

어젠다코드	1-1-1		구분	완결	
기술분야코드	V1	기술유형코드	E02	작목구분코드	IC-1602 FC0503 FC0404
과제종류	공동연구		세세부사업		
연구과제 및 세부과제			수행기간	소속	과제책임자
소면적 신소득작물의 비료사용기준 설정			'14~'16	국립농업과학원	이예진
소면적 재배 들깨, 아콘, 메밀에 대한 비료 사용기준 설정			'14~'16	환경농업연구과	윤병성
색인용어	들깨, 아콘, 메밀, 비료사용기준				

ABSTRACT

This study was conducted to establish fertilizer recommendation and to prevent the application of excessive fertilization. Optimal fertilization is important because crop quality and target yield can be influenced by fertilization. In this study, yields response and NPK uptake amounts of Perilla(2014~2015), Buckwheat(2015~2016), and Yacon (2015~2016) were evaluated in different level of NPK fertilization. N, P and K fertilizer application rates were 5 levels (0, 50, 100, 150, 200%) by practical fertilization, respectively. Fertilizer application rates, yields and cultivation conditions were surveyed in major cultivation regions, and soil chemical properties were analyzed. The standard of fertilizer recommendation and fertilization by soil testing was established from relationship of fertilizer application rates, yields and soil chemical properties. The standard fertilization of N-P₂O₅-K₂O(kg/10a) is as in the followings : a Perilla (12.6-1.5-2.5), a Yacon(9.4-10.5-10), and a Buckwheat (5.4-3.1-3.9).

1. 연구목표

작물 재배 시 충분한 수량을 얻기 위해서는 적절한 양분 공급이 필수적이다. 식물 필수영양소 중 가장 생육에 영향을 많이 미치는 질소, 인산, 칼륨은 비료로서 공급되어야 하며, 공급량은 작물의 특성과 재배환경에 영향을 받기 때문에 경험을 통해서 특정 지역에 필요한 비료사용량을 관행적으로 시용하게 된다. 토양 비옥도가 비슷한 지역에서는 관행 비료사용량이 적절하지만 상대적으로 비옥도가 높거나 수량을 높이기 위해 과다하게 시용하는 경우에는 오히려 작물 수량을 억제하고, 환경 부하에 영향을 미칠 수 있다. 따라서 경제적인 작물 생산과 환경에 미치는 영향을 고려하는 적정량의 비료 시용이 필요하다.

국가에서는 농산물 안전생산과 환경 보전을 위한 농산물 인증 제도를 실시하고 있으며, 재배관리 부분에서는 국립농산물품질관리원 고시에 의거하여 농업기술센터로부터 비료사용처방서를 발급받아 비료사용계획을 세워 재배가 이루어져야 한다. 친환경 농산물 인증 작물 중 비료사용량 미설정 작물의 인증건수는 약 21천건(2013.8)으로 전체의 약 11%에 해당하나 지역별로 볼 때 산채

류나 약용작물 등 신소득작물의 재배면적이 많은 일부 지역은 비료사용량 미설정 작물의 인증 비율이 높은 경향을 나타냈다. 따라서 소면적 재배작물의 농산물 인증과 양분관리를 위해서는 적정 비료사용량에 대한 기준 마련이 요구되며, 지역단위에서는 농경지 양분관리 계획을 위한 기초자료로서 지역별 양분 필요량 및 공급량 산정 시 작물별 비료사용기준이 필요하다(국립농업과학원, 2010). 국립농업과학원에서는 총 112작물에 대한 비료사용기준을 설정하였으며, 흙토람(<http://soil.rda.go.kr>)에서 작물별 비료사용처방서를 제공하고 있다. 비료사용처방서는 농가의 양분관리 지도에 활용되며, 국가 차원에서는 농경지 양분부하량을 줄이고 작물생산성을 유지하기 위한 기초자료로서 이용된다. 따라서 본 과제는 아직 기준이 설정되어 있지 않은 들깨(종실용), 야콘, 메밀에 대한 비료사용기준 설정을 위해 수행되었다.

2. 재료 및 방법

(시험 1) 작물 비료 표준사용량 설정을 위한 재배시험

본 시험은 들깨(2014년~2015년), 메밀(2015년~2016년), 야콘(2015년~2016년)을 대상으로 각각 2년간 재배시험이 수행되었다. 시험장소는 강원도농업기술원 시험연구포장(춘천)에서 재배 하였으며 각 재배기간은 들깨(2014년 육묘 6월 9일, 정식 7월8일, 수확 10월 7일), (2015년, 육묘 6월 18일, 정식 7월15일, 수확 10월 23일), 메밀(2015년 파종 4월 23일 수확 6월 25일), (2016년 파종 4월 20일 수확 6월 29일), 야콘(2015년 정식 5월 4일, 수확 11월 2일), (2016년 정식 5월 2일, 수확 11월 1일) 이었다. 재식거리는 들깨 60X25cm(농촌진흥청,2003) 메밀 30X8cm(농촌진흥청,2009a), 야콘 100X50cm(멸칭) 이었다. 처리내용은 관행 비료사용량 (들깨(13.3-3-5 kg/10a), 메밀(4-5-6 kg/10a), 야콘(6-7-20 kg/10a))을 기준으로 질소 5 수준 (0 - 50 - 100 - 150 - 200%) 인산, 칼리 각각 3 수준 (50 - 100 - 150%) 처리 하였다(표 1). 들깨는 밀거름(질소 30%, 인산 전량, 칼리 40% 해당량), 9월 초순에 웃거름 1회(질소 70% 해당량, 칼리 60% 해당량) 주었다. 메밀과 야콘은 전량 밀거름을 주었다.

토양 및 식물체 분석

포장시험 및 농가 재배 토양 분석은 시료를 채취하여 풍건한 뒤 2 mm체를 통과한 것을 국립농업과학원 토양화학분석법 (국립농업과학원, 2010)과 토양 및 식물체 분석법 (농업과학기술원, 2000)에 따라 실시하였다. pH, EC meter로 측정하였고, 유기물은 Tyurin 법, 유효인산은 Lancaster 법, 치환성 양이온은 1M NH₄OAC (pH 7.0)으로 추출하여 ICP(Integra Dual, GBC)로 분석하였다. 식물체는 건조 후 분쇄하여 시료 0.5 g에 진할 황산 1 ml와 50% 과염소산 10 ml를 가한 뒤 열판에 가열하여 분해하였다. T-N은 원소분석기(Vario max CN)로 분석하였고, P₂O₅는 분광광도계(Uvikon X5, Secoma), K₂O는 ICP(Integra Dual, GBC)로 분석하였다.

(시험 2) 작물별 비료사용량 설정을 위한 농가 비료사용 실태조사

들깨, 메밀, 야콘 각각 주요 재배단지를 중심으로 재배농가의 비료 사용량과 수량, 토양 양분 함량을 분석하였다.

표 1. 처리구 당 비료사용량 (kg/10a)

작물명	구분	질소구			인산구			칼리구		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
들깨	0배	0.0	3.0	5.0	-	-	-	-	-	-
	0.5배	6.65	3.0	5.0	13.3	1.5	5.0	13.3	3.0	2.5
	1배	13.3	3.0	5.0	13.3	3.0	5.0	13.3	3.0	5.0
	1.5배	19.95	3.0	5.0	13.3	4.5	5.0	13.3	3.0	7.5
	2배	26.6	3.0	5.0	-	-	-	-	-	-
메밀	0배	0.0	5.0	6.0	-	-	-	-	-	-
	0.5배	2.0	5.0	6.0	4.0	2.5	6.0	4.0	5.0	3.0
	1배	4.0	5.0	6.0	4.0	5.0	6.0	4.0	5.0	6.0
	1.5배	6.0	5.0	6.0	4.0	7.5	6.0	4.0	5.0	9.0
	2배	8.0	5.0	6.0	-	-	-	-	-	-
야콘	0배	0.0	7.0	20.0	-	-	-	-	-	-
	0.5배	3.0	7.0	20.0	6.0	3.5	20.0	6.0	7.0	10.0
	1배	6.0	7.0	20.0	6.0	7.0	20.0	6.0	7.0	20.0
	1.5배	9.0	7.0	20.0	6.0	10.5	20.0	6.0	7.0	30.0
	2배	12.0	7.0	20.0	-	-	-	-	-	-

3. 결과 및 고찰

가. 들깨(종실용) 재배지 비료 사용량 설정

(시험 1) 들깨 비료 표준사용량 설정을 위한 재배시험

비료 수준별 들깨 수량을 평가하기 위하여 2년간 재배시험을 수행하였다. 시험포장은 2014년과 2015년 같았으며, 두 포장의 토양 화학성은 다음 표 2와 같다.

표 2. 시험 전 토양 화학성

연도	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	Exch. cations (cmol _c /kg)		
					K	Ca	Mg
2014(1년차)	7.3	0.15	19	165	0.4	9.1	1.5
2015(2년차)	7.4	0.32	20	257	0.3	6.4	1.3

표 3. 비료처리에 따른 들깨 생육특성

(2014)

처리수준 (%)	경장 (cm)	경직경 (mm)	엽록소함량 (Spad [#])	분지수 (개/주)	화방군장 (cm)	화방군수 (개/주)	천립중 (g)	종실수량 (kg/10a)
0	113	11.8	34	21	12.4	40	3.7	101
50	125	12.5	42	27	15.6	55	4.3	132
질소구 100	113	12.1	46	27	17.5	72	4.4	151
150	123	12.8	47	30	17.4	68	4.8	156
200	125	12.3	48	33	18.1	74	4.5	158
50	123	12.5	46	31	17.5	77	4.6	153
인산구 100	113	12.1	46	27	17.5	72	4.4	151
150	133	12.8	45	29	17.0	74	4.5	153
50	126	12.2	44	26	18.0	62	4.5	154
칼리구 100	113	12.1	44	27	17.5	72	4.4	151
150	123	12.2	44	28	14.8	59	4.5	145
무비구	118	11.3	34	20	12.9	40	3.8	114

: 개화기

표 4. 비료처리에 따른 들깨 생육특성

(2015)

처리수준 (%)	경장 (cm)	경직경 (mm)	엽록소함량 (Spad [#])	분지수 (개/주)	화방군장 (cm)	화방군수 (개/주)	천립중 (g)	종실수량 (kg/10a)
0	68	7.4	12	14	10.2	41	3.6	82
50	75	7.9	18	14	11.7	57	4.0	107
질소구 100	74	7.3	28	13	12.6	54	4.4	126
150	73	7.7	29	14	12.0	60	4.4	144
200	80	8.5	30	15	12.4	75	4.5	152
50	73	7.9	23	15	12.0	67	4.5	135
인산구 100	74	7.3	28	13	12.6	54	4.4	126
150	74	7.7	24	14	12.3	59	4.4	142
50	68	7.3	24	13	10.6	53	4.3	125
칼리구 100	74	7.3	28	13	12.6	54	4.4	126
150	71	7.7	23	14	11.8	58	4.3	117
무비구	67	7.1	13	13	10.1	42	3.7	80

: 개화기

2014년과 2015년의 생육특성을 비교했을 때 2014년의 생육이 더 양호하였고, 수량 또한 많게 나타났다(표 3, 표 4). 비료 사용수준별 들깨의 수량 관계를 보았을 때 질소는 비료사용량이 많을수록 수량이 증가하는 경향을 보였으나, 인산, 칼리는 비료사용량이 많을수록 수량 증가가 없는 것으로 나타났다. 질소, 인산, 칼리 사용구 각각의 수량곡선에서 최고수량을 생산할 때의 사용량은 25.3-3.4-4.7 kg/10a 으로 나타났으나, 수량 차이의 통계적 유의성을 볼 때 질소 100%, 인산 50%, 칼리 50% 수준으로 사용하는 것이 적절하다고 판단되어 종실용 들깨의 표준비료 사용량은 12.6-1.5-2.5 kg/10a로 설정되었다(표 5, 그림 1). 비료 수준별 종실용 들깨 흡수량은 표 6에서 보는바와 같다.

표 5. 비료 수준별 종실용 들깨 수량(kg/10a)

처리내용	들깨 수량(kg/10a)			
	2014	2015	평균	
질소	0	101 ^c	82 ^c	91
	50	132 ^{bc}	107 ^{bc}	119
	100	151 ^a	126 ^{ab}	138
	150	156 ^{ab}	144 ^a	150
	200	158 ^{ab}	152 ^a	155
인산	50	153 ^a	135 ^a	144
	100	151 ^a	126 ^a	138
	150	153 ^a	142 ^a	147
칼리	50	154 ^a	125 ^a	139
	100	151 ^a	126 ^a	138
	150	145 ^a	117 ^a	131
무비구	114	80	97	

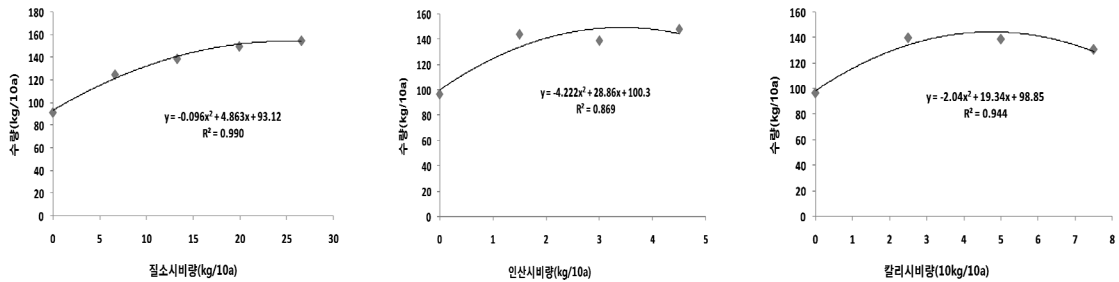


그림 1. 비료 수준에 따른 종실용 들깨수량 곡선

표 6. 비료 수준별 종실용 들깨 흡수량

(2014, kg/10a)

구분	지상부			지하부			합계			
	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
무비구	2.1	0.5	2.3	0.2	0.1	0.1	2.3	0.6	2.4	
질소	0배	2.4	0.5	3.7	0.1	0.1	0.1	2.5	0.6	3.8
	0.5배	3.4	0.7	3.7	0.2	0.1	0.1	3.6	0.8	3.6
	1배	4.7	0.7	3.3	0.2	0.1	0.1	4.9	0.8	3.4
	1.5배	4.4	0.6	2.9	0.2	0.1	0.1	4.6	0.7	3.0
	2배	5.2	0.8	3.6	0.2	0.1	0.1	5.4	0.9	3.7
인산	0.5배	3.5	0.5	2.8	0.1	0.1	0.1	3.6	0.6	2.9
	1배	4.7	0.7	3.3	0.2	0.1	0.1	4.9	0.8	3.4
	1.5배	4.6	0.6	3.3	0.2	0.1	0.1	4.8	0.7	3.4
칼리	0.5배	4.0	0.7	3.0	0.2	0.1	0.1	4.2	0.8	3.3
	1배	4.7	0.7	3.3	0.2	0.1	0.1	4.9	0.8	3.4
	1.5배	3.9	0.7	3.3	0.2	0.1	0.1	4.1	0.8	3.4
범위*	2.4~5.2	0.5~0.8	2.8~3.6	0.1~0.2	0.1	0.1	2.5~5.4	0.6~0.9	2.9~3.8	

* 무비구 제외

(시험 2) 들깨 비료사용량 설정을 위한 농가 비료사용 실태조사

종실용 들깨 재배 농가는 옥수수나 브로콜리 등 후작으로 심는 경우가 대부분으로 파종 전 특별히 시비를 하지 않고 작물 상태를 보면서 불규칙적으로 추비를 사용하는 것으로 조사되었다.

표 7. 종실용 들깨 재배 농가포장 토양 양분함량 (50개소, 평균수량 : 125 kg/10a)

구 분	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex.Cations (cmol _c /kg)		
					K	Ca	Mg
평 균	6.2	0.37	21	399	0.74	4.73	1.26
표준편차	0.9	0.39	12	279	0.44	2.30	0.70
발작물 적정범위*	6.0-7.0	2 이하	20-30	300-550	0.5-0.8	5.0-6.0	1.5-2.0

* 농촌진흥청(2013)

종실용 들깨 재배지의 토양 화학성 범위별 분포비율을 비교한 결과 치환성 K을 제외하고, 유기물, 유효인산 치환성 Ca, 치환성 Mg 함량은 적정비율 미만인 비율이 높았다. 이는 종실용 들깨 재배를 위해 특별히 비료를 사용하지 않고 있는 농가조사와 일치한다(표 7, 표 8).

표 8. 들깨 재배지 토양화학성 분포비율 (2014)

항 목	구 분	토양화학성 분포비율(%)		
		범위	6.0 미만	7.1 이상
pH (1:5)	범위	6.0 미만	6.0~7.0	7.1 이상
	분포비율(%)	40	40	20
EC (dS/m)	범위	1.0 미만	1.0~2.0	2.1 이상
	분포비율(%)	92	8	0
OM (g/kg)	범위	20 미만	20~30	31 이상
	분포비율(%)	52	30	18
Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	범위	300 미만	300~550	551 이상
	분포비율(%)	42	34	24
Ex. K (cmol _c /kg)	범위	0.5 미만	0.5~0.8	0.9 이상
	분포비율(%)	24	46	30
Ex. Ca (cmol _c /kg)	범위	5.0 미만	5.0~6.0	6.1 이상
	분포비율(%)	62	18	20
Ex. Mg (cmol _c /kg)	범위	1.5 미만	1.5~2.0	2.1 이상
	분포비율(%)	68	16	16

종실용 들깨 비료 표준사용량

종실용 들깨 비료 표준사용량은 질소-인산-칼리 = 12.6-1.5-2.5 kg/10a 로 설정되었다(표 9). 분시비율은 밀거름(질소 30%, 인산 전량, 칼리 40% 해당량), 옷거름 1회(질소 70%, 칼리 60%

해당량)로 퇴구비 시용량은 작물별 시비처방기준 발작물 추천량 적용(1,500kg/10a) 한다. 참고로 있들개 비료 비료 표준사용량이 질소-인산-칼리 = 20-4.3-9.2 kg/10a(농촌진흥청 2010)인데 비하여 종실용 들개는 비료 요구량이 적음을 알 수 있다.

표 9. 종실용 들개 비료 표준사용량 설정* (성분량)

(단위 : kg/10a)

밑거름			웃거름			합 계		
질소	인산	칼리	질소	인산	칼리	질소	인산	칼리
3.8	1.5	1.0	8.8	0	1.5	12.6	1.5	2.5

* 비료 시용수준별 들개 수량으로 설정(질소 : 95% 수준)

나. 메밀 재배지 비료 사용량 설정

(시험 1) 메밀 비료 표준사용량 설정을 위한 재배시험

비료 수준별 메밀 수량을 평가하기 위하여 2년간 재배시험을 수행하였다. 시험포장은 2015년과 2016년이 같았으며, 포장의 토양 화학성은 다음 표 10과 같다. 비료처리에 따른 메밀 생육특성은 표 11과 12에 나타냈다. 2016년과 2015은 평균 수량의 큰 차이가 있었는데, 2015년은 이상기후로 개화기의 적정온도인 17~19℃ 보다 높아 수정 결실률이 낮았던 이유로 생각된다(농촌진흥청, 2009b). 비료 시용수준별 메밀의 수량 관계를 보았을 때 질소, 인산, 칼리는 비료 사용량이 많을 수록 수량 증가가 크게 없는 것으로 나타났다.

표 10. 시험 전 토양 화학성

연도	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	Exch. cations (cmol _c /kg)		
					K	Ca	Mg
2015(1년차)	7.5	1.3	21	255	0.4	8.0	1.7
2016(2년차)	7.9	0.4	17	302	0.3	8.0	1.2

표 11. 비료처리에 따른 메밀 생육특성

(2015)

처리수준 (%)	경장 (cm)	경직경 (mm)	엽록소함량 (Spad#)	총분지수 (개/주)	주경절수 (개)	화방수 (개)	엽수 (개)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	종실수량 (kg/10a)	
질소구	0	79	7	53	9	8	33	5	6.9	6.9	67
	50	79	7	53	9	8	30	5	7.0	7.4	82
	100	82	8	53	10	9	39	6	7.3	7.5	74
	150	81	8	56	12	9	42	5	8.0	7.9	79
	200	85	8	59	10	9	34	5	7.9	8.3	77
인산구	50	80	8	52	9	8	28	5	7.4	7.6	59
	100	82	8	52	10	9	39	6	7.3	7.5	74
	150	81	8	56	10	9	34	5	7.6	7.8	62
칼리구	50	81	7	53	9	8	29	5	7.3	7.8	85
	100	82	8	53	10	9	39	6	7.3	7.5	74
	150	78	7	53	9	8	31	5	7.1	7.1	66
무비구	77	7	53	8	8	26	5	6.4	6.7	57	

질소, 인산, 칼리 시용구 각각의 수량곡선에서 최고수량을 생산할 때의 시용량은 5.7-3.1-3.9 kg/10a 으로 나타났다(표 13, 그림 2). 비료 수준별 메밀 흡수량을 표 14에 나타냈다.

표 12. 비료처리에 따른 메밀 생육특성

(2016)

처리수준 (%)	경장 (cm)	경직경 (mm)	충분지수 (개/주)	주경절수 (개)	화방수 (개)	엽수 (개)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	종실수량 (kg/10a)	
0	87	6	9	7	22	5	6.9	6.8	122	
50	89	7	10	6	23	5	6.8	7.2	151	
질소구	100	94	6	10	7	26	5	7.1	7.0	164
	150	93	7	11	7	27	5	7.0	7.3	169
	200	96	7	12	7	31	5	7.6	7.7	164
50	89	7	10	7	23	5	6.9	6.8	162	
인산구	100	94	6	10	7	26	5	7.1	7.0	164
	150	100	7	13	8	31	5	7.2	7.4	164
50	96	7	10	8	26	5	7.4	7.4	162	
칼리구	100	94	6	10	7	26	5	7.1	7.0	164
	150	98	7	11	7	28	5	6.7	7.0	163
무비구	75	5	7	6	18	4	5.8	5.7	130	

표 13. 비료 수준별 메밀 수량(kg/10a)

처리내용	메밀 수량(kg/10a)		
	2015	2016	평균
0	67a	122b	94
50	82a	151a	116
질소	100	164a	119
	150	169a	120
	200	164a	120
50	59b	162a	110
인산	100	164a	119
	150	62b	113
50	70a	162a	116
칼리	100	164a	119
	150	66a	114
무비구	57	130	93

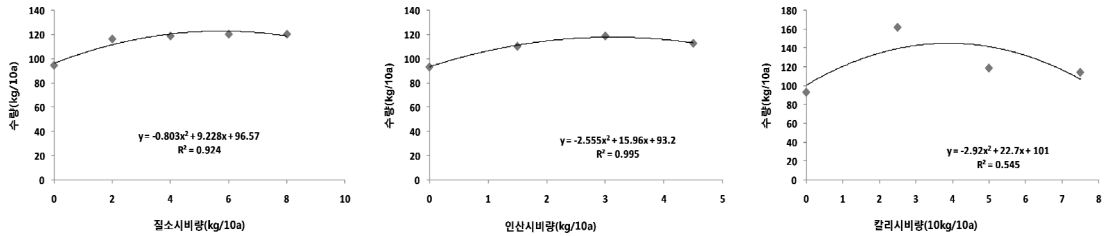


그림 2. 비료 수준에 따른 메밀 수량 곡선(건중, kg/10a)

표 14. 비료 수준별 메밀 흡수량(2015, kg/10a)

구분	질소구			인산구			칼리구		
	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O
0	11.8	5.9	15.7	-	-	-	-	-	-
50	11.6	7.4	16.9	11.9	5.9	5.9	14.2	7.3	7.3
100	14.4	10.4	21.1	14.4	10.4	21.1	14.4	10.4	21.1
150	19.6	9.0	9.0	20.7	9.6	9.6	16.5	8.8	8.8
200	19.8	8.3	8.3	-	-	-	-	-	-

* 무비구 : 9.3-4.4-12.2 g/kg

(시험 2) 메밀 비료사용량 설정을 위한 농가 비료사용 실태조사

메밀 재배 농가는 감자 등 후작으로 심는 경우가 대부분으로 파종 전 특별히 시비를 하지 않고 작물 상태를 보면서 불규칙적으로 추비를 시용하였다. 평균 수량은 110kg/10a로 나타났다. 메밀 재배지의 토양 화학성은 평창과 정선에서 큰 차이를 보였다. 평창은 pH가 낮고, 유효인산, 치환성 칼륨이 적정범위 보다 높았으나, 정선은 pH는 높고, 유효인산, 치환성 칼륨은 적정 범위에 있었다 (표 15). 메밀 재배지 토양화학성 분포비율은 표 16에 나타났다.

표 15. 메밀 재배농가 토양 양분함량

(47개소, 평균수량 : 110 kg/10a)

구분	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex.Cations (cmol _c /kg)			
					K	Ca	Mg	
평창 (34)	평균	5.6	1.6	23	801	1.16	4.5	1.16
	표준편차	1.0	1.0	10.2	321	0.66	2.4	0.45
정선 (13)	평균	6.8	0.3	17	271	0.61	4.8	0.90
	표준편차	0.6	0.2	6.8	238	0.46	1.6	0.36
합 (47)	평균	5.9	1.3	22	655	1.01	4.6	1.08
	표준편차	1.0	1.1	9.7	382	0.65	2.2	0.44
발작물 적정범위*		6.0-7.0	2 이하	20-30	300-550	0.5-0.8	5.0-6.0	1.5-2.0

* 작물별 시비처방기준(2010)

표 16. 메밀 재배지 토양화학성 분포비율

(2015)

항 목	구 분	토양화학성 분포비율(%)		
pH (1:5)	범위	6.0 미만	6.0~7.0	7.1 이상
	분포비율(%)	53	30	17
EC (dS/m)	범위	1.0 미만	1.0~2.0	2.1 이상
	분포비율(%)	51	21	28
OM (g/kg)	범위	20 미만	20~30	31 이상
	분포비율(%)	43	38	19
Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	범위	300 미만	300~550	551 이상
	분포비율(%)	23	15	62
Ex. K (cmol _c /kg)	범위	0.5 미만	0.5~0.8	0.9 이상
	분포비율(%)	23	15	62
Ex. Ca (cmol _c /kg)	범위	5.0 미만	5.0~6.0	6.1 이상
	분포비율(%)	55	30	15
Ex. Mg (cmol _c /kg)	범위	1.5 미만	1.5~2.0	2.1 이상
	분포비율(%)	83	17	0

메밀 비료 표준사용량

메밀 비료 표준사용량 비료 추천식을 설정하였다. 비료 표준사용량은 질소-인산-칼리 = 5.4-3.1-3.9 kg/10a 로 설정되었다(표 17). 비료 사용수준별 메밀 수량으로 설정(질소 95% 수준) 하였고, 퇴구비 사용량은 작물별 시비처방기준 발작물 추천량을 적용(1,500kg/10a) 하였다.

표 17. 메밀 비료 표준사용량 설정 (성분량)

(단위 : kg/10a)

밑거름			웃거름			합 계		
질소	인산	칼리	질소	인산	칼리	질소	인산	칼리
5.4	3.1	3.9	0.0	0.0	0.0	5.4	3.1	3.9

다. 야콘메밀 재배지 비료 사용량 설정

(시험 1) 야콘 비료 표준사용량 설정을 위한 재배시험

비료수준별 야콘 수량을 평가하기 위해 2년간 재배시험을 수행하였는데 1년차 재배포장에서의 수량이 낮아 2년차는 다른 포장에서 재배시험을 수행하였다(표 18). 야콘의 재식거리는 농가 실태 조사 중 가장 많이 이용하며, (고농연, 2011)에서 추천하는 100cm X 50cm로 하였다.

표 18. 시험 전 토양 화학성

연도	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	Exch. cations (cmol _c /kg)		
					K	Ca	Mg
2015(A)	7.2	0.14	15	232	0.46	4.2	0.87
2016(B)	7.6	0.31	14	366	0.55	6.3	1.57

표 19. 비료처리에 따른 야콘 생육특성

(2015)

처리수준 (%)	경장 (cm)	경수 (개/주)	경엽중 (g/주)	괴근수 (개/주)	관아수 (개/주)	상품수량 (kg/10a)	총괴근수량 (kg/10a)	
0	89	6.1	712	9.6	18.7	579	981	
50	90	7.3	798	7.9	16.9	672	1,022	
질소구	100	83	4.7	1,150	7.1	17.5	865	1,121
	150	99	6.1	1,002	7.6	17.9	1,009	1,267
	200	105	5.7	1,274	7.9	17.8	872	1,156
인산구	50	111	4.6	1,084	8.4	16.7	960	1,266
	100	83	4.7	1,150	7.1	17.5	865	1,121
	150	113	5.1	1,135	9.0	17.3	1,216	1,526
칼리구	50	94	6.3	970	7.4	14.1	889	1,093
	100	83	4.7	1,150	7.1	17.5	865	1,121
	150	92	5.4	1,036	8.6	13.4	970	1,314
무비구	84	5.3	668	8.0	13.6	664	986	

비료처리에 따른 야콘 생육특성을 표 19와 20에 나타냈다. 2016년 수량이 2015년 수량보다 2배 이상 높았다. 조사된 농가 평균 수량은 2016년 평균값과 비슷했다. 비료 수준별 야콘 수량을 표 21에 나타냈다. 인산과 칼리 비료 사용량이 많을수록 수량이 증가하는 경향을 보였으며, 수량곡선에서 최고 수량일 때 질소, 인산, 칼리 사용량은 9.9-25.2-23.9 kg/10a 으로 나타났으나, 처리 간 수량 차이를 고려할 때 인산 150%, 칼리 50% 수준을 사용하는 것이 적절하다고 판단되어 야콘 비료 표준사용량은 질소-인산-칼리 = 9.4-10.5-10 kg/10a로 설정되었다(그림 3). 비료 수준별 야콘 질소, 인산, 칼리 함량을 표 22에 나타냈다.

표 20. 비료처리에 따른 야콘 생육특성

(2016)

처리수준 (%)	경장 (cm)	경수 (개/주)	경엽중 (g/주)	괴근수 (개/주)	관아수 (개/주)	상품수량 (kg/10a)	총괴근수량 (kg/10a)	
0	130	3.0	1,103	8.0	12.1	1,772	1966	
50	141	2.9	1,188	8.0	12.7	1,831	2098	
질소구	100	131	3.0	1,286	8.8	13.2	2,098	2378
	150	133	2.7	1,298	7.0	10.5	1,862	2072
	200	139	2.7	1,577	9.5	14.0	1,967	2293
	50	138	2.5	1,148	8.4	11.4	1,878	2151
인산구	100	131	3.0	1,286	8.8	13.2	2,098	2378
	150	142	2.3	1,484	8.8	11.1	2,294	2568
	50	136	1.9	1,237	8.0	8.8	2,139	2370
칼리구	100	131	3.0	1,286	8.8	13.2	2,098	2378
	150	124	2.9	1,269	9.4	14.2	2,088	2381
	무비구	117	2.7	1,052	6.5	9.4	1,472	1655

표 21. 비료 수준별 야콘 수량

(kg/10a)

처리내용	야콘 수량(kg/10a)			
	2015(A)	2016(B)	평균	
질소	0	981 ^a	1,966 ^a	1,473
	50	1,022 ^a	2,098 ^a	1,560
	100	1,121 ^a	2,378 ^a	1,749
	150	1,267 ^a	2,072 ^a	1,669
	200	1,156 ^a	2,293 ^a	1,724
인산	50	1,266 ^a	2,151 ^a	1,708
	100	1,121 ^a	2,378 ^a	1,749
	150	1,526 ^a	2,568 ^a	2,047
칼리	50	1,093 ^a	2,370 ^a	1,731
	100	1,121 ^a	2,378 ^a	1,749
	150	1,314 ^a	2,381 ^a	1,847
무비구	986	1,655	1,320	

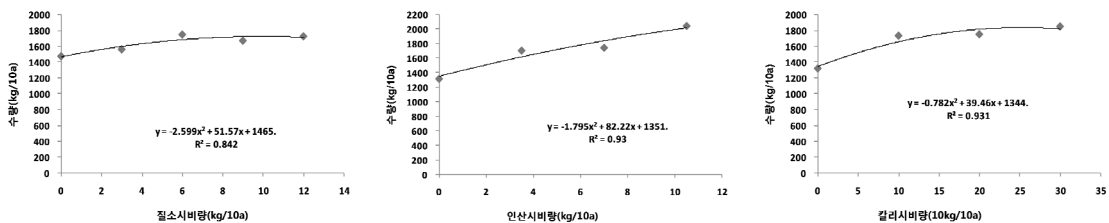


그림 3. 비료 수준에 따른 야콘 수량 곡선

표 22. 비료 수준별 야콘 질소, 인산, 칼리 함량

(2015, %)

구분	질소구			인산구			칼리구		
	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O
0	2.20	1.10	2.84	-	-	-	-	-	-
50	2.38	1.03	2.68	2.18	1.00	2.26	2.39	1.03	2.56
100	2.22	1.16	2.39	2.22	1.16	2.39	2.22	1.16	2.39
150	2.63	1.05	2.38	2.20	0.97	2.42	2.30	1.01	2.90
200	2.42	0.96	2.99	-	-	-	-	-	-

* 무비구 : 2.05-1.09-1.78%

(시험 2) 야콘 비료사용량 설정을 위한 농가 비료사용 실태조사

야콘 주요 재배지의 농가 평균 비료사용량과 수량을 조사한 결과 질소-인산-칼리 평균 11.4-7.7-6.3 kg/10a을 사용하였고, 평균 수량은 2,610 kg/10a이었다(표 23).

표 23. 농가 비료사용량 및 수량

(조사지역 : 강원, 충북, 경북)

조사 농가수	구 분	야콘 수량 (생중량 kg/10a)	3요소 비료량(성분량 kg/10a)			계분퇴비
			질소	인산	칼리	
38	평 균	2,610	11.4	7.7	6.3	1,400
	표준편차	1,800	7.4	7.0	4.5	760

야콘재배 농가포장 토양 양분함량 및 야콘 재배지 토양화학성 분포비율을 표 24와 25에 나타냈다.

표 24. 야콘재배 농가포장 토양 양분함량

(38개소)

구 분	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex.Cations (cmol _c /kg)		
					K	Ca	Mg
평 균	6.4	0.97	26	702	1.5	7.9	2.2
표준편차	0.65	0.70	12	328	0.99	4.5	1.3
발작물 적정범위	6.0~7.0	2 이하	20~30	300~550	0.5~0.8	5.0~6.0	1.5~2.0

표 25. 야콘 재배지 토양화학성 분포비율

(2014)

항 목	구 분	토양화학성 분포비율(%)		
pH (1:5)	범위	6.0 미만	6.0~7.0	7.1 이상
	분포비율(%)	24	62	14
EC (dS/m)	범위	1.0 미만	1.0~2.0	2.1 이상
	분포비율(%)	57	35	8
OM (g/kg)	범위	20 미만	20~30	31 이상
	분포비율(%)	32	38	30
Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	범위	300 미만	300~550	551 이상
	분포비율(%)	11	24	65
Ex. K (cmol _c /kg)	범위	0.5 미만	0.5~0.8	0.9 이상
	분포비율(%)	8	24	68
Ex. Ca (cmol _c /kg)	범위	5.0 미만	5.0~6.0	6.1 이상
	분포비율(%)	21	11	68
Ex. Mg (cmol _c /kg)	범위	1.5 미만	1.5~2.0	2.1 이상
	분포비율(%)	27	24	49

야콘 비료 표준사용량

야콘 비료 표준사용량 추천식을 설정하였다. 비료 표준사용량은 질소-인산-칼리 = 9.4-10.5-10 kg/10a 로 설정되었다(표 26). 비료 사용수준별 야콘 수량으로 설정(질소 95% 수준) 하였고, 퇴구비 사용량은: 작물별 시비처방기준 근채류 추천량을 적용(1,500kg/10a) 하였다.

표 26. 야콘 비료 표준사용량 설정* (성분량)

(단위 : kg/10a)

밑거름			웃거름			합 계		
질소	인산	칼리	질소	인산	칼리	질소	인산	칼리
9.4	10.5	10	0	0	0	9.4	10.5	10

4. 적 요

- 가. 종실용 들깨 비료 표준사용량은 질소-인산-칼리 = 12.6-1.5-2.5 kg/10a 로 설정되었다. 분시비율은 밑거름(질소 30%, 인산 전량, 칼리 40% 해당량), 웃거름 1회(질소 70%, 칼리 60% 해당량)로 퇴구비 사용량은: 작물별 시비처방기준 밭작물 추천량 적용(1,500kg/10a) 한다.
- 나. 메밀 비료 표준사용량은 질소-인산-칼리 = 5.4-3.1-3.9 kg/10a 로 설정되었다. 비료 사용수준별 메밀 수량으로 설정(질소 95% 수준) 하였고, 퇴구비 사용량은: 작물별 시비처방기준 밭작물 추천량을 적용(1,500kg/10a) 하였다.
- 다. 야콘 비료 표준사용량은 질소-인산-칼리= 9.4-10.5-10 kg/10a 로 설정되었다. 비료 사용수준별 야콘 수량으로 설정(질소 95% 수준) 하였고, 퇴구비 사용량은: 작물별 시비처방기준 근채류 추천량을 적용(1,500kg/10a) 하였다.

5. 인용문헌

- 국립농업과학원. 2010. 작물별 시비처방 기준
- 국립농업과학원. 2010, 토양화학분석법 p.23~176
- 고령지농업연구센터. 2011.야콘 이야기. p.95~96
- 농업과학기술원. 2000, 토양 및 식물체 분석법 p.103~146
- 농촌진흥청영남농업시험장. 2003. 들깨. p.1~390
- 농촌진흥청. 2009a. 지역경제 활성화를 위한 웰빙잡곡 재배기술 길라잡이. p.71
- 농촌진흥청. 2009b. 지역경제 활성화를 위한 웰빙잡곡 재배기술 길라잡이. p.57
- 국립농업과학원. 2013. 제2차 농업환경자원 변동평가 워크숍. p.57 1~70

6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용방안	제 목
2014(1년)	학술발표	야콘 재배지의 토양 화학성분 특성
2015(2년)	영농정보	종실용 들깨 비료사용량 추천(중앙)
	학술발표	N-P-K 사용 수준별 종실용 들깨의 생육특성
	학술발표	강원도 메밀 재배 토양의 화학성분 함량
2016(3년)	학술발표	강원도 들깨 재배지의 토양 화학성분 특성
	영농정보	메밀 비료사용량 추천
	영농정보	야콘 비료사용량 추천

7. 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도		
					'14	'15	'16
과제책임자	국립농업과학원	농업연구사	이예진	과제 총괄	○	○	○
세부책임자	환경농업연구과	농업연구사	윤병성	세부주관 수행	○	○	○
공동연구자	환경농업연구과	농업연구사	최승출	자료분석	○	○	○
	"	"	허수정	자료분석	○	○	○
	"	농업연구관	최준근	자료분석	○	○	-
	"	"	김재록	자료분석	○	○	-
	"	"	김인중	자료분석	-	○	○
	"	"	박영학	자료분석	-	-	○
	"	공무직	김장수	시험포장관리	○	○	○
	"	"	송혜승	자료정리	-	○	○