

양파 파치 추출물이 유기농 양파성에 미치는 영향

이춘희 · 이상대¹ · 이성호² · 민영봉² · 김혜란^{3**} · 이영한^{1*}

생명농업연구소, ¹경남농업기술원, ²국립경상대학교, ³한국생명공학연구원

Effect of Defective Onion Extract on the Onion Productivity by Organic Farming

Chun-Hee Lee, Sang-Dae Lee¹, Sung-Ho Lee², Young-bong Min², HyeRan Kim^{3**}, and Young-Han Lee^{1*}

Institute for Life Agriculture in Hwal-sung Industry, Jinju 660-840, Korea

¹*Gyeongsangnam-do Agricultural Reach and Extension Service, Jinju 660-370, Korea*

²*Gyeongsang National University, Jinju 660-750, Korea*

³*Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology, Daejeon 305-806, Republic of Korea*

This study evaluated the close crop recycling method by using the extract from defective onions. The mixture of the diluted extract (1/500) and nutrients was applied seven times on the onion leaves without spilling it onto the field. The yield and quality of the onions produced by this method (recycle) were compared to those grown organically (control) and conventionally (normal). The yield from the recycling field was increased significantly by 9% compared to that of the control field, while it was decreased by 11% compared to the normal field ($p < 0.05$). This lower yield was explained by the differences of the mulching vinyl and the fertilizers between the treatments which effect the onion growth during the winter. The content of quercetin in the onions from the recycling filed was increased significantly by 34% and 44% compared to those of the control and normal field, respectively ($p < 0.05$). It seemed that minerals and biologically active substances in the defective onion extract were effective in increasing the onion growth. In terms of soil microbial biomass, arbuscular mycorrhizal fungi was increased significantly in the recycle field by 40.1% and 30.6% compared to those of the control and normal fields, respectively ($p < 0.05$). On the other hand, microbial stress (cy19:0/18:1w7c) was decreased in the recycle field by 21.0% and 14.1% compared to those of the control and normal fields, respectively.

Key words: Recycling method, Defective onion, Nutrients, Microbial biomass, Organic farming

서 언

양파는 기능성 건강식품으로 알려지면서 소비가 꾸준히 늘어나 가격이 상승한 것이 재배면적의 지속적인 증가로 이어졌다. 특히 양파는 흡비력이 강하고 화학비료 요구량이 큰 작물이지만 과다시비는 향후 수량, 품질, 환경 등에 나쁜 영향을 줄 것으로 생각된다. 급격히 확대되는 유기농업 운동도 이러한 관행농법에 의한 자기 모순과 자기 파괴적인 역할에 대한 경종이며, 자연 생태계의 원리에 부합되는 농업을 추구하고자 하는 것이다. 이러한 배경에서 친환경농업은 어느 것이나 그 나름대로 성과를 거두고 있으면서도 재현성과 경제성 문제가 뒤따르기 때문에 일반화할 수 없는

애로를 가지고 있다.

동중순환농법은 한 작물에서 나온 잔재물, 즉 잔사와 파지를 이용하여 수액을 채취한 다음 숙성시켜 그 산물을 다시 동중 작물에 되돌려 주는 농법이다. 동중의 작물체에서 추출한 수액이기 때문에 각종 미네랄과 생리활성물질 등이 알맞게 함유되어 있을 것이라 생각되며, Park and Lee (2007)는 이 농법으로 풋고추를 대상으로 시험한 결과 생산성 및 기능성 향상과 병해충 방제에 탁월한 효과가 있었고 보고하였다. 그러나 동중수액은 안전성과 기능성을 동시에 만족하는 재활용 물질로써 이용가치가 높지만 일반 농가에서 동중수액을 직접 제조하기 힘들 뿐만 아니라 관련된 각종 과학적 실증 연구가 극히 부족한 실정이다.

특히 양파는 재배기간 중에 잔재물이 가장 많이 발생하지만 이들은 대부분 수분이 많아 퇴비화하기 어렵고 병에 노출된 잔재물은 농가에서 매몰하기도 쉽지 않았다. 양파의 잔재물이라 하면 양파 재배 기간에 발생하는 분구나 추대되

접수 : 2013. 1. 23 수리 : 2013. 2. 7

*연락처 : Phone: +82557716413

E-mail: lyh2011@korea.kr

**공동교신저자 : Phone: +82428604345

E-mail: kimhr@kribb.re.kr

어 버려진 양파, 저장 중에 부패된 양파 등을 말하며, 특히 연작지에 발생되기 쉬운 노균병과 잎마름병 등은 양파 수확 후에 절단한 줄기를 방치하면 전염성 병원균의 밀도가 높아 다음 작기에 큰 피해를 줄 수 있다. 따라서, 양파의 잔재물은 250-300°C에서 열분해 추출하여 사용하기 때문에 병해충으로부터 안전하고, 특히 양파 부산물에서 추출한 천연물 질이기 때문에 인축에 해가 거의 없어 재활용 가치가 높다. 즉, 양파 잔재물에서 추출한 수액은 열분해 후 추출된 물질로서 각종 미네랄과 활성물질을 다량 함유하고 있기 때문에 이것을 양파 재배시 영양제나 천연농약과 혼용하여 토양에 관주하거나 엽면 살포하면 지력이 향상되어 연작피해를 경감할 수 있고, 각종 양분공급으로 양파의 품질을 향상시킬 수 있다고 판단된다. 본 연구는 양파 추출 수액의 특성을 조사하고 양파 추출 수액이 양파의 생육에 미치는 영향을 규명하고자 행하여 졌다.

재료 및 방법

시험포장 시험 장소는 경상남도 함양군 수동면 죽산리 친환경 양파 단지에서 2011년 9월부터 2012년 6월까지 벼 후작으로 양파를 재배하였다. 시험 처리는 대조구인 친환경 무농약과 순환구인 동종순환 유기농 그리고 관행구인 농가 관행 등으로 구분하였고 재배면적은 각각 30a에 정식거리는 14×14 cm로 하였다. 비닐 피복은 대조구와 순환구는 친환경 재배이기 때문에 잡초 억제용으로 흑색비닐을 하였고 관행구는 제초제 처리 후 보온용으로 백색비닐로 하였다. 정식은 45일 묘를 사용하여 순환구와 관행구는 10월 20일과 10월 25일에 정식하였고 대조구는 가을 장마로 인하여 10월 30일에 정식하였다.

10a당 퇴비, 석회 및 비료의 양은 Table 1에서 보는 바와 같이 우분 퇴구비 3 tons과 폐화석 200 kg을 3개 시험포장에 동일하게 사용하였다. 친환경 무농약은 혼합유박 200 kg을 기비로 사용하고 추비로 요소 18 kg과 황산가리 10 kg을 2회 사용하였다. 동종순환 유기농은 혼합유박 200 kg을 기비로 사용하고 조단백 함량이 4.64%인 아미노산액비 (1,000

배)와 동종수액 (500배)을 혼합하여 추비로 4회하였고 동종수액만 별도로 3회 더 살포되었다. 농가 관행은 농협복비 23호 60 kg을 기비로 하였고 요소 40 kg과 황산가리 20 kg을 추비로 2회하였다.

무기성분 분석 양파 추출액은 수질분석법에 준하여 분석하였다 (APHA, AWWA, WCF, 1995). pH는 수소이온 메터기로 측정하였다. 질소는 황산으로 분해 후 킬달 증류법으로 측정하였고, 인산과 붕소는 비색법으로 나머지 칼륨, 석회 및 미량원소는 원자흡광분석기로 각각 측정하였다.

양파의 무기성분 분석은 양파를 세분한 후 80°C에서 건조하여 식물체 분석법에 준하여 분석하였다 (NIAST, 2000). 일정량의 건조 양파를 진한 황산과 질산을 10 mL씩 가한 다음 hot plate 상에서 무색으로 변할 때까지 분해하여 100 mL 정량한 후, 질소는 Kjeldahl 증류법으로 인산과 붕소는 비색법으로 나머지 칼륨, 석회 및 미량원소는 원자흡광분석기로 각각 측정하였다.

항균력 테스트 LB 배지 5 mL에 실험대상 균주를 접종하여 25°C에서 14시간 배양하였다. 균주 배양액에 대해 멸균 면봉을 이용하여 LB 고체배지에 일정하게 도말하고 10분 정도 정치한 후 assay하고자 하는 추출액 10 µL를 배지 위에 spotting하고 추출액이 배지 내부로 흡수될 때까지 정치하였다. 배지 위에 spotting된 추출액이 흡수되면 25°C 조건의 인큐베이터에 24시간 정도 배양한 다음 저해여부를 확인하였다.

유기성분 분석 동결 건조된 양파 분말 30 g을 80% ethanol로 추출한 다음 여과한 후 여액을 폐놀, 플라보노이드, 퀘세틴 등의 정량분석용 시료로 사용하였다. 총 페놀화합물의 함량은 Folin-Denis법에 따라 각 추출물 1 mL에 Folin-Ciocalteu 시약과 10% Na₂CO₃ 용액을 각 1 mL씩 차례로 가하여 충분히 혼합한 다음 실온에서 1시간 정치한 후 700 nm에서 흡광도를 측정하였다 (Gutfinger, 1981). 총 플라보노이드 함량은 추출물 1 mL에 10% aluminum nitrate

Table 1. Application rates of compost, lime, and fertilizer.

Treatment	Compost	Lime	Mineral fertilizer	Organic fertilizer
			N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O
----- kg 10a ⁻¹ -----				
Control [†]			8-0-4.8	8-4-2
Recycle [‡]	3,000	200	0-0-0	8-4-2
Normal [§]			28-6-14.4	0-0-0

[†]Control field is friendly environmental farming without agrichemicals.

[‡]Recycle field is organic farming with the distillation and extraction from defective onion.

[§]Normal field is conventional farming with fertilizers and agrichemicals.

및 1 M potassium acetate 각 0.1 mL, ethanol 4.3 mL를 차례로 가하여 혼합하고 실온에서 40분간 반응시킨 후 415 nm에서 흡광도를 측정하였다 (Moreno et al., 2000). 퀘세틴 함량은 HPLC로 375 nm에서 분석하였다. 그 외는 식품 영양분석법에 준하였다 (KSFSN, 2000).

미생물 생체량 조사 미생물 생체량은 개별적으로 미생물이 가지고 있는 고유 세포벽 지방산을 분석하여 FAME 방법을 이용하였다 (Schutter and Dick, 2000). GC Agilent 6890N을 이용하여 칼럼 온도는 170°C에서 270°C가 될 때까지 분당 5°C 가온하였고 마지막 270°C에서 2분간 유지하였다. 분석된 미생물 세포벽 지방산은 MIDI 프로그램을 이용하여 미생물 군집을 분석하였다 (Hamel et al, 2006; Lee and Kim, 2011; Lee and Yun, 2011).

생육 조사 양파의 생육 및 수량은 농촌진흥청 표준조사법에 준하여 조사하였다 (RDA, 1995). 생육 조사는 생육 재생기, 구 비대기 및 도복기 등 생육 단계별로 초장과 엽수를 20주씩 3반복으로 조사하였다. 수량은 3.3 m²당 수량을 구한 다음 1,000 m²로 환산하였다. 월동 후 고사엽율은 잎의 1/2이상 고사된 것을 조사하였으며 20주당 피해받은 잎수에 총 잎수를 나누고 백분율로 환산하였다.

동종수액 추출 양파 잔재물에서 동종수액을 추출하는 세부 공정도는 Fig. 1과 같다. 먼저 양파 잔재물을 탄화로에 넣고 버너로 250~300°C 열을 가하면 탄화로 안에서 열을 받은 시료는 교반되면서 증발되고 증발된 기체는 사이클론

냉각기에서 냉각되어 대부분 액체로 떨어진다. 본 시험에서 사용된 동종수액은 비 상품의 양파만 200 kg을 탄화로에 넣고 가열하여 추출된 수액이며, 거의 진공상태에서 작업이 이루어 졌다. 양파의 경우 시료가 열분해되어 냉각기에서 회수된 수액은 투입된 원료의 82% 정도 되고 탄화물 (숯)은 4% 정도 되며 나머지는 가스로 방출된 것으로 추측된다. 추출된 수액은 식물에 흡수가 잘 되도록 12,000 Gauss의 자력 장치에 회오리 노즐을 만들어 수액이 통과될 때 마다 산소가 유입되고 추출 물질의 구조가 작게 되도록 하여 숙성시켰다. 이렇게 만들어진 수액은 엽면살포나 토양관주용으로 사용하면 다른 물질과 용합이 잘되고 산소공급이 잘되어 이용가치가 한층 높아진다. 이와 같이 열화학적 방법에 의한 에너지 전환기술은 연소에 비하여 공정이 복잡하고 운전이 어려우나 에너지 저장이 용이한 액체를 생성하고 대기오염의 배출이 적기 때문에 차세대 친환경 에너지 전환기술로 여겨지고 있다.

동종수액 살포 횟수 추출한 양파수액을 Table 2와 같이 양파재배 기간 중에 단독, 영양제 및 유기살균제와 각각 혼용하여 7회 엽면 살포하였다. 양파의 신진대사를 촉진시켜 안전한 월동을 도모하고자 정식 30일 후에 양파수액만 500배로 희석하여 1회 살포하였다. 생육 재생기부터 구 비대기까지 영양공급 및 노균병방제를 위하여 양파수액에 조단백 함량이 4.64%인 아미노산액비 (영양제)와 유기유황 35%인 유황액제 (유기유황액제)를 각각 혼용하여 4회 살포하였고, 구 비대기부터 도복기까지 노균병 방제를 위하여 양파수액과 유기유황액제를 혼용하여 2회 살포하였다. 영

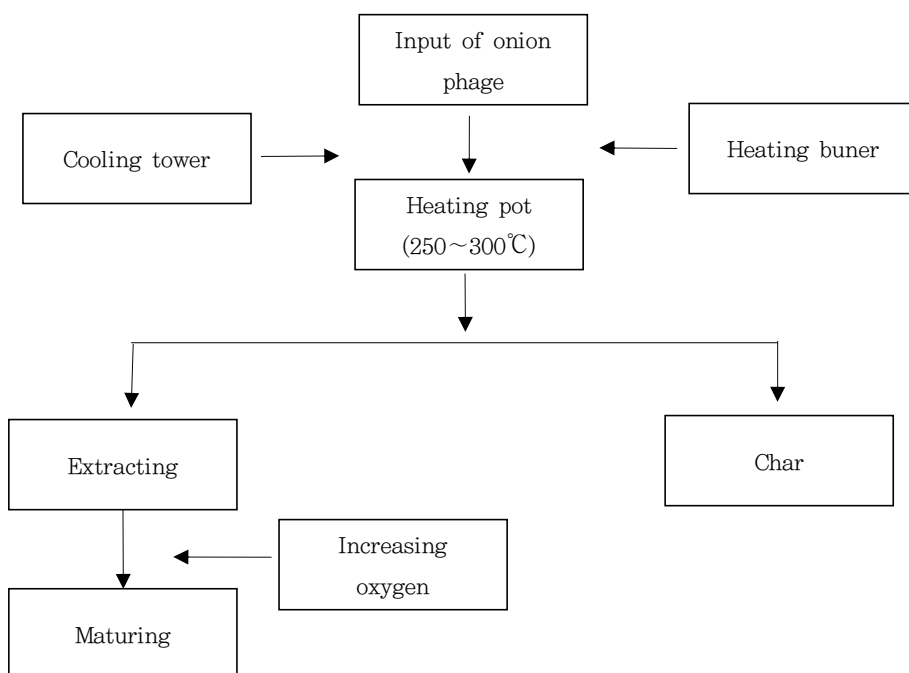


Fig. 1. Details for preparation of the extract from defective onions by distillation process.

Table 2. Amounts and times used the same kind-distillation on different growth stages.

Applied periods	Amount and times of extract	Organic farm materials	
		Nutrient [†]	Fungicide [‡]
Total	2,800 mL, 7 times	800 mL, 4 times	2,400 mL, 6 times
30 days after planting	400 mL, 1 time	-	-
Regrowing-bulb enlargement stage	1,600 mL, 4 times	800 mL, 4 times	1,600 mL, 4 times
Bulb enlargement-Bending stage	800 mL, 2 times	-	800 mL, 2 times

[†]Amino acid with 4.64% of crude protein.

[‡]Sulfur solution with 35% of organic sulfur.

Table 3. The mineral contents of extract from defective onion.

T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	T-S	B ₂ O ₃	Fe	Mn	Zn	Mo	Cu
----- % -----						----- mg kg ⁻¹ -----					
0.04	0.08	0.03	0.03	0.01	0.11	0.01	21.85	1.78	23.05	1.97	1.24

Table 4. The organic contents of extract from defective onion.

pH	Organic acid	Total phenolics	Total flavonoid
	%	----- mg L ⁻¹ -----	
3.9	0.42	359.4	261.5

양제는 1,000배, 유기유황액제는 500배로 각각 희석하여 사용하였다.

결과 및 고찰

양파 추출물의 일반성분 양파 파지에서 추출한 수액의 무기성분은 Table 3에서 보는 바와 같이 다량원소의 함량은 일반적으로 양파에 함유된 양의 10% 정도로서 회수율이 생각보다 매우 낮은 것으로 나타났다. 아마도 추출액에서 감소된 성분들은 탄화물(숯)에 일부 내재되었거나 대기중으로 대부분 휘발되었을 것이라 추측된다. 그 중에서 황은 양파에 함유된 양의 20% 정도로서 다른 성분보다 특히 회수율이 높았다. 미량원소의 함량은 양파에 함유된 양의 30% 정도로서 다량원소에 비하여 회수율이 3배 정도 많았다. 특히 철과 아연은 양파에 함유된 양의 40% 정도로서 회수율이 매우 높았고 붕소도 상당히 많이 함유하고 있었다.

양파 파지에서 추출한 수액의 유기성분은 Table 4에서 보는 바와 같이 pH는 3.9이고 총 유기산은 0.42%이며, 총 페놀 함량은 양파에 함유된 양의 20% 정도 되었고 총 플라보노이드 함량은 양파에 함유된 양의 50% 정도 되었다. 따라서 유기성분이 무기성분보다 회수율이 높은 것을 보아 추출온도와 관계가 있을 것으로 생각된다. 특히 추출액의 pH는 유기산과 알칼로이드 등의 영향을 받아 사과, 오이, 감자 등은 대체로 높았고 참다래, 마늘, 고구마, 고추 등은 낮았다고 보고하였다 (Park and Lee, 2007). 이상과 같이 추출액의 무기성분이 유기성분보다 회수율이 매우 낮아 이에 대

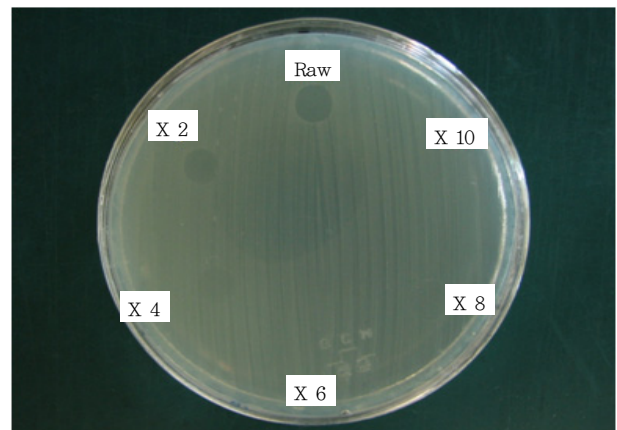


Fig. 2. Dilution effect of extract on activity of *Pectobacterium chrysanthemi*.

한 보완이 더 되어야 한다고 생각한다.

무름병 저해 작용 양파 파지 추출물을 이용한 무름병에 대한 저해 작용은 Fig. 2에서 보는 바와 같이 2배 희석까지 무름병을 저해하는 것으로 나타났다. 무름병은 재배 중에는 증상을 보이지 않다가 저장 중에 양파에서 발생한다 (Seo, 2000). 따라서 양파의 저장성을 높이기 위해서 수확한 양파에 양파수액을 희석하여 뿌려주고 예냉한 후 저장하면 상당히 효과가 있을 것으로 생각되어 진다. Sheo (1999)는 식중독균 4종에 대하여 양파즙의 항균작용을 조사하였더니 양파즙의 0.5~2.5% 범위에서 38.1~51.1% 수준으로 억제하였으며, 항균력이 강한 것은 양파에 함유된 유황화

Table 5. Plant height and numbers of leaf with the different growth stage.

Treatment	Height			No. of leaves per plant		
	Regrowing stage	Bulb enlargement stage	Bending stage	Regrowing stage	Bulb enlargement stage	Bending stage
	----- cm -----			----- no. plant ⁻¹ -----		
Control	17.9	52.4	68.0	3.2	6.1	6.8
Recycle	21.9	54.2	71.2	3.9	7.0	7.9
Normal	23.6	65.9	69.5	5.2	7.8	8.1
LSD ($p < 0.05$) [†]	0.28	0.97	0.77	0.18	0.12	0.09

[†]The Fisher's least significant difference (LSD) was used to detect and separate the mean treatment differences at 5.0% levels of significance.

폐늘 화합물에 의한 것이라고 보고하였다. 본 시험용 양파 추출물에서도 총 유효성이 0.11% 함유하고 있었고 총 폐늘 함량도 359 mg L⁻¹ 함유하고 있었기 때문에 동중순환농법으로 재배된 양파는 저장성이 향상될 것으로 추측한다.

생육 상황 양파 생육단계별 초장과 엽수는 Table 5에서 보는 바와 같이 초장은 생육 재생기와 구 비대기에서는 관행구>순환구>대조구 순으로 유의성을 보였고 도복기에서는 순환구>관행구>대조구 순으로 유의성을 보였다 ($p < 0.05$). 엽수는 전 생육기간에서 관행구>순환구>대조구 순으로 유의성 있게 많았으나 ($p < 0.05$) 그 차이는 생육 후기로 갈수록 현저히 적어지는 경향이였다. 한편 대조구와 순환구는 월동 전까지 같은 양의 유기질비료를 하였음에도 불구하고 순환구가 생육이 더 좋은 것은 월동 전에 양파수액을 한번 처리한 영향이라 생각되나 양파 정식기가 대조구가 순환구보다 10일 정도 늦은 것도 무시할 수 없었다. 특히 생육재생기 이후 추비 조건이 대조구는 화학비료로 대체하였고 순환구는 양파수액과 영양제를 병용하였음에도 불구하고 순환구가 대조구보다 생육이 더 좋은 것은 양파수액이 토양과 작물에 직접 또는 간접적으로 영향을 미친 것으로 생각된다.

월동 후 고사율은 Fig. 3에서 보는 바와 같이 대조구가 50%, 순환구가 48.7%, 관행구가 38.5% 정도 되었다. 관행구는 화학비료를 기비로 하고 백색비닐을 피복하였기 때문에 월동 전후의 생육이 상당히 양호하였고 대조구와 순환구는 유기질비료를 기비로 하였고 흑색비닐을 피복하였기 때문에 월동기간 동안 백색비닐 피복보다 지온이 낮아 생육에 영향을 끼친 것으로 추측된다. Joa et al. (2012)은 온도가 낮을 수록 비효가 늦게 나타난다고 하였고 Yun et al. (2012)은 백색비닐이 흑색비닐보다 토양온도가 더 높아 양분 유효도가 증가된다고 하였다. 따라서 흑색비닐을 피복한 대조구와 순환구가 백색비닐을 피복한 관행구보다 토양환경 조건이 작물에 불리하게 작용했기 때문에 초기 생육의 저해로 저온에 의한 피해가 더 많이 발생한 것으로 생각된다.

이상과 같이 대조구와 순환구가 관행구보다 생육이 초기

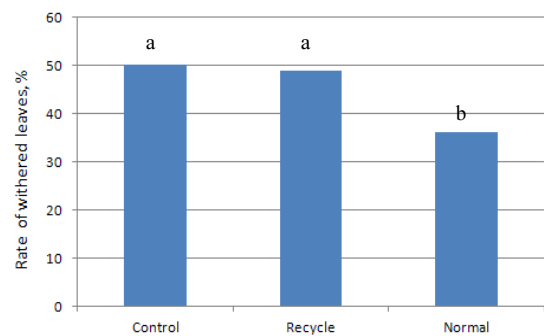


Fig. 3. The ratio of dead leaves during winter. The Fisher's least significant difference (LSD) was used to detect and separate the mean treatment differences at 5.0% levels of significance. Means with the same letter are not significance different.

에 크게 뒤떨어지는 이유는 지효성인 유기질비료 사용에 의한 초기 양분부족과 잡초억제용 흑색비닐 피복에 의한 지온저하로 초기 생육이 중기 생육까지 영향을 끼친 것으로 생각되어 진다. 특히 흑색비닐 피복 처리가 백색비닐 피복 처리보다 생육재생기가 7~10일 정도 늦은 것을 보아 월동기간 중에 그 피해가 어느 정도인지 추측할 수 있었다. 생육이 후기에 많이 회복되는 것은 고온기에 흑색비닐 피복이 백색비닐 피복보다 고온의 피해를 경감시켜 주었을 뿐만 아니라 유기질 비료의 지효성 효과와 양파 추출액의 미네랄 공급이 어느 정도 영향을 준 것으로 생각되어 진다.

수량과 구중 분포비율 양파의 수량은 Table 6에서 보는 바와 같이 관행구>순환구>대조구 순으로 유의성을 보였으며 ($p < 0.05$), 순환구는 대조구에 비하여 9.3% 증가되었고 관행구에 비하여 11.0% 감소되었다. 양파는 흡비성이 강한 작물이기 때문에 비료의 절대적인 양이 가장 큰 영향을 많이 미친 것으로 생각되어 지고 후차적으로 백색비닐 피복이 흑색비닐 피복보다 저온기에 지온을 높여 토양과 작물에 유리하게 작용했기 때문이다. 특히 대조구는 추비로 질소 8 kg 10a⁻¹와 가리 4.8 kg 10a⁻¹를 시비하였음에도 불구하고

Table 6. Yield and the disturbed ratio of according to the weight of onion.

Treatment	Yield kg 10a ⁻¹	Disturbed ratio of bulb weight		
		> 300 g	200 ~ 299 g	< 199 g
Control	5,340	6.5	60.2	33.3
Recycle	5,836	15.7	56.9	27.4
Normal	6,559	21.0	51.0	28.0
LSD (<i>p</i> < 0.05) [†]	360.6			
Coefficient of correlation with yield		0.91**	-0.76*	-0.46

[†]The Fisher's least significant difference (LSD) was used to detect and separate the mean treatment differences at 5.0% levels of significance.

Table 7. The contents of minerals in onion.

Treatment	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	T-S	Na ₂ O	Fe	Mn	Zn
	%						mg kg ⁻¹			
Control	0.92	0.18	1.55	0.42	0.17	0.36	0.10	28.75	18.68	21.71
Recycle	1.28	0.22	2.01	0.52	0.18	0.48	0.12	58.99	30.92	55.18
Normal	1.19	0.15	1.54	0.41	0.19	0.38	0.10	33.18	27.68	20.31
LSD (<i>p</i> < 0.05) [†]	0.055	0.025	0.075	0.023	0.009	0.05	0.012	5.22	0.93	3.58

[†]The Fisher's least significant difference (LSD) was used to detect and separate the mean treatment differences at 5.0% levels of significance.

화학비료가 생략된 순환구보다 수량이 감소된 것은 아마 양파 추출액과 영양제를 4회 엽면시비한 영향이 대조구보다 능가했기 때문이라 추측된다.

구중 분포비율은 상품성이 높은 300 g 이상에서 관행구>순환구>대조구 순으로 증가되었고 수량과 고도의 유의성이 인정되었다 (*r*=0.91**). 상품성이 보통인 200-299 g에서 대조구>순환구>관행구 순으로 높았고 수량과 부의 유의성이 인정되었다 (*r*=-0.76*). 그러나 상품성이 낮은 200 g 미만에서는 대조구>관행구>순환구 순으로 높았으나 수량과 유의성은 없었다. 이상과 같이 관행구는 대구 양파를 생산할 수 있어 유리하나 저장성이 오히려 낮을 것으로 생각된다. 반면에 순환구는 수량이 약간 낮은 대신 적당한 크기의 양파를 더 많이 생산할 수 있어 오히려 저장성을 높여 보상이 가능하다고 생각한다.

이상과 같이 양파 수량이 관행구에 비하여 대조구가 18.6%, 순환구가 11% 각각 감소되었지만 친환경 농산물에 대한 가격 보전으로 오히려 농가 소득이 높아질 것으로 생각되며, 특히 동종순환으로 기능성과 저장성이 향상된다면 양파 소비가 더 촉진될 것으로 예상된다.

양파의 무기성분 함량 양파의 무기성분은 Table 7에서 보는 바와 같이 순환구가 대조구와 관행구보다 MgO를 제외하고는 전 성분이 유의적으로 많았다 (*p* < 0.05). 다량원소의 총 함량은 순환구 (4.69%)가 대조구와 관행구에 비

하여 각각 28.8%, 21.5% 증가되었다. 다량원소 함량 중 질소, 인산, 칼리, 석회 및 황 등은 순환구가 대조구보다 39.1%, 22.2%, 29.7%, 23.8%, 23.1% 증가되었고 관행구보다 7.6%, 46.7%, 30.5%, 26.8%, 26.3% 증가되었으나 MgO는 5.2% 감소되었다. 특히 순환구가 관행구보다 대부분 성분들이 크게 증가된 것은 동종수액에 내재된 유효양분들이 엽면살포 시 식물에 직접 흡수되었거나 토양 중에 유기비료의 무기화를 도와 간접 흡수되었기 때문이라 생각된다.

Na₂O를 제외한 미량원소의 함량은 순환구가 대조구와 관행구에 비하여 유의적으로 많았다 (*p* < 0.05). 한편 미량원소 함량 중 철, 망간, 아연은 순환구가 대조구보다 각각 105.2%, 65.5%, 154.2% 증가되었고 관행구보다 각각 77.8%, 11.7%, 171.7% 증가되었다. 특히 철과 아연같은 미량원소는 다량원소에 비하여 흡수 차이가 더 많은 것으로 나타났는데, 이는 동종수액에 내재된 철과 아연이 작물에 직접적인 영향을 미쳤거나 화학비료 시용에 의하여 토양내 미네랄 흡수를 방해한 간접적인 영향도 어느 정도 작용했으리라 생각한다. 수확기 때 양파의 초엽을 관찰해 보았더니 순환구가 관행구보다 엽색이 더 짙었다. 따라서 수확시기를 관행구보다 7~10일 정도 늦추어 주는 것이 생산에 유리하다고 생각되었다.

양파의 유기성분 함량 양파의 유기성분 함량은 Table 8에서 보는 바와 같이 건강에 관련된 기능 성분들의 대부분

Table 8. The contents of organic components in onion.

Treatment	Quercetin	Flavonoid	Phenol	Linoleic acid
	----- mg 100g ⁻¹ -----			
Controll	31.12	43.76	137.88	1.46
Recycle	41.66	57.19	148.12	1.67
Normal	28.94	38.54	132.33	2.33
LSD ($p < 0.05$) [†]	1.42	0.89	4.36	0.19

[†]The Fisher's least significant difference (LSD) was used to detect and separate the mean treatment differences at 5.0% levels of significance.

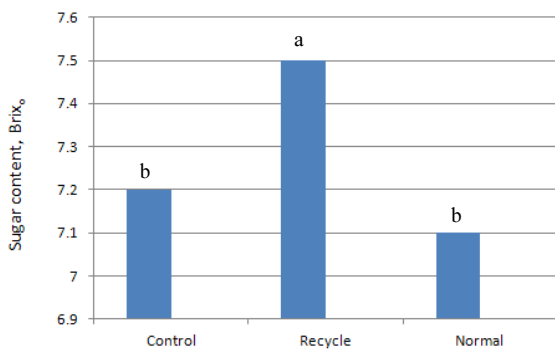


Fig. 4. Suger content in onion by treatments. The Fisher's least significant difference (LSD) was used to detect and separate the mean treatment differences at 5.0% levels of significance. Means with the same letter are not significance different.

이 순환구)대조구)관행구 순으로 유의적을 나타냈다 ($p < 0.05$). 특히 항산화 작용을 하는 플라보노이드 함량은 순환구 (57.19 mg 100g⁻¹)가 대조구와 관행구에 비하여 각각 30.7%, 48.4% 현저히 증가되었으며, 그 중에서 암을 억제하는데 가장 효능이 높은 퀘세틴 함량은 순환구 (41.66 mg 100 g⁻¹)가 대조구와 관행구에 비하여 각각 33.9%, 44.0% 현저히 증가 되었다. 한편 다양한 생리활성물질에 관여하는 총 페놀 함량은 순환구 (148.12 mg 100 g⁻¹)가 대조구와 관행구에 비하여 각각 7.4%, 11.9% 증가되었다. 그러나 불포화지방산인 리놀레산 함량은 관행구)순환구)대조구 순으로 유의성을 보였다 ($p < 0.05$). 특히 친환경재배가 관행농재배에 비하여 지방산이 낮은 이유는 정확히 알 수 없었으나 양파는 다른 작물에 비하여 지방산이 매우 적은 작물로서 처리간 절대적인 함량은 미미한 것으로 생각되어 진다.

양파의 당도 한편 양파의 당도는 Fig. 4에서 보는 바와 같이 순환구 (7.5 Brix^o)가 대조구와 관행구에 비하여 각각 5.6%, 7.1% 증가되었고 그 차이는 크지 않았지만 화학비료의 시비량이 많을수록 당도가 약간씩 떨어지는 경향이있다. Park and Lee (2007)는 풋고추에 동중수액을 사용한 결과 무처리에 비하여 비타민 A와 비타민 C가 각각 19%, 20% 각각 증가 되었다고 보고하였고 Park and Seo (2009)는 시

금치의 비타민 C와 미네랄 함량은 질소량이 많을수록 감소 되었다고 보고하였다. 이와 같이 양파 품질에 관련되는 성분들은 양파 추출액에 의한 상승 효과와 질소과다에 의한 억제 효과와 거의 일치하는 경향이 있기 때문에 당도 역시 이와 밀접한 관련이 있을 것으로 추측되고 양파의 저장성 향상에도 상당히 영향을 미칠 것으로 생각되어 진다.

이상과 같이 양파 수액에 함유된 각종 성분들이 양파에 직접 영향을 미쳤거나 아니면 유기물 분해 중간생성물이 간접 영향을 미쳤는지 정확히 알 수는 없었다. 그러나 순환구가 대조구와 관행구에 비하여 유기성분들이 현저히 증가하는 것을 보아 양파 추출액을 7회 처리한 영향이라 사료된다.

토양 미생물 생체량 시험 후 토양의 미생물 함량을 FAME 방법으로 분석한 결과는 Table 9에서 보는 바와 같이 총 FAME 함량과 총 세균 함량은 대조구가 순환구와 관행구보다 유의적으로 많았고 ($p < 0.05$) 순환구와 관행구 간에는 큰 차이가 없었다. 그람 음성균의 함량은 대조구가 순환구와 관행구에 비하여 유의적으로 많은 반면 그람 양성균은 관행구가 대조구와 순환구에 비하여 유의적으로 많았다 ($p < 0.05$). 그람 음성균과 그람 양성균의 비율은 관행구가 대조구와 순환구보다 유의적으로 낮았으나 대조구와 순환구 간에는 차이가 없었다. 한편 방선균은 대조구)순환구)관행구 순으로 많았으나 유의적인 차이가 없었고 사상균은 대조구와 순환구가 관행구보다 유의적으로 많았다 ($p < 0.05$). 따라서 사상균과 세균의 비율도 대조구와 순환구가 관행구보다 높았다. 특히 내생 균근균의 함량은 순환구가 대조구와 관행구에 비하여 각각 40%, 31.7% 유의적으로 많았다 ($p < 0.05$). Shaw et al. (2006)는 근권 미생물에 의한 식물의 플라보노이드 신호 인지 및 변형에서 플라보노이드 신호는 공생의 모든 단계에서 내생 균근균과 숙주식물 사이에서 교환되며 포자의 발아, 균사의 생장, 균집 형성의 정도에 영향을 미친다고 보고하였다.

미생물 스트레스 지표 토양 환경과 영양적인 스트레스 지표로 사용되는 cy19:0과 18:1w7c 비율은 Fig. 5에서 보는 바와 같이 대조구)관행구)순환구 순으로 높았으며, 특히

Table 9. Microbial biomass in experimental soils after harvest.

Treatment	TF [‡]	TB	G(-)	G(+)	A	F	AMF	G(-)/G(+)	F/TB
	----- nmol g ⁻¹ -----								
Controll	944.1	173.4	78.9	76.5	18.5	92.1	9.5	1.03	0.53
Recycle	871.4	161.5	72.8	73.6	17.2	85.0	13.3	0.99	0.53
Normal	899.1	169.3	73.2	81.7	12.8	69.2	10.1	0.90	0.41
LSD (<i>p</i> < 0.05) [†]	46.8	10.3	5.4	4.0	6.4	8.5	1.6	0.06	0.03

[†]The Fisher's least significant difference (LSD) was used to detect and separate the mean treatment differences at 5.0% levels of significance.

[‡]TF, Total FAMES; TB, Total bacteria; B, total bacteria; G(-), Gram-negative bacteria; G(+), Gram-positive bacteria; A, actinomycetes; F, fungi; AMF, arbuscular mycorrhizal fungi.

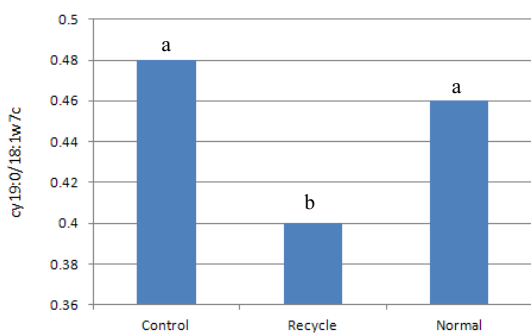


Fig. 5. Ratio of 19:0 cyclo to 18:1 w7c in soils after harvest by treatments. The Fisher's least significant difference (LSD) was used to detect and separate the mean treatment differences at 5.0% levels of significance. Means with the same letter are not significance different.

순환구가 대조구와 관행구보다 각각 15%, 20% 적었다. 일반적으로 cy19:0과 18:1w7c 비율이 낮을수록 미생물이 받는 스트레스는 감소되는 것으로 알려져 있고, 이러한 경향은 토양의 산소 및 수분 부족 등 다양한 요인에 따라 cyclopropyl 지방산이 집적됨으로 세균의 스트레스가 증가되는 것으로 해석되었다 (Lee et al., 2011). 따라서 친환경 농업이 원활히 잘 되기 위해서는 먼저 미생물 스트레스 지표를 낮은 곳을 선택하거나 유기물을 연용하여 토양 이화학성을 개량해주는 것이 바람직하다고 생각한다.

이상과 같이 양파 추출액을 7회 엽면 살포만 하여도 토양 미생물 활동이 좋아진다면 토양에 관주할 경우 더 큰 효과를 나타낼 수 있을 것이라 생각된다. 특히 유기물을 다량으로 사용하는 유기농업에서는 동종 수액을 숙성 발효시켜 유기물에 충분히 관주한 다음 경운을 해주면 동종 작물에 가장 알맞은 미생물이 생성되어 작물에 유효할 것으로 생각된다.

요 약

양파는 2모작 작물로서 소득이 큰 작물인 반면 건강에 좋

은 기능성분이 많이 함유하고 있어 생산자와 소비자에게 인기가 높은 식품이다. 최근 건강과 환경을 중시하는 생활패턴 때문에 소비자는 유기농 양파를 더 선호할 것으로 예상되나 자연생태계를 고려하면서 안정적이고 건강한 먹거리를 생산하기는 매우 어렵다. 유기농법의 한계를 극복하고자 양파 잔재물에서 증류법으로 양파 추출액을 채취하여 유기농양파 재배기간 중에 500배로 희석하여 7번 되돌려 주고 생산성과 관련된 생육, 수량, 양분 및 토양미생물을 비교한 결과는 다음과 같았다.

1. 양파의 생육은 대체로 대조구<순환구<관행구 순으로 좋았으며, 초기에는 순환구가 관행구보다 현저히 불량하였으나 후기에 갈수록 처리간 차이가 줄어들어 비슷하였다.
2. 양파의 수량은 순환구가 대조구보다 9.3% 증가되었고 관행구보다 11.0% 감소되었으며, 300 g 이상 구중 분포비율이 높을수록 수량도 많아지는 경향이 있었다.
3. 양파의 무기성분 함량은 순환구가 대조구와 관행구보다 많았으며, 특히 인산, 철, 아연 함량 등은 관행구에 비하여 47%, 78%, 172% 현저히 증가되었다.
4. 양파의 유기성분 함량은 순환구가 대조구와 관행구보다 많았으며, 퀘세틴 함량은 순환구가 대조구와 관행구에 비하여 각각 33.9%, 44.0% 증가되었다.
5. 토양의 내생 균근균은 순환구가 대조구와 관행구에 비하여 각각 40%, 31.7% 더 많았고 미생물 스트레스 지표는 순환구가 대조구와 관행구에 비하여 15%, 20% 감소되었다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 농업과학기술개발사업 (과제번호 : PJ008842), 농촌진흥청 공동연구사업 (과제번호 : PJ00919825) 및 농림수산식품부 양배추류 유전체 육종통합

지원 시스템 개발사업 (610008-05)의 연구비 지원에 의한 연구결과의 일부로서 이에 감사드립니다.

인 용 문 헌

- APHA, AWWA, WCF. 1995. Standard methods for the examination of water and wastewater (19th ed). American Public Health Association, Washington, DC, p. 4-112.
- Gutfinger, T. 1981. Polyphenol in olive oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 58:966-968.
- Hamel, C., K. Hanson, F. Selles, A.F. Cruz, R. Lemke, B. McConkey, and R. Zentner. 2006. Seasonal and long-term resource-related variations in soil microbial communities in wheat-based rotations of the Canadian prairie. *Soil Biol. Biochem.* 38:2104-2116.
- Joa, J.H., K.H. Moon, S.C. Kim, D.G. Moon, and S.W. Koh. 2012. Effect of temperature condition on nitrogen mineralization of organic matter and soil microbial community structure in non-volcanic ash soil. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 45(8):377-384.
- KSFSN (The Korean Society of Food Science and Nutrition). 2000. Food nutrition experiment's handbook. Hyoilmunwhasa, Korea.
- Lee, Y.H., B.K. Ahn, and Y.K. Sonn. 2011. Relationship of topography and microbial community from paddy soils in Gyeongnam province. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 44(6):1158-1163.
- Lee, Y.H. and H.D. Yun. 2011. Changes in microbial community of agricultural soils subjected to organic farming system in Korean paddy fields with no-till management. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.* 54(3):434-441.
- Lee, Y.H. and H. Kim. 2011. Response of soil microbial communities to different farming systems for upland soybean cultivation. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.* 54(3):423-433.
- Moreno, M.I.N., I. Isla, A.R. Sampietro, and M.A. Vattuone. 2000. Comparison of the free radical scavenging activity of propolis from several regions of Argentina. *J. Ethnopharmacol.* 71:109-114.
- NIAST. 2000. Method of soil and plant analysis. National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, Suwon, Korea.
- Park, Y.D. and S.D. Lee. 2007. Study on return and circular method of cultivation and production of high quality and safe agricultural products by method. Research paper of Korean Agriculture Ministry. Korea.
- Park, Y.H. and B.S. Seo. 2009. Changes in nitrate assimilation and ascorbic acid content of spinach plants treated with nutrient solutions containing high nitrogen and low potassium. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 42(4):301-306.
- RDA. 1995. Standard of agricultural research. RDA, Suwon, Korea.
- Schutter, M.E. and R.P. Dick. 2000. Comparison of fatty acid methyl ester (FAME) methods for characterizing microbial communities. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64:1659-1668.
- Seo, J.K. 2000. Onion cultivation. RDA, Suwon, Korea, p. 177-193.
- Shaw, L.J. P. Morris, and J.E. Hooker. 2006. Perception and modification of plant flavonoid signals by rhizosphere microorganisms. *Environ. Microbiol.* 8(11):1867-1880.
- Sheo, H.J. 1999. The antibacterial action of garlic, onion, ginger and red pepper juice. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 28(1):94-98.
- Yun, H.B., J.S. Lee, Y.J. Lee, M.S. Kim, and Y.B. Lee. 2012. Effect of different colored polyethylene mulch on the change of soil temperature and yield of Chinese cabbage in autumn season. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 45(4):511-514.