

RÓŻNORODNOŚĆ GATUNKOWA CHWASTÓW W MIESZANCE JĘCZMIENIA Z GROCHEM W ZALEŻNOŚCI OD SPOSOBU REGULACJI ZACHWASZCZENIA

AGNIESZKA LEJMAN¹, PIOTR SOBKOWICZ¹, RAFAŁ OGÓREK²

¹Katedra Kształtowania Agroekosystemów i Terenów Zieleni, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu,
pl. Grunwaldzki 24A, 50-363 Wrocław

²Instytut Genetyki i Mikrobiologii, Zakład Genetyki, Uniwersytet Wrocławski, ul. Przybyszewskiego
63/77, 51-148 Wrocław

Synopsis. W pracy przedstawiono wyniki badań z lat 2010–2012, których celem było porównanie skuteczności bronowania pielęgnacyjnego mieszanki jęczmienia z grochem przy użyciu dwóch rodzajów bron: zębowej i chwastownika oraz chemicznej regulacji zachwaszczenia preparatem Chwastox Extra 300 SL. Chwastami dominującymi w mieszance były: *Chenopodium album* L., *Galinsoga parviflora* Cav., *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. i *Setaria viridis* (L.) P. Beauv. Wykazano, że 2-krotne bronowanie mieszanki jęczmienia z grochem broną chwastownikiem na początku krzewienia rośliny zbożowej połączone z 1-krotnym bronowaniem w pełni tej fazy ograniczało zachwaszczenie gatunkami dwuliściennymi, w tym *Chenopodium album* przez cały okres wzrostu mieszanki. Preparat Chwastox Extra 300 SL stosowany w dawce 3 l·ha⁻¹ gorzej chronił mieszankę przed chwastami dwuliściennymi i ograniczał różnorodność gatunkową zbiorowiska chwastów. Glebowy bank diaspor chwastów odznaczał się małym zróżnicowaniem taksonów. Dominującymi gatunkami były diaspyry: *Chenopodium album* L., *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv., *Galinsoga parviflora* Cav., *Setaria viridis* (L.) P. Beauv. i *Viola arvensis* Murray.

Słowa kluczowe: bronowanie, zachwaszczenie, wskaźnik Shannona-Wienera, wskaźnik dominacji Simpsona, glebowy bank nasion

WSTĘP

Zasiewy zbożowo-strączkowe zgodnie z doniesieniami odznaczają się mniejszą liczbą chwastów w porównaniu do zasiewów czystych roślin strączkowych [Buraczyńska 2009, 2011, Deveikyte i in. 2009, Sobkowicz i Podgórska-Lesiak 2007, Wojciechowski i in. 2013], jak i zbożowych [Jędruszczak i in. 2006]. Mieszanki te mają większe zdolności konkurencyjne względem chwastów [Hauggaard-Nielsen i Jensen 2004], które wynikają z lepszego zwarcia łąnu [Creamer i in. 1996, Hauggaard-Nielsen i Jensen 2004]. Literatura donosi jednak o zróżnicowaniu liczby chwastów w zależności od rodzaju uprawy mieszanej [Wojciechowski i in. 2013, Zawieja 2006,].

W mieszankach zbożowo-strączkowych dominują chwasty dwuliścienne, głównie: *Chenopodium album* L., *Stellaria media* (L.) P. Beauv., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Galinsoga parviflora* Cav. [Bojarszczuk i in. 2013, Staniak i in. 2013, Wojciechowski i in. 2013]. Bogactwo gatunkowe niezależnie od składu mieszanki jest zbliżone i wynosi od 25 do 32 gatunków [Jędruszczak i in. 2006, Staniak i Księżak 2010, Staniak i in. 2013].

¹ Adres do korespondencji – *Corresponding address*: agnieszka.lejman@up.wroc.pl

Bronowanie pielęgnacyjne jest jednym ze sposobów regulacji zachwaszczenia w łanie roślin uprawnych, które coraz częściej jest stosowane ze względu na tendencję do ograniczania stosowania środków chemicznych [Brandsæter i in. 2012, Dobrzański i Adamczewski 2006]. Mechaniczna regulacja zachwaszczenia uważana jest obecnie za alternatywę w walce z chwastami, mającą pozytywne działanie na wzrost i plonowanie rośliny uprawnej [Armengot i in. 2013, Rueda-Ayala i in. 2011]. Według Armengot i in. [2013] bronowanie nie ma wpływu na bogactwo gatunkowe chwastów w przeciwieństwie do ochrony chemicznej. Jednakże w innych badaniach notowany był niekorzystny wpływ bronowania, jakim jest stymulacja chwastów do wschodów [Rasmussen i Nørremark 2006] oraz wzrost ich różnorodności gatunkowej [Jędruszcak i in. 2004, Rasmussen i Nørremark 2006]. Efekt stymulacji chwastów do wzrostu notowany był również przez Adamiaka i Stępnia [2003] po bronowaniu jęczmienia ozimego. Zabieg ten sprzyjał rozwojowi chwastów krótkotrwałych takich jak: *Veronica arvensis* L., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. oraz wieloletnich: *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Sonchus arvensis* L. i *Equisetum arvense* L. Brak jest natomiast doniesień dotyczących wpływu bronowania na gatunkowe zróżnicowanie chwastów.

Celem pracy było określenie wpływu terminu i liczby zabiegów bronowania broną zębową lub broną chwastownikiem oraz stosowania ochrony chemicznej na bogactwo gatunkowe i liczebność chwastów w mieszance jęczmienia jarego z grochem siewnym.

MATERIAŁY I METODY

Ścisłe doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2010–2012 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Swojec (51°07' N, 17°08' E) należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Było to doświadczenie 1-czynnikowe założone metodą losowanych bloków w czterech powtórzeniach na glebie lekkiej, kompleksu żytniego dobrego. W doświadczeniu uprawiany był jęczmień jary odmiany Nagradowicki w mieszance z grochem siewnym odmiany wąsolistnej, pastewnej Milwa. Czynnikiem badanym był sposób regulacji zachwaszczenia za pomocą dwóch rodzajów bron: brony zębowej średniej lub brony chwastownika oraz herbicydu Chwastox Extra 300 SL. Odniesieniem był obiekt kontrolny, bez regulacji zachwaszczenia. Termin ochrony mieszanki przed chwastami wyznaczała faza rozwojowa jęczmienia. Schemat doświadczenia przedstawia tabela 1. Powierzchnia poletek doświadczalnych wynosiła 36 m².

Analiza zachwaszczenia uwzględniała liczbę gatunków chwastów i ich zagęszczenie. Ocenę przeprowadzono w każdym roku badań czterokrotnie, w następujących terminach: po pierwszym i drugim bronowaniu, w pełni wegetacji i po dojrzeniu łanu, w odniesieniu do jednostkowej powierzchni. Ponadto, strukturę zbiorowisk chwastów na poszczególnych obiektach opisano za pomocą wskaźników ekologicznych: indeksu różnorodności Shannona-Wienera (H') oraz indeksu dominacji Simpsona (SI) [Heip i in. 1998, Staniak i Książak 2010]. Indeks Shannona-Wienera (H') zależy od liczby gatunków oraz ich wzajemnych proporcji ilościowych i obliczany według wzoru:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i,$$

Indeks Simpsona (SI) opisany jest wzorem: $SI = \sum p_i^2$, gdzie:

p_i – prawdopodobieństwo występowania określonych gatunków chwastów,

$p_i = n/N$,

n – liczebność danego gatunku

N – ogólna liczebność chwastów.

W celu określenia zachwaszczenia potencjalnego zastosowano metodę Pawłowskiego [Pawłowski 1963]. Glebę pobierano po zbiorze mieszanki jęczmienia jarego z grochem siewnym

Tabela 1. Schemat doświadczenia
Table 1. Scheme of the experiment

Warianty regulacji zachwaszczenia Method of weed control	Symbol obiektu Abbreviation of treatment	Faza rozwojowa jęczmienia wg skali BBCH Development phase of barley according to BBCH scale
Bez regulacji zachwaszczenia (obiekt kontrolny) No weed control (control object)	K	–
Chwastox Extra 300 SL, 1,5 l·ha ⁻¹ w pełni krzewienia jęczmienia Chwastox Extra 300 SL, 1,5 l·ha ⁻¹ at full tillering stage of barley	H-1,5	23–26
Chwastox Extra 300 SL, 3 l·ha ⁻¹ w pełni krzewienia Chwastox Extra 300 SL, 3 l·ha ⁻¹ at full tillering stage of barley	H-3	
1 x brona zębowa na początku krzewienia One pass with spike-tooth harrow at the beginning of tillering stage of barley	Z-1-0	21
1 x brona chwastownik na początku krzewienia One pass with spring-tine harrow at the beginning of tillering stage of barley	P-1-0	
1 x brona zębowa w pełni krzewienia One pass with spike-tooth harrow at full tillering stage of barley	Z-0-1	23–26
1 x brona chwastownik w pełni krzewienia One pass with spring-tine harrow at full tillering stage of barley	P-0-1	
1 x brona zębowa na początku krzewienia i 1 x w pełni krzewienia One pass with spike-tooth harrow at the beginning of tillering stage of barley and one pass at full tillering stage of barley	Z-1-1	21, 23–26
1 x brona chwastownik na początku krzewienia i 1 x w pełni krzewienia One pass with spring-tine harrow at the beginning of tillering stage of barley and one pass at full tillering stage of barley	P-1-1	
2 x brona zębowa na początku krzewienia i 1 x w pełni krzewienia Two passes with spike-tooth harrow at the beginning of tillering stage of barley and one pass at full tillering stage of barley	Z-2-1	
2 x brona chwastownik na początku krzewienia i 1 x w pełni krzewienia Two passes with spring-tine harrow at the beginning of tillering stage of barley and one pass at full tillering stage of barley	P-2-1	
2 x brona zębowa na początku krzewienia i 2 x w pełni krzewienia Two passes with spike-tooth harrow at the beginning of tillering stage of barley and two passes at full tillering stage of barley	Z-2-2	
2 x brona chwastownik na początku krzewienia i 2 x w pełni krzewienia Two passes with spring-tine harrow at the beginning of tillering stage of barley and two passes at full tillering stage of barley	P-2-2	

z warstwy 0–5 cm za pomocą cylindra o średnicy 25 cm². W celu oddzielenia diaspor chwastów od fazy stałej gleby, próby przemywano wodą na sitach o średnicy oczek 0,25 mm. Po wysuszeniu prób pobierano z nich ręcznie owoce i nasiona chwastów oznaczając poszczególne gatunki i ich liczebność. Wyniki odniesiono do powierzchni 1 m².

Szczegółowe dane dotyczące pogody zostały zawarte we wcześniejszej publikacji Lejman i in. [2015, 2016].

Większość wyników (liczba chwastów dwuliściennych i jednoliściennych, liczba *Chenopodium album*, liczebność diaspor chwastów w warstwie gleby 0–5 cm) poddano analizie wariancji dla doświadczeń jednoczynnikowych założonych metodą losowanych bloków przy poziomie istotności $\alpha=0,05$. Obliczenia statystyczne przeprowadzono posługując się programem FR-ANALWAR-3.2 [Rudnicki 2005].

WYNIKI I DYSKUSJA

Mieszanka jęczmienia z grochem siewnym odznaczała się małym zróżnicowaniem składu gatunkowego chwastów. W łanie zidentyfikowano jedynie 11 taksonów (tab. 2). Większe zróżnicowanie odnotowała Bojarszczuk i in. [2013], donosząc o 36 oraz 29 taksonach odpowiednio w pierwszym i drugim terminie badań w okresie dwóch lat, jednakże komponentami mieszanki była pszenica jara oraz groch odmiany Wiato i Tarchalska wysiewane w zróżnicowanych proporcjach. Podobne wyniki uzyskała Staniak i in. [2013], gdzie komponenty mieszanki stanowiły: łubin wąskolistny oraz jęczmień jary, pszenica jara lub pszenżyto jare w różnych proporcjach wysiewu.

Tabela 2. Skład gatunkowy i liczebność chwastów w okresie dojrzałości pełnej mieszanki jęczmienia jarego z grochem siewnym, średnia z lat 2010–2012

Table 2. Species composition and number of weeds at full maturity of barley-pea mixture, mean for 2010–2012

Gatunki – Species	Liczba roślin·m ⁻² /Plant number·m ⁻²
<i>Chenopodium album</i> L.	29
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	12
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	8
<i>Setaria viridis</i> (L.) P. Beauv.	6
<i>Viola arvensis</i> Murray	3
<i>Polygonum lapathifolium</i> L. ssp. <i>lapathifolium</i>	2
<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) Á. Löve	1
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	1
Pozostałe/Others	3

W badaniach własnych dominującymi chwastami były dwa gatunki dwuliścienne *Chenopodium album* L. i *Galinsoga parviflora* Cav. Podobną dominację obu gatunków odnotował Wojciechowski i in. [2013], w uprawie bobiku z pszenżytem. Dodatkowo w badaniach powyż-

szych autorów licznie występowały również: *Thlaspi arvense* L., *Capsella bursa-pastoris* L., *Galium aparine* L. oraz *Viola arvensis* Murr. Potwierdzenie tak liczego pojawu tych gatunków można znaleźć w pracy Bojarszczuk i in. [2013], którzy wykazali, że udział tych taksonów w zachwaszczeniu w drugim roku obserwacji wyniósł 98%. Gatunkiem jednoliściennym, który wystąpił najliczniej w mieszance jęczmienia z grochem był *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. podobnie jak w obserwacjach Staniak i in. [2013].

Bezpośrednio po bronowaniu mieszanki jęczmienia jarego z grochem siewnym na początku krzewienia jęczmienia (BBCH 21) odnotowano istotne różnice w liczbie chwastów dwuliściennych (tab. 3). W wyniku 2-krotnego bronowania broną chwastownikiem liczba ta była o 71,3% niższa w porównaniu do poletek bez wykonywanej regulacji zachwaszczenia. Natomiast po 1- lub 2-krotnym zabiegu broną zębową odnotowano istotny spadek liczby chwastów odpowiednio o 62,1 i 67,8%. Z kolei bronowanie wykonywane 1-krotnie broną chwastownikiem ograniczyło liczebność chwastów, ale zmiany miały jedynie charakter tendencji.

Tabela 3. Liczba chwastów dwuliściennych (a) i jednoliściennych (b) w okresie wzrostu mieszanki jęczmienia z grochem, średnia z lat 2010–2012

Table 3. Number of dicotyledonous (a) and monocotyledonous (b) weeds during growth of barley-pea mixture, mean for 2010–2012

Obiekt Treatment	21 BBCH*		23–26 BBCH		73–77 BBCH		Dojrzałość pełna mieszanki Full maturity of mixture	
	a	b	a	b	a	b	a	b
	szt. · m ⁻² – number · m ⁻²							
K**	87	12	53	15	74	30	75	25
H-1,5					46	14	56	30
H-3,0					19	40	38	35
Z-1-0	33	1	22	4	52	7	49	13
P-1-0	54	1	21	4	45	11	73	6
Z-0-1			30	4	54	3	53	10
P-0-1			23	3	73	4	56	8
Z-1-1			24	1	36	1	57	8
P-1-1			20	2	44	8	51	4
Z-2-1	28	1	15	2	29	15	34	13
P-2-1	25	1	14	1	31	2	20	6
Z-2-2			7	1	36	3	51	1
P-2-2			15	1	32	6	22	17
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	39	6	17	9	34	22	43	28

* – faza rozwojowa jęczmienia/growth stage of barley

** – objaśnienia w tabeli 1/explanation in table 1

Po bronowaniu mieszanki w pełni krzewienia jęczmienia (BBCH 23-26), niezależnie od terminu i liczby wykonywanych zabiegów, notowano istotnie mniej chwastów dwuliściennych niż w mieszance niebronowanej. Czterokrotne zastosowanie brony zębowej zmniejszyło liczebność chwastów dwuliściennych o 86,8%. Istotnie słabsze odchwaszczające działanie brony zębowej odnotowano po wykonaniu 1-krotnego bronowania w pełni krzewienia oraz 2-krotnego bronowania (jeden zabieg na początku, a drugi w pełni krzewienia jęczmienia).

W pełni wegetacji (BBCH 73-77) odnotowano podobną liczbę chwastów dwuliściennych na poletkach bez regulacji zachwaszczenia oraz w mieszance bronowanej 1-krotnie na początku lub w pełni krzewienia niezależnie od rodzaju brony a także w mieszance bronowanej 2-krotnie broną chwastownikiem. W odniesieniu do obiektu kontrolnego, istotnie mniejszą liczbą chwastów odznaczała się mieszanka bronowana 2-, 3- i 4-krotnie broną zębową, 3- i 4-krotnie broną chwastownikiem oraz po zastosowaniu herbicydu w dawce $3,0 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$. Ponadto, w pełni wegetacji, stwierdzono istotną różnicę w liczbie chwastów dwuliściennych w mieszance bronowanej 1-krotnie broną chwastownikiem w pełni krzewienia, gdzie było ich najwięcej, a bronowanych tą broną 3- i 4-krotnie oraz broną zębową 2-, 3- i 4-krotnie.

Znaczące ograniczenie zachwaszczenia utrzymało się do okresu dojrzałości pełnej mieszanki tylko w łanach bronowanych 3- i 4-krotnie broną chwastownikiem, gdzie stwierdzono odpowiednio o 73,3 i 70,7% mniejszą liczbę chwastów dwuliściennych niż w mieszance niechronionej. W stosunku do obsady chwastów w tak bronowanej mieszance istotnie większe zachwaszczenie notowano po 1-krotnym zabiegu broną chwastownikiem na początku krzewienia jęczmienia.

W badaniach własnych zastosowany herbicyd Chwastox Extra 300 SL (substancja aktywna MCPA) nie wpłynął istotnie na zmniejszenie liczby chwastów w mieszance jęczmienia z grochem. Nie zgadza się to z wynikami uzyskanymi przez Wendę-Piesik i Rudnickiego [2003] oraz Rudnickiego i Wendę-Piesik [2002], którzy wykazali dużą skuteczność tego preparatu stosowanego w dawce $3,0 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ w mieszance jęczmienia lub owsa z grochem.

Regulacja mechaniczna zachwaszczenia w mieszance jęczmienia z grochem siewnym istotnie wpłynęła na zmniejszenie liczby chwastów jednoliściennych oznaczonych po pierwszym, jak i drugim terminie bronowania, niezależnie od liczby zabiegów (tab. 3). W pełni wegetacji liczba chwastów jednoliściennych w mieszance bronowanej 1-, 2- i 4-krotnie broną zębową oraz bronowanej 1-krotnie w pełni krzewienia, 2-, 3- i 4-krotnie broną chwastownikiem była istotnie mniejsza niż na poletkach nieodchwaszczanych. W okresie dojrzałości pełnej mieszanki stwierdzono, że skuteczność zastosowanych wariantów bronowania okazała się nieistotna w regulacji zachwaszczenia tej grupy chwastów. W pełni wegetacji oraz w okresie dojrzałości pełnej największą liczbą chwastów jednoliściennych odznaczały się poletka z regulacją chemiczną, po zastosowaniu herbicydu w dawce $3,0 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$. Spowodowane było to brakiem działania substancji aktywnej herbicydu na chwasty jednoliściennne. W okresie dojrzałości pełnej zbliżony efekt dał także oprysk mniejszą dawką preparatu. Jednak zachwaszczenie to nie różniło się istotnie od zachwaszczenia w mieszance niebronowanej.

Chenopodium album L. najliczniej występowało w łanie mieszanki jęczmienia z grochem siewnym, w której nie stosowano regulacji zachwaszczenia (tab. 4). Bezpośrednio po bronowaniu w pierwszym terminie mniejszą liczebnością tego chwastu charakteryzował się łan mieszanki bronowany 1-krotnie broną chwastownikiem, ale różnic nie potwierdzono statystycznie. Łan mieszanki bronowanej 1- i 2-krotnie broną zębową oraz 2-krotnie broną chwastownikiem na początku krzewienia komponentu zbożowego odznaczał się istotnie mniejszą liczbą roślin tego gatunku w stosunku do zasiewu nieodchwaszczanego. Bezpośrednio po bronowaniu w drugim terminie stwierdzono, że tylko zabiegi wykonane 1-krotnie broną zębową lub chwastownikiem w pełni krzewienia jęczmienia oraz 2-krotnie broną zębową nie miały istotnego

Tabela 4. Liczba roślin *Chenopodium album* L. w okresie wzrostu mieszanki jęczmienia z grochem, średnia z lat 2010–2012Table 4. Number of plants of *Chenopodium album* L. during growth of barley-pea mixture, mean for 2010–2012

Obiekt Treatment	21 BBCH*	23–26 BBCH	73–77 BBCH	Dojrzałość pełna mieszanki Full maturity of mixture
	szt. ·m ² – number·m ²			
K**	59	28	57	47
H–1,5			29	25
H–3,0			6	16
Z–1–0	20	14	28	30
P–1–0	42	15	28	45
Z–0–1		19	39	37
P–0–1		16	40	41
Z–1–1		19	26	38
P–1–1		15	30	29
Z–2–1	19	12	16	25
P–2–1	18	8	16	11
Z–2–2		4	15	20
P–2–2		8	11	14
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	34	13	27	35

* – faza rozwojowa jęczmienia/growth stage of barley

** – objaśnienia w tabeli 1/explanation in table 1

wpływu na liczebność *Chenopodium album* L. Najskuteczniej, bo o 85,7% liczba roślin tego chwastu była zredukowana przez 4-krotne bronowanie mieszanki broną zębową. W pełni wegetacji brak wpływu bronowania na liczebność tego gatunku odnotowano jedynie w mieszance bronowanej 1-krotnie broną zębową lub chwastownikiem w pełni krzewienia jęczmienia. Nieliczną populacją *Chenopodium album* L. charakteryzował się łan mieszanki bronowanej 4-krotnie broną chwastownikiem. Istotnie mniejszą liczbą *Chenopodium album* L. niż w mieszance nieodchwaszczanej odznaczała się mieszanka chroniona herbicydem Chwastox Extra 300 SL w dawce 1,5 i 3,0 l·ha⁻¹, odpowiednio o 49,1 i 89,5%. W okresie dojrzałości pełnej istotnie, o 76,6% mniejszą liczbą roślin *Chenopodium album* L. na jednostce powierzchni w porównaniu z notowaną na poletkach nieodchwaszczanych charakteryzowała się jedynie mieszanka bronowana 3-krotnie broną chwastownikiem. W tym okresie nie odnotowano istotnego wpływu zastosowanego herbicydu na ten gatunek.

Największą różnorodność flory segetalnej wyrażoną indeksem różnorodności Shannona-Wienera (H'), po pierwszym terminie bronowania odnotowano w łanie nieodchwaszczanej mieszanki jęczmienia z grochem siewnym (tab. 5). Wraz ze wzrostem liczby zabiegów wskaź-

Tabela 5. Indeks różnorodności Shannona-Wienera (H') i dominacji Simpsona (SI) zbiorowiska chwastów w mieszance jęczmienia z grochem, średnia z lat 2010–2012Table 5. Shannon-Wiener (H') diversity index and Simpson (SI) dominance index of weed community in barley-pea mixture, mean for 2010–2012

Obiekt Treatment	21 BBCH*		23–26 BBCH		73–77 BBCH		Dojrzałość pełna mieszanki Full maturity of mixture	
	H'	SI	H'	SI	H'	SI	H'	SI
K**	1,10	0,40	1,05	0,41	1,08	0,42	1,17	0,36
H-1,5					1,00	0,45	1,16	0,37
H-3,0					0,76	0,61	0,94	0,52
Z-1-0	1,02	0,43	1,05	0,42	1,14	0,39	1,32	0,32
P-1-0	0,85	0,54	1,04	0,45	1,10	0,38	1,18	0,38
Z-0-1			1,05	0,41	1,04	0,44	1,12	0,42
P-0-1			0,87	0,55	1,12	0,39	0,97	0,48
Z-1-1			0,83	0,57	1,09	0,44	1,05	0,43
P-1-1			0,92	0,48	0,82	0,57	0,92	0,51
Z-2-1	1,00	0,44	0,92	0,49	1,01	0,42	1,13	0,44
P-2-1	0,51	0,72	0,88	0,51	1,20	0,37	1,29	0,30
Z-2-2			0,67	0,63	0,75	0,59	1,26	0,33
P-2-2			0,47	0,44	1,24	0,36	1,27	0,34

*faza rozwojowa jęczmienia/growth stage of barley

** – objaśnienia w tabeli 1/explanation in table 1

nik ten malał. Ponadto, zastosowanie brony chwastownika w znaczący sposób zmniejszyło różnorodność zbiorowiska chwastów w porównaniu do zaobserwowanego po działaniu brony zębowej. Ocena zbiorowisk chwastów przeprowadzona po drugim terminie bronowania wykazała największą różnorodność gatunkową w łąkach niebronowanych i bronowanych 1-krotnie, z wyjątkiem mieszanki jęczmienia z grochem siewnym bronowanej 1-krotnie w pełni krzewienia komponentu zbożowego broną chwastownikiem. Najmniejszą zaś różnorodność gatunkową chwastów odnotowano na poletkach 4-krotnie bronowanych broną chwastownikiem. W pełni wegetacji i okresie dojrzałości pełnej większymi wartościami indeksu różnorodności gatunkowej chwastów odznaczał się łąn mieszanki odchwaszczanej 3- i 4-krotnie broną chwastownikiem. W ostatnim terminie badań duże wartości indeksu H' notowano także w mieszankach 1- i 4-krotnie bronowanych broną zębową. W pełni wegetacji i w okresie dojrzałości pełnej małą różnorodnością gatunkową chwastów odznaczała się mieszanka odchwaszczana preparatem Chwastox Extra 300 SL w dawce 31 ha^{-1} .

Wysokie wartości indeksu dominacji Simpsona po bronowaniu w pierwszym terminie odnotowano na poletkach 2-krotnie bronowanych broną chwastownikiem, co świadczy o dominacji jednego bądź kilku gatunków chwastów (*Chenopodium album* L., *Echinochloa crus-galli* (L.)

P. Beauv. i *Galinsoga parviflora* Cav.). Po bronowaniu w drugim terminie najwyższym wskaźnikiem dominacji odznaczał się łąn mieszanki bronowany 4-krotnie broną zębową. Zbliżoną wartość wskaźnika dominacji odnotowano również na tym obiekcie w pełni wegetacji łąnu. Nieznacznie wyższą wartością wskaźnika w tej fazie rozwojowej charakteryzował się łąn mieszanki chronionej herbicydem w dawce 3 l·ha⁻¹. Ta metoda regulacji zachwaszczenia sprzyjała dominacji w zbiorowisku chwastów, o czym świadczy wartość wskaźnika dominacji Simpsona w okresie dojrzałości pełnej mieszanki. Zatem bronowanie okazało się zazwyczaj korzystniejsze dla zachowania bioróżnorodności chwastów niż odchwaszczanie chemiczne, co jest zbieżne z wynikami Armengot i in. [2013].

Skład gatunkowy diaspor chwastów pozyskanych z powierzchniowej warstwy gleby (0–5 cm) w trakcie trwania doświadczenia był mało zróżnicowany (tab. 6). Odnotowano

Tabela 6. Skład gatunkowy i liczebność diaspor chwastów w warstwie gleby 0–5 cm w okresie dojrzałości pełnej mieszanki jęczmienia z grochem, średnia z lat 2010–2012

Table 6. Species composition and weed seed number at 0–5 cm soil layer at full maturity of barley-pea mixture, mean for 2010–2012

Obiekt Treatment	<i>Chenopodium album</i> L.	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	<i>Setaria viridis</i> (L.) P. Beauv.	<i>Viola arvensis</i> Murray	<i>Polygonum lapathifolium</i> L. ssp. <i>lapathifolium</i>	<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) A. Löve	Pozostale Others	Razem Total
	szt.·m ⁻² ·10 ³ – no.·m ⁻² ·10 ³								
K*	64,1	3,6	0,5	1,3	1,1	0,1	0,3	0,1	71,1
H-1,5	59,7	4,4	0,4	0,8	1,3	0,1	0,3	0,4	67,4
H-3,0	51,5	4,7	0,8	0,9	0,7	0,3	0,3	0,1	59,3
Z-1-0	56,6	3,6	0,7	1,1	1,1	0,7	1,2	0,8	65,8
P-1-0	71,7	2,1	0,3	0,7	0,9	0,3	0,4	0,4	76,8
Z-0-1	64,5	1,7	0,7	0,8	0,8	0,1	0,3	0,1	69,0
P-0-1	60,7	2,9	0,4	0,5	1,1	0,3	0,4	0,7	67,0
Z-1-1	54,8	2,1	0,0	0,3	0,9	0,3	0,4	0,3	59,1
P-1-1	63,3	4,8	0,9	0,7	1,1	0,1	0,4	0,3	71,6
Z-2-1	60,8	2,1	0,3	0,5	1,1	0,1	0,3	0,3	65,5
P-2-1	59,7	2,9	0,1	0,1	1,2	0,3	0,4	0,3	65,0
Z-2-2	62,9	3,2	2,4	0,5	1,1	0,3	0,3	0,3	71,0
P-2-2	51,9	1,6	0,1	0,7	0,8	0,1	0,4	0,0	55,6
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	r.n.								

* – objaśnienia w tabeli 1/explanation in table 1

r.n. – różnica nieistotna/no significant differences

7–10 gatunków w zależności od metody regulowania zachwaszczenia oraz roku trwania doświadczenia. Dominującymi gatunkami były diaspory: *Chenopodium album* L., *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv., *Galinsoga parviflora* Cav., *Setaria viridis* (L.) P. Beauv., *Viola arvensis* Murray. Zbieżne wyniki co do dominacji gatunków *Chenopodium album* L., *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. odnotowała także Kostrzewska i in. [2016]. Regulacja zachwaszczenia w łanie mieszanki jęczmienia z grochem siewnym nie wpłynęła w istotny sposób na zróżnicowanie zasobności banku diaspor chwastów. Największą liczbą diaspor charakteryzowała się gleba spod mieszanki bronowanej 1-krotnie broną chwastownikiem na początku krzewienia. Zbliżoną do siebie i także wysoką zasobnością gleby w diaspory chwastów odznaczały się mieszanki: bez zastosowanej regulacji zachwaszczenia, bronowana 2-krotnie broną chwastownikiem oraz bronowana 4-krotnie broną zębową. Z kolei najmniejszą liczbę diaspor stwierdzono w glebie pobranej spod mieszanki bronowanej 4-krotnie broną chwastownikiem.

WNIOSKI

1. Dwukrotne bronowanie mieszanki jęczmienia z grochem broną chwastownikiem na początku krzewienia rośliny zbożowej połączone z 1-krotnym bronowaniem w pełni tej fazy ogranicza zachwaszczenie gatunkami dwuliściennymi, w tym *Chenopodium album* L. Wpływ ten utrzymuje się przez cały okres wzrostu mieszanki. Mniejsza liczba zabiegów broną zębową lub chwastownikiem nie jest pod tym względem skuteczna.
2. Ochronne działanie herbicydu Chwastox Extra 300 SL w dawce $3 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ utrzymuje się krócej niż wpływ 3-krotnego bronowania broną chwastownikiem
3. Herbicyd Chwastox Extra 300 SL ograniczał różnorodność gatunkową chwastów w mieszance jęczmienia jarego z grochem.
4. Jednokrotne bronowanie broną zębową na początku lub w pełni krzewienia jęczmienia lub broną chwastownikiem w pełni krzewienia jęczmienia są wystarczające do redukcji zachwaszczenia mieszanki gatunkami jednoliściennymi.
5. Metody ochrony mieszanki przed chwastami nie różnicują liczebności diaspor chwastów w powierzchniowej warstwie gleby.

PIŚMIENNICTWO

- Adamiak J., Stępień A. 2003. Efektywność bronowania w regulacji zachwaszczenia jęczmienia ozimego. *Prog. Plant Prot.* 43(2): 506–509.
- Armengot L., José-María L., Chamorro L., Sans F.X. 2013. Weed harrowing in organically grown cereal crops avoids yield losses without reducing weed diversity. *Agron. Sustain. Dev.* 33: 405–411.
- Bojarszczuk J., Staniak M., Księżak J. 2013. Ocena zachwaszczenia mieszanek grochu z pszenicą jarą uprawianych w systemie ekologicznym. *J. Res. Appl. Agric. Eng.* 58(3): 33–40.
- Brandsæter L.O., Mangerud K., Rasmussen J. 2012. Interactions between pre- and post-emergence weed harrowing in spring cereals. *Weed Res.* 52: 338–347.
- Buraczyńska D. 2009. Zachwaszczenie mieszanek strączkowo-zbożowych przy zróżnicowanym składzie ilościowo-jakościowym. *Prog. Plant Prot.* 49(2): 779–783.
- Buraczyńska D. 2011. Zachwaszczenie mieszanek owsa z łubinem wąskolistnym. *Prog. Plant Prot.* 51(1): 448–452.
- Creamer N.G., Bennett M.A., Stinner B.R., Cardina J., Regnier E.E. 1996. Mechanisms of weed suppression in cover crop-based production systems. *HortScience.* 31(3): 410–413.

- Deveikyte I., Kadziulienė Z., Sarunaite L. 2009. Weed suppression ability of spring cereal crops and peas in pure and mixed stands. *Agron. Res.* 7(1): 239–244.
- Dobrzański A., Adamczewski K. 2006. Perspektywy wykorzystania nowych narzędzi i maszyn do regulacji zachwaszczenia w integrowanej i ekologicznej produkcji roślinnej. *Prog. Plant Prot.* 46(1): 11–18.
- Hauggaard-Nielsen H., Jensen E. S. 2004. Weed management in grain legumes using an intercropping approach. In: *Book of proceedings of the VIII ESA Congress „European Agriculture in a global context”*. Copenhagen, 11–15 July 2004, 605–606.
- Heip C., Herman P., Soetaert K. 1998. Indices of diversity and evenness. *Océanis* 24(4): 61–87.
- Jędruszczak M., Dąbek-Gad M., Owczarczuk A. 2006. Chwasty zbóż w gospodarstwie ekologicznym oraz ich ograniczanie za pomocą wsiewek międzyplonowych i mieszanki zbożowo-strączkowej. *Prog. Plant Prot.* 46(2): 145–148.
- Jędruszczak M., Smolarz H. J., Gogacz S. 2004. Intensywność mechanicznych zabiegów odchwaszczających a plon ziarna i zachwaszczenie łanu pszenicy ozimej. *Prog. Plant Prot.* 44(2): 768–771.
- Kostrzevska M.K., Wanic M., Jastrzębska M., Ciućkowska-Sadlak B. 2016. Wpływ przedplonu i koncentracji mieszanki zbożowo-strączkowej w płodozmianie na różnorodność glebowego banku nasion chwastów. *Fragm. Agron.* 33(2): 35–43.
- Lejman A., Ogórek R., Sobkowicz P. 2015. Effects of mechanical weed control in barley-pea mixture on colonization of barley grain by fungi. Part I. *Pol. J. Environ. Stud.* 24(1): 141–149.
- Lejman A., Sobkowicz P., Ogórek R. 2016. Wpływ intensywności bronowania pielęgnacyjnego mieszanki jęczmienia z grochem siewnym na strukturę gruzelkową gleby. *Fragm. Agron.* 33(1): 55–64.
- Pawłowski F. 1963. Liczebność, skład gatunkowy i zdolność kiełkowania nasion chwastów w ważniejszych glebach woj. Lubelskiego. *Praca habil.*, ss. 59.
- Rasmussen J., Nørremark M. 2006. Digital image analysis offers new possibilities in weed harrowing research. *Zemdirbyste/Agriculture* 93(4): 155–165.
- Rudnicki F. 2005. Pakiet obliczeniowy FR-ANALWAR, UTP Bydgoszcz.
- Rudnicki F., Wenda-Piesik A. 2002. Możliwości zastosowania herbicydów w uprawach mieszanych grochu ze zbożami jarymi. *Prog. Plant Prot.* 42(2): 551–553.
- Rueda-Ayala V. P., Rasmussen J., Gerhards R., Fournaise N. E. 2011. The influence of post-emergence weed harrowing on selectivity, crop recovery and crop yield in different growth stages of winter wheat. *Weed Res.* 51: 478–488.
- Sobkowicz P., Podgórska-Lesiak M. 2007. Zmiany w zachwaszczeniu zasiewów czystych i mieszanek dwóch odmian grochu z jęczmieniem pod wpływem nawożenia azotowego. *Prog. Plant Prot.* 47(3): 271–275.
- Staniak M., Bojarszczuk J., Księżak J. 2013. Zachwaszczenie mieszanek łubinu wąskolistnego ze zbożami jarymi w ekologicznym systemie gospodarowania. *J. Res. Appl. Agric. Eng.* 58(4): 155–160.
- Staniak M., Księżak J. 2010. Zachwaszczenie mieszanek strączkowo-zbożowych uprawianych ekologicznie. *J. Res. Appl. Agric. Eng.* 55(4): 121–125.
- Wenda-Piesik A., Rudnicki F. 2003. Przydatność mieszanek herbicydowych we współrzędnych uprawach grochu ze zbożami jarymi. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 490: 285–291.
- Wojciechowski W., Kozak M., Białkowska M., Ćwiertniewska M. 2013. Wpływ mieszanek strączkowo-zbożowych na zachwaszczenie łanu. *Prog. Plant Prot.* 53(1): 110–114.
- Zawieja J. 2006. Reakcja soczewicy jadalnej na siew współrzędny ze zbożami jarymi w zależności od terminu siewu od terminu siewu i gęstości siewu. Część I. Cechy biometryczne i zachwaszczenie. *Zesz. Nauk. UP Wrocław* 546, Rol. 89: 377–386.

A. LEJMAN, P. SOBKOWICZ, R. OGÓREK

SPECIES DIVERSITY AND NUMBER OF WEEDS IN BARELY-PEA MIXTURE AS AFFECTED BY WEED CONTROL METHOD**Summary**

The article presents results of the research conducted in 2010–2012 in order to compare efficiency of weed harrowing in barley-pea mixture with two types of harrow: spike-tooth harrow and spring tine harrow and efficiency of chemical weed control with herbicide Chwastox Extra 300 SL. The dominant weeds in the experiment were: *Chenopodium album* L., *Galinsoga parviflora* Cav., *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. and *Setaria viridis* (L.) P. Beauv. It was shown that harrowing two times with spring tine harrow at the beginning of tillering of barley together with harrowing once at full tillering stage reduced weed infestation with dicotyledonous species including *Chenopodium album* during the whole period of mixture growth. Herbicide Chwastox Extra 300SL applied at the rate of 3 l·ha⁻¹ protected the mixture against dicotyledonous weeds worse than harrowing, and had negative influence on species diversity of weed community. Soil weed seed bank differed only little in weed taxa. The dominant species of weeds in the seed bank were: *Chenopodium album* L., *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv., *Galinsoga parviflora* Cav., *Setaria viridis* (L.) P. Beauv. and *Viola arvensis* Murray.

Key words: harrowing, weed infestation, Shannon-Wiener diversity index, Simpson dominance index, soil seed bank

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 7.08.2017

Do cytowania – *For citation*

Lejman A., Sobkowicz P., Ogórek R. 2017. Różnorodność gatunkowa chwastów w mieszanke jęczmienia z grochem w zależności od sposobu regulacji zachwaszczenia. *Fragm. Agron.* 34(4): 105–116.