

SIMILARITY BETWEEN SOIL SEED BANK AND CURRENT WEED INFESTATION IN WINTER WHEAT CULTIVATION

Summary

In the experiments the soil seed bank with weeds infestation of winter wheat depending on tillage and crop production systems were compared. The experiments included assessment of weed species composition and the numbers of weeds in winter wheat and the weed seeds stock in the 0-20 cm soil layer. The analysis was conducted using ecological index: Shannon's total diversity and Simpson's domination. In all compared production systems the number of species of weed seeds was lower than in the canopy of winter wheat. The greatest biodiversity in the soil seed bank and in the canopy of winter was observed in organic farming. The greatest similarity between the soil seed bank and wheat infestation was found out organic farming and in monoculture in reduced tillage. The greatest index of Shannon diversity and bottom index of Simpson domination both for the soil and the canopy were found out in organic farming. But the greatest index of Simpson domination and bottom index of Shannon diversity for the soil and the canopy were found out in monoculture (conventional and reduced tillage).

PODOBIENSTWO GLEBOWEGO BANKU NASION I AKTUALNEGO STANU ZACHWASZCZENIA W UPRAWIE PSZENICY OZIMEJ

Streszczenie

W badaniach własnych porównywano zasobność glebowego banku nasion z zachwaszczeniem łanu pszenicy ozimej w zależności od systemu uprawy i produkcji. Badania obejmowały ocenę składu gatunkowego i liczebność chwastów w łanie pszenicy ozimej oraz zapasu nasion chwastów w warstwie 0-20 cm. Analizy porównawczej dokonano przy użyciu wskaźników ekologicznych: ogólnej różnorodności Shannona i dominacji Simpsona. We wszystkich systemach produkcji liczba gatunków nasion chwastów w glebie była mniejsza niż liczba gatunków chwastów w łanie pszenicy ozimej. Największą bioróżnorodnością zarówno w glebowym banku nasion, jak i w łanie pszenicy ozimej charakteryzowała się uprawa ekologiczna. Największe podobieństwo glebowego banku nasion z zachwaszczeniem łanu stwierdzono w systemie ekologicznym oraz w monokulturze w uprawie uproszczonej. Najwyższe wskaźniki różnorodności Shannona oraz najniższe wskaźniki dominacji Simpsona zarówno dla gleby, jak i dla łanu stwierdzono dla uprawy ekologicznej. Najwyższe wskaźniki dominacji Simpsona i zarazem najniższe wskaźniki różnorodności Shannona dla gleby oraz łanu stwierdzono dla monokultury (uprawa uproszczona i tradycyjna).

1. Wstęp

W świecie roślin nasiona stanowią najlepszą formę przystosowawczą w procesie przetrwania i rozprzestrzeniania własnego gatunku. Są one niewątpliwie „produktem” długotrwałych procesów ewolucyjnych, podczas których wykształciły się różnorodne formy zarówno pod względem morfologicznym, jak i fizjologicznym [1, 2]. Większość chwastów segetalnych rozprzestrzenianych jest za pomocą wiatru, wody, zwierząt i człowieka. Praktycznie większość nasion chwastów po opuszczeniu rośliny maciernej trafia na powierzchnię gleby, a następnie w wyniku różnych zabiegów agrotechnicznych (np. uprawa płużna) jest przemieszczana w głąb profilu glebowego. Dlatego podstawowym źródłem zachwaszczenia plantacji są nasiona chwastów, znajdujące się na powierzchni gleby lub w wyniku różnych zabiegów agrotechnicznych, występujące w profilu glebowym [1, 3, 4, 5].

Glebowy bank nasion przypomina „kapsułę czasu”, gdyż reprezentuje zarówno zbiorowiska przeszłe, teraźniejsze, jak i przyszłe. To właśnie dlatego diaspory z glebowego banku nasion mają zasadnicze znaczenie w postępowaniu z chwastami, ponieważ to one determinują liczbę i gatunki chwastów

występujących na danym polu. Redukowanie liczby nasion chwastów w glebie może odbywać się w wyniku zapobieganiu dodawania nowych nasion (skuteczne niszczenie chwastów w łanie rośliny uprawnej), jak również na drodze eliminacji tych, które już znajdują się w glebie (różne zabiegi agrotechniczne) [6, 7, 8, 9]. Na zasobność glebowego banku nasion chwastów oraz późniejsze zachwaszczenie łanu rośliny uprawnej mają również wpływ zastosowane technologie produkcji. Poprawnie ułożony płodozmiar, który umożliwia następującym po sobie roślinom uprawnym prawidłowy wzrost i rozwój, może ograniczać występowanie różnych grup biologicznych chwastów, charakterystycznych dla danej rośliny uprawnej [10, 11].

Również w łanie rośliny uprawnej skład gatunkowy, liczebność oraz masa chwastów podlega nieustannym zmianom, głównie w wyniku działalności człowieka (agrotechnika) oraz pod wpływem samego siedliska [12, 13]. Jednym z ważniejszych czynników agrotechnicznych wpływających na florę pól uprawnych jest sposób uprawy roli [14, 15, 16]. Podobnie monokulturowa uprawa zbóż połączona z uprawą bezpłużną powoduje nie tylko zmiany ilościowe, ale również jakościowe zbiorowisk chwastów zarówno w samym łanie, jak i w profilu glebowym [17, 18]. Stwarza to dodatkowe problemy dla rolni-

ka w postaci nasilenia zachwaszczenia ładu oraz gleby, kompensacji niektórych gatunków chwastów, obniżenia plonów czy ogólnego pogorszenia warunków fitosanitarnych gleby [19, 20, 21, 22]. Dlatego analizując zachwaszczenie konkretnego pola powinno brać się pod uwagę nie tylko zbiorowisko chwastów występujące w łanie rośliny uprawnej czy diasporę chwastów znajdującą się w glebie, ale również jego historię (w szczególności przedplon).

Celem badań było porównanie glebowego banku nasion, ukształtowanego w wyniku kilkuletniego oddziaływania różnych systemów produkcji i sposobów uprawy roli z aktualnym zachwaszczeniem ładu pszenicy ozimej.

2. Materiały i metody

Do przeprowadzenia badań wykorzystano pola doświadczalne SD IUNG-PIB w Laskowicach (I lokalizacja) oraz pole należące do rolnika indywidualnego w Kszczonowie (II lokalizacja), znajdujące się na terenie woj. dolnośląskiego. Wszystkie pola były zlokalizowane na glebie płowej, różniły się między sobą jedynie sposobem produkcji i systemem uprawy roli. W Laskowicach obserwacje zachwaszczenia ładu i glebowego banku nasion prowadzono na polu ze zmianowaniem (uprawa tradycyjna-płużna) oraz na polu z wieloletnią monokulturą (uprawa tradycyjna - płużna i uproszczona - bezpłużna). Natomiast w Kszczonowie obserwacje były prowadzone na polu ekologicznym (uprawa tradycyjna - płużna).

Analizy zachwaszczenia ładu prowadzono od 2006 roku, każdorazowo wiosną w fazie pełni krzewienia pszenicy ozimej, oceniając stan gatunkowy i stopień zachwaszczenia poszczególnymi taksonami „metodą ramkową”, przeliczając następnie otrzymane wyniki dla każdego gatunku oddzielnie na powierzchnię 1m⁻² [23, 24].

Do analiz glebowego banku nasion użyto próbnika glebowego firmy Eijkelkamp o średnicy 8 cm, obejmującego (po rozłożeniu) 50 cm² gleby. Z jednego pola doświadczalnego pobierano 9 próbek pierwotnych z warstwy 0-20 cm. Następnie próbki pierwotne łączono ze sobą oraz mieszano w celu uzyskania próby ogólnej, z której uzyskano 3 próbki średnie. Tak przygotowaną glebę umieszczano w pojemnikach o średnicy 12 cm. Do oznaczenia składu gatunkowego glebowego banku nasion, wykorzystano metodę pośrednią zwaną też metodą kiełkowania. Metoda ta polega na obliczeniu liczby nasion na podstawie wschodów siewek, które określano jako konkretny gatunek, później liczone, a następnie usuwano. Czynności te powtarzano co 4 tygodnie

przez okres 16 miesięcy. Liczbę diaspor chwastów określono na podstawie średniej z 3 powtórzeń, przeliczonej na jednostkę powierzchni w szt.·1m⁻² dla każdego pola oddzielnie. Przy oznaczaniu gatunków posłużono się atlasami chwastów [25, 26].

Dane uzyskane z obserwacji zarówno ładu pszenicy ozimej, jak i glebowego banku nasion posłużyły do wyznaczenia wskaźnika ogólnej różnorodności Shannona (H) oraz wskaźnika dominacji Simpsona (Si), posługując się następującymi wzorami:

$$H = -\sum(P_i \cdot \ln P_i),$$

$$S_i = 1 \cdot (\sum P_i^2)^{-1},$$

gdzie: $P_i = n/N$, (n – liczebność chwastów lub nasion danego gatunku,

N – ogólna liczebność chwastów lub nasion).

Wskaźnik ogólnej różnorodności Shannona (H) wzrasta wraz z liczbą gatunków lub nasion chwastów w zbiorowisku i stopniem wyrównania ich liczebności. Natomiast wskaźnik dominacji Simpsona (S_i) przybiera tym większą wartość, im mniejsza jest dominacja danego gatunku lub kilku gatunków w zbiorowisku (ład/gleba). W momencie, kiedy każdy osobnik w zbiorowisku należy do innego gatunku lub taka sama liczba osobników należy do każdego gatunku, zbiorowisko chwastów lub nasion osiąga możliwie największą różnorodność dla danej liczebności:

$$(S_i = S),$$

gdzie: S – oznacza bogactwo gatunkowe zbiorowiska [27, 28].

3. Wyniki i dyskusja

Skład gatunkowy chwastów występujących w łanie pszenicy ozimej różnił się od składu gatunkowego glebowego banku nasion. Zróżnicowanie liczby poszczególnych gatunków chwastów w zależności od systemu produkcji i sposobu uprawy gleby było większe w łanie pszenicy ozimej (od 15 do 29 gatunków) niż w glebowym banku nasion (od 11 do 24 gatunków). Ponadto niezależnie od systemu produkcji i sposobu uprawy gleby stwierdzano większą liczbę gatunków chwastów w łanie pszenicy ozimej (tab. 1-3). Największą liczbę gatunków wspólnych stwierdzono w systemie ekologicznym, co może świadczyć o wyrównywaniu się różnorodności gatunkowej nasion w glebie w porównaniu ze składem gatunkowych chwastów w łanie pszenicy ozimej. Również ciekawe wyniki uzyskano odnośnie monokultury w uprawie uproszczonej jak i tradycyjnej (tab. 1).

Tab. 1. Liczba gatunków chwastów występujących w łanie pszenicy ozimej oraz w glebowym banku nasion (2006-2008)
Table 1. Number of weed species in the winter wheat cultivation and soil seeds bank (2006-2008)

Obszar / Area	Systemy produkcji / Crop productions systems			
	ekologiczny <i>organic</i>	konwencjonalny <i>conventional</i>	monokultura <i>monoculture</i>	
	zabiegi uprawowe / cultivation measures			
	uprawa tradycyjna / <i>conventional tillage</i>			uprawa uproszczona <i>reduced tillage</i>
Łan pszenicy ozimej / <i>Winter wheat canopy</i>	29	24	15	15
Glebowy bank nasion / <i>Soil seed bank</i>	24	18	11	11
Gatunki wspólne / <i>Common species</i>	23	17	10	9
Gatunki występujące tylko w łanie pszenicy ozimej <i>Species found only in winter wheat canopy</i>	6	7	5	6
Gatunki występujące tylko w glebowym banku nasion <i>Species found only in soil seed bank</i>	1	1	1	2

Tab. 2. Skład gatunkowy i liczba chwastów (szt./m²) w łanie pszenicy ozimej (2006-2008)
 Table 2. Composition and number of weed species (no./m²) in the winter wheat cultivation (2006-2008)

Lp. No.	Gatunki chwastów Weed species	Systemy produkcji / Crop productions systems			
		ekologiczny organic	konwencjonalny conventional	monokultura monoculture	
		zabiegi uprawowe / cultivation measures			
Jednoliścienne roczne Annual monocotyledonous		uprawa tradycyjna / conventional tillage		uprawa uproszczona reduced tillage	
1.	<i>Apera spica-venti</i> (L.)	51	35	111	207
2.	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.)	2	1	-	-
3.	<i>Setaria viridis</i> (L.)	1	0,5	-	-
Jednoliścienne wieloletnie Perennial monocotyledonous					
4.	<i>Elymus repens</i> (L.)	1	-	-	-
5.	<i>Dactylis glomerata</i> (L.)	0,1	-	-	-
Dwuliścienne roczne Broadleaved (annual)					
6.	<i>Anthemis arvensis</i> (L.)	18	13	66	87
7.	<i>Viola arvensis</i> Murray	25	28	153	180
8.	<i>Chenopodium album</i> (L.)	3	-	-	-
9.	<i>Thlaspi arvense</i> (L.)	8	2	5	7
10.	<i>Lamium purpureum</i> (L.)	-	1	7	4
11.	<i>Lamium amplexicaule</i> (L.)	5	-	-	-
12.	<i>Centaurea cyanus</i> (L.)	20	25	141	197
13.	<i>Veronica hederifolia</i> (L.)	1	1	15	14
14.	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	5	0,5	-	-
15.	<i>Stellaria media</i> (L.)	11	18	4	6
16.	<i>Polygonum persicaria</i> (L.)	1	-	-	-
17.	<i>Polygonum aviculare</i> (L.)	-	1	-	-
18.	<i>Geranium pusillum</i> (L.)	-	1	29	16
19.	<i>Myosotis arvensis</i> (L.)	-	1	5	9
20.	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.)	16	3	3	2
21.	<i>Lycopsis arvensis</i> (L.)	0,5	0,5	2	5
22.	<i>Galium aparine</i> (L.)	10	-	-	-
23.	<i>Amaranthus retroflexus</i> (L.)	0,5	-	-	-
24.	<i>Fumaria officinalis</i> (L.)	1	0,5	3	3
25.	<i>Sonchus arvensis</i> (L.) Hill.	0,1	0,5	-	-
26.	<i>Papaver rhoeas</i> (L.)	25	20	92	103
27.	<i>Fallopia convolvulus</i> (L.)	-	1	-	-
28.	<i>Brassica napus</i> (L.)	-	1	9	9
29.	<i>Erodium cicutarium</i> (L.) Herit.	0,5	-	-	-
30.	<i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb et Berth.	-	0,5	-	-
Dwuliścienne wieloletnie Broadleaved (perennial)					
31.	<i>Taraxacum officinale</i> Web. ex Wiggers	0,5	-	-	-
32.	<i>Artemisia vulgaris</i> (L.)	0,1	-	-	-
33.	<i>Convolvulus arvensis</i> (L.)	5	-	-	-
34.	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	0,5	0,5	-	-
35.	<i>Achillea millefolium</i> (L.)	0,1	-	-	-
Inne / Others					
36.	<i>Equisetum arvense</i> (L.)	0,2	0,1	-	-
Suma (szt./m ²) / Sum (no./m ²)		212,1	155,6	642	849

W obu tych systemach liczba gatunków wspólnych była bardzo zbliżona zarówno w odniesieniu do łanu, jaki i gleby. Zjawisko to można tłumaczyć tym, że w przypadku monokultur obserwuje się tworzenie wyspecjalizowanych zbiorowisk chwastów, charakterystycznych dla danej grupy roślin. Bardzo często dochodzi wtedy do kompensacji (w samej glebie jak i w łanie) niektórych gatunków, charakterystycznych czy wręcz powiązanych z daną rośliną uprawną. Jako przykład można podać monokultury zbożowe, w których (w zależności od za-

sobności gleby) bardzo często spotyka się kompensację następujących taksonów: *Apera spica-venti*, *Papaver rhoeas*, *Galium aparine* czy *Centaurea cyanus* [29, 30].

Analizując łan pszenicy ozimej pod względem bioróżnorodności stwierdzono, że tylko w systemie ekologicznym obserwowano gatunki wieloletnie zarówno jednoliścienne, jak i dwuliścienne, tj. *Elymus repens*, *Dactylis glomerata*, *Taraxacum officinale*, *Artemisia vulgaris*, *Convolvulus arvensis*, *Cirsium arvense*, *Achillea millefolium*. W pozosta-

lych systemach stwierdzono występowanie tylko gatunków rocznych jarych, jak i ozimych. Wyjątek stanowił jedynie system konwencjonalny, w którym stwierdzono występowanie *Cirsium arvense*. W systemie ekologicznym oraz konwencjonalnym stosowanie zmianowania, jak również uprawy płuznej powoduje zwiększenie bioróżnorodności gatunkowej chwastów. Natomiast uproszczenia uprawowe w połączeniu z uprawą w monokulturze spowodowały ograniczenie bioróżnorodności gatunkowej ładu pszenicy ozimej. Również inni badacze [16, 30, 31] uważają, że długotrwałe stosowanie uprawy bezpłuznej połączonej z monokulturą uprawa zbóż powoduje nie tylko zmiany

ilościowe, ale również jakościowe zbiorowisk chwastów.

Również skład gatunkowy glebowego banku nasion uzależniony był od systemu produkcji oraz sposobu uprawy roli. Najwięcej gatunków chwastów (24 gatunki) oraz największą liczbę nasion na jednostce powierzchni (59511 szt. nasion/m²) stwierdzono w systemie ekologicznym, a najmniej w monokulturze w uprawie tradycyjnej (11 gatunków i 43835 szt. nasion/m²). Na zasobność glebowego banku nasion oraz późniejsze zachwaszczenie ładu rośliny uprawnej mają również wpływ zastosowane technologie produkcji, polegające na prowadzeniu zmianowania bądź jego zaniechanie (monokultura).

Tab. 3. Skład gatunkowy i liczba nasion chwastów (szt./m²) glebowego banku nasion w uprawie pszenicy ozimej (2006-2008)

Table 3. Composition and number of weed species (no./m²) in soil seeds bank in the winter wheat cultivation (2006-2008)

Lp. No.	Gatunki chwastów Weed species	Systemy produkcji Crop productions systems			
		ekologiczny organic	konwencjonalny conventional	monokultura monoculture	
		zabiegi uprawowe cultivation measures			
		uprawa tradycyjna conventional tillage			uprawa uproszczona reduced tillage
Jednoliścienne roczne Annual monocotyledonous					
1.	<i>Apera spica-venti</i> (L.)	3354	9093	2585	5810
2.	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.)	660	770	-	-
3.	<i>Setaria viridis</i> (L.)	253	1218	-	-
Jednoliścienne wieloletnie Perennial monocotyledonous					
4.	<i>Elymus repens</i> (L.)	1352	-	-	-
Dwuliścienne roczne Broadleaved (annual)					
5.	<i>Anthemis arvensis</i> (L.)	2778	2020	1825	2980
6.	<i>Viola arvensis</i> Murray	2562	8715	5315	10725
7.	<i>Chenopodium album</i> (L.)	4872	2130	1040	1900
8.	<i>Thlaspi arvense</i> (L.)	5658	146	-	-
9.	<i>Lamium purpureum</i> (L.)	-	749	1040	1033
10.	<i>Lamium amplexicaule</i> (L.)	2028	-	-	-
11.	<i>Centaurea cyanus</i> (L.)	624	5822	6070	6910
12.	<i>Veronica hederifolia</i> (L.)	2340	4179	3645	7685
13.	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	5964	-	-	-
14.	<i>Stellaria media</i> (L.)	11724	1630	1560	2240
15.	<i>Polygonum persicaria</i> (L.)	1872	-	-	-
16.	<i>Polygonum aviculare</i> (L.)	-	207	-	1881
17.	<i>Geranium pusillum</i> (L.)	-	1534	1690	1560
18.	<i>Myosotis arvensis</i> (L.)	1248	520	-	-
19.	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.)	1248	-	-	-
20.	<i>Lycopsis arvensis</i> (L.)	1248	-	-	-
21.	<i>Galium aparine</i> (L.)	2322	-	-	-
22.	<i>Amaranthus retroflexus</i> (L.)	513	-	-	-
23.	<i>Fumaria officinalis</i> (L.)	1816	-	-	-
24.	<i>Sonchus arvensis</i> (L.) Hill.	523	-	-	-
25.	<i>Papaver rhoeas</i> (L.)	1049	9049	16985	5935
26.	<i>Fallopia convolvulus</i> (L.)	-	604	-	-
27.	<i>Sinapis arvensis</i> (L.)	-	495	-	-
28.	<i>Brassica napus</i> (L.)	-	519	520	-
Dwuliścienne wieloletnie Broadleaved (perennial)					
29.	<i>Taraxacum officinale</i> Web. ex Wiggers	1626	-	-	-
30.	<i>Artemisia vulgaris</i> (L.)	1877	-	-	-
Suma (szt./m ²) / Sum (no./m ²)		59511	49400	43835	48659

Poprawnie ułożony płodozmian, który umożliwi kolejno następującym po sobie roślinom uprawnym, prawidłowy wzrost i rozwój, może ograniczać w pewnym stopniu występowanie różnych grup biologicznych chwastów, charakterystycznych dla danej rośliny uprawnej [10, 11, 32]. Już samo stosowanie uproszczeń w zmianowaniu może stwarzać ryzyko wzrostu zapasu diaspor chwastów w glebowym banku nasion. Uproszczenia uprawowe powodują nagromadzenie się świeżych nasion w warstwie powierzchniowej (do 15 cm), natomiast nasiona pozostające głębiej nie tracą swojej zdolności kiełkowania i mogą w sprzyjających warunkach (uprawa orkwa) stanowić nowe źródło zachwaszczenia plantacji [3, 33].

Większość opracowań naukowych wskazuje na brak jednoznacznych zależności między zachwaszczeniem ładu a gatunkową i ilościową liczbą nasion chwastów w warstwie ornej gleby. Skład gatunkowy ładu jest bardzo często bogatszy niż skład gatunkowy glebowego banku nasion. Jako główne przyczyny różnic w zachwaszczeniu ładu i gleby można podać różnice w żywotności i biologii kiełkowania, a w szczególności rodzaj i głębokość spoczynku nasion poszczególnych gatunków chwastów oraz niedoskonałość metod badawczych glebowego banku nasion. Trudności w ocenie liczby nasion wynikają z ich ilościowej zmienności w sezonie, cyklicznych wewnętrznych przekształceń pomiędzy różnymi frakcjami spoczynkowymi nasion oraz w tworzeniu sprzyjających warunków do kiełkowania nasion. Zasobność banku nasion określa się zwykle przez liczenie ilościowe wszystkich nasion znajdujących się w danej objętości gleby lub przez liczenie kiełkujących nasion (siewek). Obie metody mają zalety, ale także wady, które nie pozwalają na pełne oszacowanie glebowego banku nasion [4, 5, 34].

Za pomocą dwóch wskaźników ekologicznych (bioróżnorodności Shannona i dominacji Simpsona) oceniono również podobieństwo glebowego banku nasion z łanem pszenicy ozimej. Przeprowadzone badania wskazują na to, że glebowy bank nasion w badanych systemach był mniej zróżnicowany pod względem gatunkowym niż łąn rośliny uprawnej. Najwyższy wskaźnik różnorodności gatunkowej Shannona (H) stwierdzono dla systemu ekologicznego zarówno dla ładu, jak i gleby. Świadczy o tym zbliżona liczba gatunków oraz wysokie współczynniki różnorodności przy jednocześnie niskich wartościach dominacji Simpsona (tab. 4). Również duże powinowactwo glebowego banku nasion do ładu pszenicy ozimej z jednocześnie wysokim wskaźnikiem dominacji Simpsona (Si) stwierdzono dla monokultury (uprawa uproszczona

i tradycyjna) (tab. 4). Długotrwałe stosowanie uprawy bezpłujnej połączonej z monokulturą uprawą powoduje zmiany ilościowe oraz jakościowe zbiorowisk chwastów. Objawia się to tym, że na miejsce zbiorowisk, w których występuje stosunkowo duża bioróżnorodność taksonów, pojawiają się bardzo uproszczone zbiorowiska chwastów, składające się zaledwie z 2-6 gatunków dominujących [12, 15]. Potwierdzeniem tej tezy są wyniki badań własnych, w których stwierdzono dominację 6 gatunków w glebowym banku nasion, tj. *Apera spica-venti*, *Viola arvensis*, *Centaurea cyanus*, *Veronica hederifolia*, *Anthemis arvensis* i *Papaver rhoeas* oraz 5 gatunków w łąnie pszenicy ozimej, tj. *Apera spica-venti*, *Viola arvensis*, *Centaurea cyanus*, *Anthemis arvensis* i *Papaver rhoeas*. Jednak tylko w przypadku 4 gatunków, takich jak: *Apera spica-venti*, *Viola arvensis*, *Centaurea cyanus* i *Papaver rhoeas* system uprawy roli miał istotne znaczenie w ich dominacji w łąnie pszenicy ozimej oraz w glebowym banku, wynikające z olbrzymiej liczebności poszczególnych osobników danego gatunku, występujących na jednostce powierzchni (tab. 2-3).

4. Wnioski

1. We wszystkich systemach produkcji liczba gatunków nasion chwastów w glebie była zawsze mniejsza niż liczba gatunków chwastów w łąnie pszenicy ozimej.
2. Największą bioróżnorodnością zarówno w glebowym banku nasion, jak i w łąnie pszenicy ozimej charakteryzowała się uprawa ekologiczna.
3. Największa liczba gatunków wspólnych glebowego banku nasion z zachwaszczeniem ładu stwierdzono w systemie ekologicznym oraz w monokulturze w uprawie uproszczonej.
4. Monokultura w połączeniu z uproszczeniami w uprawie roli charakteryzowała się najuboższym składem gatunkowym glebowego banku nasion jak i flory w łąnie pszenicy ozimej.
5. Największą liczbę chwastów na jednostce powierzchni zarówno w glebie, jak i w łąnie stwierdzono w uprawie uproszczonej w monokulturze pszenicy ozimej.
6. Najwyższe wskaźniki różnorodności Shannona oraz najniższe wskaźniki dominacji Simpsona zarówno dla gleby, jak i dla ładu stwierdzono dla uprawy ekologicznej.
7. Najwyższe wskaźniki dominacji Simpsona i zarazem najniższe wskaźniki różnorodności Shannona dla gleby oraz ładu stwierdzono dla monokultury (uprawa uproszczona i tradycyjna).

Tab. 4. Wskaźnik różnorodności Shannona (H) i dominacji Simpsona (Si) dla ładu pszenicy ozimej oraz glebowego banku nasion w zależności od systemu produkcji i sposobu uprawy roli

Table 4. Shannon's biodiversity index (H) and Simpson's domination index (Si) in the winter wheat cultivation and soil seeds bank in different crop production and tillage systems

Wskaźnik Index	Systemy produkcji Crop productions systems				
		ekologiczny organic	konwencjonalny conventional	monokultura monoculture	
		zabiegi uprawowe cultivation measures			
		uprawa tradycyjna conventional tillage		uprawa uproszczona reduced tillage	
Różnorodności Shannona (H) Diversity Shannon's index (H)	łan pszenicy ozimej winter wheat canopy	2,82	2,33	2,17	1,91
	glebowy bank nasion soil seed bank	2,55	1,91	1,72	1,61
Dominacji Simpsona (Si) Domination Simpson's index (Si)	łan pszenicy ozimej winter wheat canopy	0,12	0,15	0,28	0,35
	glebowy bank nasion soil seed bank	0,08	0,13	0,19	0,22

5. Literatura

- [1] Aldrich R.J.: Ekologia Chwastów w Roślinach Uprawnych. Podstawy Zwalczenia Chwastów. Opole: Wyd. TChiE, 1997, 461 ss.
- [2] Grzesiuk S., Kulka K.: Fizjologia i Biochemia Nasion. Warszawa: PWRiL, 1981, 606 ss.
- [3] Witkowski F.: Wpływ wieloletnich uproszczeń uprawy roli na liczbę i rozmieszczenie nasion chwastów w glebie. Post. Nauk. Rol., 1998, 1/271, s. 31-40.
- [4] Bochenek A.: Ekofizjologiczne uwarunkowania dynamiki glebowego banku nasion chwastów. Post. Nauk. Rol., 1998, 6/276, s. 83-100.
- [5] Bochenek A.: Wpływ czynników biotycznych i zabiegów uprawowych na glebowy bank nasion chwastów. Post. Nauk. Rol., 2000, 2/284, s. 19-29.
- [6] Menges R.M.: Tweed seed population dynamic during six years of tweed management systems in crop rotations on irrigated soil. Weed Sci., 1987, 35, p. 328-332.
- [7] Feledyn-Szewczyk B, Duer I.: Oddziaływanie systemu produkcji na glebowy bank nasion. Pam. Puł., 2004, 138, s. 19-33.
- [8] Riemens M.M., Groeneveld R.M., Lotz L.A.P & Kropff M.J.: Effect of three management strategies on the seedbank, emergence and the need for hand weeding in an organic arable cropping system. Weed Res., 2007, 47(5), p. 442-451.
- [9] Jędruszczak M., Budzyńska B, Gocół M.: Zasobność glebowego banku nasion chwastów w zależności od sposobu regulacji zachwaszczenia. Ann. UMCS, 2007, 62(2) sect. E, s. 217-225.
- [10] Buhler D.D., Kohler K.A., Thompson R.L.: Weed seed bank dynamics during a five-year crop rotation. Weed Techn., 2001, 15, p. 170-176.
- [11] Feledyn-Szewczyk B, Duer I.: Podobieństwo glebowego banku nasion i aktualnego zachwaszczenia ładu pszenicy ozimej w różnych systemach produkcji rolnej. Ann. UMCS, 2007, 62(2) sect. E, s. 157-167.
- [12] Stupnicka-Rodzinkiewicz E., Stępnik K., Lepiarczyk A.: Wpływ zmianowania, sposobu uprawy roli i herbicydów na bioróżnorodność zbiorowisk chwastów. Acta Sci. Pol., Agricultura (Agronomia), 2004, 3(2), s. 235-245.
- [13] Feledyn-Szewczyk B.: Zmiany bioróżnorodności flory segetalnej w systemie ekologicznym w latach 1996-2007. J. Res. Appl. Agric. Engng, 2008, Vol. 53(3), s. 63-68.
- [14] Orzech K., Nowicki J., Marks M.: Znaczenie uprawy roli w kształtowaniu środowiska. Post. Nauk Rol., 2003, 1, s. 131-144.
- [15] Szymankiewicz K., Jankowska D., Deryło S.: Wpływ płodozmianu i monokultury oraz sposobu uprawy roli na bioróżnorodność flory zachwaszczającej pszenicy ozimej. Acta Agrophys., 2003, 89, 1(4), s. 69-77.
- [16] Jędruszczak M., Antoszek R.: Sposoby uprawy roli a bioróżnorodność zbiorowisk chwastów w monokulturze pszenicy ozimej. Acta Sci. Pol., Agricult., 2004, 3(2), s. 47-59.
- [17] Starzewski J., Czarnocki S.: Sposób uprawy roli a zachwaszczenie i plonowanie pszenicy. Acta Sci. Pol., Agricultura, 2004, 3(2), s. 69-76.
- [18] Weber R., Hryńczuk B.: Wpływ sposobu uprawy roli i przedplonu na zachwaszczenie pszenicy ozimej. Annales UMCS, 2005, Sec. E 60, s. 93-102.
- [19] Dzienia S., Dojsos D.: Wpływ sposobu uprawy na zachwaszczenie i plonowanie pszenicy ozimej. Folia Univ. Agric. Stetin. Agricultura, 1999, 74, s. 185-190.
- [20] Pabin J., Włodek S., Biskupski A.: Effect of different tillage techniques on soil properties and crop yields. Pol. J. Soil Sci., 2003, 36(2), p. 187-194.
- [21] Parylak D.: Zachwaszczenie pszenicy ozimej uprawianej po sobie z zastosowaniem uproszczeń w uprawie roli. Prog. Plant Protect./Post. Ochr. Roślin, 2005, 4(1), s. 357-362.
- [22] Sekutowski T.: Wpływ technologii uprawy i ochrony herbicydowej na wysokość plonu pszenicy ozimej uprawianej w monokulturze. Inż. Rol., 2007, 3(91), s. 159-167.
- [23] Domaradzki K., Badowski M., Filipiak K., Franek M., Gołębiewska H., Kieloch R., Kucharski M., Rola H., Rola J., Sadowski J., Sekutowski T., Zawerby T.: Metodyka Doświadczeń Biologicznej Oceny Herbicydów, Bioregulatorów i Adiuwantów. Cz. 1. Doświadczenia Polowe. Puławy: Wyd. IUNG, 2001.
- [24] Adamczewski K., Matysiak K.: Klucz do określania faz rozwojowych roślin jedno- i dwuliściennych w skali BBCH (tłum. z j. angielskiego K. Adamczewski i K. Matysiak). Instytut Ochrony Roślin, Państwowa Inspekcja Ochrony Roślin i Nasiennictwa, Główny Inspektorat. Poznań, 2005, 134 ss.
- [25] Mowszowicz J.: Krajowe Chwasty Polne i Ogrodowe. Warszawa: Wyd. PWRiL, 1986, 672 ss.
- [26] Szafer W., Kulczyński S., Pawłowski B.: Rośliny Polskie. Warszawa: Wyd. PWN, 1986, 1019 ss.
- [27] Shannon C.E.: A mathematical theory of communications. Bell Syst. Tech. J., 1948, 27: 379-423.
- [28] Simpson E.H.: Measurement of diversity. Nature, 1949, 168: p. 688.
- [29] Pawłowski F., Deryło S., Wesołowski M.: Dynamika zachwaszczenia pszenicy ozimej w wielogatunkowej monokulturze zbożowej. [W:] Dynamika zachwaszczenia pól uprawnych. Mat. Kraj. Sym., Wrocław, 1987, s. 208-219.
- [30] Blecharczyk A., Małecka I, Sierpowski J., Dobrzeński T.: Wpływ uprawy roli na zachwaszczenie pszenicy ozimej. Pozn. Tow. Przyj. Nauk, Wydz. Nauk Roln. i Leśn., 2005, T. 98/99, s. 9-16.
- [31] Adamiak J., Zawisła K.: Zmiany w zbiorowiskach chwastów w monokulturowej uprawie podstawowych zbóż i kukurydzy. [W:] Ekologiczne procesy w monokulturowych uprawach zbóż. Poznań: Wyd. UAM, 1990, s. 47-76.
- [32] Adamiak E.: Weed infestation of cereals grown in specialized cereal rotations and monocultures. Acta Acad. Agricult. Tech. Olst., Agricult., 1992, 55, p. 115-128.
- [33] Benesh-Arnold R.L., Sanchez R.A., Forcella F., Kruk B.C., Ghersa C.M.: Environmental control of dormancy in weed seed banks in soil. Field Crops Res., 2000, 67, p. 105-122.
- [34] Bochenek A., Gołaszewski J., Gielwanowska I.: Współczesne poglądy na pojęcie spoczynku nasion. Post. Nauk Rol., 2009, 3-4, s. 127-136.