

과제구분	기본연구	수행시기		전반기	
연구과제 및 세부과제	연구분야(Code)	수행기간	연구실	책임자	
화학비료 사용저감을 위한 시비기술 개발	농업환경 ES0101	'09~	환경농업연구과	강안석	
4) 맞춤형비료 실증시험	"	'10~'10	"	임수정	
색인용어	맞춤형비료, 시비, 옥수수, 배추				

## ABSTRACT

This empirical tests were performed to promote the government policy of custom fertilizer for corn and cabbage. each treatment were non-fertilization, single fertilizer (based on soil-teting), custom fertilizer respectively. Excluding non-fertilizer plot, the growth and yield of corn and chinese cabbage did not show any difference. The reason seemed due to the similar amount of fertilizer is used. Soil inorganic nitrogen content was also similar to each period. As by expected, custom fertilizer was able to get the target yield. Comparing the rate of nitrogen mineralization, the dissolution of inorganic nitrogen amount is similar to the single fertilizer, custom fertilizer. The usage of the application custom fertilizer is considered to be beneficial in terms of labor savings and maintain the soundness of the soil. There are 31 kinds of custom fertilizer. Unlike paddy soil, Upland soil is very various at soil fertility. It is urgent to redeem the current custom fertilizer policy

### 1. 연구목표

우리나라는 농경지 단위 면적당 화학비료를 가장 많이 사용하는 나라 중 하나로 알려져 있으며, 특히 질소 양분수지는 2005년까지 OECD 국가중 가장 높은 것으로 알려져 있다 (Kim et al., 2008). 최근 토양환경 악화로 인한 지하수 오염, 식품오염 및 자연생태계의 악화가 현안문제로 대두되고 있는 21C 농경 행위중 하나인 시비관리는 환경보전을 우선하는 시각에서 검토 되어져야 할 것이다. 따라서 농산물의 품질을 높이고 안전생산을 지속시키는 면에서 환경친화형 시비, 자원절약형 및 생력시비에 바탕을 둔 시비방법으로 전환이 되어야 하며, 아울러 작물 및 토양특성에 부합하는 기존의 비종은 물론 신비종의 합리적인 선택이 필요하다(Jung et al., 2000 ; Park et al., 1994). 따라서 정부는 친환경 농업을 확산시키고 토양환경을 개선하기 위해 화학비료 가격차손 보전제를 2005년6월 폐지하였다. 2008년 하반기 국제 원자재가격 상승 및 환율 급등에 따른 농가부담을 완화하기 위하여 일시적으로 화학비료 가격의 상승분에 대한 80%를 지원하였다. 화학비료 가격보조는 중장기적으로 농업환경 재정의 효율적 측면에서 문제점을 유발할 가능성이 많고, 일시적인 농가 부담 완화 효과는 있으나, 비료사용량을 늘려서 환경보전 정책에 역행 하는 결과가 예상된다. 사용량 감축이 가능한 화학비료를 조건 없이 일률적으로 지원하는 것은 재원의 낭비를 초래 할 것이다 따

라서 국가에서는 2010년부터 일률적인 화학비료 가격보조를 토양특성을 고려한 맞춤형 비료 지원으로 전환, 비료 사용량의 감축을 추진 중이다. 맞춤형비료의 결정은 지금까지 수행 해왔던 주요작물 재배지 토양검정 사업 결과인 토양정보시스템을 기반으로 하여 31종(밀겨름25종, 옷겨름6종)을 결정 하였다(농림수산식품부, 2009). 이에 본 시험은 맞춤형비료 제도정착을 조기화 하여 국가 정책에 부응하고 비료절감에 의한 농경영비 절감 및 토양환경 건전성을 유지하기 위하여 강원도 대표작물인 배추와 옥수수에 대하여 실증 시험을 수행 하였다

## 2. 재료 및 방법

옥수수에 대한 맞춤형비료 실증 시험은 홍천군 에 위치한 옥수수 시험장에서 수행하였다 품종은 미백 2호, 재식거리는 80×30cm로 하였으며, 4월 22일 파종, 8월 2일 수확 하였다. 배추는 춘천시 서면에 위치한 농가포장을 임차 하여 수행 하였다 품종은 불암3호, 재식거리는 80×40cm로 하였으며, 늦여름 계속된 강우로 인해 정식이 힘들어 최적 정식일 보다 많이 늦은 9월7일 정식하고, 11월 15일 수확하였다. 각 작물의 생육 및 수량 조사는 농촌진흥청 표준조사법에 준하였다(농촌진흥청, 2006). 토양은 음건하여 2 mm 체를 통과된 것을 화학성분 분석시료로 사용 하였고, 분석은 농촌진흥청 농업과학기술원 토양 분석법(농촌진흥청, 2000)을 적용하였다. pH와 EC는 토양과 증류수의 비율을 1:5로 하여 초자 전극법으로 측정하였고, 유기물은 Tyurin법, 유효인산은 Lancaster법, 양이온은 1M NH<sub>4</sub>OAc로 침출하여 ICP로 분석하였다. 시험전 토양의 화학적 성질은 표1과 같다. 옥수수 재배 토양은 pH가 4.9로 낮았고, 유기물은 19g/kg으로 적정기준인 20~30보다 약간 낮은 수준 이었으며, 인산은 적정 수준, 양이온 중 칼슘, 마그네슘은 적정 이하, 칼리는 적정수준을 약간 상회 하였다. 배추의 경우는 pH, 유기물, 인산은 적정수준, 양이온은 약간 낮거나, 상회하는 수준으로 전체적으로 배추를 재배하기 적합한 토양으로 사료된다.

표 1. 시험전 토양의 화학적 성질

작 물	pH	EC	OM	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	Ca	Mg	LR
	(1:5)	dS/m	g/kg	mg/kg	Exch. Cation	(cmol+/kg)		kg/10a
옥수수	4.9	0.20	19	251	0.7	3.7	0.9	398
배추	6.5	0.25	35	1,033	0.6	5.9	0.9	133

각 작물의 검정시비량은 표 2와 같다. 검정시비량을 토대로 하여 31종의 맞춤형 비료중에서 옥수수, 배추에 적합한 비료를 선정 하려고 하였으나 검정시비량의 조건에 부합하는 비종을 찾을 수 없었다. 따라서 처리는 무시비, 농가관행, 검정시비, 맞춤형비료로 하였고, 농가관행은 농가에서 일반적으로 많이 사용하는 복합비료(21-17-17)를 질소기준 하여 사용 하였다. 맞춤형비료 처리는 가축분 사용량 결정과 같이 최소 시비량에 기준을 맞추고 잔여량을 화학비료로 보충하는 방법(이 등, 2003)을 택하였다. 옥수수의 경우 맞춤형비료 1은 22-10-8, 맞춤형비료 2는 24-0-8 선택하여 칼리기준에 맞추고 잔여량은 단비를 사용 하였으며, 배추는 22-10-8과 17-0-10을 각각 사용 하였다.

표 2. 옥수수, 배추의 검정비시량

(kg/10a)

작 물	질소	인산	칼리	돈분퇴비	소석회
옥수수	16.2	3.9	3.5	444	302
배추	33.0	3.0	22.0	222	101

### 3. 결과 및 고찰

옥수수의 수확기 생육상황은 표 3과 같다. 간장은 무시비를 제외하고 4개처리 구에서 186~191cm로 유의적인 차이를 나타내지 않았고, 간경, 엽수, 엽장, 엽폭도 같은 경향 이었다. 이는 시험에 목적이 제조된 맞춤형 비료를 검정시비 기준에 맞추어 사용 하였기에 처리별 질소, 인산, 칼리의 사용량이 같았기 때문이다. 벼의 경우는 토양 성분을 기준으로 하는 검정시비량이 비슷하여 맞춤형 비료 비종 선택이 용이하나, 밭의 경우는 필지별 토양 화학성분의 차이가 많아 검정시비량을 기준으로 할 때 현재 확정된 맞춤형비료의 적용이 어려워 제도적 보완이 절실하다.

표 3. 옥수수의 수확기 생육상황

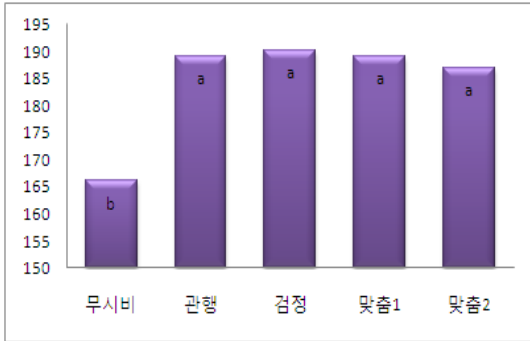
처 리	간장 (cm)	간경 (cm)	엽수 (개)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)
무시비	175 b	13.0 b	16.4 a	82 b	8.7 b
농가관행	187 a	15.5 a	16.5 a	88 a	9.4 a
검정시비	186 a	15.4 a	16.6 a	89 a	9.5 a
맞춤형 1	191 a	14.8 ab	17.0 a	90 a	9.5 a
맞춤형 2	187 a	15.0 ab	16.7 a	89 a	9.8 a

표 4는 배추의 수확기 생육상황을 보여 주고 있다. 옥수수와 마찬가지로 무시비를 제외하고 엽장은 51.3~53.2cm, 엽폭은 39.4~40.2, 주폭은 23.8~24.5, 주중은 3.58~3.65kg를 나타냈으며, 통계적인 유의차는 없었다.

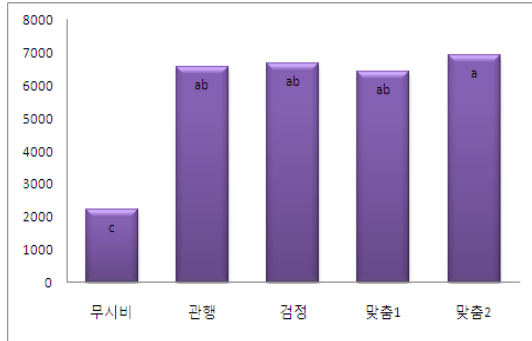
표 4. 배추의 수확기 생육상황

처 리	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	주폭 (cm)	주중 (kg)	구중 (kg)
무시비	32.4 b	25.4 b	15.4 b	2.10 b	0.71 b
농가관행	53.2 a	40.2 a	24.5 a	3.62 a	2.12 a
검정시비	52.1 a	39.4 a	24.2 a	3.63 a	2.13 a
맞춤형 1	51.3 a	39.8 a	23.8 a	3.58 a	2.05 a
맞춤형 2	52.2 a	40.1 a	24.3 a	3.65 a	2.21 a

옥수수의 이삭중도 생육과 마찬가지로 처리별 비료 시용량의 차이가 없어 같은 수량을 나타내었으며, 배추의 경우는 맞춤형비료 2 시용시 상품수량 6,906kg/10로 가장 많았다(그림1, 2).

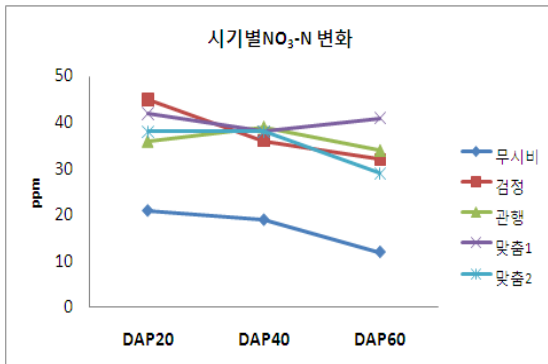


<그림 1> 옥수수의 이삭중 비교

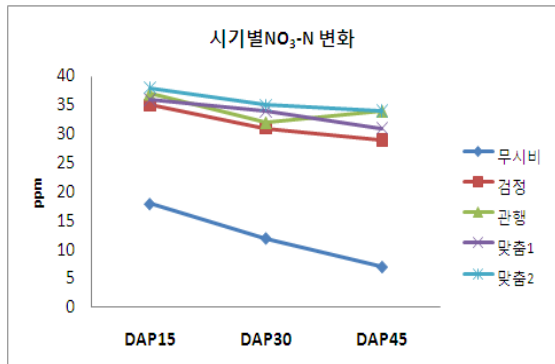


<그림 2> 배추의 상품수량비교

그림 3과 그림 4는 재배작기 동안의 무기질소 함량 변이 이다. 옥수수의 경우 무시비를 제외하고 4처리의 시기별 질산태 질소 함량은 32~45mg/kg으로 차이가 거의 없었고, 배추의 경우도 29~38mg/kg 으로 차이가 없었는데 이는 무시비를 제외하고 4처리의 투여된 질소가 검정시비에 맞추어 동일량이 들어갔기 때문이며, 맞춤형 비료와 일반 단비를 사용할 경우 질소의 무기화는 차이가 없다는 것을 입증 하는 것이다.



\* DAP : Days after planting



<그림 3> 옥수수 재배토양 시기별 무기질소 변이 <그림 4> 배추 재배토양 시기별 무기질소 변이

옥수수 재배후 토양의 pH는 전처리 공히 시험전과 시험후의 차이가 경미 하였다 이는 송(1993) 등이 토양시비 차이에 의한 pH의 재배전·후 차이가 경미하다는 결과와 같았다. 유기물은 처리 요인이 없어 시험전·후 차이가 없었고, 인산과, 칼리는 검정시비, 맞춤형비료 시용시에는 차이가 없었으며 농가관행 처리시 약간 증가 하는 경향이었는데 농가관행 시용시 복합비료(21-17-17) 질소기준 시용에 의한 인산 칼리 과 시용의 결과로 생각되며, 칼슘과, 마그네슘의 변화는 거의 없었다.

표 5. 옥수수 시험후 토양의 화학적 성질

처 리	pH	EC	OM	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	Ca	Mg
	(1:5)	dS/m	g/kg	mg/kg	Exch. Cation(cmol+/kg)		
시험전	4.9	0.20	19	251	0.7	3.7	0.9
무시비	5.2	0.10	20	394	0.6	4.5	0.9
농가관행	4.7	0.29	20	524	0.8	4.2	0.8
검정시비	4.7	0.22	20	433	0.6	4.1	0.7
맞춤형 1호	4.8	0.24	20	443	0.6	4.4	0.8
맞춤형 2호	4.7	0.27	20	423	0.7	4.1	0.7

배추 재배후 토양의 pH는 처리별로 6.7~7.5로 변이가 심했는데 시비 차이에 의하기 보다는 시험전 시용한 석회가 잦은 강우에 의해 토양 경운중 골고루 섞이지 않았기 때문인 것으로 사료되며, 인산은 옥수수와 마찬가지로 농가관행 처리시 과잉 인산시비에 의해 시험후 1,310mg/kg으로 가장 많아 계속해서 농가관행으로 시비할 경우 인산과잉이 심화 될 것으로 판단된다. 칼리와 마그네슘은 시험전과 거의 차이가 없었고, 칼슘의 경우 소석회 시용에 의해 상승 하였다.

표 6. 배추 시험후 토양의 화학적 성질

처 리	pH	EC	OM	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	Ca	Mg
	(1:5)	dS/m	g/kg	mg/kg	Exch. Cation(cmol+/kg)		
시험전	6.5	0.25	35	1,033	0.6	5.9	0.9
무시비	7.5	0.29	38	1,120	0.7	7.0	1.0
농가관행	7.2	0.62	34	1,310	0.7	6.7	0.9
검정시비	7.1	0.53	37	1,035	0.7	6.7	1.0
맞춤형 1호	6.9	0.60	37	1,234	0.7	5.8	1.0
맞춤형 2호	6.7	0.50	28	954	0.8	4.0	0.7

#### 4. 적 요

- 맞춤형비료 제도 조기정착을 위해 옥수수, 배추에 대한 실증시험 결과는 다음과 같다
- 가. 맞춤형비료(22-10-8), (24-0-8)를 사용하여 옥수수를 재배한 결과 이삭중은 각각 189, 187g으로 검정시비(190g), 농가관행(189)과 대등 하였다.
  - 나. 맞춤형비료(22-10-8), (17-0-10)를 사용하여 배추를 재배한 결과 수량은 각각 6,406, 6,906kg/10a 로 검정시비(6,656),농가관행(6,563)과 대등 하거나 많았다.
  - 다. 벼에 대한 맞춤형비료 시용은 논토양의 필지별 토양화학 성분이 비슷하여 비료 선정 이용이 가능하나, 받은 토양화학 성분의 변이 폭이 커서 현재 확정된 31종의 맞춤형 비료를 선정하기는 매우 힘들며, 추후 제도적 보완이 시급한 실정임

## 5. 인용문헌

- Kim P. J., Y. B. Lee, Y. Lee, H. B. Yun, and K. D. Lee. 2008. Evaluation of livestock manure utilization rates as agricultural purpose in developed OECD countries by using nutrient balances. Korea J. of Environ. Agric. 27:337-342.
- 농림수산식품부. 2009. 2010년 맞춤형 화학비료 지원계획.
- 농촌진흥청. 2006. 농사시험연구조사기준
- 농촌진흥청. 2000. 토양 및 식물체 분석법
- 농촌진흥청. 1999. 작물별 시비처방기준.
- Park B. G., T. H. Jeon, Y. H. Kim and Q. S. Ho. 1994. Status of Farmers' Application Rates of Chemical Fertilizer and Farm Manure for Major Crops. Korean J. Soil Sci. and Fert. 27(3) : 238-246
- 송요성. 이춘수. 곽한강. 박영대. 토양검정에 따른 배추와 시금치의 NPK 시비추천. 한국토양비료학회지. 26(1) : 26-27
- 이춘수. 신관용. 이정태. 이계준. 안재훈. 계분퇴비 시용시 고랭지 배추에 대한 질소 시비량 결정. 한국토양비료학회지. 36(5) : 280-281.
- Jung J. S., S. H. Oh and C. S. Lee. 2000. Soil Amendment and Fertilizer Application Technology. Hanrim-Journal Press : 128~151. Seoul.

## 6. 연구결과활용

기초자료

## 7. 연구원편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도
					'10
책임자	환경농업연구과	농업연구사	임수정	과제 총괄	○
공동연구자	"	농업연구관	안문섭	연구협조	○
"	"	농업연구사	최승출	"	○
"	"	"	김세원	"	○
"	"	농업연구관	강안석	연구방향 설정	○