

Katedra Herbologii i Technik Uprawy Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
Akademicka 13, 20-950 Lublin, Poland
e-mail: hubert.rusecki@gmail.com

SYLWIA CHOJNACKA, HUBERT RUSECKI, PAWEŁ GIERASIMIUK,
MARIAN WESOŁOWSKI

Współczesna agrotechnika a różnorodność fitocenozy pól uprawnych Lubelszczyzny. Praca przeglądowa

Modern agronomy in relation to the diversity of crop field communities
in the Lublin region. A review

Streszczenie. Proekologiczne metody ograniczania występowania agrofagów w agrofitecenozy, polegające na wprowadzaniu do uprawy międzyplonów, wysiewie odmian konkurencyjnych względem chwastów oraz stosowaniu integrowanej ochrony roślin, sprzyjają zachowaniu bioróżnorodności obszarów wiejskich. Wyniki badań wskazują, iż wymienione zabiegi agrotechniczne mogą skutecznie ograniczać występowanie chwastów w agrocenozy, nie zmniejszając jednocześnie ich różnorodności biologicznej. Redukują występowanie kosmopolitycznych taksonów dominujących, zmniejszając ich liczebność poniżej ekonomicznego progu szkodliwości. Skuteczność tych zabiegów zależy jednak od wielu czynników siedliskowych i agrotechnicznych, takich jak typ gleby, warunki pogodowe, gatunek rośliny uprawnej, płodozmian, rodzaj międzyplonu i sposób jego zagospodarowania. Technologia produkcji uwzględniająca wymienione, przyjazne dla środowiska metody ograniczania występowania agrofagów, ma na celu symbiozę celów produkcyjnych i ekologicznych.

Słowa kluczowe: rośliny uprawne, zachwaszczenie, międzyplon, odmiana, mechaniczna i chemiczna ochrona roślin

WSTĘP

Intensywna produkcja rolna prowadziła do znaczących zmian w liczebności i składzie gatunkowym agrofitecenozy. Wielogatunkowe zbiorowiska charakterystyczne dla określonych grup roślin uprawnych zostają zastąpione przezubożale zespoły fragmentaryczne, składające się z kilku gatunków [Matuszkiewicz 2001, Kapelusznym 2005,

Haliniarz i Kapeluszný 2014]. Według FAO [2010] od 1990 r. na całym świecie utraciono 75% różnorodności genetycznej agroekosystemów. Spośród chwastów są to głównie archeofity, rosnące na ciężkich glebach wapiennych, będące gatunkami charakterystycznymi dla zespołów *Lathyro-Melandrietum noctiflori*, *Caucalido-Scandicetum*, *Kicxietum spuriae* oraz chwasty związane z uprawą lnu [Nowak 2008, Szczęśniak i in. 2011, Haliniarz i Kapeluszný 2014]. Szacuje się, że w Polsce do zagrożonych wyginięciem należy około 100 gatunków chwastów segetalnych [Zając i in. 2009]. Strategia UE do 2020 r. zakłada powstrzymanie utraty bioróżnorodności biologicznej i degradacji ekosystemów, które zależą od rolnictwa lub podlegają jego wpływowi [KOM 2011].

Ochrona siedlisk polnych realizowana jest poprzez gospodarowanie zgodne z zasadami rolnictwa integrowanego. Jest to nowatorskie podejście do agrotechniki roślin uprawnych, zgodnie z którym w zrównoważony sposób wykorzystuje się postęp techniczny i biologiczny w uprawie, ochronie roślin i nawożeniu. Celem gospodarowania jest uzyskanie stabilnej wydajności i odpowiednich dochodów rolniczych, doraźnie i w dłuższym okresie, w sposób niezagrażający środowisku naturalnemu. Łączenie ekologicznych i ekonomicznych założeń rolnictwa integrowanego realizowane jest poprzez wiele działań agrotechnicznych, spośród których bardzo duże znaczenie mają: wprowadzenie do uprawy międzyplonów, integrowana ochrona roślin oraz odpowiedni dobór odmian roślin uprawnych [Zimny 2007, www.minrol.gov.pl].

Celem pracy jest przedstawienie wpływu elementów rolnictwa integrowanego, takich jak uprawa międzyplonów, dobór odmian oraz integrowana ochrona roślin, na bioróżnorodność agrofitocenozy.

MIĘDZYPLONY

Międzyplony we współczesnym rolnictwie postrzegane są głównie jako element o znaczeniu środowiskowym i agrotechnicznym. Wprowadzenie międzyplonów do agrocenozy, a więc dodatkowego gatunku lub gatunków roślin zwiększa bezpośrednio bioróżnorodność agroekosystemów. Większa liczba gatunków na określonej przestrzeni jest jednym z elementów sprzyjających wystąpieniu mechanizmów homeostatycznych [Jaskulski i Jaskulska 2006, Kwiatkowski 2012]. Ze względu na korzystne oddziaływanie na środowisko międzyplony stały się elementem kreowania rolnictwa przyjaznego środowisku przyrodniczemu [Jaskulska i Gałęzewski 2009].

Woźniak [2005] udowodnił, że przyorywana wsiewka życicy westerwoldzkiej zwiększa poziom zachwaszczenia w łanie pszenicy jarej. Także Kraska [2012] stwierdził, że powietrznie sucha masa chwastów w łanie pszenicy jarej uprawianej po wsiewce międzyplonowej z życicy westerwoldzkiej była istotnie większa (o 76,9%) niż po wsiewce z koniczyny czerwonej. Autor udowodnił również, że ogólna liczba chwastów była mniejsza o 23,7–25,4% niż na obiekcie kontrolnym, bez międzyplonów. W pszenicy jarej uprawianej po międzyplonach ścierniskowych liczebność chwastów uległa zmniejszeniu w niewielkim stopniu (od 4,7 do 5,0%). Natomiast Kuraszkiewicz i Pałys [2003] oraz Kwiecińska-Poppe i in. [2009] wykazali, że wsiewki międzyplonowe życicy wielokwiatowej, koniczyny czerwonej i koniczyny białej ograniczały liczebność chwastów w łanie jęczmienia jarego. Przedstawione powyżej wyniki badań wskazują, że siła oddziaływania międzyplonów w regulacji zachwaszczenia jest

różna i zależy od warunków siedliskowych, gatunku zboża, rodzaju międzyplonu i doboru roślin oraz sposobu jego zagospodarowania [Jaskulski i in. 2000, Pawłowski i Woźniak 2000, Wanic i in. 2004].

W badaniach Kraski [2012] wprowadzenie międzyplonów ścierniskowych i wsiewek śródplonowych do monokultury pszenicy jarej zmieniało skład gatunkowy flory segetalnej oraz procentowy udział poszczególnych gatunków dominujących (tab. 1). Największa różnorodność gatunkowa chwastów występowała w pszenicy jarej uprawianej w obiekcie kontrolnym. Podobnie Wanic i in. [2004] oraz Kwiecińska-Poppe i in. [2009] zaobserwowali, że różnorodność gatunkowa chwastów w łanie jęczmienia uprawianego po wsiewkach była mniejsza niż w uprawie jęczmienia jarego po sobie (bez wsiewek).

Tabela 1. Dominujące gatunki chwastów i ich liczba (szt. · m⁻²) w łanie pszenicy jarej w zależności od międzyplonów (średnie z lat 2006–2008) [źródło: Kraska 2012]
Table 1. Dominant weed species and the number of weeds (pcs · m⁻²) of a spring wheat canopy depending on species of catch crops (mean in the years 2006–2008) [source: Kraska 2012]

Gatunek chwastu Weed species	Międzyplony/ Catch crops				
	a	b	c	d	e
<i>Avena fatua</i> L.	5,4	6,2	5,6	6,5	6,1
<i>Galium aparine</i> L.	4,5	4,4	3,9	5,0	4,4
<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) Á. Löve	3,9	2,3	3,0	3,6	3,9
<i>Apera spica-venti</i> (L.) P. Beauv.	2,6	2,1	0,6	1,1	1,4
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	1,4	0,6	0,8	1,3	1,5
<i>Elymus repens</i> (L.) Gould	2,5	2,5	1,4	1,6	2,2
Liczba chwastów ogółem Total number of weeds	27,9a	21,3a	20,8a	26,5a	26,6a
Liczba gatunków Number of species	34	26	31	30	32

a – kontrola bez międzyplonów/ control without catch crops, b – wsiewka międzyplonowa koniczyny czerwonej/ undersown red clover, c – wsiewka międzyplonowa życicy westerwoldzkiej/ undersown Westerwolds ryegrass, d – międzyplon ścierniskowy facelii błękitnej/ lacy phacelia stubble crop, e – międzyplon ścierniskowy gorczycy białej/ white mustard stubble crop
Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie (p = 0,05)/ Means followed by the same letter are not significantly different at p = 0.05

Pawłowski i Woźniak [2000], wprowadzając do gleby materię organiczną, pochodzącą z wsiewki życicy westerwoldzkiej oraz seradeli, w monokulturze pszenżyta ozimego zaobserwowali zwiększenie występowania niektórych taksonów flory segetalnej. W stanowisku po przyoranej wsiewce życicy stwierdzono wzrost liczebności *Apera spica-venti*, *Melandrium album* oraz *Polygonum convolvulus* w porównaniu z obiektami nawożonymi obornikiem i pszenżem uprawianym w płodozmianie norfolkskim. W obiektach, gdzie przyorywano seradelę, zwiększyła się liczebność *Viola arvensis*.

Woźniak [2005] stwierdził, że zastosowane wsiewki różnicowały skład gatunkowy chwastów w łanie pszenicy jarej uprawianej w monokulturze. W uprawie tej, wysiewanej po wsiewkach życicy i seradeli, liczba chwastów, jak i różnorodność gatunkowa były większe niż w obiektach nawożonych obornikiem oraz w pszenicy uprawianej w zmianowaniu. W obiektach, gdzie przyorywano wsiewkę życicy, powietrznie sucha masa chwastów była ponaddwukrotnie większa niż w stanowisku, gdzie do gleby wprowadzano biomasę seradeli (tab. 2).

Tabela 2. Dominujące gatunki chwastów i ich liczba (szt. · m⁻²) w uprawie pszenicy jarej (średnie z lat 1997–2000) [źródło: Woźniak 2005]
Table 2. Dominant weed species and number of weeds (pcs · m⁻²) (mean in the years 1997–2000) [source: Woźniak 2005]

Gatunek chwastu Weed species	Przyorywana substancja Ploughed matter	
	życica westerwoldzka Italian ryegrass	seradela seradella
<i>Avena fatua</i> L.	35,6	29,0
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	25,4	10,0
<i>Chenopodium album</i> L.	19,9	10,0
<i>Galium aparine</i> L.	10,4	3,2
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P.B.	9,5	0,2
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	2,0	10,0
Liczba chwastów ogółem Total number of weeds	122,5a	71,7b
Liczba gatunków Number of species	18	17
Powietrznie sucha masa chwastów (g · m ⁻²) Air dry matter of weeds (g · m ⁻²)	65,4a	31,2b

Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie (p = 0,05)
Means followed by the same letter are not significantly different at p = 0.05

W zmianowaniach, które charakteryzują się dużym udziałem zbóż, wsiewki międzyplonowe ograniczają ich zachwaszczenie poprzez konkurencyjne oddziaływanie na chwasty. Niektórzy autorzy wskazują na zmniejszenie liczby i biomasy chwastów po wprowadzeniu do uprawy wsiewek międzyplonowych [Andrzejewska i Ignaczak 1996]. Natomiast Kuraszkiewicz i Pałys [2003] wykazali, że testowane wsiewki międzyplonowe różnicowały bioróżnorodność agrofitycenozy, a spośród nich koniczyna czerwona w największym stopniu ograniczała różnorodność gatunkową chwastów. Kwiecińska-Poppe i in. [2009] stwierdzili, że skład gatunkowy chwastów oraz świeża masa chwastów w łanie jęczmienia jarego w niewielkim stopniu ulegały zmianom pod wpływem zastosowania wsiewek międzyplonowych z koniczyny czerwonej i białej (tab. 3).

Tabela 3. Skład gatunkowy i liczba chwastów (szt. · m⁻²) w łanie jęczmienia jarego przed zbiorem, w zależności od gatunku wsiewki (średnio w latach 2005–2007)

[źródło: Kwiecińska-Poppe i in. 2009]

Table 3. Species composition and number of weeds (pcs · m⁻²) in a canopy of spring barley before harvest depending on intercrops (mean in the years 2005–2007)

[source: Kwiecińska-Poppe et al. 2009]

Gatunek chwastu Weed species	Wsiewka międzyplonowa Undersown crop		
	kontrola bez wsiewki control without undersown crop	koniczyna czerwona red clover	koniczyna biała white clover
<i>Setaria pumila</i> (Poir) Roem. & Schulz.	31,9	21,3	21,5
<i>Sonchus arvensis</i> L.	8,5	4,4	4,7
<i>Viola arvensis</i> Murray	3,9	1,5	5,9
<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) Á. Löve	2,6	1,4	2,0
<i>Galium aparine</i> L.	2,1	1,2	2,0
Liczba chwastów ogółem Total number of weeds	62,2a	38,3b	51,4a
Liczba gatunków Number of species	30	26	25
Świeża masa chwastów (g · m ⁻²) Fresh weight of weeds (g · m ⁻²)	95,1a	79,5a	72,9a

Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie ($p = 0,05$)

Means followed by the same letter are not significantly different at $p = 0.05$

Kwiatkowski [2009b] określał wpływ międzyplonów (gorczyca biała, wyka jara + peluska, życica) na kształtowanie się zbiorowiska chwastów w łanie jęczmienia jarego wysiewanego w monokulturze. Stwierdził, że widoczny ograniczający wpływ na liczbę taksonów chwastów miała życica westerwoldzka i gorczyca biała. Wysiew międzyplonów skutkował jednak wystąpieniem zjawiska kompensacji w odniesieniu do niektórych gatunków chwastów.

Badania Gawędy [2009a, b] wykazały pozytywny wpływ międzyplonów ścierniskowych na redukcję powietrznie suchej masy chwastów w łanie pszenicy jarej i jęczmienia jarego. Międzyplon ścierniskowy z gorzycy białej w porównaniu z innymi międzyplonami (facelia błękitna, rzepak ozimy, łubin wąskolistny + groch siewny pastewny) w największym stopniu ograniczał różnorodność gatunkową chwastów w łanie pszenicy jarej, natomiast w łanie jęczmienia jarego liczba gatunków chwastów była podobna [Gawęda 2009b]. W innych badaniach Gawęda i Kwiatkowski [2012] stwierdzili, że międzyplon z gorzycy białej oraz mieszanki roślin strączkowych (łubin wąskolistny + groch siewny pastewny) wpłynęły ograniczająco na liczbę gatunków chwastów. Stwierdzono o 6 taksonów mniej niż na obiektach bez międzyplonów oraz na poletkach, gdzie jako międzyplon wysiewano facelię błękitną.

ODMIANY

Niekonwencjonalne metody regulacji zachwaszczenia upraw rolniczych zyskują w kontekście ochrony środowiska przyrodniczego. Wśród różnych zabiegów agrotechnicznych służących realizacji takiego celu zwraca się uwagę na konkurencyjne zdolności odmian roślin uprawnych w odniesieniu do flory segetalnej. Właściwie dobrana, konkurencyjna wobec chwastów odmiana może być jedną z metod regulacji zachwaszczenia [Parylak i in. 2006]. Odmiany wysokie, intensywnie krzewiące się, o szybkim tempie wzrostu wykazują większą konkurencyjność względem chwastów niż odmiany krótkosłome i małej krzewistości [Feledyn-Szewczyk 2009]. W badaniach Kraski [2006] w łanie dwóch odmian pszenicy ozimej uprawianych bez użycia herbicydów stwierdzono wyraźne różnice w poziomie zachwaszczenia (tab. 4).

Tabela 4. Dominujące gatunki chwastów i ich liczba (szt. · m⁻²) w łanie pszenicy ozimej (średnio w latach 2003–2005) [źródło: Kraska 2006]

Table 4. Dominant weed species and number of weeds (pcs · m⁻²) of a winter wheat canopy (mean values for the years 2003–2005) [source: Kraska 2006]

Gatunek chwastu Weed species	Termin oceny zachwaszczenia Date estimation of weed infestation			
	BBCH 30-33		BBCH 85-87	
Odmiany/ Cultivars	Tonacja	Turnia	Tonacja	Turnia
<i>Galium aparine</i> L.	33,1	25,7	11,9	16,3
<i>Papaver rhoeas</i> L.	12,4	6,8	11,4	6,5
<i>Apera spica-venti</i> (L.) P. Beauv.	12,8	11,5	96,3	56,4
Liczba chwastów ogółem Total number of weeds	76,7a	54,4a	136,3b	87,6a
Liczba gatunków Number of species	23	18	20	12
Powietrznie sucha masa chwastów (g · m ⁻²) Air dry mass of weeds (g · m ⁻²)	111,8a	72,0b	332,7a	278,5a

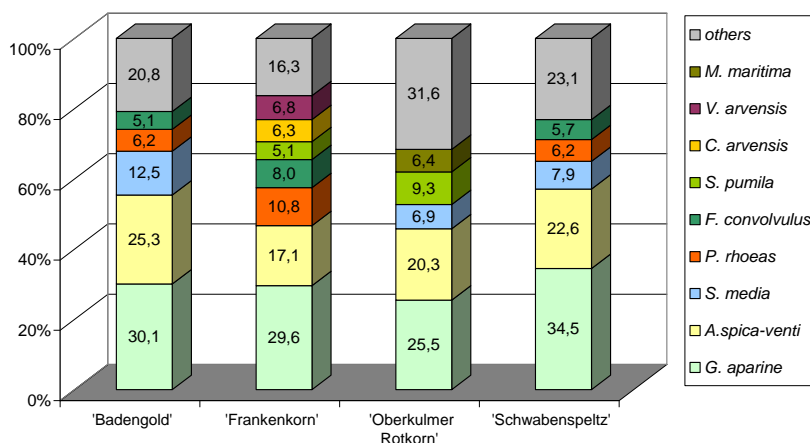
Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie (p = 0,05)
Means followed by the same letter are not significantly different at p = 0.05

Andruszczak i in. [2013] porównywali poziom zachwaszczenia łanu czterech odmian ozimej formy pszenicy orkisz (Frankenkorn, Badengold, Schwabenspeltz i Oberkulmer Rotkorn) i stwierdzili, że w najmniejszym stopniu zachwaszczony był łan odmiany 'Frankenkorn'. Liczba chwastów określona w łanie odmiany Frankenkorn była od 35,9% do 45,2% mniejsza niż w łanie pozostałych odmian. Jednocześnie powietrznie sucha masa części nadziemnych chwastów w łanie odmiany 'Frankenkorn' różniła się istotnie w porównaniu z powietrznie suchą masą części nadziemnych chwastów w odmianach 'Badengold' i 'Schwabenspeltz', odpowiednio o 29,9 i 43,8% (tab. 5).

Tabela 5. Liczba chwastów (szt. · m⁻²) i powietrznie sucha masa chwastów (g · m⁻²) w łanie odmian orkiszu ozimego (średnio w latach 2009–2011) [źródło: Andruszczak i in. 2013]Table 5. Number of weeds (pcs · m⁻²) and air dry matter of weeds (g · m⁻²) in the crops of the winter spelt wheat cultivars (mean values for the years 2009–2011) [source: Andruszczak et al. 2013]

Wyszczególnienie Specification	Odmiana/ Cultivar			
	Badengold	Frankenkorn	Oberkulmer Rotkorn	Schwabenspeltz
Liczba gatunków Number of species	21	23	30	23
Liczba chwastów ogółem Total number of weeds	64,1a	35,1b	54,8a	62,9a
Powietrznie sucha masa chwastów Air dry matter of weeds	93,6b	65,6a	81,6ab	116,7b

Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie ($p = 0,05$)
Means followed by the same letter are not significantly different at $p = 0.05$



Rys. 1. Udział najliczniej występujących gatunków chwastów w ogólnej liczbie chwastów w łanach porównywanych odmian pszenicy orkiszowej (średnio w latach 2009–2011) [źródło: Andruszczak i in. 2013]

Fig. 1. Percentage of dominant weed species in the total number of weeds in the crops of the spelt wheat cultivars compared (mean for 2009–2011) [source: Andruszczak et al. 2013]

W strukturze ilościowej chwastów zdecydowanymi dominantami w łanach wszystkich odmian orkiszu były *Galium aparine* i *Apera spica-venti*. W ogólnej liczbie chwastów wymienione gatunki stanowiły łącznie od 45,8% (łan odmiany 'Oberkulmer Rotkorn') do 57,1% (łan odmiany 'Schwabenspeltz') (rys. 1). W innych badaniach Andruszczak i in. [2012] stwierdzili, że łan ozimej formy pszenicy orkisz odmiany 'Schwabenkorn' był bardziej konkurencyjny wobec chwastów aniżeli odmiana Spelt I.N.Z. Liczba chwastów w łanie odmiany Schwabenkorn była ponaddwukrotnie mniejsza, a powietrznie sucha masa

o 61,1% mniejsza niż w łanie odmiany Spelt I.N.Z. W łanie odmiany Spelt I.N.Z określono 37 gatunków chwastów, a w łanie odmiany Schwabenkorn 25 taksonów.

Andruszczak i in. [2010] porównywali poziom zachwaszczenia łąnu oplewionej (Krezus) i nagoziarnistej (Cacko) odmiany owsa. Bardziej konkurencyjna wobec chwastów była oplewiona odmiana Krezus. Zarówno liczba chwastów ogółem, jak i powietrznie sucha masa części nadziemnych chwastów w łanie tej odmiany były istotnie mniejsze niż w łanie nagoziarnistej odmiany Cacko (tab. 6).

Tabela 6. Dominujące gatunki chwastów i ich liczba (szt. · m⁻²) w łanie owsa w zależności od odmiany, średnio w latach 2007–2009 [źródło: Andruszczak i in. 2010]

Table 6. Dominant weed species and number of weeds (pcs · m⁻²) in the oat crop depending on variety, mean for 2007–2009 [source: Andruszczak et al. 2010]

Wyszczególnienie Specification	Odmiana/ Cultivar	
	Cacko	Krezus
<i>Echinochloa crus-galli</i> L.	42,6	12,4
<i>Setaria pumila</i> (Poir.) Roem. & Schult	17,7	10,8
<i>Apera spica-venti</i> L.	11,5	8,3
<i>Chenopodium album</i> L.	6,7	3,6
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	6,2	1,0
Liczba gatunków Number of species	38	35
Liczba chwastów ogółem Total number of weeds	120,4a	58,9b
Pow. sucha masa chwastów (g · m ⁻²) Air dry matter of weeds (g · m ⁻²)	89,5a	56,1b

Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie (p = 0,05)
Means followed by the same letter are not significantly different at p = 0.05

Tabela 7. Dominujące gatunki chwastów i ich liczba (szt. · m⁻²) w łanie trzech odmian pszenicy jarej (średnio z lat 2006–2009) [źródło: Haliniarz i Kapeluszny 2012]

Table 7. Dominant weed species and number of weeds (pcs · m⁻²) in stand of three cultivars of spring wheat (mean from 2006–2009) [source: Haliniarz and Kapeluszny 2012]

Gatunek chwastu Weed species	Odmiany/ Cultivar		
	Korynta	Nawra	Zadra
<i>Chenopodium album</i> L.	84,5	101,8	92,8
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P.Beauv.	32,9	6,5	7,4
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	19,9	27,7	17,5
<i>Galinsoga ciliata</i> (Raf.) S.F.Blake	11,5	16,8	12,3
Liczba chwastów ogółem Total number of weeds	181,4a	191,2a	167,2a
Liczba gatunków Number of species	34	33	31
Pow. sucha masa chwastów (g · m ⁻²) Air dry matter of weeds (g · m ⁻²)	86,3a	95,6a	89,2a

Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie (p = 0,05)
Means followed by the same letter are not significantly different at p = 0.05

W badaniach Kraski [2008] dobór odmiany pszenżyta ozimego (Janko, Woltario, Krakowiak) nie miał wpływu na poziom zachwaszczenia łąnu. Z kolei Haliniarz i Kapeluszný [2012] stwierdzili zróżnicowanie w ilości i jakości flory segetalnej w łąnie trzech odmian pszenicy jarej (tab. 7). Najmniejszą różnorodność gatunkową chwastów określono w łąnie ościstej odmiany Zadra.

REGULACJA ZACHWASZCZENIA

Skuteczność działania zabiegów odchwaszczających jest wypadkową zastosowanej ochrony łąnu, uprawy roli, warunków meteorologicznych, stopnia zachwaszczenia pola, cech genetycznych rośliny uprawnej warunkujących jej konkurencyjność względem chwastów oraz wrażliwości chwastów na stosowane substancje biologicznie czynne i zabiegi mechaniczne [Pałýs i in. 2000, Kapeluszný 2002, Adamiak i in. 2003, Wesołowski i in. 2005, 2010, Kwiatkowski 2009a, Wesołowski i Boniek 2009]. Współczesne podejście do problematyki zachwaszczenia polega na łączeniu efektywnych i bezpiecznych dla środowiska metod zwalczania chwastów, tak aby ich liczebność została zmniejszona poniżej ekonomicznych progów szkodliwości [Rola i in. 2013]. Integrowana ochrona roślin zakłada stosowanie chemicznych środków ochrony roślin tylko w ostateczności, po wykorzystaniu wszystkich możliwych metod niechemicznych. Dzięki nim możemy ograniczyć aplikowanie chemicznych środków ochrony roślin do niezbędnego minimum, zmniejszając presję na środowisko naturalne, a tym samym chroniąc bioróżnorodność środowiska rolniczego [Pruszyński i Skrzypczak 2007, Mrówczyński i Roth 2009].

Tabela 8. Dominujące gatunki chwastów i wskaźniki zachwaszczenia łąnu pszenicy jarej w zależności od sposobu pielęgnacji łąnu [źródło: Wesołowski i Cierpiała 2009]
Table 8. Dominant weed species and indices of infestation weeds of spring wheat canopy in depending on weed control methods [source: Wesołowski and Cierpiała 2009]

Gatunek chwastu Weed species	Obiekty/ Treatments							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Chenopodium album</i> L.	27,5	23,5	22,8	23,3	16,9	20,1	12,2	9,9
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P.Beauv.	11,2	6,0	22,4	16,9	7,7	11,4	9,5	26,5
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	4,1	1,3	1,9	2,7	0,6	3,1	1,0	1,0
<i>Veronica persica</i> Poir.	2,9	4,4	2,7	2,9	3,2	1,1	3,2	3,1
Liczba chwastów ogółem na 1 m ² Total number of weeds per 1 m ²	63,2ab	42,0ab	71,0a	70,4a	41,9ab	50,0ab	34,9b	49,3ab
Powietrznie sucha masa chwastów (g·m ⁻²) Air-dry matter of weed (g·m ⁻²)	73,1a	32,8ab	59,4a	51,8ab	37,3ab	33,5ab	17,2b	14,3b
Liczba gatunków ogółem Total number of species	24	19	25	29	27	23	20	16

Obiekty/ Treatments: 1 – kontrola bez herbicydów/ control without herbicides, 2 – kontrola z herbicydami/ control with herbicides, 3 – bronowanie 3 dni po siewie (A)/ harrowing 3 days after sowing (A), 4 – bronowanie w fazie szpilkowania (B)/ harrowing at needling stage (B), 5 – bronowanie w fazie 3–4 liści (C)/ harrowing at 3–4 leaves stage (C), 6 – kombinacja bronowania (A + B)/ harrowing treatment (A + B), 7 – kombinacja bronowania (A + C)/ harrowing treatment (A + C), 8 – kombinacja bronowania (B + C)/ harrowing treatment (B + C)

Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie (p = 0,05)

Means followed by the same letter are not significantly different at p = 0.05

Wyniki badań nad skutecznością mechanicznych sposobów zwalczania chwastów w większości przypadków wykazują ich mniejszą efektywność niż stosowanych herbicydów. Wielu autorów wskazuje na wady mechanicznej ochrony roślin w postaci małej skuteczności zabiegów [Borówek i in. 2002, Adamiak i Stępień 2003], dużej zależności od warunków pogodowych [Kurstjens i Kropff 2001] oraz możliwości zwiększania banku nasion chwastów [Perron i Legerer 2000]. Jędruszczak i in. [2004] oraz Kapeluszy i in. [2012] wykazali wzrost bioróżnorodności chwastów i zmiany w liczebności taksonów dominujących na poletkach odchwaszczanych mechanicznie w porównaniu z fitocenozą traktowaną herbicydem. Według Faustyniego i Pauliniego [2005] oraz Hansena i in. [2007] skuteczność bronowania można zwiększyć poprzez wczesny termin jego wykonania oraz poprzez dobór odmian roślin uprawnych konkurencyjnych względem chwastów. Wesołowski i Cierpiało [2009] na glebie płowej wytworzonej z lessu wykazali, iż w warunkach poprawnej agrotechniki zastosowanie w odpowiednich terminach w pszenicy jarej brony wpływa na ograniczenie zachwaszczenia (tab. 8). Bronowanie łąnu 3 dni po siewie i w fazie szpilkowania pszenicy przyczyniło się do wzrostu liczby chwastów, odpowiednio o 12,3% i 11,4%, przy jednoczesnym zmniejszeniu ich powierzchni suchej masy o 18,7% i 29,1% względem obiektu kontrolnego, bez herbicydu.

Zadowalające efekty chwastobójcze uzyskano w technologiach łączących zabiegi mechaniczne z chemicznymi. Ze względów ekonomicznych i ekologicznych w tej metodzie celowe jest stosowanie obniżonych dawek herbicydów, które tylko uzupełniają zabiegi mechaniczne. Kapeluszy i in. [2012] wykazali, iż samo bronowanie było najmniej skutecznym zabiegiem odchwaszczającym, natomiast połączenie zabiegu mechanicznego z zastosowaniem połowy dawki herbicydu spowodowało znaczące zmniejszenie zachwaszczenia łąnu (tab. 9).

Głównym kryterium decydującym o wielkości dawki herbicydu powinien być stan i stopień zachwaszczenia pola. Mniejsze dawki są mało skuteczne w warunkach bardzo dużego nasilenia chwastów w łąnie rośliny uprawnej [Domaradzki 2006]. Zadowalające efekty chwastobójcze przynoszą wtedy, gdy są stosowane we wczesnych fazach rozwojowych chwastów i przy umiarkowanym zachwaszczeniu [Domaradzki i Rola 2001, Krawczyk 2007, Kapeluszy i Haliniarz 2010]. Domaradzki [2006] zwraca uwagę na zróżnicowaną wrażliwość gatunkową chwastów w odniesieniu do substancji aktywnych herbicydów, a tym samym na właściwy dobór herbicydu do składu gatunkowego. Wzrost liczebności taksonów odpornych lub średnio wrażliwych na daną substancję biologicznie czynną jest bowiem bardziej widoczny w warunkach stosowania dawek obniżonych niż zalecanych przez producenta.

Wesołowski i in. [2005] oceniali reakcję agrofitycenozy pszenicy ozimej na 100% dawki czterech herbicydów i obniżone o 25% (tab. 10). Wysoką skuteczność chwastobójczą w dawkach rekomendowanych i zredukowanych wykazywały herbicydy Huzar 05 WG (jodosulfuron metylosodowy) i Sekator 6,25 WG (jodosulfuron metylosodowy + amidosulfuron). Herbicyd Attribut 70 WG (propoksykarbazon sodu) niezależnie od zastosowanej dawki okazał się najmniej skuteczny.

W innych badaniach Wesołowski i in. [2008] w pszenicy ozimej uprawianej w monokulturze oceniali skuteczność działania czterech herbicydów (Apyros 75 WG – sulfosulfuron, Harpun 500 SC – izoproturon, Huzar 05 WG – jodosulfuron metylosodowy, Mustang 306 SE – florasulam+2,4 D) w dawkach zalecanych przez producenta i zredukowanych o 50%. Przed zbiorem pszenicy ozimej stwierdzono istotne zmniejsze-

Tabela 9. Liczba chwastów (szt.·m⁻²) i powietrznie sucha masa chwastów (g·m⁻²) w pszenicy jarej w zależności od sposobu regulacji zachwaszczenia [źródło: Kapeluszny i in. 2012]Table 9. The number of weeds (pcs·m⁻²) and air-dry weight of weeds (g·m⁻²) in spring wheat depending on weed control method [source: Kapeluszny et al. 2012]

Gatunek chwastu Weed species	Sposoby regulacji zachwaszczenia Weed control methods				
	A ¹	B	C	D	E
		% w stosunku do kontroli % in relation to the control object			
<i>Chenopodium album</i> L.	43,2	0,0	0,5	89,8	1,6
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	16,7	0,0	43,1	104,8	4,2
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	4,8	4,2	25,0	66,7	31,3
<i>Galium aparine</i> L.	4,0	57,5	70,0	107,5	42,5
<i>Elymus repens</i> (L.) Gould	2,2	204,5	259,1	81,8	168,2
Liczba chwastów ogółem Total number of weeds	86,5a	14,3b	28,6b	87,9a	19,5b
Liczba gatunków ogółem Total number of species	22	12	20	18	18
Powietrznie sucha masa chwastów Air-dry weight of weeds	34,4a*	6,9b	6,6b	35,0a	19,2b

¹ liczba chwastów na 1 m²/ number of weeds per 1 m²

A – obiekt kontrolny/ control object

B – Chwastox Trio 540 SL w dawce 2,0 l·ha⁻¹(BBCH 21–22) /Chwastox Trio 540 SL 2,0 l·ha⁻¹ dose (BBCH 21–22)C – Chwastox Trio 540 SL w dawce 1,0 l·ha⁻¹(BBCH 21–22)/ Chwastox Trio 540 SL 1,0l·ha⁻¹ dose (BBCH 21–22)

D – bronowanie (BBCH 13–14)/ harrowing (BBCH 13–14)

E – bronowanie (BBCH 13–14) + Chwastox Trio 540 SL w dawce 1,0 l·ha⁻¹(BBCH 21–22)/ harrowing (BBCH 13–14) + Chwastox Trio 540 SL 1,0l·ha⁻¹dose (BBCH 21–22)

Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie (p = 0,05)

Means followed by the same letter are not significantly different at p = 0.05

Tabela 10. Liczba chwastów (szt.·m⁻²) i powietrznie sucha masa chwastów (g·m⁻²) w łanie pszenicy ozimej [źródło: Wesołowski i in. 2005]Table 10. Number of weeds (pcs·m⁻²) and air-dry weight of weeds (g·m⁻²) in winter wheat canopy [source: Wesołowski et al. 2005]

Herbicyd – dawka Herbicide – dose	Liczba chwastów Number of weeds per	Powietrznie sucha masa chwastów Air-dry weight of weeds
Bez herbicydów Without herbicides	68,0a*	6,24a
Attribut 70 WG – 60 g·ha ⁻¹	85,0a	13,20b
Attribut 70 WG – 40 g·ha ⁻¹	56,3a	6,40a
Huzar 05 WG – 200 g·ha ⁻¹	3,3b	1,34c
Huzar 05 WG – 150 g·ha ⁻¹	6,7b	0,84c
Sekator 6,25 WG – 0,3 kg·ha ⁻¹	6,3b	0,57c
Sekator 6,25 WG – 0,2 kg·ha ⁻¹	12,3b	0,40c

Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie (p = 0,05)

Means followed by the same letter are not significantly different at p = 0.05

nie liczby i biomasy chwastów tylko na poletkach pielęgnowanych zalecaną dawką herbicydu Huzar 05 WG (odpowiednio 73,9% i 86,2%) w porównaniu z kontrolą. Trzyletnie stosowanie takich samych substancji biologicznie czynnych na tych samych obiektach wywołało znaczące zmiany w składzie gatunkowym zbiorowiska chwastów. Wysoką odporność na herbicydy wykazywał *Viola arvensis*. Herbicydy Apyros 75 WG i Harpun 500 SC w dawce 100% wywołały kompensację *Myosotis arvensis*, natomiast pierwszy herbicyd dodatkowo *Matricaria maritima* ssp. *inodora*.

Haliniarz i Kapeluszný [2010] udowodnili, że herbicyd Chwastox Trio 540 SL stosowany w pszenicy jarej w dawce obniżonej o 50% wykazywał równie wysoką skuteczność chwastobójczą jak w dawce zalecanej. W obu wariantach wykazano wysoką bioróżnorodność agrocenozy, na poletkach traktowanych 50% dawką preparatu stwierdzono 32 gatunki chwastów, a na obiektach z pełną ochroną o jeden mniej. Spośród 34 gatunków chwastów występujących w łanie pszenicy aż 17 charakteryzowało się takim samym lub mniejszym współczynnikiem obfitości (R_a) na poletkach odchwaszczanych dawką obniżoną niż traktowanych dawką rekomendowaną przez producenta (tab. 11).

Tabela 11. Wskaźniki relatywnej obfitości (R_a) dominujących chwastów w zależności od dawki herbicydu [źródło: Haliniarz i Kapeluszný 2010]

Table 11. Relative abundance index (R_a) of dominant weeds, in dependent on doses of herbicide [source: Haliniarz and Kapeluszný 2010]

Gatunek chwastu Weed species	Dawka herbicydu Herbicide doses		Gatunek chwastu Weed species	Dawka herbicydu Herbicide doses	
	B	C		B	C
<i>Echinochloa crus-galli</i>	10,1	19,4	<i>Chenopodium album</i>	10,7	3,1
<i>Viola arvensis</i>	8,7	8,8	<i>Galinsoga parviflora</i>	7,2	4,1
<i>Elymus repens</i>	7,6	11,8	<i>Polygonum lapathifolium</i>	6,2	1,3
<i>Taraxacum officinale</i>	4,3	4,9	<i>Equisetum arvense</i>	4,4	4,2
<i>Veronica persica</i>	3,1	3,5	<i>Fallopia convolvulus</i>	4,0	1,3
<i>Avena fatua</i>	2,5	4,4	<i>Galium aparine</i>	3,5	1,4

B – 50% dawki herbicydu/ 50% herbicide dose

C – 100% dawki herbicydu/ 100% herbicide dose

Różnorodne gatunkowo zbiorowisko chwastów w roślinach uprawnych przy liczebności powyżej progów szkodliwości wymusza czasami aplikowanie dwóch herbicydów, zawierających różne substancje aktywne. Dzięki takiemu zabiegowi można zniwelować większe spektrum gatunkowe chwastów, a przez to uzyskać lepszy efekt chwastobójczy. Kraska [2008] oceniał wpływ herbicydów Atlantis 04 WG (jodosulfuron metylosodowy + mezosulfuron metylowy) i Factor 365 EC (metosulam + 2,4D) w dawce rekomendowanej przez producenta, 75% i 50% na zachwaszczenie pszenżyta ozimego. Autor udowodnił, iż w pszenżycie ozimym 6 tygodni po zabiegu herbicydowym liczba chwastów zmniejszyła się od 68,6 do 30,1%, a ich powietrznie sucha masa od 84,0 do 93,0% w porównaniu z obiektem bez herbicydów (tab. 12). W ocenie zachwaszczenia przed

zbiorem zależności pomiędzy wariantami ochrony chemicznej były podobne. W pierwszym i drugim terminie oceny zachwaszczenia nie wykazano istotnych różnic w ilościowych parametrach zachwaszczenia pomiędzy obiektami, na których stosowano herbicydy. Największą różnorodnością gatunkową odznaczało się zbiorowisko w obiekcie bez ochrony chemicznej.

Tabela 12. Dominujące gatunki chwastów i wskaźniki zachwaszczenia łąnu pszenżyta ozimego w zależności od dawki herbicydów [źródło: Kraska 2008]

Table 12. Dominant weed species and indices of infestation weeds in winter triticale in depending on doses of herbicides [source: Kraska 2008]

Gatunek chwastu Weed species	Dawki herbicydów Doses of herbicides			
	0	100%	75%	50%
1. termin/ 1 st date				
<i>Apera spica-venti</i> (L.) P. Beauv.	19,0	0,1	0,1	2,6
<i>Viola arvensis</i> Murray	13,1	7,6	8,4	11,9
<i>Matricaria maritima</i> subsp. <i>inodora</i> (L.) Dostál	12,6	0,7	0,5	0,9
<i>Veronica arvensis</i> L.	5,9	1,9	1,5	2,4
Liczba chwastów ogółem na 1 m ² Total number of weeds per 1 m ²	71,7a*	14,3b	16,1b	22,5b
Liczba gatunków/ Number of species	25	17	18	20
Powietrznie sucha masa chwastów (g·m ⁻²) Air-dry matter of weed (g·m ⁻²)	53,0a*	4,4b	3,7b	8,5b
2. termin/ 2 nd date				
<i>Apera spica-venti</i> (L.) P. Beauv.	74,2	0,7	0,2	2,5
<i>Chenopodium album</i> L.	7,1	0,0	0,0	0,4
<i>Matricaria maritima</i> subsp. <i>inodora</i> (L.) Dostál	6,4	0,7	1,0	2,0
<i>Viola arvensis</i> Murray	3,7	5,2	6,0	9,4
Liczba chwastów ogółem na 1 m ² All number of weeds per 1 m ²	102,9a*	25,9b	22,7b	34,3b
Liczba gatunków/ Number of species	29	25	24	28
Powietrznie sucha masa chwastów (g·m ⁻²) Air-dry matter of weed (g·m ⁻²)	75,3a*	6,4b	4,5b	9,4b

0,0 – gatunki występujące w liczbie mniejszej niż 0,1 szt. · 1 m⁻²/ species occurring in less than 0.1 pcs per 1 m²

Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie (p = 0,05)

Means followed by the same letter are not significantly different at p = 0.05

Zbliżone zależności wykazali w pszenżycie ozimym Andruszczak i in. [2011], testując fitotoksyczne działanie na chwasty zróżnicowanych dawek herbicydów: Mustang 306 SE (florasulam i 2,4 D) i Attribut 70 WG (propoksykarbazon sodowy) (tab. 13). Podobnie w pszenicy ozimej Kraska [2006, 2007] oraz Kraska i in. [2009] udowodnili bardzo wysoką skuteczność chwastobójczą obniżonych dawek herbicydów Atlantis 04 WG i Factor 365 EC oraz Mustang 306 SE i Attribut 70 WG, zwłaszcza 75% dawek, których skuteczność nieznacznie tylko odbiegała od rekomendowanych.

Tabela 13. Dominujące gatunki chwastów i wskaźniki zachwaszczenia łąki pszenżyta ozimego w zależności od dawki herbicydów [źródło: Andruszczak i in. 2011]

Table 13. Dominant weed species and indices of infestation weeds in winter triticale in depending on doses of herbicides [source: Andruszczak et al. 2011]

Gatunek chwastu Weed species	Dawki herbicydów Doses of herbicides			
	0	100%	75%	50%
1. termin/ 1 st date				
<i>Matricaria maritima</i> subsp. <i>inodora</i> (L.)	31,9	7,9	12,2	15,6
<i>Viola arvensis</i> Murray	13,7	15,4	14,5	14,3
<i>Galium aparine</i> L.	7,0	1,8	2,0	2,3
<i>Apera spica-venti</i> L.	5,8	3,7	5,8	3,9
Liczba chwastów ogółem na 1 m ² Total number of weeds per 1 m ²	83,9a*	39,9b	47,5b	52,2b
Liczba gatunków/ Number of species	24	21	21	24
Powietrznie sucha masa chwastów (g·m ⁻²) Air-dry matter of weed (g·m ⁻²)	104,4a*	19,6b	25,7b	28,6b
2. termin/ 2 nd date				
<i>Apera spica-venti</i> L.	27,0	6,4	6,9	8,1
<i>Matricaria maritima</i> subsp. <i>inodora</i> (L.)	3,7	1,9	2,8	2,7
<i>Viola arvensis</i> Murray	2,2	5,2	5,6	4,3
<i>Chenopodium album</i> L.	2,2	0,9	0,5	0,7
Liczba chwastów ogółem na 1 m ² All number of weeds per 1 m ²	42,8a*	21,6b	21,8b	22,2b
Liczba gatunków/ Number of species	22	24	23	23
Powietrznie sucha masa chwastów (g·m ⁻²) Air-dry matter of weed (g·m ⁻²)	66,3a*	20,5b	23,0b	25,7b

Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie (p = 0,05)
Means followed by the same letter are not significantly different at p = 0.05

W literaturze szeroko udokumentowany jest dodatni wpływ adiuwantów na działanie herbicydów. Są to preparaty biologicznie nieaktywne, które obniżają napięcie powierzchniowe cieczy użytkowej, poprawiają równomierność pokrycia powierzchni liści przez preparat, zwiększają przyczepność preparatu do rośliny, zapobiegając jego zmywaniu, zwiększają wchłanianie herbicydu. Wprowadzenie adiuwanta do cieczy użytkowej herbicydu jest celowe zwłaszcza w przypadku stosowania dawek obniżonych [Woźnica 2003, Kierzek i Ratajkiewicz 2004, Haliniarz 2013].

Tabela 14. Liczba chwastów (szt. · m⁻²) i powietrznie sucha masa chwastów (g · m⁻²) w łanie pszenicy ozimej [źródło: Kwiatkowski i Wesołowski 2011]
 Table 14. Number of weeds (pcs · m⁻²) and air-dry weight of weeds (g · m⁻²) in winter wheat [source: Kwiatkowski and Wesołowski 2011]

Zabieg/ Treatment	Dawki pestycydów Pesticide doses			Średnia Mean
	100%	75%	50%	
Liczba chwastów/ Number of weeds				
A – bez adiuwanta/ without adjuvant	12,8	19,6	76,2	36,2a
B – Break Thus S 240	8,6	15,3	42,4	22,1b
C – Atpolan 80 WG	7,4	12,5	39,8	19,9c
D – Siarczan amonu/ ammonium sulphate adjuvant	9,2	16,9	54,7	23,9b
Średnio/ Mean	9,5a*	16,1b	51,0c	-
Powietrznie sucha masa chwastów/ Air-dry weight of weeds				
A – bez adiuwanta/ without adjuvant	1,5	2,5	80,2	28,4a
B – Break Thus S 240	1,1	2,0	36,9	13,3b
C – Atpolan 80 WG	0,8	1,7	33,3	11,9b
D – siarczan amonu/ ammonium sulphate adjuvant	1,2	1,9	37,8	13,6b
Średnio/ Mean	1,1a*	4,0a	47,0b	-

Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie (p = 0,05)
 Means followed by the same letter are not significantly different at p = 0.05

Kwiatkowski i Wesołowski [2011] oceniali efektywność środków ochrony roślin herbicydów: Sekator 6,25 WG, Puma Uniwersal 069 EW (fenoksaprop-P-etylu, mefen-pyr dietylu), antywylegacza oraz fungicydów stosowanych w dawkach zalecanych przez producenta oraz obniżonych o 25% i 50% z dodatkiem trzech wybranych adiuwantów (tab. 14). Niezależnie od zastosowanego adiuwanta aplikowanie 75% dawki herbicydów tylko nieznacznie w porównaniu z dawką zalecaną zwiększyło liczebność taksonów dominujących: *Viola arvensis*, *Stellaria media*, *Echinochloa crus-galli*, *Galinsoga parviflora*, *Capsella bursa-pastoris*, natomiast obniżenie dawki o dalsze 25% skutkowało zwielokrotnieniem liczebności tych taksonów w zbiorowisku. Największą bioróżnorodnością odznaczało się zbiorowisko traktowane dawką 100%, obniżenie ilości stosowanego herbicydu skutkowało nieznacznym zubożeniem gatunkowym agrofitecnoz.

PODSUMOWANIE

Zachowanie różnorodności biologicznej fitocenoz pól uprawnych sprzyja utrzymaniu równowagi biologicznej, co w konsekwencji ogranicza występowanie chorób i szkodników. Współczesne technologie produkcji roślin uprawnych, polegające na stosowaniu konserwującej uprawy roli, ograniczeniu stosowania środków ochrony roślin, doborze odmian konkurencyjnych względem chwastów oraz odpornych na choroby i szkodniki,

sprzyjają ochronie ekosystemów i zwiększeniu ich bioróżnorodności. Wyniki badań wskazują, iż wymienione proekologiczne zabiegi agrotechniczne mogą być skutecznym narzędziem ograniczania występowania chwastów w agrocenozach, przy uwzględnieniu odpowiedniego doboru gatunków międzyplonów oraz w określonych warunkach siedliskowych i agrotechnicznych. Efektywność oddziaływania międzyplonów w regulacji zachwaszczenia jest różna i zależy od warunków glebowych i pogodowych, gatunku rośliny uprawnej, rodzaju i kondycji międzyplonu oraz sposobu jego zagospodarowania. Technologia produkcji uwzględniająca wymienione metody sprzyja realizacji celów produkcyjnych oraz ochronie środowiska przyrodniczego.

PIŚMIENNICTWO

- Adamiak E., Adamiak J., Stępień A., Balicki T., 2003. Wpływ następstwa roślin i poziomu ochrony na zachwaszczenie odmian pszenicy ozimej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 490, 15–22.
- Adamiak J., Stępień J., 2003. Efektywność bronowania w regulacji zachwaszczenia jęczmienia ozimego. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl. 43(2), 506–509.
- Andruszczak S., Kwiecińska-Poppe E., Kraska P., Pałys E., 2010. The effect of different agrotechnical levels on weed infestation in crops of naked and husked varieties of oat (*Avena sativa* L.). Acta Agrobot. 63(2), 207–213.
- Andruszczak S., Kraska P., Kwiecińska-Poppe E., Pałys E., 2011. Biological diversity of weeds in a winter triticale (*Triticum rimpaii* Wittm.) crop depending on different doses of herbicides and foliar fertilization. Acta Agrobot. 64(2), 109–118.
- Andruszczak S., Kraska P., Kwiecińska-Poppe E., Pałys E., 2012. Weed infestation of crops of winter spelt wheat (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) cultivars grown under different conditions of mineral fertilization and chemical plant protection. Acta Agrobot. 65(3), 109–118.
- Andruszczak S., Kraska P., Kwiecińska-Poppe E., Pałys E., 2013. The effect of tillage system and herbicide application on weed infestation of crops of winter spelt wheat (*Triticum aestivum* ssp. *spelta* L.) cultivars. Acta Agrobot. 66(4), 173–184.
- Andrzejewska J., Ignaczak S., 1996. Wsiewki poplonowe seradeli w pszenicy i żyto ozime uprawiane w monokulturze. Cz. III i IV. Zesz. Nauk ATR Bydgoszcz, Rolnictwo 37, 43–52.
- Borówek F., Kozłowska W., Grześ W., 2002. Wpływ intensywności uprawy na zachwaszczenie pszenicy ozimej i jęczmienia jarego. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl. 42(2), 572–574.
- Domaradzki K., 2006. Effectiveness of the weed control in cereals in the aspect of reducing herbicide doses and selected agroecological factors. Monografie i Rozprawy Naukowe, Puławy, 17, 5–111.
- Domaradzki K., Rola H., 2001. Ekologiczno-agroekonomiczne aspekty stosowania niższych dawek herbicydów w regulacji zachwaszczenia zbóż. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl. 41(1), 229–238.
- FAO, 2010. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Faustini F., Paulini R., 2005. Organically grown durum wheat varieties under different intensity and time of mechanical weed control. Proc. 13th Symposium EWRS, Bari, płyta CD.
- Feledyn-Szewczyk B., 2009. Porównanie konkurencyjności współczesnych i dawnych odmian pszenicy ozimej w stosunku do chwastów. J. Res. Applic. Agricult. Eng. 54(3), 60–67.
- Gawęda D., 2009a. Wpływ międzyplonów ścierniskowych na zachwaszczenie pszenicy jarej uprawianej w monokulturze. Ann. UMCS, sec. E Agricultura 64(3), 21–28.
- Gawęda D., 2009b. Wpływ międzyplonów ścierniskowych na zachwaszczenie jęczmienia jarego uprawianej w monokulturze. Fragm. Agron. 26(1), 34–41.

- Gawęda D., Kwiatkowski C.A., 2012. Weed infestation of spring common wheat (*Triticum aestivum* L.) grown in monoculture depending on the cover crop and weed control method. *Acta Agrobot.* 65(3), 119–126.
- Haliniarz M., 2013. Skuteczność zwalczania chwastów w pszenicy ozimej w zależności od dawki chlorotoluronu (Lentipur Flo 500 SC). *Annales UMCS, sec. E Agricultura* 69(3), 20–31.
- Haliniarz M., Kapeluszný J., 2010. Wpływ obniżonej dawki herbicydu MCPA + mekoprop + dikamba na zachwaszczenie trzech odmian pszenicy jarej. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.* 50(2), 798–802.
- Haliniarz M., Kapeluszný J., 2012. Assessment of the effect of sowing density on weed infestation and yields of three spring wheat cultivars. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 11(1), 13–25.
- Haliniarz M., Kapeluszný J., 2014. Rzadkie gatunki flory kalcyfilnej w zbiorowiskach segetalnych na terenie województwa lubelskiego. *Annales UMCS, sec. E Agricultura* 69(1), 11–23.
- Hansen P.K., Rasmussen I.A., Holst N., Candreasen C., 2007. Tolerance of four spring barley (*Hordeum vulgare*) varieties to weed harrowing. *Weed Res.* 47(3), 241–251.
- Jaskulska I., Gałęzowski L., 2009. Aktualna rola międzyplonów w produkcji roślinnej i środowisku. *Fragm. Agron.* 26(3), 48–57.
- Jaskulski D., Jaskulska I., 2006. Bioróżnorodność agroekosystemów i krajobrazu rolniczego a polowa produkcja roślinna. *Post. Nauk Rol.* 4, 43–57.
- Jaskulski D., Tomalak S., Rudnicki F., 2000. Regeneracja stanowiska po pszenicy ozimej dla jęczmienia jarego poprzez rośliny międzyplonu ścierniskowego. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.* 470, 49–57.
- Jędruszczak M., Smolarz H.J., Gogacz S., 2004. Intensywność mechanicznych zabiegów odchwaszczających a plon ziarna i zachwaszczenie ładu pszenicy ozimej. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.* 44(2), 768–771.
- Kapeluszný J., 2002. Zachwaszczenie ładu zbóż jarych w warunkach zróżnicowanej gęstości siewu i oszczędnego stosowania herbicydów. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.* 45(2), 483–485.
- Kapeluszný J., 2005. Zmiany bioróżnorodności flory zachwaszczającej uprawy rolnicze na Lubelszczyźnie. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.* 45(2), 760–763.
- Kapeluszný J., Dyńska M., Haliniarz M., 2012. Wpływ sposobów pielęgnacji na zachwaszczenie dwóch linii pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.* 52(2), 287–293.
- Kapeluszný J., Haliniarz M., 2010. Ekspansywne i zagrożone gatunki flory segetalnej w środkowo-wschodniej Polsce. *Annales UMCS, sec. E, Agricultura* 65(1), 26–33.
- Kierzek R., Ratajkiewicz H., 2004. Wpływ adiuwantów i parametrów opryskiwania na retencję cieczy na liściach w wybranych roślinach jednoliściennych. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.* 44(2), 828–831.
- KOM(2011) 244 wersja ostateczna. Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów. Bruksela, dnia 3.5.2011.
- Kraska P., 2006. Wpływ zróżnicowanych dawek herbicydów na zachwaszczenie pszenicy ozimej. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.* 46(2), 256–260.
- Kraska P., 2007. Wpływ zróżnicowanych dawek herbicydów na zachwaszczenie pszenicy ozimej uprawianej w monokulturze. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.* 47(3), 147–150.
- Kraska P., 2008. The influence of different herbicide doses on weed infestation of winter triticale cultivated in monoculture. *Acta Agrobot.* 61(2), 229–238.
- Kraska P., 2012. Effect of tillage system and catch crop on weed infestation of spring wheat stands (*Triticum aestivum* L.). *Acta Sci. Pol., Agricultura* 11(2), 27–43.

- Kraska P., Okoń S., Pałys E., 2009. Weed infestation of a winter wheat canopy under the conditions of application of different herbicide doses and foliar fertilization. *Acta Agrobot.* 62(2), 193–206.
- Krawczyk R., 2007. Wpływ terminu stosowania zredukowanych dawek herbicydów w zbożach jarych na efektywność zwalczania chwastów. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.* 47(3), 151–158.
- Kuraszkiewicz R., Pałys E., 2003. Wpływ wsiewek międzyplonowych na zachwaszczenie łąki roślin ochronnych na glebie lekkiej. *Ann. UMCS, sec. E, Agricultura* 58, 53–67.
- Kurstjens D.A.G., Kropff A.M., 2001. The impact of uprooting and soil-covering on the effectiveness of weed harrowing. *Weed Res.* 41(3), 211–228.
- Kwiatkowski C., 2009a. Struktura zachwaszczenia i produktywność biomasy pszenicy ozimej oraz chwastów w zależności od systemu następstwa roślin i sposobu pielęgnacji. *Annales UMCS, sec. E Agricultura* 44(3), 69–78.
- Kwiatkowski C., 2009b. Studia nad plonowaniem jęczmienia jarego nagoziarnistego i oplewionego w płodozmianie i monokulturze. *Rozprawy Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie* 336, Lublin.
- Kwiatkowski C.A., 2012. Rola międzyplonów we współczesnym rolnictwie. *Studia i Raporty IUNG – PIB* 28(2), 79–95.
- Kwiatkowski C.A., Wesołowski M., 2011. Wpływ adiuwantów oraz zredukowanych dawek środków ochrony roślin na zachwaszczenie pszenicy ozimej. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.* 51(1), 2011.
- Kwiecińska-Poppe E., Kraska P., Pałys E., 2009. The effect of intercropping on weed infestation of a spring barley crop cultivated in monoculture. *Acta Agrobot.* 62(1), 163–170.
- Matuszkiewicz W., 2001. *Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski*. PWN Warszawa.
- Mrówczyński M., Roth M., 2009. Zrównoważone stosowanie środków ochrony roślin. *Probl. Inż. Rol.* 2, 93–97.
- Nowak S., 2008. *Caucalido-Scandicetum* (Libb.1930) R. Tx. 1937 within the area of limestone outcrops in Opole Silesia (SW Poland). *Opole Sci. Soc. Nat. J.* 41, 19–29.
- Pałys E., Kuraszkiewicz R., Dziamba S., Rachoń L., Kraska P., 2000. Skład gatunkowy i masa chwastów w łące lędźwianu siewnego (*Lathyrus sativus* L.) w zależności od sposobów odchwaszczania. *Annales UMCS, sec. E Agricultura* 40(5), 41–51.
- Parylak D., Zawieja J., Jędruszczak M., Stupnicka-Rodzinkiewicz E., Dąbkowska T., Snarska K., 2006. Wykorzystanie zasiewów mieszanych, właściwości odmian lub zjawiska allelopatii w ograniczaniu zachwaszczenia. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.* 46(1), 33–44.
- Pawłowski F., Woźniak A., 2000. Wpływ wsiewek poplonowych i nawożenia organicznego na plonowanie, zachwaszczenie i zdrowotność pszenżyta ozimego w monokulturze. Część II. Zachwaszczenie i zdrowotność. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 470, 83–189.
- Perron F., Legere A., 2000. Effects of crop management practice on *Echinochloa crus-galli* and *Chenopodium album* seed production in a maize/soybean rotation. *Weed Res.* 40(6), 535–547.
- Pruszyński S., Skrzypczak G., 2007. Ochrona roślin w zrównoważonym rolnictwie. *Fragm. Agron.* 4(96), 127–138.
- Rola H., Domaradzki K., Kaczmarek S., Kapeluszyński J., 2013. Znaczenie progów szkodliwości w integrowanych metodach regulacji zachwaszczenia w zbożach. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.* 53(1), 96–104.
- Szczeńiak E., Dajdok Z., Kącki Z., 2011. Metodyka oceny zagrożenia i kategoryzacja zagrożenia archeofitów na przykładzie Dolnego Śląska. *Acta Bot. Siles., Suppl.* 1, 9–28.

- Wanic M., Nowicki J., Bielski S., 2004. Reakcja mieszanki jęczmienia jarego z owsem na różne przedplony i częstotliwość uprawy w płodozmianie. Cz. II. Masa i jakość resztek późniejszych. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 3(2), 177–186.
- Wesołowski M., Boniek Z., 2009. Wpływ przedplonu i sposobu pielęgnacji na zachwaszczenie pszenicy ozimej. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.* 49(1), 357–360.
- Wesołowski M., Cierpiała R., 2009. Skuteczność bronowania w regulacji zachwaszczenia pszenicy jarej. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.* 49(1), 361–364.
- Wesołowski M., Kwiatkowski C., Harasim E., 2005. Wpływ zmniejszonych dawek niektórych herbicydów na plonowanie i zachwaszczenie pszenicy ozimej. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.* 45(2), 1194–1196.
- Wesołowski M., Woźniak A., Dąbek-Gad M., 2008. Wrażliwość chwastów w pszenicy ozimej na zróżnicowane dawki herbicydów. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.* 48(1), 324–328.
- Wesołowski M., Buła M., Grotkowska Z., Klusek I., 2010. Sposób wykonania uprawy przedsejnej a zachwaszczenie ładu pszenicy ozimej. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.* 50(1), 457–460.
- Woźniak A., 2005. Wpływ wsiewek międzyplonowych i nawożenia organicznego na plon i zachwaszczenie pszenicy jarej uprawianej w monokulturze. *Annales UMCS, sec. E* 60, 33–40.
- Woźnica Z., 2003. Współdziałanie adiuwantów a skuteczność chwastobójcza herbicydów. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl.* 43(1), 473–479.
- Zajac M., Zajac A., Tokarska-Guzik B., 2009. Extinct end endangered archeophytes and the dynamics of their diversity in Poland. *Biodiv. Res. Conserv.* 13, 17–24.
- Zimny L., 2007. Definicje i podziały systemów rolniczych. *Acta Agrophys.* 10(2), 507–518.
- www.minrol.gov.pl/Jakosc-zywnosci/Integrowana-produkcja-roslin [dostęp: 20.10.2017].

Summary. Ecological methods of agricultural pest control in agrophytocoenoses, which involve intercrops, sowing weed-competitive cultivars and using integrated plant protection, promote the conservation of rural ecosystems. The research results show that the above-mentioned agronomic practices can effectively reduce the incidence of weeds in agricultural plant communities, while at the same time not decreasing their biological diversity. They reduce the occurrence of dominant cosmopolitan taxa by decreasing their number below the economic harmfulness threshold. The effectiveness of their operation depends on many habitat and agrotechnical factors, such as the soil type, weather conditions, cultivar species, crop rotation, type of intercrop and the method of its management. The production technology taking into account the aforementioned, environmentally friendly methods of reducing the presence of pests is aimed at the symbiosis of production and ecological objectives.

Key words: crops, weed infestation, intercrop, cultivar, mechanical and chemical protection of plants

Otrzymano/ Received: 12.01.2018
Zaakceptowano/ Accepted: 07.05.2018