한국토양비료학회지 제 39권 6호
Korean J. Soil Sci. Fert. Vol. 39, No. 6, 380-385 (2006)

연구보문

마늘 재배시 양분이용율 및 수량에 미치는 국소시비 효과

양창휴* · 류철현 · 신복우 · 김재덕 · 강승원[1]

작물과학원 호남농업연구소, [1]작물과학원

Effect of Band Spotty Fertilization on Yields and Nutrient Utilization of Garlic(*Allium sativum* L.) in Plastic Film Mulching Cultivation

Chang-Hyu Yang*, Chul-Hyun Yoo, Bok-woo Shin, Jae-Duk Kim and Seung-Won Kang[1]

Honam Agricultural Research Institute, NICS, RDA, Iksan 570-080, Korea
[1]National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857, Korea

To establish law-put fertilization technique and increase of fertilization efficiency during cultivation of vinyl mulching for plant, the improvement of soil properties, nutrition efficiency and yields by band spotty fertilization(BSF) using band spotty applicator was carried out at garlic(*Allium sativum* L.) field in Honam Agricultural Research Institute from 2001 to 2002 for 2 years. The value of pH and the content of total nitrogen, organic matter, exchangeable potassium and calcium of soil after experiment were increased but the content of available phosphate was decreased than soil before experiment. Uptake amounts of nitrogen fertilized by plants were more than in BSF plots(89~111 kg ha^{-1}) compared to in CF(conventional fertilization) plot (76 kg ha^{-1}) and nitrogen use efficiency were high in BSF plots(42.9~58.2%) compared to in CF plot(34.9%). Also Uptake amounts of potassium fertilized by plants were more than in BSF plots(34~58 kg ha^{-1}) compared to in CF plot(33 kg ha^{-1}) and potassium use efficiency were high in BSF plots(21.6~41.2%) compared to in CF plot(19.4%).

Residual amount of nitrogen fertilized on soil were more than in BSF plots(38~54 kg ha^{-1}) compared to in CF plot(22 kg ha^{-1}) while loss amount of nitrogen fertilized on soil were less than in BSF plots(32~53 kg ha^{-1}) compared to in CF plot(120 kg ha^{-1}). Also Residual amount of potassium fertilized on soil were more than in 100% BSF plot(109 kg ha^{-1}) compared to in CF plot(72 kg ha^{-1}) while loss amount of nitrogen fertilized on soil were less than in BSF plots(14~38 kg ha^{-1}) compared to in CF plot(113 kg ha^{-1}). The BSF plots were increased plant height, leaf number, leaf sheath diameter, bulb diameter and height compared to CF plot. The total yields of garlic were more increased 14~19% because of high large bulb rate, commercial yields in 70, 100% BSF plots compared to in CF plot(102.9 Mg ha^{-1}). It was found that 70% band spotty fertilization was more effective as fertilization method to reduce both environmental pollution and chemical nitrogen fertilizer in plastic film mulching cultivation.

Key words : Garlic, Band spotty fertilization, Nutrient utilization, Yield

서 언

밭작물은 관개수에 의한 양분의 천연공급량이 거의 없고 산화조건에 있어 양분이 소모적으로 분해되어 비료에 대한 작물의 반응은 매우 높다. 또한 밭에서 재배되는 채소를 포함한 소득 작물은 생육기간이 짧은 여러 종류의 작물을 이어짓기하거나 돌려짓기를 하는 다양한 작부체계가 도입되고 있다. 최근에는 비료 시용에 의한 아산화질소 발생량 증가와(Yang and Minami, 1991) 지하수 질산오염이 염려되고 있다.

시설원예지 뿐만 아니라 노지와 피복토양에서도 농축산 부산물을 다량시용하게 되고 연중재배에 의한 시비횟수의 증가 등으로 토양 중 양분함량이 크게 변동되었다. 작물에 대한 합리적 시비관리도 토양종류와 토양양분 함량에 부합되는 토양관리와 시비가 동시에 이루어져 토양양분 함량이 알맞게 유지되도록 하고 비료의 특성과 작물의 생육정도에 따른 양분 흡수양상을 고려하여 균형시비를 하여야 한다. 더욱이 국소시용이나 완효성비료의 시용에 의한 효율적인 시비체계를 연구하고 용수의 순환이용 등 새로운 기술을 도입하는 것도 바람직하다(Kumajawa, 1994).

접 수 : 2006. 8. 18 수 리 : 2006. 11. 14
*연락저자 : Phone: +82638402272,
E-mail: yang1907@rda.go.kr

국내에서 마늘은 우리 식생활에 있어서 빼놓을 수 없는 양념채소로 이용되고 있으며 전국 재배면적은 약 33천 ha로 농업생산액이 약 5.6천억원(MAF, 2004)에 달하는 농가의 주요 소득 작물이다.

난지형 마늘은 전국 마늘 재배면적의 약 72% 이상을 점유하고 있는데 대부분 비닐멀칭재배를 위주로 하고 과다시비를 하는 경향이 있어(Lee et al., 1996) 시장성이나 품질저하가 우려된다. 일반적으로 난지형 마늘 재배시 추비는 강우 예상시에 멀칭 위에 시용하는 경우가 많아서 비가 오지 않을 경우에는 비료가 누적되고 시비 후의 강우량이 많으면 비료가 유실되어 불균형시비 및 품질저하의 원인이 되고 있다. 그래서 최근에는 농촌노동력의 부족, 노동인구의 노령화, 노동임금의 상승, 값싼 중국산 마늘의 대량수입 등으로 경영여건이 열악해져 비료 시비량을 전량 기비로 시용함으로써 시비노력과 경영비를 절감할 수 있으며 작물의 전 생육기간에 걸쳐 비효의 공급이 가능한 완효성 비료의 이용에 대한 관심이 높아지고 있다(Song et al., 2001).

Polyethylene film 멀칭은 지온상승으로 인한 초기생육 촉진, 토양수분 유지 등으로 수량이 증대되고 숙기촉진 효과가 있어(Chung, 1987) 현재는 대부분 농가에서 관행적으로 이루어지고 있으나 2차생장과 열구(벌마늘)을 많게 하는 경향이 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 시비효율 증진 및 생력 시비기술을 확립하고자 작물근접 토양 중에 시용이 가능한 토중시비기를 개발하여 비닐피복 원예작물 마늘 재배시 국소시비로 시비량 절감 및 양분이용률 향상, 생육과 수량성에 대한 효과를 검토한 시험결과를 보고하는 바이다.

재료 및 방법

본 시험은 2년 동안(2001 2002)에 걸쳐 호남농업연구소 맥류전작과 포장에서 수행하였다. 시험 전 토양의 이화학적 특성은 Table 1과 같다. 토양 pH가 낮고 유기물, 치환성 양이온 함량이 적은 양토로서 비옥도가 대체로 낮았다. 씨 마늘 소독은 파종 2 3일 전에 종구를 양파자루에 넣어 베노람수화제(벤레이트티) 500배액+디메토유제(로고, 록쏜) 1000배액을 혼합하여 1시간 침지 후 그늘에 말려 10월 상순에 재식거리 20×10 cm로 파종하여 다음해 6월 상순에 수확하였고 3요소 무비구를 제외한 처리의 시비량은 토양검정에 의하였으며 N-P_2O_5-K_2O=218-131-170 kg ha^{-1}, 질소와 칼리는 4회 분시, 인산은 전량기비로 시용하였으며 백색비닐 피복 재배를 실시하였다. 국소시비는 질소, 인산 및 칼리를 감비 처리 하였으며 비종은 요소, 용성인비, 염화칼리를 시비하였다.

시험 처리는 관행시비구, 국소시비100%, 70%, 50%구, 3요소 무시용구 5처리를 두었고 추비방법 중 관행시비는 비닐위에 3회 흩어 뿌려준 반면에 토중시비에서는 전보(Yang et al., 2006)의 토중시비기를 사용하여 마늘 재생기 이후 10일 간격으로 근접부위에 3회 시용 하였다.

토양과 식물체 분석은 농촌진흥청 농업과학기술원 토양 및 식물체 분석법(NIAST, 2000)에 준하여 pH는 초자전극법, 총질소는 Kjeldahl증류법, 유기물은 Tyurin법, 유효인산은 Lancaster법, 치환성양이온 Ca, Mg, K는 NH_4OAc(pH7.0)로 침출시켜 ICP(Varian Liverty 110)를 이용하여 분석하였다. 토성은 sodium hexametaphosphate 용액에 의한 분산 후 hydrometer로 분석하였고 미농무성(USDA)법에 따라 분류하였다(ASI, 1973). 식물체는 60℃에서 건조 후 분쇄한 시료를 H_2SO_4-H_2O_2로 습식분해 하고 분해여액을 이용하여 질소는 Indophenol-blue법, 칼륨은 ICP(Varian Liverty 110)을 이용하여 분석하였다. 시비에 의한 흡수량은 시비구 흡수량 - 무시비구 흡수량, 이용률은 시비에 의한 흡수량/시비량×100으로 산출하였다. 토양 중 잔존량은 시비량 - 흡수(착)량 - 손실량, 손실량은 시비량 - 흡수(착)량 - 잔존량으로 산출하였다. 마늘 생육 및 수량은 농촌진흥청 농사시험연구 조사기준(RDA, 1998)에 준하여 엽수, 엽초경, 구경, 대구율 등을 조사하였다.

결과 및 고찰

토양의 화학적 특성 변화 시험 후 토양화학성 변화는 Table 2와 같다. 시험 후 토양은 시험 전 토양에 비하여 pH는 높고 총질소, 유기물, 치환성 칼륨 및 칼슘 함량은 많으며 유효인산 함량은 오히려 낮아졌다. 총질소와 유효인산 함량은 국소시비 100%구에서, 치환성 칼륨 및 칼슘 함량은 토중시비 70%구에서 많은

Table 1. Physico-chemical properties of the soil before experiment.

pH	OM	T-N	Av. P_2O_5	Ex. cations			Soil texture
				K	Ca	Mg	
1:5	--------- g kg^{-1} ---------		mg kg^{-1}	---------- $cmol_c$ kg^{-1} ----------			
6.1	6.0	0.49	3.42	0.47	4.4	1.4	L

Table 2. Chemical properties of soil after experiment.

Treatments†	pH	OM	Av. P_2O_5	Ex. cations			T-N
				K	Ca	Mg	
	1:5	g kg^{-1}	mg kg^{-1}	---------- $cmol_c$ kg^{-1} ----------			g kg^{-1}
Control	6.6	10.0	299	0.88	4.9	1.4	0.50
100%BSF	6.5	9.9	318	0.80	4.8	1.2	0.54
70%BSF	6.5	9.3	262	0.97	5.2	1.3	0.52
50%BSF	6.4	9.7	274	0.80	4.8	1.2	0.51
Non Fertilization	6.4	9.6	272	0.50	4.9	1.3	0.44

†Control : Conventional Fertilization BSF : Band Spotty Fertilization

경향을 나타냈다.

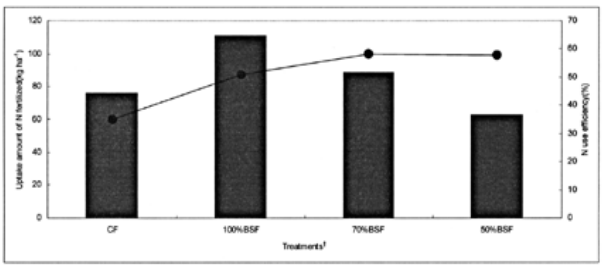
Sohn et al. (1999)이 보고한 우리나라 마늘 주산지 토양의 화학성분 함량과 비교하면 pH와 치환성 마그네슘 함량은 비슷하였으나 치환성칼륨 함량은 높았으며 유기물, 유효인산 및 치환성 칼슘 함량은 매우 낮았다.

마늘은 작토심이 깊고 배수가 양호하며 부식질이 많은 양토 또는 사양토에서 생육이 양호하다. 적정 토양산도는 5.5 6.5이며 산성이 강하면 생육이 좋지 않고 뿌리 끝이 둥글게 굵어진다. 토양유효인산의 적정 함량은 300 500 mg kg^{-1} 임을 감안할 때 본 시험조건에서는 충분한 양의 인산 시비에 의한 토양유효인산과 퇴구비 시용에 의한 토양유기물 함량의 증대가 뒤따라야 함을 내포하고 있다(RDA, 2001).

식물체 중 양분흡수량 및 이용률 Chun(1981)의 보고에 의하면 마늘의 비료흡수량은 질소>칼리>석회>인산>고토의 순이며 칼리는 4월부터 6월까지는 질소보다 흡수량이 많으나 그 이후에는 감소하고, 양분을 흡수하는 시기는 파종 후 뿌리를 내리면서부터 시작되는데 처음에는 주로 종구의 저장양분에 의존하나 월동 후 봄이 되어 생육이 진전됨에 따라 흡수량도 상대적으로 늘어난다고 한다. 마늘은 보통 추대기까지는 각 양분이 활발히 흡수되다가 구의 비대가 시작하면 줄기와 잎의 생육은 물론 양분의 흡수도 멈추게 되며, 줄기와 잎에서 생성된 양분은 구가 비대할 때 인편으로 이행되어 축적되므로 마늘 구 비대가 좋고 나쁨은 구가 비대하기 전까지 줄기와 잎의 생장량이 좋고 나쁨에 따르게 된다.

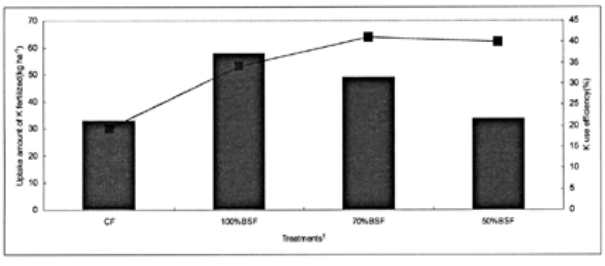
시비방법별 시비질소(칼리) 흡수량 및 질소(칼리) 이용률은 Fig. 1과 2와 같다. 수확기 식물체(구, 엽병)의 질소함량은 국소시비에서 많았고, 시비질소 흡수량은 관행시비구 76 kg ha^{-1}에 비하여 국소시비 70%, 100%구에서 각각 89 kg ha^{-1}, 111 kg ha^{-1}로 많았으며 질소이용률은 관행시비구 34.9%에 비하여 국소시비구에서 50.9 58.2%로 높았다. 또한 시비칼리 흡수량은 관행시비구 33 kg ha^{-1}에 비하여 국소시비구에서 34 58 kg ha^{-1}로 많았으며 칼리이용률은 관행시비구 19.4%에 비하여 국소시비구에서 34.1 41.2%로 높았다. 국소시비 처리구에서 볼 때 시비질소와 칼리의 흡수량은 시비량의 증비에 따라 증가되어 국소시비 100%구, 질소와 칼리의 이용률은 국소시비 70%구에서 높게 나타났다.

질소의 공급시기는 수량에 크게 영향을 주기 때문에 잎이 급속히 신장하는 시기에 공급해 줄 필요가 있다. 마늘은 양파와 같이 지상부의 줄기와 잎에 축적된 양분이 5 6월에 지하부로 이동이 되어 인경이 비대하기 때문이다. 마늘의 양분흡수는 전 성분 모두 구 비대기에 최고에 달하고 있으나(RCA, 1977) 비료 성분에서 특히 질소성분을 생육 후기까지 흡수하면 수확이 늦고 2차 생장률이 높아진다고 하였다(Gotou, 1982).



† CF : Conventional Fertilization, BSF : Band Spotty Fertilization

Fig. 1. N use efficiency and uptake amount of N fertilized with fertilization methods.



† CF : Conventional Fertilization, BSF : Band Spotty Fertilization

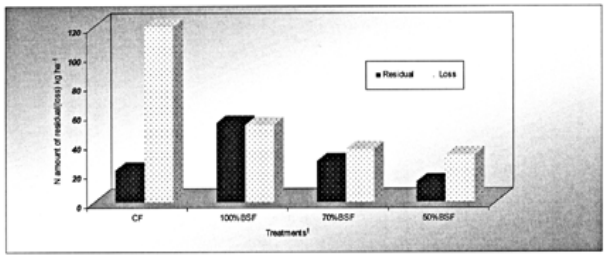
Fig. 2. K use efficiency and uptake amount of K fertilized with fertilization methods.

질소는 시비량보다 추비횟수 및 시기에 따라 2차생장의 발생에 차이가 있어(Abe et al., 1983) 마늘이 생육기간 중 영양분에 대하여 민감하게 반응하는 시기가 있다는 것을 암시하는 것이라고 보고한바 있다.

토양 중 양분 잔존량 및 손실량 농경지에서는 작물의 수확잔재, 녹비, 구비, 화학비료 또는 빗물 속에 섞인 암모늄과 질소의 산화물 등으로 질소를 토양에 공급하며 그 외에 몇 가지 미생물의 종류에 의하여 대기의 유리질소가 고정되어 토양 및 식물에게 보충된다. 질소가 토양으로부터 손실되는 경우는 작물의 수확, 배수, 침식 및 원소 또는 암모니아로서 휘산 되기도 한다. 시비방법별 토양 중 시비질소 및 칼리의 잔존량과 손실량은 각각 Fig. 3과 4와 같다. 시비질소 잔존량은 관행시비구 22 kg ha^{-1}에 비하여 국소시비 70%, 100%구에서 각각 38 kg ha^{-1}, 54 kg ha^{-1}로 많았고 시비질소 손실량은 관행시비구 120 kg ha^{-1}에 비하여 국소시비구에서 32 53 kg ha^{-1}로 적었다. 또한 시비칼리 잔존량은 관행시비구 72 kg ha^{-1}에 비하여 국소시비 100%구에서 109 kg ha^{-1}로 많았고 시비칼리 손실량은 관행시비구 113 kg ha^{-1}에 비하여 국소시비구에서 14 38 kg ha^{-1}로 적었다. 국소시비에서 시비양분의 잔존량이 많고 손실량이 적은 것은 마늘 근접에 비료를 시용한 결과 강우에 의한 영향을 덜 받는 것으로 사료된다.

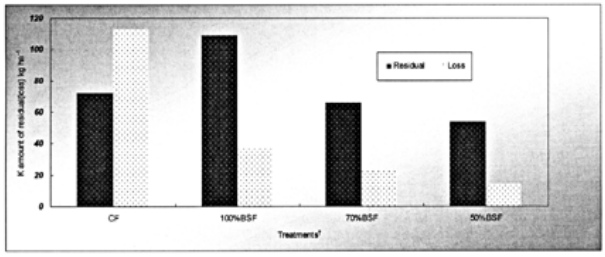
마늘의 생육 및 구경 특성 시비방법별 수확기 마늘의 생육특성을 Table 3에서 보면 엽수는 시비방법 및 시비량별 차이를 보이지 않았으나 초장은 관행시비구에 비하여 국소시비구에서 62 68 cm로 3 8 cm 더 길게 나타났고 엽초경은 국소시비구에서 12.85 15.05 cm로 1.7 3.9 mm 두꺼웠다. 엽초경이 국소시비에서 굵게 나타나 비료가 효율적으로 이용되었음을 알 수 있었다. 구경은 토중시비 50, 100%구에서 5.6 6.2 cm로 0.5 0.6 cm 크게 나타났고 구고는 관행시비구 4.9 cm에 비하여 국소시비 70, 100%구에서 5.6 cm로 0.7 cm 크게 나타났다. 국소시비는 관행시비보다 마늘의 지상부와 근계의 발육 촉진 및 구비대의 증가를 가져왔다. 구형지수(구경/구고)는 국소시비가 관행시비보다 작아 편평형을 나타냈다. 양파에서 구형을 나타내는 수치로서 구형지수가 활용되고 있으며 엽초경의 크기는 구의 크기와 관계가 깊다(Aoba, 1980). 또한 조생계인 난지형 마늘은 한지형에 비하여 편평형이라는 사실을 보고하였다(Lee, 1974).

시비방법별 마늘의 구경특성은 Table 4와 같다. 3요소 무시비구 비하여 관행시비구와 국소시비구에서 대구율이 현저하게 높게 나타난 것은 시비유무가 마늘의 수량에 절대적인 요인으로 작용함을 알 수 있었다. 관행시비에 비하여 국소시비에서 50 mm 이상의 대구비율이 높게 나타났고 특히 국소시비 70%, 100%구에서 6.4 15.1% 높았으며 소구율이 1.1 10.3%로 낮



† CF : Conventional Fertilization, BSF : Band Spotty Fertilization

Fig. 3. Amount of residual and loss N fertilized with fertilization methods.



† CF : Conventional Fertilization, BSF : Band Spotty Fertilization

Fig. 4. Amount of residual and loss K fertilized with fertilization methods.

Table 3. Growth characteristics of galic with fertilization methods.

Treatments †	Plant height	Number of leaf	Leaf sheath diameter	Bulb diameter	Bulb height	Bulb shape index ‡
	cm	ea	mm	---------- cm ----------		
Control	59	5.7	11.15	5.6	4.9	1.14
100%BSF	67	6.0	12.85	6.2	5.6	1.11
70%BSF	64	5.9	13.00	5.6	5.6	1.00
50%BSF	62	5.9	15.05	6.1	5.6	1.09
Non Fertilization	54	5.7	11.75	4.8	4.1	1.17

† Control : Conventional Fertilization BSF : Band Spotty Fertilization

‡ Bulb shape index : bulb diameter/bulb height

Table 4. Characteristics of bulb at harvest garlic with fertilization methods.

Treatments†	Distribution of bulb size‡				Ratio of large bulb§
	EL	L	M	S	
	---------- % ----------				%
Control	15.2	33.4	24.4	27.0	48.6
100%BSF	18.4	45.3	19.6	16.7	63.7
70%BSF	14.7	40.3	19.1	25.9	55.0
50%BSF	13.4	34.7	25.4	26.5	48.1
Non Fertilization	3.5	18.5	24.0	54.1	22.0

† Control : Conventional Fertilization BSF : Band Spotty Fertilization

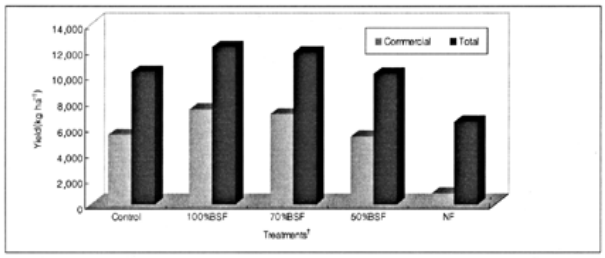
‡ Distribution of bulb size: EL -Extra large(more than 60 mm), L -Large(50~60 mm), M -Medium(40~50 mm), S -Small(less than 40 mm)

§ Ratio of large bulb: bulb size more than 50 mm

았다. 마늘재배에 있어서 구 비대와 2차생장의 원인을 보면 시비량 또는 시비횟수 등 환경요인이 관여하는 것으로 보고되어있다(Abe et al., 1983). 토성과 마늘 품질은 양토에서는 마늘통이 단단하고 열구가 적으며 품질이 좋으나 사질토에서는 저장력이 약한 마늘이 생산되며 마늘통이 잘 갈라지고 충실하지 못하다. 또한 배수가 불량한 토양에서는 마늘의 품질이 나빠지고 병해충의 피해도 많아지게 된다.

대구율 및 수량성 마늘은 내비성이 비교적 강한 작물로 시비량을 늘리면 수량도 늘어나지만 질소 비료는 식물체가 웃자라게 되어 병해충의 발생이 많고 2차 생장(벌마늘)의 발생이 많아질 우려가 높다.

시비방법 및 시비량별 마늘 수량은 Fig. 5와 같다. 국소시비 70%, 100%구에서 대구율과 상품성 수량성이 높아 총수량은 관행시비구(10,290 kg ha^{-1})에 비하여 국소시비구에서 14 19% 증수되었다. 난지형 마늘 재배에 있어서 완효성 비료 시용은 시비노력이 절감되고, 초장, 엽초경, 엽수가 증가되며 대구율이 높아 증수된 결과와(Song et., al, 2001) 같은 경향을 나타냈다.



† Control : Conventional Fertilization BSF : Band Spotty Fertilization

Fig. 5. Yield potential of garlic with fertilization methods.

농가에서는 일반적으로 밭작물 재배 때 추비시용은 기준량보다 40% 이상 많이 시용하고 시비위치도 강우직전 지표면에 시비함으로서 유실 및 용탈이 심하다. 또한 추비횟수도 3 5회 이상으로 하여 생산비의 증가요인이 되고 있다. 특히 비닐피복재배는 수량증대 뿐만 아니라 조기수확이 목적이기 때문에 이에 알맞은 시비방법이 구명되어야하고 추비횟수를 최소화하는 생력화가 이루어져야 할 것이다.

토중시비기를 사용하여 시비효과를 구명한 바 추비전량을 작물근접 토양 중에 시용함으로서 유실을 경감할 수 있어 비료 이용률을 증진시킬 수 있었으며 시비량을 50% 절감하여도 수량이 크게 감소되지 않아 저 투입 생력재배가 가능하여 밭작물 재배농가의 경쟁력 강화 및 농가소득 향상에 기여할 것으로 기대된다.

적 요

본 연구는 비닐피복작물 재배시 시비효율 증대 및 생력시비기술 확립을 목적으로 개발한 토중시비기를 이용하여 시비간격 20 cm, 시비깊이 15 cm로 마늘을 재배한 후 토양화학성, 양분이용률 및 수량성을 검토하였다.

시험 후 토양의 화학성은 시험 전 토양에 비하여 pH가 높았고 총질소, 유기물 및 치환성 칼륨·칼슘 함량은 증가되었으나 유효인산 함량은 감소되었다.

마늘의 시비질소 흡수량은 관행시비구(76 kg ha^{-1})에 비하여 국소시비구에서 89 111 kg ha^{-1}으로 많았고, 질소이용률은 관행시비구(34.9%)에 비하여 국소시비구에서 42.9 58.2%로 높았다. 또한 시비칼리 흡수량은 관행시비구(33 kg ha^{-1})에 비하여 국소시비구에서 34 58 kg ha^{-1} 칼리이용률은 관행시비구(19.4%)에 비하여 국소시비구에서 21.6 41.2%로 높았다.

토양 중 시비질소 잔존량은 관행시비구(22 kg ha^{-1})에 비하여 국소시비구에서 38 54 kg ha^{-1}로 많은 반면에 손실량은 관행시비구(120 kg ha^{-1})에 비하여 국소시비구에서 32 53 kg ha^{-1}로 적었다. 또한 시비칼리 잔존량은 관행시비구(72 kg ha^{-1})에 비하여 국소시

비 100%구(109 kg ha^{-1})로 많은 반면에 시비칼리 손실량은 관행시비구(113 kg ha^{-1})에 비하여 국소시비구에서 14 38 kg ha^{-1}로 적었다.

마늘 생육은 관행시비에 비하여 국소시비에서 초장이 길고 엽초경, 구경 및 구고가 두꺼웠으며 엽수가 많은 경향을 나타냈다. 마늘의 총수량은 대구율, 상품성 수량이 높은 국소시비 70%, 100%구에서 관행시비구(10,290 kg ha^{-1})에 비하여 14 19% 증수되었다.

결론적으로 국소시비 70% 처리는 질소비료 절감과 동시에 환경오염을 경감 시킬 수 있는 시비방법으로 판단되었다.

인 용 문 헌

Abe, T., T.K. Aoike, and K.H. Takahashi. 1983. On factor of secondary growth generation in garlic plant. The autum presentation summary on horiculture society of Japan. p.148-149.

ASI. 1973. Agronomical survey manual. 2:3-28. Agricultural Sciences Institute, Suwon, Korea.

Aoba, T. 1980. Effect of low temperature on the bulb foprmation in bulbous and tuberous plants. Ⅰ. On formation of papa(nikai tama) in freezia. J. Jap. Soc. Hort. Sci. 41:290-296.

Chun, K.B. 1981. Distribution and content of mineral nutrients in garlic. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 22:17-23.

Chung, H.D. 1987. Effects of P.E. film mulching, sulphur application and different levels of nitrogen and potassium on growth, flower-stalk elongation, bulbing, and leaf tip yellowing of garlic(*Allium sativum* L. cv. Euisung). J. Kor. Soc. Hort. Sci. 28:1-8.

Gotou, H.N. 1982. A method of fertilization on garlic mulching cultivation. Agricultural & Horiculture. 57:1176-1180.

Kumajawa, Y.H.O. 1994. The prospects on study of soil & fertilizer in agricultural of environmental preservation type. Symposium data on agricultural of environmental preservation type(Prospect of technique and controversial point on nutrient cycle of agriculture in subtropics land). p.1-16.

Lee, E.T., I.H. Choi, Y.B. Oh, J.K. Kim, and B.S. Kwoun. 1996. Cultivating and marketing status of onion in southwestern region of Korea. RDA. J. Agri. Sci. 38:454-461.

Lee, W.S. 1974. Studies on bulb and clove characteristics of Korean local garlic strains. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 15:20-29.

MAF. 2004. Agricultural & forestry statistical yearbook. p.115. Ministry of Agriculture and Forestry, Seoul, Korea.

NIAST. 2000. Methods of soil and crop plant analysis. National Institute of Agricultural Science and Technology, Suwon, Korea.

RCA. 1977. Practical technology and basal physiology on onion of scallion type. Rural Culture Association, Tokyo, Japan.

RDA. 1998. Investigation and standard for agricultural experiment. p.332-335. Rural Development Administration, Suwon, Korea.

RDA. 2001. Garlic cultivation technique. A manual for standard farming(117). p. 149-185. Rural Development Aaministration, Suwon, Korea.

Sohn, B.K., J.S. Cho, J.G. Kang, J.Y. Cho, K.Y. Kim, H.W. Kim, and H.L. Kim. 1999. Physico-chemical properties of soils at red pepper, garlic and onion cultivation areas in Korea. J. Kor Soc. Soil Sci. Fert. 32:123-131.

Song, Y.S., I.H. Choi, B.C. Chung, and W.Y. Choi. 2001. Effect of applying slow-release fertilizer on southern type garlic(*Allium sativum* L.) cultivation. Kor. J. Hort. Sci. & Tech. 19:471-475.

Yang, C.H., B.W. Yoo, and S.W. Kang. 2006. Effect of band spotty fertilization for reduction of nitrogen fertilizer on Chinese cabbage(*Brassia campestris* L.) in plastic film mulching cultivation. Korean J. Soil Sci. Fert. 39:95-101.

Yang, M.O., and S.O. Minami. 1991. Nitrous oxide generation in soil. Soil Science and Plant Nutrition. 62:654-661.