

## 가묘상을 이용한 잡초관리가 잡초발생과 유기농 배추의 생장에 미치는 영향

조정래\*\*\* · 이병모\*\*\* · 안난희\*\*\* · 옥정훈\*\*\* · 신재훈\*\*\* · 최현석\*\*

### Effect of Weed Managements after False Seedbed on Weed Occurrence and Growth of Organic Chinese Cabbage Growth

Cho, Jung-Lai · Lee, Byung-Mo · An, Nan-Hee · Ok, Jung-Hun ·  
Shin, Jae-Hun · Choi, Hyun-Sug

The study was conducted to evaluate effects of weed managements after false seedbed on the weed control and growth of spring and fall cabbages (*Brassica oleracea* L.) in an organic upland in 2013. Weed managements included rake, flame, PE mulch, and none treatment. The weed occurrence was not effectively controlled by rake treatment but controlled by flame treatment in spring and fall cultivation. PE mulch plots had 30% of tip-burn in spring cultivation. Weed managements after false seedbed were similar fresh weight, leaf number, and cabbage yield to the conventional PE mulch. Head of cabbage was the lowest on the none treatment. Fall cultivation reduced the weed density and increased yield of cabbage compared to those of spring in all treatment plots. In conclusion, rake or flame treatment after false seedbed markedly decreased weed occurrence, which was expected to use for management of environmentally-friendly vegetation as a substitute of PE mulch.

Key words : *cabbage, flame, mulch, organic, yield*

---

\* 본 연구는 국립농업과학원의 노지재배작물의 선행적 잡초관리 기술 개발 과제(과제번호: PJ008549)에 의하여 수행되었으며 대구가톨릭대학교의 지원에 의하여 이루어진 것임.

\*\* Corresponding author, 대구가톨릭대학교 화훼원예학과(hchoiuark@gmail.com)

\*\*\* 국립농업과학원 유기농업과

## I. 서 론

1990년대 이후로 국민소득의 증가로 식생활이 변화하고 웰빙문화가 확대되면서 친환경 유기식품에 대한 소비자의 관심이 증가하여 과채류의 소비는 매년 20% 이상씩 증가하였지만, 2015년에 저농약 인증제의 폐지로 감소하는 경향이 이어지고 있다(Kim et al., 2013). 이러한 감소세는 유기농작물을 생산하는데 있어서 병충해 문제와 잡초관리에 대한 어려움이 생산량을 저하시키는 또 다른 원인이 되고 있다. 최근 병충해 관리를 위한 다양한 친환경 유기자재가 개발되고 있고 잡초관리를 위한 방법으로는 주로 흑색 PE 필름을 피복하여왔다. 하지만 PE필름은 환경부담이 크며, 수거 후 폐기를 하면서 각종 유해물질이 발생되고 사회적 비용이 과다하게 사용되어 대안개발이 요구되고 있다(Briassoulis, 2006; Scarascia-Mugnozza et al., 2006). 화학제품으로 만들어진 PE필름은 유럽의 유기농업 국가에서는 경작지에서 사용을 금지하고 있으며, 이에 국내에서 지속적인 유기농 재배를 위해서는 경작지 토양 중의 잡초종자 밀도를 줄이는 관리방법을 채택할 필요가 있다(Cho et al., 2014).

현재 유기농업에서 잡초관리의 한 방법으로 경운을 통한 물리적 제어 방법이 오랫동안 제시되어 왔고, 가묘상 활용 효과에 대한 연구결과가 지속적으로 보고되고 있다(Cho et al., 2014; Johnson and Mullinix, 1995; Lee et al., 2013). 가묘상이란 ‘본작물을 정식하거나 파종하기 수 일 전에 미리 경운을 하여 준비된 묘상’을 일컫는다(Boyd et al., 2006; Cho et al., 2014; Johnson and Mullinix, 1995; Lee et al., 2013). 기존농법이 경운을 한 후에 바로 작물을 재배하는 것과는 달리 가묘상을 이용한 잡초관리는 경운을 한 후에 며칠이 지나고 나서 본작물 파종이나 정식 전에 1회 이상 잡초를 관리하여 본작물 재배 초기에 잡초발생률을 억제하는 데 있다. 이러한 가묘상을 통한 작물생장에 대한 연구는 발작물뿐만 아니라 논에서도 썩레질을 하여 가묘상을 준비한 후 바로 모내기를 하지 않고 2~3주 후에 잡초를 제거하는 방법이 최근 국내외에서 연구되고 있다(Cho et al., 2014; Johnson and Mullinix, 1995; Lee et al., 2013). 하지만 가묘상을 준비한 후 잡초발생 정도는 본작물의 종류와 잡초관리 방법에 따라 다르게 관찰되었다. Cho 등(2014)은 고추는 초기생육이 느려서 가묘상을 통한 효과가 없었지만 초기생육이 왕성한 콩과 배추 그리고 옥수수 등은 잡초가 발생하더라도 양수분에 대한 경합력이 높아서 잡초발생이 낮았다고 하였다.

본 시험은 2012년(1년차)에 배추, 고추, 옥수수, 콩 등의 여러 작물에서 가묘상의 가능성을 탐색하였고(Cho et al., 2014) 이를 토대로 가능성이 있는 배추에 대하여 2년차에 검증한 시험이었다. 배추 유기재배 시 PE멀칭을 대체하기 위하여 가묘상을 통한 잡초관리 방법이 잡초발생과 배추생장에 어떠한 영향을 미치는 지를 알아보고자 봄과 가을 작기에 수행하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 시험재료 및 처리내용

경기도 수원시 망포동에 소재한 국립농업과학원 유기농업과 시험포장에서 2013년 봄과 가을에 배추를 육묘하여 이식 재배하였다. 재식거리는 75 cm × 30 cm를 150 cm 간격의 이랑에 두 줄로 재식하였다. 봄작기는 ‘춘광’ 배추를 4월 24일에 정식하여 6월 23일에 수확하였고 가을작기는 ‘추노’ 배추를 9월5일에 정식하여 11월 5일에 수확하였다. 시험작물은 2013년 봄작기의 시험포장 지역의 월간 평균 강수량은 4, 5, 6월 각각 70, 129, 70 mm이었고 지난 30년간 평균값은 각각 61, 98, 129 mm이었다(KMA, 2013). 가을작기 시험포장 지역의 월간 평균 강수량은 9, 10, 11월 각각 184, 54, 62 mm이었고 지난 30년간 평균은 각각 154, 53, 50 mm이었다(KMA, 2013). 양분관리를 위하여 녹비작물인 헤어리베치를 농촌진흥청에서 제시한 기준사용량(50 kg ha<sup>-1</sup>; NICS, 2010)에 의거하여 2012년 9월 하순에 산파하였다. 헤어리베치와 재배작물의 생장을 위하여 질소를 기준으로 ha당 200 kg이 되도록 조절하여 축분퇴비(돈분왕겨퇴비)를 전량 기비로 사용하였다.

Table 1. Treatment summary at spring- and fall-season cabbage plots in 2013. Tillage was performed for false seedbed at 10 cm soil depth in March 27 and August 20 in 2013 for spring- and fall-season cropping, respectively

Treatment	Time	Action
Spring cropping		
Rake	April 10, April 24	Two times of raking with 3 cm soil deep
Flame	April 24	Flaming
PE mulch	Through growing season	Black polyethylene film covered on the soil surface
None		Leaving the weeds naturally
Fall cropping		
Rake	September 5	One time of raking with 3 cm soil deep
Flame	September 5	Flaming
PE mulch	Through growing season	Black polyethylene film covered on the soil surface
None		Leaving the weeds naturally

봄작기를 위하여 3월 27일에 녹비작물을 경운하면서 묘상을 마련하고(가묘상) 잡초방제를 위한 관리 방법은 천경처리(rake), 화염처리(flame), 흑색 PE 멀칭(PE mulch), 그리고 무

처리를 두었다(Table 1). 천경처리(rake)는 4월 10일과 4월 24일에 Fig. 1과 같이 간이 예초기로 천경한 후 농업용 갈퀴로 얇게 긁어서 잡초를 제거하였고, 화염처리는 LPG가스가 부착되어 있는 일반토치로 정식 직전에 지표면에 약 1초간 화염을 처리하였다. 흑색 PE멀칭은 흑색의 폴리에틸렌 자재로 피복하였고 이후 배추정식을 위하여 구멍을 뚫어주었다. 무처리는 가묘상을 하지 않고 재배기간 내내 노지에서 성장하는 잡초를 방치하였다.

가을작기의 잡초관리 시험은 봄작기처럼 네 가지 처리를 포함하였다. 8월 20일에 경운을 하여 가묘상을 준비하였고, 천경과 화염처리를 정식 직전인 9월 5일에 한 차례 수행하였다.



Rake treatment withering weed after flaming

Fig. 1. Overview of rake treatment (left) and withering weed after flaming in cabbage cropping plots in 2013

## 2. 조사방법

봄과 가을작기 모두 정식 30일과 60일 후에 50 cm × 50 cm 방형구를 이용하여 잡초본수와 생체중 그리고 주요초종을 3반복으로 조사하였고, 잡초생체중을 바탕으로 잡초억제율을 계산하였다.

배추를 수확한 후 구중을 측정하여 ha당 수량으로 환산하였고 엽수를 조사하였다. 결구 정도는 0~9까지 수준을 두어서 결구정도가 높을수록 높은 점수를 부여하였다. 무름병과 tip-burn은 모두 육안으로 관찰하였다.

## 3. 자료분석

한 줄(row)당 각 처리구를 두었고, 처리 당 3구를 무작위로 선택하여 성장량을 조사하였다. 조사자료의 유의성 분석은 평균간 분산분석으로 SAS 프로그램(SAS version 8/2, Cary,

USA, 2001)으로 95% 수준에서 Duncan's new range test로 수행하였다.

### Ⅲ. 결과 및 고찰

#### 1. 가묘상 이용 잡초관리에 따른 봄작기 잡초발생과 배추생장

봄작기를 위하여 가묘상 처리 후 4월 24일에 조사한 잡초본수는  $m^2$ 당 약 1,081개가 관찰되었다(자료 미제시). 잡초의 주요 초종으로는 월동잡초인 냉이(*Capsella bursapastoris*)가 우점하였고, 돌피(*Echinochloa crusgalli*), 강아지풀(*Setaria viridis*), 명아주(*Chenopodium album*), 바랭이(*Digitaria ciliaris*) 등이 발생하였다. 가을작기를 위한 가묘상 처리 후 9월5일에 조사한 잡초본수는  $m^2$ 당 약 901개로 주로 여름잡초가 많이 발생되었지만 발생량은 봄보다 적은 경향을 보였다. 잡초 초종은 개비름(*Amaranthus lividus*), 돌피(*Echinochloa crusgalli*), 털별꽃아재비(*Galinsoga ciliata*), 방동사니(*Cyperus amuricus*), 바랭이(*Digitaria ciliaris*) 등이 주를 이루었다.

정식 30일이 정식 60일 보다 잡초본수는 많았지만 잡초생체중은 적게 나타났다(Table 2). 이는 돌피나 개비름 같은 잡초가 6월이 되면서 성장량이 최대가 되어 단위면적당 생체중을 증가시킨 것으로 생각된다. 정식 30일과 60일 후에 잡초본수는 무처리에서  $m^2$ 당 1,000개 이상으로 가장 많았고 천경처리에서도 상당량의 잡초가 관찰되었다. PE멀칭 처리구는 잡초가 발생되지 않았고 화염처리에서도 잡초수와 생체중 감소에 대한 효과가 어느 정도 있는 것으로 보였다. 시험구에 관찰된 우점초종으로는 봄과 여름에 자라나는 돌피와 개비름이 가장 많이 관찰되었다. 화염처리구는 정식 직전에 한 차례의 화염처리로 54%의 잡초억제를 보였는데(Fig. 2), 이는 이전 해에 유기 배추밭에서 관찰된 약 33%의 잡초억제율(Cho et al., 2014) 보다 높은 수준이었다. 천경처리는 두 차례의 잡초방제에도 불구하고 정식 60일 후에는 잡초억제 효과가 없었는데 이는 잡초를 제거하는 동안에 토양을 교란시키면서 잡초발생을 조장한 것으로 추정된다(Upadhyaya and Blackshaw, 2007). 상추밭 포장에서는 가묘상 후 한 번의 잡초관리 보다는 2회 이상으로 관리를 해주었을 때 잡초발생률이 20% 가까이 억제되었다고 하였다(Bleeker and Weide, 2000). 따라서 배추의 경우에도 한 두 차례 천경처리를 추가적으로 시행하여 잡초밀도를 최소화해야 할 것으로 판단된다.

이전 시험에서 가묘상을 이용한 천경처리와 화염처리를 했던 콩과 배추 옥수수 등은 봄작기 재배 기간 동안 잡초발생률이 50% 전후로 높았지만 수량감소가 적어서 가묘상의 잡초관리 가능성이 확인되었다(Cho et al., 2014). 이는 가묘상 처리 후 본 작물의 성장속도가 빨라서 잡초경합의 우위에 있는 결과로, 초기 성장속도가 느렸던 고추는 가묘상 처리구에서 수량감소가 뚜렷하게 나타났다. 본 시험에서도 잡초발생이 적었던 화염처리와 PE멀칭

처리구에서 ‘춘광’ 배추의 평균구중은 각각 1,675 g과 1,667 g으로 가장 높았고 무처리구에서는 평균구중이 954 g으로 통계적으로 유의성 있는 생체중 감소가 확인되었다( $P < 0.05$ ; Table 3). 엽수와 배추 속의 결구 정도 또한 화염처리와 PE멀칭으로 크게 향상되었고 무처리구에서 가장 불량하였다. 무름병은 모든 처리구에서 관찰되지 않았고, tip-burn은 PE멀칭구에서만 약 30%가 발생되었다. Tip-burn은 배추 속잎의 끝이 갈변되면서 자라지 못하여 상품성을 잃는 것으로 칼슘결핍과 관련되었다고 알려져 있다(Palzkill et al., 1976). 칼슘은 식물체 내에서 이동성이 굉장히 느린 원소로 알려져서 배추 속잎의 끝으로의 전달이 서서히 진행된 것에 따른 양분결핍으로 풀이된다. PE멀칭은 초여름에 토양 표토의 온도를 40°C에 가까게 상승시켜서 근권 내의 칼슘흡수가 감소된 것으로 추정된다(Tindall et al., 1990). 수량은 평균구중, 엽수, 결구정도가 좋았던 화염처리와 PE 멀칭구에서 ha당 각각 73톤과 74톤이 생산되었다. 이와는 반면에 무처리구에서는 PE멀칭 처리 대비 약 40% 이상의 수량 손실로 가장 낮은 수준을 나타내었다.

Table 2. Weed density and species of spring-season cabbage plots as affected weed managements in 2013

Treatment	No. of Plant · m <sup>-2</sup>	Fresh weight (g m <sup>-2</sup> )	Main weeds
30 days after planting			
Rake	736 b*	630 ab	<i>Echinochloa crusgalli</i> , <i>Amaranthus lividus</i> , <i>Setaria viridis</i>
Flame	546 bc	201 bc	<i>Echinochloa crusgalli</i> , <i>Amaranthus lividus</i>
PE mulch	0 c	0 c	
None	1,430 a	716 a	<i>Echinochloa crusgalli</i> , <i>Amaranthus lividus</i> , <i>Chenopodium album</i>
60 days after planting			
Rake	406 b	2,413 a	<i>Echinochloa crusgalli</i> , <i>Amaranthus lividus</i> , <i>Setaria viridis</i>
Flame	250 bc	1,083 b	<i>Echinochloa crusgalli</i> , <i>Amaranthus lividus</i>
PE mulch	0 c	0 c	
None	1,003 a	2,377 a	<i>Echinochloa crusgalli</i> , <i>Amaranthus lividus</i> , <i>Chenopodium album</i>

\* Numbers followed by the same letter within a column are not significantly different (Duncan's test,  $P < 0.05$ ).

Table 3. Growth and yield of spring-season cabbages as affected weed managements in 2013

Treatment	Fresh wt. (g)	Leaf No.	Head of cabbage (0~9)	Bacterial rot (%)	Tip-burn (%)	Yield (ton ha <sup>-1</sup> )
Rake	1,450 a*	68.3 ab	6.4	0.0	0.0	64.5 a
Flame	1,675 a	74.8 a	8.1	0.0	0.0	73.3 a
PE mulch	1,667 a	77.2 a	8.4	0.0	30.0	74.1 a
None	954 b	63.9 b	5.5	0.0	0.0	42.4 b

\* Numbers followed by the same letter within a column are not significantly different (Duncan's test, P < 0.05).

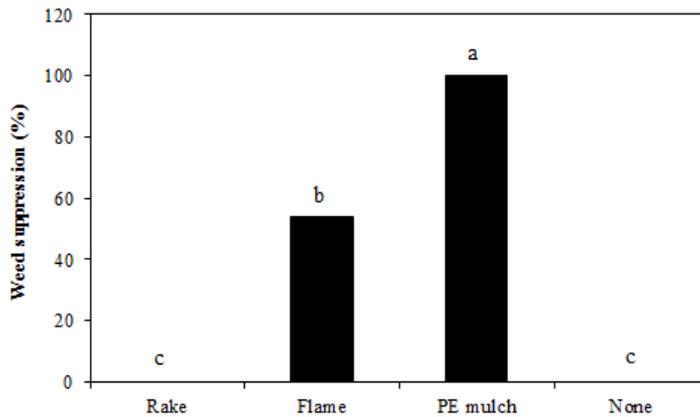


Fig. 2. Weed suppression in spring-season cabbage plots as affected weed managements in 2013. Different letters above bars indicate significant difference between treatments as determined by Duncan's multiple range test at P < 0.05 (n=3)

## 2. 가묘상 이용 잡초관리에 따른 가을작기 잡초발생과 배추생장

가을작기 재배에서 가묘상 처리에 따른 정식 30일 후의 잡초본수는 무처리와 통계적 차이가 없었으나 생체중은 통계적으로 유의성 있게 낮게 나타났다(P<0.05; Table 4). 정식 60일 후에는 천경처리를 제외한 모든 처리구에서 잡초본수와 잡초생체중이 정식 30일과 비교하여 감소하는 경향을 보였다. 천경처리는 봄작기와는 달리 가을작기에는 정식 전 한 차례만 수행하여 잡초생체중이 다소 증가한 것으로 추정된다. 가을작기에서는 봄작기보다 잡초생체중이 전체적으로 감소하였는데, 이는 일년생 초본류의 잡초생장이 종료되는 시점이므로 가묘상 처리가 어느 정도 효과적이었던 것으로 판단된다. 잡초발생 억제율 또한 PE 멀

칭구와 화염처리구에서 생육 후기인 정식 60일까지 효과적인 것으로 확인되었다(Fig. 3). 천경과 화염처리구에서 관찰된 주요 잡초 초종으로는 냉이가 주를 이루었는데, 가을에 싹을 틔우는 냉이는 잡초방제 한 달 후에 다수 관찰된 것으로 판단된다. 하지만 생육 후기에는 냉이가 화염처리구를 제외하고는 발견되지 않았는데 이는 배추생장에 따른 경합력 저하가 성장감소에 영향을 끼친 것으로 추정된다.

가을배추 ‘추노’의 생육과 수량은 모든 처리에서 무처리구보다 통계적으로 유의성 있게 높았고, 봄 재배에서 많이 발생하는 무름병과 tip-burn 증상은 나타나지 않았다(Table 5). 무처리를 제외하고 잡초관리 방법에 따른 배추의 성장과 수량은 통계적으로 유의성 있는 차이가 없었다. 가을작기 배추의 수량은 봄작기와 비교하여 전체적으로 증가하였는데, 이는 가묘상 처리로 가을작기 잡초제어가 가능하였고 적기재배에 따른 증수효과로 추정된다. 이외에도 봄작기 내내 월간 강수량 변동 폭이 평년 보다 크게 나타난 것도(KMA, 2013) 봄작기 배추의 수량 감소에 일부 기여한 것으로 생각된다.

이상의 결과로 보아 발작물 재배에서 제초제와 비닐피복을 대체하는 가묘상을 이용한 천경처리와 화염처리는 잡초제어, 병발생 감소, 그리고 수량 증수 효과가 봄과 가을배추 재배 기간 동안 확인되었다. 화염처리의 경우 포장단위 ha당 잡초를 제거하는데 약 30~40만원의 가스비가 소요되어 경제적인 부담은 없었지만 지구온난화와 관련하여 환경에 다소 부담이 있을 것으로 생각된다. 이에 물리적방법과 더불어서 재배적 접근 또는 생태적방법 등 다양한 잡초관리 기술개발이 요구되고 있다. 안정적인 유기농 잡초관리를 위하여 초종별 발생특성, 경합력 정도 등 잡초의 생리생태에 대한 활발한 기초연구가 필요하며 무기성분의 이동경로 분석 등이 앞으로의 연구에서 수행되어야 할 것으로 판단된다.

Table 4. Weed density and species of fall-season cabbage plots as affected weed managements in 2013

Treatment	No. m <sup>-2</sup>	Fresh weight (g m <sup>-2</sup> )	Main weeds
30 days after planting			
Rake	333 a*	318 b	<i>Capsella bursapastoris</i> , <i>Galinsoga ciliata</i> , <i>Cyperus amuricus</i>
Flame	406 a	54 bc	<i>Capsella bursapastoris</i> , <i>Lactuca indica</i> , <i>Echinochloa crusgalli</i>
PE mulch	0 b	0 c	
None	340 a	1,592 a	<i>Amaranthus lividus</i> , <i>Portulaca oleracea</i> , <i>Capsella bursapastoris</i> , <i>Cyperus amuricus</i>

Treatment	No. m <sup>2</sup>	Fresh weight (g m <sup>2</sup> )	Main weeds
60 days after planting			
Rake	150 ab	378 b	<i>Galinsoga ciliata</i> , <i>Echinochloa crusgalli</i> , <i>Amaranthus lividus</i> , <i>Eclipta prostrata</i>
Flame	183 a	36 bc	<i>Stellaria aquatica</i> , <i>Conyza canadensis</i> , <i>Capsella bursapastoris</i> , <i>Calystegia sepium</i> , <i>Cyperus amuricus</i>
PE mulch	0 b	0 c	
None	273 a	1,090 a	<i>Amaranthus lividus</i> , <i>Amaranthus viridis</i> , <i>Digitaria ciliaris</i> , <i>Echinochloa crusgalli</i>

\* Numbers followed by the same letter within a column are not significantly different (Duncan’s test, P < 0.05).

Table 5. Growth and yield of fall-season cabbages as affected weed managements in 2013

Treatment	Fresh wt. (g)	Leaf No.	Head of cabbage (0~9)	Yield (ton ha <sup>-1</sup> )
Rake	2,243 a*	55.2 a	8.5	99.7 a
Flame	2,213 a	55.0 a	8.6	98.3 a
PE mulch	2,682 a	60.9 a	8.9	119.2 a
None	582 b	36.2 b	2.5	25.9 b

\* Numbers followed by the same letter within a column are not significantly different (Duncan’s test, P < 0.05).

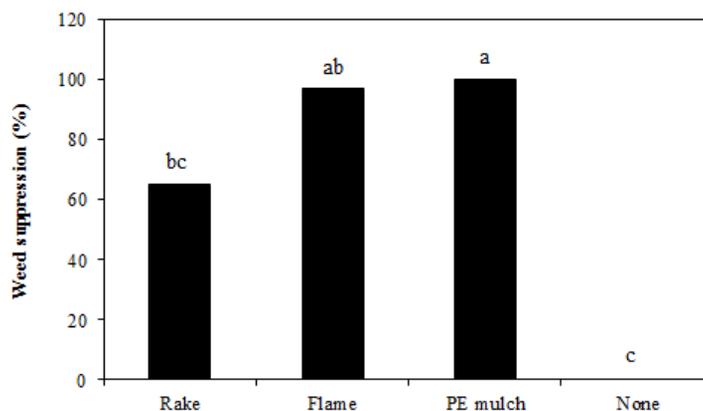


Fig. 3. Weed suppression in fall-season cabbage plots as affected weed managements in 2013. Different letters above bars indicate significant difference between treatments as determined by Duncan’s multiple range test at P<0.05 (n=3)

## IV. 적 요

본 시험은 유기채배 배추(*Brassica oleracea* L.)에서 가묘상 준비 후 잡초관리 방법이 잡초 발생과 배추 생장에 미치는 영향을 조사하기 위하여 2013년 봄과 가을작기에 수행되었다. 잡초관리 방법에는 천경, 화염, PE멀칭, 무처리를 포함하였다. 천경처리는 봄작기에서 잡초 억제 효과가 작았으나 화염처리는 봄과 가을작기 모두 효율적으로 잡초를 억제하였다. 봄작기에는 PE멀칭구에서 30%의 tip-burn이 관찰되었다. 가묘상 준비에 의한 잡초관리로 봄과 가을작기 모두 관행 PE멀칭과 비슷한 엽수와 신선중 및 수량이 가능하였다. 결구정도는 무처리구에서 가장 낮았다. 가을작기는 봄작기 보다 잡초생장이 감소되었고 이에 따라 배추 수량은 증가되었다. 이상의 결과로 가묘상을 통한 천경이나 화염처리는 잡초발생을 크게 감소시켜서 PE 멀칭 대응으로서 친환경적인 초생관리의 효과가 기대되었다.

[논문접수일 : 2014. 10. 22. 논문수정일 : 2014. 11. 3. 최종논문접수일 : 2014. 11. 7.]

## Reference

1. Bleeker, P. and R. Weide. 2000. Management of Weeds in Lettuce: False seedbed, soil preparation and mechanical weed control options. 4th EWRS Workshop on Physical Weed Control, Elspeet, The Netherlands. pp. 15-16.
2. Boyd, N. S., E. B. Brennan, and S. A. Fennimore. 2006. Stale seedbed techniques for organic vegetable production. *Weed Technol.* 20: 1052-1057.
3. Briassoulis, D. 2006. Mechanical behaviour of biodegradable agricultural films under real field conditions. *Polym. Degrad. Stabil.* 91: 1256-1272.
4. Cho, J. L., J. H. Ok, B. M. Lee, N. H. An, and E. J. Han. 2014. Possibility of organic weed control by false- and stale-seedbed in upland crop. *Weed Turf. Sci.* 3: 1-6.
5. Johnson, W. C. and B. G. Mullinix. 1995. Weed management in peanut using stale seedbed techniques. *Weed Sci.* 43: 293-297.
6. Kim, C. G., H. K. Jeong, and D. H. Moon. 2013. Production and Consumption Status and Market Prospects for Environment Friendly Agri-foods. KREI Agri-Policy Focus No. 55, Seoul, Korea.
7. KMA. 2013. Annual Climatological Report. Korea Meteorological Administraion, Seoul, Korea([http://www.kma.go.kr/repository/sfc/pdf/sfc\\_ann\\_2013.pdf](http://www.kma.go.kr/repository/sfc/pdf/sfc_ann_2013.pdf)).

8. Lee, B. M., H. J. Jee, J. R. Cho, N. H. An, J. H. Ok, and J. H. Jeong. 2013. Effects of false seedbed on the preventative weed control in organic rice paddy field. *Weed Turf. Sci.* 2: 358-361.
9. NICS. 2010. Source Book for Practical Use of Utilization Technology in Hairy Vetch. Publication registration No.: 11-1390803-000053-01. National Institute of Crop Science, Suwon, Korea.
10. Palzkill, D. A., T. W. Tibbitts, and P. H. Williams. 1976. Enhancement of calcium transport to inner leaves of cabbage for prevention of tipburn. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 101: 645-648.
11. Scarascia-Mugnozza, G., E. Schettini, G. Vox, M. Malinconico, B. Immirzi, and S. Pagliara. 2006. Mechanical properties decay and morphological behaviour of biodegradable films for agricultural mulching in real scale experiment. *Polym. Degrad. Stabil.* 91: 2801-2808.
12. Tindall, J. A., H. A. Mills, and D. E. Radcliffe. 1990. The effect of root zone temperature on nutrient uptake of tomato. *J. Plant Nutri.* 13: 939-956.
13. Upadhyaya, M. K. and R. E. Blackshaw. 2007. *Non-chemical Weed Management: Principles, concepts and technology.* CAB International. Lethbridge, Alberta, Canada. pp. 1-239.