

ЗАВИСИМОСТИ НА ДОБИВА И КАЧЕСТВОТО НА ЗЪРНОТО ОТ АЗОТНОТО ТОРЕНЕ ПРИ ТВЪРДА ПШЕНИЦА

МЛАДЕН АЛМАЛИЕВ*, ГАЛЯ ПАНАЙОТОВА**, СВЕТЛА КОСТАДИНОВА*

*Аграрен университет, Пловдив

**Институт по полските култури, Чирпан

Relationships of Durum Wheat Yield and Grain Quality from Nitrogen Fertilization

M. Almaliev*, G. Panayotova**, S. Kostadinova*

*Agricultural University, Plovdiv, Bulgaria

**Institute of Field Crops, Chirpan, Bulgaria

Abstract

The dependencies of yield and grain quality of durum wheat were studied, depends on nitrogen fertilization at rates 0, 60, 80, 100, 120, 140, 160 and 180 kg/ha. It was found that structural elements of the yield (length of the spike, number of spikelets per spike, grains per spike, grain weight per spike), productivity (grain and grain protein), and grain quality (concentration of protein in the grain, content of wet and dry gluten, total vitreousness of the grain) were in a strong positive correlation with N applied at rates 0 – 180 kg N/ha and 1000 kernel weight and test weight of grain less depended on nitrogen fertilization. Grain and protein yields strongly and positively associated with the structural elements of the yield and grain quality parameters without the 1000 kernel weight and test weight. Without nitrogen of durum wheat might expected grain yields of 330.8 kg/ha and grain protein yields 43 kg/ha. The potential additional yield per kg N input per hectare was 13.1 kg grain and 1.99 kg grain protein. From durum wheat grain without nitrogen fertilization was projected grain containing total vitreousness 59.9%, crude protein concentration – 13.2%, wet gluten content of 24.3% and dry gluten – 8.89%.

Key words: Durum wheat, productivity and quality, nitrogen fertilization

Твърдата пшеница е с висока отзивчивост към равнището на азотно хранене и е необходимо растенията да получават оптимално количество азот през вегетацията (Panayotova, Gorbanov, 1999; Ricciardi, 2001). Азотното торене е и ще остане основен фактор за високи добиви и качествено зърно при тази култура. Азотът влияе силно върху растежа, но влиянието му върху добива, качеството и формирането на сухо вещество е в зависимост от условията на отглеждане. През благоприятни в метеорологично отношение години по-силно се проявява действието на по-високи азотни норми (Панайотова, Костадинова, 2004; Giorgio et al., 1992). Според Дечев (1995) при торене на твърда пшеница с по-високи норми ($N_{14}P_6$) коефициентът на вариране на добива през отделните години е по-висок. Редица проучвания (Панайотова, 2001; Панайотова, Дечев, 2003; Панайотова, Янев, 2001; Самодова, 2010; Panayotova, 2010; Deshmukh et al., 1990; Rasucci et al., 2004) установяват ефективността от торенето при сортове с различни генетични заложи при диференцирана почвена запасеност.

За повишаване на качеството на зърното твър-

дата пшеница изисква оптимални торови норми, съобразени с условията на района и спецификата на полето (Денева, Панайотова, 1997; Салджиев, 2008; Филипов, 1994; Delchev, 2010; Panayotova, 2010; Panayotova, Gorbanov, 1999). Главното изискване за добро качество на зърното е растенията да получат оптимално количество азот през вегетацията (Деков, Муса, 1990; Cassaniti, Litrico 1992; Dhugga, Waines, 1989). Азотното торене повишава много от качествените показатели при твърдата пшеница – съдържание на суров протеин, на мокър и сух gluten, масата на 1000 зърна, кулинарни свойства на макаронените изделия (Дечев и др., 2010; Панайотова, 2005; Панайотова, 2007; Delchev, Panayotova, 2010; Sanjeev et al., 2000). Мненията на авторите за влиянието на торенето върху хектолитровата маса и масата на 1000 зърна не са еднопосочни. Според някои при торене тези показатели намаляват, според други – варират или нарастват. При полягане на пшеничените растения хектолитровата маса и масата на 1000 зърна се влошават, особено при по-високи азотни норми.

Публикуваните различни мнения за влиянието

на равнището на азотното торене върху качествените характеристики на зърното се дължат преди всичко на различните условия, при които са провеждани изследванията и на биологичните особености на изпитваните сортове. Взаимодействието между условията на средата и азотните норми оказват значимо влияние върху качеството на зърното (Mariani et al., 1995; Panayotova, Dechev, 2002; 2003). Според Schulthess et al. (1993) азотното съдържание в зърното доказано корелира с условията на отглеждане. Най-висок и качествен е добивът, когато към края на наливането на зърното настъпва бавно засушаване, а температурата се повишава постепенно. Рязкото повишаване на температурата, съчетано с бързо засушаване, води до влошаване на качеството (Колева, Панайотова, 2002). През благоприятни в метеорологично отношение години по-силно се проявява действието на по-високи азотни норми (Панайотова, 1999; Giorgio et al., 1992). При воден дефицит и по-ниски температури натрупването на скорбяла намалява, зърното остава недостатъчно изпълнено и относително по-богато на белтъчини, поради което протеиновото съдържание на зърното е по-високо в по-сухи години и райони (Филипов, 2004).

Целта на настоящето проучване беше да се анализират зависимостите между основни показатели за продуктивност и качество на зърното от нормите на азотно торене при твърда пшеница, отглеждана в Централна Южна България през години с различни метеорологични условия.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Изследването е проведено в полето на Института по полски култури, Чирпан, в двуполно сеитбо-обращение памук – твърда пшеница при неполивни условия за три реколтни години (2008 – 2010). Полският опит е заложен по метода на дробните парцелки в четири повторения при големина на реколтната парцелка 10 m². Предшественикът е памук, торен с N₈. Изпитано е влиянието на азотното торене в норми: 0; 6; 8; 10; 12; 14; 16 и 18 kg/da. Азотът като NH₄NO₃ е внасян двукратно – 1/3 от торовата норма е приложена предсеитбено, а 2/3 са внасяни като подхранване в началото на пролетна вегетация. Фосфорът като троен суперфосфат е приложен предсеитбено в норма P₈ за всички изпитвани азотни равнища. Предмет на проучване са сортовете твърда пшеница *Прогрес*, *Възход*, *Виктория* и *Предел*, създадени в ИПК – Чирпан.

Почвата в опитното поле е Излужена смолница (Pelic Vertisols, FAO), характеризираща се с глинест механичен състав, обемна маса 1,0 – 1,2 g/cm³; относителна плътност – 2,6, ниска обща порьозност,

сорбционен капацитет 35 – 50 meq/100 g почва. Поради високата си влагоемност е подходяща за отглеждане на твърдата пшеница особено в години с трайни засушавания. Почвата е със съдържание на хумус 2,0 – 2,4%, със слабо кисела до неутрална почвена реакция, с бедна до средна запасеност с минерален азот, слабо обезпечена с подвижни фосфати и добре снабдена с усвоим калий.

Прилаганите агротехнически мероприятия при отглеждане на твърдата пшеница са извършвани съобразно утвърдената технология за района (Янев и др., 2008). Борба с плевели, болести и неприятели е провеждана при необходимост с подходящи пестициди. Прибирането е извършено със селекционен комбайн.

Метеорологичните условия през 3-те години на изследване и средните дългогодишни стойности (1928 – 2007) за температурата и валежите се различават значително (табл. 1). Температурните суми общо за вегетационния период на твърдата пшеница през 2008, 2009 и 2010 г. надвишават средногодишната сума съответно със 103, 419 и 238 °C. Температурните суми, както за есенно-зимния, така и за пролетно-летния период са значително по-високи в сравнение с дългогодишния период. Температури под -14 °C през м. февруари 2010 г. предизвикаха частично измръзване на посевите и по-ниски добиви на зърно. През 2010 г. по-високите температури и засушаване през май редуцираха добива.

По отношение на валежната обезпеченост общо за вегетационния период през 2008 и 2010 г. сумата на валежите е съответно с 90 и 75 mm/m² в повече, а през 2009 г. е с 210 mm по-малко от средната стойност. Като цяло реколтната 2009 г. не е благоприятна за развитието на твърдата пшеница. Сравнително равномерното разпределение на валежите през пролетните месеци (III – VI) на 2008 г. оказва много добро влияние върху вегетацията на културата, но обилните валежи през юни предизвикаха полягане на твърдата пшеница, особено на торената с по-високи азотни норми и влошиха външния вид на зърното. Като благоприятна за развитието на твърдата пшеница и получаването на добър добив се определя 2010 г., но много неблагоприятна по отношение на качеството на зърното поради падналите валежи през юли (114,4 mm/m²).

Изследвани са добивите на зърно и зърнен протеин, структурните елементи на добива (дължина на клас, брой класчета в клас, брой зърна в клас, маса на зърното в 1 клас) и качествени показатели (съдържание на мокър и сух глутен, маса на 1000 зърна, хектолитрова маса на зърното, обща стъкловидност на зърното, съдържането на протеин в зърното – N% × 5,7). При определяне на всич-

ки показатели са използвани общоприети методи (Костадинова, Панайотова, 2011; Панайотова, Костадинова, 2011).

За изследване на зависимостите между различните показатели и азотното торене е използвана статистическа програма SPSS. За моделиране на зависимостите между резултативните параметри (добиви зърно и протеин, структурни елементи на добива и качествени показатели на зърното) и факторния признак азотно торене е приложен регресионен анализ. Най-често адекватни (F тест) са регресионни модели от вида: $y = a + bx + cx^2$, където y са теоретични равнища на резултативния признак и x - фактически равнища на факторния признак. Всички регресионни коефициенти са тествани за статистическа значимост (t-тест) при равнище $\alpha = 0,05$.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Изследваните структурни елементи на добива и качествени показатели на зърното при четири сорта твърда пшеница се намират в права корелационна връзка от приложеното азотно торене в норми 0 – 18 kg/da (табл. 2). Изключение са показателите маса на 1000 зърна и хектолитровата маса на зърното, които не зависят от азотното торене средно за периода на проучването, включващ реколтни години, различаващи се в климатично отношение.

Таблица 1. Метеорологични условия през вегетационния период (X – VI) на твърдата пшеница за района на Чирпан, 2008 – 2010 г.
Table 1. Meteorological conditions during durum wheat vegetation period (X – VI), Chirpan, 2008 – 2010

Година	Температурна сума, °C			Валежи, mm		
	X – II	III – VI	X – VI	X – II	III – VI	X – VI
2008	734	1744	2478	322	210	532
2009	1011	1783	2794	137	95	232
2010	879	1734	2613	311	206	517
1928 – 2008	705	1670	2375	238	203	442

Таблица 2. Корелации между азотното торене, добивите на зърно и протеин и процента на протеин в зърното с по-важни структурни елементи на добива и качествени показатели на зърното при твърда пшеница
Table 2. Correlations between nitrogen fertilization, grain and protein yields, and percentage of grain protein with more important structural elements of the yield and grain quality parameters in durum wheat

Параметри	Азотно торене	Добив на зърно	Добив на протеин	Протеин в зърното, %
Дължина на класа	0,761**	0,658*	0,694*	0,701*
Брой класчета в клас	0,880**	0,812**	0,867*	0,863*
Брой зърна в клас	0,928**	0,872*	0,905**	0,842*
Маса на зърното в 1 клас	0,901**	0,879**	0,879**	0,879*
Съдържание на мокър глютен	0,970**	0,805**	0,901**	0,913**
Съдържание на сух глютен	0,973**	0,799**	0,896**	0,920**
Маса на 1000 зърна	0,027	-0,142	-0,125	-0,107
Хектолитрова маса на зърното	-0,096	-0,186	-0,178	-0,115
Обща стъкловидност на зърното	0,939**	0,737**	0,858*	0,942**
Протеин в зърното, %	0,918**	0,799**	0,917**	
Добив на протеин	0,940**	0,968**		
Добив на зърно	0,878**			

Таблица 3. Регресионни модели за зависимост на добива зърно и протеин, структурните елементи на добива и качествени показатели на зърното (y) от азотното торене (x) при твърда пшеница
 Table 3. Regression models for dependence of grain and protein yields, structural elements of the yield and grain quality parameters (y) from nitrogen fertilization (x) at durum wheat

Зависимост y/x	Уравнение	R ²
Добив зърно/Grain yield	$y = 330,8 + 13,1x - 0,397x^2$	0,866
Дължина на класа/Length of the spike	$y = 5,45 + 0,083x + 0,0001x^2$	0,579
Брой класчета в клас/Number of spikelets per spike	$y = 18,0 + 0,122x + 0,002x^2$	0,778
Брой зърна в клас/Grains per spike	$y = 24,89 + 0,964x - 0,006x^2$	0,862
Маса на зърното в 1 клас/Grain weight per spike	$y = 1,23 + 0,071x - 0,0002x^2$	0,815
Височина във фаза узряване/Height at maturity stage	$y = 76,9 + 2,858x - 0,090x^2$	0,727
Обща стъкловидност на зърното/Vitreousness of the grain	$y = 59,9 + 0,055x + 0,067x^2$	0,947
Суров протеин в зърното/Grain crude protein, %	$y = 13,2 + 0,016x + 10,01x^2$	0,901
Добив на зърнен протеин/Grain protein yield	$y = 43,06 + 1,996x - 0,030x^2$	0,896
Съдържание на мокър глютен/ Wet gluten content	$y = 24,3 + 0,275x + 0,011x^2$	0,955
Съдържание на сух глютен/Dry gluten content	$y = 8,89 + 0,086x + 0,005x^2$	0,970

на добива и качествени показатели на зърното) и факторния признак азотно торене при твърдата пшеница показва, че зависимостите не са праволинейни (табл. 3). Моделираните зависимости са представени с уравнения от втора степен. Установени са високи стойности на коефициентите на детерминация ($R^2 > 0,700$) при всички изследвани зависимости с изключение на детерминационния коефициент на зависимостта между дължината на класа от азотното торене ($R^2 = 0,579$).

Регресионният модел показва, че стойностите на структурните елементи на добива дължина на клас и брой класчета в клас, както и тези за всички проучвани качествени показатели на зърното – обща стъкловидност, концентрация на суров протеин, съдържание на мокър и сух глютен, доказано се повишават с нарастване на приложеното азотно торене. В контраст на това, повишаването на добивите от зърно и зърнен протеин, броят зърна в клас, масата на зърното в един клас и височината на растенията във фаза узряване става със забавяне в зависимост от азотното торене до норма 18 kg N/da.

Без азотно торене очакваните средни добиви на зърно и протеин от четирите проучвани сорта твърда пшеница *Прогрес*, *Възход*, *Виктория* и *Предел* са 330,8 kg зърно и 43 kg зърнен протеин от декар. За всеки килограм внесен азот на декар може да се получат 13,1 kg допълнителен добив от зърно и 1,99 kg зърнен протеин. Съгласно стандартната интерпретация на регресионните коефициенти в полином от втора степен, всяко повишаване на количеството на вложения тор азот с един килограм на декар ще води до нарастване на дължината на класа с 0,083 cm, на броя класчета в клас – с 0,122 и съдържанието на мокър и сух глютен – с 0,275 и 0,086%, съответно. При изключено азотно торене може да се очаква зърно със следните ка-

чествени показатели: обща стъкловидност 59,9%, концентрация на суров протеин 13,2%, съдържание на мокър глютен 24,3% и на сух глютен 8,89%.

ИЗВОДИ

При твърдата пшеница структурните елементи на добива (дължина на клас, брой класчета в клас, брой зърна в клас, маса на зърното в 1 клас), продуктивността (зърно и зърнен протеин) и качеството на зърното (концентрация на протеин в зърното, съдържание на мокър и сух глютен, обща стъкловидност на зърното) се намират в силна положителна връзка с приложеното азотно торене в норми 0 – 18 kg/da. Масата на 1000 зърна и хектолитровата маса на зърното слабо зависят от азотното торене. Добивите на зърно и протеин силно и положително са свързани със структурните елементи на добива и качествените показатели на зърното без масата на 1000 зърна и хектолитрова маса.

Без азотно торене от твърдата пшеница могат да се очакват средни добиви от 330,8 kg зърно и 43 kg зърнен протеин от декар. Възможният допълнителен добив за всеки вложен килограм азот на декар е 13,1 kg зърно и 1,99 kg зърнен протеин. При изключено азотно торене от твърдата пшеница се прогнозира зърно с обща стъкловидност 59,9%, концентрация на суров протеин 13,2%, съдържание на мокър глютен 24,3% и на сух глютен 8,89%.

ЛИТЕРАТУРА

- Деков, Д., М. Муса.** 1990. Действие и взаимодействие между сорт, гъстота на посева и начин на азотно торене върху добива и качеството на зърното от твърдата пшеница. *Растениевъдни науки*, 10, 3-11
- Денева, М., Г. Панайотова.** 1997. Влияние на азотно торене върху качеството на макаронените изделия. –В: Доклади от втора научна конференция „Проблеми на влакнодайните и зърнено-хлебните култури”, Чирпан, 94-98

- Дечев, Д.** 1995. Параметри на стабилност на някои показатели при твърда пшеница. –В: „Проблеми на влакно-дайните и зърнено-хлебните култури”, Чирпан, 150-154
- Дечев, Д., В. Божанова, Ш. Янев, Гр. Делчев, Г. Панайотова и др.** 2010. Постижения и проблеми в селекцията и технологиите при твърдата пшеница. *Field Crops Studies*, vol. VI - 2.
- Колева-Лизама, И., Г. Панайотова.** 2002. Влияние на метеорологичните условия върху фенологичното развитие на твърдата пшеница. *Растениевъдни науки*, 39, 125-128
- Костадинова, Св., Г. Панайотнова.** 2011. Реакция на нови сортове твърда пшеница към нивото на азотно хранене. I. Добив на зърно и параметри на продуктивност. *Field Crops Studies* (под печат).
- Панайотова, Г.** 1999. Минерално хранене на твърда пшеница (Tt.durum Desf.), отглеждана в сеитбообращение с памук. Дисертация. София.
- Панайотова, Г.** 2001. Реакция на генотипове твърда пшеница към азотно торене. *Растениевъдни науки*, 38 (5-6), 203-207
- Панайотова, Г.** 2005. Приложение на нови видове торове при твърда пшеница. –В: Доклади от Балканска научна конференция „80 години Институт по земеделие – Карнобат”, 472-475
- Панайотова, Г.** 2007. Влияние на предшествашо и пряко азотно торене върху някои физични свойства на зърното от сортове твърда пшеница. –В: Сб. от международна научна конф. „Растителният генофонд – основа на съвременното земеделие”, Садово, т. 3, 457-460
- Панайотова, Г., Д. Дечев.** 2003. Фенотипна стабилност на сортове твърда пшеница при различно ниво на азотно хранене. Научна конф. „Селекция и семенпроизводство на земеделските култури”, НТС – София, 27-30
- Панайотова, Г., Ш. Янев.** 2001. Отзивчивост на сортове твърда пшеница към азотно торене. *Животновъдни науки*, № 6, 109-111
- Панайотова, Г., Св. Костадинова.** 2004. Стопанска и енергийна ефективност на азотно торене при твърда пшеница сорт „Прогрес”. *Растениевъдни науки*, 41, 283-287
- Панайотова, Г., Св. Костадинова.** 2011. Реакция на нови сортове твърда пшеница към нивото на азотно хранене. II. Качествени параметри на зърното. *Field Crops Studies* (под печат).
- Салджиев, И.** 2008. Изменение на добива на сухо вещество и суров протеин от твърда пшеница под влияние на обработката на почвата и на минерално торене. *Растениевъдни науки*, 45, 539-542
- Самодова, А.** 2010. Проучване влиянието на торенето и напояването при твърда пшеница Прогрес и Възход върху жътвени индекс на азота, фосфора и добива на зърно. *Field Crops Studies*, vol. VI (3), 417-422
- Филипов, Хр.** 1994. Азотно хранене на пшеницата при силно вариращи хидротермични условия и параметри на азота в почвата и растенията. Дисертация. София.
- Филипов, Хр.** 2004. Оценка на качеството на пшеницата по външния вид на зърното. (ред. П. Младенова), АУ – Пловдив, 62 с.
- Cassaniti, S., P. Litrice.** 1992. Risultati di ricerche pluriennal sulla concimazione azotata del frumento duro in Sicilia. *Agrocoltura Ricerca*, 14, 83-88
- Delchev, Gr.** 2010. Influence of some mixtures between retardants and combined herbicides on the grain yield and grain quality of durum wheat. *Journal of Intern. Sc. Publications: Materials, Methods and Technologies*, Vol. 4 (1), 311-317
- Delchev, Gr., G. Panayotova.** 2010. Application of some agrotechnical factors for increasing grain yield and quality of durum wheat in Bulgaria. –В: Научных докладов XIII Междун. научно-практической конфер. „Аграрная наука-сельскохоз. производству Монголии, Казахстана и Сибири”. Новосибирск, 222-227
- Deshmukh, P., S. Atale, P. Korgade, D. Vitkare.** 1990. Evaluation of some yield contributing characters under rainfall and irrigated conditions in durum wheat. *Annals of Plant Physiology*, 4, 80-85 (India)
- Dhugga, K., J. Waines.** 1989. Analysis of nitrogen accumulation and use in bread and durum wheat. *Crop Science*, 29, 1232-1239
- Giorgio, D., V. Rizzo, M. Rinaldi.** 1992. Growth analysis of durum wheat applied to different nitrogen fertilizing doses. *Ann. Ist. Sper. Agron.*, 23, p. 46
- Mariani, B., M. D'Egidio and P. Novaro.** 1995. Durum wheat quality evaluation: Influence of genotype and environment. *Cereal Chemistry*, 72(2), 194-197
- Pacucci, G., C. Troccoli and B. Leoni.** 2004. Response of durum wheat genotypes to previous crop and N fertilization under Mediterranean conditions. Proc. 4th Intern. Crop Science Congress, Brisbane, Australia, 26 Sep. – 1 Oct. 2004.
- Panayotova, G.** 2010. Effect of Soil Fertility and Direct Nitrogen Fertilization on the Durum Wheat Varieties in the Conditions of Central Southern Bulgaria. 12th International Symposium Materials, Methods & Technologies, Sunny Beach, Bulgaria, v. 4 (1), 281-293
- Panayotova, G. & D. Dechev.** 2002. Stability of Yield in Durum Wheat Varieties at Different Nitrogen Rates and Meteorological Conditions. Proceeding of “The Second International Conference on Sustainable Agriculture for Food, Energy and Industry”, September 8-13, 2002, Beijing, China.
- Panayotova, G. & D. Dechev.** 2003. Genotype - by - Nitrogen Interaction for Yield in Durum Wheat. *Bulg. Journal of Agr. Science*, v. 9, 173-178
- Panayotova, G., St. Gorbanov.** 1999. Influence of the fertilization on the properties of durum wheat grain and pasta products. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 3 (5), 425-430
- Ricciardi, L.** 2001. Evaluation of durum wheat genotypes under low-nitrogen fertilization. *Agricoltura mediterranea*, ISSN 0394-0438, vol. 131 (3-4), 91-101
- Sanjeev, K., K. Rajender, S. Harber.** 2000. Influence of time sowing and NP fertilization on grain quality of macaroni wheat (triticum durum). *Haryana Agricultural University Journal of Research*, 32 (1), 31-33
- Schulthess, U., B. Feil, S. Jutzi.** 1993. Nitrogen and phosphorus uptake patterns of bread and durum wheat as affected by cultivar and environment. *Amer. Soc. Agron. Meet., Madison*, p. 123