

Received: 22.05.2019 / Accepted: 26.06.2019

Diversity of segetal flora in crops cultivated in selected farms in Wielkopolska province

Różnorodność segetalna w łąkach roślin uprawnych w wybranych gospodarstwach rolnych województwa wielkopolskiego

Jolanta Bojarszczuk*, Janusz Podleśny

Summary

The aim of the study was to evaluate the weed infestation in selected crops cultivated on farms of different arable area in Wielkopolska voivodeship. The assessments of species weed composition and abundance of each species were performed. The structure of weed communities in the cultivated crops was assessed using two ecological indicators: Shannon-Wiener index (H') and Simpson domination index (SI). The analysis showed that the species composition of weed communities in the field of cultivated plants differed depending on the farm size and the crop species. The variety of segetal flora associated with crop plants was higher in species of winter forms than spring ones. The weed infestation occurred the most in the fields of triticale and wheat, while the least in barley and cereal mixture. The most weeds in the winter crops were found on the largest farms, while the lowest on the farms up to 20 ha of arable land. The assessment of biological diversity of segetal flora revealed differences between particular groups of farms. The most numerous species of weeds were: *Chenopodium album*, *Centaurea cyanus*, *Anthemis arvensis*, *Apera spica-venti*, *Galium aparine*, *Fallopia convolvulus* and *Echinochloa crus-galli*.

Key words: segetal flora, crop species, farms, domination index, diversity

Streszczenie

Celem przeprowadzonych badań była ocena zachwaszczenia w uprawie wybranych gatunków roślin w gospodarstwach zróżnicowanych powierzchnią użytków rolnych położonych w województwie wielkopolskim. Badania obejmowały ocenę składu gatunkowego chwastów oraz liczebności poszczególnych gatunków. Różnicowanie zbiorowisk chwastów określono z wykorzystaniem wskaźników ekologicznych, do których zalicza się wskaźnik Shannona-Wienera i wskaźnik różnorodności Simpsona. Przeprowadzona analiza wykazała, że skład gatunkowy zbiorowisk chwastów w łące uprawianych roślin różnił się w zależności od wielkości gospodarstwa oraz gatunku rośliny uprawnej. Różnorodność flory segetalnej towarzyszącej roślinom uprawnym była większa w gatunkach form ozimych niż jarych. Najbardziej zachwaszczony był łąk pszenżyta i pszenicy, natomiast najmniej jęczmienia i mieszanki zbożowej. Najwięcej chwastów w łąkach ozimych form roślin uprawnych stwierdzono w gospodarstwach największych obszarowo, natomiast najmniej w gospodarstwach do 20 ha użytków rolnych. Ocena różnorodności biologicznej flory segetalnej wykazała różnice pomiędzy poszczególnymi grupami gospodarstw. Najliczniej występującymi gatunkami chwastów były taksony: *Chenopodium album*, *Centaurea cyanus*, *Anthemis arvensis*, *Apera spica-venti*, *Galium aparine*, *Fallopia convolvulus* oraz *Echinochloa crus-galli*.

Słowa kluczowe: flora segetalna, gatunki roślin, gospodarstwa, indeks dominacji, różnorodność

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
Czartoryskich 8, 24-100 Puławy

*corresponding author: jbojarszczuk@iung.pulawy.pl

Wstęp / Introduction

Jednym z warunków uzyskiwania wysokich i dobrych jakościowo plonów roślin uprawnych jest umożliwienie im wzrostu w środowisku wolnym od chwastów. Rośliny niepożądane występujące na polach uprawnych są nieodłącznym składnikiem agrofitycenozy (Dobrzański 2009). Obecność roślin niepożądanych niesie ze sobą konieczność zwiększenia kosztów produkcji (Staniak i wsp. 2011). Skład florystyczny zbiorowiska chwastów, ich liczba i częstotliwość występowania oraz stosunki ilościowe pomiędzy gatunkami są zależne od warunków siedliska, takich jak m.in.: rodzaj gleby, jej wilgotność i zasobność w składniki pokarmowe, poziom i sposób nawożenia, odczyn, warunki termiczne, sposób uprawy roli, gatunki uprawianych roślin (Dobrzański 2007, 2009; Woźnica 2008; Dobrzański i Adamczewski 2009). Celem działań rolnika powinno być zminimalizowanie ujemnych skutków wywołanych stałą obecnością chwastów.

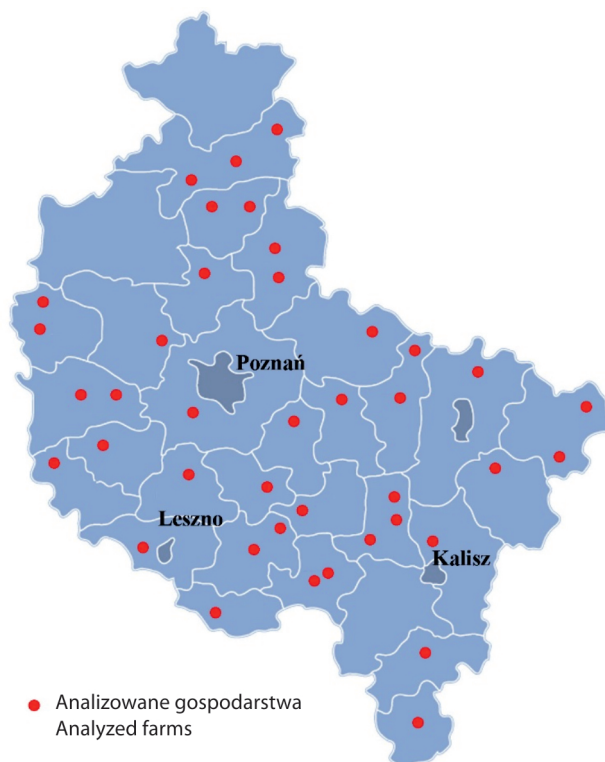
Sposób zwalczania chwastów zależy od prowadzonego systemu produkcji rolnej. W systemie konwencjonalnym regulacja zachwaszczenia przeprowadzana jest głównie z wykorzystaniem herbicydów (Feledyn-Szewczyk i Duer 2006). W systemie ekologicznym, walka z zachwaszczeniem roślin uprawnych najczęściej przebiega poprzez m.in. odpowiednio dobrany płodozmian, zróżnicowaną agrotechnikę, dobór odmian o większej konkurencyjności w stosunku do gatunków niepożądanych, a także stosowanie wsiewek i międzyplonów (Duer 2002). Natomiast integrowany sposób regulacji zachwaszczenia polega na łączeniu efektywnych, bezpiecznych dla środowiska i społecznie akceptowanych metod w celu utrzymania populacji chwastów poniżej progu ekonomicznej szkodliwości (Rola i Rola 2002). Działalność rolnicza może mieć różnoraki wpływ na różnorodność biologiczną. Niektóre praktyki są dla niej zagrożeniem, inne natomiast oddziałują pozytywnie. Do zagrożeń można zaliczyć m.in.: monokultury roślin uprawnych, nadmierną mechanizację i chemizację, nadmierny wypas zwierząt, niewłaściwe wykorzystanie środków ochrony roślin (Giera 2012). Prowadzenie różnego rodzaju praktyk rolniczych może się jednak przyczyniać do zwiększania różnorodności biologicznej w wyniku stosowania zarówno tradycyjnych systemów gospodarowania, jak i nowoczesnych zasad zrównoważonej produkcji rolnej (Berbeć i wsp. 2013).

Celem przeprowadzonych badań była ocena i porównanie różnorodności gatunkowej oraz liczebności roślin segetalnych występujących w uprawie wybranych gatunków roślin w gospodarstwach w województwie wielkopolskim, zróżnicowanych powierzchnią użytków rolnych.

Materiały i metody / Materials and methods

Podstawę opracowania stanowiły wyniki badań przeprowadzonych w 2017 roku w wybranych gospodarstwach

w województwie wielkopolskim (rys. 1). Wyboru gospodarstw dokonano w sposób celowy, przy współpracy z Wielkopolskim Ośrodkiem Doradztwa Rolniczego (WODR) w Poznaniu. Polegało to na wyborze obiektów na podstawie określonych kryteriów zapewniających kontrolę zarówno homogeniczności, jak i zróżnicowania próby. Ocena flory segetalnej badanych upraw przeprowadzana była przez doradców rolnych WODR. Informacje na temat gospodarstw, ich powierzchni, stosowanej agrotechniki, zachwaszczenia wybranych gatunków przeprowadzono metodą ankietową, za pomocą specjalnie przygotowanego w tym celu kwestionariusza wywiadu. Do celów analitycznych dokonano podziału gospodarstw na 5 grup różniących się powierzchnią użytków rolnych: I – do 20, II – od 21 do 30, III – od 31 do 50, IV – od 51 do 100 i V – powyżej 100 ha. Badania wykonano w 39 gospodarstwach (w grupie I – 6, II – 6, III – 9, IV – 9, V – 9 gospodarstw) na polach z uprawą różnych gatunków roślin, form ozimych: pszenicy i pszenżyta oraz form jarych: jęczmienia, mieszanki zbożowej i kukurydzy. Ocenę różnorodności gatunkowej chwastów przeprowadzono przed zbiorem roślin metodą wagowo-ramkową z powierzchni 1 m². Badania obejmowały ocenę składu gatunkowego chwastów oraz liczebności poszczególnych gatunków. W celu przeprowadzania oceny flory segetalnej, na polu z uprawą wybranego gatunku rośliny, wyznaczono w sposób losowy z pominięciem strefy brzegowej



Rys. 1. Lokalizacja analizowanych gospodarstw rolnych na terenie województwa wielkopolskiego
Fig. 1. Location of analyzed farms on the Wielkopolska region

poła (10 m), 5 powierzchni badawczych o wielkości 0,5 m². W badanych gospodarstwach prowadzono ochronę chemiczną przed chwastami. Najczęściej stosowanymi środkami ochrony roślin w badanych gospodarstwach były: Lancet Plus 125 WG, Sekator 125 OD, Metazanex 500 SC, Lintur 75 WG, Puma Universal 069 EW, Chwastox Turbo 340 SL, Chwastox Trio 540 SL. Wyznaczono również dwa wskaźniki ekologiczne: indeks różnorodności Shannona-Wienera (H') oraz indeks dominacji Simpsona (SI). Indeks Shannona-Wienera jest wskaźnikiem ogólnej różnorodności gatunkowej. Uzależniony jest od liczby gatunków oraz ich wzajemnych proporcji ilościowych i obliczany według wzoru Shannona-Wienera i Weavera (Zanin i wsp. 1992):

$$H' = - \sum P_i \ln P_i$$

P_i – stosunek liczby chwastów danego gatunku do ogólnej liczebności chwastów na powierzchni próbnej.

Indeks Simpsona (SI) jest wskaźnikiem stosowanym do oszacowania różnorodności biologicznej siedlisk. Określa prawdopodobieństwo wylosowania dwóch osobników należących do tego samego gatunku. Uwzględnia liczbę gatunków oraz względną liczebność każdego gatunku i opisany jest wzorem Simpsona (Zanin i wsp. 1992):

$$SI = \sum P_i^2$$

Pi – stosunek liczby chwastów danego gatunku do ogólnej liczebności chwastów na powierzchni próbnej.

Wyniki i dyskusja / Results and discussion

Średnia powierzchnia gospodarstwa, dla grupy w której prowadzono monitoring różnorodności biologicznej wynosiła 74,3 ha i była 5-krotnie większa od średniej powierzchni gospodarstwa w województwie wielkopolskim (GUS 2018) (tab. 1). Średnia powierzchnia użytków rolnych, będących w posiadaniu badanych gospodarstw wynosiła 71,3 ha. We wszystkich gospodarstwach w strukturze użytków rolnych dominowały grunty orne, średnio 90%. Największą powierzchnią trwałych użytków zielonych cechowały się gospodarstwa w grupie V (powyżej 100 ha). Średnio w objętych analizą gospodarstwach udział dzierzawionych użytków rolnych wynosił 20%, przy czym najwyższym wskaźnikiem cechowały się gospodarstwa powyżej 100 ha (29%). Gospodarstwa te w większości prowadziły intensywną produkcję rolną. Zdecydowana większość badanych gospodarstw prowadziła produkcję towarową.

W strukturze zasiewów znaczący udział stanowiła kukurydza (średnio 23%), pszenica ozima i pszenżyto ozime (odpowiednio 19 i 20%) oraz jęczmień jary

Tabela 1. Charakterystyka badanych gospodarstw
Table 1. Characteristic of assessed farms

Wyszczególnienie Specification	Grupa obszarowa gospodarstw Group of area farm					Średnio Mean
	10–20	21–30	31–50	51–100	> 100	
Średnia powierzchnia gospodarstwa Average farm surface [ha]	16,94	27,37	39,86	73,17	214,32	74,33
Średnia powierzchnia użytków rolnych w gospodarstwie, w tym: Average usable agricultural lands surface on a farm, including: [ha, %]	16,38 (100%)	26,09 (100%)	36,82 (100%)	68,78 (100%)	208,59 (100%)	71,33 (100%)
Grunty orne – Arable lands [ha, %]	14,06 (83,8%)	23,73 (91,1%)	33,29 (90,1%)	64,09 (92,6%)	198,21 (94,1%)	66,68 (90,3%)
Trwałe użytki zielone Permanent grasslands [ha, %]	2,32 (16,2%)	2,12 (8,9%)	4,36 (9,8%)	5,36 (7,3%)	14,13 (5,3%)	5,66 (9,5%)
Plantacje sadownicze i jagodowe Orchards and berry plantations [ha, %]	0,00 (0%)	0,00 (0%)	0,00 (0%)	0,31 (0,1%)	0,00 (0%)	0,06 (0%)
Ugory – Fallow lands [ha, %]	0,00 (0%)	0,00 (0%)	0,30 (0,1%)	0,00 (0%)	5,06 (0,3%)	1,07 (0,1%)
Inne: lasy, stawy, pod siedliskiem Other: forests, ponds, in the vicinity of the farm [ha]	0,53	1,82	6,30	4,45	7,09	4,04
Udział użytków rolnych dzierzawionych Share of agricultural lands tenanted [%]	14,2	11,3	24,1	20,9	29,0	19,9

Źródło: opracowanie własne – Source: own elaboration

i mieszanka zbożowa (po 17%) (tab. 2). Z tego względu te gatunki roślin zostały uwzględnione w badaniach.

Analiza dotycząca sposobu regulacji zachwaszczenia prowadzonych upraw wykazała, że w gospodarstwach mniejszych obszarowo (do 20 ha) decyzję o wykonaniu zabiegu podejmowano głównie w oparciu o własne obserwacje (tab. 3). Natomiast w gospodarstwach o większej powierzchni (powyżej 31 ha) głównym wyznacznikiem decydującym o wyborze pestycydu była jego skuteczność działania. Ponadto w 11% tych gospodarstw decyzja o wykonaniu zabiegu podejmowana była przez rolnika w oparciu o próg ekonomicznej szkodliwości, a więc w sytuacji gdzie nasilenie agrofaga było na tyle duże, że wykonanie zabiegu było opłacalne ze względu na możliwe straty wynikające z obniżenia plonu. Właściciele większych obszarowo gospodarstw decyzję o wykonaniu zabiegu podejmowali w oparciu o profesjonalne doradztwo.

Skuteczność przeprowadzonych zabiegów ochrony roślin w badanych gospodarstwach określono jako bardzo wysoką, bowiem przekraczającą 86% niezależnie od powierzchni użytków rolnych (tab. 3). Można zatem uznać,

że zabiegi chemiczne stosowane w celu ograniczenia zachwaszczenia analizowanych gatunków roślin uprawnych były wykonywane w analizowanych gospodarstwach w miarę poprawnie, z zachowaniem najważniejszych zasad ochrony chemicznej i w warunkach pogodowych sprzyjających ich dużej skuteczności.

Badając zachwaszczenie pól uprawnych zwraca się zazwyczaj uwagę na liczebność, masę chwastów i pokrycie przez nie powierzchni gleby. Ważna jest również ich różnorodność oraz dominacja poszczególnych gatunków (Stupnicka-Rodzinkiewicz i wsp. 2004).

W badanych gospodarstwach objętych monitoringiem bioróżnorodności stwierdzono ogółem od 5 do 17 gatunków chwastów towarzyszących uprawom. Skład gatunkowy zbiorowisk chwastów różnił się w zależności od wielkości gospodarstwa oraz gatunku rośliny uprawnej. Najwięcej gatunków chwastów rozpoznano w łanie pszenicy ozimej i kukurydzy uprawianych w gospodarstwach o powierzchni powyżej 100 ha (odpowiednio 17 i 12 gatunków) (tab. 4), w łanie pszenżyta ozimego i mieszanki zbożowej w gospodarstwach o powierzchni od 31–50 ha (odpowiednio

Tabela 2. Powierzchnia i udział w strukturze zasiewów badanych gatunków roślin uprawnych [ha, %]
Table 2. The cultivation area and share in cropping pattern of assessed plant species [ha, %]

Wyszczególnienie Specification	Grupa obszarowa gospodarstw Group of area farm					Średnio Mean
	10–20	21–30	31–50	51–100	> 100	
Pszenica ozima – Winter wheat	3,0 (21,4%)	2,9 (12,2%)	7,7 (23,0%)	8,2 (12,6%)	55,6 (28,1%)	15,5 (19,5%)
Pszenżyto ozime – Winter triticale	3,6 (25,7%)	4,4 (18,7%)	8,1 (24,4%)	8,0 (12,5%)	36,7 (18,5%)	12,2 (20,0%)
Jęczmień jary – Spring barley	3,5 (25,0%)	2,8 (11,6%)	5,7 (17,0%)	13,6 (21,3%)	23,9 (12,1%)	9,9 (17,4%)
Mieszanka zbożowa – Cereals mixture	2,2 (15,7%)	7,0 (29,5%)	6,4 (19,3%)	10,0 (15,0%)	17,2 (8,7%)	8,6 (17,6%)
Kukurydza – Maize	2,3 (16,4%)	6,6 (27,8%)	4,4 (13,3%)	24,0 (37,1%)	43,7 (22,1%)	16,2 (23,3%)

Źródło: opracowanie własne – Source: own elaboration

Tabela 3. Sposób regulacji zachwaszczenia w badanych gospodarstwach
Table 3. Methods of regulation weed infestation in tested farms

Wyszczególnienie Specification	Grupa obszarowa gospodarstw Area groups of farms					Średnio Mean
	I	II	III	IV	V	
Podstawa wyboru środka ochrony roślin – The basis for selection of pesticide [%]						
Skuteczność działania – Effectiveness	10	20	55	65	80	46
Cena – Price	90	80	55	35	20	56
Próg szkodliwości – Harmfulness threshold	0	0	15	20	20	11
Podstawa decyzji – Basis for a decision [%]						
Obserwacje własne – Own observations	100	100	75	80	80	87
Profesjonalne doradztwo – Professional consulting services	0	50	35	70	70	45
Skuteczność zabiegu – Effectiveness of the treatment	90	80	80	86	95	86

Źródło: opracowanie własne – Source: own elaboration

Tabela 4. Liczba gatunków chwastów [szt./m²] w uprawie badanych gatunków roślin oraz ich udział w strukturze chwastów ogółem [%]
 Table 4. Number of weeds [units/m²] in the cultivation of assessed plant species and their share in the structure of weeds total number [%]

Wyszczególnienie – Specification	Grupa obszarowa gospodarstw Group of area farm					Średnio Mean
	10–20	21–30	31–50	51–100	> 100	
Pszenica ozima – Winter wheat						
Chwasty jednoliścienne [szt./m ² , %] Monocotyledonous [units/m ² , %]	–	8 (13,1%)	17 (24,3%)	39 (53,4%)	27 (25,2%)	18,2 (23,2%)
Chwasty dwuliścienne [szt./m ² , %] Dicotyledonous [units/m ² , %]	40 (100%)	53 (86,9%)	53 (75,7%)	34 (46,6%)	80 (74,8%)	52 (76,8%)
Liczba gatunków [szt./m ²] Number of species [units/m ²]	5	9	12	9	17	10,4
Pszennyto ozime – Winter triticale						
Chwasty jednoliścienne [szt./m ² , %] Monocotyledonous [units/m ² , %]	–	12 (18,8%)	76 (49,7%)	7 (13,5%)	25 (37,3%)	24 (23,8%)
Chwasty dwuliścienne [szt./m ² , %] Dicotyledonous [units/m ² , %]	33 (100%)	52 (81,3%)	77 (50,3%)	45 (86,5%)	42 (62,7%)	49,8 (76,2%)
Liczba gatunków [szt./m ²] Number of species [units/m ²]	9	8	12	9	8	9,2
Jęczmień jary – Spring barley						
Chwasty jednoliścienne [szt./m ² , %] Monocotyledonous [units/m ² , %]	6 (12,0%)	2 (9,5%)	15 (48,4%)	7 (18,9%)	–	6 (17,8%)
Chwasty dwuliścienne [szt./m ² , %] Dicotyledonous [units/m ² , %]	44 (88,0%)	19 (90,5%)	16 (51,6%)	30 (81,1%)	28 (100,0%)	27,4 (82,2%)
Liczba gatunków [szt./m ²] Number of species [units/m ²]	11	9	7	10	7	8,8
Mieszanka zbożowa – Cereal mixture						
Chwasty jednoliścienne [szt./m ² , %] Monocotyledonous [units/m ² , %]	2 (4,7%)	–	10 (8,1%)	10 (24,4%)	–	4,4 (7,5%)
Chwasty dwuliścienne [szt./m ² , %] Dicotyledonous [units/m ² , %]	41 (95,3%)	32 (100,0%)	114 (91,1%)	31 (75,6%)	25 (100,0%)	48,6 (92,5%)
Liczba gatunków [szt./m ²] Number of species [units/m ²]	9	6	11	6	5	7,4
Kukurydza – Maize						
Chwasty jednoliścienne [szt./m ² , %] Monocotyledonous [units/m ² , %]	1 (2,4%)	25 (44,6%)	23 (46,0%)	19 (23,2%)	9 (11,5%)	15,4 (25,5%)
Chwasty dwuliścienne [szt./m ² , %] Dicotyledonous [units/m ² , %]	40 (97,6%)	31 (55,4%)	27 (54,0%)	63 (76,8%)	69 (88,5%)	46 (74,5%)
Liczba gatunków [szt./m ²] Number of species [units/m ²]	9	6	8	11	12	9,2

Źródło: opracowanie własne – Source: own elaboration

12 i 11 gatunków) (tab. 4), natomiast w uprawie jęczmienia jarego w gospodarstwach o powierzchni do 20 ha (11 gatunków) (tab. 4).

Niezależnie od rodzaju uprawy bardziej liczne były gatunki dwuliścienne, które stanowiły w ogólnej liczebności chwastów średnio od 76,2% w uprawie pszenżyta ozimego do 92,5% w uprawie mieszanki zbożowej (tab. 4). Udział ich był zróżnicowany w zależności od wielkości gospodarstwa, wyrażonego powierzchnią użytków rolnych. W uprawie pszenicy w gospodarstwach

o powierzchni w zakresie 51–100 ha użytków rolnych, udział chwastów dwuliściennych był niższy od średniej dla wszystkich gospodarstw i wyniósł 46,6%, co wynikało z dużego udziału chwastów jednoliściennych (*Apera spica-venti* i *Avena fatua*) (tab. 5). W łąkach pszenżyta ozimego, jęczmienia jarego i kukurydzy w gospodarstwach o powierzchni w zakresie 31–50 ha, stwierdzono udział chwastów dwuliściennych odpowiednio o 34, 37 i 27% niższy niż średnio dla wszystkich gospodarstw (tab. 6, 7, 9), ze względu na duży udział przedstawicieli gatunków

Tabela 5. Skład gatunkowy i liczebność chwastów w łanie pszenicy ozimej w gospodarstwach zróżnicowanych powierzchnią użytków rolnych [szt./m²]Table 5. Weed species composition and number of weeds in winter wheat in farms differentiated agricultural acreage [number/m²]

Gatunek chwastu – Weed species	Grupa obszarowa gospodarstw – Group of area farm					Średnio Mean
	10–20	21–30	31–50	51–100	> 100	
Chwasty jednoliścienne – Monocotyledonous						
Chwastnica jednostronna – <i>Echinochloa crus-galli</i>	–	–	–	–	7	1,4
Miotła zbożowa – <i>Apera spica-venti</i>	–	8	17	7	5	7,4
Owies głuchy – <i>Avena fatua</i>	–	–	–	32	5	7,4
Perz właściwy – <i>Elymus repens</i>	–	–	–	–	10	2,0
Chwasty dwuliścienne – Dicotyledonous						
Babka zwyczajna – <i>Plantago major</i>	–	–	4	–	–	0,8
Bodziszek porożcinany – <i>Geranium dissectum</i>	8	–	–	–	–	1,6
Chaber bławatek – <i>Centaurea cyanus</i>	–	10	4	5	5	4,8
Fiołek polny – <i>Viola arvensis</i>	–	–	–	4	15	3,8
Gwiazdnica pospolita – <i>Stellaria media</i>	–	8	10	–	4	4,4
Jasnota purpurowa – <i>Lamium purpureum</i>	–	4	–	1	5	2,0
Komosa biała – <i>Chenopodium album</i>	10	8	6	–	4	5,6
Mak polny – <i>Papaver rhoeas</i>	–	–	6	2	3	2,2
Maruna bezwonna – <i>Matricaria maritima</i> subsp. <i>inodora</i>	–	–	1	–	–	0,2
Przetacznik perski – <i>Veronica persica</i>	–	–	6	–	5	2,2
Przymiotno kanadyjskie – <i>Erigeron canadensis</i>	5	–	–	–	–	1,0
Przytulia czepna – <i>Galium aparine</i>	–	8	3	7	3	4,2
Rdest powojowy – <i>Fallopia convolvulus</i>	7	–	–	–	3	2,0
Rumian polny – <i>Anthemis arvensis</i>	10	4	4	5	4	5,4
Szarłat szorstki – <i>Amaranthus retroflexus</i>	–	–	–	–	2	0,4
Tasznik pospolity – <i>Capsella bursa-pastoris</i>	–	5	8	–	2	3,0
Tobołki polne – <i>Thlaspi arvense</i>	–	6	1	–	–	1,4
Żóltlica drobnokwiatowa – <i>Galinsoga parviflora</i>	–	–	–	10	25	7,0
Razem – Total	40	61	70	73	107	70,2

Źródło: opracowanie własne – Source: own elaboration

jednoliściennych, w uprawie jęczmienia: *A. spica-venti*, w uprawie pszenżyta ozimego dodatkowo *Echinochloa crus-galli* i *Elymus repens*, zaś w uprawie kukurydzy – *E. crus-galli*.

Skład gatunkowy zbiorowisk chwastów różnił się w zależności od powierzchni gospodarstwa oraz gatunku rośliny uprawnej. Bogactwo gatunkowe flory segetalnej form ozimych uprawianych gatunków roślin było większe niż w uprawie roślin form jarych. Stwierdzono istotnie większą średnią liczbę gatunków chwastów w łanie zbóż ozimych.

Najbardziej zachwaszczona była uprawa pszenicy i pszenżyta, w których stwierdzono średnio odpowiednio 70 i 74 sztuki chwastów na jednostce powierzchni (tab. 5, 6), najmniej zaś uprawa jęczmienia, gdzie zanotowano 34 sztuki chwastów na powierzchni 1 m²

(tab. 7). Natomiast w łanach mieszanki zbożowej i kukurydzy stwierdzono odpowiednio średnio 53 i 61 sztuk chwastów na jednostce powierzchni (tab. 8, 9).

Najwięcej taksonów chwastów w łanie pszenicy ozimej na jednostce powierzchni stwierdzono w gospodarstwach powyżej 100 ha użytków rolnych (107 szt./m²), natomiast najmniej w gospodarstwach do 20 ha użytków rolnych (40 szt./m²). Podobne wyniki uzyskała Feledyn-Szewczyk (2012) wykazując, że pszenica jest przedstawicielem zbóż ozimych charakteryzującym się największym zachwaszczeniem. W badaniach tej autorki zanotowano średnio 82 sztuki chwastów na 1 m² powierzchni. We wcześniejszych badaniach Bojarszczuk i wsp. (2018) stwierdzili, że spośród ocenianych gatunków najbardziej zachwaszczona była pszenica ozima, w której stwierdzono

Tabela 6. Różnorodność gatunkowa i liczebność chwastów w łanie pszenżyta ozimego w gospodarstwach zróżnicowanych powierzchnią użytków rolnych [szt./m²]Table 6. Weed species composition and number of weeds in winter triticale in farms differentiated agricultural acreage [number/m²]

Gatunek – Weed species	Grupa obszarowa gospodarstw – Group of area farm					Średnio Mean
	10–20	21–30	31–50	51–100	> 100	
Chwasty jednoliścienne – Monocotyledonous						
Chwastnica jednostronna – <i>Echinochloa crus-galli</i>	–	–	40	–	10	10,0
Miotła zbożowa – <i>Apera spica-venti</i>	–	12	21	7	15	11,0
Perz właściwy – <i>Elymus repens</i>	–	–	15	–	–	3,0
Chwasty dwuliścienne – Dicotyledonous						
Bodziszek porożcinany – <i>Geranium dissectum</i>	8	–	–	–	–	1,6
Chaber bławatek – <i>Centaurea cyanus</i>	1	6	2	5	5	3,8
Fiołek polny – <i>Viola arvensis</i>	1	–	2	4	15	4,4
Gwiazdnica pospolita – <i>Stellaria media</i>	–	8	10	1	–	3,8
Komosa biała – <i>Chenopodium album</i>	7	9	1	2	3	4,4
Mak polny – <i>Papaver rhoeas</i>	–	–	–	11	5	3,2
Maruna bezwonna – <i>Matricaria maritima</i> subsp. <i>inodora</i>	1	–	–	–	–	0,2
Ostrożeń polny – <i>Cirsium arvense</i>	1	–	–	–	–	0,2
Przetacznik perski – <i>Veronica persica</i>	–	7	10	–	–	3,4
Przymiotno kanadyjskie – <i>Erigeron canadensis</i>	5	–	–	–	–	1,0
Przytulia czepna – <i>Galium aparine</i>	–	6	6	7	–	3,8
Rdest powojowy – <i>Fallopia convolvulus</i>	7	8	–	–	–	3,0
Rumian polny – <i>Anthemis arvensis</i>	10	8	38	5	–	12,2
Szarłat szorstki – <i>Amaranthus retroflexus</i>	–	–	1	–	–	0,2
Tasznik pospolity – <i>Capsella bursa-pastoris</i>	–	–	7	–	10	3,4
Tobołki polne – <i>Thlaspi arvense</i>	–	–	–	–	4	0,8
Żóltlica drobnokwiatowa – <i>Galinsoga parviflora</i>	–	–	–	10	–	2,0
Razem – Total	33	64	153	52	67	73,8

Źródło: opracowanie własne – Source: own elaboration

średnio 69 sztuk chwastów na jednostce powierzchni. W badaniach własnych największą liczebność chwastów w uprawie pszenżyta ozimego wykazano w gospodarstwach o powierzchni w zakresie 31–50 ha (153 sztuki). Natomiast najmniej chwastów niepożądanych na jednostce powierzchni stwierdzono w gospodarstwach o powierzchni do 20 ha (33 sztuki).

Odwrotne zależności stwierdzono w uprawie jarych form roślin zbożowych. W łanie jęczmienia i mieszanki zbożowej, najmniejszą liczebność gatunków niepożądanych zanotowano w gospodarstwach największych obszarowo (odpowiednio 28 i 25 szt./m²).

Analizując skład florystyczny stwierdzono, że w uprawach pszenicy ozimej i pszenżyta ozimego najliczniej występowały następujące taksony chwastów dwuliściennych: *Chenopodium album*, *Centaurea cyanus*, *Anthemis arvensis* oraz chwastów jednoliściennych: *A. spica-venti*, która stanowiła 10% populacji wszystkich wystę-

pujących chwastów. W uprawie jęczmienia jarego najliczniej występującymi gatunkami niepożądanymi, niezależnie od wielkości gospodarstwa były: *Galium aparine* oraz *C. cyanus*. W badaniach Orzecha i wsp. (2011) w zasiewach jęczmienia jarego uprawianego w systemie tradycyjnym, szczególnie licznie występowało 5 taksonów chwastów: *Capsella bursa-pastoris*, *Cirsium arvense*, *Stellaria media*, *Sonchus arvensis* oraz *Ch. album*. W łanie mieszanki zbożowej dominowały głównie *G. aparine*, *Fallopia convolvulus* oraz *C. cyanus*, stanowiąc średnio 37% całej populacji gatunków niepożądanych. Gatunkami towarzyszącymi w uprawie kukurydzy były głównie: *Ch. album* i *E. crus-galli*.

Badania Liszki-Podkowy i Sowińskiego (2009) wykazały, że sposób pielęgnacji i konkurencja wpływają na zmianę składu gatunkowego chwastów. W badaniach Waligóry i wsp. (2009) nad sposobami pielęgnacji kukurydzy cukrowej w województwie wielkopolskim

Tabela 7. Różnorodność gatunkowa chwastów w łanie jęczmienia jarego w gospodarstwach zróżnicowanych powierzchnią użytków rolnych [szt./m²]Table 7. Weed species composition and number of weeds in spring barley in farms differentiated on agricultural acreage [number/m²]

Gatunek – Weed species	Grupa obszarowa gospodarstw – Group of area farm					Średnio Mean
	10–20	21–30	31–50	51–100	> 100	
Chwasty jednoliścienne – Monocotyledonous						
Chwastnica jednostronna – <i>Echinochloa crus-galli</i>	3	1	–	–	–	0,8
Miotła zbożowa – <i>Apera spica-venti</i>	3	1	15	–	–	3,8
Owies głuchy – <i>Avena fatua</i>	–	–	–	6	–	1,2
Perz właściwy – <i>Elymus repens</i>	–	–	–	1	–	0,2
Chwasty dwuliścienne – Dicotyledonous						
Bodziszek porożcinany – <i>Geranium dissectum</i>	8	–	–	–	–	1,6
Chaber bławatek – <i>Centaurea cyanus</i>	3	2	4	2	–	2,2
Fiołek polny – <i>Viola arvensis</i>	2	–	–	–	–	0,4
Gwiazdnica pospolita – <i>Stellaria media</i>	1	1	1	1	–	0,8
Jasnota purpurowa – <i>Lamium purpureum</i>	–	–	–	2	5	1,6
Komosa biała – <i>Chenopodium album</i>	7	6	–	2	3	3,6
Mak polny – <i>Papaver rhoeas</i>	1	–	–	4	4	1,8
Maruna bezwonna – <i>Matricaria maritima</i> subsp. <i>inodora</i>	–	–	1	4	–	1,0
Ostrożeń polny – <i>Cirsium arvense</i>	–	–	–	–	4	0,8
Przetacznik perski – <i>Veronica persica</i>	–	–	8	–	–	1,6
Przymiotno kanadyjskie – <i>Erigeron canadensis</i>	5	–	–	–	–	1,0
Przytulia czepna – <i>Galium aparine</i>	–	7	1	10	4	4,4
Rdest powojowy – <i>Fallopia convolvulus</i>	7	3	–	–	3	2,6
Rumian polny – <i>Anthemis arvensis</i>	10	–	–	5	5	4,0
Tobołki polne – <i>Thlaspi arvense</i>	–	–	1	–	–	0,2
Skrzyp polny – <i>Equisetum arvense</i>	–	4	–	–	–	0,8
Razem – Total	50	25	31	37	28	34,2

Źródło: opracowanie własne – Source: own elaboration

Tabela 8. Różnorodność gatunkowa chwastów w łanie mieszanki zbożowej w gospodarstwach zróżnicowanych powierzchnią użytków rolnych [szt./m²]Table 8. Weed species composition and number of weeds cereals mixture in farms differentiated on agricultural acreage [number/m²]

Gatunek – Weed species	Grupa obszarowa gospodarstw – Group of area farm					Średnio Mean
	10–20	21–30	31–50	51–100	> 100	
1	2	3	4	5	6	7
Chwasty jednoliścienne – Monocotyledonous						
Miotła zbożowa – <i>Apera spica-venti</i>	2	–	5	10	–	3,4
Owies głuchy – <i>Avena fatua</i>	–	–	5	–	–	1,0
Chwasty dwuliścienne – Dicotyledonous						
Bodziszek porożcinany – <i>Geranium dissectum</i>	8	–	–	–	–	1,6
Chaber bławatek – <i>Centaurea cyanus</i>	–	5	3	5	5	3,6
Fiołek polny – <i>Viola arvensis</i>	2	–	15	–	–	3,4
Gwiazdnica pospolita – <i>Stellaria media</i>	1	–	–	10	–	2,2
Komosa biała – <i>Chenopodium album</i>	7	9	3	1	–	4,0
Mak polny – <i>Papaver rhoeas</i>	–	5	–	–	–	1,0
Maruna bezwonna – <i>Matricaria maritima</i> subsp. <i>inodora</i>	–	–	–	–	5	1,0

1	2	3	4	5	6	7
Przetacznik perski – <i>Veronica persica</i>	1	5	26	–	–	6,4
Przymiotno kanadyjskie – <i>Erigeron canadensis</i>	5	–	–	–	–	1,0
Przytulnia czepna – <i>Galium aparine</i>	–	3	20	10	5	7,6
Rdest powojowy – <i>Fallopia convolvulus</i>	7	5	24	–	5	8,2
Rumian polny – <i>Anthemis arvensis</i>	10	–	–	5	–	3,0
Szarłat szorstki – <i>Amaranthus retroflexus</i>	–	–	–	–	5	1,0
Tobołki polne – <i>Thlaspi arvense</i>	–	–	3	–	–	0,6
Żółtlica drobnokwiatowa – <i>Galinsoga parviflora</i>	–	–	20	–	–	4,0
Razem – Total	43	32	124	41	25	53,0

Źródło: opracowanie własne – Source: own elaboration

Tabela 9. Różnorodność gatunkowa chwastów w łanie kukurydzy w gospodarstwach zróżnicowanych powierzchnią użytków rolnych [szt./m²]

Table 9. Weed species composition and number of weeds in maize in farms differentiated on agricultural acreage [number/m²]

Gatunek – Weed species	Grupa obszarowa gospodarstw – Group of area farm					Średnio Mean
	10–20	21–30	31–50	51–100	> 100	
Chwasty jednoliścienne – Monocotyledonous						
Chwastnica jednostronna – <i>Echinochloa crus-galli</i>	1	25	19	7	2	10,8
Włośnica sina – <i>Setaria pumila</i>	–	–	–	10	–	2,0
Perz właściwy – <i>Elymus repens</i>	–	–	4	2	7	2,6
Chwasty dwuliścienne – Dicotyledonous						
Bodziszek porożciniany – <i>Geranium dissectum</i>	8	10	1	10	–	5,8
Chaber bławatek – <i>Centaurea cyanus</i>	–	–	5	10	3	3,6
Fiołek polny – <i>Viola arvensis</i>	1	–	–	–	16	3,4
Gwiazdnica pospolita – <i>Stellaria media</i>	–	–	–	9	5	2,8
Jasnota purpurowa – <i>Lamium purpureum</i>	–	5	–	–	–	1,0
Komosa biała – <i>Chenopodium album</i>	7	5	7	15	10	8,8
Ostrożeń polny – <i>Cirsium arvense</i>	–	4	1	–	–	1,0
Przetacznik perski – <i>Veronica persica</i>	1	–	10	–	10	4,2
Przymiotno kanadyjskie – <i>Erigeron canadensis</i>	5	–	–	–	–	1,0
Przytulnia czepna – <i>Galium aparine</i>	–	–	3	5	2	2,0
Rdest płamisty – <i>Polygonum persicaria</i>	–	–	–	–	5	1,0
Rdest powojowy – <i>Fallopia convolvulus</i>	7	7	–	3	8	5,0
Rumian polny – <i>Anthemis arvensis</i>	10	–	–	5	–	3,0
Szarłat szorstki – <i>Amaranthus retroflexus</i>	–	–	–	6	–	1,2
Tasznik pospolity – <i>Capsella bursa-pastoris</i>	1	–	–	–	4	1,0
Żółtlica drobnokwiatowa – <i>Galinsoga parviflora</i>	–	–	–	–	6	1,2
Razem – Total	41	56	50	82	78	61,4

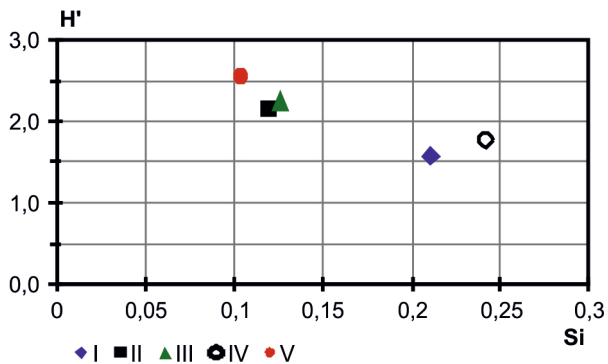
Źródło: opracowanie własne – Source: own elaboration

stwierdzono występowanie 12 gatunków chwastów, przy czym w największym nasileniu: *Ch. album*, *Viola arvensis*, *Polygonum convolvulus* oraz *E. crus-galli*. W badaniach Sobiecha i wsp. (2018) w uprawie kukurydzy obserwowano

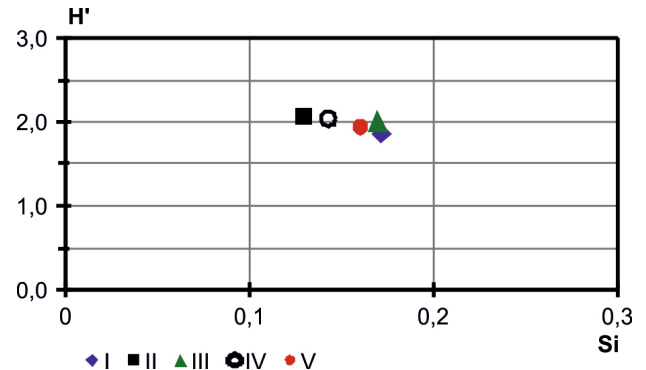
liczne występowanie *Ch. album* oraz *E. crus-galli*, co zanotowała także Gołębiowska (2012). Wspomniane chwasty uznaje się za typowe i uciążliwe dla uprawy kukurydzy (Idziak i Woźnica 2009). Podaje się, że duża

liczebność tych gatunków może być spowodowana wzrostem powierzchni uprawy kukurydzy oraz intensyfikacją produkcji roślinnej (Gołębiowska i wsp. 2015).

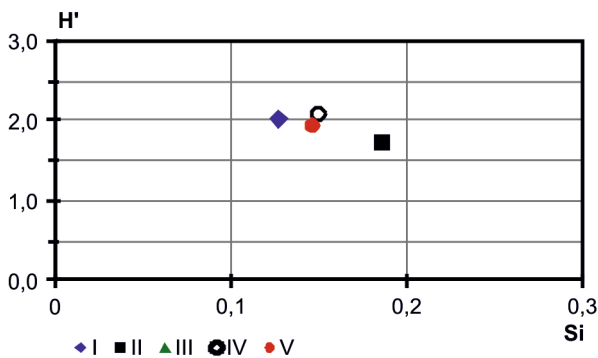
Różnorodność gatunkowa flory segetalnej mierzona wskaźnikami różnorodności Shannona-Wienera i indeksem dominacji Simpsona były zróżnicowane w zależności od



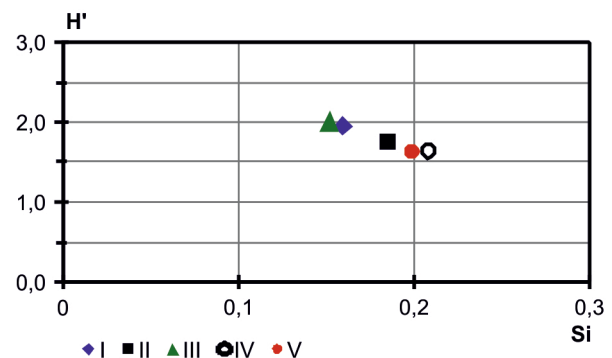
Rys. 2. Index bioróżnorodności Shannona-Wienera (H') i dominacji Simpsona (SI) w łanie pszenicy ozimej
Fig. 2. Shannon-Wiener's diversity index (H') and Simpson's dominance index (SI) for weed flora of winter wheat



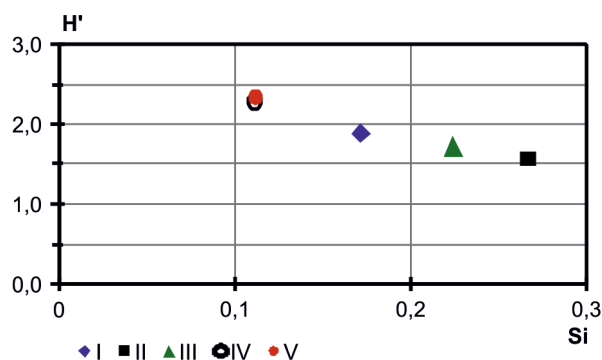
Rys. 3. Index bioróżnorodności Shannona-Wienera (H') i dominacji Simpsona (SI) w łanie pszenżyta ozimego
Fig. 3. Shannon-Wiener's diversity index (H') and Simpson's dominance index (SI) for weed flora of winter triticale



Rys. 4. Index bioróżnorodności Shannona-Wienera (H') i dominacji Simpsona (SI) w łanie jęczmienia jarego
Fig. 4. Shannon-Wiener's diversity index (H') and Simpson's dominance index (SI) for weed flora of spring barley



Rys. 5. Index bioróżnorodności Shannona-Wienera (H') i dominacji Simpsona (SI) w łanie mieszanki zbożowej
Fig. 5. Shannon-Wiener's diversity index (H') and Simpson's dominance index (SI) for weed flora of cereal mixture



Rys. 6. Index bioróżnorodności Shannona-Wienera (H') i dominacji Simpsona (SI) w łanie kukurydzy
Fig. 6. Shannon-Wiener's diversity index (H') and Simpson's dominance index (SI) for weed flora of maize

gatunku rośliny uprawnej oraz wielkości gospodarstwa (rys. 2–6). Wartości wskaźnika Shannona-Wienera użytego do oceny różnorodności florystycznej określają całościową różnorodność w poddawanej badaniom fitocenozie. Wyniki przedstawione na rysunkach 2–6, pokazują, że różnorodność biologiczna analizowanych zbiorowisk była zróżnicowana w zależności od gatunku badanej rośliny uprawnej oraz wielkości gospodarstwa.

W uprawie pszenicy ozimej jedynie gospodarstwo o najmniejszej powierzchni odbiegało od pozostałych, charakteryzując się stosunkowo niską wartością indeksu Shannona-Wienera ($H' = 1,51$) i wysoką wartością indeksu Simpsona ($SI = 0,21$), co wskazuje na wyraźną dominację w zbiorowisku jednego lub dwóch gatunków chwastów (*Ch. album* i *A. arvensis*). Gospodarstwo to jednocześnie charakteryzowało się najmniejszą liczbą oznaczonych gatunków chwastów (5 taksonów), ale także najuboższym składem gatunkowym flory segetalnej (40 sztuk).

Pośród badanych gatunków roślin uprawnych największą różnorodnością, ocenianą za pomocą wskaźnika Shannona-Wienera, charakteryzowało się zbiorowisko chwastów w uprawie pszenicy ozimej w gospodarstwach o powierzchni powyżej 100 ha ($H' = 1,77$).

W celu określenia równocześnie, która opisuje udział poszczególnych gatunków w danym zbiorowisku zastosowano wskaźnik różnorodności Simpsona. Pozwala on ocenić prawdopodobieństwo spotkania dwóch osobników zaliczanych do jednego gatunku. Wartości tego wskaźnika w roku prowadzenia obserwacji były zróżnicowane w poszczególnych uprawach. Wychodząc z założenia, że im wyższa jest wartość wspomnianego wskaźnika tym większa jest różnorodność (1 = maksymalna różnorodność) można zauważyć, że otrzymane wyniki pokazują zróżnicowanie zbiorowiska chwastów w poszczególnych uprawach. Najwyższe wartości indeksu dominacji stwierdzono dla jęczmienia jarego uprawianego w gospodarstwach o powierzchni w zakresie 31–50 ha ($SI = 0,32$) oraz dla kukurydzy uprawianej w gospodarstwach o powierzchni do 30 ha ($SI = 0,27$) (rys. 6), co świadczy o dominacji pewnych gatunków chwastów (*A. spica-venti*, *Veronica persica*, *E. crus-galli* oraz *Geranium dissectum*).

Literatura / References

- Berbec 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. [An assessment of weed flora and orthopteran diversity in winter cereals cultivated in organic and conventional systems]. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie* 13 (4): 5–16.
- Bojarszczuk J., Podleśny J., Nowak J. 2018. Ocena różnorodności zbiorowisk segetalnych w łąkach roślin uprawnych w wybranych gospodarstwach w województwie lubelskim. [The assessment of the diversity of weed flora communities in crops cultivated in selected farms in Lubelskie voivodeship]. *Progress in Plant Protection* 58 (3): 216–223. DOI: 10.14199/ppp-2018-029.
- Dobrzański A. 2007. Wpływ regulowania zachwaszczenia roślin ogrodniczych na różnorodność biologiczną. [The impact of weed management in horticultural crops on biodiversity]. *Zeszyty Naukowe Wydziału Ogrodniczego, Wyższa Szkoła Ekonomiczno-Humanistyczna w Skierniewicach* 7: 61–75.

Wnioski / Conclusions

1. W objętych analizą gospodarstwach skład gatunkowy zbiorowisk chwastów różnił się w zależności od wielkości gospodarstwa oraz rośliny uprawnej. Najbardziej zachwaszczone były łąki pszenżyta ozimego i pszenicy ozimej, natomiast najmniej jęczmienia jarego i mieszanki zbożowej.
2. Różnorodność flory segetalnej towarzyszącej roślinom uprawnym była większa w zasiewach form ozimych niż jarych.
3. Najwięcej chwastów w łąkach roślin uprawnych form ozimych stwierdzono w gospodarstwach największych obszarowo, natomiast najmniej w gospodarstwach do 20 ha użytków rolnych. Odwrotne relacje stwierdzono w uprawie jarych form gatunków roślin zbożowych.
4. Ocena różnorodności biologicznej flory segetalnej za pomocą wskaźników różnorodności Shannona-Wienera i dominacji Simpsona wykazała różnice pomiędzy poszczególnymi grupami gospodarstw. Zróżnicowane wartości wskaźników zbiorowisk chwastów są wynikiem stosunkowo dużej różnorodności gatunkowej we wszystkich grupach gospodarstw.
5. Najliczniej występującymi gatunkami chwastów w uwzględnionych w badaniach zasiewach roślin uprawnych były taksony: *Ch. album*, *C. cyanus*, *A. arvensis*, *A. spica-venti*, *G. aparine*, *F. convolvulus* oraz *E. crus-galli*.

Podziękowanie / Acknowledgements

Praca wykonana w ramach realizacji zadania 2.3 Programu Wieloletniego Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowego Instytutu Badawczego w Puławach pt. „Wspieranie działań w zakresie ochrony i racjonalnego wykorzystania rolniczej przestrzeni produkcyjnej w Polsce oraz kształtowania jakości surowców roślinnych na lata 2016–2020”.

- Dobrzański A. 2009. Biologiczne i agrotechniczne aspekty regulowania zachwaszczenia. Ekspertyza. Instytut Warzywnictwa, Skierniewice. Publikacja dostępna w serwisie: www.agengpol.pl, 24 ss.
- Dobrzański A., Adamczewski K. 2009. Wpływ walki z chwastami na bioróżnorodność agrofitycenozy. [The influence of weed control on agrophytocenosis biodiversity]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 49 (3): 982–995.
- Duer I. 2002. Znaczenie chwastów i strategia ich ograniczania w gospodarstwie ekologicznym. W: *Rolnictwo ekologiczne szansą na polską specjalność. Materiały szkoleniowe* 86/02: 21–26, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Puławy.
- Feledyn-Szewczyk B. 2012. Ocena różnorodności zbiorowisk segetalnych w roślinach uprawianych w wybranych gospodarstwach ekologicznych w województwie lubelskim. [The assessment of the diversity of weed flora communities in crops cultivated in selected organic farms in Lublin province]. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* 57 (3): 63–72.
- Feledyn-Szewczyk B., Duer I. 2006. Efektywność metod regulacji zachwaszczenia w jęczmieniu jarym uprawianym w różnych systemach produkcji. [Effectiveness of weed regulation methods in spring barley cultivated in different crop production systems]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 46 (1): 45–52.
- Giera A. 2012. Bioróżnorodność w wybranych gospodarstwach rolnych zlokalizowanych na obszarach szczególnie narażonych. [Biodiversity on farms located in nitrate vulnerable zones]. *Zagadnienia Doradztwa Rolniczego* 2: 79–103.
- Gołębiowska H. 2012. Problemy ograniczania chwastów wieloletnich w uproszczonej uprawie kukurydzy w warunkach Dolnego Śląska. [Problems with the control of perennial weeds in a simplified cultivation system of maize crops in the conditions of Lower Silesia]. *Progress in Plant Protection* 52 (3): 556–562. DOI: 10.14199/ppp-2012-096.
- Gołębiowska H., Snopczyński T., Domaradzki K., Rola H. 2015. Zmiany w zachwaszczeniu kukurydzy w południowo-zachodnim rejonie Polski w latach 1963–2013. [Changes in weed infestation in corn crops in southwestern region of Poland in 1963–2013 years]. *Progress in Plant Protection* 55 (3): 327–339. DOI: 10.14199/ppp-2015-057.
- GUS 2018. Rocznik Statystyczny Rolnictwa 2018. Główny Urząd Statystyczny, Warszawa, 453 ss.
- Idziak R., Woźnica Z. 2009. Ocena efektywności adiuwantów olejowego i mineralnego w mieszaninach herbicydów Callisto 100 SC i Maister 310 WG stosowanych w ochronie kukurydzy. [Evaluation of efficacy of oil and mineral adjuvants added to mixtures of herbicides Callisto 100 SC and Maister 310 WG applied in maize]. *Acta Scientiarum Polonorum, Agricultura* 8 (1): 17–26.
- Liszka-Podkowa A., Sowiński J. 2009. Skuteczność różnych metod odchwaszczania kukurydzy oraz pobranie makroelementów przez chwasty. [Efficacy of different weed control methods in maize and macronutrients uptake by weeds]. *Fragmenta Agronomica* 26 (3): 109–117.
- Orzech K., Rychcik B., Stępień A. 2011. Wpływ sposobów uprawy roli na zachwaszczenie i plonowanie jęczmienia jarego. [The influence of tillage systems on weed infestation and yield of spring barley]. *Fragmenta Agronomica* 28 (2): 63–70.
- Rola H., Rola J. 2002. Progi szkodliwości chwastów w programach decyzyjnych ochrony roślin zbożowych. [Thresholds for weeds in decision support system programs in plant protection]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 42 (1): 332–339.
- Sobiech Ł., Idziak R., Skrzypczak G., Szulc P., Grzanka M. 2018. Bioróżnorodność zachwaszczenia w uprawie kukurydzy na glebie płowej. [Biodiversity of weed flora in maize on lessive soil]. *Progress in Plant Protection* 58 (4): 282–287. DOI: 10.14199/ppp-2018-039.
- Staniak M., Księżak J., Bojarszczuk J. 2011. Zachwaszczenie kukurydzy w ekologicznym systemie uprawy. [Weed infestation of maize cultivated in organic farming]. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* 56 (4): 123–128.
- Stupnicka-Rodzinkiewicz E., Stępnik K., Dąbkowska T., Łabza T. 2004. Różnorodność zbiorowisk chwastów w uprawach zbóż w Beskidach. [Diversity of cereal crops weed communities in the Beskidy mountains]. *Fragmenta Agronomica* 4 (84): 45–53.
- Waligóra H., Skrzypczak W., Szulc P. 2009. Wpływ sposobu pielęgnacji na zachwaszczenie kukurydzy cukrowej. [Influence of sweet maize cultivation method on the weed infestation]. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* 54 (4): 148–152.
- Woźnica Z. 2008. *Herbologia. Podstawy biologii, ekologii i zwalczania chwastów*. Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Poznań, 430 ss. ISBN 978-83-09-99007-9.
- Zanin G., Mosca G., Catizone P. 1992. A profile of the potential flora in maize fields of the Po valley. *Weed Research* 32 (5): 407–418. DOI: 10.1111/j.1365-3180.1992.tb01902.x.