

<https://doi.org/10.61308/YJFJ8153>

Влияние на торенето и системата за обработката на почвата върху добива от пшеница, отглеждана в четириполно сеитбообращение

Илияна Герасимова, Мартин Ненов, Здравка Петкова, Миладин Назарков, Мария Иванова

Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията “Никола Пушкарров”, ул. Шосе Банкя 7, 1331, Селскостопанска академия - София, България

E-mail: ilianich_ilieva@abv.bg

Резюме: През периода 2020-2023г. е изведен полски опит на почвен тип Излужена смолница в опитна база на ИПАЗР „Н. Пушкарров”, гр. Божурище, Софийско. Целта на изследването е да се проследи влиянието на две норми на азотно-фосфорно минерално торене, вариант без торене, и две системи на обработка на почвата (оран и дискуване) върху добива от пшеница, отглеждана в четириполно сеитбообращение. Пшеницата е включена в структурата на четириполно сеитбообращение: 1) царевица, 2) пшеница, 3) царевица, 4) пшеница. Установено е, че изследваните торови норми независимо от системата за обработка на почвата, имат основно значение за увеличение на добивите от пшеница, като определят 78,73% от варирането на данните. Повишаването на азотната и фосфорната торова норма с около 20% при норма T_2 спрямо T_1 (от 120 на 140 kg/ha за азота и от 80 на 100 kg/ha за фосфора) не води до съществено по-високи добиви при пшеницата. Установено е, че средно за периода на изследване, приложената по-ниска норма на торене с азот и фосфор $T_1(N_{120}P_{80})$ при отглеждане на пшеница е по-ефективна. Използването на азотно-фосфорно минерално торене за двете системи на обработка, допринася за получаване на над два пъти по-високи добиви спрямо получените от неторените варианти с много добре доказана статистическа разлика. При двете използвани норми на торене не се отчита съществено влияние на вида на приложената обработка, която е извършена за пшеницата – дискуване или оран. Анализирани са и влиянието на почвено-климатичните условия (валежи и температурни условия) през този период. Установено е, че те са съществен фактор, оказващ несъмнено ценно влияние за получаване на високи (добри) добиви от пшеница в опита в гр. Божурище.

Ключови думи: пшеница; добив; сеитбообращение; минерално торене; обработка на почвата

Effect of mineral fertilization and tillage system on the yield of wheat grown in four-field crop rotation

Iliyana Gerasimova, Martin Nenov, Zdravka Petkova, Miladin Nazarkov, Maria Ivanova

Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection “Nikola Poushkarov”, 7, Shosse Bankya str., 1331, Agricultural academy - Sofia, Bulgaria

*E-mail: ilianich_ilieva@abv.bg

Citation: Gerasimova, I., Nenov, M., Petkova, Z., Nazarkov, M., & Ivanova, M. (2024). Effect of mineral fertilization and tillage system on the yield of wheat grown in four-field crop rotation. *Bulgarian Journal of Crop Science*, 61(6) 21-30 (Bg).

Abstract: During the period 2020-2023 field experiments have been carried out -of soil type Leached Smolnitsa (Haplic Vertisol) in the experimental station of ISSAP “N. Poushkarov”, the town of Bozhurishte, Sofia region. The aim of this study is to identify the impact of two rates of nitrogen-phosphorus mineral fertilization, non-fertilizer variant and two soil tillage systems (plowing and discing) on the yield of wheat grown in a four-field crop rotation. The wheat was included in the structure of a four-field crop rotation: 1) maize, 2) wheat, 3) maize,

4) wheat. It was established that the studied fertilizer rates, regardless of the soil tillage system, are essential for increasing yields of wheat, determining more than 78.73% of the data variation. Increasing the nitrogen and phosphorus fertilizer rate by about 20% at T_2 norm compared to T_1 (from 120 to 140 kg/ha for nitrogen and from 80 to 100 kg/ha for phosphorus) does not lead to significantly higher wheat yields. It was established that, on average over the study period, the applied lower rate of nitrogen and phosphorus fertilization $T_1 (N_{120} P_{80})$ in wheat cultivation was more effective. The use of nitrogen-phosphorus mineral fertilization for both the soil tillage systems, contributes to more than twice the yields compared to those obtained from the non-fertilizer variants with a very well-proven statistical difference. Irrespective of the fertilization rate, no significant influence of the applied soil tillage systems (disking or plowing) on wheat yield was observed. The influence of the soil-climate conditions (rainfall and temperature conditions) during this period was also analyzed. It was established that they are a significant factor, which has a strong influence on the obtained high (good) yields of wheat cultivated in the field of Bozhurishte.

Keywords: wheat; yield; crop rotation; mineral fertilization; soil tillage

ВЪВЕДЕНИЕ

Нарастващата загриженост относно необходимостта от осигуряване на висококачествена храна с минимално въздействие върху околната среда доведе до нов интерес към сеитбооборотите като инструмент за поддържане на устойчиво производство на култури (Ball et al., 2005; Zhao et al., 2020). Сеитбообращението се разглежда като екологична стратегия за устойчиво земеделие, която адекватно контролира хранителните вещества, водата, плевелите, вредителите и болестите, както и поддържа структурата и плодородието на почвата (Tilman et al., 2002; Castellazzi et al., 2008; Bender et al., 2016).

От гледна точка на глобалната продоволствена сигурност, пшеницата е една от ключовите зърнени култури и е от основните хранителни бази на хората по света и се отглежда в широк спектър от среди (Zeng et al., 2021; Blumenthal et al., 2001).

Пшеницата е основна полска култура за нашата страна. Зърното и е предназначено за задоволяване на нуждите на страната от хлебни изделия (Koteva, 2010). Торенето е едно от най-мощните агротехнически мероприятия за увеличаване размера на добива и качеството на зърното при пшеницата (Kirchev & Stoeva, 2004; Nenova & Stognova 2011). Тя предявява високи изисквания към наличността

в почвата на лесно усвоими хранителни елементи, които внесени чрез торене, участват във физиологичните процеси и в биохимичните реакции при изграждането и нормалното функциониране на растенията, като по този начин влияят върху добива и качеството на зърното (Traykov et al., 2017; Petkova & Damqnova-Kirilova, 2003). Количеството хранителни вещества за растенията, особено азот, фосфор и калий, има важно влияние не само върху добива, но и върху качеството (Horvat et al., 2006; Delin et al., 2005). Азотът е ключов елемент в постигане на постоянно високи добиви при зърнени култури (Delogu et al., 1998; Shi et al., 2012) и за подобряване на качеството на зърното на пшеницата (Hussain et al., 1996; McKenzie et al., 2005; Buráňová et al., 2015). От друга страна, високите нива на N могат да доведат до увеличаване на замърсяването с нитрати, поради което трябва да се обмисли по-ефективно използване на азотни торове (Luo et al., 2000).

Обработката на почвата е важно звено от системата на земеделие и е основа за извършване на следващите агротехнически мероприятия. С влиянието си върху физичните, агрохимичните и биологични параметри на почвата, тя се определя като важен фактор за запазване и увеличаване на почвеното плодородие, почвената влага и до голяма степен определя величината и стабилността на добиви-

те (Gerasimova et al., 2022; Nenov et al., 2015). Промени в обработката на почвата не винаги влияе благоприятно върху растежа на културните растения. Повечето от проведените изследвания сочат намаляване на добива при условия на намалена обработка на почвата (Haliniarz et al., 2013).

Целта на настоящето изследване е да се установи влиянието на две норми на азотно-фосфорно минерално торене, вариант без торене, и две системи на обработка на почвата (оран и дискуване) върху добива от пшеница, отглеждана в четириполно сеитбообращение.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Представят се резултати от полско изследване, проведено през периода 2020-2023 г. в опитно поле Божурище, Софийско на ИПАЗР „Н. Пушкиров“.

Опитът е заложен на площ от 0,3 ha, по блоковия метод (стандартен) с дълги парцелки в четири повторения. Пшеницата (*Triticum aestivum*, L.), е включена в структурата на четириполно сеитбообращение със следното редуване: царевица (2020г) - пшеница (2020-2021г) - царевица (2022г) –пшеница (2022-2023г). Като предшестваща култура в опитното поле е отглеждана царевица за зърно (*Zea mays*, L.). Използван е ранен сорт „Провиданс“ със сеитбена норма 550 бр. кълняеми семена/ m^2 . С добра устойчивост на полягане, измръзване, на фузариум, жълта ръжда, брашнеста мана и септория. За постигане целта на научното изследване са използвани следните параметри: норми на минерално торене с три нива (T_0 , T_1 и T_2) и варианти на обработка на почвата с две нива (O_1 и O_2), посочени в Таблица 1.

Районът, където се намира опитното поле, се отнася към умереноконтиненталната климатична подобласт. Климатът е сравнително хладен. Средната годишна сума на валежите за 80-годишния период (1901 – 1980 г.) е 593 mm. Най-голямо е количеството на падналите валежи през V-VI месец и минимум през

I - III месец. Температурните колебания през периода на изследването не са съществени. По-голямо значение за растежа и развитието на пшеницата имат количеството и разпределението на валежите през годината и вегетацията.

Полският опит е проведен на почвен тип Излужена смолница при неполивни условия, която се характеризира с тежък механичен състав. Според класификацията на почвите в България се определя като Naplic Vertisol (FAO, 2006) и се характеризира с мощен тежко глинест хумусен хоризонт. Съдържанието на физична глина за хоризонта Ap (0 – 26 cm) е високо (74-80%), а на ил - 62%. Относителната плътност на почвата е 2,68. Обемната плътност в сухо състояние е 1,95 - 2,0g/cm³, а при ППВ - 1,23 - 1,25g/cm³.

По съдържание на хумус почвата се отнася към средно хумусните (2,4 – 3,02%). Съдържанието на общ азот е в ниски до умерени количества (0,139 %), което постепенно намалява по дълбочина на профила. По съдържание на подвижен фосфор запасеността също е ниска от 0,20 до 0,34 mg P₂O₅ на 100g почва, но е по-добре запасена с усвоим калий - до 30,11 mg K₂O на 100g почва. Реакцията на почвата в хумусния хоризонт е слабо кисела (Dimitrov et al., 2013; Gerasimova et al., 2022).

Изпитвани са две нарастващи норми на азотно-фосфорно минерално торене, както следва; $T_1 - N_{120}P_{80}$ и $T_2 - N_{140}P_{100}$ kg/ha. За контрола е вариант без торене (T_0), при който дълги години не се използват торове. Нормите на торене за пшеницата в сеитбообращението са определени на базата на запасеността на почвата с основните хранителни елементи, съгласно модела на ИПАЗР „Н. Пушкиров“ за даване на препоръки по торене (Archiv IP „Poushkarov“, 1982). Минералните торове са внесени като амониев нитрат и суперфосфат. При пшеницата фосфорният тор и 1/3 от азотния са внесени с предсеитбената обработка, а 2/3 от азотния тор като подхранване през пролетта.

Изследвани са две системи за обработка на почвата, като при едната приложената обра-

Таблица 1. Пшеница, норми на торене и системи за обработка на почвата в сеитбообращения
Table. 1. Wheat, fertilization norm and tillage systems in crop rotation

Години/ Years	Култура/ Crop	Торене/ Fertilization/ kg/ha	Система за обработката на почвата/ Soil tillage systems	
			O ₁	O ₂
2020-2021 2022-2023	Пшеница/ Wheat	T_0 $T_1 - N_{120}P_{80}$ $T_2 - N_{140}P_{100}$	Оран/Plowing 18-20 cm	Дискуване/Discing 10-12 cm

ботка е оран на дълбочина 18-20 cm (O₁), а при другата е извършвано дискуване на 10-12 cm (O₂) (Таблица 1). С извършените агротехнически мероприятия се цели да се стабилизира и подобри почвеното плодородие, с което да се постигне добра продуктивност от отглежданата култура.

Отчитана е основна и допълнителна продукция от пшеницата в kg/ha.

Статистическата обработка на данните за добив зърно от пшеница е направена чрез многофакторен дисперсионен анализ с фактори година на опита, минерално торене, и обработка на почвата, Multifactor ANOVA от статистическия пакет Statgraphics 18.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Добивът на зимната пшеница зависи от потенциалните генетични заложи на сорта и условията на отглеждане (метеорологични условия и агротехника). От метеорологичните фактори проблемен е водния дефицит по време на пролетната вегетация и суховеите по време на наливане на зърното (Marijanovic et al., 2010).

Събрани са данни за количеството на валежите и температурата на въздуха за вегетационния период на зимно житната култура пшеница (октомври - юли) от метеостанция, монтирана в опитното поле - Божурище. На Фигура 1 са представени данни за тяхното разпределение по месеци, както и нагледно са очертани периодите на засушаване. През двете изследвани години (2021-2023) метеороло-

гичните условия се различават по обща сума на вегетационните валежи.

През периода засяване – прибиране на пшеница (октомври 2020 – юли 2021 г.) количеството на падналите валежи е 490 mm, като през отделните фази от развитието на културата те са добре разпределени (Фигура 1). През зимния период те са най-високи, като през месец януари е отчетена сума на валежите от 100 mm. През периода март-май валежите са 70 mm, като доброта запасеност на почвата с влага способства за бързо развитие на културата. Валежният период продължава съответно до края на месец април, след което настъпва период на засушаване, като през месец юли падналите валежи са едва 25 mm. (Фигура 1). Въпреки този недостиг на валежи, стрес у растенията не бе наблюдаван и са получени сравнително добри добиви от отглежданата култура - пшеница.

През периода (октомври 2022 – юли 2023 г.) сумата на валежите е 572 mm, добре разпределени през вегетационния период на културата. След недостатъчното постъпление на валежна вода през периода на засяване на културата (X - 8.4 mm), към зимния период се наблюдава постепенно увеличаване на количеството на падналите валежи, като през месец януари е отчетена сума на валежите от 78,6 mm. През месец февруари количеството на падналите валежи е сравнително ниско (8,4mm), след което до края на месец юни не са отчетени ниски стойности. За периода март - април измерените валежи са 139 mm. Добрата запасеност на почвата с влага даде възможност за бързо развитие на културата.

През периода май - юни 2023 г. валежите са най-високи, като през месец юни достигат до 120,8 mm, което се отрази благоприятно върху растежа и развитието на пшеницата и не доведе до изжълтяване на посевите.

Валежният период продължава съответно до края на месец юни, след което настъпва период на засушаване (юли, август), като през месец юли във фаза „пълна зрялост” на пшеницата падналите валежи са едва 36,8 mm (Фигура.1).

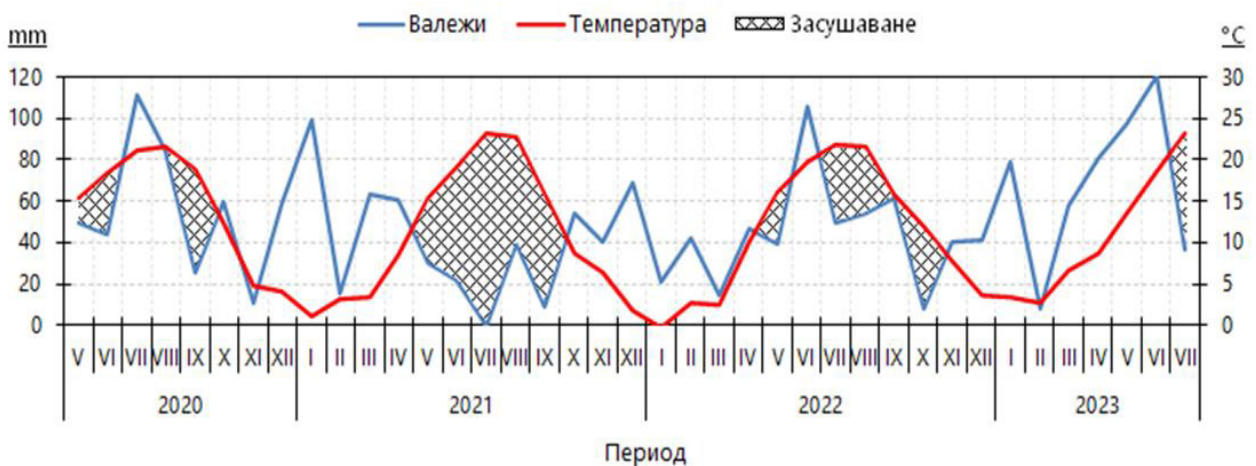
По отношение на средногодишната температура на въздуха, може да се отбележи, че започва постепенно да нараства през месеците май, (13.5°), юни (18.7°) и юли (23.3°), като през месец юли и август средната месечна температура (°C) и температурата на въздуха е най-висока. През вегетационния период не са наблюдавани екстремно високи температури (над 30 - 35°C), което оказва положителен ефект върху развитието и получения добив от пшеницата (Фигура.1).

От направената оценка на метеорологичните условия на опитно поле Божурище може да се направи извода, че те са важен фактор за вегетативното развитие на растението. Въпреки отчетения дефицит на валежи през

летния период, стрес във вегетацията на растенията не бе наблюдаван и са получени сравнително добри добиви от пшеницата, отглеждана при неполивни условия.

От проведеното изследване през 2020/2021 г. и 2022/2023 г., когато се отглежда пшеница се установява, че приложените агротехнически мероприятия влияят в различна степен върху добивите. Резултатите показват, че получените добиви от пшеница са с 12 % по-високи през вегетационната 2020/2021 г. в сравнение с тези от 2022/2023 година.

През първата година отчетеният добив зърно от пшеница е в порядъка от 1756 kg/ha в неторения вариант (T_0O_2) до 8139 kg/ha във варианта с по-ниска норма на приложено торене $N_{120}P_{80}(T_1O_2)$. Добивът от пшеница във торените варианти е над два пъти по-висок в сравнение с този, отчетен във вариантите без торене (Таблица 2). Резултатите показват, че средния добив зърно е най-висок във вариант T_1O_2 – 8139 kg/ha, при който приложената система на обработка на почвата е дискуване на 10-12 cm (O_2). Във вариантите с приложена обработка оран (O_1), по-висок добив е получен в торения вариант с приложена по-висока норма на торене $N_{140}P_{100}(T_2O_1)$ съответно 7159 kg/



Фигура 1. Средна месечна температура (°C) и месечна сума на валежите (mm), период на засушаване за 2020-2023 г. – Божурище

Figure 1. Average monthly temperature (°C) and monthly amount of precipitation (mm), drought period for 2020-2023 – Bozhurishte

ha. Във вариантите без торене T_0O_1 и T_0O_2 са отчетени най-ниски добиви - 2607 kg/ha и съответно 1756 kg/ha (Таблица 2). Стабилността на агросистемата е възможно да се постигне чрез използване на научнообосновани норми на торене, както и чрез използване на подходящи приложения на пестициди (Babulicová, 2014).

През 2022/2023 г. от отглежданата култура пшеница при условията на годината се получи сравнително добри добиви. Продължителните валежи през фазите на вретене и изкласяване на пшеницата (120,8 mm), както и засушаването по време на наливане на зърното (през месец юли падналите валежи бяха най-малко 36,8 mm), не се отрази върху репродуктивното развитие при тази култура.

Отчетеният добив зърно от пшеница е в порядъка от 2229 kg/ha в неторения вариант (T_0O_1) до 7138 kg/ha във торения вариант (T_2O_2). Резултатите показват, че торенето е основният фактор за повишаване на добива, като по-висок добив бе отчетен в торените варианти с приложена по-висока норма на торене (T_2) и система на обработка на почвата дискуване на 10-12 cm (O_2). Най-голям среден

добив зърно, изчислен при 14% влага бе отчетен от вариант T_2O_2 – 7138 kg/ha, следван от вариант T_1O_2 –6796 kg/ha, при който нормата на торене е по-ниска ($N_{120}P_{80}$). Това показва, че добивът при вариант T_2O_2 е с до 5% по-висок спрямо варианта с приложена по-ниска норма на торене T_1O_2 . Прави впечатление, че във вариант T_1O_1 при който е внесена по-ниска торова норма ($N_{120}P_{80}$) и обработка на почвата е оран (O_1), има по-висок добив зърно с 4,5% в сравнение с вариант T_2O_1 ($N_{140}P_{100}$). Полученият добив зърно от пшеница е най-нисък в неторените варианти T_0O_1 и T_0O_2 , съответно 2229 kg/ha и 2489 kg/ha, т.е. с 11% добивите са по-високи във вариант T_0 с приложена обработка дискуване (O_2) на 10-12 cm (Таблица 2). Това показва, че Излужената смолница притежава сравнително добро ниво на плодородие, като се има в предвид факта, че те са разположени върху площи, в които не е извършвано торене повече от 25 години. Резултатите за получения добив зърно доказват водещата роля на торенето, като при торените варианти е отчетен над два пъти по-висок добив спрямо тези без приложено торене. Изследваните системи на обработка на почвата не оказват съществе-

Таблица 2. Добив зърно от пшеница, ОП Божурище, 2020/2021 и 2022/2023

Table. 2. Wheat grain yield, in kg/ha, Bozhurishte experimental field, 2020/2021 and 2022/2023

Торови норми/ Fertilization rates	Добиви по години на изследване в ОП Божурище/ Yields by years of research and Bozhurishte experimental field						Средно за периода на изследване/Average for the study period -2021/2023		
	2020-2021 г			2022-2023 г			kg /ha	към T_0 /to T_0	
	kg /ha	към T_0 / kg /ha	to T_0 %	kg /ha	към T_0 / kg /ha	to T_0 %		kg /ha	към T_0 / kg /ha
Soil tillage systems O_1									
T_0O_1	2607	-	100.0	2229	-	100.0	2418	-	100.0
$T_1O_1(N_{120}P_{80})$	6958	4351***	266.8	5628	3399***	252.5	6293	3875***	260.3
$T_2O_1(N_{140}P_{100})$	7159	4552***	274.6	5388	3159***	241.7	6274	3856***	259.5
Soil tillage systems O_2									
T_0O_2	1756	-	100.0	2489	-	100.0	2123	-	100.0
$T_1O_2(N_{120}P_{80})$	8139	6383***	463.5	6796	4307***	273	7468	5345***	351.8
$T_2O_2(N_{140}P_{100})$	6736	4980***	383.6	7138	4649***	286.8	6937	4814***	326.7

***- Statistical proof at 0.001 %

но влияние върху нивото на получените добиви. При условията на годината и отглежданата култура пшеница се установява, че за Излужената смолница по-подходящата обработка е дискуване (O₂) на 10-12 cm. Изследователската хипотеза предполага, че в резултат на дългосрочни опростявания в обработка на почвата могат да се получат добиви от зимна пшеница, сравними с резултатите от конвенционалната обработка на почвата, докато по-високото минерално торене може допълнително да елиминира възможна отрицателна реакция на това растение към използваната обработка на почвата (Haliniarz et al., 2013).

Резултатите показват, че торенето е с най-голям дял във формирането на добива, като средно за периода на изследване (2021-2023), по-висок добив е отчетен в торения вариант с приложена по-ниска норма на торене T₁O₂ (N₁₂₀P₈₀), средно 7468 kg/ha и приложена система на обработка дискуване (O₂) на 10-12 cm. Това е с три пъти повече спрямо варианта без торене. Полученият среден добив за периода на изследване от неторения вариант е по-висок във вариант T₀O₁– 2418 kg/ha, при който обработката на почвата е оран (O₁) на 18-20 cm. Това сравнително високо ниво на добива в контролата показва, че Излужената смолница притежава благоприятно естествено плодородие (Таблица 2).

Rajičić et al., 2020, съобщават, че условията на околната среда (времето и почва) и торенето оказват значително влияние върху добива и качеството на зърното при пшеница. В настоящето изследване се установява, че приложеното торене с азотни и фосфорни торове има значително влияние върху получените добиви от пшеница отглеждана на почвен тип Излужена смолница.

Статистическата обработка на данните за добив зърно от пшеница е направена чрез многофакторен дисперсионен анализ с фактори година на опита, минерално торене и обработка на почвата Multifactor ANOVA от статистическия пакет Statgraphics 18.

От извършения многофакторен дисперсионен анализ на данните за добива от пшеница (kg/ha) на опитно поле Божурище, Софийско се установява доказаното въздействие на фактор В – торене, $p \leq 0,05$, като 78,73 % от причините за вариране в опита се дължат на него. Годината на изследване – фактор А и системите на обработка на почвата фактор С, не оказват доказано влияние върху получения добив. Комбинираното въздействие на торенето и обработката на почвата и годината при пшеницата също е статистически недоказано (Таблица 3).

На Таблица 4 е представено групирането на годините на изследване в хомогенни кла-

Таблица 3. Статистически анализ на добива на пшеница kg/ha, 2021 и 2023 г., Божурище
Table 3. Analysis of Variance for wheat yield kg/ha 2021 and 2023, Bozhurishte

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Year	3.39777	1.667	3.39777E6	3.10	0.0910
B:Norms offertilization	1.60483	78.735	8.02415E7	73.21	0.0000
C:Soil tillage	2.37879	1.167	2.37879E6	2.17	0.1537
INTERACTIONS					
AB	3.45943	1.697	1.72971E6	1.58	0.2270
AC	2.67251	1.311	2.67251E6	2.44	0.1315
BC	3.34339	1.640	1.6717E6	1.53	0.2379
ABC	1.79003	0.878	895016,	0.82	0.4538
RESIDUAL	2.630340	12.905	1.09597E6		
TOTAL (CORRECTED)	2.038280				

сове, НМДР = 109,1 при ниво на достоверност 95%. При сравнение на годините на изследване добивите през първата година образуват хомогенен клас „а“, а през втората хомогенен клас „б“, т.е. между тези години няма статистически доказани разлики между тях при 95,0% ниво на достоверност и те попадат в една и съща хомогенна група. Използван е методът на Фишър за разграничаване на средните стойности (най-малко значимата разлика - LSD).

Графичното разпределение на добива зърно от пшеница през двете изследвани години 2021 и 2023 г. върху почвен тип Излужена смолница е представен на Фигура. 2.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

От направената оценка на почвено-климатичните условия (валежи и температурни условия) на опитно поле Божурище, Софийско може да се направи извода, че те са съществен фактор, оказващ влияние върху добива на пшеница. От изследването се установи, че влажността на почвата е основен лимитиращ фактор за растежа, развитието и формирането на добивите от пшеница през двете изследвани години.

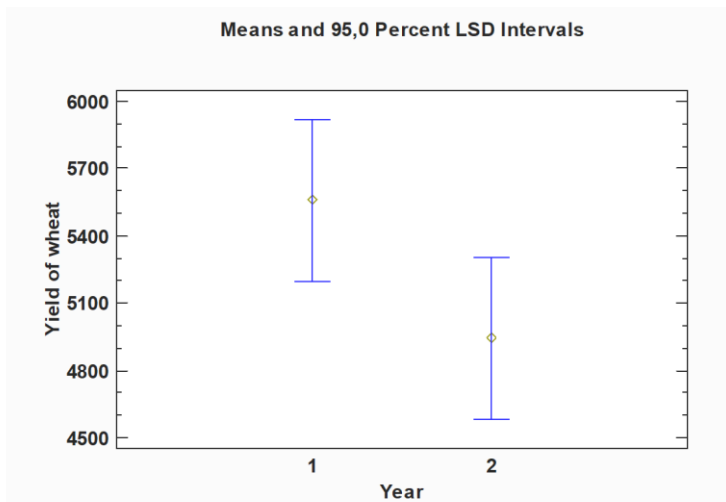
Статистическият анализ установи, че изследваните торови норми, независимо от приложената обработка на почвата, имат ос-

Таблица. 4. Групиране на годините на изследване в хомогенни класове при ниво на сигурност от 95%
Table. 4. Grouping of research years into homogeneous classes at a confidence level of 95%

Year	Count	LS Mean	LS Sigma	Homogeneous groups
2	18	4944.69	246.754	B
1	18	5559.13	246.754	A

Contrast	Sig.	Difference	+/- Limits
1 - 2		614.435	720.225

*denotes a statistically significant difference



Фигура 2. Среден добив пшеница (kg/ha), в зависимост от годините на изследване – Божурище
Figure 2. Average yield of wheat (kg/ha), depending on the years of research – Bozhurishte

новно значение за увеличение на добивите от пшеница, като този фактор определя 78.73 % от варирането на данните. Повишаването на азотната и фосфорната торови норми с около 20% при норма T_2 спрямо T_1 (от 120 на 140 kg/ha за азота и от 80 на 100 kg/ha за фосфора) не води до съществено по-високи добиви при пшеницата. Установено е, че средно за периода на изследване, приложената по-ниска норма на торене с азот и фосфор $T_1(N_{120}P_{80})$ при отглеждане на пшеница е по-ефективна.

Използването на азотно-фосфорно минерално торене за двете системи на обработка, допринася за получаване на над два пъти по-високи добиви спрямо получените от неторените варианти с много добре доказана статистическа разлика. При двете изследвани норми на торене не се отчита съществено влияние на вида на приложената обработка, която е извършена за пшеницата – дискуване или оран. При условията на годината и отглежданата култура пшеница се установява, че за Излужената смолница по-подходящата обработка е дискуване (O_2) на 10-12 cm.

ЛИТЕРАТУРА

- Archiv I. P. „Pushkarov”. (1982). Model for agrochemical service (Bg).
- Babulicová, M. (2014). The influence of fertilization and crop rotation on the winter wheat production. *Plant Soil Environ.* Vol. 60, No. 7, pp. 297–302.
- Ball, B. C., Bingham, I., Rees, R. M., Watson, C. A., & Litterick, A. (2005). The role of crop rotations in determining soil structure and crop growth conditions. *Canadian Journal of Soil Science*, Vol. 85 No. 5, pp. 557–577. <https://doi.org/10.4141/S04-078>
- Bender, S. F., Wagg, C., & Van der Heljden, M. G. A. (2016). An Underground Revolution: Biodiversity and Soil Ecological Engineering for Agricultural. *Trends in Ecology and Evolution*, Volume 31, Issue 6, pp. 440-452.
- Blumenthal, J. M., Baltensperger, D. D., Cassman, K. G., Mason, S. C., & Pavlista, A. D. (2001). Importance and Effect of Nitrogen on Crop Quality and Health. in: Nitrogen in the Environment: Sources, Problems and Management. *Elsevier Science*, USA. pp 45-50.
- Buráňová, S., Černý, J., Kulhánek, M., Vašák, F., & Balík, J. (2015). Influence of mineral and organic fertilizers on yield and nitrogen efficiency of winter wheat. *International Journal of Plant Production* 9(2), 257-271.
- Castellazzi, M. S., Wood, G. A., Burgess, P. G., Morris, J., Conrad, K. F., & Perry, J. N. (2008). A systematic representation of crop rotations. *Agricultural Systems*, Volume 97, Issues 1–2, pp. 26-33. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2007.10.006>
- Delin, S., Linden, B., & Berglund, K. (2005). Yield and protein response to fertilizer nitrogen in different parts of a cereal field: Potential of site-specific fertilization. *European Journal of Agronomy* 22(3), 325-336. DOI:10.1016/j.eja.2004.05.001
- Delogu, G., Cattivelli, L., Pecchioni, N., Falcis, D. D., Maggiore, T., & Stanca, A. M. (1998). Uptake and agronomic efficiency of nitrogen in winter barley and winter wheat. *Eur. J. Agron.* 9, pp. 11-20.
- Dimitrov, I., Nikolova, D., Toncheva, R., & Nenov, M. (2013). Productivity of Crops in Rotation Depending on Agrotechniques and Climatic Conditions. *Soil Science Agrochemistry and Ecology*, Vol. XLVII, № 2 (Bg).
- FAO. (2006). World reference base for soil resources 2006. FAO, Rome, 132 p
- Gerasimova, I. (2022). Effect of mineral fertilization and tillage system on the yield of cereals in three-field crop rotation under non-irrigation conditions. *Bulgarian Journal of Crop Science*, 59(3), pp. 26-34 (Bg).
- Haliniarz, M., Gawęda, D., Bujak, K., Frant, M., & Kwiatkowski, C. (2013). Yield of winter wheat depending on the tillage system and level of mineral fertilization. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 12(4), 59-72.
- Horvat, D., Lončarić, Z., Vukadinović, V., Drezner, G., Bertić, B., & Dvojković, K. (2006). The influence of mineral fertilization on winter wheat yield and quality. *Cereal Research Communications*, Volume 34, pp. 429-432.
- Hussain, G., Al-Jaloud, A. A., & Karimulla, S. (1996). Effect of treated effluent irrigation and nitrogen on yield and nitrogen use efficiency of wheat. *Agr. Water Manage.* 30, pp. 175-184.
- Kirchev, Ch., & Stoeva, I. (2004). Influence of systematic mineral fertilization on yield and quality of wheat, variety Pliska. *Plant Sciences*, 41, Sofia, 2004, 278-282. (Bg).
- Koteva, V. (2010). Effects of 45-years mineral fertilization on mobile potassium content in the *PellicVertisols.*, 45. *hrvatski i 5. Međunarodni simpozij agronoma, 15-19 veljače 2010, Opatija, Hrvatska. Zbornik Radova*, pp. 787-791, ref. 13.
- Luo, C., Branlard, G., Griffin, W. B., & McNeil, D. L. (2000). The Effect of Nitrogen and Sulphur Fertilisation and their Interaction with Genotype on Wheat Glutenins and Quality Parameters. *Journal of Cereal Science* 31(2):185-194; DOI:10.1006/jcers.1999.0298
- Marijanovic, M., Markulj, A., Tkalec, M., Jozic, A., & Kovacevic, V. (2010). Impact of Precipitation and

- Temperature on Wheat (*Triticum Aestivum* L). Yields in Eastern Croatia, *Acta Agriculturae Serbica*, XV (30), pp. 117-123.
- McKenzie, R. H., Middleton, A. B., & Bremer, E.** (2005). Fertilization, seeding date and seeding rate for malting barley yield and quality in southern Alberta. *Can. J. Plant Sci.* 85, pp. 603-614.
- Nenova, L., & Stoqnova, S.** (2011). Influence of systemic mineral fertilization on yield and quality of winter soft wheat variety "Agrila" grown in conditions of severely Lached black soil. Proceedings of the Union of Scientists – Ruse, Series 3. *Agrarian and Veterinary Sciences* 2011, Book 3, Volume 6 (Bg).
- Nenov, M., Dimitrov, I., Nikolova, D., Toncheva, R., & Stratieva, S.** (2015). Fertility of Haplic Vertisols (WRBSR, 2006) Depending on the Applied Agro-technical Complex. *Digital Book of Proceedings International Conference Soil and Agrotechnology in a Changing World - 11-15 May 2015*, Sofia (Bg).
- Petkova, Z., & Damqnova-Kirilova, I.** (2003). Use of wheat by plant residues with different C: N ratio. *Ecology and Future*, 1, 45-49 (Bg).
- Rajičić, V., Popović, V., Perišić, V., Biberdžić, M., Jovović, Z., Gudžić, N., ... & Terzić, D.** (2020). Impact of nitrogen and phosphorus on grain yield in winter triticale grown on degraded Vertisol. *Agronomy*, 10(6), 757
- Shi, Z., Li, D., Jing, Q., Cai, J., Jiang, D., Cao, W., & Dai, T.** (2012). Effects of nitrogen applications on soil nitrogen balance and nitrogen utilization of winter wheat in a ricewheat rotation. *Field Crops Res.*, 127, 241-247.
- Tilman, D., Cassman, K., & Matson, P.** (2002). Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, 418, pp. 671–677. <https://doi.org/10.1038/nature01014>
- Traykov, N., Toncheva, R., & Dimitrov, I.** (2017). Comparative assessment of the productivity of wheat, grown at different soil and climatic conditions. *Soil Science Agrochemistry and Ecology*, 51, 1, pp. 25-32 (Bg).
- Zeng, L., Peng, G., Meng, R., Man, J, Li, W., Xu, B., Lv, Z., & Sun, R.** (2021). Wheat Yield Prediction Based on Unmanned Aerial Vehicles-Collected Red–Green–Blue Imagery. *Remote Sensing*, 13(15), pp. 29-37. <https://doi.org/10.3390/rs13152937>
- Zhao, J., Yang, Y., Zhang, K., Jeong, J., Zeng, Z., & Zang, H.** (2020). Does crop rotation yield more in China? A meta-analysis. *Field Crops Research*, 245, 107659.

Received: September, 02, 2024; Approved: October, 28, 2024; Published: December, 2024