

SKUTECZNOŚĆ MECHANICZNEGO I CHEMICZNEGO ODCHWASZCZANIA PSZENICY OZIMEJ W WARUNKACH ZRÓŻNICOWANEGO NAWOŻENIA AZOTEM

IRENA BRZOZOWSKA, JAN BRZOZOWSKI

Katedra Systemów Rolniczych, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

brzozi@uwm.edu.pl

Synopsis. Eksperyment polowy z uprawą pszenicy ozimej odmiany Bogatka realizowano w latach 2007–2009 r. w Ośrodku Dydaktyczno-Doświadczalnym w Tomaszku, należącym do Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, na glebie brunatnej właściwej, średniej i ciężkiej, odgórnie spiaszczonej, zaliczonej do kompleksu pszennego dobrego. Celem badań było określenie wpływu dwóch metod zwalczania chwastów i poziomu nawożenia azotem na zachwaszczenie ładu. Przedplonem pszenicy corocznie było pszenżyto ozime. Doświadczenie realizowano metodą podbloków losowanych, w 4 powtórzeniach, z dwoma czynnikami. Czynnikiem pierwszym doświadczenia stanowiły metody zwalczania chwastów (bez pielęgnacji, bronowanie 2x, herbicyd Mustang 306 SE). Czynnikiem drugim był poziom nawożenia azotem (0, 40, 80, 120, 160 kg N·ha⁻¹). Trzyletni okres badawczy charakteryzował się dużą zmiennością warunków pogodowych, co miało znaczący wpływ na zachwaszczenie ładu pszenicy. Najwięcej chwastów w fazie krzewienia, przed zabiegami odchwaszczania stwierdzono w 2008 r. po łagodnej zimie (średnio 199 szt.·m⁻²). We wszystkich latach badań dominowały: *Viola arvensis*, *Matricaria maritima*, *Galium aparine*, *Veronica arvensis*. Badania wykazały małą skuteczność bronowania jako zabiegu odchwaszczającego (średnio ok. 25%). Stosowanie herbicydu Mustang 306 SE było zdecydowanie efektywniejsze (średnio 77%). Nawożenie azotem sprzyjało zwiększeniu efektywności odchwaszczania roślin, szczególnie po zastosowaniu go w dawkach powyżej 40 kg·ha⁻¹.

Słowa kluczowe – *key words*: pszenica ozima – *winter wheat*, chwasty – *weeds*, bronowanie – *harrowing*, herbicyd – *herbicide*, azot – *nitrogen*

WSTĘP

Duży udział zbóż w strukturze zasiewów, z nasileniem uprawy form ozimych, sprzyja zwiększonemu zachwaszczeniu. O konkurencyjności zbóż, w stosunku do chwastów, decydują cechy morfologiczne poszczególnych gatunków i odmian [Aldrich 2007]. Pszenica ozima, ze względu na długi okres wegetacji, powolny rozwój jesienią oraz swoiste cechy morfologiczne (między innymi krótkie źdźbła), należy do roślin o małej zdolności konkurencyjnej, w stosunku do chwastów. Stąd w uprawie tego zboża niezbędne są zabiegi odchwaszczające, prowadzone w okresie wegetacji od wschodów do fazy krzewienia [Jędruszczak i in. 2004, Pilipavicius i in. 2010, Rasmussen i in. 2009, Wesołowski i in. 2003]. W systemie rolnictwa integrowanego zaleca się stosowanie herbicydów interwencyjnie (po uprzedniej lustracji pola). Powinno się wówczas dobierać środki selektywne, uwzględniając aktualny stan i stopień zachwaszczenia, gdyż stosowanie herbicydów nie wyeliminowało, jak spodziewano się problemu zachwaszczenia, ale wpłynęło na zmiany w składzie florystycznym i zmniejszyło ogólną liczbę gatunków chwastów [Gerhards i Christensen 2002].

Biorąc pod uwagę potrzebę ograniczania do minimum stosowania chemicznych środków ochrony roślin, coraz częściej powraca się do mechanicznych metod regulacji zachwaszczenia, spośród których w łanach zwartych największe znaczenie ma bronowanie [Auškalnis i Auškalniene 2009, Wesołowski i Cierpiała 2009]. Należy jednak liczyć się z tym, iż niszczy ono skutecznie tylko małe siewki chwastów. Zabieg ten spełnia też inne funkcje, między innymi poprawia aerację gleby [Dobrzański i Adamczewski 2006]. Według tych autorów, bronowanie powinno być stosowane niezależnie od aplikacji herbicydów.

Obecnie, w ograniczaniu ekspansji chwastów w agroekosystemach przypisuje się dużą rolę także innym zabiegom agrotechnicznym, które zwiększają konkurencyjność rośliny uprawnej [Kirkegaard i in. 2008, Skrzypczak i Pudełko 2003]. Zaliczyć do nich można między innymi nawożenie mineralne, przede wszystkim azotem [Deryło i Szymankiewicz 1998, Rudnicki 1998]. Ważna jest strategia nawożenia tym składnikiem, w tym wielkość dawki oraz sposób stosowania nawozu.

Mając na względzie ograniczenie zużycia stosowanych środków ochrony roślin, a także potrzebę zwiększenia wykorzystania innych metod odchwaszczania, prowadzono badania, których celem było określenie wpływu różnych metod pielęgnacji roślin i poziomu nawożenia azotem na zachwaszczenie i skuteczność jego ograniczania w pszenicy ozimej.

MATERIAŁ I METODY

Eksperyment polowy z uprawą pszenicy ozimej odmiany Bogatka realizowano w latach 2007–2009 w Ośrodku Dydaktyczno-Doświadczalnym w Tomaszku (53°42' N, 20°26' E), należącym do Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, na glebie brunatnej właściwej, średniej i ciężkiej, odgórnie spiaszczonej, zaliczonej do kompleksu pszennego dobrego. Przedplonem pszenicy corocznie było pszenżyto ozime. Uprawę roli prowadzono zgodnie z przyjętymi zaleceniami. Pszenicę każdego roku wysiewano w drugiej dekadzie września w ilości 500 szt. ziarniaków na 1 m². Doświadczenie realizowano metodą podbloków losowych, w 4 powtórzeniach, z dwoma czynnikami. Czynnikiem pierwszy stanowiły metody zwalczania chwastów: 1. Obiekt kontrolny – bez pielęgnacji, 2. Bronowanie – 2x (BBCH 23–24, 27–28) 3. Herbicyd Mustang 306 SE w dawce 0,5 dm³·ha (BBCH 27–28). Czynnikiem drugim był poziom nawożenia azotem: a) obiekt kontrolny – bez azotu; b) 40 kg N·ha⁻¹ po wznowieniu vegetacji – saletra amonowa BBCH 23–24, c) 80 kg N·ha⁻¹ (40 kg N·ha⁻¹ po wznowieniu vegetacji – saletra amonowa BBCH 23–24 oraz 40 kg N·ha⁻¹ – mocznik granulowany BBCH 37), d) 120 kg N·ha⁻¹ (60 kg N·ha⁻¹ po wznowieniu vegetacji – saletra amonowa BBCH 23–24 oraz 60 kg N·ha⁻¹ – mocznik granulowany BBCH 37), e) 160 kg N·ha⁻¹ (70 kg N·ha⁻¹ po wznowieniu vegetacji – saletra amonowa BBCH 23–24, 50 kg N·ha⁻¹ – mocznik granulowany BBCH 28 oraz 40 kg N·ha⁻¹ – mocznik granulowany BBCH 39). Powierzchnia poletka wynosiła 16 m² (8 m x 2 m), a do zbioru 12 m² (8 m x 1,5 m). Bronowanie wykonywano broną ciężką. Zabieg herbicydem realizowano opryskiwaczem plecakowym Kwazar Neptune 15, w zalecanych warunkach pogodowych, przed wieczorem, stosując 300 dm³ cieczy roboczej na 1 ha.

Zakres badań obejmował ocenę stopnia zachwaszczenia pszenicy ozimej. Analizy wykonywano w 2 terminach: wiosną bezpośrednio przed zabiegami pielęgnacyjnymi, w fazie krzewienia pszenicy (BBCH 23–24), co wypadało w kolejnych latach od 24–28 kwietnia oraz w fazie dojrzałości młecznej pszenicy ozimej (BBCH 77–79), odpowiednio od 28 czerwca do 5 lipca. Badania obejmowały ocenę składu gatunkowego populacji chwastów, liczebności poszczególnych gatunków oraz w przypadku drugiej analizy oznaczenie powietrznie suchej masy. Analizy wykonywano na powierzchni 0,5 m², wyznaczonej za pomocą ramki, w 4 powtórze-

niach. Skuteczność zabiegów pielęgnacyjnych, wyrażoną w %, oceniano na podstawie ubytku powietrznie suchej masy chwastów, w porównaniu do odpowiednich obiektów kontrolnych. Uzyskane wyniki badań opracowano statystycznie, stosując analizę wariancji dla doświadczeń dwuczynnikowych w układzie losowanych podbloków split-plot. Istotność różnic sprawdzano za pomocą testu Duncana, przy prawdopodobieństwie błędu $p = 0,05$.

Trzyletni okres badawczy charakteryzował się dużą zmiennością warunków pogodowych (tab. 1). Drugi sezon badań (2007/2008) był najbardziej sprzyjającym kiełkowaniu chwastów,

Tabela 1. Temperatura powietrza i opady w okresie wegetacji pszenicy ozimej w latach 2007–2009 według Stacji Meteorologicznej w Tomaszkanie

Table 1. Air temperatures and rainfall in the vegetation period of winter wheat in 2007–2009 according to Meteorological Station in Tomaszkanie

Miesiąc Month	Temperatura – Temperature (°C)				Opady – Rainfall (mm)			
	1961–2000	2006–2007	2007–2008	2008–2009	1961–2000	2006–2007	2007–2008	2008–2009
IX	12,5	14,8	12,6	15,1	59,0	51,0	57,9	59,0
X	7,8	9,9	7,5	8,7	43,4	38,3	30,2	43,4
XI	2,7	5,0	1,3	4,1	47,7	79,3	33,8	47,7
XII	-1,3	4,3	0,6	0,2	36,2	45,4	27,8	36,2
I	-2,9	2,6	0,3	-3,3	22,8	115,4	66,2	24,7
II	-2,4	-2,5	2,6	-2,0	20,4	23,5	24,7	31,7
III	1,2	5,5	2,9	1,3	26,8	27,8	52,4	57,9
IV	6,9	7,5	7,7	9,4	36,1	24,7	31,4	4,8
V	12,7	13,8	12,3	12,4	51,9	93,5	27,0	52,9
VI	15,9	17,7	16,9	14,9	79,3	88,1	32,7	136,9
VII	17,7	17,7	18,4	20,4	73,8	173,7	57,7	48,3
VIII	17,2	18,3	18,4	17,6	67,1	68,0	102,1	19,3
Średnio/Suma Mean/Sum (IV–VII)	14,1	15,0	14,7	14,9	308,2	448,0	250,9	262,2

szczególnie w okresie wiosennym. Już w lutym nastąpiło wyraźne ocieplenie, a średnia temperatura wynosiła 2,9°C i była o 5°C wyższa od średniej z wielolecia. W następnych dwóch miesiącach było także ciepło i wilgotno. Średnia temperatura była wyższa o 2,5°C, a opadów w okresie od lutego do kwietnia było o ponad 30% więcej, w porównaniu z sumą wieloletnią. W pierwszym i trzecim roku badań miesiące te były przeważnie chłodniejsze i z mniejszą ilością opadów, szczególnie mało ich było w kwietniu 2009 r. (4,8 mm).

WYNIKI I DYSKUSJA

Najwięcej chwastów w fazie krzewienia, przed zabiegami pielęgnacyjnymi, stwierdzono w 2008 r. (średnio 198,6 szt. \cdot m⁻²), w którym w okresie wiosennym występowały warunki termiczno-wilgotnościowe, sprzyjające ich kiełkowaniu (tab. 2). Po łagodnej zimie i przedwiośniu,

Tabela 2. Skład gatunkowy i liczba chwastów na 1 m² w łanie pszenicy ozimej w fazie krzewienia, średnio w doświadczeniu

Table 2. Species composition and number of weeds per 1 m² in winter wheat stand on tillering stage, average in experiment

Gatunki chwastów <i>Species composition</i>	Lata – Years		
	2007	2008	2009
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) MEDIK.	48,4	5,4	4,5
<i>Viola arvensis</i> MURRAY	36,1	50,1	22,5
<i>Veronica</i> spp.	26,5	46,0	31,6
<i>Stellaria media</i> (L.) VILL.	20,8	1,9	3,7
<i>Geranium pusillum</i> BURM. f. ex L.	6,5	1,1	3,7
<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) Á. LÖVE	2,2	-	-
<i>Arenaria serpyllifolia</i> L.	1,7	-	-
<i>Papaver rhoeas</i> L.	1,5	-	-
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér.	1,5	-	0,6
<i>Myosotis arvensis</i> (L.) HILL	1,4	16,2	1,7
<i>Polygonum lapathifolium</i> L. subsp. <i>lapathifolium</i>	1,3	-	-
<i>Galium aparine</i> L.	1,2	14,9	3,4
<i>Cerastium holosteoides</i> FR. em. HYL.	1,2	-	-
<i>Equisetum arvense</i> L.	1,2	0,5	-
<i>Vicia hirsuta</i> (L.) S. F. Gray	1,1	2,3	-
<i>Thlaspi arvense</i> L.	1,0	2,1	3,8
<i>Matricaria maritima</i> L. subsp. <i>inodora</i> (L.) DOSTÁL	1,0	47,2	4,7
<i>Sonchus arvensis</i> L.	0,6	0,5	-
<i>Trifolium arvense</i> L.	0,5	-	0,9
<i>Mentha arvensis</i> L.	0,5	-	-
<i>Aphanes arvensis</i> L.	-	8,9	0,5
<i>Fumaria officinalis</i> L.	-	0,7	0,1
<i>Cerastium holosteoides</i> FR. em. HYL.	-	0,1	-
<i>Lamium amplexicaule</i> L.	-	0,4	-
<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	-	0,3	-
<i>Anchusa arvensis</i> (L.) M. BIEB.	-	-	0,2
<i>Spergula arvensis</i> L.	-	-	0,5
<i>Centaurea cyanus</i> L.	-	-	0,5
<i>Cirsium arvense</i> (L.) SCOP.	-	-	0,5
Razem (szt. \cdot m ⁻²) – Total (plants \cdot m ⁻²)	156,2	198,6	81,9

z okresowo dodatnimi temperaturami, wiosną wystąpiły intensywniejsze wschody chwastów. W ostatnim roku badań, po chłodnym styczniu i lutym oraz bardzo suchym kwietniu ich wschody i zagęszczenie były najmniejsze (średnio 81,9 szt. \cdot m⁻²). W pierwszym roku badań (2007), w którym warunki termiczne w okresie luty – kwiecień były zbliżone do średniej wieloletniej, zachwaszczenie kształtowało się na średnim poziomie (średnio 156,2 szt. \cdot m⁻²). W każdym roku badań dominowały: *Viola arvensis* i *Veronica arvensis*, a ponadto w pierwszym roku *Capsella bursa-pastoris*, *Stellaria media* oraz w drugim *Matricaria maritima*, *Myosotis arvensis* i *Galium aparine*. Najwięcej gatunków chwastów występowało w pierwszym roku badań (22), a w drugim i trzecim po 17.

Ocena stopnia zachwaszczenia, przeprowadzona w fazie dojrzałości młeczej pszenicy, wykazała znaczącą różnicę pod względem liczebności chwastów między poszczególnymi obiektami, jak też w porównaniu z wynikami analizy przeprowadzonej w fazie krzewienia. Na polkach bez pielęgnacji (kontrolnych), w drugim roku liczebność ich wzrosła, średnio o 31,9%, w pierwszym roku zmniejszyła się, średnio o 30,2%, a w trzecim utrzymywała się na jednokowym poziomie (tab. 3). Wyniki te wskazują na duży wpływ warunków meteorologicznych,

Tabela 3. Zagęszczenie chwastów w łanie pszenicy ozime j (szt. \cdot m⁻²), w fazie dojrzałości młeczej*
Table 3. Weed infestations in grain milk stage winter wheat (plants \cdot m⁻²)

Wyszczególnienie Specification	Lata – Years			Średnio Mean
	2007	2008	2009	
Metody zwalczania chwastów – <i>Weed control methods (A)</i>				
Bez pielęgnacji (obiekt kontrolny) <i>Without cultivation (Control object)</i>	109,6	262,0	85,4	152,3
Bronowanie 2x – <i>Harrowing 2x</i>	113,8	175,0	50,6	113,1
Herbicyd Mustang 306 SE <i>Herbicide Mustang 306 SE</i>	61,6	83,0	40,6	61,7
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	27,6	20,0	9,1	10,5
Poziom nawożenia azotem (kg \cdot ha ⁻¹) – <i>Level of nitrogen application (B)</i>				
Bez azotu (obiekt kontrolny) <i>Without nitrogen (Control object)</i>	80,3	164,3	59,3	101,3
40	122,0	179,7	63,3	121,7
40 + 40	110,0	198,3	55,0	121,1
60 + 60	89,0	162,7	61,0	104,2
70 + 50 + 40	73,7	161,7	55,7	97,0
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	r.n.	25,8	r.n.	13,5
Średnio dla lat – <i>Mean for years (C)</i>	95,0	173,3	58,9	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} : C – 17,2; AxB – r.n., AxC – 18,2; BxC – r.n.				

r.n. – różnica nieistotna – *non significant differences*

* – dominujące gatunki chwastów – *dominant weed species*:

2007 r.: *Capsella bursa-pastoris*, *Viola arvensis*, *Veronica arvensis*, *Stellaria media*

2008 r.: *Viola arvensis*, *Matricaria maritima*, *Veronica arvensis*, *Myosotis arvensis*, *Galium aparine*

2009 r.: *Viola arvensis*, *Veronica arvensis*, *Veronica persica*

występujących zimą oraz w okresie od wczesnej wiosny aż do maja, na wschody i rozwój chwastów, co też z pewnością związane jest z zasobnością nasion w glebie. Na zależności te zwracają uwagę inni autorzy [Adamczewski i Praczyk 1999, Auškalnis i Auškalniene 2009, Brzozowska 2003, Hruszka 2004]. Z kolei, na obiektach pielęgnowanych zagęszczenie chwastów, w porównaniu z poprzednią analizą, wyraźnie zmniejszyło się, co było efektem przeprowadzonych zabiegów. Metoda odchwaszczania pszenicy corocznie istotnie różnicowała liczebność roślinności niepożądaną na jednostce powierzchni. Największa ich redukcja, w porównaniu z obiektem bez pielęgnacji, wystąpiła po aplikacji herbicydu Mustang 306 SE (średnio z trzech lat o 59,5%). W dużo mniejszym stopniu wyeliminowano osobniki chwastów stosując bronowanie (średnio o 25,7%). Z obiektów nawożonych, najwięcej chwastów występowało w warunkach zastosowania mniejszych dawek azotu: 40 i 80 kg·ha⁻¹. Wzrost dawki azotu do 120 i 160 kg·ha⁻¹ wpływał istotnie ograniczająco na ich zagęszczenie na jednostce powierzchni. Zmniejszenie liczebności chwastów w fazie dojrzałości młecznej pszenicy ma też związek z kończeniem cyklu rozwojowego przez niektóre z nich, szczególnie gatunki krótkotrwałe.

Wpływ analizowanych czynników badań na konkurencyjność chwastów w łanie pszenicy wyraźniej oddaje analiza ich powietrznie suchej masy. O jej wielkości, we wszystkich latach badań decydowały gatunki dominujące. W dwóch pierwszych latach, w pszenicy bez pielęgnacji, wytworzona powietrznie sucha masa roślinności niepożądaną znacznie przekraczała 50 g·m⁻², a największa była w drugim roku (średnio 77,7 g·m⁻²). W trzecim roku badań chwasty były najmniej konkurencyjne w łanie pszenicy (średnio 33,6 g·m⁻²). Analizowane metody zwalczania chwastów wpłynęły istotnie na ograniczenie ich powietrznie suchej masy (tab. 4). W pszenicy

Tabela 4. Sucha masa chwastów w fazie dojrzałości młecznej ziarna pszenicy ozimej (g·m⁻²)
Table 4. Dry matter of weeds, in grain milk stage winter wheat (g·m⁻²)

Wyszczególnienie <i>Specification</i>	Lata – Years			Średnio <i>Mean</i>
	2007	2008	2009	
Metody zwalczania chwastów – Weed control methods (A)				
Bez pielęgnacji (obiekt kontrolny) <i>Without cultivation (Control object)</i>	60,3	77,7	33,6	57,2
Bronowanie 2x – <i>Harrowing 2x</i>	47,9	55,8	24,8	42,8
Herbicyd Mustang 306 SE <i>Herbicide Mustang 306 SE</i>	14,4	15,3	7,8	12,5
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	11,2	8,2	5,1	4,4
Poziom nawożenia azotem (kg·ha⁻¹) – Level of nitrogen application (B)				
Bez azotu (obiekt kontrolny) <i>Without nitrogen (Control object)</i>	24,4	42,1	17,0	27,8
40	38,9	56,2	23,1	39,4
40 + 40	44,9	50,6	27,0	40,8
60 + 60	47,7	51,3	22,8	40,6
70 + 50 + 40	48,3	47,9	20,3	38,8
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	14,5	r.n	r.n	5,7
Średnio dla lat – <i>Mean for years (C)</i>	40,8	49,6	22,0	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} : C – 7,2; AxB – 9,2; AxC – 7,7; BxC – r.n.				

r.n. – różnica nieistotna – *non significant differences*

bronowanej wielkość wytworzonej masy, po wysuszeniu, wynosiła średnio 42,8 g·m⁻², co odpowiadało jedynie 24,7% skuteczności, w porównaniu z obiektem nie odchwaszczanym (tab. 5). Najmniejszą masę chwasty wytworzyły po zastosowaniu herbicydu (12,5 g·m⁻²), co zapewniło relatywnie uzyskanie najwyższej skuteczności odchwaszczania, średnio 77,0%. Według

Tabela 5. Skuteczność metod zwalczania chwastów, w warunkach zróżnicowanego poziomu nawożenia azotem, w fazie dojrzałości młecznicy ziarna pszenicy ozimej (%)

Table 5. The effectiveness of weed control methods, under different levels of nitrogen application, in grain milk stage winter wheat (%)

Wyszczególnienie <i>Specification</i>	Lata – Years			Średnio <i>Mean</i>
	2007	2008	2009	
Metody zwalczania chwastów – <i>Weed control methods (A)</i>				
Bronowanie 2x – <i>Harrowing 2x</i>	20,5	27,9	25,8	24,7
Herbicyd – <i>Herbicide</i>	75,0	79,9	76,0	77,0
NIR _{0,05} – <i>LSD_{0,05}</i>	6,9	3,4	8,7	3,0
Poziom nawożenia azotem (kg·ha ⁻¹) – <i>Level of nitrogen application (B)</i>				
Bez azotu (obiekt kontrolny) <i>Without nitrogen (Control object)</i>	43,7	46,0	41,9	43,9
40	45,2	50,4	48,5	48,0
40 + 40	49,1	55,8	53,7	52,9
60 + 60	50,1	57,5	51,7	53,1
70 + 50 + 40	50,6	59,8	58,4	56,3
NIR _{0,05} – <i>LSD_{0,05}</i>	r.n.	5,3	r.n.	4,8
Średnio dla lat – <i>Mean for years (C)</i>	47,7	53,9	50,8	–
NIR _{0,05} – <i>LSD_{0,05}</i> : C – 2,8; AxB – 4,2; AxC – r.n., BxC – r.n.				

r.n. – różnica nieistotna – *non significant differences*

danych z literatury skuteczność chwastobójcza herbicydów w różnych doświadczeniach była zróżnicowana (od 50% do 99%), w zależności od gatunku zboża, warunków siedliskowych i spektrum występujących gatunków chwastów [Dąbek-Gad i Bujak 2002, Domaradzki i Rola 2003, Kryńska i in. 2003, Kierzek i Adamczewski 2005, Pawłowska i in. 1995, Pilipavicius i in. 2010, Woźniak 1995, Woźnica i in. 2004]. Występujące okresowe niedobory wodne, przed lub po zabiegach herbicydowych, mogą także mieć wpływ na zmniejszenie skuteczności zabiegów. Z kolei skuteczność ograniczenia zachwaszczenia poprzez samo bronowanie zbóż ozimych jest w wielu przypadkach niezadowolająca [Rychcik i Sadowski 2007]. W badaniach Hruszki [2004] z pszenżytem ozimym, uprawianym w przyrodniczo poprawnym zmianowaniu, jednorazowe bronowanie po wznowieniu wegetacji było najmniej zawodne w ochronie plonu, a wykonanie następnego zabiegu nie dawało wymiernych efektów produkcyjnych. Wesołowski i Cierpiało [2009] podają, iż bronowanie zasiewów pszenicy jarej pozwalało ograniczyć zachwaszczenie łąn, w porównywalnym stopniu do zastosowanych herbicydów. Auškalnis i Auškalniene

[2009] uważają, iż skuteczność bronowania zależy od terminu i częstotliwości wykonania bronowania, warunków meteorologicznych i składu gatunkowego zbiorowiska chwastów występującego w pszenicy ozimej. Największą redukcję chwastów autorzy ci otrzymali po 3-krotnym bronowaniu, a najbardziej wrażliwymi na ten zabieg były następujące gatunki: *Veronica* sp., *Chenopodium album* i *Capsella bursa pastoris*.

W analizowanym eksperymencie nawożenie azotem, niezależnie od poziomu i sposobu aplikacji, zwiększało istotnie masę chwastów, średnio o 43,5%, w porównaniu do pszenicy bez azotu (27,8 g·m⁻²), ale bez istotnego zróżnicowania między obiektami nawozowymi. Zauważono jedynie tendencję do zmniejszenia masy chwastów w pszenicy nawożonej w dawce 160 kg N·ha⁻¹, w porównaniu z innymi obiektami. Średnio z 3 lat, skuteczność zabiegów odchwaszczających (średnio dla bronowania i herbicydu) istotnie wzrastała w pszenicy nawożonej w dawce od 80 kg N·ha⁻¹ (52,9%) do 160 kg N·ha⁻¹ (56,3%), w porównaniu z pszenicą bez azotu (43,9%) oraz zasilaną jedynie 40 kg N·ha⁻¹ (48,0%). Według Borówczaka i in. [1996] nawożenie azotem może powodować zmniejszenie bioróżnorodności chwastów, ale zwiększać wytworzoną ich biomasę. Przy tym wielu autorów wskazuje, iż azot aplikowany intensywniej zdecydowanie poprawia zdolność konkurencyjną zbóż, w stosunku do chwastów [Blackshaw 2004, Brzozowska 2003, Borówczak i in. 1996, Rola i Banach 1998, Rolbiecki i Żarski 1996].

WNIOSKI

1. Bronowanie pszenicy ozimej w fazie krzewienia było zabiegiem mało skutecznym w odchwaszczaniu (średnio 24,7%). Ochrona herbicydem Mustang 306 SE była zdecydowanie efektywniejsza (średnio ok. 77,0%).
2. Nawożenie pszenicy azotem w dawkach największych (120 i 160 kg·ha⁻¹) wpływało ograniczająco na liczebność chwastów na jednostce powierzchni. Biomasa chwastów na obiektach nawożonych azotem kształtowała się na poziomie zbliżonym, niezależnie od wielkości dawki i była istotnie większa, średnio o 12,5 g·m⁻², w porównaniu z obiektem kontrolnym.
3. Nawożenie roślin azotem sprzyjało większej efektywności odchwaszczania, szczególnie stosowane w dawkach powyżej 40 kg N·ha⁻¹.

PIŚMIENNICTWO

- Adamczewski K., Praczyk T. 1999. Strategia zwalczania chwastów w uprawie zbóż. Pam. Puł. 114: 7–13.
- Aldrich R.J. 1997. Ekologia chwastów w roślinach uprawnych. Wyd. Tow. Chemii Inż. Ekol., Opole: 157–182.
- Auškalnis A., Auškalniene O. 2009. Harrowing timing for winter wheat and spring barley under organically growing conditions. Agron. Res. 7: 162–168.
- Blackshaw R.E. 2004. Application method of nitrogen fertilizer affects weed growth and competition with winter wheat. Weed Biol. Manag. 4: 103–113.
- Borówczak F., Grześ S., Koziara W. 1996. Zachwaszczenie pszenicy ozimej i jęczmienia jarego w zależności od intensywności uprawy. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 36(2): 341–343.
- Brzozowska I. 2003. Studia nad nawożeniem i regulacją zachwaszczenia w uprawie pszenżyta ozimego. Wyd. UWM Olsztyn, Rozpr. Monogr. 82: ss.100.
- Dąbek-Gad M., Bujak K. 2002. Wpływ sposobu uprawy roli i intensywności pielęgnowania roślin na plonowanie pszenicy ozimej. Ann. UMCS, Ser. E 57: 51–60.
- Deryło S., Szymankiewicz K. 1998. Wpływ zróżnicowanej ochrony na plonowanie i zachwaszczenie pszenżyta ozimego. Rocz. Nauk Rol., Ser. A 113(3–4): 85–93.

- Dobrzański K., Adamczewski K. 2006. Perspektywy wykorzystania nowych narzędzi i maszyn do regulacji zachwaszczenia w integrowanej i ekologicznej produkcji roślinnej. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 46(1): 11–18.
- Domaradzki K., Rola J. 2003. The possibility of weed control in cereals use low rates of herbicides – review of existing investigations. *J. Plant Prot. Res.* 43: 163–170.
- Gerhards R., Christensen S. 2002. Real-time weed detection, decision making and patch spraying in maize, sugarbeet, winter wheat and winter barley. *Weed Res.* 43: 385–392.
- Hruszka M. 2004. Wpływ pielęgnacji na stan i stopień zachwaszczenia łąnu w ochronie plonu pszenżyta ozimego. *Ann. UMCS, Sect. E* 59(3): 1015–1022.
- Jędruszczak M., Bojarczyk M., Smolarz H.J., Budzyńska B. 2004. Konkurencyjne zdolności pszenicy wobec chwastów w warunkach różnych sposobów odchwaszczania – produkcja biomasy. *Ann. UMCS, Sect. E* 59(2): 895–902.
- Kierzek R., Adamczewski K. 2005. Efektywność zwalczania chwastów dwuliściennych w pszenicy ozimej i jarej herbicydem Aminopielik D 450 SL z dodatkiem adiuwantów. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 45(2): 785–789.
- Kirkegaard J., Krupinsky J., Layzell D. 2008. Break crop benefits in temperate wheat production. *Field Crop Res.* 107: 185–195.
- Kryńska B., Majda J., Buczek J. 2003. Skuteczność wybranych herbicydów stosowanych wiosną w pszenicy ozimej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 490: 121–126.
- Pawłowska J., Makarska E., Kukula S. 1995. Ocena działania preparatów herbicydowych w uprawie kilku odmian pszenżyta ozimego. *Fragm. Agron.* 12(3): 79–86.
- Pilipavicius V., Romaneckas K., Aliukonieniene I. 2010. Chemical weed control in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) crop of early stages of development: I. Crop weediness. *J. Food Agric. Environ.* 8: 206–209.
- Rasmussen J., Gundersen H., Nielsen H. H. 2009. Tolerance and selectivity of cereal species and cultivars to postemergence weed harrowing. *Weed Sci.* 57: 338–345.
- Rola J., Banach P. 1998. Współdziałanie herbicydów i nawozów na redukcję zachwaszczenia oraz plon pszenicy ozimej. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 38 (2): 724–726.
- Rolbiecki S., Żarski J. 1996. Zachwaszczenie pszenicy ozimej i pszenżyta ozimego uprawianych na glebie bardzo lekkiej w warunkach deszczowania i zróżnicowanego nawożenia azotowego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 438: 273–279.
- Rudnicki F. 1998. Czynniki ograniczające plonowanie pszenicy w Polsce. *Mat. Konf. Nauk. „Biologia plonowania, agrotechnika i wykorzystanie ziarna pszenicy”*. Puławy, 21–23 października 1998: 51–64.
- Rychcik B., Sadowski T. 2007. Porównanie chemicznej i mechanicznej metody regulacji zachwaszczenia pszenżyta ozimego. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 47(3): 242–245.
- Skrzypczak G., Pudelko J. 2003. Chwasty i ich zwalczanie – aspekt integrowanej ochrony i zrównoważonego rolnictwa. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 490: 227–233.
- Wesołowski M., Cierpiała R. 2009. Skuteczność bronowania w regulacji zachwaszczenia pszenicy jarej. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 49(1): 361–364.
- Wesołowski M., Jędruszczak M., Cierpiała R. 2003. Organizacja zbiorowiska chwastów w zależności od systemu uprawy dwóch odmian pszenicy ozimej. *Acta Agrophys.* 1(4): 787–793.
- Woźniak A. 1995. Zachwaszczenie pszenżyta ozimego w zależności od jego udziału w płodozmianie i sposobu pielęgnowania. *Ann. UMCS, Sect. E* 50(3): 13–20.
- Woźnica Z., Waniorek W., Miłkowski P. 2004. Wpływ sposobu stosowania herbicydów na zachwaszczenie i plony ziarna pszenicy ozimej. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 3(1): 37–44.

I. BRZOZOWSKA, J. BRZOZOWSKI

**EFFECTIVENESS OF MECHANICAL AND CHEMICAL WEED CONTROL
IN WINTER WHEAT UNDER NITROGEN FERTILIZATION LEVEL**

Summary

A field experiment with “Bogatka” cultivar of winter wheat was conducted during the years 2007–2009 at the Didactic-Experimental Center in Tomaszkowo belonging to the University of Warmia and Mazury in Olsztyn, on typical medium and heavy brown soil of classified as very good wheat complex. The aim of the study was to determine the influence of two methods of weed control and level of nitrogen fertilization on the weeds. Winter triticale was yearly as the previous crop. The experiment was conducted according to the methodology of random sub-blocks in 4 replications with two factors. The weed control methods was the first factor and it covered: control – without treatment, harrowing (twice), Mustang 306 SE herbicide. The level of fertilization with nitrogen at 0, 40, 80, 120, 160 kg N·ha⁻¹ was the second experimental factor. The three-year experimental period was characterized by high diversity of weather conditions, which had a significant impact on weed infestation of wheat. Most weeds at tillering phase before weed control treatments were found in 2008, after mild winter (an average of 199 plants per m²). During all the years dominate: *Viola arvensis*, *Matricaria maritima*, *Galium aparine*, *Veronica arvensis*. Studies have shown little efficacy as a treatment harrowing (average 25%). Protection of herbicide Mustang 306 SE was significantly more effective (average 77%). Nitrogen fertilization contributed to more efficient weed control plants, especially using it in doses above 40 kg·ha⁻¹.