

과제구분	기본연구	수행시기	전반기		
중장기 Code	LS0201	RIMS Code	2006B00110000070		
연구과제 및 세부과제		연구분야 (Code)	수행 기간	연구실	책임자
소경목을 이용한 수도작용 지효성 비료 개발		LS0201	'04 ~'06	작물경영연구과	함진관
수종별 시용효과 평가 및 시용적량 구명		LS0201	'04 ~'06	"	함진관
색인용어	우드칩, 지효성비료, 완효성비료, 폐벌목				

ABSTRACT

This study was carried out to examine the effects of woodchip fertilizer on rice in paddy field. Among several treatments of woodchip(mixed woodchip, *quercus*, *p. tomentiglandulosa* and *p. densiflora*), mixed woodchip fertilizing was very effective in yield and quality of milled rice. In case of mixed woodchip fertilizing, the yield was higher by 6%, the number of hills was more by 2, the number of spikelet was fewer by 6 and the rate of ripened grain was lower by 2.6% than those of standard fertilizing. And the rate of head rice was 80.1%, higher than that of standard fertilizing(68.9%). The contents of rice protein and amylose in woodchip fertilizing were the same as those in standard fertilizing.

1. 연구배경

벼농사에서의 환경친화형 재배기술이란 현재 우리가 추구하고 있는 생력안전 생산기술이 모두 포함된 광범위한 것이라 해도 과언이 아니다. 일부농가에서 소규모로 실시하고 있는 자연농법, 즉 무농약, 무비료 재배가 진정한 의미에서 보면 환경오염방지와 환경친화적인 벼 재배라고 하나(강원도 원, 2003), 우리가 추구하는 수량 생산 측면에서 보면 균형이 맞지 않을 것이다. 따라서 환경오염과 생산성의 안전성에 대비한 화학비료와 농약의 사용을 최소화하는 자원절약형 벼 재배기술이 요구되며, 또한 논토양의 지력을 유지시켜 지속적으로 생산성을 유지하는 지속농업이 필요하다.

벼 재배시 속효성비료인 질소를 기비로 많은 양을 사용하면 용탈 및 휘산 등으로 유실되는 양이 많아지고 또한 과잉흡수되면 병충해 피해가 증가되고 식물체가 웃자라 도복을 유발시켜 수발아에 의한 쌀 품질 저하로 상품성이 낮아져, 결국 농가소득이 낮아지는 경향을 보이고 있다(최 등, 1968). 따라서 속효성 질소비료는 작물 생육시기에 맞추어 비료가 적절하게 공급되도록 분시하여야 하지만 그 시기와 양을 결정하기 어렵고, 시비 노력도 많이 소요되는 단점이 있다. 이러한 단점을 개선하고자 국내에서도 여러 종류의 완효성 및 지효성비료 제품들이 개발 생산 보급되고 있으나, 그 효과가 지역 및 기상에 따라 다소 상이하게 나타나고 있는 현실을 감안 시판되고 있는 비료에 대해 좀더 세밀한 검토가 요구되고 있다.

본 연구는 지효성비료를 개발하고자 산림 조림시 발생하는 소경목(폐목)을 이용, 혼합수종으로 지효성 비료를 제조, 논토양에 시비한 후 벼의 생육, 수량 및 수량구성요소, 토양의 화학적 특성변화 등에 미치는 영향을 조사 비효성을 검토 사용가능성에 대한 기초 자료를 얻고자 수행하였다.

2. 재료 및 방법

가. 시험재료

시험재료는 강원대학교 산림과학대학 임산가공학과에서 소나무, 은사시나무, 참나무속의 목재 칩에 질산암모늄(NH_4NO_3) 포화수용액 214/100ml, 인산칼륨(K_2HPO_4) 포화수용액 159g/100ml과 염화칼륨(KCl) 포화수용액 34g/100ml를 가압법으로 소나무, 은사시나무 및 참나무속 목재 칩에 주입한 재료를 이용하였다. Chip은 제조기로 2~3cm 크기로 chipping하여 4kg/cm³ 3시간의 조건에서 포화수용액을 침투시켰으며, 동일 조건에서 6회 반복 실시하여 목재 캡슐비료를 제작하였다. 제작한 목재 칩은 분말상태로 만든 후 분말 0.5g을 칭취하여 H_2O_2 - H_2SO_4 습식분해법을 이용하여 분해하였다. 시험품종은 조생종인 오대버를 사용하였다.

나. 처리내용

시비수준은 혼합수종은 목재 칩에 표준시비량의 화학비료성분 수준의 비료를 주입시킨 재료를 이용하였고, 표준시비량은 성분량으로 N-P-K를 11-4.5-5.7kg/10a 사용하였으며, 분시방법은 질소는 기비-분얼비-수비를 50-30-20%, 인산은 전량기비로, 칼리는 기비-수비를 70-30%로 분시하였다. 지효성비료인 혼합수종은 전량 기비로 사용하였으며, 시험장소는 춘천, 이앙은 30일 육묘 후 5월25일에 재식거리 30×15cm로 손이앙하였고, 시험구 배치는 단구제, 생육 및 수량은 각 시험구에서 3반복으로 조사하였다.

다. 토양 및 식물체분석

토양분석 시료는 시험전과 수확 후에 토양을 채취하였으며, 풍건 후 2mm체를 통과시켰다. pH는 토양과 증류수를 1:5로 하여 초자전극법으로, 유기물 함량은 Tyurin법, CEC는 토양 5g을 1M $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ (pH7.0) 50ml로 3시간 세척 토양교질에 NH_4^+ 을 흡착시키는 치환 침출법을 사용하였다. 유효인산은 Lancaster법을, 치환성 Ca, Mg, K는 초산암모늄 침출법, 유효규산은 NaOAc 침출법으로 분석하였다. 시험전 토양 화학성은 Table 1과 같다.

식물체 시료는 수확 후 잎, 줄기, 이삭을 채취하여 충분히 건조 후 분쇄한 시료를 산분해액(HClO_4 : H_2SO_4 =10:1)으로 습식분해하여 질소는 Kjeldahl법, 인산은 vanadate법, 칼리는 원자흡광분광법으로 측정하였다. 엽색도 측정은 SPAD-502(Minolta, 일본)를 이용하였고 쌀 백미품위 및 품질분석은 RN-500(스웨덴) 식미치는 TOYO(미도메타, 일본)을 사용하였고 쌀 색도는 Minolta제품의 CR-10을 사용하였다.

시험전 토양분석결과는 Table 1과 같이 pH 및 유기물함량은 표준시비 대비 처리간 큰 차이는 없었으나, 참나무류 및 은사시나무에서 다소 높았으며, 인산함량은 표준시비보다 낮게 나타났다. 양이온 치환용량은 혼합수종에서 높았으며, 단수종 처리에는 그 차이를 보이지 않았다.

Table 1. Physico-chemical properties of soil before cultivation

Fertilizing method	pH (1:5)	O.M (g/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ca	K	Mg	C.E.C (mg/kg)
				(cmol(+)/kg)			
Standard fertilizer	5.80	28.8	180	3.83	0.27	0.48	10.42
Mixed woodchip	5.70	29.3	170	3.48	0.36	0.42	11.22
<i>Quercus</i>	5.80	30.7	164	3.84	0.31	0.48	10.90
<i>P.tomentiglandulosa</i>	5.93	30.3	167	4.05	0.35	0.49	10.20
<i>P. densiflora</i>	5.67	28.4	172	3.61	0.38	0.44	10.20
No fertilizer	5.44	26.0	142	3.28	0.35	0.20	9.52

3. 결과 및 고찰

가. 초장 및 분얼수

이양후 30일과 60일 처리별 생육조사결과는 Table 2와 같다. 무처리를 제외한 수종별 초장은 생육 초기(이양후 30일)에는 참나무, 소나무, 혼합수종, 은사시나무 순으로 컸고, 표준시비구는 목재칩 수종에 비해 작은 경향을 보였으며, 생육후기(이양후 60일)에는 소나무 목재칩 시용구에서 가장 큰 생육을 보였을 뿐, 수종간 차이는 크지 않았다. 주당경수는 혼합수종 처리에서 가장 많았으며, 단수종 3처리인 표준시비구와 같은 수준의 주당경수를 보였다.

Table 2. Plant height and number of tillers after transplanting

Fertilizing method	Plant height(cm)		No. of tiller	
	30day	60day	30day	60day
Standard fertilizer	70.7 c	97.6 b	22.8 b	16.0 b
Mixed woodchip	79.0 a	100.3 ab	27.9 a	18.1 ab
<i>Quercus</i>	80.3 a	99.9 ab	24.8 ab	18.4 a
<i>P.tomentiglandulosa</i>	76.5 b	98.8 ab	22.2 b	16.5 b
<i>P. densiflora</i>	79.7 a	102. a	23.5 b	18.3 a
No fertilizer	65.4 d	85.3 c	12.4 c	9.9 c

나. 생육시기별 엽색도 분석

잎의 엽록소 함량은 잎 질소함량과 높은 정의 상관성이 있으며, SPAD값은 벼의 질소 요구량을 결정하는데 이용하고 있으며 엽색과 엽록소는 상관관계가 높은 것으로 나타났다(이 등, 1991; 이 등, 1971). 수종별 목재칩 시용에 따른 엽색도는 표 3과 같다. 최고분얼기 SPAD값 차이는 41.4~44.3를 보였고, 소나무 수종에서 44.3로 가장 높은 값을 나타냈으며, 표준시비구에서 39.9로 다소 낮은 경향을 보였다. 수종간 차이는 가장 높은 소나무칩 대비 은사시나무에서 3.1정도 낮았으며, 참나무류와 혼합수종처리구는 비슷한 수준을 보였다. 출수기 SPAD값 차이는 36.7~41.1를 보였고, 최고분얼기와는 달리 표준시비처리에서 41.9로 가장 높은 값을 나타냈으며, 은사시나무에서 36.7로 가장 낮았다. 최고분얼기와 출수기의 차이는 은사시나무에서 4.5의 차이를 보여 최고분얼기 이후 비료성분의 용출이 빠른 것으로 사료되었으며, 기타 수종에서는 차이정도가 같은 수준을 보였다. 출수기에 표준시비에서 SPAD 값이 높았던 것은 질소분시에 따른 이삭거름의 영향인 것으로 판단되었다.

Table 3. Growth stage of leaf color(SPAD)

Growth stage	Standard fertilizer	Mixed woodchip	<i>Quercus</i>	<i>P.tomentiglandulosa</i>	<i>P. densiflora</i>	No fertilizer
Maximum tillering	39.91 d	43.27 b	44.30 a	41.27 c	44.32 a	39.26 d
Heading	41.97 a	39.10 bc	41.13 ab	36.73 d	40.10 bc	39.62 c

다. 수량 및 수량구성요소

처리별 수량 및 수량구성요소는 Table 4와 같다. 간장은 표준시비 대비 목재칩 시용구에서 컷으며, 수종별로는 참나무류, 소나무 및 혼합수종 시용구에서는 83cm로 같은 크기를 보였으나, 은사시나무는 79cm로 다소 작은 경향을 보였고, 수장은 평균 21cm로 처리간 차이가 없었다. 수당립수는 표준시비에서 94개로 가장 많았고, 목재칩 시용구에서는 평균 87개로 표준시비보다 7립 정도 적었다. 수량에 미치는 영향이 가장 큰 등숙율은 목재칩 수종별 차이는 없었으나 83.1%인 표준시비보다 3.6% 낮았고, 수량은 혼합수종처리에서 568kg/10a로 가장 높았으며, 참나무류 시용구에서 527kg/10a로 가장 낮았다. 쌀 수량은 혼합수종 시용구에서는 6% 증수하였으나, 타처리의 경우 표준시비구와 비슷하였다.

Table 4. Yields and yield components of rice

Fertilizing method	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	No. of hills	No. of spikelet	Ripened grain (%)	Yield (kg/10a)	Yield index
Standard fertilizer	80	21	16	94	86.0 ab	519 a	100
Mixedwoodchip	83	20	18	88	87.6 a	521 a	101
<i>Quercus</i>	84	21	18	86	85.1 b	496 b	96
<i>P.tomentiglandulosa</i>	79	21	17	87	82.8 c	495 b	95
<i>P. densiflora</i>	83	21	18	87	78.6 d	490 b	94
No fertilizer	70	20	10	78	94.7 a	350 c	67

† : means with the same letter are not significantly different

라. 쌀(백미)품위

수확, 건조, 정선, 도정 후 쌀 품위를 조사한 결과는 Table 5과 같다. 쌀 품위를 결정짓는 백미 완전미율(박석홍 1996; 조 등, 1984)은 목재칩 처리에서 평균 79.6%로 화학비료 표준시비(68.9%)보다 높았으며, 수종간에는 소나무, 혼합수종, 은사시나무, 참나무 순으로 나타났다. 품위별로는 유백미가 가장 높게 나타났으며, 특히 표준시비구에서는 25%가 발생되어 완전미율이 저하되는 원인이 되었고, 기타 쌀알에 여러 개의 금이 간 동할미와 사미가 많이 발생되었다.

Table 5. Quality of milled rice according to the soil and cropping system (%)

Fertilizing method	Head rice	Milky white rice	Checked rice	Opaque-kernel rice
Standard fertilizer	78.4 c	15.8 a	5.2	0.9
Mixed woodchip	80.1 b	9.2 bc	3.9	0.5
<i>Quercus</i>	82.3 b	10.1 b	4.0	0.9
<i>P.tomentiglandulosa</i>	82.9 b	9.3 bc	4.9	1.0
<i>P. densiflora</i>	83.6 b	9.6 bc	3.2	0.5
No. fertilizer	86.9 a	7.4 c	4.5	1.0

마. 쌀(백미)품질

식미를 좌우하는 요인으로는 품종, 산지, 기상, 토양, 재배방법 등이 관계하며 그 중 미립의 전분이나 단백질 등의 성분이 집적하는 조건이 식미에 영향을 미친다(농진청, 2004; 박 등; 1990). 특히 재배방법중 질소비료는 단백질 함량과 깊은 관계가 있어 다비 재배시 쌀의 단백질 함량을 증가시켜 식미가 저하된다(농진청, 2004). 처리별 화학성분 및 식미조사 결과는 Table 6과 같다. 단백질 함량은 목재칩 처리구에서 평균 6.6%로 6.3%인 화학비료 표준시비보다 높았으며, 아밀로스함량은 모든 처리구에서 평균 17.9%로 같은 수준을 보였으며, 투명도를 나타내는 백도는 수종 및 처리간 다소차이를 보여 혼합수종에서 48.2로 가장 높았다. 도요식미치는 목재칩처리에서 76으로 화학비료 표준시비구 68보다 높았으며, 수종별로는 혼합수종이 가장 높게 나타났다. 따라서 목재칩 처리시 표준시비 대비 밥맛이 다소 향상되는 것을 볼 수 있었다.

Table 6. Quality of milled rice according to fertilizing methods (%)

Fertilizing method	Moisture	Protein	Amylose	Whiteness	Toyo taste
Standard fertilizer	13.9	6.3 a	18.1	46.5 ab	68 c
Mixed woodchip	14.0	6.0 b	17.8	48.2 a	78 b
<i>Quercus</i>	13.9	6.2 ab	18.4	46.6 ab	76 b
<i>P.tomentiglandulosa</i>	14.1	6.2 ab	17.9	45.8 b	77 b
<i>P. densiflora</i>	13.7	6.3 a	17.4	46.2 ab	76 b
No. fertilizer	14.5	6.1 ab	18.2	43.4 c	82 a

바. 식물체 건물중

생육기별 처리에 따른 식물체 건물중은 Table 7과 같다. 최고분얼기 건물중은 경수 및 엽면적이 많았던 혼합수종처리에서 18.6g으로 가장 높았으며 기타 목재칩처리구는 화학비료 표준시비구와 같은 수준을 보였다. 출수기 건물중은 최고분얼기와는 달리 엽면적이 넓었던 소나무목재칩 처리구에서 높았으며 기타 목재칩 처리구간에는 그 차이가 크지 않았으나 화학비료 표준시비보다는 다소 높게 나타났다. 생육기별 경수, 엽면적, 건물중이 높았던 혼합수종처리에는 생육후기 수량구성요소에 미치는 영향이 높아 수량이 증가된 원인중 하나로 사료되었다.

Table 7. Dry weight of the plant stage

(g/plant)

Fertilizing method	Maximumtillering stage			Heading stage		
	No. of tiller	leaf area (LAD)	Dry weight	No. of spike	leaf area (LAD)	Dry weight
Standard fertilizer	20	3.46	16.5	16 b	3.57 b	34.5 ab
Mixed woodchip	26	4.75	18.6	18 ab	4.58 ab	37.9 ab
<i>Quercus</i>	22	4.03	16.1	19 ab	5.21 a	39.7 ab
<i>P.tomentiglandulosa</i>	20	3.70	16.1	17 ab	4.35 ab	37.5 ab
<i>P. densiflora</i>	24	3.92	15.5	20 a	5.26 a	41.5 a
No. fertilizer	11	1.40	7.4	11 c	1.89 c	21.9 c

사. 식물체중 무기 성분

최고분얼기 식물체중 무기성분 함량은 Table 8과 같다. 처리 및 목재칩 수종간 다소 차이는 있으나 무기성분중 규산성분이 가장 많았고 칼리, 질소, 인산 순으로 나타났다. 화학비료 표준시비 대비 우두 칩 처리구에서는 인산과 규산은 같은 수준을 보였고, 질소와 칼리는 다소 높은 수준을 보였으나 통계적 유의성은 무처리를 제외하고 같은 수준을 보였다.

3요소 즉 질소는 혼합수종에서, 칼리는 소나무 목재칩 처리구에서 가장 높았으나 인산은 처리가 유효성이 나타나 않았다. 벼 재배시 병원균이나 해충의 침입을 막는 등 벼의 건전한 생육에 크게 기여하고 있는 규산성분(조 등, 1997; 최규모, 1995)이 목재칩처리구에서 높게 나타나 금후 소경목을 이용한 칩비료 사용은 병해충 발생을 경감시켜 수량 및 품질향상에 기여 할 것으로 사료되었다.

Table 8. The contents of minerals in plants at maximum tillering stage

(%)

Fertilizing method	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	SiO ₂
Standard fertilizer	1.23 ab	1.09 ns	3.59 ab	6.10 ab
Mixed woodchip	1.74 a	0.97 ns	3.59 ab	6.77 ab
<i>Quercus</i>	1.66 ab	1.09 ns	3.91 ab	6.63 ab
<i>P.tomentiglandulosa</i>	1.62 ab	1.08 ns	3.92 ab	7.23 a
<i>P. densiflora</i>	1.72 ab	1.11 ns	4.23 a	6.07 ab
No. fertilizer	1.22 b	0.91 ns	3.28 b	5.6 b

아. 토양 화학성변화

시험 후 토양의 화학성은 Table 9과 같다. 토양의 산도, 유기물 및 인산 함량은 시험전보다 다소 낮아지는 경향을 보였으며, 유기물함량은 목재칩 처리간 다소 차이는 있으나 평균 26.68g/kg로 화학비료 표준시비 25.87g/kg보다 높았으나 은사시나무를 제외하고는 통계적 유의성은 없었다. 목재칩 처리구의 인산함량은 109~127.3mg/kg로 시험전보다 평균 51mg/kg가 낮아졌으나 표준시비에서도 같은 경향으로 낮아지는 것을 보여 목재칩 처리에 의해 인산함량이 낮아지는 것으로 판단되지는 않았다. 양이온교환용량은 화학비료 표준시비구의 8.49cmol(+)/kg에 비해 목재칩 처리구에서 평균 6.62cmol(+)/kg로 나타나 1.9정도 낮았으며, 혼합수종 처리구에서 더 낮아지는 경향을 보였다. 토양중 규산함량은 목재칩 처리구에서 평균 172mg/kg으로 화학비료 표준시비보다 높아 목재칩처리시 규산 성분이 증가하는 것으로 사료되었다.

Table 9. Physico-chemical properties of soil after cultivation

Fertilizing method	pH	O.M	P ₂ O ₅	Ca	K	Mg	C.E.C	SiO ₂
	(1:5)	(g/kg)	(mg/Kg)	(cmol(+)/kg)			(cmol(+)/kg)	
Standard fertilizer	6.30	25.9 ab	116	4.51	0.25	0.58	6.49	158 c
Mixed woodchip	6.24	26.7 ab	116	3.81	0.39	0.45	7.17	176 a
<i>Quercus</i>	6.13	29.2 a	116	3.57	0.26	0.44	6.31	172 a
<i>P. tomentiglandulosa</i>	6.46	25.1 bc	127	4.78	0.32	0.62	7.06	168 b
<i>p. densiflora</i>	6.31	25.7 ab	109	4.03	0.38	0.49	6.94	173 a
No. fertilizer	6.01	24.6 c	98	3.06	0.20	0.32	5.98	142 d

4. 적 요

본 연구는 산림 조립시 발생되고 있는 소경목(참나무류, 은사시나무, 소나무, 단수종3종을 혼합한 혼합수종)을 이용 목재칩을 제작, 3요소(질소, 인산, 칼리)를 주입, 지효성 비료를 제조한 후 벼 재배에 사용 그 효과를 검토하고자 시험을 실시하였으며 결과는 다음과 같다.

- 가. 이양후 30일경 초장 및 경수는 참나무류>소나무>혼합수종>은사시나무 순으로 생육이 양호하였으나, 60일경에는 소나무에서 초장 및 경수가 증가되었을 뿐 기타 수종간에는 큰 차이가 없었다.
- 나. 목재칩비료 사용시 최고분얼기 엽색도값은 평균 41.4~44.3으로 표준시비보다 높았으나, 출수기에는 평균 36.7~41.1로 표준시비(41.9)보다 낮았다.
- 다. 목재칩 처리시 표준시비 대비 간장은 길었고, 수당립수는 평균 87개로 7립정도가 많았으며 등숙율은 3.6% 낮았다. 쌀 수량은 목재칩처리에서 평균 546kg/10a였고, 혼합수종 처리시에는 568kg/10a으로 표준시비 대비 6% 증수되었다.
- 라. 쌀의 완전미율은 표준시비구에서는 68.9%였고, 소나무 및 혼합수종처리에서 평균 80.4%로 가장 높았고 기타 수종처리에서는 평균 78.8%를 보였다.
- 바. 쌀 품질중 아미로스와 백도(투명도)는 처리간 차이가 없었고 단백질은 목재칩 처리에서 다소 높아지는 경향을 보였으나 도요 식미치는 표준시비에서 68을 보인 반면, 목재칩 처리구에서는 76.8로 목재칩을 사용함으로써 밥맛이 좋아지는 것으로 사료되었다.
- 사. 식물체 건물중은 최고분얼기에는 혼합수종, 출수기에는 소나무칩 사용구에서 가장 무거웠는데, 이는 목재칩 처리시 표준시비 대비 경수 및 수수 증가에 의한 것으로 판단되었다.
- 아. 시험후 토양의 화학성분중 산도, 유기물, 인산 함량은 시험전보다 다소 감소되었으나 유기물함량은 목재칩 종류별로 다소 차이는 있으나 평균 26.7g/kg로 표준시비보다 높아 목재칩 처리후 부숙에 의해 유기물이 증가된 것으로 사료되었다.

5. 인용문헌

강원도농업기술원 2003. 친환경농자재의 올바른 사용방법. p. 11-71
 농촌진흥청. 2004. 고품질쌀 생산과 품질관리의 화학성분
 박래경, 조수연. 1990. 쌀 품질의 고급화 육종현황과 금후전략. '90수입개방대책. 45:30-40
 박석홍. 1996. 벼 재배환경과 조건이 미질에 미치는 영향. 연구와 지도. 37(8):77-80
 조재영, 윤상현, 이은운. 1984. 재배학원론. 향문사
 조백현, 조선진, 박천제, 엄대익. 1997. 토양학. 향문사. p. 268-274
 이주열, 이선용, 조수연. 1971. 시비위치에 따른 엽신 질소농도 변화가 수량구성요소에 미치는 영향. 한 작지. 7:28-32

이종훈, 오윤진. 1991. N.P.K 및 유기물의 23년간 연용이 수도의 수량생성과 미질에 미치는 영향. 한작지. 36(4)

최현욱, 이종훈, 배성호. 1968. 수도생육과정에 따른 질소의 추비가 제 생육형질과수량에 미치는 영향. 농시연보. 11(3):3-8

최규모. 1995. 병해충의 종합관리기술 연구와 지도. 농촌진흥청. p. 43-36

6. 연구성과 활용제목

- 환경친화적 농자재개발 ----- (2005 기초자료활용)

7. 연구원 편성

세부과제명	구 분	소 속 (과팀명)	직 급	성 명	수행업무	연도	
						'05	'06
수종별 시용효과 평가 및 시용적량 구명	책 임 자	작물경영연구과 답작연구팀	농업연구사	함진관	세부과제총괄	○	○
	공동연구자	"	"	조운상	연구협조	○	○
	"	"	"	이안수	"	○	○
	"	"	"	김재록	"		○
	"	"	농업연구관	사종구	자료검토		○
	"	강원대학교	교 수	전수경	"	○	○