

THE EFFECT OF WEED INFESTATION OF WINTER WHEAT WITHIN CONVERSION TO ORGANIC FARMING

Summary

*The study was carried out for determination of changes in weed infestation of winter wheat cultivars under varying organic and conventional crop production system. Research was realized in 2006-2009 in the Institute of Plant Protection in the Experimental Station. The weed communities were compared using Shannon's diversity index and Simpson dominance index. The number and mass of weeds differed in the years as a result of different weather conditions and effectiveness of weed control in production system. The results of performed studies revealed that at the time of conversion of conventional production system to organic one the value of weed species biodiversity index was higher as compared to conventional cultivation of winter wheat. Considering the period of conversion of conventional production system to organic it was found that most common weeds were dicotyledonous with a dominance of *Matricaria maritima*. In case of conventional cultivation, the value of species domination index was the highest for *Apera spica-venti* and *Viola ssp.* Increasing of sowing rate the conversion to organic system haven't influence on biodiversity index and the study showed that conventional crop production decreases biodiversity.*

KSZTAŁTOWANIE ZACHWASZCZENIA W UPRAWIE PSZENICY OZIMEJ W OKRESIE KONWERSJI GRUNTÓW ORNYCH NA METODĘ EKOLOGICZNĄ

Streszczenie

*W pracy badano zmiany zachodzące w składzie gatunkowym zachwaszczenia pszenicy ozimej uprawianej w okresie konwersji gruntów ornych na system produkcji ekologicznej. Badania przeprowadzono w latach 2006-2009 w Instytucie Ochrony Roślin – Państwowym Instytucie Badawczym w Stacji Doświadczalnej w Winnej Górze. W badanych systemach porównywano wpływ zagęszczenia siewu i uprawy pasowej na stan zachwaszczenia rośliny uprawnej. Doświadczenie przedstawiono jako dwuczynnikowe w układzie split-blok w ośmiu powtórzeniach. Ocenę zachwaszczenia przeprowadzono w fazie dojrzałości mleczno-woskowej pszenicy oznaczając skład gatunkowy i świeżą masę chwastów. Analizowane cechy zachwaszczenia były zależne od układu temperatur i opadów w okresie wegetacji pszenicy. W okresie konwersji na system ekologiczny uzyskano istotnie większą liczbę oraz biomasę chwastów w porównaniu do uprawy konwencjonalnej. W okresie konwersji różnorodność gatunkowa była wyższa. Zwiększenie gęstości siewu nie miało wpływu na wartość wskaźnika różnorodności gatunkowej w okresie konwersji, a w uprawie konwencjonalnej skutkowało zmniejszeniem jego wartości. Najwyższa wartość różnorodności gatunkowej odnotowano w warunkach siewu rzędowo-pasowego. W okresie konwersji dominującym gatunkiem był: *Matricaria maritima*, a w uprawie konwencjonalnej *Apera spica-venti* i *Viola ssp.**

1. Wprowadzenie

Strategia rozwoju obszarów wiejskich w krajach Unii Europejskiej uwzględnia rozwój rolnictwa ekologicznego. Dla Polski przewidywany jest wzrost liczby gospodarstw i powierzchni upraw posiadających certyfikat produkcji ekologicznej [3]. W produkcji roślinnej problematyka zachwaszczenia, niezależnie od prowadzonego systemu gospodarowania, jest jednym z ważniejszych zagrożeń w uzyskaniu plonu w odpowiedniej ilości i jakości.

Celem podjętych badań była ocena wpływu metod siewu na zachwaszczenie pszenicy ozimej w okresie konwersji na produkcję ekologiczną.

2. Metodyka

Badania przeprowadzono w latach 2006-2009 w Rolniczej Stacji Doświadczalnej Winna Góra należącej do Instytutu Ochrony Roślin – Państwowego Instytutu Badawczego. Eksperyment umiejscowiono na glebie płowej, wytworzonej z piasku gliniastego mocnego przechodzącego na

głębokości 50-100 cm w glinę lekką, zaliczanej do klasy bonitacyjnej IIIa i kompleksu pszennego dobrego o odczynie lekko kwaśnym (pH 5,4-6,1) o zawartości próchnicy w przedziale 1,08-1,24% oraz od poziomu średniego do poziomu wysokiego zasobności przyswajalnych form potasu, fosforu i od poziomu wysokiego do bardzo wysokiego zasobności w magnez.

Doświadczenie analizowano jako 2-czynnikowe według schematu split-blok w 8 powtórzeniach. Czynnikiem pierwszego rzędu (czynnik A) były dwa systemy uprawy: ekologiczny (w okresie konwersji) i konwencjonalny. Drugim czynnikiem badawczym (czynnik B) były warianty obejmujące metody siewu: I – siew standardowej obsady ziaren (450 szt. \cdot m⁻²); II – siew zwiększonej obsady ziaren (800 szt. \cdot m⁻²); III – siew pasowo-rzędowy. Czynniki pierwszego rzędu rozlosowano na 2 dużych poletkach, rozmieszczonych w obrębie każdego z 4 bloków doświadczalnych o wymiarach: długość 11 m i szerokość 16 m. Warianty czynnika drugiego były rozlosowane na mniejszych poletkach - długości 12 m i szerokości 3 m. Do celów badawczych uzyskano niezaprawiony materiał nasienny z Hodowli Roślin Smolice Oddział Przebudowo.

Siew przeprowadzono w pierwszej dekadzie października (10.10.2006 r.; 15.10.2007 r.; 10.10.2008 r.).

Na poletkach uprawianych według systemu konwencjonalnego przed siewem stosowano nawożenie mineralne odpowiednio w trzech latach badań: N – 70, 67 i 87 kg·ha⁻¹; P₂O₅ – 56, 45 i 31 kg·ha⁻¹; K₂O – 80, 45 i 70 kg·ha⁻¹; Ca – 88, 80 i 34 kg·ha⁻¹; MgO – 8, 11 i 6 kg·ha⁻¹ (w formie nawozów mineralnych Amofosfag, Yara NPK i saletra amonowa magnezowo-wapniowa). Nasiona zaprawiano bezpośrednio przed siewem w pierwszym roku środkiem zawierającym mieszaninę substancji aktywnych (s.a.) w ilości karboksyna 60 g + tiuram w ilości 60 g na 100 kg ziarna pszenicy (Vitavax 200 FS), a w kolejnych dwóch latach badań użyto na 100 kg ziarna 30 g s.a. triadimenol, 4 g s.a. imazalil oraz 3,6 g s.a. fuberidazol (Baytan Universal 094 FS). Zwalczanie chwastów przeprowadzono wiosną. Do zwalczania chwastów stosowano zabiegi herbicydowe wiosną po rozpoczęciu wegetacji, po rozpoczęciu wegetacji, stosując w pierwszym roku s.a. tribenuron metylowy 11,3 g·ha⁻¹ (Granstar 75 WG) + florasulam 4,5 g·ha⁻¹ (Kantor 050 SC), w drugim roku s.a. izoproturon 750 g·ha⁻¹ + diflufenikan 150 g·ha⁻¹ (Legato Plus 600 SC) + chlorosulfuron 7,5 g·ha⁻¹ (Glean 75 WG) oraz w trzecim roku jodosulfuron metylosodowy 10 g·ha⁻¹ (Huzar 05 WG). Do zwalczania sprawców chorób powodowanych przez grzyby stosowano dwa zabiegi, pierwszy w fazie strzelania w źdźbło i drugi w terminie po wykłoszeniu pszenicy ozimej.

W kolejnych latach badań stosowano fungicydy według schematu:

- pierwszy zabieg w fazie strzelania w źdźbło:
 - 2007 rok stosowano s.a. flusilazol 125 g·ha⁻¹ + karbendazym 250 g·ha⁻¹ (Alert 375 SC),
 - w 2008 roku stosowano flusilazol 125 g·ha⁻¹ + karbendazym 250 g·ha⁻¹ (Alert 375 SC) + nawóz mikroelementowy (Basfoliar 12-4-6) + adiuwant na bazie estrów oleju rzepakowego (Olbras 88EC),
 - w 2009 roku; protikonazol 93,8 g·ha⁻¹ + tebukonazol 93,8 g·ha⁻¹ (Prosaro 250 EC) + adiuwant na bazie oleju parafinowego (Atpolan 80 EC).
- drugi zabieg po wykłoszeniu pszenicy ozimej:
 - 2007 rok stosowano s.a. azoksystrobina 125 g·ha⁻¹ (Amistar 250 SC) + propikonazol 100 g·ha⁻¹ + cyprokonazol 32 g·ha⁻¹ (Artea 300 EC) w 2007 roku,
 - 2008 roku w związku z niskim zagrożeniem patogenami grzybowymi nie wykonano zabiegu fungicydowego,
 - 2009 roku stosowano s.a. protikonazol 93,8 g·ha⁻¹ + tebukonazol 93,8 g·ha⁻¹ (Prosaro 250 EC) + adiuwant na bazie oleju parafinowego (Atpolan 80 EC).

Poletka doświadczalne uprawiane w systemie ekologicznej uprawy zlokalizowano na powierzchni eksperymentalnej, którą wydzielono w 2006 roku z części pola, na którym od wielu lat uprawiano różne rośliny rolnicze w systemie uprawy konwencjonalnej. Na tej powierzchni przed siewem i po wschodach rośliny uprawnej stosowano nawożenie mineralne: Ca – 160 kg·ha⁻¹; MgO – 40 kg·ha⁻¹ (PRP SOL). Chwasty zwalczano zabiegiem bronowania broną chwastownicą po rozpoczęciu wegetacji wiosennej. W fazie strzelania w źdźbło w zabiegach nalistnych stosowano mikroelementowy płynny nawóz potasowo-magnezowo-sodowy z dodatkiem miedzi (PRP®EBV Eau Bleu®Vegetal) łącznie z fungicydem na bazie s.a. siarka w dawce 1600 g·ha⁻¹ (Siarkol Extra 80 WP).

Badania składu florystycznego i stopnia zachwaszczenia dokonywano po wykłoszeniu pszenicy ozimej metodą jako-

ściowo-ilościową oraz wagową. Badania obejmowały ocenę składu gatunkowego, liczebności i świeżej masy chwastów. Charakterystykę zbiorowiska chwastów wykonano w oparciu o liczebność poszczególnych taksonów, wykorzystując (H) wskaźnik różnorodności gatunkowej Shannona [10] i wskaźnik dominacji (λ) opisany przez Simpsona [11] na podstawie liczebności i biomasy chwastów. Wskaźniki wyliczono stosując odpowiednio wzory:

$$H = - \sum_{i=1}^S p_i \log_n p_i$$

$$\lambda = \sum_{i=1}^S p_i^2$$

gdzie:

S – liczba (masa) gatunków na powierzchni 1 m²,

p_i – proporcja liczby (lub biomasy) osobników i- tego gatunku w zbiorowisku do całkowitej liczby (lub biomasy) wszystkich osobników zbiorowiska.

Zgromadzone wyniki opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji. Istotność wpływu czynników agrotechnicznych na zachwaszczenie określono testem Studenta przy poziomie istotności 0,05.

3. Wyniki i dyskusja

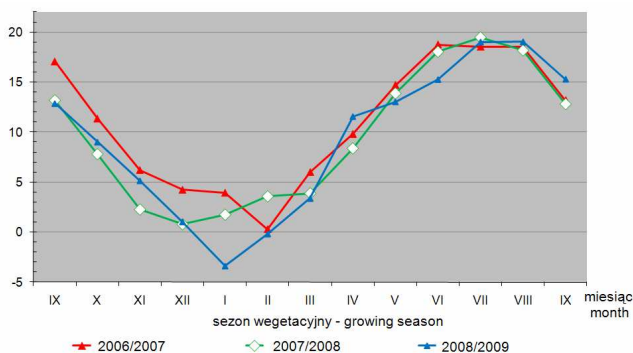
Zbiorowisko chwastów było reprezentowane w kolejnych latach od 7 do 10 gatunków. Dominowały gatunki krótkotrwałe. W okresie konwersji nie odnotowano występowania gatunku: *Centaurea cyanus* i *Veronica hederifolia*, a w warunkach konwencjonalnej uprawy: *Cirsium arvense* i *Stellaria media*. Ilość chwastów, jak i ich biomasa, była istotnie wyższa w okresie konwersji (tab. 1). W badaniach Feledyn-Szewczyk [2] różnicowanie liczebności chwastów w latach badań wynikało z sezonowej zmienności warunków pogody jak również skuteczności mechanicznych zabiegów regulacji zachwaszczenia. W doświadczenia prowadzonych przez Wanic i in. [14] liczebność chwastów w owsie była istotnie dodatnio skorelowana z ilością opadów w miesiącach kwiecień-sierpień. Autorzy najczęściej odnotowywali większą liczbę chwastów w warunkach większego nasilenia opadów. W odniesieniu do temperatury obserwowano odwrotną tendencję, gdy była wyższa, to liczba chwastów przed zbiorem była mniejsza. W badaniach własnych również odnotowano wpływ warunków termiczno-wilgotnościowych na liczbę i biomasę chwastów w kolejnych latach badań. Najwyższą średnią biomasę chwastów odnotowano w pierwszym sezonie wegetacyjnym (164,74 g·m⁻²), który charakteryzował się najdłuższym i najcieplejszym okresem jesiennej wegetacji oraz wyższymi temperaturami w okresie wiosennej wegetacji (rys. 1). Ponadto w tym czasie ilość opadów była najwyższa. (rys. 2). W pierwszym roku badań na poletkach w okresie konwersji biomasa była prawie czterokrotnie wyższa (261,14 g·m⁻²) w odniesienia do poletek uprawianych konwencjonalnie (68,34 g·m⁻²). Najniższą biomasę chwastów zebrano w drugim roku badań (45,14 g·m⁻²), w którym średnia świeża masa chwastów na poletkach w okresie konwersji była w ilości 87,26 g·m⁻², a na poletkach uprawianych w systemie konwencjonalnym 3,02 g·m⁻². Wtenczas odnotowano najdłuższy okres spoczynku wegetacyjnego, niższą średnio dobową temperaturą powietrza w okresie wiosennej wegetacji oraz niekorzystny rozkład opadów.

Tab. 1. Wpływ systemu produkcji oraz sposobu siewu pszenicy ozimej na liczebność i świeżą masę chwastów (synteza z lat 2006-2009)

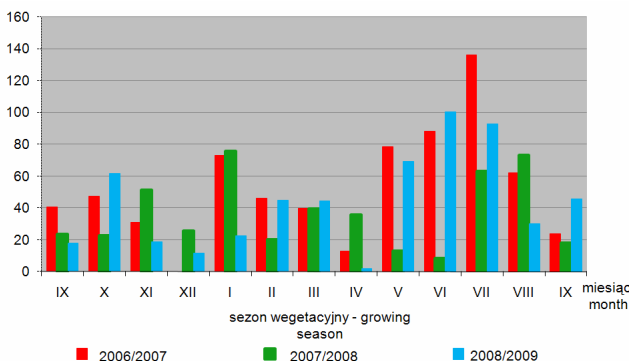
Table 1. The effect of crop production system and sowing method of winter wheat on numbers and biomass of weeds (synthesis of the years 2006-2009)

System produkcji (czynnik A) <i>Crop production system (Factor A)</i>	Sposób siewu (czynnik B) <i>Sowing method (factor B)</i>	Liczba chwastów szt·m ² <i>Number of weeds [No.·m²]</i>	Świeża masa chwastów [g·m ²] <i>Biomass of weeds [g·m²]</i>
Porównanie efektów interakcyjnych czynników A*B <i>Treatment comparison between factor A*B</i>			
System ekologiczny <i>Organic system</i>	450 szt ziarn m ² <i>450 seeds m²</i>	112 c	196,90 b
	800 szt ziarn m ² <i>800 seed m²</i>	80 bc	111,94 ab
	siew pasowy <i>strip cropping</i>	77 bc	120,02 ab
System konwencjonalny <i>Conventional system</i>	450 szt ziarn m ² <i>450 seeds m²</i>	71 abc	111,43 ab
	800 szt ziarn m ² <i>800 seed m²</i>	31 a	36,05 a
	siew pasowy <i>strip cropping</i>	70 ab	79,02 a
Porównanie efektów głównych czynnika A / <i>Treatment comparison factor A</i>			
System ekologiczny / <i>Organic system</i>		90 b	142,96 b
System konwencjonalny / <i>Conventional system</i>		57 a	75,5 a

abc – istotność różnic między średnimi: liczby oznaczone tą samą literą w tej samej kolumnie nie różnią się istotnie przy $p = 0,05$
 abc – significance of differences between means: numbers followed by the same letter do not differ significantly at $p = 0,05$



Rys. 1. Średnia temperatura powietrza w sezonie wegetacyjnym
 Fig. 1. Mean of temperature in the growing season



Rys. 2. Suma opadów w latach w sezonie wegetacyjnym
 Fig. 2. Sum of precipitations in the years of growing season

W okresie od III dekady kwietnia do końca czerwca spadło 21 mm deszczu. Stwierdzono ponadto, iż zwiększenie gęstości siewu pszenicy ozimej do 800 szt. ziaren·m², jak również siew pasowo-rzędowy w obrębie systemu uprawy nie miały statystycznie istotnego wpływu na liczbę oraz

biomasę chwastów. Jednakże w systemie konwencjonalnym zarówno liczba, jak i biomasa chwastów w warunkach siewu zagęszczonego i siewu pasowo-rzędowego była istotnie mniejsza niż na poletkach w okresie konwersji, na których wysiano standardową ilość nasion.

Intensyfikacja produkcji roślinnej oparta na dużym zużyciu przemysłowych środków produkcji takich jak syntetyczne nawozy mineralne oraz środki ochrony roślin, głównie herbicydy, prowadzi do specjalizacji zbiorowisk roślinności segetalnej oraz zmniejszenia ich bioróżnorodności [1, 6, 7]. Liczne doniesienia krajowe i zagraniczne wskazują, że w systemie upraw ekologicznych występuje wyższa różnorodność flory i fauny w porównaniu z pozostałymi systemami rolniczymi [2, 4, 5, 8, 9]. Natomiast w badaniach Stupnickiej-Rodzyńkiewicz i in. [12] stosowanie herbicydów ograniczyło liczebność chwastów, ale nie ich różnorodność. W badaniach własnych w okresie konwersji wskaźnik różnorodności gatunkowej Shannona (H) był wyższy w porównaniu do konwencjonalnej uprawy (tab. 2). Wyższa wartość wskaźnika wskazuje większą różnorodność fitocenozy. Zwiększenie gęstości siewu w okresie konwersji nie miało wpływu na wartość wskaźnika, natomiast odmienne wyniki uzyskano w systemie konwencjonalnej uprawy. Zwiększenie gęstości siewu skutkowało zmniejszeniem różnorodności gatunkowej. W warunkach siewu rzędowo-pasowego, niezależnie od systemu uprawy, uzyskano najwyższe wartości wskaźnika różnorodności gatunkowej.

Na podstawie uzyskanych danych stwierdzono niższą wartość indeksów dominacji gatunkowej Simpsona (λ) w okresie konwersji (tab. 3). Uniwersalność tego indeksu polega na możliwości zastosowania do liczby osobników w populacji, jak również ich masy lub stopnia pokrycia powierzchni gleby. Zakres wartości wskaźnika wynosi od 0 do 1, przy czym większa wartość wskazuje na wyższą dominację jednego lub kilku gatunków, a tym samym niską różnorodność siedliska [13].

Tab. 2. Wskaźniki różnorodności gatunkowe (H) zbiorowiska chwastów w pszenicy ozimej wyliczone na podstawie liczby osobników

Table 2. Indices of weed communities diversity (H) calculated based on weed individual number in winter wheat

System produkcji <i>Crop production system</i>	Sposób siewu <i>Sowing method</i>	Wskaźnik różnorodności Shannona <i>Shannon's diversity index</i>
Zestawienie efektów interakcyjnych czynników A*B <i>Treatment combination between factor A*B</i>		
System ekologiczny <i>Organic system</i>	450 szt ziarn m ² <i>450 seeds m²</i>	1,71
	800 szt ziarn m ² <i>800 seed m²</i>	1,71
	siew pasowy <i>strip cropping</i>	1,81
System konwencjonalny <i>Conventional system</i>	450 szt ziarn m ² <i>450 seeds m²</i>	1,34
	800 szt ziarn m ² <i>800 seed m²</i>	1,23
	siew pasowy <i>strip cropping</i>	1,52
Zestawienie efektów głównych czynnika A / <i>Treatment breakdown of factor A</i>		
System ekologiczny / <i>Organic system</i>		1,74
System konwencjonalny / <i>Conventional system</i>		1,36

Tab. 3. Wskaźniki dominacji gatunkowe zbiorowisk chwastów w pszenicy ozimej wyliczone na podstawie liczby osobników i ich biomasy (średnia z lat 2006-2009)

Table 3. Indices of diversity and domination of weed species calculated based on weed individual number and biomass during winter wheat (mean of the years 2006-2009)

Gatunki chwastów <i>Weed species</i>	System ekologicznej produkcji <i>Organic crop production system</i>						System konwencjonalnej produkcji <i>Conventional crop production system</i>					
	450 szt ziarn m ² <i>450 seeds m²</i>		800 szt ziarn m ² <i>800 seed m²</i>		siew pasowy <i>strip cropping</i>		450 szt ziarn m ² <i>450 seeds m²</i>		800 szt ziarn m ² <i>800 seed m²</i>		siew pasowy <i>strip cropping</i>	
	λ_L	λ_M	λ_L	λ_M	λ_L	λ_M	λ_L	λ_M	λ_L	λ_M	λ_L	λ_M
<i>Agropyron repens</i> (L.) P. Beauv.	0,02	0,02	0,01	+	0,01	0,01	+	+	0,05	0,06	+	+
<i>Apera spica-venti</i> (L.) P. Beauv.	0,03	0,01	0,04	0,02	0,03	0,01	0,22	0,02	0,14	0,18	0,12	0,09
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	0,01	+	0,01	+	0,02	+	+	+	+	+	0,01	0,01
<i>Centaurea cyanus</i> L.	-	-	-	-	-	-	+	0,50	-	-	-	-
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Equisetum arvense</i> L.	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+
<i>Geranium pusillum</i> Burm. F. ex L.	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+
<i>Matricaria maritima</i> L. subsp. <i>inodora</i> (L.) Dostál	0,10	0,23	0,09	0,25	0,06	0,32	+	+	+	+	+	0,04
<i>Papaver rhoeas</i> L.	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	-	-	+	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thlaspi arvense</i> L.	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+
<i>Veronica hederifolia</i> L. s. str.	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-
<i>Viola</i> ssp.	0,06	0,03	0,07	0,03	0,07	0,02	0,12	0,01	0,13	0,08	0,14	0,10
Wartość dla obiektu <i>Treatment value</i>	0,21	0,29	0,22	0,30	0,19	0,37	0,35	0,53	0,32	0,32	0,28	0,24

[-] gatunek nie występował / [-] species was not appeared;

[+] wartość wskaźnika < 0,01 / [+] index value < 0,01

$[\lambda_L]$ wskaźnik dominacji Simpsona wyliczone na podstawie liczby osobników / $[\lambda_L]$ Simpson's domination index calculated based on weed individual number

$[\lambda_M]$ wskaźnik dominacji Simpsona wyliczone na podstawie świeżej masy chwastów / $[\lambda_M]$ Simpson's domination index calculated based on weed fresh mass

W okresie konwersji najwyższą wartość dominacji gatunkowej odnotowano dla *Matricaria maritima*. Wyższe wartości indeksu uzyskano przy obliczeniach biomasy chwastów. Na polstkach uprawianych konwencjonalnie wartość indeksu dominacji była najwyższa dla gatunków *Apera spica-venti* i *Viola* ssp., a wartości indeksu były wyższe dla liczby osobników.

4. Wnioski

1. Temperatura i opady w sezonie wegetacyjnym powodowały zmiany ilościowe zachwaszczenia.
2. W okresie konwersji pszenicy ozimej w system ekologiczny stwierdzono istotnie większą liczbę oraz biomasę

chwastów w porównaniu do pszenicy uprawianej w systemie konwencjonalnym.

3. Większą różnorodność gatunkową odnotowano w okresie konwersji w porównaniu do pszenicy uprawianej w systemie konwencjonalnym.
4. W okresie konwersji zwiększenie gęstości siewu nie miało wpływu na różnorodność gatunkową zbiorowiska chwastów, a w warunkach konwencjonalnej uprawy skutkowało zmniejszeniem różnorodności gatunkowej.
5. Najwyższą wartość różnorodności gatunkowej chwastów uzyskano w warunkach siewu rzędowo-pasowego.
6. W okresie konwersji dominującym gatunkiem był: *Matricaria maritima*, a w uprawie konwencjonalnej *Apera spica-venti* i *Viola* ssp.

5. Literatura

- [1] Barberi P., Silvestri N., Bonami E.: Weed communities of winter wheat as influenced by input level and rotation. *Weed Res.*, 1997, 37: 301-313.
- [2] Feledyn-Szewczyk B.: Zmiany bioróżnorodności flory segetalnej w systemie ekologicznym w latach 1996-2007. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 2008, Vol. 53(3), s. 63-68.
- [3] Golka W. Ptaszyński S.: Mechaniczne odchwaszczanie pól w rolnictwie ekologicznym. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 2008, 1: 37-43.
- [4] Hołdyński C., Korona A., Jastrzębski W., Korona E.: Zachwaszczenie pól w różnych systemach uprawy. *Pam. Puł.*, 2000, 122: 149-159.
- [5] Kapeluszny J., Haliniarz M.: Zachwaszczenie zbóż uprawianych w gospodarstwach ekologicznych na Lubelszczyźnie. *Pam. Puł.*, 2000, 122: 39-49.
- [6] Korniak T., Hołdyński Cz.: Charakterystyka flory segetalnej północno-wschodniej części polski. *Materiały XVII Krajowej Konferencji Przyczyny i źródła zachwaszczenia pól uprawnych - 28-29.06.1994, Olsztyn: 7-12.*
- [7] Krawczyk R.: Kierunki zmian zachwaszczenia - Szanse i zagrożenia. *Prog. Plant Protection / Post. Ochr. Roślin*, 2005, 45(1): 233-241.
- [8] Krawczyk R., Kierzek R.: Kształtowanie się zachwaszczenia jęczmienia jarego w okresie konwersji gruntów ornych na system produkcji ekologicznej. W: „Wybrane zagadnienia ekologiczne we współczesnym rolnictwie”. Zbytek Z. (red.). PIMR, Poznań, 2009 (6), s. 95-101.
- [9] Marshall E., Brown V., Boatman N., Lutman P., Squire G., Ward L.: The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. *Weed Res.*, 2003, 43: 77-89.
- [10] Shannon C.E.: A mathematical theory of communications. *Bell Syst. Tech. J.*, 1948, 27: 379-423.
- [11] Simpson E.H.: Measurement of diversity. *Nature*, 1949, 163, 688.
- [12] Stupnicka-Rodzinkiewicz E., Stępnik K., Lepiarczyk A.: Wpływ zmianowania, sposobu uprawy roli i herbicydów na bioróżnorodność chwastów. *Acta Sci.Pol., Agricultura* 2004, 3(2): 235-245.
- [13] Topham P.B., Lawson H.M.: Measurement of weed species diversity in crop/weed competition studies. *Weed Research*, 1982, 22: 285-293.
- [14] Wanic M., Jastrzębska M., Kostrzewska M.K., Nowicki J.: Analiza zbiorowisk chwastów za pomocą wybranych wskaźników biologicznych. *Acta Agrobotanica*, 2005, 58, 1:227-242.