

과제 구분	Code : RM0101	수행시기	전반기	연구기간	1998~1999(2년차 완결)
연구과제명	고랭지 소득작목 안정생산기술 개발				
세부과제명	고랭지 채소작물의 양분흡수양상구명				
색인 용어	토양검정, 양분흡수, 무, 배추, 양파, 당근				
연구원별임무					
구분	소속	성명	전화번호	담당임무	
연구책임자	경영환경연구과	안문섭	(0361) 258-5725	연구계획, 수행, 총괄	
공동연구자	"	임수정	"	시료채취	
	고원농업연구시험팀	조수현	(0395)582-9994	시료분석	

ABSTRACT

To establish N fertilizer recommendation method based on regression curve for the raddish, chinese cabbage, onion, carrot grown in alpine area. Varying levels of N fertilizer were treated each crops. Following is the summary of the results.

1. Maximum yields of raddish, chinese cabbage, onion, carrot were obtained in treatment which received the application of N fertilizer 41.9, 43.3, 30.2, 24.4 kg/10a repectively.

2. Recomended these levels are lower than conventional application and higher than soil test application.

3. Different levels of N fertilizer did not influence N content of soil.

Key words : Fertilizer, Application, Raddish, Chinese cabbage, Onion, Carrot.

연구배경

우리나라 밭작물의 질소시비량 추천은 90년대 이전에는 농가에서 관행적으로 사용된 비료량이나 비료수준별 수량을 고려한 반응곡선식에서 밝혀진 적정시비량을 토양특성에 관계없이 일률적으로 적용하였고, 최근에는 비료성분이 다량 함유된 축산 부산물의 투입으로 시설재배지 뿐만 아니라 심지어는 노지 밭토양까지도 양분축적을 심화시키고 있다. 이러한 원인으로 인해 토양의 염류집적 문제뿐만 아니라 작물 생산성에도 영향을 미치고 있다(정, 1994). 따라서 최근에는 환경농업(Sustainable Agriculture)의 필요성이 강조되고 있어, 농업환경보전을 위한 토양의 질을 향상시키기 위해 많은 노력을 하고있다(류, 1996). 이를 토대로 91년 이후부터는 주요 밭작물의 질소시비 추천은 작물의 반응곡선으로 밝혀진 적정시비량과 토양 분석결과 간의 상관관계를 근거로 토양검정에 의한 시비량이

추천되고 있다.

이러한 질소시비량 추천으로 활용될 수 있는 지표성분으로는 토양유기물 함량이 알맞다고 하였고(곽 등. 1989), 이를 기초로 하여 현재 노지재배의 경우 배추를 포함하여 많은 밭작물의 질소시비량추천시 토양유기물 함량을 고려하여 이루어지고 있다(이등. 1990). 그러나 작물의 적정시비량은 토양특성과 관리법, 작물 종류와 품종, 기후, 기타 여러 조건에 의해 달라질 수 있다(Godwin and Allan Jones. 1991)고 하였듯이 현재 추천되고있는 검정시비량은 지역에 따라 달라질 수 있을 것으로 생각된다. 현재 고랭지 채소 재배지는 다비 재배와 연작으로 비료성분이 과잉으로 축적되고있는 실정이며, 토양양분의 과잉화 경향은 토양과 주변 환경오염을 유발시킬 우려가 있다. 따라서 본 시험은 고랭지재배 채소작물의 적정질소시비량을 구명하여 토양 생산성유지 및 비점오염원 미연방지의 목적을 두고 수행하였다.

재료 및 방법

본시험은 강원도의 대표적 고랭지인 해발 600m의 평창군 진부면에서 수행하였다. 공시토양은 표1과 같다. pH, 유효인산, 유기물함량이 높았고, 배추재배 토양의 치환성 양이온은 적정수준이었으며, 양파, 당근 재배토양은 칼슘은 적정수준이었으나, 칼리, 마그네슘은 적정수준을 밑돌았다.

표 1. 시험전토양의 화학성질.

구 분	pH (1 : 5)	O.M (g/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Exch. Cation (cmol+/kg ⁻¹)			EC (dS/m)
				K	Ca	Mg	
무, 배추	7.0	3.0	965	1.21	5.96	1.51	0.5
양파, 당근	7.2	1.9	558	0.25	6.3	0.72	2.28

무, 배추, 양파는 질소 0, 15, 30, 45, 60kg/10a, 당근은 0, 10, 20, 30, 40kg/10a 수준을 두었고 인산과 칼리는 표준시비처리 하였다. 재배품종은 각각 천하대형봄무, 고랭지여름배추, 히구마, 무쌍오촌으로 하였다. 무, 배추, 양파, 당근의 재식거리는 각각 60×25cm, 60×40cm, 15×20cm, 45×7cm 로 하였다.

토양의 전질소는 Kjeldahl 증류법으로, 인산은 Lancaster법, 유기물은 Tyurin법, 치환성 양이온은 1N-Ammonium acetate로 침출하여 ICP(Inductively Coupled Plasma)로 분석하였다. 식물체시료는 80℃로 48시간 건조시킨후 분쇄하여 산분해한후 전질소는 Kjeldahl법, 인산은 Vanadate법, 양이온은 ICP로 분석하였다.

결과 및 고찰

작물별 질소 시비량에 따른 생육상황은 표2, 3, 4, 5와 같다. 배추의 수량은 질소 45kg/10a까지 증시할수록 증가하였으며, 이후 감소하였다. 이는 현재 표준 시비량(32kg/10a)이나 토양 검정시비량(26.5kg/10a)(농촌진흥청, 1999)보다 많은 양으로 토양 양분과의 관계를 고려하여 시비량의 설정이 필요하겠지만, 기온 등 환경의 차이에 의한 시비반응의 차이가 있을 것으로 생각되며, 고랭지의 경우 검정 시비량이나 추천 시비량보다 질소질 비료의 증시가 필요 할 것으로 생각된다. 무의 수량도 45kg/10a 까지 증가하다 이후 감소하였으며 무의 검정 시비량 28kg/10a에 비해 많은 질소를 요구하였다. 양파는 질소 30kg/10a 처리시 4,575kg/10a의 수량으로 가장 높았으며, 당근도 30kg/10a 처리시 2,672kg/10a의 수량으로 가장 높았다. 현재 흔히 사용되고있는 시비량 결정방법은 2차회귀곡선(신 등, 1985)과 토양양분 검정치에 의한 방법(이등, 1990)이 있는데 토양양분 검정에 의한 방법은 노지에 적용되며 고랭지에 적용시는 여러 기후환경 등을 고려할 때 보완이 필요할 것으로 생각된다. 본시험에서는 이차회귀곡선식에 적용하였으며 결과는 표 6과 같다. 배추는 질소시비 43.3, 무는 41.9, 양파는 30.2, 당근은 24.4kg/10a 일 때 각각 최대 수량을 나타냈으며, 이 수치는 토양 검정시비량에 비해 많은 양이지만 농가관행 시비량 보다는 적은량으로 농가에 직접 적용시 시비 절감효과가 있을 것으로 생각된다.

표 2. 무의 수확기 생육상황 및 수량

처 리	엽 수 (개)	엽 장 (cm)	근 장 (cm)	근 경 (cm)	수 량 (kg/10a)
N-15 kg/10a	23.8	15.2	35.7	6.4	8,055ab ^J
N-30	33.5	21.3	35.9	7.0	10,230a
N-45	36.9	30.0	35.7	7.3	10,350a
N-60	34.2	28.3	32.0	7.1	9,922a
무처리	25.0	17.1	33.9	5.6	5,820b

J : DMRT (0.05)

표 3. 배추의 수확기 생육상황 및 수량

처 리	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	구고 (cm)	구폭 (cm)	외엽 (cm)	내엽 (cm)	수량 (kg/10a)
N-16 kg/10a	32.3	22.7	17.4	7.5	7.7	49.8	7,360ab ^J
N-32	37.0	25.4	25.7	11.9	7.8	51.0	9,520ab
N-48	35.2	24.9	26.3	11.0	10.4	48.2	12,464a
N-64	37.2	25.3	26.1	11.4	10.1	47.2	8,515ab
무처리	31.2	22.4	15.0	3.9	7.4	49.3	2,642b

J : DMRT (0.05)

표 4. 양파의 수확기 생육상황 및 수량

처 리	구고 (cm)	구폭 (cm)	겹수 (겹)	구중 (g)	수량 (kg/10a)
N-15 kg/10a	6.9	7.2	8.3	183.2	4,099b [↓]
N-30	6.7	7.2	7.7	204.4	4,575a
N-45	6.8	7.1	8.2	192.9	4,317ab
N-60	6.6	6.9	7.5	175.4	3,923b
검정시비	6.8	7.2	8.1	187.4	4,194b
무처리	6.7	7.0	8.0	179.6	4,019b

↓ : DMRT (0.05)

표 5. 당근의 수확기 생육상황 및 수량

처리	엽장 (cm)	엽수 (cm)	근장 (cm)	근경 (cm)	근중 (cm)	Core경 (cm)	수량 (kg/10a)
N-10kg/10a	34.0	5.4	12.8	3.4	63.5	1.3	2,254ab [↓]
N-20	34.4	5.5	13.6	3.3	69.8	1.4	2,476ab
N-30	34.8	5.4	13.5	3.3	75.3	1.2	2,672a
N-40	34.7	6.0	14.1	3.2	63.7	1.4	2,263ab
검정시비	33.4	5.2	13.7	3.2	69.3	1.2	2,458ab
무처리	33.0	4.8	13.7	3.2	64.7	1.3	2,130b

↓ : DMRT (0.05)

표 6. 작물별 최대수량곡선식.

구 분	이 차 회 귀 곡 선 식	최대수량을 위한 질소시비량 (kg/10a)	r ²
무	$y = 762.8 + 30.082x - 0.3586x^2$	41.9	0.6325**
배 추	$y = 1080 + 92.737x - 1.0703x^2$	43.3	0.5231**
양 파	$y = 3941 + 32.216x - 0.534x^2$	30.2	0.4762*
당 근	$y = 2065 + 38.138x - 0.782x^2$	24.4	0.4721*

시험후 토양이 화학적성질은 표 7, 8, 9, 10과 같다. 무, 배추의 경우 시비량 증가에 따라 pH의 감소경향이 있었는데 이는 질소원으로 사용된 요소가 가수분해되어 암모늄염이 생성되고 다시 산화하여 질산이 생성되기 때문으로 사료되며, 이는 오 등(1984)의 실험과 같은 결과였다. 양파, 당근재배 토양의 pH변화는 거의 없었다. 1회 포장시험에 의해 토양화학적 변동을 기대하기 힘들다는 임(1979) 등의 보고와 같이 미세한 비료수준차이와 노지 실험의 여러 환경요인으로 인해 정확한 토양화학적 차이를 구명하기는 힘들며, 추후 계속적 시험에 의해 극복될 수 있을 것으로 생각된다.

표 7. 무의 수확기토양 중 무기성분함량

처	리	pH	O.M (%)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Exch. Cation (cmol+/kg ⁻¹)			EC (dS/m)	T-N (%)
					K	Ca	Mg		
N-14	kg/10a	6.8	2.93	1094	1.11	6.25	1.74	0.40	0.06
N-28		6.7	2.90	1173	1.06	5.07	1.64	0.38	0.05
N-42		6.6	2.65	1212	1.11	6.17	1.68	0.67	0.06
N-56		6.4	2.70	1247	0.73	6.27	2.00	0.76	0.06
무처리		6.8	2.65	1145	1.06	6.36	1.67	0.49	0.07

표 8. 배추의 수확기토양 중 무기성분함량

처	리	pH	O.M (%)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Exch. Cation(cmol+/kg ⁻¹)			EC (dS/m)	T-N
					K	Ca	Mg		
N-16	kg/10a	6.4	2.1	920	0.81	3.98	1.25	0.88	0.13
N-32		6.7	2.4	1194	0.73	5.83	2.20	0.90	0.12
N-48		6.1	3.0	1086	1.09	7.37	2.65	1.07	0.19
N-64		5.8	2.6	1136	1.01	5.99	2.18	1.14	0.18
무처리		6.9	3.0	1183	1.17	6.08	2.30	0.58	0.15

표 9. 양파의 수확기토양 중 무기성분함량

처	리	pH	O.M (%)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Exch. Cation(cmol+/kg ⁻¹)			EC (dS/m)	T-N (%)
					K	Ca	Mg		
N-15	kg/10a	6.9	1.1	739	0.29	6.22	0.67	0.23	0.07
N-30		6.6	1.1	785	0.42	5.43	0.64	0.23	0.06
N-45		6.7	1.2	708	0.32	5.49	0.63	0.24	0.07
N-60		6.8	1.2	812	0.30	5.96	0.65	0.27	0.07
검정시비		6.8	1.4	801	0.44	5.89	0.68	0.27	0.10
무처리		6.9	1.1	752	0.32	6.45	0.80	0.24	0.14

표 10. 당근의 수확기토양중 무기성분함량

처 리	pH	O.M (%)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Exch. Cation(cmol+/kg ⁻¹)			EC (dS/m)	T-N (%)
				K	Ca	Mg		
N-10kg/10a	6.7	1.2	807	0.87	5.05	0.67	0.28	0.10
N-20	6.6	1.1	844	0.93	4.50	0.66	0.28	0.10
N-30	6.5	1.0	846	0.79	4.52	0.66	0.24	0.10
N-40	6.4	1.0	809	0.79	4.37	0.64	0.24	0.09
검정시비	6.7	1.2	774	0.78	5.21	0.68	0.23	0.10
무처리	6.8	1.3	914	0.71	5.57	0.73	0.29	0.10

적 요

고랭지 채소작물의 적정 질소시비량을 구명하여 토양생산성 유지 및 비점오염원 미연방지의 목적을 두고 수행한 본 시험의 결과는 다음과 같다.

가. 이차 회귀곡선식에 적용한 무, 배추, 양파, 당근의 최대수량을 위한 질소시비량은 각각 41.9, 43.3, 24.8, 24.2kg/10a 이었으며, 이는 검정시비량보다는 많은 양이지만, 농가 관행시비량보다는 적은 양 이었다.

나. 질소시비량의 증시에 따른 토양 pH는 낮아지는 경향이었으나 뚜렷한 차이는 아니었다. 다. 토양중 양분은 처리간 뚜렷한 경향이 없었다.

인 용 문 헌

- 곽한강, 이춘수, 송요성. 1989.** 경제작물재배지 시비기준설정. 농기연 시험연구보고서 : 225 ~ 229
- 류순호. 1996.** 농업환경연구의 현황과 금후방향. 우리농업의 첨단기술 개발전략에 관한 심포지엄 (농촌진흥청) : 31 ~ 56
- 이춘수, 곽한강, 이용재, 박영태. 1990.** 토양검정에 의한 채소류의 N P K 시비량추정 농시논문집 (토양비료편). 32(3) : 32 ~ 37.
- 오왕근, 김성배, 강안석. 1984.** 질소 및 칼리의 시용이 배추의 수량과 토양화학적 성질에 미치는 영향. 한국토양비료학회지. 17(3) : 253 ~ 259.
- 임선욱, 유진창, 홍종운. 1979.** 유기질비료 시용이 배추와 무의 생육과 수량 및 토양의 이화학성에 미치는 영향. 한국토양비료학회지 12(3) : 125 ~ 132.
- 정광용. 1994.** 유기성 산업폐기물의 농업적이용. 유기농업의 현황 및 발전방향에 관한 심포지엄. (농업과학기술원) : 203 ~ 229.
- Godwin, D. C. and C. Allan Jones. 1991.** Nitrogen Dynamics in soil-plant systems. p 287 ~ 321.