

인삼 양직모발 약토대체 부산물퇴비 시용 연구

강승원[†] · 연병열 · 이성우 · 현동윤 · 배영석 · 현근수

농촌진흥청 국립원예특작과학원

Studies on the Application of Byproduct Composts as Substitute for Yacto in Yang-jik Nursery of Ginseng

Seung Weon Kang[†], Byeong Yeol Yeon, Sung Woo Lee, Dong Yun Hyun, Yeoung Seuk Bae, and Geun Soo Hyeon

Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 369-873, Korea.

ABSTRACT : This study was carried out to select economical byproduct composts as the substitute for the traditional organic fertilizer, Yacto, in the cultivation of ginseng seedlings, and to investigate the application method of a selected compost. Among tested byproduct composts, popped rice hull compost was the best substitute for Yacto, while the application of domestic animal manure composts resulted in red skinned roots of ginseng seedlings. Optimal mixing ratio of the popped rice hull compost with virgin soil (fine sand) were 3~4 : 1 in bulk, showing the same root yield compared to that of conventional seedbed soil. When the popped rice hull compost was lower than $1 \pm 0.1\%$ in nitrogen content, the expeller cake of oil seed was added to seedbed soil to rise nitrogen content until $1 \pm 0.1\%$.

Key Words : *Panax ginseng*, Byproduct Composts, Seedling, Yield, Popped Rice Hulls.

서 언

우량인삼을 생산하는데 있어 최대관건은 우수한 양질묘삼의 생산에 있다. 다시 부언하면 묘소질이 우수한 모종삼을 재식해야 품질 좋은 원료삼을 생산할 수 있다.

모종삼을 생산하는 모밭의 종류는 석비레와 약토를 사용하여 묘삼을 생산하는 양직모밭과 예정지로 관리된 제자리흙으로 묘삼을 키우는 반양직모밭 및 토직모밭으로 구분한다. 모밭종류별 식재가능 모종삼의 생산성은 양직모밭 > 반양직모밭 > 토직모밭순으로 높게 나타나고 있으나 (RDA 2000, 2009; Lee et al., 2004), 근래에 와서 약토의 원료인 산야초, 부엽토의 구득난으로 가축분뇨 등 유기질 비료를 약토와 혼합, 또는 단독으로 사용하는 농가가 67% 이상으로 나타나 모종삼의 수분공급, 소질불량, 본밭의 결주 증가와 수량 감소가 묘삼생산에 크게 문제되고 있다 (Lee et al., 1983; Byen et al., 1984).

또한, 토직모밭이 계속하여 늘어나고 있는 실정인데 예정지 관리시 축분퇴비 시용이 많아 생산된 묘삼에 적변발생이 많고 높은 염류농도로 인하여 염류장해가 발생되어 양질묘삼생산에 큰 차질을 빚고 있다 (Lee et al., 1986; Park et al., 1984).

모밭에 약토 대체체로 유기질 비료의 시용연구는 많이 수행되었으나 효과에 대한 뚜렷한 결과가 나타나지 않고 현재 산야초 부족시 소량의 계분, 깻묵을 혼합하여 사용하고 약토 대신으로 볶짚퇴비 사용을 권장하나 약토와 50 : 50으로 사용하게 되어있다. 묘삼전용 유기질 비료의 시용결과를 보면 (Bak et al., 1999; Ahn et al., 1985; Lee et al., 2003, 2004) 약토에 비하여 축분퇴비와 유기질비료를 혼합시용시 부속도, 적변발생 염류농도 문제 등 많은 문제점을 야기하고 있으며 유기질비료의 사용비율도 일정치 않게 보고되었다 (Ahn et al., 2003; Lee et al., 2007). 또한 최근 농가조사에 의하면 (RDA, 2004) 가축분뇨사용이 27% 정도로 높게 나타나고 사용이 점점 늘어나는데 문제가 있다. 가축분뇨의 사용은 묘삼 생육시 가축분뇨의 미부숙으로 가스장해, 염류장해 등이 발생되어 양질묘삼생산에 큰 장애가 되고 있다 (Mok, 1996).

따라서 본연구는 양직모밭에서 약토를 대체할 저가의 부산물퇴비를 선발하고 사용상 문제점과 대책을 수립코자 하였으며 약토대체체로 선발된 부산물퇴비의 시용방법을 구명하고자 수행하였다.

[†]Corresponding author: (Phone) +82-43-871-5551 (E-mail) ksw1954@rda.go.kr
Received 2009 October 29 / 1st Revised 2009 December 7 / Accepted 2009 December 9

재료 및 방법

1. 모발 약토대체 부산물퇴비 선발

양직모밭에서 약토를 대체할 부산물 퇴비를 선발코자 2005년부터 2008년까지 4년에 걸쳐 수원의 작물과학원 시험연구 포장에서 시험을 수행하였다. 시험재료는 ① 약토 (대조) ② 팽화왕겨 ③ 팽화왕겨퇴비 ④ 벚짚퇴비 ⑤ 우분툽밥혼합퇴비 ⑥ 계분툽밥혼합퇴비 ⑦ 우분툽밥퇴비 ⑧ 돈분툽밥퇴비 ⑨ 계분툽밥퇴비 등 9종을 공시하였으며, 이 중 우분, 돈분, 계분툽밥 단종퇴비는 질소함량이 높아 석비레 등과 혼합비율을 낮게 하여 처리하였고 재료의 화학성분은 Table 1과 같다.

공시토양은 석비레 (원야토)와 적색황토 2종을 시험재료와

Table 1. Chemical components of several composts used in this experiment.

Composts	T-N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)
Yacto (control)	0.77	0.47	0.69
PRH [†]	0.35	0.03	0.25
PRHC	0.78	0.48	0.58
RSC	0.47	0.57	1.17
CMSMC [‡]	1.21	1.16	1.24
CHMSMC [§]	1.63	1.55	1.33
CMSC	1.59	1.04	1.31
PMSC	1.85	1.68	0.84
CHMSC	2.04	1.57	1.21

† PRH : Popped rice hulls, PRHC : Popped rice hulls compost, RSC : Rice straw compost, CMSMC : Cow manure sawdust mixed compost, CHMSMC: Chicken manure sawdust mixed compost, CMSC: Cow manure sawdust compost, PMSC: Pig manure sawdust compost, CHMSC: Chicken manure sawdust compost
 ‡ Cow manure 30% + sawdust 40% + pig manure 20% + chicken manure 10%
 § Chicken manure 20% + bark 30% + sawdust 20% + rapeseed cake 30%

Table 2. Chemical components of testing nursery soil used in this experiment.

Soil	pH (1 : 5)	EC (ds/m)	NO ₃ (ppm)	OM (g/kg)	Ex.Cation (cmol ⁺ kg ⁻¹)		
					K	Ca	Mg
Virgin soil [†]	5.9	0.16	0.5	1.0	0.14	3.0	1.1
Red yellow soil	5.0	0.16	1.0	8.0	0.32	1.1	1.1

† Virgin soil : saprolio.

Table 3. Chemical components of testing nursery soil used in this experiment.

Soil	pH (1 : 5)	EC (ds/m)	NO ₃ (ppm)	OM (g/kg)	Ex.Cation (cmol ⁺ kg ⁻¹)		
					K	Ca	Mg
Virgin soil [†]	6.0	0.05	1.0	2.1	0.05	16	0.9
Red yellow soil	5.0	0.11	1.0	6.0	0.20	2	1.8

† Virgin soil : saprolio.

혼합비율 조정하여 처리하였으며 공시모관흙의 화학성분은 Table 2와 같다.

파종은 11월 중·하순에 하였고 재식밀도는 장척을 이용하여 3 × 3 cm로 하였고 사각밭트 [33 × 41 × 24 (H) cm]를 이용, 완전임의 3반복으로 시험구를 배치하여 수행하였다. 밧트내 수분조절은 수분측정기 (ECH₂O)를 설치하여 토양수분을 30~40% 유지시켰고 기타관리는 표준재배법에 준하였다. 묘삼 생육 및 수량성을 조사하였고 토양화학성은 농업과학기술원 표준분석법 (NIAS, 2000년)을 기준으로 pH, EC, NO₃-N, 치환성 양이온등을 분석하였다.

2. 약토대체 팽화왕겨퇴비 시용량 구명

약토를 대체할 부산물퇴비 선발시험에서 선발된 팽화왕겨퇴비의 시용량 구명을 하고자 ① 석비레 : 약토 = 3 : 1 (대조), ② 석비레 : 팽화왕겨퇴비 = 1 : 1, ③ 석비레 : 팽화왕겨퇴비 = 2 : 1, ④ 석비레 : 팽화왕겨퇴비 = 3 : 1, ⑤ 석비레 : 팽화왕겨퇴비 = 4 : 1, ⑥ 석비레 : 팽화왕겨퇴비 = 5 : 1 등 6처리를 하여 2007년~2008년까지 2개년에 걸쳐 수행하였다. 파종은 11월중순에 재식밀도는 3 × 3 cm로 기계파종기를 이용하였고 시험구배치는 난괴법 3방법으로 배치하였다. 기타 해가림 설치 등 관리는 표준재배법에 준하였다. 공시모관흙과 재료의 화학성분은 Table 3, 4와 같고 묘삼생육 및 수량조사와 토양화학성 분석은 부산물퇴비 선발과 동일한 방법으로 하였다.

결과 및 고찰

1. 모발약토대체 부산물퇴비 선발

양직모밭에서 석비레와 부산물퇴비를 혼합사용했을 때 생육 특성은 Table 5와 같다. 묘삼의 엽색 (SPAD)은 약토 (대조) 처리에 비하여 팽화왕겨퇴비는 같은 경향이었으나, 팽화왕겨 처리에서 낮게 나타나 생육기 비절현상을 보였고 그 외 우분,

Table 4. Comparison of chemical components between traditional organic fertilizer and the selected compost in this experiment.

Composts	T-N(%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	C/N ratio (%)
Yacto (control)	0.86	0.25	0.39	25
Popped rice hulls compost	0.45	0.05	0.23	40

Table 5. Characteristics of the growth and yield of ginseng seedlings grown in the virgin soil (saprolio) amended with byproduct composts.

Byproduct composts (Ratio mixed with saprolio)	Leaf color (SPAD)	Seedling stand ratio (%)	Root length (cm)	Ratio of rusty colored root (%)	EC (dS/m)	Ratio of usable seedling (%)	Yield	
							g/m ²	Index
Yacto (control, 3 : 1)	29.0 ± 5.4	76.3 ± 7.6	13.4 ± 2.1	6.1 ± 1.1	0.56 ± 0.0	80.8 ± 15.3	147.5 ± 24.7	100
PRH [†] (3 : 1)	22.8 ± 2.3	64.8 ± 9.7	12.1 ± 0.6	2.9 ± 1.5	0.37 ± 0.1	69.3 ± 7.9	116.5 ± 11.0	79
PRHC (3 : 1)	30.4 ± 1.7	68.1 ± 13.4	12.8 ± 1.5	4.4 ± 6.1	0.41 ± 0.4	77.2 ± 15.0	131.3 ± 25.1	89
RSC (3 : 1)	-	63.6 ± 3.1	12.1 ± 0.3	13.3 ± 5.8	0.50 ± 0.1	59.2 ± 8.4	131.4 ± 20.8	89
CMSMC (3 : 1) [‡]	-	20.8 ± 8.5	7.5 ± 1.8	32.7 ± 4.6	0.89 ± 0.2	12.5 ± 7.5	18.7 ± 9.6	13
CHMSMC (3 : 1) [§]	-	24.5 ± 4.6	9.6 ± 1.2	26.3 ± 16.5	1.30 ± 0.2	42.9 ± 22.2	35.7 ± 9.7	24
CMSC (9 : 1)	25.9 ± 1.5	59.1 ± 7.0	11.1 ± 1.4	36.5 ± 19.1	1.34 ± 0.2	68.3 ± 8.5	28.0 ± 12.7	19
PMSC (9 : 1)	27.8 ± 0.7	65.1 ± 12.6	12.3 ± 2.4	45.1 ± 15.6	0.77 ± 0.2	76.3 ± 12.0	103.3 ± 23.3	70
CHMSC (9 : 1)	25.3 ± 1.3	68.2 ± 8.3	11.1 ± 1.8	36.2 ± 11.5	0.81 ± 0.1	81.3 ± 3.1	112.1 ± 15.3	76

† PRH : Popped rice hulls, PRHC: Popped rice hulls compost, RSC: Rice straw compost, CMSMC: Cow manure sawdust mixed compost, CHMSMC: Chicken manure sawdust mixed compost, CMSC: Cow manure sawdust compost, PMSC: Pig manure sawdust compost, CHMSC: Chicken manure sawdust compost

‡ Cow manure 30% + sawdust 40% + pig manure 20% + chicken manure 10%

§ Chicken manure 20% + bark 30% + sawdust 20% + rapeseed cake 30%

돈분퇴비는 차이가 적게 나타났다. 입모율은 약토 (대조)처리 보다 부산물퇴비처리 모두 낮았으나 팽화왕겨퇴비와 계분톱밥 퇴비처리에서 높게 나타났다. 우분과 계분혼합퇴비처리구는 근장이 짧고 동직경이 가늘게 나타났고 이 외 축분퇴비처리에서도 같은 경향을 보였는데 이는 묘삼생육 중 EC가 높게 나타나 염류에 대한 장애를 받았던 것으로 사료된다.

약토 (대조)에 비하여 축분퇴비처리구 모두 적변율이 높게 나타났는데 이는 EC가 높는데 기인한다. 인삼밭에 EC 적정치는 0.5dS/m로 이보다 높을시 염류장애를 일으키는 것으로 보고 (RDA, 2009)하고 있어 본 결과도 축분퇴비처리에서 0.77~1.34 dS/m 으로 높게 나타나 염류장애에 따른 적변율이 높게 발생을 보이고 있다. 사용가능묘삼비율은 약토처리에 비하여 혼합축분퇴비보다는 혼합비율 (9 : 1)이 낮은 단종축분퇴비가 높은 경향이고 팽화왕겨퇴비와 볏짚퇴비처리가 가장 높게 나타났다. 이러한 결과는 유기질비료와 축분류처리시 약토처리에 비하여 적변율이 높게 나타나고 사용가능묘삼비율이 낮았다는 보고와 유사한 경향을 보였고 특히, 우분, 계분 등 축분류 사용시는 질소, 인산 등 성분함량의 균일성과 미부숙퇴비의 문제점을 지적하였다 (Bak *et al.*, 1999; Lee *et al.*, 2003). 수량성에 있어서도 사용가능묘삼비율이 높은 팽화왕겨퇴비와 볏짚처리가 대등하게 나타나 유망시 되어 약토 대체 부산물퇴비로 선발할 수 있었다. 현재 볏짚퇴비는 약토 대체용으로 선

발되어 사용하고 있다 (Lee *et al.*, 1983; Byen *et al.*, 1984; RDA, 2000).

양직모밭에서 적색황토와 부산물퇴비를 혼합사용했을 때 생육특성은 Table 6과 같다. 적색황토와 부산물퇴비처리에 따른 묘삼의 엽색 (SPAD)은 팽화왕겨처리가 낮게 나타나고 그 외 처리는 비슷한 경향이였다.

약토 (대조)처리에 비하여 입모율은 팽화왕겨처리가 비슷한 경향이고 부산물퇴비처리에서는 돈분, 계분톱밥퇴비처리가 높게 나타났고 또한 근장이 길며 동직경이 굵고 근중이 높아 이 두 처리는 생육이 양호하게 나타났다.

부산물퇴비처리에 따른 적변율 발생은 약토 (대조)처리에 비하여 볏짚퇴비, 우분, 계분혼합퇴비처리가 높은 반면 우분, 돈분 및 계분톱밥퇴비에서는 낮게 나타났고 EC 또한 같은 경향을 보였다. 사용가능묘삼비율은 약토 (대조)처리에 비하여 돈분, 계분톱밥퇴비처리구 (혼합비율, 9 : 1)에서 높았고 수량 또한 29~36% 증수를 보여 유망시 되었다.

석비레 대응으로 사용되는 있는 적색황토 (Ahn *et al.*, 1983; RDA, 2009)에 부산물퇴비로 돈분, 계분톱밥퇴비는 혼합비율을 조절하여 사용시 약토 대체제로 사용이 가능할 것으로 판단되나 금후 적색황토와 축분퇴비의 혼합사용할 때 에는 비효조절과 부숙도, 혼합비율에 대한 세부적인 연구가 다각적으로 검토되어야 할 것으로 생각된다.

Table 6. Characteristics of soil and the growth of ginseng seedlings grown in the red yellow soil amended with byproduct composts.

Byproduct compost (Ratio mixed with red yellow soil)	Leaf color (SPAD)	Seedling stand ratio (%)	Root length (cm)	Root weight (g/plant)	Toproot diameter (mm)	Ratio of rusty colored root (%)	EC (ds/m)	Ratio of usable seedling (%)	Yield	
									g/m ²	Index
Yacto (controll, 3 : 1)	29.2±6.3	86.1±13.0	15.5±0.8	0.35±0.09	3.4±0.07	13.2±4.5	0.72±0.0	78.9±16.3	151.6±18.8	100
PRH (3 : 1) [†]	26.6±2.0	84.8±4.6	13.5±1.1	0.31±0.02	3.8±0.27	16.1±1.7	0.44±0.1	72.7±8.6	121.3±21.9	80
PRHC (3 : 1)	30.7±2.6	57.9±19.6	11.0±2.1	0.33±0.04	2.9±0.27	11.0±5.3	0.43±0.1	66.3±20.4	122.9±22.6	81
RSC (3 : 1)	-	68.3±3.5	9.9±0.8	0.33±0.01	2.9±0.43	33.3±10.2	1.00±0.4	57.2±8.8	125.8±17.0	83
CMSMC (3 : 1) [‡]	-	69.5±6.7	11.2±0.6	0.32±0.04	3.3±0.28	56.7±11.5	1.37±0.1	54.7±0.9	55.5±6.8	63
CHMSMC (3 : 1) [§]	-	51.8±5.0	9.4±1.0	0.25±0.03	2.9±0.02	43.3±15.3	1.78±0.2	48.6±14.5	77.3±5.4	51
CMSC (9 : 1)	22.7±3.3	59.1±5.5	5.9±5.1	0.13±0.04	2.2±0.14	8.5±4.8	1.46±0.2	15.9±3.9	3.0±2.0	2
PMSC (9 : 1)	30.9±0.8	75.8±14.5	14.2±1.6	0.39±0.03	4.0±0.14	3.6±1.5	1.62±0.5	90.3±2.1	195.6±6.6	129
CHMSC (9 : 1)	29.9±2.0	72.7±15.6	15.2±2.0	0.44±0.06	4.1±0.08	19.7±5.3	1.08±0.4	84.4±13.5	206.2±31.9	136

† PRH : Popped rice hulls, PRHC : Popped rice hulls compost, RSC : Rice straw compost, CMSMC : Cow manure sawdust mixed compost, CHMSMC : Chicken manure sawdust mixed compost, CMSC : Cow manure sawdust compost, PMSC : Pig manure sawdust compost, CHMSC : Chicken manure sawdust compost

‡ Cow manure 30% + sawdust 40% + pig manure 20% + chicken manure 10%.

§ Chicken manure 20% + bark 30% + sawdust 20% + rapeseed cake 30%.

Table 7. Characteristics of the ginseng seedlings grown in the virgin soil amended with different ratio of popped rice hull compost.

Treatments	Emergence date	Plant height (cm)	Leaf color (SPAD)	Root length (cm)	Taproot diameter (mm)	Root weight (g/root)
VS [†] : Yacto = 3 : 1 (Controll)	4.19	10.3 a*	26.7 a	16.0 a	3.54 a	0.34 a
VS : PRHC [‡] = 1 : 1	4.19	9.0 a	26.7 a	13.3 b	3.15 a	0.19 b
VS : PRHC = 2 : 1	4.19	9.2 a	26.9 a	12.7 bc	3.48 a	0.28 ab
VS : PRHC = 3 : 1	4.19	9.2 a	27.3 a	13.2 b	3.53 a	0.26 ab
VS : PRHC = 4 : 1	4.19	8.9 a	27.1 a	13.3 b	3.37 a	0.28 ab
VS : PRHC = 5 : 1	4.19	9.1 a	26.5 a	11.9 c	3.28 a	0.25 ab

† VS : Virgin soil (saprolio), ‡ PRHC; popped rice hull compost.

* DMRT(5%).

2. 약토대체 팽화왕겨퇴비 시용량 구명

양직모발 약토 대체제로 선발된 석비레와 팽화왕겨퇴비의 혼합비율에 따른 생육특성은 Table 7과 같다. 석비레와 약토 (대조)처리에 비하여 팽화왕겨퇴비 혼합비율간 출아기는 큰 차이 없으며 근장은 다소 짧은 경향이였다. 이는 Table 4의 공시재료의 화학성분 중 질소함량이 낮는데 기인하는 것으로 생각된다. 또한 근장도 같은 경향으로 짧으나 동직경은 석비레 : 팽화왕겨퇴비 = 2~3 : 1처리에서 같은 경향으로 굵었으며 1근중도 다소 가벼우나 약토 (대조)처리와 대등함을 보였다.

석비레와 팽화왕겨퇴비 혼합비율에 따른 토양 및 수량특성은 Table 8과 같다. 석비레 : 약토 (대조) = 3 : 1처리에 비하여 석비레와 팽화왕겨퇴비처리는 pH가 적정수준이며 EC는 혼합비율 3~4 : 1에서 적정수준 이하로 나타났고 적변을 발생도 대조구보다 더 낮게 나타났다. 석비레 : 약토 (대조) 처리에 비하여 m² 당 수확수량과 사용가능묘삼비율이 높은 석비레 : 팽화왕겨퇴비 = 4 : 1 처리에서 8% 증수되었고 3 : 1처리에서는 대

등한 수량을 보였다. 따라서 팽화왕겨퇴비를 약토대체로 사용 시 팽화왕겨퇴비의 질소함량에 따라 석비레 : 팽화왕겨퇴비 혼합비율을 3 : 1~4 : 1로 배합 (용적비)하여 사용하면 우량묘삼을 생산할 것으로 기대된다.

Table 9는 팽화왕겨퇴비의 혼합비율에 따른 토양삼상과 공극율을 나타낸 것이다. 석비레 : 약토 (대조) = 3 : 1처리에 비하여 석비레 : 팽화왕겨퇴비 = 3~4 : 1, 처리에서 기상이 높고 공극율이 53~55%로 나타나 토양내 물리성은 양호한 것으로 판단되었으며 Table 8에서와 같이 사용가능묘삼비율과 수량성이 높게 나타났다. 이러한 결과는 토양공극율과 물리적 요인은 석비레와 약토의 혼합비율에 따라 묘삼생육과 근중에 밀접한 관계가 있다고 보고 (Ahn *et al.*, 2003)한 결과와 유사한 경향을 보여 본시험에 사용된 팽화왕겨퇴비와 석비레의 혼합비율은 토양 물리성 측면에서 매우 중요한 요인으로 사료된다.

팽화왕겨퇴비의 비효가 낮을시 부속촉진제 (채종유박) 첨가비율과 무종자 발아율은 표10과 같다. 팽화왕겨퇴비의 비효가

Table 8. Characteristics of soil and the growth of ginseng seedlings grown in the virgin soil amended with different ratio of popped rice hull compost

Treatments	pH (1 : 5)	EC (ds/m)	Ratio of rusty colored root (%)	No.of harvest plant (plant/)	Ratio of usable seedling (%)	Yield	
						g/m ²	Index
VS [†] : Yacto = 3 : 1 (controll)	6.0	0.54	1.2 a*	649 b	95.3 ab	131.6 ab	100
VS : PRHC [‡] = 1 : 1	5.3	0.82	0.2 b	632 b	53.6 c	51.2 c	39
VS : PRHC = 2 : 1	5.2	0.52	0.1 b	578 b	86.8 b	109.2 ab	83
VS : PRHC = 3 : 1	5.3	0.49	0.2 b	617 b	91.6 ab	129.7 ab	99
VS : PRHC = 4 : 1	5.3	0.49	0.2 b	831 a	91.9 a	142.6 a	108
VS : PRHC = 5 : 1	5.5	0.41	0.7 ab	615 b	82.2 b	94.1 ab	72

† VS : virgin soil, ‡ PRHC; popped rice hull compost.
* DMRT(5%).

Table 9. Soil phases of nursery virgin soil amended with several ratio of popped rice hull compost.

Treatments	Liquid phase (%)	Solid phase (%)	Gaseous phase (%)	Pore space ratio (%)
VS [†] : Yacto = 3 : 1 (Controll)	9.7	48.2	42.1	51.8
VS : PRHC [‡] = 1 : 1	11.3	34.4	54.3	65.6
VS : PRHC = 2 : 1	10.0	41.1	48.9	58.9
VS : PRHC = 3 : 1	8.5	44.6	46.9	55.4
VS : PRHC = 4 : 1	7.5	46.8	45.7	53.2
VS : PRHC = 5 : 1	10.7	48.3	41.0	51.7

† VS : Virgin soil, ‡ PRHC : Popped rice hulls compost

Table 10. Effect of rapeseed cake on the germination of radish seed and soil chemical characteristics when popped rice hull compost was mixed with different ratio of rapeseed cake.

Treatments	Ratio of raddish germination (%)	Chemical components (%)		
		T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O
PRHC [†] + rapeseed cake [‡] 1%	100	0.76	0.07	0.23
PRHC + rapeseed cake 2%	100	0.81	0.11	0.26
PRHC + rapeseed cake 5%	100	0.88	0.18	0.27
PRHC + rapeseed cake 10%	100	1.14	0.34	0.38
PRHC + rapeseed cake 20%	0	1.39	0.70	0.61

† PRHC : Popped rice hulls compost, ‡ Rapeseed cake(N contents 5%)

낮을시 부숙촉진제로 유박을 2~5% 첨가하여 질소함량을 높일 수 있으며 인산과 가리성분함량도 높일 수 있어 유리한 방법으로 생각된다. 유박을 부숙촉진제로 10%까지 사용하여도 현재 유기질거름 사용적부 간이검정인 무종자 발아율이 100%를 보여 안전하게 사용할 수 있으나 생산비용 면에서 2%가 적당할 것으로 판단된다.

따라서 팽화왕겨퇴비 비효가 낮은 경우 유박 (2~5%)등을 사용하여 질소함량 (1±0.1%)을 조절하고 비효가 높으면 석비레와의 혼합비율을 조절하여 사용함이 가능할 것으로 생각되며, 약토 대응으로 팽화왕겨퇴비를 사용시 비효조절을 위한 부숙촉진제의 사용방법과 부숙도 향상에 대한 연구가 좀더 검토되어야 할 것으로 판단된다.

LITERATURE CITED

- Ahn DJ, Byen JS, Suk YS, Yu YH and Lee JC. (1985). Studies on the discrimination and production of superior ginseng seedling. Korean Ginseng & Tobacco Research Institute. Ginseng Research Annual Report. p. 497-504.
- Ahn MS, Kang AS, Kim SW and Lee SJ. (2003). Seeding growth of ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer) affected by composition of its bed soil and height of front pillar. Korean Journal of Medicinal Crop Science. : 11:340-346.
- Bak JW, Lee IH, Park CS, Byen JS, Kim HK and Park HS. (1999). Studies on the soil management of ginseng cultivation and clean ginseng production. Korean Ginseng & Tobacco Research Institute. Ginseng Research Annual Report. p. 218-229.

- Byen JS, Ahn DJ, Nam KY and Lee JC.** (1984). Studies on the reduction of stratification period for dehiscence of ginseng seed and production of good ginseng seedling. Korean Ginseng & Tobacco Research Institute. Ginseng Research Annual Report. p. 25-47.
- Lee GS, Lee SS and Chung JD.** (2003.) Effert of several kinds of composts on root yield of ginseng seedling. Journal of Ginseng Research 27:32-36.
- Lee JC, Byen JS, Ahn DJ, Kim KS and Park H.** (1986). Seedling production and soil physico-chemical components of nursery field in ginseng plantations. Korean Journal of Soil Science and Fertilizer. 19:91-96.
- Lee JH, Lee SS, Suk YS, Yu YU, Byen JS and Park H.** (1983). Studies on the production of ginseng seedling. Korea Ginseng & Tabaco Research Institute. Ginseng research Annual report. p. 306-313.
- Lee SS, Cheon SK, Lee TS, Yoon JH, Park HS, Shin SL, Choi KT, Lee GS, Ju SD, Ju SD and Chang JD.** (2004). Effect of several application methods of yakto on growth status of aerial parts in ginseng seedlings. Journal of Ginseng Research. 28:201-206.
- Lee SS, Chon SK, Lee JH, Ahn IO, Shin SL, Choi KT, Lee GS, Lee HS and Chung JD.** (2004). Effect of several application methods of yakto on root yield in ginseng seedling. Journal of Ginseng Research. 28:207-210.
- Lee SW, Yeon BY, Hyun DY, Hyun GS, Chun Park CG, Kim TS and Cha SW.** (2007). Effect of compost application level on seedling growth of *Panax ginseng* C. A. Meyer. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 15:138-141.
- Mok SK.** (1996). Study on the prediction and estimation of product in ginseng cultivation. Korean Ginseng & Tobacco Research Institute. Ginseng Research Annual Report. p. 158-177.
- NIAST.** (2000). Soil and plant analysis methods. National Institute of Agriculture. science and Technology. Suwon. Korea.
- Park H, Lee MG, Lee JC and Byen JS.** (1984). Soil factors affecting ginseng seedling yield and their relation. Korean Journal of Soil Science and Fertilizer. 17:24-29.
- RDA.** (2000). Ginseng Cultivation Standard Farming Textbook-103 p. 94-100.
- RDA.** (2009). Ginseng GAP standard operation pratices (2nd Edition) p. 79-86.
- RDA.** (2004). Study for the cutivating-technique problems by investigation of practical cultivation adopted in ginseng farms. Research Report. p. 12-14.