

SPOSOBY UPRAWY ROLI A BIORÓŻNORODNOŚĆ ZBIOROWISK CHWASTÓW W MONOKULTURZE PSZENICY OZIMEJ

Maria Jędruszczak, Renata Antoszek

Akademia Rolnicza w Lublinie

Streszczenie. W pracy przedstawiono reakcję chwastów na uproszczenia w uprawie roli oraz charakter zmian zachodzących w ich zbiorowisku. Opracowanie oparto na rezultatach ścisłych badań polowych wykonanych w latach 1997/98-1999/2000, których czynnikami były różne sposoby uprawy roli (tradycyjny (A) i trzy uproszczone: B) ograniczony do talerzowania, C) do kultywatorowania, D) ograniczony do siewu bezpośredniego) oraz dwa sposoby ochrony przed chwastami (tylko bronowanie broną zębową lub bronowanie + herbicydy), stosowane w pszenicy ozimej uprawianej w trzyletniej monokulturze. W ocenie zbiorowisk posługiwano się następującymi wskaźnikami: obfitości flory segetalnej (Ra), ogólnej bioróżnorodności (Shannona H') i dominacji (C). Zbiorowiska chwastów nie ulegały istotnej modyfikacji pod wpływem metod uprawy roli, ale różnicowały się w zależności od sposobu odchwaszczania oraz lat badań. W miarę upływu czasu w warunkach każdego sposobu uprawy wzrastał w nich wskaźnik dominacji i obniżał się wskaźnik ogólnej różnorodności. Trzon zachwaszczenia ładu pszenicy ozimej tworzyły tylko 6-7 gatunków chwastów, które stanowiły ponad 4/5 wartości wskaźnika obfitości (Ra); najważniejszym dominantem była miotła zbożowa (*Apera spica-venti*).

Słowa kluczowe: uprawa roli, odchwaszczanie, zbiorowiska chwastów, obfitość, bioróżnorodność, dominacja

WSTĘP

Obniżka zasobu materii organicznej w glebach uprawnych (o około 47% od 1907 do 1970 roku) m.in. w wyniku stosowania tradycyjnego płużnego systemu uprawy roli [Rice 2000] oraz zmiany technologii w produkcji roślinnej (głównie nastania „ery selektywnych herbicydów”, w tym zwłaszcza przeciwko chwastom jednoliściennym) stały się podstawą ograniczania intensywności uprawy gleby. Minimalizację zabiegów uprawowych uważa się obecnie za integralną część rolnictwa zrównoważonego. W trady-

cyjnym systemie produkcji roślinnej to właśnie uprawa roli w ogromnej mierze nakierowana jest na ograniczenie zachwaszczenia, podczas gdy w uproszczonych technologiach uprawy roli zachwaszczenie może stanowić znaczący problem. Koniecznością zatem staje się jego badanie z wyeksponowaniem natury zmian zachodzących w zbiorowiskach chwastów. Dotychczasowe oceny tych zmian nie są w pełni jednoznaczne [Tuesca i in. 2001] i zależą od wielu uwarunkowań [Derksen i in. 1993]. Informacje na temat związku gatunków czy zbiorowisk chwastów z określonym systemem uprawy roli mogą naświetlić agroekologiczne reguły rządzące tym zjawiskiem i mogą mieć praktyczne znaczenie w wyznaczaniu kierunku postępowania z chwastami w przyszłości. W dobrych warunkach siedliskowych zastosowanie agrotechniki sprzyjającej uzyskaniu jak najwcześniej przewagi konkurencyjnej przez roślinę uprawną pozwoli unikać nadmiaru chwastów w sytuacji zminimalizowanej uprawy roli [Derksen i in. 1993]. Wielu autorów wskazywało na różne kierunki zmian zachwaszczenia pod wpływem uproszczeń w uprawie roli. Niektórzy podkreślali namnażanie się gatunków wieloletnich o dużej agresywności [Dzienia 1980, Nowicki i in. 1980, Krężel 1991] oraz wzrost różnorodności tej grupy gatunków [Gill i Arshad 1995, Pałys i Podstawka-Chmielewska 1995, Pałys i in. 1997]. Zauważano wzrost liczebności chwastów jedno-liściennych, wieloletnich gatunków rozprzestrzeniających się anemochorycznie oraz samosiewów rośliny przedplonowej [Froud-Williams i in. 1981, Duer 1986, Jędruszczak i in. 1997b, 2000a, b]; inni zaś [Jabłoński i Szumilak 1980] nie stwierdzali żadnych zmian.

Celem pracy była ocena reakcji chwastów na uproszczenia w uprawie roli oraz charakteru zmian zachodzących w ich zbiorowiskach. Założono, że zmiany technologii uprawy roli nie mają istotnego znaczenia dla kształtowania się określonego charakteru zbiorowisk chwastów.

MATERIAŁ I METODY

Opracowanie oparto na rezultatach ścisłych badań polowych wykonanych w latach 1997/98-1999/2000 w Gospodarstwie Doświadczalnym Czesławice (AR w Lublinie). Badano zachowanie się zbiorowiska chwastów w łanie trzyletniej monokultury pszenicy ozimej pod wpływem dwu czynników: sposobów uprawy roli i sposobów odchwaszczania ładu. Doświadczenie prowadzono metodą split-plot w czterech powtórzeniach, na poletkach o powierzchni 44 m² do siewu i 25 m² do zbioru.

Czynnikami doświadczalnymi były:

I – sposoby uprawy roli:

- A) tradycyjny (podorywka + bronowanie, orka siewna + bronowanie),
- B) uproszczony (podorywka + bronowanie, talerzowanie na głębokość około 15 cm + bronowanie),
- C) uproszczony (podorywka + bronowanie, w pierwszym roku głęboszowanie do około 45 cm głębokości + bronowanie, w następnych latach kultywatorowanie do głębokości 15 cm + bronowanie),
- D) uproszczony do siewu bezpośredniego (Round-up 460 SL 4 L·ha⁻¹, tuż przed siewem spulchnianie roli do około 3 cm głębokości);

II – ochrona przed chwastami:

- a) bronowanie broną średnią zębową, wiosną (krzewienie pszenicy – DC 29 według Zadoksa),

- b) bronowanie j.w. oraz herbicydy: Puma S 1,2 dm³·ha⁻¹ (fenoxaprop P-etylu), Aminopielik D 450 SL (2,4D + dicamba) 3 dm³·ha⁻¹, rozpuszczane w 200 dm³ wody, stosowane oddzielnie w zalecanych terminach.

Pszenicę ozimą (odmiany Kobra) uprawiano zgodnie z zaleceniami dla przeciętnego poziomu agrotechniki. Oceniano podstawowe parametry zachwaszczenia (skład gatunkowy, liczbę i powietrznie suchą masę chwastów), które posłużyły do wyliczenia wskaźnika relatywnej obfitości chwastów – Ra [Conn i Delapp 1983, Derksen 1995] oraz wskaźników ekologicznych opracowanych przez różnych autorów, cytowanych przez Falińską [1997]: ogólnej bioróżnorodności Shannona H' i dominacji C. Wzory obliczania ostatnich dwu wskaźników są dostępne w krajowej literaturze [Falińska 1997]; mało dostępny zaś wzór wyznaczania Ra podano niżej:

$$Ra = \frac{rd + rf}{2}$$

gdzie:

- Ra – wskaźnik relatywnej obfitości (relative abundance index),
- rd – względna gęstość gatunku na m², będąca ilorazem liczby osobników danego gatunku i liczby osobników wszystkich gatunków na powierzchniach próbnych obiektu (relative density),
- rf – względna częstość występowania gatunku na powierzchniach próbnych, czyli liczba wystąpień gatunku w stosunku do liczby wystąpień wszystkich gatunków na powierzchniach próbnych obiektu (relative frequency).

Wskaźnik Ra, ujmując jednocześnie liczbę osobników i częstość występowania taksonu, zmniejsza niejednorodność obserwowaną w naturalnym rozmieszczeniu zarówno osobników, jak i gatunków chwastów.

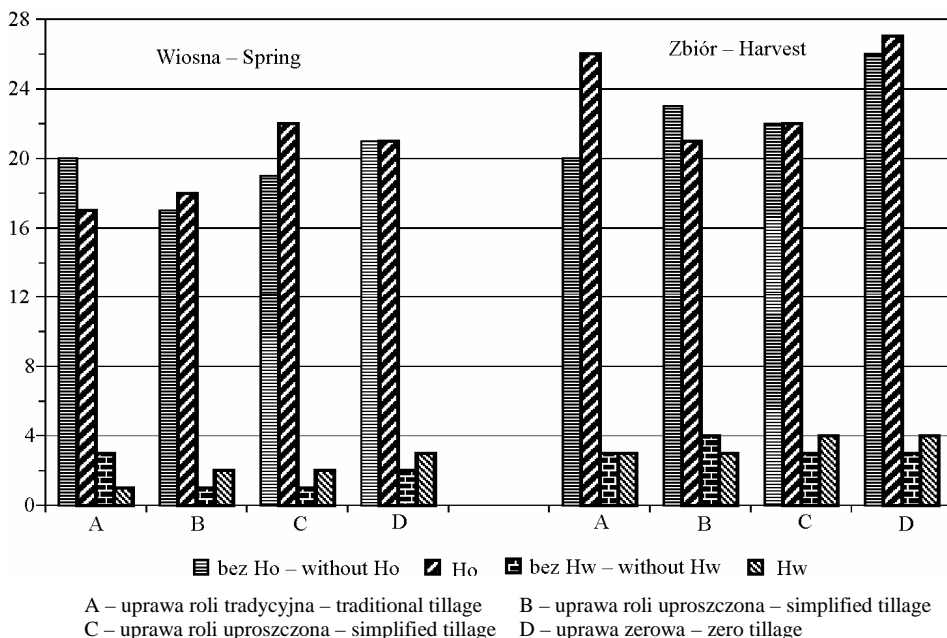
Wykorzystano obserwacje i pomiary wykonane w dwu terminach: wiosną przed zabiegami odchwaszczającymi (24-25 IV, 30-31, 11-12 IV, odpowiednio w 1998, 1999 i 2000 r.) i około 2-3 tygodnie przed zbiorem pszenicy ozimej (odpowiednio 20-22 VII, 15-16 VII, 4-7 VII). W opracowaniu wszystkich wskaźników jako współczynnik znaczenia gatunku przyjęto zagęszczenie jego osobników na jednostce powierzchni. Oceny przeprowadzono na 1 m² każdego poletka w czterech losowych miejscach na poletku – każde o powierzchni 0,25 m². Ten sposób zapewniał uchwycenie wszystkich składników flory na badanej powierzchni. Wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji, a istotność różnic między średnimi zweryfikowano testem Tukeya [Oktaba 1986].

WYNIKI I DYSKUSJA

W warunkach badań łąn pszenicy ozimej zachwaszczały gatunki typowe dla upraw zbóż ozimych na glebach lessowych [Kapeluszny i Jędruszczak 1992]; znakomita ich większość należała do krótkotrwałych. W całym okresie badawczym (1997/98-1999/2000) liczba taksonów wieloletnich nie przekraczała 4.

Wiosną przed zabiegami odchwaszczającymi (ogółem w trzyleciu) na obiektach uprawowych odchwaszczanych tylko broną odnotowywano nie więcej niż 24 gatunki, a na odchwaszczanych dodatkowo herbicydami nie więcej niż 26; przed zbiorem pszenicy stwierdzano odpowiednio najwyżej 30 i 31 gatunków.

Ogółem w trzyleciu zmiany liczby gatunków w zależności od sposobu uprawy roli były niezbyt duże, maksymalnie do sześciu taksonów (rys. 1).



Rys. 1. Liczba gatunków chwastów ogółem (o) i wieloletnich (w) zasiedlających łan pszenicy ozimej w trzyleciu w zależności od sposobu uprawy roli (A, B, C, D) i odchwaszczania łanu (bronowanie - bez herbicydów (H), bronowanie + H)

Fig. 1. Total number of weed species (o) and number of perennial (w) weed species in winter wheat canopy over three years depending on soil tillage (A, B, C, D) and weed control systems (by harrowing - without herbicides (H), by harrowing + H)

W okresie od wiosny do zbioru pszenicy ozimej skład gatunkowy zmieniał się: zanikały pewne gatunki wczesnie dojrzewające (np. *Thlaspi arvense*, *Spergula arvensis*) i pojawiały się niektóre późno wschodzące chwasty jare i wieloletnie (tab. 1). Najliczniejsze gatunki zasiedlały łan pszenicy ozimej z siewu bezpośredniego, a po wniesieniu herbicydów - także poletka z uprawą tradycyjną (rys. 1). W przeciwieństwie do rezultatów podawanych przez innych autorów [Nowicki i in. 1980, Krężel 1991, Gill i Arshad 1995, Pałys i Podstawka-Chmielewska 1995, Dzienia 1997, Pałys i in. 1997] nie pojawiało się tam zbyt wiele taksonów wieloletnich (rys. 1); ich inwazji można spodziewać się po dłuższym niż 3-letni okresie oddziaływania czynnika uprawowego [Froud-Williams i in. 1981, Derksen 1993]. Gatunki przywiązane wyłącznie do warunków stwarzanych przez jakąkolwiek z badanych metod uprawy roli były nieliczne; pojawiały się w niewielkiej obfitości w pojedynczych latach, nieco wyraźniej zaznaczając swoją obecność na poletkach kultywatorowanych (tab. 2). Fakt ten może sugerować, iż po dłuższym okresie działania uproszczenia uprawowego będą one mogły być stałym elementem zbiorowiska chwastów. Z wieloletnich obserwacji Derksena i in. [1993] wynika, że gatunki rozprzestrzeniające się anemochorycznie znajdują dobre warunki do zasiedlania pól, na których wykonywano siewy bezpośrednie; Froud-Williams i in.

[1981] uzależnia to jeszcze od różnych czynników agrotechnicznych i naturalnych w siedlisku.

Tabela 1. Zmiany gatunków chwastów w łanie pszenicy ozimej od wiosny do zbioru w zależności od sposobu jej odchwaszczania: bronowaniem, bronowaniem + herbicydy

Table 1. Changes of weed species in winter wheat canopy from spring to crop harvest depending on the weed control methods: harrowing, harrowing + herbicides

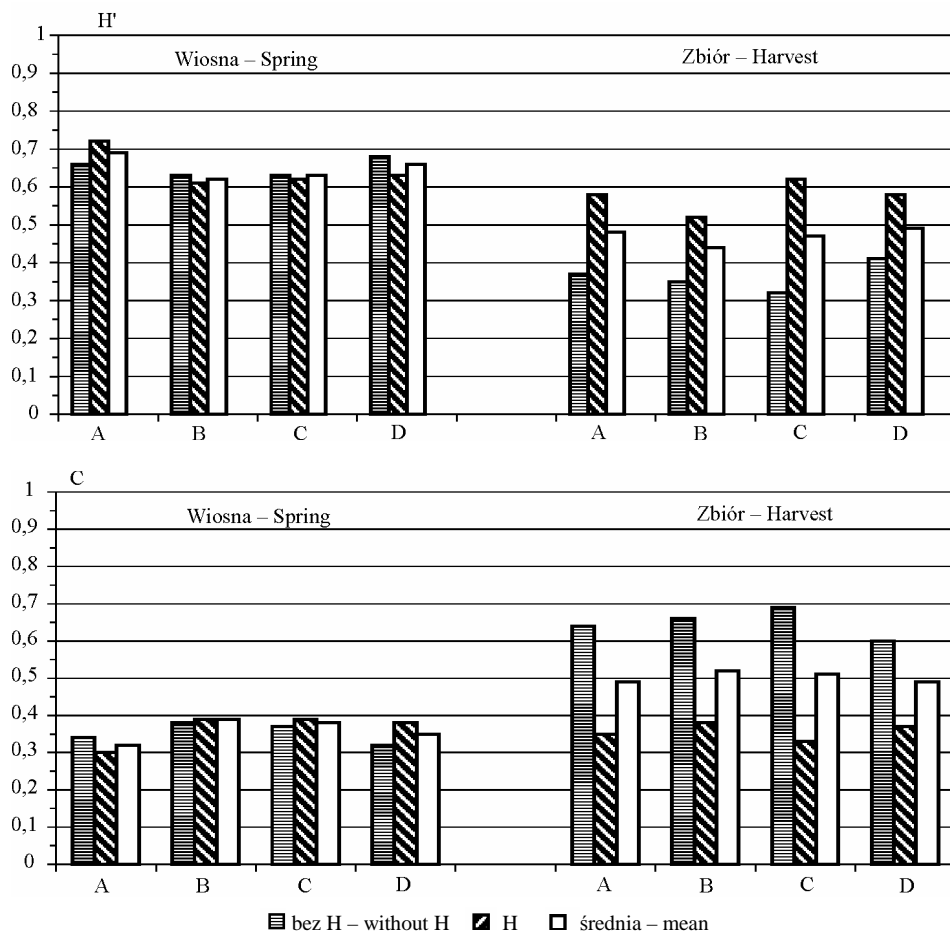
Gatunki chwastów Weed species	Gatunki, które przybyły Species which have come		Gatunki, które ubyły Species which have retired	
	bronowanie harrowing	bronowanie + herbicydy harrowing + herbicides	bronowanie harrowing	bronowanie + herbicydy harrowing + herbicides
<i>Echinochloa crus-galli</i>	X	X		
<i>Fallopia convolvulus</i>	X	X		
<i>Chamomilla suaveolens</i>	X	X		
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	X	X		
<i>Plantago intermedia</i>	X	X		
<i>Galinsoga parviflora</i>	X	X		
<i>Equisetum arvense</i>	X			
<i>Stachys palustris</i>	X			
<i>Galinsoga ciliata</i>		X		
<i>Papaver rhoeas</i>		X		
<i>Polygonum aviculare</i>		X		
<i>Agropyron repens</i>		X		
<i>Convolvulus arvensis</i>		X		
<i>Spergula arvensis</i>			X	X
<i>Thlaspi arvense</i>			X	
<i>Fumaria officinalis</i>			X	
<i>Vicia hirsuta</i>				X
<i>Anagallis arvensis</i>				X
<i>Melandrium album</i>				X

Tabela 2. Gatunki chwastów i ich przeciętna obfitość (wartość indeksu Ra podana w nawiasie) występujące wyłącznie w określonych warunkach uprawy roli

Table 2. Weed species and mean abundance (the value of Ra index given in brackets) occurring exclusively under specific soil tillage conditions

Uprawa roli – Soil tillage			
tradycyjna A traditional A	uproszczona B simplified B	uproszczona C simplified C	zerowa D zero D
Wiosna – Spring			
		<i>Anagallis arvensis</i> (0,2)	<i>Equisetum arvense</i> (0,5)
		<i>Melandrium album</i> (0,4)	<i>Fumaria officinalis</i> (0,3)
		<i>Papaver rhoeas</i> (0,4)	<i>Conyza canadensis</i> (1,0)
		<i>Poa annua</i> (0,4)	
Przed zbiorem – Before harvest			
<i>Thlaspi arvense</i> (2,3)	<i>Stachys palustris</i> (0,6)	<i>Polygonum aviculare</i> (0,5)	

Ocena zmienności w zbiorowiskach chwastów za pomocą wskaźników ekologicznych (ogólnej różnorodności Shannona – H' i dominacji – C), poddanych analizie statystycznej, wykazała istotne różnice w organizacji badanej fitocenozy (rys. 2).



objaśnienia jak w rysunku 1 – explanations, see Figure 1

Rys. 2. Wskaźnik ogólnej różnorodności Shannona (H') oraz dominacji (C) w zbiorowisku chwastów wiosną i przed zbiorem pszenicy ozimej w zależności od sposobu uprawy roli (A, B, C, D) i odchwaszczania (bronowanie – bez herbicydów (H), bronowanie + H)

Fig. 2. Shannon's diversity index (H') and dominance index (C) in weed community in winter wheat canopy in spring and before harvest depending on soil tillage (A, B, C, D) and weed control (by harrowing – without herbicides (H), by harrowing + H)

Wiosną, niezależnie od sposobu odchwaszczania istotnie wyższy wskaźnik ogólnej różnorodności Shannona (średnio) stwierdzono na obiekcie uprawianym tradycyjnie – A w porównaniu z uproszczonymi B i C ($NIR_{0,05} = 0,05$); był on też statystycznie równy uzyskanemu z siewu bezpośredniego – D. Wskaźnik dominacji zachował tylko tendencję odwrotną niż wskaźnik różnorodności (co zrozumiałe) układu wartości. Przed

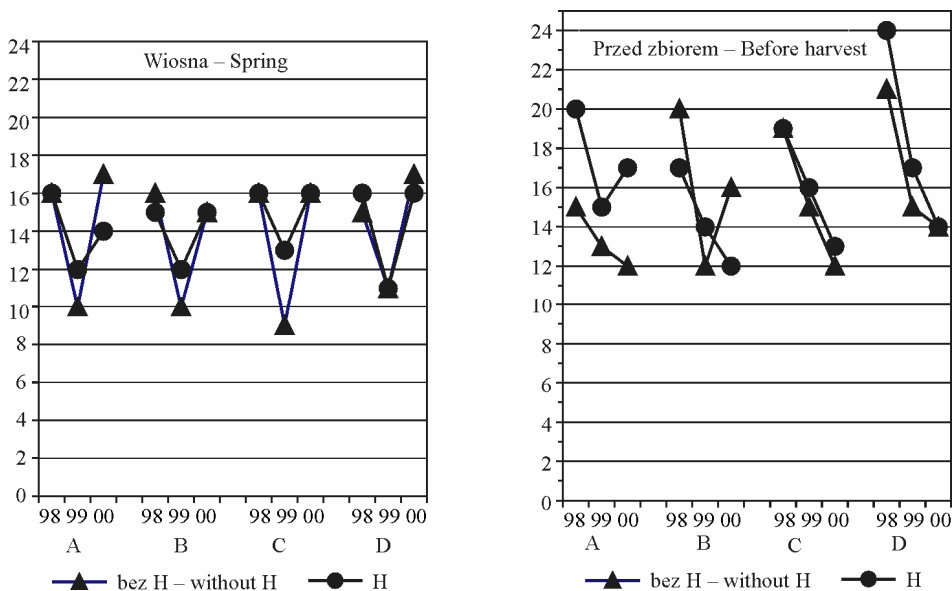
zbiorem pszenicy ozimej średnie wartości zarówno wskaźnika różnorodności, jak i dominacji nie były istotnie różne w zależności od sposobów uprawy roli; zachowały tylko tendencje zmienności wykazanej wiosną.

Przeciętne wartości (z 3 lat badań) analizowanych wskaźników (bioróżnorodności H' i dominacji C) przed zbiorem pszenicy ozimej istotnie zależały od sposobu odchwaszczania łąnu ($NIR_{0,05}$ dla wskaźnika bioróżnorodności = 0,18, dla wskaźnika dominacji = 0,07), rysunek 2. Sposób odchwaszczania istotnie różnicował wskaźnik H' w warunkach uprawy A, C i D, wykazując taką samą tendencję zmian po uprawie B; wskaźnik dominacji zależał od tego czynnika na wszystkich obiektach uprawowych. Nie wystąpiły istotne powiązania interakcyjne systemu odchwaszczania ze sposobem uprawy roli. Niszczenie chwastów bronowaniem uzupełnianym herbicydami utrzymywało istotnie wyższe wartości wskaźnika ogólnej bioróżnorodności (od ponad 0,5 do ponad 0,6 w skali 0,0-1,0 H') w porównaniu z samym bronowaniem (około 0,3 do 0,4). Wolne przestrzenie powstałe w łąnie po usuniętych, a najczęściej przytłumionych przez herbicyd osobnikach chwastów (rys. 2, tab. 1) porastały inne taksony niż wiosną lub jesienią: późno wschodzące, ciepłolubne lub takie, których wschody mogą pojawiać się permanentnie w całym sezonie wegetacyjnym. Ich zasiedlaniu się sprzyjały polepszające się warunki świetlne w dniu dojrzewającego łąnu i obfitsze niż w poprzedzającym okresie czerwcowe i lipcowe deszcze. Podobny kierunek zmian w zbiorowisku chwastów pszenicy ozimej przedstawili Jędruszczak i in. [1997a]. Chwasty te pozostawione na ściernisku szybko uzyskują fazy reprodukcyjne i wydają diaspory [Jędruszczak 1993]. Na poletkach tylko bronowanych wzrastał zaś wskaźnik dominacji, gdyż rozrastające się tam gatunki chwastów ozimych i zimąjących (jak np. *Apera spica-venti*, *Matricaria maritima* subsp. *inodora* czy *Stellaria media*), których nie zniszczył zabieg bronowania, zajmując wcześniej miejsce w łąnie, nie dawały dużych szans nowym „lokatorom”.

Liczebność gatunków, obfitość ich osobników i, co za tym idzie, także wartości wskaźników ekologicznych zbiorowisk zależały od lat badań. Zmienność tych parametrów była rezultatem przede wszystkim postępujących lat uprawy pszenicy ozimej w monokulturze zbożowej; dołączyć do tego należy też wpływ warunków pogodowych rzutujących na behavior chwastów, jak też i na skuteczność herbicydów.

Liczba gatunków wiosną danego roku, na ogół na wszystkich obiektach uprawowych i odchwaszczania, była bardzo podobna, ale różnice w latach sięgały 7 taksonów. Najmniej gatunków wiosną notowano w 1999 r. (rys. 3). Przed zbiorem, w warunkach uprawy ograniczonej do powierzchniowego spulchniania kultywatorem (C) i siewu bezpośredniego (D) z każdym rokiem, niezależnie od sposobu odchwaszczania, liczba taksonów zmniejszała się, podczas gdy po zastosowaniu uprawy tradycyjnej (A) obserwowano to tylko na poletkach bronowanych, a po uprawie talerzówką (B) – na bronowanych uzupełnianych herbicydami. Rezultaty te podkreślają prawdopodobną odmienność warunków na badanych obiektach.

Wiosną wskaźnik ogólnej różnorodności H' (rys. 4) różnił się istotnie w latach ($NIR_{0,05} = 0,08$), potwierdzając obserwację poczynioną nad samymi tylko gatunkami chwastów (rys. 3). Przed zbiorem pszenicy ozimej jego wartości różniły się zarówno w latach ($NIR_{0,05} = 0,14$), jak i w interakcji lat ze sposobem odchwaszczania ($NIR_{0,05} = 0,18$).

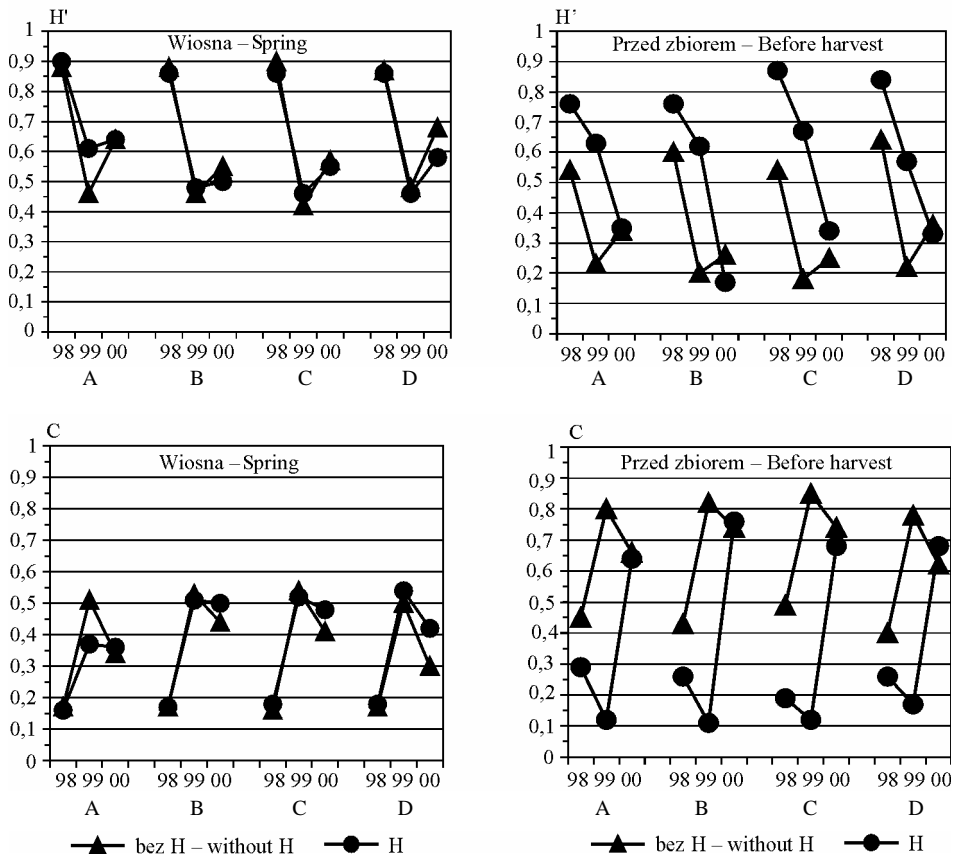


objaśnienia jak w rysunku 1 – explanations, see Figure 1

Rys. 3. Liczba gatunków w zbiorowisku chwastów pszenicy ozimej w kolejnych latach monokultury w zależności od sposobu uprawy roli (A, B, C, D) i sposobu odchwaszczania (bronowanie – bez herbicydów (H), bronowanie + H)

Fig. 3. Number of species in weed community in winter wheat canopy in succeeding years of monoculture depending on soil tillage (A, B, C, D) and weed of wheat canopy (by harrowing – without herbicides (H), by harrowing + H)

W miarę wpływu lat herbicydy wywoływały istotne zmniejszenie wskaźnika ogólnej różnorodności na wszystkich obiektach uprawowych w odniesieniu do pierwszego roku badań, co było rezultatem nasilania się dominacji *Apera spica-venti*, agresywnego gatunku w monokulturach pszenicy ozimej, tabela 3 (mimo stosowania herbicydu przeciwko temu gatunkowi). Wskaźnik H' wykazał to nawet na obiekcie uprawowym A, mimo niejednoznacznego obniżania się tam liczby taksonów przedstawionego na rysunku 3 (wskaźnik uwzględnia nie tylko same gatunki, ale także ich kombinacje z liczbą osobników). Układ wartości omawianego wskaźnika w latach pokazuje istotny degeneracyjny efekt monokultury wobec zbiorowiska chwastów, czego nie oddają jego średnie wartości za okres trzyletni (rys. 2). Wieloletnie obserwacje innych świadczą, że w warunkach płodozmianu (nie monokultury) nie następuje zmniejszenie bioróżnorodności zbiorowisk chwastów [Derksen i in. 1993, 1995]. Współdziałanie lat ze sposobami odchwaszczania dowiodło, że w ostatnim (trzecim) roku badań na poletkach bez herbicydów wskaźnik ogólnej różnorodności wzrastał, co było wynikiem zmniejszania się tam dominacji miotły zbożowej (tab. 3), a wartości jego nadal malały na obiektach z herbicydami. W pierwszym roku badań (1998 r.) wskaźnik H' był istotnie wyższy zawsze na obiektach herbicydowych niż na bronowanych. Ten skomplikowany behavior badanych fitocenoz nie zależy wyłącznie w prosty sposób tylko od czynnika eksperymentalnego, ale też od właściwości populacji poszczególnych taksonów, przebiegu warunków meteorologicznych i innych mniej rozpoznanych czynników [Falińska 1997].



objaśnienia jak w rysunku 1 – explanations, see Figure 1

Rys. 4. Wskaźnik ogólnej różnorodności Shannona (H') i dominacji (C) w zbiorowisku chwastów pszenicy ozimej w kolejnych latach monokultury w zależności od sposobu uprawy roli (A, B, C, D) i odchwaszczania ładu pszenicy (bronowanie – bez herbicydów (H), bronowanie + H)

Fig. 4. Dominance (C) and Shannon's diversity (H') indices in weed community in winter wheat during consecutive years of monoculture depending on tillage (A, B, C, D) and weed control in wheat (by harrowing – without herbicides (H), by harrowing + H)

Wskaźnik relatywnej obfitości (R_a) wykorzystany w ocenie zachwaszczenia ładu pszenicy ozimej wykazał, że wśród 24-26 gatunków chwastów stwierdzanych wiosną znaczącą rolę odgrywało nie więcej niż 7; ich sumaryczna wartość R_a wynosiła około 80-86 (na 100), tabela 3. Na 30-31 taksonów stwierdzanych przed zbiorem, najobficiej reprezentujących swoje osobniki było najwyżej 6; obejmowały one około 76-87% wartości wskaźnika R_a . W obu terminach obserwacji ten najwyższy wskaźnik osiągały najczęściej takie chwasty jak: *Apera spica-venti*, *Matricaria maritima* subsp. *inodora* i *Stellaria media*.

Tabela 3. Obfitość najważniejszych gatunków chwastów w zależności od sposobu uprawy roli (A, B, C, D) wyrażona wskaźnikiem Ra
 Table 3. Abundance of major weed species depending on tillage system (A, B, C, D) expressed by Ra index

Gatunki chwastów Weed species	Uprawa roli – Tillage																
	A					B					C					D	
	1998	1999	2000	Średnia Mean	1998	1999	2000	Średnia Mean	1998	1999	2000	Średnia Mean	1998	1999	2000	Średnia Mean	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
	Wiosna – Spring																
	Bronowanie – Harrowing																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
<i>Apera spica-venti</i>	16,8	42,5	32,2	30,5	14,7	42,5	37,0	31,4	17,8	42,6	35,2	31,9	14,6	41,0	24,7	26,8	
<i>Matricaria maritima</i> ssp. <i>inodora</i>	9,6	13,8	13,6	12,3	11,4	13,0	12,6	12,3	13,5	16,3	15,0	14,9	14,8	14,3	19,5	16,2	
<i>Stellaria media</i>	13,8	11,7	9,6	11,7	13,2	10,6	8,8	10,9	11,8	9,9	9,3	10,3	13,8	9,8	5,8	9,8	
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	13,7	9,5	9,7	11,0	16,0	7,2	8,2	10,5	11,9	4,9	6,2	7,7	17,4	6,9	8,2	11,2	
<i>Galium aparine</i>	10,4	8,4	5,4	8,1	11,2	6,7	5,2	7,7	9,2	9,4	5,4	8,0	8,1	6,1	6,0	6,7	
<i>Myosotis arvensis</i>	6,7	4,8	7,1	6,2	3,5	5,4	6,1	5,0	5,6	6,3	7,0	6,3	6,0	8,4	7,9	7,4	
<i>Lamium amplexicaule</i>	4,9	4,4	5,9	5,1	6,9	7,4	6,7	7,0	8,0	6,4	6,2	6,9	5,6	5,3	6,3	5,7	
Razem – Sum	84,9																86,0
	Bronowanie + herbicydy – Harrowing + herbicides																
<i>Apera spica-venti</i>	13,1	30,8	32,8	25,6	13,7	42,8	40,3	32,3	16,7	43,0	35,1	31,6	15,8	43,8	35,6	31,7	
<i>Matricaria maritima</i> ssp. <i>inodora</i>	9,2	8,5	6,9	8,2	12,0	9,4	6,9	9,4	16,7	8,2	8,6	11,2	12,1	10,4	8,7	10,4	
<i>Stellaria media</i>	12,2	17,1	15,0	14,8	11,4	13,1	12,1	12,2	11,7	14,0	11,9	12,5	11,1	10,3	9,2	10,2	
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	14,5	5,1	6,8	8,8	17,3	6,4	6,0	9,9	9,8	3,6	4,7	6,0	15,2	5,2	5,1	8,5	
<i>Galium aparine</i>	9,5	9,5	4,7	7,9	5,4	6,6	5,1	5,7	8,3	5,3	5,7	6,4	7,4	5,8	4,8	6,0	
<i>Myosotis arvensis</i>	5,3	10,5	9,2	8,3	3,5	7,8	8,3	6,5	5,5	11,2	10,3	9,0	4,6	7,4	8,2	6,7	
<i>Lamium amplexicaule</i>	7,6	5,1	7,0	6,6	12,4	7,1	6,8	8,8	5,9	7,7	4,4	6,0	7,0	7,0	5,7	6,8	
Razem – Sum	80,2																82,7
	84,9																83,8

cd. tabeli 3 – Table 3

Przed zbiorem – Before harvest																
Bronowanie – Harrowing																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<i>Apera spica-venti</i>	29,2	46,8	37,6	37,9	24,0	49,6	40,6	38,1	27,8	50,2	43,0	40,3	22,1	45,9	34,2	34,1
<i>Matricaria maritima</i> ssp. <i>inodora</i>	13,4	13,4	17,4	14,7	12,0	10,6	16,4	13,0	9,8	2,8	8,8	7,1	12,1	12,7	17,6	14,1
<i>Stellaria media</i>	12,6	5,4	8,6	8,9	11,4	16,3	4,6	10,8	11,7	11,9	3,8	9,1	11,1	13,7	2,3	9,0
<i>Myosotis arvensis</i>	10,2	6,3	9,7	8,7	3,5	5,4	10,1	6,3	5,5	11,9	13,7	10,4	4,6	10,1	14,5	9,7
<i>Galium aparine</i>	7,9	10,0	7,4	8,4	5,4	4,8	5,7	5,3	8,3	5,5	2,4	5,4	7,4	2,2	5,0	4,9
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	1,0	0,6	9,0	3,5	17,3	4,5	9,6	10,5	9,8	2,8	8,8	7,1	15,2	5,4	11,2	10,6
Razem – Sum				82,1				84,0				79,4				82,4
Bronowanie + herbicydy – Harrowing + herbicides																
<i>Apera spica-venti</i>	12,4	15,2	70,4	32,7	14,1	20,6	53,1	29,3	10,7	19,8	42,4	24,3	13,7	27,3	39,2	26,7
<i>Matricaria maritima</i> ssp. <i>inodora</i>	11,2	4,8	9,3	8,4	1,0	5,0	8,9	5,0	13,4	7,4	8,0	9,6	11,1	2,4	5,7	6,4
<i>Stellaria media</i>	17,1	29,2	8,1	18,1	24,0	29,2	5,2	19,5	17,1	26,5	3,2	15,6	14,0	20,6	5,4	13,3
<i>Myosotis arvensis</i>	8,4	10,0	8,8	9,1	7,6	9,8	9,3	8,9	10,3	12,4	16,4	13,0	8,0	11,6	10,3	10,0
<i>Galium aparine</i>	10,6	10,7	8,5	9,9	6,4	11,0	8,7	8,7	7,3	7,6	8,7	7,9	6,2	12,8	11,0	10,0
<i>Viola arvensis</i>	1,8	6,8	18,6	9,1	0,8	4,5	10,4	5,2	2,8	4,5	10,2	5,8	1,0	5,2	12,4	6,2
Razem – Sum				87,3				76,6				76,2				72,6

A – uprawa roli tradycyjna – traditional tillage

B – uprawa roli uproszczona – simplified tillage

C – uprawa roli uproszczona – simplified tillage

D – uprawa zerowa – zero tillage

PODSUMOWANIE

Bioróżnorodność zbiorowisk chwastów przed zbiorem pszenicy ozimej uprawianej w krótkotrwałej monokulturze, mierzona wskaźnikiem Shannona H' , nie zależy od sposobów uprawy roli, natomiast wiosenne zbiorowiska tworzące się po uprawie tradycyjnej i siewie bezpośrednim wykazują wyższe wartości tego wskaźnika niż po uprawach uproszczonych do talerzowania czy kultywatorowania. Charakter zbiorowisk chwastów ukształtowanych do czasu zbioru tego zboża zmienia się pod wpływem systemu odchwaszczania ładu: bronowanie uzupełniane herbicydami wywołuje wzrost wskaźnika bioróżnorodności, podczas gdy samo bronowanie sprzyja nasilaniu się zjawiska dominacji.

Uprawa pszenicy ozimej w monokulturze działa degenerująco na zbiorowiska chwastów: wraz z upływem lat w warunkach każdego sposobu uprawy roli następuje w nich obniżenie indeksu różnorodności, z jednoczesnym wzrostem dominacji, zwłaszcza po wniesieniu herbicydów. W takich warunkach w zbiorowisku decydującą rolę odgrywa niewiele gatunków, a najobficiej rozpleniają się uciążliwe chwasty krótkotrwałe (miotła zbożowa, maruna bezwonna i gwiazdnica pospolita); wieloletnie zaś nie stanowią jeszcze problemu po uproszczonej uprawie roli.

PIŚMIENNICTWO

- Conn J.S., Delapp J.A., 1983. Weed species shifts with increasing field age in Alaska. *Weed Sci.* 31, 520-524.
- Derksen D.A., Lafond G.P., Tomas A.G., Loeppky H.A., Swanton C.J., 1993. Impact of agronomic practices on weed communities: tillage systems. *Weed Sci.* 49, 409-417.
- Derksen D.A., Lafond G.P., Tomas A.G., Loeppky H.A., Swanton C.J., 1995. Impact of post-emergence herbicides on weed community diversity within conservation tillage systems. *Weed Res.* 35, 311-320.
- Duer I., 1986. Wpływ sposobu uprawy późniejszej na wschody chwastów i plony zbóż w zmianowaniach zbożowych. *Fragm. Agronom.* 86, 131-146.
- Dzienia S., 1980. Sposoby uprawy roli a problem walki z chwastami. *Post. Nauk Roln.* 2, 53-58.
- Falińska K., 1997. Teorie, koncepcje, modele oraz Rośliny i ich środowisko. [W:] *Ekologia roślin*, PWN Warszawa, 21-99, 103-185.
- Froud-Williams R.J., Chancellor R.J., Drennan D.S.H., 1981. Potential changes in weed floras associated with reduced-cultivation systems for cereal production in temperate regions. *Weed Res.* 21, 115-121.
- Gill A.S., Arshad M.A., 1995. Weed flora in the early growth period of spring crops under conventional, reduced and zero tillage systems on a clay soil in Northern Alberta. *Soil Till. Res.* 33, 65-79.
- Jabłoński B., Szumilak G., 1980. Wpływ ograniczania orki w płodozmianie na właściwości gleby i plony. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 227, 173-181.
- Jędruszczak M., 1993. Studia nad wybranymi fazami rozwojowymi chwastów w łąkach roślin uprawnych. *Wyd. AR w Lublinie, Rozpr. Nauk.* 151, 3-87.
- Jędruszczak M., Bojarczyk M., Smolarz H. 1997a. Weed behaviour in cereal canopies under different weed control measures. *Proceed. of 10th EWRS (European Weed Research Society) Symp., Poznań*, 51.
- Jędruszczak M., Bujak K., Wesołowski M., 1997b. The impact of tillage systems on weed community on loessial soil in the region of Lublin. *Proc. of 14th ISTRO Conference, Bibl. Fragm. Agronom. Puławy*, 2A, 299-302.

- Jędruszczak M., Wesołowski M., Antoszek R., 2000a. The effect of Tillage Practices on Weeds in Winter Wheat Grown in Short-Lasted Cereal Cropping System. Proc. of 15th Conference of the International Soil and Tillage Research Org. Fort Worth, Texas, USA (na płycie CD).
- Jędruszczak M., Wesołowski M., Bujak K., 2000b. The effect of Soil Tillage Practices on Weed Infestation of Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). Proceed. of 15th Conference of the International Soil and Tillage Research Org. Fort Worth, Texas, USA (na płycie CD).
- Kapeluszny J., Jędruszczak M., 1992. Zachwaszczenie łąnów zbóż w urzeźbionym terenie na glebach lessowych Płaskowyżu Nałęczowskiego. Cz. I. Zboża ozime. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Rolnictwo 261, 187-197.
- Krężel R., 1991. Wpływ siewu bezpośredniego na właściwości gleby i plonowanie roślin. Rocz. Nauk Roln. A 109 (2), 175-187.
- Nowicki J., Niewiadomski W., Buczyński G., 1980. Efektywność uprawy gleby ciężkiej wykonanej maszynami aktywnymi i technika tradycyjną. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 227, 149-155.
- Oktaba W., 1986. Metody statystyki matematycznej w doświadczałnictwie. PWN Warszawa.
- Pałys E., Podstawka-Chmielewska E., 1995. Wpływ systemu uprawy roli na zachwaszczenie łąnów roślin na rędzinie. Mat. Konf. Nauk. Siew bezpośredni w teorii i praktyce, Szczecin – Barzkowice, 135-144.
- Pałys E., Podstawka-Chmielewska E., Kwiatkowska J., 1997. The influence of tillage systems on weed infestation of crop canopy in the crop rotation on rendzina soil. Fragm. Agron. Biblioth. Proceed. 14th ISTRO Conference Puławy, 2B, 507-510.
- Rice Ch.W., 2000. Agriculture practices to sequester atmospheric CO₂ in soils. K-State Research and Extension, Manhattan, KS 66506-5501, 1-10.
- Tuesca D., Puricelli E., Papa J.C., 2001. A long-term study of weed flora shift in different tillage systems. Weed Res. 41, 369-382.

TILLAGE SYSTEMS AND BIODIVERSITY OF WEED COMMUNITIES IN WINTER WHEAT MONOCULTURE

Abstract. The response of weeds to simplified tillage systems and the nature of changes in the weed community are presented in the paper. The paper is based on the results of strict field experiments with two experimental factors applied in three-year winter wheat monoculture over 1997/98-1999/2000. The factors included: soil tillage systems (traditional (A), and three simplified systems: B) disking, C) cultivating with cultivator, D) direct sowing) and two weed control systems (harrowing by toothed harrow and harrowing + herbicides). Fundamental parameters of wheat canopy weed infestation, collected in spring and prior to wheat harvest, were used to calculate some ecological indices: relative weed abundance (Ra), Shannon's biodiversity index (H'), and dominance index (C). Weed communities did not get significantly modified under different tillage methods, however they differed depending on the weed control method and on the years. With time under each tillage method, the dominance index increased and the biodiversity index decreased. Weed infestation was mostly caused by 6-7 weed species only, which accounted for over 4/5 of Ra index value. *Apera spica-venti* (L.) P. Beauv. was the most important dominant.

Key words: tillage, weed control, weed communities, abundance, biodiversity, dominance