

WPLYW WIELOLETNIEGO NAWOŻENIA MINERALNEGO I ZMIANOWANIA NA ZACHWASZCZENIE PSZENŻYTA OZIMEGO*

IRENA SUWARA¹, WOJCIECH STĘPIEŃ², ANNA TYMIŃSKA¹, KATARZYNA PRUSKA²

¹Katedra Agronomii, ²Katedra Nauk o Środowisku Glebowym, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Nowoursynowska 159, 02-787 Warszawa

Synopsis. Badania przeprowadzono w latach 2012–2014 na trwałych doświadczeniach nawozowych założonych w latach 1921–1925 w Wydziałowej Stacji Doświadczalnej SGGW w Skierniewicach (51°58' N, 20°10' E). Doświadczenia są prowadzone na glebie płowej, kompleksu żytniego bardzo dobrego, zaliczanej według FAO do typu Stagnic Luvisol. Eksperymenty obejmują badania dotyczące wpływu zróżnicowanego wieloletniego nawożenia mineralnego (Ca, CaPK, CaPN, CaKN, CaNPK i NPK) w czterech zmianowaniach (zmianowanie 5-półowe z nawożeniem organicznym i z rośliną bobowatą, bez obornika i bez rośliny bobowatej, z rośliną bobowatą ale bez obornika oraz monokultury) na glebę i rośliny. Do badań wykorzystano doświadczenia z pszenżytym ozimym uprawianym w monokulturze od 1986 roku oraz w zmianowaniu bez roślin bobowatych. W obydwu doświadczeniach oceniano zachwaszczenie łąny przed zbiorem pszenżyta ozimego. Celem badań była ocena wpływu zróżnicowanego nawożenia mineralnego na bioróżnorodność chwastów w pszenżycie ozimym uprawianym w zmianowaniu i monokulturze. Otrzymane wyniki wskazują, że uprawa pszenżyta w monokulturze zwiększała istotnie liczbę i powietrznie suchą masę chwastów oraz zmniejszała ich różnorodność w stosunku do jego uprawy w zmianowaniu. Zmianowanie, pomimo że ograniczało liczbę i masę chwastów, zwiększało ilość gatunków. Nawożenie mineralne miało mniejszy wpływ na kształtowanie zachwaszczenia niż zmianowanie. Na obiektach nawożonych azotem stwierdzono zmniejszenie liczebności i dominacji chwastów przy jednoczesnym zwiększeniu ich biomasy i różnorodności.

Słowa kluczowe: różnorodność gatunkowa chwastów, zachwaszczenie, nawożenie mineralne, monokultura, pszenżyto ozime

WSTĘP

Chwasty są ważnym elementem bioróżnorodności biologicznej, ale jednocześnie konkurują z roślinami uprawnymi o wodę, składniki pokarmowe i światło prowadząc do obniżenia plonowania roślin. Straty potencjalnych plonów powodowanych przez chwasty mogą wynosić nawet do 34% [Oerke 2006]. Uważa się, że im większa różnorodność gatunkowa chwastów, tym mniejsza ich szkodliwość w stosunku do roślin uprawnych [Stupnicka-Rodzinkiewicz i in. 2004].

Dominacja zbóż w strukturze zasiewów wymaga znacznych uproszczeń płodozmianów. Obecnie w Polsce udział zbóż przekracza 70%, co wiąże się z koniecznością uprawy ich po sobie. Prowadzić to może do niekorzystnych zmian w środowisku glebowym, zwiększenia zachwaszczenia, inwazji chorób, szkodników, a w konsekwencji do obniżenia plonowania roślin [Gawrońska-Kulesza i in. 2005, Stupnicka-Rodzinkiewicz i in. 2000]. Często obserwuje się

¹ Adres do korespondencji – *Corresponding address:* irena_suwara@sggw.pl

* Badania finansowane ze środków SPUB nr 505-30-012600-M00429-99

zmniejszenie różnorodności gatunkowej chwastów i dominację gatunków szczególnie uciążliwych dla danych roślin [Skrzypczak i Pudełko 2003].

Zachwaszczenie roślin zależy nie tylko od czynników środowiska takich jak jakość gleby i warunki klimatyczne [Hochół 2001, Stupnicka-Rodzinkiewicz i in. 2000], ale również od agrotechniki. Liczba wykonywanych zabiegów odchwaszczających, rodzaj stosowanych herbicydów, nawożenie, uprawa roli i płodozmian odgrywają istotną rolę w kształtowaniu stopnia i stanu zachwaszczenia roślin uprawnych [Adamiak i Zawiślak 1992, Blecharczyk i in. 2000, Dzienia i Wrzesińska 2000].

Monokultura zbóż, często stosowana ze względów organizacyjno-ekonomicznych, może sprzyjać rozwojowi niepożądanego rośliności segetalnej, a głównie kompensacji chwastów i ich konkurencyjnego oddziaływania na roślinę uprawną [Adamiak i in. 2011, Blecharczyk i in. 2007, Jędruszczak i in. 2005, Mohammaddoust Chamanabad i in. 2009, Paluch i Parylak 2012, Pawlonka i Ługowska 2010, Rahnavard i in. 2009, Szymankiewicz i in. 2003].

Nawożenie, wpływając na właściwości gleby między innymi jej zasobność, odczyn i właściwości fizyczne, kształtuje strukturę łanów roślin uprawnych i zbiorowiska występujących chwastów [Jaskulska 2004, Mohammaddoust Chamanabad i in. 2006, Tulikov i Sugrobov 1984]. W literaturze przedmiotu poglądy na temat wpływu nawożenia, szczególnie azotem, na zachwaszczenie roślin nie są jednoznaczne. Niektórzy uważają, że nawożenie azotem wpływa na zmniejszenie liczebności chwastów, ale jednocześnie zwiększa dominację gatunków nitrofilnych [Dhima i Eleftherohorinos 2001, Mohammaddoust Chamanabad i in. 2009, Pawlonka i Skrzyczyńska 2004, Rahnavard i in. 2009]. Ponadto obserwuje się często, że przy ograniczeniu liczby chwastów zwiększa się ich sucha masa [Adamiak i Stępień 1998, Brzozowska i Brzozowski 2014]. Inni twierdzą, że zwiększone nawożenie azotem zbóż powoduje nie tylko zmniejszenie liczby ale i suchej masy chwastów, gdyż lepsza jest zdolność konkurencyjna zbóż w stosunku do roślin niepożądanych [Blackshaw 2004, Tulikov i Sugrobov 1984]. Natomiast badania Santin-Montanya i innych [2013] wskazują, że nawożenie azotem nie ma wpływu na stopień zachwaszczenia i bioróżnorodność chwastów w pszenicy ozimej.

Celem badań była ocena różnorodności gatunkowej flory segetalnej w pszenicy ozimym uprawianym w zmianowaniu i wieloletniej monokulturze w zależności od zróżnicowanego wieloletniego nawożenia mineralnego (Ca, CaPK, CaPN, CaKN, CaNPK i NPK). Jako parametry oceniające przyjęto skład gatunkowy, liczbę gatunków, liczbę i suchą masę chwastów oznaczonych w fazie pełnej dojrzałości pszenicy ozimego (BBCH 87–89) oraz wskaźnik różnorodności Shannona i wskaźnik dominacji Simpsona.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2012–2014 na trwałych doświadczeniach nawozowych założonych w latach 1921–1925 w Wydziałowej Stacji Doświadczalnej SGGW w Skierniewicach (51°58' N, 20°10' E). Doświadczenia są prowadzone na glebie płowej kompleksu żytniego bardzo dobrego, zaliczanej według FAO do typu Stagnic Luvisol. W doświadczeniach tych badany jest wpływ zróżnicowanego wieloletniego nawożenia mineralnego (Ca, CaPK, CaPN, CaKN, CaNPK i NPK) w czterech zmianowaniach (zmianowanie 5-cio polowe z nawożeniem organicznym i z rośliną bobowatą, bez obornika i bez rośliny bobowatej, z rośliną bobowatą ale bez obornika oraz monokultury) na glebę i rośliny. Do badań wykorzystano doświadczenia z pszenicą ozimym uprawianym w monokulturze od 1986 roku oraz w zmianowaniu dowolnym bez stosowania obornika i bez roślin bobowatych. Przez cały okres badań stosowane były jednakowe dawki nawozów: N – 90 kg·ha⁻¹, P – 26 kg·ha⁻¹, K – 91 kg·ha⁻¹, Ca – 1600 kg CaO·ha⁻¹ co 4 lata.

W obydwu doświadczeniach gleba obiektów wapnowanych (Ca, CaPK, CaPN, CaKN i CaNPK) charakteryzowała się odczynem lekko kwaśnym (pH 5,9–6,2), natomiast gleba niewapnowana (obiekt NPK) posiadała odczyn bardzo kwaśny (pH 4,4–4,7). Uprawę roli i siew (w drugiej połowie września) pszenżyta ozimego odmiany Pawo prowadzono zgodnie z agrotechnicznymi zaleceniami. Na wszystkich obiektach badawczych stosowano taką samą ochronę. W pszenżycie ozimym na chwasty wiosną stosowano oprysk preparatem Glean 75 WG (chlorosulfuron) w dawce 20 g·ha⁻¹.

Okres badawczy 2012–2014 charakteryzował się dużą zmiennością warunków meteorologicznych (tab. 1). Przebieg pogody w roku 2013 różnił się znacząco od przeciętnego w wieloleciu. Charakteryzował się chłodną wiosną (III i IV), natomiast bardzo dużymi opadami w maju i czerwcu, przekraczającymi dwukrotnie średnie z wielolecia. Natomiast w roku 2012 zanotowano w maju niedobory wody.

Tabela 1. Średnia miesięczna temperatura powietrza i suma opadów w okresie wegetacji wiosną pszenżyta ozimego w latach 2012–2014)

Table 1. Monthly average of air temperature and rainfall sum in the spring vegetation period of winter triticale in years 2012–2014

Miesiąc Months	Temperatura – Temperature (°C)				Opady – Rainfall (mm)			
	1955–2001	2012	2013	2014	1955–2001	2012	2013	2014
III	2,1	5,0	-3,0	6,4	27,0	23,2	44,5	28,0
IV	7,8	9,5	7,7	10,3	38,7	52,6	49,5	49,8
V	13,6	15,6	14,6	14,1	55,2	21,3	127,5	92,6
VI	16,7	17,4	18,1	16,4	63,5	57,6	149,3	60,2
VII	18,5	20,7	19,9	20,9	80,7	71,1	17,7	82,2
VIII	17,6	19,0	19,0	17,9	67,6	64,3	39,0	81,1
Średnia/Suma Mean/Sum	12,7	14,5	12,7	14,3	332,7	290,1	427,5	393,9

Ocenę zachwaszczenia przeprowadzono przed zbiorem pszenżyta ozimego metodą botaniczno-wagową (ramkową) w dwóch losowo wybranych miejscach o powierzchni 0,5 m² na każdym poletku (tj. 6 powtórzeń dla każdego obiektu). Oznaczano skład gatunkowy, liczebność i powietrzną suchą masę chwastów. Różnorodność gatunkową zbiorowisk określano wyliczając wskaźnik różnorodności Shannona-Wienera (H) i dominacji Simpsona

[Topham i Lawson 1982]:

$$H = -\sum_{i=1}^S (p_i) (\log n p_i)$$

$$C = \sum p_i^2$$

S – liczba gatunków, p_i – stosunek liczby osobników i-tego gatunku do całkowitej liczebności wszystkich osobników.

Wyniki przedstawione w tabelach i na wykresach są średnimi z lat 2012–2014. Takie postępowanie wynika z faktu, że wpływ nawożenia i zmianowania na zachwaszczenie był podobny w poszczególnych latach badań.

Zebrane wyniki badań dotyczące liczby i suchej masy chwastów zostały opracowane statystycznie za pomocą jednoczynnikowej analizy wariancji oddzielnie dla zmianowania i monokultury i dwuczynnikowej analizy łącznie dla zmianowania i monokultury przy wykorzystaniu programu Statistica. Istotność różnic sprawdzono za pomocą testu Tukeya przy prawdopodobieństwie błędzie $p=0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Analiza uzyskanych wyników wskazuje na znaczący wpływ zarówno zmianowania jak i nawożenia pszenżyta ozimego na liczbę i powietrznie suchą masę chwastów (tab. 2 i 3) (rys. 1 i 2). Zagęszczenie chwastów i ich powietrznie sucha masa na wszystkich obiektach nawozowych były istotnie większe w pszenżycie ozimym uprawianym po sobie w stosunku do uprawianego w zmianowaniu. Średnio stwierdzono trzykrotnie większą liczbę chwastów oraz siedmiokrotnie większą ich biomasę w pszenżycie ozimym w monokulturze niż w zmianowaniu (rys. 1 i 2).

Tabela 2. Liczba chwastów na 1 m² przed zbiorem pszenżyta ozimego (BBCH 87–89) (średnio z lat 2012–2014)

Table 2. Number of weeds per 1 m² before harvesting of winter triticale (BBCH 87–89) (mean for 2012–2014)

Następstwo roślin Crop sequence	Nawożenie – Fertilization					
	Ca	CaPK	CaPN	CaKN	CaNPK	NPK
Monokultura Monoculture	142,0 b	178,0 b	84,0 a	108,0 a	92,0 a	82,0 a
Zmianowanie Crop rotation	42,4 a	48,0 a	44,6 a	32,8 a	28,0 a	31,0 a

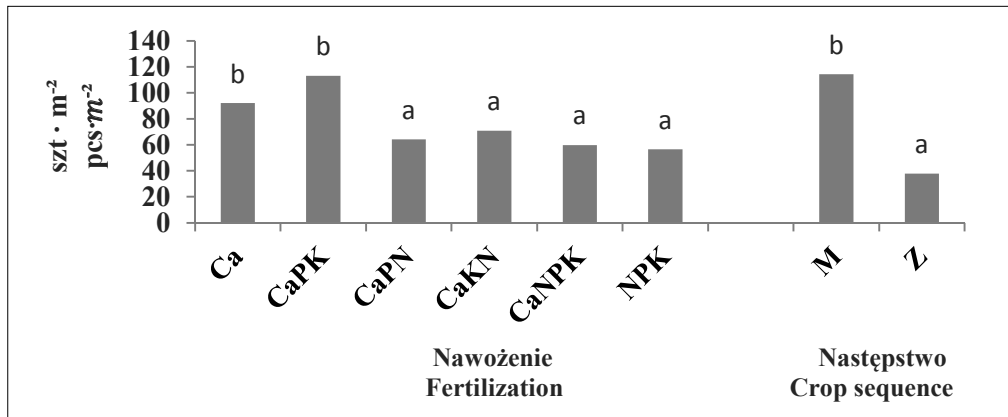
Średnie w wierszu z tą samą literą nie różnią się istotnie przy $p=0,05$; Mean with the same letter in row are not significantly different at $p=0,05$

Tabela 3. Powietrznie sucha masa chwastów przed zbiorem (BBCH 87–89) pszenżyta ozimego w g·m⁻² (średnio z lat 2012–2014)

Table 3. Air dry mass of weeds before harvesting (BBCH 87–89) of winter triticale in g·m⁻² (mean for years 2012–2014)

Następstwo roślin Crop sequence	Nawożenie – Fertilization					
	Ca	CaPK	CaPN	CaKN	CaNPK	NPK
Monokultura Monoculture	106,7 a	119,4 a	195,3 b	187,2 b	90,4 a	190,2 b
Zmianowanie Crop rotation	13,8 a	14,3 a	18,4 a	16,3 a	30,2 b	25,8 b

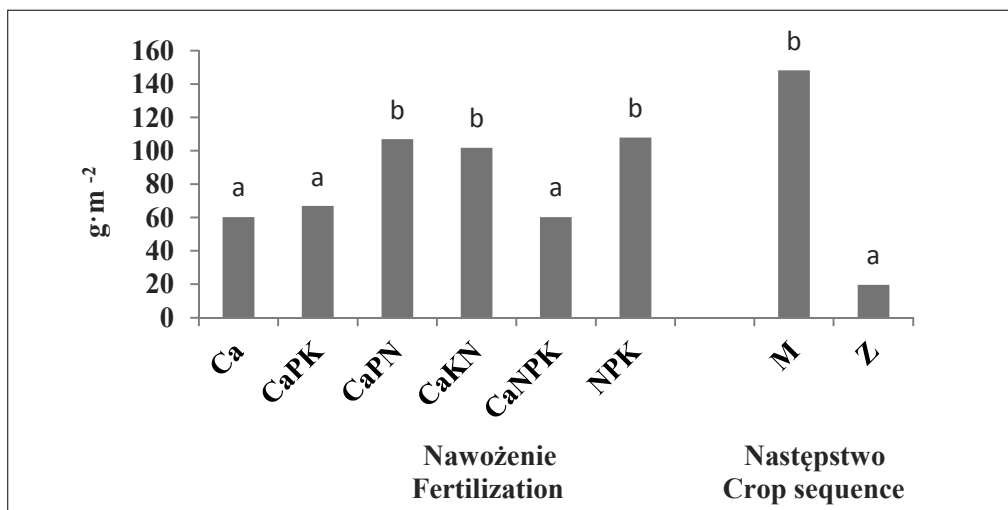
Średnie w wierszu z tą samą literą nie różnią się istotnie przy $p=0,05$; Mean with the same letter in row are not significantly different at $p=0,05$



M – monokultura – monoculture, Z – zmianowanie – crop rotation

Średnie z tą samą literą nie różnią się istotnie przy $p=0,05$; Mean with the same letter are not significantly different at $p=0.05$

Rys. 1. Liczba chwastów na 1 m² przed zbiorem pszenżyta ozimego (BBCH 87–89) (średnio z lat 2012–2014) w zależności od nawożenia i następstwa
 Fig. 1. Number of weeds per 1 m² before harvesting of winter triticale (BBCH 87–89) (mean for 2012–2014) depending on fertilization and crop sequence



M – monokultura – monoculture, Z – zmianowanie – crop rotation

Średnie z tą samą literą nie różnią się istotnie przy $p=0,05$; Mean with the same letter are not significantly different at $p=0.05$

Rys. 2. Powietrznie sucha masa chwastów przed zbiorem (BBCH 87–89) pszenżyta ozimego w g · m⁻² (średnio z lat 2012–2014) w zależności od nawożenia i następstwa
 Fig. 2. Air dry mass of weeds before harvesting (BBCH 87–89) of winter triticale in g · m⁻² (mean for years 2012–2014) depending on fertilization and crop sequence

Wyniki wskazują na korzystne oddziaływanie stosowanego zmianowania w ograniczaniu liczby i suchej masy chwastów oraz potwierdzają tezę, że uprawa zbóż w monokulturze prowadzi do zwiększenia zachwaszczenia [Adamiak i in. 2011, Mohammaddoust Chamanabad i in. 2009, Paluch i Parylak 2012, Rahnavard i in. 2009, Szymankiewicz i in. 2003]. Kwiatkowski [2006] stwierdził, że 4-letnia monokultura jęczmienia jarego przyczyniła się do wzrostu zarówno powietrznie suchej masy chwastów jak i ich liczby w porównaniu z zachwaszczeniem jęczmienia jarego uprawianego w płodozmianie. Szymankiewicz i in. [2003] zanotowali dwukrotnie większą liczbę chwastów w monokulturze niż w pszenżycie ozimym uprawianym w płodozmianie.

Nawożenie mineralne miało mniejszy wpływ niż zmianowanie na kształtowanie zachwaszczenia. W pszenżycie ozimym uprawianym w zmianowaniu nie zanotowano istotnego wpływu nawożenia mineralnego na liczbę chwastów, natomiast w monokulturze stwierdzono istotne jej zmniejszenie na kombinacjach nawożonych azotem w stosunku do obiektów nienawożonych tym składnikiem. Pełne nawożenie CaNPK ograniczało liczebność chwastów. Podobne wyniki w badaniach z jęczmieniem jarym prezentują Mohammaddoust Chamanabad i in. [2009] oraz z żytem ozimym Rahnavard i in. [2009], a także Dhima i Eleftherohorinos [2001].

Najkorzystniejszym wariantem nawożenia mineralnego, na którym zanotowano najmniejszą średnią liczbę i suchą masę chwastów była kombinacja CaNPK. Wyniki otrzymane na obiektach nawożonych NPK i CaNPK wskazują, że obniżenie pH gleby powoduje zwiększenie biomasy chwastów, głównie w monokulturze. W monokulturze istotnie większą masę chwastów niż na kombinacji CaNPK otrzymano na glebie kwaśnej (NPK) oraz na obiektach bez fosforu (CaNk) i potasu (CaNP). Podobne wyniki uzyskała Jaskulska [2004].

Podsumowując można stwierdzić, że na kombinacjach nawożonych azotem obserwowano ograniczenie liczby chwastów na jednostce powierzchni przy jednoczesnym zwiększeniu ich suchej masy. Badania innych autorów potwierdzają tę zależność [Adamiak i Stępień 1998, Brzozowska i Brzozowski 2014].

Skład gatunkowy chwastów w pszenżycie ozimym przedstawia tabela 4. W trakcie prowadzenia badań w łanie pszenżyta ozimego określono 25 gatunków chwastów, a najliczniej występowały *Setaria viridis* i *Apera spica-venti*. W monokulturze pszenżyta ozimego dominowały *Apera spica-venti*, *Setaria viridis*, *Centaurea cyanus* i *Equisetum arvense*, natomiast w zmianowaniu najliczniej wystąpiły: *Setaria viridis*, *Elymus repens* i *Taraxacum officinale*. Najmniej gatunków stwierdzono w monokulturze pszenżyta na kontroli Ca (6 gatunków), natomiast najwięcej w zmianowaniu na obiektach nawożonych CaNPK i CaPN (13–14 gatunków).

Uprawa pszenżyta ozimego w zmianowaniu jak również nawożenie azotem zwiększyły wartości wskaźnika różnorodności Shannona-Wienera oraz zmniejszyły wskaźnik dominacji Simpsona w porównaniu do obiektów w monokulturze i bez nawożenia azotem (tab. 5). Największą różnorodność gatunkową chwastów zapewniało nawożenie CaNPK oraz CaPN i stosowanie zmianowania. Wpływ nawożenia azotem na zwiększenie różnorodności gatunkowej potwierdzają wyniki Brzozowskiej i Brzozowskiego [2014]. Uprawa roślin zbożowych w monokulturze również ma wpływ na zwiększenie dominacji a zmniejszenie różnorodności chwastów [Jędruszczak i Antoszek 2004].

Badania wielu autorów potwierdzają, że stosowanie zmianowania i pełnego optymalnego nawożenia może ograniczać zachwaszczenie i kompensację chwastów, a zwiększać ich różnorodność [Blackshaw 2004, Blecharczyk i in. 2009, Dhima i Eleftherohorinos 2001, Mohammaddoust Chamanabad i in. 2009].

Tabela 4. Skład gatunkowy i liczba chwastów w fazie dojrzałości pełnej (BBCH 87–89) pszenżyta ozimego (średnio z lat 2012–2014)
 Table 4. Species composition and number of weeds at stage (BBCH 87–89) of winter triticale (mean for years 2012–2014)

Gatunki Species composition	Nawożenie – Fertilization																							
	Ca			CaPK			CaPN			CaKN			CaNPK			NPK								
	z	m		z	m		z	m		z	m		z	m		z	m							
<i>Elymus repens</i> (L.) Gould	6,0	-	4,0	0,8	7,0	1,0	4,0	-	4,0	-	4,0	-	4,0	-	1,0	-	-	-	-					
<i>Apera spica-venti</i> (L.) Beauv.	1,0	13,8	-	10,2	1,8	24,0	1,0	24,4	2,0	24,8	-	2,8	-	-	-	-	-	-	-					
<i>Matricaria maritima</i> L. ssp. <i>inodora</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
<i>Centaurea cyanus</i> L.	-	3,2	-	6,0	1,2	2,8	-	3,2	1,0	4,2	-	6,8	-	-	-	-	-	-	-					
<i>Polygonum convolvulus</i> (L.) A. Love	-	-	0,7	-	5,8	1,2	5,0	1,2	1,0	-	1,2	-	1,2	-	-	-	-	-	-					
<i>Setaria viridis</i> (L.) Beauv.	21,2	116,8	27,0	157,0	10,0	44,0	14,5	60	7,2	44,8	10,0	35,0	-	-	-	-	-	-	-					
<i>Galinosa parviflora</i> Cav.	-	-	-	-	2,8	-	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
<i>Taraxacum officinale</i> Weber in Wiggers	8,8	-	9,8	-	4,8	-	1,0	1,2	4,0	-	2,5	-	-	-	-	-	-	-	-					
<i>Erigeron canadensis</i> L.	1,2	-	-	-	1,2	-	-	-	1,2	-	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-					
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) H'Her	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
<i>Anagallis arvensis</i> L.	-	-	-	-	1,2	-	1,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
<i>Vicia cracca</i> L.	-	-	0,8	-	-	-	-	-	0,8	-	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-					
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	-	-	-	-	-	-	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
<i>Sinapis arvensis</i> L.	0,5	-	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
<i>Polygonum aviculare</i> L.	-	-	0,6	-	1,2	-	-	-	1,0	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-					
<i>Polygonum lapathifolium</i> L.	-	-	-	-	3,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
<i>Medicago lupulina</i> L.	3,0	-	4,0	-	3,0	-	4,5	-	2,0	-	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-					
<i>Papaver rhoeas</i> L.	-	1,2	-	0,8	0,8	-	6,0	-	1,8	-	2,8	-	-	-	-	-	-	-	-					
<i>Chenopodium album</i> L.	-	-	-	-	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
<i>Viola arvensis</i> Murray	-	-	-	-	-	-	-	-	3,0	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-					
<i>Lithodora diffusa</i>	-	1,2	-	-	-	-	-	4,0	1,8	-	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-					
<i>Equisetum arvense</i> L.	-	5,8	-	0,8	-	8,6	-	8,0	-	-	8,0	-	-	-	-	-	-	-	-					
<i>Geranium pusillum</i> L.	-	-	-	1,6	-	1,2	-	-	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
<i>Senecio vulgaris</i> L.	-	-	-	0,8	-	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
<i>Galium aparine</i> L.	0,7	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
Ogółem – Total	42,4	142,0	48,0	178,0	44,6	84,0	32,8	108,0	28,0	92,0	31,0	82,0	-	-	-	-	-	-	-					
Liczba gatunków – Number of species	8	6	9	8	14	8	9	8	13	8	11	7	-	-	-	-	-	-	-					

z – zmianowanie – crop rotation; m – monokultura – monoculture

Tabela 5. Wskaźnik różnorodności Shannona-Wienera (H) i wskaźnik dominacji Simpsona (C) w zależności od nawożenia i zmianowania

Table 5. Shannon's diversity index (H) and Simpson's domination index (C) depending on fertilization and crop rotation

Nawożenie Fertilization	H			C		
	Z	M	Średnia – Mean	Z	M	Średnia – Mean
Ca	0,71	0,29	0,45	0,32	0,68	0,57
CaPK	0,58	0,22	0,59	0,36	0,77	0,48
CaPN	1,05	0,54	0,85	0,12	0,37	0,23
CaKN	0,76	0,60	0,72	0,24	0,38	0,32
CaNPK	1,03	0,62	0,80	0,13	0,33	0,24
NPK	0,88	0,57	0,81	0,17	0,32	0,20
Średnia – Mean	0,90	0,50	–	0,20	0,47	–

z – zmianowanie – crop rotation; m – monokultura – monoculture

WNIOSKI

1. Rodzaj następstwa roślin i zróżnicowane nawożenie mineralne istotnie modyfikowały stopień zachwaszczenia pszenżyta ozimego.
2. Wieloletnia monokultura pszenżyta ozimego spowodowała zwiększenie liczby i powietrznie suchej masy chwastów oraz zmniejszenie ich różnorodności gatunkowej w stosunku do uprawy tego gatunku w zmianowaniu.
3. Nawożenie azotem pszenżyta ozimego ograniczało liczbę chwastów i ich dominację przy jednoczesnym zwiększeniu ich biomasy i różnorodności.
4. Najmniejsze zachwaszczenie i duże zróżnicowanie gatunkowe chwastów stwierdzono w pszenicy ozimym uprawianym w zmianowaniu i nawożonym CaNPK.

PIŚMIENNICTWO

- Adamiak E., Adamiak J., Przybylski R. 2011. Znaczenie płodozmianu w regulacji zachwaszczenia zbóż ozimych. *Prog. Plant. Prot.* 51(2): 817–821.
- Adamiak E., Stępień A. 1998. Wpływ sposobów nawożenia na kształtowanie się zachwaszczenia pszenicy jarej i jęczmienia ozimego. *Rocz. AR Poznań* 307, Rol. 52: 59–65.
- Adamiak E., Zawisłak K. 1992. Porównanie zachwaszczenia zbóż ozimych i jarych nie chronionych i traktowanych herbicydami. *Zesz. Nauk. AR Kraków, Sesja Nauk.* 33: 173–185.
- Blackshaw R.E. 2004. Application method of nitrogen fertilizers affects weed growth and competition with winter wheat. *Weed Biol. Manage.* 4: 103–113.
- Blecharczyk A., Małecka I., Sawińska Z., Zawada D. 2009. Effect of fertilization on weed biodiversity in long-term continuous winter rye. *Prog. Plant. Prot.* 49(1): 322–325.
- Blecharczyk A., Małecka I., Zawada D., Sawińska Z. 2007. Bioróżnorodność chwastów w pszenicy ozimej w zależności od wieloletniego nawożenia i systemu następstwa roślin. *Fragm. Agron.* 24(3): 27–33.

- Blecharczyk A., Małecka I., Skrzypczak G. 2000. Wpływ wieloletniego nawożenia, zmianowania i monokultury na zachwaszczenie jęczmienia jarego. *Ann. UMCS, Sect. E Agricultura* 55, Suppl. 16: 17–23.
- Brzozowska I., Brzozowski J. 2014. Bioróżnorodność flory segetalnej w pszenżycie ozimym uprawianym w warunkach różnych metod odchwaszczania i nawożenia azotem. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 57: 13–22.
- Dhima R.V., Eleftherohorinos I.G. 2001. Influence of nitrogen on competition winter cereals and sterile oat. *Weed Sci.* 49: 77–82.
- Dzienia S., Wrzesińska E. 2000. Wpływ następczy systemów uprawy roli i herbicydów stosowanych w bobiku na plonowanie i zachwaszczenie pszenicy ozimej. *Ann. UMCS, Sect. E Agricultura* 55, Suppl. 16: 45–50.
- Gawrońska-Kulesza A., Lenart S., Suwara I. 2005. Wpływ zmianowania i nawożenia na zachwaszczenie łąnu i gleby. *Fragm. Agron.* 22(2): 53–62.
- Hochół T. 2001. Flora i zbiorowiska chwastów zbóż w Beskidzie Wyspowym w zależności od usytuowania siedlisk w rzeźbie terenu. *Fragm. Agron.* 18(1): 29–39.
- Jaskulska I. 2004. Wpływ wieloletniego zróżnicowanego nawożenia na zachwaszczenie jęczmienia jarego i pszenicy ozimej w zmianowaniu. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 3(1): 91–97.
- Jędruszczak M., Antoszek R. 2004. Sposoby uprawy roli a bioróżnorodność zbiorowisk chwastów w monokulturze pszenicy ozimej. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 3(2): 47–59.
- Jędruszczak M., Wesołowski M., Bujak K. 2005. Funkcje płodozmianu jako regulatora zachwaszczenia łąnów roślin uprawnych. *Fragm. Agron.* 22(2): 81–89.
- Kwiatkowski C. 2006. Wpływ zróżnicowanej chemicznej ochrony łąnu na przyrost biomasy i zachwaszczenia jęczmienia jarego uprawianego w czteroletniej monokulturze i zmianowaniu. *Prog. Plant Prot.* 46(2): 86–88.
- Mohammaddoust Chamanabad H.R., Ghorbani A., Asghari A., Tulikow A.M., Zargarzadeh F. 2009. Long-effect of crop rotation and fertilizers on weed community in spring barley. *Turk. J. Agric. For.* 33: 315–323.
- Mohammaddoust Chamanabad H.R., Tulikov A.M., Baghestani M.A. 2006. Effect of long-term fertilizer application and crop rotation on the infestation of fields by weeds. *Pak. J. Weed Sci. Res.* 12: 221–234.
- Oerke E.C. 2006. Crop losses to pest. *J. Agric. Sci.* 44: 31–43
- Paluch M., Parylak D. 2012. Wpływ zabiegów regeneracyjnych na zachwaszczenie pszenżyta ozimego uprawianego w monokulturze. *Zesz. Nauk. UP Wrocław* 588, Rol. 102: 127–135.
- Pawlonka Z., Ługowska M. 2010. Plonowanie pszenicy ozimej w monokulturze przy różnym poziomie ochrony chemicznej przed chwastami. *Prog. Plant Prot. /Post. Ochr. Roślin* 50 (2): 823–827.
- Pawlonka Z., Skrzyczyńska J. 2004. Wpływ wybranych elementów agrotechniki i warunków meteorologicznych na zachwaszczenie pszenżyta ozimego. *Ann. UMCS, Sect. E Agricultura* 59(3): 1037–1047.
- Rahnavard A., Ashrafi Z.Y., Alizade H.M., Sadeghi S. 2009. Studies on the effect of fertilizer application and crop rotation on the weed infested fields in Iran. *J. Agric. Sci. Technol.* 5(1): 41–50.
- Santin-Montanya M.I., Martin-Lammerding D., Walter I., Zambrana E., Tenorio J.L. 2013. Effects of tillage, crop systems and fertilization on weed abundance and diversity in 4-year dry land winter wheat, *Europ. J. Agron.* 48: 43–49.
- Skrzypczak G., Pudełko J., 2003. Chwasty i ich zwalczanie – aspekt integrowanej ochrony i zrównoważonego rolnictwa. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 490: 227–233.
- Stupnicka-Rodzinkiewicz E., Puła J., Hochół T., Klima K. 2000. Zachwaszczenie wybranych roślin uprawianych na stoku. *Ann. UMCS, Sect. E Agricultura* 55, Suppl. 16: 205–212.
- Stupnicka-Rodzinkiewicz E., Stępnik K., Lepiarczyk A. 2004. Wpływ zmianowania, sposobu uprawy roli i herbicydów na bioróżnorodność zbiorowisk chwastów. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 3(2): 235–245.
- Szymankiewicz K., Jankowska D., Deryło S. 2003. Wpływ płodozmianu i monokultury oraz sposobu uprawy roli na bioróżnorodność flory zachwaszczającej pszenżyto ozime. *Acta Agrophys.* 1(4): 767–772.
- Topham P.B., Lawson H.M. 1982. Measurement of weed species diversity in crop/weed competition studies. *Weed Res.* 22: 285–293.
- Tulikow A.M., Sugrobov V.M. 1984. Role of long-term application fertilizer, lime and crop rotation in change infestation field by weeds. *Izvestia TCXA* 2: 32–36.

I. SUWARA, W. STĘPIEŃ, A. TYMIŃSKA, K. PRUSKA

THE EFFECT OF LONG-TERM MINERAL FERTILIZATION AND CROP ROTATION ON WEED INFESTATION OF WINTER TRITICALE**Summary**

Field studies on the effect of the long-term mineral fertilization and crop rotation on weed infestation of winter triticale were conducted in 2012–2014 at Skierniewice Experimental Station on a soil classified according to FAO as *Stagnic Luvisol*. The research was carried out on winter triticale cultivated in monoculture and 5-year crop rotation with different mineral fertilization: Ca, CaPK, CaPN, CaKN, CaNPK and NPK. The number of weed species and air dry mass of weeds before harvesting (BBCH 87–89), Shannon's diversity indicator and Simpson's dominant index were taken as diversity parameters. The results show that weed infestation of winter triticale in monoculture was considerably higher than in crop rotation as a result of a greater number of *Setaria viridis*, *Apera spica-venti*, *Centaurea cyanus* and *Equisetum arvense*. The application of mineral nitrogen reduced the number of weeds but increased their biomass and weed species diversity.

Key words: weed species diversity, weed infestation, mineral fertilization, monoculture, winter triticale

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 6.09.2016

Do cytowania – *For citation*

Suwara I., Stępień W., Tymińska A., Pruska K. 2016. Wpływ wieloletniego nawożenia mineralnego i zmianowania na zachwaszczenie pszenżyta ozimego. *Fragm. Agron.* 33(3): 107–116.