

Влияние на някои агротехнически фактори върху продуктивността на триполно сеитбообращение при агроекологичните условия на Горнотракийската низина

Мирослав Иванов, Иван Димитров*

Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Н. Пушкаров” – София

*E mail: idspasov@abv.bg

Резюме

Количеството на произведената селскостопанска продукция от единица площ зависи от голям брой фактори и особено в голяма степен от почвеното плодородие. Основна задача на земеделието е получаването на устойчиви добиви от отглежданите култури с високо качество. Целта на изследването е да се установи продуктивността на полски култури (царевица, ечемик, рапица), редувани в триполно сеитбообращение, под влияние на различни нива на минерално торене и обработка на почвата при агроекологичните условия на Горнотракийската низина. От проведеното изследване се установи, че приложените агротехнически мероприятия влияят в различна степен върху получените добиви от отглежданите култури и върху общата продуктивност на сеитбообращението. Най-значимо е въздействието на приложеното минерално торене с азот и фосфор, като логично с нарастване на нормата се повишава и продуктивността на отглежданите култури. От неторените варианти са получени ниски добиви с устойчиво ниво. Липсата на торене повлиява добивите по-осезателно при рапицата в сравнение с царевицата и ечемика. Системата за обработка на почвата също оказва влияние върху нивото на получените добиви. Това е по-добре доказано при отглеждане на маслодайната рапица, където извършването на разрохкване е с предимство спрямо традиционната обработка оран. Влиянието на системата за обработка е по-очертано през първата година при царевицата и най-вече през третата година при рапицата. За изследвания период е постигнато сравнително устойчиво ниво на продуктивност. Ефективно нарастване на продуктивността на триполното сеитбообращение царевица-ечемик-рапица се осигурява при прилагане на по-интензивни обработки (с разрохкване), оптимална норма на торене (с алтернативни торове) и заораване на остатъчната растителна маса в почвата.

Ключови думи: царевица; ечемик; рапица; сеитбообращение; обработка на почвата; торене; продуктивност

Influence of some agro-technical factors on the productivity of triple crop rotation in the agro-ecological conditions of the Upper Thracian lowland

Miroslav Ivanov, Ivan Dimitrov*

Institute of Soil Science, Agro-Technology and Plant Protection “Nikola Pushkarov” – Sofia

*E mail: idspasov@abv.bg

Abstract

Ivanov, M. & Dimitrov, I. (2018). Influence of some agro-technical factors on the productivity of triple crop rotation in the agro-ecological conditions of the Upper Thracian lowland. *Rastenievadni nauki*, 55(4), 14-23 (Bg).

The amount of agricultural output per unit area depends on a large number of factors and, to a large extent, on soil fertility. The main task of agriculture is to obtain sustainable crop yields of high quality. The aim of the study

is to establish the productivity of field crops (maize, barley, rapeseed), alternated in triple crop rotation under the influence of different levels of mineral fertilization and cultivation in the agro-ecological conditions of the Upper Thracian lowland. The research shows that the applied agro-technical measures influence to varying degrees the yields of the cultivated crops and total productivity of the crop rotation. The impact of the applied mineral fertilization with nitrogen and phosphorus was most significant, leading to logical increase of productivity of the cultivated crops. Non-fertilized variants show low yields at a sustainable level. Lack of fertilization influences yields significantly in rapeseed compared to maize and barley. The soil tillage system also has an impact on the level of yields obtained, better evidenced when growing oilseed rape, making the loosening an advantage over traditional plowing. Effectively increasing the productivity of triple crop rotation maize-barley-rapeseed is ensured by applying soil tillage system with loosening, optimal fertilizing rate (with alternative fertilizers) and plowing the ground vegetative mass into the soil.

Keywords: maize; barley; rapeseed; crop rotation; soil tillage; fertilization; productivity

Количеството на произведената селскостопанска продукция от единица площ зависи от голям брой фактори и особено в голяма степен от почвеното плодородие. Основна задача на земеделието е получаването на устойчиви добиви от отглежданите култури с високо качество. В това отношение сеитбообращението представлява важен и малко използван резерв за намаляване на загубите причинени от плевели, болести, неприятели и други. В основата си сеитбообращенията представляват комплекс от агротехнически и организационни мероприятия за опазване и повишаване на почвеното плодородие и ефективно използване на обработваемата земя (Dzhumalieva et al., 1986; Mitova and Nikolova, 2000). Получаването на високи и устойчиви добиви с ниска себестойност е възможно само при отглеждане на културите в научнообосновани сеитбообращения и прилагане на подходящи технологии за отделните агроecологични райони на страната. Количеството на произведената селскостопанска продукция от единица площ зависи от голям брой фактори и особено от почвеното плодородие (Hargrove, 1985; Convertini et al., 1997; Dimitrov and Mitova, 1998; Zarkov and Koteva, 2005; Borissova and Nikolova, 2008). Това налага научно обоснован подход при избора на агротехнически решения и прилагането на технологии за отглеждане на културите, които да са

съобразени с конкретните почвено-климатични условия (Dimitrov et al., 2013; Karlen et al., 2013; Toncheva et al., 2015). През последните години научните разработки за комплексното влияние на агротехническите и динамично променящите се климатични фактори върху продуктивността на културите, редувани в сеитбообращение, са недостатъчни, което налага продължаване на тяхното изучаване.

Целта на изследването е да се установи продуктивността на полски култури, редувани в триполно сеитбообращение под влияние на различни нива на минерално торене и обработка на почвата при агроecологичните условия на Горнотракийската низина.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Изследванията са проведени в полски опит изведен в опитното поле на ОСПЗ Пазарджик върху Псевдоподзолиста Канелена почва. Опитът е заложен по блоковия метод на дългите парцели в три повторения, при редуване на културите царевица-зимен ечемик-рапица в сеитбообращение (Схема 1). Приложени са две системи за обработка на почвата (O_1 и O_2) и три нива на торене (T_0 , T_1 и T_2). Изпитвани са два начина за проследяване влиянието на растителните оста-

Схема 1. Сеитбообращение 2013-2016 г.

Scheme 1. Crop rotation for the period 2013-2016

Години/Years	2013/2014	2014/2015	2015/2016
Сеитбообращение/ Crop rotation	Царевица/ Maize	Ечемик/ Barley	Рапица/ Rapeseed

тъщи: C_1 – с наситняване и заораване; C_2 – с отстраняване от опитната площ.

Количеството на растителните остатъци е определяно от метровки с площ $0,5 \text{ m}^2$ в три повторения. В сеитбообращението са изпитани две системи за обработка на почвата O_1 и O_2 (Схема 2). През първата година основната обработка за царевицата е еднаква, а през втората и третата са извършвани различни по вид и дълбочина предсеитбена (за ечемика) и основна (за рапицата) обработки.

Приложени са три нива на торене – без торене (T_0) и две норми на торене с минерални торове T_1 и T_2 (Схема 3). Калий е внесен само за рапицата поради установена от анализа на изходните почвени проби добра запасеност. Използвани са амониев нитрат и калциево-амониев нитрат (КАН) като азотни торове и троен суперфосфат, амофос и Eurobio като фосфорни торове.

Всяка година, преди прибиране на отглежданите култури са взимани и анализирани почвени проби за съдържание на усвоими форми на азот, фосфор и калий и за установяване реак-

цията на почвения разтвор. В опита е приложена интегрирана борба с плевелите, като освен обработките на почвата са използвани хербициди с широкоспектърно действие. Определяна е микробиологичната активност на почвата, чрез отчитане на отделните съобщества – амонифициращи бактерии, актиномицети, бактерии усвояващи азот, микроскопични гъби, целулозоразлагащи микроорганизми и други. Отчетени са добивите от отглежданите култури и е определена общата продуктивност на сеитбообращението в брой кръмни единици на единица площ на база основна продукция. Направена е математико-статистическа обработка на данните.

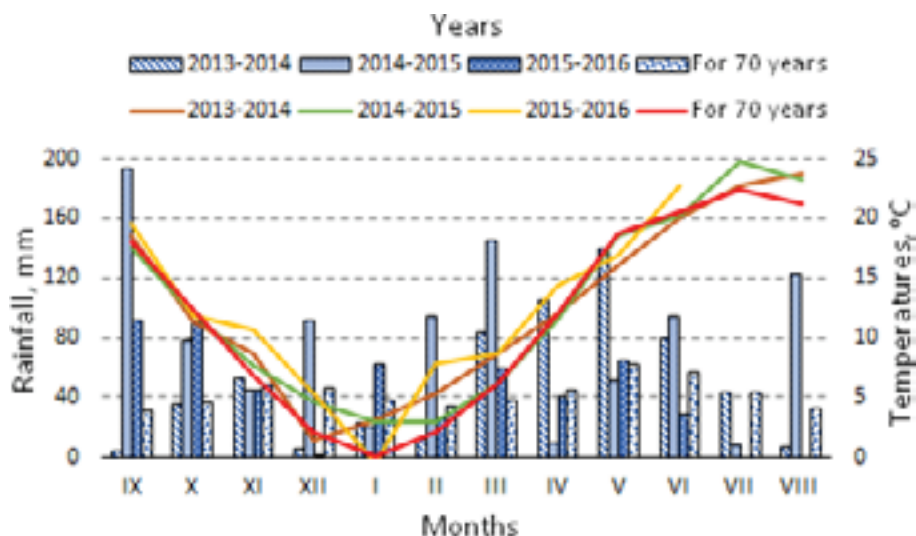
Опитът е изведен при поливни условия, с поддържане на предполивна влажност 70-75% от ППВ. Сумата на валежите през вегетационния период на отглежданите култури е: за царевицата 2014 г. (IV-IX) – 569.3 mm; за зимния ечемик 2014/2015 г. (X-VI) – 627.7 mm и за маслодайната рапица 2015/2016 г. (IX-VI) – 447.3 mm (Фиг. 1).

Схема 2. Системи за обработка на почвата в сеитбообращение
Scheme 2. Soil tillage systems in the crop rotation

Култура/Crops	Вариант O_1 /Variant O_1	Вариант O_2 /Variant O_2
Царевица за зърно/ Maize for grain	Оран 25-30cm/ Plowing et 25-30 cm	Дискуване 10-12 cm Оран 25–30 cm/ Disking at 10-12 cm Plowing at 25-30 cm
Зимен ечемик/ Barley	Оран 15-18 cm/ Plowing at 15-18 cm	Дискуване 10-12 cm/ Disking at 10-12 cm
Маслодайна рапица/Oil rapeseed	Дискуване 10-12 cm Разрохкване 35-40 cm/ Disking at 10-12 cm Loosening at 40-45 cm	Оран 20-25 cm/ Plowing at 20-25 cm

Схема 3. Варианти на торене (kg/ha)
Scheme 3. Treatments of fertilization (kg/ha)

Култура/ Crop	Варианти на торене/Treatments		
	T_0	T_1	T_2
Царевица/ Maize	$N_{0^*}P_{70}K_0$	$N_{200}P_{100}K_0$	$N_{250}P_{150}K_0$
Ечемик/ Barley	$N_0P_0K_0$	$N_{60}P_{80}K_0$	$N_{80}P_{100}K_0$
Рапица/ Rapeseed	$N_0P_0K_0$	$N_{150}P_{100}K_{60}$	$N_{200}P_{120}K_{60}$



Фиг. 1. Метеорологични условия през 2013-2016 г.
Fig. 1. Climatic conditions during the years 2013-2016

През вегетационния период на царевицата сумата на валежите е над средното количество за многогодишен период, затова е извършена само една поливка с норма $80 \text{ m}^3/\text{da}$ през август. През вегетацията на рапицата влажността е в границите на предполивната влажност (70-75% от ППВ). След бобобразуване настъпи засушаване, но не е извършено напояване по технически причини. За поникване на семената през септември е извършена поливка с норма $20 \text{ m}^3/\text{da}$.

Полският опит в ДП-ОСПЗ Пазарджик е заложен върху Псевдоподзолиста Канелена почва, леко до средно песъчливо-глинеца, със съдържание на физична глина в орния хоризонт 27.6%, а в В хоризонт около 40%. Съдържанието на ил е съответно 12.2-16.5% в A_1 хоризонт и 28.9% в В хоризонт. Преобладаваща е фракцията на едрия пясък. Обемната плътност при ППВ е в границите $1.53-1.58 \text{ g/cm}^3$.

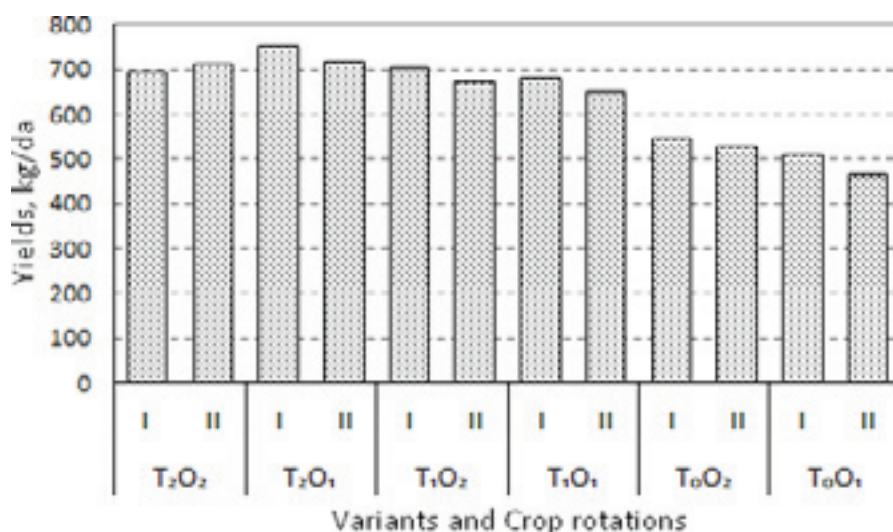
РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Проведената експериментална работа в полския опит показва, че за условията на изследвания район добивите са повлияни от почвените и климатичните условия. През първата година от отглежданата култура – царевица за зърно са получени сравнително високи добиви, като за най-високата норма на торене T_2 е получен добив от 694 до 751 kg/da (Фиг. 2).

С изключение на варианти T_2O_2 и T_1O_2 в опитната площ със заораване на остатъците, където добивите между двете норми на торене са изравнени, в другите варианти на торене по-високата норма логично води до нарастване на добива, като разликите между парцелите с торене T_2 и T_1 са от 37.8 kg/da до 71.1 kg/da . Влиянието на извършените обработки не е еднопосочно. На парцелите със сходно торене при вариантите с различен начин на употреба на остатъците C_1 и C_2 , добивите при обработка O_1 са по-високи или по-ниски спрямо вариант O_2 .

На опитната площ преди залагането на опита е извършено основно торене с фосфорен тор, освен това агрохимичният анализ на изходните проби показва високо съдържание на подвижни форми на азот, фосфор и калий поради остатъчни количества от предходната стопанска година, затова от вариантите с условно приетото нулево торене са получени сравнително високи добиви – от 466.7 до 545.75 kg/da . Предстои да се анализират причините за полученото ниво на продуктивност от царевицата, тъй като при условията на годината и приложените норми на торене се очакваха по-високи добиви.

В първата година на изследването все още не са очертани значими тенденции за зависимост на добивите от изпитваните агротехнически фактори. Най-висок добив е получен от вариант T_2O_1 във варианта, предвиден за заораване на растителните остатъци – 751.5 kg/da .



Фиг. 2. Добиви зърно от царевица, опитно поле Пазарджик, 2014 г. (kg/da)

Fig. 2. Grain yield of maize, field trial, Pazardzhik region, 2014 (kg/da)

Таблица 1. Опит ОСПЗ, Пазарджик – вариант C₁ – царевица, 2014 г.

Table 1. Trial FSIA, Pazardzhik region – variant C₁ – maize, 2014

Източник на вариране	Сума от квадратите	Сума от кв., %	Ст. на св.	Среден квадрат	F-отн.	Ниво на значимост
Торене (F)	29749,587	52,976	2	14874,794	9,862	,003 **
Обработка (O)	311,806	0,555	1	311,806	,207	,657 -
F*O	7996,156	14,239	2	3998,078	2,651	,111 -
Грешка	18099,530	32,230	12	1508,294		
Обща сума	56157,080		17			

Таблица 2. Опит ОСПЗ Пазарджик – вариант C₂ – царевица, 2014 г.

Table 2. Trial FSIA, Pazardzhik region – variant C₂ – maize, 2014

Източник на вариране	Сума от квадратите	Сума от кв., %	Ст. на св.	Среден квадрат	F-отн.	Ниво на значимост
Торене (F)	39801,812	80,363	2	19900,906	51,919	,000***
Обработка (O)	2610,031	5,270	1	2610,031	6,809	,023 *
F*O	2516,271	5,080	2	1258,136	3,282	,073 -
Грешка	4599,722	9,287	12	383,310		
Обща сума	49527,836		17			

Статистическата обработка на данните показва, че с най-значимо влияние върху добивите е приложеното торене. Обработката на почвата оказва незначително влияние върху добивите. Слабо доказано е влиянието и на взаимодействието между изпитваните агротехнически фактори.

През втората година видът на обработка оказва влияние върху величината на добива – след плужна оран прибавката е от 35 до 43 kg/da (Фиг. 3). Разликите в получените добиви се дължат не само на вида на обработката, но и на нормите на торене. Прибавката в добива от високата норма е от 16.7 до 18.3 kg/da за вари-

Таблица 3. Опит ОСПЗ Пазарджик – варианти C₁- C₂, царевица, 2014 г.
Table 3. Trial FSIA, Pazardzhik region – variants C₁- C₂ – maize, 2014

Източник на вариране	Сума от квадратите	Сума от кв., %	Ст. на св.	Среден квадрат	F-отн.	Ниво на значимост
Торене (F)	68079,522	60,103	2	34039,761	35,990	,000***
Обработка (O)	558,797	0,493	1	558,797	,591	,450 -
Сеитбообр. (SO)	7585,926	6,697	1	7585,926	8,021	,009 **
F*O	9313,417	8,222	2	4656,709	4,924	,016 *
F*SO	1471,877	1,299	2	735,939	,778	,471 -
O*SO	2363,040	2,086	1	2363,040	2,498	,127 -
F*O*SO	1199,011	1,059	2	599,505	,634	,539 -
Грешка	22699,252	20,041	24	945,802		
Обща сума	113270,842		35			

Норми на торене	Средни добиви
0	516,351
1	683,215
2	621,594

НМДР 5% = 25,914
 1% = 35,116
 0,1% = 47,01

Системи на обработка	Средни добиви
1	669,780
2	677,660

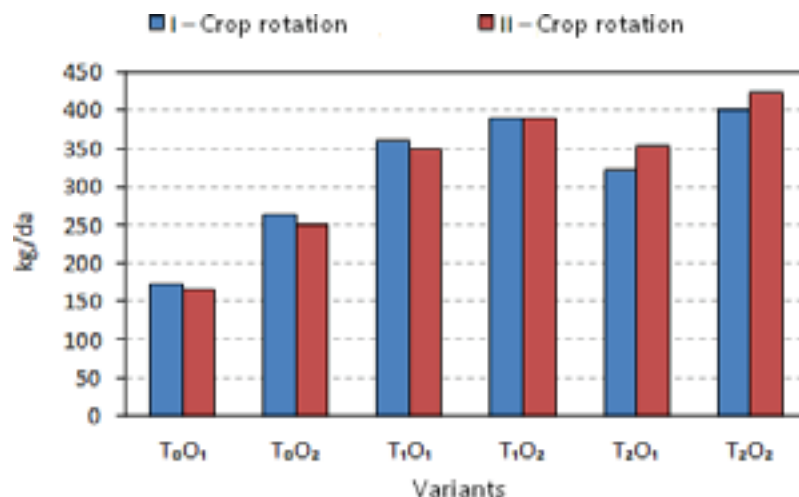
НМДР 5% = 21,158
 1% = 28,672
 0,1% = 38,390

Варианти C ₁ - C ₂	Средни добиви
1	688,236
2	659,204

НМДР 5% = 21,158
 1% = 28,672
 0,1% = 38,390

Торене	Обработка	Сеитбо-обращение	Средни добиви
0	1	1	511,166
		2	473,681
	2	1	545,750
		2	527,153
1	1	1	680,542
		2	650,069
	2	1	703,530
		2	673,278
2	1	1	751,458
		2	717,736
	2	1	693,875
		2	711,306

F*O*SO: НМДР 5% = 51,827
 1% = 70,233
 0,1% = 94,037



Фиг. 3. Добиви от ечемик, опитно поле Пазарджик, 2015 г. (kg/da)
Fig. 3. Yields of barley, field trial, Pazardzhik region, 2015 (kg/da)

ант C_2 (без растителни остатъци) и от 31.7 до 40 kg/da за вариант C_1 с внасяне на остатъците от предшественика в почвата. Въпреки че са внесени 2 kg/da а.в. N и 4 kg/da а.в. P_2O_5 повече, при норма T_2 е получено различно количество зърно ечемик. Разликите във варианти C_1 и C_2 между неторените варианти са 11.6-23.3 kg/da, при пониската норма на торене са 17.7-21.7 kg/da, а при високата норма – 38.3-40.0 kg/da.

Нарастването на добива е предимно в резултат на извършеното торене. Във вариант C_1 с прилагането на високата норма на торене добивът нараства със 191.667 kg/da (спрямо T_0), независимо от вида на обработката, а във вариант C_2 – със 170 kg/da след дискуване и със 180 kg/da след оран.

В този опит през втората година видът на обработката оказва влияние върху величината на добива – след плужна оран прибавката е от 40 до 53 kg/da. Разликите в получените добиви се дължат не само на вида на обработката, но и на приложените норми на торене. Прибавката в добива от по-високата норма е от 40 до 67 kg/da.

За ечемика, при три нива на торене и две системи на обработка на почвата, дисперсионният

анализ на данните показва, че върху добивите оказва значимо влияние както торенето (при вероятност за грешка $p < 0.1\%$), така и обработката на почвата (при $p < 0.2\%$). Взаимното влияние на двата изследвани фактора е също статистически доказано (при $p < 5\%$). С нарастване на нормите на торене растат и добивите, но само между контролата T_0 и двата торени варианта T_1 и T_2 разликата е доказана при $p < 0.1\%$. Между вариантите с приложено торене няма статистически доказана разлика в добивите. Разлика в добивите, получени при прилагане на двете системи на обработка, съществува при 5% доказаност.

През третата 2016 година, опитната площ е засята със зимна маслодайна рапица. Поради невъзможност да се осигури напояване чрез дъждуване, настъпилото засушаване след фаза цъфтеж се отрази върху нивото на добивите на семена (Фиг. 4).

Както и при другите две култури, най-голямо влияние от агротехническите фактори оказва торенето. Най-високи са добивите при варианти на торене T_2 – във вариант C_1 след разрохкване 260 kg/da и във вариант C_2 – 212.2 kg/da (Фиг. 4). Спрямо неторените варианти, нарастването на

Таблица 4. Опит ОСПЗ, Пазарджик – ечемик, 2015 г.

Table 4. Trial FSIA, Pazardzhik region – barley, 2015

Източник на вариране	Сума от квадратите	Сума от кв., %	Ст. на св.	Среден квадрат	F-отн.	Ниво на значимост
Торене (F)	196422.222	75,888	2	98211.111	79.505	.000 ***
Обработка (O)	14400.000	5,563	1	14400.000	11.657	.002 **
F*O	10950.000	4,231	2	5475.000	4.432	.021 *
Грешка	37058.333	14,318	30	1235.278		
Обща сума	258830.556		35			

Торене	Среден добив
0	229.167
1	387.500
2	384.167

НМДР 5% = 41,436
1% = 55,802
0,1% = 73,984

Обработка	Среден добив
1	313.611
2	353.611

НМДР 5% = 33,832
1% = 45,562
0,1% = 60,408

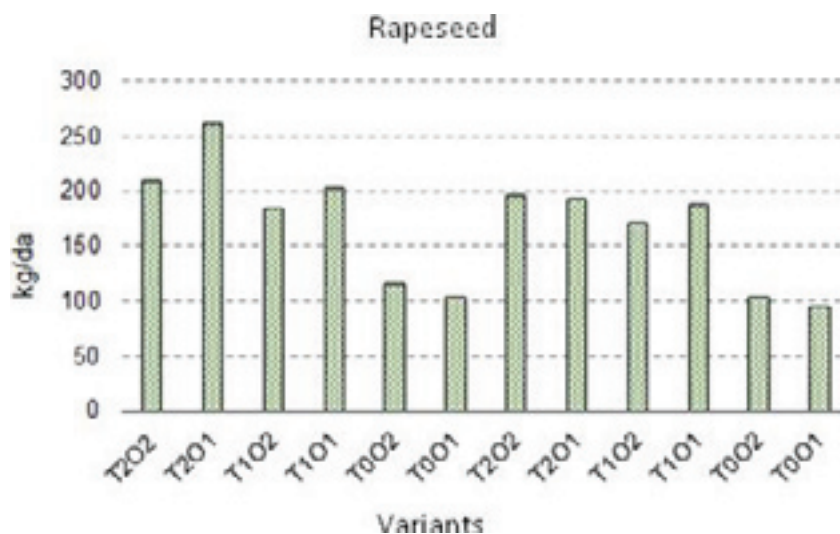
Торене	Обработка	Ср. добив
0	1	231.667
	2	226.667
1	1	365.000
	2	410.000
2	1	344.167
	2	424.167

НМДР 5% = 58,599
1% = 78,917
0,1% = 104,629

добива е с 60.2% и 55%, съответно за варианти C_1 и C_2 .

Прилагането на разрохкване като основна обработка повишава добивите с 41.1 и 19.6 kg/da за парцелите с торене T_2 и T_1 , съответно с 15.8 и 16.8 kg/da за площта с отстраняване на остатъ-

ците. При нулево торене разликите са незначителни. При Псевдоподзолиста Канелена почва съчетаването на оптимално минерално торене с използване на растителните остатъци се оказва много добра агротехническа практика, което се потвърждава от получените резултати.



Фиг. 4. Добиви от рапица, опитно поле Пазарджик, 2016 г. (kg/da)

Fig. 4. Yields of rapeseed, field trial, Pazardzhik region, 2016 (kg/da)

Таблица 5. Опит ОСПЗ, Пазарджик – рапица, 2016 г.

Table 5. Trial FSIA, Pazardzhik region – rapeseed, 2016

Източник на вариране	Сума от квадратите	Сума от кв., %	Ст. на св.	Среден квадрат	F-отн.	Ниво на значимост
Торене (F)	78261.744	85,408	2	39130.872	112.565	.000 ***
Обработка (O)	995.403	1,086	1	995.403	2.863	.101 -
F*O	1946.832	2,125	2	973.416	2.800	.077 -
Грешка	10428.838	11,38175,	30	347.628		
Обща сума	91632.816		35			

Торене	Среден добив
0	104.733
1	185.942
2	214.883

НМДР 5% = 21,980
1% = 29,601
0,1% = 39,246

Обработка	Среден добив
1	173.778
2	163.261

НМДР 5% = 17,947
1% = 24,170
0,1% = 32,045

Торене	Обработка	Среден добив
0	1	99.700
	2	109.767
1	1	195.050
	2	176.833
2	1	226.583
	2	203.183

НМДР 5% = 31,085
1% = 41,863
0,1% = 55,503

От проведения дисперсионен анализ се вижда, че при рапицата торенето има статистически най-високо доказано влияние върху добивите ($p < 0,1\%$). Между средните стойности на добивите, получени от отделните варианти на торене, съществуват статистически доказани различия, като с нарастване нормата на торене растат и добивите. Обработката на почвата оказва по-малко влияние върху величината на добива ($p < 1\%$), но както е установено и при други наши изследвания, подпомага ефективното въздействие на другите агротехнически фактори. Продуктивността на сеитбообращението, изразена в крѳмни единици (КЕ) получени от единица площ основна продукция – зърно и семена, варира в широк диапазон, в зависимост предимно от нивото на торене, като най-голямата разлика между торен и неторен вариант е 740 КЕ/да. По-високата норма на торене осигурява нарастване на продуктивността на сеитбообращението в зависимост от системата на обработка на почвата (O_1 и O_2) и начина на използване на растителните остатъци (C_1 и C_2), съответно със 188.8 и 134.9 КЕ/да, и 99.3 и 98.1 КЕ/да. Общото влияние на обработката на почвата и торенето се изразява в нарастването на продуктивността от 40.6 до 140.1 КЕ/да. По-висок продуктивен потенциал на отглежданите култури е установен във варианти C_1 , т.е. отстраняването на растителните остатъци влияе отрицателно върху нивото на продуктивност. Тази констатация е добре потвърдена при вариантите с нулево торене, където като се изключи ефекта от приложената обработка (съответно 14.8 и 17.3 КЕ/да), използването на растителните остатъци увеличава продуктивността с 49.8 до 69.5 КЕ/да. Тя се потвърждава и от анализа за микробиологичната активност (Ivanov et al., 2017).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

От проведеното изследване се установи, че приложените агротехнически мероприятия влияят в различна степен върху получените добиви от отглежданите култури и върху общата продуктивност на сеитбообращението. Най-значимо е въздействието на приложеното минерално торене с азот и фосфор, като с нарастване

на нормата се повишава и продуктивността на отглежданите култури. От неторените варианти са получени ниски добиви с устойчиво ниво. Липсата на торене повлиява добивите по-осезателно при рапицата, в сравнение с царевичата и ечемика.

Системата за обработка на почвата също оказва влияние върху нивото на получените добиви, по-добре доказано при отглеждане на маслодайната рапица, като извършването на разрохкване е с предимство спрямо традиционната обработка оран. Влиянието на системата за обработка е по-очертано през първата година при царевичата и най-вече през третата година при рапицата.

За изследвания период е постигнато сравнително устойчиво ниво на продуктивност. Ефективно нарастване на продуктивността на триполното сеитбообращение царевича-ечемик-рапица се осигурява при прилагане на системата за обработка, включваща по-интензивни обработки (O_1), оптимална норма на торене (O_2) и заораване на остатъчната растителна маса в почвата (C_1).

ЛИТЕРАТУРА

- Borisova, M. & Nikolova, D.** (2008). Effect of soil tillage and fertilization on wheat and maize productivity in crop rotations. *Rastenievadni Nauki*, 45(4), 355-359 (Bg).
- Convertini, G., De Giorgio, D., Ferri, D., Giglio, L., & La Cava, P.** (1997). Comparison among soil tillage methods in Southern Italy: Effects on agronomical responses and soil properties. *Proceedings of 14th ISTRO Conference, Pulawy, Poland*, 155-159.
- Dimitrov, I. & Mitova, T.** (1998). Influence of soil tillage system and fertilization on the productivity of crop rotations in irrigated conditions. *Rastenievadni Nauki*, 35(4), 270-276 (Bg).
- Dimitrov, I., Nikolova, D., Toncheva, R. & Nenov, M.** (2013). Productivity of field crops in crop rotations in dependence of agrotechnics and climatic conditions. *Pochvoznanie, Agrohimia i Ekologia*, 47(2), 19-24 (Bg).
- Dzhumalieva, D., Vasilev, A. & Borissov, G.** (1986). *Crop rotations in intensive agriculture*. Zemizdat, Sofia (Bg).
- Hargrove, W. L.** (1985). Influence of tillage on nutrient uptake and yield of corn. *Agronomy Journal*, 77(5), 763-768.
- Ivanov, M., Dimitrov, I., Nedyalkova, K., & Georgieva, H.** (2017). Impact of plant residues on some soil parameters and yields of cultivated crops. *Pochvoznanie, Agrohimia i Ekologia*, 51(1), 3-11.

- Karlen, D. L., Tomer, M.D., Neppel, J. & Cambardella, A.** (2006). Assessing soil quality at a watershed scale in North Central Iowa, USA. *Proceedings 17th ISTRO Conference, Kiel, Germany*, 1255-1259.
- Mitova T. & Nikolova, D.** (2000). Interaction effect of different soil tillage systems and fertilization on productivity of crop rotations. *BHSS-BSTRS Conference, Borovec, Bulgaria*, 120-123.
- Toncheva, R., Dimitrov, I., Nikolova, D. & Nenov, M.** (2015). Investigation the productivity of maize in different agroecological regions and agrotechnical treatments. II. Irrigated conditions. *Pochvoznanie, Agrohimia i Ekologia*, 49(4), 65-73.
- Zarkov, B. & Koteva, V.** (2005). Productivity and efficiency of seven polar crop rotation. In: *Proceedings of the Balkan Conference, Karnobat*, 489-493.