

어젠다코드	2 - 08 - 24		구분	협동완결	
기술분야코드	V1	기술유형코드	C04	작목구분코드	FC-03-0301
과제종류	농업공동연구		세부사업(약어)	-	
과제명	기후변화 대응 지대별 논 이용 최적 작부체계 개발 및 현장실증 연구				
과제책임자	성명		직급	소속기관 및 부서	
	황정동		농업연구사	국립식량과학원	
연구기간	2016 ~ 2018		참여연구기관	-	
세부과제명			부서	세부책임자	연구기간
4)강원지역 논 이용 소득작물 도입 작부체계 연구			작물연구과	송윤호	'16~'18
색인용어	논, 작부체계, 재배, 생산성, 경제성				

ABSTRACT

This study was carried out to improve the income of rice farmers with development of optimum cropping system of rice field cultivation and to provide rice farmers with information to get more profit from paddy field by suggesting high profit cropping system in Gangwon Province.

the results of analysis of cropping system were as follows:

- the cropping system of cabbage-perilla: the average amount of cabbage for three years was 3,601heads/10a and 6,556kg/10a. The average amount of perilla was 169kg/10a. The economic analysis result was showed that the income exponent was 3.9 times higher and the income rate was 8.5 percent higher than the single rice crop.
- the cropping system of potato-soybean: the average amount of potatoes for three years was 3,212kg/10a and the heavy potato was 2,959kg/10a. The average amount of soybeans was 274kg/10a. The economic analysis results was showed that the income exponent was 4 times higher and the income rate was 10.8 percent higher than the single rice crop.
- the cropping system of corn-cabbage: the average corn crop over three years was 6,244/10a. the average amount of cabbage for three years was 3,482heads/10a and 6,435kg/10a. According to the economic analysis, the income exponent was 3.8 times higher and the income rate was 4.5 percent higher than the single rice crop.
- the cropping system of buckwheat-corn: the average corn crop over two years was 164 kg/10a. the average number of corn was 4,166/10a. According to the economic analysis, the income exponent was 2.5 times higher and the income rate was 11.4 percent higher than the single rice crop.

- the cropping system of white radish crop-buckwheat: the average white radish crop over two years was 7,409kg/10a, the average amount of buckwheat was 138kg/10a. According to the economic analysis, the income exponent was 3.1 times higher and the income rate was 3.4 percent higher than the single rice crop. According to the analysis of cabbage-perilla cropping system, the average amount of cabbage for three years was 3,601heads/10a and 6,556kg/10a. The average amount of perilla was 169kg/10a. The income analysis result was showed that the income index was 3.9 times higher than the rice crop.

1. 연구목표

최근 국내 쌀 소비량 감소와 농산물 시장 개방화에 따른 재배면적 감소 및 경쟁력 저하 문제는 미래 식량안보를 위한 논 기반 유지를 위한 대책이 시급히 마련되어야 할 시점에 이르렀음을 말해준다. 향후 식량안보를 위한 논 기반 유지 대책으로 논을 이용한 새로운 소득 작목의 탐색 및 개발이 요구되고 있다. 특히 작부체계 개발 시 지역별 기후특성, 토양환경 등 여건을 고려하여 지역에 적합한 품종 선발이 선행되어야 하며, 다양한 품종들을 이용하여 개발된 새로운 작부체계를 농가 현장에 적용함으로써 농업소득과 더불어 식량안보를 위한 일정수준의 논 기반 유지가 가능 할 것이다. 본 연구에서는 논 이용 다변화 연구의 일환으로 강원 지역에 적합한 논 이용 작부체계 모델 개발을 목적으로 2016년부터 2018년까지 춘천에 소재한 강원도농업기술원 논 시험포장에서 3년간 수행되었다.

2. 재료 및 방법

〈제1세부과제: 강원지역 논 이용 소득작물 도입 작부체계연구〉

(시험 1) 봄배추 - 들깨 작부체계

본 협동과제에서는 강원지역에서 논을 이용한 고소득 최적 작부체계 개발을 위하여 2016년부터 2018년까지 3년동안 강원도농업기술원 논 시험포장(춘천소재)에서 수행하였다. 전작물인 배추 시험품종은 봄배추 품종인 봄맛배추를 후작물인 들깨의 품종은 재배안전성이 우수하며 강원지역 들깨 주산지에서 주요 재배되는 품종인 다유들깨를 시험품종으로 하였다. 배추는 4월 1일('16), 4월 4일('17), 4월 5일('18) 128구 포트에 파종을 하여 4월 15일, 4월 24일, 4월 28일 본 시험포에 정식을 하였으며, 후작물인 들깨는 6월 20일, 6월 20일, 6월 14일 128구 포트에 파종을 하여 7월 11일('16), 7월 7일('17), 7월 9일('18) 본포에 정식을 하였다. 파종방법은 전작물 배추는 이랑 너비 60cm에 포기사이 35cm에 주당 1본씩 심었으며, 후작물인 들깨는 이랑너비 60cm에 포기사이 25cm에 주당 1본씩 식재하였다. 시비량은 배추는 10a당 N-P₂O₅-K₂O가 각각 32-8-20kg으로 하였으며, 들깨는 10a당 N-P₂O₅-K₂O가 각각 4-3-2kg로 시비하였다. 앞그루작물 배추는 수확기 생체중(g), 포기폭(cm), 엽장(cm), 엽폭(cm) 등 생육 및 수량구성요소를 조사하였고, 뒷그루작물인 들깨는 성숙기에 경장, 질수, 분지수 등 생육특성과 천립중, 리터중 등의 수량특성을 주요 조사항목으로 설정하여 조사하였다. 작목별 시험구배치는 단구제로 조사는 3반복 조사하였다.

(시험 2) 감자 - 콩 작부체계

감자 시험품종은 강원도농업기술원에서 육성한 신품종 미백감자로 숙기가 빠른 특성이 있어 본 시험 품종으로 정하였으며 후작물인 콩 품종은 숙기가 빠르고 내병성이 우수하며 특히 습해에 강한 품종의 특징으로 본시험의 품종으로 정하였다. 미백감자를 심기 20일전 저온저장고에서 꺼낸 후 안전한 입모을 확보와 초기 생육을 촉진시키고, 조기수확 및 흑지병 등의 병원균 예방을 목적으로 온도 15℃, 습도 80~90% 정도를 유지하고 약한 빛이 들도록 하여 휴면을 깨워 심는 씨감자 산광최아 처리를 하였다. 또한, 감자를 심기 1주일 전에 감자 전달을 위하여 칼 소독을 한 후 감자를 쪽당 30~50g이 되도록 2~3등분으로 정아부에서 기부쪽으로 절단하였고 절편이 완전히 떨어지지 않도록 4/5정도를 절단하여 상처 부위가 잘 치유되도록 처리를 하였다. 감자를 심기 2주일 전에 완전히 썩은 퇴비를 10a당 2,000kg 정도 뿌려 주었고 비료는 파종 3일전 토양살충제와 함께 질소10kg, 인산8.8kg, 칼리13kg를 뿌려 주었다. 감자는 최대한 늦서리를 피해 일찍 심으면 생육 기간을 충분히 확보하고 수확시기를 앞당기는 효과가 있어 여러 가지 작부체계 설정에 유리한 점이 있으므로 늦서리가 끝난 후 3월29일('16), 4월3일('17), 3월30일('18) 본 시험포에 파종을 하였으며, 재식거리는 이랑 너비 75cm에 포기사이 20cm로 하였다. 콩 시험품종은 숙기가 빠르고 내병성에 강한 강원도농업기술원에서 개발한 장류 및 두부용 품종인 강일콩을 시험품종으로 하였으며, 콩의 종자 전염성병인 탄저병, 미이라병, 자주무늬병 등의 병발생을 예방하기 위하여 종자에 종자소독 약제를 곁고루 묻도록 분의 소독 처리 하였다. 콩을 파종하기 3일전에 토양 살충제와 함께 질소3kg, 인산3kg, 칼리3.4를 전량 밑거름으로 뿌려 주었다. 콩의 재식거리는 이랑 너비 70cm에 포기사이 15cm에 2~3알정도 파종하였으며, 파종깊이는 3~5cm정도로 파종하였다. 앞그루작물 감자는 수확 후 서중(g) 상서수량(kg/10a), 총서수량(kg/10a) 등 수량구성요소를 조사하였고, 뒷그루작물인 콩은 개화기, 성숙기, 경장, 질수, 분지수 등 생육특성과 불마름병 등 병해 정도(0~9), 협수(개), 백립중(g) 등의 수량특성을 주요 조사항목으로 설정하여 조사하였다.

(시험 3) 옥수수 -배추 작부체계

전작물인 옥수수 시험품종은 강원도 농업기술원에서 육성된 단교잡종으로 병해충에 강하고 식미가 우수한 찰옥수수 품종인 미백2호를 후작물인 배추의 품종은 재배안전성이 우수하고 내병성 품종인 가을배추용 품종인 불암3호를 시험품종으로 하였다. 옥수수는 4월 15일('16), 4월 12일('17), 4월 18일('18) 본 시험포에 파종을 하였으며, 후작물인 배추는 7월 20일, 8월 4일, 8월 2일 128구 포트에 파종을 하여 8월 9일('16), 8월 25일('17), 8월 20일('18) 본포에 정식을 하였다. 재식거리는 전작물 옥수수는 이랑 너비 60cm에 포기사이 25cm로 하였으며 후작물인 배추는 이랑너비 60cm에 포기사이 45cm에 주당 1본씩 식재하였다. 시비량은 옥수수는 10a당 N-P₂O₅-K₂O가 각각 14.6-3-6kg로 시비 하였으며, 배추는 10a당 N-P₂O₅-K₂O가 각각 32-8-20kg으로 시비하였다. 옥수수는 배추는 수확기 생체중(g), 포기폭(cm), 엽장(cm), 엽폭(cm) 등 생육 및 수량구성요소를 조사하였다.

(시험 4) 메밀 - 옥수수 작부체계

본 협동과제에서는 강원지역에서 논을 이용한 고소득 최적 작부체계 개발을 위하여 2017년부터 2018년까지 강원도농업기술원 논 시험포장(춘천소재)에서 실시하였다. 메밀 시험품종은 성숙후에도 탈립에 강하고 도복에 강하며 여름 및 가을재배가 가능한 양절메밀을 시험품종으로 하였다. 메밀은 피씨움균에 의한 부패를 방지하기 위하여 메밀 종자를 파종하기 전에 씨앗 1kg당 종자소독제를 4g을 분해서 파종하였다. 메밀종자는 파종 후 비료와 접촉하게 되면 출아 및 입모율이 떨어지므로 비료를 전면 살포하여 토양에 잘 섞이도록 경운, 정지 한 후 파종하였다. 또한 종자의 종실착생을 증가시키기 위하여 봉사를 엽면시비 하였다. 파종량은 종자의 크기와 파종방법에 따라서 다르나 본 시험은 30cm간격으로 세조파를 실시 10a당 4~6kg정도의 종자량이 소요되었다. 메밀은 4월13일('17), 4월16일('18) 본 포장에 파종을 하였으며, 시비량은 10a당 N-P₂O₅-K₂O가 각각 3-3-3.4kg 으로 하였으며, 개화기, 성숙기, 경장, 절수, 분지수, 주당 종실중 등 생육 및 수량구성요소를 조사하였다.

옥수수는 품종은 재배안전성이 우수하며 병충해에 강한품종인 미백2호를 시험품종으로 하였으며, 7월14일('17), 7월19일('18) 본 포장에 파종을 하였다. 재식거리는 이랑너비 60cm에 포기사이 25cm로 하였으며, 시비량은 배추는 10a당 N-P₂O₅-K₂O가 각각 15-3-6kg으로 하였다. 시험연구조사는 간장, 착수고 등 생육특성과 이삭중, 이삭장, 이삭폭 등의 수량특성을 주요 조사항목으로 설정하여 조사하였다.

(시험 5) 봄무 - 메밀 작부체계

무의 시험품종은 내서성이 강하고 적심현상에 강한 조기재배용 품종인 테청무를 시험품종으로 하였다. 무를 시험재배하기 위하여 파종 30일전에 완숙퇴비와 석회를 살포하고 경운은 심경로터리로 30cm이상 깊게 갈아 주었다. 파종은 4월12일('17), 4월27일('18)에 한곳에 3립씩 정도 파종한 후 솟아주었다. 시비량은 10a당 N-P₂O₅-K₂O가 각각 15-9-13kg 정도 시비하였으며 재식거리는 이랑너비 67cm에 포기사이 23cm로 하였으며 주요조사항목은 성숙기의 엽장, 엽수, 엽중 등 생육특성과 근경, 근장, 근중 등 수량특성을 조사항목으로 하였다. 메밀 시험품종은 성숙후에도 탈립에 강하고 도복에 강하며 여름 및 가을재배가 가능한 양절메밀을 시험품종으로 하였다. 메밀은 피씨움균에 의한 부패를 방지하기 위하여 메밀 종자를 파종하기 전에 씨앗 1kg당 종자소독제를 4g을 분해서 파종하였다. 메밀종자는 파종 후 비료와 접촉하게 되면 출아 및 입모율이 떨어지므로 비료를 전면 살포하여 토양에 잘 섞이도록 경운, 정지 한 후 파종하였다. 또한 종자의 종실착생을 증가시키기 위하여 봉사를 엽면시비 하였다. 파종량은 종자의 크기와 파종방법에 따라서 다르나 본 시험은 30cm간격으로 세조파를 실시 10a당 4~6kg정도의 종자량이 소요되었다. 메밀은 8월 4일('17), 7월 31일('18) 본 포장에 파종을 하였으며, 시비량은 10a당 N-P₂O₅-K₂O가 각각 4-7-6kg 으로 하였으며, 개화기, 성숙기, 경장, 절수, 분지수, 주당 종실중 등 생육 및 수량구성요소를 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

〈제1세부과제: 강원지역 논 이용 소득작물 도입 작부체계연구〉

(시험 1) 봄배추 - 들깨 작부체계

가. 시험기간 중 기상현황

논을 이용한 작부체계 시험을 수행한 춘천지역의 2016년과 2018년 4월부터 10월까지의 기상 현황은 그림 1과 같다. 생육기간동안 평균기온은 4월부터 7월까지의 평년보다 다소 높게 경과되었고, 9월부터 10월 하순까지는 평년보다 다소 낮은 편이었다. 작물 생육기간('16~'18) 중 최고 기온은 평년과 비교하여 다소 높았으며, 최저기온은 10월을 제외한 4월에서 9월까지의 최저기온이 평년보다 높아 감자, 배추, 무 등 전작물의 경우 저온으로 인한 피해가 적었다. 강수량은 연차간 차이가 컸다. 2016년에는 전작물 생육기간인 4월에서 6월 누적강수량은 300mm로 평년 누적 강수량인 320mm 보다 약간 적었으며, 7월 상순 강수량이 397mm로 평년 강수량 99mm보다 높아 고휴재배, 배수로 설치를 통하여 작물의 습해를 예방하였다. 2017년은 평년보다 4월에서 6월 강수량이 적었으나 밭과 비교하여 논에 높은 수분함량으로 인하여 작물의 생육은 양호하였다. 2018년은 6월 상중순, 7월 하순에 춘천시시험지의 강수량이 0mm로 강우가 내리지 않아 관수관리에 노력을 하였다. 이상의 기상은 배수로 정비, 고휴재배 등을 통하여 습해 예방에 주의하면 밭 포장과 비교하여 논에 높은 유기물 함량과 수분함량으로 밭 재배 대비 논 재배 작물의 생산성이 유리 할 것으로 판단되었다.

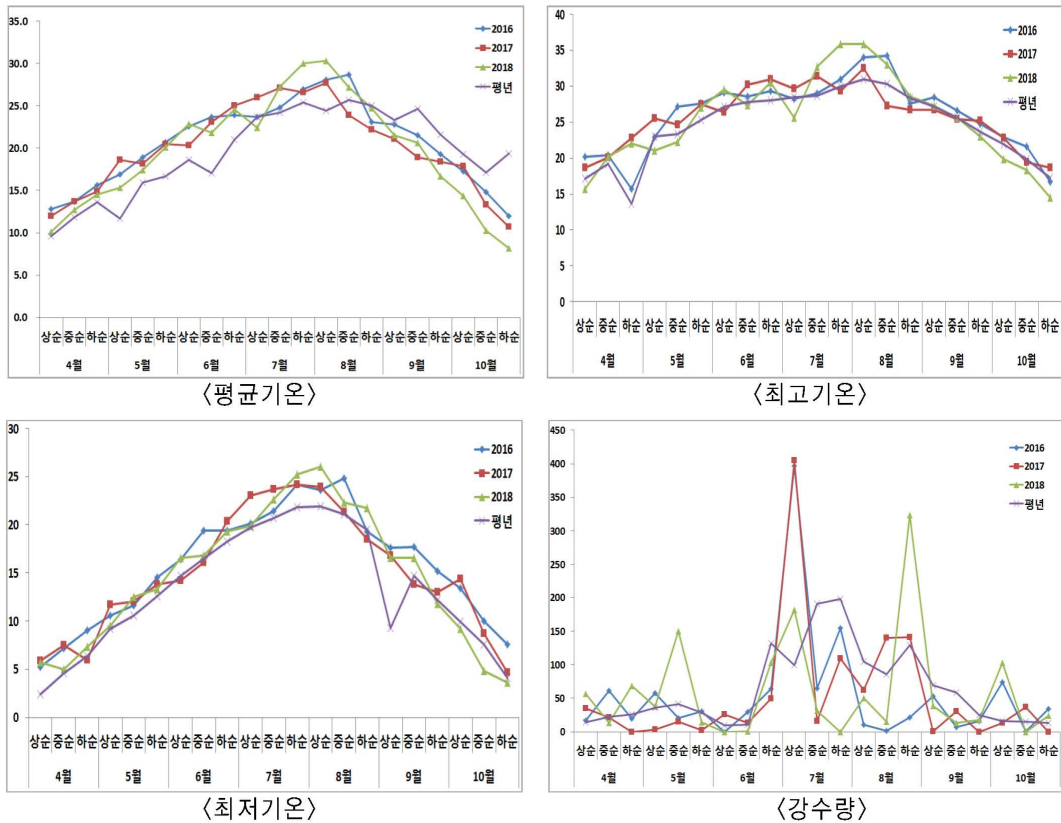


그림 1. 시험기간 중 기상현황(2016, 2017, 2018, 춘천기상대)

나. 봄배추+들깨 재배작형 생육 및 수량 특성('16~'18)

통계청 조사결과 강원도 봄배추 재배면적('18)은 363ha로 밭 재배면적이 337ha(93%)이고 논 재배면적이 26ha(7%)로 밭 재배가 거의 대부분을 차지하고 있다. 배추 봄 재배는 파종기가 적정 시기보다 빠를 경우 정식하는 시기도 빨라져 정식 한 후 저온에 의하여 꽃눈이 형성이 되고 추대가 되며, 파종시기가 늦어지게 되면 결구기에 고온이 되어 무름병, 바이러스병, 노균병등의 발생이 심해지므로 내병성 및 석회, 붕소 결핍증에 강한 품종을 선택하고 적기에 파종하여야 한다(농촌진흥청, 2017). 따라서, 본 시험을 내병성이 강한 품종인 봄맞배추를 재료로 하였으며 중북부 지역의 적정 파종시기인 4월 상순에 파종을 하였다.

전작물인 봄배추의 생육 및 수량 특성을 조사한 결과는 표.1-1과 같다. 시험결과 밭 재배 배추 수량과 비교하여 비슷하거나 약간 적은 수치를 보여 배추 논 재배시 배수로 정비 등 습해관리와 적기 병해충 관리에 유의시 안정적인 수량 확보를 예상 할 수 있을 것으로 판단된다.

표 1-1. 봄배추 생육 및 수량 특성(2016~2018, 춘천)

품종명	생체중 (g)	포기폭 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (개/주)	수량 (포기/10a)
봄맞배추	2,316	22	39	25	68	3,601

들깨는 전형적인 단일성 작물로서 개화 한계일장은 15시간 이내며 일장이 15시간 이상일 경우 꽃눈 분화가 억제되어 영양생장만 계속되는 유지작물이다(농진청, 2018). 들깨 전국 재배 면적('17)은 43,352ha로 강원도 재배면적은 6,024ha로 전국3위의 재배면적을 차지하고 있다. 들깨는 생리특성상 밭작물 중에서도 기상재해와 불량한 토양 환경에 적응력이 강하며, 이식 재배에도 생존율이 높고 만파 적응성이 우수하여 유향 적박지나 재해를 만나 입모를 세우지 못한 주요밭작물의 대파작물로 많이 이용되어 왔다(농진청, 2018). 들깨의 강원중북부 지역의 정식 시기는 6월 하순에서 7월 상순으로 배추 수확 후 포장 경운 및 시비처리 후 60×25cm의 재식 간격으로 7월 상순에 정식을 하였으며, 습해에 특히 약한 들깨의 생리적인 특성상 습해 예방을 위하여 포장 고랑 사이 물 빠짐이 원활 하도록 배수로를 깊게 하여 습해 예방에 주의하였다. 들깨의 생육 및 수량 특성에 관하여 조사한 결과는 표1-2와 같다. 2016년부터 2018년 3년간 시험 조사한 결과 춘천 소재 논을 이용한 들깨의 평균 개화기는 9월 6일이고, 평균 성숙기는 10월 8일이며, 경장은 110cm, 절수는 10개, 분지수는 주당 16개, 화방군수는 주당 평균 46개, 평균 수량은 10a당 169kg의 종실 수량을 나타냈다.

표 1-2. 들깨 생육 및 수량 특성(2016~2018, 춘천)

품종명	개화기 (월.일)	성숙기 (월.일)	경장 (cm)	절수 (개/주)	분지수 (개/주)	화방군수 (개/주)	수량 (kg/10a)
다유들깨	9.6	10.8	110	10	16	46	169



【봄맛배추】



【다유들깨】

그림 2. 배추 - 들깨 작부모형 생육 상황

(시험 2) 감자 + 콩 작부체계

감자의 수량 특성의 결과는 표2-1과 같다. 2016년에서 2018년 3년간 시험 연구한 결과 151~250g에 해당하는 감자수량이 10a당 1,044kg으로 가장 많았으며, 81~150g 해당 감자수량이 10a당 907kg, 251g이상 해당하는 감자수량이 10a당 697kg, 51~80g 해당 감자수량이 10a당 311kg, 31~50g 감자수량은 10a당 156kg, 30g미만 크기 감자수량이 10a당 97kg로 가장 적었다. 감자의 총서수량은 10a당 3,212kg이며, 그 중 51g이상 크기에 해당하는 상서수량은 10a당 2,959kg으로 총서수량의 92%를 나타냈다. 벼를 심은 논에 감자를 재배할 때는 담수로 인해 각종 병해충이 거의 없는 상황 이므로 병해충 관리에 유리한 점이 있으나, 대부분의 논 토양은 물빠짐이 불량하여 습해를 받을 우려가 있으므로 밭에 비하여 이랑을 높게 하고 배수로를 깊게 설치하여야 감자의 부패를 예방하고 안정적인 수량을 확보 할 수 있다.

표 2-1. 감자 생육 및 수량 특성(2016~2018, 춘천)

품종명	서중(kg/10a)						상서수량 (kg/10a)	총서수량 (kg/10a)
	251g 이상	151~250g	81~150g	51~80g	31~50g	30g 미만		
미백 감자	697	1,044	907	311	156	97	2,959	3,212

콩의 생육 및 수량 특성을 조사한 결과는 표2-2와 같다. 2016년부터 2018년까지 강일콩을 시험품종으로 하여 조사한 결과 콩의 평균(16~18) 개화기는 8월8일로 밭 재배와 비교하여 3일정도 개화가 늦었으며, 평균 성숙기는 10월 6일로 밭 재배와 비교하여 5일정도 늦은 결과를 나타냈다. 경장은 50cm이고 마디수는 주당 13개였으며 꼬투리수(협수)는 주당 55개로 밭 재배와 비슷한 생육 특성을 보였고, 수량 감소의 주요 원인인 도복과 불마름병 정도는 0으로 쓰러짐과 별 방생은 나타나지 않았다. 수량구성요소인 100립중의 무게는 27g으로 밭 재배보다 약간 높게 나타났으며 수량은 10a당 274kg으로 밭 재배와 대등한 수준의 수량을 보였다. 논은 밭과 비교하여 토양의 수분과 유기물 함량이 높아 배수로 정비, 고풍(높은이랑)재배 등을 통하여 과습으로 인한 콩의 피해를 예방 할 경우 밭 재배보다 오히려 고품질의 콩과 높은 수량을 얻을 수 있을 것으로 판단된다.

표 2-2. 콩 생육 및 수량 특성(2016~2018, 춘천)

품종명	개화기 (월.일)	성숙기 (월.일)	경장 (cm)	절수 (개/주)	협수 (개/주)	도복 (0-9)	불마름 (0-9)	100립중 (g)	수량 (kg/10a)
강일콩	8.6	10.11	46	13	56	0	0	27.0	274



【미백감자】



【강일콩】

그림 3. 감자 - 콩 작부모형 생육 상황

(시험 3) 옥수수 + 배추 작부체계

옥수수는 생육초기에 서리에 약한 특성이 있으므로 본 시험에서는 늦서리 피해를 예방하고자 파종시기를 4월 상순으로 하였고, 지상부의 저온 피해를 최소화 하고자 파종 심도를 3~5cm 정도로 깊이 파종하였다. 봄 저온에서는 발아중인 씨앗에 여러 가지 토양균이 기상하여 종자의 부패 등 악영향을 미치므로 이를 방지하기 위하여 파종 전 종자에 종자소독처리를 하였다. 논·특성상 토양 수분관리가 용이하여 옥수수의 수분이 가장 많이 필요로 하는 시기인 7~8월에 원활한 수분 공급이 가능하였다. 2016년부터 2018년 3년간 옥수수의 생육 및 수량특성은 표3-1과 같다. 옥수수의 간장은 197cm으로 생육이 양호하였고 착수고는 104cm이었으며 이삭중은 204g이고 이삭장은 21cm, 이삭폭은 4.3cm, 이삭수는 10a당 6,244개로 나타났다.

표 3-1. 옥수수 생육 및 수량 특성(2016~2018, 춘천)

품종명	간장(cm)	착수고(cm)	이삭중(g)	이삭장(cm)	이삭폭(cm)	이삭수(개/10a)
미백2호	197	101	204	21	4.3	6,244

가을배추는 통계청 조사결과 강원도 가을배추 재배면적('18)은 1,274ha로 밭 재배면적이 1,228ha(96%)이고 논 재배면적이 46ha(4%)로 밭 재배가 거의 대부분을 차지하고 있어 논 이용 소득 작목의 다양화 측면에서 배추 논 재배도 재배면적이 확대되어야 할 것으로 사료된다. 배추 가을 재배는 파종적기보다 일찍 파종하면 바이러스병 발생이 많아지고 월동 전에 지나치게 결구되던

노화와 추대가 빨리 되므로 주의하여야 한다. 후작물인 가을배추의 생육 및 수량 특성을 조사한 결과는 표.3-2과 같다. 2016년부터 2018년 3년간 시험한 결과 배추 생체중 3,098g, 포기폭 25cm, 엽장 39cm, 엽폭 24cm, 엽수 주당 70개, 수량은 10a당 3,482포기로 6,435kg을 나타냈다. 위 시험 결과 배추 논 재배 시 적기 파종 및 정식과 잡초 방제와 배수로 정비 등 습해 관리와 적기 병해충 관리에 유의시 안정적인 수량 확보를 예상 할 수 있을 것으로 판단된다.

표 3-2. 배추 생육 및 수량 특성(2016~2018, 춘천)

품종명	생체중 (g)	포기폭 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (개/주)	수량 (포기/10a)	수량 (kg/10a)
불암3호	3,098	25	39	24	70	3,482	6,435



【미백2호】



【불암3호】

그림 4. 옥수수 - 배추 작부모형 생육 상황

(시험 4) 메밀 + 옥수수 작부체계

메밀의 시험연구결과는 표4-1과 같다. 양질메밀의 평균 개화기는 5월 18일이고 성숙기는 6월 29일로, 양질메밀은 4월 중순 파종하면 5월 중순 개화가 시작되어, 6월 상순 만개하면서 종실이 착립, 6월 하순 성숙기에 접어들었다. 평균 경장은 101cm, 질수 주당 8개, 분지수 주당 2.5개, 화방수 19개, 주당 종실수 12.5개, 주당 종실중 126.5g, 500립중 16.5g, 수량은 10a당 164kg의 결과를 나타냈다. 시험연구 결과를 분석해 보면 강원 중북부지역의 여름메밀은 늦서리 직후에 출아 할 수 있도록 파종기를 조절하여야 할 것으로 판단된다. 또한 논과 같이 토양이 과습 할 경우에는 파종 깊이를 2~3cm 정도로 얇게 파종하여야 할 것으로 생각된다. 메밀은 생리적인 특성상 습해에 약한 작물이므로 안정적인 다수확을 위해서는 배수로 정비 등 습해 관리에 신경을 써야 한다. 연구결과 메밀은 단기성 작물로 강원 중북부지방에서도 이모작의 앞그루 작물로 재배가 가능하여 향후 농가소득 향상에 유리 할 것으로 생각 된다.

표 4-1. 메밀 생육 및 수량 특성(2017~2018, 춘천)

품종명	개화기 (월.일)	성숙기 (월.일)	경장 (cm)	절수 (개)	분지수 (개)	화방수 (개)	주당 종실수 (개)	주당 종실중 (g)	500립중 (g)	수량 (kg/10a)
양절 메밀	5.18	6.29	101	8	2.5	19	12.5	126.5	16.5	164

2017년부터 2018년 2년간 옥수수의 생육 및 수량특성은 표4-2와 같다. 옥수수의 간장은 183cm으로 생육이 양호하였고, 착수고는 85cm이었으며 이삭중은 185g이고 이삭장은 20cm, 이삭폭은 4.3cm, 이삭수는 10a당 4,166개로 4월 파종, 7월 수확하는 작기의 수량보다 낮았다. 시험 결과를 분석해보면 옥수수는 첫서리가 내리기 이전에 수확을 할 수 있어야 하므로 7월 중순까지는 파종을 끝내야 하고 7월 중순에 파종하면 10월 수확이 가능 할 것으로 판단된다. 또한 7월 중순에 파종하는 가을재배는 재배시험 결과 적기 재배보다 온도가 높고 습기가 많으므로 각종 병해충에 노출되는 빈도가 높아 병해충 관리에 철저를 기하여야 한다. 특히 옥수수는 깨시무늬병의 발생이 많으므로 비가 많은 우기에는 배수 관리를 철저히 하고 옥수수가 쓰러지지 않도록 너무 배게 심지 않도록 주의를 하여야 할 것으로 생각된다.

표 4-2. 옥수수 생육 및 수량 특성(2017~2018, 춘천)

품종명	간장(cm)	착수고(cm)	이삭중(g)	이삭장(cm)	이삭폭(cm)	이삭수(개/10a)
미백2호	183	85	182	20	4.3	4,166



【 양절메밀 】



【 미백2호 】

그림 5. 메밀 - 옥수수 작부모형 생육 상황

(시험 5) 봄무 + 메밀 작부체계

무 종자는 싹이 터서 낮은 온도를 만나면 꽃눈이 생기며 이후 높은 온도와 낮의 길이가 길어지면 무가 추대된다. 꽃눈이 생기는 온도는 12~13℃ 이하인데, 떡잎이 벌어질 무렵 5~7℃의 낮은 온도에 처할 때 가장 감응하기 쉽다. 따라서 봄무 재배는 추대를 방지하기 위해서는 적정 파종시기를 선택하는 것이

중요하다. 봄 무의 시험연구 결과는 표5-1과 같다. 태청 무는 2017년부터 2018년 2년 시험연구 결과 엽장 51cm, 엽수 26.5개, 엽중 562g, 근경 120mm, 근장 28.5cm, 근중 2,127g, 수량 10a당 7,409kg로 밭 재배보다 다소 생육 및 수량 면에서 떨어지는 것으로 조사되었다. 연구결과 봄 무는 4월 중순에 파종하면 6월 중순에 수확이 가능하므로 다른 작물들과 다양한 작부체계가 가능 할 것으로 판단된다.

표 5-1. 무 생육 및 수량 특성(2017~2018, 춘천)

품종명	엽장 (cm)	엽수 (개)	엽중 (g)	근경 (mm)	근장 (cm)	근중 (g)	수량 (kg/10a)
태청무	51	26.5	562	120	28.5	2,127	7,409

메밀의 시험연구결과는 표5-2과 같다. 양절메밀의 평균 개화기는 9월 12일이고 성숙기는 10월 22일로 양절메밀은 8월 상순에 파종하면 9월 중순 개화가 시작되어, 9월 하순 만개하면서 종실이 착립, 10월 하순 성숙기에 접어들었다. 평균 경장은 72.5cm, 절수 주당 6.5개, 분지수 주당 2개, 화방수 12.5개, 주당 종실수 11.5개, 주당 종실중 117g, 500립중 15.5g, 수량은 10a당 138kg의 결과를 나타냈다. 시험연구 결과를 분석해 보면 강원 중북부지역의 가을메밀은 첫서리 직후에 출아 할 수 있도록 파종기를 조절하여야 할 것으로 판단된다. 또한 논과 같이 토양이 과습 할 경우에는 파종 깊이를 2~3cm정도로 얇게 파종하여야 할 것으로 생각된다. 메밀은 생리적인 특성상 습해에 약한 작물이므로 안정적인 다수확을 위해서는 배수로 정비 등 습해관리에 신경을 써야 한다. 연구결과 메밀은 생육기간이 짧으므로 강원지역의 경우 여름메밀과 가을메밀을 이용하여 옥수수, 감자, 배추 등 다양한 소득 작물과의 작부체계가 가능할 것으로 생각 된다.

표 5-2. 메밀 생육 및 수량 특성(2017~2018, 춘천)

품종명	개화기 (월.일)	성숙기 (월.일)	경장 (cm)	절수 (개)	분지수 (개)	화방수 (개)	주당 종실수 (개)	주당 종실중 (g)	500립중 (g)	수량 (kg/10a)
양절 메밀	9.12	10.22	72.5	6.5	2	12.5	11.5	117	15.5	138



【 태청무 】



【 양절메밀 】

그림 6. 봄무 - 메밀 작부모형 생육 상황

4. 적 요

〈제4협동과제: 강원지역 논 이용 소득작물 도입 작부체계 연구〉

(시험 1) 배추 - 들깨 작부체계

- 가. 배추, 들깨 논 재배 생육특성 조사 결과 정상 생육하였으나, 밭 재배와 비교하여 습해와 병해충의 발생이 용이하여 밭 재배 대비 약간의 감수가 발생 하였음.
- 나. 배추-들깨 작형의 경우 봄배추 3년('16-'18) 평균수량은 10a당 6,556kg이며 들깨 평균 수량은 10a당 169kg으로 소득분석 결과 쌀 단작과 비교하여 소득지수는 3.9배, 소득율은 8.5% 높았음.

(시험 2) 감자 - 콩 작부체계

- 가. 감자의 경우 평균 수량('16-'18)은 10a 당 상서수량 2,959kg, 총서수량 3,212kg이었으며 온도 등 기후영향으로 인한 약간의 부패서가 발생하였음.
- 나. 후작물인 콩은 수분관리가 용이하여 10a당 274kg으로 밭 재배와 비슷한 수량을 보였음.
- 다. 감자 - 콩 작형의 경우 감자 3년('16-'18) 평균수량은 10a당 상서수량은 2,959kg이고 총서 수량은 3,212kg이며 콩 평균수량은 10a당 274kg으로 소득분석 결과 쌀 단작과 비교하여 소득지수는 4배, 소득율은 10.8% 높았음.

(시험 3) 옥수수 - 배추 작부체계

- 가. 옥수수의 경우 미백 2호를 재배하여 7월 17일 수확 가능 하였고 이삭중, 이삭장 등 생육 또한 양호하였으며, 배추는 8월 18일 정식하였으며 수량은 10a당 6,435kg로 일반 노지 단작재배에 비해 다소 떨어지는 수량을 보였음.
- 나. 옥수수 - 배추 작형의 경우 옥수수 3년('16-'18) 평균수량은 10a당 이삭수가 6,244개이며 배추 평균수량은 10a당 3,482포기, 6,435kg로 소득 분석 결과 쌀 단작과 비교 하여 소득 지수는 3.8배, 소득율은 4.5% 높았음

(시험 4) 메밀 - 옥수수 작부체계

- 가. 메밀 논 재배시 개화기가 5월 18일, 성숙기가 6월 29, 경장이 101cm, 절수가 주당 8개주당 종실중이 126.5g으로 생육이 양호하였으며 가뭄에도 강한 생육을 보였고, 2년('17-'18) 평균 10a당 164kg의 수량을 나타냄.
- 나. 메밀 - 옥수수 작형의 경우 메밀 2년('17-'18) 평균수량은 10a당 164kg이며, 옥수수 평균 수량은 10a당 이삭수가 4,166개로 소득분석 결과 쌀 단작과 비교하여 소득지수는 2.5배, 소득율은 11.4% 높았음.

(시험 5) 봄무 - 메밀 작부체계

- 가. 봄무 - 메밀 작형의 경우 봄무 2년('17-'18) 평균수량은 10a당 7,409kg이며 메밀 평균 수량은 10a당 138kg으로 소득분석 결과 쌀 단작과 비교하여 소득지수는 3.1배, 소득율은 3.4% 높았음

5. 인용문헌

- 강영식, 홍기흥, 2018, 논 이용 다양화를 위한 기계화 가능 잡곡 선발, 충청남도농업기술원 시험연구 보고서, 70-73.
- 권순중, 김상열, 서종호, 황정동, 배현경, 2017, 논 이용 타 작물 재배 KNOW-HOW, 농촌진흥청, 230-237.
- 김대현, 박수형, 이명숙, 장진경 등, 2017, 배추 농업기술길잡이, 농촌진흥청, 25-26.
- 김명석, 김동관, 최진경, 강성주, 방극필, 박수연, 2010, 약용작물 논 재배법 확립시험, 전라남도 농업기술원 시험연구보고서, 424-440.
- 박춘봉, 김종엽, 임주락, 정주리, 김대향, 2003, 휴경 논 활용을 위한 고소득 약요 작물 선발, 전북농업기술원 시험연구보고서, 509-514.
- 박평식, 박성호, 현종내, 2014, 주요 권역별 벼 대체작목 작부체계 조사 분석, 국립식량과학원, 723-769.
- 윤종탁, 이재은, 김옥환, 한상수, 유용환, 2003, 콩 논재배 시 습해 경감을 위한 적정 작후방법, 국립식량과학원, 결과활용 새기술, 26-29.
- 이재홍, 최규환, 장영직, 조승현, 송영은 등, 2010, 전라북도농업기술원 시험연구보고서, 208-213.
- 정기열, 전상호, 김택겸, 홍순달, 2010, 농촌진흥청, 169-202.
- 조가옥, 이광원, 이용만, 황성일, 2011, 논 농업 활성화 방안-전북지역 동계맥류/하계작물 작부체계 중심
- 조동호, 정병준, 윤봉기, 2007, 쌀보리 대체작물 개발 연구, 전라남도농업기술원 시험연구 보고서, 58-63.
- 조수현, 임상현, 송운호, 2013. 논벼 대체 우리밀 품종 선발시험, 강원도농업기술원 시험연구 보고서, 71-85.
- 조승현, 소순영, 유영진, 이덕렬, 서상영, 강찬호 등, 2018. 벼 대체 논 이모작 작부체계 기술 개발, 전라북도농업기술원 시험연구보고서, 68-78 .
- 한원영, 전현정, 윤영남 등, 2018, 콩 논 재배 시 침수피해 해석 연구, 국립식량과학원, 429-441.
- Hong SJ et al. 2014. Effect of Cultivars, Sowing Date and Cropping System on the Development of Soybean Bacterial Pustule in the Field. KAOA. Vol 22(4) 773-787.
- Jung MW et al. 2011. Effect of Application of Composted Cattle Manure on Forage Productivity in Double Cropping System of Italian Ryegrass-Whole Crop Rice. JAST. VOL 53(5) 469-474.
- Kim WH et al. 2005. Study on the Promising Double Cropping System of Summer and Winter Forage Crop in Paddy Field. JKSGFS. Vol 25(4) 233-238.

6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용방안	제 목
2016(1년)	학술발표	중북부 지역에 적합한 논 이용 작부체계 개발
2017(2년)	학술발표	강원지역 논 이용 2기작 소득작물의 생육 및 수량 특성
2018(3년)	영농활용	강원지역 논 이용 소득작물 작부모형 개발(중앙)
	학술발표	강원지역 논 이용 작부체계별 생육, 수량특성 및 경제성
	홍보성과	자체 육성 품종 「약선콩」 논 콩 재배 현장 교육

성과지표명		연도		1년차(2016)		2년차(2017)		3년차(2018)		계	
		목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적		
학술 발표	국제	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	국내	1	1	1	1	-	-	2	2	2	2
영농 활용	기술	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	정보	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1
홍보		-	-	-	-	4	4	4	4	4	4
현장기술지원		-	-	-	-	1	1	1	1	1	1
계		1	1	1	1	6	6	8	8	8	8

7. 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도		
					'16	'17	'18
과제책임자	국립식량과학원	농업연구사	황정동	과제 총괄	○	○	○
4협동책임자	작물연구과	농업연구사	송운호	세부주관 수행	-	○	○
공동연구자	작물연구과	농업연구관	하건수	연구수행 및 평가	○	○	○
	"	농업연구사	조윤상	연구조사 지원	○	○	○
	"	"	이지우	연구조사 지원	-	○	○
	"	농업연구관	김상수	평가분석 지원	○	○	○
	"	공업주사보	김성용	현장조사 지원	○	○	○