

Wpłynęło 30.08.2013 r.
Zrecenzowano 09.10.2013 r.
Zaakceptowano 29.10.2013 r.

A – koncepcja
B – zestawienie danych
C – analizy statystyczne
D – interpretacja wyników
E – przygotowanie maszynopisu
F – przegląd literatury

OCENA RÓŻNORODNOŚCI FLORY SEGETALNEJ I OWADÓW PROSTOSKRZYDŁYCH W ZBOŻACH OZIMYCH UPRAWIANYCH W SYSTEMIE EKOLOGICZNYM I KONWENCJONALNYM

**Adam BERBEĆ¹⁾ BDEF, Paweł RADZIKOWSKI¹⁾ BCDEF,
Jarosław STALENGA¹⁾ ADEF, Beata FELEDYN-SZEWCZYK¹⁾ ADEF,
Izabela HAJDAMOWICZ²⁾ ABE, Marzena STAŃSKA²⁾ ABE**

¹⁾ Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB w Puławach, Zakład Systemów i Ekonomiki Produkcji Roślinnej

²⁾ Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach, Instytut Biologii, Katedra Zoologii

Streszczenie

W pracy przeanalizowano różnorodność gatunkową oraz liczebność flory segetalnej i owadów z rzędu prostoskrzydłych, występujących w zbożach ozimych uprawianych w systemie ekologicznym i konwencjonalnym. Badania przeprowadzono w 2012 r., na wybranych gruntach, użytkowanych zgodnie z zasadami rolnictwa ekologicznego oraz na działkach użytkowanych konwencjonalnie, zlokalizowanych na terenie województwa lubelskiego. Nie stwierdzono istotnych różnic w liczbie gatunków chwastów w uprawach ekologicznych i konwencjonalnych, ale zbiorowiska różniły się pod względem jakościowym. Spośród 95 wykazanych gatunków chwastów, 17 wystąpiło tylko w systemie ekologicznym, a 15 – wyłącznie w uprawach konwencjonalnych. Liczebność chwastów w uprawach zbóż ozimych w systemie ekologicznym była istotnie większa (o 45%) niż w uprawach konwencjonalnych. Nie stwierdzono istotnych różnic w bogactwie gatunkowym i liczebności owadów prostoskrzydłych, występujących w uprawach ekologicznych i konwencjonalnych, ale wystąpiły różnice w liczebności poszczególnych rodzin.

Słowa kluczowe: *chwasty, prostoskrzydłe, rolnictwo ekologiczne, różnorodność biologiczna*

Do cytowania For citation: Berbeć A., Radzikowski P., Stalenga J., Feledyn-Szewczyk B., Hajdamowicz I., Stańska M. 2013. Ocena różnorodności flory segetalnej i owadów prostoskrzydłych w zbożach ozimych uprawianych w systemie ekologicznym i konwencjonalnym. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 13. Z. 4(44) s. 5–16.

WSTĘP

Intensywne rolnictwo, które rozwinęło się wraz z upowszechnieniem przemysłowych środków produkcji, głównie nawozów mineralnych i chemicznych środków ochrony roślin, spowodowało zwiększenie plonów roślin uprawnych, ale wpłynęło negatywnie na różnorodność biologiczną flory i fauny w agroekosystemach [BARBERI i in. 1997; COOPER 2007; HYVÖNEN i in. 2003; KWIATKOWSKI i in. 2004]. Upowszechnienie użycia herbicydów w II połowie XX w. spowodowało wyeliminowanie wielu gatunków roślin dzikich, potocznie zwanych chwastami, z pól uprawnych. Zmniejszenie liczebności niektórych gatunków chwastów, np.: rdestu ptasiego (*Polygonum aviculare* L.), komosy białej (*Chenopodium album* L.), wiechliny rocznej (*Poa annua* L.), gwiazdnicy pospolitej (*Stellaria media* L.), które są szczególnie ważne dla występowania owadów i ptaków, zakłóca prawidłowe funkcjonowanie łańcuchów pokarmowych, a w konsekwencji – całych agroekosystemów [FULLER 2000; MARSHALL i in. 2003]. Duży wpływ na skład gatunkowy zbiorowisk segetalnych ma zwiększenie w ostatnim stuleciu udziału upraw ozimych w stosunku do jarych [MARSHALL i in. 2003]. Według HALDA [1999] zmiana formy uprawy zbóż z jarej na ozimą spowodowała 25% zmniejszenie liczby gatunków i osobników chwastów obserwowanych w łańcach roślin uprawnych. Większa różnorodność gatunkowa flory segetalnej sprzyja zwiększaniu różnorodności fauny, zarówno niepożądaney, jak i pożądaney, czyli drapieżników oraz pasożytów ograniczających liczbę szkodników [DOBZAŃSKI, ADAMCZEWSKI 2009; TWARDOWSKI, PASTUSZKO 2008]. Ważnym aspektem różnorodności biologicznej jest liczebność i skład gatunkowy bezkręgowców, żyjących na polach uprawnych. Jako przedmiot badań wybrano rząd prostoskrzydłe, który – obok pajaków, chrząszczy i pszczoł – jest coraz częściej uwzględniany w badaniach nad różnorodnością użytków rolnych. Ich liczebność i zróżnicowanie zależą od intensywności zabiegów agrotechnicznych [KNOP i in. 2006]. Czynnikiem wpływającym na zmniejszenie różnorodności gatunkowej w ekosystemach rolniczych jest likwidacja użytków cennych przyrodniczo, takich jak zakrzaczenia, zadrzewienia, miedze śródpolne, która powoduje zmniejszenie liczby siedlisk bezkręgowców i ptaków oraz ogranicza dostępność pożywienia [FULLER 2000].

Kształtowanie różnorodności biologicznej może się odbywać przez stosowanie odpowiednich praktyk rolniczych, przyjaznych dla środowiska. Obecnie uważa się, że do zachowania wysokiej jakości agroekosystemów konieczne jest stworzenie systemu produkcji roślinnej z jednej strony umożliwiającego osiągnięcie przez rolnika satysfakcjonującego plonu, a z drugiej – stwarzającego możliwość przetrwania na polach jak największej liczby gatunków roślin i zwierząt, pełniących ważne funkcje w ekosystemach [ROSIN i in. 2011]. Dotychczasowe nieliczne wyniki badań wskazują, że wyższy poziom różnorodności biologicznej wpływa pozytywnie na poziom świadczeń ekosystemu (ang. ecosystem services), zwłaszcza na skuteczność kontroli biologicznej [SWIFT i in. 2004; TSCHARNTKE i in. 2005]. Poziom

świadczeń ekosystemu jest większy w przypadku równoczesnego oddziaływania całego zespołu drapieżników i parazytoidów, których liczebność może dodatkowo zależeć od skomplikowania krajobrazu rolniczego i intensywności gospodarowania [STOATE i in. 2009]. Według HYVÖNENA i in. [2003] oraz VAN ELSENA [2000] sposobem na osiągnięcie wysokiego poziomu świadczeń ekosystemowych i jednocześnie zadowalających plonów jest prowadzenie gospodarstwa według zasad rolnictwa ekologicznego, co skutkuje w krótkim okresie zwiększeniem różnorodności gatunkowej chwastów, choć zwykle odtworzenie rzadkich, szczególnie cennych gatunków wymaga więcej czasu.

Celem badań była ocena różnorodności gatunkowej oraz liczebności roślin segetalnych i owadów z rzędu prostoskrzydłych (*Orthoptera*), występujących w zbożach ozimych uprawianych w wybranych gospodarstwach ekologicznych i konwencjonalnych.

METODY BADAŃ

W pracy przedstawiono wyniki z pierwszego roku monitoringu różnorodności gatunkowej flory segetalnej i owadów z rzędu prostoskrzydłych, realizowanego w ramach projektu KIK/25 „Ochrona różnorodności gatunkowej cennych przyrodniczo siedlisk na użytkach rolnych na obszarach Natura 2000 w woj. lubelskim”. Badania przeprowadzono w 2012 r. na 14 parach pól z uprawą zboża ozimego (żyto, pszenica lub pszenżyto), zlokalizowanych w wybranych gospodarstwach ekologicznych po okresie konwersji oraz w gospodarstwach konwencjonalnych. Gospodarstwa były położone w województwie lubelskim, głównie w dolinach rzek Wieprz, Tyśmienica i Bug. Metodą ankietową zebrano informacje o agrotechnice stosowanej na gruntach ornych objętych monitoringiem.

W celu przeprowadzenia monitoringu flory segetalnej, na każdym polu z uprawą zboża ozimego wyznaczono, w sposób losowy, z pominięciem strefy brzegowej pola (10 m), 5 poletek badawczych o powierzchni 0,5 m². Określono skład gatunkowy i liczebność zbiorowisk chwastów na polach w systemie ekologicznym i konwencjonalnym. Badania przeprowadzono w I dekadzie lipca 2012 r. Liczebność chwastów przeliczono na 1 m². Wyznaczono także frekwencję dominujących gatunków, korzystając ze wzoru:

$$F = (s/S) \cdot 100\% \quad (1)$$

gdzie:

- F – frekwencja gatunku,
- s – liczba stanowisk (poletek badawczych) z danym gatunkiem,
- S – liczba wszystkich stanowisk (poletek badawczych).

Dodatkowo zarejestrowano gatunki, występujące w sąsiedztwie poletek badawczych (w promieniu 2 m), które zostały zaliczone do składu zbiorowiska chwastów w danej uprawie.

Owady z rzędu prostoskrzydłych pozyskiwano metodą pułapek Barbera i czerpaka entomologicznego, w okresie od połowy kwietnia do końca sierpnia 2012 r. Pułapki Barbera założono w postaci plastikowych kubków o średnicy 10 cm, zakopanych równo z poziomem gleby, po trzy na każdym z badanych pól. Pułapki lokalizowano co najmniej 10 m od krawędzi pola. Odległość między pułapkami wynosiła 5 m. Pułapki wypełniono płynem konserwującym (glikol propylenowy) z dodatkiem detergentu, w celu zmniejszenia napięcia powierzchniowego, i zabezpieczono daszkiem przed opadami atmosferycznymi i zanieczyszczeniami. Funkcjonowały one przez 2 tygodnie w każdym miesiącu.

Czerpakowanie przeprowadzono w dwóch powtórzeniach, w odległości 5 m od linii pułapek. Na powtórzenie składało się 25 uderzeń czerpaka. Metodę tę stosowano na tych samych powierzchniach co pułapki Barbera, co dwa tygodnie. Zebrane owady umieszczono w 75% roztworze etanolu.

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej. Liczbę gatunków i liczebność chwastów występujących w zbożach uprawianych w systemie ekologicznym i konwencjonalnym, porównano za pomocą parametrycznego testu *t*-Studenta dla porównania dwóch grup niezależnych. Bogactwo gatunkowe i liczebność owadów prostoskrzydłych nie miały rozkładu normalnego, dlatego analizowano je z pomocą testu nieparametrycznego *U* Manna-Whitneya. Wyznaczono korelacje (rangowe Spermana) między liczebnością chwastów i owadów prostoskrzydłych. Obliczenia wykonano za pomocą programu STATISTICA 7. Obliczono wskaźniki różnorodności Shannona-Wiennera H' i dominacji Simpsona SI , według wzorów [SHANNON 1948, SIMPSON 1949]:

$$H' = -\sum P_i \ln P_i \quad (2)$$

$$SI = \sum P_i^2 \quad (3)$$

gdzie:

- P_i – prawdopodobieństwo występowania określonego gatunku w próbie,
 $P_i = n/N$,
- n – liczebność określonego gatunku,
- N – ogólna liczebność na powierzchni próbnej.

Im większa wartość wskaźnika Shannona-Weinera, tym większa różnorodność zbiorowiska. Zakres wartości wskaźnika Simpsona wynosi od 0 do 1, przy czym wartości zbliżone do 1 wskazują na wyraźną dominację jednego lub kilku gatunków.

WYNIKI I DYSKUSJA

Badane gospodarstwa konwencjonalne, w których prowadzono monitoring różnorodności biologicznej, w większości prowadziły ekstensywną produkcję rolną (tab. 1). W gospodarstwach tych nie stosowano insektycydów, tylko w 14% fungicydy. Część gospodarstw konwencjonalnych nie używała herbicydów, a mechaniczne zabiegi regulacji zachwaszczenia były ograniczane do 1-krotnego bronowania. Znaczna część gospodarstw konwencjonalnych nie prowadziła produkcji towarowej, jedynie na samozaopatrzenie. Próba gospodarstw konwencjonalnych objętych badaniami odzwierciedla w znacznym stopniu dominujący sposób gospodarowania rolniczego w województwie lubelskim (małe zużycie nawozów i chemicznych środków ochrony roślin). Plony zbóż ozimych w badanych gospodarstwach konwencjonalnych wyniosły średnio $2,98 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ i były takie same, jak średnie plony zbóż ozimych dla całego województwa lubelskiego [US 2013]. Plony zbóż ozimych w gospodarstwach ekologicznych były o 46% mniejsze niż w gospodarstwach konwencjonalnych – na poziomie $1,62 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Tabela 1. Wybrane informacje o zabiegach agrotechnicznych stosowanych w badanych gospodarstwach ekologicznych i konwencjonalnych

Table 1. Selected information about agricultural practices in studied organic and conventional farms

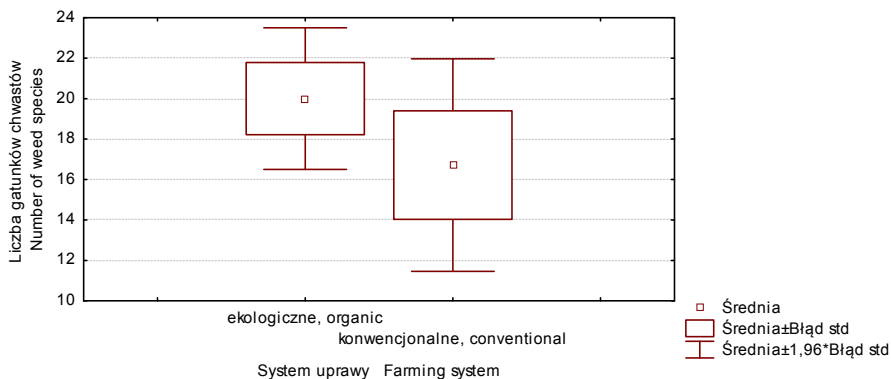
System gospodarowania Type of farming	Udział gospodarstw stosujących The share of farms applying					
	herbicydy herbicides	bronowanie weeding		bronowanie i herbicydy weeding and herbicides	fungicydy fungicides	nawożenie mineralne mineral fertilizers
	%					
Ekologiczne Organic	n.d.	1-krotne once	– 46	n.d.	n.d.	n.d.
Konwencjonalne Conventional	92	1-krotne once	– 57	64	14	93
		2-krotne twice	– 14			

Objaśnienie: n.d. – nie dotyczy. Explanation: n.d. – not applicable.

Źródło: wyniki własne. Source: own studies.

Analizy różnorodności flory segetalnej nie wykazały istotnych różnic w liczbie gatunków chwastów między ekologicznym a konwencjonalnym systemem gospodarowania.

W zbożach ozimych uprawianych w systemie ekologicznym stwierdzono łącznie 80 gatunków chwastów, a w zbożach uprawianych w systemie konwencjonalnym – 78 gatunków. Średnia liczba gatunków występujących na polu wynosiła 20 w systemie ekologicznym i 16,7 w systemie konwencjonalnym (rys. 1).



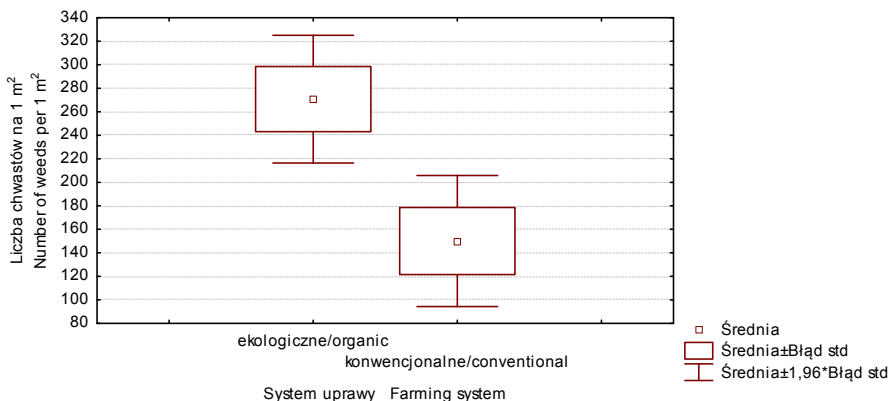
Rys. 1. Średnia liczba gatunków chwastów w zbożach ozimych uprawianych w systemie ekologicznym i konwencjonalnym; źródło: wyniki własne

Fig. 1. Mean number of weed species in winter cereals cultivated in organic and conventional systems; source: own studies

Brak istotnych różnic w bogactwie gatunkowym flory segetalnej zbóż ozimych uprawianych w gospodarstwach ekologicznych i konwencjonalnych można tłumaczyć ekstensywnymi, tradycyjnymi metodami gospodarowania, stosowanymi przez rolników w badanych gospodarstwach konwencjonalnych, dostosowanymi do małej powierzchni pól i warunków finansowych, a także małą skutecznością herbicydów, spowodowaną błędami popełnianymi podczas ich doboru i aplikacji. Podobnych wyników dostarczają badania DĄBKOWSKIEJ i in. [2007] prowadzone w warunkach Małopolski, w których rejestrowano zbliżoną liczbę gatunków chwastów w zbożach uprawianych w gospodarstwach ekologicznych i tradycyjnych (64 i 55 gatunków) oraz znacznie mniejszą w gospodarstwach stosujących intensywne metody produkcji (26 gatunków). Różnice w bogactwie gatunkowym chwastów między gospodarstwami ekologicznymi a konwencjonalnymi (intensywnymi) stwierdzali także inni autorzy krajowi i zagraniczni [FRIEBEN 1998; HOŁDYŃSKI i in. 2000; KAPELUSZNY, HALINIARZ 2000]. Według ROLI i ROLI [2001] herbicydy skutecznie zmniejszają liczebność chwastów, nie zmniejszając w sposób istotny ich bioróżnorodności. Jedyne długotrwałe stosowanie herbicydów może doprowadzić do trwałego wyeliminowania gatunku z ekosystemu.

Mimo zbliżonej liczby gatunków obserwowanych w uprawach ekologicznych i konwencjonalnych, wystąpiły różnice w składzie gatunkowym zbiorowisk w obu typach gospodarowania. Zaobserwowano 63 gatunki wspólne dla obu systemów gospodarowania, 17 gatunków występowało jedynie na polach użytkowanych ekologicznie, a 15 – tylko na polach użytkowanych konwencjonalnie.

Stwierdzono istotne różnice w liczebności chwastów w porównywanych systemach produkcji rolnej (rys. 2). Średnia liczba chwastów w zbożach ozimych uprawianych w systemie ekologicznym wynosiła 271 szt.·m⁻², a w systemie konwencjonalnym była o 45% mniejsza.



Rys. 2. Średnia liczba chwastów (szt. · m⁻²) w zbożach ozimych uprawianych w systemie ekologicznym i konwencjonalnym; źródło: wyniki własne

Fig. 2. Mean number of weeds (plants · m⁻²) in winter wheat cultivated in organic and conventional systems; source: own studies

Najliczniej występującym gatunkiem chwastów w zbożach ozimych w obu systemach gospodarowania była włośnica sina (*Setaria pumila* Poir.), która stanowiła 32,5% ich ogólnej liczby w systemie ekologicznym i 23,4% – w systemie konwencjonalnym (tab. 2). W zbożach ozimych uprawianych w systemie ekologicznym licznie występował szczaw polny (*Rumex acetosella* L.) – 10,1%, perz właściwy (*Elymus repens* L.) – 9,2%, miotła zbożowa (*Apera spica-venti* L.) – 8,5% oraz rdest szczawiolistny (*Polygonum lapathifolium* L.) – 6,1%. Na gruntach użytkowanych konwencjonalnie duży udział w zachwaszczeniu, oprócz włośnicy sianej (*Setaria pumila* Poir.), miały: chwastnica jednostronna (*Echinochloa crus-galli* L.) – 14,9%, sporek polny (*Spergula arvensis* L.) – 6,3%, sit dwudzielny (*Juncus bufonius* L.) – 5,7%, perz właściwy (*Elymus repens* L.) – 5,5% oraz szczaw polny (*Rumex acetosella* L.) – 5,5%. Gatunkami o największej frekwencji (powyżej 50%) w systemie ekologicznym były: włośnica sina (*Setaria pumila* Poir.), rdestówka powojowata (*Fallopia convolvulus* L.), fiołek polny (*Viola arvensis* Murr.), perz właściwy (*Elymus repens* L.) i miotła zbożowa (*Apera spica-venti* L.), a w systemie konwencjonalnym: włośnica sina (*Setaria pumila* Poir.), perz właściwy (*Elymus repens* L.) i fiołek polny (*Viola arvensis* Murr.) (tab. 2). Według STUPNICKIEJ-RODZYŃKIEWICZ [2004] masowe występowanie chwastów jednego lub kilku gatunków jest bardziej szkodliwe dla uprawy niż większej liczby gatunków, występujących mniej licznie, ze względu na zwiększoną konkurencję między nimi. Wykazano także słabą, dodatnią korelację pomiędzy liczebnością chwastów i prostoskrzydłych ($r_s = 0,35$).

Analiza bogactwa gatunkowego owadów z rzędu prostoskrzydłych nie wykazała istotnych statystycznie różnic w liczbie gatunków ($U = 87$; $p = 0,61$) na polach użytkowanych w systemie ekologicznym (26 gatunków) i konwencjonalnym (23

Tabela 2. Udział dominujących gatunków chwastów i ich frekwencja w zbiorowiskach segetalnych w zbożach ozimych uprawianych w systemie ekologicznym i konwencjonalnym

Table 2. The share of dominant weed species and their frequency in weed communities in winter wheat cultivated in organic and conventional system

Gatunek chwastu Weed species	System ekologiczny Organic system		System konwencjonalny Conventional system	
	udział share	frekwencja frequency	udział share	frekwencja frequency
	%			
<i>Setaria pumila</i> (Poir.) Roem. & Schult.	32,53*	77,1	23,44	61,4
<i>Rumex acetosella</i> L.	10,05	45,1	5,45	22,8
<i>Elymus repens</i> (L.) P. Beauv.	9,20	51,4	5,54	54,2
<i>Apera spica-venti</i> (L.) P. Beauv.	8,51	51,4	3,22	30,0
<i>Polygonum lapathifolium</i> L. ssp. <i>lapathifolium</i>	6,10	20,0	0,08	5,7
<i>Scleranthus annus</i> L.	4,52	14,2	0,02	1,4
<i>Spergula arvensis</i> L.	2,61	38,5	6,28	14,2
<i>Viola arvensis</i> Murr.	2,21	52,8	4,49	51,4
<i>Equisetum arvense</i> L.	1,81	27,1	1,81	12,8
<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) A. Löve	1,74	57,1	1,28	38,5
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	0,01	1,4	14,85	22,8
<i>Juncus bufonius</i> L.	1,01	4,3	5,71	12,8
<i>Oxalis stricta</i> L.	1,35	7,1	4,42	11,4
<i>Plantago major</i> L.	0,89	15,7	3,62	10,0

Pogrubioną czcionką zaznaczono 10 gatunków dominujących w każdym z systemów gospodarowania.

Ten weed species dominating in each farming system are marked in bold.

Źródło: wyniki własne. Source: own studies.

gatunki) (tab. 3). Nie stwierdzono istotnych różnic między ogólną liczebnością owadów prostoskrzydłych w porównywanych systemach gospodarowania, ale wystąpiły różnice w liczebności poszczególnych rodzin (tab. 3). Rodziny *Gryllidae* i *Tetrigidae*, ubogie w gatunki, ale osiągające duże liczebności, były liczniej reprezentowane w systemie konwencjonalnym niż w ekologicznym. Liczba osobników pozostałych rodzin prostoskrzydłych – *Acrididae* i *Tettigoniidae* – była większa w systemie ekologicznym. Rodzina *Acrididae* była reprezentowana przez kilkanaście gatunków i znacznie zwiększyła różnorodność gatunkową prostoskrzydłych występujących w łąkach zbóż ozimych.

W obu porównywanych systemach gospodarowania dominowały dwa gatunki: skakun szydlówka (*Tetrix subulata*) i świerszcz polny (*Gryllus campestris*). Duża liczebność skakuna skrzydlówki (*T. subulata*) w obu systemach mogła być związana z tym, że jest to gatunek eurytopowy, który zasiedla zróżnicowane siedliska, a jego wytrzymałość na niekorzystne warunki środowiska jest znaczna [ADAMOVIC 1969]. Prawie dwa razy większa liczebność świerszcza polnego (*Gryllus campestris*) w systemie konwencjonalnym mogła być konsekwencją tego, że w systemie

Tabela 3. Liczba gatunków i osobników owadów prostoskrzydłych w obrębie poszczególnych rodzin w zbożach ozimych uprawianych w systemie ekologicznym i konwencjonalnym

Table 3. The number of *Orthoptera* species and individuals from selected families in winter cereals cultivated in organic and conventional system

Rodzina Family	Liczba gatunków w systemie Number of species in system		Liczba osobników w systemie Number of individuals in system	
	ekologicznym organic	konwencjonalnym conventional	ekologicznym organic	konwencjonalnym conventional
<i>Acrididae</i>	14	11	50	40
<i>Gryllidae</i>	1	1	68	107
<i>Tetrigidae</i>	3	3	392	413
<i>Tettigoniidae</i>	8	8	98	58
Razem Total	26	23	608	618

Źródło: wyniki własne. Source: own studies.

tym odnotowano istotnie mniejszą liczebność chwastów niż w systemie ekologicznym (rys. 2). Należy zauważyć, że świerszcz polny (*Gryllus campestris*) jest gatunkiem ciepłolubnym, preferującym otwarte, dobrze nasłonecznione przestrzenie z niską roślinnością [PEARCE-KELLY i in. 1998]. W związku z mniejszą liczebnością chwastów na polach z uprawami konwencjonalnymi, mogło znajdować się tam więcej otwartych przestrzeni niż w systemie ekologicznym, co mogło ostatecznie sprzyjać liczniejszemu występowaniu świerszcza polnego (*Gryllus campestris*).

Dużą liczebność skakuna skrzydłówki (*Tetrix subulata*) oraz świerszcza polnego (*Gryllus campestris*) w obu systemach gospodarowania wyjaśnia też ich cykl reprodukcyjny. W przeciwieństwie do większości krajowych prostoskrzydłych zimują one jako postacie dorosłe, a potomstwo jest wydawane na początku sezonu wegetacyjnego. W próbach obserwujemy zarówno osobniki dorosłe, jak i bardzo liczne nimfy. Pozostałe gatunki z rodziny *Acrididae* oraz *Tettigoniidae* zimują w glebie w postaci jaj i wykluwają się wiosną [CHERRILL, BROWN 1990; TELFER, HASSALL 1999]. Cykl rozwojowy tych gatunków jest jednak zaburzany przez zabiegi uprawy roli, powodujące istotne zmniejszenie ich frekwencji, co ogranicza możliwości odnowienia populacji tych gatunków na tym samym polu w następnym roku. Potwierdziły to wyniki obserwacji, wskazujących na obecność niewielkiej liczby młodych osobników z rodzin *Acrididae* i *Tettigoniidae*, w porównaniu do rodzin *Tetrigidae* i *Grillidae*. Wyniki sugerują, że wszystkie populacje gatunków z rodziny *Acrididae*, podobnie jak i *Tettigoniidae*, pochodzą z sąsiednich siedlisk, na których nie wykonuje się zabiegów uprawy roli. Większy udział *Acrididae* i *Tettigoniidae* w systemach ekologicznych mógł być związany z większą dostępnością pokarmu roślinnego w postaci chwastów, zwłaszcza jednoliściennych oraz zwiększoną dostępnością innych owadów, np. mszyc, które stanowią pokarm drapieżnych prostoskrzydłych z rodziny *Tettigoniidae*.

Ocena różnorodności biologicznej flory segetalnej i owadów prostoskrzydłych za pomocą wskaźników różnorodności Shannona-Weinera i dominacji Simpsona nie wykazała znacznych różnic między systemem ekologicznym a konwencjonalnym (tab. 4). Zbliżone wartości wskaźników zbiorowisk chwastów są wynikiem stosunkowo dużej różnorodności gatunkowej w obu typach upraw. Ze względu na to, że populacje owadów były zdominowane przez kilka gatunków, uzyskano stosunkowo małe wartości wskaźników różnorodności Shannona-Weinera i duże – wskaźników dominacji Simpsona, zarówno w systemie konwencjonalnym, jak też ekologicznym.

Tabela 4. Wskaźniki różnorodności Shannona-Weinera H' i dominacji Simpsona SI badanych grup organizmów w systemie ekologicznym i konwencjonalnym

Tabela 4. Shannon-Weiner's diversity index H' and Simpson's dominance index SI for tested groups of organisms in organic and conventional farming system

System gospodarowania Farming system	Grupa organizmów Group of organisms	Wskaźnik Index	
		H'	SI
Ekologiczny	prostoskrzydłe orthoptera	0,89175	0,201361
Organic	chwasty weeds	1,18448	0,140812
Konwencjonalny	prostoskrzydłe orthoptera	0,78016	0,276490
Conventional	chwasty weeds	1,25511	0,099696

Źródło: wyniki własne. Source: own studies

WNIOSKI

1. Nie stwierdzono istotnych różnic w bogactwie gatunkowym chwastów towarzyszących zbożom ozimym w gospodarstwach ekologicznych i konwencjonalnych, ale wystąpiły różnice w składzie gatunkowym zbiorowisk.

2. W uprawach zbóż ozimych w systemie ekologicznym liczba chwastów była istotnie większa ($271 \text{ szt.} \cdot \text{m}^{-2}$) niż w systemie konwencjonalnym ($150 \text{ szt.} \cdot \text{m}^{-2}$).

3. Nie stwierdzono istotnych różnic w liczbie gatunków i osobników owadów z rzędu prostoskrzydłych występujących w badanych uprawach ekologicznych i konwencjonalnych, ale wystąpiły różnice w liczebności poszczególnych rodzin.

Badania przeprowadzono w ramach projektu pt.: „Ochrona różnorodności gatunkowej cennych przyrodniczo siedlisk na użytkach rolnych na obszarach Natura 2000 w woj. lubelskim”, współfinansowanego ze środków Szwajcarsko-Polskiego Programu Współpracy oraz tematu statutowego 222/05/S realizowanego przez Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach.

LITERATURA

- ADAMOVIC Z.R. 1969. Habitat relationships of some closely related species of *Tetrigidae*, *Orthoptera*. *Ekologija*. Nr 4 s. 165–184.
- BARBERI P., SILVESTRI N., BONARI E. 1997. Weed communities of winter wheat as influenced by input level and rotation. *Weed Research*. Nr 37 s. 301–313.
- CERRILL A.J., BROWN V.K. 1990. The life cycle and distribution of the wart-biter *Decticus verrucivorus* (L.) (*Orthoptera: Tettigoniidae*) in a chalk Grassland in Southern England. *Biological Conservation*. Vol. 53. Issue 2 s. 125–143.
- COOPER J., DOBSON H. 2007. The benefits of pesticides to mankind and the environment. *Crop Protection*. Nr 26 (9) s.1337–1348.
- DĄBKOWSKA T., STUPNICKA-RODZYNKIEWICZ E., ŁABZA T. 2007. Zachwaszczenie upraw zbóż w gospodarstwach ekologicznym, konwencjonalnym i intensywnym na wybranych przykładach z Małopolski. *Pamiętniki Puławskie*. Nr 145 s. 5–16.
- DOBZAŃSKI A., ADAMCZEWSKI K. 2009. Wpływ walki z chwastami na bioróżnorodność agrofitytoz. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin*. Nr 49 (3) s. 982–995.
- FULLER R.J. 2000. Relationships between recent changes in lowland British agriculture and farmland bird populations: an overview. W: *Ecology and conservation of lowland farmland birds*. Pr. zbior. Red. N.J. Aebischer, A.D. Evans, P.V. Grice, J.A. Vickery. Tring. BOU s. 5–16.
- FRIEBEN B. 1998. Organic farming as a sustainable system – biodiversity in fields. W: *Sustainable Agriculture for food, energy and industry*. Vol. I. Proc. Intern. Conference Sustainable Agriculture for Food, Energy and Industry. Red. N. El Bassam, R.K. Behl, B. Prochnow. London. James and James Ltd s. 603–608.
- HALD A.B. 1999. The impact of changing the season in which cereals are sown on the diversity of the weed flora in rotational fields in Denmark. *Journal of Applied Ecology*. Nr 36 s. 24–32.
- HOLDYŃSKI CZ., KORONA A., JASTRZEBSKI W., KORONA E. 2000. Zachwaszczenie pól w różnych systemach uprawy. *Pamiętniki Puławskie*. Nr 122 s. 149–159.
- HYVÖNEN T., KETOYA E., SALONEN J., JALLI H., TIAINEN J. 2003. Weed species diversity and community composition in organic and conventional cropping of spring cereals. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. Nr 97 s. 131–149.
- KAPELUSZNY J., HALINIARZ M. 2000. Zachwaszczenie zbóż uprawianych w gospodarstwach ekologicznych na Lubelszczyźnie. *Pamiętniki Puławskie*. Nr 122 s. 39–49.
- KNOP E., KLEJN D., HERZOG F., SCHMID B. 2006. Effectiveness of the Swiss agri-environment scheme in promoting biodiversity. *Journal of Applied Ecology*. Vol. 43 (1) s. 120–127.
- KWIATKOWSKI C., WESOŁOWSKI M., STĘPIEŃ A. 2004. Bioróżnorodność chwastów w trzech odmianach jęczmienia jarego uprawianych w siedmioletniej monokulturze i zmianowaniu. *Acta Scientiarum Polonorum. Agricultura*. Nr 2 (3) s.109–117.
- MARSHALL E.J.P., BROWN V.K., BOATMAN N.D., LUTMAN P.J.W., SQUIRE G.R., WARD L.K. 2003. The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. *Weed Research*. Nr 43 s. 77–89.
- PEARCE-KELLY P., JONES R., CLARKE D., WALKER C., ATKIN P., CUNNINGHAM A.A. 1998. The captive rearing of threatened *Orthoptera*: a comparison of the conservation potential and practical considerations of two species' breeding programmes at the Zoological Society of London. *Journal of Insect Conservation*. Nr 2 s. 201–210.
- ROSIN Z., TAKACS V., BÁLDI A., BANASZAK-CIBICKA W., DAJDOK Z., DOLATA P. T., KWIECIŃSKI Z., ŁANGOWSKA A., MOROŃ D., SKÓRKA P., TOBÓŁKA M., TRYJANOWSKI P., WUCZYŃSKI A. 2011. Koncepcja świadczeń ekosystemowych i jej znaczenie w ochronie przyrody krajobrazu rolniczego. *Chrońmy Przyrodę Ojczystą*. Nr 67 (1) s. 3–20.
- SHANNON C.E. 1948. A mathematical theory of communications. *Bell System Technical Journal*. Vol. 27 s. 379–423.

- SIMPSON E.H. 1949. Measurement of diversity. *Nature*. Vol. 168 s. 668.
- STOATE C., BALDI A., BEJA P., BOATMAN N.D., HERZON I., VAN DOORN A., DE SNOO G.R., RAKOSY L., RAMWELL C. 2009. Ecological impacts of early 21st century agricultural change in Europe – a review. *Journal of Environmental Management*. Vol. 91 (1) s. 22–46.
- STUPNICKA-RODZYŃKIEWICZ E., STĘPNIK K., LEPIŃCZYK A. 2004. Wpływ zmianowania, sposobu uprawy roli i herbicydów na bioróżnorodność zbiorowisk chwastów. *Acta Scientiarum Polonorum. Agricultura*. Nr 3(2) s. 235–245.
- SWIFT M.J., IZAC A.M.N., VAN NOORDWIJK M. 2004. Biodiversity and ecosystem services in agricultural landscapes – are we asking the right questions? *Agriculture, Ecosystems and Environment*. Vol. 104 (1) s. 113–134.
- TELFER M.G., HASSALL M. 1999. Ecotypic differentiation in the grasshopper *Chorthippus brunneus*: life history varies in relation to climate. *Oecologia*. Nr 121 s. 245–254.
- TSCHARNTKE T., KLEIN A.M., KRUESS A., STEFFAN-DEWENTER I., THIES C. 2005. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity – ecosystem service management. *Ecology Letters*. Nr 8 (8) s. 857–874.
- TWARDOWSKI J., PASTUSZKO K. 2008. Siedliska brzeżne w agrocenozie pszenicy ozimej jako rezeruary pożytecznych biegaczowatych (col., Carabidae). *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*. Nr 53 (4) s. 123–127.
- US 2013. Rolnictwo w województwie lubelskim w 2012 r. [online]. Lublin. ISSN 2080-0517 ss. 94. [Dostęp 14.05.2013]. Dostępny w Internecie: http://www.stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/lublin/ASSETS_rolnictwo_2012%20internet.pdf
- VAN ELSSEN T. 2000. Species diversity as a task for organic agriculture in Europe. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. Nr 77 s. 101–109.

Adam BERBEĆ, Paweł RADZIKOWSKI, Jarosław STALENGA, Beata FELEDYN-SZEWCZYK,
Izabela HAJDAMOWICZ, Marzena STAŃSKA

AN ASSESSMENT OF WEED FLORA AND ORTHOPTERAN DIVERSITY IN WINTER CEREALS CULTIVATED IN ORGANIC AND CONVENTIONAL SYSTEMS

Key words: biodiversity, organic farming, Orthoptera, weeds

S u m m a r y

The diversity of weed flora and *Orthoptera* insects in winter cereals cultivated in organic and conventional system was analyzed. The study was carried out in 2012 on selected organic and conventional fields in the Lublin voivodeship. There were no statistical differences in the number of weed species between organic and conventional fields, but there were qualitative differences between weed communities. From among 95 weed species, 17 occurred only on organic fields and 15 were found exclusively on conventional fields. The number of weeds in winter cereals cultivated in organic system was significantly higher (by 45%) than in conventional system. There were no significant differences in species richness and the number of *Orthoptera* insects between organic and conventional fields, but there were some differences in the number of individuals representing particular families of *Orthoptera*.

Adres do korespondencji: dr J. Stalenga, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB, Zakład Systemów i Ekonomiki Produkcji Roślinnej, ul. Czarторыskich 8, 24-100 Puławy; tel. +48 81 886-34-21, e-mail: stalenga@iung.pulawy.pl