

춘파 리빙멀치(living mulch)용 맥류의 파종기 및 품종에 따른 출수반응 및 엽중 변화

서종호[†] · 이재은 · 권영업 · 정건호 · 김옥한

농촌진흥청, 국립식량과학원

Changes of Heading Response and Leaf Production of Winter Cereals as Spring Living Mulch According to Cultivar and Sowing Date

Jong-Ho Seo[†], Jae-Eun Lee, Young-Up Kwon, Gun-Ho Jung, and Wook-Han Kim

National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857, Korea

ABSTRACT Changes of heading response and leaf production of winter cereals according to cultivar and sowing date in spring, were investigated in Suwon Korea during three years from 2007 to 2009 to obtain information on use as spring living mulch of winter cereals for weed suppression without herbicide in environment-friendly crop production. Rye showed variation among cultivar in heading response according to sowing date, which means that cultivar selection for living mulch is important in rye. Cultivar Prima and Wintergreen had not headed in sowing during March with low soil temperature in contrast to cultivar Koolgrazer and Gokwoo which had headed somewhat even until sowing in early May with relative high soil temperature. Barley and wheat showed distinct characteristics in heading response between sowing before and after early April compared to rye. Leaf production for soil covering was higher in barley than wheat, and cultivar Mirak than Ol within barley in 2007, respectively. Leaf production were not different much among rye cultivar in sowing during early or mid April, but it was different in sowing after mid April indicating that winter cereal cultivar with high leaf production could be selected in late sowing. It is thought that rye cultivar Duru was the most proper cultivar for spring living mulch in the point of high leaf production in addition to low heading in sowing after March.

Keywords : living mulch, winter cereals, rye, cultivar, sowing date

유기농 등 친환경 작물의 수요가 증가되고 있는데, 친환경 작물 생산에서는 제초제 사용을 절대로 금하고 있어 제초제

없이 작물을 생산하는 것이 재배기술의 관건이라고 할 수 있다. 제초제 없이 작물을 생산할 수 있는 기술로는 인력제초 및 비닐피복에 의한 잡초제거 방식이 있지만 노동력이 많이 소요되어 재배면적을 확대하는 데 어려움을 겪고 있다. 친환경 작물 재배 시 잡초를 억제할 수 있는 다른 방법으로 맥류의 allelopathy를 이용할 수 있는데, 호밀과 보리는 강력한 allelochemical을 분비하여 잡초를 많이 줄일 수 있다(Barnes & Putnam, 1987; Dhima *et al.*, 2006). 특히 피복작물로 이용하는 맥류에서는 호밀의 allelochemical에 의한 잡초억제 효과가 다른 맥종에 비해 가장 높다고 한다(Hoffman & Regnier, 2005).

맥류의 allelopathy를 이용할 수 있는 대표적 작물로는 콩을 들 수 있다. 콩에서 맥류 allelochemical 이용방법에는 호밀을 추파하여 봄에 출수하면 낮으로 베거나, 프레일모아(frail mower)로 절단하여 토양에 피복하고 부분경운 또는 무경운으로 콩을 파종하여 잡초를 억제하는 방법과(피복작물, cover crop), 파성이 높은 맥류 품종을 봄의 콩 파종전 또는 파종과 동시에 같이 파종하여 콩의 리빙멀치(living mulch, 동반생체피복)로 이용하는 두 가지 방법이 있을 수 있다. 맥류를 봄에 파종하여 리빙멀치로 사용하는 방법은 봄에 맥류가 출수 없이 잎이 토양을 피복하는 상태로 생육하다가 7월 중의 고온과 장마에 의해 자연적으로 고사하여 토양을 피복하기 때문에 추파하여 피복작물로 이용하는 방법에 비해 노동력이 적게 들고 잡초의 억제효과가 높지만, 동시에 살아있는 맥류와의 양수분 경쟁 및 맥류가 분비하는 allelochemical에 의해 콩의 초기생장이 현저히 억제되는 단점이 있다. 리빙멀치에 의한 작물의 초기생육 억제효과는 현저히 커서(Carlene & Mbuya, 2008) 생육후반에 생육의 보상력이 큰 콩을(Yusuf *et al.*, 1999) 제외한 옥수수 및 잡곡 등 다른 작물은 리빙멀치 방법을 사용하기가 극히 어렵다.

[†]Corresponding author: (Phone) +82-31-290-6763

(E-mail) sseo@korea.kr

< Received June 7, 2010 >

미국에서 유기농 콩 재배를 위해 호밀을 리빙멀치로 이용한 일부 시도가 있었고(Ateh and Doll, 1996; Thelen *et al.*, 2004), 일본에서는 친환경 콩의 생산 시 리빙멀치용 맥류로 보리를 주로 사용하는데, 콩과 보리를 동시 파종 하고 토양 처리제를 처리하여 중기제초제(경엽처리제)를 생략하고 제초노력을 절감시키는 재배법을 개발하였다(三浦 等, 2005; 小林 等, 2008; 好野奈 等, 2009). 국내에서도 논과 밭에서 유기농 콩의 생산을 위해 보리와 호밀의 리빙멀치 시험이 있었는데(이 등, 2008; 황 등, 2008), 리빙멀치 용 호밀의 봄 파종기별 시험에서는 3월의 빠른 파종 시 피복량이 많고 콩의 재배 시 발생하는 잡초에 대한 억제효과가 높았다고 한다(이 등, 2008). 또 중부지역에서 충분히 잡초를 억제하면서 관행과 비슷한 콩수량을 얻을 수 있는 방법으로 맥류를 봄 일찍이 조파하고 1개월 후에 자라고 있는 맥류사이를 부분경운하면서 콩을 파종하는 기술을 개발하였다(서 등, 2009 및 Fig. 1). 또 맥류의 리빙멀치는 콩 생산뿐만 아니라 휴경 경사지의 토양보전 및 박과 채소 등의 깔개 용으로도 사용이 가능한데, 이때는 봄에 일찍이 파종하였을 때 출수 없이 충분한 량의 토양을 피복할 수 있는 엽량을 확보하는 것이 필요하다.

비닐을 이용한 무제초제 친환경 콩 재배에서는 비닐에 의해 잡초억제의 뚜렷한 효과를 얻을 수 있지만 비닐피복 및 수확 후 제거작업에 노력이 많이 들고, 콩의 기계화 수확이 어렵다는 단점이 있다. 그런데, 맥류 리빙멀치 방식은 비닐 멀칭 방법만큼 잡초억제의 뚜렷한 효과를 얻을 수 없지만 기계화 파종 및 수확작업이 용이하고, 토양에 고사된 피복 잔사에 의해 여름철 호우 시 토양유실을 방지하고 토양에 유기물을 공급할 수 있다는 큰 장점이 있다. 맥류를 춘파하여 리빙멀치로 이용하기 위해서는 봄에 파종해도 출수되지 않고, 초기생육이 빨라 잡초가 자라기 전에 토양을 피복할 수 있는 품종의 선발이 필요하다. 따라서 본 시험에서는 맥류의 봄 파종시기 및 품종의 변화에 따른 출수 및 토양을

피복할 수 있는 엽의 생산성을 살펴봄으로써 친환경 콩 생산을 위한 리빙멀치 재료로 우수한 맥종, 품종 선발 및 그 파종시기를 구명하고자 하였다.

재료 및 방법

본 시험은 2007, 2008 및 2009년 3년의 봄에 실시되었는데, 2007년도에는 리빙멀치로서 맥종별 특성을 비교하는 것이 주목적이었으며, 2008 및 2009년도에는 잡초억제력이 뛰어나 리빙멀치로 가장 유망 시 되는 호밀을 대상으로 적합한 품종 및 파종시기를 구명하고자 하였다.

2007년도에는 호밀(3품종-옥전, 곡우, 윈트그린), 보리(2품종-올, 미락), 밀(2품종-금강, 조광) 및 트리티케일(1품종-신영)을 3월 10일부터 5월 1일까지 10일 간격으로 6시기에 걸쳐 파종하였다. 2008년 및 2009년도에는 호밀 6품종(두루, 윈트그린, Frima, Koolgrazer, 곡우, 올호밀[2008], 옥전[2009])과 대조로 보리 1품종(올)을 봄에 3 시기에 걸쳐 파종하였는데, 2008년의 파종시기는 3월 13일, 4월 4일 및 4월 25일 였으며, 2009년은 4월 1일, 4월 21일 및 5월 11일 이었다. 파종방법은 1품종 당 조간 60 cm에 파종조 2 m 3 줄씩로 난괴법 4반복으로 파종하였는데, 맥류의 파종량은 2007년 및 2009년도에는 보리, 밀, 트리티케일이 1.8 g m^{-2} , 천립종이 적은 호밀이 1.3 g m^{-2} 로 손으로 조파하였다. 2008년도 호밀 파종량은 파종골 내에서 종자를 10 cm 간격으로 1립씩 파종하였다. 제초제를 사용하지 않았으며, 파종골간 발생잡초는 손으로 제거하였다. 맥류의 출수이삭대의 수 및 무게와 엽량의 조사를 2007년도에는 6월 9일, 2008년은 6월 26일, 2009년은 7월 8일에 실시하였다. 건물중 측정을 위한 시료채취는 반복당 중간 줄의 1 m에서 하였으며, 출수이삭대수 및 출수이삭대중 조사에서는 출수개체가 많으면 중간줄 1 m에서, 출수개체가 적으면 구전체(6 m)에서 채취하였다. 시험기간 동안의 파성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 파종 후 파성의 발현(출수)에 가장 영향이 크다고 생각되는 지온(깊이 5 cm)의 변화를 조사하였으며, 지온의 측정(지하 5 cm)은 포장에 데이터수집기(HR-8X, 한스 시스템)를 설치하여 1시간 간격으로 조사하여, 그를 평균하여 일평균지온으로 하였다.

3년간의 일평균지온의 변화를 보면(Fig. 2), 2007년은 2008년 및 2009년보다 봄초에 지온이 낮았는데, 특히 3월 중순(3월 10~15일)의 지온이 5°C 이하를 나타내었고, 일평균지온의 증가 추세선을 보면 10°C , 12.5°C , 15°C 를 나타내는 일자가 대략 4월 6일, 4월 20일 및 5월 3일이었다. 2008년도는 3월 중순에 토양온도가 높아 7.5°C 를 나타내었으나,



Fig. 1. Soybean production without herbicide by use of spring living mulch of barley and rye ; (A) early growth stage of soybean, (B) maturity stage of soybean.

결과 및 고찰

맥종별 춘파 시기에 따른 출수 및 피복량 변화

2007년 보리 및 밀의 출수상태를 보면(Table. 1), 3월 파종에서 전부 출수하였지만 4월 이후에는 모두 출수하지 않는 뚜렷한 반응을 보였다. 품종별로는 보리에서는 울과 미락이 비슷한 출수반응을 보였지만, 밀에서는 품종간 차이를 나타내어 파성이 강한 조광은 3월의 이른 파종에도 거의 출수가 되지 않았다. 토양을 피복하는 엽중의 변화를 보면 보리 품종에서는 미락이 울보다 생육이 빨라 엽중이 많았으며, 밀 품종에선 금강이 조광보다 많았다. 4월 이후 파종에서는 보리 및 밀 모두 품종간 엽중의 차이를 크게 나타내지 못했다.

보리, 밀 품종은 자식성 작물로 유전자가 고정되어 있어 형질의 발현도 일정하게 나타나지만, 호밀은 다른 맥종보다 타식성이 강하여서 형질발현도 일정하지 않을 수 있다. 호밀의 파종기에 따른 출수반응을 보면 3월 파종에서 품종 중에서 파성이 비교적 낮아 출수개체가 많았던 곡우도 보리와 밀보다는 출수이삭대수 및 출수이삭대중이 적었다. 그러나 4월 이후 파종에서 출수가 거의 없었던 보리와 밀과는 달리 계속적으로 출수가 되어 품종 곡우는 4월 20일 파종에서도 11 개 m^{-2} 과 6 $g m^{-2}$ 의 출수이삭대수와 출수이삭대중을 보였다. 황등(1986)은 호밀, 연맥, 트리티케일의 파성을 조사하여 연맥, 트리티케일과 달리 호밀에서는 품종 간 파성이 뚜렷한 차이를 나타내 파성에 대한 품종의 선발효과가 높았다고 했다. 본 시험에서도 호밀 3품종 간의 파종기별 출수반응이 뚜렷한 차이를 나타내었는데, 파성이 강한 품종 윈트그린은 3월 20일 파종에서 95%의 피복엽중 비율을 보여, 3월에도 리빙밀치 용으로 파종이 가능함을 알 수 있었으며, 그 다음 파성이 높은 품종 옥전은 4월 초부터 사용이 가능하였다. 호밀의 피복엽중은 5월 이후 파종에서 현저히 감소하는 경향이였다. 트리티케일 품종 신영은 시험된 품종 중에서 파성이 제일 약한 것으로 나타났는데, 4월 10일 파종에서도 엽중이 34%를 나타내어 리빙밀치 용으로 부적합하였다.(Table 2)

일평균지온과 맥류 출수간의 관계를 고려할 때 보리와 밀을 출수시키지 않고 리빙밀치로 사용하기 위해서는 일평균 지온이 10°C 이상으로 증가하는 4월 초·중순 이후에야 파종할 수 있는 것으로 나타났다. 호밀은 보리와 밀보다 파성이 강해 토양온도가 낮은 3월에도 리빙밀치 용으로 파종이 가능하였는데, 그 때는 호밀 중에서도 파성이 가장 강한 품종 윈트그린은 출수가 되지 않아 적당하였는데, 파성이 약한 품종 곡우는 지온이 높은 4월 하순 파종까지도 계속 출수가 되어 4월 이후 파종에서는 오히려 보리와 밀보다 적합하지 못하였다. 4월 하순 이후 맥류 파종 시에는 토양온도

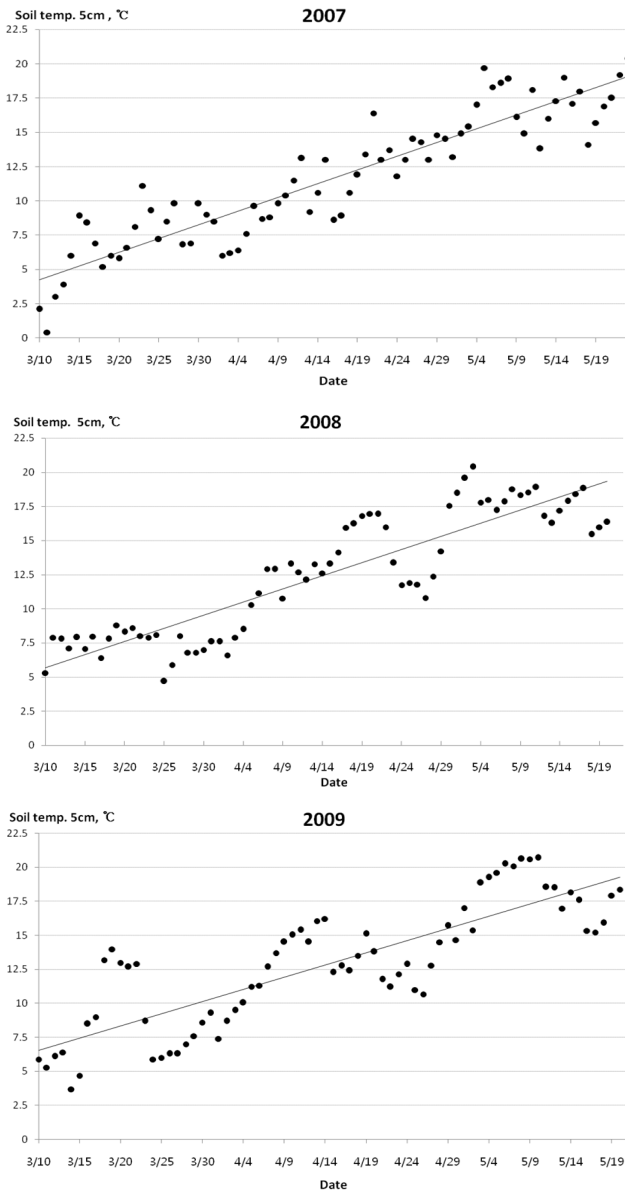


Fig. 2. Changes of daily mean soil temperature (5 cm) in spring during three experimental years.

그 경향이 3월 하순까지 이어졌고, 그 후 지온은 다소 크게 변화하면서 증가하였다. 2008년 일평균지온 증가 추세를 보면 10°C, 12.5°C, 15°C를 나타내는 일자가 대략 4월 2일, 4월 15일 및 4월 28일로 2007년보다 5일 정도 빠른 것으로 나타났다. 2009년도는 지온변화의 차이가 컸는데, 3월 하순에서 지온이 12.5°C로 증가하다가 7.5°C 이하로 급격히 감소하는 등 등락폭이 심하였다. 2009년 일평균지온의 증가 추세를 보면 10°C, 12.5°C, 15°C를 나타내는 일자가 대략 3월 31일, 4월 13일 및 4월 6일로 2008년보다 대략 2일 정도 빨랐다.

가 높기 때문에 파성의 차이에 의한 품종의 선택보다는 초기생육이 왕성하고, 그에 따른 엽량을 많이 확보할 수 있는 품종의 선발이 중요한 것으로 생각되었다.

호밀의 품종별 춘파시기에 따른 출수 및 엽량 변화

2008년의 파종기 및 품종에 따른 출현 및 출수상태 변화를 보면(Table 3), 3월 13일 파종에서는 토양온도가 낮은 관

Table 1. Number and dry weight(DW) of ear stem[↓] by sowing date in spring 2007.

| Winter cereals | Cultivar | Ear stem number (No. m ⁻²) | | | | | | Ear stem DW (g m ⁻²) | | | | | |
|----------------|-------------|--|------|-----|------|------|-----|----------------------------------|------|-----|------|------|-----|
| | | 3.10 [†] | 3.20 | 4.1 | 4.10 | 4.20 | 5.1 | 3.10 | 3.20 | 4.1 | 4.10 | 4.20 | 5.1 |
| Barley | Ol | 80 | 88 | 0 | 0 | 0 | 0 | 164 | 181 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Mirak | 84 | 83 | 0 | 0 | 0 | 0 | 197 | 170 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Wheat | Keumkang | 87 | 95 | 0 | 0 | 0 | 0 | 157 | 164 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Chokwang | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Rye | Gokwoo | 37 | 30 | 18 | 22 | 11 | 0 | 64 | 88 | 30 | 25 | 6 | 0 |
| | Okjeon | 27 | 11 | 2 | 0 | 0 | 0 | 137 | 26 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| | Wintergreen | 9 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 32 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Triticale | Shinyoung | 80 | 76 | 61 | 12 | 0 | 0 | 222 | 160 | 113 | 37 | 0 | 0 |
| LSD (0.05) | | 13 | 19 | 8 | 12 | 6 | ns | 83 | 31 | 13 | 9 | 1 | ns |

[†] Sowing date : month.day

[↓] Sampling date : June 9

Table 2. Dry weight(DW) and ratio of leaf[↓] by sowing date in spring 2007.

| Winter cereals | Cultivar | Leaf DW (g m ⁻²) | | | | | | Leaf DW ratio [‡] (%) | | | | | |
|----------------|-------------|------------------------------|------|-----|------|------|-----|--------------------------------|------|-----|------|------|-----|
| | | 3.10 [†] | 3.20 | 4.1 | 4.10 | 4.20 | 5.1 | 3.10 | 3.20 | 4.1 | 4.10 | 4.20 | 5.1 |
| Barley | Ol | 0 | 0 | 37 | 51 | 42 | 29 | 0 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | Mirak | 0 | 0 | 58 | 63 | 62 | 33 | 0 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Wheat | Keumkang | 0 | 18 | 44 | 62 | 42 | 28 | 0 | 7 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | Chokwang | 32 | 47 | 33 | 42 | 27 | 20 | 90 | 94 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Rye | Gokwoo | 40 | 39 | 47 | 57 | 31 | 28 | 39 | 32 | 61 | 69 | 83 | 100 |
| | Okjeon | 72 | 83 | 65 | 72 | 42 | 27 | 45 | 77 | 97 | 100 | 100 | 100 |
| | Wintergreen | 62 | 90 | 57 | 68 | 45 | 26 | 66 | 95 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Triticale | Shinyoung | 17 | 11 | 19 | 18 | 52 | 31 | 7 | 6 | 13 | 34 | 100 | 100 |
| LSD (0.05) | | 14 | 21 | 29 | 18 | 9 | 10 | 13 | 11 | 4 | 4 | 3 | ns |

[†] Sowing date : month.day

[↓] Sampling date : June 9

[‡] (aboveground DW - ear stem DW) / aboveground DW × 100

Table 3. Status of heading[↓] of rye cultivar by sowing date in spring 2008.

| Cultivar | Days to emergence | | | Beginning of heading | | | Ear stem number (No. m ⁻²) | | |
|-------------|-------------------|-----|------|----------------------|------|------|--|-----|------|
| | 3.13 [†] | 4.4 | 4.25 | 3.13 | 4.4 | 4.25 | 3.13 | 4.4 | 4.25 |
| Ol(barley) | 14 | 9 | 8 | 5.23 | - | - | 180 | 0 | 0 |
| Koolgrazer | 14 | 8 | 8 | 5.29 | 6.8 | 6.24 | 117 | 65 | 17 |
| Ol-homil | 14 | 8 | 7 | 5.24 | 6.5 | 6.21 | 143 | 97 | 13 |
| Gokwoo | 14 | 8 | 7 | 5.27 | 6.7 | 6.21 | 147 | 56 | 13 |
| Duru | 14 | 8 | 7 | 6.9 | 6.24 | - | 158 | 14 | 0 |
| Wintergreen | 14 | 8 | 7 | 6.16 | 6.25 | - | 57 | 4 | 0 |
| Frima | 14 | 9 | 8 | - | - | - | 0 | 0 | 0 |
| LSD (0.05) | | - | - | - | - | - | 50 | 24 | 13 |

[†] Sowing date : month.day

[↓] Sampling date : June 26

계로 출수에 14일이 소요되었다. 그에 반해 토양온도가 높아진 4월 4일 및 4월 25일 파종은 출현일수가 7~9일로 짧아졌다. 대조로 시험한 보리는 3월 13일 파종 모두 출수하였고, 4월 4일 및 4월 25일 파종한 것은 100%의 엽중비율을 나타내었다(Table 4).

2008년은 2007년보다 호밀 품종이 많았던 관계로 품종 간 차이는 더욱 뚜렷이 나타났는데, Frima가 가장 파성이 강하여 3월 13일의 이른 파종에도 출수되는 개체가 없었다. 만생종인 윈터그린 및 두루는 3월 13일 및 4월 4일 파종에서 출수시기가 조생종인 Koolgrazer, 올, 곡우 품종보다 대략

Table 4. Dry weight(DW) of ear stem, leaf and leaf ratio[↓] in rye cultivars by sowing date in spring 2008.

| Cultivar | Ear stem DW (g m ⁻²) | | | leaf DW (g m ⁻²) | | | Leaf DW ratio [‡] (%) | | |
|-------------|----------------------------------|------|------|------------------------------|-----|------|--------------------------------|-----|------|
| | 3.13 [†] | 4.04 | 4.25 | 3.13 | 4.4 | 4.25 | 3.13 | 4.4 | 4.25 |
| Ol(barley) | 447 | 0 | 0 | 0 | 267 | 42 | 0 | 100 | 100 |
| Koolgrazer | 244 | 116 | 19 | 227 | 179 | 43 | 48 | 59 | 74 |
| Ol-homil | 373 | 195 | 14 | 242 | 144 | 32 | 39 | 43 | 74 |
| Gokwoo | 339 | 91 | 21 | 242 | 225 | 48 | 44 | 72 | 75 |
| Duru | 403 | 28 | 0 | 188 | 245 | 70 | 33 | 91 | 100 |
| Wintergreen | 119 | 5 | 0 | 267 | 209 | 43 | 69 | 98 | 100 |
| Frima | 0 | 0 | 0 | 333 | 224 | 44 | 100 | 100 | 100 |
| LSD (0.05) | 156 | 53 | 17 | 87 | 103 | 29 | 15 | 14 | 23 |

[†] Sowing date : month.day

[↓] Sampling date : June 26

[‡] (aboveground DW - ear stem DW) / aboveground DW × 100

Table 5. Status of heading[↓] of rye cultivar by sowing date in spring 2009.

| Cultivar | Days to emergence | | | Beginning of heading | | | Ear stem number (No. m ⁻²) | | |
|-------------|-------------------|------|------|----------------------|------|------|--|------|------|
| | 4.1 [†] | 4.21 | 5.11 | 4.1 | 4.21 | 5.11 | 4.1 | 4.21 | 5.11 |
| Ol(barley) | 12 | 12 | 9 | 6.22 | - | - | 57 | 0 | 0 |
| Koolgrazer | 12 | 12 | 9 | 5.31 | 6.13 | 6.30 | 133 | 32 | 15 |
| Gokwoo | 12 | 9 | 9 | 5.26 | 6.10 | 6.26 | 155 | 52 | 26 |
| Duru | 12 | 12 | 9 | 6.20 | 7.1 | - | 66 | 12 | 0 |
| Okjeon | 12 | 9 | 9 | 6.6 | 6.23 | - | 58 | 12 | 0 |
| Wintergreen | 12 | 9 | 9 | 6.25 | - | - | 19 | 0 | 0 |
| Frima | 12 | 9 | 9 | - | - | - | 0 | 0 | 0 |
| LSD (0.05) | - | - | - | - | - | - | 17 | 7 | 4 |

[†] Sowing date : month.day

[↓] Sampling date : July 8

Table 6. Dry weight(DW) of ear stem, leaf and leaf ratio[↓] of rye cultivars by sowing date in spring 2009.

| Cultivar | Ear stem DW (g m ⁻²) | | | Leaf DW (g m ⁻²) | | | Leaf DW ratio [‡] (%) | | |
|-------------|----------------------------------|------|------|------------------------------|------|------|--------------------------------|------|------|
| | 4.1 [†] | 4.21 | 5.11 | 4.1 | 4.21 | 5.11 | 4.1 | 4.21 | 5.11 |
| Ol(barley) | 128 | 0 | 0 | 491 | 358 | 203 | 79 | 100 | 100 |
| Koolgrazer | 321 | 65 | 24 | 425 | 363 | 212 | 57 | 85 | 90 |
| Gokwoo | 418 | 128 | 46 | 333 | 314 | 183 | 45 | 71 | 80 |
| Duru | 180 | 56 | 0 | 460 | 368 | 225 | 72 | 86 | 100 |
| Okjeon | 156 | 41 | 0 | 455 | 325 | 185 | 75 | 89 | 100 |
| Wintergreen | 66 | 0 | 0 | 499 | 314 | 193 | 89 | 100 | 100 |
| Frima | 0 | 0 | 0 | 474 | 334 | 199 | 100 | 100 | 100 |
| LSD (0.05) | 65 | 16 | 9 | 60 | ns | 42 | 8 | 5 | 3 |

[†] Sowing date : month.day

[↓] Sampling date : July 8

[‡] (aboveground DW - ear stem DW) / aboveground DW × 100

20일 정도 늦었으며 출수이삭대수가 현저히 적었는데, 두 품종 모두 4월 4일 파종에서 엽중비율이 90% 이상을 나타내어 토양 일평균온도가 10°C 이상되는 4월 초순이후 리빙 멀치 용으로 파종이 가능함을 알 수 있었다. 조생종인 Koolgrazer, 올, 곡우는 4월 25일 파종에서도 출수되는 개체가 75%내외의 엽중비율을 나타내어 리빙 멀치 용으로 4월 파종은 부적합하였다. 현재 사료용으로 농가에 수입되어 많이 공급되고 있는 품종은 Koolgrazer 등 조생종 품종이 대부분을 이루고 있는데, 리빙 멀치 용으로 사용 시 지온이 내려갈 때 출수할 위험성이 크기 때문에 주의를 요할 필요가 있었다. 엽중 변화를 보면 3월 13일 및 4월 4일 파종간 큰 차이를 나타내지 못했고, 4월 4일 파종에서는 엽중비율이 90% 이상인 품종 간에서는 큰 차이를 나타내지 못했다. 그러나 파종기가 늦어진 4월 25일 파종에서는 엽중이 적어졌고 또 품종간에 차이를 다소 나타내었는데, 호밀 품종에서는 두루가 70 g m²으로 가장 높았다.

2009년의 출현일수는 2008년과 비슷한 경향을 보였는데, (Table 5) 4월 1일 파종임에도 불구하고 파종 시 일평균지온이 다소 낮은 관계로 출현에 12일 정도 소요되었다. 보리의 출수상태를 보면 4월 1일 파종은 출수이삭대수 57 개 m², 엽중비율 79%를 나타내어 보리를 리빙 멀치 용으로 파종하기에는 아직 빠른 시기임을 알 수 있었다. 호밀 품종간의 출수반응 비교에서는 2008년과 동일하게 파성이 높은 품종 Frimaga 4월 1일 파종에서도 출수개체가 없었으며, 그 다음이 윈트그린으로 약 89%의 엽중비율을 나타내었다. 품종 두루와 옥전은 출수시도 Koolgrazer와 곡우보다 늦고, 출수이삭대수 및 출수이삭대중도 적었는데, 4월 1일 파종에서 약 70%, 4월 21일 파종에서 약 90% 가까운 엽중비율을 나타내어 4월 중하순의 파종은 큰 문제가 없을 것으로 생각되었다. 그에 반해 조생종 Koolgrazer 및 곡우는 5월 11일 파종에도 출수하는 개체가 있어 리빙 멀치 용으로 4월 파종은 위험성이 있었다.

엽중의 비교에서는 4월 1일 및 4월 21일 파종에서 엽중비율 90% 이상인 품종에서는 품종간 큰 차이를 보이지 않았다(Table 6). 그런데 엽중이 감소하는 5월 11일 파종에서는 품종 간 차이가 보였는데, 호밀 품종에서 두루가 225 g m²으로 가장 높은 값을 보여 늦게 파종할 때 리빙 멀치 용으로 가장 유리하였다. 잡초의 발생은 봄에 경운시기가 늦어질수록 감소하는데, 따라서 늦게 경운하고 리빙 멀치 용 맥류를 파종할 때는 빨리 포장을 피복하여 잡초를 억제하는 것이 필요하므로 엽중이 많은 것이 유리하다. 그런 측면에서 호밀 품종 중에서 두루가 가장 적합한 품종으로 사료되어졌다.

3년간의 시험의 결과로 볼 때, 3월의 이른 시기에 파종이 필요한 경우에는 파성이 강한 호밀의 사용이 가능하였는데, 그에 맞는 품종은 Frima 및 윈트그린이었다. 일평균지온이 10°C 이상으로 올라가는 4월 초·중순 이후는 보리, 밀 및 호밀의 이용이 모두 가능함을 알 수 있었다. 그러나 대표적 트리티케일 품종인 신영은 늦은 시기의 파종까지 출수되어 피복용으로 적합하지 않았다. 호밀에서는 현재 농가에서 많이 사용하는 조생종 품종의 경우에는 4월 하순 및 5월 초순 파종에도 출수하는 품종이 있어 리빙 멀치 용으로 품종의 선택 시 주의를 요할 필요가 있었다. 경운 및 리빙 멀치 용 맥류의 파종을 늦게 할 때에는 품종 간에는 파성에 따른 출수반응이 크게 차이 나지 않기 때문에 파성보다는 토양을 피복할 수 있는 엽량이 중요한 것으로 생각되었는데, 특히 4배체 생육이 빠른 호밀품종 두루는 다른 품종에 비해 생육초기에 엽을 초기에 확보하여 토양의 피복량을 증대시킬 수 있기 때문에 가장 우수한 리빙 멀치 용 품종으로 생각되었다.

적 요

무제초제 친환경 작물 재배 시 봄 리빙 멀치 용 맥류의 사용을 위해 품종 및 파종기에 따른 출수반응 및 잎의 생산량을 2007년, 2008년 및 2009년 3년에 걸쳐 조사하였는데, 조사된 결과는 다음과 같다.

1. 호밀은 품종간 출수반응이 뚜렷이 나타나 리빙 멀치 용 품종의 선택이 중요하였는데, 파성이 높은 Frima 및 윈트그린 품종은 지온이 낮은 3월 파종에도 출수되는 개체가 없어 리빙 멀치 용으로 가능하였고, 파성이 낮은 Koolgrazer, 곡우 등 조생품종은 지온이 높은 5월 상순 파종까지 출수가 되어 리빙 멀치 용으로 부적합하였다.
2. 보리와 밀은 지온이 낮은 3월 파종에서 모두 출수하였지만 4월 초중순 이후에는 대부분 출수하지 않는 뚜렷한 출수반응을 나타내었으며, 엽중에서는 밀보다 보리가, 보리 품종에서는 미락이 올보다 많았다.
3. 4월 초·중순 파종에서는 엽중이 품종간 차이를 보이지 않았지만 엽중이 감소하는 4월 하순 이후 파종에서는 품종간 엽중의 차이가 나타나, 맥류의 파성이 크게 문제되지 않는 4월 하순 이후 파종에서는 출수반응보다는 엽중의 확보가 더욱 중요하였다.
4. 호밀 품종 두루는 4월 초순부터 리빙 멀치 용으로 파종이 가능하였고 다른 품종보다 엽중이 많아 리빙 멀치 용으로 유망한 품종으로 생각되었다.

인용문헌

- 三浦重典, 小林浩幸, 小柳敦史. 2005. 東北地域における秋播きオオムギを利用してたダイズのリビングマルチ栽培, 日作紀. 74(4) : 401-416.
- 서중호, 이재은, 성장훈, 정진호, 권영업, 이춘기, 김정근. 2009. 호밀의 춘파 및 콩사이 피복이 잡초억제 및 콩 생육에 미치는 영향. 한국작물학회지 54(별2) : 134.
- 小林浩幸, 六戸力雄, 櫻井貴雄, 好野奈美子, 内田智子, 島岐由美, 山下伸夫, 酒井眞次, 坂上 修, 小柳敦史. 2008. ムギ類をリビングマルチとして用いたダイズ栽培のためムギ類・ダイズ同時播種機. 雑草研究. Vol. 53(2) : 63-68.
- 이병모, 지형진, 류경열, 박중호, 이지현, 2008. 호밀 파종시기가 유기농 콩밭 잡초발생에 미치는 영향. 한국잡초학회지 28(2) : 111-116.
- 好野奈美子, 小林浩幸, 内田智子, 島岐由美. 2009. ムギ類をリビングマルチとして用いたダイズ栽培におけるダイズ-ムギ類-雑草の群落空間構造. 雑草研究. Vol. 54(3) : 139-146.
- 황재복, 송석보, 홍연규, 박기도, 박성태. 2008. 논에서 콩 재배 시 보리·밀·유채 피복에 의한 잡초발생 경감효과. 한국잡초학회지 28(4) : 414-419.
- 황중진, 연규복, 이홍석. 1986. 호밀, 귀리, 트리티케일의 파성정도 분류. 한국육종학회지 18(3) : 154-161.
- Ateh C. M. and J. D. Doll. 1996. Spring-planted winter rye (*Secale cereale*) as a living mulch to control weeds in soybean(*Glycine max*). Weed Technology 10 : 347-353.
- Barnes, J. P. and A. R. Putnam. 1987. Role of benzoxazinones in allelopathy by rye (*Secale cereale* L.). Journal of Chemical Ecology 13 : 889-905.
- Carlene A. Chase and Odemari S. Mbuya. 2008. Greater interference from living mulches than weeds in organic broccoli production. Weed Technology 22 : 280-285.
- Dhima. K. V., I. B. Vasilakoglou, I. G. Eleftherohorinos, and A. S. Lithoourgidis. 2006. Allelopathic potential of winter cereals and their cover crop mulch effect on grass weed suppression on corn development. Crop Sci. 46 : 345-352.
- Hoffman, M. L. and E. E. Regnier. 2005. Contributions to weed suppression from cover crops. 51-75. in H. P. Singh, D. R. Batish and R. K. Kohli, eds. Handbook of Sustainable weed management. Newyork, MI: Food Products Press.
- Thelen, K. D., D.R. Mutch, and T. E. Martin. 2004. Utility of interseeded winter cereal rye in organic soybean production systems. Agron. J. 96 : 281-284.
- Yusuf, R. I., J. C. Siemens, and D. G. Bullock. 1999. Growth analysis of soybean under no-tillage and conventional tillage systems. Agron. J. 91 : 928-933.