

EFFECT OF NITROGEN FERTILIZATION ON THE PRODUCTIVITY AND QUALITY OF WHEAT VARIETIES

Nedyalka Yordanova

Agricultural University, Plovdiv, Bulgaria, yordanova.ne@abv.bg

Abstract: The influence of nitrogen fertilization on the productivity and quality of wheat varieties was studied: Sadovo 1 (standard), Avenue, Anapurna and Airbus. The four wheat varieties were grown on Eutric Fluvisols on an experimental field in the region of Plovdiv. The following variants of nitrogen fertilization were studied: N₀, N₈, N₁₆ и and N₂₄ on a background of P₁₅K₁₀. It was found that with increasing nitrogen fertilizer rate to 160 kg N/ha, the productivity and grain quality of all studied varieties increased in proportion to fertilization. The applied of 240 kg N /ha was economically unjustified, as it did not lead to a significant increase of the quantity and quality of the production, compared to fertilization with 160 kg N/ha, and in some indicators lower values were reported compared to the specified fertilizer rate.

Keywords: grain quality, nitrogen nutrition, productivity, wheat

ЕФЕКТ НА АЗОТНОТО ТОРЕНЕ ВЪРХУ ПРОДУКТИВНОСТТА И КАЧЕСТВОТО НА СОРТОВЕ ОБИКНОВЕНА ПШЕНИЦА

Недялка Йорданова

Аграрен университет, Пловдив, България, yordanova.ne@abv.bg

Резиме: Проучено е влиянието на азотното торене върху продуктивността и качеството на сортове обикновена пшеница: Садово 1 (стандарт), Авеню, Анапурна и Еърбъс. Четирите сорта пшеница са отглеждани върху алувиално-ливадна почва на опитно поле в района на град Пловдив. Изпитвани са следните варианти на азотно торене: N₀, N₈, N₁₆ и N₂₄ на фон P₁₅K₁₀. Установено е, че с нарастване на азотната торова норма до 16 kg N/da, продуктивността и качеството на зърното на всички изследвани сортове се повишава пропорционално на торенето. Внасянето на 24 kg N/da е икономически неоправдано, тъй като не води до съществено увеличаване на количеството и качеството на продукцията, спрямо торенето с 16 kg N/da, а при някои показатели са отчетени и по-ниски стойности, в сравнение с посочената торова норма.

Ключови думи: азотно хранене, качество на зърното, обикновена пшеница, продуктивност

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Съвременните сортове пшеница са с високи продуктивни възможности, но съществуват генотипни различия по отношение на изискванията им към хранителните вещества. По мнение на Котева (2001) отглежданите в практиката български сортове зимна пшеница изискват интензивна технология за получаване на висок добив от качествено зърно. Едно от най-важните условия за отглеждане на пшеницата е осигуряването на добър хранителен режим през цялата вегетация и балансирано съотношение между основните хранителни елементи. Неоспорима е важноста на органичното вещество на почвата за нейното плодородие. В този показател обаче остава скрит азотът, свързан в органичното вещество. Именно азотът в органична форма, който е над 95% от общия азот на почвата е основата на почвеното плодородие. Органичният азот е източника, поддържащ растенията през цялата вегетация и осигуряващ равномерно снабдяване с азот на растенията.

Въпреки, че повечето почви съдържат значителни количества органичен азот, много голяма част от него се явява химически и/или физически свързана и устойчива на разлагане. Само малка част от този азот е по-активна и играе роля като източник на субстрат за азотната минерализация. (Valcheva et al. 2015). Азотът и фосфорът са едни от най-важните хранителни елементи, повлияващи количеството и качеството на продукцията, при оптимална запасеност на почвата с калий. Азотът оказва влияние върху формирането на листната площ, ефективността на фотосинтезата (Arduini et al., 2006) и разпределението на сухата маса към репродуктивните органи (Prystupa et al., 2004). Фосфорът влияе върху добива зърно и акумулирането на биомасата по различен начин от азота (Prystupa et al., 2004). Режимът на азотното хранене, изразен чрез съдържанието на азот в растенията на пшеницата, се влияе положително от повишаването на азотната норма. (Давидков и Тошева, 2005). Високата азотна норма 18 kg N/da повишава концентрацията на калий и

намалява тази на фосфор при пшеницата. Концентрацията на азота във фаза 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 (Алмалиев и др. 2013). Според Алмалиев и др. (2013) масата на 1000 зърна и хектолитровата маса на зърното при пшеницата 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 хектолитровата маса. В условията на топла и средно суха година надвишаваща средните температури за многогодишния период и със засушаване през есенните месеци и особено през периода изкласяване-цъфтеж, използването на азотна норма 18 kg N/da е енергийно неефективно (Алмалиев и др. 2014). Енергийната ефективност на азотното торене зависи както от количеството вложен азотен тор, така и от сортовата специфика на пшеницата. Азотната торова норма от 12 kg N/da е с най-високи средни стойности на енергийния коефициент 2,42 при пшеницата и е най-ефективна и енергийно препоръчителна (Almaliev 2013). Относно средните стойности на агрономическата ефективност на използването на азот за добива на зърнен протеин, Almaliev et al. (2012) посочват, като най-ефективна за добив на суров протеин умерената норма 12 kg N/da, при която средната продуктивност на 1 kg внесен N е 1,75 kg зърнен протеин. Според Panayotova et al. (2012), в години с недостатъчни валежи по време на вегетационния период, при късна сеитба и късно поникване се препоръчва торенето с умерени N норми. Комбинацията от богато хранене със суша и високи температури през критичните етапи на развитие намалява добива на пшеница. Повишаването на температурата намалява акумулирането на суха маса и износа на хранителни вещества във фаза цъфтеж, като сухото тегло на растенията намалява средно с 12,6%, а износа на N, P и K със средно съответно 19.3%, 21.3% и 12.9% (Kostadinova et al. 2013). Климатичните условия през вегетационния период бяха основният определящ фактор за агрономическа ефективност на прилагания азот при твърдата пшеница. Максимална агрономическа ефективност (Panayotova et al. 2013) - 27.6 kg зърно/kg N са получени при прилагане на торене 8 kg N/da в комбинация с 8 kg P/da. Almaliev et al. (2014) установяват най-голям разход на азот за образуване на 100 kg зърно при пшеницата при система на торене $N_{12} P_{12}$ - 3,84 kg N. Общият износ на азот в надземната биомаса при пшеницата нараства с увеличаване на количеството внесен азот (Panayotova et al. 2016).

Съвременното зърнопроизводство се основава на използване на нови сортове пшеница с по-големи продуктивни възможности. Системата на торене на пшеницата, отглеждана при конкретни почвено-климатични условия е един от най-ефективните фактори за регулиране храненето на растенията и обезпечаването на възможности за реализация на техния добивен потенциал. Това налага проучване на новите пшенични сортове с оглед оптимизиране на тяхното торене, съобразно биологичните им изисквания и запасеността на почвата с хранителни вещества. Проведените в България изследвания с пшенични сортове при конкретни почвено-климатични условия показват редица различия, както по отношение на количествените изисквания на пшеницата към хранителните вещества, така и по отношение на реализираните добиви. Спецификата на тези изследвания се определя от сорта, прилаганата агротехника и условията на отглеждане. На първо място се акцентира върху азотното хранене, като лимитиращ фактор за количеството и качеството на пшеничното зърно.

Целта на настоящето изследване е да се установи влиянието на азотното торене върху продуктивността и качеството на зърното при четири сорта обикновена пшеница.

Почвена характеристика

Опитът бе изведен на алувиално-ливадна почва. По географско разпространение алувиално-ливадните почви се отнасят към Тракийско-Странджанският район и първи подрайон от същия район. Почвите са развити върху песъчливо-глинести и песъчливо-чакълести кватернерни наноси. Алувиално-ливадните почви по международната класификация на ФАО се причисляват към Mollic Fluvisols. Образувани са върху алувиални наноси, имат добре оформен хумусно-акумулативен хоризонт. Според Тодорова и др. (2012), опитът е изведен върху терен, при които от 2006 г. торенето е преустановено, но сеитбообръщението все още се поддържа, което води до рязко намаляване на хумусното състояние в почвата. Според проучвания на други автори (Todorova et al. 2015) върху същия обект на изследване почвата се характеризира със сравнително добър естествен фосфатен режим. Това се потвърждава и от високото количество усвоими фосфати отчетени по Егнер-Рийм – средно 16,76% от общия фосфор са в усвоима за растенията форма. Разглеждайки всички фракции, които потенциално могат да участват в храненето на растенията се вижда, че над 50% от минералните фосфати са в достъпна (в различна степен) форма. Това предположение се допълва и от сравнително високото количество на органичните фосфати, които в хода на минерализацията също могат вземат участие във фосфорното хранене.

Таблица 1. Запасеност на почвата с хранителни вещества

Почвен слой	Общ N mg/kg	P ₂ O ₅ mg/100 g	K ₂ O mg/100 g
0-30 cm	38,5	10,0	42,3

Чрез запасяващото минерално торене с високи дози почвата се запасява с количества от най-важните хранителни елементи, които са достатъчни за осигуряването на нормален растеж и развитие на културите. От калиевите минерални торове най-често се употребява калиев сулфат, а от фосфорните - троен суперфосфат. Използването на по-бързо действащи торове, не се препоръчва, тъй като те по-лесно могат да бъдат отмити в по-долните почвени слоеве. Поради извънредно слабата подвижност на съединенията в калиевия сулфат и суперфосфата, тези торове се задържат в зоната на внасянето им за продължителен период от време. От една страна, тази особеност може да има негативен ефект, защото ако тези торове не бъдат внесени на достатъчна дълбочина в почвата, те не могат да бъдат усвоени от корените на растения. От друга страна обаче тяхната слаба подвижност в почвата осигурява по-продължителното им последствие, което е от голямо значение за всички култури. Торовите норми трябва да са изчислени на основата на запасеността на почвата, на прогнозния баланс на съответния елемент за дълъг период от време и в зависимост от хетерогенността на почвата още в периода преди засаждането (Тодорова и др. 2013).

2. МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Проучването е проведено на опитно поле в района на град Пловдив през периода 2017-2019 г. Опитът е заложен върху алувиално-ливадна почва по метода на дробните парцели, в четири повторения с големина на реколтната парцелка 10,0 m². Отглеждани са четири сорта обикновена пшеница: Садово 1, Авеню, Анапурна и Еърбъс и са изпитвани четири нива на азотно торене: N₀, N₈, N₁₆ и N₂₄ на фон P₁₅K₁₀.

За реализиране на поставената цел са изследвани следните показатели:

- ✓ Добив на зърно (kg/da)
- ✓ Износ на азот (kg/da)
- ✓ Маса на 1000 зърна (g) - представлява масата на 1000 чисти, въздушно сухи семена, изразена в g. Определя се съгласно методика за посевния и посадъчния материал ИАСАС.
- ✓ Хектолитрова маса на зърното (kg)
- ✓ Седиментационното число (cm³) - комплексен показател, стойностите на който определят доброто хлебопекарно качество на брашното.

3. РЕЗУЛТАТИ

Трайните резерви на азота в почвата са свързани с органичното и вещество и са главно два вида. Едните произхождат от нововнесените растителни остатъци или органични торове, и представляват имобилизиран от почвените организми в органична форма минерален азот. Тази част от почвения азот се разлага по-бързо и може да освободи значителни количества неорганичен азот в продължение на един вегитационен период. Другата част от азота обикновено много по-голяма, се акумулира в почвата за дълго и само малка част от него се минерализира. Практически, необходимостта от азотно торене и торови норми се определят до голяма степен от възможностите за минерализация на азота, съдържащ се в лесно разлагащата се органична фракция на почвата (Тодорова и др. 2012). Продуктивността на пшеничните растения в зрялост е представена в таблица 2. Независимо от нормата на торене и условията на годината, изследваните сортове се нареждат в низходящ ред по реализиран добив: Авеню, Анапурна, Еърбъс и Садово 1. За целия експериментален период са установени следните закономерности: сортовете Авеню и Анапурна формират по-високи добиви, спрямо стандарта – сорт Садово 1 и Еърбъс. Включването на азотното торене (N₈) в технологията на отглеждане на пшеничните растения води до повишаване на продуктивността на сортовете с около 100 kg/da, в сравнение с неторения вариант. До аналогични изводи достигат и редица други автори (Котева, 2001; Янчев и Жалнов, 2002; Панайотова, 2004; Филипков и Василева, 2005; Шафран, 2006; Дечев и Панайотова, 2010).

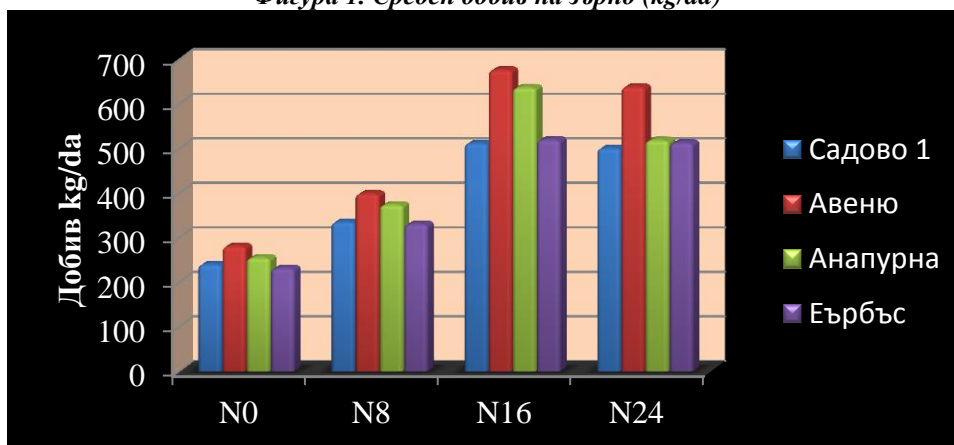
Най-високи добиви са отчетени при торене с 16 kg N/da – от 512,7 kg/da за стандарта до 677,3 kg/da за сорт Авеню. Азотната норма от 24 kg N/da е икономически неоправдана, тъй като не води до повишаване на продуктивността на сортовете, спрямо торенето с N₁₆ и дори има редуциращо въздействие върху добивния потенциал. Без торене най-добре реализира своите продуктивни възможности сорт Авеню – 281,2 kg/da, следван от сортовете Анапурна – 255,5 kg/da, Садово 1 – 240,5 kg/da и Еърбъс – 231,9 kg/da.

Таблица 2. Среден добив на зърно от трите експериментални години (kg/da)

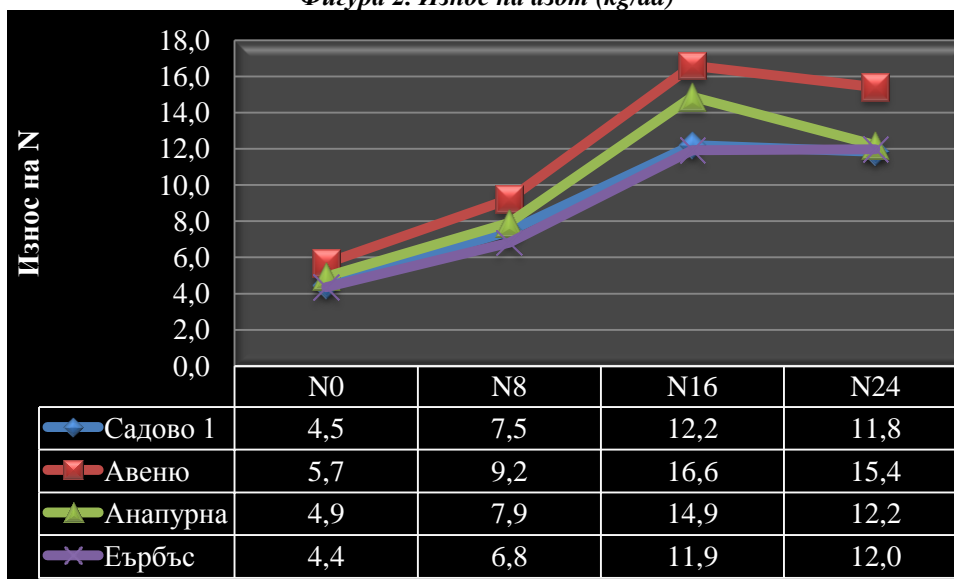
Сортове	Норма на торене			
	N ₀	N ₈	N ₁₆	N ₂₄
Садово 1	240,5	335,8	512,7	501,5
Авеню	281,2	399,2	677,3	639,1
Анапурна	255,5	374,5	638,0	519,6
Еърбъс	231,9	330,8	520,5	513,5

Износът на азот (фигура 2), средно за периода на изследване, е резултат от съдържанието на елемента (%) в пшеничното зърно и натрупаното сухо вещество. Количеството на азот в растителната биомаса и формираното сухо вещество се влияят от генотипа, климатичните условия и торенето. Варирането на единия показател, много често, не е успоредно с варирането на другия, поради което средно за експерименталния период са установени различия между изпитваните сортове. Торенето с нарастващи азотни норми – от N₀ до N₁₆ води до повишаване на стойностите на този показател. При контролния вариант изпитваните сортове изнасят приблизително еднакви количества азот от почвата – от порядъка на 4,5 – 5,0 kg/da, с изключение на сорт Авеню – 5,7 kg/da. При торова норма N₈ износът на елемента нараства с около 3 kg/da за всички изпитвани сортове. Най-голямо количество азот със зърното изнася сорт Авеню при торене с N₁₆ – 16.6 kg/da. Отчетените резултати показват, че износът на азот от пшеничните растения при торене с N₂₄, макар и незначително, намалява спрямо същия при торова норма от 16 kg N/da.

Фигура 1. Среден добив на зърно (kg/da)



Фигура 2. Износ на азот (kg/da)



Средно за експерименталния период масата на 1000 зърна (таблица 3) варира при изпитваните сортове от 36,7 g за сорт Еърбъс при неторения вариант до 52,3 g за сорт Авеню, отглеждан при торене с 16 kg N/da. По този показател сортовете могат да бъдат градираны в низходящ ред: Авеню и Анапуерна, при които са отчетени близки стойности по отношение на масата на 1000 зърна, следвани от сортовете Садово 1 и Еърбъс, при които също са отчетени приблизително еднакви резултати по изследвания показател.

Според някои автори (Тодорова и др., 2001; Янчев и Жалнов, 2002) азотно хранене повлиява положително масата на 1000 зърна, докато други (Иванова и Ценов, 2010) считат, че азотното торене повишава продуктивността на пшеницата, но не влияе върху масата на 1000 зърна. Резултатите от опита показват, че абсолютната маса на зърната се повлиява положително от прилаганото азотно торене. При торените варианти, спрямо неторения стойностите на показателя нарастват с 3-5 g при второ ниво на азотно хранене и с 7-9 g, съответно при трето и четвърто ниво. Не са установени съществени разлики в масата на 1000 зърна при торене с N₁₆ и N₂₄.

Таблица 3. Маса на 1000 зърна (g)

Сортове	Норма на торене			
	N ₀	N ₈	N ₁₆	N ₂₄
Садово 1	37,9	43,0	45,7	44,9
Авеню	44,5	48,2	52,3	52,1
Анапуерна	43,0	47,6	51,9	52,0
Еърбъс	36,7	43,4	45,0	44,5

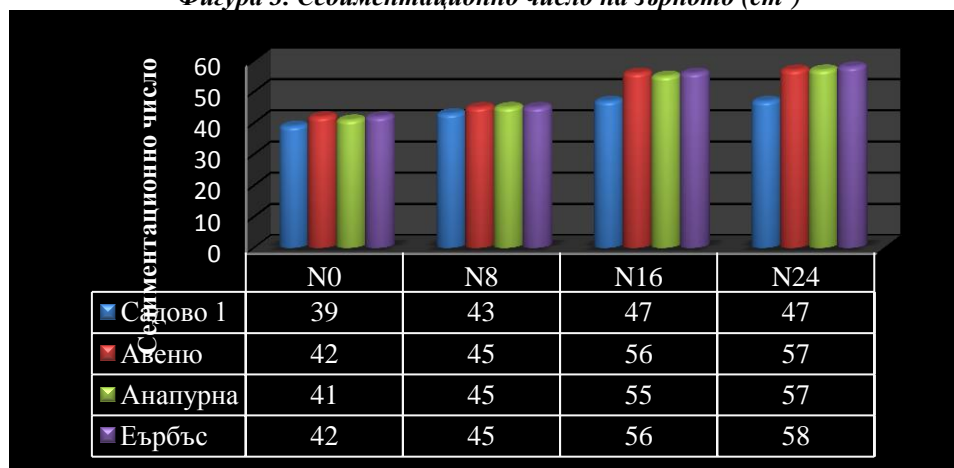
Хектолитровата маса (таблица 4) е косвен физичен показател за определяне качеството на зърното, който зависи от съотношението между основните изграждащи зърното вещества - въглехидрати, белтъчини и мазнини, както и от масата на 1000 зърна. За периода на изследване хектолитровата маса на зърното варира от 73 kg за сорт Еърбъс при варианта без торене до 80 kg за сортовете Авеню и Анапуерна при торова норма N₂₄. Най-ниски стойности на показателя са отчетени при сорт Еърбъс за всички нива на азотно хранене, а най-високи, съответно при сортовете Авеню и Анапуерна, независимо от приложения вариант на торене. При N₀ сортовете формират зърно с хектолитрова маса от 73 kg до 75 kg., а включването на торенето води до увеличение на стойностите с 1-2 kg. При високите торови норми хектолитровата маса на зърното нараства в сравнение с неторения вариант с около 2-5 kg.

Таблица 4. Хектолитрова маса на зърното (kg)

Сортове	Норма на торене			
	N ₀	N ₈	N ₁₆	N ₂₄
Садово 1	74	75	76	76
Авеню	75	77	80	80
Анапуерна	75	76	79	80
Еърбъс	73	75	75	76

Седиментационната стойност на брашното (фигура 3) има комплексен характер и е показател, който най-добре корелира с останалите признаци на пшеничното зърно (Деков и др., 1989).

Фигура 3. Седиментационно число на зърното (cm³)



По този показател, характеризиращ по-доброто хлебопекарно качество на брашното, е приета следната класификация: висококачествени пшеници – със седиментационно число над 60 cm^3 ; средни с повишена сила – от 50 до 60 cm^3 ; със средно качество – от 40 до 50 cm^3 ; с понижено качество – от 30 до 40 cm^3 ; с ниско качество – под 30 cm^3 . Сортовете Авеню, Анапурна и Еърбъс при различните норми на азотно торене формират зърно с по-висока седиментационна стойност, спрямо сорт Садово 1. Азотното хранене оказва положително влияние върху изследвания показател. Без торене отчетените резултати се движат в рамките на $39-42 \text{ cm}^3$ и сортовете могат да се отнесат към групата на пшениците със средно качество, с изключение на сорт Садово 1 – 39 cm^3 (към групата на пшениците с понижено качество). При торене с 8 kg N/da седиментационното число на зърното е в рамките от 43 до 45 cm^3 и изпитваните сортовете аналогично се отнасят към пшениците със средно качество, докато при торене с N_{16} и N_{24} седиментационната стойност варира от 47 до 58 cm^3 , което дава възможност да се отнесат сортовете към групата на пшениците средни с повишена сила.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Независимо от нормата на торене и условията на годината, сортовете Авеню и Анапурна реализират високи добиви, в сравнение със стандарта – сорт Садово 1. Сорт Еърбъс и сорт Садово 1 формират приблизително еднакъв добив на зърно за целия експериментален период. Най-високи добиви са отчетени при торене с 16 kg N/da – от $512,7 \text{ kg/da}$ за стандарта до $677,3 \text{ kg/da}$ за сорт Авеню. Азотното торене влияе съществено върху продуктивността на всички изпитвани генотипи. Включването на азотното хранене (N_8) в технологията на отглеждане на пшеницата води до повишаване на добивите с около 100 kg/da , спрямо неторения вариант, докато при торене с N_{16} продуктивността на изпитваните сортове се увеличава с около 300 kg/da . Внасянето на 24 kg N/da е икономически неоправдано, тъй като не води до съществено нарастване на количеството и качеството на продукцията, спрямо торенето с 16 kg N/da .

Внасянето на нарастващи азотни торови норми – от N_0 до N_{16} води до увеличаване на износа на елемента от културата. С най-висок износ на азот се характеризира сорт Авеню, което се дължи на акумулираното по-високо сухо вещество и по-високите добиви при този сорт.

Масата на 1000 зърна и хектолитровата маса се повлияват положително от азотното хранене, а разликите в стойностите на показателите между трето и четвърто ниво на торене са незначителни.

Сортовете Авеню, Анапурна и Еърбъс се характеризират с високо седиментационно число на зърното – $57-58 \text{ cm}^3$, което дава основание тези сортове да се причислят към групата на пшениците средни с повишена сила. При торови норми N_{16} и N_{24} седиментационната стойност на зърното нараства, спрямо контролния вариант с 8 cm^3 за сорт Садово 1 и с $15-16 \text{ cm}^3$ за останалите сортове.

ЛИТЕРАТУРА

- Алмалиев, М., Костадинова, С., & Панайотова, Г. (2013). Растителна диагностика при твърда пшеница. Селскостопанска академия, Растениевъдни науки, ISSN 0568-465X, Vol. L, 2013, 4-5, София, стр. 10-14.
- Алмалиев, М., Панайотова, Г., & Костадинова, С. (2013). Зависимости на добива и качеството на зърното от азотното торене при твърда пшеница. Селскостопанска академия, Растениевъдни науки, ISSN 0568-465X, Vol. L, 2013, 4-5, София, стр. 5-9.
- Алмалиев, М., Костадинова, С., & Панайотова, Г. (2014). Енергийна ефективност на системи с азотно и фосфорно торене при твърда пшеница ISBN: 978-954-2955-21-4, Сборник доклади, 226-235.
- Давидков, Е., & Тошева, Е. (2005). Влияние на торенето при различни дати на сеитба и прилагането на растежни регулатори и фунгициди върху усвояването на азот от пшеничните растения, отглеждани на карбонатен чернозем. Аграрни науки, № 7, 76-80.
- Деков, Д., Томов, Н., Савов, П., Ханъмова, Т., Шишков, А., Конов, В., Гоцова, В., Хараланов, В., Горастев, Х., Бургазова, Й., & Тошева Т. (1989). Повишаване качеството на зърното от пшеницата, ечемика и царевичката, София.
- Дечев, В., & Панайотова Г. (2010). Оценка за добива на зърно от сортове твърда пшеница, отглеждани при различни условия на години и нива на торене. Растениевъдни науки, 1, <http://www.rastnauki.org/2010/01-05.html>.
- Иванова, А., & Ценов Н. (2010). Поведение на сортове твърда и мека пшеница в условията на Добруджа. Field Crops Studies, Vol. VI – 2, 251-259.
- Котева, В. (2001). Влияние на редуцирано минерално торене върху добива на зимна мека пшеница, отглеждана на почва с различно плодородие. Почвознание, агрохимия и екология, год. XXXVI, № 2-3, 43-47.

- Панайотова, Г. (2004). Формиране на сухо вещество при твърда пшеница сорт Прогрес в зависимост от нивото на азотно хранене. *Field Crops Studies*, Vol. I – 2, 305-310.
- Тодорова, Н., Борисова, М., & Николова Д. (2001). Влияние на минералното торене върху качеството на зърното на зимна мека пшеница. *Почвознание, агрохимия и екология*, год. XXXVI, № 2-3, 67-70.
- Филипов, Хр., & Василева Е. (2005). Отзивчивост на основни сортове пшеница към величината на азотното хранене. *Растениевъдни науки*, 42, 516-521.
- Шафран, С. А., Хачидзе, А. С., Мамедов, М. Г., & Васильев, А. И. (2006). Эффективность азотного удобрения зерновых культур различных сортов. *Агрохимия*, № 7, 13-19.
- Янчев, И., & Жалнов И. (2002). Влияние на азотното хранене върху добива от зърно при сортове зимна мека пшеница за условията на Пловдивското поле. *Научни трудове*, Том. XLVII, кн. 1, 36-41.
- Almaliev, M. (2013). Energy efficiency of nitrogen fertilization at durum wheat cultivars. Conference „Sustainable agricultural production: restoration of agricultural soil quality by remediation“, 16-17 May 2013, Novi Sad, Serbia, *Book of Proceedings* 131-134.
- Almaliev M., Kostadinova, S., & Panayotova G. (2012). Nitrogen efficiency in durum wheat, 16th International Eco-Conference® on 7th SAFE FOOD, Novi Sad, 26 - 29 September 2012, *Book of Proceedings*, 165-173.
- Almaliev, M., Panayotova, G., & Kostadinova S. (2014). Uptake and utilization efficiency of nitrogen and phosphorus in durum wheat. *Agrosym 2014*“, ISBN: 978-99955-751-9-9 <http://www.agrosym.rs.ba>, *Book of Proceedings*, Original scientific paper 10.7251/AGSY 1404118A, 118-122.
- Arduini, I., Masoni, A., Ercoli, L., & Mariotti M. (2006). Grain yield, and dry matter and nitrogen accumulation and remobilization in durum wheat as affected by variety and seeding rate. *European Journal of Agronomy*, 25, 309–318.
- Prystupa P., Savin, R. & Slafer G. (2004). Grain number and its relationship with dry matter, N and P in the spikes at heading in response to N×P fertilization in barley. *Field Crops Research*, Vol. 90, 2-3, 245-254.
- Kostadinova S., Panayotova, G., & Almaliev M. (2013). Nutrient uptake of durum wheat at elevated temperature, “XVIII Savetovanje o Biotehnologiji”, *Agronomski fakultet, Cacak*, 15-16 mart, 2013. god. *Zbornik radova*, Vol. 18. (20), 141-145.
- Panayotova G., Kostadinova, S., & Almaliev M. (2012). Effect of different fertilizing rates on the yield and grain quality of durum wheat, 16th International Eco-Conference® on 7th SAFE FOOD, Novi Sad, 26 - 29 September 2012, *Book of Proceedings*, 183-191.
- Panayotova, G., Kostadinova, S. & Almaliev M. (2013). Agronomic efficiency of fertilization at durum wheat under contrast climate conditions, *Book of Proceedings of Fourth International Scientific Symposium "Agrosym 2013"*, 2013, 114-118.
- Panayotova G., Almaliev, M., & Kostadinova S. (2016). Nitrogen uptake and expense in durum wheat depending on genotype and nitrogen fertilization. *International Scientific Journal “Agricultural Science and Technology”*, Vol. 9, № 1, 2017, ISSN 1313-8820, 26-34.
- Todorova, S., Simeonova, N., Trendafilov, K., & Valcheva V. (2012). Change of some chemical properties of alluvial-meadow soil (Mollic fluvisol) after long term fertilization, *Agricultural Science and Technology*, vol. 4, № 3, pp. 285-287, ISSN: 1314-412X.
- Todorova, S., Simeonova, N., Trendafilov, K., & Valcheva V. (2012). Change of available forms of nitrogen and phosphorus in alluvial-meadow soil, after long-term fertilization, *Agricultural Science and Technology*, vol. 4, № 4, pp. 388-391, ISSN: 1314-412X.
- Todorova, S., Trendafilov, K., & Almaliev M. (2015). Phosphorus fractions in alluvial-meadow soil after long-term organic-mineral fertilization. *International Scientific Journal “Agricultural Science and Technology”*, Vol. 7, № 4, 2015, ISSN 1313-8820, 431-435.
- Todorova, S., Trendafilov, K., & Valcheva V. (2013), Differentiation of fertilization rates with phosphorus and potassium based on geospatial data for their reserves in soil, *Scientific papers series a. agronomy*, vol. LVI, pp.126-132.
- Valcheva, V., Trendafilov, K., & Almaliev M. (2015). Nitrogen mineralization potential of alluvial-meadow soil after long-term fertilization, *Agricultural science and technology*, vol.7, No 4, pp 476-480.