

KATARZYNA PANASIEWICZ, WIESŁAW KOZIARA, HANNA SULEWSKA

Katedra Agronomii  
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

## PRODUKTYWNOŚĆ AZOTU W UPRAWIE PSZENICY TWARDEJ JAREJ (*TRITICUM DURUM* DESF.)

**Streszczenie.** Doświadczenia z jarami formą pszenicy twardej przeprowadzono w latach 2005-2006 na polach Zakładu Doświadczalnego Złotniki, należącego do Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. W pracy oceniano efektywność stosowania deszczowania i nawożenia azotem w uprawie tego zyskującego na znaczeniu gatunku pszenicy. Deszczowanie pszenicy poprawiało efektywność agronomiczną azotu, jednak w obu wariantach wodnych efektywność agronomiczna azotu zmniejszała się wraz ze wzrostem dawki składnika. Przyrost plonu ziarna pszenicy twardej pod wpływem nawadniania, wynosił średnio 63,1%. Nawożenie azotem wraz ze wzrostem dawki do 100 kg·ha<sup>-1</sup> istotnie zwiększało plon białka oraz plon energii uzyskane w ziarnie.

**Słowa kluczowe:** twarda pszenica jara, deszczowanie, nawożenie azotem, efektywność agronomiczna

### Wstęp

Walory użytkowe pszenicy twardej i wynikające z tego duże zapotrzebowanie na nią, a także wysokość cen ziarna na rynkach światowych wywołują zwiększone zainteresowanie uprawą tego gatunku w Europie, w tym w krajach o warunkach pogodowych podobnych do Polski. Według RACHONIA (1999) oraz RACHONIA i SZUMIŁY (2002, 2006) jakość ziarna polskich linii jarej pszenicy twardej nie różni się zasadniczo od odmian zagranicznych i spełnia wymogi stawiane surowcom do produkcji makaronu.

Najważniejszym zadaniem hodowli i agrotechniki twardej pszenicy, obok osiągnięcia obfitych plonów, jest uzyskanie dużej zawartości białka w ziarnie. Elementarnym składnikiem nawozowym, który w znacznym stopniu wpływa na plon i zawartość białka, jest azot (GONZALEZ PONCE i SALAS 1993). Przyjmuje się, że optymalne dawki azotu pod pszenicę twardą kształtują się na poziomie 80-120 kg·ha<sup>-1</sup> (RACHOŃ 1999, RACHOŃ i SZUMIŁO 2002).

W rozważaniach nad oceną działania azotu można stosować różne mierniki skuteczności nawożenia tym składnikiem, jak chociażby efektywność agronomiczną azotu (GRZEBISZ 1988, FOTYMA 1997, KOZIARA i IN. 2007). Wskaźnik ten, jak podają DELOGU i IN. (1998, za Novą i Loomisem 1981), pozwala na ocenę możliwości przetwarzania pobranego azotu na plon użytkowy. Świadczy on o wydajności procesów gospodarowania azotem w roślinie, która to wydajność jest uzależniona od warunków siedliska zarówno naturalnych, jak i antropogenicznych, determinujących ogólny stan roślin.

Celem badań było określenie wpływu deszczowania i nawożenia azotem na plony ziarna i białka oraz poziom energii w twardej pszenicy jarej, a także ocena efektywności agronomicznej stosowania azotu w uprawie tego gatunku.

## Material i metody

Doświadczenia polowe przeprowadzono w latach 2005-2006 na polach Zakładu Doświadczalnego Złotniki, należącego do Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Gleba pola doświadczalnego zaliczana jest do klas bonitacyjnych IVa i IVb, a według przydatności rolniczej – do kompleksu 4. (żytni bardzo dobry) i 5. (żytni dobry). Gleby te należą do gleb płowych wytworzonych z piasków gliniastych lekkich i gliny lekkiej silnie spiaszczonej (MOCEK i IN. 1997) o miąższości poziomu orno-próchnicznego 27-30 cm i zawartości próchnicy 0,9-1,0%. Ich odczyn wynosił 5,7 (pH w 1 M KCl), zawartość fosforu była duża, a potasu i magnezu – średnia. Głęboki poziom wody gruntowej i budowa podłoża sprawiają, że gleby te bywają okresowo za suche.

Pszenicę twardą odmiany 'Rusticano' uprawiano w czteropolowym zmianowaniu o 50-procentowym udziale zbóż według następstwa: ziemniaki wczesne na oborniku, marchew nasienna, pszenica twarda, żyto.

Czynnikiem I rzędu był wariant wodny: obiekty niedeszczowane i obiekty deszczowane, a czynnikiem II rzędu było nawożenie azotem w dawkach: 0, 50, 100 i 150 kg·ha<sup>-1</sup>.

Nawadnianie stosowano przy spadku wilgotności gleby poniżej 70% PPW w powierzchniowej warstwie gleby 0-10 cm, wykorzystując deszczownicę półstałą, wyposażoną w zraszacze typu NAAN 233/91 o średnicy dysz 7 mm i wydajności wody 5 mm·h<sup>-1</sup>. Sumaryczne dawki wody z deszczowania w kolejnych latach prowadzenia badań wynosiły odpowiednio 90 i 120 mm.

Nawożenie azotem w formie saletry amonowej stosowano w dawkach po 50 kg·ha<sup>-1</sup> w trzech terminach: przed siewem oraz na odpowiednich obiektach w fazie krzewienia (BBCH 21) i w fazie kłoszenia (BBCH 51).

Pozostałe zabiegi uprawowe zostały wykonane zgodnie z zasadami poprawnej agrotechniki tego gatunku.

Efektywność agronomiczną azotu wyliczono według wzoru:

$$EAN = (PZN - PZK) / DN$$

gdzie: PZN – plon ziarna roślin nawożonych azotem, PZK – plon ziarna roślin nienawożonych azotem, DN – dawka azotu.

Uzyskane wyniki poddano ocenie statystycznej metodą analizy wariancji dla doświadczeń czynnikowych ortogonalnych i metodą analizy wariancji w układzie split-plot. Test szczegółowy wykonano według Tukeya na poziomie ufności P = 0,95.

## Wyniki

Deszczowanie zwiększyło plon ziarna pszenicy twardej jarej o 1,49 t·ha<sup>-1</sup>, tj. 63,1%. Wyniki analizy wariancji wskazują, że plonowanie omawianego gatunku zależało istotnie od współdziałania badanych w doświadczeniach czynników (tab. 1). Plony ziarna z obiektów nawożonych azotem niedeszczowanych nie różniły się istotnie, natomiast na obiektach deszczowanych stwierdzono istotny wzrost plonu po zastosowaniu dawki 100 kg azotu na 1 ha w stosunku do dawki 50 kg·ha<sup>-1</sup>.

Tabela 1. Wpływ deszczowania i nawożenia azotem na plon ziarna pszenicy twardej jarej (kg·ha<sup>-1</sup>)  
Table 1. The influence of irrigation and nitrogen fertilization on grain yield of spring triticum durum (kg·ha<sup>-1</sup>)

Wariant wodny	Nawożenie azotem				Średnio
	0 kg·ha <sup>-1</sup>	50 kg·ha <sup>-1</sup>	100 kg·ha <sup>-1</sup>	150 kg·ha <sup>-1</sup>	
Obiekt niedeszczowany	2,09	2,47	2,47	2,31	2,33
Obiekt deszczowany	2,43	3,64	4,46	4,48	3,80
Średnio	2,26	3,05	3,46	3,49	–
NIR dla deszczowania: 0,53					
NIR dla nawożenia: 0,25					
NIR dla interakcji: 0,36					

Deszczowanie zwiększało plon ziarna na każdym ze stosowanych poziomów nawożenia, a efekt nawadniania zwiększał się wraz ze wzrostem dawki azotu.

Średnio dla nawożenia azotem wzrost plonu ziarna odnotowano do dawki 100 kg·ha<sup>-1</sup>.

Plony białka i energii wyliczone dla ziarna badanego gatunku pszenicy zależały również od współdziałania deszczowania z nawożeniem azotem (tab. 2, 3). Wykazane współdziałanie deszczowania i nawożenia w kształtowaniu plonów białka i ilości energii

Tabela 2. Wpływ deszczowania i nawożenia azotem na plon białka pszenicy twardej jarej (kg·ha<sup>-1</sup>)  
Table 2. The influence of irrigation and nitrogen fertilization on protein yield of spring triticum durum (kg·ha<sup>-1</sup>)

Wariant wodny	Nawożenie azotem				Średnio
	0 kg·ha <sup>-1</sup>	50 kg·ha <sup>-1</sup>	100 kg·ha <sup>-1</sup>	150 kg·ha <sup>-1</sup>	
Obiekt niedeszczowany	219	275	283	273	263
Obiekt deszczowany	259	384	503	558	426
Średnio	239	330	393	416	–
NIR dla deszczowania: 59,8					
NIR dla nawożenia: 28,0					
NIR dla interakcji: 39,6					

Tabela 3. Wpływ deszczowania i nawożenia azotem na plon energii pszenicy twardej jarej ( $\text{GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ )  
 Table 3. The influence of irrigation and nitrogen fertilization on energy yield of spring triticum durum ( $\text{GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ )

Wariant wodny	Nawożenie azotem				Średnio
	0 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$	50 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$	100 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$	150 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$	
Obiekt niedeszczowany	26,2	30,7	30,7	28,7	29,1
Obiekt deszczowany	30,3	45,4	55,6	58,2	47,4
Średnio	28,2	38,1	43,1	43,5	–
NIR dla deszczowania: 6,65 NIR dla nawożenia: 3,14 NIR dla interakcji: 4,45					

wyrażało się tym, że przy uprawie pszenicy w warunkach naturalnych plony te istotnie wzrastały po zwiększeniu nawożenia azotem do dawki 50  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , natomiast w pszenicy deszczowanej plon białka wzrastał do dawki 100  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , a plon energii przyrastał wraz ze zwiększaniem nawożenia aż do dawki najwyższej – 150  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

Deszczowanie zwiększyło plon białka i energii odpowiednio o 62% i 63%, również nawożenie azotem powodowało wzrost plonu białka oraz plonu energii wraz ze zwiększaniem jego dawki, jednak istotny wzrost wartości tych składowych następował do dawki 100 kg azotu na 1 ha.

Efektywność agronomiczna zwiększała się pod wpływem nawadniania na wszystkich badanych poziomach nawożenia (tab. 4). Największą poprawę efektywności – o 16,8 kg ziarna na 1 kg zastosowanego azotu – uzyskano pod wpływem deszczowania dla dawki 50 kg azotu na 1 ha. Efektywność agronomiczna azotu w pszenicy nienawadnianej zmniejszyła się z 7,5 kg ziarna przy dawce 50  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  do 1,44 kg ziarna przy dawce 150  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , natomiast przy uprawie w warunkach deszczowania efektywność ta zmniejszyła się odpowiednio z 24,3 do 15,0 kg ziarna.

Tabela 4. Efektywność agronomiczna 1 kg azotu (kg ziarna)  
 Table 4. Agronomic efficiency of 1 kg of nitrogen (kg of grain)

Wariant wodny	Nawożenie azotem				
	0-50 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$	0-100 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$	0-150 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$	50-100 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$	100-150 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$
Obiekt niedeszczowany	7,5	3,7	1,44	0,0	–
Obiekt deszczowany	24,3	20,3	15,0	16,4	4,3

Produktywność 1 kg azotu zastosowanego w dawce 50  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  w wariantcie niedeszczowanym wynosiła 7,5 kg ziarna na 1 ha, a w wariantcie deszczowanym – 24,3 kg ziarna na 1 ha. Z kolei w przedziale dawek 50-100 kg azotu na 1 ha dla wymienionych wariantów produktywność ta wynosiła odpowiednio 0 i 16,4 kg ziarna na 1 ha. W prze-

dziale dawek 100-150 kg azotu na 1 ha zwiększanie nawożenia nie powodowało wzrostu plonu pszenicy niedeszczowanej. W wariacie deszczowanym efektywność 1 kg azotu wynosiła w tym przedziale 4,3 kg ziarna.

## Dyskusja

Zróznicowany poziom nawożenia azotem miał istotny wpływ na plonowanie pszenicy twardej jarej. Największy plon ziarna stwierdzono po zastosowaniu dawki 150 kg azotu na 1 ha, jednak statystycznie nie potwierdzono różnicy między dawkami 100 i 150 kg·ha<sup>-1</sup>. Podobne wyniki badań uzyskali RACHOŃ i IN. (2002).

Deszczowanie zwiększyło plon ziarna pszenicy twardej jarej o ponad 63%. O zróznicowanym przyroście plonu ziarna pod wpływem nawadniania zbóż jarych donoszą dość liczne prace (BORÓWCZAK i IN. 1999, MAŁECKA 2003, KOZIARA i IN. 2006 a). Jak podaje RAKOWSKI (2003), nawadnianie zwiększyło plon ziarna pszenicy jarej o ponad 30%, a pszenżyta jarego o prawie 67%, natomiast KOZIARA i IN. (2006 b) wykazali wzrost plonu ziarna jęczmienia jarego o 36,5%.

Znajomość wpływu deszczowania na skład jakościowy zbóż, a w szczególności na zawartość białka, jest zagadnieniem ważnym i aktualnym, gdyż niedobory opadów, zwłaszcza w niektórych regionach, są bardzo częstym zjawiskiem.

W doświadczeniu własnym deszczowanie zwiększyło plon białka o 62%, a energii – o 63%.

Mniejszy, ale również istotny wzrost plonu białka ziarna jęczmienia jarego pod wpływem deszczowania uzyskali MACIEJEWSKI (1986) oraz BORÓWCZAK i IN. (1998).

Jednym z mierników skuteczności nawożenia azotem jest efektywność agronomiczna (PANASIEWICZ i KOZIARA 2004). Ocena wpływu badanych czynników na ten miernik wskazuje na znany z literatury (MAJKOWSKI i IN. 1993, WRÓBEL i BUDZYŃSKI 1994, SZAFRAŃSKI 1995, KOZIARA i IN. 2006 b, RAHIMIZADEH i IN. 2010) spadek efektywności nawożenia wraz ze wzrostem dawki stosowanego składnika.

Ponadto, jak podają RAHIMIZADEH i IN. (2010, za Lopezem-Bellidą i Lopezem-Bellidą 2001), spadek efektywności rolniczej wraz ze wzrostem dawek azotu jest powodowany mniejszym przyrostem plonu ziarna aniżeli ilości pobieranego azotu z gleby i nawożenia.

Również w badaniach własnych odnotowano zmniejszanie się wartości tego wskaźnika wraz ze wzrostem nawożenia azotem. Największą efektywność agronomiczną dla obu wariantów wodnych stwierdzono przy dawce 50 kg azotu na 1 ha.

## Wnioski

1. Deszczowanie pszenicy twardej jarej odmiany 'Rusticano' zwiększało efektywność agronomiczną azotu. Przyrost plonu ziarna pod wpływem nawadniania, średnio w dwuletnim okresie badań, wynosił 63,1%. Wielkość zmian w plonie białka i energii była podobna.

2. Podwyższanie poziomu nawożenia azotem zmniejszało jego efektywność agronomiczną zarówno w wariacie deszczowanym, jak i niedeszczowanym.

3. W uprawie pszenicy twardej jarej w warunkach naturalnych plon białka i energii istotnie wzrastał wraz ze zwiększaniem nawożenia azotem do 50 kg·ha<sup>-1</sup>. W pszenicy jarej deszczowanej plon białka wzrastał do dawki 150 kg azotu na 1 ha, a plon energii – do dawki 100 kg azotu na 1 ha.

## Literatura

- BORÓWCZAK F., GRZEŚ S., KOZIARA W., 1999. Efekty różnych systemów uprawy pszenicy ozimej w zależności od deszczowania. Pam. Puław. 118: 27-34.
- BORÓWCZAK F., KOZIARA W., GRZEŚ S., 1998. Produkcyjne i ekonomiczne efekty różnej intensywności uprawy jęczmienia jarego. Pam. Puław. 112: 19-25.
- DELOGU G., CATTIVELLI L., PECCHIONI N., DEFALCIS D., MAGGIORE T., STANCA A.M., 1998. Uptake and agronomic efficiency of nitrogen in winter barley and winter wheat. Eur. J. Agron. 9: 11-20.
- FOTYMA E., 1997. Efektywność nawożenia azotem podstawowych roślin uprawy polowej. Fragm. Agron. 53, 1: 46-66.
- GONZALEZ PONCE R., SALAS M.L., 1993. Nitrogen use efficiency by winter barley under different climatic conditions. J. Plant Nutr. Soil Sci. 16, 7: 1249-1261.
- GRZEBISZ W., 1988. Środowiskowe i fizjologiczne uwarunkowania produktywności pszenicy ozimej uprawianej w zmianowaniach ze wzrastającym udziałem zbóż. Roczn. AR Pozn. Rozpr. Nauk. 182.
- KOZIARA W., PANASIEWICZ K., GRZEŚ S., 2006 a. Produktywność wody przy uprawie pszenicy jarego w zróżnicowanych warunkach agrotechnicznych. Roczn. AR Pozn. 380, Roln. 66: 271-277.
- KOZIARA W., PANASIEWICZ K., SULEWSKA H., 2006 b. Efekty nawożenia azotem jęczmienia jarego w warunkach pól niedeszczowanych i deszczowanych. Pam. Puław. 142: 215-225.
- KOZIARA W., SULEWSKA H., PANASIEWICZ K., 2007. Efektywność nawożenia azotem pszenicy ozimej w zależności od sposobu uprawy roli. Fragm. Agron. 95, 3: 238-244.
- MACIEJEWSKI T., 1986. Wpływ deszczowania i gęstości siewu na plonowanie trzech odmian jęczmienia jarego. Roczn. AR Pozn. 171, Roln. 32: 27-39.
- MAJKOWSKI K., SZEMPLIŃSKI W., BUDZYŃSKI W., WRÓBEL E., DUBIS B., 1993. Uprawa jęczmienia jarego i owsa w siewie czystym i mieszanym. Roczn. AR Pozn. 243, Roln. 41: 73-84.
- MAŁECKA I., 2003. Studia nad plonowaniem pszenicy ozimej w zależności od warunków pogodowych i niektórych czynników agrotechnicznych. Roczn. AR Pozn. Rozpr. Nauk. 335.
- MOCEK A., DRZYMAŁA S., MASZNER P., 1997. Geneza, analiza i klasyfikacja gleb. Wyd. AR, Poznań.
- PANASIEWICZ K., KOZIARA W., 2004. Wpływ deszczowania, nawożenia azotem oraz stymulatora Bion 50 WG na skład chemiczny i plon energii jęczmienia jarego. Roczn. AR Pozn. 361, Roln. 63: 45-55.
- RACHOŃ L., 1999. Porównanie plonowania i jakości jarej pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.) oraz pszenicy zwyczajnej (*Triticum aestivum* ssp. vulgare) przy opóźnionym terminie siewu. W: Materiały Konferencji: Środowiskowe i agrotechniczne uwarunkowania jakości plodów rolnych. Fundacja „Rozwój SGGW”, Warszawa: 60-65.
- RACHOŃ L., SZUMIŁO G., 2002. Plonowanie i jakość niektórych polskich i zagranicznych odmian i linii pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). Pam. Puław. 130: 619-624.
- RACHOŃ L., SZUMIŁO G., 2006. Plonowanie a opłacalność uprawy pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). Pam. Puław. 142: 403-409.
- RACHOŃ L., SZWED-URBAŚ K., SEGIT Z., 2002 b. Plonowanie nowych linii pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.) w zależności od poziomu nawożenia azotem i ochrony roślin. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska Sect. E 57: 71-76.

Panasiewicz K., Koziara W., Sulewska H., 2011. Produktywność azotu w uprawie pszenicy twardej jarej (*Triticum durum* Desf.). *Nauka Przyr. Technol.* 5, 2, #13.

---

- RAHIMIZADEH M., KASHANI A., ZARE-FEIZABADI A., KOOCHKEI A., NASSIRI-MAHALLATI M., 2010. Nitrogen use efficiency of wheat as affected by preceding crop, application rate of nitrogen and crop residues. *Am. J. Crop. Sci.* 4, 5: 363-368.
- RAKOWSKI D., 2003. Wpływ deszczowania i nawożenia na plonowanie wybranych odmian pszenicy jarej i pszenżyta jarego uprawianych na glebie lekkiej. I. Plony ziarna. *Acta Sci. Pol. Ser. Agric.* 2, 2: 18-31.
- SZAFRAŃSKI W., 1995. Wpływ poziomu i sposobu nawożenia azotowego na plonowanie wybranych odmian jęczmienia jarego i owsa w zróżnicowanych warunkach siedliskowych Pogórza. Cz. I. Współczynnik zbioru i wysokość plonu ziarna. *Zesz. Nauk. AR Krak.* 300, Roln. 32: 99-109.
- WRÓBEL E., BUDZYŃSKI W., 1994. Porównanie różnych technologii uprawy pszenżyta jarego. *Zesz. Nauk. AR Szczec.* 162, Roln. 48: 293-298.

#### PRODUCTIVITY OF NITROGEN FERTILIZATION ON SPRING TRITICUM DURUM (*TRITICUM DURUM* DESF.)

**Summary.** The purpose of the study was to determine the effect of sprinkling irrigation and nitrogen fertilization on effectiveness of nitrogen fertilization of spring triticum durum. The experiment was carried out at the Złotniki Experimental Station belonging to Poznań University of Life Sciences on a sandy loam soil classified as Albic Luvisols in 2005-2006. Treatment included two water variants (irrigation and the control treatment with natural precipitation), and four levels of nitrogen fertilization (0, 50, 100, 150 kg·ha<sup>-1</sup>). Sprinkling irrigation increased grain yield, as well as agronomic efficiency of N fertilization. Under non-irrigated and irrigated conditions agronomic efficiency decreased due to increasing of nitrogen doses. Irrigation increased grain yield of 63.1% in 2005-2006.

**Key words:** spring triticum durum, sprinkling irrigation, nitrogen fertilization, agronomic efficiency

*Adres do korespondencji – Corresponding address:*

*Katarzyna Panasiewicz, Katedra Agronomii, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Mazowiecka 45/46, 60-623 Poznań, Poland, e-mail: panas@up.poznan.pl*

*Zaakceptowano do druku – Accepted for print:*

*19.01.2011*

*Do cytowania – For citation:*

*Panasiewicz K., Koziara W., Sulewska H., 2011. Produktywność azotu w uprawie pszenicy twardej jarej (*Triticum durum* Desf.). *Nauka Przyr. Technol.* 5, 2, #13.*