

# Влияние на торенето и системата за обработката на почвата върху добива от зърнено-житни култури в триполно сеитбообращение при неполивни условия

**Илияна Герасимова**

Селскостопанска Академия, ИПАЗР „Никола Пушкиarov“, София, България

E-mail: [ilianich\\_ilieva@abv.bg](mailto:ilianich_ilieva@abv.bg)

## Резюме

Сеитбообращението представлява важен фактор за намаляване на загубите причинени от плевели, болести, неприятели, за повишаване на добивите и др. и малко използван през последните години в интензивното земеделие. Целта на изследването е да се проследи влиянието на две норми на минерално торене, неторен вариант и две системи на обработка на почвата (конвенционална и минимална) върху добива от зърнено-житни култури в триполно сеитбообращение (пшеница/тритикале-царевица-тритикале/пшеница) при неполивни условия.

В резултат на изследването е установено, че изследваните торови норми и при трите култури, независимо от системата за обработка на почвата имат основно значение за увеличение на добивите, като определят повече от 85% от варирането на данните. В различните сеитбооборотни полета добивите от пшеницата и тритикалето с минерално торене за двете системи на обработка са повече от три пъти по-високи в сравнение с неторените с много добре доказана статистическа разлика. 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 и при двете култури. Независимо от нормата на торене не се отчита съществено влияние на вида на почвената обработка, която е извършена за пшеницата и тритикалето – дискуване или оран.

При царевицата увеличението е повече от два пъти в резултат на минералното торене с изпитваните норми. Отчетените разлики в добивите при двата начина на извършване на обработката (независимо от нормата на торене) са незначителни с непоследователна характеристика.

**Ключови думи:** сеитбообращение; минерално торене; обработка на почвата; пшеница; тритикале; царевица

## Effect of mineral fertilization and tillage system on the yield of cereals in three-field crop rotation under non-irrigation conditions

**Piyana Gerasimova**

Agricultural Academy, ISSAPP “Nikola Pushkarov”, Sofia, Bulgaria

E-mail: [ilianich\\_ilieva@abv.bg](mailto:ilianich_ilieva@abv.bg)

## Citation

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) 26-35 (Bg).

## Abstract

Crop rotation is an important factor in losses of the crop production caused by weeds, diseases, pests, for increasing yields, etc. and in recent years in intensive agriculture applied not very often. The aim of this study is to identify the impact of two mineral fertilization norms, non-fertilizer variant and two soil tillage systems (conventional and minimum) on the yield of cereals organized in three-field crop rotation (wheat/triticale – maize - triticale/wheat) under non-irrigation conditions.

As a result of the study it was determined that the studied fertilizer norms in all three crops, regardless of the soil tillage system, are essential for increasing yields determining more than 85% of the data variation. In the different crop rotation fields, the yields of wheat and triticale with mineral fertilization for the two tillage systems are more than three times higher than the non-fertilization one with a very well-proven statistical difference. Increasing the nitrogen and phosphorus fertilizer norm 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 yields in both crops. Irrespective of the fertilization rate, no significant influence of the applied soil tillage systems (disking or plowing) on wheat and triticale yield was observed.

In the case of maize, the increase of yield, as a result of the mineral fertilization, is more than twice compared to non fertilized one. The reported differences in yields between two methods of soil tillage (regardless of the rate of fertilization) are insignificant with inconsistent characteristics.

**Key words:** crop rotation; mineral fertilization; soil tillage; wheat; triticale; corn

## ВЪВЕДЕНИЕ

Методите за опазване и подобряване продуктивността на културите и плодородието на почвата включват правилен подбор на култури, съчетан с подходящо редуване в сеитбообращение, научнообосновано торене в съответствие с изискванията на културите и механизация за обработка на конкретните почви (Mitova et al., 1999; Estrade et al., 2010, Dimitrov et al., 2011; Karlen et al., 2013, Griffith et al., 2013). В това отношение сеитбообращението представлява важен и малко използван резерв за намаляване на загубите причинени от плевели, болести, неприятелни и др. Торенето е едно от най-ефективните средства за повишаване продуктивността на основните зърнено-житни култури, които изискват минерални хранителни вещества в големи количества (Traikov et al., 2017). 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 се определя като важен фактор за запазване и увеличаване на почвеното плодородие, почвената влага и до голяма степен определя величината и стабилността на добивите (Nenov et al., 2015).

Правилено изградените сеитбообращения, съобразени с агроекологичните условия и производственото направление на фермата, представлява основа за ефективното използване на останалите фактори – обработка на почвата, торене и растително-защитни мероприятия при отглеждане на културните растения. (Atanasova & Zarkov, 2007).

Сеитбообращението до голяма степен увеличава селскостопанското производство без допълнителни ресурси, въпреки че при неговото проектиране може да се наложи да се вземат предвид различни климатични условия, почви, култури и управленски практики, за да се максимизират агрономическите и екологичните му ползи. (Zhao et al., 2020). В изследвания на (Bullock, 2008) ротацията на културите води до подобрения на физичните свойства на почвата и почвената органична материя, до увеличаване на добива и печалбата и позволява устойчиво производство. Mitova (1998) определя, че целите на сеитбообращението и на екологичното и устойчивото земеделие са едни и същи.

Целта на настоящето изследване е да се проследи влиянието на норми на минерално торене и на системи на обработка на почвата върху добива от зърнено-житни култури (пшеница, царевица, тритикале) в триполно сеитбообращение при неполивни условия.

## МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

За реализиране на поставената цел през периода 2019-2021 г. е изведен полски опит в опитна база Божурище на ИПАЗР „Н. Пушкин“, Софийска област. Базата попада в района на високите полета в Западна България, Софийско-Крайщенския екологичен район. Опитът е заложен по блоковия метод (стандартен) с дълги парцелки с обща площ от 7,2 да. Схемата на опита включва две триполни сеитбообращения от типа „зимна житна - пролетна окопна – зимна житна култура“ (Таблица 1). Всяко сеитбообра-

щение включва 24 парцели с опитна площ от 90 m<sup>2</sup> и реколтната от 70 m<sup>2</sup>.

През периода 2018–2019 г. в първото сеитбообращение на опита се отглежда пшеница (*Triticum aestivum*, L.), а второто сеитбообращение започва с тритикале (*Triticosecale*). За стопанската 2020 година и в двете сеитбообращения на опита се отглежда царевица за зърно (*Zea mays*, L.), а през 2020-2021 година в третото сеитбооборотно поле на I-во сеитбообращение е засято тритикале (*Triticosecale*), а във второто пшеница (*Triticum aestivum*, L.). Използваните сортове са: пшеница – „Садово 1”, тритикале – „Колорит” и царевица - средно-ранен хибрид „Пионер” 8834.

Опитът е изведен при неполивни условия върху Излужена Смолница, която е представител на най-тежката по механичен състав почвена разновидност. Според класификацията на почвите в България (Koinov et al., 1998) се определя като *Naрlic Vertisol* (FAO, 2006) и е типичен

представител на глинестите смолници в Софийско. Съдържание на физична глина 78-80%, а на ил 62%. Относителната плътност на почвата е 2,68. Обемната плътност в сухо състояние е 1,95-2,0g/cm<sup>3</sup>, а при ППВ - 1,23-1,25g/cm<sup>3</sup>. Направеният агрохимичен анализ преди залагане на опита определя почвата като средно хумусна (3,02%). Съдържанието на общ азот е в ниски до умерени количества (0,139 %), но въпреки това съдържанието на минерален азот не е високо-12,67-14,98 mg N в 1000 g почва. По съдържание на подвижен фосфор обезпечеността също е ниска от 0,20 до 0,34 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> на 100g почва, но е по-добре запасена с усвоим калий - до 30,11 mg K<sub>2</sub>O на 100 g почва. Реакцията на почвата в хумусния хоризонт е слабо кисела.

Проучвани са два фактора от общия агротехнически комплекс: варианти на обработка на почвата с две нива (O<sub>1</sub> и O<sub>2</sub>) и норми на минерално торене с три нива (T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub> и T<sub>2</sub>), посочени в Таблица 2.

**Таблица 1.** Редуване на културите в сеитбообращението

**Table. 1.** Crop rotation

Сеитбообращения/ Crop rotation	Години и редуване на културите/ Years and crop rotation		
	2018-2019	2020	2020 - 2021
Първо сеитбообращение/ First rotation	Пшеница/ Wheat	Царевица/ Maize	Тритикале/ Triticale
Второ сеитбообращение/ Second rotation	Тритикале/ Triticale	Царевица/ Maize	Пшеница/ Wheat

**Таблица 2.** Култури, норми на торене и системи за обработка на почвата в сеитбообращенията

**Table. 2.** Crops, fertilization norm and tillage systems in crop rotation

Година/ Year	Култура/ Crop	Торене/ Fertilization/ kg/ha	Система за обработката на почвата/ Soil tillage systems	
			O <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>
2018-2019	Пшеница/ Wheat	T <sub>0</sub>	Оран/ Plowing 15-18 cm	Дискуване/Discing 10-12 cm
		T <sub>1</sub> - N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> T <sub>2</sub> - N <sub>140</sub> P <sub>100</sub>		
2020	Царевица/ Maize	T <sub>0</sub>	Разрохкване/ Loosening 40-45 cm	Оран/ Plowing 22–25 cm
		T <sub>1</sub> - N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> T <sub>2</sub> - N <sub>160</sub> P <sub>120</sub>		
2020-2021	Тритикале/ Triticale	T <sub>0</sub>	Оран/ Plowing 15-18 cm	Дискуване/Discing 10-12 cm
		T <sub>1</sub> - N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> T <sub>2</sub> - N <sub>140</sub> P <sub>100</sub>		

**Обработка на почвата** – включени са две системи за обработка на почвата, приложени за всяко сеитбообращение. Едната система включва по-интензивни обработки (вариант  $O_1$ ) с редуване на оран 15-18 cm при зимните-житни култури и разрохкване при следващата в сеитбообращението окопна култура. При втората система на обработка е извършвано дискуване в първото сеитбооборотно поле, като вариант на минимална обработка на почвата ( $O_2$ ) (Таблица 2.) С изследваните агротехнически мероприятия се цели да се намалят негативните промени във функциите на почвата и чрез системен агротехнически подход да се стабилизира и подобри почвеното плодородие, с което да се постигне устойчиво равнище на продуктивност.

За обработка на почвата са използвани трактор Беларусъ 80 КС за предсеитбена подготовка на опитната площ, разрохквач - дълбочинен Копе, плугове ПН5-35 и ПН-4-25, култиватори КПС -4,0 и КРН – 4,2, дискова брана БДТ-2,5.

#### **Торене на културите в сеитбообращенията:**

В опита се изпитват две норми на минерално торене и неторен вариант, както следва:  $T_0$  – неторено,  $T_1 - N_{120}P_{80}$  и  $T_2 - N_{140}P_{100}$  kg/ha за зимните житни и  $T_1 - N_{120}P_{80}$  и  $T_2 - N_{160}P_{120}$  kg/ha за царевичата. Нормите на торене са определени на базата запасеност на почвата с хранителни вещества, съгласно модела за даване на препоръки за торене (Archiv IP „Pushkarov”, 1982). Азотът (N) е внесен под формата на амониева силитра, фосфорът (P) – като троен суперфосфат. При зимно-житните култури фосфорният тор и 1/3 от азотния са внесени с предсеитбената обработка, а 2/3 от азотния тор като подхранване през пролетта. При царевичата торенето е извършено преди сеитбата с пролетните предсеитбени обработки.

**Продуктивност:** отчитана е основна и допълнителна продукция от отглежданата култура, изчислена в kg/ha. Добивът е отчетен чрез метровки, а опитните парцели са прибирани с комбайн John Deere 106 RL.

Направен е двуфакторен дисперсионен анализ на данните за всяка култура от сеитбообращението, като първият изследван фактор (A) е минералното торене с три нива ( $T_0$ ,  $T_1$  и  $T_2$ ), а вторият изследван фактор (B) е вида на обработка на почвата (2 нива- съответно оран и дискуване за зимните житни и оран и разрохкване

на царевичата. Изследвано е взаимодействието между двата фактора – A x B.

## **РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ**

Почвено-климатичните условия силно влияят на растежните и продуктивните процеси на растенията (Magijanovic et al., 2010). Температурните условия у нас, за голяма част от страната, са благоприятни за отглеждането на зърнено-житни култури, но определящ фактор за формиране на добива имат валежите (Zarkov, 2001). Засушаването засяга повечето растения и може да бъде лимитиращия фактор за добива (Bruce et al., 2002).

Периодът на изследването обхваща години, които се различават по количество и разпределение на падналите валежи през вегетационния период на отглежданите култури.

През 2018-2019 г. I-во поле на сеитбообращението е заето от пшеница (I-во сеитбообращение) и тритикале във II-ро. В България пшеницата е основна полска култура с площ от около 1,2 милиона хектара, като през 2020 г нейните площи са с 0,5% повече от предходната, което определя интензивността на изследванията (Agrarian Report, Bg, 2021). Включването на тритикалето в производствените планове позволява разнообразяване на редуването на културите от една страна, а от друга получаването на продукти, отличаващи се с висока фуражна стойност (Stoyanov & Baychev, 2018). Сумата на валежите през вегетацията на зимните житни култури е 453,3 mm, добре разпределени през отделните вегетационни фази.

Царевичата заема сеитбооборотното поле през втората година на опита. За реализиране на нейните високи продуктивни възможности е необходимо оптимизиране режима на минерално хранене, гъстотата на посева, напояването. Екстремните метеорологични условия често са причина за силно редуциране на добивите (Toncheva, 2016). Растежът и развитието на царевичата през вегетационната 2020 г. протекоха при много добро постъпление на валежна вода от поникване до пълна зрелост (428,5 mm). Това количество е по-високо от средното за многогодишен период, но се отчита период на засушаване през месец юли с валежи само от 43 mm.

Въпреки този дефицит, стрес при растенията от торените варианти не бе наблюдаван. През месец август падналите валежи от 89 mm осигуриха добро развитие на царевичните растения и благоприятно преминаване на фазата на млечна зрелост. Падналите валежи през месец октомври от 113 mm, в края на вегетацията на царевичката, доведоха до по-късното узряване на зърното и нейното прибиране.

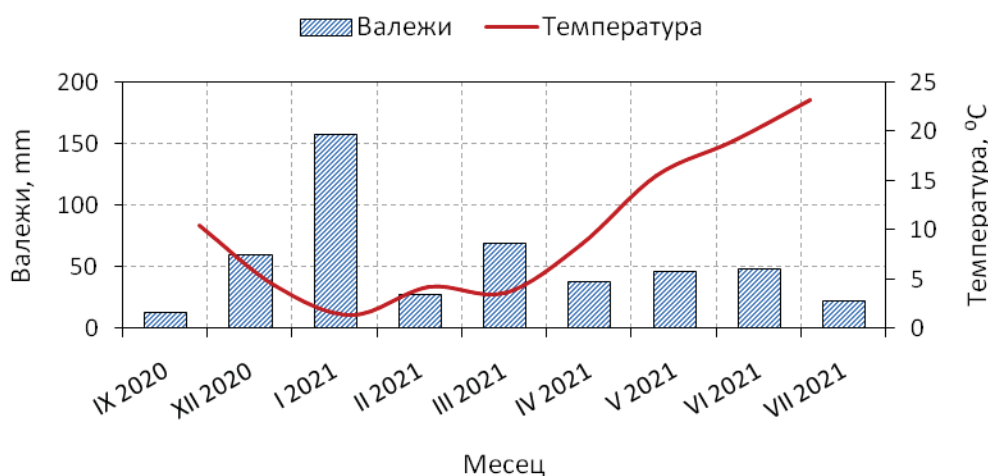
През вегетационния период на 2020/2021 в III-то сеитбооборотно поле на двете сеитбообращения отново се отглеждат зимно житни култури. През 2021 г. растежът и развитието на пшеницата и тритикалето протекоха първоначално при много слабо постъпление от валежи. От Фигура 1 се вижда, че през ноември и декември валежите са изключително малко и едва през януари се повишават до 160 mm. По-късните валежи през март се отразиха благоприятно на растежа и дружното встъпване на растенията във фаза „3-ти лист“. След изкласяването на житните култури започна период на засушаване с пик по време на наливането на зърното.

Сумата на валежите оказва влияние както върху развитието на растенията и натрупването на биомаса, така и върху количеството на достъпните за растенията хранителни вещества в почвата (Vguse et al., 2002). Системата за обработка има определящо значение за динамиката на хранителните вещества и влажността на поч-

вата в системата ”почва - растение” свързано с ефективността на използване на хранителните вещества (Traikov et al., 2017).

В таблица 3 и 4 са показани получените добиви от културите в отделните сеитбооборотни полета на I-во и II-ро сеитбообращение.

В резултат на формираните условия през вегетационния период от пшеницата са получени добри добиви зърно, въпреки че в следствие на дефицита на влага във фаза на наливане на зърното то остана недохранено. В резултат максималният добив е 5506,0 kg/ha, получен при високата торова норма ( $N_{140}P_{100}$ /ha) и вариант на обработка оран 15-18 cm ( $T_2O_1$ ). Въз основа на биологичния добив очакванията бяха за по-високи добиви. Резултатите доказват водещата роля на торенето, като от вариантите с минерално торене са получени над три пъти по-високи добиви спрямо неторените варианти. Тези разлики са много добре статистически доказани. Добивите от пшеницата, която заема I-во сеитбооборотно поле от I-во сеитбообращение са повлияни в най-голяма степен от минералното торене, на което се дължи 97,02% от варирането на данните. Повишаването на азотната и фосфорната торова норма с около 20 % при норма  $T_2$  спрямо  $T_1$  (от 120 kg/ha на 140 kg/ha за азота и от 80 на 100 kg/ha за фосфора) не води до съществено повишение добиви. Разлика в получените добиви между двете норми на торене и дискуване като



**Фигура 1.** Средна месечна температура (°C) и месечна сума на валежите (mm) за пшеница и тритикале за периода 2020-2021 г.

**Figure 1.** Average monthly temperature (°C) and monthly amount of precipitation (mm) for wheat and triticale for the period 2020-2021

вариант на обработка не е установена, съответно добивите са 5202,5 за T<sub>1</sub> и 5282,0 kg/ha за T<sub>2</sub>. По-слабият ефект от минералното торене, както отбелязахме, вероятно се дължи на дефицит на влага във фазата на наливане на зърното.

Независимо от нормата на торене не се отчита съществено влияние на вида на почвената обработка, която е извършена за пшеницата – дискуване или оран. Средните добиви са 5405,8 kg за O<sub>1</sub> (оран 15-18 cm) и 5242,2 за O<sub>2</sub> (дискуване

10-12 cm). Системата на обработка определя едва 0,50 % от варирането на данните и тяхното съвместно влияние – 0,70%.

В условията на една вегетационна година с добри почвено-климатични условия добивите от тритикалето, което заема I-во поле на II-ро сеитбообращение са добри. За получения добив влиянието на минералното торене е единствено статистически значимо (при p<0.1%). Най-висок добив, както и при пшеницата, е получен от ва-

**Таблица 3.** Добив зърно в kg/ha от културите в I-во сеитбообращение

**Table 3.** Grain yield from crops (kg/ha) in the 1-st crop rotation

Варианти/ Variants	I –во сеитбообращение/1-st crop rotation					
	I-во поле пшеница/ 1-st wheat field 2019		II-ро поле царевица/ 2-nd maize field 2020		III-то поле тритикале/ 3-td triticale field 2021	
	kg/ha	Разлика/ Difference (+/-) към/to T <sub>0</sub> O <sub>1</sub> и/and T <sub>0</sub> O <sub>2</sub>	kg/ha	Разлика/ Difference (+/-) към/to T <sub>0</sub> O <sub>1</sub> и/and T <sub>0</sub> O <sub>2</sub>	kg/ha	Разлика/ Difference (+/-) към/to T <sub>0</sub> O <sub>1</sub> и/ and T <sub>0</sub> O <sub>2</sub>
T <sub>0</sub> O <sub>1</sub>	1555,0	-	4310,0	-	1662,5	-
T <sub>1</sub> O <sub>1</sub>	5305,6	3749,6***	10333,6	6023,6***	5421,2	3759,7***
T <sub>2</sub> O <sub>1</sub>	5506,0	3951,0***	9727,5	5417,5***	7377,5	5715,0***
T <sub>0</sub> O <sub>2</sub>	1400,0	-	4358,2	-	1557,1	-
T <sub>1</sub> O <sub>2</sub>	5202,5	3802,5***	10991,9	6633,7***	7027,8	5470,7***
T <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	5282,0	3882,0***	10728,0	6369,8***	6404,5	4847,4***

\*, \*\*, \*\*\* при/at GD ≤ 5; 1; 0.1 %;

**Таблица 4.** Добив зърно от културите ( kg/ha) в II-ро сеитбообращение

**Table 4.** Grain yield from the crops (kg/ha) in the 2-nd crop rotation

Варианти/ Variants	II-ро сеитбообращение/2-nd crop rotation					
	I-во поле тритикале/ 1-st triticale field 2019		II-ро поле царевица/ 2-nd maize field 2020		III-то поле пшеница/ 3-td wheat field 2021	
	kg/ha	Разлика/ Difference (+/-) към/to T <sub>0</sub> O <sub>1</sub> и/and T <sub>0</sub> O <sub>2</sub>	kg/ha	Разлика/ Difference (+/-) към/to T <sub>0</sub> O <sub>1</sub> и/and T <sub>0</sub> O <sub>2</sub>	kg/ha	Разлика/ Difference (+/-) към/to T <sub>0</sub> O <sub>1</sub> и/ and T <sub>0</sub> O <sub>2</sub>
T <sub>0</sub> O <sub>1</sub>	1400,0	-	4139,3	-	2607,2	-
T <sub>1</sub> O <sub>1</sub>	5300,0	3900,0***	9501,8	5362,5***	6957,9	4350,7***
T <sub>2</sub> O <sub>1</sub>	5322,0	3922,0***	8507,1	4367,8***	7158,5	4551,3 ***
T <sub>0</sub> O <sub>2</sub>	1397,5	-	4296,7	-	1755,7	-
T <sub>1</sub> O <sub>2</sub>	5218,0	3820,5***	10841,1	6544,4***	8139,0	6383,3***
T <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	5287,5	3887,5***	8683,2	4586,5***	6736,4	4970,7***

\*, \*\*, \*\*\* при/at GD ≤ 5; 1; 0.1 %;

риант  $T_2O_1$  с норма на торене  $N_{140}P_{100}$  и оран като обработка на почвата. Разлика в получените добиви между двете норми на торене и при двата начина на обработка на почвата не се наблюдава, съответно 5300,0-5322,0 kg/ha за  $O_1$  и 5218,0-5287,5 kg/ha за  $O_2$ . Добивите във вариантите с минерално торене, за двете системи на обработка, са повече от три пъти по-високи в сравнение с неторените с много добре доказана статистическа разлика. Средните добиви са 5281,8 kg/ha за торените варианти и едва 1400,0 kg/ha във вариантите без минерално торене.

Отчетените разлики в добивите от тритикале в зависимост от начина на извършване на предсеитбената обработка на почвата (независимо от нормата на торене) са незначителни - средните добиви при  $O_1$  (оран 15-18 cm) са 5311,0 и 5272,7 kg/ha за  $O_2$  (дискуване 10-12 cm). При неторените варианти също не се наблюдават статистически доказани разлики между добивите в зависимост от начина на извършване на обработката. Съвместното влияние на факторите торене и система на обработка, макар и статистически доказано е слабо.

През 2020 г. отглежданата култура и в двете сеитбообращения е царевица за зърно, която заема второто сеитбооборотното поле. Резултатите показват, че по-високи добиви са получени от I-во сеитбообращение между 9727,5 и 10991,9 kg/ha и съответно 8507,1 -10841,1 kg/ha във II-ро сеитбообращение при условията на торене. Без минерално торене добивите практически са еднакви.

В I-во сеитбообращение добивът е най-висок във вариант  $T_1O_2$  (норма  $N_{120}P_{80}$  и оран 15-18 cm), като добивът от кочани, изчислен при 14% влага е 12310,5 kg/ha, а средният добив зърно е 10991,9 kg/ha. Най-нисък добив зърно е получен от вариантите без минерално торене, съответно 4310,0 kg и 4358,2 kg/ha за двата варианта на предсеитбена обработка. Последните резултати показват, че Излужената смолница притежава сравнително добро ниво на плодородие, като се има в предвид факта, че повече от 20 години върху тази площ не е извършвано минерално торене. Добивът във варианта с дълбоко разрохкване на дълбочина 40-45 cm като основна обработка за царевицата ( $O_1$ ) е с 6.5% по-нисък в сравнение с варианта с оран на 22-25cm ( $O_2$ ), независимо от нормата на торене.

Във II-ро сеитбообращение най-висок добив отново е получен във вариант  $T_1O_2$ , съответно 11948,0 kg кочани (при 14% влага) и 10841,1 kg/ha зърно. Повишаването на торовата норма от  $N_{120}P_{80}$  на  $N_{160}P_{120}$  не води до повишаване на добивите, което предполага неефективно използване на хранителните вещества. Като резултат при двата варианта на обработка на почвата при високата торова норма са получени по-ниски добиви от 10% до 20%. По-слабо е намалението при варианта с разрохкване на почвата на дълбочина 40-45 cm, което предполага по-добра мобилизация на хранителните елементи и по-добро физическо състояние на почвата в коренообитаемия почвен слой. Минералното торене има най-голям дял във формирането на добива. В неторените варианти добивите са по-ниски (4139,3-4296,7 kg/ha), подобни на тези в I-во сеитбообращение. Добивът във варианта с разрохкване като предсеитбена обработка за царевицата е по-нисък в сравнение с този при оран (независимо от нормата на торене), подобно на наблюдаваната тенденция в I-во сеитбообращение.

Получените добиви от царевицата са добри, за което основен фактор са благоприятните метеорологични и почвени условия по време на вегетацията на културата. Те са формирани основно в резултат на приложеното минерално торене, в по-малка степен от приложената предсеитбена обработка. Направеният двуфакторен дисперсионен анализ доказва значимостта на фактора торене за формиране на добива, като резултатите и при двете сеитбообращения са в сходни граници. Минералното торене с двете изпитвани норми увеличава добивите от царевица в двете сеитбообращения повече от два пъти в сравнение с неторените. Статистически много добре са доказани разликите в добивите в резултат на двете норми на минерално торене. Няма доказани разлики за фактора начин на обработка на почвата (Таблица 4).

През стопанската 2020/2021 г. III-то сеитбооборотното поле в I-во сеитбообращение е заето с тритикале, а във II-ро сеитбообращение с пшеница. През вегетационната година добивите зърно от тритикалето са в границите от 5421,2 - 7377,5 kg/ha с минерално торене и 1557,1-1662,5 kg/ha без торене. Най-висок среден добив от зърно е получен от вариант  $T_2O_1$ , при който обработката на почвата е оран и торова норма от

$N_{140}P_{100}$ . Не може да се отчете характерна зависимост на добива от по-високата торова норма, тъй като при варианта с дискуване добивът е по-нисък. Във вариантите без торене разликите в получените добиви са минимални ( $T_0O_1$  – 1662,5 kg и  $T_0O_2$  -1557,0 kg/ha). Ниските добиви при неторените варианти са в резултат на факта, че те са разположени върху площи, в които не е извършвано торене повече от 20 години. Величината на добивите от тези варианти са подобни на получените през експерименталната 2019 г, когато тритикалето заема I-во поле на II-ро сеитбообращение.

От направения двуфакторен дисперсионен анализ на данните за добива от тритикале се установява доказаното въздействие на фактор торене ( $p \leq 0,05$ ). Много висок процент (89,4%) от причините за вариране на данните за добивите се дължат именно на този фактор. Системите на обработка на почвата не оказват доказано влияние върху получения добив. Комбинираното въздействие на торенето и обработката на почвата при тази култура също е статистически доказано ( $p \leq 0,05$ ), като тежестта на това взаимодействие е 4,8 %.

Добивите от пшеница, която заема III-то поле във II-ро сеитбообращение на опита, в най-голяма степен също са повлияни от минералното торене. Най-висок среден добив зърно е получен във вариант  $T_1O_2$  (8139,0 kg/ha), при който обработката на почвата е дискуване. Потвърждава се установената зависимост от I-во сеитбообращение за недостатъчен положителен ефект от повишаването на торовата норма от  $N_{120}P_{80}$  kg/ha на  $N_{140}P_{100}$  kg/ha. В нулевите варианти са отчетени ниски добиви, съответно 2607,2 kg за  $T_0O_1$  и 1755,7 kg/ha за  $T_0O_2$ .

Анализът на данните за добива от пшеница по метода на двуфакторния дисперсионен анализ показва, че най-значимо и статистически доказано въздействие върху изследвания показател има фактора минерално торене, в резултат на което 89,6% от причините за вариране се дължат на него. Системите на обработка на почвата нямат доказано въздействие. Взаимодействието между двата фактора – торене и обработка, също не е статистически значимо ( $p \geq 0,05$ ).

Получените добиви от двете зимно житни култури - тритикале и пшеница са добри, като по-високи стойности са установени при пше-

ницата. Те са формирани основно в резултат на приложеното минерално торене, около 90 % от варирането в опита и при двете култури се дължат на него, докато вида на обработката на почвата няма доказано въздействие. Комбинираното въздействие на двата фактора е доказано, като тежестта на това взаимодействие обаче е по-ниско.

Най-значимо влияние върху добивите от културите през трите години на експеримента оказва минералното торене, като варирането в данните, дължащо се на този фактор (спрямо общото вариране), е както следва: през 2019 г. - 97,02%, за 2020 г. – 95 % и за 2021 г. - 89,4 % и 89,6 %. Системите на обработка на почвата, не оказват доказано влияние върху получения добив.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В резултат на изследването е установено, че изследваните торови норми и при трите култури, независимо от системата за обработка на почвата, имат основно значение за увеличение на добивите, като определят повече от 85% от варирането на данните. В различните сеитбооборотни полета добивите от пшеницата и тритикалето с минерално торене за двете системи на обработка са повече от три пъти по-високи в сравнение с неторените с много добре доказана статистическа разлика. 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 и при двете култури. Независимо от нормата на торене не се отчита съществено влияние на вида на почвената обработка, която е извършена за пшеницата – дискуване или оран.

При царевицата увеличението на добивите в резултат на минералното торене е повече от два пъти. Отчетените разлики в добивите при двата начина на извършване на обработката (независимо от нормата на торене) са незначителни с непоследователна характеристика.

## Благодарности

Благодаря на проф. д-р Тотка Митова за нейното съдействие при обработката на статистическия анализ на експерименталните данни.



## Acknowledgments

I would like to thank Prof. Totka Mitova for her assistance in the statistical analysis of the experimental data.

## ЛИТЕРАТУРА

- Agrarian Report, Bg.** (2021) *ad\_2021.pdf* (government. *bg*) (Bg).
- Archiv IP „Pushkarov”.** (1982). Model for agrochemical service (Bg).
- Atanasova, D., & Zarkov, B.** (2007). Dynamics of weeding in cereals in the long-term hospital of the Institute of Agriculture-Karnobat. *Field Crops Research, Tom IV-1*.163-168 (Bg).
- Bruce, B. W., Gregory, O. E., & Barker, T. C.** (2002). Molecular and physiological approaches to maize improvement for drought tolerance. *J. Exp. Bot.* 53: pp. 13–25.
- Bullock, D. G.** (2008). Crop rotation. *Critical Reviews in Plant Sciences. Volume 11, Issue 4*, pp. 309-326.
- Dimitrov, I., Nikolova, D., Stratieva, S., & Borisova, M.** (2011). Investigation of new agricultural decisions for the maintenance of the soil fertility of the Vertisol. *Proceedings International conference 100 years Bulgarian soil science, 16-20 May 2011, Sofia. Part 2*, pp. 514-518 (Bg).
- Estrade, I. R., Anger, Ch., Bertr, M., & Richard, G.** (2010). Tillage and soil ecology: Partners for sustainable agriculture. *Soil and Tillage Research, 111, 1*, 33-40.
- FAO.** (2006). World reference base for soil resources 2006. FAO, Rome, 132 p.
- Griffith, D., Steinhardt, G., Cladivko, E., & Parsans, S.** (2013). Effect of tillage and rotation on agronomic performance of corn and soybean: Twenty years study on dark clay loam soil. *Journal of Production Agriculture, 9(2)*, 241-248.
- Karlen, D., Cambardella, C., Kovar, I. & Colvin, T.** (2013). Soil quality response to long-term tillage and crop rotation practice. *Soil and Tillage Research, 133*, 54-64.
- Koinov, V., Kabakchiev, I., & Boneva, K.** (1998). Atlas of the soils in Bulgaria. Zemizdat, Sofia, p. 321 (Bg).
- 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.
- Mitova, T.** (1998). Crop rotation and its importance for ecological and sustainable agriculture. *Agricultural science, 1998, 3*, pp. 67-69 (Bg).
- Mitova, T., Stoinev, K. & Dimitrov, I.** (1999). Methodological Procedure for Assessment of Soil Tillage Systems in Sustainable Agriculture. *Soil science, agrochemistry and ecology, № 6*, 171-175 (Bg).
- Nenov, M., Dimitrov, I., Nikolova, D., Toncheva, R., & Stratieva, S.** (2015). Fertility of Haplic Vertisols (WRBSR, 2006) Depending on the Applied Agrotechnical Complex. *Digital Book of Proceedings International Conference Soil and Agrotechnology in a Changing World - 11-15 May 2015, Sofia* (Bg).
- Stoyanov, H., & Baychev, V.** (2018). Tendencies in the yield and its components of the Bulgarian varieties of triticale, grown under contrasting conditions of the environment. *Bulgarian Journal of Crop Science, 55(3)*, 16-26 (Bg).
- Toncheva, R.** (2016). Investigation the Productivity of Maize in Different Agroecological Conditions, Fertilization and Plant Density I. Non-Irrigated Conditions. *Soil Science Agrochemistry and Ecology, 50, 2*, pp. 50-59 (Bg).
- 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).
- Zarkov, B.** (2001). Effects of weather conditions on the yield of maize grain grown under non-irrigated conditions. *Bulgarian Journal of Crop Science, 38(5-6)*, 208-212 (Bg).
- 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.