

РАСТИТЕЛНА ДИАГНОСТИКА ПРИ ТВЪРДА ПШЕНИЦА

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

*Аграрен университет, Пловдив

**Институт по полските култури, Чирпан

Plant Diagnostic in Durum Wheat

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

*Agricultural University, Plovdiv, Bulgaria

**Institute of Field Crops, Chirpan, Bulgaria

Abstract

Seven varieties of durum wheat grown under nitrogen fertilization N_0 , N_{60} , N_{120} and N_{180} were studied in content of total nitrogen, phosphorus and potassium in the tillering stage.

Genotypic differences were stronger in plants without nitrogen fertilization with varying of N from 1.46% to 2.81%.

New durum wheat varieties tended to contain higher levels of nitrogen and phosphorus in tillering, compared to the standard Progress. The high nitrogen rate N_{180} increased concentration of potassium and reduces that of phosphorus in plants. The content of nitrogen and potassium in durum wheat was determined 93.3% and 75.2% respectively of nitrogen fertilization and that of phosphorus in most (46.6%) of the interaction Variety \times N. The concentration of nitrogen in tillering was in a strong positive correlation with N rate, grain and protein yields, grain N concentration, N taken up and biomass in tillering, and that one of potassium with nitrogen fertilization, grain yield protein, nitrogen uptake and the mass of plants in the tillering.

Key words: Durum wheat, NPK concentrations, plant diagnostics

Значителното увеличаване на добивите от пшеница през последните десетилетия е постигнато както чрез използване на нови сортове, така и чрез оптимално приложение на минерални торове, механизация и пестициди (Панайотова, 1998; Панайотова и др., 2004; Пенчев, Салджиев, 2007; López-Bellido & López-Bellido, 2001). Твърдата пшеница се развива добре в сеитбооборотна двойка с памук и при прилагане на минерално торене двете култури участват активно при преразпределението и усвояването на хранителните вещества. Освен това се повишават продуктивността им и фитосанитарното състояние на полето (Панайотова, 1999).

Главното изискване за висок добив, съчетан с добро качество на зърното при твърда пшеница е през вегетацията растенията да получат оптимално количество азот. Без азотно торене у нас от твърдата пшеница се получават добиви от 100 до 250 kg/da. При адекватно азотно торене и добри климатични условия добивите могат да са 500 – 700 kg/da зърно с високо качество (Делчев, 2006; Салджиев, 2007; Delchev & Panayotova, 2010; Modhej et al., 2008; Panayotova et al., 2006; Rharrabti et al., 2003). Азотът влияе върху развитието и поддържането на

листната площ и ефективността на фотосинтезата и разпределението на суха маса към репродуктивните органи. Но високото равнище на азотно хранене отлага стареенето, в резултат на което остават повече неструктурни въглехидрати в сламата и това води до понижаване на добива от зърно.

Генотипната специфика в минералното хранене по отношение съдържанието на хранителни елементи, износа и разхода им могат да бъдат по-големи от разликата между видовете (Климашевский, 1991; Johnson, 2004). Контролът на минералното хранене на твърдата пшеница е основна част в системата на торене при устойчивото земеделие. За тази цел се изисква използване на многобройни данни и разнообразна информация в две основни направления – почвена и растителна диагностика. У нас са постигнати значителни успехи в селекцията на твърдата пшеница, но сериозен недостатък за практиката е слабото проучване на перспективни генотипи и нови сортове по основни агрохимични параметри.

Целта на настоящето изследване беше да се проучат сортове твърда пшеница по съдържание на азот, фосфор и калий във фаза братене, във

връзка с оптимизиране на растителната диагностика при тази култура.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Проучвани са седем сорта твърда пшеница, създадени в Института по полски култури, Чирпан: *Прогрес* (национален стандарт за добив и с най-високо участие в сортовата структура), *Възход* (признат през 1999 г.), *Виктория* (признат 2007 г.), *Предел* (признат 2008 г., носи маркерен ген за високо качество на глутена), *Деяна* (признат 2007 г.), *Звездица* (признат 2007 г.), *Елбрус* (признат 2010 г.). Изследването е проведено през реколтните 2008 – 2010 г. в полето на Института по полски култури, Чирпан в сеитбообращение памук – твърда пшеница при неполивни условия. Полският опит е заложен на почвен тип Излужена смолница (Pelic Vertisols, FAO) 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; 12; 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 начало на пролетна вегетация. Фосфорът като троен суперфосфат е приложен предсеитбено в норма P₈ за всички изпитвани азотни равнища. По-важни агрохимични характеристики на почвата преди сеитбата на твърдата пшеница (средно за експерименталния период) са рН (H₂O) = 6,75; съдържание на минерален азот 35 mg N min/kg почва, подвижен фосфор 5,9 mg P₂O₅/100 g почва и усвоим калий 41 mg K₂O/100 g почва, съответно. Във фаза братене са взети растителни проби за количествена растителна диагностика. Определено е общото съдържание на азот, фосфор и калий в сухата надземна биомаса по общоприети методи след минерализиране на пробите с концентрирана сярна киселина (Walinga et al., 1995).

Температурните суми общо за вегетационния период на твърдата пшеница през 2010 г. надвишават средногодишната сума с 238 °C, а по отношение на валежната обезпеченост сумата на валежите общо за вегетационния период е със 75 mm/m² в повече от средната стойност. През реколтната 2010/2011 г. не се наблюдават значими отклонения от средните стойности по отношение на температурната обезпеченост особено през пролетно-летния период. Висока е влагообезпечеността през есенния период. Недостатъчни бяха валежите след фаза цъфтеж до узряване. И двете експериментални години могат да се определят като благоприятни за развитието на твърдата пшеница, без съществени климатични аномалии.

Прилаганите агротехнически мероприятия при отглеждането на твърдата пшеница са извършвани съобразно утвърдената технология за района (Янев и др., 2008).

При анализ на експерименталните данни са използвани методи на дисперсионен, корелационен и регресионен анализ и статистически пакет на програма SPSS. 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, и всички регресионни коефициенти са тествани за статистическа значимост. При прилагането на тест за многофакторно сравняване на Duncan за доказани са приети само разликите при $P < 0,05$.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

При използване на методите на количествената растителна диагностика при твърдата пшеница във фаза братене в литературата се цитират като адекватни стойности в диапазона от 3 до 6% N (Церлинг, 1990; Bergmann, 1992). В проучвания у нас се посочва, че степента на обезпеченост на твърдата пшеница с азот е слаба при концентрация на азот в листата под 2,5% N във фаза братене (Янев и др., 2008). Концентрацията на азот в надземната биомаса при седем български сорта твърда пшеница, отглеждани без азотно торене е 2,17% N средно за двете експериментални години (табл. 1). Генотипната диференция е значителна. Изменението в процента азот в братене е от 1,46% N при стандартния сорт *Прогрес*, до 2,81% N при новия сорт *Звездица*. Три от проучваните сортове – *Звездица*, *Предел* и *Елбрус* по степен на осигуреност с азот се класифицират като средно осигурени.

Концентрацията на азот в растенията, в братене нараства успоредно с азотната норма, като разликите не са доказани между норми N₁₂ и N₁₈. Проучваните седем сорта твърда пшеница, отглеждани при торене с 6 kg N/da попадат в групата средно осигурени с азот (2,5 – 4,5% N). Варирането на процента азот в тъканите е от 3,64% при *Прогрес* до 4,45% при *Предел*. При ниската норма N₆ сортовете *Възход*, *Предел* и *Елбрус* имат доказано по-висока концентрация азот в братене, спрямо стандартния сорт *Прогрес*.

Проучваните седем сорта твърда пшеница, отглеждани при по-високо равнище на азотно хранене (N₁₂ и N₁₈) имат оптимална (4,5 – 5,0% N) и висока (над 5,0% N) осигуреност с азот въз основа на количествената растителна диагностика в братене. Средното повишаване на процента азот в надземната маса при норми 12 и 18 kg N/da е 2,5 пъти спрямо неторените с азот растения.

Таблица 1. Концентрация на азот (N, %) в надземната биомаса, в братене при сортове твърда пшеница в зависимост от азотното торене
 Table 1. Concentration of nitrogen (N, %) in aboveground biomass in tillering at varieties of durum wheat, depends on nitrogen fertilization

Сорт	N ₀	N ₆	N ₁₂	N ₁₈	Средно сорт	%
Прогрес	1,46 c	3,64 b	5,00 b	5,35 c	3,86 ns	100
Възход	1,88 c	4,31 a	5,53 a	4,67 d	4,10	106
Виктория	2,05 bc	4,04 ab	5,57 a	6,00 ab	4,42	114
Предел	2,59 ab	4,45 a	5,31 ab	5,71 bc	4,51	117
Деяна	1,79 c	4,23 ab	5,17 ab	6,17 a	4,34	112
Звездица	2,81 a	4,04 ab	5,60 a	5,53 c	4,49	116
Елбрус	2,59 ab	4,32 a	5,56 a	5,48 c	4,49	116
LSD P ≤ 0,05	0,66	0,68	0,51	0,46		
Средно N	2,17 c	4,15 b	5,39 a	5,56 a		
%	100	191	248	256		

Таблица 2. Концентрация на фосфор (P₂O₅, %) в надземната биомаса, в братене при сортове твърда пшеница в зависимост от азотното торене
 Table 2. Concentration of phosphorus (P₂O₅, %) in aboveground biomass in tillering at varieties of durum wheat, depends on nitrogen fertilization

Сорт	N ₀	N ₆	N ₁₂	N ₁₈	Средно сорт	%
Прогрес	0,42 bcd	0,40 b	0,39 d	0,31 b	0,38 ns	100
Възход	0,45 bc	0,45 b	0,35 e	0,42 a	0,42	110
Виктория	0,40 cd	0,41 b	0,59 a	0,40 a	0,45	119
Предел	0,47 ab	0,47 b	0,37 de	0,39 a	0,42	112
Деяна	0,38 d	0,65 a	0,56 b	0,41 a	0,50	131
Звездица	0,51 a	0,66 a	0,43 c	0,39 a	0,50	130
Елбрус	0,46 ab	0,61 a	0,54 b	0,37 a	0,49	130
LSD P ≤ 0,05	0,06	0,12	0,03	0,07		
Средно N	0,44 ab	0,52 a	0,46 ab	0,39 b		
%	100	119	105	88		

Таблица 3. Концентрация на калий (K₂O, %) в надземната биомаса, в братене при сортове твърда пшеница в зависимост от азотното торене
 Table 3. Concentration of potassium (K₂O, %) in aboveground biomass in tillering at varieties of durum wheat, depends on nitrogen fertilization

Сорт	N ₀	N ₆	N ₁₂	N ₁₈	Средно сорт	%
Прогрес	3,41 e	4,21 ns	4,24 b	4,85 ab	4,18 ns	100
Възход	3,56 d	4,31	4,20 b	5,07 a	4,28	102
Виктория	3,68 c	4,35	4,26 b	4,50 b	4,20	100
Предел	4,04 a	4,37	4,04 b	4,53 b	4,25	102
Деяна	3,93 b	4,21	4,20 b	4,75 ab	4,28	102
Звездица	3,96 ab	4,34	4,79 a	4,86 ab	4,49	107
Елбрус	3,78 c	4,37	4,67 a	4,52 b	4,33	104
LSD P ≤ 0,05	0,12		0,37	0,39		
Средно N	3,76 c	4,31 b	4,34 b	4,73 a		
%	100	115	115	126		

Таблица 4. Самостоятелен ефект на факторите генотип и азотно торене и взаимодействието им (%) върху концентрацията на азот, фосфор и калий, в братене

Table 4. Independent effect of the factors genotype and nitrogen fertilization and their interaction (%) on the concentration of nitrogen, phosphorus and potassium in tillering

Factor	N, %	P ₂ O ₅ , %	K ₂ O, %
Variety	2,6	23,9	5,9
Nitrogen fertilization	93,3	29,5	75,2
Variety × N fertilization	4,1	46,6	18,9

Таблица 5. Корелационни зависимости между азотното торене, основни параметри на добива и концентрациите на азот, фосфор и калий, в братене при твърда пшеница

Table 5. Correlation dependencies between nitrogen fertilization, basic parameters of the yield and concentrations of nitrogen, phosphorus and potassium in tillering at durum wheat

Parameters	Concentration in plants in tillering, %		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
N fertilization	0,910**	-0,276	0,867*
Grain yield	0,850**	-0,061	0,693
Protein yield	0,898*	-0,057	0,735*
% N in grain	0,720*	-0,056	0,597
N uptake	0,902*	0,021	0,730*
Biomass in tillering	0,853*	-0,208	0,824*

Level of significance: * 0,01 < P < 0,05; ** 0,001 < P < 0,01.

Таблица 6. Регресионни модели на зависимост между концентрациите на азот и калий в твърдата пшеница, в братене, надземната биомаса и азотното торене

Table 6. Regression models of dependence between concentrations of nitrogen and potassium in durum wheat in tillering, aboveground biomass and nitrogen fertilization

Зависимост y/x	Уравнение	R ²
Азот (N, %)	$y = 2,15 + 0,40x - 0,012x^2$	0,931
Калий (K ₂ O, %)	$y = 3,80 + 0,068x - 0,001x^2$	0,691
Биомаса в братене	$y = 60,1 + 14,76x - 0,402x^2$	0,824

Концентрацията на фосфор в братене при проучваните сортове твърда пшеница, отглеждани при фосфорно торене P₈ и различни нива на азотно торене е в рамките на оптималната (0,35 – 0,45% P₂O₅) и висока (> 0,45% P₂O₅) осигуреност (табл. 2). Доказани различия в зависимост от равнището на азотно хранене средно за проучваните сортове твърда пшеница се установяват при ниската (N₆) и висока (N₁₈) норма азот. При високото равнище на азотно торене (N₁₈) се наблюдава ясна тенденция за най-ниско съдържание на фосфор в растенията, което може да се обясни с усилен растеж на биомаса и ефект на разреждане по отношение на фосфора.

Новите сортове *Деяна*, *Звездица* и *Елбрус* имат по-висока концентрация на общ фосфор в братене спрямо останалите сортове средно за проучваните равнища на торене.

Твърдата пшеница се нуждае от умерени количества калий през фазите братене – вретене. За оптимално процентно съдържание на калий в братене при твърдата пшеница обикновено се посочват стойности 3,6 – 5,5% K₂O (Церлинг, 1990; Bergmann, 1992; Янев и др., 2008). Получените от нас резултати показват, че азотното торене повишава концентрацията на калий в братене спрямо неторените с азот растения (табл. 3). Нарастването е от 15% (норма N₆ и N₁₂) до 26% при норма N₁₈. Сортовата диференциация е по-силно изразена при неторените растения. Нормата N₁₈ води до доказано нарастване на процента калий в растенията спрямо торените с N₆ и N₁₂ растения. Концентрацията на калий в братене при проучваните сортове твърда пшеница е в границите на добра (оптимална) осигуреност с калий. Изключение е сорт *Прогрес*, който от всички изследвани варианти е с най-нисък процент калий в биомасата, съответстващ на средна степен на осигуреност с този макроелмент.

Резултатите от двуфакторния дисперсионен анализ показват, че азотното торене влияе най-силно върху концентрацията на азот и калий в надземната маса, в братене (табл. 4). Измененията в стойностите на съдържание на азот и калий при твърдата пшеница средно за двете експериментални години се определят 93,3% и 75,2%, съответно от азотното торене. Концентрацията на фосфор във фаза братене зависи 29,5% от азотното торене и в най-голяма степен (46,6%) от взаимодействието на факторите Сорт × N.

Концентрацията на азота в братене при твърдата пшеница се намира в силна положителна корелационна връзка с азотното торене, добивите от зърно и зърнен протеин, концентрацията на азот в зърното, износа на азот в зрялост и надземната маса на растенията в братене (табл. 5). Между изброените показатели и концентрацията на фосфор в растенията, в братене, връзката е слаба и несъществена. Установени са силни и доказани връзки между концентрацията на калий, в братене, и азотното торене, добива на зърнен протеин, износа на азота и масата на растенията в братене.

За моделиране на зависимостите между резултативните параметри (процентно съдържание на азот и калий и надземна биомаса в братене) и факторния признак азотно торене, е приложен регресионен анализ. Математическата зависимост се изразява с полином от втора степен с високи стойности на коефициента на детерминация (табл. 6). Съгласно

модела нарастването на процентното съдържание на азот и калий и масата в братене, в зависимост от азотното торене до норма 18 kg N/da става със забавяне. Очакваното средно съдържание на общ азот и калий в растенията в братене е 2,15% N и 3,8% K₂O, съответно при отглеждане на твърдата пшеница без азотно торене. Следователно при отглеждане на твърдата пшеница без калиево торене на почва, добре запасена с усвоим калий, могат да се очакват стойности за съдържание на калий в братене, в рамките на адекватната осигуреност и да се изключва временно калиевото торене. Повишаване количеството на торовия азот с един килограм на декар ще води до нарастване на сухата надземната биомаса в братене при твърдата пшеница с 14,76 kg/da.

ИЗВОДИ

Доказана е генотипна реакция на твърдата пшеница в съдържанието на общ азот, фосфор и калий във фаза братене и сортовете различия са по-силни при неторените с азот растения. Концентрацията на азот в биомасата на сортовете при ниво N₀ се изменя от 1,46% при сорт *Прогрес* до 2,81% при сорт *Звездица*. Сортове *Звездица*, *Предел* и *Елбрус*, отглеждани без азотно торене се диференцират като средно осигурени с азот. Новите сортове твърда пшеница проявяват тенденция за по-високо съдържание на азот и фосфор в братене, спрямо стандартния сорт *Прогрес*. Високата азотна норма N₁₈ повишава концентрацията на калий и намалява тази на фосфор в растенията.

Съдържанието на азот и калий в твърдата пшеница се определя 93,3% и 75,2%, съответно от азотното торене, а това на фосфор в най-голяма степен (46,6%) от взаимодействието на факторите Сорт × N. Концентрацията на азота в братене е в силна положителна връзка с азотната норма, добивите от зърно и зърнен протеин, концентрацията на азот в зърното, износа на азот в зрялост и биомасата в братене, а тази на калия – с азотното торене, добива на зърнен протеин, износа на азота и масата на растенията в братене. Нарастване на концентрациите на азота и калия в братене, в зависимост от азотното торене до норма 18 kg N/da става със забавяне.

ЛИТЕРАТУРА

Делчев, Гр. 2006. Ефективност на някои смесени минерални торове в комбинация с извънкореново подхранване при твърдата пшеница. –В: „Международна научна конференция, Стара Загора – 2006”, т. I, 138-142

Панайотова, Г. 1998. Възможности за повишаване на продуктивността при твърдата пшеница чрез минерално торене. *Селскостопанска наука*, № 6, 10-13

Панайотова, Г. 1999. Минерално хранене на твърда пшеница (*Triticum durum* Desf.), отглеждана в сеитбообращение с памук. Дисертация. София, 1-150

Панайотова, Г., Д. Аркадиев, В. Велева. 2004. Зависимости между структурните елементи на добива, нормите на азотно торене и метеорологичните условия при твърда пшеница. *Растениевъдни науки*, 41, 317-321

Пенчев, П., И. Салджиев. 2007. Влияние на някои агротехнически фактори върху добива от твърда пшеница сорт Възход. Международна научна конф., СУБ – Стара Загора, сер. „Растениевъдство”, т. 1, 60-64

Салджиев, И. 2007. Стабилност на добивите и съдържание на протеин в зърното от твърда пшеница в зависимост от агротехниката и екологичните фактори. *Journal of International Scientific Publications “Ecology @ Safety”* v. 1, 2, ISBN 978-954-9368-24-6

Янев, Ш., Д. Дечев, Ц. Лалев, И. Салджиев, Г. Панайотова, Гр. Делчев и др. 2008. Технология за отглеждане на твърда пшеница. *Темко*, Стара Загора, 2-32

Климашевский, Э. Л. 1991. Генетический аспект минералного питания растений. *Агропромиздат*, Москва, 86-132

Церлинг, В. 1990. Диагностика питания сельско-хозяйственных культур. *Агропромиздат*, Москва, 98-102

Bergmann, W. 1992. Nutritional disorders of plants. Gustav Fischer Verlag, Berlin, 335-337

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 Международной научно-практической конференции „Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Монголии, Казахстана и Сибири”. Новосибирск, p. 222-227

Johnson, A. 2004. Agricultural nutrients and climate change, Crop nutrients and the environment, Progress Knowledge, Canada, 202-211

López-Bellido, R. & L. López-Bellido. 2001. Efficiency of nitrogen in wheat under Mediterranean conditions: effect of tillage, crop rotation and N fertilization. *Field Crops Research*, 71, 31-46

Modhej, A., A. Naderi, Y. Emam, A. Ayneband, Gh. Normohamadi. 2008. Effects of post-anthesis heat stress and nitrogen levels on grain yield in wheat (*T. durum* and *T. aestivum*) genotypes. *International Journal of Plant Production*, Vol. 2 (3), 257-268

Panayotova, G., D. Dechev and N. Valkova. 2006. Yield Stability of Durum Wheat Genotypes at Nitrogen Fertilization. Proc. IV International Eco-Conference® on Safe Food, Ekoloski Pokret Grada Novi Sad, Serbia, 20-23 September 2006, 381-386

Rharrabti, Y., D. Villegas, C. Rojo, V. Martos-Núñez and L. F. García del Moral. 2003. Durum wheat quality in Mediterranean environments: II. Influence of climatic variables and relationships between quality parameters. *Field Crops Research*, Vol. 80 (2), 133-140

Walinga, L., J. Van Der Lee, V. Houba, I. Novozamsky. 1995. Plant Analysis Manual. *Kluwer Academic Publishers*, the Netherlands, 134-161