

## **WPŁYW DAWKI I SPOSOBU NAWOŻENIA AZOTEM NA PLON I WARTOŚĆ TECHNOLOGICZNĄ ZIARNA ODMIAN PSZENICY OZIMEJ\***

Grażyna Podolska

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB w Puławach

**Streszczenie.** W doświadczeniu polowym prowadzonym w Zakładzie Doświadczalnym IUNG Puławy w latach 2004-2006 badano plonowanie oraz wartość technologiczną ziarna dwu odmian pszenicy ozimej: Sukces i Tonacja w zależności od dawki i sposobu nawożenia azotem. Dawki azotu: 0, 120, 180 kg N·ha<sup>-1</sup> aplikowano dwu- lub trzykrotnie w okresie wegetacji. Korzystniejsze dla wielkości plonu było zastosowanie 120 kg N·ha<sup>-1</sup> w dwóch dawkach i 180 kg N·ha<sup>-1</sup> – niezależnie od podziału. Zastosowanie 120 kg N·ha<sup>-1</sup> w trzech dawkach w okresie wegetacji powodowało wzrost zawartości białka i glutenu w porównaniu z dwukrotną aplikacją azotu. Podział dawki 180 kg N·ha<sup>-1</sup> nie miał wpływu na kształtowanie się cech jakościowych ziarna pszenicy odmiany Sukces i Tonacja.

**Słowa kluczowe:** gluten, liczba opadania, nawożenie azotem, odmiany pszenicy ozimej, plon, SDS

### **WSTĘP**

Ponad 50% produkcji ziarna pszenicy wykorzystywane jest przez przemysł spożywczy, głównie do wyrobu mąki i wypieku pieczywa. Surowiec taki powinien charakteryzować się odpowiednią jakością, na którą składają się zarówno cechy ogólnoużytkowe, jak i cechy ściśle związane z wymaganiami przemysłu młynarskiego i piekarniczego. Jakość surowca przydatnego dla wyrobu mąki i wypieku chleba można ocenić za pomocą wyróżników wartości technologicznej. Jakość ziarna w największym stopniu zależy od odmiany, ale kształtują ją również warunki pogodowe oraz czynniki agrotechniczne. Jednym z takich czynników jest nawożenie azotowe. Z licznych opracowań literaturowych wynika, że wpływa ono nie tylko na poziom plonów, ale również na zawartość białka, glutenu, jakość glutenu, wskaźnik sedymentacyjny, rozplýwalność

---

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

\* Praca finansowana ze środków Ministra Nauki i Informatyzacji w latach 2004-2006 w ramach projektu badawczego PBZ-KBN-097/P06/2003

glutenu i rozmięczenie ciasta [Piech i Stankowski 1988, Jia i in 1996, Cacak-Pietrzak i in. 1999, Podolska i Sułek 2002]. Wprowadzane do doboru odmiany mają genetycznie zakodowaną jakość technologiczną, która w pełni ujawnia się przy prawidłowej agrotechnice, w tym przy właściwej dawce i terminie aplikacji azotu. Pszenica technologiczna wymaga większej dawki nawożenia azotem w porównaniu z pszenicą uprawianą na cele paszowe oraz aplikacji azotu w okresie formowania się ziarna. W badaniach założono, że odmiany z tej samej grupy jakościowej będą podobnie reagowały na dawkę i sposób nawożenia azotem oraz że bez względu na wielkość dawki dla uzyskania korzystnych cech technologicznych należy stosować azot w dawkach dzielonych, uwzględniając zastosowanie w fazie formowania ziarna.

Celem badań było określenie wpływu dawki i sposobu aplikacji azotu na produktywność i wartość technologiczną ziarna wybranych odmian pszenicy ozimej.

## MATERIAŁ I METODY

Dwuczynnikowe doświadczenie polowe założono metodą podbloków losowanych w trzech powtórzeniach w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym „Kępa”, należącym do IUNG – PIB w Puławach. Czynnikiem pierwszego rzędu była dawka nawożenia azotem i sposób jej aplikacji, drugiego – odmiana. Uwzględniono następujące dawki nawożenia azotem: 0, 120, 180 kg N·ha<sup>-1</sup>. Azot aplikowano dwu- lub trzykrotnie w okresie wegetacji. Dwukrotne stosowanie azotu polegało na aplikowaniu 50% dawki w okresie ruszenia wegetacji na wiosnę (faza 24 według Zadoksa) i 50% dawki w fazie strzelania w źdźbło (31 według Zadoksa), trzykrotne – na stosowaniu 33% dawki w okresie ruszenia wegetacji na wiosnę (faza 24), 33% dawki w fazie strzelania w źdźbło (31 według Zadoksa) i 33% dawki w fazie kłoszenia (57 według Zadoksa). Obiekt kontrolny stanowiły poletka nie nawożone azotem. W badaniach uwzględniono dwie odmiany pszenicy ozimej – Tonacja i Sukces. Doświadczenie założono na madzie brunatnej rzecznej, kompleksie pszennym dobrym. Przedplonem był rzepak ozimy. Siew wykonano w terminie optymalnym dla rejonu: 24.09.2004 r. i 24.09.2005 roku, stosując ilość wysiewu 4,5 mln ziaren·ha<sup>-1</sup>. Nasiona przed siewem zaprawiano zaprawą Baytan Universal w ilości 300 ml na 100 kg ziarna. Ochronę chemiczną przeciwko chwastom, chorobom i szkodnikom stosowano zgodnie z zaleceniami IOR. Zbiór wykonano w fazie dojrzałości pełnej: 12.08.2005 r. i 3.08.2006 roku. Po zbiorze przeprowadzono ocenę wielkości plonu ziarna, cech struktury plonu i cech jakościowych ziarna. Oznaczono: masę 1000 ziaren, zawartość azotu ogółem metodą Kjeldahla, stosując przelicznik (N·5,7), ilość i jakość glutenu mokrego w aparacie Glutomatic, wskaźnik sedymentacyjny SDS oraz liczbę opadania metodą Hagberga-Pertena [Praca pod red. Jakubczyka i Haber 1983]. Wyniki opracowano statystycznie przy zastosowaniu analizy wariancji. Najmniejsze istotne różnice wyliczono w oparciu o test t-Tukeya przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ .

Warunki pogodowe w okresie wegetacji pszenicy ozimej w latach prowadzenia doświadczenia znacznie się różniły (tab. 1). Średnia miesięczna temperatura stycznia w roku 2005 była o 1,7°C niższa niż w wieloleciu, natomiast temperatura w lutym, marcu i kwietniu przewyższała średnią ze 100 lat o 2,0, 1,7 i 0,8°C. Temperatura maja była niższa, natomiast lipca i sierpnia na poziomie wielolecia. Inaczej przedstawiała się temperatura w 2006 roku. Luty i marzec były chłodniejsze w stosunku do wielolecia i odpowiednich miesięcy roku 2005, a kwiecień i lipiec cieplejsze niż w wieloleciu.

Różna była także ilość opadów w poszczególnych latach. Rok 2005 w okresie wiosennym charakteryzował się znacznie wyższą od średniej wieloletniej ilości opadów, natomiast mniejszą w maju i czerwcu. Rok 2006 charakteryzował się suchą wiosną (mniejsza od wielolecia ilość opadów w lutym, marcu i kwietniu) oraz suchym czerwcem. Duże ilości opadów wystąpiły natomiast w lipcu (tab. 1).

Tabela 1. Średnie miesięczne temperatury (°C) i opady (mm) w latach 2005-2006 w porównaniu z wieloleciem

Table 1. Mean monthly temperature (°C) and precipitations (mm) in 2005 and 2006 compared with long-term data

Rok – Year	Miesiąc – Month							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
	Temperatura – Temperature, °C							
2005	-5,0	-0,3	3,3	8,6	12,5	16,5	18,5	18,9
2006	0,7	-3,6	0,1	8,9	13,4	16,0	20,1	17,7
Wielolecie Long-term data	-3,3	-2,3	1,6	7,8	13,5	16,8	18,5	17,4
	Opady – Precipitation, mm							
2005	20,7	43,7	34,1	38,9	19,0	52,1	93,0	62,3
2006	37,8	17,7	27,8	16,3	66,9	31,7	106,5	55,9
Wielolecie Long-term data	29,0	28,4	28,1	42,0	55,0	71,0	78,2	67,3

## WYNIKI

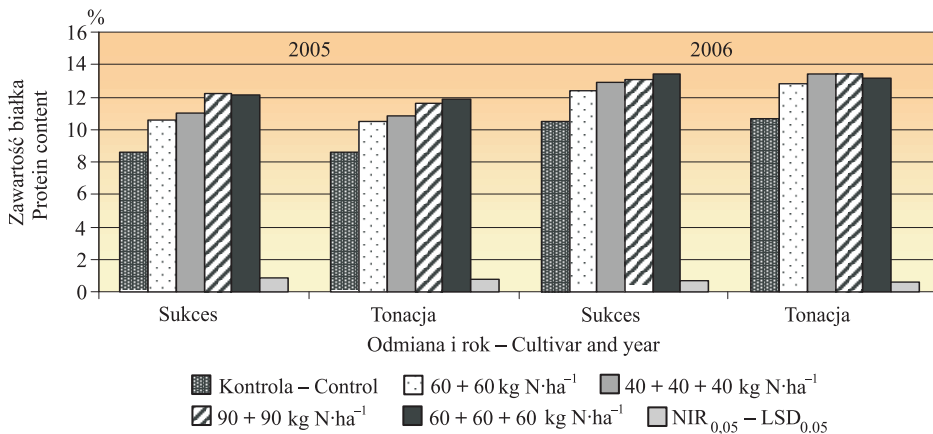
Nie stwierdzono współdziałania odmian i nawożenia w kształtowaniu wielkości plonu i elementów jego struktury, dlatego w pracy przedstawiono średnie wyniki w latach dla odmian. Odnotowano różnicę wielkości plonu w zależności od lat. Na każdym z obiektów pszenica plonowała znacznie wyżej w 2005 roku w porównaniu z 2006, jednak reakcja na dawkę i sposób jej aplikacji były podobne (tab. 2). Korzystniejsza dla wielkości plonu okazała się aplikacja 120 kg N·ha<sup>-1</sup>, stosowanego w dawkach dzielonych 60 + 60 kg N·ha<sup>-1</sup> – w stosunku do obiektu kontrolnego i takiej samej dawki aplikowanej trzykrotnie: 40 + 40 + 40 kg N·ha<sup>-1</sup>. Sposób nawożenia 180 kg N·ha<sup>-1</sup> nie wpłynął istotnie na poziom plonowania, chociaż wystąpiła tendencja wyższego plonu przy dwukrotnej aplikacji. W 2005 roku liczba kłosów na wszystkich obiektach była istotnie wyższa niż na obiekcie kontrolnym, natomiast w 2006 najwyższą liczbę kłosów stwierdzono na obiekcie nawożonym dawką 120 kg N·ha<sup>-1</sup> – przy dwukrotnej aplikacji. Stosowanie 180 kg N·ha<sup>-1</sup> – niezależnie od aplikacji – przyczyniło się do istotnej zwyczajki liczby kłosów w stosunku do obiektu kontrolnego i dawki 120 kg N·ha<sup>-1</sup> stosowanej trzykrotnie. W obu latach nawożenie azotem nie miało wpływu na MTZ i plon ziarna z kłosa. Stwierdzono korzystny wpływ dawki nawożenia azotem na plon ziarna z rośliny, liczbę ziaren z rośliny, z tym że w 2006 roku statystycznie udowodniona różnica w stosunku do kontroli wystąpiła na wszystkich obiektach z wyjątkiem podawanej trzykrotnie dawki 40 kg N·ha<sup>-1</sup> (tab. 2).

Tabela 2. Wpływ dawki i sposobu nawożenia azotem na plon i cechy struktury plonu  
 Table 2. Yield and yield components of winter wheat depending on nitrogen fertilization

Cecha – Trait	Nawożenie azotowe – Nitrogen fertilization, kg·ha <sup>-1</sup>						NIR <sub>0,05</sub> LSD <sub>0,05</sub>	
	rok year	kontrola control	120			180		
			60 + 60	40 + 40 + 40	90 + 90	60 + 60 + 60		
Plon, t·ha <sup>-1</sup>	2005	9,0	10,5	9,5	10,0	9,8	0,98	
Grain yield	2006	6,2	7,2	6,9	7,3	7,0	0,87	
Liczba kłosów z 1 m <sup>2</sup>	2005	741	812	803	861	858	56,8	
Number of heads per 1 m <sup>2</sup>	2006	476	532	477	506	511	27,6	
MTZ, g	2005	47,9	46,4	48,6	47,0	47,7	ni – ns	
Weight of 1000 grains	2006	48,5	48,9	48,4	49,5	48,8	ni – ns	
Plon ziarna z rośliny, g	2005	3,89	4,15	4,29	4,46	4,26	0,312	
Grain yield per plant	2006	3,47	3,98	3,77	4,08	4,00	0,411	
Plon ziarna z kłosa, g	2005	1,33	1,33	1,34	1,30	1,45	ni – ns	
Grain yield per head	2006	1,49	1,53	1,62	1,57	1,53	ni – ns	
Liczba ziaren z rośliny	2005	81,3	89,8	88,3	94,4	89,2	5,27	
Number of grains per plant	2006	71,9	81,8	78,3	82,7	82,3	6,78	
Liczba ziaren z kłosa	2005	27,8	28,7	27,6	27,8	30,5	ni – ns	
Number of grains per head	2006	30,9	31,4	35,2	31,7	31,5	ni – ns	
Waga słomy, g	2005	1343	1309	1305	1347	1446	75,8	
Straw weight	2006	842	896	888	929	915	45,7	

ni – ns – nieistotne – non significant

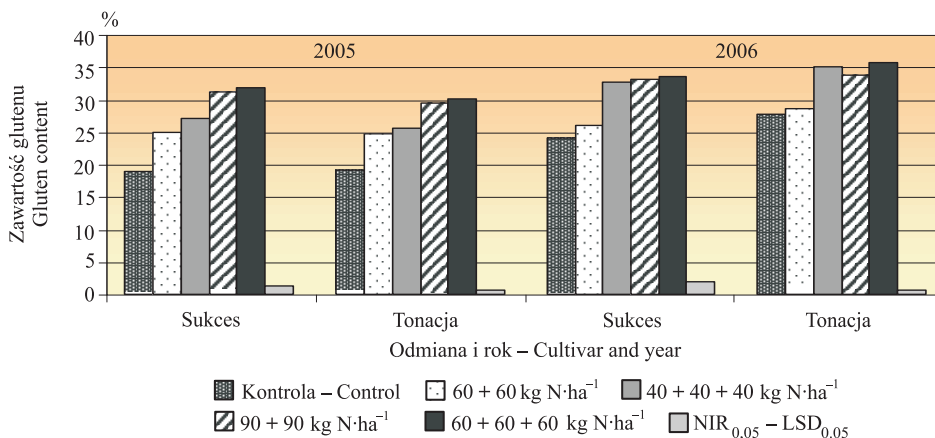
Jakość ziarna badanych odmian pszenicy zależała od roku, dawki i sposobu nawożenia azotem. Wpływ dawki był zróżnicowany w zależności od lat badań. W roku 2005 zawartość białka u obu odmian zwiększała się wraz ze wzrostem dawki nawożenia azotem. W przypadku odmiany Sukces jego większe nagromadzenie stwierdzono przy wyższej dawce nawożenia. W roku 2006 odmiana Tonacja charakteryzowała się taką samą zawartością białka w ziarnie na obiektach nawożonych 120 kg·ha<sup>-1</sup> azotu stosowanego trzykrotnie, jak i dawką 180 kg N·ha<sup>-1</sup>. W przypadku odmiany Sukces zawartość tego składnika wzrastała po zastosowaniu dawki 180 kg N·ha<sup>-1</sup> (rys. 1).



Rys. 1. Zawartość białka w ziarnie pszenicy ozimej w zależności od dawki i sposobu nawożenia azotem

Fig. 1. Protein content in winter wheat grains depending on nitrogen fertilization

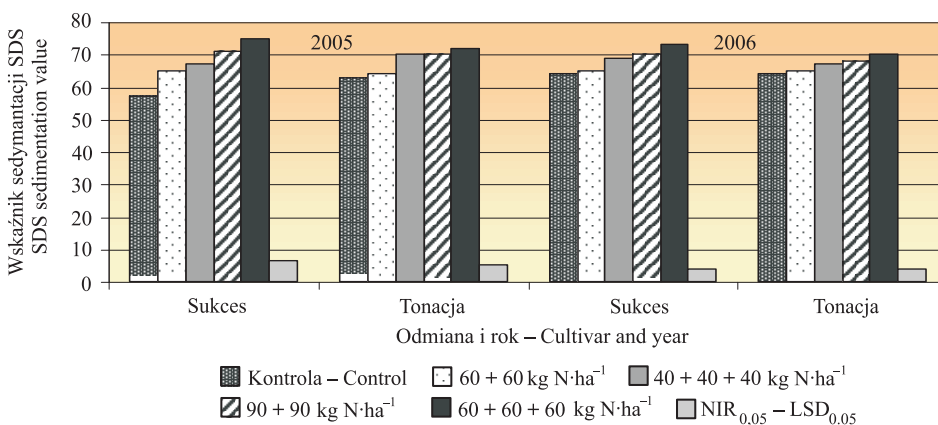
W roku 2005 zawartość glutenu na każdym z obiektów była niższa niż w 2006 (rys. 2). Najniższą jego zawartość stwierdzono w ziarnie z obiektu kontrolnego; zwiększała się ona wraz ze wzrostem dawki nawożenia azotem. Podział dawki miał wpływ na zawartość glutenu. Po zastosowaniu  $120 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ ; jego wyższą zawartość odnotowano, gdy azot aplikowano trzykrotnie w okresie wegetacji. Przy nawożeniu  $180 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  aplikacja azotu nie miała wpływu na zawartość tego składnika.



Rys. 2. Zawartość glutenu w ziarnie pszenicy ozimej w zależności od dawki i sposobu nawożenia azotem

Fig. 2. Gluten content in winter wheat grains depending on nitrogen fertilization

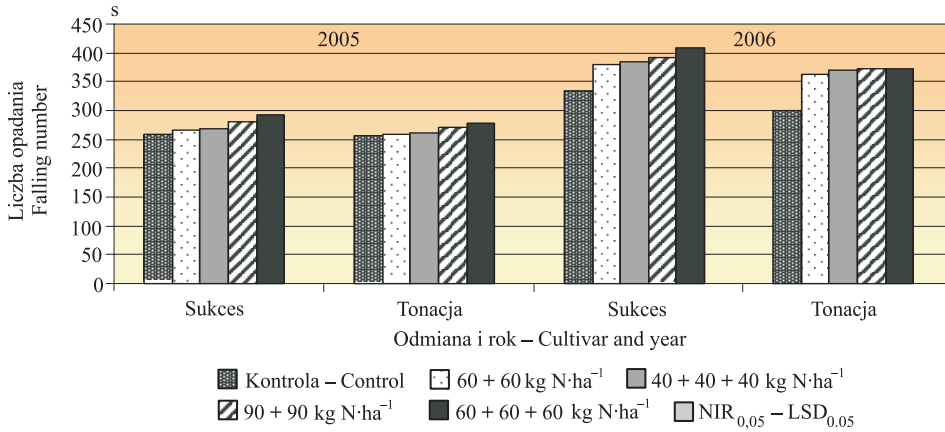
Nie stwierdzono istotnej różnicy w kształtowaniu się wskaźnika sedymentacji w zależności od lat (rys. 3). W roku 2006 u obu odmian i w 2005 u odmiany Tonacja wskaźnik sedymentacyjny wzrastał po zastosowaniu  $120 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  w dawkach dzielonych –  $40 + 40 + 40$ . W roku 2005 u odmiany Sukces stwierdzono wyższą wartość tego parametru po nawożeniu  $180 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  azotu trzykrotnie (w dawkach po  $60 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) w odniesieniu do dawki  $120 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  również aplikowanej trzykrotnie.



Rys. 3. Wskaźnik sedymentacyjny pszenicy ozimej w zależności od dawki i sposobu nawożenia azotem

Fig. 3. Sedimentation value of winter wheat grains depending on nitrogen fertilization

Nawożenie azotem nie miało wpływu na liczbę opadania. Wystąpiły różnice między latami. W roku 2006 pszenica charakteryzowała się wyższymi wartościami tego parametru niż w roku 2005 (rys. 4).



Rys. 4. Liczba opadania pszenicy ozimej w zależności od dawki i sposobu nawożenia azotem  
Fig. 4. Falling number of winter wheat grains depending on nitrogen fertilization

## DYSKUSJA

Nawożenie azotem jest jednym z ważniejszych czynników oddziałujących zarówno na wielkość plonu, jak i parametry wartości technologicznej ziarna pszenicy ozimej. Wyższe dawki nawożenia azotem powodują zwiększenie krzewienia produkcyjnego i ograniczenie zamierania pędów bocznych, a tym samym wzrost liczby kłosów. Dostatek azotu korzystnie wpływa na budowę i płodność kłosa [Piech 1984, Podolska i Mazurek 1999]. Dla wielkości plonu ważna jest zarówno dawka, jak i sposób aplikacji azotu [Podolska i Mazurek 1999, Podolska i in. 2007], co potwierdzają prezentowane badania. Stosując 120 kg N·ha<sup>-1</sup> dwukrotnie – w dawkach po 60 kg N·ha<sup>-1</sup> – uzyskano wyższe plony niż po trzykrotnej aplikacji tej dawki, z tym że różnice udowodnione statystycznie wystąpiły jedynie w 2005 roku. Ten sposób nawożenia wpływał na większą liczbę kłosów, większą liczbę ziaren z rośliny i plon ziarna z rośliny. W przypadku zastosowania dawki 180 kg N·ha<sup>-1</sup> sposób podziału nie miał już istotnego wpływu na poziom plonowania. Badania Podolskiej i in. [2005] wykazały, że średni poziom plonów wyliczony dla lat, miejscowości i odmian osiągnął swoje maksimum w przypadku zastosowania 130 kg N·ha<sup>-1</sup>.

Prezentowane wyniki wskazują na zróżnicowanie parametrów technologicznych w latach badań, co świadczy o wpływie pogody i warunków siedliska na kształtowanie się jakości ziarna, zawartości białka, glutenu i liczby opadania. Jest to zgodne z danymi przedstawionymi przez innych autorów [Daniel i in. 1998a, b, Goodling i Smith 1998, Podolska i in. 2005, Stankowski i Rutkowska 2006], według których dla tworzenia się dużej ilości białek glutenowych najkorzystniejsza jest słoneczna pogoda z umiarkowanymi opadami i wysoką temperaturą.

Badania nad wpływem nawożenia azotem na wartość technologiczną ziarna pszenicy świadczą o tym, że zarówno dawka, sposób aplikacji, jak i forma stosowanego na-

wożenia wywierają wpływ na poszczególne parametry jakości. Wyniki wskazują, że w miarę wzrostu poziomu nawożenia azotowego następuje zwiększenie zawartości białka w ziarnie. Cacak-Pietrzak i in. [1999] stwierdzili, że wzrost dawki N z 40 do 80  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  powodował zwiększenie zawartości białka o 1,8%. Badania Mazurka i in. [1999] wskazują na wzrost zawartości białka o 2% przy zwiększeniu dawki z 50 do 90  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Wróbel i Szempliński [1999] udowodnili, że wzrost dawki azotu od 0 do 160  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  powodował zwiększenie zawartości białka o 3,3%. W badaniach Podolskiej i in [2005] zwiększenie dawki nawożenia azotem z poziomu kontrolnego (0) do 200  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  wpłynęło na wzrost zawartości białka o 3,3%. Stankowski i Rutkowska [2006] uzyskali wzrost zawartości białka przy dodatkowej dawce nawożenia azotem, zastosowanej w fazie końca kłoszenia i końca kwitnienia.

W prezentowanej pracy skoncentrowano się na analizie wpływu wysokich dawek nawożenia azotem i sposobu ich aplikacji w okresie wegetacji pszenicy na wybrane wskaźniki wartości wypiekowej odmian należących do tej samej grupy jakościowej – A. W hipotezie zakładano, że reakcja odmian z tej samej grupy technologicznej na dawkę i sposób nawożenia azotem w kształtowaniu cech wartości technologicznej powinna być taka sama, niezależna od warunków pogody i lat badań. Wyniki wskazują, że u obu odmian zawartość białka wzrastała wraz ze wzrostem dawki nawożenia azotem. W roku 2005 u odmiany Sukces wzrost zawartości białka na obiekcie  $N_{180}$  w stosunku do kontroli wyniósł 3,6%, a u odmiany Tonacja – 3,3%. Różnice ilości białka po dwukrotnym zastosowaniu 120 i 180  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  wyniosły: u odmiany Sukces 1,6%, a u odmiany Tonacja 1,1%, natomiast po trzykrotnym, odpowiednio – 1,14 i 1,1%. W roku 2006 zawartość białka u odmiany Sukces zwiększyła się na obiekcie  $N_{180}$  w stosunku do kontroli 2,9%, a u odmiany Tonacja – 2,5%. Różnice ilości białka po dwukrotnym zastosowaniu dawek 120 i 180  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  wyniosły: w ziarnie odmiany Sukces 0,7%, a odmiany Tonacja 0,6%, natomiast po trzykrotnym, odpowiednio – 0,5 i 0,2%. Powyższe wyniki wskazują, że w warunkach pogodowych sprzyjających gromadzeniu białka w ziarnie efekt wpływu dawki nawożenia azotem u odmiany Tonacja był niższy niż u odmiany Sukces i do osiągnięcia wysokiej zawartości białka wystarczająca okazała się dawka 120  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , stosowana trzykrotnie w okresie wegetacji.

Dawka nawożenia azotowego wywiera również wpływ na zawartość glutenu w ziarnie. W badaniach Wróbla i Szemplińskiego [1999] uzyskano 13% wzrost zawartości glutenu pod wpływem intensywnego nawożenia N. Na wzrost zawartości tego składnika pod wpływem wzrastających dawek nawożenia azotowego wskazują również badania Knapowskiego i Ralcewicz [2004]. Udowodnili oni, że na obiektach, na których zastosowano dawkę 160  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , wzrost zawartości glutenu wyniósł odpowiednio 12,2; 8,6 i 4,5% w porównaniu z obiektami  $N_0$ ,  $N_{80}$  i  $N_{120}$ . W doświadczeniach Podolskiej i in. [2005] był on jeszcze większy i wyniósł średnio z lat (1999-2001) – 15,2%. W prezentowanych badaniach na obiektach dwu- i trzykrotnie nawożonych dawką 120  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  oraz 180  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  uzyskana zwyżka ilości glutenu w stosunku do obiektu bez nawożenia wynosiła średnio dla lat i odmian: 2,6; 7,4; 9,1; 9,8%.

Wskaźnik sedymentacyjny jest parametrem świadczącym o ilości i jakości glutenu. Jego wyższe wartości uzyskano, stosując azot trzykrotnie w dawce 120  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  w porównaniu z taką samą dawką stosowaną dwukrotnie w okresie wegetacji. Podział dawki 160  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  nie miał wpływu na kształtowanie się wielkości wskaźnika sedymentacyjnego. Na wzrost wielkości tego wskaźnika pod wpływem dawki nawożenia azotem

zwracają również uwagę Wróbel i Szempliński [1999], Stankowski i in. [1999, 2004] oraz Podolska i in. [2005].

W przedstawionych badaniach nie stwierdzono wpływu nawożenia azotem na liczbę opadania. Jest to zgodne z wynikami doświadczeń Podolskiej i in. [2005, 2007], Stankowskiego i in. [2004] oraz Stankowskiego i Rutkowskiej [2006]. Odmienne wyniki uzyskali Knapowski i Ralcewicz [2004]. Udowodnili, że podwyższenie dawek azotu pod pszenicę ozimą do poziomu  $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  powodowało istotny wzrost wartości liczby opadania w porównaniu z wartościami otrzymanymi na obiektach  $\text{N}_{80}$  i  $\text{N}_0$ .

## WNIOSKI

1. Zastosowanie  $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$  w dwu dawkach po  $60 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$  w okresie ruszenia vegetacji na wiosnę i w fazie strzelania w źdźbło dało korzystniejszy efekt plonotwórczy w porównaniu z zastosowaniem takiej samej ilości azotu w trzech dawkach po  $40 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ , stosowanych w okresie ruszenia vegetacji na wiosnę, fazie strzelania w źdźbło i kłoszenia. Sposób aplikacji  $180 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$  nie miał wpływu na poziom plonów ziarna.

2. Zastosowanie  $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$  trzy razy w okresie vegetacji pszenicy w dawkach po  $40 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$  powodowało wzrost zawartości białka i glutenu w porównaniu z taką samą dawką stosowaną dwukrotnie (po  $60 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ ).

3. Podział dawki  $180 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$  nie miał wpływu na kształtowanie się cech jakościowych ziarna pszenicy odmian: Sukces i Tonacja.

4. Obie odmiany jednakowo reagowały na dawkę i sposób aplikacji azotu w kształtowaniu wyróżników wartości technologicznej w 2005 roku, natomiast w 2006 zawartość białka u odmiany Tonacja przy zastosowaniu  $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$  trzykrotnie w dawkach po  $40 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$  była podobna jak po zastosowaniu dawki  $180 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ .

## PIŚMIENNICTWO

- Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A., Haber T., 1999. Wartość technologiczna wybranych odmian pszenicy ozimej w zależności od zróżnicowanego nawożenia azotem. Pam. Puł. 118, 45-56.
- Daniel C., Tribol E., Le Blevenec L., Ollier J., 1998a. Effects of temperature and nitrogen nutrition on protein composition of winter wheat: effects of gliadin composition. Short Communications Fifth Congress ESA 1, 247-248.
- Daniel C., Tribol E., Le Blevenec L., Ollier J., 1998b. Effects of temperature and nitrogen nutrition on protein composition of winter wheat: effects of glutenin composition. Short Communications Fifth Congress ESA 1, 249-250.
- Goodling M.J., Smith G.P., 1998. The potential to use climate, variety and nitrogen relationships to optimise wheat quality. Short Communications Fifth Congress ESA 1, 229-230.
- Jia Y.Q., Masbou V., Ausсенac T., Fabre J.L., Debreke P., 1996. Effects of nitrogen fertilization and maturation conditions on protein aggregates and on the breadmaking quality of Soissons, a common wheat cultivar. Cereal Chemistry 73, 123-130.
- Knapowski T., Ralcewicz M., 2004. Ocena wskaźników jakościowych ziarna i mąki pszenicy ozimej w zależności od zróżnicowanego nawożenia azotem. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, Sect. E, Agricultura 59(2), 959-968.
- Mazurek J., Jaśkiewicz B., Klupczyński Z., 1999. Plonowanie i jakość ziarna pszenicy ozimej w zależności od techniki nawożenia azotem. Pam. Puł. 118, 263-270.
- Piech M., 1984. Nawożenie azotem i ilość wysiewu jako czynniki zwiększające plon ziarna pszenicy ozimej. Biul. IHAR 155, 91-100.



- Piech M., Stankowski S., 1988. Wpływ dawek i terminów nawożenia azotem oraz ilości wysiewu na plonowanie i jakość ziarna odmian pszenicy ozimej. Cz. 2. Jakość ziarna. Biul. IHAR 166, 17-26.
- Podolska G., Krasowicz St., Sułek A., 2005. Ocena ekonomiczna i jakościowa technologii uprawy pszenicy ozimej przy różnym poziomie nawożenia azotem. Pam. Puł. 139, 175-188.
- Podolska G., Mazurek J., 1999. Budowa rośliny i łanu pszenicy ozimej w warunkach zróżnicowanego terminu siewu i sposobu nawożenia azotem. Cz. II. Plonowanie, struktura plonu i budowa łanu. Pam. Puł. 118, 491-505.
- Podolska G., Stankowski S., Dworakowski T., 2007. Wpływ dawki nawożenia azotem na wielkość plonu i wartość technologiczną ziarna wybranych odmian pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.* 2(94), 274-282.
- Podolska G., Sułek A., 2002. Główne elementy technologii produkcji decydujące o wysokiej jakości ziarna pszenicy. Pam. Puł. 130/II, 587-596.
- Praca pod red. T. Jakubczyk, T. Haber, 1983. Analiza zbóż i przetworów zbożowych. Skrypt SGGW-AR Warszawa.
- Stankowski S., Podolska G., Pecewicz K., 2004. Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i jakość ziarna odmian pszenicy ozimej. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, Sect. E, Agricultura* 59(3), 1363-1369.
- Stankowski S., Rutkowska A., 2006. Kształtowanie się cech jakościowych ziarna i maki pszenicy ozimej w zależności od dawki i terminu nawożenia azotem. *Acta. Sci. Pol., Agricultura* 5(1), 53-61.
- Wróbel E., Szempliński W., 1999. Plonowanie i wartość technologiczna ziarna pszenicy ozimej nawożonej zróżnicowanymi dawkami azotu Pam. Puł. 118, 463-470.

## **EFFECT OF NITROGEN FERTILIZATION DOSES AND WAY OF ITS APPLICATION ON YIELD AND TECHNOLOGICAL QUALITY OF WINTER WHEAT CULTIVARS GRAIN**

**Abstract.** The grain yield and technological quality of two winter wheat cultivars Sukces and Tonacja depending on nitrogen fertilization doses and way of N application were determined and described in the field experiment conducted in Puławy Experimental Station in 2004-2006. Three nitrogen fertilization doses 0, 120, 180 kg N·ha<sup>-1</sup> and two ways of nitrogen application (two times and tree times) were applied in this experiment. The biggest grain yield was obtained with nitrogen fertilization at a dose of 180 kg N·ha<sup>-1</sup> and 120 kg N·ha<sup>-1</sup> applied in two doses during growing period. Nitrogen fertilization applied at a dose of 120 kg N·ha<sup>-1</sup> three times during the growing period of winter wheat caused an increase in protein and gluten content and sedimentation value compared with two times. The way of nitrogen fertilization applied at a dose of 180 kg N·ha<sup>-1</sup> had no significant influence on grain quality.

**Key words:** gluten, falling number, nitrogen fertilization, winter wheat cultivars, grain yield, SDS

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 30.03.2008