

Влияние на растителните остатъци върху някои параметри на почвата и добива от зимен ечемик и маслодайна рапица

Мирослав Иванов¹, Иван Димитров^{1*}, Костадинка Недялкова¹, Христина Георгиева²

¹*Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Н. Пушкиarov”, София*

²*Опитна станция по поливно земеделие, Пазарджик*

*E-mail: idsпасov@abv.bg

Резюме

Рационалното използване на растителните остатъци е важен елемент от агротехническата практика. Целта на настоящето изследване е да се установи влиянието на внесените в почвата растителни остатъци върху някои физични и агрохимични параметри на Канелена Подзолиста почва, микробиологичната активност в нея и добивите от отглежданите култури. От проведените изследвания в триполно сеитбообращение царевица-ечемик-рапица е установено, че с внасянето на растителните остатъци в почвата нараства нейната влажност, по-отчетливо през пролетния период – от 1,55 до 2,08%, докато преди прибиране на културите разликите са близки до стандартната грешка. Установено е снижаване на обемната плътност с 0,04 g/cm³ до 0,08 g/cm³ и на твърдостта до 11,38 kg/cm², което очертава тенденция за подобряване стойностите на изследваните физични параметри на Канелената Подзолиста почва, при използването на растителните остатъци. Въпреки краткия период на изследването, се установява известно намаление в съдържанието на усвоими форми на калий. Резултатите показват активизиране на микробиологичната дейност след заораването на растителните остатъци – установено е увеличение на количеството на целулозоразлагащите микроорганизми и на амонификаторите, най-чувствително при високата норма на торене. При еднаква агротехническа интервенция и при двете култури използващи последдействието на растителните остатъци от предшественика – ечемик и рапица е установено нарастване добива на зърно и семена, по-силно изразено при високата норма на торене с азот и фосфор.

Ключови думи: ечемик; рапица; растителни остатъци; сеитбообращение; почвени параметри; добиви

Impact of plant residues on some soil parameters and yield in winter barley and oilseed rape

Miroslav Ivanov¹, Ivan Dimitrov^{1*}, Kostadinka Nedyalkova¹, Hristina Georgieva²

¹*Nikola Poushkarov Institute of Soil Science, Agro-technologies and Plant Protection, Sofia, Bulgaria*

²*Experimental Station of Irrigated Agriculture, Pazardzhik*

*E-mail: idsпасov@abv.bg

Abstract

The rational use of plant residues is an important element of agro-technical practice. The aim of the study is to investigate the influence of plant residues on some physical and agrochemical parameters of Planosols, its microbiological activity and yields of cultivated crops. It has been shown from the conducted studies that the introduction of plant residues into the soil increases its humidity, more pronounced in the spring period – from 1,55% to 2,08%. Determination of the bulk density with 0,04 g/cm³ to 0,08 g/cm³ and the strength to 11,38 kg/cm² has been found, which outlines the tendency to improve the values of the studied physical parameters of Planosols using plant residues. In spite of the short period of the study, there was some decrease in the content of mobile potassium forms. The results show the activation of the microbiological communities after incorporation of plant residues – an increase in the amount of cellulose micro-organisms and ammonifiers was found, most significant in the high fertilization rate. At the same agro-technical intervention in both crops – barley and rape after the incorporation of the plant residues from the preceding crop, the yield of grain and seed increases, more pronounced at the high rate of fertilization with nitrogen and phosphorus.

Key words: barley; oilseed rape; plant residues; crop rotation; soil parameters; yield

Рационалното използване на растителните остатъци е важен елемент от агротехническата практика. С установяването от някои учени (Krastanov and Yun, 1965; Ulman, 1969; Buganov and Lubite, 1971; Tiessen and Stewart, 1983; Steiner, 1994) на факта, че с внасянето на органични материали, богати на въглерод и бедни на азот, настъпва биологично блокиране на усвоения азот в почвата, се наложи практика за отстраняване на растителните остатъци. Най-полезно, но икономически неефективно, се оказва балирането на сламата и силажирането на растителните остатъци. С цел борба с плевелната растителност, масово явление бе изгарянето на растителните остатъци.

Редица изследвания показват, че внасянето на растителните остатъци в почвата е свързано с нарастване на биологичната активност на почвата и продуктивността на земеделските култури (Simeonov, 1973; Voynova and Altimirska, 1983; Swan et al., 1997; Dimitrov, 2003; Dimitrov et al., 2007; Pommeresche et al., 2006; Milev, 2011; Laird and Chang, 2013). Има сведения и за намаляване на добивите в резултат от внасянето на растителните остатъци (Steiner, 1994; Georgiev et al., 2009). Някои автори доказват и положително влияние на растителната маса за структурата и физичното състояние на почвата (Ball et al., 1990; Steiner, 1994; Baumhardt and Jones, 2002; Castellini et al.,

2006). Доброто структурно състояние на почвата в орния слой е предпоставка за осигуряване равен старт на засетите семена, за развитие на силна коренова система, за поддържане на оптимален хранителен, влажностен и въздушен режим и за повишени жизнени функции на полезната микрофлора. Тези зависимости оказват своето отражение върху продуктивността на отглежданите култури и върху нивото на органичното вещество в почвата.

Целта на настоящето изследване е да се установи влиянието на внесените в почвата растителни остатъци върху някои физични и агрохимични параметри на Канелена Подзолиста почва, микробиологичната активност в нея и добивите от отглежданите култури.

Материал и методи

Изследванията са проведени в полски опит, заложен по блоковия метод на дългите парцели, в който в две триполни сеитбообращения „даревица-зимен ечемик-рапица”, са приложени две системи за обработка на почвата и три нива на торене (схеми 1 и 2). Различието в двете сеитбообращения е в подхода към растителните остатъци – в едното те са наситнявани и заоравани, а в другото – събирани и отстранявани от опитната площ.

Схема 1. Системи за обработка на почвата в сеитбообращение
Scheme 1. Soil tillage system in crop rotation

Култура/Crop	Вариант O ₁ /Variant O ₁	Вариант O ₂ /Variant O ₂
Царевица/ Maize	оран 25-30 cm plowing at 25-30 cm	дискуване/disking 10-12 cm оран/plowing 25-30cm
Ечемик/ Barley	оран 15-18 cm plowing at 15-18 cm	дискуване 10-12 cm disking at 10-12 cm
Рапица/ Rape	дискуване/ diskings 10-12 cm разрохкване/ loosening 35-40cm	оран 20-25 cm plowing 20-25 cm

Схема 2. Варианти на торене за изследвания период в kg/da
Scheme 2. Variants of fertilization during the period of investigation, kg/ha

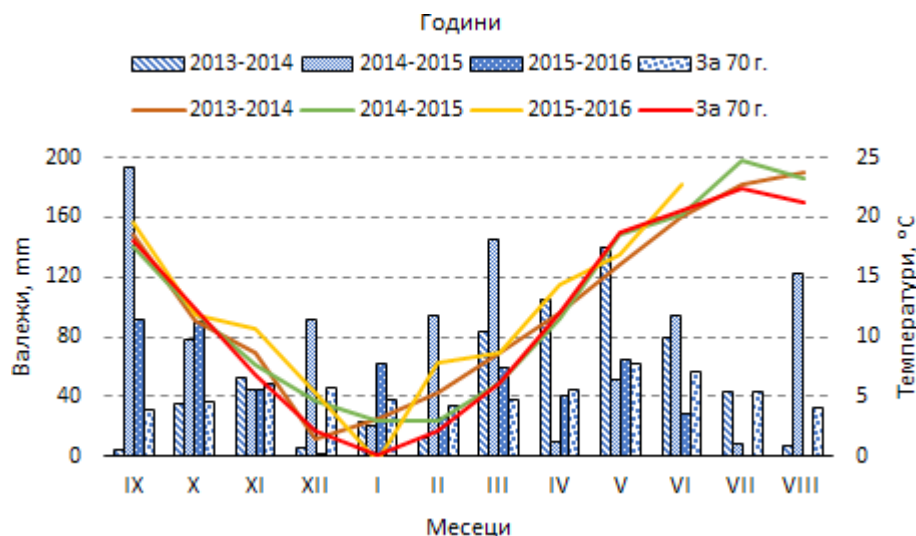
Култура/Година Crop/Years	Варианти на торене/Variants of fertilization		
	T ₀	T ₁	T ₂
Царевица/2014 Maize/2014	без торене no fertilization	N ₂₅ P ₂₀ K ₀ N ₂₅₀ P ₂₀₀ K ₀	N ₂₀ P ₁₅ K ₀ N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₀
Ечемик/2014/2015 Barley2014/2015	без торене no fertilization	N ₈ P ₁₂ K ₆ N ₈₀ P ₁₂₀ K ₆₀	N ₆ P ₈ K ₆ N ₆₀ P ₈₀ K ₆₀
Рапица/2015/2016 Rape/2015/2016	без торене no fertilization	N ₁₅ P ₁₂ K ₈ N ₁₅₀ P ₁₂₀ K ₈₀	N ₂₀ P ₁₈ K ₆₀ N ₂₀₀ P ₁₈₀ K ₆₀

Количеството на растителните остатъци е определяно от метровки с площ 0,5 m² в три повторения. Определяни са стойностите на някои физични параметри: *Съдържание на почвена влага* – по тегловния метод, като процент от теглото на почвата, на дълбочина на слоя до 60 cm; *Обемна плътност на почвата* – по тегловния метод с пръстени от 100 cm на дълбочина на слоя до 40 cm; *Твърдост на почвата* – отчитана е със твърдомер с падаща тежест тип ДОРНИЙ, на дълбочина до 40 cm.

Всяка година, в определена фаза на отглежданите култури, са взимани и анализирани почвени проби за съдържание на усвоими форми азот, фосфор и калий, както и за установяване реакцията на почвения разтвор. Определяна е микробиологичната активност на почвата чрез отчитане на отделните съобщества – гъби, мицели, бактерии и др. Отчетени са получените добиви, като е направена математико-статистическа обработка на данните. Всички показатели са определяни по варианти с приложени еднакви агротехнически мероприятия.

Сумата на валежите през вегетационния период на отглежданите култури за царевицата 2014 г. (IV-IX) е 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). През вегетационния период на царевицата сумата на валежите е над средното количество за една година, затова е извършена само една поливка с норма 80 m³/da. Ниско е количеството на валежите през вегетационния период на рапицата, но до фаза бобобразуване влажността е в границите на предполивната влажност 70-75% от ППВ.

Полският опит е заложен в ОСПЗ Пазарджик върху Канелена Подзолиста почва (Planosols), леко до средно пясъчливо-глинеца, със съдържание на физична глина в орния хоризонт около 28%, а в В хоризонт - около 40%. Съдържанието на ил е съответно 10,2-10,8%. Преобладаваща е фракцията на едрия пясък. Обемната плътност при ППВ е в границите 1,53-1,58 g/cm³.



Фигура 1. Метеорологични условия през 2013-2016 г.
Figure 1. Climatic conditions during investigation period, 2013-2016

Резултати и обсъждане

Количеството на растителните остатъци от културата първа година в ротацията (царевица) кореспондира с получените добиви от основна и допълнителна продукция. При парцелите с по-висока норма на торене, в почвата са внесени от 590,4 до 644 g/m² растителна маса, докато за неторените варианти количеството е средно 457,5 g/m² (табл. 1).

При зимния ечемик внесената в почвата растителна маса е едва 46,8-56,0% от количеството, оставено на повърхността след прибирането на царевицата. Сламата от ечемика е с по-високо съдържание на сухо вещество.

Общото количество внесена в почвата растителна маса е от 824,6 g/m² за вариант T₀O₁ до 1244,8 g/m² за вариант T₂O₂. След отстраняването на растителните остатъци, разликите в останалото количество при тези варианти в първо и второ сеитбообращение са съответно 576,7 g/m² и 1004,8 g/m². За отбелязване е, че през първата година разликите в количеството на растителните остатъци по съответстващи си варианти в двете сеитбообращения са незначителни, докато от ечемика отчетеното количество слама в първото сеитбообращение е значително повече от това, установено в парцелите от второто сеитбообращение.

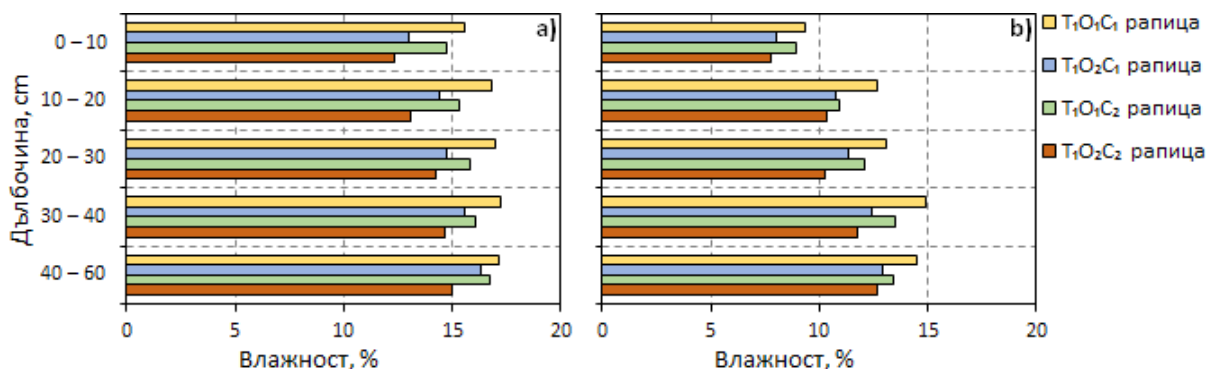
През периода на изследването е установено влияние на заораната растителна маса върху влажността на почвата. След поникването на ечемика, при еднаква агротехническа интервенция се установява, че в първо сеитбообращение с използване на растителните остатъци по целия изследван профил влажността е с по-високи стойности от отчетената на парцелите с отстраняване на растителната маса. За слоя 10-30 cm в зависимост от приложената обработка разликите са съответно 1,51% и 1,38%. Във фаза братене на ечемика, когато има налични процеси на разлагане и трансформация на растителните остатъци, тези разлики нарастват съответно на 1,76% и 2,08%.

Преди прибиране на културата в резултат на засушаване стойностите за влажността на почвата при това почвено различие са близки до влага на завяхване. Доказани разлики в измерените стойности за орния слой 0-30 cm по варианти на обработка не са установени. Наблюдава се обаче тенденция на по-високо съдържание на влага в почвата на парцелите със заораване на растителните остатъци – разликите в стойностите са от 1,10 до 2,03%.

При отглеждане на рапицата след фаза поникване измерените стойности са от 9,35% до 12,87%.

Таблица 1. Количество на растителните остатъци, g/m²
Table 1. Quantity of plant residues, g/m²

Година/Култура Years/Crop	Варианти на обработка и торене/ Variants of tillage and fertilization	Количество растителни остатъци, g/m ² Quantity of plant residues, g/m ²			
		Сеитбообр. C1/ Crop rotation C1	Сеитбообращение C2/ Crop rotation C2		Разлика C1-C2/ Difference C1-C2
			преди отстран. before removal	след отстран. after removal	
2013/2014 Царевица/ Maize	T ₂ O ₂	805,3	786,2	161,2	644,1
	T ₂ O ₁	730,4	737,0	140,0	590,4
	T ₁ O ₂	696,5	701,6	133,3	563,2
	T ₁ O ₁	709,1	663,7	128,4	580,7
	T ₀ O ₂	579,2	559,5	117,5	461,7
	T ₀ O ₁	560,9	512,0	107,5	453,4
2014/2015 Ечемик/ Barley	T ₂ O ₂	439,5	374,3	78,8	360,7
	T ₂ O ₁	379,2	338,9	67,8	301,4
	T ₁ O ₂	381,6	325,1	68,3	313,3
	T ₁ O ₁	352,9	311,0	65,3	287,6
	T ₀ O ₂	275,0	223,7	48,6	226,4
	T ₀ O ₁	263,7	208,5	47,7	216,0



Фигура 2. Съдържание на почвена влага (в тегловни %) при рапица, 2015/2016 г.: а) при поникване; б) преди прибиране

Figure 2. Soil moisture content (% by weight) in rape, 2015/2016: a) phase rosette; b) before harvesting

Установено е постепенно нарастване на съдържанието на влага по дълбочината на профила. При това почвено различие се установява по-високо съдържание на влага в слоя 0-40 cm за площта с извършено разрохкване в сравнение с плужната оран. Разликите в съдържанието на почвена влага са минимални и се дължат на различния интензитет на изпарение.

На парцелите с внасяне в почвата на растителните остатъци влажността на почвата в орния слой е средно с 1,28% и 1,01% по-висока, в сравнение с вариантите с отстраняването

им. До фаза розетка съдържанието на влага нараства (фиг. 2а), по-значително във вариантите с обработка разрохкване (O₁).

Преди прибиране на културата в резултат на засушаване стойностите за влажността на почвата и при това почвено различие са близки до влага на завяхване. Установява се тенденция на по-високо съдържание на влага в почвата на парцелите със заораване на растителните остатъци – разликите в стойностите са от 1,20 до 1,65% (фиг. 2б). Трябва да се отбележи, че дефицитът на почвена влага настъпи след

бобообразуване, затова не се наложи напояване на опитната площ.

Обемната плътност на почвата в опитната площ в Пазарджик през есента, след сеитбата на ечемика е с високи стойности, въпреки оптималното съдържание на почвена влага.

Установено е, че и при двете обработки с внасянето на растителната маса в почвата стойностите за обемната плътност са понижени средно с $0,05 \text{ g/cm}^3$. Преди прибирането на ечемика обемната плътност е с високи стойности за целия изследван слой 0-40 cm, които са от $1,63 \text{ g/cm}^3$ до $1,76 \text{ g/cm}^3$. За да се преодолее това преуплътняване на подорния слой, се заложи извършването на разрохкване на дълбочина над 40 cm. В резултат на засушаване и негативни промени в цялостната физична характеристика на почвата, участие на изследвания фактор - растителни остатъци - в разоплътняването на почвата в орния слой не бе отчетено.

Обемната плътност на почвата в опитната площ през есента след ноникване на рапицата е с високи стойности, въпреки оптималното съдържание на почвена влага и извършване на основна обработка. Данните показват, че в резултат на бързо слягане, разрохващият ефект от обработките е краткотраен. През пролетта стойностите за обемната плътност се доближават до оптималните граници, като е отчетено влияние на заораната растителна маса. Разликите между вариантите с идентични агротехнически мероприятия в парцелите с остатъци и без тях на вариантите с разрохкване и с оран са средно $0,08 \text{ g/cm}^3$ и $0,05 \text{ g/cm}^3$. Преди прибирането на рапицата обемната плътност е с високи стойности за целия изследван слой 0-40 cm, което е вследствие на настъпилото засушаване. Съчетаването на ефекта от разрохкването с този от използването на растителните остатъци от предшествениците спомага за снижаване стойностите на параметъра с $0,04 \text{ g/cm}^3$ за целия изследван слой след разрохкване и за слоя 0-30 cm на парцелите с оран.

При Канелената Подзолиста почва през есента на втората година са измерени стойности за твърдостта в границите $84,40 \text{ kg/cm}^2$ – $111,88 \text{ kg/cm}^2$. Съществено влияние върху стойността

изражение на параметъра начин на управление на растителните остатъци не е установено. При използването на растителната маса твърдостта се понижава предимно в слоя 10-25 cm – до $11,38 \text{ kg/cm}^2$. При прибиране на културите ечемик и рапица отчетените стойности за параметъра показват нарастване от $25,74 \text{ kg/cm}^2$ до $34,68 \text{ kg/cm}^2$, като съпротивлението на проникване е по-високо на площта с извършена оран и отстраняване на растителните остатъци, като разликите в слоя 30-40 cm спрямо парцелите с разрохкване са значителни.

В опитната площ в Пазарджик почвата в орния слой 0-30 cm е добре запасена с макроелементи (табл. 2). Това се дължи от една страна на поддържането на висок агрофон, тъй като редовно се водят селекционни опити, а от друга страна на това, че в почвата остават неусвоени количества хранителни елементи. В слоя 30-60 cm съдържанието на подвижни форми на азот и калий е задоволително, но на фосфор е сравнително ниско. Изключение от тази констатация е по-високото съдържание на подвижни форми на азот във вариантите с нулево торене, където износът с продукцията е по-ограничен, и по-ниски стойности за усвоим калий, поради изключването на торенето с този макроелемент. За краткия период на изследването не се установява намаление на съдържанието на усвоим азот като следствие от заораването на растителните остатъци. Съдържанието на подвижния фосфор бележи известно намаление, но то е резултат от приложеното торене и от износа с реализираната продукция. Калият намалява във вариантите с отстраняване на растителната маса, като според вариантите на торене то се изразява съответно с 2,5; 4,6 и 5,6 mg/100 g почва по-ниско съдържание.

Реакцията на почвения разтвор е слабо кисела, в някои варианти до средно кисела. Това налага използването на физиологично неутрални и алкални минерални торове, каквито се прилагат във варианти T_2 .

В Канелената Подзолиста почва в Пазарджик през втората година е отчетено най-високо количество амонифициращи бактерии при двете обработки при норма на торене T_2 ,

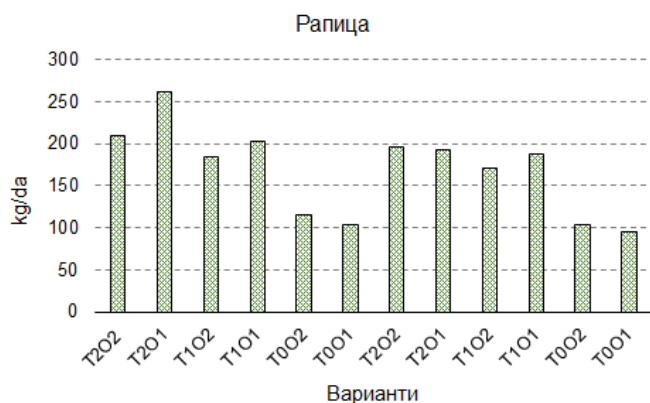
Таблица 2. Агрохимични показатели на Канелена Подзолиста почва при отглеждане на рапица
Table 2. Agrochemical parameters of Planosols at the cultivated rape

Вариант/ Variants	Дълбочина на слоя в cm/ depth of layer, cm	pH		Σ N- $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$	P_2O_5	K_2O	Хумус/ Humus %
		H_2O	KCl	mg/kg	mg/100gr		
$T_0O_1S_1$	0-30	6,1	5,4	20,5	10,1	22,0	1,99
$T_0O_1S_1$	30-60	6,3	5,6	17,3	3,2	16,7	1,08
$T_1O_1S_1$	0-30	6,3	5,6	18,1	11,2	25,5	1,88
$T_1O_1S_1$	30-60	6,3	5,5	11,5	8,0	14,8	1,56
$T_2O_1S_1$	0-30	6,2	5,4	20,2	16,1	26,5	1,80
$T_2O_1S_1$	30-60	6,1	5,3	13,2	12,0	13,9	1,43
$T_0O_1S_2$	0-30	6,1	5,3	20,7	10,1	19,5	1,77
$T_0O_1S_2$	30-60	6,2	5,4	16,7	8,6	12,3	1,78
$T_1O_1S_2$	0-30	6,2	5,4	21,3	11,0	21,9	1,97
$T_1O_1S_2$	30-60	6,1	5,3	14,8	8,7	17,2	1,54
$T_2O_1S_2$	0-30	6,1	5,3	24,4	11,4	20,9	1,72
$T_2O_1S_2$	30-60	6,1	5,2	18,4	8,6	11,3	1,43

Таблица 3. Численост на основните групи микроорганизми в ризосферата на ечемик във фаза зрелост, 2015 г.

Table 3. Quantity of microbiological population at the cultivated barley, 2015

Варианти/Variants	Амонифициращи бактерии/Ammon- ifiable bacteria	Актиномицети/ Actinomycetes	Бактерии, усвояващи минерален азот/ Azotobacter	Микроскопични гъби/Microscopic fungi	Целулозоразлагащи микроорганизми/ Cellulosedegrading microorganisms
$T_0O_1S_1$	11,27 de	1.13 b	3.0 f	2,27 b	11,0 c
$T_0O_2S_1$	10,13 e	2,87 a	5,53 de	1,87 bc	15,73 b
$T_2O_1S_1$	14,87 c	3,6 a	9,2 c	1,53 cd	11,2 c
$T_2O_2S_1$	21,8 a	1,07 b	16,8 b	1,67 c	17,87 a
$T_0O_1S_2$	12,8 d	1,4 b	6,33 d	2,07 bc	10,2 c
$T_0O_2S_2$	8,07 f	1,27 b	3,93 ef	1,07 d	11,33 c
$T_2O_1S_2$	19,33 b	1,67 b	18,8 a	0,37 e	5,67 d
$T_2O_2S_2$	12,47 d	1,47 b	6,93 d	2,93 a	10,6 c



Фигура 3. Добиви при рапица, Опитна база Ивайло, 2016 г., kg/da

Figure 3. Yield of rapeseed, 2016, kg/da

Таблица 4. Численост на основните групи микроорганизми в ризосферата на рапица при прибиране на опита, 2016 г.

Table 4. Quantity of microbiological population at the cultivated rape, 2016

Варианти/Variants	Амонифициращи бактерии/Ammonifiable bacteria	Актиномицети/Actynomicetes	Бактерии, усвояващи минерален азот/Azothobacter	Микроскопични гъби/ Microscopic fungi	Целулозо-разлагащи микроорганизми/ Cellulosedegrading microorganisms
T ₀ O ₁ S ₂	7,47 d	1,4 c	3,87 c	6,4 d	9,73 c
T ₁ O ₁ S ₂	12,53 bc	3,67 b	9,07 b	7,47 cd	16,0 b
T ₂ O ₁ S ₂	10,2 cd	0,53 c	5,33 c	25,07 a	9,93 c
T ₀ O ₁ S ₁	11,2 cd	3,0 b	8,27 b	9,4 c	9,2 c
T ₁ O ₁ S ₁	15,33 b	1,47 c	5,13 c	7,0 d	14,93 b
T ₂ O ₁ S ₁	52,67 a	10,07 a	15,27 a	22,67 b	96,4 a

а спорообразуващите бактерии и олигонитрофилите са най-многочислени при норма T₁ също при двете обработки (табл. 3). Във фаза вретенене на ечемика е установено увеличение на количеството на целулозоразлагащите микроорганизми във всички варианти със заораване на растителни остатъци. Като обща тенденция за опита е нарастването на микробиологичната активност в парцелите на площта със заораване на остатъците от предшественика – царевица.

През третата година, когато на площта с внасяне на остатъците в почвата е вложена от 669,4 до 1004,8 g/m² растителна маса, са създадени добри условия за активиране дейността на микроорганизмите в почвата.

Във фаза образуване на розетка в ризосферата на рапицата е установено увеличение на количеството на целулозоразлагащите микроорганизми във всички варианти при заораване на растителни остатъци. Увеличението е по-високо при вариантите с минерално торене. При останалите микроорганизми промените не са значителни.

Във фаза зрелост са отчетени изменения при всички групи микроорганизми (табл. 4). Количеството на амонификаторите се увеличава във всички варианти при заораване на растителни остатъци и най-чувствително при високата норма на торене. Микроскопичните гъби се увеличават при високата торова норма, както при заораване на растителни остатъци, така и без тях. Количеството на актиномицетите се повишава

при високата торова норма при заораване на растителни остатъци. Целулозоразлагащите микроорганизми се увеличават при двете торови норми, при заораване на растителни остатъци, като увеличението е по-значително при високата норма.

Отстраняването на растителната маса от предшественика царевица, води до намаляване на добива на зърно от ечемика – при ниската норма на торене по-незначително, но при високата – от 28,3 до 51,7 kg/da.

По варианти на торене в зависимост от обработката – дискуване и оран, нарастването на добива от внасянето на органичната маса е съответно: при неторените варианти - 9,01% и 10,55%, при ниската норма на торене - 3,91% и 6,84%, а при високата - най-значително - 26,82% и 29,03%.

Добивът на семена от рапицата също е повлиян от начина на използване на растителната маса. При сходните по агротехнически мероприятия варианти от сеитбообращения C₁ (със заораване на наличната растителна маса) и C₂ (с отстраняването ѝ от опитната площ) са получени разлики в размера на получените добиви (фиг. 3). Във всички изпитвани варианти добивите на семена от първото сеитбообращение са по-високи: при високата норма на торене – при разрохкване с 48,8 kg, а след оран с 23,4 kg; при по-ниската норма на торене – съответно с 16,4 kg и 13,5 kg; при неторените варианти са отчетени най-малки разлики – съответно 8,5

kg и 11,0 kg. Процентно отнесено към реално получения добив във вариант T₂O₁ прибавката от използване на остатъците е 22,98%, а най-ниска е при вариант T₁O₂ – 7,96%. За отбелязване е фактът, че приносът на вида на обработката разрохкване на 35 cm е по-нисък – 18,69%.

Заклучение

С внасянето на растителните остатъци в почвата нараства нейната влажност, отчетливо през пролетния период – от 1,55 до 2,08%, докато преди прибиране на културите разликите са близки до стандартната грешка. Установено е снижаване на обемната плътност с 0,04 g/cm³ до 0,08 g/cm³ и на твърдостта до 11,38 kg/cm², което очертава тенденция за подобряване стойностите на изследваните физични параметри на Канелената Подзолиста почва при използването на растителните остатъци.

Въпреки краткия период на изследването, се установява известно намаление в съдържанието на усвоими форми на калий.

Резултатите показват активизиране на микробиологичната дейност след заораването на растителните остатъци – установено е увеличение на количеството на целулозоразлагащите микроорганизми и на амонификаторите, което е най-чувствително при високата норма на торене.

При еднаква агротехническа интервенция и при двете култури, използващи последствието на растителните остатъци от предшественика – ечемик и рапица, е установено нарастване добива на зърно и семена, по-силно изразено при високата норма на торене с азот и фосфор.

Литература

Ball, B. C., Bickerton, D. C., & Robertson, E. A. G. (1990). Straw incorporation and tillage for winter barley: soil structural effects. *Soil and Tillage Research*, 15(4), 309-327.

Baumhardt, R. L., & Jones, O. R. (2002). Residue management and paratillage effects on some soil properties and rain infiltration. *Soil and Tillage Research*, 65(1), 19-27.

Buganov, P. & Lubite, Y. (1971). Influence of plant residues on the nitrogen uptake of soil. *Biological science*, 1, 21-29 (Rs).

Castellini, M., Ventrella, D., De Giorgio, D., Maiorana, M., Fiore, A., & Fornaro, F. (2006). Hydraulic Properties as Affected by Tillage and Crop Residues Management in a Vertisol of Southern Italy. In *Proceedings of 17th Triennial Conference of ISTRO, Kiel, Germany*, 571-577.

Dimitrov, I. (2003). Decomposition and transformation of plant residues in to organic matter in dependence of soil tillage. *2nd International Conference of Bulgarian Humic Substances Society. Ecology and Future*, 1, 93-95 (Bg).

Dimitrov, I., Koutev, V., Borissov, P. & Markov, E. (2007). Changes in inorganic nitrogen content in soil depending of different tillage and fertilizing systems. In *Proceedings of International conference "Soil science – base for sustainable agriculture and environment protection"*, Sofia, 315-319 (Bg).

Georgiev, D., Nankova, M. & Yankov, P. (2009). Wheat productivity according to post-harvest residue treatment in crop rotation using different systems of machines for soil cultivation and sowing. In: *Proceedings of international conference "Soil tillage and ecology"*, Bulgaria, 56-65 (Bg).

Krastanov, S. & Yun, S. (1965). Studies on the decomposition of various organic materials introduced into the soil and related changes in the soil organic matter. *Rastenievadni nauki*, 2(4), 9-18 (Bg).

Laird, D. A., & Chang, C. W. (2013). Long-term impacts of residue harvesting on soil quality. *Soil and Tillage Research*, 134, 33-40.

Milev, G. (2011). Composting of Straw with microbe cellulose digesters in a bottomless metal tank trial. *Pochvoznanie, agrohimia i ekologiya*, 45(1-4), 217-220 (Bg).

Pommeresche, R., Loes, A., Meisinger, E. & Hansen, S. (2006). Effect of ploughing depth on the decomposition of barley straw in organically managed soil. In *Proceedings of 17th Triennial Conference of ISTRO, Kiel, Germany*, 711-718.

Simeonov, B. (1973). The effect of ploughed in plant remnants of maize stems and straw on wheat yields. In *Problems of selection and agrotechnics at the wheat. ASS, Sofia*, 385-392.

Steiner, J. L. (1994). Crop residue effects on water conservation. In *Managing Agricultural Residues*. Lewis Publishers, CRC Press, FL USA, 41-76.

Swan, J. B., Kaspar, T. C., & Erbach, D. C. (1996). Seed-row residue management for corn establishment in the northern US Corn Belt. *Soil and Tillage Research*, 40(1-2), 55-72.

Tiessen, H. J. W. B., & Stewart, J. W. B. (1983). Particle-size fractions and their use in studies of soil organic matter: II. Cultivation effects on organic matter composition in size fractions. *Soil Science Society of America Journal*, 47(3), 509-514.

Ulman, L. (1969). Impact of straw incorporation on use of agrochemical uptake for plant productivity. *Rostlinna vyroba*, 15(3), 9-17.

Voynova, J. & Altimirska, R. (1983). Impact of straw residues for wheat on the biological properties of soils. *Pochvoznanie i agrohimia*, 18(2), 111-118 (Bg).