영농활용)

▶ 주요 전문용어 해설

- 엽면적지수 : 단위 면적당 식물체 총 엽면적의 배율
- 경직경 : 작물 원줄기 하단부의 직경(지름). 콩은 지제부 위 초생엽절과 제1본엽 사이 측정
- 주경절수 : 원줄기의 마디수
- 분지절수 : 원줄기를 제외한 총 분지의 절수
- T/R율 : 지상부와 지하부의 비율. Top/Root ratio

<table>
<tr><td colspan="2">사업구분 : 기관고유(기본)</td><td colspan="2">Code 구분 : LS 0203</td><td>전・특작(전반기)</td></tr>
<tr><td colspan="3">연구과제 및 세부과제명</td><td>연구기간</td><td>연구책임자 및 참여연구원(☎)</td></tr>
<tr><td colspan="3">콩 재배시 기상변화 대응 연구</td><td>'05～'06</td><td>작물연구과 전작팀 정재현(220-8433)</td></tr>
<tr><td colspan="3">콩 지대별 파종기 차이가 수량 및 품질에 미치는 영향</td><td>'05～'06</td><td>작물연구과 전작팀 정재현(220-8433)
작물연구과 전작팀 김장홍(220-8432)
작물연구과 전작팀 신현만(220-8431)</td></tr>
<tr><td>색인용어</td><td colspan="4">콩, 파종기, 지대</td></tr>
</table>

ABSTRACT

This study was carried out to determine the optimum planting date in two regions(Danyang and Okcheon). The planting date was May 20(early), June 5(mid.) and June 20(late).

Days from planting to flowering, flowering to maturity and planting to maturity were shortened as planting date delayed. The lodging degree according to the planting date was higher at early planting than late. Stem length, stem diameter, number of main stem nodes, number of branches and number of branch nodes have increased in the late planting date.

One hundred seed weight has decreased as planting date delayed and the optimum planting date was June 5 in Danyang and June 20 in Okcheon.

Keywords : soybean, planting date, regions

1. 연구목표

콩의 수량증감에 영향하는 기여정도는 파종시기, 재식밀도, 관수 순이고(大久, 1980) 파종기는 생태형과 작부방식에 따라 달라질 수 있는데 국내에서는 5월 상순부터 7월 상순까지 파종하는 것이 보통이다. 가장 높은 수량을 올릴 수 있는 생리적 파종적기는 단작의 경우 도장이나 만화가 되지 않는 한도 내에서 가장 빠른 파종시기이며 이보다 파종시기가 늦어질수록 수량은 떨어지는데 수량저하 정도는 추대두형보다 하대두형에서 높고 난지보다는 한지에서 높다. 감광성이 큰 추대두형을 조파하면 꽃눈분화가 늦어 과번무하고 도복될 우려가 크며 너무 늦게 파종하면 영양생장 기간이 단축되어 엽면적, 총 분지수, 협수 등 건물생산이 크게 떨어진다(조, 1995). 박 등(1987)은 수량을 늘리는 데는 생육량의 증대가 전제되는데 생육전기부터 이를 크게 하면 과번무에 의한 도복으로 감수되기 쉬우므로 적정 생육량의 확보가 중요하다고 하였다.

실제적인 적정 파종기는 재배지역의 기후나 작부체계, 재배법 및 품종 등에 따라 달라질 수 있는데 최근에는 지구 온난화가 진행되면서 평균온도가 상승하여 중부지역의 5월 중・하순 파종은 장마기인 7월 상・중순 까지 영양생장이 과도하여 도복의 발생이 심하고 개화가 장마철에 이루어 져 착협율이 떨어지는 문제가 있다. 그런 이유로 농가에서는 파종시기를 6월 이후로 늦추는 추세이다.

이렇듯 조파하면 안정적인 생산에 불리하고 만파하면 수량의 저하가 우려되어 최근 기상의 변화에 대응하여 기후지대가 상이한 단양과 옥천 두 지역에서 파종기별 재식밀도를 달리하여 적정 파종시기를 구명하기 위하여 시험을 수행하였다.

2. 재료 및 방법

본 시험은 2005년부터 2006년까지 2년 동안 충북농업기술원 전작 시험포장에서 수행하였으며 시험에 사용된 콩 품종은 대립, 만생종 계통인 대원콩으로 하였고 시험장소는 해발 400m, 중산간지인 단양과 해발 200m, 중간지인 옥천 두 곳에서 수행하였다.

파종시기는 5월 20일, 6월 5일, 6월 20일로 15일 간격, 3수준으로 처리하였고 재식거리 및 파종본수는 표 1과 같은데 2005년은 모든 파종기에 동일한 재식밀도를 적용하였고 2006년에는 파종기별로 재식거리와 파종본수를 달리하여 난괴법 3반복으로 시험하였다.

생육특성은 파종 후 30일째 되는 날과 10월 성숙기 이후 수확직전의 2회에 걸쳐 조사하였고 수량은 시험구별 9.6m²씩을 수확하여 조사하였으며 기타 조사는 '농업과학기술연구조사분석기준'에 의거 실시하였다.

표 1. 시험년도별 재식거리 및 파종본수

시험년도	파종기	재식거리 (휴폭×주간, cm)	파종본수 (천본/10a)
2005	5월 20일	60×15	22
	6월 5일		22
	6월 20일		22
2006	5월 20일	60×10~15	22
	6월 5일		27
	6월 20일		33

3. 결과 및 고찰

가. 시험년도의 기상

그림 1과 그림 2는 단양과 옥천의 지대별 평균온도와 강수량의 월별 변화로 2005년은 평년보다 다소 높은 온도가 유지됐으나 7월 이후 9월 성숙기까지 강우가 집중돼 립 비대와 종실 등숙에 저해요인으로 작용하였다.

2006년은 7월 내내 계속적인 강우로 평균온도가 평년보다 낮게 유지되어 파종기가 늦은 시험구에서 출현이 불량하고 초기 생육량 확보에 어려움이 있었으며 8월 이후엔 강수량이 극히 적어 협 신장과 립 비대가 원활하지 못했다.

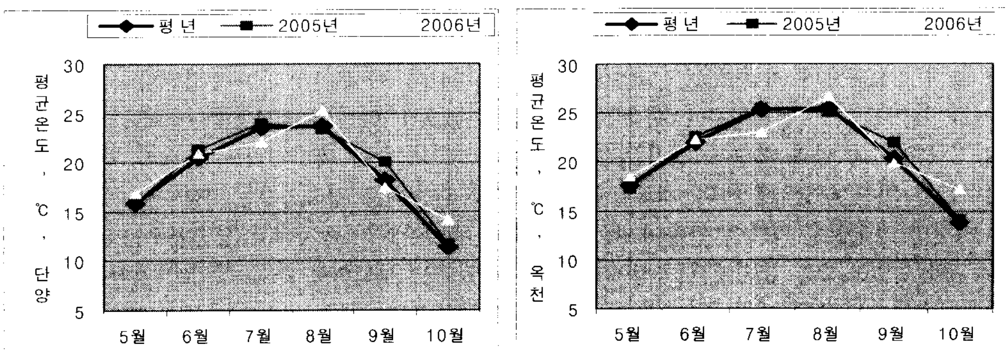

그림 1. 단양과 옥천의 평년 대비 시험년도의 월별 평균온도 변화

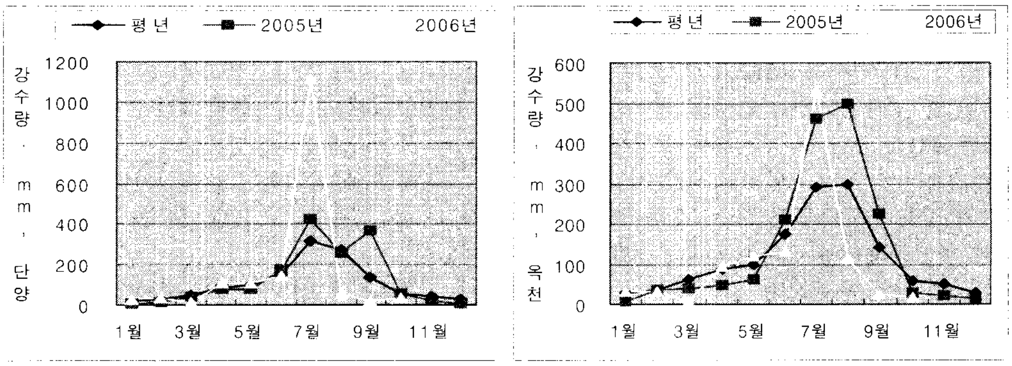

그림 2. 단양과 옥천의 평년 대비 시험년도의 월별 강수량 변화

나. 생장단계별 일수

표 2의 지대별 출현일수는 5~9일로 단양보다 옥천에서 짧았고 파종기가 늦을수록 단축되는 양상이었다. 백 등(1995)도 평야지와 고랭지의 파종 후 출현일수는 5월 중순에는 고랭지가 저온으로 인해 3일 늦었지만 6월 중순 이후에는 큰 차이가 없었다고 하였다.

개화기는 5월 20일, 6월 5일, 6월 20일 파종이 각각 7.18~7.20, 7.24~7.26, 8.2~8.5일 이었고 개화일수는 5월 20일 파종이 58~61일, 6월 5일 파종이 48~51일, 6월 20일 파종이 43~46일로 단양보다는 옥천에서 짧았고 파종기가 늦을수록 단축되어 출현일수와 같은 경향을 보였다.

표 2. 지대별 파종기에 따른 출현일수, 개화기, 성숙기 및 생육일수

지대별	파종기	출현일수 (일)	개화기 (월.일)	개화일수 (일)	성숙기 (월.일)	성숙일수 (일)	생육일수 (일)
단양	5월 20일	9	7.20	61	10. 9	80	141
	6월 5일	7	7.26	51	10.13	77	128
	6월 20일	6	8. 5	46	10.17	72	118
옥천	5월 20일	7	7.18	58	10.10	83	141
	6월 5일	7	7.24	48	10.15	81	129
	6월 20일	5	8. 2	43	10.18	76	119

성숙기는 5월 20일, 6월 5일, 6월 20일 파종이 각각 10.9~10.10, 10.13~10.15, 10.17~10.18일 이었고 성숙일수는 5월 20일, 6월 5일, 6월 20일 파종이 각각 80~83일, 77~81일, 72~76일로 파종기가 지연될 수록 짧게 소요됐으나 지대별로는 단양이 오히려 옥천보다 3~4일 정도 단축되었다.

파종기가 늦어질수록 생육일수는 단축된다는 많은 보고가 있는데(정 1984; 이 등, 1991; 백 등, 1995) 김 등(1991)은 만파 할수록 일평균 기온이 높아 개화일수가 짧아진다고 했으며, 이 등(1986)은 파종기를 15일 만큼 늦출 때 마다 개화일수는 5~10일 단축되고 성숙일수는 2일 정도 단축되었다고 하였다. 지대별 성숙일수 차이에 관하여 백 등(1995)의 평야지와 고랭지에서 성숙일수는 5월 중순에서 고랭지가 3일 늦었고, 7월 중순에서는 평야지가 3일 길었다는 보고와는 조금 상이한 결과를 보였다.

총 생육일수는 5월 20일, 6월 5일, 6월 20일 파종이 각각 141일, 128~129일, 118~119일로 파종기가 늦을수록 단축되었고 그 단축일수는 6월 5일과 6월 20일 파종이 5월 20일 파종에 비하여 각각 12~13일, 22~23일 이었고 단양이 옥천보다 1일 정도 짧았다.

다. 도복 및 병충해 발생

표 3에서 도복은 생육량이 많았던 옥천에서 단양보다 높게 발생하였고 파종기가 빠를수록 높았다. 불마름병 발생정도와 노린재 피해정도 역시 조파 할수록 발생이 많이 돼 피해정도가 높았다. 백 등(1995)도 콩 종실의 피해립율, 미이라병 등은 파종기가 빠를수록 높게 나타났다고 하여 비슷하였다.

표 3. 도복정도, 불마름병 및 노린재 피해 정도

지대별	파종기	도복정도 (0-9)	불마름병 발생정도 (0-9)	노린재 피해정도 (0-9)
단양	5월 20일	5	7	5
	6월 5일	3	5	3
	6월 20일	1	3	3
옥천	5월 20일	7	5	7
	6월 5일	5	3	5
	6월 20일	3	1	3

라. 파종 후 30일의 생육특성

표 4는 각 파종구별로 파종한 후 30일 째의 생육상황을 조사한 것으로 5월 20일 파종보다 6월 5일 파종에서 경장, 경직경, 주경절수, 건물중이 대체로 크거나 많았으며 6월 20일 파종은 7월의 집중적인 강우로 생육량이 상대적으로 저조하였다.

표 4. 파종기별 파종 30일 후의 생육 및 건물중

지대별	파종기	경장 (cm)	경직경 (mm)	주경절수 (개)	건물중 (g/주)
단양	5월 20일	20	3.7	4.0	2.0
	6월 5일	35	3.9	5.6	3.2
	6월 20일	31	3.5	5.7	2.4
옥천	5월 20일	23	3.8	4.7	2.5
	6월 5일	33	4.3	5.0	3.1
	6월 20일	32	3.6	6.6	3.0

마. 성숙기의 생육특성

성숙기의 파종기별 생육 및 분지특성은 표 5와 표 6에서와 같다. 경장, 경직경, 주경절수는 파종기가 빠를수록 컸고 분지수와 분지 총절수는 차이가 없었으나 옥천의 분지 총절수 만이 조파 할수록 많았다. 지대별로는 옥천이 단양보다 경장, 경직경이 컸고 분지수는 단양에서 많았는데 백 등(1995), 정 등(1984)은 파종시기가 가장 적정할 때 경장이 가장 길었으며 지대별로는 평야지보다 고랭지에서 경장이 짧았다고 보고하여 비슷한 경향을 보였다.

표 5. 단양의 성숙기 생육 및 분지특성

파종기	경장 (cm)	경직경 (mm)	주경절수 (개)	분지수 (개/주)	분지총절수 (개/주)
5월 20일	83	7.8	15.1	4.2	19.7
6월 5일	72	6.4	14.1	4.0	15.8
6월 20일	69	5.3	13.7	4.4	16.9
LSD(0.05)	8.31	0.82	0.82	NS	NS

표 6. 옥천의 성숙기 생육 및 분지특성

파종기	경장 (cm)	경직경 (mm)	주경절수 (개)	분지수 (개/주)	분지총절수 (개/주)
5월 20일	105	8.7	15.6	3.7	20.3
6월 5일	85	6.6	13.5	3.5	15.4
6월 20일	75	6.2	13.0	3.4	13.9
LSD(0.05)	4.78	0.82	1.32	NS	3.64

바. 2005년의 생육 및 수량

표 7은 2005년 파종기별 재식밀도를 동일하게 처리했을 때의 콩 생육과 수량을 나타낸 것이다. 경장, 경태는 단양에서, 조파 할수록 컸고 도복도 파종기가 빠를수록 많이 발생하였다. 협수, 립수는 5월 20일 파종에서 가장 양호하였으며 100립중과 수량은 만파 할수록 감소하였고 지대별로는 옥천에서 높게 나타났다.

만파할수록 건물중, 100립중 및 종실수량은 감소하고(김 등, 1991; 이 등, 1986; 박과 손, 1987) 박(1974)과 정(1984)은 파종기별 수량은 5월 15일 파종에 비하여 6월 5일은 12%, 6월 25일은 22% 정도 감소하고 4월 20일부터 5월 30일 파종 까지의 종실수량은 비슷하였으나 6월 20일과 7월 20일 파종은 수량이 급격히 감소된다고 보고하였다.

표 7. 생육, 도복정도, 수량구성요소 및 수량(2005년)

지대별	파종기	경 장 (cm)	경 태 (mm)	도복정도 (0-9)	협 수 (개/개체)	립 수 (개/개체)	백립중 (g)	수 량 (kg/10a)
단 양	5월20일	98	7.0	7	53.4	68	27.5	247
	6월 5일	73	5.7	5	41.5	54	26.8	236
	6월20일	71	4.9	1	39.6	52	25.8	226
옥 천	5월20일	67	6.6	5	44.7	66	27.5	280
	6월 5일	62	6.0	3	39.6	60	27.4	262
	6월20일	48	5.3	1	39.5	62	24.8	263

표 8. 단양의 수량 구성요소 및 수량(2006년)

파종기	협수 (개/주)	립수 (개/주)	비정상립수 (%)	100립중 (g)	수 량 (kg/10a)	수량 지수
5월 20일	52	83	25.2	24.8	190	100
6월 5일	53	95	23.3	23.8	229	121
6월 20일	63	104	24.2	20.9	205	108
LSD(0.05)	6.86	10.78		1.75	25.34	

표 9. 옥천의 수량 구성요소 및 수량(2006년)

파종기	협수 (개/주)	립수 (개/주)	비정상립수 (%)	100립중 (g)	수 량 (kg/10a)	수량 지수
5월 20일	30	61	16.5	30.8	206	100
6월 5일	42	76	16.0	30.9	246	119
6월 20일	48	101	12.1	27.6	313	152
LSD(0.05)	13.09	28.12		1.31	44.56	

사. 수량특성

표 8과 표 9는 단양과 옥천의 수량구성요소와 수량을 나타낸 것으로 협수와 립수는 파종기가 늦을수록 증가하여 6월 20일 파종에서 협수는 48~63개/주이고 립수는 101~104개/주로 가장 많았다. 지대별로는 옥천보다 단양에서 많았다. 백 등(1995)의 파종기 시험에서 주당 협수는 파종기가 늦어질수록, 평야지보다 고랭지에서 감소된다고 했는데 본 시험에서는 옥천의 조파구에서 노린재 발생이 극심했고 단양의 5월 20일 파종에서 불마름병 발생이 높아 협과 립의 발달을 저해했기 때문이라 판단된다.

비정상립수는 대체로 파종기가 빠를수록, 옥천보다는 단양에서 많이 발생하였는데 생리적 미성숙립의 증가와 불마름병 발생 및 노린재 피해 등의 병·충해 립 증가에 의한 것으로 보인다.

100립중은 파종기가 늦어질수록 감소하였으며 단양보다 옥천에서 월등히 높았다. 수량은 단양에서 6월 5일 파종이 229kg/10a로, 옥천에서는 6월 20일 파종이 313kg/10a로 각각 가장 높았고 단양보다 옥천에서 대체로 높게 나타났다. 백 등(1995)은 파종기가 늦어지면 100립중은 가볍고 평야지보다 고랭지에서 100립중이 가볍고 수량도 감소된다고 하여 본 시험 결과와 일치했으나 김 등(1991)은 고랭지인 진부에서 100립중과 수량이 평야지보다 높았다고 하여 상이한 결과를 보였다. Dunphy(1979)는 착협성기에서부터 생리적 성숙기까지의 소요일수가 종실수량과 높은 상관이 있다고 했는데 본 시험에서는 성숙일수가 단양보다 옥천에서 길어 100립중과 수량이 높게 유지된 것으로 보인다.

4. 적 요

파종기가 빠르면 도복 등 재배의 불안요인이 증대되고 만파하면 수량이 감소되는 문제가 있어 단양과 옥천지역에서 파종기별 재식밀도를 달리하여 적정 파종시기를 결정하기 위한 시험을 수행하였다.

출현일수, 개화일수 및 성숙일수는 파종기가 늦을수록 모두 단축되었고 단양보다는 옥천에서 짧았으나 성숙일수 만이 단양이 옥천보다 3~4일 정도 짧았다. 총 생육일수 역시 파종기가 늦을수록 단축되었는데 그 단축일수는 6월 5일과 6월 20일 파종이 5월 20일 파종에 비하여 각각 12~13일, 22~23일 이었고 단양이 옥천보다 1일 정도 짧았다.

도복, 불마름병 발생정도 및 노린재 피해정도는 5월 20일 파종이 가장 높아 파종기가 늦을수록 적었다.

경장, 경직경, 주경절수, 분지수 및 분지 총절수 모두 5월 20일 파종이 가장 크거나 많았으며 파종기가 늦을수록 적어지는 경향이었고 단양보다 옥천의 생육량이 많았다.

100립중은 파종기가 늦어질수록 감소하였으며 단양보다 옥천에서 월등히 높았다. 수량은 단양에서 6월 5일 파종이 229kg/10a, 옥천에서는 6월 20일 파종이 313kg/10a로 각각 가장 높았고 단양보다 옥천에서 높았다.

5. 인용문헌

조재영, 김기준, 김봉구, 이중호 등. 1995. 식용작물학Ⅱ. 향문사 p. 309~310.

Dunphy, E.J., J. J. Hanway, and D. E. Green. 1979. Soybean yields in relation to days between specific developmental stages. Agronomy J. 71 : 917~920.

정길웅. 1984. 하대두의 파종기 및 비닐멀칭 재배가 생육 및 수량에 미치는 영향. 한작지 29(1) : 50~54.

김두열, 김광호, 홍정기, 이성열, 이한범, 허범량. 1991. 하대두 재배방법의 차이가 종자생산에 미치는 영향. 한작지 35(4) : 342~351.

이돈길, 최동국, 김대호, 최영근. 1986. 풋콩 이용에 관한 연구 1. 풋콩 재배시기 이동이 생육 및 수량에 미치는 영향. 농시논문(전・특작) 28(2) : 137~141.

이영호, 진문섭, 홍은희. 1991. 팥・녹두의 파종기가 개화 및 성숙에 미치는 영향. 농시논문집(전・특작편) 33(3) : 5~14.

大久保隆弘, 齊藤正隆 등. 1980. 大斗の生態と栽培技術. 農山漁村文化協會 : 94~124.

백인열, 신두철, 박창기, 이진모, 서형수. 1995. 풋콩 재배지에 따른 파종시기가 종자생산에 미치는 영향. 한작지 40(1) : 44~51.

박연규. 1974. 품종 및 파종기 이동이 대두의 수량형질과 단백질 및 유지함량에 미치는 영향. 한작지(15) : 77~83.

박연규, 손석용. 1987. 콩의 source-sink 관계를 중심으로 수량 지배요인 구명에 관한 연구. 농시논문집 : 263~281.

6. 연구결과 활용제목

중부지역 지대별 콩 적정 파종시기(영농활용)

▶ 주요 전문용어 해설

- 하대두형과 추대두형 : 여름형 콩과 가을형 콩. 콩의 생태형으로 분류하는 방법. 하대두형은 감온성이 커 조생계통이 많고 개화와 성숙기간이 짧다. 반면 추대두형은 감광성이 커 일찍 파종하여도 개화와 성숙을 단축시키기 어렵고 파종기를 늦추면 하대두형에 비하여 그 기간을 크게 줄일 수 있다.
- 개화일수 : 파종으로부터 개화기까지의 기간
- 성숙일수 : 개화기부터 성숙기까지의 기간

<table>
<tr><td>사업구분 : 기관고유(기본)</td><td colspan="2">Code 구분 : LS 0203</td><td>전 · 특작(전반기)</td></tr>
<tr><td colspan="2">연구과제 및 세부과제명</td><td>연구기간</td><td>연구책임자 및 참여연구원(☎)</td></tr>
<tr><td colspan="2">신소득 작목 개발 연구</td><td>'04～'06</td><td>작물연구과 전작팀 김장홍(220-8432)</td></tr>
<tr><td colspan="2">작두콩 착협율 증대기술 개발연구</td><td>'04～'06</td><td>작물연구과 전작팀 정재현(220-8433)
작물연구과 전작팀 신현만(220-8431)
음성시설농업시험장 시설환경팀 유인모(220-5886)</td></tr>
<tr><td>색인용어</td><td colspan="3">작두콩, 착협율, 적심, 엽면살포</td></tr>
</table>

ABSTRACT

Sword bean(*Canavalia gladiata* DC.) is one of the medicinal herb and special leguminous crop which is used as healthful tea or added to korean original soysource products. This study was carried out to increase the yields of sword bean in the green house cultivation. Experimental plots were designed with the non-application(NA), pinching treatment at 5^{th} leaf stage(PT), urea folia application at flowering stage(UA), and PT+UA. The number of branch had increased in the PT+UA as 0.7～2.2/plant and the number of flower in the PT was higher as 14～15/plant compared with NA. The 100 seed weight of PT increased as 35g/plant compared with NA, and the yields of PT+UA had increased as 26% compared as that of NA.

Keywords : sword bean, rate of podding, pinching, leaf spray

1. 연구목표

작두콩(*Canavalia gladiata* DC.)은 1년생 덩굴성 식물로 콩꼬투리가 칼날이나 작두칼날처럼 길어 우리나라에서는 칼콩 또는 작두콩이라 불리워 진다. 원산지는 열대아시아 지역으로써 사료작물, 녹비작물 또는 토양보호 작물로 재배되며, 어린 협과 알맹이는 채소로 이용된다(Purseglove, 1974). 일본에는 에도시대인 1600년대 초기에 도입된 것으로 추정되며 이후 소규모로 재배되었는데(Hoshkawa, 1981), 순화지역을 설정하는데 어려움을 겪기도 하였다. 열매는 크고 납작한 꼬투리로 길이가 10~30㎝, 지름 3~5㎝, 꼬투리 겉에는 짧고 가는 털이 덮여있고 등쪽 가장자리가 불룩하며, 꼬투리 끝은 굽어있거나 갈고리 모양이다. 작두콩 콩알의 배꼽은 콩 길이의 4분의 3이나 되어, 다른 비슷한 콩알과 구별하는 지표가 된다. 즉 아무리 겉보기에는 작두콩과 같아도 배꼽의 길이가 콩알길이의 4분의 3이나 되는 것은 작두콩 밖에는 없다(조, 1996).

일반적으로 콩은 착화수가 매우 많지만 정상적으로 결실 · 성숙하는 것은 극히 적어 결협율이 20~45%에 불과하고, 그 밖에는 모두 낙뢰, 낙화, 낙협 등으로 화기가 탈락하며, 또 종실의 발육정지 등으로 손실된다. 이와 같은 화기탈락의 70% 이상, 그리고 종실 발육정지의 15% 이상은 배의 발육정지가 그 원인이 되어 꼬투리와 종실의 발육을 정지시키며(조, 1986), 화기손실은 착화수가 많고 등숙 과정에서 발육단계를 달리하는 많은 꽃이나 어린 꼬투리 또는 종실 등이 심하게 경합함으로써 약세화나 약세립이 발육과정에서 영양부족으로 손실된다. 결협율을 높이기 위한 방법으로는 이식 · 적심재배에 의한 2단 개화 조절과 개화기 요소 엽면살포, 관수 및 배토, 질소 비료의 시용 등이 있다(조, 1986).

따라서 본 시험에서는 작두콩 재배시 개화수는 많으나, 낙화로 인한 결협율이 낮은 문제를 해결하여 수량 증수를 위해 적심 및 요소 엽면살포 유무에 따른 작두콩의 생육과 수량을 검토함으로써 작두콩 재배기술 확립을 위한 기초자료로 활용하고자 실시하였다.

2. 재료 및 방법

본 시험은 2004~2006년에 걸쳐 충북농업기술원 전작포장 비닐하우스에서 수행하였다. 시험재료는 작두콩(백두)를 사용하였으며, 처리내용은 관행재배, 5엽기적심, 개화기 요소엽면살포, 5엽기적심+개화기 요소엽면살포 등 4처리를 두었으며, 4월 중순에 파종하여 휴폭 60×30㎝(주간) 1주1본으로 정식하여 시비량은 N-P_2O_5-K_2O=6-9-7㎏/10a으로 하였으며, 기타 재배 및 관리는 콩 표준 재배법에 준하였다. 시험구배치는 난괴법 3반복으로 하였으며, 시험구당 면적은 10㎡이었다. 지상부 생육조사는 생육이 균일한 지점을 선정하여 10주를 조사하였고, 수량 및 수량구성요소는 2㎡를 수확하여 10a로 환산하였다. 각종 형질조사는 농촌진흥청 농사시험연구조사기준에 준하였고(농촌진흥청, 1995), 시험결과는 PC용 통계패키지인 MYSTAT(최, 2000)를 이용하여 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 적심 및 요소 엽면살포 유무에 따른 작두콩의 지상부 생육

적심 및 요소 엽면살포 유무에 따른 작두콩의 지상부 생육은 표 1과 같다. 경장과 절간장은 관행과 개화기 요소엽면살포 처리의 419~420cm에 비해 5엽기 적심처리로 생육은 절반정도이었으나, 주경절수와 분지수는 적심처리로 적심을 하지 않은 관행과 개화기 엽면살포처리에서는 각각 4.9~6.2개, 1.5~2.2개가 적었다. 이와 같은 결과는 서 등(1968)이 일반콩에서 적심재배시 경장은 짧아지지만 분지수는 증가하였다는 보고와 일치하였다. 경태는 처리간 차이가 인정되지 않았다. 이상의 결과에서 요소엽면살포보다는 적심처리에 따른 차이가 더 현저한 것으로 판단되었다.

표 1. 적심 및 요소 엽면살포 유무에 따른 작두콩의 지상부 생육

처 리	경 장 (㎝)	주경절수 (개/개체)	분지수 (개/개체)	절간장 (㎝)	경 태 (㎜)
관행	420a♪	28.6b	2.2b	14.7a	12.5a
적심(5엽기)	262b	34.8a	4.4a	7.5b	12.4a
개화기 요소엽면살포	419a	28.5b	2.9b	14.7a	11.7a
적심+개화기 요소엽면살포	270b	33.5a	4.4a	8.0b	12.5a

♪DMRT(5%)

나. 적심 및 요소 엽면살포 유무에 따른 작두콩의 개화특성

적심에 따른 작두콩의 개체당 개화수는 관행구에 비하여 적심처리구에서 14~15개가 많았다(표 2). 화경당 개화수는 차이가 없었다. 이는 적심에 따른 분지수의 증가에 따라 총화수가 늘어난데 기인한 것으로 판단된다. 협장과 협폭은 처리간에 차이가 인정되지 않았다. 지상부의 개체당 생체중은 무적심의 관행과 개화기 엽면살포처리의 443~462g에 비해 적심처리에서 118~172g가 무거웠는데, 이는 요소엽면살포의 효과보다는 적심에 의한 영향이 지상부 생체중에 영향을 미친 것으로 판단된다.

표 2. 적심 및 요소 엽면살포 유무에 따른 작두콩의 개화수 및 생육특성

처 리	개 화 수		협 장	협 폭	지상부생체중
	(개/개체)	(개/화경)	(cm)	(mm)	(g/개체)
관행	81b[♪]	8.8a	27.1a	33.9a	462c
적심(5엽기)	96a	8.3a	28.1a	34.7a	615a
개화기 요소엽면살포	83b	8.8a	27.9a	34.3a	443c
적심+개화기 요소엽면살포	95a	8.3a	27.8a	34.6a	561b

[♪]DMRT(5%)

다. 적심 및 요소 엽면살포 유무에 따른 작두콩의 수량 및 수량구성요소

적심 및 요소엽면살포에 따른 작두콩의 수량구성요소는 표 3과 같다. 개체당 협수, 협당립수, 착협율은 처리간 차이가 없었다. 100립중과 수량은 적심처리 함으로써 증가하였는데, 福本(1953)는 콩 적심처리로 결협율 및 100립중이 증가하여 수량 증수로 이어진다는 결과와 일치하였다. 수량은 관행 281kg/10a에 비하여 적심과 적심+개화기 요소엽면살포로 각각 23%, 26%가 증수되었으며, 개화기 요소엽면처리로 8%의 수량이 증수되었다.

따라서 작두콩의 재배에 있어서 관행재배 보다는 생육 5엽기 적심처리가 바람직할 것으로 판단되며, 엽면처리에 관한 연구는 보다 심도있는 시험이 수행되어야 할 것으로 생각된다.

표 3. 적심 및 요소 엽면살포 유무에 따른 작두콩의 수량 및 수량구성요소

처 리	협 수 (개/개체)	립수 (협)	착협율 (%)	100립중 (g)	수 량 (kg/10a)	지 수
관행	6.9a[♪]	6.9a	8.5a	230b	281b	100
적심(5엽기)	7.7a	7.1a	8.0a	265a	345a	123
개화기 엽면살포	7.2a	7.5a	8.7a	232b	303ab	108
적심+개화기 요소엽면살포	7.2a	7.2a	7.6a	265a	354a	126

[♪]DMRT(5%)

4. 적 요

작두콩 착협율 증대를 통한 작두콩 재배기술을 확립하고자 적심 등 4처리를 두어 2004년부터 3년간 시험한 결과를 요약하면 다음과 같다.

가. 경장은 관행구가 적심처리구에 비해 150~158cm 길었고, 절수는 적심처리구에서 관행구보다 4.9~6.2개 많게 나타났다.

나. 분지수는 관행구에 비해 다른처리구에서 0.7~2.2개 많게 나타났으며, 경태, 협장, 협폭은 뚜렷한 경향을 보이지 않았다.

다. 개화수는 관행처리에 비해 적심처리구에서 개체당 14~15개 많았고, 화경당 개화수는 비슷한 수준이었다.

라. 수확기 지상부 생체중은 관행구보다 적심처리구에서 99~153g 무겁게 나타났다.

마. 개체당 협수는 6.9~7.7개로 비슷한 경향을 보였고, 착협율은 관행구에 비해 적심처리구에서 0.5%정도 낮았다.

바. 100립중은 적심처리구에서 관행구보다 35g 무겁게 나타났고, 10a당 수량은 관행구 281kg/10a에 비해 적심+개화기 요소엽면살포 처리가 수량이 26% 증대되었다.

5. 인용문헌

최봉호. 2000. NEW MYSTAT. 충남대학교 pp. 36~106.

조재영. 1986. 전작. 향문사. 서울. pp. 248~249.

조규형. 1996. 도두건강법. 도서출판거림.

福本・小淵一夫. 1953. 大豆の移植摘心栽培法. 農業及園藝 28(1):68~72.

Hoshikawa, K. 1981. Natamame (Sword bean). in Shokuyou Sakumotu (Food Crops). Yoken-do. Tokyo. pp. 547~548.

이재웅, 김익제, 유인모. 2001. 작두콩 다수확을 위한 질소추비량. 충북시험연구보고서. pp. 66~70.

Mayer, M.A. and Y. Shain. 1974. Control of seed germination. *Ann. Rey. Plant Physiol.* 25: 167~193.

Purseglove, J. W. 1974. Tropical crops : Dicotyledons. Longman. London. pp. 242~246.

서영수, 서봉구, 권순국, 박재원. 1968. 콩 시비량별 직파 이식간의 적심효과시험. 경북농촌진흥원. 시험연구보고서.

6. 연구결과 활용제목

적심처리에 의한 작두콩 수량증대 기술(영농활용)

▶ 주요 전문용어 해설

・ 결협율 : 개화하여 수분・수정후 협과로 결실하는 비율

사업구분 : 기관고유(기본)		Code 구분 : LS 0205		전 · 특작(전반기)
연구과제 및 세부과제명		연구기간	연구책임자 및 참여연구원(☎)	
참깨 안전재배기술 확립시험		**'04~'07**	**작물연구과 특작팀 남상영(220-8441)**	
녹비작물을 이용한 참깨 연작장해 경감 연구		'04~'06	작물연구과 특작팀 남상영(220-8441) 작물연구과 특작팀 김인재(220-8442) 작물연구과 특작팀 김민자(220-8443) 농업환경과 병리곤충팀 강효중(220-8352)	
색인용어	참깨, 녹비작물, 연작경감, 호밀, 헤어리벳치, 귀리			

ABSTRACT

The green manure crops such as rye, hairy vetch and scotch oat were applied to eradicate the injury by continuous cropping system(CCS) of sesame(*Sesamum indicum* L.) cultivation, which manure was sowed in latter-September or mid-October and returned to soil in the next year of May. The growth and yields were increased as 33%(65.0kg/10a) in the rotational cropping system(RCS) compared to continuous cropping of 48.9kg/10a. In the CCS of sesame, it was increased as 10~15% in the green manure crop cultivation, and rye cultivation was the most effective crop to reduce the injury of continuous cropping in the green manure crops. The RCS displayed lower disease outbreak and *Fussarium oxysporum* density in the soil compared with the CCS, and the green manure showed good effect in the CCS of sesame. In the RCS, the porosity was most high in the RCS and CCS of rye green manure cultivation, while rye and hairy vetch was effective way to reduce the injury of continuous cropping. The outbreaks of wilt disease and phytophthora blight were increased as the CCS years, however displayed lowest outbreaks of disease and the yields showed highest in the rye cultivation.

Keywords : sesame, green manure, rye, hairy vetch, scotch oat

1. 연구목표

참깨(*Sesamum indiucum* L.)는 유료작물 중에서 재배역사가 가장 길며, 50% 내외의 기름과 22% 내외의 단백질 · 탄수화물 · 비타민 · 칼슘 및 인 등의 중요한 영양분을 함유하고 있고, sesamin과 sesamolin 등의 강력한 항산화물질을 함유하고 있어서 산패에 대한 안정성이 높아 국민 보건 상 매우 중요한 전통식품으로 이용되어 왔다(이 등, 1996). 또한 인체에 유익한 양질의 기름을 생산하는 식용 유료작물로써 다수확 신품종의 보급과 비닐멀칭에 의한 안전재배법이 확립됨으로써 다수확이 가능하여 농가의 주요 경제작물로 대두되고 있으며(이 등, 1982), 최근 5년간 재배면적은 2001년 44천 ha, 2002년 44천 ha, 2003년 35천 ha, 2004년 32천 ha, 2005년 34천 ha로 2003년에 재배면적이 21% 감소 후 32~35천 ha의 면적을 유지하고 있다(농림부, 2001~2006).

우리나라에서 참깨에 발생하는 병해의 종류는 18종이 알려져 있는데(Cho *et al.*, 1982), 그 중에서 토양전염성병인 *Fusarium* spp에 의한 시들음병의 피해가 크며(박, 1965), 방제법으로써 화학적 방제와 멀칭 등의 경종적 관리에 의존하고 있는 실정이고, 연작시 주로 문제가 되는 병은 역병, 시들음병, 입고병 등의 토양전염성병(강 등, 1991)이다.

Chung *et al.*(1989)은 연작시 가밀도, 경도 등의 증가로 토양 물리성이 악화되어 지하부 환경이 불량해짐으로써 수량감소의 원인이 된다고 하였으며, Paik *et al.*(1988)도 참깨 연작연수가 경과할수록 토양 중의 *F. oxysporum* 밀도와 시들음병의 이병주가 증가되어 수량이 현저히 감소된다고 하였다.

강 등(1991)은 참깨수량은 1년 재배에 비해 연작연수가 증가함에 따라 감소되어 2년~5년 연작까지 32~64%까지 감수하고, 생육 및 수량구성요소가 부진하다고 하였으며, Chung *et al.*(1989)은 참깨 1년작에 비하여 4년 연작에서 33% 감소한다고 하였다.

참깨 병해발생은 연작장해가 가장 큰 요인이며(松田 등, 1970; 이 등, 1982), 경감대책으로 윤작을 도입하는데, 옥수수+참깨와 콩+참깨 윤작 시 생육 및 수량이 양호하여 연작대비 41% 증수한다고 하였으며(Kim *et al.*, 1998), 강 등(1986)은 땅콩+참깨와 밭벼+참깨 윤작에서, 이 등(1996)도 2년 1기로 윤작이 연작에 비하여 생육 및 수량의 증가를 가져왔다고 하였다.

이상과 같이 연작에 관하여 많은 연구가 이루어졌으나, 연작에 의하여 병해발생의 증가로 종합적인 병해 방제체계가 시급한 실정이며, 녹비작물재배에 따른 참깨 연작경감에 대해서는 더욱 미흡하다. 따라서 본 연구에서는 녹비작물을 참깨파종 전년도 10월 중순에 파종 재배 후 이듬해 5월 상순 토양에 환원한 다음 참깨를 재배하여 녹비작물 간에 생육, 수량 및 병해발생 정도를 구명하여 연작장해 경감을 위한 재배법개선에 필요한 기초자료를 얻고자 하였다.

2. 재료 및 방법

본 시험은 연작장해 경감 녹비작물을 선발하고자 2004년부터 2006년에 걸쳐 충청북도농업기술원 특작시험 포장에서 실시하였으며, 시험 전 토양의 이화학적 특성은 표 1과 같다.

표 1. 시험 전 토양의 이화학적 특성

pH (1:5)	OM (%)	P_2O_5 (mg/kg)	EX-cation (cmol/kg)			C.E.C (cmol/kg)
			K	Ca	Mg	
7.2	1.2	214	0.18	3.6	1.1	11.6

시험품종은 수원깨였으며, 작부방법은 윤작으로 땅콩 재배 후 참깨를 재배하였고, 연작으로 참깨+참깨, 헤어리벳치+참깨, 호밀+참깨, 귀리+참깨 등 5처리로 시험을 수행하였다. 녹비작물인 헤어리벳치는 참깨파종 전년 9월 하순에 3 kg/10 a, 호밀과 귀리는 10월 중순에 12 kg/10 a 파종 후 이듬해 5월 상순 경운 후 토양에 환원하였다. 시비는 표준시비량을 계산하여 시비하였으며, 참깨는 5월 중순에 재식거리는 휴폭 100 cm(2열), 주간 10 cm로 하여 참깨전용배색비닐을 피복 후 파종하였고, 기타재배방법은 충북농업기술원 표준재배법에 준하였으며, 시험구배치는 난괴법 3반복으로 하였고, 각 시험구 면적은 30.0 ㎡로 하였다.

토양분석은 농촌진흥청 토양화학분석법(농촌진흥청, 1988)에 의하였고, 3상은 core를 이용 측정하였다. 경장은 지면에서 줄기 정단까지의 길이, 착삭부위장은 처음 달린 삭의 부위에서 끝에 달린 삭의 부위까지의 길이, 수량은 입모가 균일한 지점의 2 ㎡ 면적에서 얻은 종실중을 환산 측정하였다. 주당삭수는 포기당 꼬투리의 총수, 유효분지수는 포기당 삭이 달린 분지의 수(주경제외)를 조사하였다. 시들음병균(*Fusarium oxysporum*)의 밀도는 Komada 배지를 이용하여 토양내에서 측정하였으며, 처리구별로 채취한 토양시료 1g을 증류수 9 ml와 혼합 후 다시 이것을 1/10과 1/100로 희석하여 3가지 농도의 시료를 각각 100 ㎕씩 배지에 도말하고 25℃에서 7일간 배양 후 형성된 시들음병균 콜로니의 수를 측정하였다. 생육조사는 수확시기에 하였으며, 그 외의 형질은 농촌진흥청 농사시험연구조사기준에 준하였고(농촌진흥청, 1995), 시험결과는 PC용 통계팩키지인 MYSTAT(최, 1998)를 이용하여 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

땅콩+참깨(윤작), 연작으로 참깨+참깨, 녹비작물(호밀, 헤어리벳치, 귀리)+참깨 등 작부방법을 달리하였을 때의 참깨생육은 표 2에서와 같다.

연작에 비하여 윤작에서 생육이 양호하였는데, 이는 참깨는 연작시 윤작에 비해서 생육이 감소한다는 이 등(1991)의 보고와 일치한 결과였으며, 연작 간에는 녹비작물재배에서 양호한 경향이었고, 녹비작물 간에 경장은 호밀재배에서 94 cm로 다른 녹비작물에 비하여 2~4 cm 길었다. 착삭부위장은 호밀과 헤어리벳치재배에서는 차이가 인정되지 않았으나, 귀리재배에서는 58.0 cm로 다소 작았다. 그러나 주당 유효분지수는 귀리재배에서 호밀과 헤어리벳치재배에 비하여 0.1~0.2개 많아 상반된 경향을 보였다. 경태는 녹비작물 간에 차이가 없었다.

표 2. 녹비작물 재배유무에 따른 참깨 생육

작부체계		경장 (cm)	착삭부위장 (cm)	유효분지수 (개/주)	경태 (mm)
윤작	참깨+땅콩	98 a[†]	71.5 a	0.5 a	8.7 a
연작	참깨+참깨	86 c	54.2 c	0.2 b	7.6 b
	호밀+참깨	94ab	64.3 b	0.3ab	8.6 a
	헤어리벳치+참깨	92 b	65.2 b	0.4ab	8.3 a
	귀리+참깨	90bc	58.0 c	0.5 a	8.6 a
	평 균	**92**	**62.6**	**0.4**	**8.4**

[†] DMRT(5%)

녹비작물 재배유무에 따른 주당 참깨 삭수는 윤작 57.5개, 연작 41.2~54.2개로 윤작에서 3.3~16.3개 많았으며(표 3), 연작 간에는 호밀 녹비작물재배에서 54.2개로 다른 처리보다 2.6~13.0개 많았는데 이러한 결과는 주당 삭수는 연작에 비하여 윤작(옥수수, 콩)에서 많다는 보고(Kim *et al.*, 1997)와 같은 결과였다. 천립중도 삭수와 같은 경향으로 윤작에서 2.69 g으로 연작의 2.31~2.58 g에 비해 0.11~0.38 g 무거웠으며, 연작 간에는 녹비작물재배에서 2.50~2.58 g으로 무처리의 2.31 g에 비하여 0.19~

0.27 g 무거웠고, 녹비작물 간에는 귀리와 호밀재배에서 무거웠다. 10 a당 수량은 윤작 65.2 kg에 비해 연작은 48.9~56.3 kg 수준이었는데, 이는 참깨 연작을 하면 수량이 감소한다는 보고(Chung *et al.*, 1989; Paik *et al.*, 1988; 이 등, 1991)와 일치되는 결과였으며, 연작 간에는 녹비작물재배에서 단일연작의 48.9 kg에 비하여 10~15% 증수되었고, 녹비작물 간에는 호밀재배에서 56.3 kg으로 다른 녹비작물재배 보다 1.8~2.5 kg 증수되었다.

연작기간 별 수량변화는 참깨 단일연작 대비 윤작 및 녹비작물재배 에서 재배연수가 경과할수록 수량이 높아, 윤작은 재배기간에 따라 1년 13%, 2년 20% 3년 65% 증수되었으며, 녹비작물재배에서는 1년과 2년에서는 1~6%의 미미한 수량증가를 보였으나, 3년에서는 25~34%의 높은 수량증가를 나타내었고, 녹비작물 간에는 호밀재배에서 더 많은 수량증가를 나타내었다. 이는 참깨 연작(5년) 대비 1년씩 참깨+(땅콩 또는 육도)의 윤작은 20~26%, 2년씩 참깨+(땅콩 또는 육도)의 윤작은 30~38%, 참깨 1년 재배 후 땅콩 또는 육도 3년 재배 한 다음 참깨재배 시 54~57% 증수하였다는 보고(Paik *et al.*, 1988)와 비슷한 결과였다.

표 3. 녹비작물 재배유무에 따른 참깨 수량 및 수량구성요소

처리내용		삭수 (개/주)	천립중 (g)	수 량		연작기간별 수량변화 지수		
				kg/10a	지수	1년	2년	3년
윤작	땅콩+참깨	57.5 a[†]	2.69 a	65.2 a	133	113 a	120 a	165 a
연작	참깨+참깨	44.4 c	2.31 c	48.9 c	100	**100 b**	**100 b**	**100 d**
	호밀+참깨	54.2ab	2.55ab	56.3 b	115	104 b	106ab	134 b
	헤어리벳치+참깨	51.6 b	2.50 b	53.8 b	110	103 b	101 b	125 c
	귀리+참깨	41.2 c	2.58ab	53.2 b	111	103 b	102 b	119 c
	평 균	**49.8**	**2.53**	**55.5**				

[†] DMRT(5%)

참깨 병해발생 중 시들음병 및 역병의 발생은 작부방법에 따라서는 연작의 40.0~49.7%에 비하여 윤작은 28.3%로 적게 발생되었으며(표 4), 연작 간에는 녹비작물 재배에서 발생량이 적었고, 녹비작물 간에는 차이가 인정되지 않았다. 연작기간이 경과할수록 병발생이 증가하여 1년 26.0%, 2년 45.0%, 3년 48.7% 발생되었고, 토양 시들음병균 밀도는 윤작과 연작의 호밀, 헤어리벳치 재배에서는 토양 1 g당 검출된 시들음병균 번식체의 수는 2,178~3,588개로 적었으나, 연작의 무처리와 귀리재배에서는 10,817~12,388개로 높았는데 이와 같은 결과는 같은 작물을 재배하면 토양 내 병원미생물상이 증가되어 결국 기주작물에 큰 영향을 준다는 보고(이 등, 1987)와 참깨 시들음병원균의 토양밀도는 연작토양에서 높다는 결과(Paik *et al.*, 1988)와 비슷한 경향이었다. 엽고병은 작부방법에 따른 차이가 없었다.

표 4. 녹비작물 재배유무에 따른 참깨 병해발생 및 토양 시들음병균 밀도

처리내용		시들음병 및 역병(%)				cfu[ʲ]	엽고병(%)
		1년	2년	3년	평균	(토양1g)	
윤작	땅콩+참깨	19.7 b[†]	28.4 c	36.8 c	28.3 c	2,178 b[†]	14.2 a
연작	참깨+참깨	36.8 a	54.2 a	58.1 a	49.7 a	12,388 a	14.9 a
	호밀+참깨	22.2 b	47.4 b	49.4 b	40.0 b	3,343 b	15.9 a
	헤어리벳치+참깨	25.1 b	50.1ab	50.5 b	41.5 b	3,588 b	16.9 a
	귀리+참깨	25.0 b	49.2ab	55.4ab	43.2 b	10,817 a	16.3 a
	평 균	26.0	45.0	48.7	39.9	6,463	15.5

[†] DMRT(5%)

[ʲ] 토양속에 들어있는 시들음병균 밀도

참깨재배지 녹비작물 재배유무에 따른 토양 물리적 특성은 표 5에서와 같이 재배방법에 따른 고상의 비율은 차이가 없었으나, 액상은 참깨 단일연작에서 기상은 윤작에서 높았다. 이는 토양의 물리적 성질은 작물의 생육에 대단히 중요한데, 연작연수가 증가할수록 토양입단 형성이 불량하여 고상의 비율이 높아지고, 기상이 낮아진다고 한 결과(Chung *et al*., 1989)와 일반적으로 토양입단이 잘 형성되어 있는 토양은 고상보다 기상이 차지하는 비율이 높다는 보고(조 등, 1985)를 종합해 볼 때 연작연수가 증가할수록 토양물리성이 악화되어 수량감소의 원인이 되었을 것으로 추정된다. 공극률은 윤작>연작 녹비작물>단일연작 순으로 큰 경향이었으며, 녹비작물 간에는 호밀재배에서 가장 높았고, 헤어리벳치와 귀리재배에서는 차이가 인정되지 않았다.

표 5. 참깨재배지 녹비작물 재배유무에 따른 토양 물리적 특성

처리내용		3상 비율(%)			공극률
		고상	액상	기상	(%)
윤작	참깨+땅콩	43.5 a[†]	12.1 b	44.4 a	56.5 a
연작	참깨+참깨	45.3 a	15.5 a	39.2 b	54.7 b
	호밀+참깨	43.6 a	14.0ab	42.5ab	56.5 a
	헤어리벳치+참깨	44.0 a	14.1ab	41.9ab	56.0ab
	귀리+참깨	44.7 a	14.3ab	41.0ab	55.3ab
	평 균	**44.2**	**13.3**	**40.7**	**56.1**

[†] DMRT(5%)

4. 적 요

참깨 연작장해 경감 녹비작물을 선발하기 위하여 9월 하순~10월 중순에 호밀, 헤어리벳치, 귀리 등을 파종 후 이듬해 5월 상순 환원하여 2004년부터 3년간 시험한 결과를 요약하면 다음과 같다.

가. 윤작에서 생육 및 수량이 양호하여 단일연작 48.9 kg/10a 대비 33% 증수되었으며, 연작 간에는 녹비작물재배 시 양호하여 10~15% 증수되었고, 녹비작물재배 간에는 호밀재배에서 가장 양호한 경향이었다.

나. 윤작 시 연작에 비하여 병발생, 토양의 시들음병균 밀도가 낮은 경향이었으며, 연작 간에는 녹비작물재배 시 양호한 경향이었다. 녹비작물재배 간에는 호밀과 헤어리벳치재배에서 양호하였고, 공극률은 윤작과 연작의 호밀녹비재배에서 가장 높았다.

다. 연작기간이 경과할수록 시들음병 및 역병 발생이 많았으며, 연작 간에는 호밀재배에서 가장 적게 발생되었고, 수량도 가장 많았다.

5. 인용문헌

Cho, E.K., N.Y. Heo, S.H. Choi and S.C. Lee. 1982. Studies on sesami disease in korea. l. Incidences of phytophthora blight. Korean J. Phant prot 21(4):211~215.

Chung, C.H., J.H. Jeon, H.K. Kim and K.H. Park. 1989. Effects of the continuous cultivating years of the hot-peper, sesame and peanut on yields and soil microorganism. J. Korean Soc Soil Sci. Fert. 22(1):67~71.

Kim, D.H., J.H. Seo, C.G. Kim, S.H. Choi and M.H. Koh. 1997. Effect of short-term rotation on growth, yield and the uptake of inorganic nutrient in sesame(*sesamum indicum* L.). RDA. J. Indus. Crop Sci. 39(1):1~7.

Kim, D.H., J.H. Seo, C.G. Kim, S.H. Choi, M.H. Koh and I.B. Heo. 1998. Effect of crop rotation on the growth of sesame(*sesamum indicum* L.) and soil properties. J. Korean Soc Soil Sci. Fert. 31(3):216~224.

Paik, S.B., E.S. Do, J.S. Yang and M.J. Han. 1988. Occurrence of wilting disease(*fusarium* spp) according to crop rotation and continuous cropping of sesame(*sesamum indicum* L.). Korean J. Mycol. 16(4):220~225.

宋田明, 尾崎克巳, 下張根鴻. 1970. 作物の連輪作とフサリウム病發生との關係. 日植病報 36:163.

강승원, 김성기, 이장우, 유창재. 1991. 참깨 연작장해 원인구명 시험. 경기도 시험연구보고서. p. 148~157.

강승원, 이장우, 채규창. 1986. 참깨 연작체계 시험. 경기도 시험연구보고서. p.211~218.

농림부. 2001~2006. 특용작물・인삼생산실적. p.4~7.

농촌진흥청. 1988. 토양화학분석법(토양, 식물체, 토양미생물).

농촌진흥청. 1995. 농사시험연구조사기준. p.485~552.

박종성. 1965. 참깨 *Fusarium* 위조병에 관한 연구. 충남대논문집. p.29~75.

이두희, 양장석, 한만종. 1987. 참깨 입고성병원균에 대한 연구. 경기농업연구. p.137~142

이정일, 강철환, 이승우. 1982. 참깨 입고병에 대한 종자소독제의 효과. 한작지 27(1):78~83.

이정일, 채영암, 강광희, 조재성. 1996. 삼고 공예작물학. 향문사. p.34~50.

이현욱, 김충희, 남기욱. 1991. 작부체계에 의한 고추역병 발생 억제. 한식지 7(3):140~146.

조인상, 허봉구, 이종모, 주낙섭. 1985. 고추 연작지실태 현지조사. 농기연구보고서. p.121~124

최봉호. 1998. NEW MYSTAT. 충남대학교. p.36~106.

최진용, 김정효, 김두현, 조상철, 이유식. 1989. Brittle벼의 재배법 확립과 볏짚의 사료이용에 관한 연구. 농시논문집(산학협동편) 32:149~155.

6. 연구결과 활용제목

호밀재배에 의한 참깨 연작장해 경감(영농활용)

▶ 주요 전문용어 해설

- 항산화 물질 : 산화를 억제하는 물질
- 산패 : 술이나 지방류 따위의 유기물이 공기 속의 산소, 빛, 열, 세균, 효소 따위의 작용에 의하여 가수 분해 되거나 산화되어 유리 지방산과 여러 가지 산화물을 생성하는 현상. 맛과 색이 변하고 불쾌한 냄새가 난다
- 녹비작물 : 녹비로 쓰기 위하여 가꾸는 작물
- 콜로니 : 한 지역을 어느 기간 동안 점유하는 종으로 된 생물의 집단.

사업구분 : 기관고유(기본)	Code 구분 : LS 0205	인삼 · 약초(전반기)
연구과제 및 세부과제명	**연구기간**	**연구책임자 및 참여연구원(☎)**
백수오 재배기술 확립 시험	**'03~'06**	**작물연구과 특작팀 김민자(220-8443)**
백수오 건조방법 개선 연구	'03~'06	작물연구과 특작팀 김민자(220-8443) 작물연구과 특작팀 남상영(220-8441) 작물연구과 특작팀 김인재(220-8442)
색인용어	백수오, 건조방법, 큰조롱, 이엽우피소	

ABSTRACT

This study was carried out to investigate drying methods for increasing qualities and reducing drying cost of Baishouwu(root tubers from *Cynanchum auriculatum* and *C. wilfordii*) for four years from 2003. The peeling ratio and moisture content before drying were lower with thicker tubers than those with thiner tubers in *C. auriculatum*. Drying periods of root tubers, 20 mm and above in diameter from *C. auriculatum*, were longer 9~10 days but the number of workdays of drier was 3~5 days shorter in sun drying after one day of hot air drying than in hot air drying. Regardless of *C. auriculatum* and *C. wilfordii*, drying periods were 5~6 days longer in other drying methods than in hot air drying, but the number of workdays of drier was shortest in sun drying after one day of hot air drying. Percentage of dry matter was greater 5.8% in root tubers from *C. auriculatum* than in those from *C. wilfordii*(39.9%), and was highest in sun drying after one day of hot air drying among drying methods. Idetification test by general crude drug test methods in KP, showed yellow colors i.e, that root tubers from *C. auriculatum* and *C. wilfordii* were appropriate as Baishouwu. Regardless of species or drying methods, loss of drying, total ash, and acid-insoluble ash were passed the specification of KHP. Extract content of root tubers from *C. auriculatum* was not inappropriate, and water-soluble extract of root tubers from *C. wilfordii* was appropriate in sun drying or shady air drying before hot air drying. In color values of root tubers from *C. auriculatum*, the lightness was lower but the redness was higher in sun drying or shady air drying before hot air drying than those in other drying methods. In *C. wilfordii*, there was no difference among drying methods. The contents of total phenolics were higher in root tubers from *C. wilfordii* than in those from *C. auriculatum*, but showed no differences among drying methods. Electron donating ability was lowest in hot air drying.

Keywords : Baishouwu, *C. auriculatum* Royle ex Wight, *C. wilfordii* Hemsley, drying method

1. 연구목표

백수오(白首烏)는 우피소 또는 백하수오라고도 불리는 생약으로, 자양(滋養), 강장(强壯), 보혈(補血), 익정(益精), 소종(消腫) 및 조기백발(早期白髮) 예방 등의 약효가 있어 하수오와 더불어 민간약으로 널리 이용되고 있다. 또한 생약재 이외에도 술이나 강장음료, 화장품 원료, 건강보조식품 제조 등 그 수요가 증가하고 있다. 우리나라의 2005년 백수오 재배면적은 103 ha이며, 그 생산량은 329톤 정도이다

(농림부, 2006). 대부분의 국내 수요 한약재는 수입 의존도가 높으나, 백수오의 자급율은 거의 100%에 이른다.

중국에서 백수오는 전통중약으로서 강장약으로 유명하며, 박주가리과의 *Cynanchum wilfordii* Hemsley(중국명 : 격산우피소, 국명 : 큰조롱, 은조롱), *C. bungei* Dence(대근우피소) 및 *C. auriculatum* Royle ex Wight(이엽우피소)를 기원식물로 한다(中國醫學科學院藥物研究所等, 1979;江蘇新醫學院, 1978). 이들 중 백수오의 주류는 이엽우피소로 남부 대부분의 지역에 분포할 뿐만 아니라 대면적 재배되어 생약시장에 유통된다. 주산지는 강소성 빈해현으로 300여년의 재배역사가 있다(왕과 장, 2005).

국내 농가에서 재배, 생산되어 생약시장에 유통되고 있는 대부분의 백수오는 큰조롱에 비해 뿌리 수량성이 높은 이엽우피소이나, 이에 대해서는 선단예취를 이용한 무지주 재배기술(김 등, 2005), 세근을 이용한 종근비용 절감(김 등, 2004), 년1기작 재배방법(김 등, 2005) 등이 보고되었을 뿐 연구가 미흡한 실정이다. 수확한 이엽우피소 뿌리는 수세와 탈피과정을 거친 다음 농산물건조기를 이용하여 건조후 생약시장에 유통된다. 큰조롱에 비해 뿌리가 굵은 이엽우피소는 건조기 가동일수가 증가하므로 유류비용을 절감할 수 있는 건조방법이 요구되나 이에 관한 연구는 전무하다.

백수오 수확후 관리방법에 관한 연구로는 마름모 철제날의 박피날에 직경 6~10 mm의 자갈을 연마제로 사용하는 생력 박피방법(곽 등, 2001), 건조후 중량감소가 적고 색택에 영향이 없는 50℃ 열풍건조방법, 저장온도 및 포장재료(작물과학원, 2005)가 보고된 정도이다.

따라서 본 시험에서는 경영비를 절감하여 재배농가의 경쟁력 향상을 목적으로, 백수오 건조방법을 달리하여 이에 따른 건조기간과 품질을 검토함으로써 건조방법 개선에 관한 기초자료를 얻고자 하였다.

2. 재료 및 방법

가. 시험재료

2003~2004년에는 이엽우피소(*C. auriculatum* Royle ex Wight) 1년생을 10월 하순에 수확하여 수세한 다음 굵기가 7, 11, 20 및 30 mm인 것을 선별하여 손박피한 것을 건조방법 시험재료로 사용하였다. 박피율은 박피전 근중에 대한 박피후 근중의 백분율을 구한 다음 이 값과 100과의 차이 값으로 구하였다. 건조전 수분함량은 박피 시료를 막자사발에 곱게 다진후 적외선수분측정기(SMO 01, Boeco, Germany)를 사용하여 측정하였다. 2005~2006년에는 이엽우피소(*C. auriculatum* Royle ex Wight) 1년생과 큰조롱(*C. wilfordii* Hemsley) 2년생을 10월 하순에 수확후 수세한 다음 이엽우피소는 12 mm, 큰조롱은 15 mm인 것을 각각 선별하여 건조방법 시험재료로 사용하였다.

나. 건조방법 및 분석시료

2003~2004년에는 건조방법을 50℃ 열풍건조, 열풍건조 1일후 양건, 양건 3가지로 하였다. 2005~2006년에는 건조기간이 길어 비효율적인 양건을 제외하고 열풍건조, 열풍건조 1일후 양건이외에 열풍건조 전에 양건 5일 또는 음건 5일하는 2처리를 추가하여 4처리를 두었다. 각 건조방법별로 건조한 백수오 시료는 16 mesh로 분쇄하여 분석시료로 사용하였다. 분말시료 각 0.5 g에 75% 에탄올 50 ㎖를 가하여 실온에서 80 rpm으로 shaking해 주면서 24시간 추출한 다음 여과한 것을 총페놀성 화합물과 항산화활성 측정용 시료로 사용하였다.

다. 대한약전외한약규격집(생규집) 규정항목

확인시험은 열풍건조후 분쇄된 백수오 분말(이엽우피소 1년생, 큰조롱 2년생) 각각을 한국한의학연구원에 의뢰하여 실시하였으며, 건조감량, 회분, 산불용성회분, 엑스함량(물엑스, 묽은 에탄올엑스)는 대한약전 일반시험법 생약시험법(한국약학대학협의회 약전분과회, 2001)으로 분석하였다.

라. 색도

건조시료의 품질의 지표가 될 수 있는 색도는 분쇄시료를 취하여 색차계(Minolta CM-3500d, Japan)로 측정하였고, 측정치는 Hunter's color value인 L값(Lightness), a값(redness), b값(yellowness) 및 전체적인 색차를 나타내는 ΔE값은 Hunter-Scofield식($\Delta E=\sqrt{\Delta L^2+\Delta a^2+\Delta b^2}$)을 사용하여 백색원판에 대한 색차를 구하였다.

마. 총페놀성 화합물 함량 측정

총페놀성 화합물은 Folin-Denis 방법(Gutfinger, T., 1981)을 약간 변형시켜 측정하였다. 시험관에 시료 0.2 mℓ를 취하고 증류수를 가하여 2 mℓ로 만든 후, 여기에 0.2 mℓ Folin-Ciocalteu's phenol reagent를 가하여 잘 혼합한 후 3분간 실온에 방치하였다. 3분후 Na_2CO_3 포화용액 0.4 mℓ를 가하여 혼합하고 증류수를 첨가하여 4 mℓ로 만든 후 실온에서 1시간 방치한 다음 여과하여 상징액의 흡광도를 분광광도계 (UV-2501, Shimadzu)로 725 nm에서 측정하였고, gallic acid를 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 총페놀성 화합물의 함량을 구하였다. Folin-Ciocalteu 시약 등 기타 분석용 시약은 모두 특급을 사용하였다.

바. 항산화 활성 측정

DPPH(1,1, diphenyl-2-picrylhydrazyl, Sigma, U.S.A.)를 이용한 항산화 활성은 최 등(1999)의 방법을 변형하여 실시하였다. 즉, 각 분석시료 0.1 mℓ에 1×10^{-4} M의 DPPH 용액 0.9 mℓ를 가하여 vortex mixer로 균일하게 혼합한 다음 30분간 실온에 방치후 517 nm에서 흡광도를 측정하였고, 이때 비교물질로 합성 항산화제인 BHA(Butylated hydroxyanisole, Sigma, U.S.A.)를 100 ppm 농도로 하여 동일한 방법으로 흡광도를 측정하였다. 전자공여능(Electron donating ability, EDA)은 분석시료와 대조구의 흡광도차를 백분율로 표시하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 이엽우피소의 근굵기별 건조방법('03~'04)

이엽우피소의 근굵기별 박피율은 표 1과 같이 7 mm 굵기는 13.9%에 비하여 30 mm 굵기는 6.1%로 굵기가 굵을수록 감소하는 경향으로, 작약의 뿌리 굵기가 굵을수록 박피율이 감소하였다는 김 등(1998)의 보고와 같았다. 수율면에서는 86.1~93.9%로 곽 등(2001)의 결과와 큰 차이가 없었으며, 굵기가 굵을수록 증가하였다. 건조전 수분함량은 52.7~57.5%로 근굵기가 굵을수록 감소하여 박피율과 같은 경향을 보였다.

표 1. 박피율 및 건조전 수분함량

근굵기 (mm)	박피율 (%)	건조전 수분함량 (%)
7 (6.5±0.02)	13.9a*	57.5a
11 (11.2±0.04)	10.9b	56.2ab
20 (19.5±0.05)	7.3c	55.4b
30 (29.7±0.05)	6.1c	52.7c

*DMRT(5%)

건조방법별 건조기간은 11 mm 이하 근굵기에서 열풍건조시 0.3~0.6일(8~15시간)이 소요된 반면 양건시 7~13일이 소요되었다(그림 1). 20 mm 이상 근굵기에서 열풍건조시는 4~6일, 열풍건조 1일후 양건시는 14~15일이 각각 소요되었으며, 양건시는 20~41일 정도 소요되었다. 따라서 20 mm 이상의 굵기는 양건을 이용시 건조기간이 매우 길어 비효율적이었다. 건조기 가동일수로 보면 열풍건조시 11 mm 이하 근굵기는 0.3~0.6일(8~15시간), 20 mm 이상 근굵기는 4~6일이 소요되었다. 따라서 20 mm 이상 근굵기에서는 열풍건조에 비해 열풍건조 1일후 양건시 건조기 가동일수가 3~5일 단축되는 효과가 있었다.

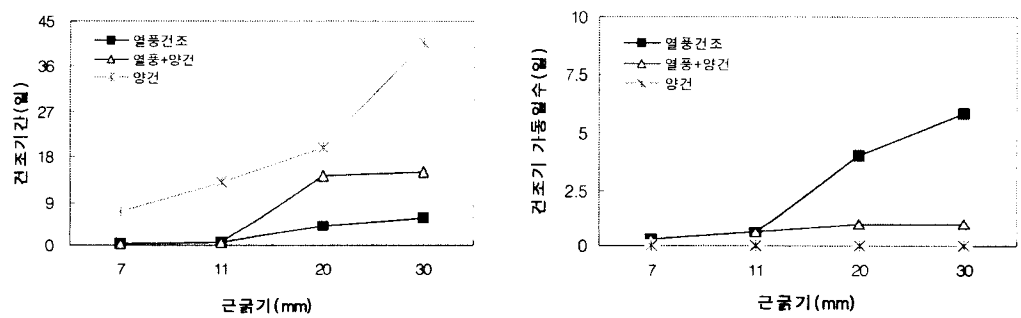

그림 1. 건조기간 및 건조기 가동일수

나. 이엽우피소와 큰조롱의 건조방법('05~'06)

양건과 음건장소의 온도 및 상대습도는 표 2와 같다. 열풍건조전 양건 5일시의 온도는 열풍건조 1일후 양건시와 최저 및 최고온도는 같았고 평균온도는 16.5℃로 1.6℃ 낮았다. 상대습도는 열풍건조 1일후 양건시에 비해 최저습도는 같았으나 평균 및 최대습도는 다소 낮았다. 열풍건조전 음건 5일시의 최저온도는 7.3℃로 양건장소에 비해 다소 높았으나, 평균온도 및 최고온도는 낮았다. 상대습도는 양건장소에 비해 높았는데, 특히 최저습도가 37.0%로 현저히 높았다.

표 2. 양건과 음건장소의 온도 및 상대습도

구 분	온도(℃)			상대습도(%)		
	최저	평균	최대	최저	평균	최대
양건(열풍건조1일후 8일)	6.6	18.1	35.5	13.0	52.3	81.0
양건(5일)	6.6	16.5	35.5	13.0	50.6	76.0
음건(5일)	7.3	12.8	16.3	37.0	58.9	88.0

근굵기 12 mm의 이엽우피소와 15 mm의 큰조롱 건조시 종에 관계없이 관행 열풍건조에 비해 다른 건조방법은 건조기간이 5~6일 정도 길었으며, 건조기 가동일수는 열풍건조 1일후 양건시 가장 짧았고 다른 건조방법 간에는 차이가 없었다(표 3). 열풍건조전에 양건 또는 음건한 처리는 열풍건조 단일처리에 비해 건조기간이 증가하였을 뿐만 아니라 건조기 가동일수도 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 반면 열풍건조 1일 후 양건시는 열풍건조전 양건 또는 음건한 처리에 비교했을 때 건조기간은 다소 길었으나 건조기 가동일수는 감소하였다. 양건이나 음건 등 자연건조 단일 방법은 건조기간이 너무 길어 비효율적이고, 수확후 많은 양을 건조기에 동시에 넣어 건조하는 것도 불가능하므로 자연건조와 열풍건조를 적절히 이용하는 것이 효과적인 건조방법으로 생각된다. 본 시험 결과 바람을 동반한 고온 열풍건조로 건조초기에 수분함량 감소를 촉진하고 이후 양건을 하는 것이 경영비 절감에 효과적인 백수오 건조방법으로 판단되었다. 건물비율은 이엽우피소가 45.7%로 큰조롱에 비해 5.8% 높았으며, 건조방법 간에는 종에 관계없이 열풍건조 1일후 양건시 높았다.

표 3. 건조기간, 건조기 가동일수 및 건물비율

시험재료	건조방법	건조기간 (일)	건조기 가동일수 (일)	건물비율 (%)
CA†	열풍건조(관행)	2.3	2.3	45.7±0.16‡
	열풍건조 1일+양건	8.8	1.0	47.6±0.17
	양건 5일+열풍건조	7.5	2.5	44.6±0.07
	음건 5일+열풍건조	7.5	2.5	45.0±0.23
	평 균			**45.7±0.33**
CW	열풍건조(관행)	2.7	2.7	39.5±0.15
	열풍건조 1일+양건	8.9	1.0	41.7±0.63
	양건 5일+열풍건조	7.7	2.7	39.3±0.14
	음건 5일+열풍건조	7.7	2.7	39.2±0.33
	평 균			**39.9±0.30**

† CA : 이엽우피소(12.1±0.05 mm), CW : 큰조롱(15.3±0.08 mm), ‡ 평균±표준오차

표 4. 건조감량, 회분, 산불용성회분 및 엑스함량(생규집 규정항목)

시험 재료	건조방법	건조감량 (%)	회분 (%)	산불용성 회분 (%)	엑스 함량(%) 물	엑스 함량(%) 묽은 에탄올
CA†	열풍건조(관행)	2.3±0.16‡	2.7±0.02	0.4±0.01	14.4±0.43	14.0±0.09
	열풍건조 1일+양건	3.5±0.10	2.7±0.03	0.3±0.03	15.9±0.21	13.4±0.12
	양건 5일+열풍건조	3.1±0.10	2.6±0.02	0.2±0.01	19.4±0.24	16.9±0.11
	음건 5일+열풍건조	4.0±0.15	2.6±0.03	0.4±0.01	18.7±0.21	18.5±0.71
	평 균	**3.2±0.18**	**2.7±0.01**	**0.3±0.02**	**17.1±0.60**	**15.7±0.60**
CW	열풍건조(관행)	2.2±0.06	3.3±0.04	0.4±0.01	16.9±0.46	19.3±0.21
	열풍건조 1일+양건	3.2±0.17	3.1±0.07	0.2±0.01	21.8±0.46	19.4±0.32
	양건 5일+열풍건조	3.1±0.11	3.2±0.03	0.4±0.04	25.0±1.02	25.3±0.89
	음건 5일+열풍건조	3.1±0.11	3.2±0.06	0.4±0.00	24.5±0.51	25.4±0.07
	평 균	**2.9±0.12**	**3.2±0.02**	**0.4±0.03**	**22.1±0.93**	**22.4±0.87**

† CA : 넓은잎큰조롱, CW : 큰조롱, ‡ 평균±표준오차

ˀ 확인시험(한국한의학연구원 의뢰) : 적합(CA, CW)

대한약전외한약(생약)규격집(식품의약품안전청, 2002)상 백수오 확인시험은 가루에 수산화칼륨시액을 넣어 황색을 나타내는 것으로, 건조감량은 17%이하, 회분 및 산불용성회분은 각각 4%, 1% 이하로 규정하고 있다. 확인시험 결과 이엽우피소와 큰조롱 모두 황색을 나타내어 백수오로 적합하였다(표 4). 이러한 결과는 TLC 패턴분석 결과 이엽우피소와 큰조롱이 매우 유사하였다는 윤(2006)의 보고와 같이 이엽우피소와 큰조롱이 매우 유사한 성분을 가진 결과로 판단되었다.

건조감량, 회분 및 산불용성회분의 3가지 항목은 이엽우피소와 큰조롱 둘다 건조방법에 관계없이 적합하였다. 엑스함량은 물엑스는 24% 이상, 묽은 에탄올 엑스는 26% 이상으로 생규집에서 규정하고 있으나, 이엽우피소는 건조방법에 관계없이 규정에 미치지 못하였고, 큰조롱은 양건 또는 음건후 열풍건조한 처리의 물엑스 함량이 24.5~25.0%로 규정에 적합하였다.

색도는 생약의 외관상 품질을 판정하는데 중요한 요인중의 하나인데, 건조방법에 따른 색도를 보면 이엽우피소의 명도(L)는 열풍건조전 양건 또는 음건을 함으로써 감소한 반면 적색도(a)는 증가하였고, 전체적인 색차(ΔE)는 음건+열풍건조시 높았다(표 5). 큰조롱의 건조방법간에는 명도, 적색도 및 황색도는 차이가 미미하였고, 전체적인 색차는 열풍건조+양건에서 낮은 경향이었다. 색도 중 명도는 굵기와 더불어 백수오의 외관상 품질을 결정하는 가장 중요한 요소로서 매우 중요하다(곽 등, 2001). 열풍건조 1일후 양건시 관행 열풍건조에 비해 명도가 비슷하거나 다소 높은 것으로 나타나 경영비 절감뿐만 아니라 품질도 양호한 건조방법으로 생각되었다.

총페놀성 화합물 함량은 이엽우피소에 비해 큰조롱이 높았으나 건조방법 간에는 큰 차이가 없었다. 항산화활성은 종에 관계없이 열풍건조에 비해 다른 건조방법에서 증가하는 경향이었다. 생약의 효능은 함유하고 있는 특정성분 한가지 또는 몇가지 성분들에 의한 약리활성 또는 활성성분 전체의 상

호작용에 의한 것으로 볼 수 있다. 백수오는 강력한 항산화활성을 갖고(Song & Ding, 1997;이, 1995), 주요 약리성분으로 數種의 polyoxypregnane glycoside(Mitsuhashi *et al*., 1966), gagaminine(이, 1995), C_{21} steroidal glycosides(宋 등, 2002) 등이 보고되었다. 이중 gagaminine과 C_{21} steroidal glycosides가 강력한 항산화활성을 갖는 성분임이 밝혀졌는데(Lee *et al*., 1996;宋 등, 2002), 백수오 품질평가시 중요한 지표가 될 이들 성분의 분석방법을 확립하는 것이 무엇보다 시급한 과제라고 생각된다.

표 5. 색도, 총페놀성 화합물 함량 및 항산화활성

시험재료	건조방법	Hunter's color values L	a	b	ΔE	총페놀성 화합물 (g/100g d.w.)	항산화활성[J] (%)
CA[†]	열풍건조(관행)	86.6±0.04[‡]	-0.4±0.02	15.5±0.12	18.8±0.12	0.21±0.00	25.4±1.45
	열풍건조 1일+양건	86.9±0.16	-0.1±0.02	14.6±0.23	18.4±0.12	0.22±0.01	27.9±1.98
	양건 5일+열풍건조	85.1±0.21	0.4±0.05	15.1±0.14	19.4±0.24	0.19±0.00	27.1±1.25
	음건 5일+열풍건조	82.9±0.05	1.0±0.03	16.1±0.06	21.5±0.07	0.23±0.01	26.3±1.96
	평 균	**85.4±0.61**	**0.2±0.20**	**15.3±0.20**	**19.5±0.47**	**0.2±0.00**	**26.7±0.27**
CW	열풍건조(관행)	86.2±0.08	-0.4±0.02	14.3±0.29	18.0±0.28	0.37±0.02	25.8±0.33
	열풍건조 1일+양건	87.0±0.08	-0.5±0.02	12.8±0.12	16.3±0.13	0.36±0.01	32.2±1.19
	양건 5일+열풍건조	86.3±0.14	-0.1±0.04	13.8±0.10	17.6±0.14	0.35±0.01	31.6±0.61
	음건 5일+열풍건조	85.3±0.13	0.1±0.03	13.6±0.17	18.0±0.20	0.35±0.00	32.4±1.91
	평 균	**86.2±0.24**	**-0.2±0.09**	**13.6±0.21**	**17.5±0.27**	**0.4±0.00**	**30.5±0.79**

[†] CA : 넓은잎큰조롱, CW : 큰조롱, [‡] 평균±표준오차, [J] 100ppm BHA : 60.8

4. 적 요

품질을 향상시키고 경영비를 절감할 수 있는 백수오 건조방법을 구명하고자 2003년부터 4년간 시험한 결과를 요약하면 다음과 같다.

가. 이엽우피소의 박피율과 건조전 수분함량은 근굵기가 굵을수록 감소하는 경향이었다.

나. 이엽우피소의 근굵기 20mm 이상 건조시 열풍건조 1일후 양건은 열풍건조에 비하여 건조기간은 9~10일 추가 소요되나, 건조기 가동일수는 3~5일 단축되었다.

다. 종에 관계없이 열풍건조(관행)에 비해 다른 건조방법은 건조기간이 5~6일 정도 길었으나, 건조기 가동일수는 열풍건조 1일후 양건시 가장 짧았다. 건물비율은 큰조롱 39.9%에 비하여 이엽우피소가 5.8% 높았으며, 건조방법 간에는 열풍건조 1일후 양건에서 가장 높았다.

라. 생규집 규정항목중 확인시험은 이엽우피소와 큰조롱 둘다 황색을 나타내어 적합하였으며, 건조감량, 회분 및 산불용성회분은 종과 건조방법에 관계없이 적합하였다. 엑스함량은 이엽우피소는 규정에 미치지 못하였고, 큰조롱은 양건 또는 음건후 열풍건조한 처리의 물엑스 함량만 규정에 적합하였다.

마. 이엽우피소의 명도(L)는 열풍건조전 양건 또는 음건을 함으로써 감소한 반면 적색도(a)는 증가하였다. 큰조롱의 건조방법 간에는 명도, 적색도 및 황색도의 차이가 미미하였다.

바. 총페놀성 화합물 함량은 이엽우피소에 비해 큰조롱에서 높았으나 건조방법 간에는 큰 차이가 없었으며, 항산화활성은 열풍건조에서 가장 낮았다.

5. 인용문헌

Gutfinger, T. 1981. Polyphenols in olive oils. J. Am. Oil Chem. Soc. 58:966-968.

Lee, D.U., U.S. Shin, and K. Huh. 1996. Inhibitory effects of gagaminine, a steroidal alkaloid from *Cynanchum wilfordii*, on lipid peroxidation and aldehyde oxidase activity. Planta Med. 62:485-487.

Mitsuhashi, H., K. Sakurai, and T. Nomura. 1966. Constituents of Asclepiadaceae plants. XVII. Components of *Cynanchum wilfordii* Hemsley. Chem. Pharm. Bull. 14:712-717.

Song, J.M., Ding, X.L., 1997. Study on the scavenging effect of Baishouwu on superoxide free radicals. Chinese Wild Plant Resources 17, 1-4.

江蘇新醫學院. 1978. 中藥大辭典(上). 上海科學技術出版社. p. 732.

곽준수, 김주, 김창수, 송영은, 이윤석, 심진찬, 한종현. 2001. 박피날 및 연마재가 백하수오 기계박피에 미치는 영향. 대한경락경혈학회지 18(1):165-170.

김기재, 박준홍, 유오종, 신종희, 박소득, 초부술. 1998. 작약의 뿌리굵기와 박피정도가 건조시간 및 품질에 미치는 영향. 한약작지 6(1):38-43.

김민자, 남상영, 김인재. 2004. 백수오 적정 종근굵기 구명. 충북농기원연보. pp. 163-168.

김민자, 남상영, 김인재. 2005. 백수오 무지주 재배시 1기작 기간에 따른 적심방법 구명. 충북농기원연보. pp. 24-31.

김민자, 송범헌, 남상영, 김인재, 이철희, 윤태. 2005. 백수오(이엽우피소)의 무지주 재배방법에 따른 생육 및 수량. 한약작지 13(6):268-272.

농림부. 2006. 2005특용작물・인삼생산실적. p. 69.

宋俊梅, 劉紅蕾, 丁霄霖. 2002. C_{21} 甾⊠在白首烏保健功能中的地位. 食品科學 23(7):100-103.

식품의약품안전청. 2002. 대한약전외한약(생약)규격집. 동원문화사. 서울. p. 169.

王冬艶, 張洪泉. 2005. 江蘇地産藥白首烏的研究現狀及進展. 中國野生植物資源 24(4):13-15.

윤예진. 2006. 국산 및 중국산 백수오의 성분비교 및 고지혈증 흰쥐에 대한 효능 연구. 경희대학교 대학원 석사학위논문. pp. 53.

이동웅. 1995. 은조롱의 조알칼로이드 분획의 항산화효과. 동국논집 14:83-92.

작물과학원. 2005. 백하수오의 적정 건조방법, 주요 한약재의 적정 저장온도 및 포장재료. 약용작물분야 영농활용 자료집(II). 삼미기획. 수원. p. 999, pp. 1002-1003.

中國醫學科學院藥物研究所等. 1979. 中藥志(第二冊). 人民衛生出版社. 北京. pp. 328-336.

최옥범, 유경수, 박근형. 1999. 밤잎차 물추출물의 항산화 및 항미생물 효과. 한국식품과학회지. 31(4):1128-1131.

한국약학대학협의회 약전분과회. 2001. 대한약전 제7개정해설서(통칙 제제총칙 일반시험법). 문성사. 서울. pp. 116-118.
황방연. 1994. 백하수오 성분의 다중내성 조절작용. 충북대학교 석사학위 논문. pp. 48.

6. 연구결과 활용제목

경영비 절감을 위한 백수오 건조방법 개선(영농활용)

▶ 주요 전문용어 해설

- 자양(滋養) : 몸에 영양이 되는 일, 또는 그런 물질
- 강장(强壯) : 심신이 튼튼하고 기력이 왕성함
- 보혈(補血) : 약을 먹어서 몸의 조혈작용(造血作用)을 도움
- 익정(益精) : 심신활동의 근본이 되는 힘인 정기(精氣)를 증가시킴
- 소종(消腫) : 부스럼을 사라지게 함
- 조기백발(早期白髮) : 이른 시기에 하얗게 머리가 셈

사업구분 : 기관고유(기본)	Code 구분 : LS 0205	인삼 · 약초(전반기)
연구과제 및 세부과제명	**연구기간**	**연구책임자 및 참여연구원(☎)**
패모 재배기술 확립 시험	**'04～'06**	**작물연구과 특작팀 김인재(220-8442)**
1. 패모 자구 적정 온도처리 조건 구명		작물연구과 특작팀 김인재(220-8442)
2. 패모 적정 자구크기 구명		작물연구과 특작팀 김인재(220-8442)
3. 패모 자구 적정 휴면타파방법 구명	'04～'06	작물연구과 특작팀 김인재(220-8442)
4. 패모 인편번식시 자구형성 온도조건 구명		작물연구과 특작팀 김인재(220-8442)
5. 패모 인편번식시 자구생산을 위한 상토 선발		작물연구과 특작팀 김인재(220-8442)
색인용어	패모, 휴면타파, 인편, 상토, 온도처리	

ABSTRACT

These experiments were conducted to clarify the interactive effects of temperatures, dormancy breaking, bed soil and bulb size on the growth of *Fritillaria thungergii* for three years.

The rooting ability of cormlet in thermostat was higher above 10℃ and rooting were observed(93.3% and 83.0%, respectively). Wheres, higher temperature increased the emergence rates in open-field. The significant increase of shoot length, number of leaf, number of bulb, and bulb weight were obtained with higher temperature. But there was no significant increase in number of bulb.

Bulb size have greatly influenced on not only emergency rate but also shoot growth after planting. Large bulbs resulted in high growth rate such as bulb width, bulb weight, and increase in bulb size after planting. But there was no significant difference in number of bulb according to bulb size.

GA_3 application showed no effect on dormancy breaking. There was no significant difference in days to emergence and flowering compared with control. However, in case of GA_3 application, the shoot growth was slightly decreased. Application of different dormancy breaking methods was no effect on bulb height, bulb width, bulb weight and number of bulb.

The rooting ability of *Fritillaria thungergii* in thermostat was higher in 15℃ and room temperature. Also, emergence rate was higher in 15℃ and room temperature and rooting were observed (93.0% and 83.0%, respectively). In accordance with the higher temperature, shoot growth, bulb height, bulb width, bulb weight tended to increase.

The highest rates of rooting were observed in sandy bed soil and rooting was observed 84.3%. Shoot growth, bulb weight and number of bulb were increased in sandy bed soil. However, the various bed soil such as upland soil and beld soil for horticulture had little effect on the growth of *Fritillaria thungergii.*

Keywords : bed soil, dormancy breaking, *Fritillariae thungergii*, scale, temperature condition

1. 연구목표

패모(貝母)는 중국이 원산지로 백합과 숙근성 다년생 초본의 절패모(浙貝母 ; *Fritillaria thungergii*) 및 동속식물의 비늘줄기를 기원으로 한다. 절패모는 강소·절강·안휘 등지에서 대량으로 재배되고 있는데, 우리나라에서 재배되고 있는 것도 이와 같은 종이다(이와 채, 1996). 패모의 줄기는 분록색으로 키는 30~60cm정도로 자라며, 잎은 2~3개가 돌려나며, 4월에 줄기 끝과 줄기 위 잎겨드랑이에서 담황록색 종모양의 꽃이 핀다. 종자는 결실률이 매우 낮아 이용을 할 수 없으며, 번식은 대부분 비늘줄기의 인편이나 자구를 이용한다(김, 1992).

패모는 비늘줄기가 약용으로 쓰여지는데, 비늘줄기에는 알칼로이드물질인 fritillin, verticine, peimine, peimisine 등의 주요 성분이 함유되어 약리작용으로는 중추신경마비작용, 혈압강하작용 및 진해작용이 있어 한방에서는 진해, 거담, 배농, 폐렴, 기관지염 등의 약으로 이용한다(한, 1994; 김, 1992).

우리나라에서 패모 재배는 1995년 약 8ha에 30M/T 정도 전라남도 지역에서 주로 생산되었으나(농림수산부, 1995), 값싼 중국산 패모의 수입으로 재배가 붕괴되어 현재는 재배면적이 거의 없는 자원고갈 약초 중의 하나로 현재 600g당 30,000원 정도의 비싼 가격으로 거래가 되고 있으나, 재배면적 확보가 어려워 이를 되살리는 노력이 시급한 실정에 있다.

패모에 관한 연구로는 패모 재배년수별 생육과 수량(박 등, 1997), 종구크기(최 등, 1995; 박, 1978), 파종기 및 재식밀도(최 등, 1996), 복토깊이(최 등, 1997), 비료종류(최 등, 1997), 피복재료(박 등, 1997), 배양방법과 생장조절제 효과(백과 유, 1996), 조직배양(박 등, 1996) 등이 보고되었으나, 패모의 자구 증식을 위한 시험은 전무하다.

따라서 본 시험에서는 패모의 년 2개 정도의 자구 증식 생리를 번식방법을 다양화함으로써 패모 대량증식을 위한 번식기술의 기초자료로 활용하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

세부과제 1. 패모 자구 적정 온도처리 조건 구명

본 시험은 2004년부터 2006년까지 매년 9월 중순 추파하여 익년 6월 상순 수확하였으며, 공시품종은 절패모(浙貝母 ; *Fritillaria thungergii*)로 하였다. 패모 자구의 온도처리는 종구크기 10g 정도를 선별하여 항온기에 온도 5, 10, 15℃, 상온 등 4처리를 파종전 45일간 처리한 다음, 종구를 벤레이트 T 500배액에 1시간 침종 후 바람이 잘 통하는 곳에서 1일 음건한 다음 사용하였다. 시비는 전량기비로 10a 당 퇴비 2,000kg을 전면 균일하게 살포하고 경운한 다음 파종 3~4일 전에 마늘 전용복비(N-P-K=9-14-10) 80kg를 시용 후 트랙터로 로타리 작업을 하였다. 시험구는 휴폭을 100cm로 하여 휴를 만들고 참깨전용 유공배색 비닐을 피복한 후, 재식밀도는 조간 30cm(2열), 주간 10cm(22구/㎡)로 뚫린 구멍에 1주 1본씩 파종후 복토하였으며 시험구배치는 난괴법 3반복으로 하였다. 월동을 위해 11월 중순 짚을 10cm 정도로 피복하고 바람에 날리지 않도록 바인더 끈을 이용하여 고정하였다. 기타 관리는 충북농업기술원 표준재배법에 준하여 포장 관리하였다. 지상부 생육조사는 생육이 균일한 지점을 선정하여 10주를 조사하였고, 지하부 구의 생육과 수량은 2㎡를 수확하여 10a로 환산하였다. 각종 형질조사는 농촌진흥청 농사시험연구조사기준에 준하였고(농촌진흥청, 1995), 시험결과는 PC용 통계패키지인 MYSTAT(최, 2000)를 이용하여 분석하였다.

세부과제 2. 패모 적정 자구크기 구명

2004년부터 2006년까지 3년에 걸쳐 충북농업기술원 특작포장에서 수행하였으며, 공시품종은 절패모(浙貝母 ; *Fritillaria thungergii*)로 하였다. 패모 종구 크기를 개당 (2, 5, 8)±1g, 10g 이상 등 4처리로 하였고, 종구 소독과 파종방법, 재배방법 및 관리, 시험구와 생육조사는 "세부과제 1"과 같았다.

세부과제 3. 패모 자구 적정 휴면타파방법 구명

본 시험은 2004년부터 2006년까지 3년에 걸쳐 충북농업기술원 특작포장에서 수행하였으며, 공시품종은 절패모 인편(7~9g 정도)을 사용하였다. 휴면타파 방법별로 GA_3 500ppm, GA_3 1000ppm, 유수 24시간, 온탕처리 45℃ 30분과 60분, 무처리 등 6처리로 하였다. 종구 소독과 파종방법, 재배방법 및 관리, 시험구와 생육조사는 "세부과제 1"과 같았다.

세부과제 4. 패모 인편번식시 자구형성 온도조건 구명

본 시험은 2004년부터 3년에 걸쳐 충북농업기술원 특작포장에서 수행하였으며, 공시품종은 절패모의 인편(7~9g 정도)을 사용하였다. 패모 인편의 온도처리는 항온기에 온도 5, 10, 15℃, 상온 등 4처리로 파종전 45일간 처리한 다음, 종구 소독과 파종방법, 재배방법 및 관리, 시험구와 생육조사는 "세부과제 1"과 같았다.

세부과제 5. 패모 인편번식시 자구생산을 위한 상토 선발

본 시험은 2004년부터 2006년까지 3년에 걸쳐 충북농업기술원 특작포장 하우스에서 수행하였으며, 공시품종은 절패모 인편(7~9g 정도)을 사용하였다. 상토는 밭흙, 모래, 원예용상토, 비토(밭흙:모래:퇴비=2:1:2)등 4처리로 하였으며, 시험전 상토의 이화학적 특성은 표 1과 같다. 종구를 벤레이트 T 500배액에 1시간 침종 후 바람이 잘 통하는 곳에서 1일 음건한 다음 사용하였으며, 종구를 원예용 삽목상자(35×50×9cm)에 적당한 간격으로 20개씩을 파종하였다. 시험구는 완전임의배치 5반복으로 하였으며, 기타 관리는 충북농업기술원 표준재배법에 준하여 관리하였다. 지상부와 지하부 구(球)의 생육조사는 전수하였다.

표 1. 시험 전 상토의 이화학적 특성

상토별	pH (1:5)	OM (%)	P_2O_5 (mg/kg)	K	Ca	Mg	CEC	EC (dS/m)
				(cmol(+)/kg)				
밭흙	6.2	0.7	38	0.05	9.21	2.32	13.35	0.12
원예용상토	4.3	0.0	637	3.68	14.07	7.35	35.56	4.25
모래	6.9	0.4	17	0.02	1.74	0.18	2.16	0.05
비토	8.0	10.8	1099	3.77	7.58	3.51	14.86	3.80

3. 결과 및 고찰

세부과제 1. 패모 자구 적정 온도처리 조건 구명

패모 자구의 온도별 항온기내에서의 발근상황은 표 2와 같다. 발근율은 온도 10℃, 15℃ 그리고 상온에서는 93.3%~99.2%로 높았으나, 5℃에서 23.5% 수준이었다. 뿌리의 발육도 온도가 높았던 10℃이상의 처리에서는 근수와 근장이 많거나 길었으나, 5℃에서는 근수가 2.7개로 가장 적고, 근장도 18mm로 짧았다.

표 2. 패모 자구 온도처리에 따른 항온기내 발근상황

온도별 (℃)	발근율 (%)	근수 (개)	근장 (mm)
5	23.5b[‡]	2.7	18
10	98.5a	9.8	76
15	99.2a	11.6	104
상온	93.3a	9.5	67

‡ DMRT 5%

패모 자구의 온도처리별 노지에서의 출현율은 온도가 높을수록 양호하여 5℃의 3.7%에 비해 상온과 15℃에서는 46.7~50.3%가 높았다(표 3). 출엽형태별 비율은 온도가 낮아질수록 인편엽의 비율이 높아지는 경향을 보였으나, 경출엽이 5℃에서는 전혀 출현되지 않았다. 경출엽과 인편엽이 동시 출현한 비율은 온도별 차이가 없었다. 출엽의 형태는 지하부 구의 형태와 밀접한 관계가 있어 경출엽의 비율이 높을수록 구의 무게도 큰 경향을 보였다. 나리속 식물인 'Georgia'의 경우 25℃의 明·暗區까지, 'Hinomoto'는 20℃의 明·暗區까지 출엽하여 개화기와 휴면기에 비해 현저하게 출엽율이 높았으나, 30℃구에서는 구근의 휴면에 관계없이 양품종간 모두 출엽이 억제된다(최, 1985)고 하여 같은 나리속이지만 명암과 온도 등이 나리속 식물의 출현에 많은 영향을 주는 것으로 판단된다.

표 3. 패모 자구 온도별 출현율 및 출엽형태

온도처리별 (℃)	출현율 (%)	출엽형태별 비율(%)		
		인편엽(A)	경출엽(B)	A+B
5	3.7c[‡]	81.1	-	18.9
10	28.6b	51.0	42.0	7.0
15	50.6a	64.4	17.0	18.6
상온	54.0a	20.6	33.9	45.5

‡ DMRT 5%

패모 자구의 온도처리에 따른 지상부 생육은 표 4에서와 같이 온도가 높을수록 초장과 엽수, 경수의 생육은 길거나 많은 경향이었으나, 엽장과 엽폭은 온도 간 차이가 없었다.

표 4. 패모 자구 온도처리에 따른 지상부 생육상황

온도처리별 (℃)	초장 (mm)	엽수 (매/주)	경수 (개/주)	엽장 (mm)	엽폭 (mm)
5	62b[‡]	1.8c	1.1b	56.5a	8.6a
10	85ab	3.7b	1.2b	68.9a	9.0a
15	92a	4.1b	1.9ab	66.1a	11.4a
상온	109a	9.2a	2.9a	69.0a	9.2a

‡ DMRT 5%

패모 자구 온도처리에 따른 구(球)의 생육은 표 5와 같이 주당 구수는 1.7~2.1개로 차이가 없었으며, 구고는 12.7~22.9mm, 구폭은 12.5~21.1mm로 온도 간 차이가 없었다. 구중은 온도가 높을수록 무거워지는 경향이었다.

표 5. 패모 자구 온도처리에 따른 지하부 생육상황

온도처리별 (℃)	구수 (개/주)	구고 (mm)	구폭 (mm)	구중 (g/주)	총구중 (g/㎡)
5	2.1a	12.7a	12.5a	7.7b	346c
10	1.7a	16.6a	16.3a	13.4ab	583b
15	1.9a	18.9a	17.5a	15.3a	901a
상온	1.9a	22.9a	21.1a	18.2a	860a

ǂ DMRT 5%

세부과제 2. 패모 적정 자구크기 구명

패모 종구 크기에 따른 출현 및 개화는 표 6에서 보는 바와 같이 출현기와 출현소요일수, 출현율, 그리고 개화기는 종구크기가 클수록 빨라지거나 높아지는 경향이었다. 이는 종구가 무거울수록 종구내 저장양분이 많아 출아가 빠르고 동화물질 생산능력이 왕성해진다는 Hudson 등(1975)의 보고와 인경이 무거울수록 발아시가 앞당겨지고 소요일수도 단축되었을 뿐 아니라 인경의 무게와 발아율의 사이에는 높은 정의 상관관계가 있다는 박(1978)의 보고와 유사하였다.

표 6. 패모 종구 크기에 따른 출현 및 개화

종구크기별 (±1g)	출현기 (월.일)	출현소요일수 (일)	출현율 (%)	개화기 (월.일)
2	3.16	182	33.2bǂ	4.27
5	3.15	181	62.0ab	4.26
8	3.12	179	78.0a	4.21
11	3.12	179	79.4a	4.19

ǂ DMRT 5%

패모 종구의 크기에 따른 지상부 출엽의 형태는 종구크기가 작을수록 인편엽의 비율이 높은 반면 경출엽의 비율은 낮아지는 경향을 보였다(표 7). 인편엽과 경출엽이 동시에 출현한 비율은 종구크기가 가벼운 것에 비하여 무거울수록 높은 경향을 보였는데, 이는 종구의 크기가 클수록 종구내 저장양분이 많아 양호한 생육을 나타낸 결과로 판단된다.

표 7. 패모 종구 크기별 출엽형태

종구크기별 (±1g)	인편엽(A) -%-	경출엽(B) -%-	A+B -%-
2	68.1	21.2	10.7
5	31.3	52.4	16.3
8	16.9	62.7	21.4
11	20.9	71.5	20.9

패모 종구크기별 지상부 생육은 종구크기가 클수록 생육은 왕성하였는데(표 8), 초장은 종구크기가 클수록 큰 경향을 보여 종구크기 2g에 비하여 11g는 156mm가 컸으며, 5g과 8g는 각각 37mm, 103mm가 컸다. 주당 엽수도 초장과 같은 경향으로 종구크기 2g의 6.0매 비하여 5g은 4.4매가 많았고,

8g과 11g은 차이 없이 14.3~17.1매가 많았다. 엽폭은 11.9~13.6mm, 엽장은 83.2~92.1mm 이었는데, 종구크기에 따라서는 차이가 인정되지 않았다. 경수는 주당 1.6~2.5개 정도이었으며, 경태는 종구크기가 클수록 굵은 경향이었다.

표 8. 패모 종구 크기에 따른 지상부 생육상황

종구크기별 (±1g)	초장 (mm)	엽수 (매/주)	엽폭 (mm)	엽장 (mm)	경수 (개/주)	경태 (mm)
2	95c‡	6.0c	12.4	86.1	1.6	1.72b
5	132b	10.4b	11.9	83.2	2.0	1.73b
8	198ab	23.1a	13.6	85.7	2.5	2.26ab
11	251a	20.3a	11.9	92.1	2.0	2.92a

‡ DMRT 5%

패모 자구크기별 지하부 구(球)의 생육은 종구크기가 클수록 구의 크기가 컸으며 무거워지는 경향이었다(표 9). 구수는 종구크기에 따른 차이 없이 1.6~2.1개/주이었고, 구고와 구폭은 종구크기가 클수록 커지는 경향을 보여 지상부의 생육과 같은 결과를 보였다. 구중도 종구가 클수록 구중도 무거웠는데, 2g의 5.5g에 비하여 5g는 11.0g으로 2배가 증가되었으며, 8g과 11g은 각각 4.3배, 4.9배가 무거웠다. 이러한 결과는 박(1978)의 인경 무게 1.5g 및 3g 구에서는 각각 자구가 1개이었으나, 인경무게가 무거워짐에 따라 많아져 9g에서는 6개로 되었고, 현저한 증가를 보이기 시작한 것은 5g구 부터로 인경의 무게와 자구사이에는 높은 정의 상관이었다는 결과와 같은 결과이었으나, 인경이 무거울수록 구수의 증가가 정의 상관을 보였다는 결과와는 다소 차이가 있었다.

표 9. 패모 자구 크기에 따른 지하부 생육상황

종구크기별 (±1g)	구수 (개/주)	구고 (mm)	구폭 (mm)	구중 (g/주)	총구중 (kg/10a)
2	1.6	18.2b	16.8c	5.5c‡	149c
5	2.0	22.6a	21.7b	11.0b	431b
8	1.9	28.0a	28.9ab	23.4ab	794ab
11	2.1	27.5a	32.0a	26.7a	973a

‡ DMRT 5%

패모 종구 크기별 구 수량은 표 10과 같다. 종구의 크기가 작을수록 5g이하의 비율이 높은 반면 10g이상 구의 비율은 낮았다. 종구 2g과 5g은 5g 이하 비율이 각각 73.8%, 47.4%로 상품 생산을 위한 종구 크기로는 적합지 않을 것으로 생각되며, 패모 파종시는 5g이상의 구(球)가 75% 정도 생산된 8g 이상의 종구를 사용하여야 할 것으로 판단된다.

최 등(1995)은 중북부지역에서 패모재배시 10g 내외의 종구가 적합하다고 하였으며, 박(1978)은 수량 증수를 위한 종구크기는 5g 이상의 패모를 사용하여야 한다는 결과를 종합해 볼 때, 지역과 재배방식에 다소 차이는 있을 수는 있겠지만, 품질과 종구비 등을 감안하여 5g 이상 10g 이내의 패모 종구를 사용해야 할 것으로 판단되었다.

표 10. 패모 종구의 크기별 수량 비교

종구크기별 (±1g)	수량(g/%)		
	5g>	5~10g	10g<
2	109.9/73.8	28.6/19.2	10.5/7.0
5	204.3/47.4	144.8/33.6	81.9/19.0
8	199.3/25.1	341.4/43.0	253.3/31.9
11	210.5/21.6	368.4/37.9	394.1/40.5

세부과제 3. 패모 자구 적정 휴면타파방법 구명

패모 인편의 휴면타파를 위한 처리별 출현과 개화기는 표 11에서와 같이 휴면타파처리별 출현기는 3월 17일에서 18일로 차이가 없었으며, 출현소요일수는 183~184일, 출현율은 23.3~36.3%, 개화기는 4월 25일에서 26일로 차이가 없었다. 이는 글라디올러스 기내 소구경 휴면타파시험에서 BA, GA_3 및 ABA의 침지효과를 검토한 결과 BA 농도가 높을수록 발아율 즉 휴면타파율이 향상되었으나, 발아소요일수는 지연되는 경향이었다(구 등, 1998)는 결과와는 차이가 있었다.

표 11. 패모 인편 휴면타파 처리별 출현 및 개화

처리별	출현기 (월.일)	출현소요일수 (일)	출현율 (%)	개화기 (월.일)
GA_3 500ppm	3.18	184	23.3	4.26
GA_3 1000ppm	3.18	184	25.8	4.26
유수 24시간	3.18	184	30.8	4.26
온탕 45℃ 30분	3.18	184	27.5	4.26
온탕 45℃ 60분	3.17	183	29.3	4.25
무처리	3.17	183	36.3	4.25

패모 인편의 휴편타파 처리별 출엽형태는 인편엽의 비율이 22.0~42.7%로 경출엽의 비율 45.5~61.6% 보다 낮았다. 인편엽과 경출엽이 동시에 출엽한 비율은 10.3~17.5%로 GA_3, 유수, 온탕 그리고 무처리 등 처리간 차이가 미미하였다(표 12).

표 12. 패모 인편 휴면타파 처리별 출엽 형태

처리별	출엽비율(%)		
	인편엽(A)	경출엽(B)	A+B
GA_3 500ppm	32.3	57.4	10.3
GA_3 1000ppm	26.2	61.1	13.7
유수 24시간	22.0	60.5	17.5
온탕 45℃ 30분	27.3	58.1	14.6
온탕 45℃ 60분	42.7	45.4	11.9
무처리	24.1	61.6	14.3

패모 인편의 휴면타파별 지상부 생육은 표 13에서와 같이 무처리에 비하여 휴면타파를 처리함에 따라 생육이 비슷하거나 저조한 경향을 보였다. 초장은 93~126mm, 경태는 1.87~2.08mm, 경수는 1.9~2.7개의 범위로 차이가 미미하였으며, 엽수는 주당 1.4~16.1매, 엽장은 61.0~77.6mm, 엽폭은 9.5~13.6mm 범위로 휴면타파 처리간 차이가 적었다.

이 등(1999)은 한국자생 복주머니란의 엽수, 엽장, 엽폭 등 생육은 저온 단용처리구가 GA와 혼용처리한 것보다 저조하였으며, 엽장과 엽폭은 GA 50ppm 처리구에서 다른 처리구 보다 컸으며, 처리농도가 높아짐에 따라 감소하는 경향이었다는 보고와 차이가 있었다.

표 13. 패모 인편 휴면타파 처리별 지상부 생육 상황

처리별	초장 (mm)	경태 (mm)	경수 (개/주)	엽수 (매/주)	엽장 (mm)	엽폭 (mm)
GA_3 500ppm	93	2.03	2.3	11.4	61.0	9.5
GA_3 1000ppm	116	2.08	2.7	14.0	69.5	10.7
유수 24시간	107	1.93	1.9	11.6	61.8	9.9
온탕 45℃ 30분	117	1.92	2.6	12.9	70.2	13.6
온탕 45℃ 60분	126	1.87	2.5	12.7	74.8	12.5
무처리	121	2.05	2.5	16.1	77.6	11.6

패모 인편 휴면타파 처리시 지하부 구의 생육은 표 14에서와 같이 구고와 구폭의 크기는 21.0~25.0mm 정도로 온탕>유수>GA_3 처리순으로 높거나 넓은 경향이었으며, 구의 형태는 둥근 모양이었고, 구수는 1.9~2.4개/주, 구중은 9.6~13.0g/주 범위이었다. 패모와 비슷한 난과식물인 날개하늘나리와 섬말나리 소인경의 경우 30~35℃에서 1시간 온탕처리하는 것이 효과적이며, 온탕처리시 GA 500ppm을 첨가함으로써 휴면타파가 100%로 향상시킬 수 있다고 하였으나(김과 문, 2002), 그러나 패모에서 처리간 차이가 미미하여 이에 대한 심도있는 연구가 필요할 것으로 판단되었다.

표 14. 패모 인편 휴면타파 처리별 지하부 생육 상황

처리별	구고 (mm)	구폭 (mm)	구수 (개/주)	구중 (g/주)	총구중 (kg/10a)
GA_3 500ppm	21.0	21.2	2.0	9.6	90b
GA_3 1000ppm	21.6	22.3	2.1	10.7	106b
유수 24시간	22.2	22.0	2.0	9.8	114ab
온탕 45℃ 30분	22.7	23.3	2.1	12.5	141a
온탕 45℃ 60분	25.9	24.0	2.4	13.0	136a
무처리	23.4	23.0	1.9	11.7	126a

‡ : DMRT 5%

세부과제 4. 패모 인편번식시 자구형성 온도조건 구명

패모 인편번식에서 온도처리에 따른 항온기내에서의 발근은 표 15에서와 같이 15℃와 상온에서 양호한 경향으로 15℃와 상온에서 각각 81.9%와 81.0%로 5℃와 10℃에 비해 높았다. 근수는 온도처리별 6.6~9.2개 범위로 차이가 없었으나, 근장은 15℃와 상온에서 각각 97mm, 80mm로 5℃와 10℃에 비하여 길었다.

표 15. 패모 인편 온도처리에 따른 항온기내 발근상황

온도별 (℃)	발근율 (%)	근수 (개)	근장 (mm)
5	78.0ab	9.2	44
10	65.0b	6.6	48
15	81.9a	7.0	97
상온	81.0a	8.2	80

ǂ DMRT 5%

패모 인편을 온도처리 후 노지에서의 출현은 표 16에서와 같이 온도 5℃의 2.0%에 비하여 상온은 93.0%, 15℃는 83.0%, 10℃에서는 60.5%가 각각 높았다. 출엽의 형태는 구의 무게와 밀접한 상관이 있어 경출엽의 비율이 높을수록 구의 무게가 무거웠으며, 인편엽의 비율은 구의 수는 많았으나 구수에 비해 구중은 무겁지 않았다. 인편엽의 출엽비율은 온도처리가 낮을수록 높은 경향을 보였으나, 경출엽은 5℃에서 가장 낮은 24.1%를 나타냈다. 나리속식물의 인편번식에 있어서 인편번식기간중 모인편 및 자구내의 생장조절물질의 활성은 경출엽 및 인편엽이 출엽하기 시작하는 시기나 출엽율이 증가하는 시기에 내생생장 촉진물질의 활성이 증가하는 경향이 인정되었다고 하였다(최, 1985).

표 16. 패모 인편 온도별 출현율 및 출엽형태

온도처리별 (℃)	출현율 (%)	출엽형태별 비율(%)		
		인편엽(A)	경출엽(B)	A+B
5	2.0c	63.9	24.1	12.0
10	62.5b	12.0	71.6	16.4
15	85.0ab	10.9	70.9	18.2
상온	95.0a	7.9	71.4	20.7

ǂ DMRT 5%

패모 인편 온도처리별 지상부의 생육은 온도가 높았던 상온에서 양호한 경향을 보였는데(표 17), 초장과 엽수, 주당 경수, 그리고 엽장과 엽폭은 상온>15℃>10℃>5℃의 순으로 온도가 높았던 처리에서 생육이 길거나 많은 경향을 보였다. 황과 고(1984)는 마늘의 저온처리 효과는 휴면이 깊은 한지형 마늘에서 잘 나타나며, 특히 출현속도가 빨라지고 균일해지지만 생육이나 구중에는 효과를 보이지 않고 2차 생장이 발생하는 문제점이 있다고 하였다.

표 17. 패모 인편 온도처리에 따른 지상부 생육상황

온도처리별 (℃)	초장 (mm)	엽수 (매/주)	경수 (개/주)	엽장 (mm)	엽폭 (mm)
5	54c	1.8c	1.1b	50.7c	7.5b
10	173b	15.8b	1.4b	86.7b	10.9ab
15	221b	30.5a	2.5a	100.9a	12.8a
상온	336a	31.6a	2.5a	110.3a	14.4a

ǂ DMRT 5%

패모 인편 온도처리에 따른 지하부 구의 생육은 표 18과 같이 구수는 온도가 낮을수록 많아지는 경향이었으나, 구고와 구폭, 그리고 구중은 온도가 높을수록 크거나 무거워 상반된 경향을 보였다. 황과 고(1984)는 마늘에 저온처리 후 파종하면 구형성이 빨라져 5월 상순에 수확되었으나, 구중 증가는 없었다는 결과와 라(1988)의 마늘 생육 및 비대 온도는 18~20℃이며, 뿌리는 1℃내외의 저온에서 신장한다는 결과와 유사하였다.

따라서 패모 인편을 이용한 종구 파종시 패모를 수확한 후 파종 전까지 저장할 때는 15℃ 정도의 온도에 저장하거나, 상온에서 저장할 때는 바람이 잘 통하는 음지에서 패모를 얇게 펴서 저장하는 것이 좋을 것으로 판단되었다.

표 18. 패모 인편 온도처리에 따른 지하부 생육상황

온도처리별 (℃)	구수 (개/주)	구고 (mm)	구폭 (mm)	구중 (g/주)	총구중 (g/㎡)
5	5.5a[‡]	16.6c	19.6c	8.0c	237c
10	4.2ab	24.2b	27.2b	19.3b	599b
15	3.3b	30.8a	37.2a	42.5a	1,144a
상온	3.1b	30.2a	36.4a	40.6a	1,195a

‡ DMRT 5%

세부과제 5. 패모 인편번식시 자구생산을 위한 상토 선발

패모 인편번식시 상토별 출현은 표 19와 같이 모래가 84.3%로 가장 높았으며, 밭흙과 비토 그리고 원예용상토는 45.7~52.5%의 범위로 차이가 없었다. 출엽형태는 경출엽의 비율이 49.2~80.3% 범위로 높았으며, 인편엽과 경출엽이 동시 출엽된 것이 11.3~31.1%, 인편엽이 8.4~20.2%의 순이었다. 인편엽은 원예용상토가 가장 높은 20.2%이었으나, 밭흙과 비토는 각각 9.5%, 8.4%로 낮았다. 경출엽은 비토에서 80.3%로 높았으며, 원예용상토는 49.2%수준이었다.

표 19. 패모 인편번식시 상토별 출현율 및 출엽형태

상토별	출현율 (%)	인편엽(A) (%)	경출엽(B) (%)	A+B 출엽 (%)
밭흙	52.5b[‡]	9.5b	68.1ab	22.4b
모래	84.3a	15.7ab	61.4ab	22.8b
원예용상토	45.7b	20.2a	49.2b	31.1a
비토	50.8b	8.4b	80.3a	11.3c

‡ DMRT 5%

패모 인편번식시 상토별 지상부 생육 중 초장은 모래의 214mm에 비하여 원예용상토와 밭흙은 179~186mm, 비토는 99mm 수준으로 작아 모래 상토에서 양호하였다. 경수와 경태, 엽장, 그리고 엽폭은 상토간 차이가 없었다. 엽수는 초장이 큰 것과 비례하여 엽수도 많아 모래상토가 22.6매로 가장 많았다.

표 20. 패모 인편번식시 상토별 지상부 생육 상황

상토별	초장 (mm)	경수 (개/주)	경태 (mm)	엽수 (매/주)	엽장 (mm)	엽폭 (mm)
밭흙	186ab[‡]	2.1	2.57	20.4ab	83.1	11.5
모래	214a	2.2	3.04	22.6a	90.5	12.9
원예용상토	179b	2.0	2.07	17.5b	81.7	11.4
비토	115c	1.5	1.45	16.1b	70.9	9.6

‡ DMRT 5%

패모 인편번식시 상토에 따른 지하부 구(球)의 생육은 표 21과 같이 지상부 생육과 비슷한 모래상토에서 양호한 생육을 보였는데, 근장, 근수, 구고 그리고 구폭은 상토간 차이가 없었으나, 구수는 모래상토에서 주당 3.1개로 비토와 원예용상토에 비하여 각각 1.6개, 1.3개가 많았다. 주당 구중은 구수의 많고 적음에 따라 같은 경향을 나타내어 구수가 많았던 모래와 밭흙 상토가 구중도 각각 5.4g, 5.1g으로 무거웠으며, 비토는 2.6g으로 상토 중 가장 낮았다.

이상의 결과를 종합해 볼 때, 패모 인편번식시 적정 상토는 모래로 판단되며, 또한 모래는 수확 시에도 용이하고 구(球)의 품질도 우수하였다.

표 21. 패모 인편번식시 상토별 지하부 생육 상황

상토별	근장 (mm)	근수 (개/주)	구고 (mm)	구폭 (mm)	구수 (개/주)	구중 (g/주)
밭흙	62	6.1	22.1	20.2	2.5a	5.1a[‡]
모래	92	7.4	20.8	19.8	3.1a	5.4a
원예용상토	83	6.5	20.4	19.0	1.8b	4.2b
비토	58	5.3	18.9	18.7	1.5b	2.6c

‡ DMRT 5%

4. 적 요

본 시험은 패모 자구를 대량증식하기 위하여 자구와 인편의 온도처리조건, 휴면타파방법, 상토, 자구크기 등을 다르게 재배하여 번식기술의 기초자료로 활용하고자 2004년부터 3년간 시험한 결과를 요약하면 다음과 같다.

세부과제 1. 패모 자구 적정 온도처리 조건 구명

자구의 온도별 항온기내의 발근은 10℃ 이상에서 93.3%~99.2%로 높은 발근율을 보였으며, 노지에서의 출현율은 온도가 높을수록 양호하여 15℃이상에서 46.7~50.3%이었다. 지상부 생육은 온도가 높을수록 초장, 엽수, 경수가 길거나 많은 경향이었으며, 구수는 1.7~2.1개/주로 차이가 없었고, 구중은 온도가 높을수록 무거워지는 경향이었다.

세부과제 2. 패모 적정 자구크기 구명

패모 자구 크기에 따라 종구크기가 클수록 출현은 빠르며, 인편엽의 비율은 낮은 반면 경출엽의 비율은 높아지는 경향이었다. 종구크기가 클수록 지상부 생육은 왕성하였고,, 구(球)도 크거나 무거워지는 경향이었으나, 구수는 종구크기에 따른 차이가 없었다.

세부과제 3. 패모 자구 적정 휴면타파방법 구명

패모 인편의 휴면타파방법에 따른 출현기와 개화기는 차이가 인정되지 않았으며, 지상부 생육은 휴면타파 처리에서 생육이 비슷하거나 저조한 경향이었다. 구(球) 생육은 구고와 구폭의 크기는 21.0~25.0mm, 구수는 1.9~2.4개/주, 구중은 9.6~13.0g/주 의 범위로 휴면타파처리 간 차이가 없었다.

세부과제 4. 패모 인편번식시 자구형성 온도조건 구명

패모 인편번식에서 온도처리에 따른 항온기내에서의 발근은 15℃와 상온에서 양호한 경향이었으며, 노지 출현은 상온과 15℃에서 각각 93.0%, 83.0%로 높았다. 온도가 높을수록 지상부 생육, 구고와 구폭, 그리고 구중은 양호하였으나, 구수는 상반된 결과를 보였다.

세부과제 5. 패모 인편번식시 자구생산을 위한 상토 선발

상토별 출현율은 모래가 84.3%로 가장 높았다. 밭흙과 비토 그리고 원예용상토는 45.7~52.5%의 범위이었다. 지상부 생육은 모래상토에서 양호하였으나, 경수와 경태, 엽장과 엽폭은 상토간 차이가 없었다. 모래상토에서 구수 3.1개/주, 구중은 5.4g/주 으로 가장 많거나 무거웠으나, 근장과 근수, 구고 그리고 구폭은 상토 간 차이가 없었다.

5. 인용문헌

백기엽, 유광진. 1996. 패모 인편배양시 자구형성과 비대에 미치는 배양방법과 생장조절제의 처리효과. 한약지 4(2):132-138

최봉호. 2000. NEW MYSTAT. 충남대학교 pp. 36-106

최인식, 조진태, 손석용, 박재성, 한동호, 정인명. 1996. 패모의 파종기 및 재식밀도가 수량구성 형질 및 수량에 미치는 영향. 한약지 4(3):218-223

최인식, 박재성, 조진태, 손석용, 이상석, 최관순, 송인규, 윤종선. 1997. 패모 복토깊이가 품질 및 수량에 미치는 영향. 농시논문(특작) 39(2):1-4

최인식, 박재성, 이재홍. 1997. 비료종류에 따른 패모의 생육 및 수량. 한약지 5(2):147-153

최인식, 박재성, 조진태, 손석용, 한동호, 정인명. 1995. 패모 종구크기가 생육 및 수량에 미치는 영향. 농시논문(특작) 37(2):102-105

최상대. 1985. 나리속식물의 인편번식에 있어서 인편번식시기, 온도 및 광조건이 자구의 출엽반응에 미치는 영향. 한원지 26(2):150-157

구대회, 박인숙, 김규원. 1998. 글라디올러스 기내 소구경의 휴면타파에 미치는 저온 및 생장조절물질의 효과. 한원지 39(4):479-482

한대석. 1994. 생약학. 동명사. pp. 176-177

Hudson T. Hartmann, Dale E. Kester. 1975. Plant propagation. 477-505. Prentice-Hall, Inc New jersey

황재문, 고상훈. 1984. 파종기, 종구의 저온처리 및 광처리가 하우스재배 마늘의 생육과 구비대에 미치는 영향. 농시연보 26-1:69-75

김재길. 1992. 원색천연약물대사전. 남산당. p. 236

김규원, 문선영. 2002. 날개하늘나리와 섬말나리 소인경의 온탕처리에 의한 휴면타파. 원예과학기술지 20

이종석, 김지연. 1999. 한국자생 복주머니란의 휴면타파에 미치는 저온 및 GA3 처리효과. 한원지 40(3):389-391

이승택, 채영암. 1996. 약용작물재배. 향문사. pp. 204-210

농림수산부. 1995. 특용작물 생산실적. p. 29

박부규, 박재호, 김민자, 박성규. 1997. 패모의 재배년수가 생육 및 수량에 미치는 영향. 한약지 5(2):108-112

박철형, 류점호, 한광수, 두홍수, 최선영. 1996. 패모 조직배양에서 생장조절물질이 자구형성 및 식물체 재생에 미치는 영향. 한약지 4(2):119-125

박종선. 1978. 패모 인경의 무게와 생육과의 관계. 작물학회지 23(2):141-144

라우현. 1988. 마늘, 양파, 파. 오성출판사. 86-88

松尾英輔, 野中 淳, 有隅健一. 1978. チッポウュリ仔球出葉の關する研究(第3報), 切片によるりん片 の細分が仔球の出葉の早晩と出葉形態に及ほす影響について, 園學雑 47(3) : 415-420

6. 연구결과 활용제목

가. 패모 종구증식을 위한 인편번식 효과(영농활용)

나. 패모 자구증식을 위한 종구저장 온도(영농활용)

다. 패모 인편번식시 자구생산을 위한 적정 상토(영농활용)

▶ 주요 전문용어 해설

- 인편 : 비늘줄기의 비늘조각
- 자구 : 인경식물에서 뿌리의 주구에서 나오는 새끼구를 말함
- 휴면타파 : 휴면상태에서 성장이나 활동을 시작하게 하는 것
- 패모 : 백합과의 숙근성 다년생초본

계 속 과 제　일 람 표

책임부서 : 작물연구과

과 제 명	세 부 과 제 명	연 구 책임자	과제 구분	연구 년차	공동 연구 기관
1. 기능성 특수미 육종에 관한 연구	가. 특수미 유전자원 수집 및 특성검정	이상영	기본	3	충북대
	나. 기능성 유색미 품종 육성 시험	이상영	기본	3	충북대
2. 쌀 부가가치 제고를 위한 기능성 물질 탐색 및 증진 연구	가. 유기물이 벼 생육 및 미질에 미치는 영향	이정관	기본	3	충북대
3. 고품질 쌀 생산 유도와 쌀의 국제 경쟁력 강화를 위한 지대 및 지역별 최고 품종 선정과 식미요인 구명	가. 지대 및 지역별 우량품종 검정과 농업환경 조사 연구	이상영	국책	2	작물원
4. 휴경답 관리 방법에 관한 연구	가. 휴경답 관리용 지피식물 선발	이윤상	기본	3	충북대
5. 전작물 신품종 육성 연구	가. 전작물 유전자원 수집 및 특성 검정	김장홍	기본	12	
	나. 밥밑콩 품종육성 시험	신현만	기본	9	충북대
	다. 장류콩 품종육성 시험	신현만	기본	9	충북대
	라. 돌연변이 육종에 의한 녹색자엽콩 품종육성 시험	신현만	기본	5	충북대
6. 콩 재배시 기상 변화 대응연구	가. 재배조건에 따른 녹색자엽검정 콩 적품종 선발시험	김장홍	기본	3	
7. 친환경 전작물 재배기술 연구	가. 피복작물을 이용한 친환경 콩 재배기술 개발	정재현	기본	3	충북대
	나. 잡곡류 제초노력 절감 연구	정재현	기본	2	충북대
8. 참깨 안전재배 기술 확립시험	가. 참깨 파종시 입모율 향상을 위한 복토재료 선발	남상영	기본	3	
9. 둥근마 안전재배 기술 확립시험	가. 둥근마 종근별 생산성 구명	김인재	기본	2	

과 제 명	세 부 과 제 명	연 구 책임자	과제 구분	연구 년차	공동 연구 기관
10. 백수오 생력화 및 품질향상 연구	가. 경엽절제에 따른 백수오의 수량 및 품질변화 연구	남상영	지역	3	
	나. 백수오 무지주 재배시 수광면적 확보를 위한 적정 재식밀도 구명	김민자	지역	3	
	다. 백수오의 생산성 및 품질향상을 위한 작휴방법 구명	남상영	지역	3	
	라. 백수오 무지주 재배시 번식법에 따른 수량성 및 유효성분 함량	김민자	지역	3	
11. 황기 안전재배 기술 확립시험	가. 전작물에 따른 황기 생육 및 수량 구명	남상영	기본	3	