

WPŁYW ZMIANOWANIA, SPOSOBU UPRAWY ROLI I HERBICYDÓW NA BIORÓŻNORODNOŚĆ ZBIOROWISK CHWASTÓW

Ewa Stupnicka-Rodzinkiewicz, Katarzyna Stępnik,
Andrzej Lepiarczyk

Akademia Rolnicza w Krakowie

Streszczenie. Spojrzenie na chwasty jako element przyczyniający się do zwiększenia bioróżnorodności w agrocenozach skłoniło do podjęcia badań, których celem było określenie wpływu wybranych czynników agrotechnicznych: zmianowania, sposobu uprawy roli i zastosowanych herbicydów na różnorodność gatunkową zbiorowisk chwastów. Badaniami objęto pszenicę ozimą i jęczmień jary uprawiane w 5 płodozmianach zbożowych różniących się doбором roślin regenerujących oraz sposobem uprawy roli. Jako parametry oceniające różnorodność gatunkową agrofitecnoz przyjęto: liczbę gatunków w fazie krzewienia i w pełni wegetacji, wskaźnik różnorodności Shannona (H) oraz wskaźnik dominacji Simpsona (C). Wpływ zmianowania na różnorodność gatunkową chwastów okazuje się nieistotny, szczególnie w okresie pełni wegetacji, natomiast głęboszowanie obniża gatunkową różnorodność zbiorowiska chwastów w uprawach obu badanych gatunków. Stosowanie herbicydów redukuje ilość chwastów, ale nie ich różnorodność.

Słowa kluczowe: bioróżnorodność, zbiorowisko chwastów, zmianowanie, głęboszowanie, herbicydy

WSTĘP

Różnorodność biologiczna określa bogactwo, czyli liczbę gatunków i ich relatywny udział w obrębie danej powierzchni lub jednostki typologicznej wyższego rzędu [Wilson 1988].

W rolnictwie zrównoważonym chwasty są postrzegane nie tylko jako konkurenci roślin uprawnych, obniżający plony, ale także jako element zwiększający różnorodność w agrocenozie [Marshall i in. 2003]. Różnorodność gatunkowa chwastów wpływa na zwiększenie różnorodności mikroflory oraz mikro- i mezofauny. Szkodliwość zbiorowiska chwastów złożonego z kilku gatunków może być i często bywa większa niż zbiorowi-

ska złożonego z kilkunastu i więcej komponentów. O szkodliwości decyduje nie liczba gatunków, ale łączna liczebność i masa chwastów. Dlatego ostatnio w badaniach nad zachwaszczeniem upraw ocenia się nie tylko liczebność, pokrycie powierzchni i masę chwastów, ale sięgając do wskaźników ekologicznych określa się różnorodność i dominację gatunków. Przykładem mogą być prace Jędruszczak i in. [1997] oraz Wesołowskiej-Janczak i in. [2000]. Najczęściej stosowane są wskaźniki różnorodności Shannona i dominacji Simpsona [Topham i Lawson 1982].

Celem prezentowanych badań było określenie wpływu czynników agrotechnicznych, w tym przypadku różnic w zmianowaniu roślin i sposobie uprawy roli oraz zastosowanych herbicydów, na różnorodność gatunkową zbiorowiska chwastów.

MATERIAŁ I METODY

Materiał źródłowy stanowiły wyniki obserwacji stanu zachwaszczenia przeprowadzone na poletkach doświadczenia płodozmianowego, prowadzonego w latach 1990-1994, opisanego w pracy Lepiarczyka [1999]. Pierwszym czynnikiem badawczym było 5 płodozmianów zbożowych różniących się doбором roślin regenerujących:

- A – kukurydza pastewna, kukurydza pastewna, jęczmień jary, owies, pszenica ozima,
- B – kukurydza pastewna, burak pastewny, jęczmień jary, owies, pszenica ozima,
- C – kukurydza pastewna, jęczmień jary z wsiewką koniczyny czerwonej, koniczyna czerwona, owies, pszenica ozima,
- D – kukurydza pastewna, mieszanka strączkowa (bobik + wyka jara) + międzyplon rzepak, jęczmień jary, owies, pszenica ozima,
- E – kukurydza pastewna, bobik, jęczmień jary, owies, pszenica ozima.

Drugim czynnikiem był sposób uprawy roli:

UT – tradycyjny,

UG – tradycyjny + zastosowanie głębosza.

Poletka miały powierzchnię 30 m². Doświadczenie było prowadzone w 4 powtórzeniach. W każdym roku uprawiano wszystkie rośliny wchodzące w skład zmianowania. Analizy zachwaszczenia wykonywano w 1993 r., tj. trzecim roku rotacji, na wszystkich poletkach z pszenicą ozimą i jęczmieniem jarym; łącznie na 40 poletkach.

Tradycyjna uprawa płużna obejmowała zespół uprawek późniwnych, przedzimowych i przedzimowych. Zabieg głęboszowania wykonywano pod wszystkie rośliny przed orką przedzimową na głębokość 50 cm. Głęboszowanie wprowadzono ze względu na występowanie w profilu glebowym trudno przepuszczalnej warstwy (poziom Btg) powodującej powstawanie niekorzystnych warunków powietrzno-wodnych. Doświadczenie prowadzono na glebie brunatnoziemnej, typu i podtypu płowej właściwej, gatunek – pył zwykły, rodzaj – wytworzona z lessów.

Stosowano następujące herbicydy: w kukurydzy Titus 25 WG, w burakach Pyramin 65 WP, w jęczmieniu jarym (z wyjątkiem jęczmienia z wsiewką koniczyny) i w owsie Chwastox D 179 SL, w pszenicy ozimej Quartz Super 550 SC. Ponadto w latach 1991-1992 w kukurydzy stosowano Azoprim 50 WP, a w pszenicy Aminopielik D 450 SL. W pozostałych roślinach herbicydów nie stosowano.

Na wiosnę przed stosowaniem herbicydów zachwaszczenie określano metodą ramkową, licząc chwasty na powierzchniach 0,25 m² (2 x na poletku, tj. 8 powtórzeń dla każdego obiektu) oraz w pełni wegetacji metodą agrofitosocjologiczną, określając po-

krycie powierzchni w %. Rozmaitość gatunkową oceniano na podstawie liczby gatunków wchodzących w skład zbiorowiska chwastów oraz wskaźników ekologicznych: różnorodności Shannona (H) i dominacji Simpsona (C) [Topham i Lawson 1982]:

$$H = -\sum_{i=1}^s p_i \log_n p_i$$
$$C = \sum p_i^2$$

gdzie:

s – liczba gatunków,

p_i – stosunek liczby osobników i -tego gatunku do całkowitej liczebności wszystkich osobników.

Istotność różnic w wartościach obliczonych wskaźników H i C dotyczących pomiarów przeprowadzonych na wiosnę w fazie krzewienia zbóż oceniano za pomocą analizy wariancji, wzorując się na pracach Topham i Lawson [1982] oraz Wesołowskiej-Janczak i in. [2000].

WYNIKI

Badane zbiorowiska chwastów w jęczmieniu jarym obejmowały średnio w zależności od zmianowania od 11 do 18 gatunków w fazie krzewienia i od 29 do 32 w pełni wegetacji. W pszenicy ozimej występowało średnio w zależności od zmianowania od 6 do 11 gatunków na wiosnę i od 18 do 24 w pełni wegetacji. W większości były to gatunki krótkotrwałe, wśród których na poletkach z jęczmieniem dominowały na wiosnę: *Chenopodium album*, *Stellaria media*, *Echinochloa crus-galli* i *Thlaspi arvense*, a w pełni wegetacji *Echinochloa crus-galli* i *Galinsoga parviflora*. Na poletkach z pszenicą na wiosnę dominowała *Apera spica-venti*, *Chenopodium album* i *Stellaria media*, w pełni wegetacji *Galium aparine* (tab. 1 i 2). Oprócz gatunków wymienionych w tabelach w badanych zbiorowiskach na wiosnę występowały sporadycznie: *Papaver rhoeas*, *Sonchus asper*, *Oxalis stricta*, *Artemisia vulgaris*, *Taraxacum officinale*, *Rumex obtusifolius*, *Equisetum arvense*, a w pełni wegetacji również *Geranium pusillum*, *Polygonum persicaria*, *P. tomentosum*, *P. hydropiper*, *P. aviculare*, *Aetusa cynapium*, *Myosotis arvensis*, *Matricaria discoidea*, *Galeopsis bifida*, *Anagalis arvensis*, *Veronica arvensis*, *Sinapis arvensis*, *Lapsana communis*, *Gnaphalium uliginosum*, *Lamium amplexicaule*, *Anthemis arvensis*, *Erysimum cheiranthoides*, *Vicia hirsuta*, *Avena fatua*, *Erodium cicutarium*, *Brassica napus var. biennis*, *Sonchus oleraceus*, *Tussilago farfara*, *Atriplex patula*, *Polygonum amphibium*, *Plantago maior*, *Stachys palustre*, *Avena sativa* i *Triticale*.

Na różnice w składzie zbiorowisk chwastów na poletkach z jęczmieniem jarym na wiosnę wpływało zróżnicowanie bezpośrednich przedplonów. W zmianowaniu A, w którym jęczmień uprawiany był po 2 latach uprawy kukurydzy pastewnej, występowało najwięcej gatunków, a dominantem oprócz *Chenopodium album* była *Echinochloa crus-galli*. W zmianowaniach D i E, w których jęczmień uprawiany był po mieszance strączkowych z międzyplonem rzepaku i po bobiku, zbiorowiska były najmniej zróżnicowane, przy czym stosunkowo najliczniej oprócz komosy białej występowała w nich *Stellaria media*.

Tabela 1. Liczebność chwastów w fazie krzewienia jęczmienia jarego i pszenicy ozimej, szt.·m⁻²
 Table 1. Abundance of weeds in spring barley and winter wheat over tillering, pcs.·m⁻²

Lp. Ite m	Dominujące gatunki* Dominant species*	Jęczmień jary – Spring barley										Pszenica ozima – Winter wheat										
		Średnio dla zmianowań Mean for crop rotation					Średnio dla sposobu uprawy Mean for tillage method					Średnio dla zmianowań Mean for crop rotation			Średnio dla sposobu uprawy Mean for method of tillage							
		A	B	C	D	E	UT	UG	A	B	C	D	E	UT	UG	A	B	C	D	E	UT	UG
1	<i>Chenopodium album</i>	35,5	41,5	35,2	32,7	35,7	38,8	33,5	9,7	6,7	6,7	19,2	9,5	11,1	9,7	9,7	6,7	6,7	19,2	9,5	11,1	9,7
2	<i>Thlaspi arvense</i>	9,2	18,0	28,5	9,7	15,5	18,0	14,4	3,0	0,2	2,7	1,0	1,0	1,4	1,5	3,0	0,2	2,7	1,0	1,0	1,4	1,5
3	<i>Stellaria media</i>	11,5	3,7	11,2	13,2	18,3	14,3	17,1	6,0	11,5	1,5	11,7	13,7	10,6	7,2	6,0	11,5	1,5	11,7	13,7	10,6	7,2
4	<i>Echinochloa crus-galli</i>	31,5	16,7	11,5	9,5	9,0	14,5	16,8														
5	<i>Galinsoga quadriradiata</i>	28,5	12,9	31,2	16,0	6,0	20,8	8,9	1,2	4,2	4,2	18,3	17,2	8,2	8,2	1,2	4,2	4,2	18,3	17,2	8,2	8,2
6	<i>Matricaria chamomilla</i>	4,5	1,0	22,7	9,5		9,7	5,4														
7	<i>Veronica persica</i>	5,2	6,5	2,7	5,5	8,7	7,7	3,8														
8	<i>Viola arvensis</i>	6,7		0,5	4,2	1,0	2,3	2,7	0,5	2,0	1,0	5,4	3,0	1,7	3,1	0,5	2,0	1,0	5,4	3,0	1,7	3,1
9	<i>Galium aparine</i>	1,5	3,5	3,0	2,5	1,5	2,4	2,4	1,2	0,1	0,5	6,0	2,8	0,3	0,3	1,2	0,1	0,5	6,0	2,8	0,3	0,3
10	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	3,0	0,2	1,2			1,7	0,1	1,5	1,0						1,5	1,0					
11	<i>Cirsium arvense</i>	0,2	1,5	1,0	0,2	1,0	1,0	0,6	0,5	1,5	3,2					0,5	1,5	3,2				
12	<i>Lamium purpureum</i>	0,5	0,7	0,2		0,7	0,7	0,2	0,2	1,5	0,7	2,2	0,9	1,0	1,0	0,2	1,5	0,7	2,2	0,9	1,0	1,0
13	<i>Apera spica-venti</i>								8,2	2,7	8,7	19,0	12,0	11,4	8,9	8,2	2,7	8,7	19,0	12,0	11,4	8,9
Łączna liczebność chwastów Total weed abundance		165,2	115,2	161,0	113,5	108,8	150,6	114,9	33,7	25,3	30,1	78,7	66,2	52,2	41,2	33,7	25,3	30,1	78,7	66,2	52,2	41,2
Łączna liczba gatunków Total number of species		18,0	14,5	14,0	11,0	13,0	16,0	12,2	11,0	6,0	8,5	8,0	7,5	8,8	7,6	11,0	6,0	8,5	8,0	7,5	8,8	7,6
w tym including		15,5	12,0	12,5	10,5	11,5	13,6	11,2	9,5	5,0	7,5	7,0	7,5	7,8	6,8	9,5	5,0	7,5	7,0	7,5	7,8	6,8
wieloletnie perennial		2,5	2,5	1,5	0,5	1,5	2,4	1,0	1,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8	1,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8

* w tabeli wymieniono gatunki, których średnia liczebność przynajmniej jeden raz była ≥ 1 , pozostałe wliczono do wartości łącznych – species whose mean abundance was at least once ≥ 1 mentioned in Table, the others were included in the total values

UT – uprawa tradycyjna – traditional tillage, UG – uprawa z głębokością – subsoiling

Tabela 2. Pokrycie powierzchni przez chwasty w pełni wegetacji jęczmienia jarego i pszenicy ozimej, %
 Table 2. Area coverage by weeds at full vegetation of spring barley and winter wheat, %

Lp. Item	Dominujące gatunki* Dominant species*	Jęczmien jary – Spring barley										Pszenica ozima – Winter wheat																	
		Średnio dla zmianowań Mean for crop rotation					Średnio dla sposobu uprawy Mean for method of tillage					Średnio dla zmianowań Mean for crop rotation			Średnio dla sposobu uprawy Mean for method of tillage														
		A	B	C	D	E	UT	UG	A	B	C	D	E	UT	UG	A	B	C	D	E	UT	UG							
1	<i>Echinochloa crus-galli</i>	18,2	19,4	26,6	6,6	13,8	18,3	15,6	1,7	0,1	1,6	0,2	0,9	0,6	13,7	13,7	12,5	10,0	8,0	10,6	12,6	0,6	0,8	0,3	0,6	0,6	0,7	0,5	
2	<i>Galinosa parviflora</i>	3,2	1,0	25,2	6,6	5,6	7,4	9,3	1,5	0,3	0,4	0,2	1,0	0,2	8,8	7,7	5,7	8,7	7,7	8,1	7,4	1,5	0,3	0,3	0,4	0,2	1,0	0,2	
3	<i>Chenopodium album</i>	5,5	6,6	0,6	3,2	4,3	4,1	4,0	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	5,5	6,6	0,6	3,2	4,3	4,1	4,0	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	
4	<i>Stellaria media</i>	3,9	7,8	2,8	1,9	0,1	4,8	1,9	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	3,9	7,8	2,8	1,9	0,1	4,8	1,9	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
5	<i>Viola arvensis</i>	6,4	4,2	2,1	0,4	4,2	2,2	2,5	0,3	0,3	0,4	0,3	0,5	0,3	6,4	4,2	2,1	0,4	4,2	2,2	2,5	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,5	0,3	
6	<i>Veronica persica</i>	0,6	0,6	6,2	0,5	2,8	2,8	1,8	1,2	0,7	1,8	0,2	0,5	1,4	0,6	0,6	6,2	0,5	2,8	2,8	1,8	1,2	0,7	1,8	0,2	0,5	1,4	0,4	
7	<i>Amaranthus retroflexus</i>	1,3	1,6	2,7	3,2	0,2	2,9	0,9	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,5	1,3	1,6	2,7	3,2	0,2	2,9	0,9	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,5	0,1	
8	<i>Fallopia convolvulus</i>	0,3	0,3	6,6	0,3	1,7	1,4	2,3	0,6	0,7	0,8	0,3	0,6	0,7	0,3	0,3	6,6	0,3	1,7	1,4	2,3	0,6	0,7	0,8	0,3	0,6	0,7	0,6	
9	<i>Galium aparine</i>	1,5	0,5	1,9	1,8	0,6	1,5	1,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	1,5	0,5	1,9	1,8	0,6	1,5	1,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,0	
10	<i>Poa annua</i>	3,1	0,6	0,7	1,0	0,8	1,3	1,2	0,5	0,1	0,4	0,6	0,3	0,5	3,1	0,6	0,7	1,0	0,8	1,3	1,2	0,5	0,1	0,4	0,6	0,3	0,3	0,5	
11	<i>Cirsium arvense</i>	1,8	0,5	1,7	0,5	0,7	1,1	1,0	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	1,8	0,5	1,7	0,5	0,7	1,1	1,0	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	
12	<i>Matricaria maritima</i> L. subsp. <i>inodora</i>	0,1	0,1	0,1	0,1	2,6	0,7	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	2,6	0,7	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	
13	<i>Lamium purpureum</i>	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
14	<i>Galinosa quadriradiata</i>	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
15	<i>Mentha arvensis</i>	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
16	<i>Agropyron repens</i>	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
17	<i>Apera spica-venti</i>	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
Łączne pokrycie powierzchni przez chwasty Total area coverage by weeds		77,1	71,8	110,7	50,8	61,9	78,5	70,5	19,2	16,2	22,8	14,2	15,7	12,6	77,1	71,8	110,7	50,8	61,9	78,5	70,5	19,2	16,2	22,8	14,2	15,7	12,6		
Łączna liczba gatunków Total number of species		32,0	32,0	29,5	29,0	32,0	32,4	29,6	21,5	24,5	18,0	21,0	20,5	26,2	16,0	32,0	32,0	29,5	29,0	32,0	32,4	29,6	21,5	24,5	18,0	21,0	20,5	26,2	16,0
w tym including		28,0	28,0	27,5	25,5	25,5	27,8	26,0	16,5	19,0	12,5	16,5	18,0	20,0	13,0	28,0	28,0	27,5	25,5	25,5	27,8	26,0	16,5	19,0	12,5	16,5	18,0	20,0	13,0
kroćtrwale – short lived wieloletnie – perennial		4,0	4,0	2,0	3,5	6,5	4,4	3,6	5,0	5,5	5,5	4,5	3,5	6,2	3,0	4,0	4,0	2,0	3,5	6,5	4,4	3,6	5,0	5,5	5,5	4,5	3,5	6,2	3,0

* objaśnienia jak w tabeli 1 – for explanations, see Table 1

Pośrednią liczbę gatunków stwierdzono w jęczmieniu uprawianym po burakach pastewnych (zmianowanie B) i w jęczmieniu z wsiewką koniczyny (C), gdzie dominantami były *Chenopodium album* (B) oraz *Chenopodium album* i *Galinsoga quadriradiata* (C) (tab. 1). W pełni wegetacji różnice w liczbie gatunków między porównywanymi obiektami zmniejszyły się. Jęczmień z wsiewką koniczyny (zmianowanie C) wyróżniał się dużym pokryciem przez *Chenopodium album* i *Echinochloa crus-galli* (tab. 2). Wskaźnik Simpsona świadczący o ilościowej dominacji niewielkiej liczby gatunków na wiosnę był najwyższy przy obu sposobach uprawy w zmianowaniu C, a w pełni wegetacji w zmianowaniu B (tab. 3).

W pszenicy ozimej, ostatniej roślinie w porównywanych zmianowaniach, również największa liczba gatunków występowała na wiosnę w zmianowaniu A. Najliczniejsza była tam (podobnie jak w zmianowaniu C i D) populacja *Chenopodium album* i *Apera spica-venti*. W zmianowaniu B najliczniej występowała *Stellaria media*, a w zmianowaniu E – *Galinsoga quadriradiata* i *Stellaria media*. W pełni wegetacji, podobnie jak w jęczmieniu różnice między zmianowaniami zmniejszyły się. W największym pokryciu występował na wszystkich obiektach *Agropyron repens*. Pozostałe gatunki najczęściej nie osiągały pokrycia 1. Zbiorowisko chwastów w zmianowaniu B tworzyło najwięcej gatunków, przy czym wszystkie w pokryciu < 1. W zmianowaniu A pokrycie > 1 dotyczyło populacji *Echinochloa crus-galli*, *Chenopodium album*, *Stellaria media* i *Galium aparine*; w zmianowaniu C – *Galium aparine*, w zmianowaniu D – *Echinochloa crus-galli*, a w zmianowaniu E – *Stellaria media*. Wskaźnik Simpsona na wiosnę najwyższy był w zmianowaniu D na poletkach głęboszowanych, a w pełni wegetacji w C, niezależnie od sposobu uprawy (tab. 3).

Mimo zastosowania herbicydów ogólnie większą różnorodność gatunkową stwierdzono w pełni wegetacji. Świadczą o tym także wartości wskaźnika Shannona (rys. 1). Większa liczba gatunków występowała w jęczmieniu aniżeli w pszenicy. Zastosowane herbicydy ograniczyły znacząco zachwaszczenie pszenicy ozimej, co odzwierciedlają stosunkowo niskie wartości dotyczące pokrycia powierzchni przez chwasty, przy stosunkowo dużej liczbie gatunków. W jęczmieniu jarym pokrycie powierzchni przez chwasty było większe niż w pszenicy, co wiązać należy z małą skutecznością zastosowanego herbicydu. W zmianowaniu C przekraczało ono nawet 100%, co wynika z warstwowego układu chwastów w łanie. Tak duże zachwaszczenie na tym obiekcie spowodowane było brakiem stosowania herbicydów i nieudaną wsiewką koniczyny czerwonej (tab. 2).

Podczas gdy wpływ zmianowania na liczbę gatunków kształtował się różnie w zależności od rośliny uprawnej i jej fazy rozwojowej, wpływ głęboszowania zarówno na poletkach z jęczmieniem jarym, jak i z pszenicą ozimą był jednoznaczny. Niezależnie od fazy rozwojowej wprowadzenie zabiegu głęboszowania ograniczało liczbę gatunków chwastów w zbiorowisku (tab. 1, 2) i zazwyczaj wpływało na zmniejszenie wartości wskaźnika Shannona (rys. 2). Wyjątek stwierdzono tylko w przypadku obliczeń dotyczących zbiorowiska chwastów w pszenicy ozimej uprawianej w zmianowaniu B, w którym na wiosnę wskaźnik H był wyższy na obiektach głęboszowanych, a także w zmianowaniu C, odnotowując podobną sytuację na wiosnę i w pełni wegetacji. Jednak przeprowadzona analiza wariancji dla pszenicy nie wykazała istotności zróżnicowań porównywanych wskaźników. Zestawione w tabeli 3 dane świadczą tylko o pewnych tendencjach.

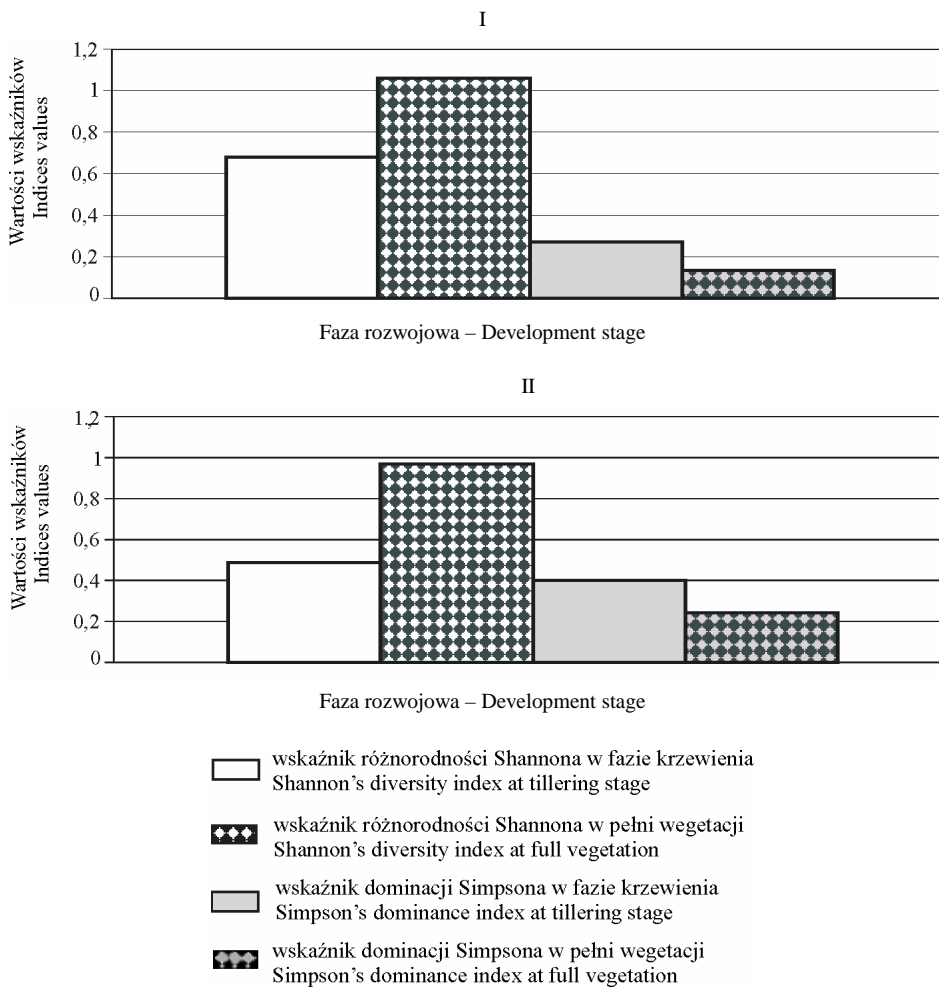
Tabela 3. Średnie wartości wskaźnika różnorodności H i dominacji C w zależności od badanego obiektu
 Table 3. Mean values of diversity index H and dominance index C depending on the object studied

Rośliny uprawne Crops	Zmianowanie Crop rotation	Wskaźnik H – H index				Wskaźnik C – C index			
		Faza krzewienia Tillering		Pełnia wegetacji Full vegetation		Faza krzewienia Tillering		Pełnia wegetacji Full vegetation	
		UT	UG	UT	UG	UT	UG	UT	UG
Jęczmień jary Spring barley	A	0,8246	0,7097	1,1266	1,0490	0,1761	0,2572	0,0155	0,1330
	B	0,7742	0,5846	1,0015	0,9863	0,2159	0,3202	0,1689	0,1554
	C	0,6949	0,6051	1,0274	1,0087	0,2485	0,3850	0,1342	0,1539
	D	0,7115	0,5777	1,1436	1,0400	0,2341	0,3228	0,1072	0,1306
	E	0,7285	0,5825	1,1440	1,0844	0,2317	0,3296	0,1118	0,1180
Średnia Mean	0,7467	0,6119	1,0886	1,0337	0,2213	0,3230	0,3275	0,1382	
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} dla – for:		zmianowań – crop rotations ni – ns sposobu uprawy – method of tillage 0,0996				zmianowań – crop rotations ni – ns sposobu uprawy – method of tillage 0,0904			
	A	0,6142	0,5800	1,1523	0,9038	0,2965	0,3333	0,1229	0,2189
	B	0,3918	0,4480	1,2170	0,8680	0,4804	0,3913	0,1508	0,2170
	C	0,4399	0,5006	0,6037	0,7386	0,4851	0,3395	0,4848	0,4848
	D	0,5067	0,4314	1,2304	0,9065	0,3936	0,4870	0,0831	0,2583
E	0,5392	0,4074	1,0438	1,0134	0,3603	0,4369	0,2118	0,1766	
Średnia Mean	0,4984	0,4735	1,0494	0,8861	0,4032	0,3976	0,2107	0,2711	
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} dla – for:		ni – ns nie obliczono – non calculated				ni – ns nie obliczono – non calculated			

ni – ns – różnice nieistotne – non-significant difference

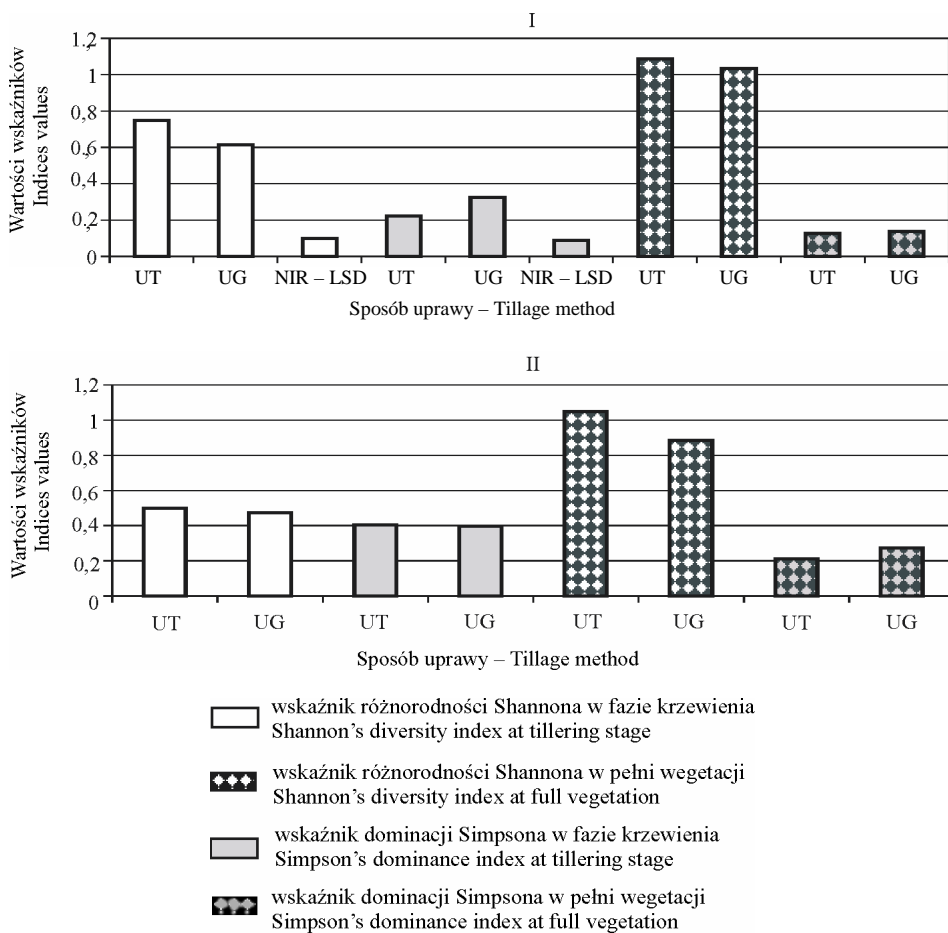
UT – uprawa tradycyjna – traditional tillage

UG – uprawa z głębokością – subsoiling



Rys. 1. Wpływ fazy rozwojowej jęczmienia jarego (I) i pszenicy ozimej (II) na wartość wskaźnika różnorodności Shannona i wskaźnika dominacji Simpsona w fazie krzewienia i w pełni wegetacji (niezależnie od zmianowania i sposobu uprawy)

Fig. 1. Effect of spring barley (I) and winter wheat (II) development stage on Shannon's diversity index value and Simpson's dominance index value at tillering stage and full vegetation (irrespective of crop rotation and tillage method)



UT – uprawa tradycyjna – traditional tillage
UG – uprawa z głębozsem – subsoiling

Rys. 2. Wpływ sposobu uprawy jęczmienia jarego (I) i pszenicy ozimej (II) na wartość wskaźnika różnorodności Shannona i wskaźnika dominacji Simpsona w fazie krzewienia i w pełni wegetacji (niezależnie od zmianowania)

Fig. 2. Effect of spring barley (I) and winter wheat (II) tillage method on the value of Shannon's diversity index and Simpson's dominance index at tillering stage and full vegetation stage (irrespective of crop rotation)

DYSKUSJA

Wpływ zmianowania na różnorodność gatunkową zbiorowisk chwastów był wyraźniejszy na wiosnę, przed stosowaniem herbicydów, aniżeli w pełni wegetacji. Dotyczy to zarówno zbiorowisk chwastów w jęczmieniu jarym, uprawianym bezpośrednio po różnych przedplonach, jak i zbiorowisk w pszenicy, która występowała na ostatnim polu i po dwóch latach od siewu roślin regenerujących, jednego elementu różnicujące-

go zmianowania. Jednak nawet na wiosnę różnice w wielkości wskaźników H i C charakteryzujących różne zmianowania nie były statystycznie istotne (tab. 3).

Przeprowadzone badania informują natomiast o wyraźnym wpływie drugiego badanego czynnika, tj. sposobu uprawy roli na agrofitycenozy. Zastosowanie głęboszowania wpłynęło na zmniejszenie różnorodności gatunkowej zbiorowiska chwastów, o czym świadczy zarówno mniejsza liczba gatunków, jak i istotnie niższa wartość wskaźnika H. Mniejszą liczbę gatunków na obiektach głęboszowanych można tłumaczyć poprawą warunków powietrzno-wodnych w glebie i większą liczebnością mikroflory rozkładającej nasiona chwastów, co zdaniem Lepiarczyka [1999] dotyczyło zwłaszcza obiektów po roślinach regenerujących, po których uprawiano jęczmień. Wesołowska-Janczak i in. [2000] również stosowali wskaźniki Shannona i Simpsona do oceny wpływu sposobu uprawy roli na zbiorowiska chwastów. Porównywane w tych badaniach sposoby uprawy, polegające na różnego rodzaju uproszczeniach aż do uprawy zerowej włącznie, nie wpływały różnicująco na wartości tych wskaźników, natomiast wpływ taki wywierały różnicowane dawki herbicydów i terminy obserwacji.

Wysoki wskaźnik dominacji związany z małą różnorodnością zbiorowiska i przewagą liczebną jednego lub kilku gatunków chwastów może świadczyć o większej szkodliwości zachwaszczenia niż w przypadku zbiorowiska składającego się z dużej liczby niezbyt licznie występujących gatunków [Trzcńska-Tacik 2003]. W prezentowanych badaniach najwyższy wskaźnik dominacji na wiosnę stwierdzono w uprawie jęczmienia w zmianowaniu C, w którym równocześnie odnotowano największe pokrycie powierzchni przez chwasty.

PODSUMOWANIE

Warunki przeprowadzonych doświadczeń sugerują, że wpływ zmianowania na różnorodność gatunkową zbiorowiska chwastów kształtuje się różnie w zależności od gatunku rośliny uprawnej i jej fazy rozwojowej, z reguły są to jednak różnice niewielkie. Natomiast głęboszowanie wyraźnie obniża różnorodność agrofitycenozy zarówno w pszenicy ozimej, jak i w jęczmieniu jarym. Stosowanie herbicydów ogranicza liczebność chwastów, ale nie ich różnorodność. Nie należy zatem obawiać się, że chemiczne zwalczanie chwastów spowoduje gatunkowe zubożenie agrofitycenozy.

PIŚMIENNICTWO

- Jędruszczak M., Bujak K., Wesołowski M., 1997. Impact of tillage systems on weed community on loessial soil in region of Lublin. Proc. 14th ISTRO Conference, Puławy, Bibl. Fragm. Agron. 2 A (97), 299-302.
- Lepiarczyk A., 1999. Rośliny regenerujące w płodozmianach zbożowych. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Rozprawy 256, 81.
- Marshall E.J.P., Brown V.K., Boatman N.D., Lutman P.J., Squire G.R., Ward L.K., 2003. The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. Weed Res. 43 (2), 77-89.
- Topham P.B., Lawson H.M., 1982. Measurement of weed species diversity in crop /weed competition studies/. Weed Res. 22, 285-293.
- Trzcńska-Tacik H., 2003. Znaczenie różnorodności gatunkowej chwastów segetalnych. Pam. Puł. 134, 253-262.

Wesołowska-Janczak M., Kubik-Komar A., Jędruszczak A., 2000. Zastosowanie współczynników bioróżnorodności do badania wpływu sposobu uprawy i dawki herbicydów na zbiorowisko chwastów. *Polskie Towarzystwo Biometryczne Lublin, Colloquium biometryczne* 30, 333-344.

Wilson E., 1988. *Biodiversity*. National Academy Press. Washington DC.

EFFECT OF THE CROP ROTATION, TILLAGE METHOD AND HERBICIDES ON THE BIODIVERSITY OF WEED COMMUNITIES

Abstract. The idea of weeds as an element supporting the biodiversity in agrocenosis led to this research whose aim was to evaluate the effect of selected agrotechnical factors, such as crop rotation, tillage method and the herbicides applied on species diversity of weed communities. The research was carried out on winter wheat and spring barley cultivated in 5 cereal crop rotations which differed in their regenerating plants selection and in tillage. The number of species at tillering and at full vegetation, Shannon diversity indicator (H) and Simpson's domination index (C) were taken as agrophytocenosis species diversity parameters. The effect of crop rotation on the species diversity shows non-significant, especially over full vegetation, while subsoiling lowered the species diversity of weed community in both crops. The application of herbicides reduced the weed abundance but not the weed diversity.

Key words: biodiversity, weed community, crop rotation, subsoiling, herbicides

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 15.03.2004