

과제구분	지역농업 기술개발	Code : LS0208	수행구분	전반기	연구기간	'99 ~ '01(완결)
연구과제명	팽화왕겨 산업화에 관한 연구				과제책임자	방 순 배
세부과제명	팽화왕겨 양액재배시 부속특성 및 퇴비화					
연구원별임무						
구분	소속	성명	담당임무			
세부과제책임자	원예연구과	전신재	시험설계 및 총괄수행			
공동연구자	환경농업연구과	임상현	시험연구조사 및 분석			
	작물경영연구과	김경희	조사자료 분석 및 자문			
	원예연구과	정병찬	조사자료 분석 및 자문			
색인용어	팽화왕겨, 양액재배, 토마토, 퇴비화, 부속도					

1. 연구배경

1970년대 이후 산업화에 따라 도시화가 진행되면서 농업구조도 기업농으로의 전환이 시작되었다. 생태계내에서 자연스럽게 이동하던 유기물의 순환고리가 끊어지기 시작했으며 이러한 문제는 농업의 지속성과 결부되어 매우 심각한 문제를 동반하게 되었다. 대체로 이러한 물질순환 문제는 축산분뇨를 중심으로 연구되어 왔으나 유기물 자원으로써 농산부산물도 물질순환에 중요한 위치를 차지한다. 따라서 시설농업에서 육묘용 상토 또는 배지재료로서 팽화왕겨의 이용은 국내 생산 유기물의 농업생태계내 순환이라는 점에서 의미가 있다. 대부분의 건조된 유기질 재료에서와 같이 팽화왕겨도 흡수되기 직전까지 소수성을 가진다. 또한 왕겨는 리그닌, 조섬유, 규산의 성분함량이 많고 강하게 결합되어 있어서 가공이 어렵고 표면 강모와 큐틴질로 되어 있어 물의 흡수가 어렵다(辛, 1996)

일반적으로 유기물 재료는 사용기간이 짧아 재료의 교체에 소요되는 노력이 문제가 된다. 육묘용 상토의 경우는 1회 사용하며 70일 내외의 육묘 기간동안 문제가 없으면 되므로 유기물 사용의 방법상 문제점이 많지 않다. 그러나 양액재배 배지재료의 경우는 다르다. 토마토 연 2작 재배의 경우에도 1회 사용기간이 120~150일 정도이며 장기재배시에는 250~300일정도 기간동안 문제가 없어야 하고 재사용이 가능하다면 더욱 좋다. 유기물이 부속되면서 용출되는 양분과 pH의 변화는 물론이고 사용기간이 Lim(1995)등이 주장한 바와 같이 90일에 불과하다면 재료가 저렴하다고 하더라도 교체 비용 상승이나 장기재배 1작기를 유지할 수 없다는 점에서 문제가 있다. Kim(2000)등에 의하면 초기 15일을 전후로 나타나는 배액 pH의 상승, NO₃의 일시적 부족현상등 부속에 따른 문제점을 지적한바 있으나 초기 용출 이후 안정성이 유지되는 부분에 대해 언급하지 않았다. 따라서 본 연구에서는 팽화왕겨를 양액재배용 배지로 사용할 경우 장기간에 걸쳐 나타나는 문제점을 중심으로 배지의 사용 가능기간을 구명하고 사용후 토양 환원으로 순환형 농업체계를 확립하고자 실시 하였다.

2. 재료 및 방법

가. 양액재배용 팽화왕겨의 적정 사용기간

1) 시험배지

팽화왕겨 배지는 유기물이므로 부숙을 통한 이화학성의 변화가 점진적으로 이루어진다. 따라서 이러한 연속적인 변화 과정중 어느 시기까지 사용이 가능한 지를 제시하기는 매우 어렵다. 본 연구에서는 춘천지역에서 일반적으로 재배되는 토마토 반촉성, 조숙 또는 억제작형에서 몇 작기까지 배지로 사용이 가능한지를 조사하였다. 미사용 팽화왕겨를 대조구로 하여 토마토 양액재배용 배지로 각각 1회, 2회, 3회 사용한 팽화왕겨를 재료로 하여 시험을 수행하였다. 사용된 시험재료는 1회사용은 억제작형에서 125일, 2회사용재료는 134일과 120일동안 토마토 반촉성과 억제작형, 3회 사용은 140일, 124일 및 110일동안 각각 억제, 조숙, 억제작형에서 사용한 재료를 이용하였다. 따라서, 신선재료, 125일, 254일, 그리고 374일 동안 사용한 재료를 이용하여 토마토 재배시험을 수행하였으며 기존 사용한 기간에 본 시험에 소요된 기간을 합산할 경우 각각 120일, 254일, 374일 및 494일 이었다.

2) 시험전후 배지의 부피 변화

배지의 물리성이 악화되는 정도를 보기 위해 작물 정식전 두상살수를 통해 배지를 다져 높이를 15cm로 맞추고 토마토를 양액재배 하였으며 작기가 끝난 후 급액 중단에 의해 배지가 건조해지기 전에 높이를 측정하여 차이를 구하였다. 처리간 차이를 좀 더 확실하게 보기 위해 시험구를 별도로 설치하여 본 시험구보다 배지량이 많은 15cm 처리하였고, 측정위 치간 차이에 의한 오차를 줄이기 위해 처리간 10회 반복 측정하였다.

3) 부숙도 측정

장(1995)이 사용한 원형여지크로마토그래피법은 비교적 간단한 방법으로 0.5%AgNO₃ 용액에 충분히 담가 놓았다가 건조시킨 No. 2. 여지에 1% NaOH로 60분 동안 재료를 침출시킨 용액을 스포이드로 중앙부에 1방울 점적시키고, 12시간 경과후 외곽 띠의 형성과 중앙부의 색을 관찰하였다. 장이 제시한 판별방법에서 크로마토그램은 유기물의 폴리머화가 진행된 정도에 따라 분리가 일어나는데 미부숙 상태는 백색-분홍색을 띠고, 외곽은 원형, 원주는 갈대색을 띤다. 부숙되비는 붉은색-제비꽃색을 띠고, 외곽은 불규칙하며, 원주는 뾰족하고 명확한 테두리를 나타낸다.

4) 팽화왕겨 배지경의 양액관리

팽화왕겨를 이용한 토마토 양액재배시 배양액의 관리 방법은 김(1999)이 사용한 재배법에 준하였다. 펄라이트경에서 주로 사용하는 과채류 재배용 스티로폼베드에 주당 8L씩 배지 재료를 채우고 하루 1.5L를 12회로 분할하여 급액하였다. 양액은 야마자끼 토마토액으로 생육초기에는 1.7dS/m, 1단착과후 3단착과 까지는 2.3dS/m, 수확종료시 까지 2.0dS/m로 급액하였다.

생육조사는 정식후 50일에 실시하였고, 100cm×20cm로 2단 밀식재배 하였다. 생육조사 기준은 농촌진흥청 '농사시험연구 조사기준'에 의하였다.

나. 팽화왕겨경 양액재배시 계절별 부속특성 연구

본 시험은 채소시험용 유리온실에서 수행되었다. 시험작목은 토마토(하우스모모타로)였고, 매월 5일 파종후 35일 육묘하여, 다음달 10일에 정식하여 재배하였다. 배지재료는 팽화왕겨를 이용하였고, 배양액은 야마자끼 토마토액을 EC 2.0dS/m로 맞추어 급액하였으며, 재식거리는 75×15cm였다. 정식후 2화방 상위 3엽을 남기고 적심하였으며, 개화기에 토마토톤을 이용하여 수정하였고, 그 외 기타 재배는 관행에 준하였다.

정식후 배액의 pH와 EC를 경시적으로 조사하였으며, 배지의 부속특성을 알아보기 위하여 배지를 분석하였다.

다. 베드구조에 따른 토마토 재배 연구

팽화왕겨경 양액재배에 있어서 베드구조에 따른 작물의 생육과 배지의 특성을 조사하기 위하여 본 시험이 실시되었다. 배지재료는 펄라이트, 팽화왕겨 그리고 팽화왕겨+피트모스(9:1)를 이용하였고, 베드는 일반 스티로폼베드와 산소베드를, 흑백비닐로 멀칭 혹은 무멀칭하였다. 배양액은 야마자끼 토마토액을 사용하였고, 작목은 토마토(자파타)를 사용하였다. 주요조사항목은 근권내 수분동향, 급배액, 토마토의 생육특성 및 수량성이었다.

라. 팽화왕겨 배지 사용후 퇴비화 방안

양액재배로 사용후 폐기하는 팽화왕겨를 토양에 환원하기 위하여 미사용, 1작기 사용, 2작기 사용, 3작기 사용 팽화왕겨를 공시하여, 관행퇴비구를 대조구로 하여 시험을 실시하였다. 시험작목은 배추로 하였으며, 작형은 가을배추였다. 양액재배로 1년(2작기)간 사용한 팽화왕겨를 토양에 환원하기 위하여 유안을 이용 2차 부속을 실시하였다. 유안을 건물 1kg에 6, 14, 28g씩 첨가하여 C/N율을 70, 55, 40으로 조정한후 1개월간 야적하였다. 야적후 1,500kg/10a을 토양에 살포하고, 고추(부촌)를 재배하면서 생육 및 수량성을 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 양액재배용 팽연화왕겨의 적정 사용기간

1) 배지의 이화학적 변화

배지별 CEC는 신선한 재료는 37 $\text{cmol}\cdot\text{kg}^{-1}$ 이며, 사용횟수가 증가할수록 42.5, 178.0, 251.6 $\text{cmol}\cdot\text{kg}^{-1}$ 으로 높아지는 경향이였다(표 1). 치환성 양이온은 K^+ 가 신선한 재료에서 24.6 $\text{cmol}\cdot\text{kg}^{-1}$ 으로 높다가 1회, 2회 사용재료에서 12.3 ~ 12.7 $\text{cmol}\cdot\text{kg}^{-1}$ 유지하였고, 3회 사용재료는 3.6 $\text{cmol}\cdot\text{kg}^{-1}$ 으로 낮아져 초기에 용출이 심하고 후기로 갈수록 적어졌다. Ca^{++} 는 신선한 재료와 1회 사용한 재료에서는 3.6 ~ 2.9 $\text{cmol}\cdot\text{kg}^{-1}$ 으로 적은 용출을 보이다가 2회 사용한 재료에서는 25.9 $\text{cmol}\cdot\text{kg}^{-1}$ 으로 급격히 높아졌고 3회 사용시 18.6 $\text{cmol}\cdot\text{kg}^{-1}$ 으로 약간 낮아진 것으로 미루어 2작기사용 후기부터 3작기 사용시기까지 많은 용출이 있었을 것으로 판단되었다. Mg^{++} 의 용출은 사용기간이 오래된 배지일수록 용출량이 늘어나는 경향이였다(표 1).

표 1. 배지 사용기간에 의한 재료의 이화학적 변화

처 리	pH (1:5)	EC (mS/cm)	Ex.Cation(cmol/kg)			CEC (cmol/kg)	보수력 (-0.1bar)
			Ca	Mg	K		
새 재료	6.6	0.63	3.6	1.8	24.6	37.0	63.7
1작기사용	6.8	1.57	2.9	3.2	12.3	42.5	47.4
2작기사용	6.9	1.83	25.9	3.8	12.7	178.0	45.4
3작기사용	6.9	1.82	18.6	5.8	3.6	251.6	46.2

또한 K^{++} 는 완만하게 용출되는 경향을 보여 초기 K^+ 의 급액농도 조절과 농도과다에 의한 영향이 구명될 필요가 있었다. Ca^{++} 는 세포벽 등 구조물을 이루는 역할을 하기 때문에 2회 사용 시에 급격하게 용출되는 점으로 미루어 물리성이 크게 나빠지고 있음을 추정할 수 있었다.

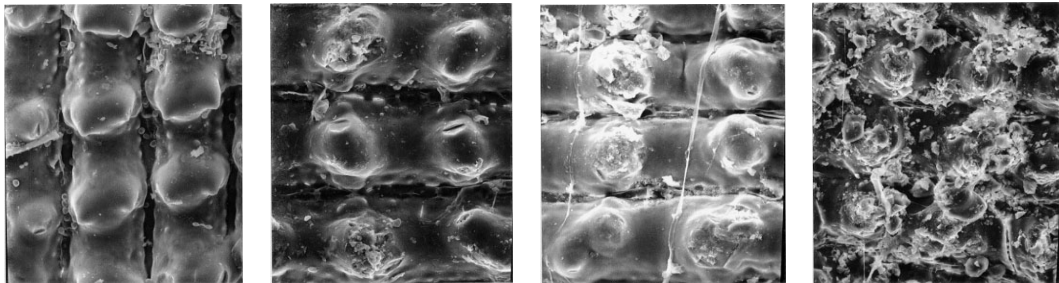


그림 1. 팽화왕겨 배지의 사용기간에 따른 표면의 변화(SEM at ×600)

전자현미경으로 관찰된 배지의 표면 관찰 결과는 1회 사용 배지와 2회 사용 배지에서 왕겨 표면의 돌출 부위가 일부 부서진 모습이 관찰되었고 3회 사용재료에서는 표면의 원형을 구분할 수 없을 정도로 심하게 부서져 있었다(그림. 1).

또한 재료별로 다져짐 정도를 보기 위해 재배 전후 배지의 높이를 비교한 시험에서도 유사한 결과를 보였다. 표 2에서 보는 바와 같이 사용기간이 오래된 배지일수록 2, 4, 5, 7cm 로 높이의 감소 폭이 커져 배지의 부피가 감소하고 이로 인해 통기성이 불량해 지고 있음을 짐작할 수 있었다.

표 2. 팽화왕겨경 양액재배시 재배 전후 배지의 높이 비교

(단위 : cm)

처 리	새 재료	1작기 사용	2작기 사용	3작기 사용
재배 전(A)	15	15	15	15
재배 후(B)	13	11	10	8
A-B	2	4	5	7

사용 횟수가 증가함에 따라 부속이 축진되고 이로 인해 물리성이 악화된다는 지표는 원형 여지 크로마토그래피를 이용한 부속도 판별에서도 나타났다. 그림 2에 나타난 것처럼 30일 경과시 외곽의 갈색 선이 선명해지기 시작하여 2회 사용한 배지에서는 내부가 진한

갈색으로 변화하고 외곽 선이 더욱 선명해지는 반응을 보였다.

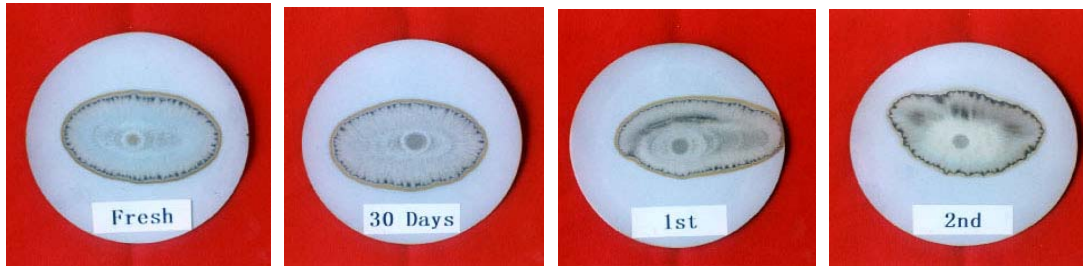


그림 2. 팽화왕겨배지의 원형크로마토그래프를 이용한 부숙도 판별

결과적으로 2회 사용한 배지에서의 Ca^{++} 의 다량 용출과 원형여지크로마토그래피로 본 부숙도 판별 결과 팽연화 왕겨는 양액재배용 배지로 2작기 정도 사용이 가능할 것으로 예측되었다.

2) 토마토의 생육반응

토마토 양액재배 결과 신선한 재료보다 1회 사용재료를 가지고 재 사용한 처리구에서 오히려 높은 수량을 보였는데 신선한 재료를 사용한 처리구에 비하여 15.2% 증수되었다. 이것은 처음 사용한 재료에서는 Kim(2000)이 보고한 급액초기 NO_3^- 부족 및 pH 상승, Lim(1995)과 Lee(1999) 등이 주장한 부숙과정중의 유기산 용출에 의한 생육 지연이 원인인 것으로 추정되었다(표 3).

표 3. 배지 사용회수에 따른 토마토 생육 및 수량반응

처리	초장 (cm)	경경 (cm)	엽수 (매)	엽록소함량 (mg/g F-W)	당도 (Brix)	과중 (g)	수량 (kg/plant)
새 재료	197.1a*	1.53a	28.0a	39.4a	6.8a	182.2a	1.105b
1작기사용	196.1a	1.61a	27.7a	39.0a	6.8a	184.1a	1.273a
2작기사용	200.1a	1.71a	27.8a	40.9a	6.8a	143.3a	0.723c
3작기사용	199.5a	1.76a	28.2a	41.5a	6.9a	135.6a	0.749c

* Duncan's multiple range test, P=0.05

3) 팽화왕겨 배지의 경제성

펄라이트경에서 사용기간이 경과할수록 수량이 떨어지기는 하지만 일반적으로 3년 정도 사용하는 것이 경제적인 것으로 알려져 있다. 이것은 팽화왕겨 배지의 사용기간을 1년(2작)으로 볼 때 3배 정도의 수명을 가진다고 할 수 있다. 따라서 경제성은 3년간을 기준으로 비교하였다.

펄라이트 배지의 재료비는 10a당 19,200L가 소요되며, 인건비 140천원을 포함하여 3,020천원이 소요된다. 같은 양의 팽화왕겨의 경우 1회 사용량에 대한 재료비는 397천원이 소요되나 세 번의 배지재료를 교체해야 하므로 인건비 420천원, 운반비 240천원 포함 1,971천원이 소요된다. 이것은 펄라이트 대비 65.3%수준의 비용으로 10a당 3년간 1,049천원의 비용이 절감된다.

이와 같은 계산은 펄라이트 사용시 추가되는 배지 소독비용, 잔근 제거, 계속 사용에 의한 수량감소, 펄라이트 사용시 보다 약간 높은 수량 등의 계산하기 어려운 요인들을 감안하지 않은 것으로 이를 감안하면 경제성은 보다 높을 것으로 기대되었다.

나. 팽화왕겨경 양액재배시 계절별 부속특성 연구

팽화왕겨배지를 이용하여 토마토를 월별로 재배해본 결과 수량성은 2월 파종구에서 5,773kg/10a로 가장 좋았고, 고온기인 6월 파종구가 1,468kg/10a으로 수량이 가장 낮았다. 수량성이 낮은 이유는 고온기에 육묘를 하여 묘가 도장하여 건전하지 못했고, 정식후 고온으로 인하여 재배가 불량하였기 때문이다.(표4)

표 4. 월별 재배시 토마토의 생육 및 수량 특성

파종시기	초장 (cm)	경중 (g)	과중 (g)	수량성 (kg/10a)	당도	산도
1월	92	180	160	5017	6.67	4.31
2월	107	197	163	5773	6.17	4.39
3월	103	174	131	4688	6.05	4.64
4월	121	186	160	4300	6.41	4.28
5월	109	145	190	2542	6.27	4.49
6월	115	111	184	1468	6.19	4.35
7월	119	118	186	2594	5.41	4.36
8월	122	128	172	3223	6.46	4.51
9월	116	134	166	3711	6.42	4.52
10월	112	129	158	3661	6.87	4.38
11월	110	120	164	3625	6.66	4.44

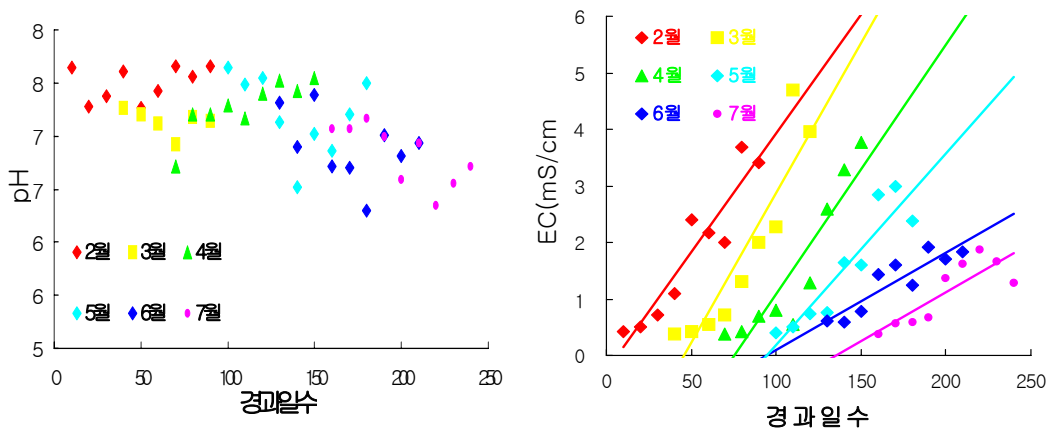


그림 3. 팽화왕겨 이용 양액재배시 월별 근권의 pH, EC의 변화

팽화왕겨 배지이용 양액재배시 월별 근권 pH의 변화는 고온기로 갈수록 pH가 낮아지는 속도가 빨라졌고, EC의 경우는 고온기로 갈수록 배지내 집적이 낮은 것으로 나타났다. EC 집적의 경우 본 시험은 토마토를 재배하면서 측정하였기 때문에 같은 농도의 양액이 급액된다고 하더라도 여름철에는 흡수량이 상대적으로 많기 때문에 배지내에 집적되는 양이 적었던 것으로 생각되었다(그림 3).

표 5. 사용전후 배지의 pH, EC

작형	배지재료	사용전		사용후	
		pH	EC(dS/m)	pH	EC(dS/m)
반촉성	ERH*	7.65	0.11	7.15	1.14
	PM10	6.42	0.18	6.21	1.44
조속	ERH	7.48	0.07	7.21	1.21
	PM10	6.00	0.10	5.86	1.72
억제	ERH	7.62	0.05	7.23	1.52
	PM10	6.20	0.12	5.62	1.88

* ERH : 팽화왕겨 PM10 : 팽화왕겨+피트모스(v:v=9:1)

작형별로 배지재료별 사용전후의 pH의 변화는 처음보다 피트모스 혼합 및 작형에 관계없이 일반적으로 낮아지는 경향이었으며, 특히 온도가 높은 시기인 억제작형의 경우 피트모스 10%혼합 처리구에서 5.62로 가장 낮았다.

EC의 경우 전처리 모두 높게 증가하였는데, 이는 부숙에 의해 용출되고 있는 것으로 생각되었고, 특히 피트모스 10%혼합처리에서 0.30이상 높은 결과를 얻었다.

표 6. 작형 및 배지재료별 토마토의 수량

작형	배지재료	상품과율 (%)	수량성 (kg/10a)	수량지수 (%)
반촉성	ERH*	84.6	8,195	100
	PM10	84.8	9,567	117
조속	ERH	87.2	6,474	79
	PM10	86.1	6,242	76
억제	ERH	82.2	6,843	84
	PM10	85.5	6,662	94

* ERH : 팽화왕겨 PM10 : 팽화왕겨+피트모스(v:v=9:1)

작형에 따른 배지재료별 토마토의 수량성은 반촉성작형에서 가장 수량이 높았고, 배지재료에 따른 차이는 유의성이 없는 것으로 조사되었다(표. 6).

다. 베드구조에 따른 토마토 재배 연구

팽화왕겨 배지와 펄라이트배지는 흡수높이에 차이가 있다. 따라서 팽화왕겨 배지에서는 멀칭을 하지 않아도 될것으로 생각되었고, 근권부의 통기를 좋게 하기 위하여 개발된 산소베드를 사용해 보았다. 사용결과 산소베드는 팽화왕겨 배지와 피트모스 10% 혼합한 팽화왕겨 배지 모두에서 생육 및 수량성이 떨어지는 것으로 나타났다. 팽화왕겨 배지는 수분의 흡수가 아래서부터 위로 올라오게 되는데, 산소베드의 경우 배수가 잘되기 때문에 초기에 흡수가 잘 이루어지지 않아 생육이 떨어지는 것으로 생각되었다. 따라서 팽화왕겨 배지

를 이용한 양액재배에 있어서 산소베드는 사용에 어려움이 있을것으로 판단되었다.



그림 4. 배지 재료별 무멀칭에서의 상층부 염류집적

멀칭과 무멀칭과의 차이는 팽화왕겨 배지만을 사용했을 경우에는 멀칭을 하지 않아도 수량성에 차이가 없었으나, 피트모스 10% 혼합한 팽화왕겨 배지에서는 멀칭을 하는 쪽이 생육 및 수량이 우수하였다.

표 7. 베드모양에 따른 토마토의 생육 및 과실의특성

배지재료	베드처리	생육특성*			수량 및 과실특성	
		초장 (cm)	경경 (cm)	엽록소 (mg/g F-W)	당도	수량 (kg/10a)
팽화왕겨	관행	101.7b	1.18a	50.8a	6.77ab	7,134a**
	무멀칭	103.6ab	1.20a	51.0a	6.87ab	7,634a
	산소베드	101.5b	1.25a	50.7a	6.89ab	6,994a
팽화왕겨+ 피트모스(9:1)	관행	107.0a	1.19a	51.6a	6.57b	7,447a
	무멀칭	101.5b	1.19a	51.1a	7.07a	7,336a
	산소베드	103.5ab	1.20a	50.6a	6.88ab	6,680a

* : 정식후 30일

** : Duncan's multiple range test, p=0.05

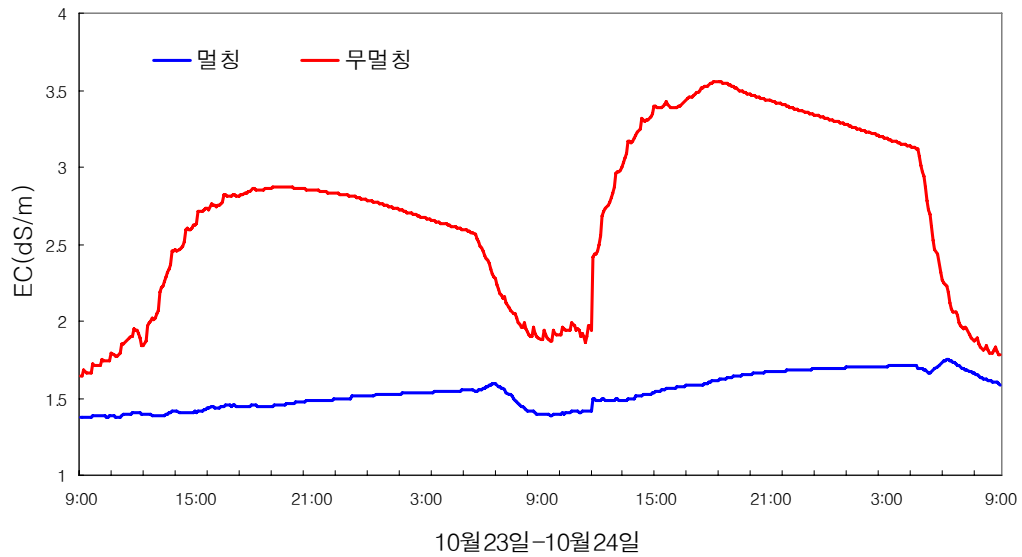


그림 5. , EC 변화

팽화왕겨 배지에서 멀칭, 무멀칭에 따른 근권의 EC의 변화는 멀칭의 경우에는 근권의 EC 변화가 매우 적었으나, 멀칭을 하지 않을 경우 하루중의 근권 EC의 변화는 3이상 인 것으로 조사되었다. 이러한 결과로 과실의 당도는 무멀칭에서 높게 나타났으나, 유의성이 인정되지는 않았다. 따라서 상층부 EC의 집적이 팽화왕겨에서 펄라이트에 비해 낮다고 하더라도 근권의 환경을 안정적으로 유지하기 위해서는 팽화왕겨 배지에서도 멀칭의 필요성은 있는 것으로 생각되었다.

표 8. , EC pH 변화

구분	배지재료	EC(dS/m)		pH	
		상층부	하층부	상층부	하층부
멀칭	ERH*	1.69	0.09	7.13	6.62
	PM10	1.90	0.11	6.30	6.52
	PER	0.36	0.09	7.34	6.77
무멀칭	ERH	0.36	0.10	7.44	6.78
	PM10	0.61	0.19	5.88	6.93
	PER	0.88	0.14	7.66	6.75

* ERH : 팽화왕겨
 PM10 : 팽화왕겨+피트모스(v:v=9:1)
 PER : 펄라이트

4. 팽연화왕겨 배지 사용후 퇴비화 방안

표 9. 시험전 토양 화학성

구분	pH	EC (dS/m)	K (cmol/kg)	Ca (cmol/kg)	Mg (cmol/kg)	P ₂ O ₅ (ppm)	T-N (%)	O.M (g/kg)
ERH	6.96	0.58	0.64	7.58	2.48	383	0.17	37.8
F-1	6.80	0.55	0.43	6.39	1.67	381	0.22	38.1
F-2	6.94	0.58	0.60	4.90	1.01	421	0.18	38.1
F-3	6.96	0.57	1.40	2.46	3.21	401	0.17	38.2
CON	6.64	0.80	0.67	2.41	2.21	403	0.19	34.8

* ERH : 미사용 팽연화 왕겨, F-1 : 1작기 사용, F-2 : 2작기 사용,
F-3 : 3작기 사용, CON : 관행퇴비 처리구

양액재배후 폐기되는 팽화왕겨 배지를 토양에 효과적으로 환원하기 위하여 폐기되는 배지를 토양에 살포하고 토양의 화학성을 조사하였다. 조사결과 pH는 팽화왕겨 처리구가 관행 퇴비구에 비해 0.2정도 높았으며, EC는 0.3정도 낮았다. K와 Ca의 경우는 팽화왕겨의 사용횟수에 따라서 함량에 차이가 있었으나, 인산과 질소는 대차 없었다.

특히 유기물의 경우 관행퇴비구 보다 높았다(표 9).

표 10. 배추 생육특성(정식후 20일후)

처리내용	엽장(cm)	엽폭(cm)	엽수(매)
ERH *	25.9	15.5	18.9
F-1 *	25.7	16.5	18.9
F-2 *	24.3	14.8	18.0
F-3 *	22.7	13.8	18.0
CON *	27.5	18.4	19.0

* ERH : 미사용 팽연화 왕겨, F-1 : 1작기 사용, F-2 : 2작기 사용,
F-3 : 3작기 사용, CON : 관행퇴비 처리구

정식 20일후 실시한 초기 생육조사결과 양액재배후 폐기되는 팽화왕겨를 혼합한 처리구에서는 생육이 관행 퇴비구에 크게 떨어졌다. 특히 팽화왕겨의 사용작기가 길어질수록 생육은 저조하였다.

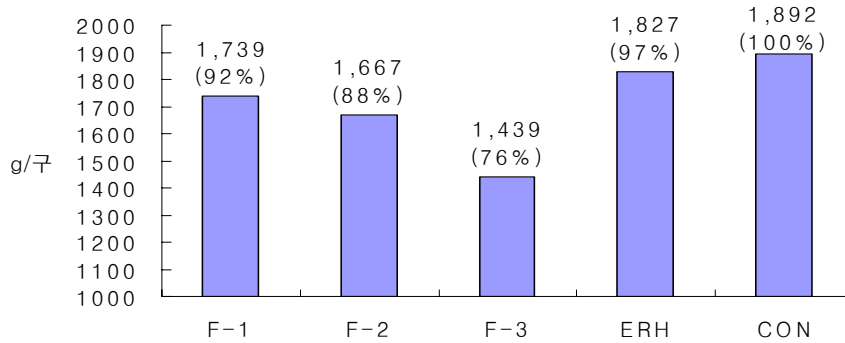


그림 6. 처리별 배추의 구중

* ERH : 미사용 팽화왕겨, F-1 : 1작기 사용, F-2 : 2작기 사용, F-3 : 3작기 사용, CON : 관행퇴비 처리구

수량성은 관행대비 미사용 팽화왕겨는 97%의 구중으로 대차 없었으나, 1, 2 3작기 사용 팽화왕겨에서 각각 92, 88, 76%로 낮아지는 결과를 보였다. 따라서 양액재배후 폐기되는 팽화왕겨배지를 토양에 혼합할 경우 작물의 생육에 문제가 될 수 있을것으로 생각되었다.

표 11. 팽화왕겨 배지의 화학적 특징

구분	pH	EC	T-N (%)	Ex.Cation(cmol/kg)			CEC (cmol/kg)
				Ca	Mg	K	
사용전	6.6	0.63	0.47	3.6	1.8	24.6	37.0
1년 사용후	6.36	1.57	0.67	25.9	3.8	12.7	178.0

팽화왕겨이용 양액재배시 적정 사용기간은 1년(2작기)정도 인데, 1년 사용후 팽화왕겨의 화학적 특성은 pH는 낮아지고, EC는 높아지는 경향이였으며, Ca는 부숙에의해 3.6에서 25.6으로 크게 증가 하였다. 또한 양이온치환용량의 경우 37에서 178로 높아졌다.

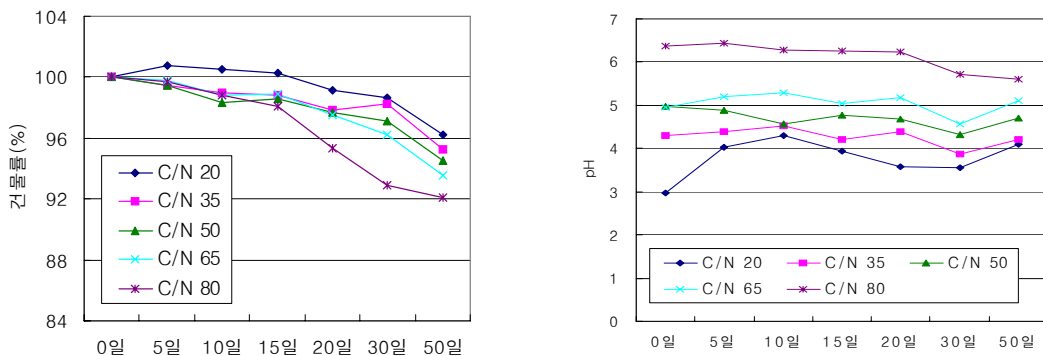


그림 7. 유안첨가량에 따른 시기별 건물중 및 pH변화

1작기 사용 팽화왕겨에 유안을 첨가하여 50일간 야적하면서 조사한 결과 건물중은 C/N율이 높을수록 빠르게 낮아져 빠르게 부숙이 이루어 지고 있는 것으로 생각되었다. pH의 변화는 C/N율에 의한 차이라기 보다는 질소성분 보충을 위해 첨가한 유안이 산성이므로 첨가된 유안의 양에 따라 pH에서 차이가 났다.

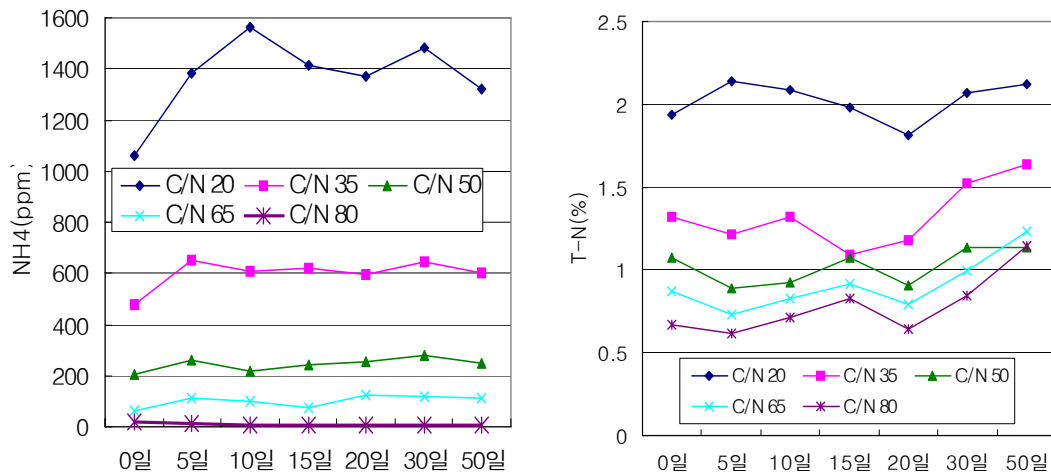


그림 8. 유안첨가량에 따른 시기별 질소변화

표 12. 시험전후 토양 화학성의 변화

구분	pH (1:5)	EC (dS/m)	T-N (%)	Ex.Cation (cmol/kg)			인산 (ppm)	유기물 함량 (g/kg)	
				K	Ca	Mg			
시험 전	A*	6.74	1.17	0.13	0.21	11.9	4.5	1,210	25.0
	B	6.89	1.22	0.12	0.19	11.2	4.5	1,039	23.8
	C	6.74	1.22	0.13	0.24	10.1	4.3	1,048	25.4
	D	6.75	1.22	0.12	0.21	10.4	4.3	980	24.8
	E	6.80	1.19	0.14	0.26	9.5	4.0	1,043	24.6
	F	6.73	1.19	0.12	0.20	9.6	4.1	1,018	24.6
시험 후	A	6.56	1.31	0.14	0.13	12.0	2.8	795	23.8
	B	6.42	1.20	0.16	0.12	12.8	3.2	778	24.2
	C	6.48	1.22	0.12	0.12	12.6	2.6	760	25.1
	D	6.53	1.16	0.13	0.16	12.4	2.7	695	22.6
	E	6.46	1.28	0.13	0.18	11.6	2.1	750	23.1
	F	6.55	1.27	0.12	0.16	12.2	2.3	756	23.1

*A : 무처리 팽화왕겨

B : C/N률 70

C : C/N률 55

D : C/N률 40

E : 관행퇴비구

F : 무퇴비구

시험결과 고추의 수량성은 C/N률 55로 조절한 후 퇴비로 사용한 시험구에서 2,685kg/10a의 수량성을 나타내 무처리 대비 12%증수되는 것으로 나타났다.

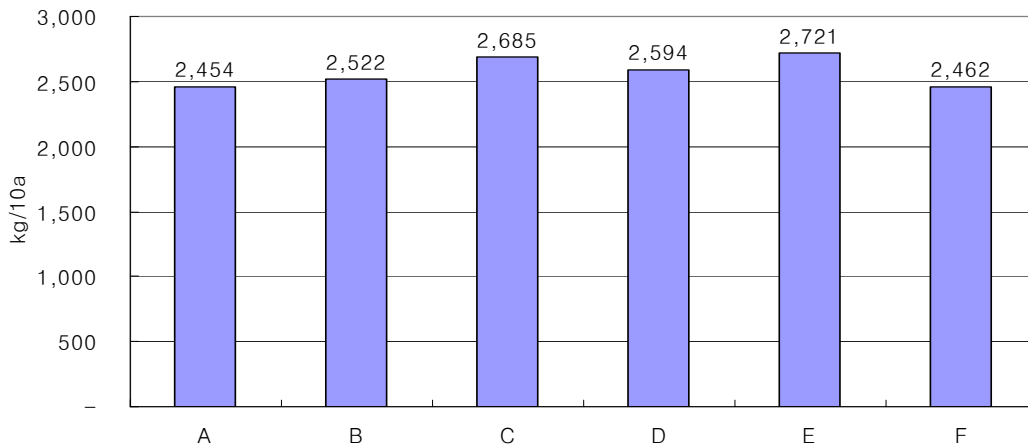


그림 9. 처리별 고추의 상품과 수량성

*A : 무처리 팽화왕겨 B : C/N률 70 C : C/N률 55
 D : C/N률 40 E : 관행퇴비구 F : 무퇴비구

4. 적 요

- 가. 팽화왕겨 배지의 사용연한에 따른 화학성을 조사결과 CEC는 사용횟수가 증가할수록 높아지는 경향이었고, K^+ 는 초기에 용출이 심하고 후기로 갈수록 용출이 적어졌으며, Ca^{++} 는 2작기사용 후기부터 3작기 사용시기까지, Mg^{++} 은 사용기간이 오래된 배지일수록 각각 용출량이 늘어가는 경향이였다.
- 나. 전자현미경으로 관찰된 배지의 표면을 관찰한 결과 1회 사용 배지와 2회 사용 배지에서 왕겨 표면의 돌출 부위가 일부 부서진 모습이 관찰되었고 3회 사용재료에서는 표면의 원형을 구분할 수 없을 정도로 심하게 부서져 있었다.
- 다. 원형여지 크로마토그래피를 이용한 부숙도 판별 결과 30일 경과시 외곽의 갈색 선이 선명해지기 시작하여 2회 사용한 배지에서는 내부가 진한 갈색으로 변화하고 외곽 선이 더욱 선명해지는 반응을 보여 팽화왕겨는 양액재배용 배지로 2작기 정도 사용이 가능할 것으로 예측되었다.
- 라. 팽화왕겨배지를 이용하여 토마토를 월별로 재배해본 결과 수량성은 2월파종구에서 5,773kg/10a로 가장 좋았고, 고온기인 6월 파종구가 1,468kg/10a으로 수량이 가장 낮았다.
- 마. 팽화왕겨 배지이용 양액재배시 월별 근권 pH의 변화는 고온기로 갈수록 pH가 빠른속도로 낮아졌고, EC의 경우는 고온기로 갈수록 배지내 집적이 낮아졌다.
- 바. 근권부의 통기를 좋게 하기 위하여 개발된 산소베드를 사용해 본 결과 산소베드는 팽화왕겨 배지와 피트모스 10% 혼합배지 모두 생육 및 수량성이 떨어지는 것으로 나타났다.
- 사. 팽화왕겨 배지에서 멀칭, 무멀칭에 따른 근권의 EC의 변화는 멀칭의 경우에는 근권의 EC 변화가 매우 적었으나, 멀칭을 하지 않을 경우 하루중의 근권 EC의 변화는 30이상 인것으로 조사되어 상층부 EC의 집적이 펠라이트에 비해 낮았으나 근권의 환경을 안정적으로 유지하기 위해서 멀칭의 필요성이 인정되었다.
- 아. 양액재배후 폐기되는 팽화왕겨 배지를 토양에 살포하고 토양의 화학성을 조사한 결과 pH

- 는 팽화왕겨 처리구가 관행퇴비구에 비해 0.2정도 높았으며, EC는 0.3정도 낮았다.
- 자. 팽화왕겨 혼합 처리구에서는 생육이 관행 퇴비구에 비해 크게 떨어졌고, 팽화왕겨의 사용 작기가 길어질수록 생육은 저조하였다. 구중은 관행대비 미사용 팽화왕겨는 97%로 대차 없었으나, 1, 2 3작기 사용 팽화왕겨에서 각각 92, 88, 76%로 낮아지는 결과를 보였다.
- 차. 1작기 사용 팽화왕겨에 유안을 첨가하여 50일간 야적하면서 조사한 결과 건물율은 C/N율이 높을수록 빠르게 낮아져 부숙이 촉진 되는 것으로 사료되었고, pH의 변화는 C/N율에 의한 차이이기 보다는 질소성분 보충을 위해 첨가한 유안이 산성이므로 첨가된 유안의 양에 따른 것으로 판단 되었다.
- 카. 고추의 수량성은 C/N를 55로 조절한 후 퇴비로 사용한 시험구에서 2,685kg/10a으로 무처리 대비 12%증수되는 것으로 나타났다.
- 타. C/N을 조절에 의한 부숙특성을 조사한 결과 건물률은 무처리에서 낮아지는 속도가 빨라 빠르게 부숙이 진행되는 것으로 조사되었고, pH는 유안의 양에 따라 큰 차이를 나타냈다.

5. 인용문헌

- 장기운. 1995. 부산물비료 품질 고급화를 위한 금후발전방안. 유기성 폐기물 비료화의 문제점과 대책 심포지움. 한국토양비료학회. p. 70-112.
- Kim, K.H., S.H. Lim, Y.I. Nangung, and K.C. Yoo. 2000. Evaluation on the physical and chemical properties of expanded rice hulls as hydroponic culture medium. Journal of Bio-Environment Control 9(2):73-78 (in Korean).
- 김광희. 1995. 三 農事 査基. 農村振興廳. p. 317-322.
- 김경희. 2000. 팽연화 왕겨를 이용한 양액배지 및 재배기술 개발. 강원대 대학원 박사학위논문.
- Lim, J.H. I.S. Kim, B.S. Choi. 1995. Effect of amount or rice hulls mixture on growth and yield of tomato by nutriculture media. RDA. J. Agri. Sci. 37(1):363-366 (in Korean).
- Lee, J.W. 1999. Improvement of physicochemical properties of rice hull-based substrate for raising seedlings. Ph. D Diss. Seoul national University, Korea (in Korean)
- Nelson, P. V. 1991. Greenhouse operations and management. 4th ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N. J. p. 171-207.
- 辛建鐵. 1996. 彭軟化 왕겨 活用方案에 關한 研究. 푸른엔지니어링(株) 報告 : 45-55.
- 윤세영. 1996. 팽연화왕겨의 퇴비화에 관한 연구 . 한국토양비료학회지. 29(2) : 124-129.

6. 연구결과 활용제목

- 양액재배용 팽화왕겨 배지의 사용년한(2000), 팽화왕겨 배지의 사용후 퇴비화방법(2001) 영농활용
- 학회논문발표