

PLONOWANIE I WARTOŚĆ TECHNOLOGICZNA ZIARNA PSZENICY JAREJ ODMIANY NAWRA W ZALEŻNOŚCI OD DAWKI I TERMINU STOSOWANIA AZOTU*

Alicja Sułek, Grażyna Podolska

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB w Puławach

Streszczenie. Celem badań przeprowadzonych w latach 2004-2006 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Kępa w Puławach było określenie wpływu dawki i terminu zastosowania nawożenia azotem na plon i elementy jego struktury oraz na wybrane cechy jakościowe ziarna pszenicy jarej odmiany Nawra. Czynnikiem doświadczenia był sposób i dawka nawożenia azotem. Uwzględniono 2 poziomy azotu stosowanego dwu- i trzykrotnie na tle obiektu bez nawożenia N. Zróżnicowanie poziomu nawożenia azotem miało wpływ na plon ziarna pszenicy jarej odmiany Nawra. Najwyższy plon ziarna uzyskano po zastosowaniu $180 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ w dwóch dawkach (90 kg – przed siewem i $90 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ – w fazie strzelania w źdźbło). Niższe plony ziarna pszenicy po nawożeniu azotem w trzech terminach były spowodowane spadkiem masy ziarna z rośliny i liczby ziaren z rośliny oraz niższym krzewieniem produkcyjnym. Najkorzystniejsze wskaźniki jakości ziarna stwierdzono u pszenicy nawożonej dawką $180 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$, stosowaną w trzech terminach (60 kg – przed siewem, 60 kg – w fazie strzelania w źdźbło i $60 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ – w fazie kłoszenia). Przeprowadzona analiza korelacji wykazała istotnie dodatni związek pomiędzy nawożeniem azotem a plonem ziarna, liczbą kłosów oraz zawartością białka i glutenu w ziarnie pszenicy jarej.

Słowa kluczowe: pszenica jara, plon ziarna, elementy struktury plonu, cechy jakościowe ziarna

WSTĘP

Jednym z głównych czynników decydujących o wysokości plonu ziarna, a także o jego jakości jest nawożenie azotem [Podolska i Sułek 2002, Woolfolk i in. 2002, Ko-

Adres do korespondencji – Corresponding author: dr Alicja Sułek, Zakład Uprawy Roślin Zbożowych Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB w Puławach, ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy, e-mail: sulek@iung.pulawy.pl

* Praca finansowana ze środków Ministra Nauki i Informatyzacji w latach 2004-2006 w ramach projektu badawczego PBZ-KBN-097/PO6/2003

coń 2005]. W nawożeniu pszenicy jarej bardzo ważna jest wysokość dawki azotu oraz termin jego stosowania. Dawka azotu zastosowana przedsięwzięcie wpływa korzystnie na krzewistość oraz stopień zróżnicowania się elementów kłosa, a następnie na ich wykształcenie. Nawożenie drugą dawką – w fazie strzelania w źdźbło – zapobiega redukcji elementów kłosa i zwiększa powierzchnię asymilacyjną liści. Trzecia dawka azotu, zastosowana w okresie od liścia flagowego do dojrzałości młecznej, utrzymuje sprawność aparatu asymilacyjnego, wpływa na dobre wypełnienie ziarna i zawartość białka [Wróbel 1999]. Zwiększenie poziomu nawożenia azotem poprawia cechy jakościowe ziarna. Cechą, która w największym stopniu ulega zmianom pod wpływem nawożenia, jest zawartość glutenu i białka ogółem [Mazurek i Sułek 1999, Podolska i Sułek 2002, Nowak i in. 2004].

W badaniach założono, że cechy jakościowe ziarna zależą zarówno od dawki nawożenia azotem, jak i terminu jego aplikacji. W celu uzyskania korzystnych parametrów jakościowych wskazane jest zastosowanie wysokiego poziomu nawożenia azotem, uwzględniające fazę formowania ziarna.

Celem badań było określenie wpływu poziomu i sposobu podziału dawki azotu na plon i elementy jego struktury oraz wybrane cechy jakościowe ziarna pszenicy jarej odmiany Nawra.

MATERIAŁ I METODY

Polowe doświadczenie jednoczynnikowe, założone metodą bloków losowanych w trzech powtórzeniach, przeprowadzono w latach 2004-2006 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Kępa w Puławach na madzie brunatnej rzecznej. Badaniami objęto pszenicę jarą odmiany Nawra. Czynnikiem doświadczenia był sposób i dawka nawożenia azotem. Uwzględniono 2 poziomy azotu stosowanego dwu- i trzykrotnie oraz obiekt kontrolny:

- 0 (bez nawozu),
- 90 kg N·ha⁻¹ (45 I + 45 II),
- 90 kg N·ha⁻¹ (30 I + 30 II + 30 III),
- 180 kg N·ha⁻¹ (90 I + 90 II),
- 180 kg N·ha⁻¹ (60 I + 60 II + 60 III).

Azot stosowano w następujących terminach: I – przed siewem, II – w fazie strzelania w źdźbło, III – w fazie kłoszenia się roślin. Wielkość poletek do zbioru wynosiła 25 m². Azot wnoszono w formie 34% saletry amonowej. Siew pszenicy, w obsadzie 450 kielkujących ziaren·m⁻², wykonano w terminach optymalnych w poszczególnych latach. Przedplonem dla pszenicy w pierwszym roku były sadzonki chmielu, w drugim – rzepak, a w trzecim – pszenica ozima. Przed założeniem doświadczenia określono pH, zasobność gleby w P, K, Mg. Dawki nawożenia fosforem i potasem ustalono corocznie w oparciu o zasobność gleby w te składniki. Uprawę gleby wykonano według zaleceń IUNG, a ochronę roślin przed chorobami, szkodnikami i zachwaszczeniem przeprowadzono zgodnie z zaleceniami IOR.

Zbiór kombajnem wykonano w fazie dojrzałości pełnej. Po zbiorze określono plon ziarna i elementy struktury jego plonu. Próby ziarna oddano do laboratorium w celu określenia zawartości białka ogółem (N·5,7), glutenu mokrego, indeksu glutenu, liczby opadania i wskaźnika sedymentacyjnego (SDS).

Wyniki opracowano statystycznie z zastosowaniem analizy wariancji w formie syntezy z trzech lat badań. Półprzedziały ufności wyliczono testem Tukeya przy $\alpha = 0,05$. Do określenia zależności pomiędzy dawką nawożenia azotem a elementami struktury plonu i jakością ziarna pszenicy jarej posłużono się rachunkiem korelacji.

WYNIKI

Nie stwierdzono interakcji czynników doświadczenia z latami badań, dlatego wyniki przedstawiono jako średnie z lat 2004-2006.

Nawożenie azotem różnicowało plonowanie pszenicy jarej odmiany Nawra, elementy struktury plonu ziarna oraz wpływało na jego cechy jakościowe (tab. 1 i 2). Największy plon ziarna uzyskano przy dawce $180 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, stosowanej dwóch terminach (90 kg – przed siewem i $90 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ – w fazie strzelania w źdźbło). Był on istotnie wyższy w porównaniu z plonem z obiektu kontrolnego i obiektów, w których azot stosowano w dawce $90 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ w dwu i trzech terminach. Pszenica uzyskiwała niższe plony ziarna na obiektach, w których azot stosowano w trzech terminach. Było to spowodowane spadkiem liczby ziaren i masy ziarna z rośliny oraz niższym krzewieniem produkcyjnym.

Tabela 1. Wpływ nawożenia azotem na plon ziarna i elementy struktury plonu pszenicy jarej odmiany Nawra

Table 1. Influence of nitrogen fertilization on grain yield and yield components of spring wheat cv. Nawra

Badana cecha Factors	Nawożenie azotem – Nitrogen fertilization, $\text{kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$					$\text{NIR}_{0,05}$ $\text{LDS}_{0,05}$
	90 (45 + 45)	90 (30 + 30 + 30)	180 (90 + 90)	180 (60 + 60 + 60)	Kontrola Control	
Plon ziarna, $\text{dt} \cdot \text{ha}^{-1}$ Grain yield	59,5	57,3	66,2	64,3	48,8	6,32
Liczba roślin przy zbiorze z 1 m^2 Number of plants per 1 m^2	286,3	342,7	300,0	300,0	291,3	ni – ns
Liczba kłosów z 1 m^2 Number of heads per 1 m^2	629,3	661,7	709,3	691,7	598,3	42,5
Masa 1000 ziaren, g Weight of 1000 grains	42,8	43,3	43,9	46,3	40,1	4,75
Rozkrzewienie produkcyjne Productive tillering	2,2	1,9	2,4	2,3	2,0	0,40
Masa ziarna z rośliny, g Grain yield per plant	2,6	2,3	2,9	2,8	2,0	0,52
Masa ziarna z kłosa, g Grain yield per head	1,1	1,4	1,1	1,0	0,9	0,23
Liczba ziaren z rośliny Number of grains per plant	63,9	56,7	68,2	61,3	53,1	10,11
Liczba ziaren z kłosa Number of grains per head	26,3	24,9	26,5	24,8	23,0	ni – ns

ni – ns – różnice nieistotne – non-significant differences

Tabela 2. Cechy jakościowe ziarna pszenicy jarej odmiany Nawra w zależności od dawki i terminu stosowania azotu

Table 2. Grain quality of spring wheat cv. Nawra depending on nitrogen fertilization doses and time of its application

Nawożenie azotem Nitrogen fertilization kg N·ha ⁻¹	Zawartość glutenu Gluten content %	Index glutenowy Gluten index	Liczba opadania Falling number s	Wskaźnik sedymencyjny Sedimentation index cm ³	Zawartość białka, % s.m. Protein content, % D.M.
90 (45 + 45)	27,5	91,7	380	74,7	13,6
90 (30 + 30 + 30)	27,8	93,9	380	77,3	13,5
180 (90 + 90)	28,0	96,6	352	76,3	13,8
180 (60 + 60 + 60)	29,8	95,5	394	78,0	14,2
Kontrola – Control	25,5	92,4	353	70,0	12,7
NIR _{0,05} – LDS _{0,05}	1,71	ni – ns	ni – ns	3,12	0,67

ni – ns – różnice nieistotne – non-significant differences

Nawożenie azotem różnicowało krzewistość pszenicy, wpływając dodatnio na obsadę kłosów. Najwyższą obsadę kłosów stwierdzono na obiektach, na których stosowano 180 kg N·ha⁻¹ w dwóch i trzech terminach w porównaniu z obiektami nawożonymi 90 kg N·ha⁻¹ w dawkach podzielonych na 2 i 3 terminy oraz w stosunku do obiektu kontrolnego.

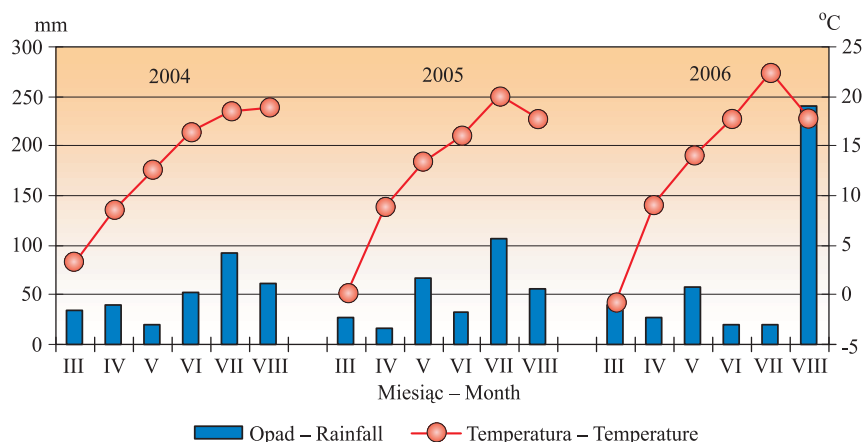
Zastosowanie nawożenia azotem w dawce 180 kg N·ha⁻¹ w trzech terminach (60 kg – przed siewem, 60 kg – w fazie strzelania w źdźbło i 60 kg N·ha⁻¹ – w fazie kłoszenia) wpłynęło na wzrost masy 1000 ziaren w porównaniu z obiektem kontrolnym. Nie stwierdzono istotnych różnic w wartości tej cechy pomiędzy obiektami nawożonymi różnymi dawkami azotu.

Wykazano, że masa ziarna z 1 rośliny była istotnie wyższa przy nawożeniu 180 kg N·ha⁻¹ niż rośliny z obiektu kontrolnego i obiektu, na którym stosowano azot w dawce 90 kg N·ha⁻¹ w trzech terminach (30 kg – przed siewem, 30 kg – w fazie strzelania w źdźbło i 30 kg N·ha⁻¹ – w fazie kłoszenia). Masa ziarna z 1 kłosa była istotnie wyższa po dawce 90 kg N·ha⁻¹ zastosowanej w trzech terminach w porównaniu z pozostałymi sposobami nawożenia. Nawożenie azotem istotnie różnicowało liczbę ziaren z rośliny. Najwyższą wartość tej cechy uzyskano z obiektu, na którym stosowano 180 kg N·ha⁻¹ w dwóch terminach.

Warunki pogodowe wpływały na jakość ziarna pszenicy jarej odmiany Nawra. Układ opadów i temperatur w latach badań był zróżnicowany (rys. 1), zwłaszcza w okresie wypełniania ziarna. Najniższą wartością badanych wyróżników jakościowych cechowało się ziarno w roku 2005 na skutek częstych opadów w okresie jego dojrzewania. Umiarkowane opady i wysoka temperatura w okresie nalewania ziarna w roku 2006 spowodowały, że charakteryzowało się ono największą zawartością białka, glutenu i masą 1000 ziaren.

Zawartość białka i glutenu w ziarnie badanej odmiany były cechami istotnie modyfikowanymi zarówno przez dawkę, jak i termin stosowania azotu. Ziarno pochodzące z obiektu kontrolnego charakteryzowało się najniższą wartością omawianych wyróżników. Najwyższą zawartością białka i glutenu cechowało się ziarno pochodzące z obiektu nawożonego dawką 180 kg·ha⁻¹ w trzech terminach. Wartości tych cech były istotnie wyższe niż ziarna pochodzącego z obiektu nawożonego taką samą dawką w dwóch terminach. Nawożenie azotem różnicowało też wskaźnik sedymencyjny (SDS). Osiągnął on istotnie najwyższą wartość po aplikacji 180 kg N·ha⁻¹ w trzech

terminach w porównaniu z obiektem, na którym $90 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ nawożono w dwóch terminach i w stosunku do obiektu kontrolnego. Sposoby nawożenia azotem nie miały istotnego wpływu na uzyskane wartości liczby opadania oraz indeksu glutenowego.



Rys. 1. Miesięczne sumy opadu (mm) oraz średnie miesięczne temperatury (°C) w sezonach wegetacji (2004-2006) dla Puław

Fig. 1. Monthly total rainfall (mm) and mean monthly temperature (°C) in the growing seasons (2004-2006) for Puławy

Pomiędzy dawką nawożenia azotem a plonem ziarna i liczbą kłosów wystąpiły dodatnie korelacje proste. Analiza korelacji wykazała istotnie dodatni związek wpływu dawki nawożenia azotem z zawartością białka i ilością glutenu w ziarnie (tab. 3).

Tabela 3. Współczynniki korelacji pomiędzy dawką nawożenia azotem a plonem ziarna i elementami struktury plonu i cechami jakościowymi

Table 3. Correlation coefficients between nitrogen fertilization doses and grain yield, yield components and grain quality of spring wheat cv. Nawra

Cecha – Factor	Nawożeniem azotem – Nitrogen fertilization
Plon ziarna – Grain yield	0,714*
Masa 1000 ziaren – Weight of 1000 grains	0,378
Liczba roślin – Number of plants	0,135
Liczba kłosów – Number of heads	0,551*
Masa ziarna z rośliny – Grain yield per plant	0,272
Masa ziarna z kłosa – Grain yield per head	0,326
Liczba ziarn z rośliny – Number of grains per plant	-0,221
Liczba ziarn z kłosa – Number of grains per head	0,039
Rozkrzewienie produkcyjne – Productive tillering	0,220
Zawartość białka ogółem – Protein content	0,561*
Ilość glutenu – Gluten content	0,570*
Indeks glutenowy – Gluten index	0,188
Wskaźnik sedimentacyjny – Sedimentation index	0,198
Liczba opadania – Falling number	0,096

* współczynnik statystycznie istotny ($\alpha = 0,05$) – statistically significant coefficient ($\alpha = 0.05$)

DYSKUSJA

Badania wykazały istotną zależność plonu ziarna pszenicy jarej odmiany Nawra od dawki nawożenia azotem i to niezależnie od sposobu jej aplikacji. Korzystne oddziaływanie azotu na wielkość plonu ziarna pszenicy stwierdzono również w badaniach Sułek i in. [2004] oraz Fotymy [1999]. W doświadczeniach przeprowadzonych przez Fatygę i in. [1994] oraz Wróbla [1999] najwyższe plony uzyskano po aplikacji $120 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ w trzech terminach: 60 kg – przed siewem, 30 kg – w fazie strzelania w źdźbło oraz 30 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ – na początku kłoszenia. Badania Waclawowicza i in. [2005] wykazały, że intensyfikacja nawożenia azotem do dawki $150 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ powodowała systematyczny wzrost plonów ziarna. Dawkę azotu $150 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, jako optymalną dla wielkości plonu pszenicy jarej, wskazują również wyniki uzyskane przez Fotymę [1999]. Odmienne rezultaty uzyskali Borkowska i in. [2002]. Spośród trzech zastosowanych poziomów nawożenia azotem (50, 100 i $150 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) największy plon otrzymano po najniższej dawce, po której stwierdzono najmniejsze wyleganie roślin oraz porażenie przez rdzę źdźbłową.

W badaniach własnych niższe plony ziarna pszenicy uzyskano na obiektach nawożonych azotem z podziałem dawki na trzy części w porównaniu z obiektami nawożonymi taką samą dawką w dwóch terminach. Azot stosowany w pierwszym i drugim terminie jest najbardziej plonotwórczy, ponieważ zwiększa obsadę kłosów i kwiatków w kłosie oraz wpływa na liczbę wykształconych kłosków w kłosie. Nawożenie azotem w okresie kłoszenia wpływa na cechy jakościowe ziarna, przede wszystkim na ilość białka i glutenu [Mazurek i Sułek 2005, Podolska 2005].

Na postawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że dawka oraz termin stosowania azotu miały wpływ na masę 1000 ziaren. Na korzystny wpływ wyższych dawek azotu na masę 1000 ziaren wskazują doświadczenia prowadzone przez Waclawowicza i in. [2005] oraz Wróbla [1999]. Mazurek i in. [1999], Mazurek i Sułek [1999], Noworolnik i Sułek [1999] oraz Sułek i in. [2002, 2004] stwierdzili brak zależności pomiędzy nawożeniem azotem a masą 1000 ziaren. Jednak wyniki uzyskane przez Achremowicza i in. [1993] oraz Borkowską i in. [1999] świadczą o tym, że pod wpływem zwiększonego nawożenia azotem następuje zmniejszenie masy ziarna.

W badaniach własnych stwierdzono korzystny wpływ wysokiej dawki azotu ($180 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) na krzewienie pszenicy i obsadę kłosów, natomiast nie stwierdzono jej oddziaływania na liczbę ziaren z kłosa. W doświadczeniach przeprowadzonych przez Wróbla [1999] najkorzystniejszą obsadę kłosów i liczbę ziaren z kłosa otrzymano po aplikacji $90 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ w dwóch terminach (60 kg – przedsiewnie i 30 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ – w fazie strzelania w źdźbło).

Zawartość białka jest cechą odmianową, ale zależy również od warunków pogodowych i glebowych oraz stosowanych zabiegów agrotechnicznych, w tym przede wszystkim od nawożenia azotem. W prezentowanych badaniach najwyższą ilość białka ogółem uzyskano stosując nawożenie $180 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ w trzech terminach (60 kg – przed siewem, 60 kg – w fazie strzelania w źdźbło i 60 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ – w fazie kłoszenia). Potwierdzono więc wyniki badań Fatygi i in. [1994] oraz Bly i Woodarda [2003], w których wykazano, że ogólną zawartość białka modyfikowała nie tylko dawka, ale również sposób aplikacji azotu. Stosowanie azotu według techniki tzw. dawek podzielonych zwiększa ogólną zawartość białka w porównaniu z taką samą dawką azotu zaaplikowaną jednorazowo. Fatyga i in. [1994] najwyższą zawartość białka ogółem uzyskali po zastosowaniu $120 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ w dwóch terminach: 60 kg – przedsiewnie oraz 60 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ – na początku kłoszenia. Podobnie duże przyrosty białka w ziarnie pszenicy zaobserwowali Bly i Woodard [2003]. W ich badaniach ostatnia dawka azotu przypadała na fazę kwitnienia.

Przeprowadzona analiza korelacji wykazała istotny dodatni związek pomiędzy dawką nawożenia azotem a zawartością białka ogółem oraz glutenu w ziarnie pszenicy jarej odmiany Nawra. Na korzystne oddziaływanie azotu na ilość glutenu w ziarnie pszenicy jarej wskazują również badania innych autorów [Achremowicz i in. 1995, Mazurek i in. 1999, Mazurek i Sułek 1999, Borkowska i in. 2002].

W badaniach własnych, podobnie jak w pracach Mazurka i in. [1999] oraz Mazurka i Sułek [1999], nie stwierdzono wpływu dawki i sposobu aplikacji azotu na jakość glutenu.

Nawożenie azotem różnicowało wskaźnik sedymentacyjny (SDS), który osiągnął istotnie najwyższą wartość przy nawożeniu $180 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ azotu stosowanego w trzech terminach. Badania innych autorów [Mazurek i in. 1999, Ralcewicz i Knapowskiego 2004] wskazują na korzystny wpływ dużych dawek nawożenia azotem na wartości wskaźnika sedymentacyjnego.

Ważnym wskaźnikiem oceny wartości technologicznej pszenicy jest określenie liczby opadania, świadczącej o aktywności enzymów amylolitycznych. W badaniach własnych nie stwierdzono wpływu dawki i terminu stosowania azotu na liczbę opadania, podobnie jak w doświadczeniach Mazurka i in. [1999] i Sułek i in. [2004].

WNIOSKI

1. Zróżnicowanie poziomu nawożenia azotem miało wpływ na plon ziarna pszenicy jarej odmiany Nawra. Najwyższy plon uzyskano po zastosowaniu $180 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ w dwóch terminach: 90 kg – przed siewem i $90 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ w fazie strzelania w źdźbło.

2. Stosowanie azotu w trzech terminach wpłynęło na zmniejszenie krzewistości produkcyjnej, liczby i masy ziarna z rośliny i w efekcie plonu ziarna z hektara.

3. Najkorzystniejsze wskaźniki jakości ziarna stwierdzono u pszenicy nawożonej dawką $180 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, stosowaną w trzech terminach (60 kg – przed siewem, 60 kg – w fazie strzelania w źdźbło i $60 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ – w fazie kłoszenia).

4. Plon ziarna, liczba kłosów oraz zawartość białka i glutenu były dodatnio skorelowane z poziomem nawożenia azotem.

PIŚMIENNICTWO

- Achremowicz B., Borkowska H., Styk B., Grundas S., 1995. Wpływ nawożenia azotowego na jakość glutenu pszenicy jarej. Biul. IHAR 193, 29-34.
- Achremowicz B., Zając J., Styk B., 1993. Wpływ podwyższonego nawożenia azotem na wartość technologiczną niektórych odmian pszenicy jarej i ozimej. Roczn. Nauk Rol. A 110(1-2), 149-157.
- Bly A.G., Woodard H.J., 2003. Nitrogen management. Agron. J. 95, 335-338.
- Borkowska H., Grundas S., Styk B., 1999. Plonowanie kilku odmian pszenicy jarej w zależności od poziomu nawożenia azotowego. Ann. Univ. Mariae Curie Skłodowska, Sect. E, Agricultura 54, 21-29.
- Borkowska H., Grundas S., Styk B., 2002. Wysokość i jakość plonów niektórych odmian pszenicy jarej w zależności od nawożenia azotowego. Ann. Univ. Mariae Curie Skłodowska, Sect. E, Agricultura 57, 99-103.
- Fatyga J., Chrzanowska-Drożdż B., Liszewski M., 1994. Wysokość i jakość plonu pszenicy jarej pod wpływem różnych dawek azotu. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Rolnictwo 254, 113-119.
- Fotyma E., 1999. Pobranie i wykorzystanie azotu przez pszenicę ozimą i jarą. Pam. Puł. 118, 143-152.
- Kocoń A., 2005. Nawożenie jakościowej pszenicy jarej i ozimej a plon i jakość ziarna. Pam. Puł. 139, 57-64.

- Mazurek J., Jaśkiewicz B., Klupczyński Z., 1999. Plonowanie i jakość plonu pszenicy jarej w zależności od techniki nawożenia azotem. *Pam. Puł.* 118, 257-261.
- Mazurek J., Sułek A., 1999. Wpływ różnych dawek i technik nawożenia azotem na plon i cechy jakościowe ziarna pszenicy jarej. *Pam. Puł.* 118, 271-274.
- Mazurek J., Sułek A., 2005. Rynki i technologie produkcji roślin uprawnych. *Pszenica jara*. Wyd. Wieś Jutra Warszawa, 117-129.
- Nowak W., Zbroszczyk T., Kotowicz L., 2004. Wpływ intensywności uprawy na niektóre cechy jakościowe ziarna odmian pszenicy. *Pam. Puł.* 135, 199-211.
- Noworolnik K., Sułek A., 1999. Porównanie efektywności nawożenia azotem zbóż jarych. *Pam. Puł.* 114, 289-293.
- Podolska G., 2005. Rynki i technologie produkcji roślin uprawnych. *Pszenica ozima*. Wyd. Wieś Jutra Warszawa, 99-117.
- Podolska G., Sułek A., 2002. Główne czynniki elementy technologii produkcji decydujące o wysokiej jakości ziarna pszenicy. *Pam. Puł.* 130/I, 709-718.
- Ralcewicz M., Knapowski T., 2004. Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem na wysokość plonu i wartość technologiczną pszenicy jarej. *Ann. Univ. Mariae Curie Skłodowska, Sect. E, Agricultura* 59(2), 969-978.
- Sułek A., Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A., 2004. Wpływ różnych sposobów aplikacji azotu na plon, elementy jego struktury oraz wybrane cechy jakościowe ziarna odmian pszenicy jarej. *Ann. Univ. Mariae Curie Skłodowska, Sect. E, Agricultura* 59(2), 543-551.
- Sułek A., Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A., Haber T., 2002. Wartość technologiczna wybranych odmian pszenicy jarej w zależności od sposobu nawożenia azotem. *Pam. Puł.* 130/I, 597-606.
- Wacławowicz R., Parylak D., Śniady R., 2005. Następczy wpływ nawożenia organicznego oraz mineralnego azotowego na plonowanie oraz wybrane cechy jakościowe ziarna pszenicy jarej. *Pam. Puł.* 139, 277-288.
- Woolfolk C.W., Raun W.R., Johnson G.V., Thomason W.E., Mullen R.W., Wynn K.J., Freeman K.W., 2002. Influence of late-season foliar nitrogen applications on yield and grain nitrogen in winter wheat. *Agron. J.* 94, 429-434.
- Wróbel E., 1999. Reakcja pszenicy jarej na dawkę i termin stosowania azotu. *Pam. Puł.* 118, 447-454.

GRAIN YIELD AND TECHNOLOGICAL QUALITY VALUE OF SPRING WHEAT CV. NAWRA DEPENDING ON NITROGEN FERTILIZATION DOSES AND TIME OF ITS APPLICATION

Abstract. The aim of this research was to determine the influence of nitrogen fertilization doses and time of its application on the grain yield, yield components and grain quality of spring wheat cv. Nawra. The field experiment was conducted in 2004-2006 at the Research Station Kepa in Pulawy, Poland. The experiment was conducted in three replications using block methods. Two nitrogen fertilization doses (90 and 180 kg N·ha⁻¹) and two ways of nitrogen application plus control were used. It was found that the nitrogen fertilization dose affected the grain yield. The lowest grain yield was found for nitrogen application at three times during the vegetation phase, compared with two-time application. This was connected with a smaller number of kernels, lower grain yield per plant and lower productive tillering. The best grain quality parameters were found for a dose of 180 kg N·ha⁻¹ applied three times during the vegetation period (60 kg before sowing + 60 kg in shooting phase + 60 kg in heading phase). The correlation coefficient indicated a strong relationship between nitrogen fertilization and the grain yield, number of heads, protein content and gluten content in spring wheat grain.

Key words: spring wheat, grain yield, yield components, grain quality

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 30.02.2008