

Katedra Uprawy Roli i Roślin, Akademia Rolnicza w Poznaniu
ul. Mazowiecka 45/46, 60-623 Poznań, Poland

Irena Małecka, Andrzej Blecharczyk, Zuzanna Sawinska

Wpływ sposobów uprawy roli i nawożenia azotem na plonowanie
pszenżyta ozimego

Effect of tillage systems and nitrogen fertilization on winter triticale yield

ABSTRACT. A field experiment was carried out on a sandy loam soil in the years 2001–2003 at Experimental Station Brody of the Agricultural University of Poznań. The objective of this study was to determine the comparative effects of four tillage systems (conventional tillage, single ploughing, reduce tillage – stubble cultivator, direct sowing) and three nitrogen rates (0, 60, 120 kg ha⁻¹) on the growth dynamics, mineral nutrients and protein accumulation and yield of winter triticale. Winter triticale cv. Fidelio was followed by spring barley. There were no significant differences between the compared tillage systems on the growth dynamics, grain and protein yield. The aboveground biomass, grain and protein yield increased significantly with an increasing of N fertilizer rate. A reduced tillage system and direct sowing was found to affect a higher grain protein content as compared to conventional tillage. The highest grain protein content was observed in the driest and hot year studied.

KEY WORDS: winter triticale, tillage systems, nitrogen fertilization, yield, mineral nutrients

Pszenżyto ozime jest gatunkiem o dużej wartości paszowej i względnie małych wymaganiach glebowych, jakkolwiek duże znaczenie plonotwórcze przypisuje się nawożeniu azotem [Koszański i in. 1994; Mazurek 1994; Biskupski 1997; Parylak 1998]. Uprawa roli jest pracochłonnym i energochłonnym ogniwem agrotechniki, z tego też względu w ostatnich latach poszukuje się nowych technologii o znacznie zróżnicowanej częstotliwości i intensywności zabiegów uprawowych, przy jednoczesnym zachowaniu przyjaznego stosunku do środo-

wiska [Radecki, Opic 1991; Dzienia i in. 1994; Pudełko i in. 1996; Derpsch 2001; Orzech i in. 2003].

W piśmiennictwie z zakresu uproszczeń uprawowych brakuje jednoznacznych rozstrzygnięć dotyczących skutków wprowadzanych modyfikacji i ich wpływu na plonowanie roślin [Radecki, Opic 1991; Dzienia i in. 1994; Dzienia, Piskier 1998; Lopez-Bellido i in. 2000; Małecka, Blecharczyk 2002b].

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu uproszczeń w uprawie roli i nawożenia azotem na dynamikę rozwoju i pobierania składników mineralnych oraz plonowanie pszenżyta ozimego.

METODY

Badania prowadzono w latach 2001–2003 w Stacji Doświadczalnej Brody, należącej do Akademii Rolniczej w Poznaniu, na glebie płowej wytworzonej z piasków gliniastych zalegających na utworach gliniastych, w układzie zależnym w czterech powtórzeniach. Wielkość poletka wynosiła 25 m². Gleba pod doświadczeniem charakteryzuje się odczynem na poziomie pH 6,0–7,0 (w 1 mol KCl), bardzo wysoką zawartością fosforu, wysoką potasu, a niską magnezu (klasy zasobności według zaleceń nawozowych IUNG) i zawiera 0,81–0,86% węgla organicznego.

Czynnikami badawczymi w doświadczeniu były: I rzędu – sposoby uprawy roli: A – tradycyjny (podorywka + orka siewna na głębokość 25 cm), B – orka razówka na głębokość 25 cm, C – uprawa uproszczona (kultywator ścierniskowy), D – siew bezpośredni oraz II rzędu – poziom nawożenia azotem: 0, 60 i 120 kg N ha⁻¹. W uprawie płuznej siew wykonywano siewnikiem tradycyjnym, natomiast w uprawie uproszczonej i siewie bezpośrednim siewnikiem z redlicami talerzowymi firmy Great Plains (USA).

Pszenżyto ozime odmiany Fidelio wysiewano w ilości 220 kg ha⁻¹ po jęczmieniu jarym. Nawożenie fosforowe i potasowe wynosiło na 1 ha: P – 35 kg i K – 66 kg. Na obiektach z uprawą uproszczoną i siewem bezpośrednim stosowano przed siewem pszenżyta ozimego preparat Roundup 360 SL w dawce 4 l ha⁻¹. W okresie wegetacji pszenżyta ozimego stosowano do zwalczania chwastów preparat Cougar 600 SC w dawce 1,3 l ha⁻¹, przeciwko wyleganiu Terpal C 460 SL w dawce 2,5 l ha⁻¹ oraz przeciwko chorobom grzybowym Alert 375 SC w dawce 1,0 l ha⁻¹.

W fazie strzelania w źdźbło (GS 31), kłoszenia (GS 59) oraz dojrzałości pełnej pszenżyta ozimego (GS 89) pobrano rośliny z jednego metra bieżącego każdego poletka do oznaczenia biomasy nadziemnej oraz zawartości i pobrania składników (N, P, K). Ponadto określono plon ziarna i słomy pszenżyta ozi-

mego. Opierając się na metodzie spektroskopii bliskiej podczerwieni (Near Infrared Reflectance Spectroscopy) na aparacie monochromatycznym InfraAlyzer 500 (Bran+Luebbe) oznaczono zawartość azotu, fosforu i potasu w biomacie roślinnej oraz białka ogółem w ziarnie. Wyniki opracowano statystycznie przy użyciu analizy wariancji w układzie split-plot. Istotność zróżnicowania wyników określono testem Fishera na poziomie ufności $P = 0,95$, natomiast testowanie różnic między średnimi szacowano testem Tukeya.

Tabela 1. Charakterystyka warunków pogodowych w okresie od marca do lipca
Table 1. Weather conditions March–July

Miesiąc Month	Rok Year			Średnio Mean 1959-2000
	2001	2002	2003	
Temperatura Temperature, °C				
III	2,6	5,1	3,4	2,7
IV	8,1	8,8	8,2	7,6
V	14,8	16,7	16,0	12,9
VI	15,3	18,2	19,8	16,2
VII	20,3	20,4	19,6	17,7
Średnio Mean	12,2	13,8	13,4	11,4
Opady Precipitation, mm				
III	70,8	58,1	19,9	36,7
IV	37,3	33,2	21,1	38,4
V	34,7	48,9	20,1	54,2
VI	75,6	52,6	35,0	64,5
VII	53,4	40,6	96,7	77,5
Suma Sum	271,8	233,4	192,8	271,3

Warunki meteorologiczne w okresie prowadzenia badań były zróżnicowane (tab. 1). W 2001 roku suma opadów w okresie wegetacji wiosennej była większa, przy niższej średniej temperaturze powietrza, niż w latach 2002 i 2003. Lata badań różniły się ponadto rozkładem opadów i temperatury w poszczególnych miesiącach, modyfikując warunki rozwoju pszenżyta ozimego. Pierwszy rok charakteryzował się w czerwcu obfitymi opadami i niższą średnią temperaturą powietrza niż w wieloleciu, natomiast w latach 2002 i 2003 w miesiącu tym temperatura dobową powietrza przekraczała aż o 2,1 i 3,6°C średnią wieloletnią, a opady były niższe o 22 i 48% od przeciętnych. Najkorzystniejsze warunki pogodowe dla rozwoju i plonowania pszenżyta wystąpiły w okresie wegetacji wiosennej w roku 2001, natomiast najmniej korzystne w ostatnim roku badań. W roku 2003 suma opadów za okres od początku marca do końca czerwca wynosiła 48% normy wieloletniej (96,1 mm), co niewątpliwie miało wpływ na plonowanie pszenżyta ozimego.

WYNIKI

Dynamika przyrostu biomasy nadziemnej w okresie wegetacji oraz zawartość składników mineralnych w suchej masie pszenżyta były istotnie uzależnione jedynie od nawożenia azotem (tab. 2). Wzrastające dawki azotu zwiększały

Tabela 2. Wpływ nawożenia azotem na dynamikę wzrostu, zawartość i pobranie azotu, fosforu i potasu przez pszenżyto ozime

Table 2. Effects of nitrogen fertilization on growth dynamics, nitrogen, phosphorus, potassium content and uptake in winter triticale

Parametr Parameter	Faza rozwojowa Growth stage	Dawka azotu Nitrogen rate kg N ha ⁻¹			NIR _{0,05} LSD _{0,05}	
		0	60	120		
Biomasa nadziemna roślin (t ha ⁻¹ s.m.) Aboveground biomass (t ha ⁻¹ DM)	GS* 31	1,93	2,60	3,27	0,483	
	GS 59	4,69	6,05	7,12	0,711	
	GS 89 ziarno grain	3,21	4,50	5,13	0,382	
	GS 89 słoma straw	4,67	5,90	6,58	0,492	
	GS 89 ziarno + słoma grain + straw	7,88	10,40	11,71	0,816	
Zawartość składników (% s.m.) Elements content (% DM)	N	GS 31	1,78	2,54	3,03	0,260
		GS 59	0,95	1,09	1,37	0,148
		GS 89 ziarno grain	1,70	1,74	1,84	0,022
		GS 89 słoma straw	0,52	0,55	0,61	0,020
		P	GS 31	0,35	0,45	0,52
GS 59	0,17		0,20	0,25	0,027	
GS 89 ziarno grain	0,35		0,35	0,34	ni*	
GS 89 słoma straw	0,13		0,12	0,12	ni	
K	GS 31	2,69	3,35	3,71	0,285	
	GS 59	1,42	1,59	2,02	0,193	
	GS 89 ziarno grain	0,43	0,41	0,41	ni	
	GS 89 słoma straw	0,85	0,84	0,84	ni	
Pobranie składników (kg ha ⁻¹) Elements uptake (kg ha ⁻¹)	N	GS 31	34,2	65,8	98,9	19,29
		GS 59	44,5	65,8	97,5	13,51
		GS 89 ziarno grain	54,4	78,2	94,3	10,68
		GS 89 słoma straw	24,2	32,4	40,0	6,84
		GS 89 ziarno + słoma grain + straw	78,6	110,6	134,3	9,99
P	GS 31	6,7	11,6	16,8	3,14	
	GS 59	7,9	12,0	17,6	2,61	
	GS 89 ziarno grain	11,1	15,6	17,3	2,11	
	GS 89 słoma straw	6,1	7,0	7,8	ni	
	GS 89 ziarno + słoma grain + straw	17,2	22,6	25,1	1,76	
K	GS 31	51,8	86,9	121,1	20,31	
	GS 59	66,4	99,1	143,5	20,11	
	GS 89 ziarno grain	13,8	18,4	21,0	2,14	
	GS 89 słoma straw	39,6	49,5	55,3	5,25	
	GS 89 ziarno + słoma grain + straw	53,4	67,9	76,3	7,04	

GS* faza rozwojowa wg Zadoksa Zadoks growth stage [Zadoks J., Chang T., Konzak C. 1974]

ni* różnice nieistotne nonsignificant differences

wielkość wytworzonej biomasy pszenżyta we wszystkich terminach oznaczeń. W fazie strzelania w źdźbło, kłoszenia i dojrzałości pełnej wytworzona biomasa pszenżyta ozimego na obiekcie z najwyższą dawką azotu była większa odpowiednio o 69, 52 i 49% w porównaniu z obiektem kontrolnym bez nawożenia. Wzrastające dawki azotu podwyższyły koncentrację azotu we wszystkich terminach oznaczeń oraz fosforu i potasu w fazie strzelania w źdźbło i kłoszenia pszenżyta ozimego. Pobranie składników mineralnych wyliczono na podstawie wytworzonej biomasy nadziemnej pszenżyta ozimego oraz koncentracji składników mineralnych w suchej masie roślin. Akumulacja składników w biomase nadziemnej jęczmienia zwiększała się wraz ze wzrostem dawki azotu. W fazie strzelania w źdźbło po nawożeniu dawką 120 kg N ha⁻¹ rośliny pszenżyta gromadziły prawie trzykrotnie więcej azotu oraz ponaddwukrotnie więcej fosforu i potasu niż na obiekcie kontrolnym bez nawożenia. Pod koniec wegetacji różnice te uległy zmniejszeniu o około 80% w stosunku do azotu i o 40% w odniesieniu do fosforu i potasu. Akumulacja azotu i fosforu w roślinach pszenżyta ozimego zwiększała się do końca wegetacji. Jedynie w odniesieniu do potasu wykazano mniejsze jego pobranie w fazie dojrzałości pełnej w porównaniu z fazą kłoszenia, co niewątpliwie związane jest z odprowadzaniem potasu z biomasy nadziemnej roślin do gleby.

Tabela 3. Plon ziarna pszenżyta ozimego w zależności od sposobów uprawy roli i nawożenia azotem w t ha⁻¹

Table 3. Grain yield of winter triticale depending on tillage systems and nitrogen fertilization in t ha⁻¹

Obiekt Treatment	Rok Year			Średnio Mean
	2001	2002	2003	
Sposoby uprawy roli Tillage systems				
Tradycyjny Conventional	6,49	5,13	3,65	5,09
Orka razówka Single ploughing	6,44	5,18	3,60	5,07
Uproszczony Reduced	5,98	5,28	3,59	4,95
Siew bezpośredni Direct sowing	5,96	5,55	3,62	5,04
Średnio Mean	6,22	5,28	3,61	-
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	0,43	0,34	*ni ns	ni ni
Nawożenie azotem (kg N ha ⁻¹) Nitrogen fertilization (kg N ha ⁻¹)				
0	4,56	3,80	2,98	3,78
60	6,82	5,44	3,61	5,29
120	7,27	6,61	4,25	6,04
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	0,20	0,34	0,27	0,29

*ni nieistotne ns not significant

Zmienne warunki pogodowe różnicowały plony ziarna pszenżyta ozimego w latach badań (tab. 3). Największe plony ziarna uzyskano w roku 2001, o wyższej sumie opadów od marca do lipca ($6,22 \text{ t ha}^{-1}$), natomiast najmniejsze ($3,61 \text{ t ha}^{-1}$) w ostatnim roku prowadzenia doświadczenia, w którym występowały najmniej korzystne warunki pogodowe.

Sposoby uprawy roli wpływały w różny sposób na wysokość plonu ziarna pszenżyta ozimego w poszczególnych latach. W roku 2001 pszenżyto ozime reagowało negatywnie na uproszczenia uprawowe. Uzyskany plon ziarna był mniejszy na tych obiektach średnio o 8% w porównaniu z uprawą płuzną. W roku 2002 istotnie największy plon ziarna odnotowano po siewie bezpośrednim w odniesieniu do pozostałych sposobów uprawy roli, na których plon ziarna kształtował się na zbliżonym poziomie; w ostatnim roku badań (2003) nie stwierdzono natomiast istotnego różnicowania plonu ziarna pomiędzy obiektami uprawowymi. Średnio z trzech lat badań plon ziarna pszenżyta ozimego kształtował się na zbliżonym poziomie na wszystkich obiektach uprawowych. Wyniki dotychczasowych badań dotyczące modyfikacji uprawy płuznej i jej wpływu na plonowanie pszenżyta ozimego są rozbieżne [Starczewski i in. 1994; Wesołowski, Szwałgier 1997; Dzienia, Piskier 1998; Małecka, Blecharczyk 2002a; Szymankiewicz i in. 2002]. Nieliczne badania przeprowadzone w Polsce wskazują natomiast na istotne zmniejszenie plonu ziarna pszenżyta ozimego po zastąpieniu uprawy płuznej uprawą powierzchniową bądź siewem bezpośrednim [Dzienia i in. 1994; Dzienia, Piskier 1998, Małecka, Blecharczyk 2002b].

Plon ziarna pszenżyta ozimego zwiększał się wraz ze wzrostem dawki azotu. Średnio dla lat 2001–2003, po zastosowaniu nawożenia w dawce 60 kg N ha^{-1} uzyskane plony ziarna były większe o 40%, natomiast po zastosowaniu 120 kg N ha^{-1} o 60% w porównaniu z obiektem bez nawożenia azotem. Plonotwórcze działanie azotu jest szeroko udokumentowane w literaturze, jednak nie ma w niej zgodności co do optymalnej dawki azotu dla pszenżyta ozimego [Koszałski i in. 1994; Mazurek 1994; Biskupski 1997].

Zawartość białka ogółem w ziarnie pszenżyta ozimego charakteryzowała się zmiennością w poszczególnych latach badań (tab. 4). Najmniejszą zawartość białka w ziarnie pszenżyta odnotowano w roku 2001, natomiast największą w ostatnim roku badań. Zdaniem niektórych autorów większej koncentracji białka sprzyjają lata o mniejszej ilości opadów i wyższej średniej temperaturze powietrza w okresie wegetacji wiosennej [Lopez-Bellido i in. 2000]. Uprawa uproszczona i siew bezpośredni powodowały niewielkie zwiększenie zawartości białka ogółem w ziarnie pszenżyta ozimego. Większe różnice w koncentracji białka w ziarnie odnotowano w zależności od nawożenia azotem, które zwiększało zawartość tego składnika.

Tabela 4. Zawartość i plon białka w ziarnie pszenżyta ozimego w zależności od sposobów uprawy roli i nawożenia azotem

Table 4. Content and protein yield in winter triticale grain depending on tillage systems and nitrogen fertilization

Obiekt Treatment	Rok Year						Średnio Mean	
	2001		2002		2003		%	kg ha ⁻¹
	%	kg ha ⁻¹	%	kg ha ⁻¹	%	kg ha ⁻¹		
Sposoby uprawy roli Tillage systems								
Tradycyjny Conventional	10,1	552	10,6	466	11,8	379	10,8	467
Orka razówka Single ploughing	10,0	559	10,7	474	11,9	368	10,9	470
Uproszczony Reduced	10,4	529	11,1	488	12,0	360	11,1	467
Siew bezpośredni Direct sowing	10,6	538	11,1	534	12,0	365	11,2	480
Średnio Mean	10,3	545	10,9	491	11,9	368	11,0	471
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	0,4	ni*	0,4	29,3	ni ns	ni ns	0,3	ni ns
Nawożenie azotem (kg N ha ⁻¹) Nitrogen fertilization (kg N ha ⁻¹)								
0	9,9	385	10,6	344	11,4	289	10,6	339
60	10,1	587	10,7	496	11,9	364	10,9	482
120	10,7	662	11,2	631	12,5	452	11,5	582
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	0,3	26,0	0,3	28,8	0,3	24,3	0,3	26,2

Plon białka, będący wypadkową procentowej zawartości białka w ziarnie oraz plonu ziarna pszenżyta ozimego, układał się odmiennie w latach badań w zależności od sposobu uprawy roli (tab. 4). W latach 2001 i 2003, jak również średnio z lat badań, nie odnotowano istotnego oddziaływania zróżnicowanej uprawy roli na plon białka. Jedynie w roku 2002 plon białka pszenżyta ozimego w siewie bezpośrednim był istotnie większy w porównaniu z uprawą płuzną i uproszczoną. Mniejszy plon ziarna stwierdzany niekiedy w uproszczonej uprawie roli, jak na przykład w 2001 roku w badaniach własnych, nie musi oznaczać mniejszych plonów białka z jednostki powierzchni, ponieważ w warunkach tych ziarno charakteryzuje się często większą koncentracją białka ogółem [Małecka, Bleharczyk 2002a].

WNIOSKI

1. Uproszczona uprawa roli i siew bezpośredni nie wpływały na dynamikę przyrostu biomasy nadziemnej pszenżyta ozimego oraz gromadzenie składników mineralnych (N, P, K) w porównaniu z uprawą płuzną.

2. Pszenżyto ozime nawożone azotem odznaczało się szybszym przyrostem biomasy oraz gromadzeniem azotu, fosforu i potasu niż w warunkach bez nawo-

żenia azotem. Wymienione różnice, zwłaszcza w ilości gromadzonego azotu, w końcowym okresie wegetacji uległy zmniejszeniu.

3. Pszenżyto ozime reagowało odmiennie na sposoby uprawy roli w poszczególnych latach badań. Plonowało ono niżej w uprawie uproszczonej i siewie bezpośrednim w porównaniu z uprawą płużną, jedynie w roku o korzystnym przebiegu warunków pogodowych.

4. Plon ziarna pszenżyta ozimego zwiększał się wraz ze wzrostem dawki azotu do poziomu 120 kg N ha^{-1} .

5. Zawartość białka ogółem w ziarnie pszenżyta ozimego zależała w największym stopniu od nawożenia azotem. Zwiększeniu zawartości białka w ziarnie sprzyjała również uprawa uproszczona i siew bezpośredni w odniesieniu do uprawy płużnej.

PIŚMIENNICTWO

- Biskupski A. 1997. Wpływ poziomu nawożenia azotem na plon i cechy jakościowe ziarna odmian pszenżyta, pszenicy i żyta. Cz. I Plon ziarna i zawartość białka. Zesz. Nauk. AR w Szczecinie, Rol. 175, 65, 9-13.
- Derpsch R. 2001. Conservation tillage, no-tillage and related technologies. In: Conservation agriculture, a worldwide challenge. I World Congress on conservation agriculture. Madrid, 1-5 October 2001. XUL Avda-Cordoba 1, 161-170.
- Dzienia S., Piskier T., Wereszczaka J. 1994. Wpływ uproszczonych sposobów uprawy gleby na nakłady energetyczne i plonowanie pszenżyta ozimego. Zesz. Nauk. AR w Szczecinie, Rol. 162, 58, 45-48.
- Dzienia S., Piskier T. 1998. Reakcja pszenżyta ozimego na uproszczenia w uprawie roli. Folia Univ. Agric. Stetin. Agricultura 186, 69, 29-32.
- Lopez-Bellido L., Lopez-Bellido R., Castillo J., Lopez-Bellido F. 2000. Effects of tillage, crop rotation, and nitrogen fertilization on wheat under rainfed mediterranean conditions. Agron. J. 92, 1054-1063.
- Koszański Z., Karczmarczyk S., Podsiadło C. 1994. Wpływ deszczowania i nawożenia azotem na pszenżyto ozime. Cz. I. Plonowanie pszenżyta ozimego. Zesz. Nauk. AR w Szczecinie, Rol. 162, 58, 85-90.
- Małecka I., Bleharczyk A. 2002a. Wpływ systemów uprawy roli na plonowanie zbóż i właściwości gleby. Pr. Kom. Nauk Rol. Nauk Leśn. PTPN 93, 79-87.
- Małecka I., Bleharczyk A. 2002b. Reakcja pszenżyta ozimego na systemy uprawy roli. Folia Univ. Agric. Stetin. Agricultura 228, 91, 81-85.
- Mazurek J. 1994. Porównanie plonowania zbóż ozimych: pszenżyta, żyta, pszenicy i jęczmienia na glebach lżejszych przy stosowaniu różnych dawek N. Zesz. Nauk. AR w Szczecinie, Rol. 162, 58, 155-158.
- Orzech K., Nowicki J., Marks M. 2003. Znaczenie uprawy roli w kształtowaniu środowiska. Post. Nauk. Rol. 1, 131-144.
- Parylak D. 1998. Optymalizacja uprawy pszenżyta ozimego w krótkotrwałej monokulturze na glebie kompleksu żytniego dobrego. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Rozpr. 236, 1-94.

- Pudelko J., Wright D., Śpitalniak J. 1996. Wybrane poglądy na uproszczenia uprawowe w południowo-wschodnich stanach USA. Roczn. AR w Poznaniu, Rol. 185, 48, 85–99.
- Radecki A., Opic J. 1991. Metoda siewu bezpośredniego w świetle literatury krajowej i zagranicznej. Roczn. Nauk Rol., Ser. A, 109, 2, 119–141.
- Starczewski J., Kłys D., Bombik A. 1994. Reakcja pszenżyta ozimego na zróżnicowaną uprawę przedsięwziętą. Fragm. Agron. 4, 61–66.
- Szymankiewicz K., Jankowska D., Deryło S., Gawęda D. 2002. Wpływ zróżnicowanej uprawy roli na plonowanie pszenżyta ozimego w płodozmianie i monokulturze. Pam. Puł. 130, 731–738.
- Wesołowski M., Szwajgier M. 1997. Wpływ sposobu wykonania uprawy późniejszej na plonowanie pszenżyta ozimego. Roczn. Nauk Rol., Ser. A, 112, 3/4, 55–61.
- Zadoks J., Chang T., Konzak C. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Research 14, 415–421.

Praca realizowana w ramach projektu badawczego nr 6 P06B049 20, finansowanego przez KBN