

Изследване на ефекта на органичните торове върху добива зърно на обикновена пшеница (*Triticum aestivum* L.)

Николай Ценов^{2,1}, Маргарита Нанкова², Тодор Губатов¹

¹Агроном Холдинг, Добрич, България

²Добруджански Земеделски Институт, Генерал Тошево, България

E-mail: n_tsenov@abv.bg

Резюме

Обстановка и цел: Приложението на органични торове във вид на пелети у нас е все още почти непознато. Изследванията в тази насока и в световната практика са малко на брой. Не е ясно какви са ефектите им върху добива и качеството на продукцията. Това е причината да се направи проучване на ефекта на няколко вида органични торове върху пшеницата, самостоятелно и в съчетание с различни нива на минерално азотно подхранване. Целта е да се установи дали органичните торове са конкурентни на минералните по отношение на добива зърно.

Методи: Проучено е влиянието на органични торове върху добива зърно в полски опит през три годишен период (2017-2019). Изследвани са седем нови сорта обикновена пшеница, създадени във фирма „Агроном“. В полския експеримент са включени и три нива на азотно подхранване, както следва (N_3 , N_{10} , N_{18}). За сравнение е използван минералния тор ДАП (диамониев фосфат) в доза, осигуряваща същото количество от активни вещества (NPK) на трите органични тора.

Ключови резултати: Органичните торове Sonar (C), Italtollina (D) и Guanito (B) имат по-силен положителен ефект върху добива зърно от минералния тор DAP (A). Според величината на ефектите им, които са определени при пряко сравнение с него, те принципно биха могли да бъдат подредени в низходящ ред, така: Sonar (C) >Italtollina (D) >Guanito (B). Техният положителен ефект спрямо контролния вариант се установява, без значение каква е дозата на азотното подхранване (N). При най-ниското ниво на подхранване (N_3) приложението на два от трите органични тора, Sonar (C) и Italtollina (D), осигуряват съществена прибавка към добива зърно от (+8,4 %) и (+4,9 %), респективно.

Изводи: Влиянието на изследваните органични торове върху добива зърно е по-силно от това на минералния тор (+5-10 %), при всички изследвани нива на азотното подхранване. При торене с органичните торове на богати черноземни почви дозата на азотното подхранване с минерални торове би могло да бъде оптимизирано, без това да се отразява негативно на добива. Органичните торове от ново поколение са напълно конкурентни на сходните им минерални, поради няколко причини: *i*) увеличават добива, *ii*) могат вече лесно и прецизно да бъдат дозирани (пелети) и *iii*) те са комплексни по характер, защото притежават уникален баланс между основни (NPK) и вторични макроелементи (Mg и S).

Ключови думи: пшеница; добив зърно; органични торове; азотно хранене

Research of the effect of organic fertilizers on the grain yield of common wheat (*Triticum aestivum* L.)

Nikolai Tsenov ^{2,1}, Margarita Nankova ², Todor Gubatov ¹

¹Agronom I Holding, Dobrich, Bulgaria

²Dobrudzha Agricultural Institute, General Toshevo, Bulgaria

E-mail: n_tsenov@abv.bg

Citation

Tsenov, N., Nankova, M., & Gubatov, T. (2021). Research of the effect of organic fertilizers on common wheat (*Triticum aestivum* L.) grain yield. *Rastenievadni nauki*, 58(3) 3-13 (Bg).

Abstract

Situation and purpose: The application of organic fertilizers in the form of pellets in our country is still almost unknown. Research in this direction in world practice is small, too. It is not clear what their effects are on the yield and quality of production. This is the reason to study the effect of several types of organic fertilizers on wheat, alone and in combination with different levels of mineral nitrogen nutrition. The aim is to determine whether organic fertilizers are competitive with mineral fertilizers in terms of grain yield.

Methods: The influence of organic fertilizers on the grain yield was studied in field experience over a three-year period (2017-2019). Seven new varieties of common wheat, developed recently in the company „Agronom“, were studied. Three levels of nitrogen nutrition were included in the field experiment as follows (N_3 , N_{10} , N_{18}). For comparison, the mineral fertilizer DAP (Diammonium phosphate) was used in a dose providing the same amount of active substances (NPK) of the three organic fertilizers.

Key results: The organic fertilizers Sonar (C), Italpollina (D) and Guanito (B) have a stronger positive effect on grain yield than the mineral fertilizer DAP (A). According to the magnitude of their effects, which are determined by direct comparison with it, they could in principle be arranged in descending order, as follows: Sonar (C) > Italpollina (D) > Guanito (B). Their positive effect compared to the control variant was established regardless of the dose of nitrogen nutrition (N). At the lowest levels of nutrition (N_3) the application of two of the three organic fertilizers, Sonar (C) and Italpollina (D) provide a significant increase in grain yield of (+8.4%) and (+4.9%), respectively.

Conclusions: The influence of the studied organic fertilizers on grain yield is stronger than that of mineral fertilizer (+ 5-10%), at all studied levels of nitrogen nutrition. When fertilizing with organic fertilizers on rich chernozem soils, the dose of nitrogen fertilization with mineral fertilizers could be optimized without adversely affecting the yield. New generation organic fertilizers are fully competitive with their similar mineral ones for several reasons: *i*) they increase the grain yield, *ii*) they can now be easily and precisely dosed (pellets) and *iii*) they are complex in nature because they have a unique balance between basic (NPK) and secondary macronutrients (Mg and S).

Key words: wheat; grain yield; organic fertilizers; nitrogen nutrition

ВЪВЕДЕНИЕ

Успехите на съвременното земеделие в значителна степен са свързани с широко мащабната употреба на минерални торове и други химически средства (Fageria, 2009). Общо известен е и фактът, че увеличената интензификация не винаги е съпроводена с адекватно повишаване продуктивността на културите. Една от главните причини е свързана с ефективността на усвояването на хранителните вещества от минералните торове. Проблемът е в това, че високо разтворимите хранителни елементи се измиват по дълбочина на почвения профил, а фосфорните торове се свързват с йоните на K, Mg, Al, Fe, Ca, образувайки неразтворими съединения. Тенденцията за намаляване органичното вещество на почвата и особено хуматите допринася за намаляване на тази ефективност.

Подобряването на почвеното плодородие и храненето на растенията, за да се поддържа адекватен добив от реколтата е от съществено

значение, тъй като деградацията на почвата е определена като основно ограничение и основна причина за намаляването производителността от реколтата. Сред тези процеси, вкисляването и засоляването са пряко свързани с промени в състава на почвения разтвор, а уплътняването – с промяна на физико-механичните свойства на почвите.

Ерозията на почвата води до намаляване дълбочината на вкореняване, количеството на хранителните вещества и наличната почвена вода, изчерпване капацитета за филтриране и буфериране на почвата, спад в органичното вещество на почвата, загуба на биоразнообразие, деградация на почвената структура, разпределение и натрупване на замърсители в повърхностните и подпочвени води, както и в зоните за отлагане (Rousseva & Filcheva, 2001; Rousseva, 2002).

Ползите от органичните торове и техните норми за увеличаване на добивите не винаги са лесни за оптимизиране, тъй като съдържа-

нието на азот и последващото му освобождаване е трудно да се предскаже. Увеличаването на добивите чрез комбиниран ефект с химически торове е обещаваща цел в земеделското производство за намаляване на високите дози химически торове, особено азотни. Това касае получаването на по-чисти продукти в следствие на блокирането на тежки метали и други замърсители (Nour et al., 1989; Sushila et al., 2000; Radwan et al., 2002)

През последните няколко години при отглеждане на пшеницата започна прилагане на редица твърди или течни торове с органичен произход. В стремежа си да увеличат добива или да смекчат стреса върху посевите производителите се обърнаха към тези продукти, защото вече има известен избор. Продължителното торене предимно с минерални торове през последните 50 г. доведе до драстично намаление на органичното вещество в почвите у нас (Nankova, 2010; Nankova, 2012; Nankova, 2014; Stoycheva, 2014; Filcheva, 2015) и други силно негативни за нея ефекти (Mitova, 2014; Nankova et al., 2014; Hristov et al., 2016). От друга страна нараства използването на комплексни (NPK) торове, поради съществените им предимства пред тези, съдържащи един макроелемент. Прилагането на органични торове, въпреки че е полезно за културите (Milev et al., 2014; Mitovska, 2014; Filcheva et al., 2014) е много ограничено - главно при биологично производство на зеленчуците и плодове. Органични торове не се прилагаха масово, поради простата причина, че тези продукти почти липсваха на пазара, с изключение на продуктите свързани с лумбрикомпост (от калифорнийски червеи) и някои торфени продукти.

Познанията за торовете с органичен произход у нас са системни и задълбочени, но в голяма степен те са по-скоро теоретични, отколкото с практическа насоченост (Gorbanov, 2018). Почти липсват конкретни проучвания на отделни продукти, с малки изключения (Nankova & Ivanova 2004; Nankova & Nankov, 2011a; Nankova & Nankov, 2011b; Stamatov & Velcheva, 2020; Nankova et al., 2019; Nankova et al., 2020) и то предимно с течните торове за листово приложение. По мащабни проучвания за използването на органични и органо-минерални торове за основно почвено торене са проведени в Добруджански

земеделски институт през периода 2005 - 2018 (Nankova & Nankov, 2012; Nankova et al., 2016).

В настоящия момент в страната има няколко вида органични торове, които все още са слабо познати от гледна точка на техните ефекти върху пшеничното растение (Thomas et al., 2019; Araeva et al., 2020). В групата на органичните продукти, които са най-проучени до момента, има твърди органични торове (Edmeades, 2003; Gutser et al., 2005; Thomas et al., 2019) и течни биостимулатори (Colla et al., 2017; Drobek et al., 2019), за чието съвместно действие все още липсва научна информация. Как тези торове биха се отразили на пшеницата при съвместно им използване на фона на съвременното ниво на агротехнически подходи при отглеждане на културата? Дали ще имат предимство за културата, за почвата и екологията на земеделските земи? Това са все въпроси, чиито отговори трябва да бъдат установени чрез системно и комплексно изследване посредством познатите за това научни методи и подходи.

ЦЕЛ: Да се изследват подробно какви са ефектите на торови продукти с органичен произход върху пшеницата, самостоятелно и в комплекс с основни агрономически фактори, формиращи добива зърно. В случай, че някои от органичните торове са конкурентни на минералните, дали съществува реална възможност да се получи висок добив зърно при вариант с по-ниско ниво на подхранване с азотен тор?

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Обстановка на полския опит

Седем създадени във фирма „Агроном I Холдинг“ сортове обикновена зимна пшеница, (1. Риана, 2. ABC Ломбардия, 3. ABC Зигмунд, 4. ABC Колино, 5. ABC Наво, 6. ABC Рома и 7. ABC Кловър) са заложили в многофакторен торов опит (Таблица 1). В него са изследвани четири вида тор DAP (A), Guanito (B), Sonar (C) и Italpollina (D). Торовете (BCD) са с органичен произход, създадени от фирма Italpollina, Италия (https://italpollina.com/INT/Company_9). ДАП (DAP) – диамониев фосфат е приет като стандартен за сравнение при основно предсеитбено торене на културата, защото е добре проучен и е популярен продукт за тази цел. На фона

на основно торене с тези торове са приложени три нива на допълнително подхранване с азот, както следва: подхранване с 3,4 kg/da активно вещество обозначено като (N3), с 10,3 кг., (N10) и с 18,8 kg (N18), съответно. Полският опит е заложен в три повторения при големина на окончателната парцела от 12,5 m². Всички основни торове са приложени предсеитбено, в дози детайлно отразени в таблица 2. Измерени са признаци, свързани пряко с добива зърно, от които тук е анализиран само добива зърно обозначен като (GY) и представен в kg/da.

Статистически методи

Анализиран са разликите в добива зърно на всички фактори, като акцентът е върху вида на тора. Направен е опит да се оценят факторите като комплект (торене*подхранване) за да се определи най-ефективния от тях за добива зърно. Всички данни са анализирани с помощта на два статистически пакета Statgraphics XVIII, IBM SPSS 23 и PBstat-GE 2.9.

РЕЗУЛТАТИ

Между нивата на изследваните основни фактори в експеримента съществуват доказани разлики в добива зърно (Таблица 3). Доказан ефект от четирите изследвани тора има само SONAR (С). Двете нива на фактор “N” (N3 и N10) показват по-силен ефект върху добива от най-високото нива на този фактор (858 kg/da, срещу 880 и 889 kg/da, респективно). Поведението на изследваните сортове също е различно. Два от тях – Риана (895 kg/da) и ABC Кловър (905 kg/da), са по-продуктивни от средното за целия опит, а сорт ABC Зигмунд е с най-нисък добив зърно (835 kg/da) от цялата изследвана група сортове. Всичко това показва наличие на реални ефекти на различните нива на проучваните фактори.

Анализът на вариансите им показват съществено влияние върху добива на всеки един от тях (Таблица 4). Всеки фактор самостоятелно като „основния ефект” има реален дял при формиране на добива зърно. Най-съществен е този на

Таблица 1. Списък на основните фактори в полския опит

Table 1. List of the main factors in the field experiment

Код / Code	Вид тор / Type of fertilizer	Код / Code	Норма кг/ха / Norm kg/ha	Код / Code	Сорт / Variety
A	DAP	N ₃	3,4	1	Риана /Riana
B	Guanito	N ₁₀	10,3	2	ABC Наво /ABC Navo
C	Sonar	N ₁₈	18,8	3	ABC Зигмунд /ABC Zigmund
D	Italpollina			4	ABC Колино /ABC Kolino
				5	ABC Ломбардия /ABC Lombardia
				6	ABC Рома /ABC Roma
				7	ABC Кловър /ABC Clover
	4	3	3	7	df=252

Таблица 2. Списък на използваните торове и техните активни вещества

Table 2. List of fertilizers used and their active substances

Код / Code	Вид тор / Type of fertilizer	Доза, kg/ha / Dose, kg/ha	Състав от макроелементи / Composition of macronutrients	Активни вещества в kg/ha / Active substances in kg/ha
A	DAP	300	(18 % N, 46 % P)	(54N, 138P)
B	Guanito	300	(6 % N, 15 % P, 3 % K)	(18N, 45P, 9K)
C	Sonar	300	(7 % N, 15 % P, 30 % C)	(21N, 45P, 90C)
D	Italpollina	500	(4 % N, 4 % P, 4 % K)	(20N, 20P, 20K)

фактора „А” - вид на тора и фактора „В” -азотно подхранване. Техните стойности на параметъра Eta2 са по-високи от тези на останалите два

фактора, което е указание за тяхната по-висока достоверност. Факторите си взаимодействат помежду си, като най-силно е това при факторите

Таблица 3. Статистически групи по добив зърно според нивата на факторите

Table 3. Statistical groups for grain yield, according to factor levels

Нива на факторите / Level of factors	Стойност / Mean	Ниска / Lower	Висока / Upper	ХГ / HG*
Основно торене / Fertilization				
A=DAP	859	844	874	a
B=GUANITO	868	853	884	a
C=SONAR	909	894	924	b
D=ITALPOLLINA	867	852	882	a
Подхранване с азот / Nitrogen fertilization				
N ₁	880	867	893	b
N ₁₀	889	876	902	b
N ₁₈	858	845	871	a
Сорт / Variety				
Риана /Riana	895	875	915	d
ABC Ломбардия /ABC Lombardia	863	843	883	ab
ABC Зигмунд /ABC Zigmund	835	815	856	a
ABC Колино /ABC Kolino	875	855	895	bc
ABC Наво /ABC Navo	878	858	898	bc
ABC Рома /ABC Roma	855	835	875	ab
ABC Кловър /ABC Clover	929	909	949	e
<i>Средна от опита/Grand Mean</i>	<i>876</i>			

* * HG (хомогенни групи по значимост, метод: 95% LSD)/HG (Homogeneous Groups of significance, Method: 95 % LSD)

Table 4. Analysis of Variance for Grain Yield by SPSS,(Type III Sums of Squares)

Таблица 4. Анализ на вариансите за Добива Зърно чрез SPSS, (Суми от квадрати тип III)

Източник на вариране / Source of variation	df	Mean Square	F-Ratio	P-Value	Partial Eta ²
Основен ефект / Main effects					
Fert ¹	3	31858,078	15,751	,0000	,963
N	2	21372,683	2,044	,0000	,657
Year	2	14320,718	1,423	,0007	,364
Var	6	32315,476	2,766	,0005	,545
Взаимодействие / Interactions					
Fert * N	6	15019,836	4,042	,0058	,804
N * Var	12	6827,558	4,315	,0073	,922
Year * Var	12	7793,690	2,993	,0048	,788
Fert * N * Year	12	5027,288	1,622	,1005	,213

1- FERT – вид на тора/ type of fertilizer; N- подхранване с азот/ additional nitrogen fertilization; YEAR - фактор условия на годината, като фактор/ year environments as a factor; VAR - фактор сорт/ factor genotype; знакът (*)-означава взаимодействие / the sign (*) means interaction; 2- Изчислено при алфа =, 05, ** Computed using alpha = ,05

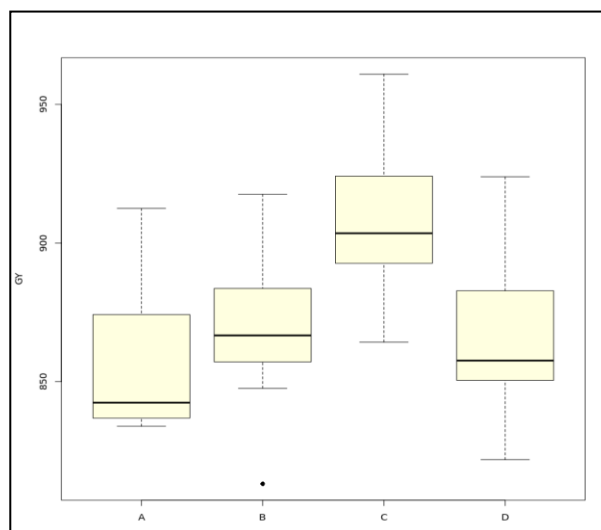
(Fert*N), (N*Var), (Year *Var) и сложното три линейно взаимодействие на (Fert*N*Year). Всички останали варианти на взаимодействие между факторите не са достоверни и затова за краткост не са показани в таблицата (Таблица 4).

Приложението на принципен компонентен анализ (PCA) показва, че взаимодействията между отделните фактори е предимно линеен тип (Таблица 5). Установени са само две компоненти, което означава че при положителна промяна на нивото на даден фактор, добивът също се променя в положителна посока. Това важи за фактор (N), чиито нива всъщност са дози на приложение, които се различават съществено и от тях се очаква различен ефект, като хипотеза. При фактора (FERT) качествения състав на тора също се очаква да има различен ефект върху добива. Основните ефекти на тези два фактора вече бяха споменати като най-осезаеми в коментара на данните таблица 4. Втората (PC2) компонента е само около 30% от първата. Това означава, че има и нелинейно взаимодействие между факторите. Вероятно тя се дължи предимно на уникалната реакция на всеки от изследваните сортовете (VAR), които показаха различия помежду си като полягане, устойчивост на болести и др., освен различния си генетичен продуктивен потенциал. Все фактори, които се отразяват на добива зърно в различна според сорта степен. Това бе отразено (Таблица 3) чрез достоверни разлики между тях.

Взаимодействието на факторите (FERT)*(N) е най-високо в сравнение с останалите (Таблица 4). Според поставената цел трябва да се установи дали органичните торове имат ефект, сходен или по-силен върху добива от контролния вариант, в нашия случай DAP. Отговорът на този съществен въпрос е отразен на Фигура 1. Най-висок е добивът зърно при използване на тора SONAR (C). При останалите торове добивът е сходен по стойности и разликите са недостовер-

но доказани (виж Таблица 3). Все пак двата органични тора са увеличили добива зърно спрямо DAP, но разликите са несъществени. Приемаме, че ефекта им средно от целия опит е равен на минералния тор, използван като контрола.

Когато подложим данните на допълнителен статистически анализ със статистическата програма PBstat-GE 2.9 се установява, че и трите органични тора са значително по-стабилни по ефект спрямо добива на фона на останалите фактори (Фигура 2). Векторите им са много близки като разположение и са в вътрешната част на концентричния кръг на фигурата, докато вектора на контролния сорт DAP е в най-външния кръг. Това означава значително по-ниска стабилност на проявление на добива след неговите ефекти спрямо останалите фактори.



Фигура 1. Среден добив и вариране на добива зърно според фактора „вид на тора” (FERT), A= DAP, B=Guanito, C=Sonar D=Italpollina, (PBstat-GE 2.9)

Figure 1. Average yield and variation of grain yield according to the factor „type of fertilizer” (FERT), A= DAP, B=Guanito, C=Sonar D=Italpollina, (PBstat-GE 2.9)

Таблица 5. Анализ на основните компоненти (PCA) за добива зърно

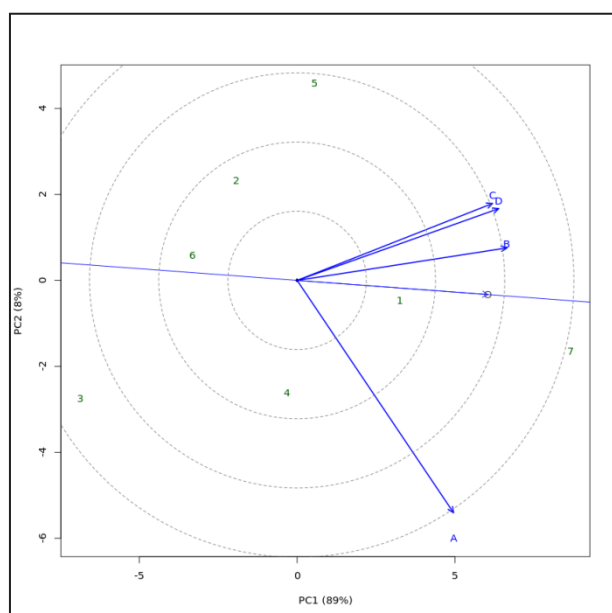
Table 5. Principal Components Analysis (PCA) for grain yield

Компонент № / Component Number	Собствена стойност / Eigenvalue	Вариране % / Percent of Variance	Кумулативен процент / Cumulative Percentage
PC1	4,18 **	73,9	71,9
PC2	1,76 **	22,4	96,3

Обективността на това твърдение се потвърждава изцяло с данните на Таблица 6.

Спрямо контролният вариант DAP (A) всички останали торове проявяват значително по-висока стабилност, изразена чрез коефициента на наследяване в широк смисъл (H²). Той изразява отношението между вариансите на признака (V_g) и вариансите на средата (V_e) и колкото неговата стойност е по-висока означава по-висока стабилност и възможност за по-висока предвидимост.

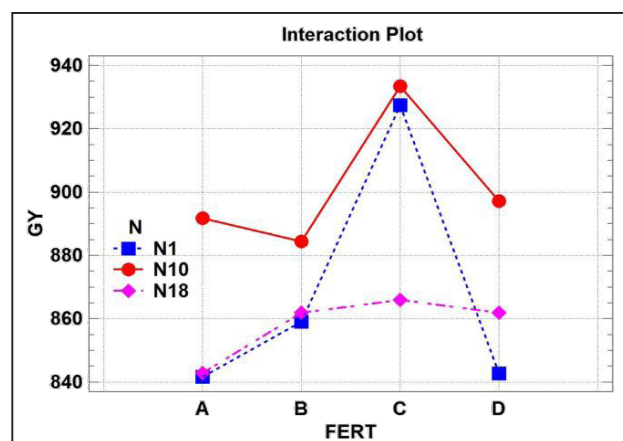
Според поставената цел е интересно да се установи дали ефектите на органичните торове биха станали предпоставка за намаляване на



Фигура 2. GGE биplot: средно проявление спрямо стабилността за добив на зърно, според типа тор (FERT) (PBstat-GE 2.9)

Figure 2. GGE biplot: mean vs. Stability for grain yield, according to fertilizer type (FERT) (PBstat-GE 2.9)

минералното торене през пролетта. Когато на фона на „чистия“ ефект на основния тор (FERT) се постави и ефектът на дозата на подхранване (N), тогава картината се променя значително (Фигура 3). Наслагването на ефектите на двата фактора показват значително предимство на два от органичните торове – Sonar (C) и Italtollina (D) при ниво N10 (10 kg/da N) като пролетно подхранване. Нивото на добива зърно при вариант N10 е значително по-високо от вариантите N3 и N18, като това е валидно за три от видовете тор с изключение на Sonar (C). При него дозата от N3 е също толкова ефективна, като N10. При доза на торене с N18 добивите при всички варианти на фактор (FERT) са по-ниски в сравнение с другите нива, като органичните торове



Фигура 3. Пространствено представяне на комбинирания ефект на факторите основно торене (FERT) и азотно подхранване (N) върху добива зърно (Statgraphics XVIII)

Figure 3. Spatial representation of the combined effect of the factors basic fertilization (FERT) and nitrogen nutrition (N) on grain yield (Statgraphics XVIII)

Таблица 6. Компоненти на вариране, наследяемост (H²) и вариационен коефициент (CV) за нивата на фактор (FERT)

Table 6. Variance components, heritability (H²) and coefficient of variation (CV) for the levels of factor (FERT)

FERT	V _p	V _e	H ²	CV
A	1025,1	4755,1	0,392	8,03
B	2740,0	2184,1	0,791	5,35
C	1791,8	3458,6	0,608	6,47
D	1933,7	3840,4	0,602	7,15

имат видимо предимство над контролния вариант DAP. Ако приемем за отправна точка стойностите на този тор и ги сравним според дозите на подхранването с азот, ще се получи картина, представена на Фигура 4.

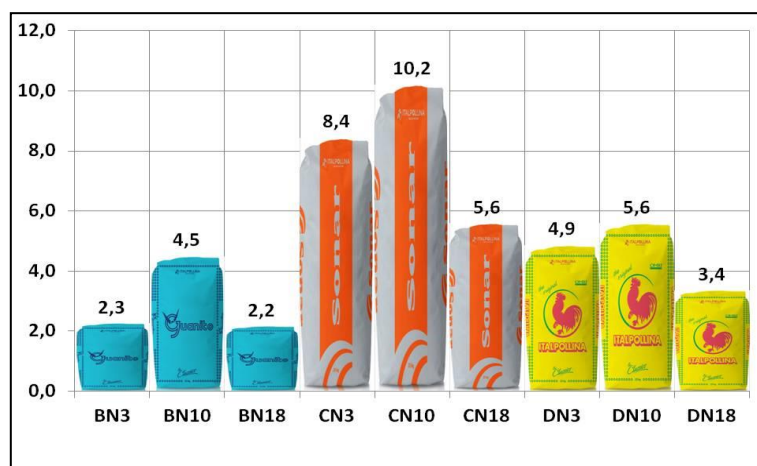
Всеки един вариант на фактора (N) при всеки от органичните торове дава предимство спрямо DAP. Според разликите в добива зърно органичните торове биха могли да бъдат подредени, както следва: Sonar (C), Itapollina (D) и Guanito (B), като и при трите вариант на N10 дава прибавка към добива от 10,2 % при Sonar до 4,5 - 5,6% за Guanito (B) и Itapollina(D), съответно. Трябва да се отбележи, че при ниво N3 прибавката към добива зърно на два от трите органични тора е съществена (8,4% за Sonar (C) и 4,9% за Itapollina (D)). Торенето с висока доза от N18 също има прибавка в добива, но това не е икономически оправдано вече.

ОБСЪЖДАНЕ

На базата на 20 дългогодишни изследвания в Европа Nijbeek et al. (2017) съобщават, че органичните торове за тяхна изненада имат несъществен ефект върху добива (+1,4%) като цяло в изследване. При някои конкретни култури като пролетни житни или кореноплодни ефектът е достоверно положителен (+4 - 7%), само в случаите на отглеждане на бедни пясъчливи почви и/

или при по-влажнен климат. Те обаче установяват положителни корелации между съдържанието на органични вещества в почвата и величината на добивите. Резултатите тук не се различават коренно от тези дори в известна степен ги потвърждават. Като обстановката е коренно различна от описаната. Повишението на добивите в това изследване, като ефект от органичните торове е на плодородна черноземна почва в степния климат на Добруджа, който се характеризира с по-малко валежи през вегетацията на пшеницата.

Положителният ефект на органичните торове върху добива спрямо минералния тор е относително нисък само няколко процента, но е съществен защото най-високия добив зърно е установен при умерено азотно подхранване в рамките на 10 kg/da активно вещество. Аналогични резултати се съобщават от (Shah et al., 2015), които установяват сходен на нашия положителен ефектът при приложение на птичи тор върху добива зърно, масата на 1000 зърна и тегло на зърното от клас, в сравнение с варианти между самостоятелно приложение на минерален азотен тор, или при смесване на минерален+органичен тор при дози от 12 kg/da активно вещество на трите варианта. Според Rasul et al., (2015) органичният (птичи) тор увеличава добива зърно с 15-20 %, в сравнение с контролния вариант от минерално торене, като това се дължи на силно увеличение на продуктивната братимост (+40%), на фона на понижението на броя на зърната в клас (-10%) и



Фигура 4. Разлика в добива зърно (%), спрямо съответния вариант на DAP според съответния вид тор (FERT)

Figure 4. Difference in grain yield (%), compared to the respective DAP variant according to the respective fertilizer type (FERT)

масата на 1000 зърна (-5%). Птичийят тор увеличава също и протеина в зърното с около 20%, в сравнение с минералното торене.

За положителни ефекти на комбинирано използване органични торове с допълнително подхранване с минерални, не само върху добива зърно, но и върху почвата пишат Wei et al. (2016). Този подход е причина добивите при пшеницата и царевицата да се увеличи драстично с +53% и +40%, съответно, защото е използван няколко последователни цикъла на сеитбооборот. Другият положителен ефект е увеличаване на съдържанието на органично вещество, особено в групата почви които се поливат частично през вегетацията. Направен е извод, че недостига на вода в почвата (полу- поливен/промивен режим) е основна причина за увеличаване на съдържанието на органично вещество в нея, което от своя страна е спомогнало пряко за увеличаване на продуктивния потенциал на двете култури. Полу-промивен режим е този, при който са формирани нашите черноземи и това е една от причините да нямат гипсов слой.

Органичното торене повишава добива на зърнени култури от зимна пшеница и ефективността на използване на водата в северен Китай (Wang et al., 2020). Положителният ефект на органичните торове върху добива и ефективността на използване на водата е най-голям в районите с добив по-нисък от 400 kg/da, в резултат на почви със съдържание на органично вещество под 1,4 % и валежи под 500 l/m², годишно.

Hlisenikovsky et al. (2020) установяват най-висок ефект върху добива зърно при торене с органичен тор заедно с подхранване с NPK, като превишението достига до +30% в сравнение със самостоятелното торене с органичен тор и +50% спрямо контролата без торене.

Цитираните резултати и изводи показват, че органичните торове трябва да бъдат използвани, защото имат реален принос към добива и качеството на пшеницата. Установеното предимства в добива зърно при комбиниране на основно торене с органичен тор и последвало подхранване с азот в умерени дози (10 kg/da, активно вещество) е показателно за тяхната роля. В изследванията все повече се обръща внимание и на дългосрочния ефект на тези торове върху почвата (Thomas et al., 2019; Dimkra et al., 2020), защото положителната промяна на органичното вещество в нея,

която учените регистрират, е също основен фактор, не само за повишаване, но и за стабилизиране на добива зърно. У нас в резултат на продължителни научни изследвания с френския органичен тор ExcellOrga (Triple-Action Fish-Guano Organic Fertilizer), както и изпитването на различни конфигурации на органо-минерални торове на GT Chemicals (USA), съдържащи леонардит са установени ясно изразени положителни промени върху концентрацията на органичен въглерод в почвата, както и върху груповия и фракционен състав на почвеното органично вещество (Нанкова - непубликувани данни). Получените данните за тяхната ефективност при пшеницата, която е най-отглежданата култура у нас, дават основание тези торове да бъдат допълнително проучени и при други култури.

В заключение трябва да се отбележи факта, че органичното вещество - най-висшето творение на природата, идващо от древността е превъплатено в съвременните органичните торове. Без съмнение това са торовете на бъдещето, които единствено биха успешно лекували нанесените рани от безразсъдна интензификация. Причините за това са няколко основни групи:

1) те претендират за природен баланс по отношение съдържанието на основни (NPK) и вторични макроелементи (Mg и S), както и на редица жизнено важни микроелементи;

2) положителният им ефект върху добива е сходен с този на минералните, но по-дълготраен (не само сезонен) особено при системна употреба на различни конфигурации в зависимост от изискванията на културите в сеитбооборота;

3) те са по-удачния вариант на хранене при пшеницата особено в бедни, песъчливи с намалено органично вещество почви, при условията кисела или алкална почвена реакция, или при почви, замърсени с тежки метали; както и в райони с традиционно ниски сезонни валежи;

4) системното приложение на органичните торове в препоръчителните за тях дози е предпоставка за намаляване на дозите на азотен минерален тор (като подхранване), без това да се отразява негативно на добива;

5) вида (пелети), в който вече се предлагат органичните торове е напълно равностоеен на минералните, което улеснява тяхното безпроблемно дълготрайно съхранение, транспорт и приложение;

б) те са вече напълно ценово конкурентни на минерални торове на световния пазар на тези продукти и вече са достъпни в България от няколко години;

7) производството на органични продукти (торове и препарати) непрекъснато се усъвършенства като ефективност, разширяват се техните разновидности, според конкретните агрономически изисквания на все по-голям кръг от земеделски култури.

В подкрепа на последното сме длъжни да споделяме в широка аудитория убедеността на професор Дмитрий Орлов, че скоро на основата на хуминовите киселини ще бъдат създадени десетки специфични препарати за растенията, животните и човека и че нашето главно оръжие в служба на земеделието на 21-ви век са хуминовите киселини - сърцето на органичното вещество. Авторът посочва, че те са свързващото звено в еволюцията на живата и неживата материя и най-важен фактор за устойчивостта на жизнените процеси (Orlov, 1985).

ЛИТЕРАТУРА

- Араева, N. N., Manishkin, S. G., Kudryashova, L. V. & Yamalieva, A. M.** (2020). An innovative approach to the use of the granulated organic fertilizers based on bird droppings on crops of spring wheat, *Earth and Environmental Science*, 421, 022062, doi:10.1088/1755-1315/421/2/022062.
- Colla, G., Hoagland, L., Ruzzi, M., Cardarelli, M., Bonini, P., Canaguier, R. & Rouphael, Y.** (2017). Biosimulant action of protein hydrolysates: unraveling their effects on plant physiology and microbiome. *Frontiers in Plant Science*, 8, 2202, 1-14. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.02202>
- Dimkpa, C.O., Andrews, J., Sanabria, J., Bindraban, P. S., Singh, U., Elmer, W. H., Gardea-Torresdey, J. L., & White, J. C.** (2020). Interactive effects of drought, organic fertilizer, and zinc oxide nanoscale and bulk particles on wheat performance and grain nutrient accumulation, *The Science of the Total Environment*, 722, 137808. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137808>
- Drobek, M., Frac, M. & Cybulska, J.** (2019). Plant Biosimulants: importance of the quality and yield of horticultural crops and the improvement of plant tolerance to abiotic stress. A Review, *Agronomy* 9, 335, 1-18. <https://doi.org/10.3390/agronomy9060335>
- Edmeades, D.C.** (2003). The long-term effects of manures and fertilizers on soil productivity and quality: A review. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 66, 165–180. <https://doi.org/10.1023/A:1023999816690>
- Fageria, N. K.** (2009). *The use of nutrition in Crop Plants*, CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, USA, p. 419. <https://doi.org/10.1201/9781420075113>
- Filcheva, E.** (2015). *Characteristics of soil organic matter of Bulgarian soils*. Lap Lambert Academic publishing, 177. ISBN 978-3-659-51204-9.
- Gorbanov, S.** (2018). *Fertilization of agricultural crops*, Sofia, Videnov and Son, pp. 105-137 (Bg)
- Gutser, R., Th. Ebertseder, A. Weber, Schram, M., & Schmidhalter, U.** (2005). Short-term and residual availability of nitrogen after long-term application of organic fertilizers on arable land, *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 168, 439–446. <https://doi.org/10.1002/jpln.200520510>
- Hijbeek, R., van Ittersum, M. K., ten Berge, H. F. M., Gort, G., Spiegel, H., & Whitmore, A. P.** (2017). Do organic inputs matter – a meta-analysis of additional yield effects for arable crops in Europe. *Plant and Soil* 411, 293–303. DOI <http://dx.doi.org/10.1007/s1104-016-3031-x>
- Hlisnikovský L., Vach M., Abrhám Z., Mensik L., & Kunzová E.** (2020). The effect of mineral fertilizers and farmyard manure on grain and straw yield, quality and economical parameters of winter wheat. *Plant Soil and Environment* 66, 249-256. <https://doi.org/10.17221/60/2020-PSE>
- Hristov, B., Filcheva, E., & Ivanov, P.** (2016). Organic matter content and composition of soils with stagnic properties from Bulgaria, *Bulgarian Journal of Soil Science* 1(1), 26-32.
- Milev, G., Nankov, N., Iliev, I., Ivanova, A., & Nankova, M.** (2014). Growing wheat (*Triticum aestivum* L.) by the methods of organic agriculture under the conditions of Dobrudzha region, Bulgaria, *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences, Special Issue: 1*, 849-857. <https://dergipark.org.tr/en/pub/turkjans/issue/13310/160829>
- Mitova, T.** (2014). Anthropogenic activity and soil organic matter. The lessons of many years of field research In: *Soil Organic Substance and Soil Fertility in Bulgaria* (S. Krastanov ed.), Sofia, Bulgarian Society of Humic Substances, pp. 220-239 (Bg).
- Mitovska, R.** (2014). Mechanisms of the processes of mineralization of organic materials and their modeling. Processes of humus formation, In: *Soil Organic Substance and Soil Fertility in Bulgaria* (S. Krastanov ed.), Sofia, Bulgarian Society of Humic Substances, pp. 147-189 (Bg).
- Nankov, N., & Nankova, M.** (2011^a). Industrially produced K-humate lombrikompost and effect of different ways of its application in wheat production. I. Influence on the productivity of *Triticum aestivum* L. varieties, In: *Humic substances - innovations in science and practice*, Third National Conference with International Participation, September 12-16, 2011, Sofia, Soil Science, Agrochemistry and Ecology, Appendix № 1-4, 24-248 (Bg).
- Nankov, N., & Nankova, M.** (2011^b). Industrially produced K-humate lombrikompost and effect of different ways of

- its application in wheat production. II. Agronomic effect and economic efficiency, In: *Humic substances - innovations in science and practice*, Third National Conference with International Participation, September 12-16, 2011, Sofia, Soil Science, Agrochemistry and Ecology, Appendix № 1-4, 249-253 (Bg).
- Nankova M., & Nankov, N.** (2012). Influence of a new generation organic fertilizer excell^{orga} on triticum aestivum L. productivity. Turkey In: *First National Humic Substance Congress*, 06-09 June 2012, Sakarya, 455-463.
- Nankova M.**, (2010). Long-term mineral fertilization and its effect on humus condition of the Haplic Chernozems in Dobroudja. "Advances in natural organic matter and humic substances research 2008-2010" In: *XV Meeting of the International Humic Substances*, Society, Puerto de la Cruz, Tenerife, Canary Island, 27 June-2 July, 419-423.
- Nankova, M.** (2012). Long-Term Mineral Fertilization and Soil Fertility. In: *Agricultural Science* (Godwin A., ed) InTech Publisher, Shapter 6. pp 97-118. www.intechopen.com
- Nankova, M.** (2014). Soil organic matter - a function of crop rotation, tillage and mineral fertilization, In: *Soil Organic Substance and Soil Fertility in Bulgaria* (Krastanov S. et al. Ed.), Sofia, Bulgarian Society of Humic Substances, pp. 240-261 (Bg).
- Nankova, M. & Ivanova, A.** (2004). Influence of foliar fertilization with liquid K-humate lombricompost on the chemical composition of the grain in *T. aestivum* L. varieties In: *Scientific conference with international participation "Stara Zagora-2004"*, vol. 2, 162-167 (Bg).
- Nankova, M., Savov, V., Chakalov, K., & Filcheva, E.** (2019). Long-term low-input nutrition regime of haplic chernozems and its influence on the productivity of *T. aestivum* L. Cultivars, *Silva Balcanica*, 20 (Special issue I), pp. 55 - 62.
- Nankova, M., Doneva, S., Iliev, I. & Krustev, S.** (2020). Response of *T. aestivum* L. Cultivars to nutrition with organic fertilizers in long-term low-input cropping system of haplic chernozems, *Acta Scientific Agriculture*, 4(2), 37-44.
- Nankova, M., Milev, G., Iliev, I., Nankov, N., & Ivanova, A.** (2014). Changes in some main agrochemical characteristics of soil fertility of slightly leached Chernozem under the influence of systemic incorporation of plant residues, *Field Crop Studies* 9 (2), 273-288 (Bg).
- Nankova, M., Savov, V., & Chakalov, K.** (2016). Effect of a humic preparation with immobilized enzyme systems of beneficial microorganisms on the productivity of *T. aestivum* L. cultivars under low-input nutrition regime. In: *3rd National Humic Substance Congress with International Participation*, November 03-05, Konya, Turkey, pp. 124-136.
- Nour, T. A., Kabesh, M. O. & Saber M. S. M.**, (1989). Utilization of Biofertilizer in field crop production efficiency of biofertilizers under increasing nitrogenous and phosphatic fertilization regimes on growth and yield of wheat. *Bulletin of Egyptian Society for Physiological Sciences* 9(5), 165-178.
- Orlov, D. S.** (1985). *Soil chemistry*, Moscow State University, Moscow (Ru).
- Radwan, S. M., Hussein, H. F., Rubio, J. L. Morgan, R. P., Asins, S. & Andreu, V.** (2002). Response of wheat plants to bio and organic fertilization under different weed control treatments. Man and Soil at the Third Millennium In: *International Congress of the European Society of Soil Conservation*, Valencia, Spain 28 March-1 April, (1), 1015-1023.
- Rasul, G. A. M., Ahmedand, S. T. & Ahmed, M. Q.** (2015). Influence of different organic fertilizers on growth and yield of wheat. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences* 15(6), 1123-1126, DOI: 10.5829/idosi.aejaes.2015.15.6.12680.
- Rousseva, S. S.** (2002). *Information Bases for Developing a Geographic Database for Soil Erosion Risk Assessments*. Monograph, Poushkarov Institute of Soil Science Sofia.
- Rousseva, S., & Filcheva, E.** (2001). Organic carbon stocks in the plough layer of Bulgarian Chromic Luvisols. In: *Preserving the Mediterranean Soils in the third Millennium*, 237th International meeting of soils with Mediterranean type of climate, 28 September, 2001, Valenzano (Bary), Italy, 480-482.
- Shah, S., Mohammad, W., Shah, S., & Shafi, M.** (2015). Effect of Organic and Chemical Nitrogen Fertilizers on Grain Yield and Yield Components of Wheat and Soil Fertility. *Journal of Crop Nutrition Science*, 1(1), 63-74.
- Stamatov, S. & Velcheva, N.** (2020). Influence of foliar fertilizers and biostimulants on productivity in wheat and sunflower, *New Knowledge* 9(1), 101-107 (Bg).
- Stoycheva, D.** (2014). Influence of the long-term mineral fertilization on the content of organic carbon and nitrogen in the liquid phase of the main soils in the country In: *Soil Organic Substance and Soil Fertility in Bulgaria* (S. Krastanov ed.), Sofia, Bulgarian Society of Humic Substances, pp. 262-274 (Bg).
- Sushila, R., Gajendra, G. & Giri, G.** (2000). Influence of farmyard manure, nitrogen and biofertilizers on growth, yield attributes and yield of wheat (*Triticum aestivum*) under limited water supply. *Indian Journal of Agronomy* 45(3), 590-595.
- Thomas, C. L., Acquah, G. E., Whitmore, A. P., McGrath, S. P., & Haefele, S. M.** (2019). The Effect of Different Organic Fertilizers on Yield and Soil and Crop Nutrient Concentrations. *Agronomy* 9, 776. <https://doi.org/10.3390/agronomy9120776>
- Wang, L., Li, Q., Coulterd, J. A., Xie, J., Luo, Z., Zhang, R., Deng, X., & Li, L.** (2020). Winter wheat yield and water use efficiency response to organic fertilization in northern China: A meta-analysis. *Agricultural Water Management* 229, 105934. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.105934>
- Wei, W., Cao, J., Christie, P., Zhang, F., & Fan, M.** (2016). Effects of combined application of organic amendments and fertilizers on crop yield and soil organic matter: An integrated analysis of long-term experiments. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 225, 86-92. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.04.004>