

OCENA WYBRANYCH WYRÓŻNIKÓW JAKOŚCI ZIARNA PSZENICY
TWARDEJ ODMIANY FLORADUR W ZALEŻNOŚCI OD UPRAWY ROLI
I NAWOŻENIA AZOTEM

Andrzej Woźniak¹, Dariusz Gontarz²

¹Katedra Herbologii i Technik Uprawy Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin
e-mail: andrzej.wozniak@up.lublin.pl

²Lubella S.A., ul. Wrotkowska 1, 20-469 Lublin

Streszczenie. W pracy przedstawiono ocenę wybranych wyróżników jakości ziarna pszenicy twardej odmiany Floradur. Materiał badawczy stanowiły próby ziarna pochodzące z doświadczenia polowego, w którym wysiewano pszenicę twardą w różnych systemach uprawy roli (płużnym i bezpłużnym) i dawkach azotu (90 i 150 kg·ha⁻¹). Określono: zawartość białka ogółem, gluten mokry, gęstość ziarna (masa hektolitra), wyrównanie, szklistość, zawartość popiołu całkowitego i liczbę opadania. Stwierdzono, że większy wpływ na jakość ziarna pszenicy wywiera nawożenie azotem niż uprawa roli. Wysoka dawka azotu (150 kg·ha⁻¹), w stosunku do standardowej (90 kg·ha⁻¹) zwiększała zawartość białka i glutenu w ziarnie, gęstość i wyrównanie ziarna, szklistość ziarna oraz zawartość popiołu całkowitego. Systemy uprawy roli (płużny i bezpłużny) w niewielkim stopniu różnicowały jakość ziarna. Wyjątek stanowi wyrównanie ziarna, które na obiektach uprawy płużnej było lepsze niż w uprawie bezpłużnej.

Słowa kluczowe: pszenica twarda, jakość ziarna, system uprawy roli, dawka azotu

WSTĘP

Ziarno pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.) ze względu na specyficzny skład i jakość białek glutenowych wykorzystywane jest głównie do wyrobu makaronu, ale niekiedy znajduje zastosowanie również w produkcji pieczywa. Uprawa tego zboża koncentruje się głównie w rejonach o suchym klimacie, niemniej jednak również w warunkach Polski dobrze plonuje i stanowi wartościowy surowiec (Gontarz 2006, Woźniak i Staniszewski 2007).

Wartość użytkowa ziarna jest efektem współdziałania genotypu, warunków siedliska i stosowanej agrotechniki. W przypadku pszenicy główną rolę w kształ-

towaniu tej wartości przypisuje się nawożeniu azotem, zwłaszcza we współdziałaniu z odpowiednią ilością i rozkładem opadów w okresie wegetacyjnym (Lopez-Bellido i in. 1998). Badania Achremowicza i in. (1995) wskazują, że wysokie dawki azotu zwiększają zawartość białka ogółem i glutenu mokrego w ziarnie, ale jednocześnie wpływają na jego jakość. Azot stosowany w późnych fazach rozwojowych pszenicy zwiększa w białku udział niskocząsteczkowej gliadyny, w wyniku czego pogarszają się właściwości glutenu. Z publikacji Nowaka i in. (2004) wynika, że wysokie dawki azotu w przypadku niektórych odmian pszenicy poprawiają jakość glutenu, natomiast u innych obniżają. Woźniak (2006) oceniając ziarno pszenicy zwyczajnej i pszenicy twardej stwierdził korzystny wpływ zwiększonego nawożenia azotem pszenicy twardej na zawartość białka i glutenu w ziarnie, wskaźnik sedymentacji Zeleny'ego, wyrównanie ziarna oraz dodatkowo na zawartość popiołu całkowitego. Z innych elementów agrotechniki na jakość ziarna wpływa również dobór przedplonów (Gontarz 2006), następstwo roślin w zmianowaniu (Woźniak i Staniszewski, 2007), chemiczna ochrona (Brzozowska i Brzozowski 2002) oraz uprawa roli (Nowak i in. 2004, Vita i in. 2007). Opinie dotyczące wpływu uprawy roli na wartość technologiczną ziarna są podzielone. W niektórych badaniach lepszą jakością charakteryzuje się ziarno pochodzące z obiektów uprawy płużnej, w innych zaś z uprawy bezpłużnej (Vita i in. 2007, Woźniak 2009).

Celem badań była ocena wybranych wyróżników jakości ziarna (białka ogółem, glutenu mokrego, gęstości, wyrównania, szklistości, zawartości popiołu całkowitego i liczby opadania) pszenicy twardej odmiany Floradur w zależności od systemu uprawy roli i dawki nawozów azotowych.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiło ziarno pszenicy twardej odmiany Floradur pochodzące z obiektów eksperymentu polowego prowadzonego w latach 2009-2010 w Gospodarstwie Doświadczalnym Uhrusk należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie.

Czynnikami doświadczenia były zróżnicowane systemy uprawy roli (płużny i bezpłużny) i dawki azotu (90 i 150 kg·ha⁻¹). Płużna uprawa roli polegała na wykonaniu podorywki po zbiorze przedplonu (grochu) oraz dwukrotnym jej bronowaniu – bezpośrednio po podorywce i 2 tygodnie później. Orkę przedzimową przeprowadzono w ostatnich dniach października. Bezpłużna uprawa polegała na wyeliminowaniu orki i zastąpieniu jej opryskiem herbicydem Roundup 360 SL (s.a. glifosat). Wiosną w obu systemach uprawy zastosowano zestaw złożony z kultywatora, wału strunowego i brony.

Nawożenie azotem stosowano w 2 dawkach (90 i $150 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) i 4 terminach. Dla dawki standardowej (90 kg) były to terminy: 1 – przed siewem $40 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, 2 – faza krzewienia $20 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, 3 – faza strzelania w źdźbło $20 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, 4 – faza kłoszenia $10 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Wysoką dawkę azotu ($150 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) stosowano w tych samych terminach, a ilości wysiewu wynosiły odpowiednio: 60 ; 40 ; 30 i $20 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Nawożenie PK w obu systemach było jednakowe i wynosiło ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$): P_2O_5 – 80 , K_2O – 120 . W doświadczeniu wysiewano pszenicę odmiany Floradur pochodzącą z listy „Wspólnego katalogu odmian gatunków roślin rolniczych” (2007), w 1 dekadzie kwietnia, zachowując gęstość 450 nasion na 1 m^2 .

Ziarno pszenicy twardej przeznaczone do analizy pobrano w 4 powtórzeniach z każdego obiektu. Na badanym materiale wykonano oznaczenia: zawartości białka ogółem (%), glutenu mokrego (%), gęstości w stanie zsypanym ($\text{kg}\cdot\text{hl}^{-1}$), wyrównania ziarna (%), szklistości ziarna (%), zawartości popiołu całkowitego (%) oraz liczby opadania (s). Oznaczenie zawartości białka i glutenu wykonano metodą NIR (bliskiej podczerwieni) na urządzeniu Inframatic 9200, gęstość ziarna oznaczono zgodnie z normą PN-ISO 7971-2, wyrównanie ziarna BN-69/9131-02, szklistość ziarna PN-70R-74008, popiół całkowity PN-ISO 2171 oraz liczbę opadania PN-ISO 3093. Uzyskane wyniki opracowano statystycznie, metodą analizy wariancji, a stwierdzone różnice szacowano testem Tukey'a na poziomie istotności $p = 0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Zawartość białka ogółem w ziarnie pszenicy twardej zależała od zastosowanej dawki azotu oraz współdziałania dawki azotu ze sposobem uprawy roli (tab. 1). Istotnie więcej białka (o $0,5\%$) zawierało ziarno pochodzące z obiektów nawożonych wysoką dawką azotu ($150 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), w stosunku do ziarna zebranego z obiektów nawożonych standardową dawką ($90 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). Wysoka dawka azotu zwiększała ilość białka w obu systemach uprawy roli, ale istotną różnicę stwierdzono jedynie w warunkach uprawy płużnej. Warto zauważyć, że zawartość białka w próbach pobranych z obiektów uprawy płużnej i bezpłużnej była podobna. Ponadto cecha ta odznaczała się małą zmiennością (CV%) wynoszącą zaledwie od $3,0$ do $4,7\%$. W doświadczeniach Vita i in. (2007) prowadzonych w suchych rejonach Włoch większą zawartością białka odznaczyło się ziarno pszenicy twardej zebrane z obiektów uprawy bezpłużnej niż płużnej. W warunkach Lubelszczyzny więcej białka zawierało ziarno zebrane z poletek uprawy płużnej niż bezpłużnej (Woźniak i Staniszewski 2007). Z cytowanej pracy wynika, że ziarno zebrane z poletek nawożonych wysoką dawką azotu zawiera więcej białka i glutenu niż z obiektów nawożonych niższą dawką.

Tabela 1. Zawartość białka ogółem (%) w ziarnie pszenicy twardej (średnio z lat 2009-2010)
Table 1. Total protein content (%) in grains of durum wheat (mean from 2009-2010)

Dawka azotu Dose of nitrogen (kg·ha ⁻¹)	Uprawa płuzna Ploughing tillage	Uprawa bezpłuzna Ploughless tillage	Średnio Mean
90	13,1	13,0	13,1
*RV	12,8-13,3	12,9-13,4	–
150	13,7	13,5	13,6
RV	13,0-14,4	12,9-14,1	–
Średnio – Mean	13,4	13,3	–
**CV%	4,7	3,0	–

NIR (p = 0,05) – LSD (p = 0.05)

Pomiędzy systemami uprawy roli – Between tillage systems – r.n.

Pomiędzy dawkami azotu – Between doses of nitrogen – 0,3

Uprawa roli x dawka azotu – Tillage system x dose of nitrogen – 0,5

* RV – Zakres zmienności – Range of variation; ** CV – Współczynnik zmienności – Coefficient of variation; r.n. – różnica nies istotna – insignificant difference.

Analogicznie do zawartości białka w ziarnie kształtowała się zawartość glutenu mokrego (tab. 2). Wysoka dawka azotu zwiększała o 2,2% ilość glutenu w ziarnie, w stosunku do standardowej dawki. Wzrost ten był jeszcze większy na obiektach uprawianych płuznie, skąd pozyskane ziarno zawierało więcej glutenu niż z pozostałych obiektów. Również w przypadku tej cechy uprawa roli tylko nieznacznie różnicowała zawartość glutenu. Analizując współczynniki zmienności można stwierdzić nieco większą zmienność tej cechy w ziarnie pochodzącym z obiektów uprawy płuznej (7,6%) niż bezpłuznej (4,6%).

Gęstość ziarna w stanie zsypanym (masa hektolitra) istotnie zależała jedynie od dawki azotu (tab. 3). Wyższe wartości tej cechy oznaczono w ziarnie zebranym z obiektów nawożonych wysoką dawką azotu. Podobnie jak w przypadku poprzednio omówionych cech, uprawa roli nie różnicowała gęstości ziarna (masy hektolitra).

Wyrównanie ziarna różnicowały systemy uprawy roli i dawki azotu (tab. 4). Ziarno zebrane z obiektów uprawy płuznej charakteryzowało się lepszym wyrównaniem (81,0%) niż pochodzące z uprawy bezpłuznej (75,7%). Również wysoka dawka azotu poprawiła wyrównanie ziarna w większym stopniu niż z obiektów zasilanych standardową dawką.

Tabela 2. Zawartość glutenu mokrego (%) w ziarnie pszenicy twardej (średnio z lat 2009-2010)
Table 2. Content of wet gluten (%) in grains of durum wheat (mean from 2009-2010)

Dawka azotu Dose of nitrogen (kg·ha ⁻¹)	Uprawa płuzna Ploughing tillage	Uprawa bezpłuzna Ploughless tillage	Średnio Mean
90	28,4	29,5	28,9
*RV	27,0-29,7	28,0-30,8	–
150	32,1	30,1	31,1
RV	29,1-34,9	28,2-32,9	–
Średnio – Mean	30,2	29,8	31,1
**CV%	7,6	4,6	–

NIR (p = 0,05) – LSD (p = 0.05)

Pomiędzy systemami uprawy roli – Between tillage systems – r.n.

Pomiędzy dawkami azotu – Between doses of nitrogen – 1,8

Uprawa roli x dawka azotu – Tillage system x dose of nitrogen – 2,4

*, ** – patrz tabela 1 – see Table 1.

Tabela 3. Gęstość ziarna pszenicy twardej (kg·hl⁻¹) (średnio z lat 2009-2010)
Table 3. Test weight (kg hl⁻¹) of grain of durum wheat (mean from 2009-2010)

Dawka azotu Dose of nitrogen (kg·ha ⁻¹)	Uprawa płuzna Ploughing tillage	Uprawa bezpłuzna Ploughless tillage	Średnio Mean
90	70,3	69,1	69,7
*RV	66,0-72,1	65,0-72,9	–
150	72,9	72,4	72,7
RV	71,4-74,4	71,6-73,2	–
Średnio – Mean	71,6	70,8	–
**CV%	3,6	3,8	–

NIR (p = 0,05) – LSD (p = 0.05)

Pomiędzy systemami uprawy roli – Between tillage systems – r.n.

Pomiędzy dawkami azotu – Between doses of nitrogen – 2,1

Uprawa roli x dawka azotu – Tillage system x dose of nitrogen – r.n.

*, ** – patrz tabela 1 – see Table 1.

Tabela 4. Wyrównanie ziarna pszenicy twardej (%) (średnio z lat 2009-2010)**Table 4.** Grain uniformity (%) of durum wheat (mean from 2009-2010)

Dawka azotu Dose of nitrogen (kg·ha ⁻¹)	Uprawa płużna Ploughing tillage	Uprawa bezpłużna Ploughless tillage	Średnio Mean
90	78,0	72,4	75,2
*RV	71,0-80,8	67,0-69,0	–
150	84,1	79,0	81,5
RV	80,4-89,9	77,6-81,0	–
Średnio – Mean	81,0	75,7	–
**CV%	5,7	6,2	–

NIR (p = 0,05) – LSD (p = 0,05)

Pomiędzy systemami uprawy roli – Between tillage systems – 3,1

Pomiędzy dawkami azotu – Between doses of nitrogen – 3,1

Uprawa roli x dawka azotu – Tillage system x dose of nitrogen – r.n.

*, ** – patrz tabela 1 – see Table 1.

Szklistość ziarna różnicowały dawki azotu oraz współdziałanie uprawy roli z dawkami azotu (tab. 5). Ziarno zebrane z obiektów nawożonych wyższą dawką azotu odznaczało się lepszą szklistością (72,0%) niż pochodzące z obiektów, na których stosowano standardowe dawki (56,6%).

Tabela 5. Szklistość ziarna (%) pszenicy twardej (średnio z lat 2009-2010)**Table 5.** Glassiness of grain (%) of durum wheat (mean from 2009-2010)

Dawka azotu Dose of nitrogen (kg·ha ⁻¹)	Uprawa płużna Ploughing tillage	Uprawa bezpłużna Ploughless tillage	Średnio Mean
90	54,5	58,8	56,6
*RV	28,0-66,0	50,0-66,0	–
150	75,8	68,3	72,0
RV	70,0-81,0	50,0-77,0	–
Średnio – Mean	65,1	63,5	–
**CV%	23,7	12,0	–

NIR (p = 0,05) – LSD (p = 0,05)

Pomiędzy systemami uprawy roli – Between tillage systems – r.n.

Pomiędzy dawkami azotu – Between doses of nitrogen – 9,1

Uprawa roli x dawka azotu – Tillage system x dose of nitrogen – 11,3

*, ** – patrz tabela 1 – see Table 1.

Podwyższona dawka azotu zwiększała szklistość ziarna w obu systemach uprawy roli, ale istotny wzrost wartości tej cechy stwierdzono jedynie w ziarnie pochodzącym z obiektów uprawy płużnej. Również wartość współczynnika zmienności była w tym systemie uprawy znacznie większa ($CV = 23,7\%$) niż z obiektów uprawy bezpłużnej ($CV = 12,0\%$). Podobnie w badaniach Ercoli i in. (2008) wysokie dawki azotu ($180 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) zwiększały wartości niektórych parametrów pszenicy twardej, a zwłaszcza szklistość ziarna, sedymentację SDS oraz zawartość glutenu suchego, w stosunku do niskich dawek.

Zawartość popiołu całkowitego w ziarnie pszenicy twardej kształtowało nawożenie azotem i współdziałanie uprawy roli z dawką azotu (tab. 6). Wysoka dawka istotnie zwiększała zawartość popiołu ($1,76\%$), w stosunku do standardowej dawki ($1,71\%$). Jeszcze więcej popiołu zawierało ziarno zebrane z obiektów nawożonych wyższą dawką azotu i uprawy płużnej. Również w innych badaniach (Woźniak 2006) wysokie dawki azotu powodowały wzrost zawartości popiołu całkowitego w ziarnie pszenicy twardej.

Tabela 6. Zawartość popiołu całkowitego (%) w ziarnie pszenicy twardej (średnio z lat 2009-2010)
Table 6. Total ash content (%) in grain of durum wheat (mean from 2009-2010)

Dawka azotu Dose of nitrogen ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	Uprawa płużna Ploughing tillage	Uprawa bezpłużna Ploughless tillage	Średnio Mean
90	1,68	1,73	1,71
*RV	1,67-1,71	1,66-1,83	–
150	1,78	1,74	1,76
RV	1,70-1,84	1,67-1,84	–
Średnio – Mean	1,73	1,74	–
**CV%	3,9	4,1	–

NIR ($p = 0,05$) – LSD ($p = 0,05$),

Pomiędzy systemami uprawy roli – Between tillage systems – r.n.,

Pomiędzy dawkami azotu – Between doses of nitrogen – 0,03,

Uprawa roli x dawka azotu – Tillage system x dose of nitrogen – 0,05,

*, ** – patrz tabela 1 – see Table 1.

Liczba opadania oznaczona w próbach ziarna kształtowała się niezależnie od badanych czynników (tab. 7). Z literatury przedmiotu wynika, że cecha ta determinowana jest głównie właściwościami odmianowymi, warunkami siedliska oraz przebiegiem pogody, zwłaszcza ilością i rozkładem opadów (Nowak i in. 2004).

Tabela 7. Liczba opadania w ziarnie pszenicy twardej (s) (średnio z lat 2009-2010)
Table 7. Falling number (in seconds) of durum wheat (mean from 2009-2010)

Dawka azotu Dose of nitrogen (kg·ha ⁻¹)	Uprawa płużna Ploughing tillage	Uprawa bezpłużna Ploughless tillage	Średnio Mean
90	316	288	302
*RV	302-330	244-322	–
150	284	287	285
RV	250-329	253-332	–
Średnio – Mean	300	288	–
**CV%	3,1	9,2	–

NIR (p = 0,05) – LSD (p = 0,05)

Pomiędzy systemami uprawy roli – Between tillage systems – r.n.

Pomiędzy dawkami azotu – Between doses of nitrogen – r.n.

Uprawa roli x dawka azotu – Tillage system x dose of nitrogen – r.n.

*, ** – patrz tabela 1 – see Table 1.

WNIOSKI

1. Z porównywanych czynników agrotechnicznych znacznie większy wpływ na wartość użytkową ziarna pszenicy twardej miało nawożenie azotem niż uprawa roli.

2. Wysoka dawka azotu (150 kg·ha⁻¹) zwiększała w ziarnie pszenicy twardej zawartość białka ogółem, glutenu mokrego, gęstość, wyrównanie, szklistość oraz zawartość popiołu całkowitego, w stosunku do standardowej dawki (90 kg·ha⁻¹).

3. Systemy uprawy roli (płużny i bezpłużny) w niewielkim stopniu różnicowały badane cechy ziarna pszenicy twardej. Wyjątek stanowiło wyrównanie ziarna, które na obiektach uprawy płużnej było lepsze niż w uprawie bezpłużnej.

PIŚMIENNICTWO

- Achremowicz B, Borkowska H., Styk B., Grundas S., 1995. Wpływ nawożenia azotowego na jakość glutenu pszenicy. Biul. IHAR, 193, 29-34.
- BN-69/9131-02. Ziarno zbóż. Oznaczanie wyrównania ziarna.
- Brzozowska I., Brzozowski J., 2002. Wpływ zróżnicowanych dawek herbicydu Granstar 75 DF i mocznika stosowanych dolistnie na zawartość białka ogólnego i makroelementów w ziarnie pszenicy ozimej. Pam. Puł., 130, 65-71.
- Ercoli L., Lulli L., Mariotti M., Masoni A., Arduni I., 2008. Post-anthesis dry matter and nitrogen dynamics in durum wheat as affected by nitrogen supply and soil water availability. Europ. J.Agronomy ,28, 138-147.

- Gontarz D., 2006. Plonowanie i jakość technologiczna ziarna pszenicy zwyczajnej (*Triticum aestivum* L.) i pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.) w zależności od przedplonu i poziomu agrotechniki. Rozprawa doktorska, AR Lublin.
- Lopez-Bellido L., Fuentes M., Castillo J.E., Lopez-Garrido F.J., 1998. Effect of tillage, crop rotation and nitrogen fertilization on wheat grain quality grown under rainfed Mediterranean conditions. *Field Crop Res.*, 57 (3), 265-276.
- Nowak W., Zbroszczyk T., Kotowicz L., 2004. Wpływ intensywności uprawy na niektóre cechy jakościowe ziarna odmian pszenic. *Pam. Puł.*, 135, 199-212.
- PN-70/R-74008. Ziarno zbóż. Oznaczanie ziarn szklanych.
- PN-ISO 2171:1994. Ziarno zbóż i przetwory zbożowe. Oznaczanie popiołu całkowitego.
- PN-ISO 3093:1996. Zboża. Oznaczanie liczby opadania.
- PN-ISO 7971-2:1998. Ziarno zbóż. Oznaczanie gęstości w stanie zsypanym zwanej „masą hekto-litra”.
- Vita P., Paolo E., Fecondo G., Fonzo N., Pisante M., 2007. No-tillage and conventional tillage effects on durum wheat yield, grain quality, and soil moisture content in southern Italy. *Soil and Tillage Res.*, 92(1/2), 69-78.
- Woźniak A., 2006. Plonowanie i jakość ziarna pszenicy jarej zwyczajnej (*Triticum aestivum* L.) i twardej (*Triticum durum* Desf.) w zależności od poziomu agrotechniki. *Acta Agrophysica* 8(3), 755-763.
- Woźniak A., 2009. Jakość ziarna pszenicy jarej odmiany Koksa w różnych systemach uprawy roli. *Acta Agrophysica*, 14(1), 233-241.
- Woźniak A., Staniszewski M., 2007. Plonowanie i jakość ziarna pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.) w zależności od jej udziału w zmianowaniu. *Acta Agrophysica*, 9(3), 809-816.
- Wspólny katalog odmian gatunków roślin rolniczych 2007/C 304 A/01. Dziennik Urzędowy UE, 2007.

EVALUATION OF SELECTED QUALITY FEATURES OF GRAIN OF DURUM WHEAT CV. FLORADUR DEPENDING ON TILLAGE AND NITROGEN FERTILISATION

¹Andrzej Woźniak, ²Dariusz Gontarz

¹Department of Herbology and Crop Plant Techniques, University of Life Sciences in Lublin
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin
e-mail: andrzej.wozniak@up.lublin.pl

²Lubella S.A., ul. Wrotkowska 1, 20-469 Lublin

Abstract. The paper presents an evaluation of selected parameters of grain quality of durum wheat cv. Floradur. The investigation included samples of grain from a field experiment in which durum wheat was sown in different tillage systems (ploughing tillage and ploughless tillage) and at different nitrogen doses (90 and 150 kg ha⁻¹). The parameters assessed included total protein content, wet gluten, grain density (mass per hectolitre), grain uniformity, glassiness grain, total ash content and falling number. It was found that nitrogen fertilization had a greater impact on grain quality of wheat than tillage. The high dose of nitrogen (150 kg ha⁻¹), compared to the standard dose (90 kg ha⁻¹), increased the protein and gluten content in the grain, grain density and uniformity, glassiness, and total ash content. Tillage systems (ploughing tillage and ploughless tillage) differentiated the quality of grain only slightly. The exception was grain uniformity which was better in the ploughing system treatments than in the ploughless ones.

Key words: durum wheat, grain quality, tillage system, nitrogen