

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Katedra Herbolgii i Technik Uprawy Roślin
20-950 Lublin, Akademicka13, e-mail: malgorzata.haliniarz@up.lublin.pl

MAŁGORZATA HALINIARZ

Skuteczność zwalczania chwastów w pszenicy ozimej w zależności od dawki chlorotoluronu (Lentipur Flo 500 SC)

Effectiveness of weed control in winter wheat according to the dose
of chlorotoluron (Lentipur Flo 500 SC)

Streszczenie. Celem pracy była ocena wpływu zróżnicowanych dawek herbicydu Lentipur FLO 500 SC aplikowanych samodzielnie oraz z dodatkiem adiuwanta Atpolan 80 EC na stan i stopień zachwaszczenia łąnu pszenicy ozimej. Badania polowe przeprowadzono w latach 2010/2011 i 2012/2013 w Gospodarstwie Doświadczalnym w Czesławicach (51°18'23"N, 22°16'2"E). Czynniki badawczymi były trzy zróżnicowane dawki herbicydu Lentipur FLO 500 SC (s.a. chlorotoluron): dawka pełna (3,0 l ha⁻¹) oraz dawki zredukowane do 67% i 50%. Dawki te stosowano samodzielnie i z dodatkiem adiuwanta Atpolan 80 EC (s.a. olej parafinowy) w ilości 1,5 l ha⁻¹. Badania wykazały, iż poziom zachwaszczenia pszenicy ozimej był istotnie różnicowany przez dawki herbicydu Lentipur Flo 500 SC. Liczebność chwastów w obiektach odchwaszczanych pełną i obniżoną do 67% dawką herbicydu nie różniły się istotnie. Zarówno pełna, jak i zredukowane dawki chlorotoluronu w największym stopniu ograniczyły występowanie w łąnie pszenicy ozimej *Matricaria maritima*, *Chenopodium album* i *Veronica arvensis*.

Słowa kluczowe: chlorotoluron, adiuwant, pszenica ozima, zachwaszczenie, różnorodność

WSTĘP

Obecne podejście do problematyki zachwaszczenia polega na łączeniu efektywnych i bezpiecznych dla środowiska metod zwalczania agrofagów. W Dyrektywie Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/128/WE z dnia 21 października 2009 r. czytamy, że „Państwa członkowskie podejmują wszelkie konieczne środki w celu zachęcania do stosowania ochrony roślin o niskim zużyciu pestycydów, przyznając zawsze, gdy to możliwe, pierwszeństwo metodom niechemicznym”. Zapis ten obliguje wszystkie kraje członkowskie do wdrażania proekologicznych technologii, bezpiecznych dla środowiska naturalnego. Ochrona chemiczna jest najbardziej rozpowszechnionym sposobem walki z chwastami, dlatego bardzo ważne jest, aby herbicydy były stosowane w sposób racjonalny,

a ich aplikacja przyniosła oczekiwane efekty [Mrówczyński i Roth 2009, Pruszyński i Skrzypczak 2007, Rola i in. 2013, Domaradzki 2006, Domaradzki i Rola 1999]. Jednym ze sposobów zmniejszenia presji środków ochrony roślin na agroekosystemy może być stosowanie obniżonych dawek herbicydów, które będą ograniczać zachwaszczenie łąnu i oddziaływać plonochronnie na roślinę uprawną [Blackshaw i in. 2006, Domaradzki i Rola 2000, 2001]. W literaturze przedmiotu szeroko udokumentowany jest dodatni wpływ adiuwantów na działanie s.a. herbicydów. Są to preparaty biologicznie nieaktywne, które mogą obniżyć napięcie powierzchniowe cieczy użytkowej, poprawiać równomierność pokrycia powierzchni liści przez preparat, zwiększać przyczepność preparatu do rośliny, zapobiegając w ten sposób jego zmywaniu oraz zwiększać wchłanianie s.a. herbicydu. Zdaniem Woźnicy [2003], Domaradzkiego i Kieloch [2005], Koziary [2004] oraz Kierzka i Ratajkiewicz [2004] wprowadzenie adiuwanta do cieczy użytkowej herbicydu powinno być zabiegiem celowym, zwłaszcza w przypadku stosowania obniżonych dawek s.a. herbicydów.

Celem pracy była ocena wpływu zróżnicowanych dawek herbicydu Lentipur FLO 500 SC aplikowanych samodzielnie oraz z adiuwantem Atpolan 80 EC na stan i stopień zachwaszczenia łąnu pszenicy ozimej.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Badania polowe prowadzono w latach 2010–2013 w Gospodarstwie Doświadczalnym w Czesławicach (51°18'23"N, 22°16'2"E), należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie, położonym na Płaskowyżu Nałęczowskim. Jednak w sezonie 2011/2012 w wyniku bardzo niekorzystnych warunków pluwiotermicznych pszenica ozima uległa wymarznieniu. Z tego powodu w artykule prezentowane są wyniki z dwóch lat badań (2010/2011 i 2012/2013). Statyczne doświadczenie polowe założono na glebie płowej wytworzonej z lessu, zaliczanej do II klasy bonitacyjnej, kompleksu pszennego dobrego. Warstwa orna charakteryzowała się odczynem lekko kwaśnym (pH w 1 mol KCl 6,1–6,2), zawartością próchnicy 1,41%, bardzo dużą zawartością fosforu (33,0 mg na 100 g gleby), średnią potasu (16,1 mg na 100 g gleby) oraz dużą magnezu (8,5 mg na 100 g gleby) [Zalecenia nawozowe 1990].

W doświadczeniu zastosowano następujące nawożenie mineralne w dawkach: N – 140 kg ha⁻¹, P₂O₅ – 60 kg ha⁻¹ i K₂O – 80 kg ha⁻¹. Całość nawozów fosforowych i potasowych oraz część azotowych (46 kg N) wniesiono przed siewem pszenicy ozimej. Pozostałą część nawozów azotowych zastosowano w dwóch dawkach, wiosną zaraz po ruszeniu vegetacji w ilości 48 kg N ha⁻¹ oraz w końcowej fazie strzelania w źdźbło pszenicy ozimej, stosując 46 kg N ha⁻¹. Doświadczenie polowe założono metodą bloków losowanych w trzech powtórzeniach. Czynniki badawczymi były trzy zróżnicowane dawki herbicydu Lentipur FLO 500 SC (s.a. chlorotoluron): dawka pełna zalecana przez producenta (3,0 l ha⁻¹) oraz zredukowane do 67% i 50%. Dawki te były stosowane samodzielnie i z adiuwantem Atpolan 80 EC (olej parafinowy) w ilości 1,5 l ha⁻¹. Obiektem kontrolnym były poletka, na których nie stosowano ochrony herbicydowej. Środek Lentipur FLO 500 SC zastosowano wczesną wiosną, po ruszeniu vegetacji pszenicy ozimej (BBCH 20–22). Powierzchnia poletek doświadczalnych wynosiła 50 m². Przedplonem dla pszenicy ozimej był burak cukrowy.

Pszenicę ozimą odmiany Natula wysiano w pierwszej dekadzie października. Gęstość siewu wynosiła 500 ziaren na 1 m². Ziarno przed siewem zaprawiono zaprawą nasienną Raxil Gel 206 (tiuram + tebukonazol) w dawce 50 ml na 100 kg ziarna.

Ochrona chemiczna przeciwko chorobom grzybowym polegała na zastosowaniu fungicydu Wirtuoz 520 EC (s.a. prochloraz + tebukonazol + proquinazid) w dawce 1,25 l ha⁻¹ w fazie krzewienia (BBCH 23–27) i strzelania w źdźbło (BBCH 32–34) pszenicy ozimej. Do zwalczania szkodników zastosowano dwa insektycydy: Decis 2,5 EC (s.a. deltametryna) w dawce 0,3 l ha⁻¹ oraz Fastac 100 EC (s.a. alfa-cypermetyryna) w dawce 0,12 l ha⁻¹. Środki ochrony roślin aplikowano opryskiwaczem poletkowym pod ciśnieniem 0,25 MPa, a wydatek cieczy roboczej wynosił 250 l ha⁻¹.

Zachwaszczenie łąnu określano metodą ilościowo-wagową w dwóch terminach. Pierwszą ocenę wykonano 4 tygodnie po zabiegu herbicydowym (BBCH 31–36), natomiast drugą w fazie dojrzałości woskowej pszenicy ozimej (BBCH 83–85). Ocena polegała na oznaczeniu składu gatunkowego chwastów oraz ich liczby i powietrznie suchej masy. Powierzchnię badawczą wyznaczono za pomocą ramki o wymiarach 1 m × 0,5 m, którą umieszczano w dwóch wybranych losowo miejscach dla każdego poletka osobno. Nomenklaturę gatunkową chwastów podano za Mirkiem i in. [2002].

Uzyskane wyniki dotyczące liczby i powietrznie suchej masy chwastów opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji, natomiast istotność różnic oszacowano testem Tukeya na poziomie $\alpha = 0,05$. Różnorodność oceniono na podstawie liczby gatunków występujących w agrocenozie oraz za pomocą wskaźnika ogólnej różnorodności Shannona (H) wg następującego wzoru [Shannon 1948 za Topham i Lawson 1982]:

$$H = - \sum_{i=1}^s p_i \log_n p_i$$

gdzie: s – liczba gatunków,

p_i – stosunek liczby osobników i-tego gatunku do całkowitej liczebności wszystkich osobników.

WYNIKI BADAŃ

W pierwszym terminie oceny zachwaszczenia łąnu pszenicy ozimej stwierdzono skuteczność chwastobójczą preparatu Lentipur Flo 500 SC od 47% do 85%, uwzględniając liczbę chwastów i od 44% do 95%, biorąc pod uwagę ich powietrznie suchą masę (tab. 1, 2). Zastosowanie herbicydu samodzielnie lub z adiuwantem istotnie zmniejszyło parametry ilościowe zachwaszczenia. Aplikowanie 50% dawki zmniejszyło zachwaszczenie łąnu o ponad połowę, natomiast dawka rekomendowana (100%) zmniejszyła liczbę chwastów o 80%, a ich biomasę o 93%. Analiza statystyczna wykazała, iż zastosowane różne dawki herbicydu nie różnicowały istotnie liczby chwastów, natomiast w przypadku ich masy wykazano istotne różnice pomiędzy dawką 50%, a 67% i 100%. Niezależnie od dawek herbicydu zastosowanie adiuwanta Atpolan 80 EC nie wpłynęło na istotne zmniejszenie zachwaszczenia łąnu pszenicy ozimej, niemniej jednak w przypadku obu ocenianych parametrów wykazano pozytywny wpływ adiuwanta. Tendencja taka zauważana była w przypadku wszystkich dawek herbicydu, a najkorzystniejszy efekt zastosowania herbicydu z adiuwantem uzyskano w przypadku dawki 50% (tab. 1, 2).

Tabela 1. Liczba chwastów na 1 m² w łanie pszenicy ozimej (średnio z 2010/2011 i 2012/2013)
Table 1. Number of weeds per 1 m² in the winter wheat crop (mean for 2010/2011 and 2012/2013)

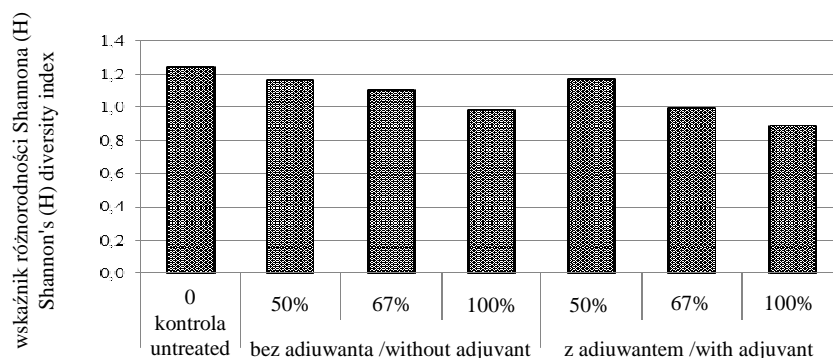
Wyszczególnienie Specification	Dawki herbicydu/ Herbicide doses (%)				Średnia Mean
	0 (kontrola untreated)	50	67	100	
Pierwszy termin oceny zachwaszczenia/ The first estimation of weed infestation					
Bez adiuwanta Without adjuvant	55,0	29,1	16,7	14,0	28,7
Z adiuwantem With adjuvant		15,8	16,0	8,4	23,7
Średnia/Mean	55,0	22,4	16,3	11,2	-
NIR _(0,05) LSD _(0,05)	dla dawek/ for doses – 11,37, dla adiuwantu/ for adjuvant – r.n./n.s., dla interakcji dawki × adiuwant - for interaction doses × adjuvant – r.n./n.s.				
Drugi termin oceny zachwaszczenia/ The second estimation of weed infestation					
Bez adiuwanta Without adjuvant	53,1	45,8	22,2	17,8	34,7
Z adiuwantem With adjuvant		15,4	20,2	15,6	26,1
Średnia/Mean	53,1	30,6	21,2	16,7	-
NIR _(0,05) LSD _(0,05)	dla dawek/ for doses – 12,63, dla adiuwanta/ for adjuvant – 6,70, dla interakcji dawki × adiuwant/ for interaction doses × adjuvant – 21,34				

Tabela 2. Powietrznie sucha masa chwastów na 1 m² w łanie pszenicy ozimej
(średnio z 2010/2011 i 2012/2013)

Table 2. Air-dry weight of weeds per 1 m² in the winter wheat crop (mean for 2010/2011 and 2012/2013)

Wyszczególnienie Specification	Dawki herbicydu/ Herbicide doses (%)				Średnia Mean
	0 (kontrola untreated)	50	67	100	
Pierwszy termin oceny zachwaszczenia/ The first estimation of weed infestation					
Bez adiuwanta Without adjuvant	23,71	13,21	3,34	2,10	10,59
Z adiuwantem With adjuvant		9,95	2,65	1,07	9,34
Średnia/Mean	23,71	11,58	2,99	1,58	-
NIR _(0,05) LSD _(0,05)	dla dawek/ for doses – 5,111, dla adiuwanta/ for adjuvant – r.n./n.s., dla interakcji dawki × adiuwant/ for interaction doses × adjuvant – r.n./n.s.				
Drugi termin oceny zachwaszczenia/ The second estimation of weed infestation					
Bez adiuwanta Without adjuvant	29,16	21,00	7,20	8,27	16,41
Z adiuwantem With adjuvant		10,23	10,06	6,31	13,94
Średnia/Mean	29,16	15,62	8,63	7,29	-
NIR _(0,05) LSD _(0,05)	dla dawek/ for doses – 11,64, dla adiuwanta/ for adjuvant – r.n./n.s., dla interakcji dawki × adiuwant/ for interaction doses × adjuvant – r.n./n.s.				

Agrofitocenozę pszenicy ozimej kształtowało 30 gatunków chwastów, spośród których 25 określono jako taksony krótkotrwałe. Największą różnorodność gatunkową stwierdzono w obiekcie kontrolnym (24 gatunki), który charakteryzował się najwyższym wskaźnikiem ogólnej różnorodności (tab. 3, rys. 1). W zbiorowisku tym nie stwierdzono wyraźnej dominacji jednego gatunku. Taksonem występującym najliczniej była *Matricaria maritima*, która stanowiła 13% ogólnej liczby chwastów występujących w agrocenozie pszenicy ozimej. Zastosowanie herbicydu zmniejszyło różnorodność agrofitocenozy, a najmniejszym wskaźnikiem ogólnej różnorodności odznaczało się zbiorowisko, w którym aplikowano pełną dawkę herbicydu. Preparat Lentipur Flo 500 SC wyeliminował z ładu *Chamomila suaveolens*, *Lamium purpureum*, *Myosotis arvensis*. Natomiast sporadycznie w obiektach z ochroną chemiczną pojawiły się takie gatunki, jak: *Amaranthus retroflexus*, *Galinsoga ciliata*, *Apera spica-venti*, *Juncus bufonius*, *Stachys palustris*, *Taraxacum officinale*. Największą skuteczność działania herbicydu Lentipur Flo 500 SC stwierdzono wobec *Matricaria maritima*, *Chenopodium album*, *Veronica arvensis*, natomiast w przypadku *Viola arvensis*, *Galium aparine*, *Echinochloa crus-galli* i *Cirsium arvense* preparat ten znacząco zmniejszył ich liczebność, lecz nie spowodował całkowitego wyeliminowania z ładu pszenicy ozimej.



Rys. 1. Wskaźnik różnorodności Shannona (H) zbiorowiska chwastów w pszenicy ozimej (pierwszy termin oceny zachwaszczenia)

Fig. 1. Shannon's (H) diversity index of weed community in winter wheat (the first estimation of weed infestation)

W drugim terminie oceny zachwaszczenia ładu pszenicy ozimej na liczbę chwastów istotny wpływ miał dodatek adiuwanta (lub jego brak) oraz dawki herbicydu Lentipur Flo 500 SC, natomiast powietrznie sucha masa zależała głównie od zróżnicowanych dawek herbicydu (tab. 1, 2). Skuteczność chwastobójcza herbicydu Lentipur Flo 500 SC wynosiła od 14% do 71% w przypadku liczby chwastów oraz od 28% do 78% w odniesieniu do ich suchej masy. Niezależnie od stosowania adiuwanta aplikowanie herbicydu zmniejszyło istotnie zachwaszczenia ładu. Ponadto istotnie mniej chwastów w porównaniu z kontrolą i obiektem traktowanym 50% dawką herbicydu stwierdzono w warunkach pełnej ochrony. Pomiędzy obiektami traktowanymi herbicydem nie stwierdzono natomiast istotnych różnic w suchej masie chwastów. W zachwaszczeniu ocenianym w fazie woskowej pszenicy ozimej wykazano dodatni efekt chwastobójczy herbicydu stosowanego razem z adiuwaniem. Niezależnie od dawek herbicydu dodatek adiuwanta spowodował istotne zmniejszenie liczby chwastów w łąnie pszenicy ozimej (o 25%) oraz ich powietrznie

suchej masy (o 15%). Aplikacja herbicydu z adiuwantem we wszystkich ocenianych dawkach ograniczyła liczbę chwastów, a w przypadku dawki herbicydu zmniejszonej o 50% obniżka ta została udowodniona statystycznie. Największą redukcję suchej masy chwastów po zastosowaniu herbicydu z adiuwantem (niepotwierdzoną statystycznie) uzyskano w wariacie dawki zredukowanej o 50%.

Tabela 3. Skład gatunkowy i liczba chwastów na 1 m² w łanie pszenicy ozimej w pierwszym terminie oceny zachwaszczenia (średnio z 2010/2011 i 2012/2013)

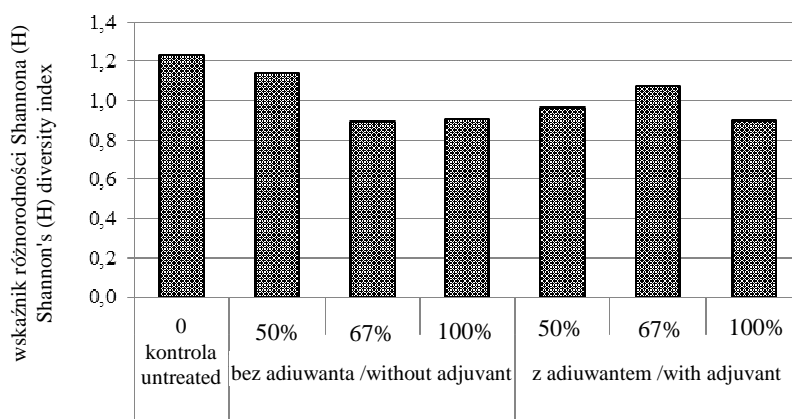
Table 3. Species composition and number of weeds per 1 m² in the winter wheat crop at the first estimation (mean for 2010/2011 and 2012/2013)

Gatunki/Species	0%	Bez adiuwanta Without adjuvant			Z adiuwantem With adjuvant		
		50%	67%	100%	50%	67%	100%
I. Krótkotrwałe /Short-lived							
<i>Matricaria maritima</i>	7,4	2,0	-	-	1,4	1,0	0,3
<i>Viola arvensis</i>	7,0	4,0	1,6	1,3	1,3	2,3	1,4
<i>Chenopodium album</i>	6,0	0,3	0,6	-	-	-	-
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	4,0	1,4	1,6	1,0	2,0	1,7	-
<i>Galium aparine</i>	3,4	3,7	1,7	0,7	0,4	3,0	0,3
<i>Veronica arvensis</i>	3,3	0,7	-	-	0,3	-	-
<i>Vicia hirsuta</i>	2,7	-	1,3	-	2,0	0,7	1,2
<i>Veronica persica</i>	2,4	3,3	2,4	1,4	1,0	1,6	-
<i>Stellaria media</i>	1,7	-	0,7	-	-	-	-
<i>Erigeron canadensis</i>	1,6	0,4	-	-	-	-	-
<i>Geranium pusillum</i>	1,6	1,6	0,7	1,7	-	0,3	-
<i>Myosotis arvensis</i>	1,3	-	-	-	-	-	-
<i>Polygonum lapathifolium</i>	1,3	0,7	-	-	0,3	-	0,3
<i>Galeopsis tetrahit</i>	1,3	-	0,3	0,4	0,4	-	-
<i>Lamium amplexicaule</i>	1,3	-	-	-	-	-	-
<i>Galinsoga parviflora</i>	1,0	1,4	-	0,6	0,4	-	-
<i>Chamomila suaveolens</i>	1,0	-	-	-	-	-	-
<i>Lamium purpureum</i>	1,0	-	-	-	-	-	-
<i>Plantago pauciflora</i>	0,7	-	-	-	-	0,4	-
<i>Polygonum convolvulus</i>	0,6	0,4	0,6	-	-	-	-
<i>Echinochloa crus-galli</i>	0,1	1,0	1,9	2,3	1,0	1,4	1,0
<i>Amaranthus retroflexus</i>	-	-	-	-	0,3	-	-
<i>Galinsoga ciliata</i>	-	-	-	-	-	-	0,3
<i>Apera spica-venti</i>	-	1,3	0,3	-	1,0	-	0,3
<i>Juncus bufonius</i>	-	0,3	-	-	-	-	-
Liczba chwastów I /Number of weeds I	50,7	22,5	13,7	9,4	11,8	12,4	5,1
Liczba gatunków I /Number of species I	21	15	12	8	13	9	8
II. Wieloletnie/Perennial							
<i>Cirsium arvense</i>	3,0	2,0	1,4	1,0	1,3	1,3	1,4
<i>Equisetum arvense</i>	0,7	3,0	1,0	2,6	0,6	2,0	2,0
<i>Sonchus arvensis</i>	0,6	1,3	0,6	1,0	1,3	0,3	-
<i>Stachys palustris</i>	-	0,4	-	-	0,4	-	-
<i>Taraxacum officinale</i>	-	-	-	-	0,4	-	-
Liczba chwastów II /Number of weeds II	4,3	6,7	3,0	4,6	4,0	3,6	3,4
Liczba gatunków II /Number of species II	3	4	3	3	5	3	2
Liczba gatunków I + II /Number of species I + II	24	19	15	11	18	12	10

Tabela 4. Skład gatunkowy i liczba chwastów na 1m² w łanie pszenicy ozimej w drugim terminie oceny zachwaszczenia (średnio z 2010/2011 i 2012/2013)
 Table 4. Species composition and number of weeds per 1 m² in the winter wheat crop at the second estimation (mean for 2010/2011 and 2012/2013)

Gatunki/Species	0%	Bez adiuwanta Without adjuvant			Z adiuwantem With adjuvant		
		50%	67%	100%	50%	67%	100%
I. Krótkotrwałe/Short-lived							
<i>Apera spica-venti</i>	5,8	0,3	-	-	0,5	0,3	-
<i>Viola arvensis</i>	4,6	5,0	3,3	1,8	1,8	2,2	2,0
<i>Galinsoga parviflora</i>	4,5	1,7	0,1	0,3	1,0	3,2	0,7
<i>Matricaria maritima</i>	4,0	1,5	-	0,6	-	-	-
<i>Echinochloa crus-galli</i>	3,8	10,5	8,5	4,0	5,2	3,9	3,8
<i>Erigeron canadensis</i>	3,6	1,3	-	-	-	0,1	0,5
<i>Chenopodium album</i>	3,2	2,5	0,3	0,6	0,1	0,3	-
<i>Polygonum lapathifolium</i>	3,0	1,7	0,5	0,1	0,6	1,1	0,1
<i>Veronica arvensis</i>	2,8	1,4	-	-	-	0,1	-
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	2,5	0,1	0,1	-	-	0,1	0,1
<i>Galium aparine</i>	1,7	1,2	0,7	0,5	-	1,0	0,5
<i>Stellaria media</i>	1,2	0,5	0,8	-	-	0,4	-
<i>Gypsophila muralis</i>	0,5	-	-	-	-	-	-
<i>Galinsoga ciliata</i>	0,4	0,5	0,1	-	0,5	-	-
<i>Polygonum convolvulus</i>	0,3	0,5	0,1	-	-	-	0,1
<i>Lapsana communis</i>	0,3	-	-	-	-	-	-
<i>Artemisia vulgaris</i>	0,2	-	-	-	-	-	-
<i>Geranium pusillum</i>	0,2	0,7	0,2	0,2	0,3	0,6	-
<i>Polygonum persicaria</i>	0,2	-	-	-	-	-	-
<i>Setaria viridis</i>	0,2	-	-	-	-	-	-
<i>Galeopsis tetrahit</i>	0,2	0,5	0,1	-	0,2	-	-
<i>Vicia hirsuta</i>	0,1	-	-	-	0,1	0,1	0,3
<i>Chamomilla suaveolens</i>	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Plantago pauciflora</i>	0,1	0,1	-	-	-	0,1	-
<i>Lamium amplexicaule</i>	-	-	0,2	-	-	-	-
<i>Veronica persica</i>	-	0,1	0,5	0,5	1,5	1,6	0,5
<i>Aethusa cynapium</i>	-	-	-	0,1	-	-	-
<i>Amaranthus retroflexus</i>	-	4,0	-	-	0,2	-	-
Liczba chwastów I /Number of weeds I	43,6	34,1	15,5	8,7	12,0	15,1	8,6
Liczba gatunków I /Number of species I	25	19	14	10	12	15	10
II. Wieloletnie/Perennial							
<i>Elymus repens</i>	6,5	5,2	3,6	5,6	1,8	2,6	3,6
<i>Cirsium arvense</i>	1,4	0,8	1,7	0,3	0,5	0,7	1,6
<i>Sonchus arvensis</i>	0,7	1,8	0,3	1,3	0,8	0,5	-
<i>taraxacum</i>	0,7	0,5	-	0,4	-	0,1	-
<i>Stachys palustris</i>	0,1	-	0,8	-	-	0,1	-
<i>Equisetum arvense</i>	0,1	3,4	0,3	1,5	0,3	1,1	1,8
Liczba chwastów II /Number of weeds II	9,5	11,7	6,7	9,1	3,4	5,1	7,0
Liczba gatunków II / Number of species II	6	5	5	5	4	6	3
Liczba gatunków I+II / Number of species I + II	31	24	19	15	16	21	13

W drugim terminie oceny zachwaszczenia w agrofitycenozie pszenicy ozimej zidentyfikowano aż 35 gatunków chwastów, spośród których 29 można zaliczyć do taksonów krótkotrwałych. W porównaniu z pierwszym terminem w łanie pszenicy ozimej stwierdzono pojawienie się takich gatunków, jak: *Aethusa cynapium*, *Artemisia vulgaris*, *Elymus repens*, *Gnaphalium uliginosum*, *Gypsophila muralis*, *Lapsana communis*, *Polygonum persicaria* i *Setaria viridis*. W drugim terminie nie stwierdzono natomiast występowania takich gatunków, jak: *Juncus bufonius*, *Lamium purpureum* i *Myosotis arvensis*. Największą różnorodnością odznaczała się agrofitycenoza obiektu kontrolnego (tab. 4, rys. 2).



Rys. 2. Wskaźnik różnorodności Shannona (H) zbiorowiska chwastów w pszenicy ozimej (drugi termin oceny zachwaszczenia)

Fig. 2. Shannon's (H) diversity index of weed community in winter wheat (the second estimation of weed infestation)

W tym obiekcie stwierdzono 31 taksonów, z których najliczniej występowała *Apera spica-venti*. Zastosowanie herbicydu Lentipur Flo 500 SC, zwłaszcza w dawkach 67% i 100%, skutecznie ograniczyło liczebność tego gatunku lub wyeliminowało go całkowicie z łanu. Mniejszą liczebność osobników w obiektach zabiegowych (w porównaniu z kontrolnymi) stwierdzono w przypadku takich gatunków, jak: *Chenopodium album*, *Galinsoga parviflora*, *Matricaria maritima*, *Erigeron canadensis*, *Cirsium arvense*, *Elymus repens*. Niektóre taksony zwiększyły swój udział w zbiorowisku na poletkach traktowanych herbicydem. Liczba osobników *Viola arvensis* w obiektach, w których stosowano 50% dawki herbicydu, nieznacznie wzrosła, natomiast udział *Echinochloa crus-galli* we wszystkich obiektach z herbicydem był większy niż w warunkach kontrolnych.

DYSKUSJA

W pierwszym terminie oceny zachwaszczenia herbicyd Lentipur FLO 500 SC stosowany samodzielnie lub z adiuwantem Atpolan 80 EC obniżył liczbę chwastów w porównaniu z kontrolą o 69,8%, a powietrznie suchą masę o 77,3%. Oceniając zachwaszczenie przed zbiorem rośliny uprawnej, wykazano różnice w ilościowych parametrach zachwaszczenia pomiędzy obiektem kontrolnym a poletkami traktowanymi herbicydem,

uzyskując zmniejszenie liczby chwastów średnio o 57,1%, a ich biomasy o 64,0%. Zbliżone rezultaty otrzymali Kraska i in. [2009], którzy stosując w pszenicy ozimej Mustang 306 SE (s.a. florasulam i 2,4 D EHE) oraz Attribut 70 WG (s.a. propoksykarbazon sodowy) w dawkach 50, 75 i 100%, uzyskali ograniczenie liczby chwastów od 42,7% do 56,3%, a ich biomasy od 75,7 do 85,9%. Natomiast przed zbiorem rośliny uprawnej autorzy ci uzyskali redukcję zachwaszczenia odpowiednio o 27,2–36,1% oraz 77,1–81,5%. Podobne efekty chwastobójcze tych samych preparatów w pszenicy ozimym uzyskali Andruszczak i in. [2011]. Natomiast Kraska [2006], aplikując w łanie pszenicy ozimej herbicydy Atlantis 04 WG (s.a. mezosulfuron metylowy + jodosulfuron metylosodowy + sejfner mefenpyr dietylowy) oraz środek Factor 365 EC (s.a. metosulam + 2,4 D) w dawkach 50%, 75% i 100%, stwierdził większą redukcję liczby i powietrznie suchej masy chwastów występujących na badanej plantacji.

Herbicyd Lentipur Flo 500 SC aplikowany samodzielnie odznaczał się zadowalającym efektem działania w dawce pełnej oraz obniżonej do 67%. Dalsze zmniejszenie ilości s.a. herbicydu (do 50%) spowodowało znacznie mniejszą redukcję zachwaszczenia łanu. Zdaniem Wesołowskiego i in. [2005] oraz Kwiatkowskiego [2010], aby zachować skuteczność działania herbicydu, obniżenie jego dawki nie powinno przekroczyć 33%. Jednakże badania wielu autorów wskazują, iż w przypadku niektórych herbicydów możliwe jest zmniejszenie zalecanej dawki nawet o 50%. Wysoką skuteczność działania w pszenicy ozimej dawki preparatu Huzar 05 WG zredukowanej o 50% (s.a. jodosulfuron metylosodowy) wykazali Wesołowski i in. [2008] oraz Wesołowski i Cierpiąła [2010], a dla Chwastoxu Trio 540 SL (s.a. mekoprop + MCPA + dikamba) w pszenicy jarej Haliniarz i Kapeluszný [2010]. W badaniach własnych stwierdzono, że dawka herbicydu Lentipur Flo 500 SC zredukowana o 50% tylko nieznacznie zmniejszyła zachwaszczenie w porównaniu z obiektem kontrolnym. Znaczący wpływ na zwiększenie skuteczności działania herbicydu stwierdzono po dodaniu adiuwanta Atpolan 80 EC, który w pierwszym terminie oceny zachwaszczenia (w porównaniu z dawką zredukowaną o 50% bez dodatku adiuwanta) zwiększył skuteczność działania herbicydu o 19,0%, a w drugim terminie o 47,1%. Dodatni wpływ adiuwantów, zwłaszcza stosowanych jako wspomagacze dawek zredukowanych, wykazali tacy autorzy, jak: Adamczewski i in. [1996], Woźnica [2003], Domaradzki [2006], Idziak i Woźnica [2008], Kwiatkowski i Wesołowski [2011] oraz Kwiatkowski i in. [2013]. Kwiatkowski i Wesołowski [2011] i Kwiatkowski i in. [2013] udowodnili, iż spośród trzech ocenianych adiuwantów (powierzchniowo czynnego – Break Thru S 240, olejowego – Atpolan 80 EC i mineralnego – siarczan amonu), najskuteczniejszy okazał się Atpolan 80 EC.

Stosowanie herbicydów w roślinach uprawnych nie tylko ogranicza zachwaszczenie łanu, ale również zmniejsza liczbę gatunków zbiorowiska segetalnego. W rezultacie może prowadzić do powstawania kilkogatunkowych agrofiteoz, z dominacją jednego lub dwóch gatunków chwastów [Adamiak i Zawiślak 1992, Jędruszczak 1998, Rola 1991]. Pawłowski i Wesołowski [1982] oraz Korniak i Hołdyński [1996] stwierdzili, że bardziej szkodliwy dla rośliny uprawnej jest pojedynczy gatunek dominujący aniżeli zbiorowisko wielogatunkowe. W przeprowadzonym eksperymencie dawki herbicydu stosowane samodzielnie lub z dodatkiem adiuwanta zmniejszały różnorodność gatunkową zbiorowiska. W badaniach Kraski i in. [2009] obiekt nieopryskiwany charakteryzował się najmniejszą różnorodnością florystyczną, natomiast Kwiatkowski i Wesołowski [2011] największą liczbę gatunków chwastów zidentyfikowali w obiekcie opryskiwanym preparatami w dawkach zalecanych przez producenta herbicydu.

WNIOSKI

1. Zachwaszczenie łanu pszenicy ozimej było istotnie różnicowane przez dawki herbicydu Lentipur Flo 500 SC. Liczebność chwastów w obiektach odchwaszczanych pełną i obniżoną do 67% dawką herbicydu nie różniła się istotnie. Wskazuje to na możliwość stosowania tego herbicydu w praktyce rolniczej w dawce zmniejszonej o 33%.

2. Dodatek adiuwanta olejowego Atpolan 80 EC zwiększył chwastobójcze działanie herbicydu we wszystkich testowanych dawkach. Najkorzystniejszy efekt zastosowania adiuwanta stwierdzono po stosowaniu herbicydu w dawce obniżonej o 50%.

3. Różnorodność florystyczna i liczebność chwastów zależały od dawki herbicydu Lentipur Flo 500 SC. Zarówno pełna, jak i zredukowane dawki najskuteczniej ograniczały występowanie w łanie pszenicy ozimej takich gatunków chwastów, jak: *Matricaria maritima*, *Chenopodium album* i *Veronica arvensis*.

PIŚMIENNICTWO

- Adamczewski K., Grala B., Stachecki S., 1996. Ekonomiczne aspekty stosowania adiuwantów przy zwalczaniu chwastów. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl. 36(1), 127–133.
- Adamiak E., Zawiaślak K., 1992. Porównanie zachwaszczenia zbóż ozimych i jarych nie chronionych i traktowanych herbicydami. Zesz. Nauk. AR w Krakowie 33, 261, 173–185.
- Andruszczak S., Kraska P., Kwiecińska-Poppe E., Pałys E., 2011. Biological diversity of weeds in a winter triticale (*Triticum rimpaii* Wittm.) crop depending on different doses of herbicides and foliar fertilization. Acta Agrob. 64(2), 109–118.
- Blackshaw R.E., O'Donovan J.T., Harker K.N., Clayton G.W., Stougaard R.N., 2006. Reduced herbicide doses in field crops: A review. Weed Biol. Manag. 6, 10–17.
- Domaradzki K., 2006. Efektywność regulacji zachwaszczenia zbóż w aspekcie ograniczenia dawek herbicydów oraz wybranych czynników agroekologicznych. Monografie i Rozprawy Naukowe, Puławy, 17, 5–111.
- Domaradzki K., Kieloch R., 2005. Wpływ rodzaju adiuwanta oraz dawki na skuteczność niszczenia *Apera spica-venti*, *Alopecurus myosuroides* i chwastów dwuliściennych przez mieszaninę jodosulfuronu i mezosulfuronu. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl. 45(1), 91–99.
- Domaradzki K., Rola H., 1999. Regulation of degree of weed infestation in cereals with use of reduction herbicide doses. Pam. Puł. 114, 63–71.
- Domaradzki K., Rola H., 2000. The effect of application of reduced herbicide rates in cereals. Pam. Puł. 120/I, 53–64.
- Domaradzki K., Rola H., 2001. Ekologiczno-agroekonomiczne aspekty stosowania niższych dawek herbicydów w regulacji zachwaszczenia zbóż. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl. 41(1), 229–238.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/128/WE z dnia 21 października 2009 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów (Dz.U. UE L 309/71).
- Haliniarz M., Kapeluszný J., 2010. Wpływ obniżonej dawki herbicydu MCPA + mekoprop + dikamba na zachwaszczenie trzech odmian pszenicy jarej. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl. 50(2), 798–802.
- Idziak R., Woźnica Z., 2008. Skuteczność chwastobójcza herbicydu Callisto 100 SC stosowanego z adiuwantami i nawozem mineralnym. Acta Agrophysica 11(2), 403–410.
- Jędruszczak M., 1998. Niektóre ekologiczne skutki ochrony przed chwastami. Zagadnienia ochrony roślin w aspekcie rolnictwa integrowanego i ekologicznego. Mat. Konf. Szkoleniowej IUNG i IOR. Wyd. Puławy, 1998.

- Kierzek R., Ratajkiewicz H., 2004. Wpływ adiuwantów i parametrów opryskiwania na retencję cieczy na liściach w wybranych roślinach jednoliściennych. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.* 44 (2), 828–831.
- Korniak T., Hołdyński C., 1996. Ekspansja chwastów należących do rodziny traw (*Poaceae*) w północno-wschodniej Polsce. *Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy, Rolnictwo* 38, 196, 95–101.
- Koziara W., 2004. Wpływ nawozów dolistnych i adiuwanta na plonowanie pszenicy ozimej. *Pam. Puł.* 135, 91–99.
- Kraska P., 2006. Wpływ zróżnicowanych dawek herbicydów na zachwaszczenie pszenicy ozimej. *Progr. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.* 46(2), 256–260.
- Kraska P., Okoń S., Pałys E., 2009. Weed infestation of a winter wheat canopy under the conditions of application of different herbicide doses and foliar fertilization. *Acta Agrob.* 62(2), 193–206.
- Kwiatkowski C., 2010. Wpływ adiuwantów oraz zredukowanych dawek środków ochrony roślin na wskaźniki jakości technologicznej ziarna pszenicy ozimej. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.* 50(2), 994–998.
- Kwiatkowski C.A., Wesołowski M., 2011. Wpływ adiuwantów oraz zredukowanych dawek środków ochrony roślin na zachwaszczenie pszenicy ozimej. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.* 51(1), 348–353.
- Kwiatkowski C.A., Wesołowski M., Harasim E., Gawęda D., Drabowicz M., 2013. The effect of reduced rates of crop protection agents and adjuvants on productivity, weed infestation and health of spring barley (*Hordeum sativum* L.). *Acta Agrob.* 66(3), 103–112.
- Mirek Z., Piękoś-Mirkowa H., Zajac A., Zajac M., 2002. Flowering plants and pteridophytes of Poland a checklist. *Krytyczna lista roślin naczyniowych Polski*. W: Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Science. Kraków, ss. 442.
- Mrówczyński M., Roth M., 2009. Zrównoważone stosowanie środków ochrony roślin. *Probl. Inż. Rol.* 2, 93–97.
- Pawłowski F., Wesołowski M., 1982. Liczebność i niektóre cechy biologiczne miotły zbożowej (*Apera spica-venti* L. PB.) w monokulturze pszenicy ozimej. *Annales UMCS, s. E, Agricultura* 37, 1, 1–8.
- Pruszyński S., Skrzypczak G., 2007. Ochrona roślin w zrównoważonym rolnictwie. *Fragm. Agron.* 4(96), 127–138.
- Rola J., 1991. Ekologiczno-ekonomiczne podstawy chemicznej walki z chwastami na polach uprawnych. *Mat. 31 Sesji Nauk. IOR*, 1, 110–124.
- Rola H., Domaradzki K., Kaczmarek S., Kapeluszy J., 2013. Znaczenie progów szkodliwości w integrowanych metodach regulacji zachwaszczenia w zbożach. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.* 53(1), 96–104.
- Shannon C.E., 1948. A mathematical theory of communications. *Bell Syst. Tech. J.* 27, 379–423.
- Topham PB, Lawson H.M., 1982. Measurement of weed species diversity in crop/ weed competition studies. *Weed Res.* 22, 285–293.
- Wesołowski M., Cierpiała R., 2010. Plonowanie i zachwaszczenie pszenicy ozimej w zależności od dawek herbicydu Huzar 05 WG. *Acta Agrophysica* 15(2), 429–539.
- Wesołowski M., Kwiatkowski C., Harasim E., 2005. Wpływ zmniejszonych dawek niektórych herbicydów na plonowanie i zachwaszczenie pszenicy ozimej. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.* 45 (2), 1194–1196.
- Wesołowski M., Woźniak A., Dąbek-Gad M., 2008. Wrażliwość chwastów w pszenicy ozimej na zróżnicowane dawki herbicydów. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.* 48(1), 324–328.
- Woźnica Z., 2003. Współdziałanie adiuwantów a skuteczność chwastobójcza herbicydów. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.* 43(1), 473–479.
- Zalecenia nawozowe, 1990. Liczby graniczne do wyceny zawartości w glebie makro- i mikroelementów. *Wyd. IUNG, Puławy, P(44)*, 1–26.

Summary. The aim of the study was to evaluate the effect of different doses of the herbicide Lentipur FLO 500 SC applied alone and in a mixture with an adjuvant Atpolan 80 EC on weed control in winter wheat. A field study was conducted in the years 2010/2011 and 2012/2013 at the Czesławice Experimental Farm (51°18'23"N, 22°16'2"E). The experimental factors were three different doses of the herbicide Lentipur FLO 500 SC (a.i. chlortoluron): full dose (3.0 l ha⁻¹) and the doses reduced to 67% and 50%. These doses were used alone and together with adjuvant Atpolan 80 EC (a.i. paraffin oil) at 1.5 l ha⁻¹. The study showed that the level of weed infestation of winter wheat was significantly differentiated by herbicide Lentipur FLO 500 SC. The number of weeds in the herbicide treatments with full and reduced to 67% doses of the herbicide did not differ significantly. Both the full and reduced chlorotoluron doses in the greatest extent limited the occurrence of *Matricaria maritima*, *Chenopodium album* and *Veronica arvensis* in winter wheat canopy.

Key words: chlorotoluron, adjuvant, winter wheat, weed infestation, diversity