

석사학위논문

발효퇴비의 자재가 토양미생물상과
친환경재배 온주밀감의 생육·품질에 미치는 영향



제주대학교 대학원
원예학과

김형신

2002년 12월

발효퇴비의 자재가 토양미생물상과
친환경재배 온주밀감의 생육·품질에 미치는 영향

지도교수 문 두 길

김 형 신

이 논문을 농학석사학위 논문으로 제출함.



김형신의 농학석사학위 논문을 인준함.

심사위원장 _____
위 원 _____
위 원 _____

제주대학교 대학원

2002년 12월

Effect of Materials for Microbially-Fermented Compost on Soil Microorganisms and Fruit Quality of Satsuma Mandarin on Sustainable Orchard

Hyoung-Shin Kim

(Supervised by Professor Doo-Khil Moon)

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the
degree of Master of Agriculture

2002. 12

Department of Horticulture
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

목 차

Summary	i
List of Tables	ii
List of Figures	iv
I. 서론	1
II. 연구사	3
III. 재료 및 방법	5
1. 자재의 처리 내용	5
2. 시험포장과 시험수의 관리	6
3. 토양의 분석	7
4. 병충해 발생을 조사	8
5. 엽분석 및 과실 품질 조사	8
IV. 결과 및 고찰	9
1. 감귤원 토양의 이화학적 성질	9
2. 감귤원 토양의 미생물상	11
3. 병충해 발생 정도	15
4. 잎의 무기성분 함량	17
5. 수량	18
6. 감귤 품질에 미치는 영향	19
V. 적요	22
VI. 인용 문헌	23

Summary

In order to develop the sustainable cultural practices of citrus orchard, microbially-fermented composts (MFC) made from chicken manure (MC), mixture of ox and swine manure (MO), or mixture of various organic matters including rice bran (MB) were evaluated for the density of soil microorganisms and on the growth and fruit quality of 'Mori Wase' on open field and 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin on pot in greenhouse (*Citrus unshiu* cv. Mori Wase and Miyagawa Wase).

1. Soil pH and contents of organic materials in soil were increased by the application of MFC, especially MB.
2. The density of soil microorganisms were generally increased by the application of MFC; the differences among treatments in the density of aerobic bacteria, Actinomycetes and *Bacillus* spp. varied with the place tested, and the density of fungi and *Pseudomonas* spp. was high in the plot of MC and MB.
3. The degree of infection by scab was lowest in the plot of MB, melanose in MC, and both of the number of mites and aphids per leaf and the degree of damage by citrus leaf-miner in MB and MO.
4. Leaf length was longest in the plot of MB, while leaf width was not affected by the treatments. Leaf area widest in MB, while narrowest in MC.
5. Yields tended to be increased by the application of MFC, especially MC and MB.
6. Though the juice Brix tended to be increased by the application of MFC, the difference among treatments in the juice Brix varied with the year and place.

List of Tables

- Table 1. Contents of nutrients in the materials of Bokashi.
- Table 2. Effect of materials for Microbially-fermented compost on the chemical properties of open field orchard soil.
- Table 3. Effect of materials for Microbially-fermented compost on the chemical properties of pot soil in the greenhouse.
- Table 4. Effect of materials for Microbially-fermented compost on the density of aerobic bacteria.
- Table 5. Effect of materials for Microbially-fermented compost on the density of actinomycetes.
- Table 6. Effect of materials for Microbially-fermented compost on the density of fungi.
- Table 7. Effect of materials for Microbially-fermented compost on the density of *Pseudomonas* spp..
- Table 8. Effect of materials for Microbially-fermented compost on the density of *Bacillus* spp..
- Table 9. Effect of materials for Microbially-fermented compost on the degree of infection by various diseases in 'Mori Wase' satsuma mandarin leaf.
- Table 10. Effect of materials for Microbially-fermented compost on the number of insects per leaf and degree of damage by citrus leaf-miner in 'Mori Wase' satsuma mandarin.
- Table 11. Effect of materials for Microbially-fermented compost on the contents of nutrient in 'Mori Wase' satsuma mandarin leaf in the open orchard.
- Table 12. Effect of materials for Microbially-fermented compost on the size of leaf in 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin potted in the greenhouse.

Table 13. Effect of materials for Microbially-fermented compost on the juice Brix and acidity of ‘Miyagawa Wase’ satsuma mandarin potted in the greenhouse.

Table 14. Effect of materials for Microbially-fermented compost on the development of ‘Mori Wase’ satsuma mandarin in the open orchard.

Table 15. Effect of materials for Microbially-fermented compost on the juice Brix and acidity of ‘Mori Wase’ satsuma mandarin in the open orchard.



List of Figures

- Fig. 1. Yield of 'Mori Wase' satsuma mandarin as affected by different materials for Microbially-fermented compostin the open orchard.
- Fig. 2. Seasonal changes in juice Brix of 'Mori Wase' satsuma mandarin as affected by different materials for Microbially-fermented compost in the open orchard in the year of 2001.



I. 서론

제주도는 2차 산업이 발달하지 못하였기 때문에 1차 산업 비중이 매우 크며 그 중 감귤은 농업 소득의 60%를 차지하고 있어서 기간 산업이 되고 있다(김, 2002).

그 동안 제주의 감귤 농업은 증산 위주의 고투입 농법에 의존하여 질보다는 양적 생산에 치중하여왔다. 그 결과 농업 환경이 지속적으로 악화되어 환경 파괴, 하천과 지하수의 오염 등 많은 문제점이 제기되었으며, 토양 자체가 유기물의 감소 및 염류의 축적 등으로 환경 오염원의 최종 집적지가 되어 생물학적 관리의 필요성이 크게 대두되고 있는 실정이다(홍살림, 2000).

이제 제주 감귤은 생산량 증대라는 양적인 목표에서 환경 보호 및 당산비를 높이는 품질의 향상이라는 목표로 변화되어야 할 시점에 있다고 판단된다. 감귤의 품질 문제를 해결하기 위한 노력으로는 하우스 재배(송, 1995), 월동 재배(김과 문, 2001), 멀칭 재배(노, 2002) 등을 비롯하여 많은 연구가 진행되고 있으나 이는 당산비를 높이는 목적을 두고 있으며, 토양의 회복이라는 문제는 고려하지 않은 게 사실이다.

2001년 기준으로 볼 때 친환경 인증의 감귤 농가는 전체 5% 미만이고, 유기 재배 감귤의 인증 농가는 1% 미만이다(국립농산물품질관리원, 2001). 그러나 최근 환경오염과 식품의 안전성에 대한 소비자들의 인식의 변화로 유기 농산물의 생산에 영향을 끼쳐 유기 농업에 의해 생산되는 감귤의 생산량은 매년 증가할 것으로 전망된다(홍살림, 2002).

특히 흑색화산회토와 현무암층으로 형성된 제주지역 감귤 토양에서의 친환경 농업을 정착시키기 위해서는 무엇보다도 토양 비옥도(이 등, 2000)에 대한 관리를 철저히 하여 지력을 증진시키는 작업이 선행되어야 하며 화학 비료나 농약 등 인공 합성물 사용을 점차적으로 줄여 청정 지역을 보호 할 수 있는 여건을 조성하고, 감귤을 재배하고 있는 전지역을 환경 친화적 농업으로 전환하는 노력이 필요하다고 사료된다.

최근 청정 제주에서 이러한 친환경 농법에 의한 감귤 재배 방법의 필요성이 대두되면서 감귤과 관련된 기관에서 친환경 농업 자재에 대한 과학적인 효과 검증과 노지 감귤의 생산성을 크게 향상시킬 수 있는 체계적인 연구가 수행되고 있으나, 대부분 재배 방법보다는 친환경 자재의 효과에 관한 연구가 대부분 차지하고 있다(진 등, 2000).

또한 지금까지 노지 감귤에서 유기 농업은 화학 물질의 작용으로 일어날 수 있는

폐단을 강조하는데 초점을 둔 나머지 농업의 경제성이나 생산성보다는 안전한 먹거리 생산에만 중점을 두고 있다.

농업은 생산성이나 경제성이 없으면 농업의 형태가 유지될 수 없기 때문에 노지 감귤에서 유기농으로 재배하고 있는 선행 농가에서 많은 손해를 감수하면서 오로지 신념으로만 재배해 왔다. 앞으로 유기 농업의 연구 방향은 환경친화적이며 지속 가능한 농업, 식품의 안전성 및 생산성이 동시에 충족될 수 있는 농업의 형태로 연구·보급되어야 할 것으로 판단된다(오, 2000).

현재 친환경 인증 농가에서 감귤 재배시 일반적으로 사용되고 있는 발효퇴비의 재료는 탄소질 재료인 쌀겨, 골분, 잡초, 톱밥 등과 질소질 재료인 청초, 어분 등을 적당하게 혼합하여 쓰고 있다(최, 1997). 또한, 병충해 방제를 위한 친환경 유기농 자재로 숯, 목초액, 유산균, 천혜녹즙, 생선아미노산, 한방영양제, 토착미생물 배양체, 미네랄, 현미식초, 키토산, 이온칼슘, 과일효소, 인분주, 청초액, 맥반석효소, 인산발효액비, 발효깻묵 등 다양한 자재가 이용되고 있다(오 등, 2001).

친환경 인증을 받은 감귤 농가에서 사용되는 발효퇴비와 미생물제제는 대부분 효과 검증 없이 사용하고 있으며, 국내에서 유통중인 약 100여종의 친환경 농업 자재 중 유용미생물, 목초액, 키토산 등 20여종의 자재만 농업에 관련된 기관에서 효과 실증 시험이 되고 있다(황 등, 2000). 아직까지 친환경 자재를 사용한 노지 감귤원의 토양이나 감귤의 품질과 생육에 대한 체계적인 연구 결과가 되어 있지 않아 그 효과에 대한 검증이 어려운 실정이다.

이 연구는 계분이나 돈분, 우분의 퇴비를 바로 토양에 시용하지 않고 미생물로 발효하여 사용할 때 감귤원의 토양 미생물상과 온주 밀감의 생육 및 품질에 미치는 영향을 밝히기 위하여 수행하였다.

II. 연구사

친환경 농업은 농업과 환경의 조화를 위하여 투입되는 자재가 가급적 환경 부하를 경감시켜 농업 생태계 보호 및 농업으로 인한 환경 오염의 피해를 감소시키는 농법이라 할 수 있다(홍살림, 2000). 이것은 화학 비료와 농약의 사용을 줄이고 윤작과 휴경, 그리고 두과 작물 및 녹비 작물을 재배하여 지력을 증진시키거나 유기물 및 농업 부산물을 사용하여 작물을 안전하게 재배하는 농업이다(서와 연, 1998).

친환경 농업은 화학 물질에 의존하는 근래 관행 농업에 따른 환경 부하를 줄일 수 있기 때문에 세계적으로 관심이 모아지고 있는 환경 규제 문제를 농업 분야에서 극복할 수 있는 대안적 농법이다(김과 김, 1999).

지금까지 원예 분야에서 EMRO-EM의 이용성을 보면 입고병, 역병, 갈록병 등의 뿌리진염성 병해에 대하여 항균 작용을 갖는 길항성 미생물(Higa와 Kinjo, 1991), 광합성 세균 등과 같이 식물의 생장을 촉진하는 미생물(Higa, 1988), 미숙 퇴비와 농업 부산물 등의 발효성을 높여주는 발효 촉진 미생물(Kinjo 등, 1998) 등이 주로 이용되고 있다.

그러나 친환경 농업 농가에서는 미생물 제제의 종류와 사용이 차별화 되지 않음으로써 미생물 제제의 이용에 따른 효과를 최대화하지 못하는 경우가 많다(조, 1997).

우리나라 밭 토양의 평균 미생물수는 건조 토양 1g당 세균 $8.9 \times 10^6 \text{cfu g}^{-1}$, 방선균 $30.1 \times 10^5 \text{cfu g}^{-1}$, 및 사상균이 $73.4 \times 10^3 \text{cfu g}^{-1}$ 라는 보고(서와 신, 1997)와 호기성 세균 $6.8 \times 10^6 \text{cfu g}^{-1}$, 방선균 $17.6 \times 10^5 \text{cfu g}^{-1}$, 사상균 17.4×10^4 형광성 *Pseudomonas* 속 $27.3 \times 10^3 \text{cfu g}^{-1}$, 호알카리성균 $174.9 \times 10^3 \text{cfu g}^{-1}$, 고온성 *Bacillus*속 $62.1 \times 10^3 \text{cfu g}^{-1}$, *Fusarium*속 $19.0 \times 10^2 \text{cfu g}^{-1}$, 그리고 대양균류가 $57.3 \times 10^2 \text{cfu g}^{-1}$ 라는 보고(권 등, 1996)가 있다.

화산회토 지역의 노지 감귤원 토양의 평균 미생물수는 세균 $1.7 \times 10^6 \text{cfu g}^{-1}$, 방선균 $8.5 \times 10^3 \text{cfu g}^{-1}$, 사상균 $4.3 \times 10^4 \text{cfu g}^{-1}$ 이라고 하였다(김, 1997). 또한, 제주도 밭 토양의 미생물 분포는 육지 토양의 미생물수에 비하여 세균은 1/10~1/100배, 사상균수는 1/2배정도 이고 세균과 사상균의 종류는 매우 단순하며 세균 중 *Rhizobium* spp. 등이 차지하는 비율이 높다고 하였다(김, 1997).

유기물 사용에 따른 원예작물에 관한 연구는 상추, 쪽갓, 케일 등 조리하지 않고 그대로 생식하는 신선채소 위주로 시작되어 과채류 및 근채류까지 수행되고 있다(이

등, 2001). 富岡(1991)은 우분+톱밥퇴비의 사용으로 상추와 배추 등 노지 결구 엽채류에서 증수 효과가 있었다고 하였으며, 상추에 축분+톱밥퇴비를 사용한 결과 화학비료 처리구에 비해 20% 증수하였다고 하였다.

유기농 자재 사용이 토양 미생물상에 미치는 영향에 관해서 보면 片野(1988)는 돈분 퇴비와 축분 퇴비를 사용한 결과 토양중의 전탄소와 전질소, 인산, 치환성 칼슘 및 마그네슘이 증가하고 특히 우분퇴비 처리구에서는 치환성 칼륨이 증가하였다고 하였다.

원예작물에서 이용되고 있는 유용 미생물은 *Pseudomonas* spp.와 *Bacillus* spp. 등이 많이 이용되어 왔으나 질소 고정균 및 광합성 세균 등 새로운 균주의 개발이 활발히 이루어지고 있다(오 2000).

김 등(1997)은 토마토의 육묘 상토에 광합성 세균의 배양액을 10~20% 처리한 결과 토마토 육묘의 생장 촉진 효과가 확인되었으며, 미생물 발효퇴비를 상토와 혼합 처리한 결과 토마토 및 고추의 육묘의 생장이 양호하였다고 보고한 바 있으며, 김과 김(1999)은 상추 재배에서 미생물 유기질 퇴비를 사용한 결과 수량 증가 경향을 나타내었다고 하였다.

현재 제주 지역 감귤 농가에서 사용하고 있는 것을 보면 자연계의 유용 미생물을 순수 분리한 후 대량 증식을 하여 이용하고 있다(홍살림, 2000). 그러나 자연계 중에 있는 토착 균주의 분리 및 배양 체계가 아직도 미비한 실정이어서 대부분 수입 미생물 제제에 대한 의존도가 높다(홍살림, 2002). 미생물의 농업적 이용성을 보면 농업 부산물에 대한 부숙 촉진 효과 및 생물학적 방제원으로서 균주 및 살충력을 이용한 생물 농약, 각종 영양 및 생리 활성 물질을 활용하는 측면에서 이용되고 있으나 주로 세균류가 많이 이용되고 있다(比嘉照夫, 1993).

황(2000)은 화학비료 50% 추천시비량+발효 액비 50% 처리구가 화학 비료 100% 시용구에 비해 당함량은 증가시키고 산함량은 감소시켜 당산비를 높였으며 착색도가 증진되어 품질 향상에 효과적이었다고 했다.

Ⅲ. 재료 및 방법

1. 자재의 처리 내용

대조구(C)는 우분을 EMRO-EM발효액과 혼합하여 50L용 검정 비닐 봉투에 밀봉하여 혐기 상태로 15일간 발효 처리한 퇴비를 나무당 200g씩 토양에 처리하고, 복합비료(N21-P17-K17)를 봄 30g, 여름 20g 토양에 사용하였다.

발효계분퇴비구(MC)는 건계분을 EMRO-EM발효액으로 처리한 퇴비를 나무당 500g씩 토양에 처리하였다. 건계분은 북제주군 덕천리 원일농장에서 EMRO-EM으로 관리하는 계사용 건계분을 EMRO-EM과 혼합하여 검정 비닐 봉투에 밀봉하여 혐기 상태로 15일간 발효하였다.

발효우분·돈분퇴비구(MO)는 EMRO-EM발효액으로 처리된 건우분과 건돈분(6:4)을 혼합하여 나무당 500g씩 토양에 처리하였다. 돈분과 우분은 이시돌목장에서 구입하여 5일 동안 건조 한 후 톱밥과 EMRO-EM발효액을 혼합하여 검정 비닐 봉투에 밀봉하여 혐기 상태로 15일간 발효하였다. 시험에 사용한 발효퇴비(계분, 돈분, 우분)의 성분은 재료에 따라 차이가 있으나 대략 질소 2~7% 인산 1~4%, 가리 1~2% 였다.

발효균강퇴비구(MB)는 각종 유기물을 혼합한 퇴비를 나무당 500g씩 토양에 처리하였다. 발효균강 재료의 혼합 비율은 쌀겨 40% 기준으로 하여 깻묵 20%, 계분 10%, 어분 10% 골분 10%, 맥반석과 활성탄 5% 첨가하였다. 혼합한 발효균강의 퇴비는 백색 비닐에 넣은 후 밀봉하여 25℃정도에서 20일간 발효시켰다. 발효균강 재료의 무기성분은 Table 1과 같았다(Higa 1988).

Table 1. Contents of nutrients in the materials of Bokashi.

Material	N	P	K	Ca	Mg
	%				
Rice bran	2.5	3.8	1.4	0.08	-
Sesame dregs	5.1	2.6	1.4	0.30	0.36
Fish meal	6.9	8.8	2.5	-	-
Powdered bone	3.0	21.0	1.2	-	-
Fowl droppings	4.1	7.2	3.3	-	-

2. 시험 포장과 시험수의 관리

동일한 처리의 시험을 애월읍 봉성리 금산자연농원 노지 포장과 제주대학교 감귤 화훼센터 유리 온실에서 실시하였다. 금산자연농원은 해발 170m이고, 비화산회토양으로 미사식양질계의 갈색토로 토양 중 물빠짐 정도가 다소 나쁘며, 토양 염기의 포화도가 60%이상인 토양으로 애월통이다(제주토양원색도감, 2000). 재배 품종은 모리 조생(*Citrus unshiu* Marc. cv Mori Wase)으로 1994년 묘목을 2×3m간격(150본/10a)으로 심어 1998년 이후부터 화학 비료, 석회, 제초제, 살충제 등을 사용하지 않고 초생재배로 관리했다. 처리구는 400평씩 4처리구로 나누어 포장을 관리하였다.

온실 시험은 탕자 묘목에 접붙인 5년생 궁천조생(*Citrus unshiu* Marc. cv Miyagawa Wase) 온주 밀감을 대상으로 하였다. 2001년 2월 화분에서 키우던 묘목에 표토 20cm 두께만 남기고 밑부분을 제거하여 50L 크기의 화분으로 옮겼는데 화분의 아래와 옆 빈 공간은 퍼얼라이트와 선샤인 상토(1:1)를 혼합하여 채웠다. 화분을 시험구로 하여 4처리를 4반복 완전임의배치법으로 하였으며, 화분에 이식한 직후 해당 처리구에 발효퇴비를 시용하였다.

모든 처리구에 발효퇴비와 별도로 발효 미생물 액비를 사용하였는데, 고무통(200L)에 청초 40kg+유기물(골분, 어분, 한약재, 마늘, 고추, 허브, 맥반석, 숯, 현미식초, 소주 등 16가지) 20kg+당밀 10kg+EMRO-EM 5L+지하수 120L을 넣고 25℃ 정도에서 10일간 발효시켜 만들었다.

발효 액비의 사용 기준은 토양 관주는 300배 기준으로 하여 매년 3월과 5월에 2회 관주하였고, 엽면 살포는 3월부터 매달 2회씩 500배 기준으로 8월말까지 사용하였다. 9월 이후는 목초액 300배와 발효 미생물 액비를 200배로 혼합하여 수확 30일 전까지 살포하였다. 기타 관리 방법은 유기 농업을 하는 농가에서 관행처럼 사용하고 있는 방법으로 포장을 관리하였다.

3. 토양의 분석

가. 토양의 이화학적 성질

토양 분석은 2002년 9월에 노지 포장의 표층에서 10cm 깊이의 토양을 채취하여 건조시킨 후 2mm 체로 여과한 토양 시료를 분석에 이용하였다. 온실에서의 토양 분석은 시험전 2001년 2월과 시험후 2002년 10월에 동일한 곳에서 같은 방법으로 토양 시료를 채취하였다. 토양 분석은 농촌진흥청 토양 및 식물체분석법(농진청, 2000)에 의해 실시하였다.

pH(1:5)는 토양 시료 5g에 증류수 25mL을 가한 후 가끔 저어주면서 1시간 방치 후 pH meter로 측정하였다. 유기물 함량 분석은 60mesh체로 쳐서 토양 시료 1g에 0.4N-K₂Cr₂O₇ 용액 10mL을 가하여 3분간 끓인 후 잔반의 0.4N-K₂Cr₂O₇ 을 0.2N-FeSO₄(NH₄)₂ SO₄ 6H₂O 용액으로 측정하였다.

유효 인산은 토양 시료 5g에 Lancaster 침출액 20mL을 가한 후 10분간 진탕 침출하여 amonium molybdate로 발색 후 비색 측정하였다. 치환성 이온(K, Ca, Mg)은 토양을 침출한 후 Spectrophotometry로 측정하였다.

나. 토양의 미생물상 변화

각 처리구별 미생물상을 동정하기 위해서 2002년 10월에 노지 포장과 온실에서 토양 분석용 시료를 채취한 곳과 동일한 장소에서 표층 0~20cm의 토양시료를 채취하였다. 토양 미생물상 조사는 농촌 진흥청 미생물 분석법으로 해당 선택배지에서 희석 평판법으로 3회 반복하여 조사하였다.

토양 미생물수 조사는 토양 시료 5g을 정량 후 배양하여, 세균 및 방선균 배양은 egg albumin agar 배지(pH 6.8~7.0) 28℃에서 5일간 배양하였다. 사상균 배양은 rosebengal agar 배지(pH 6.8) 28℃에서 5일간 배양하였다. *Bacillus* 속 배양은 YG agar 배지(pH 6.8)에 cycloheximide을 50 μ g · mL⁻¹ 조절한 후, 희석액을 80℃에서 20분간 가열하여 배양 1일 후부터 계속 조사하였다. *Pseudomonas* 속은 YG agar 배지(pH 7.2~7.4)에서 1~3일 동안 배양하여 자외선 하에서 형광을 발하는 콜로니를 주기적으로 계수하였다. 미생물수는 세균 및 방선균, 사상균, *Bacillus*, 형광성 *Pseudomonas* spp.를 계수 한 후 평균값을 생균수(colony forming unit : cfu · g⁻¹)로 계산하였다.

4. 병충해 발생을 조사

금산자연농원에서 2002년 10월에 농촌진흥청 병충해발생예찰요강에 준하여 발생을 조사를 하였다. 각 처리구에서 4주를 선정하고 2방에서 8매 잎씩 총 64매 잎에 대한 조사 대상 잎의 피해 정도를 A(50%이상), B(21~50%), C(6~20%), D(1~5%), E(0%)로 분류하여 발병도 = $[7A\text{잎수} + 5B\text{잎수} + 3C\text{잎수} + D\text{잎수} / (7 \times \text{조사잎수})] \times 100$ 으로 환산하였다.

진딧물, 응애의 발병도는 각 처리구에서 4주를 선정하고 2방향에서 8매 잎씩 총 64매 잎에 대해 가을에 자란 가지를 대상으로 가지끝에서 부터 10cm이내에 성충수를 조사하였다. 꿀굴나방은 각 처리구에서 4주를 선정하고 2방향에서 8매 잎씩 총 64매 잎에 대한 피해 정도를 A(1/2이상), B(1/2이하), C(가해 흔적이 있음), D(가해 흔적이 없음)을 조사하여 발병도를 조사했다. 발병도 = $[6A\text{잎수} + 3B\text{잎수} + C\text{잎수} / (6 \times \text{조사잎수})] \times 100$ 으로 환산하였다.

5. 엽분석 및 과실품질 조사

엽장, 엽폭, 엽면적은 온실 시험구에서 2002년 8월에 시험구에서 4잎씩 채취하여 Hi-Scanner(USA)으로 측정하였다.

잎의 무기성분 분석은 2002년 10월에 노지 시험구에서 나무의 중간 부분을 중심으로 임의로 선정하여 채취하였다. 수량은 노지 시험구에서 2002년도 11월에 시험구(400평)별 수량을 재식 본수로 나누어 주당 수량으로 환산하였다. 과즙 당도와 산도의 시기별 변화를 노지 시험구에서 2001년 8월부터 대략 1개월 간격으로 조사했다. 처리구당 16주에서 주당 4과씩 채취하여 과즙을 합하여 당도와 산도를 측정하였다.

수확기 과실 품질은 온실 시험구에서는 2001년도에 과즙 당도와 산도만을 조사하였다. 노지 시험구에서는 2002년 11월 처리구당 4주를 선정하고 주당 5과씩을 수관 중간 위치에서 임의로 수확하여 과경, 과중, 과피 두께, 과즙 당도 등을 조사하였다. 당도와 산도는 당산분석장치 NH-1000(日本)을 이용하여 측정하였다.

IV. 결과 및 고찰

1. 감귤원 토양의 이화학적 성질

노지 시험구의 토양 pH와 유기물 함량은 대조구에서 가장 낮고 발효균강퇴비구에서 가장 높았다(Table 2). pH는 5.5~6.3, 유기물 함량은 5~6.8%의 분포를 나타냈다. 질소함량은 4.2~6.7 g kg⁻¹ 이었고, 유효인산 함량은 88.9~106.4 mg · kg⁻¹로 처리구별로 다르게 조사되었다. K함량은 3.2~4.2 g kg⁻¹이었고, Ca, Mg함량은 관행재배 포장에서 보다 매우 높게 나타났다.

pH와 유기물 함량이 일반 노지재배 포장에서 보다 높게 나타난 것은 계속적으로 유기물 투입과 미생물 제제의 관주에 의한 것으로 사료된다. Paschoal 등(1996)에 의해 보고된 EMRO-EM에 의한 토양 pH의 상승은 이 시험에서도 확인되었다. 이런 결과는 토양 내 많은 미생물의 집적이 주된 원인이라고 생각되었다.

Table 2. Effect of materials for Microbially-fermented compost on the chemical properties of open field orchard soil (2002. 9.).

Treatment ^z	pH (1:5)	O · M (%)	T-N (g · kg ⁻¹)	Av. P	K	Ca	Mg
				(mg · kg ⁻¹)			
C	5.5	5	6.7	88.9	3.2	11.7	2.9
MC	6.0	5.8	4.2	102.4	3.7	10.6	3.3
MO	5.7	5.5	6.1	99.8	4.2	9.9	3.6
MB	6.3	6.8	5.4	106.4	3.4	13.6	2.4

^z C : control with Microbially-fermented compost of ox manure 200g/tree plus chemical fertilizer

MC : Microbially-fermented compost of chicken manure 500g/tree

MO : Microbially-fermented compost of ox+swine manure 500g/tree

MB : bokashi 500g/tree

온실 시험구에서 시험전 · 후 처리구별로 토양의 이화학적 성질을 분석한 결과 (Table 3)는 질소 함량에서 5.6~10.2 g · kg⁻¹ 나타났고, 시험후 모든 처리구에서 질소 함량은 다소 감소하였다. 그러나 발효후분 · 돈분퇴비구에서는 변화가 다소 적게

나타났다(Table 3). 유효 인산 함량은 198.8~324.1 mg · kg⁻¹로 처리구별로 다르게 조사되었고, 시험 후 인산 함량은 높게 나타났으며, 노지 포장보다 높은 원인은 인산 함량이 화분에서 용탈되지 않고 존재한 것으로 보여진다. K함량은 4.86~5.97 g kg⁻¹이었고, Ca 및 Mg은 9.34~11.62 g kg⁻¹와 5.07~7.73 g kg⁻¹이었다.

토양의 다량 원소들의 유의차는 나타나지 않았지만 대조구보다 모든 발효퇴비구에서 증가하였다. 갈습 농도가 대조구보다 발효계분퇴비구, 발효우분 · 돈분퇴비구에서 유의하게 높아지는 것은 발효퇴비의 사용으로 미생물 활동이 높은 원인이라고 하였다(Sharifuddin 등, 1994, 1996).

Table 3. Effect of materials for Microbially-fermented compost on the chemical properties of pot soil in the greenhouse.

Treatment ^z		P	N	K	Ca	Mg
		(mg · kg ⁻¹)	(g · kg ⁻¹)			
Before growing plant	C	229.9	5.6	5.06	11.62	5.07
	MC	198.8	7.9	5.97	10.86	6.91
	MO	293.0	8.0	4.86	9.74	6.50
	MB	324.1	10.2	5.73	9.34	7.73
After growing plant for 2 years	C	245.9	4.6	3.18	9.85	2.63
	MC	267.8	6.2	3.85	15.82	4.65
	MO	337.4	7.8	4.22	14.22	5.87
	MB	336.4	7.2	4.13	10.20	5.35

^z See Table 2 for the explanation of treatments.

2. 감귤원 토양의 미생물상

가. 호기성 세균(Aerobic bacteria)

노지 시험구에서 조사한 호기성 세균은 $9.5\sim 30.5\times 10^5\text{cfu g}^{-1}$ 로 유기농 농가보다는 다소 적었고, 관행 포장보다는 많았으며, 건토중이나 습토중 모두에서 발효계분 퇴비구에서 가장 밀도는 높게 조사되었다(Table 4).

3년 이상 유기농으로 재배하고 있는 제주 지역의 노지 감귤원 토양에서 습토 상태의 호기성 세균은 $42.1\sim 68.1\times 10^5\text{cfu g}^{-1}$ 의 분포를 나타냈으며, 화산회토 지역의 노지 감귤원 토양의 평균 미생물수는 호기성 세균은 $1.7\times 10^6\text{cfu g}^{-1}$ (김, 1997)이라 하였다.

감귤원에서 호기성 세균의 밀도는 채취시기에 따라 큰 차이 없으나 초생재배가 청경재배보다 2배 이상 많다고 하였다(좌, 1999). 이런 결과는 제조제를 사용하지 않으므로 인하여 호기성 세균수가 증가하였다고 보아진다.

Table 4. Effect of materials for Microbially-fermented compost on the density of aerobic bacteria (2002.10.).

Treatment ^z	Open field		Pot	
	Wet soil	Dry soil	Wet soil	Dry soil
	($10^5\text{cfu} \cdot \text{g}^{-1}$)			
C	20.7	29.8	19.8	30.8
MC	30.5	43.8	13.1	28.0
MO	14.7	22.8	10.6	27.0
MB	9.5	13.0	25.0	49.3

^z See Table 2 for the explanation of treatments.

나. 방선균(Actinomycetes)

노지 시험구의 방선균은 습토 상태에서 $7.7\sim 11.5 \times 10^4\text{cfu g}^{-1}$ 과 온실 토양에서의 방선균은 $3.5\sim 12.0\times 10^5\text{cfu g}^{-1}$ 로 높게 조사되었다(Table 5). 제주지역의 노지 감귤원 토양에서 습토 상태의 방선균은 $8.5\times 10^3\text{cfu g}^{-1}$ 의 분포를 나타냈으며(김, 1997), 유기재배 농가의 감귤원 토양의 방선균은 $1.9\sim 3.2\times 10^4\text{cfu g}^{-1}$, 초생재배의 하우스토양에서의 방선균은 $0.5\sim 12.2\times 10^4\text{cfu g}^{-1}$ (좌, 1999)이라 하였다.

제주도 화산회토 토양에서는 방선균수 $\times 10^5 \text{cfu g}^{-1}$ 이상은 검출이 안 된다고 하였고, 감귤 하우스 토양에서도 검출되지 않았다고 하였다(김, 1997).

본 시험의 노지포장 시료에서는 $10 \times 10^5 \text{cfu g}^{-1}$ 이상으로 검출되는 경우가 많았는데 이것은 토양 시료 채취 장소, 제조제의 살포, 시비 관리 등의 차이에서 온 것으로 사료된다.

Table 5. Effect of materials for Microbially-fermented compost on the density of actinomycetes (2002. 10.).

Treatment ^z	Open field		Pot	
	Wet soil	Dry soil	Wet soil	Dry soil
	($10^5 \text{cfu} \cdot \text{g}^{-1}$)			
C	7.7	11.1	12.0	18.7
MC	8.0	11.5	4.0	8.5
MO	11.3	17.6	3.5	8.9
MB	11.5	15.7	7.5	14.8

^z See Table 2 for the explanation of treatments.

다. 사상균(Fungi)

노지 시험구에서 조사한 습토 상태의 사상균은 $1.5 \sim 12.0 \times 10^4 \text{cfu g}^{-1}$ 이고, 건토 상태에서는 $2.2 \sim 16.4 \times 10^4 \text{cfu g}^{-1}$ 로 검출되었다(Table 6). 온실 감귤 화분에서 조사한 습토 상태의 사상균은 $4.7 \sim 18.5 \times 10^4 \text{cfu g}^{-1}$ 이고, 건토 상태의 사상균 $7.3 \sim 55.4 \times 10^4 \text{cfu g}^{-1}$ 로 검출되었다. 처리구별로는 노지 시험구와 화분에서 다같이 발효균강퇴비구와 발효계분퇴비구에서 가장 높게 나타났다.

제주지역의 노지 감귤원 토양에서 습토 상태의 사상균은 $6.5 \times 10^4 \text{cfu g}^{-1}$ 의 분포를 나타냈으며(김, 1997), 육지부의 발토양의 사상균은 $73.4 \times 10^4 \text{cfu g}^{-1}$ (김과 김, 1999)이라고 하였다. 육지부의 발토양보다는 낮게 조사되었으나, 제주 지역의 유기 재배 농가보다는 최고 2배 이상 높게 조사되었다.

比嘉照夫(1993)는 토양의 과도한 건조에 의해서 토양 미생물상이 크게 변동되며, 환경에 유리한 미생물만이 생존한다고 하였다. 이런 결과로 볼 때 유기 재배 농가에서는 감귤의 생육에 영향을 주는 생장기에 수분 관리가 매우 중요하다고 생각된다.

Table 6. Effect of materials for Microbially-fermented compost on the density of fungi (2002. 10.).

Treatment ^z	Open field		Pot	
	Wet soil	Dry soil	Wet soil	Dry soil
	(10 ³ cfu · g ⁻¹)			
C	15	22	4.7	7.3
MC	65	93	9.3	19.9
MO	65	101	21.7	55.4
MB	120	164	18.5	36.6

^z See Table 2 for the explanation of treatments.

라. 형광성 광합성 세균(*Pseudomonas*)

노지 시험구에서 습토 상태의 형광성 광합성 세균은 4.0~21.5 ×10³cfu g⁻¹ 이고, 건토 상태의 형광성 광합성 세균은 5.8~29.4 ×10³cfu g⁻¹ 로 나타났다(Table 7). 화분에서 조사한 습토 상태의 형광성 광합성 세균은 0.0~3.0 ×10⁴cfu g⁻¹ 이고, 건토 상태의 형광성 광합성 세균은 0.0~7.7 ×10⁴cfu g⁻¹ 로 조사되었다.

Table 7. Effect of materials for Microbially-fermented compost on the density of *Pseudomonas* spp. (2002. 10.).

Treatment ^z	Open field		Pot	
	Wet soil	Dry soil	Wet soil	Dry soil
	(10 ³ cfu · g ⁻¹)			
C	4.0	5.8	0	0
MC	4.0	5.7	30	64
MO	6.5	10.1	30	77
MB	21.5	29.4	30	59

^z See Table 2 for the explanation of treatments.

제주 지역의 노지 감귤원 토양에서 습토 상태의 사상균은 80.7×10⁴cfu g⁻¹이 분포하고 있다고 보고되었으며(김, 1997), 청경채배 하우스 감귤원에서 21.8×10⁴cfu g⁻¹(좌, 1999)로 제주 지역 노지 감귤원 토양과 하우스 채배 감귤원보다 낮게 조사되었

다. *Pseudomonas* spp. 균수가 적은 것은 이시기에 수분 조절 때문에 토양 수분의 부족에서 온 결과라고 사료된다.

마. 바실러스균(*Bacillus* spp.)

노지 포장에서 습토 상태의 *Bacillus* spp. $4.8 \sim 18.5 \times 10^4 \text{cfu g}^{-1}$ 이고, 건토 상태는 $6.6 \sim 26.7 \times 10^4 \text{cfu g}^{-1}$ 로 검출되었다. 유리 온실 재배에서 평균 *Bacillus* spp.는 습토 상태의 $1.3 \sim 59.7 \times 10^4 \text{cfu g}^{-1}$ 이고, 건토 상태의 $2.1 \sim 152.4 \times 10^4 \text{cfu g}^{-1}$ 로 조사되었다(Table 8). 처리구간에 유의성은 매우 높게 조사되었다. 발효우분·돈분퇴비구가 $152.4 \times 10^4 \text{cfu g}^{-1}$ 로, 제주 지역 노지 감귤원의 $40.9 \sim 87.6 \times 10^4 \text{cfu g}^{-1}$ 의 보다 매우 많았다.

Table 8. Effect of materials for Microbially-fermented compost on the density of *Bacillus* spp. (2002. 10.).

Treatment ^z	Open field		Pot	
	Wet soil	Dry soil	Wet soil	Dry soil
C	18.5	26.7	1.3	2.1
MC	11.6	16.7	42.3	90.4
MO	14.3	22.1	59.7	152.4
MB	4.8	6.6	33.0	65.2

^z See Table 2 for the explanation of treatments.

3. 병충해 발생 정도

노지 시험구에서 창가병은 대조구와 발효계분퇴비구에서는 54%로 매우 높았는데 발효균강퇴비구에서는 27%로 낮았다(Table 9). 흑점병은 대조구와 발효균강, 발효우분·돈분퇴비구에서 23.2~26.8%로 비슷하게 나타났고, 발효계분퇴비구에서는 16.1%로 낮게 나타났다. 일소병은 모든 처리구에서 비슷하게 나타났다.

병해에 대하여 항균 작용을 갖는 길항성 미생물(比嘉照夫, 1993), 광합성 세균 등과 같이 식물의 생장을 촉진하는 미생물(比嘉照夫, 1995)에서 뿐만 아니라, 미숙 퇴비와 농업 부산물 등의 발효성을 높여주는 발효 촉진 미생물(Kinjo 등, 1998)등에서 병해에 대한 좋은 효과를 보고 있다고 하였다. 또한, EMRO-EM, 발효제, 효소제 사용시에 병충해에 대한 방제의 효과가 있다고 하였다(Higa, 1988). 그러나 미생물을 이용한 감귤 재배가 여러 곳에서 활발하게 진행되고 있으나 아직까지는 예방 차원에서만 실시되고 있으며, 그 효과는 계속적으로 검증되어야 할 문제라고 본다.

Table 9. Effect of materials for Microbially-fermented compost on the degree of infection by various diseases in 'Mori Wase' satsuma mandarin leaf (2002. 10.).

Treatment ^z	Scab	Melanose	Scorching
	(%)		
C	53.6	25.0	30.4
MC	53.6	16.1	23.2
MO	39.3	26.8	25.0
MB	26.8	23.2	21.4

^z See Table 2 for the explanation of treatments.

노지 시험구에서 응애는 전처리구에서 낮게 발생되었고, 잎 당 평균 0.2마리로 조사되었으며, 발효우분·돈분퇴비구와 발효균강퇴비구에서 평균 0.13마리로 가장 낮게 나타났다(Table 10). 진딧물은 대조구에서는 2.81마리로 가장 높게 조사되었으며, 발효균강퇴비구에서 0.31마리로 나타났다. 꿀꿀나방의 발병도는 대조구에서 37.0%로 가장 높았고, 발효균강퇴비구에서는 7.3% 가장 낮았다(Table 10). 이런 현상은 살충제를 사용하지 않는 포장이나 발효퇴비나 보카시를 사용하는 유기 재배 농가에

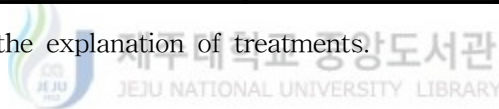
서 일반적으로 나타나는 현상이라 볼 수 있다.

응애가 발생하면 EMRO-EM을 엽면 살포와 토양 살포를 동시에 실시해야 한다고 했다(Paschoal 등, 1996). 그러나 꿀꿀나방과 진딧물은 발효퇴비를 토양에 살포하는 것만으로 방제가 되지 않으며, 또한 미생물로 방제하는 것은 매우 어렵다고 판단된다.

Table 10. Effect of materials for Microbially-fermented compost on the number of insects per leaf and the degree of damage by citrus leaf-miner in 'Mori Wase' satsuma mandarin (2002. 10.).

Treatment ^z	mite	aphid	Citrus leaf-miner
	No. of adults per leaf		%
C	0.41	2.81	37.0
MC	0.31	2.13	19.8
MO	0.13	1.13	12.0
MB	0.13	0.31	7.3

^z See Table 2 for the explanation of treatments.



4. 잎의 무기성분 함량

노지 시험구에서 2002년 10월 무기성분을 분석한 N함량은 모든 처리구에서 2.5% 미만으로 낮았는데 특히 대조구에서 낮았다(Table 11). 전체적으로 볼 때 P함량은 대조구에서는 높았고 다른 처리구는 비슷하였다. K함량은 대조구가 0.9%로 낮았고 발효균강퇴비구에서 1.99%로 가장 높았다. Ca함량은 처리구간에는 비슷하였다. Mg함량은 대조구에서 가장 높게 나타났고 다른 처리구간에는 동일하게 나타났다.

Table 11. Effect of materials for Microbially-fermented compost on the contents of nutrient in 'Mori Wase' satsuma mandarin leaf in the open orchard (2002. 10.).

Treatment ^z	N	P	K	Ca	Mg
	(%)				
C	2.03	0.23	0.9	0.86	0.52
MC	2.36	0.18	1.8	0.62	0.20
MO	2.43	0.19	1.7	0.64	0.20
MB	2.47	0.16	2.0	0.67	0.20

^z See Table 2 for the explanation of treatments.

엽장은 대조구와 발효계분퇴비구에서 보다 발효우분·돈분퇴비구와 발효균강퇴비구에서 길었다(Table 12). 엽폭은 처리구간에 유의차가 인정되지 않았으며, 엽면적은 발효균강퇴비구에서 가장 넓었고, 대조구와 발효계분퇴비구에서 가장 좁았다.

Table 12. Effect of materials for Microbially-fermented compost on the size of leaf in 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin potted in the greenhouse (2002. 8.).

Treatment ^z	Leaf length	Leaf width	Leaf area
	cm		cm ²
C	10.6	4.0	24.9
MC	10.6	4.0	23.5
MO	11.8	3.9	29.7
MB	11.9	4.2	31.5

^z See Table 2 for the explanation of treatments.

5. 수량

2002년도 금산자연농원에 비하여 조사한 나무당 수량(Fig. 1.)은 대조구에서는 16.8kg, 발효계분퇴비구와 발효균강퇴비구에서는 19.3kg였고 발효돈분·우분퇴비구에서는 17.8kg였다.

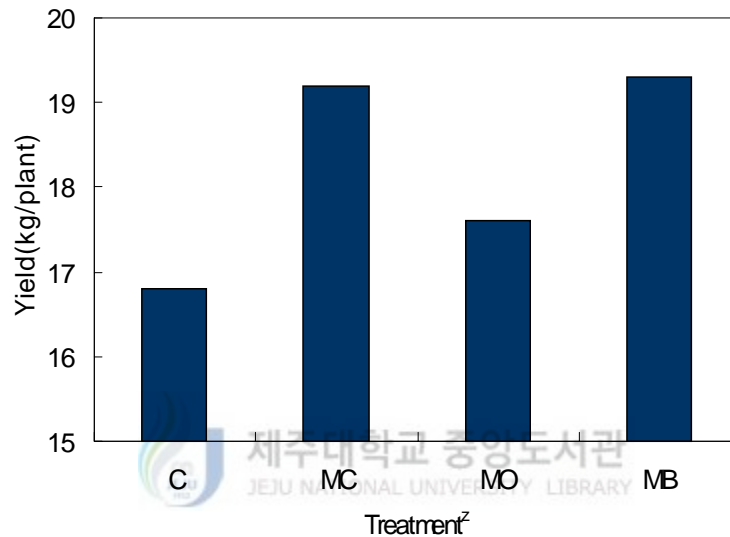


Fig. 1. Yield of 'Mori Wase' satsuma mandarin as affected by different materials for Microbially-fermented composition the open orchard (2002. 11.).

²See Table 2 for the explanation of treatments.

NS within column

EM-EMRO에 의한 오렌지의 수량 증가는 토양의 화학적, 물리적 성질의 개선과 상관 관계가 있다고 하였다(Paschoal 등 1996). 김과 김(1999)은 상추 재배에서 미생물 유기질 퇴비를 사용한 결과 수량 증가 경향을 나타내었다고 하였다.

수량은 발효퇴비 시용에 의해서 증가되는 경향이었는데 특히 발효계분퇴비구와 발효균강퇴비구에서 높았다. 본 시험에서도 대조구에서 보다 다른 처리구에서 수량이 높은 것은 지속적인 발효퇴비의 투입과 미생물 제제의 관주에 의한 것으로 사료된다.

6. 감귤 품질에 미치는 영향

Fig. 2는 2001년도 노지 시험구에서 과즙 당도의 시기별 변화를 나타낸 것이다. 8월 26일에는 모든 처리구의 당도가 8.5°Bx 내외로 비슷하였으나 성숙이 진행될수록 처리간 차이가 커져 12월 23일에는 대조구 11.5°Bx에 비하여 발효우분·돈분퇴비구에서는 12.0°Bx, 발효균강퇴비구 12.2°Bx, 발효계분퇴비구가 13.0°Bx로 처리간에 최고 1.5°Bx 차이가 생겼다.

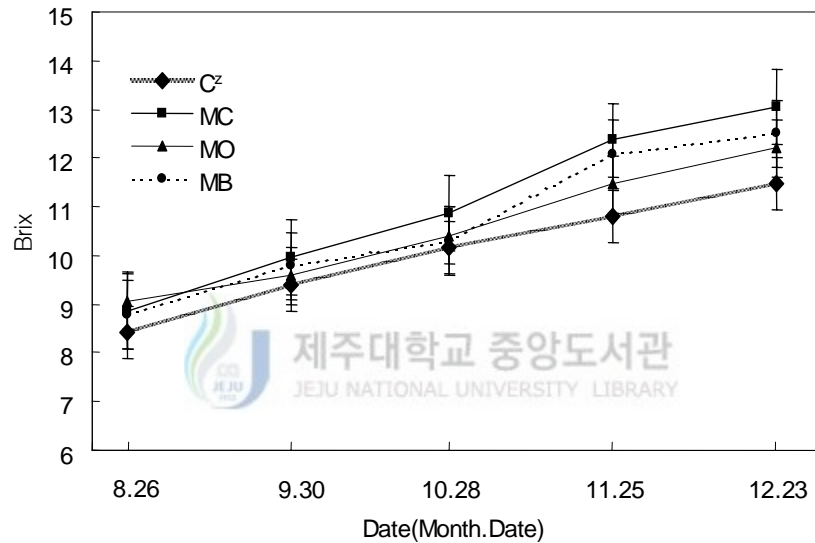


Fig. 2. Seasonal changes in juice Brix of 'Mori Wase' satsuma mandarin as affected by different materials for Microbially-fermented compost in the open orchard in the year of 2001.

²See Table 2 for the explanation of treatments.

2001년 12월 1일에 조사한 온실 시험구의 과즙 당도와 산도는 발효우분·돈분퇴비구에서 당도가 12.2°Bx로 가장 높게 나타났으나 통계적 유의성은 없었다(Table 13). 산도는 0.8~1.0% 수준으로 처리간 차이가 인정되지 않았으며, 과즙의 당도는 발효퇴비 시용에 의해서 증가되는 경향이 있었지만 당도가 가장 높은 처리구는 시험장소와 해에 따라 발효우분·돈분퇴비구 또는 발효계분퇴비구로 다르게 나타나는 경향을 보였다.

Table 13. Effect of materials for Microbially-fermented compost on the juice Brix and acidity of 'Miyagawa Wase' satsuma mandarin potted in the greenhouse (2001. 12.).

Treatment ^z	Brix	Acidity(%)
C	11.8	0.8
MC	11.1	0.9
MO	12.2	1.0
MB	11.8	1.0

^z See Table 2 for the explanation of treatments.

2002년 11월에 노지 시험구의 과실 크기를 조사한 결과는 Table 14와 같았다. 횡경과 과중으로 볼 때 대조구의 과실이 가장 크고 발효우분·돈분퇴비구는 가장 작았다. 과형 지수, 과피두께, 과육율은 비슷하였다.

과즙의 당도와 당산비는 Table 15와 같았다. 발효우분·돈분퇴비구에서 가장 높았고 대조구에서 가장 낮았으며 산함량은 모든 처리구에서 비슷하였다.

Table 14. Effect of materials for Microbially-fermented compost on the development of 'Mori Wase' satsuma mandarin in the open orchard (2002. 11.).

Treatment ^z	Transversal diameter (mm)	Shape index of fruit	Rind thickness (mm)	Fruit weight (g)	Pulp ratio (%)
C	60.8	1.4	2.3	90.4	78.7
MC	58.9	1.3	2.3	88.9	78.8
MO	55.4	1.3	2.2	76.5	79.4
MB	58.8	1.3	2.3	87.3	78.8

^z See Table 2 for the explanation of treatments

Paschoal 등(1996)은 토양의 유기물 함량과 당산비와는 정의 상관 관계가 있었는데 EMRO-EM의 활동에 의해 토양중 유기물 함량이 증가되었다고 하였다. 토마토의 당도에서 계분 미생물 발효퇴비 처리구가 돈분이나 우분의 미생물 처리구보다 높다고 했다(오, 2000).

Table 15. Effect of materials for Microbially-fermented compost on the juice Brix and acidity of 'Mori Wase' satsuma mandarin in the open orchard (2002. 11.).

Treatment ^z	Soluble solid (Brix)	Titrateable acidity (%)	Brix/Acidity ratio
C	9.8	1.5	6.6
MC	10.3	1.4	7.6
MO	11.1	1.4	8.2
MB	10.0	1.4	7.4

^z See Table 2 for the explanation of treatments.

이 시험에서 과즙 당도의 처리간 차이는 조사연도에 따라 경향이 일정하지 않았다. 2001년의 화분시험과 2002년도의 노지시험에서는 발효우분·돈분퇴비구에서 당도가 가장 높았으나 2001년도 노지시험에서는 발효계분퇴비구에서 가장 높았다.

발효퇴비의 재료만 달리하고 발효액비는 동일하게 사용 했기 때문에 처리간 차이가 뚜렷하지 못한 것으로 판단된다. 그러나 전체적인 경향으로 보면 발효균강퇴비구와 발효우분·돈분퇴비구가 당도 증가에 효과적인 것으로 추론되었다. 또한 계분은 일반적으로 당도를 낮추는 것으로 알려져 있는데 이 시험에서와 같이 발효시켜서 사용하면 별다른 문제가 없을 것으로 생각되었다. 친환경 농가에서 유기질 퇴비는 대부분 공장식 축분이나 돈분을 발효하지 않고 그대로 사용하고 있다. 앞으로 친환경 자재를 사용하는 감귤원에서는 계분이나 돈분, 축분을 미생물 제제와 함께 혼용하여 발효된 퇴비를 사용한다면 관행 포장에 비해 당도를 1~2°Bx 정도 높일 수 있다고 판단되었다.

V. 적요

친환경 재배법에 이용되고 있는 발효퇴비의 재료가 토양의 미생물상과 온주밀감의 생육·품질에 미치는 영향을 밝히기 위하여 계분, 우분·돈분, 또는 균강을 재료로 한 발효퇴비를 노지 감귤원의 모리조생과 화분에 심은 궁천조생 온주밀감 (*Citrus unshiu* cv. Mori Wase and Miyagawa Wase)에 사용하여 관찰한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 발효퇴비는 전반적으로 토양 pH와 유기물함량을 증가시켰는데 특히 발효균강퇴비의 효과가 뚜렷하였다.
2. 발효퇴비는 전반적으로 토양미생물 밀도를 높였는데 호기성세균, 방선균 및 *Bacillus* spp. 밀도의 처리간 차이는 노지포장에서와 화분실험에서 다르게 나타났다. 사상균과 광합성세균은 두 시험에서 모두 발효균강퇴비구와 발효우분·돈분퇴비구에서 많았다.
3. 창가병 발생밀도는 발효균강퇴비구에서 그리고 흑점병 발생밀도는 발효계분퇴비구에서 낮았으며, 응애와 진딧물의 밀도나 굴굴나방의 피해는 발효균강퇴비구와 발효우분·돈분퇴비구에서 낮았다.
4. 엽장은 발효균강퇴비구에서 가장 길었으며, 엽폭은 처리구 간에 유의차가 인정되지 않았다. 엽면적은 발효균강퇴비구에서 가장 넓었고, 대조구와 발효계분퇴비구에서 가장 좁았다.
5. 수량은 발효퇴비 시용에 의해서 증가되는 경향이었는데 특히 발효계분퇴비구와 발효균강퇴비구에서 높았다.
6. 과즙의 당도는 발효퇴비 시용에 의해서 증가되는 경향이었지만, 당도가 가장 높은 처리구는 시험장소와 해에 따라 발효우분·돈분퇴비구 또는 발효계분퇴비구로 달랐다.

VI. 인용 문헌

- 권장식, 서장선, 신제성, 원항연. 1996. 농경지 토양미생물 분포조사. 농업과학기술시
험연구사업보고서 231-237.
- 김경제, 김석균. 1999. 미생물 유기질 비료의 사용이 상추의 수량에 미치는 영향. 한
국유기농업학회지 8(1):131-138.
- 김경제, 김석균. 1998. 생균제 미생물퇴비가 알타리무의 수량에 미치는 영향. 한국유
기농업학회지 6(2):107-116.
- 김경제. 2000. 미생물 유기질퇴비의 사용이 근대의 수량에 미치는 영향. 동아대학교
논문집.
- 김광식, 손보균. 1991. 시설원예작물에서 토착VA균근균에 관한 연구. 한토비지
24(4):293-301.
- 김상엽. 1997. 제주도 감귤원의 Vesicular-Arbuscular Mycorrhizae(VAM)에 관한
연구. 제주대학교대학원 석사학위논문.
- 김창명, 문영일. 2001. 조생온주밀감 수상월동재배에 관한 연구. 제주농업시험연구보
고서.
- 김창명. 2002. 기상요인이 제주지방 온주감귤의 개화·과실 및 과실품질에 미치는
영향. 제주대학교대학원 박사학위논문.
- 김흥기, 서범석, 정순주. 1997. 미생물 부숙퇴비의 상토 혼합 처리가 토마토, 고추
유묘의 생장에 미치는 영향. 한국유기농업학회지 5(2): 105-116.
- Kinjo, T., S.K. Homma, S. Kinjo, A.B. Sanches, A.B. da silva, R.B. da silva,
W.M.P silva, J.L. Perez and K.S.S. Perez. 1998. integrated crop/livestock
production system for kyusei nature farming in Brazil. p.195-200. In J.F.
Parr, S.B. Hornick and C.E. Whitman(ed.). Proceedings of the Fourth
International Nature Farming. U.S. Department of Agriculture, Washington,
D.C., USA.
- 국립농산물품질관리원. 2001. 친환경 인증현황. 국립농산물품질관리원제주지원.
- 노일래. 2002. 온주밀감의 수분스트레스시기 및 방법이 과실품질에 미치는 영향. 경
상대학교 석사학위논문.
- 농촌진흥청농업과학기술원. 2000. 토양 및 식물체분석법.

- 농촌진흥청. 2001. 농작물 병충해발생 예찰요강. 상록사.
- 富岡. 1991. 有機物連用が露地レタス育成におよぼす影響. 九州農業研究.
- Higa, T. 1988. Studies on the application of microorganisms in nature farming. II: The practical application of Effective Microorganisms in Japan. International Nature Farming Research Center, Atami, Japan (unpublished).
- Higa, T. and S. Kinjo. 1991. Effect of lactic acid fermentation bacteria on plant growth and soil humus formation. p.140-147. In J.F. Parr, S.B. Hornick and C.E. Whitman(ed.). proceedings of the First International Nature Farming. U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C., USA.
- 比嘉照夫(민경휘역). 1995. 미생물의 농업적 이용과 환경보전-발효합성형 토양과 작물생산. 형설출판사.
- 比嘉照夫. 1993. 有用微生物による畜産廃棄物の浄化および再利用に関する研究. 平成4年度食肉にする助成研究調査成果報告書. 11(1):219-222.
- 서상선, 연병열. 1998. 부숙퇴비사용내력 지표 미생물로서의 고온성Bacillus. 한토비지 31(3):285~290.
- 서장선, 신제성. 1997. 논토양 서식미생물의 다양성에 관한 연구. 한토비지 30(2):200-207.
- 송창훈. 1995. 시설재배온주밀감의 생육특성과 토양수분조절이 과실품질에 미치는 영향. 제주대학교 박사학위논문.
- Sharifuddin, H.A.H., M.F. Shahbuddin, A.R. Anuar, A.R. Zaharah and J. Samy. 1996. Nature farming research in Malaysia: Effect of organic amendment and EM on crop production. p.145-150. In J.F. Parr, S.B. Hornick and M.E. Simpson (ed.). Proceedings of the Third International Conference on Kyusei Nature Farming. U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C., USA.
- Sharifuddin, H.A.H., M.F. Shahbuddin, and A.R. Zaharah. 1994. Effect of organic amendment and EM on production of food crops in Malaysia. p.171-178. In J.F. Parr, S.B. Hornick and M.E. Simpson (ed.). Proceedings of the Second International Conference on Kyusei Nature Farming. U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C., USA.
- 오주성, 이종성, 김기영, 황필성, 정원복, 정순재. 2001. 유기농 자재의 사용이 토양의 이화학적 성질과 상추, 가지의 생육 및 체내에 미치는 영향. 동아대학교대학원논문집. 26:341-351.

- 오주성. 2000. 유기농 자재의 활용이 토양의 이화학적 성질 및 작물의 생육에 미치는 영향. 동아대학교대학원 박사학위논문.
- 이신찬, 강호준, 황재종, 김유경, 강상훈, 한원탁, 유장걸. 2000. 감귤·채소지대 화학비료 절감 방안 연구. 제주농업시험연구보고서 272-278.
- 제주도민속자연사박물관. 2000. 제주토양원색도감. 일신인쇄사.
- 조완형. 1997. 유기 농산물 국제기준 문제와 우리나라 유기 농업의 과제 및 대응책. 한국유기농업학회지 6(1):25-34.
- 좌재호. 1999. 표토 관리방법이 화산회토 감귤원 토양의 미생물상에 미치는 영향. 제주대학교대학원 석사학위논문.
- 진석천, 이광식, 한원탁, 김광호, 김영휘. 2000. 감귤 농약 살포량 절감을 위한 유기농업자재 효과 시험. 제주농업시험연구보고서 364-372.
- 최병한. 1997. 유기 농업. 한림저널사.
- 片野 豊. 1988. 有機物の連用が施設土壤の化学性におよぼす影響. 愛知農総試験報 20(1):324-328.
- 황재종, 강호준, 이신찬, 한원탁, 유장걸. 2000. 감귤원 돼지 분뇨 발효액비 시용효과 시험. 제주농업시험연구보고서 312-319.
- 황재종. 2000. 노지감귤 전용 유기배합비료 시용효과 의뢰시험. 제주농업시험연구보고서 322-324.
- 흠살림(사). 2000. 친환경 농업의 이론과 실제.
- 흠살림(사). 2002. 제7차 고품질 친환경 농업교육교재.
- Paschoal, A.D., S.K. Homma, A.B. Sanches and M.C.S. Nogueira. 1996. Effect of EM on soil quality, fruit quality and yield of orange tree in a Brazilian citrus orchard. p.104-111. In J.F. Parr, S.B. Hornick and M.E. Simpson (ed.). Proceedings of the Third International Conference on Kyusei Nature Farming. U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C., USA.

감사의 글

지난 5년 동안 많은 인력과 시간을 들인 친환경 농업이 한낱 개인의 단순한 경험으로 끝날 뻔 했던 것을 학문적 가치가 살아있는 글로 변화도록 해주시고 논문으로 나오기까지 여러면에서 부족함이 많은 저에게 격려와 끝없는 가르침을 아끼지 않으시고 인격적 양식도 채워주신 문두길 교수님께 먼저 진심으로 깊은 감사를 드립니다.

연구를 수행함에 있어서 시종 넓은 아량으로 지도 편달하여 주시고, 논문의 심사를 해주신 박용봉 교수님과, 송관정 교수님께 감사드립니다. 또 항상 가까이 계시면서 조언을 해주신 소인섭 교수님, 강훈 교수님, 한해룡 교수님, 장전익 교수님께도 감사를 드립니다.

연구기간 동안 실험을 도와주신 제주농업시험장 김유경 연구사님, 제주시농업기술센터 강원희 소장님께 깊은 감사의 뜻을 전하며, 건풍바이오 김용찬 조카에게도 감사의 뜻을 전합니다. 그리고 시험수행과 자료정리에 협조해준 강석범 조교, 김시현군과, 원예학과 대학원생 그리고 제주관광산업고등학교 산업기계과 학생들에게도 감사를 드립니다.

결에서 이 과정을 무사히 마무리할 수 있게 조언과 격려를 아끼지 않으셨던 현경삼 교장선생님, 최수남 교감선생님께 감사의 뜻을 전하며, 옆자리에서 이해도 어려운 내용을 몇 번씩 고쳐주신 김운중 선생님, 정혜숙 선생님에게도 감사를 드립니다.

또한 대학원 시험포장을 차질 없이 잘 관리하여준 채치원 대학원생에게도 감사의 뜻을 전하고, 본 연구를 시작하게 해주시고 물심양면으로 도와주신 환경농업학교 이영민 교장선생님, EM환경센터 고시진 회장님, 국립농산물품질관리원 직원들께 충심으로 감사드리며, 멀리서 항상 끊임없는 격려를 보내주신 한국 EMRO환경주식회사 배명창회장님, 동아대학교 오주성박사님, 일본 EM(주) 이창홍 연구관님께도 진심으로 감사를 드립니다.

오늘까지 저를 보살펴 주신 연로하신 어머니님, 장인, 장모님께 깊은 감사를 드리며, 역경이 있을 때마다 용기와 희망을 불어 넣어준 아내와 철준, 은이 그리고 친지, 31농우회 친우들에게도 고마움을 전합니다.

이 논문은 농부의 자식으로 태어나 그 터전에서 자라오면서 땅에 애정을 품어온 농업을 향한 제 꿈의 시작이며 못다 이룬 아버님의 삶이기도 합니다. 인생을 살아가면서 남의 조그만 은혜도 항상 잊지 말라고 당부하신 아버님 말씀을 되새기며, 살아 생전에 친환경 농업을 이루지 못한 아버님의 영전에 이 논문을 바칩니다.

2002년 12월