

WPLYW NAWOŻENIA AZOTEM NA NIEKTÓRE CECHY JAKOŚCIOWE ZIARNA PSZENICY TWARDEJ (*TRITICUM DURUM* DESF.) ODMIANY KOMNATA

GRAŻYNA PODOLSKA, MARTA WYZIŃSKA

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa-Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

aga@iung.pulawy.pl

Synopsis. W pracy badano wpływ nawożenia azotem oraz sposobu jego aplikacji na cechy technologiczne ziarna pszenicy *Triticum durum* odmiany Komnata. Doświadczenie przeprowadzono w latach 2007/2008 i 2008/2009 w Stacji Doświadczalnej Grabów należącej do Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach. Założone ono zostało metodą podbloków losowanych w czterech powtórzeniach. Czynnikiem pierwszego rzędu była dawka azotu (80, 120, 160, 200 kg N·ha⁻¹), czynnikiem drugiego rzędu był sposób aplikacji azotu: 1 – 50% dawki w fazie ruszenia wegetacji + 50% dawki w fazie strzelania w źdźbło, 2 – 40% dawki w fazie ruszenia wegetacji + 40% dawki w fazie strzelania w źdźbło + 20% dawki w fazie kłoszenia, 3 – 40% dawki w fazie ruszenia wegetacji + 30% dawki w fazie strzelania w źdźbło + 20% dawki w fazie kłoszenia + 10% dawki w fazie dojrzałości mleczonej. Stwierdzono istotny wpływ warunków pogody oraz czynników doświadczenia na wartość niektórych cech jakościowych pszenicy ozimej *Triticum durum* odmiany Komnata. Stosując nawożenie w dawce 200 kg N·ha⁻¹, oraz jej podział: 40% dawki w fazie ruszenia wegetacji + 30% dawki w fazie strzelania w źdźbło + 20% dawki w fazie kłoszenia + 10% dawki w fazie dojrzałości mleczonej uzyskano ziarno o najlepszej przydatności do produkcji makaronu.

Słowa kluczowe – *key words*: pszenica twarda – *Triticum durum*, odmiana Komnata – *Komnata varieties*, dawka azotu – *nitrogen dose*, sposób aplikacji azotu – *method of nitrogen application*, jakość ziarna – *grain quality*

WSTĘP

Makaron obok chleba i kaszy jest podstawowym produktem zbożowym, a wyrabia się go z semoliny, powstającej w wyniku przemiału pszenicy twardej (*Triticum durum*). Właściwości, które predysponują pszenicę twardą do produkcji makaronu to przede wszystkim: jaśniejsza i cieńsza okrywa, wysoka szklistość, zawartość barwników należących do grupy karotenów i ksantofili, wysoka zawartość białka i glutenu o właściwościach umożliwiających zachowanie kształtu nadanego w procesie tłoczenia [Ciołek i Makarska 2004, Makowska i Obuchowski 2000, Rachoń i Kulpa 2004, Rachoń i in. 2002, 2011].

Jakość ziarna pszenicy twardej zależy od genotypu, warunków siedliska oraz technologii produkcji [Szwed-Urbaś i Segit 2004, Woźniak 2006]. Z czynników agrotechnicznych najważniejsze jest nawożenie azotem. Wraz ze wzrostem dawki azotu następuje zwiększenie zawartości białka, ilości glutenu i wskaźnika sedymentacyjnego [Ciołek i Makarska 2004, Knowles i in. 1991, Kulhari i in. 2003, Rachoń i in. 2002, Spychaj i in. 2010]. Jak wskazują badania [Dexter i in. 1982] korzystnie dla cech technologicznych jest stosowanie nawet bardzo wysokich dawek azotu (224 kg N·ha⁻¹). Poza dawką, istotny wpływ na cechy jakościowe i wielkość plonu psze-

nicy ma termin aplikacji azotu. Aplikacja azotu w późniejszych fazach rozwoju pszenicy jest bardziej efektywna we wzroście zawartości białka w ziarnie niż aplikacja we wczesnych fazach [Kelly 1995, Ottman i in. 2000, Wuest i Cassman 1992].

Do niedawna produkcja wyrobów makaronowych w Polsce opierała się na importowanej pszenicy *Triticum durum*. W 2009 roku do Krajowego Rejestru Odmian została wpisana polska odmiana o nazwie Komnata. Jest to odmiana formy ozimej wyhodowana w SHR Smolice. Istotne jest zatem opracowanie agrotechniki dla nowego gatunku pszenicy, a co za tym idzie określenie wpływu czynników agrotechnicznych na cechy technologiczne surowca.

Hipoteza badawcza zakłada wpływ wielkości dawki i terminu aplikacji azotu na cechy jakościowe pszenicy *Triticum durum*, warunkujące wykorzystanie ziarna do produkcji makaronu. Celem przeprowadzonych badań była ocena wybranych parametrów technologicznych ziarna i mąki pszenicy twardej odmiany Komnata w zależności od dawki azotu i sposobu jego aplikacji.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2007/2008 i 2008/2009 w Stacji Doświadczalnej Grabów (51°35' N, 21°67' E) należącej do Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowego Instytutu Badawczego w Puławach. Badaniom poddano ozimą formę pszenicy twardej *Triticum durum* – odmiany Komnata. W celu zweryfikowania hipotezy badawczej założono dwuczynnikowe doświadczenie metodą podbloków losowanych w czterech powtórzeniach. Czynnikiem pierwszego rzędu (a) była dawka azotu ($a_1 - 80$, $a_2 - 120$, $a_3 - 160$, $a_4 - 200$ kg N·ha⁻¹), czynnikiem drugiego rzędu (b) były sposoby podziału dawki azotu: $b_1 - 50\%$ dawki w fazie ruszenia wegetacji (BBCH 29) + 50% dawki w fazie strzelania w źdźbło (BBCH 32); $b_2 - 40\%$ dawki w fazie ruszenia wegetacji (BBCH 29) + 40% dawki w fazie strzelania w źdźbło (BBCH 32) + 20% dawki w fazie kłoszenia (BBCH 32); $b_3 - 40\%$ dawki w fazie ruszenia wegetacji (BBCH 29) + 30% dawki w fazie strzelania w źdźbło (BBCH 32) + 20% dawki w fazie kłoszenia (BBCH 32) + 10% dawki w fazie dojrzałości młecznej (BBCH 73). Azot aplikowano w formie stałej – saletra amonowa. W badanych latach doświadczenia zakładano na glebie zakwalifikowanej do kompleksu żytniego bardzo dobrego. Odczyn gleby pH_{KCl} wynosił 6,01. Zasobność gleby w mg·kg⁻¹ gleby: P₂O₅ – 114,7, K₂O – 126,3, Mg – 40,7; zawartość próchnicy – 1,34%. Zarówno w sezonie 2007/2008 jak i 2008/2009 przedplonem był jęczmień jary. W obu latach doświadczenia pszenicę wysiewano 27 września w ilości 4,5 mln ziaren na ha. Przed siewem zastosowano na 1 ha: 60 kg P₂O₅ i 90 kg K₂O. W celu wyeliminowania chwastów w obu latach zastosowano Maraton 375 SC (pendimetalina + izoproturon) w ilości 4,0 l·ha⁻¹. Łan zabezpieczano przed chorobami stosując w 2008 roku preparat Charisma (famoksat + flusilazol) w ilości 1,5 l·ha⁻¹, natomiast w 2009 roku fungicyd Artea 330 Ec (propikonazol +, cyprokonazol) w dawce 0,5 l·ha⁻¹. Zbiór dokonano w fazie dojrzałości pełnej (04.08 2008 r. oraz 06.08.2009 r.).

Po zbiorze próby ziarna oddano do laboratorium w SHR Smolice w celu oznaczenia parametrów jakościowych ziarna. Oznaczenie zawartości białka ogółem i wskaźnika sedymentacji wykonano metodą NIRS (spektroskopii w bliskiej podczerwieni) na urządzeniu Inframatic 8100. Zawartość barwników karotenoidowych w przeliczeniu na beta-karoten (Standard Methoden für Getreide, Mehl Und Brot 1978) określono bezpośrednio wg wzoru: zawartość barwników (ppm) = 0,174 + 16,57 L, gdzie L to absorbcja próby, liczbę opadania wg PN-ISO 3093, popiół całkowity wg PN-76R-64795. W celu określenia dorodności ziarna oznaczono masę 1000 ziaren (MTZ). Uzyskane wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji, a stwierdzone różnice szacowano testem Tukeya na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Warunki pogody w badanych sezonach wegetacyjnych były odmienne (tab. 1). Sezon 2007/2008 charakteryzował się mniejszą o 75,3 mm ilością opadów w porównaniu do sezonu 2008/2009 oraz zbliżoną temperaturą powietrza. Miesiące początkowego wzrostu pszeni-

Tabela 1. Dane meteorologiczne w sezonie 2007/2008 i 2008/2009 roku
Table 1. Meteorological data in 2007/2008 and 2008/2009 growing season

| Miesiąc <i>Month</i> | 2007/2008 | | 2008/2009 | |
|-------------------------|---------------------------------------|---|---------------------------------------|---|
| | Opady <i>Precipitation</i> (mm) | Temperatura <i>Temperature</i> (°C) | Opady <i>Precipitation</i> (mm) | Temperatura <i>Temperature</i> (°C) |
| IX | 77,4 | 12,8 | 70,9 | 12,5 |
| X | 12,7 | 7,6 | 54,2 | 9,7 |
| XI | 49,9 | 1,2 | 38,2 | 4,9 |
| XII | 10,4 | -0,7 | 45,6 | 1,2 |
| I | 51,9 | 0,8 | 23,8 | -3,2 |
| II | 17,0 | 2,6 | 29,9 | -1,2 |
| III | 62,8 | 3,5 | 76,8 | 2,2 |
| IV | 71,8 | 9,0 | 0,6 | 10,7 |
| V | 87,6 | 13,1 | 57,5 | 13,5 |
| VI | 51,1 | 17,6 | 117,9 | 16,4 |
| VII | 85,4 | 18,9 | 117,8 | 19,7 |
| VIII | 54,5 | 18,9 | 74,6 | 18,1 |

cy: wrzesień i październik 2007 roku charakteryzowały się mniejszą o 35 mm ilością opadów i mniejszą o 2 stopnie C temperaturą powietrza w stosunku do roku 2008. Skutkowało to krótszym o 7 dni w 2007 okresie od siewów do początku krzewienia. Marzec 2008 roku charakteryzował się mniejszą o 14 mm ilością opadów oraz wyższą o 1,3°C temperaturą powietrza. Kwiecień 2008 roku był praktycznie pozbawiony opadów, charakteryzował się natomiast bardzo wysoką temperaturą powietrza wynoszącą 10,7°C, takie warunki pogody spowodowały, że fazę strzelania w źdźbło pszenica rozpoczęła o 8 dni wcześniej w porównaniu do 2008 roku. Susza w kwietniu i niedobór opadów w maju 2009 roku spowodowały przyspieszenie fazy kwitnienia, którą notowano o 14 dni wcześniej niż w roku 2008. Okres od początku kwitnienia do dojrzałości młeczej w roku 2008 roku trwał 9 dni podczas gdy w 2009 aż 22 dni, spowodowane to było niższą temperaturą czerwca i większą o 66,8 mm ilością opadów (tab. 2).

Tabela 2. Dаты występowania oraz długość poszczególnych podokresów wegetacji pszenicy ozimej
 Table 2. The date of occurrence and duration of sub-growing seasons of winter wheat growing season

| Podokresy wegetacji – <i>Sub-growing seasons</i> | 2007/2008 | | 2008/2009 | |
|--|--------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------------------|
| | data – <i>date</i> | liczba dni <i>No of days</i> | data – <i>date</i> | liczba dni <i>No of days</i> |
| Siew – wschody – <i>Sowing – emergence</i> | 27.09–08.10 | 11 | 27.09–07.10 | 10 |
| Wschody – faza 3-go liścia <i>Emergence – 3 leaf phase</i> | 09.10–16.10 | 8 | 08.10–24.10 | 17 |
| Faza 3-go liścia – początek krzewienie <i>3 leaf phase – start of tillering</i> | 17.10–20.10 | 4 | 25.10–28.10 | 4 |
| Początek krzewienie – pełnia strzelania w źdźbło <i>Start of tillering – full of shooting</i> | 21.10–25.04 | 188 | 29.10–20.04 | 174 |
| Pełnia strzelania w źdźbło – widoczne drugie kolanko <i>Full of shooting – second-node</i> | 26.04–05.05 | 10 | 21.04–28.04 | 8 |
| Drugie kolanko – ukazanie się liścia flagowego <i>Second node – flag leaf</i> | 06.05–13.05 | 8 | 29.04–13.05 | 15 |
| Ukazanie się liścia flagowego – początek kłoszenia <i>Flag leaf – start of heading</i> | 14.05–04.06 | 22 | 14.05–20.05 | 7 |
| Początek kłoszenia – początek kwitnienia <i>Start of heading – start of anthesis</i> | 05.06–13.06 | 9 | 21.05–29.05 | 9 |
| Początek kwitnienia – dojrzałość mleczna <i>Start of flowering – milk maturity</i> | 14.06–22.06 | 9 | 30.05–20.06 | 22 |
| Dojrzałość mleczna – dojrzałość woskowa <i>Milk maturity – wax maturity</i> | 23.06–10.07 | 18 | 21.06–03.07 | 13 |
| Dojrzałość woskowa – dojrzałość pełna <i>Wax maturity – full maturity</i> | 11.07–29.07 | 19 | 04.07–29.07 | 26 |
| Długość okresu wegetacji <i>Length of vegetation period</i> | | 306 | | 305 |

WYNIKI BADAŃ

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że dawka, sposób aplikacji azotu i przebieg pogody w latach badań różnicowały cechy jakościowe ziarna i mąki. Masa 1000 ziaren (MTZ) istotnie zależała od uwarunkowań pogodowych w okresie wegetacji pszenicy. W 2008 roku wynosiła 65,2 g, a w 2009 roku była niższa o 11,1 g (54,1 g) (tab. 3). Istotny wpływ na MTZ miała również dawka azotu. Zastosowanie 160 kg N·ha⁻¹ skutkowało uzyskaniem najwyższej MTZ. Była ona o 4,44 g wyższa od uzyskanej, po zastosowaniu 120 kg N·ha⁻¹.

Tabela 3. Charakterystyka cech jakościowych ziarna pszenicy *Triticum durum* odmiany Komnata w zależności od lat badańTable 3. Characterization of grain quality of wheat *Triticum durum* var. Komnata depending on years

| Sezon wegetacyjny Growing season | MTZ WTG (g) | Szklistość Vitreosity (%) | Zawartość białka Protein content (g·kg ⁻¹) | Zawartość popiołu Ash content (g·kg ⁻¹) | Wskaźnik sedymentacji Sedimental test (ml) | Liczba opadania Falling number (s) | β-karoten β-carotene (ppm) |
|--|-------------------|---------------------------------|--|---|--|--|----------------------------------|
| 2007/2008 | 65,2 | 38,8 | 152 | 20,5 | 46,2 | 172 | 1,8 |
| 2008/2009 | 54,1 | 63,9 | 171 | 22,5 | 50,8 | 62 | 2,1 |
| NIR _{0,05} LSD _{0,05} | 9,1 | 15,1 | 10 | 1,0 | 3,9 | 54 | 0,2 |

Odmienne wyniki uzyskano w 2009 roku, w którym dawka azotu nie różnicowała istotnie MTZ. W obu latach najwyższą dorodnością charakteryzowało się ziarno z obiektów, na których azot aplikowano trzykrotnie w okresie wegetacji: 40% (BBCH 29) + 40% (BBCH 32) + 20% (BBCH 54) (tab. 4 i 5).

Czynniki doświadczenia i lata badań w istotny sposób różnicowały szklistość ziarna pszenicy odmiany Komnata. W 2008 roku uzyskano 38% ziaren szklitych, w 2009 roku 64%. W 2009 roku najwyższą szklistością charakteryzowało się ziarno z obiektów, na których zastosowano 160 kg N·ha⁻¹ i 200 kg N·ha⁻¹, a najniższą z obiektów z zastosowaniem 80 i 120 kg N·ha⁻¹. Czterokrotna aplikacja azotu w okresie wegetacji: 40% dawki w fazie ruszenia wegetacji + 30% dawki w fazie strzelania w źdźbło + 20% dawki w fazie kłoszenia + 10% dawki w fazie dojrzałości młecznej powodowała 6% wzrost szklistości ziarna w porównaniu do dwukrotnej aplikacji: (50% w fazie ruszenia wegetacji + 50% w fazie strzelania w źdźbło). W 2009 roku ziarno z poletek, na których zastosowano azot w dawkach 120, 160 i 200 kg na ha charakteryzowało się istotnie wyższą szklistością w porównaniu do dawki 80 kg N·ha⁻¹. Czterokrotna aplikacja azotu w okresie wegetacji przyczyniła się do wzrostu liczby ziaren szklitych.

Zawartość białka w ziarnie zależała od lat badań, dawki i sposobu nawożenia azotem. W 2008 roku średnia zawartość białka wynosiła 15,1%, w roku 2009 – 17,1%. W obu latach najwyższą zawartością białka charakteryzowało się ziarno z obiektów, na których zastosowano 200 kg N·ha⁻¹, najniższą z obiektów, na których dawka azotu wynosiła 80 kg N·ha⁻¹. Najwyższą zawartość białka w ziarnie – 15,4% (2008) i 17,1% (2009) stwierdzono w ziarnie z obiektów, na których azot aplikowano czterokrotnie: (40% dawki w fazie ruszenia wegetacji + 30% dawki w fazie strzelania w źdźbło + 20% dawki w fazie kłoszenia + 10% dawki w fazie dojrzałości młecznej).

Ziarno z 2008 roku charakteryzowało się wyższą zawartością popiołu w odniesieniu do ziarna z 2009 roku. W obu latach badań nie stwierdzono istotnego wpływu dawki azotu oraz sposobu jego aplikacji na omawiany parametr.

Warunki pogody w latach badań istotnie różnicowały wartość współczynnika sedymentacji. W 2009 roku uzyskano wyższe wartości w porównaniu do 2008 roku. Wartość omawianego parametru w 2008 r. wzrastała wraz ze wzrostem dawki azotu. Najniższe wartości 35,1 ml uzyskano stosując azot w ilości 80 kg N·ha⁻¹, wzrost dawki azotu do 120, 160 i 200 kg N·ha⁻¹ przyczynił się do wzrostu omawianego wyróżnika jakościowego odpowiednio o 12,2, 12,5 i 19,8 ml. W 2009 r. poziomy nawożenia N nie wpływały na wielkość tej cechy. W obu latach badań

Tabela 4. Charakterystyka cech jakościowych ziarna pszenicy *Triticum durum* odmiany Komnata w zależności od dawki i sposobu nawożenia azotem (2008)Table 4. Characterization of grain quality of wheat *Triticum durum* var. Komnata depending on dose and method of nitrogen application (2008)

| Czynniki Factors | MTZ WTG (g) | Szklistość Vitreosity (%) | Zawartość białka Protein content (g·kg ⁻¹) | Zawartość popiołu Ash content (g·kg ⁻¹) | Wskaźnik sedymentacji Sedimental test (ml) | Liczba opadania Falling number (s) | β-karoten β-carotene (ppm) |
|--|-------------------|---------------------------------|--|--|--|--|----------------------------------|
| Dawka azotu – Nitrogen dose (kg·ha ⁻¹) | | | | | | | |
| 80 | 66,5 | 29,3 | 137 | 19,1 | 35,1 | 198 | 1,7 |
| 120 | 62,8 | 32,6 | 153 | 21,5 | 47,3 | 189 | 1,8 |
| 160 | 67,2 | 47,3 | 152 | 19,6 | 47,6 | 144 | 1,8 |
| 200 | 64,3 | 46,7 | 164 | 21,6 | 54,9 | 159 | 1,8 |
| NIR _{0,05} LSD _{0,05} | 3,01 | 9,58 | 24 | r.n. | 5,3 | r.n. | r.n. |
| Sposób aplikacji – Method of application | | | | | | | |
| 1* | 65,2 | 35,0 | 149 | 20,5 | 43,6 | 167 | 1,8 |
| 2 | 64,6 | 38,5 | 152 | 20,4 | 47,6 | 177 | 1,8 |
| 3 | 65,9 | 41,0 | 154 | 20,5 | 47,4 | 173 | 1,8 |
| NIR _{0,05} LSD _{0,05} | r.n. | 4,2 | r.n. | r.n. | r.n. | r.n. | r.n. |

r.n. – różnica nieistotna – non significant differences

1* – 50% dawki w fazie ruszenia wegetacji + 50% dawki w fazie strzelania w źdźbło – 50% dose in spring vegetation period + 50% dose at shooting time; 2 – 40% dawki w fazie ruszenia wegetacji + 40% dawki w fazie strzelania w źdźbło + 20% dawki w fazie kłoszenia – 40% dose in spring vegetation period + 40% dose at shooting time + 20% dose at heading time; 3 – 40% dawki w fazie ruszenia wegetacji + 30% dawki w fazie strzelania w źdźbło + 20% dawki w fazie kłoszenia + 10% dawki w fazie dojrzałości pełnej – 40% dose in spring vegetation period + 30% dose at shooting time + 20% dose at heading time + 10% dose in milk maturity

sposób aplikacji azotu nie miał istotnego wpływu na wartość wskaźnika sedymentacyjnego. W 2009 roku nie stwierdzono istotnego wpływu dawki azotu, jednak wystąpiła tendencja wzrostu omawianego parametru w przypadku zastosowania wyższych dawek azotu.

Istotny wpływ na wartości liczby opadania wywarły warunki pogody w latach badań. W 2008 roku liczba opadania wynosiła 172,0 s, a w 2009 tylko 62,4 s. Dawka i sposób aplikacji azotu nie miały wpływu na wartość tego parametru.

W 2009 roku zawartość barwników w ziarnie była wyższa o 0,26 ppm w porównaniu do 2008 roku. Stosując nawożenie azotem na poziomie 160–200 kg N·ha⁻¹ uzyskano wyższą zawartość barwników, ale bez potwierdzenia statystycznego. Sposób podziału dawki azotu nie miał istotnego wpływu na zawartość β karotenu w ziarnie.

Tabela 5. Charakterystyka cech jakościowych ziarna pszenicy *Triticum durum* odmiany Komnata w zależności od dawki i sposobu nawożenia azotem (2009)Table 5. Characterization of grain quality of wheat *Triticum durum* var. Komnata depending on dose and method of nitrogen application (2009)

| Czynniki <i>Factors</i> | MTZ <i>WTG</i> (g) | Szklistość <i>Vitreosity</i> (%) | Zawartość białka <i>Protein</i> <i>content</i> (g·kg ⁻¹) | Zawartość popiołu <i>Ash</i> <i>content</i> (g·kg ⁻¹) | Wskaźnik sedymentacji <i>Sedimental</i> <i>test</i> (ml) | Liczba opadania <i>Falling</i> <i>number</i> (s) | β-karoten <i>β-carotene</i> (ppm) |
|---|--------------------------|--|--|---|--|--|---|
| Dawka azotu – <i>Nitrogen dose</i> (kg·ha ⁻¹) | | | | | | | |
| 80 | 54,2 | 56,0 | 168 | 22,2 | 48,9 | 62,7 | 2,05 |
| 120 | 54,3 | 69,3 | 171 | 22,7 | 51,2 | 62,3 | 2,03 |
| 160 | 54,4 | 64,0 | 170 | 22,2 | 50,5 | 62,3 | 2,05 |
| 200 | 53,5 | 67,3 | 171 | 22,8 | 52,6 | 62,3 | 2,10 |
| NIR _{0,05} LSD _{0,05} | r.n. | 8,6 | r.n. | r.n. | r.n. | r.n. | r.n. |
| Sposób aplikacji – <i>Method of application</i> | | | | | | | |
| 1* | 54,5 | 61,5 | 170 | 22,5 | 50,0 | 62,5 | 2,05 |
| 2 | 53,7 | 64,0 | 170 | 22,3 | 50,4 | 62,5 | 2,06 |
| 3 | 54,1 | 66,3 | 171 | 22,6 | 52,0 | 62,3 | 2,05 |
| NIR _{0,05} LSD _{0,05} | r.n. | 4,2 | r.n. | r.n. | r.n. | r.n. | r.n. |

r.n. – różnica nieistotna – *non significant differences*1* – objaśnienia jak w tabeli 4 – *explanations like in table 4*

DYSKUSJA

Cechy fizyczne oraz ilość uzyskanej w przemiale semoliny to podstawowe wyróżniki warunkujące zastosowanie ziarna pszenicy twardej w przemyśle makaronowym. Semolina oceniana jest na podstawie granulacji oraz zawartości białka, substancji popielnych i barwników karotenoidowych [Troccoli i in. 2000]. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że zarówno przebieg pogody w okresie wegetacji pszenicy, dawka oraz sposób aplikacji azotu wpływały na cechy jakościowe ziarna i mąki pszenicy *Triticum durum* odmiany Komnata. Warunki pogody w większym stopniu determinowały cechy jakościowe, pszenicy odmiany Komnata niż nawożenie azotem, co zgodne jest z badaniami Spychaja i in. [2010] oraz Szumiły i in. [2010].

Większa twardość i szklistość ziarna świadczy o dobrej jakości technologicznej produktów uzyskanych w wyniku przemiału. Uzyskana z takiego ziarna semolina charakteryzuje się właściwą granulacją, barwą i zawartością białka [Obuchowski i in. 1981]. Prezentowane wyniki wykazały, dużą zmienność szklistości ziarna w latach. W 2009 roku w ziarnie pszenicy stwierdzono o 26% więcej ziaren szklitych niż w 2008 roku. O dużej zmienności tej cechy w latach donoszą inni autorzy. Spychaj i in. [2010] stwierdzili zmienność szklistości ziarna odmiany Komnata w zależności od lat w zakresie 49 do 87%. Tak duża zmienność szklistości ziarna

w latach świadczy o małej stabilności tej cechy. Przedstawione badania wykazały również dużą zmienność MTZ w latach badań. W 2008 roku wynosiła ona 65,2 g, a w 2009 roku wynosiła 54,1 g, co zgodne jest z badaniami Szumiły i in. [2010].

Istotnym kryterium oceny surowca do produkcji makaronu jest zawartość białka. Jak donoszą [Obuchowski 2000] zawartość białka nie powinna być niższa niż 13%. Szeroko udokumentowany w literaturze jest fakt, iż pszenica twarda osiąga wyższą zawartość białka niż pszenica zwyczajna [Rachoń i Kulpa 2004, Rachoń i Szumiło 2006]. Literatura przedmiotu podkreśla wpływ warunków pogodowych na tą cechę, co zostało potwierdzone w przedstawionych badaniach. Zmienność zawartości białka w ziarnie w zależności od lat była bardzo duża i wahała się od 17,1 do 15,1% co stanowiło 1,9 pkt %. Jeszcze większą zmienność uzyskał Spychaj i in. [2010] i wynosiła ona 2,7 pkt %. O dużej zmienności zawartości białka również w ziarnie jarej pszenicy twardej w warunkach Polski informują Rachoń i Szumiło [2006]. Koncentracja tego składnika w ziarnie jarej pszenicy twardej odmiany Puławska Twarda wahała się od 15,3 do 17,5%. Makarska i Szwed-Urbaś [2005] wykazały, że zawartość białka nowych linii jarej pszenicy twardej mieści się w przedziale od 12,5 do 14,4%.

Wskaźnik sedymentacji określa kompleks białkowy, jego wysokie wartości świadczą o dużej ilości białka i glutenu oraz jego wysokiej jakości. Lata badań różnicowały ten parametr bardzo wyraźnie. Ziarno pszenicy z 2009 roku charakteryzowało się wyższymi wartościami wskaźnika sedymentacji niż z 2008 roku.

Liczba opadania jest wyznacznikiem aktywności α amylazy, niskie wartości informują o porośnięciu ziarna i małej przydatności surowca do produkcji wyrobów makaronowych. Mąka charakteryzująca się liczbą opadania 350–450 s, to najlepszy surowiec do produkcji makaronu, liczba poniżej 250 s świadczy o niskiej jakości ziarna. W przedstawionych badaniach stwierdzono wpływ przebiegu pogody w latach na liczbę opadania. W 2008 roku wynosiła ona 172, a w 2009 tylko 62,4 s. Jak wskazują badania istotny wpływ na liczbę opadania ma przebieg pogody, a przede wszystkim ilość opadów w okresie dojrzwania ziarna. Jednak w obu omawianych latach badań wartości te były niskie i świadczą o dużej aktywności enzymów amylolitycznych, co wskazuje na dużą skłonność tej odmiany do porostania. Inne wyniki badań odmiany Komnata uzyskali Spychaj i in. [2010], stwierdzając, że w zależności od lat wynosi ona 332–402 s. Natomiast Szumiło i in. [2010] w jarej pszenicy durum uzyskali zmienność liczby opadania w zależności od lat od 153 s do 207 s.

Zawartość barwników karotenoidowych decyduje o barwie makaronu. W prezentowanych badaniach cecha ta w zależności od lat kształtowała się od 2,05 (2009) do 1,79 ppm (2008). W badaniach Spychaja i in. [2010] wynosiła ona od 0,278 do 0,348 mg.

Poza warunkami pogody dawka i sposób aplikacji azotu wywarły wpływ na przydatność ziarna pszenicy odmiana Komnata do produkcji makaronu. W obu latach badań najwyższą zawartość białka w ziarnie stwierdzono po zastosowaniu 200 kg N·ha⁻¹. Najwyższą zawartość białka 15,4% uzyskano po czterokrotnym zastosowaniu stwierdzono azotu w okresie wegetacji pszenicy (40% dawki w fazie ruszenia wegetacji + 30% dawki w fazie strzelania w źdźbło + 20% dawki w fazie kłoszenia + 10% dawki w fazie dojrzałości mleczonej). Uzyskane wyniki wykazujące korzystny wpływ dawki azotu na zawartość białka u pszenicy durum są zgodne z badaniami Abbad i in. [2004], Bellido i in. [2006], Dexter i in. [1982], Spychaj i in. [2010] oraz Uppal i in. [2002]. Spychaj i in. [2010] pod wpływem wzrostu dawki azotu z 0 kg N·ha⁻¹ do 120 kg N·ha⁻¹ uzyskali wzrost zawartości białka z 10,9 do 12,2%. Mattas i in. [2011] wykazali, że wzrost dawki azotu ze 120 do 150 i 180 kg N·ha⁻¹ powodował wzrost zawartości białka z 10,5 do 11,6 i 12,7%. Ci sami autorzy udowodnili, że zawartość białka była istotnie wyższa gdy azot zastosowano trzykrotnie w okresie wegetacji w porównaniu do dwukrotnej aplikacji. Ponadto uważają oni, że wzrost zawartości białka w przypadku zastosowania azotu

w późniejszych okresach wegetacji pszenicy może wynikać z większej możliwości gromadzenia go w ziarnie. Podobnie Bellido i in. [2006], Samson i in. [2005], Sgrulletta i in. [1999] obserwowali istotny wzrost zawartości białka w ziarnie pszenicy *Triticum durum* stosując azot w fazie kwitnienia. Również Kelly [1995] oraz Wuest i Cassman [1992] stwierdzili, że aplikacja azotu w późniejszych fazach rozwoju pszenicy w okresie po kwitnieniu jest bardziej efektywna we wzroście zawartości białka w ziarnie niż aplikacja we wczesnych fazach.

W przedstawionych badaniach wykazano dodatni wpływ ilości zastosowanego azotu na wartość współczynnika sedymentacyjnego, z tym, że udowodniono statystycznie wzrost stwierdzono jedynie w 2008 roku. O dodatnim wpływie dawki azotu na omawiany parametr donoszą Uppal i in. [2002], Abbad i in. [2004], Mattas i in. [2011]. Udowodnili [Mattas i in. 2011], że wzrost dawki azotu ze 120 i 150 do 180 kg·ha⁻¹ powodował wzrost wskaźnika sedymentacyjnego z 24,7 do 28,2 i 30,1 ml odpowiednio. Badacze [Abbad i in. 2004, Uppal i in. 2002] wykazali ponadto istotnie wyższy wskaźnik sedymentacji gdy azot aplikowano w okresie kwitnienia, mniejszy wskaźnik sedymentacyjny otrzymali przy dwukrotnej aplikacji azotu.

W prezentowanych badaniach jedynie w 2008 roku stwierdzono istotny wpływ dawki azotu na MTZ. Najwyższą MTZ stwierdzono stosując 160 kg N·ha⁻¹ i była ona o 4,44 g wyższa od najniższej, uzyskanej przy nawożeniu 120 kg N·ha⁻¹. Mattas i in. [2011] stwierdzili, że dawka azotu nie miała istotnego wpływu na MTZ, zaobserwowali jedynie tendencje obniżenia MTZ wraz ze wzrostem dawki azotu. Trend ten można wytłumaczyć większą liczbą ziaren w kłosie przy większej dawce zastosowanego azotu. Do podobnych wniosków doszli Abbad i in. [2004]. Zastosowanie azotu w trzech terminach do fazy tuż przed kwitnieniem, wpłynęło na kształtowanie się najwyższej MTZ. Najniższą MTZ obserwowali oni gdy azot zastosowano w 2 terminach. Bellido i in. [2006] także obserwowali, że późne dawki azotu w terminie po strzelaniu w źdźbło powodują istotny wzrost MTZ.

WNIOSKI

1. Warunki pogody w okresie wegetacji pszenicy odmiany Komnata, dawka i sposób aplikacji azotu wpływały na cechy wartości technologicznej.
2. Warunki pogody w największym stopniu determinowały jakość ziarna, szczególnie wartości MTZ, szklistość, zawartość białka, wskaźnika sedymentacyjnego, liczby opadania, zawartość popiołu i liczby β karotenów, co świadczy o dużym wpływie pogody na parametry wartości technologicznej odmiany Komnata.
3. Ziarno z obiektów, na których zastosowano 200 kg N·ha⁻¹ przy aplikacji azotu: 40% dawki w fazie ruszenia wegetacji + 30% dawki w fazie strzelania w źdźbło + 20% dawki w fazie kłoszenia + 10% dawki w fazie dojrzałości mleczonej charakteryzowało się najlepszymi cechami do produkcji makaronu.

PIŚMIENNICTWO

- Abbad A., Lloveras J., Michlena A. 2004. Nitrogen fertilization and foliar urea effects on Durum wheat yield and quality and on residual soil nitrate in irrigated Mediterranean conditions. *Field Crops Res.* 87: 257–269.
- Bellido L. L., Bellido R. J. L., Bellido J. L. 2006. Fertilizer nitrogen efficiency in durum wheat under rain fed Mediterranean conditions: Effect of split application. *Agron. J.* 98: 55–62.

- Ciołek A., Makarska E. 2004. Wpływ różnicowanego nawożenia azotem i ochrony chemicznej na wybrane parametry jakościowe ziarna pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). Ann. UMCS, Sect. E Agricultura 59: 777–784.
- Dexter J.E., Crowler W.L., Matsuo R.R., Kosmolak F.G. 1982. Effect on nitrogen fertilization on the quality characteristics of five North American amber durum wheat cultivars. Can. J. Plant Sci. 62: 901–912.
- Kelley K.W. 1995. Rate and time of N application for wheat following different crops. J. Prod. Agric. 8: 339–45.
- Knowles T.C., Doerge T.A., Ottman M.J. 1991. Improved nitrogen management in irrigated durum wheat using stem nitrate analysis: II. Interception of nitrate-nitrogen concentrations. Agron. J. 83: 353–356.
- Kulhari S.C., Sharma S.L., Kantwa S.R. 2003. Effect of varieties, sowing dates and nitrogen levels on yield, nutrient uptake and quality of durum wheat (*Triticum durum* Desf.). Ann. Agric. Res. 24: 332–336.
- Makarska E., Szwed-Urbaś K. 2005. Genetic conditionings of the quality of grain of new lines of *Triticum durum* Desf. Int. Agrophys. 19: 147–152.
- Makowska A., Obuchowski W. 2004. Współczesne metody immunochemiczne umożliwiające określenie gatunku pszenicy *Triticum aestivum* i *Triticum durum*. Pam. Puł. 135: 171–179.
- Mattas K.K., Uppal R. S., Singh R. P. 2011. Nitrogen management and varietal effects on the quality of durum wheat. Res. J. Agr. Sci. 2(2): 279–283.
- Obuchowski W., Gąsiorowski H., Kołodziejczyk P. 1981. Twardość ziarna pszenicy jako kryterium jego jakości. Post. Nauk. Rol. 5: 97–108.
- Ottman M.J., Doergeand T.A., Martin E.C. 2000. Durum grain quality as affected by nitrogen fertilization near anthesis and irrigation during grain fill. Agron. J. 92: 1035–1041.
- Rachoń L., Dziamba Sz., Obuchowski W., Kołodziejczyk P. 2002. Ocena przydatności ziarna odmian pszenicy twardej (*Triticum durum*) i zwyczajnej (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare*) do produkcji makaronu. Ann. UMCS, Sect. E Agricultura 57: 77–86.
- Rachoń L., Kulpa D. 2004. Ocena przydatności ziarna pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.) do produkcji pieczywa. Ann. UMCS, Sect. E Agricultura 59: 995–1000.
- Rachoń L., Szumiło G. 2006. Plonowania a opłacalność uprawy pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). Pam. Puł. 142: 403–409.
- Rachoń L., Szumiło G., Stankowski S. 2011. Porównanie wybranych wskaźników wartości technologicznej pszenicy zwyczajnej (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare*), twardej (*Triticum durum*) i orkiszowej (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*). Fragm. Agron. 28(4): 52–59.
- Samson M.F., Mabilie F., Cheret R., Abecassis J., Morel M.H. 2005. Mechanical and physicochemical characterization of vitreous and mealy durum wheat endosperm. Cereal Chem. 82: 81–87.
- Sgrulletta D., Alessandroni A., De Stefanis E. 1999. Effect of very late spraying urea on final product quality in *Triticum durum*. J. Genet. Breed. 53: 231–236.
- Spychaj R., Gil Z., Chrzanowska-Drożdż B. 2010. Wpływ nawożenia azotem oraz gęstości siewu na jakość ziarna i mąki z ozimej pszenicy twardej (*Triticum durum*) odmiany Komnata. Pam. Puł. 152: 263–276.
- Szumiło G., Rachoń L. 2010. Response of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) to protection intensity. Pol. J. Agron. 2: 73–77.
- Szumiło G., Rachoń L., Stankowski S. 2010. The evaluation of grain and flour quality of spring durum wheat (*Triticum durum* Desf.). Pol. J. Agron. 2: 78–82.
- Szwed-Urbaś K., Segit Z. 2004. Charakterystyka wybranych cech ilościowych u mieszańców pszenicy twardej. Ann. UMCS, Sect. E 59(1): 101–113.
- Trocconi A., Borrelli G.M., De Vita P., Fares C., Di Fonzo N. 2000. Durum wheat quality: a multidisciplinary concept. J. Cereal Sci. 32: 99–113.
- Uppal R.S., Singh R.P., Singh J. 2002. Effect of nitrogen levels and time of application on quality of durum wheat. Crop Improv. 29: 58–64.
- Woźniak A. 2006. Plonowanie i jakość ziarna pszenicy jarej zwyczajnej (*Triticum aestivum* L.) i twardej (*Triticum durum* Desf.) w zależności od poziomu agrotechniki. Acta Agrophys. 8(3): 755–763.
- Wuest S.B., Cassman K.G. 1992. Fertilizer-N use efficiency of irrigated wheat: I. Uptake and efficiency of pre-plant versus late season application. Agron. J. 84: 682–688.

G. PODOLSKA, M. WYZIŃSKA

**THE INFLUENCE OF NITROGEN FERTILIZATION ON SELECTED GRAIN QUALITY
PARAMETERS OF HARD WHEAT (*TRITICUM DURUM* DESF.) CV. KOMNATA****Summary**

In the study the effect of nitrogen fertilization and the method of nitrogen application of *Triticum durum* var. Komnata on grain quality properties was examined. The research was conducted in 2007/2008 and 2008/2009 in the Grabów at Experimental Station of Institute of Soil Science and Plant Cultivation in Puławy. The field experiment was established using the split-plot method with four replication. There was four levels of first factor (nitrogen fertilization): 80, 120, 160, 200 kg N·ha⁻¹, second level was three method of nitrogen application: 1 – 50% of nitrogen dose in spring vegetation period + 50% at shooting time, 2 – 40% in spring vegetation period + 40% at shooting time + 20% at heading time, 3 – 40% in spring vegetation period + 30% at shooting time + 20% at heading time + 10% in milk maturity. The results indicate that weather conducting at vegetation time, dose and the way of nitrogen application had influence on *Triticum durum* grain quality. Using the highest dose of nitrogen and third method of nitrogen application obtained the best grain for pasta production.