

СЕЛСКОСТОПАНСКА АКАДЕМИЯ

ИНСТИТУТ ПО ПОЧВОЗНАНИЕ,
АГРОТЕХНОЛОГИИ И ЗАЩИТА НА РАСТЕНИЯТА
«НИКОЛА ПУШКАРОВ»

МИРОСЛАВ ПЛАМЕНОВ ИВАНОВ

ПРОУЧВАНЕ НА КОМПЛЕКС ОТ АГРОТЕХНИЧЕСКИ
РЕШЕНИЯ ЗА ЗЪРНЕНИ КУЛТУРИ
ПРИ ПОЛИВНИ УСЛОВИЯ

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

на дисертационна работа за присъждане
на образователна и научна степен «Доктор»

Професионално направление 6.1. Растениевъдство
Научна специалност «Общо земеделие»

София, 2019

Дисертационният труд е обсъден в отдел „Системи на земеделие и математическо моделиране” на2019 г. на разширено научно звено, съгласно заповед № РД/.....2019 г. на Директора на ИПАЗР „Н. Пушкиров” и открита процедура за представяне на дисертационния труд за защита пред Научно Жури.

Дисертацията и авторефератът са предоставени в Централната библиотека на Селскостопанска Академия и библиотеката на ИПАЗР „Н. Пушкиров”.

Автор: Мирослав Пламенов Иванов
Докторант: свободна форма
Заглавие: Проучване на комплекс от агротехнически решения за зърнени култури при поливни условия

СЕЛСКОСТОПАНСКА АКАДЕМИЯ

ИНСТИТУТ ПО ПОЧВОЗНАНИЕ,
АГРОТЕХНОЛОГИИ И ЗАЩИТА НА РАСТЕНИЯТА
«НИКОЛА ПУШКАРОВ»

МИРОСЛАВ ПЛАМЕНОВ ИВАНОВ

ПРОУЧВАНЕ НА КОМПЛЕКС ОТ АГРОТЕХНИЧЕСКИ
РЕШЕНИЯ ЗА ЗЪРНЕНИ КУЛТУРИ
ПРИ ПОЛИВНИ УСЛОВИЯ

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

на дисертационна работа за присъждане
на образователна и научна степен «Доктор»

Професионално направление 6.1. Растениевъдство
Научна специалност «Общо земеделие»

София, 2019

Дисертацията съдържа 154 страници, включително 4 схеми, 19 фигури и 64 таблици, оформени в 7 глави, общи изводи, приноси и списък на използваната литература от 312 заглавия, от които 109 на кирилица и 203 на латиница.

Защитата на дисертационната работа ще се проведе на 2019 г. от 10.30 ч. в зала „проф. Ив. Гърбучев” на ИПАЗР „Н. Пушкиarov”, гр. София, ул. „Шосе Банкя” № 7 на открито заседание на Научно Жури (Заповед РД 04-95/16.09.2019 г. на Председателя на Селскостопанска Академия).

Научно жури:

Доц. д-р Дафина Тодорова Николова – председател
Проф. д-р Иван Димитров Спасов – научен ръководител
Проф. д-р Иван Стоянов Жалнов
Проф. д-р Павел Асенов Стоянов
Доц. д-р Васил Николов Базитов

Научни ръководители:

Проф. д-р Иван Димитров Спасов
Доц. д-р Христина Борисова Георгиева

Материалите по защитата (дисертационната работа и рецензиите) са на разположение на интересуващите се на официалната интернет страница на ИПАЗР „Н. Пушкиarov” –

<http://issapp.org>

Вашите отзиви и бележки можете да изпратите на адрес: ИПАЗР „Н. Пушкиarov”, 1080 София, ул. „Шосе Банкя” №7, ПК 1369.

Прилагането на технологии и системи за обработка на почвата при различни почвено-климатични условия осигурява висока продуктивност на отглежданите култури в сеитбообращението.

Агротехническите решения имат значителен дял в постигането на устойчиво производство от полските култури. Агротехническите мероприятия са основни звена в технологиите за земеделско производство, затова периодично се налагат мерки за тяхното актуализиране с оглед постигане на благоприятни условия за развитие и устойчива продуктивност на културите. Всяка промяна в технологичните нива се нуждае от експериментиране и адаптиране към конкретните агроекологични условия. Различията в почвите и микроклимата са предпоставка за изпитване на вариантни решения в агротехниката с цел нейното подобряване.

ЦЕЛ:

Да се изследва и определи агротехнически комплекс от мероприятия, който успешно да поддържа почвеното плодородие на Псевдоподзолиста Канелена почва и устойчиво ниво на продуктивност на отглежданите зърнени и маслодайна култури.

Основни задачи:

1. Да се установи ролята на предшественик и влиянието върху хранителния режим на почвата на отглежданите култури.
2. Да се разработи подходяща за агроекологичните условия на района система за обработка на почвата в сеитбообращение със зърнени и маслодайна култури.
3. Да се установи влиянието на внесените в почвата растителни остатъци върху някои физични и агрохимични параметри на Псевдоподзолиста Канелена почва, микробиологичната активност в нея и добивите от отглежданите култури.
4. Да се определи ефективността на интегрираната борба с плевелите с включените в изследването варианти на механична и химична борба.
5. Да се установи влиянието на изпитваните агротехнически фактори и взаимодействието между тях върху добивите от отглежданите култури и общата продуктивност на сеитбообращението.

МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

За реализиране на поставената цел през периода 2014-2016 г. е изведен полски опит, заложен по блоковия метод в опитното поле на Станция по поливно земеделие с. Ивайло, област Пазарджик. Експериментът е заложен по двуфакторна схема от типа 2×3 с три блока (повторения), всеки от които е разделен на два подблока, отговарящи на двете системи на обработка на почвата (схема 1) Във всеки подблок са изпитвани по три варианта на торене (схема 2). Полските опити включват триполно сеитбообращение „пролетна окопна култура (царевица) – зимна житна (ечемик) – зимна маслодайна рапица”.

Прилагани са варианти на интегрирана борба с плевелите. Механичната борба включва посочените системи за обработка на почвата. За химична борба са използвани нови хербициди с широкоспектърно действие.

Схема 1. Системи за обработка на почвата в сеитбообращение

Култура	Вариант O_1	Вариант O_2
Царевица за зърно	оран 25-30cm	оран 25–30cm
Ечемик(зимен)	оран 15-18 cm	дискуване 10-12 cm
Маслодайна рапица	дискуване 10-12 cm разрохкване 35-40cm	оран 20-25cm

За окопната култура – царевица, са извършени предсеитбена обработка и едно вегетационно окопаване в междуредията на дълбочина 6-8 cm със загърляне (отваряне на поливни бразди), а за другите две култури – допълнителна предсеитбена обработка - дискуване.

Схема 2. Варианти на торене

Култура	Варианти на торене		
	T_0	T_1	T_2
царевица	без торене	$N_{20}P_{15}K_0$ амофос Са-амониев нитрат	$N_{25}P_{20}K_0$ суперфосфат амониев нитрат
зимна житна/ ечемик	без торене	$N_6P_8K_0$ амофос Са-амониев нитрат	$N_8P_{10}K_0$ суперфосфат амониев нитрат
зимна рапица	без торене	$N_{15}P_{12}K_6$ Eurobio NPK тор Са-амониев нитрат	$N_{20}P_{15}K_6$ калиев сулфат суперфосфат амониев нитрат

Изследвани показатели:

1. Пълен анализ – в началото и края на опита:

- физико-механични показатели (механичен състав, структура и водоустойчивост на агрегатите, хигроскопична влага, ППВ;
- агрохимични показатели (обща форма азот, фосфор, калий, хумус, рН, сорбционен капацитет и наситеност с бази).

2. Ежегодно:

- продуктивност – основна и допълнителна продукция;
- структурен анализ на добива от царевица и пшеница;
- фенологични наблюдения и биометрични измервания;
- определяне на водно-физични показатели (съдържание на влага (%), обемна плътност (g/cm^3), твърдост (kg/cm^2), обща порьозност (%);
- подвижни форми: азот, фосфор, калий;
- реакция на почвения разтвор (рН);
- карбонати;
- съдържание на органично вещество в почвата;
- видов състав на плевелите и степени на заплевеляване (в три фази);
- микробиологични показатели: численост на основни групи почвени микроорганизми;
- обща биологична активност (количество отделен CO_2).

3. Математико-статистически анализ на експерименталните данни – извършен със статистическата програма SPSS.

ПОЧВЕНО-КЛИМАТИЧНИ УСЛОВИЯ

Обектът на изследване попада в Европейско-континенталната област и се отнася към преходно-континенталната подобласт в района на Горнотракийската низина. Климатът е много характерен. Той е умерено-континентален, но е повлиян от течения по поречията на реките Тополница и Марица.

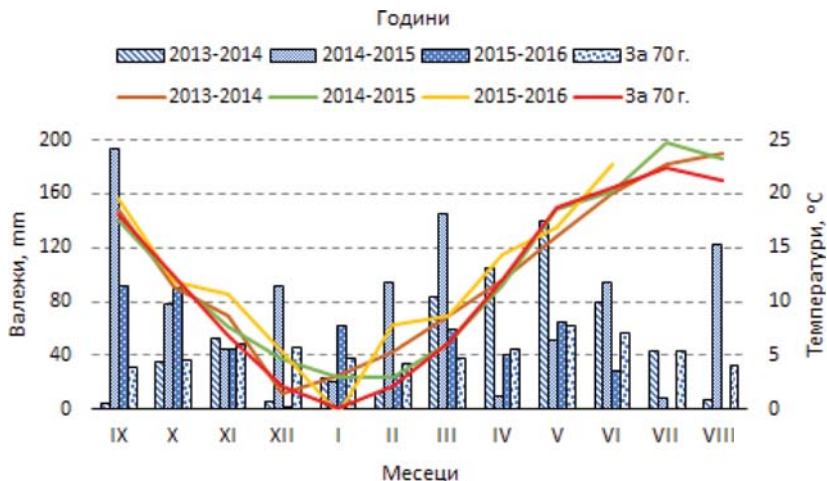
Теренът е равнинен с надморска височина около 200 метра. Зимата е сравнително мека – средната температура за януари е около $0,5^\circ\text{C}$, с по-чести затопляния под влияние на средиземноморски циклони. Началната дата на температура над 10°C е около 2 април,

средната крайна около 1 ноември. Продължителността на периода с температура над 10°C° е около 215 дни, а температурната сума $\sum t = 10^{\circ}\text{C}^{\circ}$ е 3930-3993°C°.

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

При климатичните условия на района лимитиращ фактор за полското производство е влагата в почвата и преди всичко честите и продължителни засушавания през лятото. Количеството и разпределението на валежите по години, сезони и периоди е много неравномерно и дава отражение върху растежа, развитието и продуктивността на културните растения.

През периода април-август на 2014 г., по време на вегетацията на царевичата сумата на валежите е 375,8 mm, т.е. значително над средната за района през този период. Единствено засушаване имаше в началото на август, когато се наложи извършването на две поливки.



Фиг.1. Метеорологични условия през 2013 – 2016 г.

През 2015 г. пролетта се отличава със значително количество валежи – 339,7 mm, докато от средата на юни до прибирането на ечемика липсата на валежна вода повлия върху продуктивния потенциал на културата. През есента на тази година липсата на валежи наложи поливка с цел поникване на рапицата, а след бобобразуване (от началото на юни 2016 г.) настъпи засушаване придружено с високи температури.

Изследванията са проведени в опитна станция по поливно земеделие с. Ивайло, Пазарджик. Полето е разположено на стара добре заравнена тераса на р. Тополница. Теренът е с лек наклон на юг, който е подходящ за гравитачно напояване.

Почвата в опитната площ отговаря напълно на описанието на Псевдоподзолиста Канелена горска почва. От анализа на взетите проби се установява, че механичният състав е силно диференциран послойно. В хумусния оподзолен хоризонт съдържанието на ил (<0.001) е 16,5% и физична глина (<0.01) е съответно 27,65%, докато в прилежащия хоризонт 34-56 cm това съдържание е 28,9% и съответно 43,8%, т.е. около 2 пъти по-високо.



Профил на Псевдоподзолиста Канелена почва,
ОСПЗ с. Ивайло, Пазарджик

Почвата е със задоволително съдържание на усвоими форми на основните хранителни елементи – азот, фосфор и калий, което е резултат от използването в предходните години на опитната площ за селекционни опити.

От друга страна прилагането на земеделие при поливни условия допълнително е засилило процеса на диференциация в повърхностните хоризонти и измиването на илести частици в дълбочина.

Тези физико-механични и химични особености правят още по-актуално изследването на агротехническите фактори, поради изискването на гъвкаво и целенасочено съчетаване на системата за обработка с нивото на минерално торене.

ПОЛУЧЕНИ РЕЗУЛТАТИ

Влияние на агротехническите мероприятия върху някои физични параметри на почвата

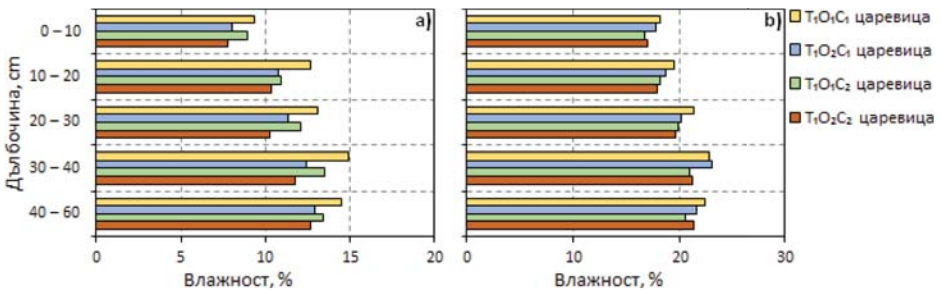
Влияние върху съдържанието на влага в почвата

Промените в съдържанието на влага в почвата под влияние на системата за обработка на почвата и другите приложени агротехнически мероприятия са проследени чрез отчитането ѝ в определени фази от вегетацията на отглежданите в сеитбообращението култури – царевица за зърно, зимен фуражен ечемик и зимна маслодайна рапица. Отглеждането на царевицата и рапицата е при поддържане на предполивна влажност 75-80 % от ППВ.

След сеитбата на царевицата и във фаза 3-5 лист е установена послойна диференциация на водното съдържание в почвата. В повърхностния слой в резултат на изпарението на влагата съдържанието е 75-87% от ППВ, в слоя 20-30 см е около 90%, а в по-дълбоките слоеве в границите на ППВ (фиг. 2, а).

През август при настъпване на восъчна зрялост на царевицата измерените стойности са от 14.43% до 17.04%. Доказаност на разликите във слоя 20-40 см има при вероятност за грешка $p < 1\%$.

Фиг. 2. Съдържание на почвена влага в тегловни % 2014 г. – царевица
а) фаза 3-5лист; б) фаза изметляване

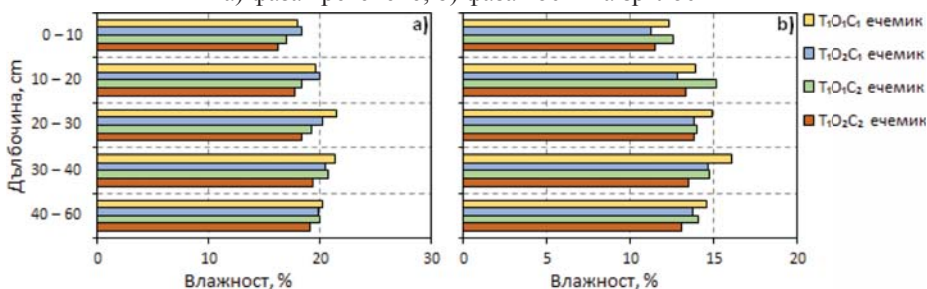


Установено е постепенно нарастване на съдържанието на влага по дълбочината на профила. Същевременно още поизравнени са измерените стойности за проучваните варианти. В най-дълбоко разположените почвени слоеве се установява намаление на съдържанието на влага с 2-3%, което се дължи на наличието на период от време без валежи (фиг. 2, б).

През пролетта на втората година във фаза вретенене на ечемика тази тенденция е установена при повечето опитни парцели. Показателен факт е, че в слоя 20-40 см влажността е над

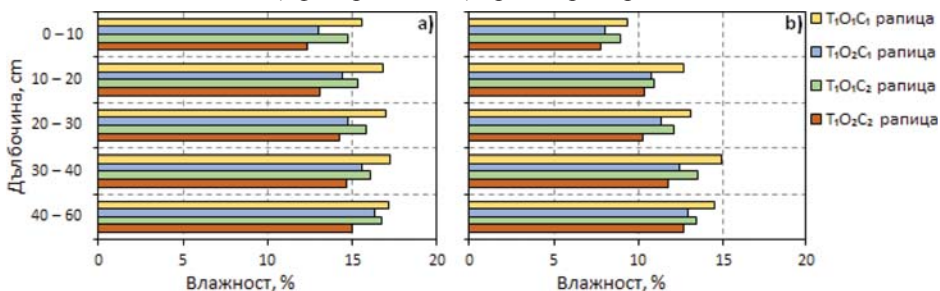
ППВ – 19,38%, а в слоя 40-60 cm 18,26%, следователно в слоя с високо съдържание на глина настъпва преовлажняване, поради трудното придвижване на влагата към по-дълбоките слоеве. За орния слой 0-30 cm след оран съдържанието на влага нараства съответно с 0.6 и с 0.73% за двете опитни полета (варианти C_1 и C_2) в сравнение с дискуваните площи (фиг. 3). Разликите между вариантите с еднакви обработки, но с използване и отстраняване на растителните остатъци ($T_1O_1C_1$ и $T_1O_1C_2$), съответно ($T_1O_2C_1$ и $T_1O_2C_2$) са 1.53% и 1.75%. и са статистически доказани ($p < 1\%$ и $p < 0,1\%$), (фиг. 3, b).

Фиг. 3. Съдържание на почвена влага в тегловни % 2015 г. – ечемик
 а) фаза вретене; б) фаза восьмна зрялост



Влажността на Псевдоподзолистата почва през есента във фаза розетка на рапицата е от 12,36 до 17,23% (фиг. 4, а). Поради просъхване в повърхностния слой, се наложи извършването на една поливка с норма $20\text{ m}^3/\text{da}$, за да се ускори поникването. Статистически доказано е влиянието на системата за обработка върху съдържанието на почвена влага. След разрохкване на 35-40 cm влажността в слоя 0-30 cm е с по-високи стойности – 2.38% и 2.06%, съответно за варианти C_1 и C_2 в сравнение с опитната площ с обработка плужна оран (при грешка $p < 0,1$).

Фиг.4. Съдържание на почвена влага в тегловни %, 2015/2016 г.- рапица
 а) фаза розетка; б) преди прибиране



Преди прибиране на културата в резултат на засушаване стойностите за влажността на почвата са близки до влага на завяхване. Доказани разлики в измерените стойности по варианти на обработка са установени за слой 20-40 cm ($p < 1\%$). Наблюдава се тенденция на по-високо съдържание на влага в почвата на парцелите със заораване на остатъците – разликите в стойностите са от 1.20 до 1.65% (фиг. 4, b).

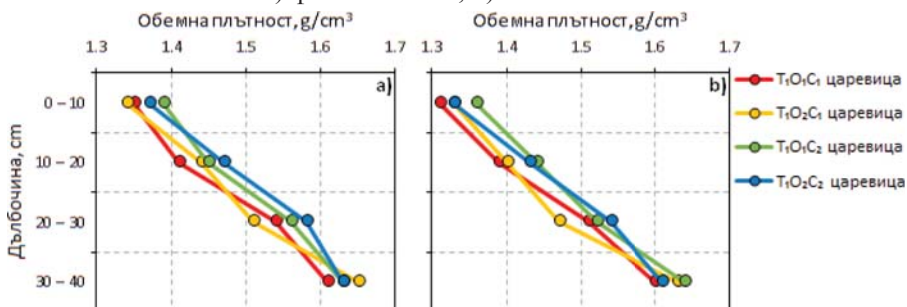
От изследването се установи, че съдържанието на влага е динамично променящ се физичен параметър, който е основен лимитиращ фактор през вегетационните периоди на отглежданите култури. Въздействието на агротехническите мероприятия, предимно системата за обработка на почвата, е по-голямо през вегетацията на житната зимна култура – фуражен ечемик и отглежданата през третата година маслодайна рапица.

Обемна плътност

Обемната плътност е силно зависима от съдържанието на почвена влага. През 2014 г. отчетените стойности на параметъра са в границите на оптималните за развитието на кореновата маса на растенията. Изключение от тази тенденция са стойностите отчетени за слоя 30-40 cm на Псевдоподзолистата Канелена почва. Данните показват, че в резултат на извършването на обработки на една дълбочина и продължителното напояване се е уплътнил значително слой 20-40 cm, като след поникване на царевицата стойностите варират от 1.51 g/cm³ до 1.65 g/cm³ (фиг. 5, a).

Фиг. 5. Обемна плътност на почвата в g/cm³, 2014 г. – царевица

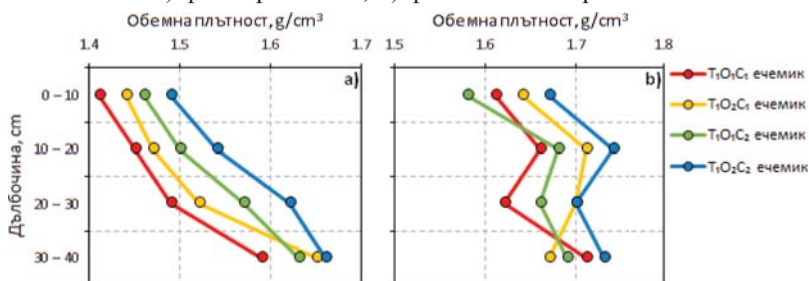
a) фаза 3-5 лист; b) изметляване



Поради еднаквата като вид и дълбочина основна обработка на почвата – оран на 25-30 cm, съществени разлики по варианти на изследването не са установени.

Във фаза изметляване на царевичата измерените стойности за параметъра показват, че в резултат на обилното овлажняване от валежите, настъпва известно разоплътняване в слоя 0-20 cm, като снижението им е в границите 0,02-0,05 g/cm³ (фиг. 5, b). В слоя 30-40 cm обемната плътност остава с почти непроменени стойности, като е в диапазона 1,60-1,64 g/cm³. Този факт показва, че в условията на навлажняване до ППВ равновесната плътност съответства на тези стойности. Има статистически доказано общо влияние на изследваните фактори.

Фиг. 6. Обемна плътност на почвата в g/cm³, 2015 г. – ечемик
 а) фаза вретене; б) фаза осъчна зрялост

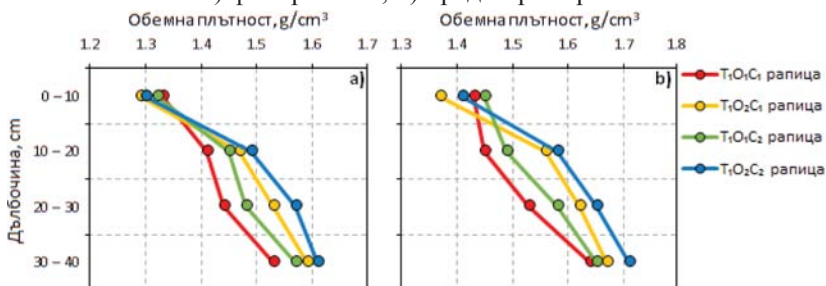


Запазва се тенденцията на постепенно нарастване на обемната плътност по дълбочината на изследвания профил (0-60 cm).

Напролет, във фаза вретене на ечемика се установява леко понижение на стойностите на обемната плътност на почвата при почти всички варианти (с изключение на вариант T₁O₂C₂), което се дължи на процесите на замръзване и размръзване на почвата в орния слой (фиг. 6, а). След настъпилото засушаване късно през пролетта се установява значително нарастване на обемната плътност по целия профил. Разликите между ораните и дискуваните парцели при варианти T₁O₁C₁ и T₁O₂C₁ достигат до 0,08 g/cm³ – доказаност на разликите при p<5%. Най-уплътнена е почвата при вариант T₁O₂C₂, където са измерени стойности от 1,67 g/cm³ за повърхностния слой до 1,74 g/cm³ за слоевете 10-20 и 30-40 cm (фиг. 6, b).

През третата година стойностите за обемната плътност се променят по-динамично. Във фаза розетка на рапицата съчетаването на основна обработка и напояване е довело до отчетливо намаляване на обемната плътност – в повърхностния слой с 0,25-0,37 g/cm³, в слоя 10-20 cm с 0,23-0,25 g/cm³, в слоя 20-30 cm с 0,17-0,19 g/cm³ и в слоя 30-40 cm с 0,09-0,18 g/cm³ (фиг. 7, а).

Фиг. 7. Обемна плътност на почвата в g/cm^3 , 2015/2016 г. – рапица
 а) фаза розетка; б) преди прибиране



Преди прибирането на рапицата обемната плътност е с високи стойности за целия изследван слой 0-40 cm (фиг. 7, б). 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 разрохване и за слоя 0-30 cm на парцелите с оран. Във вариантите с разрохкване обемната плътност в орния слой се запазва в границите на оптималните стойности и е по-ниска с $0,08\text{-}0,11 \text{ g/cm}^3$ за слоя 10-20 cm и с $0,07\text{-}0,09 \text{ g/cm}^3$ за слоя 20-30 cm, съответно за вариантите с различен подход към растителните остатъци C_1 и C_2 .

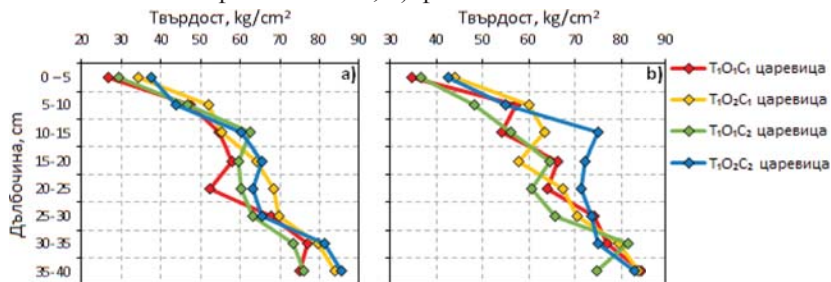
Генетичната обособеност на почвеното различие – Псевдоподзолиста Канелена почва обуславя наличието на силно уплътнен подорен слой. Допълнително влияние за нарастването на обемната плътност е оказало и напояването на площта за дългогодишен период. Разрохкването извършено като основна обработка има предимство пред оранта с плуг за регулиране стойностите на обемната плътност на почвата. Съчетаването на влиянието на обработката на почвата със заораването на растителните остатъци на подходяща дълбочина (в случая 10-25 cm) предопределя успешно отстраняване на риска от преуплътняване на почвата.

Твърдост на почвата

Твърдостта на почвата (съпротивление на проникване) е в тясна взаимовръзка с останалите два физични параметри – влажност и обемна плътност. От анализа на данните се установи, че върху твърдостта основно влияние оказва приложената система на обработка. На опитната площ с царевица през 2014 г. измерените стойности за параметъра в орния слой 0-30 cm след сеитбата са

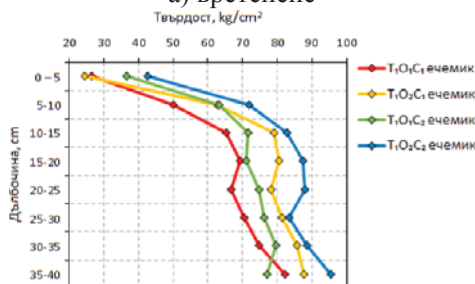
в границите на оптималните стойности - до 70 kg/cm^2 (фиг. 8, а). Тенденцията е към постепенно нарастване на стойностите на твърдостта по дълбочина по профила.

Фиг. 8. Твърдост на почвата в kg/cm^2 , 2014 г. – царевица
 фаза 3-5 лист; б) фаза изметляване



До фаза изметляване на царевицата съпротивлението на проникване на почвата не се променя поради обилното навлажняване от валежната вода. Известно нарастване на твърдостта се установява в слоя 25-30 cm, т.е. в слоя разположен под дълбочината на основната обработка. Нарастването на стойностите е от $2,40$ до $8,00 \text{ kg/cm}^2$, като не е отчетено влияние на вида на приложената обработка и операциите от другите агротехнически мероприятия.

Фиг. 9. Твърдост на почвата в kg/cm^2 - ечемик, 2015 г.
 а) вретене



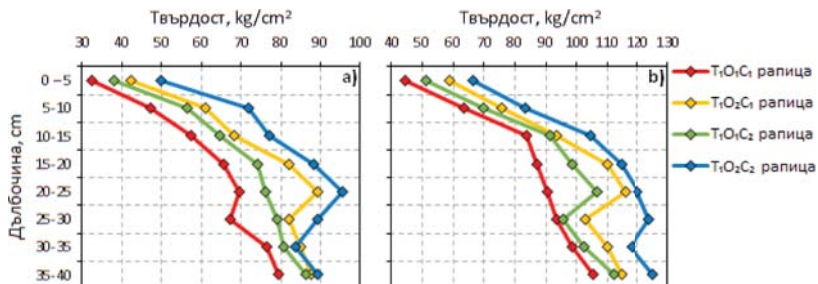
В началото на фаза вретене през пролетта на следващата година динамиката в отчетената твърдост на почвата е незначителна. Стойностите са понижени в повърхностния слой до 5 cm дълбочина, доказано при $p < 1\%$ във вариантите със заораване на растителните остатъци – със $7,54 \text{ kg/cm}^2$ и $11,92 \text{ kg/cm}^2$ съответно за парцелите с оран и дискуване (фиг. 9, а). Твърдостта на почвата следва тенденция (статистически доказана при $p < 5\%$) на понижение и в слоя 20-40 cm при вариантите със заораване на остатъците

от предшественика, която е обяснима със оструктурирането на почвения пласт и подобрене на влажността на почвата. В слоя 30-35 cm на вариант $T_1O_1C_1$ стойностното намаление е с $13,72 \text{ kg/cm}^2$, а в слоя 35-40 cm на вариант $T_1O_2C_1$ – $10,20 \text{ kg/cm}^2$.

След поникване на третата култура – маслодайна рапица стойностите за твърдостта на почвата са диференцирани, както по варианти на обработка на почвата, така и по опитни площи с начин на употреба на растителните остатъци. При фаза розетка във вариантите с извършено разрохкване на дълбочина до 35 cm, с изключение на слоя 0-5 cm, във всички изследвани слоеве съпротивлението на проникване е по-ниско спрямо това, отчетено във вариантите с оран на 20-25 cm – от $11,04 \text{ kg/cm}^2$ и $12,48 \text{ kg/cm}^2$ в слоя 10-15 cm, съответно за варианти C_1 и C_2 до $19,88 \text{ kg/cm}^2$ и $19,20 \text{ kg/cm}^2$ за слоя 20-25 cm (фиг. 10, а). Във фаза цъфтеж на рапицата през пролетта на 2016 г. в резултат на добрите запаси от почвена влага и протичането на процеси на разоплътняване съпротивлението на проникване е с по-ниски стойности, особено в по-дълбоко разположените слоеве. За вариантите с оран параметъра се понижава с над 30 kg/cm^2 (фиг. 10, б), статистически доказано при $p < 1\%$.

Преди прибирането на реколтата от рапицата вследствие на настъпилото трайно засушаване стойностите на изследвания показател отново нарастват значително по дълбочината на целия изследван почвен профил (фиг. 10, б), като под 15 cm стойностите са над критичния оптимум за изследваното почвено различие – Псевдоподзолиста Канелена почва. При прибиране на културата отчетените стойности за параметъра показват нарастване, за слоя 20-40 cm на вариант $T_1O_2C_2$ измерените стойности са над 120 kg/cm^2 (фиг. 10, б).

Фиг. 10. Твърдост на почвата в kg/cm^2 2016 г. – рапица
а) фаза розетка; б) преди прибиране



Твърдостта на изследваното почвено различие бележи същите тенденции, като обемната плътност, като при дефицит на влага стойностите ѝ нарастват над критичната граница. В такива условия негативно се повлияват функциите на кореновата система на културните растения.

Влияние на агротехническите мероприятия върху агрохимичните параметри на почвата

От анализа на взетите при залагане на полския опит изходни проби се установи, че съдържанието на усвоим азот в орния слой 0-30 cm е добро, а на дълбочина 30-60 cm от задоволително до добро. Установява се сравнителна изравненост на съдържанието от отделните пробовземания. За слоя 0-30 cm общото количество усвоим азот е в границите 23,0 – 35,7 mg/kg почва, а в слоя 30-60 cm съответно от 14,4 до 27,6 mg/kg почва. Съдържанието на подвижни форми на фосфора бележи същата тенденция – добра запасеност в орния и задоволителна в подорния слой (табл.1). Високото съдържание в слоя 0-30 cm - 15,3 - 21,9 mg/100 g почва се дължи на извършено основно торене с 7 kg/da а.в. фосфор, с внесен 15 kg/da троен суперфосфат. От агрохимичния анализ се установи, че калий има задоволително количество, затова първоначално не бе предвидено торене с внасяне допълнително на този макроелемент.

Таблица 1. Изходни проби от агрохимичен анализ на Псевдоподзолиста Канелена почва от полски опит ДП-ОСПЗ, с. Ивайло, 2014 г.

Вариант/ Дълбочина cm	pH		Σ N- NH ₄ +NO ₃ mg/kg	P ₂ O ₅ mg/100g	K ₂ O	Хумус %
	H ₂ O	KCL				
T ₀ O ₁ C ₁ 0-30 cm	6,0	5,4	31,7	17,4	17,7	1,44
T ₀ O ₁ C ₁ 30-60 cm	6,1	5,5	14,4	7,3	16,6	1,30
T ₁ O ₁ C ₁ 0-30 cm	6,0	5,3	35,7	17,9	20,4	1,51
T ₁ O ₁ C ₁ 30-60 cm	6,0	5,4	17,3	9,9	13,6	1,36
T ₂ O ₁ C ₁ 0-30 cm	5,9	5,2	23,0	21,9	19,8	1,64
T ₂ O ₁ C ₁ 30-60 cm	6,0	5,4	27,6	13,0	17,6	1,04
T ₀ O ₁ C ₂ 0-30 cm	5,9	5,1	31,1	18,6	17,8	1,60
T ₀ O ₁ C ₂ 30-60 cm	5,9	5,3	20,1	10,8	15,1	1,19
T ₁ O ₁ C ₂ 0-30 cm	5,9	5,2	24,2	16,6	21,1	1,57
T ₁ O ₁ C ₂ 30-60 cm	6,1	5,5	15,4	10,3	16,2	1,34
T ₂ O ₁ C ₂ 0-30 cm	5,8	5,0	29,5	15,3	21,9	1,63
T ₂ O ₁ C ₂ 30-60 cm	5,9	5,2	16,2	9,1	14,4	1,31

След приключването на вегетацията на първата култура от сеитбооборота – царевица за зърно се установява промяна в

съдържанието на усвоими форми на макроелементите. Въпреки високите норми на торене с азот, както и предварителни запаси в почвата, съдържанието на амонячен и нитратен азот е значително понижено. Може да се предположи, че една част от азотните лабилни съединения са измити по дълбочина на почвения профил в резултат на обилното, дори на моменти прекомерно постъпление на валежна вода. Значителна роля играе и износа с получената продукция. В подкрепа на тази теза е факта, че намалява и съдържанието на подвижните форми на фосфора, който е консервативен елемент, относно придвижването си в почвата. От съдържание 13,0-21,9 mg/100 g почва в орния хоризонт, фосфора намалява до 7,8-13,7 mg/100 g почва.

Таблица 2. Проби от агрохимичен анализ, полски опит ДП – ОСПЗ, с. Ивайло – рапица пълна зрялост 2016 г.

Вариант/ Дълбочина cm	pH		Σ N-NH ₄ ⁺ +NO ₃ ⁻	P ₂ O ₅	K ₂ O	Хумус
	H ₂ O	KCl	mg/kg	mg/100g		%
T ₀ O ₁ C ₁ 0-30 cm	6,1	5,4	20,5	10,1	20,0	1,99
T ₀ O ₁ C ₁ 30-60 cm	6,3	5,6	17,3	3,2	16,7	1,58
T ₁ O ₁ C ₁ 0-30 cm	6,3	5,6	16,1	11,2	21,5	1,88
T ₁ O ₁ C ₁ 30-60 cm	6,3	5,5	11,5	8,0	14,8	1,56
T ₁ O ₁ C ₁ 0-30 cm	6,2	5,2	20,2	16,1	20,5	1,80
T ₂ O ₁ C ₁ 30-60 cm	6,1	5,3	13,2	12,0	13,9	1,43
T ₀ O ₂ C ₁ 0-30 cm	6,2	5,5	20,8	9,3	21,6	1,93
T ₀ O ₂ C ₁ 30-60 cm	6,4	5,5	15,8	2,7	15,6	1,55
T ₁ O ₂ C ₁ 0-30 cm	6,3	5,6	16,7	11,8	22,8	1,83
T ₁ O ₂ C ₁ 30-60 cm	6,3	5,6	12,6	7,3	13,9	1,54
T ₁ O ₂ C ₁ 0-30 cm	6,2	5,3	22,4	14,7	18,6	1,78
T ₂ O ₂ C ₁ 30-60 cm	6,2	5,2	14,3	11,1	14,3	1,48
T ₀ O ₁ C ₂ 0-30 cm	6,1	5,3	20,7	10,4	19,5	1,87
T ₀ O ₁ C ₂ 30-60 cm	6,2	5,4	16,7	6,6	12,3	1,77
T ₁ O ₁ C ₂ 0-30 cm	6,2	5,4	25,3	11,1	17,2	1,97
T ₁ O ₁ C ₂ 30-60 cm	6,1	5,3	20,4	8,7	12,9	1,54
T ₁ O ₁ C ₂ 0-30 cm	6,1	5,2	24,4	11,0	18,9	1,72
T ₂ O ₁ C ₂ 30-60 cm	6,1	5,2	18,4	8,6	11,3	1,43
T ₀ O ₂ C ₂ 0-30 cm	6,1	5,2	15,9	9,8	18,6	1,89
T ₀ O ₂ C ₂ 30-60 cm	6,1	5,2	13,6	4,1	13,0	1,37
T ₁ O ₂ C ₂ 0-30 cm	6,1	5,2	16,5	10,9	14,1	1,88
T ₁ O ₂ C ₂ 30-60 cm	6,2	5,4	17,3	7,2	12,1	1,27
T ₁ O ₂ C ₂ 0-30 cm	6,1	5,1	18,6	11,2	17,7	1,83
T ₂ O ₂ C ₂ 30-60 cm	6,1	5,2	14,5	6,2	12,2	1,34

От агрохимичният анализ на взетите в края на вегетацията на ечемика почвени проби се установи, че има задоволителна запасеност с усвоим азот. По-високото съдържание във варианта без

торене (23,0-24,2 mg/kg почва) се дължи на остатъчни количества и по-малък износ с продукцията. Разликите между вариантите със заораване на остатъците (C_1) и с тяхното отстраняване от площта (C_2) са минимални, т.е. няма установено намаляване на азота в резултат на денитрификационната дейност на микроорганизмите. Съдържанието на усвоими форми на фосфор също е задоволително, като във вариантите с високата норма на торене се установява по-високо с 1,2-1,7 mg/100g почва отчетено количество.

През третата година отглежданата култура е рапица. С оглед намаляването на усвоим калий се извърши комбинирано торене с всички макроелементи. От взетите в края на вегетацията на рапицата проби отново бе установено най-високо съдържание на усвоим азот във варианта с нулево торене и употреба на растителната остатъчна маса от предшественика (табл. 2). Обяснение за това може да бъде по-малкото реколтирани растения и по-нисък добив на семена, вследствие на което голяма част от постъпилите от трансформацията на растителните остатъци азот остава в почвата.

Съдържанието на подвижни форми на фосфора е се запазва в границите на задоволителното количество. По-високи стойности за този хранителен елемент са отчетени в пробите от парцелите с високата норма на торене, което е логично с оглед постъпването с минералното торене. Във вариантите със заораване на растителните остатъци нивото на усвоимите фосфати достига според приложената обработка от 14,7 mg/100 g след оран до 16,1 mg/100 g почва след дълбоко разрохкване (до 35 cm).

В края на ротацията от агрохимичния анализ на взетите по варианти на изследването почвени проби се установиха някои тенденции на промени в реакцията на почвения разтвор. При система за обработка O_1 в слоя 30-60 cm макар и незначително (0,2 - 0,3 единици) рН е по-високо от това при варианти O_2 . Във вариантите с употреба на растителните остатъци и с торене – нулево T_0 и вариант T_1 се установява подобрене на рН в посока неутрална реакция, като разлиите спрямо аналогичните варианти с отстраняване на растителните остатъци C_2 достигат до 0,4 единици.

За краткия период на изследването не се установява намаление на съдържанието на усвоим азот като последствие от заораването на растителните остатъци. Съдържанието на подвижния фосфор бележи известно намаление, което е резултат от приложеното торене и от износа с реализираната продукция. Резултатите показват, че е необходимо балансирано торене с участието на всички макроелементи.

Начини на използване на растителните остатъци и влияние върху някои почвени параметри и добивите от отглежданите култури.

Рационалното използване на растителните остатъци е важен елемент от агротехническата практика.

Количеството на растителните остатъци от културата първа година в ротацията – царевица коренспондират с получените добиви от основна и допълнителна продукция. При парцелите с висока норма на торене в почвата са внесени 730,4 до 805,3 g/m² растителна маса, докато за неторените варианти количеството е средно 570,1 g/m² (табл.3).

Чрез ситовият анализ на почвени монолити се установи, че основната част от биомасата се заорава на дълбочина до 20 cm. Видът на приложената обработка влияе върху послойното разпределение на растителните остатъци. След извършена оран на дълбочина 25-30 cm при варианта с най-голямо количество остатъци от царевицата T2O2C1 в слоя 0-10 cm попадат 29,45%, в слоя 10-20 cm – 56,13%, в слоя 20-30 cm – 11,52% и в слоя 30-40 cm 2,94% (само коренови остатъци). При варианта с най-малко количество заорана биомаса T₀O₁C₁ послойното разпределение е съответно 27,99%, 52,63%, 15,71% и 3,67%. За отбелязване е факта, че в почвения слой с най-висока биологична активност – 10-20 cm попадат от 48,53% до 56,13%.

Таблица 3. Количество на растителните остатъци от царевица и ечемик в g/m² – 2014 г. и 2015 г.

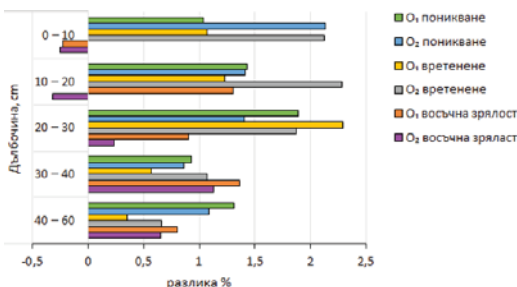
Година и култура	Вариант на обработка и торене	Количество растителни остатъци в g/m ²			
		Вариант C ₁ (със заораване)	Вариант C ₂		Разлика C ₁ -C ₂
			преди отстраняване	след отстраняване	
2013/2014 Царевица	T ₂ O ₂	805,3	786,2	161,2	644,1
	T ₂ O ₁	730,4	737,0	140,0	590,4
	T ₁ O ₂	696,5	701,6	133,3	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	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

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 са съответно 576,7 g/m² и 1004,8 g/m².

Влияние върху физичните параметри на почвата

През периода на изследването се установява влияние на заораната растителна маса върху влажността на почвата. След поникването на ечемика при еднаква агротехническа интервенция се установява, че във вариант С₁ 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 вретене на ечемика, когато има налични процеси на разлагане и трансформация на растителните остатъци тези разлики нарастват съответно на 1,66% и 2,08% (фиг. 11).

Фиг. 11. Разлики в съдържанието на почвена влага в т. %, С1:С2 – ечемик 2014/2015 г.



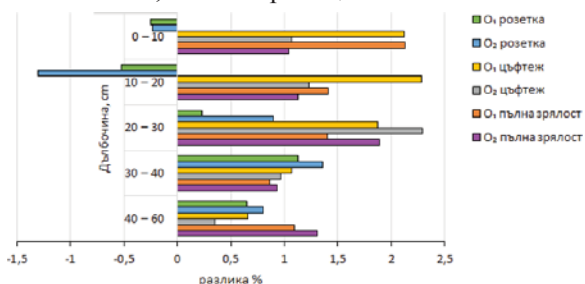
Преди прибиране на културата, в резултат на засушаване стойностите за влажността на почвата при това почвено различие са близки до влага на завяхване. Доказани разлики в измерените стойности за орния слой 0-30 cm по варианти на обработка не са установени. Наблюдава се обаче тенденция на по-високо съдържание на влага в почвата на парцелите със заораване на растителните остатъци – разликите в стойностите са от 0,62 % в слоя 10-30 cm до 1,35% в слоя 30-40 cm (фиг. 11).

При отглеждане на рапицата след фаза поникване измерените стойности са от 9,35% до 12,87%. Наблюдава се постепенно нарастване на съдържанието на влага по дълбочина на профила (фиг. 12). 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. 12). Трябва да се отбележи, че дефицитът на почвена влага настъпи след бобообразуване, в следствие на което ефекта от фактора растителна маса е понижен.

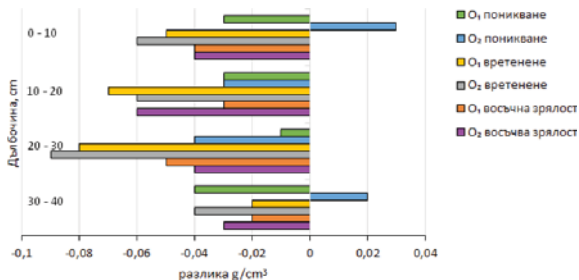
Обемната плътност на почвата в опитната площ в Пазарджик през есента, след сеитбата на ечемика е с високи стойности, въпреки оптималното съдържание на почвена влага. Установено е, че и при двете обработки с внасянето на растителна маса в почвата стойностите за обемната плътност са понижени средно с $0,05 \text{ g/cm}^3$ (фиг. 13).

Фиг. 12. Разлики в съдържанието на почвена влага в т. %, С1: С2 – рапица 2015/2016 г.



Във фаза братене в условията на добро съдържание на влага отново са отчетени разлики между варианти С₁ и С₂, които на парцелите с оран 0,04 до 0,06 g/cm^3 , а на тези с дискуване – съответно от 0,03 до 0,05 g/cm^3 . При обработка оран, по-ниска е обемната плътност при заораването на биомасата в слоя 10-20 cm – с $0,09 \text{ g/cm}^3$ в сравнение с вариант С₂, а след дискуване в слоя 0-10 cm – $0,08 \text{ g/cm}^3$. Следователно разликите са най-големи в слоевете , в които са попаднали най-много растителни остатъци.

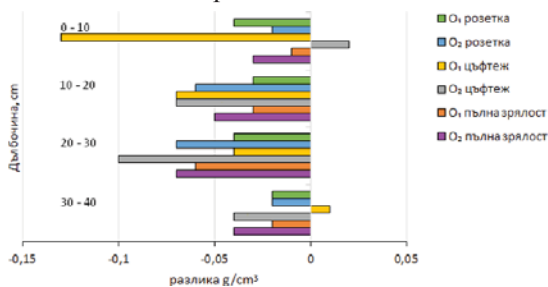
Фиг. 13. Разлики в обемната плътност (g/cm^3), С1: С2 - ечемик 2014/2015 г.



Обемната плътност на почвата в опитната площ през есента след поникване на рапицата е с високи стойности, въпреки оптималното съдържание на почвена влага и извършване на основна обработка. Разликите между вариантите с идентични агротехнически мероприятия в парцелите с остатъци и без тях на вариантите с разрохкване и с оран са средно $0,05 \text{ g/cm}^3$ и $0,03 \text{ g/cm}^3$ (фиг. 14).

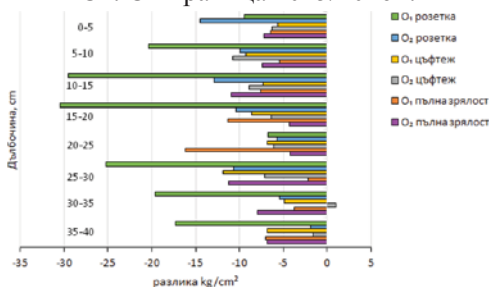
През пролетта във фаза розетка на рапицата, когато по-голяма част от сламата се е разложила се установи, че във варианти C_1 след разрохкване в слоя 10-30 cm обемната плътност на почвата е по-малка с $0,07 \text{ g/cm}^3$, а след оран в слоя 0-20 cm – $0,10 \text{ g/cm}^3$. Преди прибирането на рапицата обемната плътност е с високи стойности за целия изследван слой 0-40 cm, които са 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 (фиг. 14). Кривата очертана с разликите в стойностите на параметъра между вариантите с начини на използване на остатъците C_1 и C_2 показва влияние на заораната биомаса, макар и в определени фази от вегетацията на културата с ниско измерение.

Фиг. 14. Разлики в обемната плътност (g/cm^3), $C_1: C_2$ - рапица 2015/2016 г.



При Псевдоподзолистата Канелена 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 стойностното изражение на параметъра на начина на управление на растителните остатъци не е установено. При използването на растителната маса твърдостта се понижава предимно в слоя 10-25 cm – до $11,38 \text{ kg/cm}^2$.

Фиг. 15. Разлики в твърдостта на почвата kg/cm^2 , С1: С2 - рапица 2015/2016 г.



При съчетаване на факторите обработка (разрохване), торене и използване на сламата във фаза розетка твърдостта на почвата в слоя 10-40 cm значително намалява, като най-голяма е разликата в слоя 15-20 cm – $30,42 \text{ kg/cm}^2$ (фиг. 15).

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 разрохване са доказани.

Влияние върху агрохимични параметри на почвата

В опитната площ в Пазарджик почвата в орния слой 0-30 cm е добре запасена с макроеlementи.

За краткият период на изследването не се установява намаление на съдържанието на усвоим азот като следствие от заораването на растителните остатъци. През двете години на изследване на фактора растителни остатъци дори се установява по-високо съдържание на усвоим азот във варианти С₁ в сравнение с опитната площ на С₂, където растителните остатъци са отстранявани.

От анализа на взетите почвени проби в края на вегетацията на ечемика най-голяма е разликата във варианта с нулево торене T_0O_1 – $7,9 \text{ mg/kg}$ почва, следван от вариант T_2O_2 – съответно $6,9 \text{ mg/kg}$ почва.

През следващата година след отглеждане на маслодайна рапица също е установено макар и в ниски количества повече присъствие на усвоими форми на азота във варианти С₁. По-значителни са разликите установени във варианти T_1O_1 и T_2O_2 – $6,2$ и $8,9 \text{ mg/kg}$ почва и $5,8$ и $3,9 \text{ mg/kg}$ почва, съответно за двата изследвани слоя.

В съдържанието на подвижни форми на фосфора през втората година от изследването или няма установени разлики, или те са незначителни и са в границите на допустимата грешка. През третата година в някои варианти са отчетени разлики от 3,1 и 5,1 mg/100g почва в слоя 0-30 cm (табл. 4). Повишеното съдържание на усвоим фосфор с 3,4 – 4,5 mg/100g почва в слоя 30-60 cm във вариантите с приложено дълбоко разрохкване и със заораване на растителните остатъци потвърждава ролята на тези агротехнически фактори за подобряване на хранителния режим на изследваното почвено различие – Псевдоподзолиста канелена почва.

Таблица 4. Агрохимични показатели на Канелена Подзолиста почва при отглеждане на ечемик и рапица – разлики варианти C1: C2

Варианти	Дълб. на пробата (cm)	pH (KCl)	Σ N- NH ₄ +NO ₃ (mg/kg)	P ₂ O ₅ (mg/100g)	K ₂ O (mg/100g)	Проби от полски опит ечемик 2015 г.			
						pH (KCl)	Σ N- NH ₄ +NO ₃ (mg/kg)	P ₂ O ₅ (mg/100g)	K ₂ O (mg/100g)
T ₀ O ₁	0-30	0,3	7,5	0,6	1,0	0,1	-0,2	0,3	4,5
T ₀ O ₁	30-60	0,2	4,0	0,5	3,6	0,2	0,6	3,4	4,4
T ₁ O ₁	0-30	0,3	3,5	0,4	0,9	0,4	5,2	2,1	8,3
T ₁ O ₁	30-60	0,4	0,2	1,4	4,0	0,3	8,9	1,1	2,9
T ₀ O ₂	0-30	0,3	4,0	0,2	1,9	0,1	4,2	5,1	7,6
T ₀ O ₂	30-60	0,3	-1,4	0,1	4,8	0,2	5,2	3,4	2,8
T ₀ O ₂	0-30	0,3	1,2	-0,1	5,1	0,1	4,8	0,3	2,9
T ₁ O ₂	30-60	0,2	1,4	2,5	5,6	0,2	3,1	4,5	1,3
T ₁ O ₂	0-30	0,3	0,2	0,5	2,9	0,2	4,8	1,1	7,8
T ₁ O ₂	30-60	0,3	2,7	0,8	2,8	0,2	2,5	1,5	5,1
T ₂ O ₂	0-30	0,1	6,9	1,7	3,8	0,1	5,8	2,2	3,2
T ₂ O ₂	30-60	-0,1	1,7	0,5	0,3	0,0	3,9	2,4	1,1

При всички изпитвани варианти след използване на сламата от предшественика C₁ се проявява лека тенденция на нарастване стойностите на pH спрямо вариантите с отстраняването й C₂. Разликата във варианти T₁O₁C₁ достига до 0,4 единици, като ефект от съчетаването на вида тор с използването на остатъците.

Влияние върху микробиологичната дейност

В опита във восьмична зрялост на царевичата през 2014 г. е установено, че торенето влияе върху биологичната активност на почвата. При неторените варианти, за целия период на вегетация, не се установява промяна в количеството на отделения CO₂ при двете опитни площи, предвидени за изследване ефекта от използване на растителните остатъци (варианти C₁ и C₂).

Таблица 5. Влияние на нормата на торене върху количеството на микроорганизмите в ризосферата на ечемик във фаза млечна зрялост вариант О1 - оран

Растителни остатъци	Норма на торене	Амонифициращи бактерии	Актиномицети	Бактерии, усвояващи минер.азот	Микроскопични гъби	Целулозоразлагащи микроорг.
Оран О ₁		CFU/g.10 ⁴				
C ₂	T ₀	8.07 c	1.27 b	3.93 d	0.107 c	0.113 b
	T ₂	12.47 b	1.47 b	6.93 b	0.293 a	0.106 b
C ₁	T ₀	10.13 bc	2.87 a	5.53 c	0.187 b	0.157 a
	T ₂	21.8 a	1.07 b	16.8 a	0.167 bc	0.179 a

През втората година при отглеждане на фуражен ечемик микробиологичната активност е отчетена във фаза вретенене и края на вегетацията във фаза восьмична зрялост. Количеството отделен CO₂ е повече от установеното при предшественика като обща тенденция. През третата година на опита с култура рапица във фаза розетка е отчетено леко нарастване на микробиологичната активност в ризосферата на почвата. Изключение има само във вариант T₀O₂C₂, където количеството е 1,30 mg CO₂/100 g почва. Най-значимо влияние за повишеното дишане има торенето, което води до нарастване на отделения CO₂ с 4,56 и 3,11 mg CO₂/100 g почва във варианти C₁, съответно с 2,92 и 2,76 mg CO₂/100 g почва във варианти C₂.

Таблица 6. Влияние на факторите торене и растителни остатъци и на взаимодействието между тях върху количеството на микроорганизмите във фаза розетка на рапица (обработка оран О₂)

Фактори	Норма на торене	Амонифициращи бактерии	Актиномицети	Бактерии, усвояващи минер.азот	Микроскопични гъби	Целулозоразлагащи микроорг.
Торене	T ₀	11.77 a	3.3 a	4.13 c	0.0513 a	0.0153 c
	T ₁	10.8 a	2.37 b	7.33 a	0.0447 ab	0.0179 b
	T ₂	10 a	2.9ab	5.63 b	0.0383 b	0.0205 a
Растителни остатъци	C ₂	9.42 b	3.15 a	4.89 b	0.0409 a	0.012 b
	C ₁	12.29 a	2.55 a	6.51 a	0.0486 a	0.0238 a
Торене x раст. остатъци		n.s.	n.s.	***	**	**

Във фаза млечна зрялост 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 (табл. 5).

През третата година във фаза образуване на розетка в ризосферата на рапица е установено увеличение на количеството на целулозоразлагащите микроорганизми във всички варианти при заораване на растителни остатъци (табл. 6). Увеличението е по-високо при вариантите с минерално торене. Нараства и количеството на бактериите усвояващи минерален азот, особено при прилагане на дълбоко разрохкване и при заораване на растителните остатъци - $10.0 \text{ CFU/g.}10^4$.

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.

Влияние върху получените добиви от културите в сентбообращението

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

По варианти на торене в зависимост от обработката – дискуване и оран нарастване 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%.

Таблица 7. Получени добиви добиви ечемик kg/da, варианти C_1 и C_2

Варианти	Добив зърно kg/da		%
	C_1	C_2	
T_0O_2	223.333	208.333	107, 20
T_0O_1	266.667	250.000	106.67
T_1O_2	383.333	361.667	105,99
T_1O_1	428.333	401.667	106.64
T_2O_2	415.000	378.333	111,69
T_2O_1	458.333	420.000	109,13

Таблица 8. Получени добиви добиви рапица kg/da, варианти C_1 и C_2

Варианти	Добив семена kg/da		%
	C_1	C_2	
T_0O_2	115,267	104,267	110,55
T_0O_1	103,967	95,433	108,94
T_1O_2	183,600	176,733	104,12
T_1O_1	203,233	190,200	106,85
T_2O_2	209,867	196,500	106,80
T_2O_1	260,967	202,200	129,06

Във всички изпитвани варианти добивите на семена от вариант С₁ са по-високи от тези във вариант С₂ - при разрохкване и висока норма на торене 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, а най-малки разлики са отчетени в неторените варианти – съответно 8,5 kg и 11,0 kg. Процентно отнесено към реално получения добив във вариант Т₂О₁ прибавката от използване на остатъците е 22,98%, а най-ниска при вариант Т₁О₂ – 7,96%. За отбелязване е факта, че приноса на вида на обработката – разрохкване на 35 cm е по-нисък – 18,69%.

От изследването се установи, че на най-благоприятна дълбочина на заораване на растителните остатъци 10-25 cm, средно за трите години след оран попадат 62,02% - 67,17% от заораните остатъци.

Свнсянето на растителните остатъци в почвата нараства нейната влажност, по отчетливо през пролетния период – от 1,55 до 2,28%, докато преди прибиране на културите разликите са близки до стандартната грешка. Установено е снижаване на обемната плътност с 0,04 g/cm³ до 0,13 g/cm³ и на твърдостта до 39,48 kg/cm², – установено е увеличение на количеството на целулозоразлагащите микроорганизми и на амонифициращите бактерии, най-чувствително при високата норма на торене и по интензивните обработки.

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.

Влияние на агротехнически решения върху развитието на плевелната растителност

В резултат на прилагането на интегрирана борба с плевелите в рамките на триполното сеитбообращение се ограничава заплевеляването в опитната площ.

Очертаха се и някои тенденции: при предсеитбена оран по-малка е степента на заплевеляване в сравнение с дискуването. При прилагане на дълбоко разрохкване се ограничава потенциала на заплевеляване поради намаляване на семенната банка в коренообитаемия почвен хоризонт, но същевременно при засушаване се запазва по-добре жизнеността на плевелите, поради подобрението във водно-физичния режим на почвата (табл. 9).

Таблица 9. Брой и маса на плевелите на 1 m², рапица фаза „розетка” - 2016 г., опит ОСПЗ Пз, система на обработка O₁

Групи плевели	Вариант - T ₁ O ₁			Вариант - T ₁ O ₁			Вариант - T ₁ O ₁		
	бр/m ²	Свежо т.,g	сухо т.,g	бр/m ²	свежо т.,g	сухо т.,g	бр/m ²	свежо т.,g	сухо т.,g
I.Едногодишни	24,00	41,29	7,98	9,34	13,37	2,70	6,00	6,99	1,33
В т.ч. Житни	2,00	4,10	0,92	0,67	1,22	0,14	-	-	-
Двуседелни	22,00	37,19	7,06	8,67	12,15	2,56	6,00	6,99	1,33
1.Ефемери	10,67	10,21	2,02	1,33	2,39	0,27	2,00	2,40	0,62
2.Ранни пролетни									
3.Късни пролетни	6,00	22,34	4,30	2,67	5,11	1,29	-	-	-
4.Зимно-пролетни	7,33	9,74	1,66	5,34	4,58	1,14	4,00	2,72	0,71
II.Многогодишни	2,67	3,36	1,67	1,33	1,78	0,58	-	-	-
1.Коренищни	2,80	2,63	1,41	1,17	0,39	0,19	-	-	-
2.Кореновоиздънкови	1,31	0,73	0,26	2,00	1,39	0,39	-	-	-

Таблица 10. Брой и маса на плевелите на 1 m², рапица фаза „розетка” – 2016 г., опит ОСПЗ Пз, система на обработка O₂

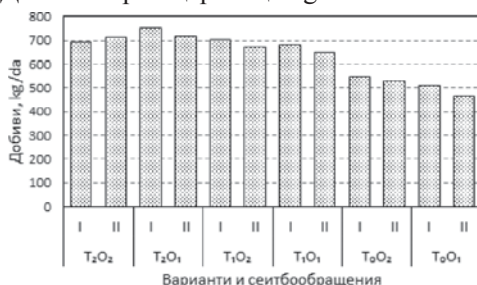
Групи плевели	Вариант - T ₀ O ₂			Вариант - T ₁ O ₂			Вариант - T ₂ O ₂		
	бр/m ²	Свежо т.,g	сухо т.,g	бр/m ²	свежо т.,g	сухо т.,g	бр/m ²	свежо т.,g	сухо т.,g
I.Едногодишни	21,34	4,10	0,89	15,33	4,41	1,17	12,67	5,81	1,78
В т.ч. Житни	1,34	0,50	0,17	0,33	0,36	0,05	-	-	-
Двуседелни	20,00	3,03	0,72	15,00	3,05	1,12	12,67	5,81	2,43
1.Ефемери	5,34	2,53	0,05	2,67	1,21	0,32	3,33	3,61	0,83
2.Ранни пролетни									
3.Късни пролетни	10,00	1,40	0,54	5,33	1,25	0,40	4,00	1,20	0,45
4.Зимно-пролетни	6,00	1,17	0,30	7,33	1,95	0,45	3,33	2,00	0,50
II.Многогодишни	2,33	1,60	0,42	1,34	1,75	0,68	0,67	1,31	0,56
1.Коренищни	0,33	0,84	0,28	-	-	-	-	-	-
2.Кореновоиздънкови	2,00	0,56	0,14	1,34	1,75	0,68	0,67	1,31	0,56

При прибирането общият брой плевели (количествено заплевеляване) е най-голям при вариантите с нулево торене, но теглото на плевелите е с най-високи стойности при торените варианти – до 44,79 g при вариант T₂O₁ и 43,31 g при вариант T₁O₂. Поради по-слабото развитие на културните растения след фаза цъфтеж са създадени условия за нарастване конкуренцията на плевелите. От едногодишните плевели преобладаващи са късно пролетните.

Продуктивност на отглежданите култури в сеитбообращението

През първата година от отглежданата култура – царевича за зърно са получени сравнително високи добиви, като за най-високата норма на торене T₂ е получен добив от 694 до 751 kg/da (фиг. 16).

Фиг. 16. Добиви зърно царевица kg/da оп. поле Пазарджик



Статистическата обработка на данните показва, че с най-значимо влияние върху добивите е приложеното торене (табл. 11). Обработката на почвата оказва незначително влияние върху добивите. Слабо доказано е влиянието и на взаимодействието между изпитваните агротехнически фактори.

Таблица 11. Дисперсионен анализ на данните за добив царевица: Варианти C₁ и C₂

Източник на вариране	Сума от квад.	Сума от кв.%	Ст. на св.	Среден квад.	F-отн.	Ниво на зн.
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			

През втората година вида на обработката оказва статистически доказано (табл.12) влияние върху величината на добива – след плужна оран прибавката е от 35 до 43 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 високата норма е от 16,7 до 18,3 kg/da за площта с отстраняване на растителните остатъци C₂ и от 31,7 до 40 kg/da за C₁ със внасяне на остатъците от предшественика в почвата.

Обработката на почвата оказва по-малко влияние върху величината на добива (p<1%), но както и при други сходни изследвания е установено, подпомага ефективното въздействие на другите агротехнически фактори.

Върху продуктивността на културите през периода на изследване най-значимо въздействие е оказало торенето (при

вероятност за грешка $p < 0,1\%$). 73,03% от общото вариране в данните се дължат на различните варианти на торене (таблица 12 и 13).

Таблица 12. Дисперсионен анализ на данните за добив ечемик:
Пазарджик, 2015 г.

Източник на вариране	Сума от квадрат.	Сума от кв.%	Ст. на св.	Среден квадрат.	F-отн.	Ниво на зн.
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			

Фиг.17. Добиви в kg/da рапица ОБ Ивайло, 2016 г.

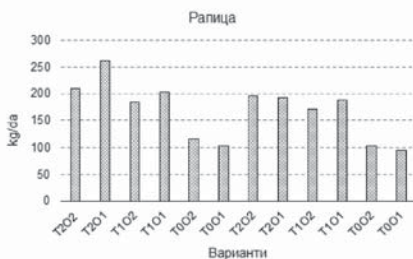


Таблица 13. Дисперсионен анализ на данните за добив рапица:
Пазарджик, 2016 г.

Източник на вариране	Сума от квадрат.	Сума от кв.%	Ст. на св.	Среден квадрат.	F-отн.	Ниво на зн.
Торене (F)	78261.744	85,408	2	39130.872	112.565	.000 ***
Обработка (O)	995.403	1,086	1	995.403	2.863	.011 *
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			

От данните се установява, че най-много крѐмни единици от зърно и слама от ечемика са получени във вариант $T_1O_1C_2$ – 27,13 %, а от семена и стѐбла от рапицата от вариант $T_2O_1C_1$ – 18,46%. По-високата норма на торене осигурява нарастване на продуктивността на сеитбооборотното звено в зависимост от системата на обработка на почвата (O_1 и O_2) и начина на използване на растителните остатѐци (варианти C_1 и C_2) – съответно със 188,8 и 134,9 KE/da, и 99,3 и 98,1 KE/da. Общото влияние на обработката на почвата и торенето се изразява с нарастването на продуктивността от 40,6 до 140,1 KE/da. Тези резултати показват, че с включването на царевичата в сеитбообращението при поливни условия се повишава общия хранителен баланс.

Таблица 14. Продуктивност на триполно сеитбообращение
в крмни единици

Варианти	Царевица			Ечемик		Рапица		Общо
	зърно	цар-к	как-ка	зърно	слама	Семена	раст. ост.	
T ₀ O ₁ C ₁	880.370	386,544	55,629	489.700	145,035	331,999	66,810	2356,087
T ₁ O ₁ C ₁	968.230	350,592	66,934	540.833	125,136	394,060	70,547	2516,332
T ₁ O ₁ C ₂	904.692	334,320	58,843	452.333	125,928	277,236	63,498	2216,850
T ₁ O ₁ C ₃	884.325	340,368	54,074	493.633	116,457	306,881	66,753	2262,491
T ₀ O ₂ C ₁	709.475	278,016	44,366	263.533	90,750	174,053	59,945	1620,138
T ₀ O ₂ C ₂	674.483	269,232	39,547	314.667	87,021	156,990	62,149	1604,089
T ₀ O ₂ C ₃	923.686	377,376	60,780	446.433	123,519	296,715	63,396	2291,905
T ₂ O ₂ C ₂	911.408	353,760	61,679	495.600	111,837	320,422	66,240	2320,946
T ₁ O ₂ C ₂	871.650	336,768	57,790	426.767	107,283	256,801	61,591	2118,650
T ₁ O ₂ C ₃	823.442	318,576	59,180	473.967	102,63	282,169	65,100	2125,064
T ₁ O ₂ C ₄	685.299	268,560	43,258	234.033	73,821	157,443	66,810	1529,224
T ₀ O ₃ C ₂	615.785	245,760	38,748	295.000	68,805	144,103	70,547	1478,748

От статистическия анализ се установи, че върху продуктивността на сеитбообращението през периода на изследване най-значимо въздействие е оказало торенето (при вероятност за грешка $p < 0.1\%$). От общото вариране в данните 93,51% се дължи на различните варианти на торене (таблица 6.6.9). Следва влиянието на растителните остатъци (2,36% от варирането също при $p < 0.1\%$).

Таблица 15. Добив (кр.ед.) – полски опит ОСЗП с. Ивайло, Пазарджик

Източник на вариране	Сума от квад.	Сума от кв. %	Ст. на св.	Среден квад.	F-отн.	Ниво на зн. (p)
Торене (F)	4487568.372	93.507	2	2243784.186	405.405	.000***
Обработка (ST)	12780.566	0.266	1	12780.566	2.309	.142 -
Раст.остатъци(O)	113512.279	2.365	1	113512.279	20.509	.000***
F*ST	42679.499	0.889	2	21339.749	3.856	.035 *
F*O	2255.861	0.047	2	1127.930	.204	.817 -
ST*O	2951.658	0.062	1	2951.658	.533	.472 -
F*ST*O	4608.852	0.096	2	2304.426	.416	.664 -
		2.768				
Грешка	132832.014		24	5534.667		
Обща сума	4799189.101		35			

Приложената система на обработка е оказала значимо влияние само при вариант на торене T₂ и внасяне на растителни

остатъци ($p < 5\%$). Най-ниска е продуктивността при вариантите без торене, като разликите им спрямо торените варианти са статистически доказани (при $p < 0.1\%$). Съвместното влияние на торенето и обработката е доказано при $p < 5\%$.

Най-значимо е въздействието на приложеното минерално торене с азот и фосфор, като по-високата торова норма повишава продуктивния потенциал 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, по-добре доказано при отглеждане на маслодайната рапица, извършването на разрохкване е с предимство спрямо традиционната обработка оран.

Ефективно нарастване на продуктивността на триполното сеитбообращение царевица-ечемик-рапица се осигурява при прилагане на система за обработка O_p , норма на торене T_2 и заораване на остатъчната растителна маса в почвата (C_p).



Царевица, 2014 г.



Ечемик, 2015 г.



Рашца, 2016 г.

Изводи

1. 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. За изследвания период е постигнато сравнително устойчиво ниво на продуктивност.

- Най-значимо е въздействието на приложеното минерално торене с азот и фосфор (93,51% от общото вариране), като с нарастване на нормата се повишава и продуктивния потенциал на отглежданите култури. За периода на изследване се установява положително въздействие на използваните неутрални и алкални торове – Калциево-амониев нитрат, Амофос и Eurbio върху продуктивността на отглежданите култури при условията на слабо до средно кисела рН на Псевдоподзолиста Канелена почва. Липсата на торене повлиява добивите по осезателно при рапицата, в сравнение с царевичата и ечемика.

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

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

- По-дълбоката обработка и по-високата норма на торене осигуряват формирането на повече биомаса и добиви на основна продукцията от отглежданите култури, в условията на използване на растителните остатъци.

2. От тригодишните изследвания се установи, че е налице агротехническо въздействие върху изследваните физични параметри на почвата.

- Съдържанието на влага в почвата се влияе основно от вида на приложената обработка (разрохкване като основна и оран като предсеитбена) и от начина на използване на растителните остатъци (варианти С₁ и С₂). През периода на изследването е установен дефицит на влага след изкласяването на ечемика и след бобообразуване при рапицата.

- Обемната плътност на почвата е физичния параметър, за поддържане на стойностите на който в границите на оптимума, се изисква по-продължителен методичен подход,

поради отчитането на стойности над $1,5 \text{ g/cm}^3$. Установеното в началото на експеримента преуплътняване в слоя 25- 40 ст се преодолява частично с провеждането на дълбоко разрохкване до дълбочината на извършване - 35 ст. За цялостно разоплътняване е необходима по-дълбока обработка.

- Твърдостта на изследваното почвено различие бележи същите тенденции, както и обемната плътност, като при дефицит на влага стойностите ѝ нарастват над критичната граница. В такива условия негативно се повлияват функциите на кореновата система на културните растения. Заораването на растителните остатъци има най-значимо въздействие върху стойностите на този параметър.

3. За краткият период на изследването не се установява намаление на съдържанието на усвоим азот, като последствие от заораването на растителните остатъци. Съдържанието на подвижния фосфор бележи известно намаление, което е резултат от приложеното торене и от износа с реализираната продукция. Въпреки краткият период на изследването се установява известно намаление в съдържанието на усвоими форми на калий.

4. Резултатите показват, че е необходимо балансирано торене с участието на всички макроелементи. В зависимост от запасите в почвата и изискванията на отглежданата култура, торовата норма трябва да бъде насочена към достигането на стабилно ниво на усвоимите фосфати и добро съдържание на калий, особено за почви, като изследваното почвено различие – Псевдоподзолиста Канелена почва.

5. От изследването се установи, че на най-благоприятна дълбочина на заораване на растителните остатъци 10-25 ст, средно за трите години след оран попадат 62.02% - 67.17% от заораните остатъци. Най-много остатъци в повърхностния 0-10 ст слой остават след провеждане на дискуване – над 60%. При почвеното различие – обект на изследването, не е желателно натрупването на значителни количества растителни остатъци в повърхностния слой, поради риск от допълнително киселяване.

- С внасянето на растителните остатъци в почвата нараства нейната влажност, по отчетливо през пролетния период – от 1,55 до 2,28%, докато преди прибиране на културите разликите са близки до стандартната грешка. Установено е снижаване на обемната плътност с $0,04 \text{ g/cm}^3$ до $0,13 \text{ g/cm}^3$ и на твърдостта до $39,48 \text{ kg/cm}^2$, което очертава тенденция за подобряване стойностите на изследваните физични параметри на почвата.

- Усвоимият калий намалява след отстраняване на растителните остатъци, вероятно поради износа с продукцията.

- Резултатите показват активизиране на микробиологичната дейност след заораване на растителните остатъци – установено е увеличение на количеството на целулозоразлагащите микроорганизми и на амонифициращите бактерии, най-чувствително при високата норма на торене и по интензивните обработки.

6. *Проучването показва, че в резултат на прилагането на интегрирана борба с плевелите в рамките на триполното сеитбообращение се ограничава заплевеляването в опитната площ.*

- При предсеитбена оран степента на заплевеляване е по-малка в сравнение с дискуването. При прилагане на дълбоко разрохкване се ограничава потенциала на заплевеляване поради намаляване на семенната банка в коренообитаемия почвен хоризонт.

- *При царевицата се оказва успешно прилагането на почвен хербицид, с което се ограничава развитието на коренищните многогодишни плевели.*

Приноси

Направена е комплексна оценка на ефекта от прилагането на нови решения в агротехниката при отглеждане на зърнени и маслодайна култури в сеитбообращение при условията на Псевдоподзолиста Канелена почва от Гарнотракийската низина.

С изследването се доказва предимството на системата с по-интензивни обработки на почвата в сеитбообращението за повишаване на продуктивността на отглежданите култури при конкретните почвено-климатични условия.

Проучени са промените в основни почвени параметри - физични, агрохимични и микробиологични под влияние на изследваните агротехнически фактори и е установено положително въздействие на продълбочаването на орния пласт и употребата на нови видове торове върху общия статус на изследваното почвено различие.

Доказана е положителната роля на използването на растителните остатъци за поддържане на някои физични и агрохимични параметри в по-благоприятен диапазон и активизиране на микробиологичната дейност в ризосферата на кореновата система, както и за повишаване на продуктивния потенциал на отглежданите култури.

Проучено е влиянието на изследваните агротехнически мероприятия върху развитието на плевелните видове. Доказан е ефекта от интегрирания метод за борба с плевелите, включващ по-интензивна обработка като механична борба, употребата на вегетационни хербициди при отглеждане на ечемик и рапица, и на почвен хербицид при царевицата, с което се ограничава развитието на коренищните многогодишни плевели.

СПИСЪК НА НАУЧНИТЕ ПУБЛИКАЦИИ, СВЪРЗАНИ С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД:

1. Димитров, И., М. Ненов, М. Иванов, Х. Георгиева, А. Самодова. (2016). Влияние на агротехническите мероприятия върху някои физични параметри на Псевдоподзолиста Канелена почва. Почвознание, агрохимия и екология, *50*, № 3–4, 179–186.
2. Иванов, М., И. Димитров, К. Недялкова, Х. Георгиева. (2017). Влияние на растителните остатъци върху някои параметри на почвата и добива от зимен ечемик и маслодайна рапица. Почвознание, агрохимия и екология, т. 51, № 1, 3–11.
3. Иванов, М., И. Димитров, 2018. Влияние на някои агротехнически фактори върху продуктивността на триполно сеитбообращение при агроекологичните условия на Горнотракийската низина. Растениевъдни науки, *т. 55*, (4), 14–23.