

Weed & Turfgrass Science was renamed from both formerly Korean Journal of Weed Science from Volume 32 (3), 2012, and formerly Korean Journal of Turfgrass Science from Volume 25 (1), 2011 and Asian Journal of Turfgrass Science from Volume 26 (2), 2012 which were launched by The Korean Society of Weed Science and The Turfgrass Society of Korea found in 1981 and 1987, respectively.

옥수수밭 예방적 잡초방제를 위한 가묘상 처리 시기

이병모* · 조정래 · 안난희 · 옥정훈 · 김석철
농촌진흥청 국립농업과학원 유기농업과

False Seedbed Weed Control under Different Preparation Date and Method in Organic Corn Field

Byung-mo Lee*, Jeong-Rae Jo, Nan-Hee An, Jung-Heun Ok, and Seog-Cheol Kim

Organic Agriculture Division, National Academy of Agricultural Science, RDA, Iseo, 565-852. Korea

ABSTRACT. Effects of false seedbed procedures in organic corn field were evaluated as affected by preparation date and method. False seedbed was prepared at May 7, 14, 21, 28 and June 5 with shallow tillage or flame weeding. Weed suppression rate of each treatment was evaluated 3 weeks after sowing. Optimal false seedbed preparation time was between end of May and early in June. Weed suppression rate of early false seedbed preparation was quiet low. Flaming weed treatment was better than shallow tillage. Weed suppression rate by the second treatment was increased approximately 30-60% compared to 1st treatment. Weed suppression rate at 3 weeks after sowing was 70-90% by the second false seedbed preparation. The results showed that the false seedbed technique between end of May and early in June preparation has some potential weed control to reduce weed population during crop growth. Therefore late planting time crop such as corn, sorghum and soybean would be possible to apply false seedbed for organic weed control.

Key words: False seedbed, Organic farming, Preventative weed control, Stale seedbed, Weed control

Received on November 10, 2014; **Revised** on November 20, 2014; **Accepted** on December 4, 2014

***Corresponding author:** Phone) +82-63-238-2567, Fax) +82-63-238-3824; E-mail) leebm@korea.kr

© 2014 The Korean Society of Weed Science and The Turfgrass Society of Korea

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License & #160; (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, & #160; and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서 론

제초제를 사용하지 못하는 유기농업에서의 잡초 방제는 관행 농법의 경우보다 더 큰 문제이다. 농업인 설문조사 결과 유기농업 실천에 있어 잡초방제가 가장 어려운 것으로 조사되었으며(Kim et al., 2012) 친환경농업으로의 전환을 생각하는 농업인들 중 상당수가 가장 큰 걸림돌로 제초작업을 손꼽았을 정도이다. 잡초 특유의 왕성한 번식력과 휴면 등의 형태로 오래 지속되는 발아력은 작물 재배기간 동안 잡초와의 끊임없는 싸움이 되는 원동력이 된다. 이처럼 끊임없이 발생하는 잡초의 밀도를 줄이기 위해서는 유입되는 잡초 종자의 양을 줄여 토양 속 종자은행(seed bank)의 크기를 줄이고 전 작물로부터의 영향도 최대한 줄여야

만 한다(Kebreab and Murdoch, 2001). 이를 위해서 잡초 종자의 결실을 억제하고 토양 속 잡초 종자의 밀도 또한 줄여나가야 한다.

작물을 파종하기 전 본밭을 준비하고 발생한 잡초가 어느 정도 자랄 때까지 2-3주 기다렸다가 일시에 제거한 뒤 작물을 심는 가묘상 또는 헛묘상(false or stale seedbed) 방법은 토양 속 잡초 종자의 밀도를 줄이는 데 효과적인 방법이다(Bond et al., 2005). 외국에서는 예방적 잡초방제 방법인 가묘상 방법을 이용해 초기 잡초의 밀도를 줄이는 방법이 밀(Rasmussen, 2000), 상추(Bleeker and Weide, 2000), 오이(Johnson and Mullinix, 1998) 등 여러 작물에서 많이 시도되어 좋은 성과를 얻고 있으며 국내에서는 최근 들어 벼(Lee et al., 2013)와 배추, 고추 등의 발작물(Cho et al.,

2014)에 대해서 조금씩 시도되고 있다. Cho et al. (2014)은 가묘상 처리를 통해 배추, 콩, 고추, 옥수수에서 각각 65-73%, 50-55%, 9-55%, 8-33%의 잡초 억제율을 얻어 가묘상을 이용한 잡초관리 가능성을 보고하였다. 그러나 가을 작기의 배추, 시금치, 당근에서는 각각 18-39%, 40-77%, 37-38%의 잡초 억제율을 보였고 생육과 수량도 적어 보다 심도 깊은 연구가 필요하다고 하였다. 이처럼 가묘상 처리 시기에 따라 잡초 억제율이 다른 것은 시기별로 발생하는 잡초가 각기 다르기 때문이다. 즉 가묘상 처리시기와 문제 잡초의 발아시기가 일치하면 효과적인 잡초 억제율을 보이거나 문제잡초가 가묘상 처리시기 훨씬 이후에 발생되면 잡초 억제효과가 낮아질 수밖에 없는 것이다. 본 연구는 봄작기의 가묘상 처리시기에 따라 잡초 억제 효과가 어떻게 달라지는가를 조사해 적절한 가묘상 처리시기를 제시하기 위하여 수행하였다.

재료 및 방법

가묘상을 통한 예방적 잡초방제 가능성을 알아보고자 2012년부터 3년간 수원시 망포동에 있는 국립농업과학원 시험포장에서 수행하였다. 가묘상 처리시기를 달리하기 위해 5월 7일부터 6월 5일까지 1주 간격으로 처리구를 두었고 가묘상 처리 방법에 대한 실험을 위해 얇은 경운을 실시한 곳과 화염 제초를 실시한 곳으로 나누었다. 얇은 경운은 관리기를 이용, 5 cm 이하로 경운날 깊이를 조절하여 토양 교란을 최소화시켰고 화염 제초는 LPG 통에 고압호스를 이용하여 가스토치를 연결한 후 발생한 풀을 고열로 태워 제거하였다. 각각의 처리구는 다시 둘로 나누어 가묘상 처리를 1회만 처리한 곳과 2회 처리한 곳을 두어 처리횟수에 따른 잡초 억제효과를 조사하였다. 가묘상 2회 처리구는 1차 처리 3주 후 잡초가 충분히 발생한 때에 얇은 경운 혹은 화염으로 잡초를 제거하였고 그 후에 옥수수를 파종하였다. 옥수수 품종은 '박사찰옥' 이었으며 70×30 cm의 재식거리로 황금파종기를 이용하여 파종하였다.

잡초의 발생 상황과 억제 효과를 조사하기 위하여 가묘상 1차 처리와 2차 처리 때 각각 잡초조사를 실시하였고 옥수수 파종 3주 후 가묘상 처리에 따른 초기 잡초억제 효과를 조사하였다. 잡초발생 조사는 50 cm×50 cm의 방형구를 이용하여 3반복으로 채취하여 잡초 초종과 생체중을 조사하였다. 옥수수 시비는 초기 잡초의 발아와 출현에 미치는 양분의 영향을 최소화 시키기 위해 기비는 주지 않았고 옥수수 시비처방 기준량 중 질소 성분량 15.8 kg에 상당하는 유박을 추비 형태로 주었다. 옥수수밭 잡초관리는 최종 잡초조사가 끝난 후 예초기를 이용하여 1회 제초하였고 수

량과 수량구성요소 조사는 농촌진흥청 조사기준에 의해 조사하였다. 통계처리는 SAS 프로그램(SAS ver. 9.1)의 분산 분석을 통한 던컨검정($P < 0.05$)에 의해 발생밀도간 유의차 검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

가묘상 처리방법, 처리시기와 처리횟수 별 잡초억제 효율

옥수수를 재배하는 동안 발생하는 잡초 종류를 시기적으로 알아보기 위하여 무처리구의 발생 잡초를 5월 초순부터 1주일 간격으로 채취한 후 우점종 순으로 정리하여 주요 문제잡초만 나열하였다(Table 1). 5월 초순-중순까지는 주로 동계 월년생 잡초인 냉이, 다닥냉이, 벼룩이자리 등이 우점하고 있었으나 5월 하순부터는 바랭이, 돌피, 쯤명아주 등의 하계 일년생 잡초들이 우점하였다. 잡초의 시기적 천이 시점은 각 지역별로 차이가 있겠지만 수원 등의 중부 지방에서는 5월 중순경이 동계잡초에서 하계 잡초로 넘어가는 전환기라고 판단되었다.

가묘상 처리시기와 처리횟수 별 잡초억제 효율을 가묘상 처리방법에 따라 살펴보았다. 얇은 경운구와 화염처리구 모두 가묘상 처리시기가 늦어질수록 잡초의 발생이 억제되었다(Fig. 1, 2). 처리시기가 5월 하순으로 갈수록 잡초의 발생이 줄어드는 현상은 화염처리구에서 더욱 확연히 나타났다. 본 시험 포장에서 여름 밭 포장의 대표적 문제잡초인 바랭이와 돌피가 5월 중순이 되어야 발생하기 시작하였는데(Table 1) 이들이 발생되기 전인 5월 초순의 가묘상 처리는 오히려 바랭이와 돌피의 발생을 촉진해 무처리구보다 더 많은 잡초를 발생시켰다. 선부른 기계제초 또는 경운은 토양을 교란시켜 토양 속에 잠들어 있던 잡초 종자를 오히려 발아시킬 수 있다고 하였는데(Lamour and Lotz, 2007) 5월 초순의 가묘상 처리 후 오히려 잡초 발생이 많아진 것은 이러한 이유라고 판단되었다. 화염처리구의 경우 가묘상 처리시기가 늦어질수록 일정하게 잡초 억제율이 높아진데 반해 얇은 경운구는 그 효과가 들쭉날쭉하였다. 이는 가묘상 처리 전후의 기상조건 즉 강우와 기온 그리고 경운깊이에 따라 제초효율이 달라졌기 때문이다. 특히 가묘상 처리 후 강우가 있었던 5월 21일 처리구는 얇은 경운에 따른 토양 교란이 오히려 잡초의 발아를 유도한 결과가 되었다. 그러나 이처럼 잡초가 많이 발생되었더라도 가묘상을 2회 수행하면 잡초억제율을 70-84%까지 높일 수 있었다(Fig. 1). 화염처리에 의한 가묘상 처리구 역시 1회 처리에 의해 27-52%에 불과했던 잡초 억제율이 2회 처리를 통해 40-90%까지 향상되었다(Fig 2). 이와 같은 결과를 토대로 안정적인 잡초 억제 효과를 위해서는 5월

Table 1. Seasonal changes of major problem weed occurred in control plot in organic corn field.

May-07^x		May-15	
Specices	No. of weed (m ⁻²)	Specices	No. of weed (m ⁻²)
<i>Lepidium apetalum</i> 다닥냉이	51	<i>Capsella bursa-pastoris</i> 냉이	33
<i>Plantago asiatica</i> 질경이	47	<i>Arenaria serpyllifolia</i> 벼룩이자리	30
<i>Mazus pumilus</i> 주름잎	20	<i>Lepidium apetalum</i> 다닥냉이	17
<i>Veronica arvensis</i> 선개불알풀	16	<i>Calystegia sepium</i> 큰메꽃	12
<i>Capsella bursa-pastoris</i> 냉이	13	<i>Artemisia princeps</i> 쑥	7
May-21		May-29	
<i>Digitaria ciliaris</i> 바랭이	862	<i>Mazus pumilus</i> 주름잎	60
<i>Echinochloa crus-galli</i> 돌피	63	<i>Digitaria ciliaris</i> 바랭이	20
<i>Calystegia sepium</i> 큰메꽃	57	<i>Chenopodium ficifolium</i> 쯤명아주	20
<i>Lepidium apetalum</i> 다닥냉이	18	<i>Calystegia sepium</i> 큰메꽃	19
<i>Sonchus brachyotus</i> 사데풀	14	<i>Echinochloa crus-galli</i> 돌피	14
Jun-19		Jun-26	
<i>Digitaria ciliaris</i> 바랭이	176	<i>Digitaria ciliaris</i> 바랭이	176
<i>Echinochloa crus-galli</i> 돌피	87	<i>Echinochloa crus-galli</i> 돌피	87
<i>Chenopodium ficifolium</i> 쯤명아주	48	<i>Chenopodium ficifolium</i> 쯤명아주	48
<i>Persicaria longiseta</i> 개여뀌	42	<i>Persicaria longiseta</i> 개여뀌	42
<i>Oxalis corniculata</i> 꿩이밥	35	<i>Oxalis corniculata</i> 꿩이밥	35
Jul-02		Jul-09	
<i>Digitaria ciliaris</i> 바랭이	327	<i>Digitaria ciliaris</i> 바랭이	608
<i>Echinochloa crus-galli</i> 돌피	109	<i>Echinochloa crus-galli</i> 돌피	226
<i>Cyperus microiria</i> 금방동사니	121	<i>Portulaca oleracea</i> 쇠비름	160
<i>Portulaca oleracea</i> 쇠비름	78	<i>Cyperus microiria</i> 금방동사니	150
<i>Amaranthus lividus</i> 개비름	22	<i>Setaria viridis</i> 강아지풀	26
Jul-16		Jul-22	
<i>Digitaria ciliaris</i> 바랭이	187	<i>Digitaria ciliaris</i> 바랭이	226
<i>Cyperus microiria</i> 금방동사니	60	<i>Cyperus microiria</i> 금방동사니	84
<i>Echinochloa crus-galli</i> 돌피	49	<i>Echinochloa crus-galli</i> 돌피	44
<i>Portulaca oleracea</i> 쇠비름	14	<i>Portulaca oleracea</i> 쇠비름	22

^x Weed sampling date.

중순 이후 하계 잡초가 출현했을 때 얇은 경운 혹은 화염으로 2회의 가묘상 처리를 수행할 것을 추천한다.

가묘상 처리방법, 처리시기와 처리횟수 별 옥수수 생육과 수량

가묘상 처리방법과 처리시기에 따른 옥수수 생육과 수량을 조사하였다. 전체적으로 가묘상을 처리한 곳의 생육과 수량이 무처리보다 더 좋았다(Table 2). 특히 열매의 무게

를 비롯하여 초장과 줄기의 직경에서 무처리구에 비해 증가폭이 컸다. 엽수에서도 무처리구에 비해 다소 차이가 발생하였는데 이는 가묘상 처리에 의해 잡초와의 초기 경합이 줄어들어 옥수수의 생육이 좋아졌고 그 결과가 수량으로 이어진 것으로 추정되었다. 가묘상 무처리구는 잡초경합한계기간인 생육초기의 잡초발생이 많아 잡초와의 경합에 그대로 노출되어 생육이 부진하였다가 생육 중기의 제

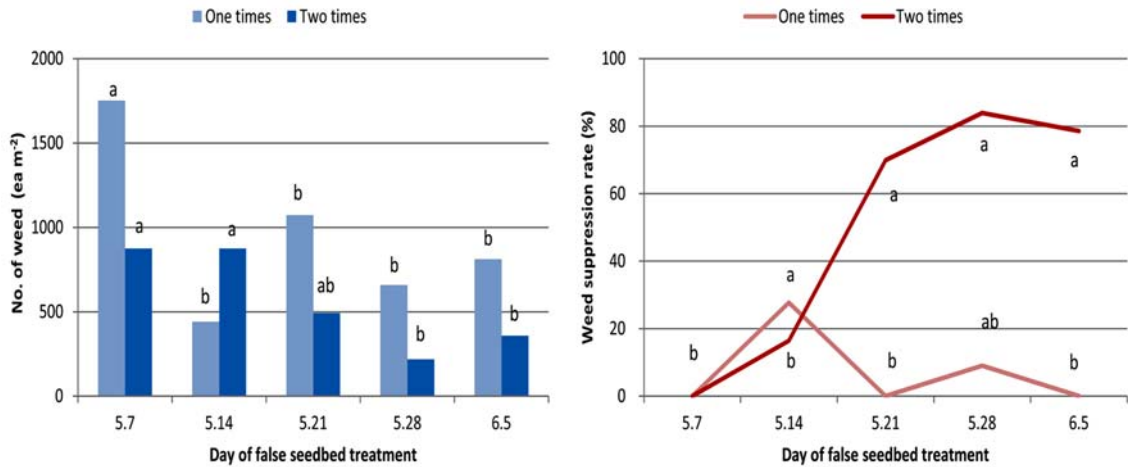


Fig. 1. Weed suppression effect by false seedbed treatment with shallow tillage. False seedbed was prepared at May 7 to June 5, and one time or twice false seedbed were treated. Data collection was performed at 3 weeks after planting. The same letters are not significantly different by Duncan's multiple range test at $P < 0.05$ (left: number of weed per m^2 ; right: weed suppression rate).

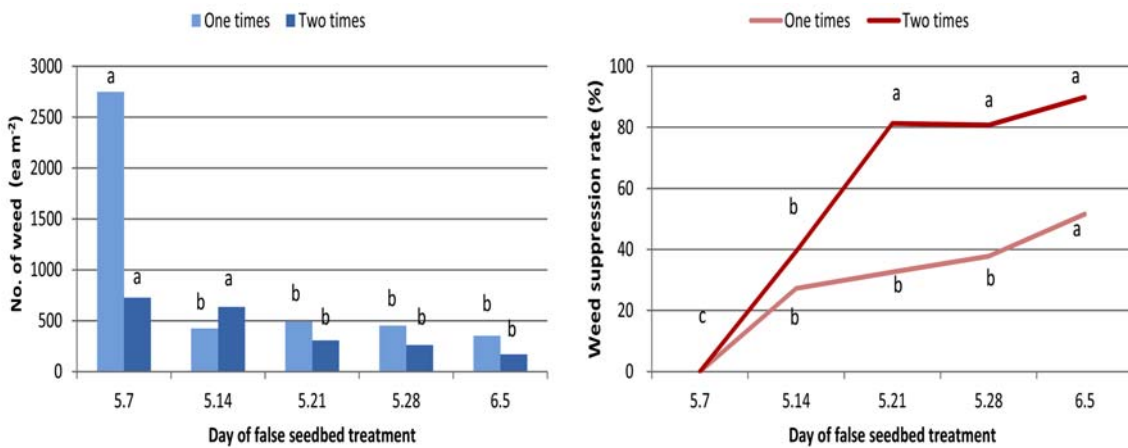


Fig. 2. Weed suppression effect by false seedbed treatment with flame weeding. False seedbed was prepared at May 7 to June 5, and one time or twice false seedbed were treated. Data collection was at 3 weeks after planting. The same letters are not significantly different by Duncan's multiple range test at $P < 0.05$ (left: number of weed per m^2 ; right: weed suppression rate).

Table 2. Growth characteristics and yield of corn as affected by false seedbed method in open upland field.

Treatment	Plant height (cm)	Stem width (mm)	Leaf color (SPAD)	Leaf number	Stem weight (g)	Ear weight (g plant ⁻¹)
Control	206 b ^x	17 c	51 a	9 c	294 b	247 b
ST ^y	221 a	18 a	52 a	10 b	397 a	299 a
Flame	220 a	18 b	51 a	11 a	400 a	288 a

^x Means followed by the same letter within a column are not significantly different by Duncan's multiple range test at $P < 0.05$.

^y False seedbed treatment by Shallow Tillage (ST).

초로 인해 그 이후에는 정상적인 생육을 어느 정도 회복한 것으로 판단된다. 얇은 경운과 화염에 따른 차이는 그리 심하지 않았는데 줄기 직경, 엽수에서만 차이가 인정되었을 뿐 열매 무게에서는 차이가 인정되지 않았다.

가묘상 처리시기에 따른 옥수수 생육 및 수량을 조사한 결과 초장에서는 처리시기별 차이가 거의 발생하지 않았지만 줄기 직경과 엽색도, 줄기 무게와 열매 무게에서는 각 처리시기별 차이가 뚜렷하여 전반적으로 5월 21일 처리구

Table 3. Growth characteristics and yield of corn as affected by false seedbed treatment time in open upland field.

Treatment Date	Plant height (cm)	Stem width (mm)	Leaf color (SPAD)	Leaf number	Stem weight (g)	Ear weight (g plant ⁻¹)
5.7	209 b ^x	18 a	56 a	10 b	312 d	241 c
5.14	220 a	19 a	51 c	11 a	355 c	276 b
5.21	220 a	19 a	54 b	11 a	404 b	320 a
5.28	219 a	17 b	49 d	10 b	361 c	281 b
6.5	221 a	19 a	50 d	11 a	468 a	310 a

^xMeans followed by the same letter within a column are not significantly different by Duncan's multiple range test at $P < 0.05$.

와 6월 5일 처리구가 가장 좋았다(Table 3). 이러한 결과는 가묘상 처리시기가 늦어질수록 잡초 억제효과가 좋았던 경향이 옥수수 생육에도 그대로 반영된 것으로 잡초경합 한계기간인 생육초기의 잡초 관리가 그만큼 중요하다는 기존의 보고(Guh et al., 1983; Kang et al., 1987)와 같은 맥락이었다. 이처럼 가묘상 2회 처리를 통해 옥수수 밭의 초기 잡초밀도를 효과적으로 낮출 수 있었고, 안정적인 수량도 기대할 수 있었던 만큼 옥수수 이외의 작물로 가묘상을 시도해보는 것도 좋을 것으로 판단된다. 그러나 너무 빠른 가묘상 처리는 효과가 크게 떨어지므로 5월 중-하순경 가묘상을 2회 실시하려면 작물 파종까지 2-3주 가량 소요되므로 5월 하순부터 6월 중순까지 파종이 가능한 잡곡류에 적용이 가능할 것으로 판단된다. 아울러 효과적인 가묘상 수행을 위한 도구들, 예를 들어 얇은 경운을 수행할 수 있는 제초기나 경제적인 화염제초기의 개발은 여전히 해결해 나가야 할 과제이다.

요 약

본 연구는 예방적 잡초방제 중 하나인 가묘상의 이용방법을 체계화 하고자 처리방법과 처리시기를 달리하여 옥수수 밭에서 수행하였다. 가묘상 처리 적기를 찾기 위하여 5월 초부터 6월 초까지 1주 단위로 실시하고 3주와 7주 후 발생 잡초를 조사하였다. 잡초 억제 효과가 가장 좋았던 가묘상 처리시기는 5월 하순 이후 처리, 처리 방법으로는 화염 제초가 얇은 경운 처리보다 다소 좋았다. 또한 5월 중순 이후 가묘상 1회 처리시 무처리구 대비 27-52%였던 잡초억제율이 2회 처리시 70-90%로 높아져 가묘상의 활용 가능성을 보여주었다. 옥수수 생육 및 수량 또한 5월 하순 이후 처리구가 가장 좋았다. 이 결과를 종합했을 때 가묘상 처리 적기는 5월 하순 이후였으며 얇은경운 또는 화염으로 2회 처리를 하면 효과적인 초기잡초관리를 수행할 수 있었다.

주요어: 가묘상, 유기농업, 예방적 잡초방제, 헛료상, 잡초방제

Acknowledgement

This study was carried out with the support of "Research Program for Agricultural Science & Technology Development (Project No. PJ008549)", National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Republic of Korea.

Reference

- Bleeker, P. and Weide, R. 2000. Management of weeds in lettuce: false seedbed, soil preparation and mechanical weed control options. 4th EWRS workshop on physical weed cont. pp.15-16.
- Bond, A., Walker, T., Bollich, P., Koger, C. and Gerard, P. 2005. Seeding rates for stale seedbed rice production in the midsouthern United States. *Agron. J.* 97(6):1560-1563.
- Cho, J.L., Ok, J.H., Lee, B.M., An, N.H. and Han, E.J. 2014. Possibility of organic weed control by false and stale seedbed in upland crop. *Weed Turf. Sci.* 3(3):215-220. (In Korean)
- Guh, J., Lee, K., Kwon, S. and Heu, S. 1983. Determination of critical duration of weed competition of two rice cultivars under different seasonal transplantings. *Korean. J. Weed Sci.* 3(2):166-173. (In Korean)
- Johnson, W.C. and Mullinix, B.G. 1998. Stale seedbed weed control in cucumber. *Weed Sci.* 46:698-702.
- Kang, K., Lee, S., Lee, K., Hwang, H., Lee, S., et al. 1987. Growth and yield of peanuts affected by weeding time and periods in bare soil and under the P.E. film mulch. *Korean. J. Weed Sci.* 7(1):49-67. (In Korean)
- Kebreab, E. and Murdoch, A.J. 2001. Simulation of integrated control strategies for *Orobanche* spp. based on a life cycle model. *Expl. Agric.* 37:37-51.
- Kim, C.G., Jeong, H.K. and Moon, D.H. 2012. Valuation of organic farming technologies and demand projections for its new technology. Research report. KERI, Seoul, Korea. pp. 57-58.
- Lamour, A. and Lotz, L.A.P. 2007. The importance of tillage depth in relation to seedling emergence in stale seedbeds. *Ecolog.*

- modell. 201:536-546.
- Lee, B., Jee, H., Cho, J., An, N. and Ok, J. 2013. Effects of false seedbed on the preventative weed control in organic rice paddy field. *Weed Turf. Sci.* 2(4):358-361. (In Korean)
- Rasmussen, I.A. 2000. Sowing time, false seedbed, row distance and mechanical weed control in organic winter wheat. 4th EWRS workshop on physical weed cont. pp.5-7.