

WPŁYW SPOSOBÓW NAWOŻENIA NA ZACHWASZCZENIE I PLONOWANIE PSZENICY JAREJ

Arkadiusz Stępień

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Streszczenie. Celem badań przeprowadzonych w latach 1997-2002 było porównanie zachwaszczenia i plonowania pszenicy jarej nawożonej według zasad rolnictwa ekologicznego oraz sposobami konwencjonalnymi. Stwierdzono, że kompost ograniczał wiosenne wschody chwastów, natomiast nawożenie azotem w okresie wiosennym wpływało na zwiększenie ich obsady. Preparaty biodynamiczne sprzyjały ograniczaniu zachwaszczenia wiosną oraz w pełni wegetacji. Nawożenie ekologiczne istotnie zmniejszyło plony ziarna pszenicy jarej.

Słowa kluczowe: pszenica jara, kompost, opryskiwanie preparatami biodynamicznymi, słoma, obornik, nawozy zielone, nawożenie azotem

WSTĘP

Specjalizacja produkcji roślinnej w ostatnich latach spowodowała nasilenie występowania wielu gatunków chwastów pospolitych, w tym również dominujących w uprawach zbożowych [Rola i Rola 1996]. Najbardziej szkodliwym chwastem dwuliściennym w zbożach jest *Galium aparine*. Dużą konkurencję przejawiają również *Centaurea cyanus* oraz tak zwane chwasty rumianowate, a także *Cirsium arvense*. Wśród jednoliściennych największe zagrożenie dla zbóż ozimych stanowi *Apera spica venti*, zaś dla jarych *Avena fatua* [Adamczewski i Praczyk 1999]. Ponadto dużym zagrożeniem są chwasty, których wegetacja rozpoczyna się równocześnie ze zbożami [Duer 1990]. Prawidłowa agrotechnika, z zachowaniem pielęgnacyjnych zabiegów mechanicznych uzupełnianych herbicydami, może przyczynić się do znacznego ograniczenia ujemnego wpływu chwastów na plonowanie zbóż [Rola i Rola 1996].

Zmniejszanie nakładów i upraszczanie technologii produkcji w połączeniu ze zwiększonym udziałem zbóż w płodozmianie sprawia, że obniżanie się plonowania zbóż zdaje się być nieuniknione [Grabiński 1999]. Alternatywą dla zgubnego w skutkach cięcia kosztów produkcji mogłaby być zmiana systemu gospodarowania. Dobrym rozwiązaniem szczególnie dla gospodarstw niewielkich może okazać się rolnictwo

ekologiczne. System ten zaleca stosowanie zamiast nawozów sztucznych i herbicydów – niekonwencjonalnych sposobów nawożenia i pielęgnacji roślin, głównie nawozów organicznych (szczególnie kompostu wspomaganego również preparatami biodynamicznymi) [Rolnictwo Ekologiczne 1994].

Celem przedstawionej pracy jest porównanie w uprawie pszenicy jarej nawożenia zalecanego przez rolnictwo ekologiczne (kompostem i biopreparatami) z konwencjonalnymi sposobami nawożenia: mineralnym oraz organiczno-mineralnym (wykorzystującym obornik, słomę i nawozy zielone). W badaniach uwzględniono ich wpływ na dynamikę zachwaszczenia i strukturę zbiorowisk chwastów oraz na plonowanie pszenicy jarej. Ekonomiczny aspekt obu metod nawożenia będzie przedmiotem odrębnej publikacji.

MATERIAŁ I METODY

Przedmiotem pracy są 6-letnie (1997-2002) wyniki badań nad reakcją pszenicy na różne sposoby nawożenia. Badania prowadzono w ścisłym, statycznym doświadczeniu polowym w Zakładzie Produkcyjno-Doświadczalnym Bałcyny koło Ostródy. Dwuczynnikowe doświadczenie założono w 1993 roku metodą systematycznych podbloków. Zlokalizowano je w terenie prawie płaskim, o spadku około 3%, wystawie północno-wschodniej, na glebie płowej opadowo-glejowej, wytworzonej z gliny lekkiej, klasy IIIa, kompleksu 4. Pszenicę uprawiano w 3-polowym płodozmianie: burak cukrowy – pszenica jara – jęczmień ozimy. Schemat badań uwzględniał następujące czynniki:

1. Różne sposoby nawożenia w płodozmianie:
 - A – nawożenie tylko mineralne: pod pszenicę jarą – $30,6 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ P, $83,0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ K, nawożenie azotem jak w czynniku II;
 - B – nawożenie organiczno-mineralne: $30 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ obornika w rotacji płodozmiaru pod burak cukrowy + nawożenie mineralne jak w A;
 - C – nawożenie organiczno-mineralne: pod burak cukrowy – $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ słomy jęczmiennej wzbogaconej 40 kg N i $25 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ przyoranego międzyplonu ścierniskowego (gorczyca biała) zasianego po jęczmieniu ozimym, pod pszenicę jarą – $40 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ liści buraka cukrowego, pod jęczmień ozimy – $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ słomy pszenicznej wzbogaconej 40 kg N , plus nawożenie mineralne jak w A;
 - D – nawożenie ekologiczne: kompost $40 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ w rotacji płodozmiaru (30 ton pod burak cukrowy i 10 ton pod jęczmień ozimy) plus preparaty biodynamiczne jak w czynniku II, bez nawożenia mineralnego (komponenty kompostu: 75-80% obornika i 20-25% gleby).
2. Zróżnicowane nawożenie azotem (N) na obiektach A, B i C oraz opryskiwanie preparatami biodynamicznymi (P) na obiekcie D:
 - a) poziomy (warianty) nawożenia azotem ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ czystego składnika): $N_0 - 0$, $N_1 - 30$, $N_2 - 60$, $N_3 - 90$, $N_4 - 120$;
 - b) warianty stosowania biopreparatów na obiekcie D (ekologicznym): $P_0 - 0$; $P_1 - 3 \times P_{500}$; $P_2 - 3 \times P_{500}$ i $1 \times P_{501}$; $P_3 - 2 \times P_{500}$ i $2 \times P_{501}$; $P_4 - 2 \times P_{501}$. Preparat z krowieńca (P_{500}) stosowano dogłębowo przed siewem i tuż po nim, każdorazowo w ilości 500 g w 200 dm^3 wody na 1 ha , natomiast preparat z krzemionki (P_{501}) aplikowano nalistnie, każdorazowo w ilości 10 g na 200 dm^3 wody na 1 ha .

Na wszystkich obiektach nawozowych chwasty niszczo dwukrotnym bronowaniem broną średnią. Pierwszy zabieg wykonywano w fazie 3-4 liści pszenicy jarej, drugi po 12-14 dniach po pierwszym. Stopień zachwaszczenia oceniano w trzech terminach. W pracy przedstawiono wyniki uzyskane w pierwszym i trzecim terminie. Pierwszy pomiar przeprowadzono tuż przed pierwszym bronowaniem, drugi natychmiast po zakończeniu zabiegów pielęgnacyjnych. Po raz trzeci zachwaszczenie oceniono w pełni wegetacji (faza kwitnienia). W pierwszym i drugim terminie określono liczebność i skład florystyczny chwastów, natomiast w trzecim przeprowadzono analizę ilościowo-wagową wszystkich chwastów z powierzchni wyznaczonej ramką. Określono skład gatunkowy i liczebność każdego gatunku. Następnie gatunki pozbawione systemu korzeniowego ważono w stanie świeżym i po wysuszeniu na powietrzu.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie. Zastosowano liniowy model analizy wariancji umożliwiający porównanie wszystkich sposobów nawożenia oraz nawożenia azotowego w obrębie obiektów A, B, C i biopreparatów w D.

WYNIKI

Zachwaszczenie pszenicy jarej

Analizując warianty N_0 i P_0 , niezakłócone działaniem azotu czy biopreparatów, zauważa się pozytywny następczy wpływ kompostu (D- P_0) na obniżenie wschodów chwastów w pszenicy jarej (tab. 1). Zagęszczenie siewek chwastów na tym obiekcie było średnio o 7% niższe w porównaniu z wariantami „zerowymi” obiektów nawożonych konwencjonalnie. Najliczniejsze wschody wiosenne chwastów odnotowano na obiekcie nawożonym bezpośrednio liśćmi buraka cukrowego i nawozami mineralnymi (C- N_0). Były one o 10% liczniejsze w stosunku do nawożenia mineralnego (A- N_0).

Tabela 1. Zachwaszczenie pszenicy jarej przed pielęgnacją, szt. \cdot m⁻²
Table 1. Infestation before spring wheat weeding, pieces \cdot m⁻²

Nawożenie azotem Nitrogen fertilisation kg \cdot ha ⁻¹	Sposób nawożenia – Fertilisation method					Opryskiwanie biopreparatami Spraying with biopreparations
	A	B	C	średnia A – C mean A – C	D	
0	256,4	259,1	280,8	265,4	245,9	0
30	288,5	350,2	282,2	307,0	233,8	3 x P ₅₀₀
60	283,3	291,9	243,0	272,7	197,5	3 x P ₅₀₀ , 1 x P ₅₀₁
90	313,6	310,5	279,2	301,1	215,1	2 x P ₅₀₀ , 2 x P ₅₀₁
120	274,2	330,3	247,7	284,1	196,5	2 x P ₅₀₁
Średnia – Mean	283,2	308,4	266,6	–	217,8	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} dla – for:						
sposobów nawożenia – fertilisation method (a)				35,2		
dawek azotu – nitrogen rate (b)				32,6		
interakcji – interaction a x b				42,4		
biopreparatów – biopreparations				33,8		

Wprowadzenie azotu na obiekty nawożone konwencjonalnie (A, B, C) wywarło różnicowany wpływ na stopień zachwaszczenia pszenicy jarej. Na obiektach A i B

azot, niezależnie od dawki, stymulował wschody chwastów średnio o 18%. Natomiast jego zastosowanie na obiekcie C przyhamowało wschody chwastów, z wyjątkiem dawki 30 kg·ha⁻¹ N. Z podobnym skutkiem ograniczyły je poziomy 60 i 120 kg·ha⁻¹ N, znacznie gorzej dawka 90 kg·ha⁻¹ N.

Także preparaty biodynamiczne na obiekcie ekologicznym (D) ograniczyły wiosenne wschody chwastów (średnio o 14%). Najbardziej hamowało je dwukrotne zastosowanie preparatu z krzemionki (2 x P₅₀₁). Zagęszczenie chwastów było o 20% niższe w stosunku do wariantu bez biopreparatów.

Analiza średnich obiektowych wykazała, że w wyniku różnego działania azotu i biopreparatów najliczniejsze wschody chwastów wystąpiły na obiekcie z następczym działaniem obornika (B). Natomiast na obiekcie ekologicznym (D) stwierdzono o 24-35% mniejszą obsadę chwastów aniżeli na obiektach nawożonych sposobami konwencjonalnymi.

W strukturze florystycznej zbiorowisk chwastów poszczególnych obiektów zaobserwowano podobny skład gatunkowy (tab. 2). Różnice dotyczyły ilości występujących gatunków. Najbogatsze okazało się zbiorowisko chwastów na obiekcie ekologicznym (D) – 32 gatunki. Fitocenozy obiektów nawożonych konwencjonalnie były uboższe o 1 do 3 gatunków.

Tabela 2. Skład botaniczny oraz liczebność gatunków chwastów w pszenicy jarej przed pielęgnacją, szt·m⁻²

Table 2. Botanical composition and number of individual weed species in spring wheat before weeding, pieces·m⁻²

Gatunki chwastów Weed species	Sposób nawożenia – Fertilisation method			
	A	B	C	D
Ogółem na 1 m ² – Total per 1 m ²	283,2	308,4	266,6	217,8
<i>Thlaspi arvense</i> L.	71,8	98,3	63,0	29,7
<i>Matricaria perforata</i>	67,7	66,7	61,5	53,8
<i>Chenopodium album</i> L.	21,4	24,6	26,2	16,4
<i>Stellaria media</i> (L.)	19,0	26,0	22,3	18,8
<i>Lamium amplexicaule</i> L.	15,9	17,7	19,4	15,3
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	14,9	15,3	12,2	10,2
<i>Sonchus arvensis</i> L.	14,2	6,3	3,9	19,4
<i>Viola arvensis</i>	13,3	12,4	15,6	11,9
<i>Myosotis arvensis</i> (L.)	12,2	14,3	15,9	8,7
<i>Poa annua</i>	5,3	6,7	3,0	4,0
<i>Polygonum convolvulus</i> L.	4,6	4,4	4,8	6,0
<i>Veronica arvensis</i> L.	4,5	2,8	3,5	4,5
<i>Erysimum cheiranthoides</i> L.	4,0	1,9	2,4	2,0
<i>Vicia hirsuta</i> (L.)	2,7	3,6	2,6	2,9
<i>Cirsium arvense</i> (L.)	2,6	1,5	1,5	5,5
<i>Equisteum arvense</i> L.	2,5	0,8	2,2	3,7
<i>Polygonum lapatifolium</i> L.	1,9	1,9	1,2	0,8
<i>Myosurus minimus</i>	1,0	0,5	0,5	0,2
<i>Apera spica-venti</i>	1,0	0,1	0,4	0,1
<i>Polygonum aviculare</i> L.	0,7	0,3	0,3	0,9
Pozostałe – Other	2,0	2,3	4,2	3,0
Liczba gatunków Number of species	29	30	31	32

Na wszystkich obiektach nawozowych dominowały praktycznie dwa gatunki *Thlaspi arvense* i *Matricaria perforata*. Stanowiły one ponad 50% populacji chwastów na obiektach A, B i około 47% na C oraz 38% na obiekcie nawożonym ekologicznie, na którym – w odróżnieniu od A, B i C – dwukrotnie liczniej występowała *Matricaria perforata*. Stosunkowo dużym, a zarazem procentowo zbliżonym udziałem charakteryzowały się takie gatunki, jak: *Chenopodium album*, *Stellaria media*, *Lamium amplexicaule*, *Capsella bursa-pastoris*, *Sonchus arvensis* i *Myosotis arvensis*. Zaobserwowano natomiast, że nawożenie ekologiczne wyraźniej niż inne sposoby nawożenia sprzyjało wzrostowi chwastów wieloletnich – *Sonchus arvensis*, *Cirsium arvense* i *Equisetum arvense*.

Porównując zachwaszczenie w pełni wegetacji z terminem pierwszym stwierdzono zmniejszenie liczby chwastów na wszystkich obiektach (tab. 3). Ta redukcja została spowodowana dwukrotnym bronowaniem, a także właściwościami konkurencyjnymi ładu pszenicy. Największy spadek zaobserwowano na obiektach organiczno-mineralnych B i C – o ok. 60%, nieco niższy na A (tylko mineralnym) – 50%, natomiast najmniejszy na obiekcie ekologicznym D (o 39%). W efekcie pszenica jara na obiekcie ekologicznym była prawie tak samo zachwaszczona jak na obiekcie nawożonym tylko mineralnie. Dokarmianie azotem pszenicy na obiektach nawożonych organiczno-mineralnie zmniejszyło stopień zachwaszczenia, przeciwnie niż w terminie pierwszym. Wyjątkiem od tej zasady było nawożenie dawką 30 kg·ha⁻¹ N. Przyrosty liczebności chwastów w wyniku jej zastosowania, w stosunku do wariantów bez azotu, wahały się od 9% na obiekcie C do 21% na obiekcie B. Nieco inaczej przedstawiało się działanie azotu na obiekcie nawożonym mineralnie (A). Zaobserwowano niewielkie zmniejszenie obsady chwastów w wariancie z najwyższą dawką azotu (120 kg·ha⁻¹). Pozostałe dawki sprzyjały narastaniu wtórnego zachwaszczenia i konsekwencji obsada chwastów na tym obiekcie była największa.

Tabela 3. Zachwaszczenie pszenicy jarej w pełni wegetacji: (1) liczebność, szt·m⁻² i (2) powietrznie sucha masa, g·m⁻²

Table 3. Infestation of spring wheat over vegetation period, (1) number of weeds (pieces·m⁻²) and (2) air-dry matter of weeds, g·m⁻²

Nawożenie azotem Nitrogen fertilisation kg·ha ⁻¹	Sposób nawożenia – Fertilisation method										Opryskiwanie biopreparatami Spraying with biopreparations
	A		B		C		średnia A – C mean A – C		D		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
0	139,0	60,6	140,8	71,3	123,4	79,7	134,4	70,5	158,7	63,6	0
30	150,0	53,7	170,0	47,5	134,9	30,6	151,6	43,9	123,2	40,4	3 x P ₅₀₀
60	149,2	45,1	113,0	36,9	106,3	31,1	122,8	37,7	138,0	50,8	3 x P ₅₀₀ , 1 x P ₅₀₁
90	144,0	35,7	87,0	24,3	87,7	26,5	106,2	28,8	119,3	41,8	2 x P ₅₀₀ , 2 x P ₅₀₁
120	131,6	43,6	119,9	41,4	100,5	37,6	117,3	40,9	124,8	39,3	2 x P ₅₀₁
Średnia Mean	142,8	47,7	126,2	44,3	110,6	41,1	–	–	132,8	47,2	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} dla – for:							1	2			
sposobów nawożenia – fertilisation method (a)							18,8	ni – ns			
dawek azotu – nitrogen rate (b)							19,4	20,1			
interakcji – interaction a x b							33,6	ni – ns			
biopreparatów – biopreparations							29,1	18,6			

ni – ns – różnica nieistotna – non-significant difference

Pozytywną rolę azotu w zmniejszaniu zachwaszczenia potwierdza analiza biomasy chwastów. Wprowadzenie azotu (do poziomu $90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$) na obiekty nawożone konwencjonalnie (A, B, C) średnio o 50% przyhamowało narastanie ich masy. Tak kształtujące się relacje masy chwastów pozwalają przypuszczać, że dynamiczny rozwój dobrze zaopatrzonej w azot pszenicy tłumił ich wzrost.

W przeprowadzonych badaniach stwierdzono również korzystny wpływ biopreparatów na obiekcie ekologicznym; zachwaszczenie, mierzone zarówno liczebnością, jak i masą chwastów, było mniejsze niż bez ich stosowania. Największy spadek liczby chwastów (o 25%) odnotowano w wariantcie, w którym aplikowano dwukrotnie preparaty P_{500} i P_{501} . Natomiast największe zachwaszczenie (liczbę i masę chwastów), poza wariantem „zerowym”, zaobserwowano w pszenicy traktowanej łącznie obydwoma preparatami w ilościach $3 \times P_{500}$ i $1 \times P_{501}$.

Zbiorowiska chwastów w porównaniu z pierwszym pomiarem wzbogaciły się o 2 do 4 gatunków (tab. 4). Najbogatsze zbiorowisko (36 taksonów) stwierdzono na obiekcie ekologicznym.

Tabela 4. Skład botaniczny chwastów pszenicy jarej w pełni wegetacji: (1) liczebność, szt·m⁻² i (2) powietrznie sucha masa, g·m⁻²
Table 4. Botanical composition and number of individual species of weeds in spring wheat, during full vegetation: (1) pieces·m⁻² and (2) air-dry matter of weeds, g·m⁻²

Gatunki chwastów Weed species	Sposób nawożenia – Fertilisation method							
	A		B		C		D	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Ogółem na 1 m ² – Total per 1 m ²	142,8	47,7	126,2	44,3	110,6	41,1	132,8	47,2
<i>Thlaspi arvense</i> L.	21,3	2,5	20,6	3,2	13,4	1,7	4,8	0,3
<i>Matricaria perforata</i>	18,9	6,8	19,7	8,5	23,2	10,6	23,1	6,3
<i>Sonchus arvensis</i> L.	15,9	16,5	6,4	8,3	3,4	3,4	23,2	16,0
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.)	10,8	1,1	6,6	0,8	9,2	0,8	5,6	0,4
<i>Equisetum arvense</i> L.	9,4	6,1	3,5	3,0	5,8	3,6	10,9	6,6
<i>Chenopodium album</i> L.	8,9	1,6	12,2	4,4	8,8	3,9	8,0	1,4
<i>Myosotis arvensis</i> (L.)	7,6	0,5	10,1	0,9	8,3	0,7	5,0	0,4
<i>Veronica arvensis</i> L.	7,5	0,3	7,0	0,2	7,3	0,4	8,5	0,3
<i>Matricaria discoidea</i>	7,4	1,4	5,8	0,9	4,2	0,6	9,7	0,8
<i>Viola arvensis</i> Murr.	5,6	0,3	5,2	0,3	6,1	0,3	4,9	0,3
<i>Cirsium arvense</i> (L.)	5,4	4,3	0,9	3,8	1,7	4,3	4,2	4,1
<i>Poa annua</i> L.	4,8	0,2	5,1	0,2	3,6	0,2	3,7	0,5
<i>Polygonum convolvulus</i> L.	4,3	0,9	3,9	1,3	4,5	0,9	4,8	0,8
<i>Lamium amplexicaule</i> L.	4,2	0,2	8,2	0,4	3,0	0,6	2,2	0,2
<i>Juncus bufonius</i> L.	3,6	0,2	2,1	0,1	1,9	0,1	1,1	0,1
<i>Vicia hirsuta</i> (L.)	1,8	1,2	2,9	2,2	2,0	3,6	3,9	3,3
<i>Arenaria serpyllifolia</i> L.	1,3	0,1	1,1	0,1	0,9	0,1	3,9	0,2
<i>Plantago maior</i> L.	1,0	0,2	1,1	0,1	0,8	0,1	1,3	0,5
<i>Polygonum lapatifolium</i> L.	0,7	0,1	1,5	0,1	0,4	0,2	0,3	0,1
<i>Stellaria media</i> (L.)	*	2,1	*	3,9	*	3,5	*	1,1
Pozostałe – Others	2,4	1,1	2,3	1,6	1,0	1,3	3,7	3,5
Liczba gatunków Number of species	31		33		32		36	

* nie oznaczano liczby chwastów – number of weeds has not been determined

Poszczególne kombinacje nawozowe różniły się nasileniem występowania gatunków wiodących, głównie ich udziałem w biomase chwastów. Na obiektach A i D pod tym względem dominował *Sonchus arvensis*. W wariancie B pod względem masy współpanowały *Matricaria perforata* oraz *Sonchus arvensis*, natomiast na obiekcie nawożonym słomą i nawozami zielonymi (C) dominowała *Matricaria perforata*. Na obiekcie nawożonym mineralnie (A) największą biomasą, obok wcześniej wymienionego *Sonchus arvensis*, charakteryzowały się także *Matricaria perforata* oraz *Equisetum arvense*. W wariancie B (obornik w połączeniu z nawożeniem mineralnym) pod względem udziału w biomase współdominowały *Chenopodium album* oraz *Stellaria media*. W przypadku obiektu C pod względem wagowym współpanowały *Cirsium arvense*, *Chenopodium album*, *Equisetum arvense* oraz *Vicia hirsuta*, natomiast w wariancie ekologicznym – obok *Sonchus arvensis* – także *Equisetum arvense* i *Matricaria perforata*. Stosunkowo duży udział w biomase chwastów miała także *Cirsium arvense* oraz *Vicia hirsuta*.

Oceniając udział poszczególnych gatunków chwastów w pełni vegetacji z ich występowaniem w pierwszym terminie dostrzega się pewne różnice. Na wszystkich obiektach znacznie powiększyła się populacja *Equisetum arvense*, *Veronica arvensis*, *Myosotis arvensis*. Pojawiły się też nowe gatunki, których nie obserwowano podczas pierwszego pomiaru: *Matricaria discoidea*, *Juncus bufonius*, *Elymus repens* i inne.

Plonowanie pszenicy jarej

Wpływ nawozów organicznych na plonowanie jest najwyraźniejszy w wariantach zerowych (N_0 i P_0), niezakłóconych działaniem azotu i biopreparatów (tab. 5). Najwyższe plony ziarna (0,99 t), o 39% większe niż w wariancie nawożonym mineralnie ($A-N_0$), uzyskano przyorując liście buraka cukrowego ($C-N_0$). Obornik (B) stosowany pod burak spowodował wzrost plonów ziarna pszenicy średnio o 23% (0,58 t), natomiast pod wpływem kompostu produktywność wzrosła o 30% (0,75 t).

Tabela 5. Plon ziarna pszenicy jarej, $t \cdot ha^{-1}$
Table 5. Grain yield of spring wheat, $t \cdot ha^{-1}$

Nawożenie azotem Nitrogen fertilisation $kg \cdot ha^{-1}$	Sposób nawożenia – Fertilisation method					Opryskiwanie biopreparatami Spraying with biopreparations
	A	B	C	średnia A – C mean A – C	D	
0	2,51	3,09	3,50	3,03	3,26	0
30	3,46	4,14	4,21	3,93	3,49	3 x P_{500}
60	4,22	4,47	4,37	4,35	3,53	3 x P_{500} , 1 x P_{501}
90	4,61	4,60	4,44	4,55	3,69	2 x P_{500} , 2 x P_{501}
120	4,73	4,49	4,47	4,56	3,71	2 x P_{501}
Średnia – Mean	3,91	4,16	4,20	–	3,54	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} dla – for:						
sposobów nawożenia – fertilisation system (a)				0,42		
dawek azotu – nitrogen rate (b)				0,27		
interakcji – interaction a x b				0,47		
biopreparatów – biopreparations				0,29		

Zmiana relacji na niekorzyść obiektu ekologicznego nastąpiła po zastosowaniu biopreparatów i azotu. Nawożenie azotowe na obiektach konwencjonalnych okazało się bardzo efektywnym czynnikiem kształtującym plony ziarna pszenicy jarej. Największą efektywność wprowadzonego azotu na plon ziarna zaobserwowano na obiekcie nawożonym tylko mineralnie – A, najmniejszą zaś na obiekcie nawożonym liśćmi buraka cukrowego (C). Po wprowadzeniu azotu średni przyrost plonu na obiektach nawożonych konwencjonalnie (A, B, C) wyniósł 44% ($1,32 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) w stosunku do wariantu bez azotu (N_0). Najwyższą efektywnością wyróżniała się dawka $30 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ azotu. Przyrosty plonów ziarna, w relacji do wariantu N_0 , wahały się od 20% ($0,71 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) na obiekcie C, 34% ($1,05 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) na obiekcie B do 38% ($0,95 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) na obiekcie A.

Preparaty biodynamiczne na obiekcie ekologicznym, w połączeniu z następczym działaniem kompostu, także istotnie podniosły plony ziarna, ale nie tak znacznie jak azot na obiektach nawożonych konwencjonalnie. Odnotowano średnio 11% zwiększenie plonów ($0,35 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). Największy przyrost stwierdzono w wariancie z 2-krotną aplikacją preparatu z krzemionki (P_{501}); w stosunku do obiektu bez biopreparatów wyniósł on 14% ($0,45 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$).

W wyniku różnej skali działania azotu i biopreparatów zmieniły się relacje w plonach pszenicy pomiędzy obiektem ekologicznym a nawożonymi sposobami konwencjonalnymi. O ile na obiektach niezakłóconych działaniem azotu i biopreparatów (N_0 i P_0) obiekt ekologiczny (D) pod względem produktywności pszenicy ustępował tylko wariantowi nawożonemu łącznie liśćmi buraka cukrowego i nawozami mineralnymi (C), to po ich zastosowaniu plony ziarna były średnio o 13% niższe aniżeli na obiektach nawożonych sposobami konwencjonalnymi.

DYSKUSJA

Porównując wyniki uzyskane w niniejszym doświadczeniu z badaniami innych autorów należy stwierdzić, że różne są poglądy na temat wpływu form nawożenia na zachwaszczenie zbóż. Według Blecharczyka [1986] nawożenie organiczne w formie obornika zwiększyło zachwaszczenie jęczmienia jarego i żyta ozimego, natomiast Preuschen [1992] zaobserwował z kolei, że nawożenie zbóż międzyplonem ograniczyło występowanie w nich chwastów. Adamiak i Stępień [1998] we wcześniejszych badaniach stwierdzili, że stosowane formy nawozów organicznych zmniejszyły zachwaszczenie w pszenicy jarej. Istotę sprawy wyjaśniła Duer [1988], według której wpływ nawożenia na występowanie chwastów jest pośredni – poprzez nawożenie zwiększa się znacząco gęstość ładu zboża, natomiast maleje zachwaszczenie, przy czym zredukowana jest przede wszystkim masa chwastów, nie zaś ich liczebność.

W literaturze dotyczącej nawożenia [Czuba 1986, Mazur i in. 1993, Adamiak i in. 1996] przeważa pogląd, że najlepsze efekty produkcyjne uzyskuje się przy łącznym stosowaniu nawożenia organicznego i mineralnego. Wyniki uzyskane w przedstawionym doświadczeniu są zbieżne z tym stwierdzeniem. Najwyższe i na podobnym poziomie plony ziarna pszenicy jarej uzyskano na obiektach B i C nawożonych organiczno-mineralnie.

Zaobserwowano, podobnie jak Noworolnik i Sułek [1999], iż stymulujący wpływ azotu na plon ziarna zależał od dawki azotu i sposobu nawożenia. Najlepszą efektywność dawek azotu otrzymano nawożąc pszenicę samymi nawozami mineralnymi (A). Również Sienkiewicz i in. [1999] informowali o efektywniejszym działaniu azotu w po-

łączeniu z nawozami fosforowymi i potasowymi niż z organicznymi. Maksymalne plony ziarna uzyskali oni przy poziomie azotu $120 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, podobnie jak Mazurek i in. [1992]. Według Szmigła [1998] dawką azotu wystarczającą do zapewnienia maksymalnego plonu ziarna pszenicy jest $90 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Nawożenie pszenicy według zasad rolnictwa ekologicznego spowodowało spadek plonowania średnio o 13% w porównaniu ze sposobami konwencjonalnymi. Wyniki te są zbliżone ze stwierdzonymi przez Tyburskiego i Sadowskiego [1999]. Plony pszenicy jarej w gospodarstwach ekologicznych były zbliżone do uzyskanych w gospodarstwach konwencjonalnych, odpowiednio $5,91$ i $5,27 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$.

WNIOSKI

1. Nawożenie ekologiczne w porównaniu ze sposobami konwencjonalnymi ogranicza wschody chwastów. Jednakże bardziej niż inne sposoby nawożenia stymuluje narastanie zachwaszczenia w pełni wegetacji pszenicy jarej.

2. Wpływ azotu na kształtowanie się zachwaszczenia pszenicy nie jest jednoznaczny. W okresie wiosennym azot sprzyja wschodom chwastów, natomiast w pełni wegetacji – w zależności od sposobu nawożenia – może ograniczać lub stymulować ich występowanie.

3. Stosowanie preparatów biodynamicznych na obiekcie ekologicznym ogranicza rozwój chwastów niezależnie od fazy rozwojowej pszenicy.

4. Sposób nawożenia nie ma znaczącego wpływu na skład gatunkowy zbiorowisk chwastów. Bardziej natomiast różnicuje wielkość populacji poszczególnych gatunków chwastów.

5. Nawożenie ekologiczne w porównaniu z konwencjonalnymi sposobami nawożenia istotnie ogranicza produktywność pszenicy jarej. W ramach konwencjonalnych sposobów wyższe jej plonowanie gwarantuje nawożenie organiczno-mineralne niż tylko mineralne.

PIŚMIENNICTWO

- Adamczewski K., Praczyk T., 1999. Strategia zwalczania chwastów w uprawie zbóż. Pam. Puł. 114, 7-13.
- Adamiak J., Adamiak E., Stępień A., 1996. Wpływ nawożenia organicznego i mineralnego na wydajność pszenicy jarej i jęczmienia ozimego. Mat. Konf. Nauk. Czynniki agrotechniczne w rolnictwie zrównoważonym, ART Olsztyn, 100-106.
- Adamiak E., Stępień A., 1998. Wpływ sposobów nawożenia na kształtowanie się zachwaszczenia pszenicy jarej i jęczmienia ozimego. Roczn. AR w Poznaniu, Rolnictwo 52, 59-65.
- Blecharczyk A., 1986. Wpływ zróżnicowanego nawożenia na plony roślin, zachwaszczenie i chemiczne właściwości gleby w monokulturze i zmianowaniu. Roczn. AR w Poznaniu, Rozp. Nauk. 145, 5-50.
- Czuba R., 1986. Nawożenie. PWRiL Warszawa.
- Duer I., 1988. Zachwaszczenie zbóż w zmianowaniach z różnym ich udziałem. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 4, 35-46.
- Duer I., 1990. Intensyfikacja zabiegów uprawowych i pielęgnacyjnych w zmianowaniu a zachwaszczenie. Pam. Puł. 96, 157-173.
- Grabiński J., 1999. Technologie uprawy zbóż. Pam. Puł. 114, 403-415.

- Mazur T., Mineev M.V., Debreczeni B., 1993. Nawożenie w rolnictwie biologicznym. ART Olsztyn.
- Mazurek J., Kuś J., Maj L., 1992. Wpływ dawek azotu na plonowanie odmian pszenicy jarej w różnych warunkach siedliska. Biul. IHAR 181/182, 53-62.
- Noworolnik K., Sułek A., 1999. Porównanie efektywności nawożenia azotem zbóż jarych. Pam. Puł. 114, 289-293.
- Preuschen G., 1992. Nawozy zielone – płodozmian. Wyd. FCEEW i Stow. Ekoland, 6-21.
- Rola J., Rola H., 1996. Problemy zwalczania chwastów we współczesnym rolnictwie. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Rolnictwo 290, 153-163.
- Rolnictwo ekologiczne, 1994. W praktyce. Praca pod red. U. Sołtysiak, Wyd. Ekoland Warszawa.
- Sienkiewicz S., Panak H., Wojnowska T., 1999. Wpływ wieloletniego nawożenia organiczno-mineralnego na poziom żyzności i produktywności gleby. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 467, 207-213.
- Szmigiel A., 1998. Wpływ technologii uprawy na plonowanie jęczmienia ozimego. Pam. Puł. 112, 261-266.
- Tyburski J., Sadowski T., 1999. Porównanie plonów oraz morfometrii pszenicy jarej i ziemniaków w gospodarstwach ekologicznych i konwencjonalnych. [W:] Porównanie ekologicznych i konwencjonalnych gospodarstw rolnych w Polsce, SGGW Warszawa, 26-34.

EFFECT OF DIFFERENT FERTILISATION METHODS ON WEED INFESTATION AND YIELDING OF SPRING WHEAT

Abstract. The aim of the studies carried out in 1997-2002 was a comparison of weed infestation and spring wheat yielding when organic and conventional fertilisation was applied. It was observed that fertilisation with compost limited spring weed emergence, while spring nitrogen fertilisation increased their density. Biodynamic preparations enhanced weed infestation in spring and at full vegetation. Organic fertilisation significantly decreased spring wheat grain yields.

Key words: spring wheat, compost, spray with biopreparations, straw, farmyard manure, green manure, nitrogen fertilisation

Otrzymano – Received: 10.10.2003
Zaakceptowano – Accepted: 10.12.2004