

## BIORÓŻNORODNOŚĆ GATUNKOWA CHWASTÓW W MONOKULTURZE PSZENICY OZIMEJ W WARUNKACH STOSOWANIA UPROSZCZEŃ W UPRAWIE ROLI

TOMASZ SEKUTOWSKI, KRZYSZTOF DOMARADZKI

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach  
Zakład Herbologii i Technik Uprawy Roli we Wrocławiu*

t.sekutowski@iung.wroclaw.pl

**Synopsis.** W doświadczeniu przeprowadzonym w latach 2001–2007 oceniano wpływ uproszczeń w uprawie roli w monokulturze pszenicy ozimej na bioróżnorodność i występowanie gatunków chwastów. Do oceny zbiorowiska chwastów posłużono się 3 wskaźnikami: ogólnej różnorodności Shannon’a, dominacji Simpson’a (Si) oraz relatywnej obfitości (Ra). W okresie pierwszych 3 lat badań, wskaźniki różnorodności Shannon’a (H) oraz dominacji Simpson’a (Si) kształtowały się na zbliżonym poziomie, zarówno dla uprawy tradycyjnej jak i uproszczonej. Wyraźne różnice stwierdzono pomiędzy uprawą tradycyjną a uproszczoną dopiero w kolejnych 4 latach badań, zarówno w bioróżnorodności jak i dominacji poszczególnych taksonów. Wskaźnik Shannon’a potwierdził wzrost różnorodności w kolejnych latach badań gatunków segetalnych występujących w łanie pszenicy ozimej uprawianej systemem tradycyjnym w porównaniu do uprawy uproszczonej. Podobnie wskaźnik relatywnej obfitości (Ra) potwierdził, że w zbiorowisku chwastów jakie obserwowano w całym okresie badawczym, tylko 5 gatunków takich jak: *Apera spica-venti*, *Viola arvensis*, *Centaurea cyanus*, *Anthemis arvensis*, *Papaver rhoeas* odgrywało znaczącą rolę w jego tworzeniu (niezależnie od sposobu uprawy roli). Stwierdzono również, że do wyraźnego podniesienia wskaźnika ogólnej obfitości Ra przyczyniły się uproszczenia jakie wprowadzano w uprawie roli na przestrzeni ostatnich 7 lat.

**Słowa kluczowe** – *key words*: bioróżnorodność – *biodiversity*, monokultura – *monoculture*, gatunki chwastów – *weed species*, tradycyjna uprawa roli – *conventional tillage*, uproszczona uprawa roli – *reduced tillage*, pszenica ozima – *winter wheat*

### WSTĘP

W dzisiejszej technologii produkcji roślinnej, jednym z kluczowych jej elementów nadal pozostaje mechaniczna uprawa roli. Wpływa ona przede wszystkim na cechy fizyko-chemiczne i biologiczne gleby. Głównym celem agrotechniki jest stworzenie roślinom uprawnym jak najbardziej komfortowych warunków do wzrostu i rozwoju [Dzienia i in. 2006, Orzech i in. 2003, Ukalski i Dreszer 1997].

Obecnie można wydzielić trzy podstawowe systemy uprawy roli: uprawa tradycyjna (oparta na pracy pługa odkładnicowego), uprawa uproszczona (polegająca na wyeliminowaniu pługa i zastąpieniu go innymi narzędziami biernymi lub czynnymi, których podstawowym zadaniem jest rozluźnienie wierzchniej warstwy ornej gleby bez jej jednoczesnego odwracania) oraz najmniej rozpowszechniony w Polsce, system uprawy zerowej wykorzystujący siew bezpośredni (polegający na precyzyjnym umieszczeniu nasion w nie uprawianej glebie za pomocą specjalistycznych siewników).

Zmieniające się na przestrzeni ostatnich lat warunki ekonomiczno-produkcyjne w naszym kraju, coraz większy udział zbóż w strukturze zasiewów, a także monokultury oraz duże koszty

tradycyjnej uprawy roli powodują, że coraz częściej poszukuje się metod alternatywnych w postaci różnego rodzaju uproszczeń uprawowych [Dzienia i in. 2006, Gawrońska-Kulesza 1997, Köller 1999]. Stosowanie bezpłużnych systemów uprawy roli, szczególnie w monokulturach może stwarzać dodatkowe problemy w postaci nasilenia zachwaszczenia ładu oraz gleby, kompensacji niektórych gatunków chwastów, obniżenia plonów czy ogólnego pogorszenia warunków fitosanitarnych gleby [Adamiak 2007, Domaradzki i Rola 2002, Pabin i in. 2003, Parylak 2005, Parylak i Tendziagolska 2003, Sekutowski 2007].

Zdaniem Jędruszczak i Antoszek [2004], Starczewskiego i Czarnockiego [2004] oraz Webera i Hryńczuka [2005] monokulturowa uprawa zbóż połączona z uprawą bezpłużną, powoduje nie tylko zmiany ilościowe, ale również 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 przeważnie z kilku dominujących gatunków np.: *Apera spica-venti*, *Papaver rhoeas*, *Anthemis arvensis*, *Centaurea cyanus* czy *Viola arvensis*, charakterystycznych dla poszczególnych pięter ładu. Szkodliwość zbiorowisk chwastów złożonych zaledwie z kilku gatunków, bywa często większa niż zbiorowiska złożonego z kilkunastu lub większej liczby taksonów. W tym przypadku o szkodliwości chwastów decyduje nie liczba gatunków, lecz łączna liczebność i całkowita masa chwastów [Moyer i in. 1994, Szymankiewicz i in. 2003, Stupnicka-Rodzinkiewicz i in. 2004]. Monokultura stwarza bardzo dobre warunki do nasilenia występowania gatunków chwastów najlepiej przystosowanych do takich warunków siedliska i w konsekwencji bardzo często zjawisko takie nabiera charakteru kompensacji [Adamiak i Zawisłak 1990, Rola i Rola 1996].

Celem prowadzonych badań była ocena wpływu uproszczeń w uprawie roli w monokulturze pszenicy ozimej na bioróżnorodność i występowanie chwastów.

## MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie prowadzono w latach 2001–2007 w SD IUNG-PIB w Laskowicach (51°00' N, 17°19' E) na glebie płowej wytworzonej z piasku gliniastego mocnego na glinie lekkiej (pgm:gl), zaliczanej do klasy IIIb, kompleksu żytniego bardzo dobrego. Powierzchnia poletek wynosiła 20 m<sup>2</sup>; doświadczenie założono metodą losowanych bloków w 4 powtórzeniach. Przedplonem w momencie zakładania eksperymentu w 2001 roku, dla pszenicy ozimej był rzepak ozimy. Ważniejsze elementy agrotechniki prowadzonej w okresie badań przedstawiono w tabeli 1. Po założeniu doświadczenia oraz w każdym następnym roku prowadzenia badania, na poletkach kontrolnych (bez ochrony herbicydowej), wiosną w fazie pełni krzewienia pszenicy ozimej, oceniano stan gatunkowy i stopień zachwaszczenia poszczególnymi taksonami „metodą ramkową”, przeliczając następnie otrzymane wyniki dla każdego gatunku oddzielnie na powierzchni 1 m<sup>2</sup>. Badania zrealizowano zgodnie z zasadami zawartymi w „Metodyce doświadczeń biologicznej oceny herbicydów, bioregulatorów i adiuwantów” [Domaradzki i in. 2001].

Uzyskane dane z obserwacji posłużyły do wyznaczenia wskaźnika ogólnej różnorodności Shannon'a (H) oraz wskaźnika dominacji Simpson'a (Si), posługując się następującymi wzorami:  $H = -\sum(P_i \cdot \ln P_i)$ ;  $S_i = 1 / (\sum P_i^2)$ , gdzie  $P_i = n/N$ , ( $n$  – liczebność chwastów danego gatunku,  $N$  – ogólna liczebność chwastów na powierzchni).

Wskaźnik ogólnej różnorodności Shannon'a (H) wzrasta wraz z liczbą gatunków chwastów w zbiorowisku i stopniem wyrównania ich liczebności. Natomiast wskaźnik dominacji Simpson'a (Si) przybiera tym większą wartość, im mniejsza jest dominacja danego gatunku lub kilku gatunków w zbiorowisku. W momencie kiedy każdy osobnik w zbiorowisku należy do innego gatunku lub taka sama liczba osobników należy do każdego gatunku, zbiorowisko chwa-

Tabela 1. Sposób uprawy roli pod pszenicę ozimą  
 Table 1. Tillage system in winter wheat crop

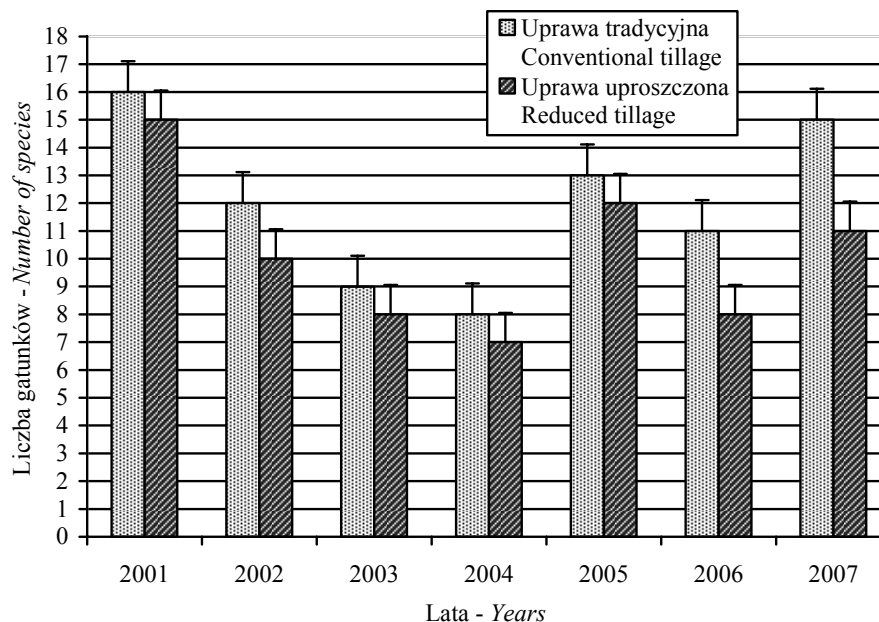
System uprawy roli <i>Tillage system</i>	Zabiegi uprawowe <i>Cultivation measures</i>
Tradycyjny <i>Conventional</i>	gruber na głębokość 15 cm + wał strunowy <i>grubber at 15 cm + string roller</i>
	orka na głębokość 25 cm + brona <i>ploughing to the depth of 25 cm + harrow</i>
	kultywator + wał strunowy <i>cultivator + string roller</i>
Uproszczony <i>Reduced</i>	gruber na głębokość 15 cm + wał strunowy <i>grubber at 15 cm + string roller</i>
	brona wirnikowa + wał strunowy <i>rotary harrow + string roller</i>

stów osiąga możliwie największą różnorodność dla danej liczebności ( $S_i=S$ ), gdzie  $S$  – oznacza bogactwo gatunkowe zbiorowiska [Shannon 1948, Simpson 1949].

Ponadto oznaczono wskaźnik relatywnej obfitości ( $R_a$ ), który ujmuje jednocześnie liczbę osobników i częstotliwość ich występowania, równocześnie zmniejsza obserwowaną niejednorodność w naturalnym rozmieszczeniu zarówno pojedynczych osobników jak i samych gatunków chwastów [Derksen i in. 1995]. Wskaźnik relatywnej obfitości ( $R_a$ ) został wyliczony wg wzoru:  $R_a = rd + rf / 2$ , gdzie  $R_a$  – oznacza wskaźnik relatywnej obfitości,  $rd$  – oznacza względną gęstość gatunku na  $m^2$  będącą ilorazem liczby osobników danego gatunku i liczby osobników wszystkich gatunków na jednostce powierzchni,  $rf$  – oznacza względną częstość występowania gatunku na jednostce powierzchni, czyli liczbę wystąpień gatunku w stosunku do liczby wystąpień wszystkich gatunków chwastów na jednostce powierzchni.

## WYNIKI I DYSKUSJA

W łanie pszenicy ozimej obserwowano występowanie zbiorowiska chwastów typowego dla zbóż ozimych uprawianych na glebie płowej. W całym 7-letnim okresie badawczym stwierdzono występowanie średnio od 10 (w uproszczonej uprawie roli) do 12 gatunków chwastów (w tradycyjnej uprawie roli). Różnice pomiędzy liczbą występujących gatunków a systemem uprawy roli były zmienne w latach i w dużej mierze wynikały z panujących w poszczególnych latach badań warunków pogodowych. Najwięcej gatunków zidentyfikowano w roku 2001 (15 w uproszczonej uprawie roli i 16 w tradycyjnej) (rys. 1). W kolejnych latach badań liczba gatunków systematycznie malała (niezależnie od systemu uprawy), a w 2004 roku stwierdzono najmniejszą ich liczbę: 7 w uproszczonej uprawie roli oraz 8 w tradycyjnej. W następnych 3 latach badań obserwowano ponowny wzrost liczby gatunków chwastów (z niewielkim załamaniem w 2006 roku). W roku 2007 w tradycyjnej uprawie roli zidentyfikowano 15 gatunków (o 2 mniej w porównaniu do stanu wyjściowego) a w uprawie uproszczonej 11 gatunków (o 4 mniej niż w roku 2001). Istotne różnice pomiędzy badanymi systemami uprawy w liczbie

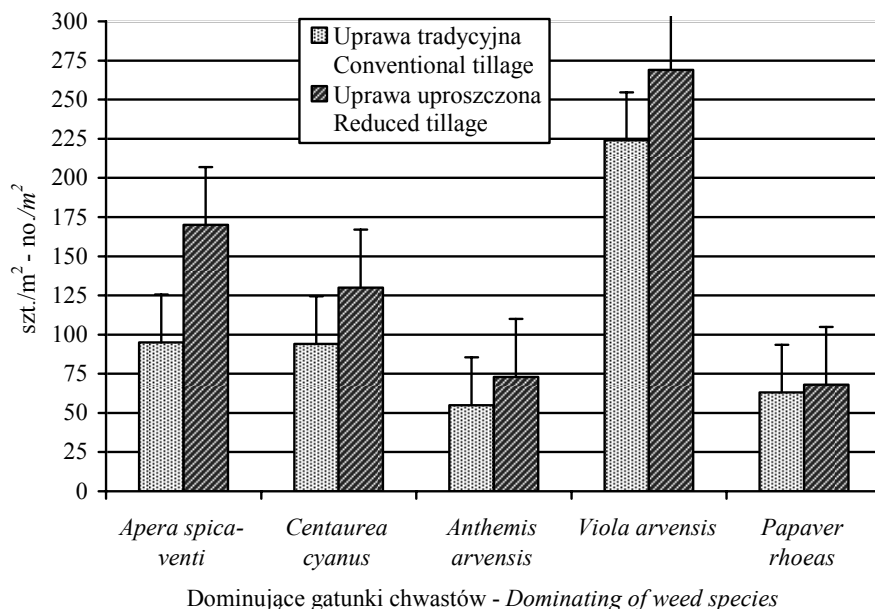


Rys. 1. Zmiany liczby gatunków chwastów występujących w łanie pszenicy ozimej uprawianej w monokulturze

Fig. 1. Changes of weed number in winter wheat grown in monoculture

gatunków chwastów wystąpiły w ostatnich dwóch latach badań i zostały potwierdzone statystycznie. Bazując na 7-letnich wynikach badań stwierdzono, że w tym konkretnym przypadku uproszczenia uprawowe w połączeniu z uprawą w monokulturze, spowodowały ograniczenie bioróżnorodności gatunkowej łanu pszenicy ozimej. Również inni badacze [Adamiak i Zawislak 1990, Blecharczyk i in. 2005, Jędruszczak i Antoszek 2003] uważają, że długotrwałe stosowanie uprawy bezpługowej połączonej z monokulturową uprawą zbóż, powoduje nie tylko zmiany ilościowe ale również jakościowe zbiorowisk chwastów. Objawia się to tym, że na miejsce zbiorowisk w których występuje stosunkowa duża bioróżnorodność taksonów, pojawiają się bardzo uproszczone zbiorowiska chwastów, składające się zaledwie z 2–4 gatunków dominujących [Stupnicka-Rodzinkiewicz i in. 2004, Szymankiewicz i in. 2003]. Potwierdzeniem tej tezy są wyniki badań własnych w których stwierdzono dominację 5 gatunków: *Apera spica-venti*, *Viola arvensis*, *Centaurea cyanus*, *Anthemis arvensis* i *Papaver rhoeas* (niezależnie od systemu uprawy roli) (rys. 2). Jednak tylko w przypadku 3 gatunków, takich jak: *Apera spica-venti*, *Viola arvensis* i *Centaurea cyanus*, system uprawy roli miał istotne znaczenie w ich dominacji, wynikającej z olbrzymiej liczebności poszczególnych osobników danego gatunku, występujących na jednostce powierzchni. To właśnie uproszczenia w uprawie roli spowodowały istotny wzrost liczebności tych 3 dominantów.

Również skład gatunkowy w poszczególnych latach badań ulegał pewnym wahaniom. Czynnikiem stymulującym ten proces oprócz warunków pogodowych były również różne systemy uprawy roli. Przykładem może być uprawa uproszczona, gdzie na przestrzeni 7 lat ubyło 6 gatunków, takich jak: *Echinochloa crus-galli*, *Chenopodium album*, *Myosotis arvensis*, *Fumaria officinalis*, *Polygonum aviculare*, *Lamium purpureum*, natomiast przybyły tylko 3 ga-



Rys. 2. Liczebność dominujących gatunków chwastów występujących w łanie pszenicy ozimej uprawianej w monokulturze (średnia z lat 2001–2007)

Fig. 2. Number of dominant weed species in winter wheat grown in monoculture (average from years 2001–2007)

tunki: *Capsella bursa-pastoris*, *Thlaspi arvense* i *Erodium cicutarium* (tab. 2). Na ile proces ten jest trwały, trudno jest dzisiaj dać jednoznaczną odpowiedź na to pytanie, jednak z dużym prawdopodobieństwem możemy przyjąć, że w kolejnych latach badań proces ten będzie nadal postępował. Zdaniem Jędruszczak i Antoszek [2003] gatunki przywiązane wyłącznie do warunków jakie powstały w wyniku stosowania uproszczeń w uprawie roli są nieliczne i mogą pojawiać się nieco wyraźniej w niewielkich ilościach jedynie w pojedynczych latach badań. Fakt ten może sugerować, że po dłuższym okresie działania tego czynnika (perspektywa kilku lub kilkunastu lat), jakim jest system uprawy roli będą one mogły stać się stałym elementem tego konkretnego zbiorowiska chwastów.

Za pomocą dwóch wskaźników ekologicznych (bioróżnorodności Shannon'a i dominacji Simpson'a) oceniano również zmiany jakie zachodziły w okresie 7 lat trwania eksperymentu w łanie pszenicy ozimej (rys. 3 i 4). Liczba taksonów oraz obfitość występowania poszczególnych osobników danego gatunku na jednostce powierzchni, jak również wartości wskaźników ekologicznych badanego zbiorowiska zależały od lat badań. Przez pierwsze 3 lata wskaźnik bioróżnorodności Shannon'a (H) kształtował się na zbliżonym poziomie zarówno dla tradycyjnej jak i uproszczonej uprawy roli. Również wskaźnik dominacji Simpson'a (Si) w analogicznym okresie przybierał zbliżone wartości w obu badanych systemach uprawy roli. Natomiast wyraźne różnice stwierdzono pomiędzy tradycyjną uprawą roli a uproszczoną w kolejnych 4 latach badań, zarówno w bioróżnorodności jak i dominacji poszczególnych gatunków chwastów. Wskaźnik Shannon'a potwierdził wzrost bioróżnorodności w kolejnych latach badań gatunków segetalnych występujących w łanie pszenicy ozimej w tradycyjnej uprawie roli w porówna-

Tabela 2. Zmiany gatunków chwastów w łanie pszenicy ozimej w zależności od systemu uprawy roli w latach 2001–2007

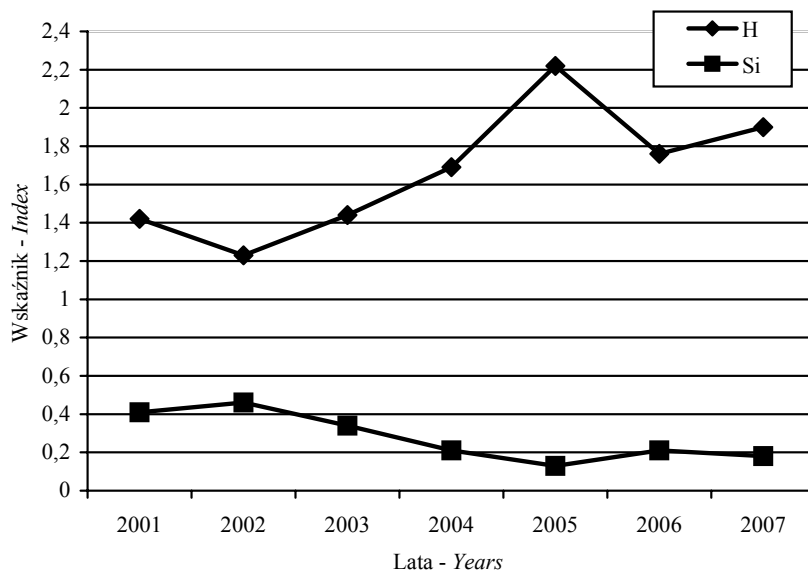
Table 2. Changes of weed species in winter wheat canopy depending on tillage system in the years 2001–2007

Gatunki chwastów <i>Weed species</i>	Gatunki które przybyły <i>Species which have come</i>		Gatunki które ubyły <i>Species which have retired</i>	
	tradycyjna uprawa roli <i>conventional tillage</i>	uproszczona <i>reduced tillage</i>	tradycyjna uprawa roli <i>conventional tillage</i>	uproszczona <i>reduced tillage</i>
<i>Echinochloa crus-galli</i>				(-)
<i>Chenopodium album</i>				(-)
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	(+)	(+)		
<i>Thlaspi arvense</i>	(+)	(+)		
<i>Stellaria media</i>			(-)	
<i>Lycopsis arvensis</i>			(-)	
<i>Myosotis arvensis</i>	(+)			(-)
<i>Fumaria officinalis</i>			(-)	(-)
<i>Melandrium album</i>	(+)			
<i>Polygonum aviculare</i>				(-)
<i>Lamium purpureum</i>				(-)
<i>Erodium cicutarium</i>		(+)		

(+) – gatunki które przybyły – *species which have come*

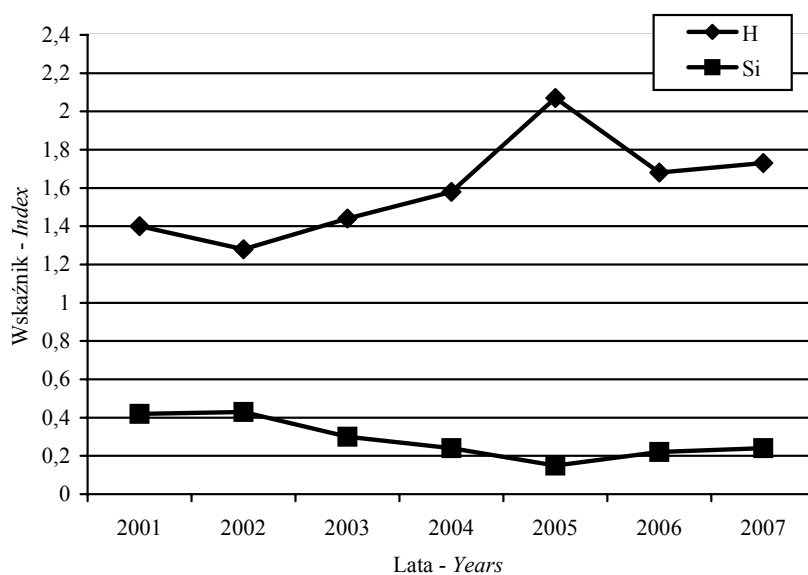
(-) – gatunki które ubyły – *species which have retired*

niu do uprawy uproszczonej. W wyniku uprawy pszenicy ozimej w monokulturze stwierdzono większą dominację i jednocześnie mniejszą bioróżnorodność poszczególnych taksonów w rezultacie stosowania uproszczeń w uprawie roli. Podobnie wskaźnik relatywnej obfitości (Ra) wykazał, że w całym zbiorowisku chwastów jakie obserwowano na przestrzeni 7 lat, tylko 5 gatunków odgrywało znaczącą rolę (niezależnie od systemu uprawy roli). W obu systemach najwyższy wskaźnik Ra osiągały następujące gatunki: *Apera spica-venti*, *Viola arvensis*, *Centaurea cyanus*, *Anthemis arvensis* i *Papaver rhoeas*. Jednakże to uproszczenia w uprawie roli spowodowały, że sumaryczna wartość wskaźnika obfitości (Ra) wynosiła 77,5 (na 100) w porównaniu do uprawy tradycyjnej, gdzie wskaźnik ten był zdecydowanie niższy i kształtował się na poziomie 61,7 (tab. 3). Zdaniem Jędruszczak i Antoszek [2003], Stupnickiej-Rodzinkiewicz i in. [2004] oraz Wanic i in. [2005] zmienność badanych parametrów (H, Si i Ra) była rezultatem monokulturowej uprawy pszenicy ozimej, zmiennych warunków pogodowych w poszczególnych latach badań oraz zastosowanych czynników agrotechnicznych.



Rys. 3. Zmiany wartości wskaźnika różnorodności Shannon'a (H) i dominacji Simpson'a (Si) w łanie pszenicy ozimej w tradycyjnym systemie uprawy roli

*Fig. 3. Changes in Shannon's biodiversity index and Simpson's dominance index in winter wheat in conventional tillage system*



Rys. 4. Zmiany wartości wskaźnika różnorodności Shannon'a (H) i dominacji Simpson'a (Si) w łanie pszenicy ozimej w uproszczonym systemie uprawy roli

*Fig. 4. Changes in Shannon's biodiversity index and Simpson's dominance index in winter wheat in reduced tillage system*

Tabela 3. Obfitość dominujących gatunków chwastów w zależności od sposobu uprawy roli wyrażona wskaźnikiem Ra

Table 3. Abundance of dominant weed species depending on tillage system expressed by Ra index

Gatunki chwastów <i>Weed species</i>	Lata – Years							Średnio <i>Mean</i>
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
<i>Tradycyjna uprawa roli – Conventional tillage</i>								
<i>Viola arvensis</i>	30,8	32,9	28,6	24,6	17,8	13,1	21,9	24,2
<i>Apera spica-venti</i>	9,4	8,5	7,8	27,9	11,2	8,5	14,6	12,6
<i>Centaurea cyanus</i>	1,9	2,5	6,8	21,9	10,1	31,7	14,2	12,7
<i>Anthemis arvensis</i>	2,6	1,8	4,1	5,8	5,9	7,2	4,3	4,5
<i>Papaver rhoeas</i>	8,9	7,5	1,6	1,9	17,2	6,8	9,3	7,6
Ogółem – Total	61,7							
<i>Uproszczona – Reduced tillage</i>								
<i>Viola arvensis</i>	32,6	39,7	25,1	14,8	15,4	16,7	19,8	23,4
<i>Apera spica-venti</i>	11,4	7,1	15,1	34,9	26,4	8,1	36,4	19,9
<i>Centaurea cyanus</i>	1,9	2,5	8,9	34,3	25,3	36,9	26,9	19,5
<i>Anthemis arvensis</i>	2,3	3,2	7,8	10,6	13,9	7,7	6,7	7,5
<i>Papaver rhoeas</i>	9,7	7,9	1,2	0,9	14,9	8,4	7,3	7,2
Ogółem – Total	77,5							

## WNIOSKI

1. Uproszczenia uprawy roli w monokulturze pszenicy ozimej spowodowały wyraźny wzrost zachwaszczenia 5 gatunkami chwastów w obrębie których stwierdzono kompensację 3 taksonów: *Viola arvensis*, *Apera spica-venti* oraz *Centaurea cyanus*.
2. W tradycyjnej uprawie roli, wskaźnik Shannon'a był wyższy w porównaniu do uprawy uproszczonej, czego dowodem był wzrost ogólnej bioróżnorodności gatunków segetalnych występujących w łanie pszenicy ozimej.
3. Indeks Simpson'a w niektóre lata zmniejszał swoją wartość, co świadczyło o małej dominacji a wskazywało na dużą bioróżnorodność gatunkową chwastów występujących w łanie. Po 7 latach uprawy pszenicy ozimej w monokulturze stwierdzono większą dominację i jednocześnie mniejszą bioróżnorodność gatunkową chwastów w wyniku stosowania uproszczeń w uprawie roli.
4. Do wyraźnego podniesienia wskaźnika ogólnej obfitości Ra, przyczyniły się uproszczenia uprawy roli, które wprowadzono na przestrzeni ostatnich 7 lat.



## PIŚMIENNICTWO

- Adamiak E. 2007. Struktura zachwaszczenia i produktywność wybranych agrocenoz zbóż ozimych i jarych w zależności od systemu następstwa roślin i ochrony ładu. Wyd. UWM Olsztyn, Rozpr. Monog. 129: ss. 146.
- Adamiak J., Zawisłak K. 1990. Zmiany w zbiorowiskach chwastów w monokulturowej uprawie podstawowych zbóż i kukurydzy. W: *Ekologiczne procesy w monokulturowych uprawach zbóż*. Wyd. UAM Poznań: 47–76.
- Blecharczyk A., Małecka I., Sierpowski J., Dobrzeńcki T. 2005. Wpływ uprawy roli na zachwaszczenie pszenicy ozimej. *Pr. Kom. Nauk Rol. Kom. Nauk Leśn. PTPN 98/99*: 9–16.
- Derksen D.A., Thomas A.G., Lafond G.P., Loepky H.A., Swanton C.J. 1995. Impact of post-emergence herbicides on weed community diversity within conservation-tillage systems. *Weed Res.* 35: 311–320.
- Domaradzki K., Rola H. 2002. Wpływ długoletniej uprawy roślin zbożowych na dynamikę zachwaszczenia pola. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin* 42(1): 228–233.
- Domaradzki K., Badowski M., Filipiak K., Franek M., Gołębiowska H., Kieloch R., Kucharski M., Rola H., Rola J., Sadowski J., Sekutowski T., Zawerby T. 2001. *Metodyka doświadczeń biologicznej oceny herbicydów, bioregulatorów i adiuwantów. Cz. 1. Doświadczenia polowe*. Wyd. IUNG Puławy: ss. 167.
- Dzienia S., Zimny L., Weber R. 2006. Najnowsze kierunki w uprawie roli i technice siewu. *Fragm. Agron.* 23(2): 227–241.
- Gawrońska-Kulesza A. 1997. Systemy i metody uprawy roli. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 439: 185–193.
- Jędruszczak M., Antoszek R. 2004. Sposoby uprawy roli a bioróżnorodność zbiorowisk chwastów w monokulturze pszenicy ozimej. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 3(2): 47–59.
- Köller K. 1999. Ackerbau ohne Pflug – Zwischenbilanz. *DLG Mitteilungen* 12: 42–43.
- Moyer J.R., Roman E.S., Lindwall C.W., Blackshaw R.E. 1994. Weed management in conservation tillage systems for wheat production in North and South America. *Crop Prot.* 13: 243–259.
- Orzech K., Nowicki J., Marks M. 2003. Znaczenie uprawy roli w kształtowaniu środowiska. *Post. Nauk Rol.* 1: 131–144.
- Ukalski J., Dreszer K. 1997. Stan techniki i tendencje rozwojowe w uprawie gleby. *Post. Nauk Rol.* 6: 67–81.
- Pabin J., Włodek S., Biskupski A. 2003. Effect of different tillage techniques on soil properties and crop yields. *Pol. J. Soil Sci.* 36(2): 187–194.
- Parylak D. 2005. Zachwaszczenie pszenicy ozimej uprawianej po sobie z zastosowaniem uproszczeń w uprawie roli. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin* 45(1): 357–362.
- Parylak D., Tendziągowska E. 2003. Zachwaszczenie monokultury pszenicy ozimej w warunkach tradycyjnej i uproszczonej agrotechniki. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin* 43(1): 315–320.
- Rola H., Rola J. 1996. Problemy zwalczania chwastów we współczesnym rolnictwie. *Zesz. Nauk. AR Wrocław* 290, Rol. 66: 153–165.
- Rudnicki F., Jaskulski D. 2006. Ocena wzajemnego oddziaływania konkurencyjnego pomiędzy roślinami uprawnymi a chwastami w łąkach. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 5(1): 45–52.
- Sekutowski T. 2007. Wpływ technologii uprawy i ochrony herbicydowej na wysokość plonu pszenicy ozimej uprawianej w monokulturze. *Inż. Rol.* 11(3): 159–167.
- Shannon C.E. 1948. A mathematical theory of communications. *Bell Syst. Tech. J.* 27: 379–423.
- Simpson E.H. 1949. Measurement of diversity. *Nature* 168: 688.
- Starzewski J., Czarnocki S. 2004. Sposób uprawy roli a zachwaszczenie i plonowanie pszenicy. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 3(2): 69–76.
- Stupnicka-Rodzinkiewicz E., Stępnik K., Lepiarczyk A. 2004. Wpływ zmianowania, sposobu uprawy roli i herbicydów na bioróżnorodność zbiorowisk chwastów. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 3(2): 235–245.
- Szymankiewicz K., Jankowska D., Deryło S. 2003. Wpływ płodozmian i monokultury oraz sposobu uprawy roli na bioróżnorodność flory zachwaszczającej pszenicy ozimej. *Acta Agrophys.* 1(4): 69–76.
- Wanic M., Jastrzębska M., Kostrzewska M.K., Nowicki J. 2005. Analiza zbiorowisk chwastów za pomocą wybranych wskaźników biologicznych. *Acta Agrobot.* 58(1): 227–242.
- Weber R., Hryńczuk B. 2005. Wpływ sposobu uprawy roli i przedplonu na zachwaszczenie pszenicy ozimej. *Ann. UMCS, Sec. E* 60: 93–102.

---

T. SEKUTOWSKI, K. DOMARADZKI

**BIODIVERSITY OF WEED SPECIES IN WINTER WHEAT MONOCULTURE  
CAUSED BY REDUCED OF TILLAGE**

**Summary**

Field experiments were carried out in the years 2001–2007 on the podsoil soil in winter wheat cultivation. Weed composition and infestation level of particular taxons were described in each year of the experiment. Data from particular observations were used to the determination of the Shannon's total biodiversity index (H), Simpson's domination index and relative abundance index (Ra). During first 3 years of experiment Shannon's and Simpson's index were formed on the similar level for conventional and reduced tillage. Differences between tillage systems were noticed in the 4 following years of experiment, in biodiversity and weeds domination as well. Shannon's index confirmed increase of biodiversity in the following years of weed species in conventional winter wheat tillage in comparison with reduced tillage. Similarly, relative abundance index (Ra) confirmed, that in the total weed composition noticed in 7 years period, only 5 species (*Apera spica-venti*, *Viola arvensis*, *Centaurea cyanus*, *Anthemis arvensis*, *Papaver rhoeas*) were dominating (independently of the tillage systems). Data indicated that apart from monoculture, also reduced tillage systems during 7 years period determined the relative abundance index Ra.