

Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin, Akademia Rolnicza w Lublinie,
ul Akademicka 13, 20-950 Lublin, Poland, e-mail: maria.jedruszczak@ar.lublin.pl

MARIA JĘDRUSZCZAK, BOŻENA BUDZYŃSKA,
MAGDALENA GOCÓŁ

Zasobność glebowego banku nasion chwastów w zależności od sposobu regulacji zachwaszczenia

Weed diaspor soil bank in dependence on methods of weed control

Streszczenie. Badano zasób diaspor chwastów w 0–1–1–10 cm warstwie gleby w zależności od różnych sposobów odchwaszczania pszenicy ozimej: A – bez zabiegów, B – bronowanie jesienią, GS 09–10, C – bronowanie wiosną GS 24–25, B+C – dwukrotne bronowanie, D – herbicyd (Chisel DF dolistnie, tydzień po bronowaniu wiosną) i kombinacje BD, CD i BCD. Pszenicę ozimą uprawiano na brunatnej glebie lessowej po ziemniaku, w sezonach 1995/96–1997/98. Bank nasion chwastów oceniano tuż po zbiorze rośliny uprawnej. Stwierdzono istotną zmienność zasobu diaspor w latach oraz wyraźne tendencje jego zmniejszenia w porównaniu do obiektu kontrolnego. Przeciętnie na 1 m² wystąpiło 10 954 i 18 011 nasion, odpowiednio w 0–1 i 1–10 cm warstwie gleby; dominowały owoce *Chenopodium album*, stanowiąc odpowiednio 41–79% i 83–91% zasobu nasion.

Słowa kluczowe: glebowy bank nasion, metody odchwaszczania, pszenica ozima

WSTĘP

Glebowy zasób owoców i nasion chwastów jest podstawowym źródłem zachwaszczenia łąnów roślin uprawnych. Liczba diaspor oraz dynamika jej zmian jest determinowana przez wiele czynników, głównie przez „dopływ” z osypujących się chwastów i „odpływ” przez kiełkowanie, naturalną utratę żywotności lub niszczenie przez drapieżców i ptaki [Kroppff i in. 1996, Forcella 1996]. W warunkach polowych kiełkowanie jest bardzo zmienne w latach [Freckleton i in. 1998]. Jego stymulację (a tym samym zmniejszenie liczby nasion w glebie) można wywołać zabiegami uprawy roli oraz pielęgnowania [Roberts i Feast 1973a, 1973b, Wilson 1992, Popay i in. 1994, Feledyn-Szewczyk i Duer 2006].

Celem pracy było przedstawienie dynamiki zasobu diaspor chwastów w glebie pod wpływem różnych zabiegów regulacji zachwaszczenia pszenicy ozime, tj. mechanicznych, chemicznych i mechaniczno-chemicznych.

METODY

Opracowano rezultaty trzyletniego ścisłego eksperymentu polowego prowadzonego metodą bloków losowych w trzech powtórzeniach na brunatnej glebie lessowej należącej do 2. kompleksu rolniczej przydatności, w latach 1995/96–1997/98. Metody regulacji zachwaszczenia pszenicy ozimej: A – bez zabiegów, B – bronowanie w fazie szpilkowania/piórkowanie, C – bronowanie w fazie krzewienia, BC – bronowanie B+C, D herbicyd w fazie krzewienia oraz kombinacje zabiegów BD, CD, BCD. Zasób nasion chwastów w 0–1 i 1–10 cm warstwie roli badano w każdym roku i na każdym poletku w dniu zbioru pszenicy ozimej. Próbę do analiz pobrano z próby średniej, utworzonej z 5 prób jednostkowych z każdego poletka, starannie wymieszanych; próba do analiz stanowiła 1/5 masy próby średniej. Rezultaty badań obliczono statystycznie metodą analizy wariancji; w celu ujednoczenia wariancji dane transformowano na \sqrt{x} .

Bronowania wykonywano broną zębową: jesienią – lekką lub średnią w zależności od wilgotności gleby w czasie wschodów pszenicy (GS 09–10) [Zadoksi in. 1974], wiosną – broną średnią w fazie krzewienia (GS 24–25) w dwa ślady. Do odchwaszczania chemicznego zastosowano dolistnie herbicyd Chisel DF 60 g·ha⁻¹ (substancja biologicznie czynna thifensulfon-metyl 40,92 g + chlorsulfuron 4,09 g·ha⁻¹) wnoszony po 7–8 dniach od wiosennego bronowania.

Pszenicę ozimą uprawiano w stanowisku po ziemniaku na oborniku, którego przedplonem były zboża (jęczmień jary lub pszenica ozima). Po zbiorze bulw i usunięciu łętów ziemniaka, około 1–3 dni przed siewem pszenicy, glebę przygotowywano agregatem do uprawy przedsewnej. Nawożenie mineralne na 1 ha (przeliczone na formę pierwiastkową) wynosiło: 40 kg N (w tym 24,7 kg po ruszeniu vegetacji i 15,3 kg w fazie strzelania w źdźbło (GS 31–32); 17,6 kg fosforu i 83 kg potasu. P i K wnoszone przed siewem. Pszenicę ozimą wysiewano w trzeciej dekadzie września (20, 26 i 27, odpowiednio w pierwszym, drugim i trzecim roku badań) w ilości zapewniającej obsadę 500 ziarn o pełnej wartości siewnej na 1 m².

WYNIKI BADAŃ

W powierzchniowej warstwie roli (0–1 cm) zasób nasion chwastów różnił się w latach (tab. 1). Istotnie mniejsze zanieczyszczenie diasporami wystąpiło w ostatnim roku uprawy pszenicy ozimej (1997/1998 r.) niż w pozostałych (1995/6 i 1996/7), między którymi różnice mieściły się w granicach błędu. Stwierdzono zależność interakcyjną pomiędzy obiektem odchwaszczanym herbicydem (D) i bronowaniem jesiennym + herbicyd (BD) a latami, gdzie liczebność nasion w pierwszym roku była istotnie większa w stosunku do drugiego (BD), jak też do trzeciego (D, BD). Na obiektach badawczych tej warstwy znajdowało się średnio 10 954 szt. na m². W 1–10 cm warstwie roli omawianą cechą także warunkowały tylko lata badań (tab. 2). Istotnie najwięcej nasion stwierdzono w drugim, mniej w trzecim, a najmniej w pierwszym roku. Przeciętnie stwierdzono 18 011 diaspor na m².

Tabela 1. Liczba nasion chwastów (szt. m⁻²) w 0–1 cm warstwie gleby po zbiorze pszenicy ozimej
 Table 1. Number of weed seeds per m² in the 0–1 cm soil layer after winter wheat harvest

Obiekt Object	Lata – Years			Średnio Mean	Lata – Years			Średnio Mean
	1996	1997	1998		1996	1997	1998	
dane transformowane transformed data				dane rzeczywiste true data				
A	99,5	150,7	79,6	109,9	10 211,3	22 890,8	6628,4	13 243,5
B	103,6	113,9	66,5	94,7	10 947,8	14 132,6	4836,9	9972,4
C	100,4	113,9	72,1	95,4	10 290,9	13 455,8	5235,0	9660,6
BC	136,8	111,6	75,9	108,4	18 750,5	14 052,9	6031,2	12 944,9
D	156,1	91,2	74,5	107,2	24 941,0	8678,6	5633,1	13 084,2
BD	158,5	87,4	67,1	104,3	25 936,2	7683,3	4717,5	12 779,0
CD	110,2	94,1	62,4	88,9	12 858,6	9415,0	4120,3	8797,9
BCD	91,1	93,1	59,6	81,3	8877,6	8877,6	3702,3	7152,5
Średnio Mean	119,5	107,0	69,7	-	15351,7	12398,3	5113,1	-
NIR – LSD (p = α 0,05): pomiędzy latami – among years = 15,2 we współdziałaniu lata × obiekty – in interaction years × objects = 7,2								

Tabela 2. Liczba nasion chwastów (szt. m⁻²) w 1–10 cm warstwie gleby
 po zbiorze pszenicy ozimej
 Table 2. Number of weed seeds per m² in the 1–10 cm soil layer after winter wheat harvest

Obiekt Object	Lata – Years			Średnio Mean	Lata – Years			Średnio Mean
	1996	1997	1998		1996	1997	1998	
dane transformowane transformed data				dane rzeczywiste true data				
A	65,0	180,1	128,5	124,5	4239,8	32 644,2	16 521,2	17 801,7
B	75,8	161,5	105,3	114,2	5712,7	26 075,6	11 087,0	14 291,7
C	61,9	249,1	98,4	136,5	3841,7	62 163,3	9753,4	25 252,8
BC	88,8	223,7	73,7	128,7	7902,8	50 021,3	5434,1	21 119,2
D	82,9	187,5	100,0	123,5	6827,4	35 172,1	10 091,8	17 383,8
BD	70,7	169,3	137,7	125,9	4976,2	28 862,2	18 969,5	17 602,6
CD	67,0	177,7	111,1	118,6	4518,4	31 390,2	12 599,9	16 169,5
BCD	75,9	169,8	94,5	113,4	5772,4	28 802,5	8897,5	14 490,8
Średnio Mean	73,5	189,8	106,2	-	5473,9	36 891,4	11 669,3	-
NIR – LSD: (p = α 0,05): lata – years = 17,0								

Jednakże w odniesieniu do obiektu kontrolnego (A) wystąpiła tendencja ograniczania liczby nasion chwastów pod wpływem zabiegów odchwaszczających. W płytszej warstwie efektywność zabiegów była wyraźna na czterech obiektach: po każdym oddzielnym bronowaniu (A, B) oraz w kombinacjach: po bronowaniu wiosennym + herbicyd (CD) i po wszystkich zabiegach (BCD) (tab. 3). W dolnej warstwie była ona wysoce zróżnicowana. Wyraźniej zmniejszały ją zabiegi na obiektach B, BCD i CD, słabo na D i BD, a wręcz odwrotne zjawisko wystąpiło na C i BC (tab. 3).

Zidentyfikowane nasiona i owoce, ogółem w trzyleciu, należały do 22 pospolitych taksonów, w tym 19 krótkotrwałych i 3 wieloletnich. Na poszczególnych obiektach badawczych w obu analizowanych warstwach występowało tylko po kilkanaście gatunków: wierzchniej 10–14 (w tym na bronowanych – 13–14); w dolnej 10–13.

Tabela 3. Tendencja zmian liczby nasion (+, – %) w 0–1 i 1–10 cm warstwie roli na obiektach badawczych wobec obiektu kontrolnego – A (100%), średnio w latach 1996–1998

Table 3. A tendency of seed number changes (+, – %) in 0–1 and 1–10 cm soil layer in investigated objects in relation to control object – A (100%), mean for 1996–1998

Warstwa roli Soil layer	Obiekty badawcze – Investigated objects						
	B	C	BC	D	BD	CD	BCD
0–1 cm	-24,7	-27,1	-2,3	-1,2	-3,5	-33,6	-46,0
1–10 cm	-19,7	41,9	18,6	-2,3	-1,1	-9,2	-18,6

Największy odsetek ogólnej liczby diaspor stanowiły owoce *Chenopodium album* (rys. 1). W powierzchniowej warstwie udział owoców tego chwastu zmieniał się w zależności od charakteru zabiegu odchwaszczającego. Stosunkowo niski procent ich był na poletkach kontrolnych (A) – 41% i bronowanych jednorazowo (B i C), odpowiednio 42% i 56%; większy na bronowanych dwukrotnie (BC) – 70%, a największy w kombinacjach z udziałem herbicydu (D, BD, CD i BCD) – 76–79%. W dolnej warstwie udział ich był wysoki i nieco bardziej wyrównany, niewykazujący znaczącej zmienności w zależności od charakteru zabiegu; wahał się w granicach 83,1% (B) – 91% (BC), a przeciętnie wynosił 87%. Poza *Chenopodium album*, pewną obfitością diaspor, chociaż dalece mniejszą, wyróżniały się takie gatunki, jak: *Apera spica-venti*, *Matricaria inodora*, *Echinochloa crus-galli* i *Fallopia convolvulus*; liczniejsze owoce ostatniego z nich znajdowano tylko w dolnej warstwie gleby (rys. 1). W grupie „inne” znalazły się diaspory 20 gatunków (podane w oddzielnym zestawieniu). W żadnej z warstw nie wykryto diaspor 28 taksonów (na 42) zasiedlających łąn pszenicy. Wśród nich 15 krótkotrwałych występowało sporadycznie w ilości od 0,1 do 0,3 szt. na 1 m² i dwa – *Bromus secalinus* i *Gnaphalium uliginosum* nieco obficie (0,1–6,1 szt. m²); pozostałe 13 należały do wieloletnich także o bardzo niewielkiej liczebności osobników na 1 m².

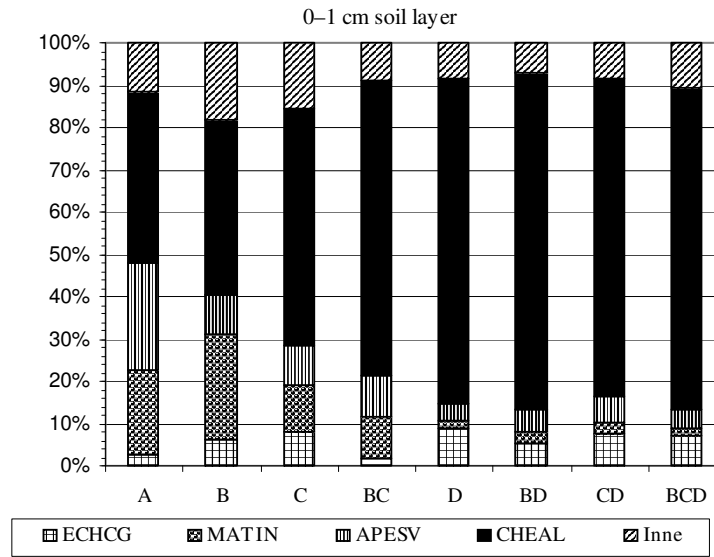
Diaspory gatunków innych oraz gatunki obecne w łąnie pszenicy, których diaspory nie zostały wykryte w 0–10 cm warstwie gleby:

1. Gatunki inne występujące w obu warstwach: *Stellaria media*, *Galium aparine*, *Galinsoga sp.*, *Polygonum lapathif.*, *Polygonum aviculare*, *Capsella bursa-pastoris*, *Viola arvensis*, *Lamium amplexicaule*, *Polygonum persicaria*, *Myosotis arvensis*, *Rumex acetosella*;

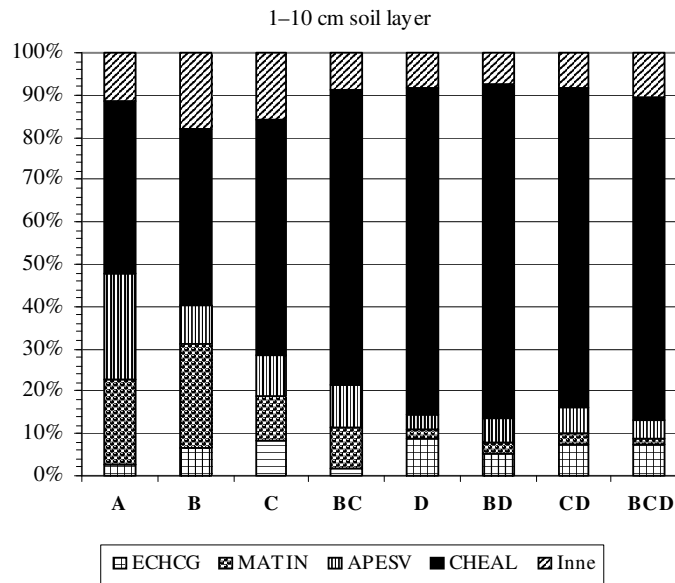
– tylko w 0–1 cm: *Fallopia convolvulus*, *Anthemis arvensis*;

– tylko w 1–10 cm: *Solanum nigrum*, *Gypsophila muralis*, *Veronica arvensis*, *Gypsophila muralis*, *Lamium purpureum*, *Apera spica-venti*, *Matricaria inodora*, *Sonchus arvensis*, *Rumex obtusifolius*.

2. Gatunki niewykryte w zasobie nasion, a występujące w łąnie pszenicy ozimej przed jej zbiorem: *Vicia hirsuta*, *Agropyron repens*, *Anagallis arvensis*, *Cirsium arvense*, *Veronica persica*, *Artemisia absinthium*, *Cerastium holosteoides*, *Equisetum arvense*, *Poa annua*, *Taraxacum officinale*, *Bromus secalinus*, *Artemisia vulgaris*, *Gnaphalium uliginosum*, *Convolvulus arvensis*, *Vicia tetrasperma*, *Oxalis stricta*, *Vicia angustifolia*, *Stachys palustris*, *Trifolium arvense*, *Armoracia lapathifolia*, *Plantago pauciflora*, *Aegopodium podagraria*, *Consolida regalis*, *Achillea millefolium*, *Melandrium album*, *Sonchus arvensis*.



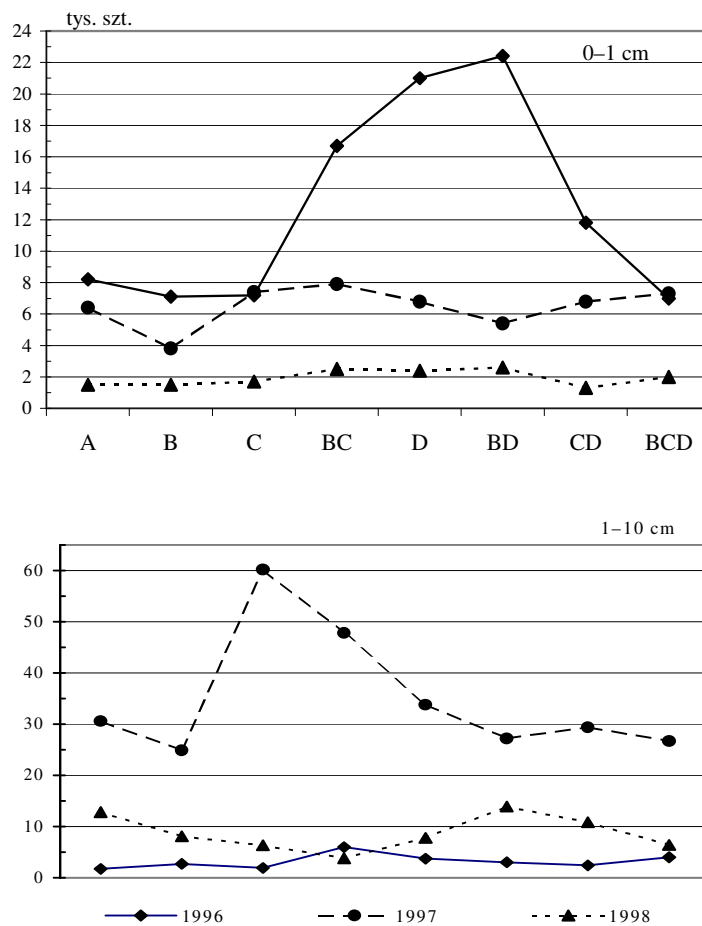
Objaśnienia – Explanation: ECHCG – Echinochloa crus-galli, MATIN – Matricaria inodora, APSV – Apera



spica-venti, CHEAL – Chenopodium album, FALCO – Fallopia convolvulus, Inne – Other

Rys. 1. Udział (%) nasion dominujących gatunków chwastów w 0–1 i 1–10 cm warstwie gleby (średnio z 3 lat)

Fig. 1. The contribution of seeds of predominant weed species in the 1–0 and 1–10 cm soil layers (3 years' means)



Rys. 2. Zmienność liczby owoców *Chenopodium album* (tys. szt.) w 0–1 i 1–10 cm
 Fig. 2. *Chenopodium album* fruits variability (in thousands) in 0–1 and 1–10 cm soil layers

Liczba diaspor była wysoce zmienna w latach. Jako przykład może posłużyć dominujący *Chenopodium album* (rys. 2); pewne zmiany w latach wykazywał zasób diaspor niektórych innych taksonów. Najbardziej stałymi komponentami banku nasion były owoce *Chenopodium album* i *Fallopia convolvulus* – występowały w każdym roku na każdym obiekcie doświadczenia.

DYSKUSJA

W prezentowanych badaniach o liczebności diaspor chwastów w obu analizowanych warstwach istotnie decydowały lata badań. Zmienność w latach należy wiązać z coroczną zmianą miejsca prowadzenia eksperymentu (wędrujący). Mimo stałe tego samego

przedplonu (ziemniak uprawiany na oborniku) i przedprzedplonu (jęczmień jary lub pszenica ozima), zasób diaspor gromadzony w glebie przez szereg tych i wcześniejszych lat oraz stan zanieczyszczenia nasionami obornika mogły rzutować na przedstawione rezultaty. Dynamika zasobu nasion w glebie nie jest w pełni rozpoznana, a ważny jej parametr – kiełkowanie (zmniejszające zasób) – w przypadku świeżo osypanych nasion jest nikły i zależny od bardzo wielu czynników, głównie charakteru spoczynku, zabiegów prowokujących ten proces czy naturalnej śmiertelności [Pawłowski 1963, Roberts i Feast, 1973a, 1973b; Wilson i Lawson 1992, Forcella 1996].

Mimo braku istotnych różnic wielkości zasobu nasion pomiędzy obiektami różnie odchwaszczanymi w każdej z warstw roli wystąpiły pewne tendencje zmian w stosunku do wielkości na obiekcie kontrolnym (A). Wykazane wyraźne ubytki liczby nasion w 0–1 cm warstwie po wzruszaniu roli bronowaniem (B, C) i kombinacją tych zabiegów z herbicydem (CD i BCD) zgadzają się z trendem zmian następujących pod wpływem mechanicznego wzruszenia roli przedstawianych przez Roberts i Feast [1973a, 1973b] oraz Popaya i in. [1994]. Natomiast nikłe przeciętne ubytki na obiekcie dwukrotnie bronowanym (BC), po herbicydzie (D) i jego kombinacji z bronowaniem jesiennym (BD) były rezultatem dużego nagromadzenia owoców *Chenopodium album* na tych obiektach (odpowiednio 89, 85, i 86% udziału wszystkich diaspor) (rys. 2), jak też słabej efektywności działania herbicydu w pierwszym roku badań, co zamazało prawdziwy efekt. W kolejnych dwu latach, o mniejszej i bardziej zrównoważonej liczbie diaspor tego gatunku, ubytki nasion wynosiły przeciętnie 32,0% (BC), 51,5% (D) i 58% (BD). W głębszej warstwie roli zaskakujące różnice liczebności nasion wobec poletek kontrolnych można przypisać dynamice zmian także silnie dominującego gatunku – *Chenopodium album* w drugim i trzecim roku badań (rys. 2). Była to przyczyna zwiększenia banku nasion na obiektach C i BC oraz nikłych ubytków nasion na D i BD. *C. album* charakteryzuje się bardzo wysoką plennością: jeden jej okaz w roślinach zbożowych może wydać prawie do 5 tys., w uprawach szerokokorządowych, np. ziemniak, burak, do ponad 76 i 69 tys. diaspor [Pawłowski 1966]. Wschody tego gatunku w ziemniakach (przedplon analizowanej pszenicy) pojawiają się zarówno wiosną, w pełni lata, jak i jesienią; dojrzewają z obu pierwszych terminów [Jędruszczak 1993]. Jego diaspory pochodzące z pojedynczych olbrzymich osobników są rozmieszczane skupiskowo [Dessaint i in. 1991]. Utrudnia to precyzyjną ocenę liczby nasion, a takie rozmieszczenie powoduje wysoką i niejednorodną wariancję prób i często nie pozwala na udowodnienie zmian metodą analizy wariancji.

Można zatem przyjąć, że o poziomie efektywności ograniczania liczby diaspor po zastosowaniu różnych zabiegów decydowała liczebność i dynamika liczby diaspor silnie dominującego gatunku – *Chenopodium album* – w powiązaniu z warunkami lat, modyfikowana w swoisty sposób określonym zabiegiem. Kiełkowanie diaspor tego gatunku (zmniejszające bank nasion) jest dalece zmienne i zależne od czynników siedliska, właściwości biologicznych populacji oraz zabiegów je prowokujących [Davies i Forcella 2007]. W przypadku *C. album*, zdaniem tych autorów, kiełkowanie wyraźniej zachodzi z powierzchniowej (0–5 cm) warstwy roli bardzo zmiennie w latach, co odzwierciedla się w zmienności ubytków ogólnej liczby nasion w glebie. Ogromną zmienność ubytku zasobu nasion z gleby w latach potwierdza przeglądowa praca Freckletona i Watkinsona [1998], a kluczowymi parametrami determinującymi te zmiany jest kiełkowanie, śmiertelność naturalna i wynikająca z zastosowania zwalczania chwastów.

WNIOSKI

1. Zanieczyszczenie nasionami chwastów zarówno 0–1 cm, jak i 1–10 cm warstwy roli nie zależało istotnie od zastosowanych sposobów odchwaszczania pszenicy ozimej, różniło się tylko w latach badań.

2. W stosunku do obiektu kontrolnego (bez zabiegów) w płytszej warstwie roli wystąpiła tendencja zmniejszania, w głębszej zaś zarówno zmniejszenia, jak i zwiększenia zasobu diaspor chwastów.

3. W obu warstwach roli dominowały owoce *Chenopodium album*, a dodatkowo w górnej, po odchwaszczaniu zabiegami bronowania – *Matricaria inodora* i *Apera spica-venti*. Pierwszy z nich decydował o tendencjach efektywności w ograniczaniu liczby diaspor.

PIŚMIENNICTWO

- Davies A., Forcella F., 2007. Effects of interactions between germination environment, seed provenance and soil disturbance on emergence of *Chenopodium album*. Proceed. of ¹⁴EWRS Symposium, 182.
- Dessaint F., Chadoeuf R., Barralis G., 1991. Spatial pattern analysis of weed seeds in the cultivated soil seed bank. J. Appl. Ecology 28, 721–730.
- Feledyn-Szewczyk B., Duer I., 2006. Zastosowanie wskaźników ekologicznych do analizy glebowego banku nasion chwastów. Fragm. Agron. 4 (92), 67–78.
- Freckleton R.P., Watkinson A.R., 1998. Predicting of determinants of weed abundance: a model for the population dynamics of *Chenopodium album* in sugar beet. J. Appl. Ecol. 35, 904–920.
- Kropff M.J., 1996. Weed population dynamics. Proceed. Second Intern. Weed Contr. Congr. I, 3–14.
- Forcella F., 1996. Management of weed seedbanks. Second Intern. Weed Contr. Congr. I, 21–26.
- Jędruszczak M., 1993. Studia nad wybranymi fazami rozwojowymi chwastów w łańcach roślin uprawnych. Rozpr. Nauk. AR w Lublinie, 151, 3–87.
- Pawłowski F., 1963. Liczebność, skład gatunkowy i zdolność kiełkowania nasion chwastów w ważniejszych glebach woj. lubelskiego. Annales UMCS, sec. E. Agricultura, 18 (8), 125–154.
- Pawłowski F. 1966. Płodność, wysokość i krzewienie się niektórych gatunków chwastów w łańcach roślin uprawnych na glebie lessowej. Annales UMCS, sec. E. Agricultura, 21 (9), 175–189.
- Popay A.I., Cox T.I., Ingle A., Kerr R., 1994. Effects of disturbance on weed seedlings emergence and its long-term decline. Weed Res. 34 (6) 4–3–412.
- Roberts H. A, Feast P. M., 1973a. Imergence and longevity of seeds of annual weeds in cultivated and undisturbed soil. J. Appl. Ecol. 133–143.
- Roberts H. A, Feast P. M., 1973b. Changes in the number of viable weed seeds in soil under different regimes. Weed Res. 13, 298–303.
- Wilson B. J. Lawson H. M. 1992. Seedbank persistence and seedling emergence of seven weed species in autumn-sown crops following a single year's seeding. Ann. Appl. Biol. 120, 105–116.
- Zadoks J.C., Chang T.T., Konzak C.F., 1974. A decimal codes for the growth stages of cereals. Weed Res. 14, 415–421.

Summary. A weed seed bank store of 0–1 and 1–10 soil layers, in dependence on different weed control measures used for winter wheat, was investigated. The treatments were: A – without any measure, B – harrowing in Autumn, GS 09–10, C – harrowing in Spring, GS 24–25, B + C – twice harrowing, D – herbicide (Chisel DF foliar application one week after spring harrowing and BD,

CD and BCD combination. The winter wheat was cultivated on brown loessial soil after potato forecrop in the 1995/96 – 1997/98 seasons. The soil seed bank was assessed in the time of winter wheat harvest. Significant variability of the seed bank store, in each layer, between the years was proved and a clear tendency to seed number decreases, in comparison to control treatment was noticed: on average, 10 954 and 18 011 of weed seeds, respectively in 0–1 and 1–10 soil layers occurred per m²; *Chenopodium album* fruits dominated, constituted, respectively to 41–79% and 83–91% of the seed bank.

Key words: soil seed-bank, weed control, winter wheat