

Zakład Herbologii i Techniki Ochrony Roślin Instytutu Ochrony Roślin,
ul. Władysława Węgorka 20, 60-318 Poznań

ROMAN KRAWCZYK

**Produkcja biomasy przez *Chenopodium album* L.
w jęczmieniu jarym odchwaszczanym chemicznie
zredukowanymi i zalecanymi dawkami herbicydów**

Biomass production of *Chenopodium album* L. in spring barley sprayed with dif-
ferent herbicides at the recommended and at the reduced doses

Streszczenie. Celem doświadczeń polowych prowadzonych w 2000 i 2002–2003 było określenie wpływu aplikacji herbicydów w dawkach zalecanych i obniżonych, stosowanych w jęczmieniu jarym, uprawianym w dwóch gęstościach siewu, na produkcję biomasy *Chenopodium album* L. Konkurencyjność *Chenopodium album* względem jęczmienia jarego badano w dwóch doświadczeniach. W pierwszym doświadczeniu aplikowano preparat tribenuron metylowy (Granstar 75 WG), w drugim mieszaninę substancji aktywnych mekoprop + MCPA + dikamba (Chwastox Trio 540 SL). Jęczmień jary wysiewano w dwóch gęstościach siewu: 200 i 100 szt. ziarn na 1 m². Oba herbicydy aplikowano w dwóch terminach, tj. w początkowej fazie krzewienia jęczmienia (BBCH 21) i w końcowej fazie krzewienia jęczmienia (BBCH 29), w dawkach zalecanych oraz w dawkach zredukowanych do 2/3 i 1/3 ilości dawki zalecanej. Biomasa oraz produkcja diaspor *Chenopodium album* była niższa w obiektach, w których wysiano ziarno w ilości 200 szt. ziarn na 1 m². W obiektach kontrolnych, w których wysiano mniejszą ilość ziaren jęczmienia, średnio z obu doświadczeń zebrano mniejszą masę diaspor *Chenopodium album* (88,5 g·m⁻²) niż w warunkach większej ilości siewu jęczmienia (44,4 g·m⁻²). Mniejszą ilość diaspor *Chenopodium album* zebrano, gdy herbicydy były stosowane w terminie początkowej fazy krzewienia jęczmienia (BBCH 21), w porównaniu do obiektów, w których aplikowano herbicydy w późniejszym terminie (BBCH 29). Na poletkach odchwaszczanych mieszaniną mekoprop + MCPA + dikamba uzyskano wyższą produkcję diaspor *Chenopodium album* w porównaniu z poletkami, w których stosowano tribenuron metylowy.

Słowa kluczowe: *Chenopodium album*, jęczmień jary, herbicydy, obniżone dawki

WSTĘP

Wiele czynników ma wpływ na wynik konkurencji rośliny uprawnej z chwastami, a nasilenie występowania chwastów jest jednym z ważniejszych czynników wpływających na poziom plonowania [Cousens 1985]. Gatunek *Chenopodium album* L. jest zali-

czany do grupy chwastów segetalnych o najwyższej frekwencji we wszystkich regionach Polski [Łatowski 2002, Affek-Starczewska i Skrzyczyńska 2003]. Jest on również najliczniej reprezentowanym gatunkiem chwastów w zbożach jarych [Walczak i in. 2002]. Bromand [2003] wykazał, że gatunek ten należy do grupy chwastów w najwyższym stopniu zachwaszczającym uprawy zbóż jarych w krajach Bałtyckich (Dania, Estonia, Finlandia, Litwa, Łotwa i Polska).

Celem doświadczeń było określenie wpływu aplikacji herbicydów w dawkach zalecanych i obniżonych, stosowanych w jęczmieniu jarym uprawianym, w dwóch gęstościach siewu, na produkcję biomasy *Chenopodium album*.

METODY

Badania przeprowadzono w latach 2000 i 2002–2003. Ścisły eksperyment polowy zlokalizowano w Gospodarstwie Doświadczalnym Winna Góra, należącym do Instytutu Ochrony Roślin w Poznaniu. Eksperyment umiejscowiono na glebie płowej, wytworzonej z piasku gliniastego, mocnego przechodzącego w glinę lekką na głębokości 50–100 cm, zaliczanej do IIIa klasy bonitacyjnej i kompleksu żytniego dobrego o odczynie lekko kwaśnym (pH 5,8–6,2), o zawartości próchnicy około 1,3% oraz wysokiej zasobności przyswajalnych form potasu, fosforu i magnezu. Dwuczynnikowe doświadczenia polowe założono metodą rozszczepionych poletek (split-plot), w czterech powtórzeniach o powierzchni poletka do siewu 16,5 m² i zbioru 13,5 m². Badania dotyczące dwóch herbicydów (Granstar 75 WG, Chwastox Trio 540 SL) zakładano jako dwa oddzielne doświadczenia, zlokalizowane w tych samych warunkach siedliska. W eksperymencie uwzględniono dwa czynniki:

I. gęstość siewu jęczmienia jarego odmiany Maresi: optymalna – obejmująca wysiew 200 ziaren na 1 m², oraz zmniejszona – obejmująca wysiew 100 ziaren na 1 m². Czynniki I rozlosowano na dwóch dużych poletkach, rozmieszczonych w obrębie każdego z 4 bloków.

II. zwalczanie chwastów: obiekt kontrolny bez herbicydu (kontrola) i 6 kombinacji złożonych z trzech dawek herbicydu (3/3, 2/3, 1/3) stosowano w dwóch fazach jęczmienia (BBCH 21, BBCH 29). Warianty czynnika II rozlosowano na 7 poletkach, wyznaczonych w obrębie każdego bloku.

Preparaty aplikowano w odpowiednich dawkach w przeliczeniu na 1 ha – w dawce pełnej (3/3): tribenuron metylowy 11,25 g·ha⁻¹ w postaci herbicydu Granstar 75 WG (15 g·ha⁻¹); mieszanina mekoprop 450 g·ha⁻¹ + MCPA 300 g·ha⁻¹ + dikamba 60 g·ha⁻¹ jako preparat handlowy Chwastom Trio 540 SL (1,5 l·ha⁻¹). Redukcja dawek herbicydów obejmowała zmniejszenie ilości aplikowanych preparatów do 2/3 i 1/3 dawki pełnej. Herbicydy były stosowane łącznie z adiuwantem na bazie oleju mineralnego (Atpolan 80 EC w dawce 1,5 l·ha⁻¹). Zabieg wykonano w dwóch terminach w zależności od fazy rozwojowej rośliny uprawnej: BBCH 21 – w terminie przypadającym na początku fazy krzewienia jęczmienia; BBCH 29 – w terminie przypadającym na koniec fazy krzewienia jęczmienia.

Liczebność oraz produkcję biomasy *Chenopodium album* na powierzchni 1 m² wyznaczono przed zbiorem jęczmienia, opierając się na wynikach dwóch pomiarów roślin *Chenopodium album*, zebranych z powierzchni wyznaczonych ramką o wymiarach

50 cm × 25 cm. Uzyskane wyniki badań obejmujące obiekty herbicydowe poddano analizie statystycznej. Z analizy statystycznej wyłączono obiekty kontrolne. Wyniki doświadczenia dwuczynnikowego założonego w układzie split-plot poddano dwuczynnikowej analizie wariancji. Do porównania średnich zastosowano test T-Studenta, na poziomie istotności 0,05.

W powyższej pracy wykonano analizę statystyczną względnej produkcji biomasy *Chenopodium album* w warunkach aplikacji herbicydów. Względną produkcję biomasy *Chenopodium album* oraz jej liczebność w obiektach herbicydowych przedstawiono jako redukcję wartości zmiennych względem obiektu kontrolnego. Przyjęto, że 100% redukcji oznacza brak zmiennych *Chenopodium album* (liczba roślin, masa roślin, masa diaspor), a 0% redukcji – takie same wartości zmiennych rozważanego wariantu czynnika drugiego rzędu (obiektów herbicydowych) jak obiektu kontrolnego. W tych obliczeniach statystycznych wartości względne badanych cech podlegały rozkładowi normalnemu zgodnie z twierdzeniem granicznym, przy n dążącym do nieskończoności, zmienna skokowa podlega w przybliżeniu rozkładowi normalnemu, gdy liczba obserwacji jest odpowiednio duża. W badaniach własnych $n = 108$). W celu zbadania występowania związku liniowego pomiędzy tymi zmiennymi wyznaczono dla dwuwymiarowych obserwacji współczynnik korelacji, zweryfikowano jego istotność testem T-Studenta i wyznaczono krytyczny poziom istotności p .

WYNIKI I DYSKUSJA

Zagęszczenie rośliny uprawnej jest ważnym czynnikiem limitującym konkurencyjność chwastów. Prace prowadzone przez wielu badaczy wskazują, że zagęszczenie rośliny uprawnej jest jednym z ważniejszych czynników regulujących biomasę chwastów [Wilson i in. 1990, Noworolnik 1994, Sobkowicz 1995, Wilson i in. 1995, Kapeluszyński 2002, Starczewski i Żądętek 2003]. Wilson i in. [1995] stwierdzili, że biomasa chwastów maleje wraz ze wzrostem zagęszczenia ładu rośliny uprawnej, a produkcja nasion chwastów jest skorelowana z biomasą chwastów. Również w badaniach własnych w obiektach kontrolnych odnotowano wzrost biomasy *Chenopodium album* w warunkach zmniejszonej gęstości siewu jęczmienia. Uzyskana średnia masa diaspor *Chenopodium album* (średnia z doświadczeń z herbicydem Granstar i Chwastox) była wyższa w warunkach zaniżonej obsady roślin jęczmienia ($88,5 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$) niż masa orzeszków zebrana z ładu wysianego w optymalnym zagęszczeniu ($44,4 \text{ g}$ orzeszków z powierzchni 1 m^2). Produkcja diaspor jest ważnym i jednocześnie złożonym elementem dynamiki populacji chwastów i zrozumienie reprodukcji jest ważnym elementem w strategii regulacji zachwaszczenia [Grundy i in. 2004]. W przeprowadzonych badaniach termin zastosowania herbicydu miał wpływ na poziom redukcji biomasy masy i produkcję diaspor *Chenopodium album*. Obniżone dawki aplikowane w początkowej fazie krzewienia jęczmienia lepiej zabezpieczały uprawę przed wtórnym zachwaszczeniem *Chenopodium album* w porównaniu z obiektami, w których herbicydy użyto w końcowej fazie krzewienia. Istotnie wyższą biomasę roślin oraz masę diaspor zebrano z obiektów o mniejszej gęstości siewu jęczmienia, w których aplikowano w późniejszym terminie (faza jęczmienia BBCH 29) 1/3 dawki preparatu tribenuron metylowy (tab. 1). W drugim doświadczeniu

(stosowano mieszaninę mekoprop + MCPA + dikamba) istotnie wyższą świeżą masę *Chenopodium album* zebrano w obiektach, w których stosowano w terminie wcześniejszym (faza jęczmienia BBCH 21) 1/3 dawki preparatu na poletkach obsianych mniejszą ilością zboża (tab. 2). W tym doświadczeniu najwyższą masę diaspor *Chenopodium album* zebrano z poletek o mniejszej gęstości siewu, które odchwaszczano w terminie późniejszym (faza jęczmienia BBCH 29). Zebrana masa owoców *Chenopodium album* była skorelowana z liczbą roślin tego chwastu, jednak w tych obiektach statystycznie nie udowodniono wyższej produkcji diaspor.

Tabela 1. Biomasa *Chenopodium album* bezpośrednio przed zbiorem jęczmienia jarego odchwaszczanego obniżonymi dawkami tribenuronu metylowego (średnia z lat badań 2000–2003)
Table 1. The biomass of *Chenopodium album* before spring barley harvest in which reduced doses of tribenuron methyl were applied (mean 2000–2003)

Jęczmień jary Spring barley		Dawka herbicydu Herbicide rate	Zmienne <i>Chenopodium album</i> Variable of <i>Chenopodium album</i>				
gęstość siewu sowing rate	termin zabiegu time of application		liczba roślin plant densities szt·m ⁻² no.· m ⁻²	masa roślin mass of plants		masa diaspor seed mass	
				świeża fresh	powietrz- nie sucha air dry		
g·m ⁻²							
200 szt·m ⁻² no.· m ⁻²	w fazie growth stage BBCH 21	3/3 2/3 1/3	1 1 1	0,15a 4,65a 8,63a	0,05a 0,14a 0,06a	0,00a 0,05a 0,02a	
	w fazie growth stage BBCH 29	3/3 2/3 1/3	2 2 25	12,65a 18,21ab 50,55ab	1,19a 0,79a 4,66ab	0,21a 0,12a 2,58ab	
	SR-2 100 szt·m ⁻² no.· m ⁻²	w fazie growth stage BBCH 21	3/3 2/3 1/3	1 1 2	0,02a 0,20a 7,53a	0,01a 0,01a 0,69a	0,00a 0,00a 0,02a
		w fazie growth stage BBCH 29	3/3 2/3 1/3	0 20 43	0,00a 12,46a 98,77b	0,00a 2,69ab 16,88b	0,00a 0,15a 5,85b
SR-1	kontrola – untreated		201	529,22	199,53	44,96	
SR-2			230	931,53	295,03	102,45	

a, b, c ... – wynik wielokrotnego testu t-Studenta (a = 0,05), powtórzenie się co najmniej jednej litery przy porównywanych średnich dla tej samej kolumny oznacza brak statystycznie istotnych różnic
a, b, c ... – results of multiple Student's test (a = 0.05); entries in the column followed by the same letter are not significantly different

Według Mengensa [1987], w celu utrzymania statycznego poziomu banku nasion w glebie, efektywność zwalczania chwastów powinna być na poziomie 99,95%. Według Rassmussen [1993] obniżenie produkcji nasion chwastów do poziomu 85% jest wystarczające, aby nie zwiększać glebowego banku nasion, a cel ten można osiągnąć, redukując o 1/2 do 1/16 dawkę herbicydu. W doświadczeniach własnych obserwowano tendencję najwyższej redukcji diaspor *Chenopodium album*, gdy obniżone dawki herbicydów apliko-

wano w terminie wcześniejszym (BBCH 21). Poziom redukcji masy diaspor był różny dla badanych herbicydów. Stosując preparat tribenuron metylowy w pierwszym terminie w 1/3 dawki (gęstość siewu jęczmienia 100 szt. ziarn m^{-2}), uzyskano 99,9% redukcji masy owocków i 94,3% po zastosowaniu środka w końcu fazy krzewienia jęczmienia. Stosując 1/3 dawki mieszaniny mekoprop + MCPA + dikamba otrzymano mniejszą redukcję masy orzeszków. W tych obiektach uzyskano 95,7% redukcji masy owocków pod wpływem wcześniejszej aplikacji preparatu i 90,6%, gdy herbicyd stosowano w późniejszym terminie.

Tabela 2. Biomasa *Chenopodium album* bezpośrednio przed zbiorem jęczmienia jarego odchwaszczanego obniżonymi dawkami mieszaniny mekoprop + MCPA + dikamba (średnia z lat badań 2000–2003)

Table 2. The biomass of *Chenopodium album* before spring barley harvest in which reduced doses of mixture MCPA + mecoprop + dicamba were applied (mean 2000–2003)

Jęczmień jary Spring barley		Dawka herbicydu Herbicide rate	Zmienne <i>Chenopodium album</i> Variable of <i>Chenopodium album</i>			
gęstość siewu sowing rate	termin zabiegu time of application		liczba roślin plant densities szt· m^{-2} no· m^{-2}	masa roślin mass of plants		masa diaspor seed mass
				świeża fresh	po- wietrznie sucha air dry	
			g· m^{-2}			
200 szt· m^{-2} no· m^{-2}	w fazie growth stage BBCH 21	3/3	0	0,00 a	0,00a	0,00a
		2/3	8	8,86 a	1,39a	0,37a
		1/3	24	75,52 ab	13,35a	3,37a
	w fazie growth stage BBCH 29	3/3	7	18,19 a	1,55a	0,47a
		2/3	11	26,24 ab	2,74a	0,54a
		1/3	26	30,69 ab	3,41a	0,54a
100 szt· m^{-2} no· m^{-2}	w fazie growth stage BBCH 21	3/3	2	10,22 a	0,28a	0,05a
		2/3	5	22,67 a	1,45a	0,24a
		1/3	34	212,32 b	35,13a	3,25a
	w fazie growth stage BBCH 29	3/3	19	47,96 ab	8,14a	1,26a
		2/3	48	141,96 ab	22,89a	6,75a
		1/3	63	139,70 ab	34,77a	7,02a
SR-1	kontrola – untreated		209	650,74	191,04	43,74
SR-2			317	1141,97	306,54	74,63

a, b, c ... – wynik wielokrotnego testu t-Studenta ($\alpha = 0,05$), powtórzenie się co najmniej jednej litery przy porównywanych średnich dla tej samej kolumny oznacza brak statystycznie istotnych różnic

a, b, c ... – results of multiple Student's test ($\alpha = 0.05$), entries in the column followed by the same letter are not significantly different

Współczynnik korelacji analizowanych cech był dodatni, a zależność liniowa dwuwymiarowych obserwacji wysoce istotna (tab. 3). Redukcja masy diaspor *Chenopodium album* po zastosowaniu preparatu tribenuron metylowy była w najwyższym stopniu

skorelowana ze świeżą masą chwastu, a po zastosowaniu mieszaniny mekoprop + MCPA + dikamba z redukcją liczby roślin i świeżej masy. Zaniżenie gęstości siewu jęczmienia wpłynęło na zmniejszenie redukcji suchej masy *Chenopodium album* w obiektach, w których stosowano obniżone dawki preparat mekoprop + MCPA + dikamba w terminie końcowej fazy krzewienia jęczmienia.

Tabela 3. Współczynnik korelacji dwuwymiarowych obserwacji redukcji wartości zmiennych *Chenopodium album* w obiektach herbicydowych

Table 3. Statistical two-dimensional correlation coefficient analyses of *Chenopodium album* variable in herbicide treatments

Herbicyd Herbicide	Zmienne <i>C. album</i> <i>C. album</i> variable	n	Liczebność roślin <i>C. album</i> density		Świeża masa roślin <i>C. album</i> fresh weight		Sucha masa roślin <i>C. album</i> dry weight	
			r	p	r	p	r	p
Tribenuron metylowy Tribenuron methyl	świeża masa roślin fresh weight	108	0,62	$5,20 \cdot 10^{-13}$				
	sucha masa roślin dry weight	108	0,75	$1,30 \cdot 10^{-20}$	0,83	$2,80 \cdot 10^{-28}$		
	masa diaspor seeds mass	108	0,32	$6,60 \cdot 10^{-04}$	0,40	$2,00 \cdot 10^{-05}$	0,34	$4,00 \cdot 10^{-04}$
Mekoprop + MCPA + dikamba Mecoprop + MCPA + dicamba	świeża masa roślin fresh weight	108	0,74	$3,00 \cdot 10^{-20}$				
	sucha masa roślin dry weight	108	0,72	$2,50 \cdot 10^{-18}$	0,91	$5,90 \cdot 10^{-43}$		
	masa diaspor seeds mass	108	0,78	$3,00 \cdot 10^{-23}$	0,78	$3,00 \cdot 10^{-23}$	0,65	$3,10 \cdot 10^{-14}$

n – liczba obserwacji dwuwymiarowych – number of two-dimensional samples, r – współczynnik korelacji – correlation coefficient; p – krytyczny poziom istotności – critical value of significance level

WNIOSKI

1. Zmniejszenie gęstości siewu jęczmienia jarego miało wpływ na wzrost produkcji biomasy i orzeszków *Chenopodium album*.

2. W obiektach, w których aplikowano obniżone dawki herbicydów w początkowej fazie krzewienia jęczmienia jarego, odnotowano niższą biomasę *Chenopodium album*, w porównaniu z aplikacją w końcowej fazie krzewienia jęczmienia.

3. W uprawie jęczmienia jarego redukcja masy orzeszków *Chenopodium album* była w najwyższym stopniu skorelowana ze świeżą masą roślin tego chwastu, gdy poletka odchwaszczano tribenuronem metylowym i ze świeżą masą roślin w obiektach traktowanych mieszaniną mekoprop + MCPA + dikamba.

PIŚMIENICTWO

- Affek-Starczewska A., Skrzyczyńska J., 2003. Wartość diagnostyczna pospolitych chwastów polnych występujących na Wysoczyźnie Kałuszyńskiej. *Fragm. Agron.*, 4 (80), 41–57.
- Bromand B., 2003. Harmonisation of efficacy testing procedures, implementation of GEP and possibilities of exchange of data between countries. *Proceedings of the Crop Protection Conf. for the Baltic Sea Region, Poznań 2003*, 70–85.
- Cousens R., 1985. A simple model relating yield loss to weed density. *Ann. Appl. Biol.*, 107, 239–252.
- Grundy A.C., Mead A., Burston S., Overs T., 2004. Seed production of *Chenopodium album* in competition with field vegetabels. *Weed Res.*, 44, 271–281.
- Kapeluszny J., 2002. Zachwaszczenie ładu zbóż jarych w warunkach zróżnicowanej gęstości siewu i oszczędnego stosowania herbicydów. *Prog. Plant Prot.* 42(2), 483–485.
- Mengens, R.M., 1987. Weed seed population dynamic during six years of weed management systems in crop rotations on irrigated soil. *Weed Sci.*, 35, 328–332.
- Latowski K., 2002. Problem pospolitych chwastów segetalnych Polski. *Prog. Plant Prot.* 42 (1), 392–399.
- Noworolnik K., 1994. Reakcja jarych mieszanek jęczmienia z owsem na gęstość siewu. *Mat. ogólnop. konf. pt.: „Stan i perspektywy upraw mieszanek zbożowych”* (Poznań, 1994), 105–109.
- Rasmussen I.A., 1993. Seed production of of a mixture of two *Polygonum* species at normal to very low herbicide dose. *Proc. of the 1993 Brighton Crop Prot. Conf. – Weeds*, 281–286.
- Sobkowicz P., 1995. Wpływ zagęszczenia i rozmieszczenia roślin jęczmienia jarego na zachwaszczenie. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Rolnictwo* 65(278), 83–91.
- Starczewski J., Żądłek J., 2003. Regulacja zachwaszczenia przez zagęszczenie rośliny uprawnej i stosowanie herbicydów na przykładzie pszenżyta. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol.* 490, 235–240.
- Walczak F., Grendowicz L., Jakubowska M., Skorupska A., Strugała N., Tratwal A., Wójtowicz A., 2002. Szkodliwość ważniejszych agrofagów roślin uprawianych oraz stan zachwaszczenia w Polsce w 2001 roku. *Prog. Plant Prot.* 42 (1), 262–282.
- Wilson B. J., Cousens R., Wright K. J., 1990. The response of spring barley and winter wheat to *Avena fatua* population density. *Ann. Appl. Biol.*, 116, 601–609.
- Wilson B. J., Wright K. J., Brian P., Clements M., Stephens E., 1995. Predicting the competitive effect of weed and crop density on weed biomass, weed seed production and crop yield in wheat. *Weed Res.*, 35, 265–278.

Summary. The aim of the work was to determine the influence of reduced doses herbicide and spring barley density on seed and biomass production of *Chenopodium album* L. The field experiments were carried out in the years 2000, 2002–2003 on podsolic soil made from heavy loamy sand. There were two factors in the experimental scheme: I. Seeding rate of spring barley (200, 100 seeds m⁻²), II. Herbicide rate and time of herbicide application. Herbicides were applied at the recommended rate (3/3) and at 2/3 and 1/3 of the recommended dose. Three doses of herbicides were applied at the beginning of tillering (BBCH 21) and at the end of tillering of spring barley (BBCH 29). Competition between spring barley and *Chenopodium album* L. was studied in two experiments. The first field experiment was carried out with tribenuron methyl (Granstar 75 WG) and the second one with a mixture of mecoprop + MCPA + dicamba (Chwastox Trio 540 SL). Herbicides were applied at the recommended rate (3/3) and at 2/3 and 1/3 of the recommended dose. Weed biomass and seed production of *Chenopodium album* was reduced when spring barley was sown with the higher seeding rate. The average seed mass on the untreated plots was higher at low crop density (88.5 g·m⁻²) than the seed mass at optimal density of spring barley (44.4 g·m⁻²).

Reduction of *Chenopodium album* seeds production was observed after application of herbicides at the BBCH 21 of compared spring barley with the late application. *Chenopodium album* seed mass collected from the plots treated with mecoprop + MCPA + dicamba was higher than the mass collected from the plots treated with tribenuron methyl.

Key words: *Chenopodium album*, spring barley, herbicides, reduced doses