AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
http://ageconsearch.umn.edu
aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

ECREG STUDIES
Vol. 9, No. 1, 2016
www.ers.edu.pl
PDF OPEN ACCESS

ECONOMIC AND REGIONAL STUDIES
STUDIA EKONOMICZNE I REGIONALNE
ISSN 2083-3725 Volume 9, No. 1, 2016

Authors' contribution / Wkład autorów:
A. Zaplanowanie badań/ Study design
B. Zebranie danych/ Data collection
C. Analiza statystyczna/ Statistical analysis
D. Interpretacja danych/ Data interpretation
E. Przygotowanie tekstu/ Manuscript preparation
F. Opracowanie piśmiennictwa/ Literature search
G. Pozyskanie funduszy/ Funds collection

MONITORING OF SEGETAL FLORA SPECIES DIVERSITY ON ENVIRONMENTALLY VALUABLE AREAS OF LUBLIN PROVINCE*

MONITORING RÓŻNORODNOŚCI GATUNKOWEJ FLORY SEGETALNEJ NA CENNYCH PRZYRODNICZO OBSZARACH WOJEWÓDZTWA LUBELSKIEGO

Mariola Staniak[1(B,D,E,F)], Adam Kleofas Berbeć[2(B,C,D,F)], Beata Feledyn-Szewczyk[2(B,C,D,F)], Elżbieta Harasim[3(B,F)], Jarosław Stalenga[2(A,F,G)]
[1]Institute of Soil Science and Plant Cultivation – National Research Institute, Department of Forage Crop Production
[2]Institute of Soil Science and Plant Cultivation – National Research Institute, Department of Systems and Economics Crop Production
[3]University of Life Sciences in Lublin, Faculty of Agrobioengineering, Department of Herbology and Plant Cultivation Techniques

Staniak M., Berbeć A.K., Feledyn-Szewczyk B., Harasim E., Stalenga J. (2016), *Monitoring of segetal flora species diversity on environmentally valuable areas of Lublin province / Monitoring różnorodności gatunkowej flory segetalnej na cennych przyrodniczo obszarach województwa lubelskiego.* Economic and Regional Studies, Vol. 9, No. 1, pp. 86-95.

ORIGINAL ARTICLE

JEL code: Q15

Submitted: November 2015

Accepted: December 2015

Number of characters: 22 432
Tables: 5
Figures: 3
References: 20

ORYGINALNY ARTYKUŁ NAUKOWY

Klasyfikacja JEL: Q15

Zgłoszony: listopad 2015

Zaakceptowany: grudzień 2015

Liczba znaków ze spacjami: 24 338
Tabele: 5
Rysunki: 3
Literatura: 20

Summary

Subject and purpose of work: Monitoring of biological diversity within the areas of natural value is targeted at assessment of the impact of the applied agricultural practices on the natural environment. The aim of the research was to compare species diversity and abundance of segmental plants occurring in winter cereals grown in the selected ecological farms and conventional farms in the Lubelskie voivodeship.
Materials and methods: Monitoring research were conducted between 2012-2014 in 28 farms (14 ecological and 14 traditional) on fields with cereal crops. Species composition and volume of habitats of weeds was defined as well as diversity indicators of Shannon-Wienner and Simpson were indicated.
Results and conclusions: Research indicated that diversity of segmental flora which accompanies cereal was larger in ecological farms than in the traditional ones. The total of 149 species of weeks were marked; 107 taxa were common for both farming systems, 26 were characteristic for ecological system while 16 for the traditional farming. It was noted that the significantly larger number of species present in the field and the volume of weed per area unit was present in ecological farming. Both within the traditional farming system and the ecological one more monocotyledons than dicotyledonous species were found. The assessment of flora diversity via Shannon-Weinner and Simpson indicators indicated larger species diversity in fields of arable crops in ecological system than the conventional one, however, no significant dominance of one or more species of weeds was noted in case of either of the systems.

Keywords: segetal flora, biodiversity, winter cereals, organic farm, conventional farm

Streszczenie

Przedmiot i cel pracy: Monitoring różnorodności biologicznej na obszarach cennych przyrodniczo ocenia wpływ stosowanych praktyk rolniczych na środowisko przyrodnicze. Celem badań było porównanie różnorodności gatunkowej oraz liczebności roślin segetalnych w zbożach ozimych uprawianych w wybranych gospodarstwach ekologicznych i konwencjonalnych w woj. lubelskim.
Materiały i metody: Badania monitoringowe prowadzono w latach 2012-2014 w 28 gospodarstwach (14 ekologicznych i 14 konwencjonalnych) na polach z uprawą zboża ozimego. Określono skład gatunkowy i liczebność zbiorowisk chwastów oraz wyznaczono wskaźniki różnorodności Shannona-Wiennera i Simpsona.
Wyniki i wnioski: Badania wykazały, że różnorodność flory segetalnej towarzyszącej zbożom była większa w gospodarstwach ekologicznych niż konwencjonalnych. Łącznie oznaczono 149 gatunków chwastów; 107 taksonów było wspólnych dla obu systemów gospodarowania, 26 charakterystycznych dla systemu ekologicznego, a 16 wyróżniało system konwencjonalny. Stwierdzono istotnie większą liczbę gatunków przypadających na pole oraz liczebność chwastów na jednostkę powierzchni w gospodarstwach ekologicznych. W obu systemach zanotowano więcej gatunków jednoliściennych niż dwuliściennych. Ocena różnorodności flory za pomocą wskaźników Shannona-Weinnera i Simpsona wykazała większą różnorodność gatunkową w łanach zbóż uprawianych systemem ekologicznym niż konwencjonalnym.

Słowa kluczowe: flora segetalna, bioróżnorodność, zboża ozime, gospodarstwo ekologiczne, gospodarstwo konwencjonalne

Address for correspondence/ Adres korespondencyjny: *dr hab. Mariola Staniak, Institute of Soil Science and Plant Cultivation – National Research Institute, Department of Forage Crop Production, Czartoryskich St. 8, 24-100 Puławy, Poland; phone: 48 81 478-67-95; e-mail: staniakm@iung.pulawy.pl*

Journal indexed in/ Czasopismo indeksowane w: AGRO, BazEkon, Index Copernicus Journal Master List, ICV 2014: 70.81 (6.96); Polish Ministry of Science and Higher Education 2015: 8 points/ AGRO, BazEkon, Index Copernicus Journal Master List ICV 2014: 70,81 (6,96); Ministerstwie Nauki i Szkolnictwa Wyższego 2015: 8 punktów.
Copyright: © 2016 Pope John Paul II State School of Higher Education in Biała Podlaska. All articles are distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), allowing third parties to copy and redistribute the material in any medium or format and to remix, transform, and build upon the material, provided the original work is properly cited and states its license.

Introduction

Agricultural activity may have a diverse impact on biodiversity. Some of the practices constitute a threat to it while some of them have positive influence. A threat is posed for instance by: crop monocultures, excessive mechanization and chemicalisation, agriculture development in marginal lands such as forests, dry lands, wetlands, mountains; excessive animal grazing, improper usage of crop protection chemicals (Giera 2012). A factor which affects the species diversity drop in agriculture ecosystems can be also the elimination of environmentally-valuable usable agricultural lands, such as shrub bushes, woodlots, baulks, ponds or waterholes (Fuller 2000).

A number of agricultural practices can on the other hand contribute to biodiversity increase as a result of both following traditional farming systems and modern standards of sustainable agriculture. Agricultural ecosystems are a habitat for many plant species, invertebrates, birds and other animals which are related by a number of ecological chains and relations (Berbeć et al. 2013, Dembek 2009). Nowadays we can observe a trend in many places around the world for introducing environmentally friendly agricultural practices which aim at soil, water and biodiversity protection, but at the same time allow a farmer to grow an abundant crop and reach economic efficiency of a farm. (Rosin et al. 2011). According to Hyvönen et al. (2003) and Van Elsen (2000), in order to achieve a high level of ecosystem service and satisfying crops at the same time, one should operate a farm in accordance with organic agriculture standards. In a short-term perspective, it results in increase of segetal flora species diversity, however recreating rare and extremely valuable species requires more time. In present-day agriculture segetal flora, commonly named weeds, is perceived not only as a competition for crops causing crop reduction but as an coexisting flora, providing a number of ecosystem benefits (habitats for pollinators, biological crop protection, erosion protection). The research objective was to evaluate and compare species diversity and segetal plants number occurring in winter cereals grown on selected organic and conventional farms in Lublin Province.

Resources and methodology

Segetal flora monitoring research was carried out on selected conventional and certified organic farms in 2012-2014 as part of the project "Species diversity protection in environmentally valuable habitats on Natura 2000 usable agricultural lands in Lublin province". The research was carried out on 28 farms (14 organic and 14 conventional) on winter cereals lands (rye, wheat or triticale). A survey was carried out in order to collect information on farms and

* Research was conducted within the framework of the project „Protection of species diversity on environmentally valuable rural areas of Natura 2000 sites within Lublin province", co-funded from the Swiss-Polish Cooperation Programme means".

Wstęp

Działalność rolnicza może mieć różny wpływ na różnorodność biologiczną. Niektóre praktyki są dla niej zagrożeniem, inne oddziałują pozytywnie. Do zagrożeń można zaliczyć: monokultury roślin uprawnych, nadmierną mechanizację i chemizację, rozwój rolnictwa na terenach marginalnych obejmujących lasy, tereny suche, mokradła, góry, nadmierny wypas zwierząt, niewłaściwe wykorzystanie środków ochrony roślin (Giera 2012). Czynnikiem wpływającym na zmniejszenie różnorodności gatunkowej w ekosystemach rolniczych jest też likwidacja użytków cennych przyrodniczo, takich jak zakrzaczenia, zadrzewienia, miedze śródpolne, stawy czy oczka wodne (Fuller 2000). Szereg praktyk rolniczych może się jednak przyczyniać do zwiększania różnorodności biologicznej w wyniku zarówno stosowania tradycyjnych systemów gospodarowania, jak i nowoczesnych zasad zrównoważonej produkcji rolnej. Ekosystemy rolnicze są siedliskiem dla wielu gatunków roślin, bezkręgowców, ptaków i innych zwierząt, które powiązane są ze sobą szeregiem łańcuchów i zależności ekologicznych (Berbeć i in. 2013, Dembek 2009). Obecnie w wielu regionach świata obserwuje się tendencję do wprowadzania przyjaznych dla środowiska praktyk rolniczych, które mają na celu ochronę gleb, wód i różnorodności biologicznej, ale z drugiej strony umożliwiają rolnikowi osiągnięcie satysfakcjonującego plonu i efektywności ekonomicznej gospodarstwa (Rosin i in. 2011). 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. W krótkim czasie skutkuje to zwiększeniem różnorodności gatunkowej flory segetalnej, choć zwykle odtworzenie rzadkich, szczególnie cennych gatunków, wymaga więcej czasu. We współczesnym rolnictwie flora segetalna, potocznie zwana chwastami, traktowana jest nie tylko jako konkurencja dla roślin uprawnych powodująca obniżkę plonów, ale jako roślinność towarzysząca dostarczająca szeregu cennych usług ekosystemowych (siedliska dla zapylaczy, biologiczna ochrona upraw, ochrona przed erozją).

Celem badań była ocena i porównanie różnorodności gatunkowej oraz liczebności roślin segetalnych występujących w zbożach ozimych uprawianych w wybranych gospodarstwach ekologicznych i konwencjonalnych w województwie lubelskim.

Materiał i metody

Badania monitoringowe flory segetalnej w wybranych gospodarstwach konwencjonalnych i certyfikowanych ekologicznych prowadzono w latach 2012-2014 w ramach projektu KIK/25 „Ochrona różnorodności gatunkowej cennych przyrodniczo siedlisk na użytkach rolnych na obszarach Natura 2000 w woj. lubelskim". Badania wykonano w 28 gospodarstwach (14 ekologicznych i 14 konwencjonalnych) na polach

* 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.

agricultural engineering applied on monitored arable lands. In order to evaluate the segetal flora, on each field 5 study areas of 0,5m^2 were marked out randomly exclusive of field boundary zone (10 m). Each year the research was carried out on the same sites (with a GPS accuracy of 3 m) at the turn of June and July. Species composition and weed communities number was specified. Shannon-Wiener diversity index (H') and Simpson dominance index (SI) was also determined according to the formula:

$$H' = -\Sigma P_i \ln P_i \text{ (Shannon 1948)}$$

$$SI = \Sigma P_i^2 \text{ (Simpson 1949)},$$

where: Pi equals the probability of occurrence of a certain species in a test; $P_i = n/N$, n – number of a certain species, N – general species number on the test area. The bigger the Shannon-Weiner index value is, the greater is the community diversity. The Simpson index value range varies from 0 to 1 where values close to 1 indicate an apparent dominance of one or a few species.

Obtained results were submitted to a statistical analysis where two independent groups were compared using parametrical Student's t-distribution test.

Research results

Average surface of the conventional farm that biodiversity was monitored on was bigger than the organic farm's surface by 27% (Tab 1). Arable lands were dominant on conventional farms and permanent grasslands (TUZ) constituted merely 14% of the surface. Those farms were primarily running extensive farming. No insecticides were used and the fungicide usage was at 11% only. Nearly 74% of the farms were using herbicides for weed control whereas on organic farms harrowing was mainly used. Mineral fertilizers consumption was low on conventional farms while on both farm types natural fertilizers were used by 35% of owners approximately. A considerable number of conventional farms was self-supplying instead of manufacturing goods. A test of conventional farms selected for the monitoring research reflects in a great extent the dominant farming system in Lublin province (low consumption of fertilizers and plant protection substances). More varied structure of arable areas was typical for organic farms where TUZ constituted 36% and orchards and berry plantations – 1,7%. Winter cereals crops on selected conventional farms were at 2,98 t·ha^{-1} on average and were at the same level that average winter cereals crops were in the entire Lublin province (Yearbook…2014). The equivalent crops on organic farms were lower by 46% on average and amounted to 1,62 t·ha^{-1}.

z uprawą zboża ozimego (żyto, pszenica lub pszenżyto). Metodą ankietową zebrano informacje na temat gospodarstw i agrotechnice stosowanej na gruntach ornych objętych monitoringiem. W celu przeprowadzenia oceny flory segetalnej, na każdym polu wyznaczono, w sposób losowy z pominięciem strefy brzegowej pola (10 m), 5 powierzchni badawczych o wielkości 0,5 m^2. W każdym roku badania prowadzono w tych samych punktach (z dokładnością GPS do 3m), na przełomie czerwca i lipca. Określono skład gatunkowy i liczebność zbiorowisk chwastów. Obliczono również wskaźniki różnorodności Shannona-Wiennera (H') i dominacji Simpsona (SI), według wzorów:

$$H' = -\Sigma P_i \ln P_i \text{ (Shannon 1948)}$$

$$SI = \Sigma P_i^2 \text{ (Simpson 1949)},$$

gdzie: Pi oznacza prawdopodobieństwo występowania określonego gatunku w próbie; $P_i = n/N$, n – liczebność określonego gatunku, N – ogólna liczebność gatunków 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.

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej, gdzie dwie grupy niezależne porównywano za pomocą parametrycznego testu t-Studenta.

Wyniki badań

Średnia powierzchnia gospodarstwa konwencjonalnego, w których prowadzono monitoring różnorodności biologicznej, była o 27% większa niż ekologicznego (Tab. 1). W gospodarstwach konwencjonalnych dominowały grunty orne, a tylko 14% powierzchni użytków rolnych stanowiły trwałe użytki zielone (TUZ). Gospodarstwa te w większości prowadziły ekstensywną produkcję rolną. Nie stosowano w nich insektycydów, a tylko w 11% - fungicydy. Prawie 74% gospodarstw stosowało herbicydy do regulacji zachwaszczenia, podczas gdy w gospodarstwach ekologicznych stosowano głównie bronowanie. Zużycie nawozów mineralnych w gospodarstwach konwencjonalnych było niskie, natomiast w obu typach gospodarstw około 35% właścicieli stosowało nawożenie naturalne. Znaczna część gospodarstw konwencjonalnych nie prowadziła produkcji towarowej, a jedynie na samozaopatrzenie. Próba gospodarstw konwencjonalnych wybranych do badań monitoringowych w znacznym stopniu odzwierciedla dominujący sposób gospodarowania rolniczego w województwie lubelskim (małe zużycie nawozów i chemicznych środków ochrony roślin). Gospodarstwa ekologiczne cechowały się bardziej urozmaiconą strukturą użytków rolnych, w której 36% stanowiły TUZ, a 1,7 % plantacje sadownicze i jagodowe. Plony zbóż ozimych w badanych gospodarstwach konwencjonalnych wyniosły średnio 2,98 t·ha^{-1} i były na takim samym poziomie, jak średnie plony zbóż ozimych dla całego województwa lubelskiego (Rocznik… 2014). W gospodarstwach ekologicznych adekwatne plony były średnio o 46% mniejsze niż w konwencjonalnych, na poziomie 1,62 t·ha^{-1}.

Table 1. Characteristics of organic (EKO) and conventional (KONW) farms and applied agrotechnical treatments in 2012-2014
Tabela 1. Charakterystyka gospodarstw ekologicznych (EKO) i konwencjonalnych (KONW) oraz stosowanych zabiegów agrotechnicznych w latach 2012-2014

Farms' characteristics/ Charakterystyka gospodarstw	**EKO**	**KONW**
Average farm surface (ha)/ Średnia powierzchnia gospodarstwa (ha)	74,0	101,6
Average usable agricultural lands surface on a farm (ha, %), including:/ Średnia powierzchnia użytków rolnych w gospodarstwie (ha, %), w tym:	69,3 (100%)	94,9 (100%)
arable lands (ha, %)/ grunty orne (ha, %)	43,2 (62,3%)	80,7 (85,0%)
orchards and berry plantations (ha, %)/ plantacje sadownicze i jagodowe (ha, %)	1,2 (1,7%)	0
permanent grasslands (TUZ) (ha, %)/ trwałe użytki zielone (TUZ) (ha, %)	24,8 (35,8%)	14,2 (15%)
fallow lands (ha, %)/ ugory (ha, %)	0,1 (0,2%)	0
Other: forests, ponds, in the vicinity of the farm (ha)/ Inne: lasy, stawy, pod siedliskiem (ha)	5,1	6,7
Percentage of farms applying:/ % gospodarstw stosujących:		
Single harrowing treatment (during sowing)/ Jednokrotne bronowanie (w czasie siewu)	44,7	50,0
Double harrowing treatment/ Dwukrotne bronowanie	36,8	26,3
More than two harrowing treatments/ Więcej niż dwa zabiegi bronowania	10,6	5,3
No weeds control mechanical treatments / Brak mechanicznych zabiegów regulacji zachwaszczenia	7,9	18,4
Herbicides/ Herbicydy	-	73,7
Fungicides/ Fungicydy	-	11,0
Insecticides/ Insektycydy	-	-
Mineral fertilization/ Nawożenie mineralne	5,8	78,9
Natural fertilization/ Nawożenie naturalne	36,8	34,0

133 weed species in total were detected in winter cereals grown on organic farms and 123 species on conventional farms (Figure 1). As many as 107 species were common for both farming systems. An average number of weed species on one ecological field was 16 and was significantly bigger than on a conventional field (Figure 2). The number of weeds on a field was varied based on the growing system (Figure 3). Significantly more segetal flora species per 1 m^2 were observed in crops grown in conventional system (385 specimens·m^{-2}) compared to the organic system (284 specimens·m^{-2}).

W zbożach ozimych uprawianych w gospodarstwach ekologicznych stwierdzono występowanie łącznie 133 gatunków chwastów, zaś w konwencjonalnych – 123 (Rys. 1). Aż 107 gatunków było wspólnych dla obu systemów gospodarowania. Średnia liczba gatunków występujących na jednym polu ekologicznym wynosiła 16 i była istotnie większa niż na polu konwencjonalnym (Rys. 2). Liczebność chwastów w łanie także była zróżnicowana w zależności od systemu uprawy (Rys. 3). Istotnie więcej gatunków flory segetalnej na 1 m^2 stwierdzono w zbożach uprawianych w systemie konwencjonalnym (385 szt.·m^{-2}) w porównaniu z systemem ekologicznym (284 szt.·m^{-2}).

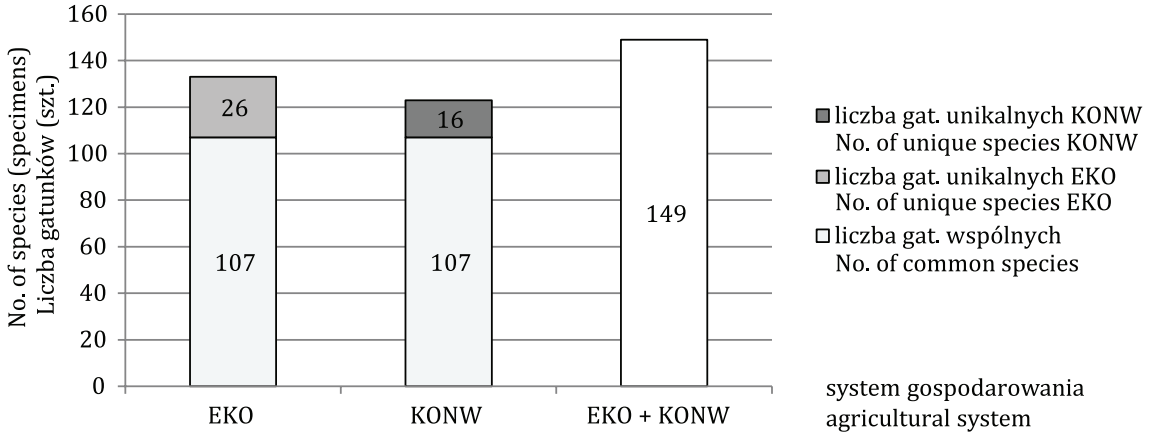

Figure 1. The total number of weed species in winter cereals in the years 2012-2014 depending on farming system
Rysunek 1. Łączna liczba gatunków chwastów w zbożach ozimych stwierdzona w latach 2012-2014 w zależności od systemu gospodarowania

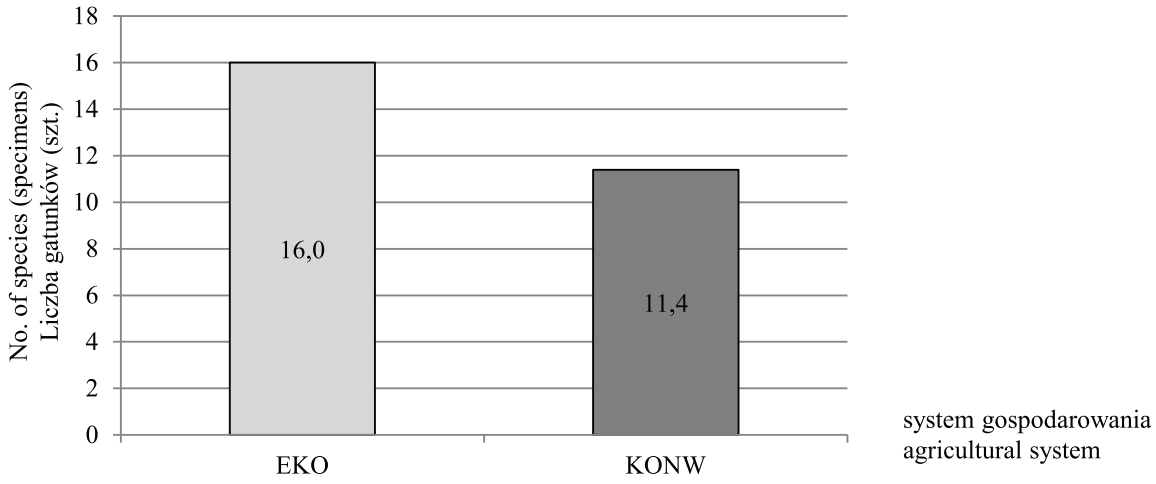

Figure 2. The average number of weeds on the field with winter cereals depending on farming system
Rysunek 2. Średnia liczba gatunków chwastów na polu ze zbożem ozimym w zależności od systemu gospodarowania

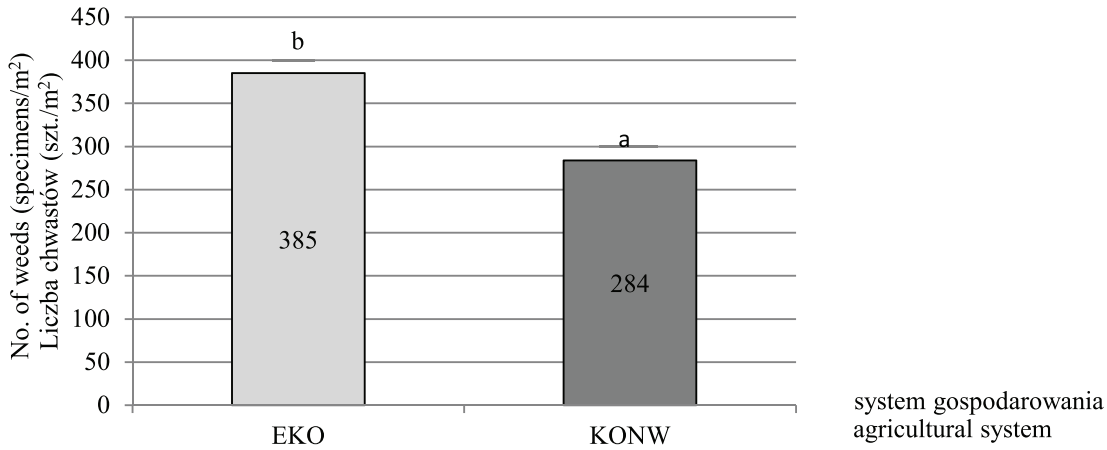

Figure 3. The average number of weeds per 1 m^2 in winter cereals depending on farming system
Rysunek 3. Średnia liczba chwastów na 1 m^2 w zbożach ozimych w zależności od systemu gospodarowania

There were more monocotyledonous than dicotyledonous species observed in both conventional and organic systems. The most frequent were: *Setaria pumila*, *Juncus bufonius, Elymus repens*, *Apera spica-venti, Echinochloa crus-galli* oraz *Anthoxanthum aristatum*. Among the dicotyledons the most frequent were: *Viola arvensis, Rumex acetosella, Polygonum lapathifolium, Scleranthus annuus* i *Centaurea cyanus* (Tab 2).

Zarówno w systemie konwencjonalnym, jak i ekologicznym zanotowano więcej gatunków jednoliściennych niż dwuliściennych. Najliczniej występowały: *Setaria pumila*, *Juncus bufonius, Elymus repens*, *Apera spica-venti, Echinochloa crus-galli* oraz *Anthoxanthum aristatum*. Spośród gatunków dwuliściennych dominowały: *Viola arvensis, Rumex acetosella, Polygonum lapathifolium, Scleranthus annuus* i *Centaurea cyanus* (Tab. 2).

Table 2. The dominant species in organic and conventional system (%)
Tabela 2. Gatunki dominujące w systemie ekologicznym i konwencjonalnym (%)

The dominant species/ Gatunki dominujące	Organic system/ System ekologiczny	Conventional system/ System konwencjonalny
Cornflower *Centaurea cyanus* L./ Chaber bławatek *Centaurea cyanus* L.	0,9	2,2
Cockspur *Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv./ Chwastnica jednostronna *Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv.	3,7	7,3
German knotweed *Scleranthus annuus* L./ Czerwiec roczny *Scleranthus annuus* L.	4,3	1,2
Field pansy *Viola arvensis* Murr./ Fiołek polny *Viola arvensis* Murr.	2,5	5,5
Windgrass *Apera spica-venti* (L.) P.Beauv./ Miotła zbożowa *Apera spica-venti* (L.) P.Beauv.	5,4	7,3

Couch grass *Elymus repens* (L.) Gould/ Perz właściwy *Elymus repens* (L.) Gould	10,3	4,4
Knotweed *Polygonum lapathifolium* L. *subsp. lapathifolium/* Rdest kolankowy *Polygonum lapathifolium* L. *subsp. lapathifolium*	4,6	0,1
Corn chamomile *Anthemis arvensis* L./ Rumian polny *Anthemis arvensis* L.	2,9	1,3
Toad rush *Juncus bufonius* L./ Sit dwudzielny *Juncus bufonius* L.	2,6	21,3
Sheep's sorrel *Rumex acetosella* L./ Szczaw polny *Rumex acetosella* L.	4,7	1,1
Annual vernalgrass *Anthoxanthum aristatum* Boiss./ Tomka oścista *Anthoxanthum aristatum* Boiss.	5,3	6,5
Yellow foxtail *Setaria pumila (*Poir.) Roem. & Schult/ Włośnica sina *Setaria pumila (*Poir.) Roem. & Schult	23,4	13,4

In ecologically grown winter cereals field there were 26 weed species found typical for this farming system (Tab 3). The majority of them was observed in one year only but it was possible to reclassify 6 species in the following years of research. Among the most following species there were observed: *Campanula persicifolia*, *Peucedanum palustre*, *Erysimum cheiranthoides, Rhinanthus serotinus, Rorippa palustris, Scutellaria galericulata, Lysimachia vulgaris.* In conventionally grown cereals there were 16 typical weed species found which were not observed on organic farms (Tab 4). Only 2 species occurred in two years and the remaining ones were marked in one year. The following species were observed, among others: *Geranium sanguineum, Campanula rapunculoides, Lathyrus tuberosus, Myosurus minimus, Thlaspi arvense, Bidens frondosa.*

W łanie zbóż ozimych uprawianych ekologicznie stwierdzono występowanie 26 gatunków chwastów charakterystycznych dla tego systemu gospodarowania (Tab. 3). Większość z nich została zanotowana tylko w jednym roku, ale 6 gatunków udało się powtórnie sklasyfikować w kolejnych latach badań. Z bardziej interesujących gatunków stwierdzono występowanie: *Campanula persicifolia*, *Peucedanum palustre*, *Erysimum cheiranthoides, Rhinanthus serotinus, Rorippa palustris, Scutellaria galericulata, Lysimachia vulgaris.* W zbożach uprawianych metodami konwencjonalnymi stwierdzono obecność 16 charakterystycznych gatunków chwastów, których nie notowano w gospodarstwach ekologicznych (Tab. 4). Tylko 2 gatunki pojawiły się w dwóch latach, pozostałe oznaczono w jednym roku. Stwierdzono występowanie, między innymi: *Geranium sanguineum, Campanula rapunculoides, Lathyrus tuberosus, Myosurus minimus, Thlaspi arvense, Bidens frondosa.*

Table 3. The characteristic species in organic system
Tabela 3. Gatunki charakterystyczne dla systemu ekologicznego

Lp.	Species/ Gatunek	No. of years of species' occurrence/ Liczba lat, w których gatunek wystąpił
1.	Peach-leaved bellflower *Campanula persicifolia* L./ Dzwonek brzoskwiniolistny *Campanula persicifolia* L.	1
2.	Milk parsley *Peucedanum palustre* (L.) Moench/ Gorysz błotny *Peucedanum palustre* (L.) Moench	1
3.	Field pea *Pisum sativum* L./ Groch siewny (polny) *Pisum sativum* L.	1
4.	Mustard greens (sarepska) *Brassica juncea* (L.) Czern./ Kapusta sitowata (sarepska) *Brassica juncea* (L.) Czern.	1
5.	Bird's-foot trefoil *Lotus corniculatus* L/ Komonica zwyczajna *Lotus corniculatus* L	1
6.	White clover *Trifolium repens* L./ Koniczyna biała *Trifolium repens* L.	2
7.	Alsike clover *Trifolium hybridum* L./ Koniczyna białoróżowa *Trifolium hybridum* L.	1
8.	Valerian *Valeriana officinalis* L./ Kozłek lekarski *Valeriana officinalis* L.	1
9.	Common toadflax *Linaria vulgaris* Mill./ Lnica pospolita *Linaria vulgaris* Mill.	1
10.	White lupin *Lupinus albus* L. (samosiew)/ Łubin biały *Lupinus albus* L. (samosiew)	1
11.	Narrow-leaved lupin *Lupinus angustifolius* L. (samosiew)/ Łubin wąskolistny *Lupinus angustifolius* L. (samosiew)	1
12.	Baby's breath *Gypsophila paniculata* L./ Łyszczec wiechowaty *Gypsophila paniculata* L.	1

13.	Long pricklyhead poppy *Papaver argemone* L./ Mak piaskowy *Papaver argemone* L.	1
14.	Welted thistle *Carduus crispus* L./ Oset kędzierzawy *Carduus crispus* L.	2
15.	Common silverweed *Potentilla anserina* L./ Pięciornik gęsi *Potentilla anserina* L.	1
16.	Wormseed wallflower *Erysimum cheiranthoides* L./ Pszonak drobnokwiatowy *Erysimum cheiranthoides* L.	1
17.	Longroot smartweed *Persicaria amphibia* (L.) Delarbre/ Rdest ziemnowodny *Persicaria amphibia* (L.) Delarbre	2
18.	Chamomile *Matricaria chamomilla* L./ Rumianek pospolity *Matricaria chamomilla* L.	1
19.	Common yellowcress *Rorippa palustris* L. Besser Rzepicha błotna *Rorippa palustris* L. Besser	1
20.	Soft brome *Bromus hordeaceus* L./ Stokłosa miękka *Bromus hordeaceus* L.	2
21.	Bitter dock *Rumex obtusifolius* L./ Szczaw tępolistny *Rumex obtusifolius* L.	1
22.	Greater Yellow-rattle *Rhinanthus serotinus* (Schönh.) Obornţ/ Szelężnik spóźniony *Rhinanthus serotinus* (Schönh.) Obornţ	2
23.	Common skullcap *Scutellaria galericulata* L./ Tarczyca pospolita *Scutellaria galericulata* L.	2
24.	Garden loosestrife *Lysimachia vulgaris* L./ Tojeść pospolita *Lysimachia vulgaris* L.	1
25.	Common reed *Phragmites australis* (Cav.)Trin. ex Steud/ Trzcina pospolita *Phragmites australis* (Cav.)Trin. ex Steud	1
26.	Hairy vetch *Vicia villosa* Roth/ Wyka kosmata *Vicia villosa* Roth	1

Table 4. The characteristic species in conventional system
Tabela 4. Gatunki charakterystyczne dla systemu konwencjonalnego

Lp.	Species/ Gatunek	No. of years of species' occurrence/ Liczba lat, w których gatunek wystąpił
1.	Bloody crane's bill *Geranium sanguineum* L./ Bodziszek krwisty *Geranium sanguineum* L.	1
2.	Cut-leaved Crane's bill *Geranium dissectum* L./ Bodziszek porozcinany *Geranium dissectum* L.	1
3.	Perforate St John's-wort *Hypericum perforatu*m L./ Dziurawiec zwyczajny *Hypericum perforatu*m L.	2
4.	Creeping bellflower *Campanula rapunculoides* L./ Dzwonek jednostronny *Campanula rapunculoides* L.	1
5.	Tuberous pea *Lathyrus tuberosus* L./ Groszek bulwiasty *Lathyrus tuberosus* L.	1
6.	Red deadnettle *Lamium purpureum* L./ Jasnota purpurowa *Lamium purpureum* L.	2
7.	Red fescue *Festuca rubra* L./ Kostrzewa czerwona *Festuca rubra* L.	1
8.	Black bent *Agrostis gigantea* Roth/ Mietlica biaława *Agrostis gigantea* Roth	1
9.	Tiny mousetail *Myosurus minimus* L./ Mysiurek drobny *Myosurus minimus* L.	1
10.	Downy oat-grass *Helictotrichon pubescens* (Huds.) Besser ex Schult. & Schult./ Owsica omszona *Helictotrichon pubescens* (Huds.) Besser ex Schult. & Schult.	1
11.	Pineappleweed *Matricaria discoidea* DC./ Rumianek bezpromieniowy *Matricaria discoidea* DC.	1
12.	Sand Rock-cress *Cardaminopsis arenosa* (L.) Hayek/ Rzeżusznik piaskowy *Cardaminopsis arenosa* (L.) Hayek	1
13.	Thale cress *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh./ Rzodkiewnik pospolity *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh.	1
14.	Red-root amaranth *Amaranthus retroflexus* L./ Szarłat szortki *Amaranthus retroflexus* L.	1
15.	Field penny-cress *Thlaspi arvense* L./ Toboki polne *Thlaspi arvense* L.	1
16.	Devil's beggarticks *Bidens frondosa* L./ Uczep amerykański *Bidens frondosa* L.	1

The segetal flora diversity evaluation using Shannon-Weiner index proved a tendency for a greater weed species variety in ecologically grown cereal fields in comparison to the conventional system (Tab 5). Similar and very low values of Simpson's dominance index for segetal communities in both farming systems indicate that no weed species is dominant either in organic or conventional conditions.

Ocena różnorodności flory segetalnej za pomocą wskaźnika Shannona-Weinnera wykazała tendencję większej różnorodności gatunkowej chwastów w łanach zbóż uprawianych systemem ekologicznym w porównaniu do konwencjonalnego (Tab. 5). Zbliżone i bardzo niskie wartości wskaźnika dominacji Simpsona dla zbiorowisk segetalnych w obu systemach gospodarowania wskazują na brak dominacji żadnego z gatunków chwastów zarówno w warunkach ekologicznych, jak i konwencjonalnych.

Table 5. Shannon-Weinner's diversity index (H') and Simpson's dominance index (SI) in organic and conventional farming system
Tabela 5. Wskaźniki różnorodności Shannona-Weinnera (H') i dominacji Simpsona (SI) w ekologicznym i konwencjonalnym systemie gospodarowania

Diversity index/ Wskaźniki różnorodności	Farming system/ System gospodarowania	
	Organic/ Ekologiczny	Conventional/ Konwencjonalny
Shannon's index (H')/ Wskaźnik Shannona (H')	3,23	3,08
T div test results/ wynik testu t div.	0,18	
Simpson's index (SI)/ Wskaźnik Simpsona (SI)	0,08	0,09
T div test results/ wynik testu t div.	0,62	

Discussion

The abundance of winter cereals segetal flora species was greater on organic farms than on conventional farms. There was a significantly bigger average number of weed species observed on a cereal field grown ecologically and a bigger number of specimens per surface area unit. Discrepancies in the overall weed species number confirmed during the 3-year studies were little (133 species in organic system and 123 species in conventional system), which can be explained by extensive traditional farming methods applied on conventional farms in Lublin province, which protect biodiversity.

Significant differences were however observed in weeds number per surface area unit regardless the similar number of species found in compared farming systems. An average weeds number in organic system amounted to 385 specimens.$\cdot m^{-2}$ and the number was 26% smaller in conventional system. The research carried out in different farm types in Poland proves the number to be in general bigger on organic farms in comparison with conventional and integrated farming (Hołdyński et al. 2000, Kapeluszny and Haliniarz 2000, Rola et al. 2000, Skrzyczyńska and Rzymowska 2000). A relatively big number of weeds found in conventionally grown cereals may have been due to low efficiency of herbicides applied resulting from their incorrect selection, improper technique of application of those or unfavourable weather conditions during the process.

Many authors discovered greater weed species diversity in organic system compared to conventional one even though there were significant differences in species number between both of the systems depending mostly on farming volume on conventional farms. Dąbkowska et al. (2007) observed 64 weed species in cereals grown on organic farms and 55 species on traditional farms in Lesser Poland. The

Dyskusja

Bogactwo gatunkowe flory segetalnej zbóż ozimych było większe w gospodarstwach ekologicznych niż konwencjonalnych. Stwierdzono istotnie większą średnią liczbę gatunków chwastów w łanie zbóż uprawianych w systemie ekologicznym oraz większą liczebność osobników przypadających na jednostkę powierzchni. Różnice w całkowitej liczbie gatunków chwastów stwierdzonych w trakcie trzyletnich badań były nieduże (133 gatunki w systemie ekologicznym, 123 gatunki w systemie konwencjonalnym), co można tłumaczyć ekstensywnymi, tradycyjnymi metodami gospodarowania stosowanymi w gospodarstwach konwencjonalnych w województwie lubelskim, które chronią bioróżnorodność.

Mimo zbliżonej liczby gatunków obserwowanych w porównywanych systemach produkcji rolnej stwierdzono istotne różnice w liczebności chwastów na jednostce powierzchni. Średnia liczba chwastów w systemie ekologicznym wynosiła 385 szt.$\cdot m^{-2}$, a w systemie konwencjonalnym była o 26% mniejsza. Badania prowadzone w różnych typach gospodarstw w Polsce potwierdzają na ogół większą liczebność na polach gospodarstw ekologicznych w porównaniu z konwencjonalnymi i integrowanymi (Hołdyński i in. 2000, Kapeluszny i Haliniarz 2000, Rola i in. 2000, Skrzyczyńska i Rzymowska 2000). Stosunkowo duża liczebność chwastów obserwowana w zbożach uprawianych w systemie konwencjonalnym mogła być spowodowana małą skutecznością stosowanych herbicydów, wynikającą z błędnego ich doboru, niewłaściwego sposobu aplikacji lub nieodpowiednich warunków pogodowych w czasie stosowania.

Większa różnorodność gatunkowa chwastów w systemie ekologicznym w porównaniu z konwencjonalnym była obserwowana przez wielu autorów, choć występowały duże różnice w liczbie gatunków między porównywanymi systemami, w zależności głównie od intensywności produkcji rolnej w gospodarstwach konwencjonalnych. Dąbkowska i in. (2007) zanotowali 64 gatunki

authors found essentially fewer weed species (26) on farms adopting intensive production methods. Jastrzębska et al. (2013) noticed a similar number of weed species in a 3-year experiment in which they compared segetal plants diversity in winter rye grown on organic and integrated farms (76 and 66 species respectively). Edesi et al. (2012) observed from 36 to 39 weed species on organic farms and 30 species on conventional farms. Then again, Kolářová et al. (2015) ascertained bigger differences in weed species number between organic and conventional systems in research conducted in the years 2006-2008 on a group of 30 organic and conventional farms. There were 84 weed species recorded in conventional system and as many as 148 species in organic system.

The segetal flora species diversity measured by Shannon's diversity index is most frequently wider in organic system compared to conventional system which was confirmed by Edesi et al. (2012) who observed statistically essential discrepancies of Shannon's diversity index between organic system (1,67) and conventional system (1,06). In the study herein, as well in the study of Jastrzębska et al. (2013), the agricultural system did not have much of an influence on Shannon's diversity index in winter cereals. In the study of aforementioned authors the index adopted values for both organic system (3,56) and integrated system (3,37) and those were values similar to those achieved herein (3,24 and 3,08 for organic and conventional system respectively). It shows that there is a quite low intensity of farming in the examined group of conventional farms. Significant differences in abundance of weed species between organic and conventional fields (however both applying intensive farming) were proven by different authors (Frieben 1998, Hołdyński et al. 2000, Kapeluszny, Haliniarz 2000). According to Rola and Rola (2001) herbicides effectively decrease the number of weeds without really declining their species variety, although their long-term use may result in permanent elimination of a species from the ecosystem.

Conclusions

1. The segetal flora variety in winter cereals was greater on organic farms that on conventional farms (16 species on average on a winter cereals field in organic system and 11 species in conventional system).

2. There was an essentially greater number of weed species observed in winter cereals sowing in organic system. The average number of species in organic system amounted to 385 specimens·m^{-2} and it was by 26% smaller in conventional system.

3. There were 149 weed species marked in total; 107 taxons were common for both farming systems, 26 were characteristic for organic system and 16 were distinctive for conventional system.

chwastów w zbożach uprawianych w gospodarstwach ekologicznych oraz 55 gatunków w gospodarstwach tradycyjnych w warunkach Małopolski. Istotnie mniej gatunków chwastów (26) autorzy ci stwierdzili natomiast w gospodarstwach stosujących intensywne metody produkcji. Zbliżoną liczbę gatunków chwastów w trzyletnim eksperymencie porównującym różnorodność roślin segetalnych w życie ozimym uprawianym w systemie ekologicznym i integrowanym obserwowali Jastrzębska i in. (2013) (odpowiednio 76 i 66 gatunków). Edesi i in. (2012) zaobserwowali od 36 do 39 gatunków chwastów w systemie ekologicznym i 30 gatunków w systemie konwencjonalnym. Większe różnice w liczbie gatunków chwastów między systemem ekologicznym a konwencjonalnym stwierdzili natomiast Kolářová i in. (2015) w badaniach prowadzonych w latach 2006-2008 na grupie 30 gospodarstw ekologicznych i konwencjonalnych. W zbożach ozimych uprawianych w warunkach systemu konwencjonalnego zarejestrowali 84 gatunki chwastów, podczas gdy w systemie ekologicznym aż 148.

Różnorodność gatunkowa flory segetalnej mierzona wskaźnikiem różnorodności Shannona jest najczęściej większa w systemie ekologicznym w porównaniu do systemu konwencjonalnego, co potwierdzili Edesi i in. (2012), którzy uzyskali statystycznie istotne różnice indeksu różnorodności Shannona między systemem ekologicznym (1,67) a konwencjonalnym (1,06). W niniejszej pracy, podobnie jak w pracy Jastrzębskiej i in. (2013), system uprawy nie wpływał istotnie na wartości indeksu różnorodności Shannona w zbożach ozimych. W pracy wspomnianych autorów indeks ten przyjmował wysokie wartości zarówno dla systemu ekologicznego (3,56), jak i integrowanego (3,37) i były to wartości bardzo zbliżone do wartości uzyskanych w niniejszej pracy (odpowiednio 3,24 dla systemu ekologicznego oraz 3,08 dla systemu konwencjonalnego). Świadczy to pośrednio o dość niskiej intensywności gospodarowania w badanej grupie gospodarstw konwencjonalnych. Duże różnice w bogactwie gatunkowym chwastów między polami ekologicznymi i konwencjonalnymi, ale intensywnymi wykazali inni autorzy (Frieben 1998, Hołdyński i in. 2000, Kapeluszny, Haliniarz 2000). Zdaniem Roli i Roli (2001) herbicydy skutecznie zmniejszają liczebność chwastów, nie zmniejszając w istotny sposób ich różnorodności gatunkowej, choć długotrwałe ich stosowanie może doprowadzić do trwałego wyeliminowania gatunku z ekosystemu.

Wnioski

1. Różnorodność flory segetalnej towarzyszącej zbożom ozimym była większa w gospodarstwach ekologicznych niż konwencjonalnych (średnio 16 gatunków w łanie zbóż ozimych w systemie ekologicznym i 11 gatunków w systemie konwencjonalnym).

2. Stwierdzono istotnie większą liczbę chwastów w zasiewach zbóż ozimych w systemie ekologicznym. Średnia liczba chwastów w systemie ekologicznym wynosiła 385 szt.·m^{-2}, a w systemie konwencjonalnym była o 26% mniejsza.

3. Łącznie oznaczono 149 gatunków chwastów; 107 taksonów było wspólnych dla obu systemów gospodarowania, 26 charakterystycznych dla systemu ekologicznego, a 16 wyróżniało system konwencjonalny.

4. The segetal flora diversity evaluation using Shannon-Weiner and Simpson indices proved a tendency for a greater species variety in ecologically grown cereal fields in comparison to the conventional system and no evident dominance of one or several weed species was determined for a certain farming system.

4. Ocena różnorodności flory segetalnej za pomocą wskaźników Shannona-Weinnera i Simpsona wykazała tendencję większej różnorodności gatunkowej w łanach zbóż uprawianych w systemie ekologicznym niż konwencjonalnym i nie stwierdzono dominacji żadnego gatunku w zbiorowiskach chwastów w badanych systemach gospodarowania.

References/Literatura:

1. 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, 13, 4(44), s. 5-16.
2. Dąbkowska T., Stupnicka-Rodzynkiewicz E., Łabza T. (2007), *Zachwaszczenie upraw zbóż w gospodarstwach ekologicznym, konwencjonalnym i intensywnym na wybranych przykładach z Małopolski.* Pamiętnik Puławski, 145, s. 5-16.
3. Dembek W. (2009), *Kryteria bioróżnorodności i współczesne dylematy jej ochrony*. Przyszłość sektora rolno-spożywczego i obszarów i wiejskich. I Kongres Nauk Rolniczych Nauka-Praktyce. Puławy IUNG-PIB, 2009, s. 303-327.
4. Edesi L., Järven M., Adamson A., Lauringson E., Kuht J. (2012), *Weed species diversity and community composition in conventional and organic farming: a five-year experiment.* Žemdirbystė=Agriculture 99(4), s. 339-346.
5. Frieben B. (1998), Organic farming as a sustainable system – biodiversity in fields. W: N. El Bassam, R.K. Behl, B. Prochnow (red.), *Sustainable agriculture for food, energy and industry*. James and James Ltd, London, s. 603-608.
6. Fuller R.J. (2000), *Relationships between recent changes in lowland British agriculture and farmland bird populations: an overview.* W: N. J. Aebischer, A. D. Evans, P. V. Grice, J. A. Vickery (red.), *Ecology and conservation of lowland farmland birds.* Tring, BOU, s. 5-16.
7. Giera A. (2012), *Bioróżnorodność w wybranych gospodarstwach rolnych zlokalizowanych na obszarach szczególnie narażonych*. Zagadnienia Doradztwa Rolniczego, 2, s. 79-103.
8. Hołdyński C., Korona A., Jastrzębski W., Korona E. (2000), *Zachwaszczenie pól w różnych systemach uprawy*. Pamiętnik Puławski, 122, s. 149-159.
9. Hyvönena 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, 97, s. 131-149.
10. Jastrzębska M., Jastrzębski W., Hołdyński Cz., Kostrzewska M. (2013) *Weed speies diversity in organic and integrated farming systems.* Acta Agrobotanica, 66(3), s. 113-124.
11. Kapeluszny J., Haliniarz M. (2000), *Zachwaszczenie zbóż uprawianych w gospodarstwach ekologicznych na Lubelszczyźnie*. Pamiętnik Puławski, 122, s. 39-49.
12. Kolářová M., Tyšer L., Soukup J. (2015), *Weed species diversity in the Czech Republic under different farming and site conditions.* Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, 63 (3), s. 741-749.
13. Rocznik statystyczny rolnictwa 2014, GUS, Wyd. ZWS Warszawa.
14. Rola J., Rola H., Badowski M. (2000), *Zbiorowiska segetalne na polach gospodarstw ekologicznych i tradycyjnych Dolnego Śląska.* Pamiętnik Puławski, 122, s. 21-29.
15. Rola J., Rola H. (2001), *Pozytywne i negatywne aspekty stosowania herbicydów w uprawach rolniczych w Polsce w latach 1950-2000*. Prog. Plant Protection / Post. Ochr. Roślin 41 (1), s. 47-57.
16. 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, 67(1), s. 3-20.
17. Shannon C. E. (1984), *A mathematical theory of communications.* Bell System Technical Journal, 27, s. 379-423.
18. Simpson E.H. (1949), *Measurement of diversity*. Nature, 168, s. 668.
19. Skrzyczyńska J., Rzymowska Z. (2000), *Zachwaszczenie zbóż w gospodarstwach ekologicznych i tradycyjnych Podlasia Zachodniego.* Pamiętnik Puławski, 122, s. 51-58.
20. Van Elsen T. (2000), *Species diversity as a task for organic agriculture in Europe*. Agriculture, Ecosystems and Environment, 77, s. 101-109.