

ИВАН ДИМИТРОВ*, МАРТИН НЕНОВ*, СВИЛЕН РАЙКОВ**

*Институт по почвознание, агротехнологии и растителна защита „Н. Пушкиarov“, София

**Шуменски университет „Епископ Константин Преславски“, Шумен

Физични параметри при изпитване на нови агротехнически решения върху Излужена Смолница

Soil Physical Parameters of the Testing of New Agronomic Decisions on the Haplic Vertisols

I. Dimitrov, M. Nenov*, S. Raykov***

**N. Poushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection, Sofia, Bulgaria*

***University of Shumen “Bishop Konstantin Preslavski”, Shumen, Bulgaria*

Abstract

The long-lasting investigations of the application of cultivation practices show the importance of the method when we choose an appropriate agrotechnical decision. The progress of the technological and energetical innovations makes more current the search of the optimum between the necessity of concrete agrotechnical measure and the possibility for minimal negative influence on the soil and its fertility.

The purpose of the research is to determine the impact over some basic soil physical parameters of the combination of some agrotechnical measures, also new decisions concerning the cultivation of the soil.

In the last investigation it was found that the new decisions in the agrotechniques work on/have influence on some basic physical parameters of the soil – Haplic Vertisols. The accomplishment of line loosening instead of cultivation contributes to the movement of the capillary moisture of the humidity from the deeper layers to the surface which helps for the increase of the arable layer with 2%. At the same time, the bulk density is reduced to 0.05 g/cm³, the hardness – to 10.65 kg/cm². The part of the pores full with air increases.

The combined accomplishment of the pro soil treatments – plowing and harrowing as soon as of the sowing with the rolling of the surface also have positive influence contributing to the supporting of the values of the investigated parameters in more favorable range.

Key words: Haplic Vertisols, physical parameters, testing of new agronomic decisions

При съвременните направления в земеделието се получават значителни различия в агротехническите подходи при полското производство. Основа на агротехническия комплекс са сеитбообращенията. С навлизането в производството на енергийни култури, на хибриди с висока устойчивост към определени химични продукти, рязко се промени структурата на сеитбооборота. Дълготрайни изследвания по прилагането на агротехнически практики (Димитров, Борисова, 1996; Стой-

нев, 1973; Cascio, 1997; Ulrich, 2006) показват важноста на подхода при избора на дадено агротехническо решение. С развитието на технологичните и енергийните иновации все по актуално е търсенето на оптимума между необходимостта от конкретно агротехническо мероприятие и възможността за минимално негативно въздействие върху почвата и нейното плодородие.

Целта на изследването беше да се установи ефектът върху някои основни почвени фи-

зични параметри на комбинирането на някои агротехнически мероприятия, както и нови решения при обработката на почвата.

Материал и методи

Изследването е проведено върху почвен тип Излужена Смолница (Naplic Vertisols) – опитна база Божурище. Заложен е полски опит по блоковия метод в четири повторения с големина на опитните парцели 30 m², а на реколтите – 30 m². Схемата на експеримента е наложена върху предварително разработена методична постановка, включваща две сеитбообращения (схема 1), три варианта на система за обработка (схема 2), и три варианта на торене.

Новите технологични решения, обект на изследването са: при първата система се провежда междуредово разрохване на дълбочина 15 – 20 cm при отглеждане на окопни култури, което се сравнява с традиционното окопване с култиватор; при втората система са сравнени варианти с едновременно извършване на оран и брануване, както и на сеитбата с валиране, с такива, при които операциите се провеждат самостоятелно.

Определяни са основни параметри на физичната характеристика на почвата: механичен състав – по Качински; агрегатен анализ – чрез сухо и мокро пресяване; съдържание на почве-

на 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 – отчита на е с твърдомер с падаща тежест тип ДОРНИЙ на дълбочина до 40 cm; порьозност на почвата – изчислена е по формула, като съотношение на относителна плътност и обемна плътност. Направени са лабораторни анализи за ППВ и водопроницаемост на почвата преди залагането и при приключването на опита, както и на съдържанието на органично вещество. На получените резултати е направена статистическа обработка чрез дисперсионен анализ и е установена зависимостта на получените добиви от физичната характеристика на почвата.

Почвата на опитната площ (Излужена Смолница) е типичен представител за тежката разновидност на този почвен тип – съдържание на физична глина 78 – 80%, а на ил – 62%. Почвата е средно хумусна (съдържание на хумус 3,5%), характеризира се с висока буферност и пластичност. Въпреки това са установени признаци на преуплътняване в подорния слой.

Резултати и обсъждане

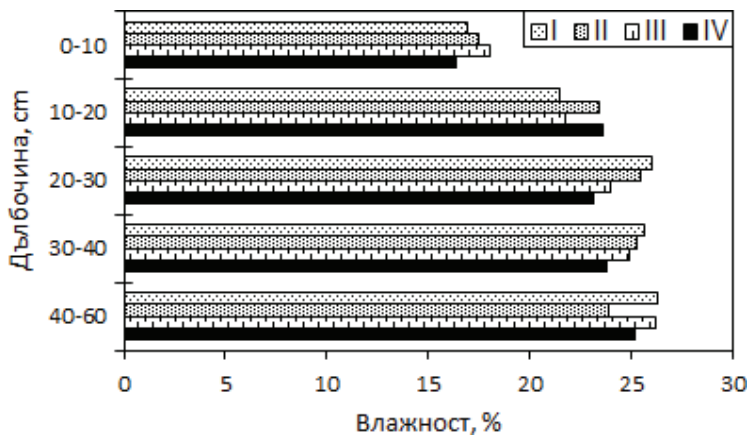
Проведените нови технологични решения оказват влияние върху основните воднофи-

Схема 1. Редуване на културите
Scheme 1. Crop rotation

Година	2008 – 2009	2009 – 2010	2010 – 2011	2011 – 2012
Първо сеитбообращение	Тритикале	Царевица	Пшеница	Нахут
Второ сеитбообращение	Пшеница	Кориандър	Пшеница	Рапица

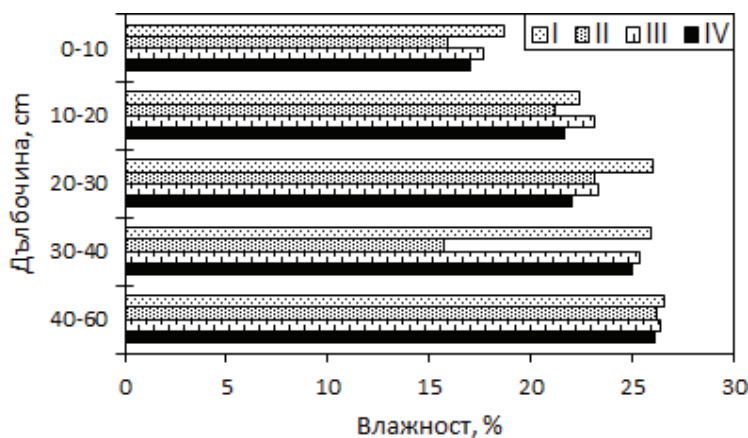
Схема 2. Системи за обработка на почвата
Scheme 2. Soil tillage systems

№ по ред	Култура	Година	Системи за обработка		
			O ₁	O ₂	O ₃
1.	Тритикале Пшеница	2008 – 2009	Разрохване 15 – 18 cm	Оран 15 – 18 cm	Дискуване 10 – 12 cm
2.	Кориандър Царевица	2009 – 2010	Оран 28 – 30 cm	Оран 28 – 30 cm	Разрохване 28 – 30 cm
3.	Пшеница	2010 – 2011	Дискуване 10 – 12 cm	Дискуване 10 – 12 cm	Дискуване 10 – 12 cm
4.	Нахут Рапица	2011 – 2012	Разрохване 20 – 25 cm	Оран 20 – 25 cm	Разрохване 20 – 25 cm



Фиг. 1. Съдържание на почвена влага при отглеждане на царевица (2010 г.) и нахут (2012 г.) при окопаване с разрохкване

Fig. 1. Soil moisture content in maize cultivation (2010) and chickpeas (2012) in entrenchment with loosening



Фиг. 2. Съдържание на почвена влага при отглеждане на царевица (2010 г.) и нахут (2012 г.) при окопаване без разрохкване

Fig. 2. Soil moisture content in maize cultivation (2010) and chickpea (2012) in entrenchment without loosening

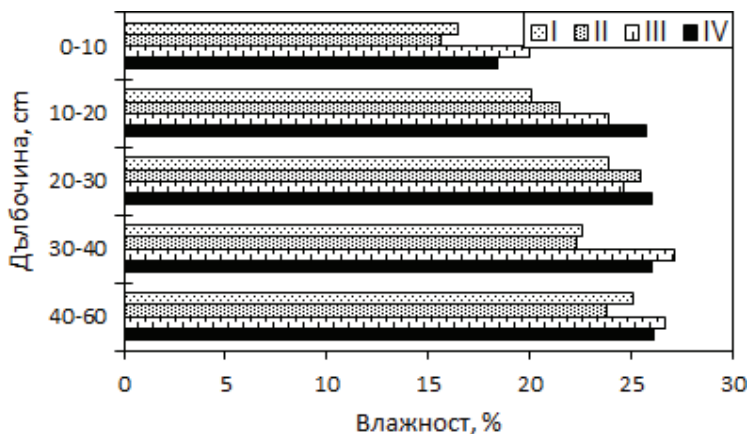
зични параметри на почвата – съдържание на влага, обемна плътност, твърдост и порьозност.

От анализа се установи, че разрохкването в междуредията на дълбочина 15 – 20 cm дава отражение върху съдържанието и придвижването на влагата по почвения профил. Във фаза 3-5-ти лист при царевицата в резултат на тази обработка влажността в слоя 0 – 30 cm (фиг. 1) е средно над 2% по-висока в сравнение с тази на парцелите с междуредово окопаване с култиватор (фиг. 2). От друга страна, със слоя 40 – 60 cm влагата намалява с 2,3%, а спрямо отчитането преди обработката – с 2,4%. Този факт показва, че с разрохкването в междуредията се подобрява струк-

турата на орния слой, което дава възможност за по-добро капиллярно придвижване на влагата от по-дълбоките слоеве към повърхността на профила. Сходна тенденция е установена и при отглеждането на нахута, като съдържанието на почвена влага е относително еднакво с това, измерено при царевицата с изключение на слоя 20 – 30 cm. При вариантите с разрохкване се установи по-силно просъхване в повърхностния слой (стойността на параметъра е с 1,7% по-ниска в сравнение с изходната), което е довело до задържане на повече влага в прилежащия 10 – 20 cm слой. Разликата от около 2% се дължи също на намаляване на влажността в по-дълбоките слоеве в резултат на капиллярното придвижване.

При едновременното извършване на предсеитбената оран и брануването, както и на сеитбата с валирането, не се установява съществено влияние върху съдържанието и пространственото придвижване на влагата в слоя 0 – 60 cm (фиг. 3) в сравнение с последователното извършване на мероприятията (фиг. 4). Наблюдава се известно повишаване на влажността в слоя 20 – 30 cm и през двете години на предсеитбена подготовка, което е за сметка на намаляване процентното съдържание на влага в по-дълбоките слоеве. През есента на 2010 г. при по-висока влажност се установява нарастване на влагата с около 2% в слоя 20 – 30 cm, което е в резултат на капиллярното придвижване към повърхността. Във вариантите с разделно извършване, влажността на изследвания слой е средно с 1,3% по-висока (фиг. 3) спрямо тази на парцелите със самостоятелно провеждане на агротехническите мероприятия. Макар и статистически недоказана, съществува тенденция към по-добро съхранение на оскъдната влага в почвата.

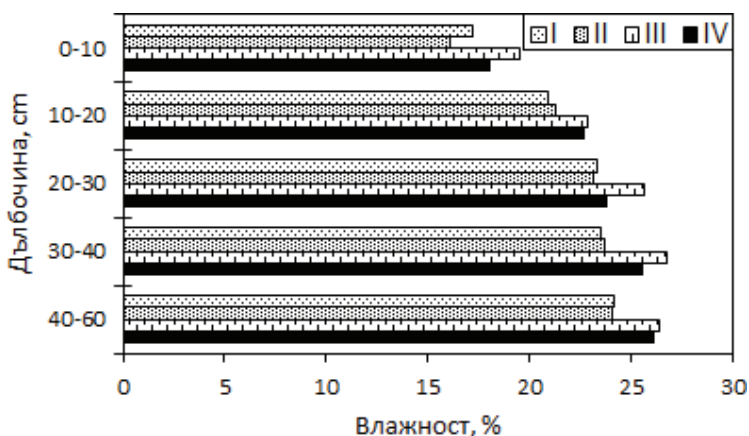
По-съществени са промените в стойностите за обемната плътност на почвата в резултат на междуредовото разрохкване при окопните култури и съчетаването на агротехническите мероприятия при пшеницата.



Фиг. 3. Съдържание на почвена влага при отглеждане на пшеница (2008 и 2010 г.) при сеитба + валиране
 Вариант: I - изходно състояние преди сеитба 2008 г.; II - след сеитба 2008 г.; III - изходно състояние преди сеитба 2010 г.; IV - след сеитба 2010 г.

Fig. 3. Soil moisture content in wheat cultivation (2008 and 2010) at sowing + rolling

Options: I - Baseline before sowing in 2008; II - after sowing in 2008; III - Baseline before sowing in 2010; IV - After sowing in 2010



Фиг. 4. Съдържание на почвена влага при отглеждане на пшеница (2008 и 2010 г.) при: 1) Сеитба; 2) Валиране
 Вариант: I - изходно състояние преди сеитба 2008 г.; II - след сеитба 2008 г.; III - изходно състояние преди сеитба 2010 г.; IV - след сеитба 2010 г.

Fig. 4. Soil moisture content in wheat cultivation (2008 and 2010) in: 1) Sowing; 2) Rolling

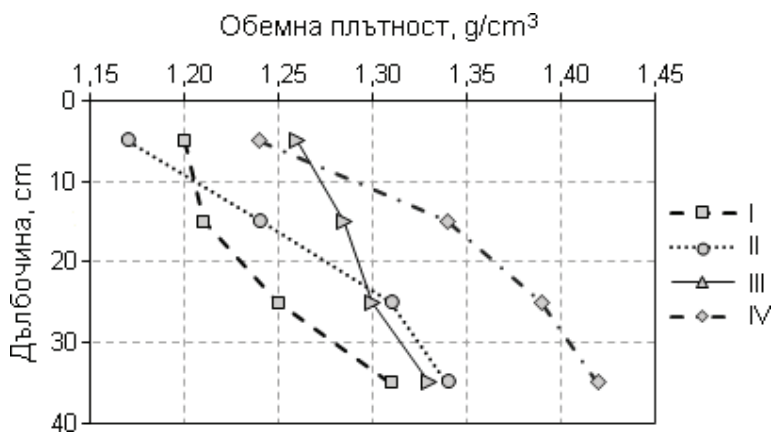
Options: I - baseline before sowing in 2008; II - after sowing in 2008; III - baseline before sowing in 2010; IV - after sowing in 2010

При отглеждане на царевица на парцелите с междуредово разрохкване на 15 – 20 cm обемната плътност в слоевете 10 – 20 cm и 20 – 30 cm е съответно с 0,06 g/cm³ и 0,04 g/cm³ по-ниска от измерената на опитната площ с междуредово култивиране (фиг. 5 и 6). При отглеждане

на нахут тези разлики са съответно 0,07 g/cm³ и 0,05 g/cm³. Следователно в резултат на проведеното разрохкване се подобрява съдържанието на влага в орния слой 0 – 30 cm, съответно с 2,31% и 1,37%, което пък в корелационна връзка понижава стойностите на обемната плътност. Установено беше, че и през двете години и при двата посева – с царевица и нахут за период от 20 дни разликите в обемната плътност на сравняваните парцели с междуредова обработка в посочените слоеве са значителни и статистически доказани. При вариантите с култивиране обемната плътност в слоевете 10 – 20 cm и 20 – 30 cm в периода между двете измервания нараства съответно с 0,11 g/cm³ и 0,09 g/cm³ при царевицата, и с 0,10 g/cm³ и 0,13 g/cm³ – при нахута (фиг. 6).

Разлики в стойностите за обемната плътност на изследваното почвено различие (Излужена Смолница) са установени и при различното прилагане на предсеитбената обработка, сеитбата и валирането на площта през двете години на отглеждане на пшеницата. През 2008 година, както в слоя на дълбочината на обработката 0 – 20 cm, така и в прилежащия 20 – 30 cm слой при отделното извършване на агротехническите мероприятия обемната плътност нараства с 0,5 g/cm³ (фиг. 7). При едновременно извършване на оранта с брануването и на сеитбата с валирането, стойностите на показателя почти не се променят – леко нарастване с 0,02 g/cm³ в повърхностния слой 0 – 10 cm и в слоя 20 – 30 cm, а понижаване – също с 0,02 g/cm³ в слоя 10 – 20 cm (фиг. 8). По-значителни са разликите през есента на 2010 г., което се дължи и на разликите в съдържанието на почвена влага.

И при двата подхода на агротехника в повърхностния слой 0 – 10 cm обемната плътност нараства с 0,06 g/cm³. В слоевете 10 – 20 cm и 20 – 30 cm при последователно извършване на мероприятията стойностите за показателя остават непроменени, докато при едновремен-

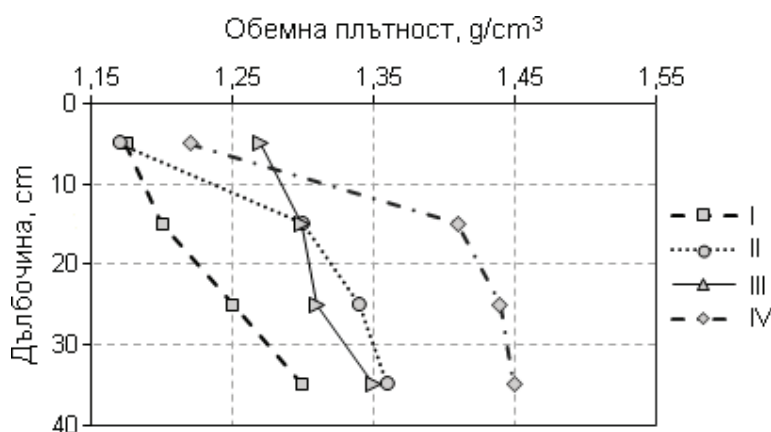


Фиг. 5. Объемна плътност на почвата при отглеждане на царевица (2010 г.) и нахут (2012 г.) при окопаване с разрохкване

Варианти: I - изходно състояние преди междуредова обработка на царевица; II - след извършване на междуредова обработка на царевица; III - изходно състояние преди междуредова обработка на нахут; IV - след извършване на междуредова обработка на нахут.

Fig. 5. Soil bulk density under maize cultivation (2010) and chickpeas (2012) in the entrenchment with loosening

Options: I - baseline before intercrops processing of maize; II - after intercrops processing of maize; III - baseline before intercrops processing of chickpeas; IV - after the intercrops processing chickpeas.



Фиг. 6. Объемна плътност при отглеждане на царевица (2010 г.) и нахут (2012 г.) при окопаване без разрохкване

Варианти: I - изходно състояние преди междуредова обработка на царевица; II - след извършване на междуредова обработка на царевица; III - изходно състояние преди междуредова обработка на нахут; IV - след извършване на междуредова обработка на нахут.

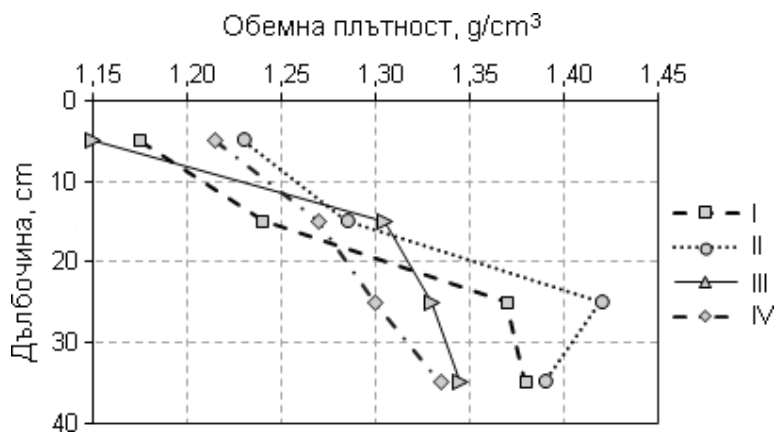
Fig. 6. Soil bulk density under maize cultivation (2010) and chickpeas (2012) in the entrenchment without loosening

Options: I - baseline before intercrops processing of maize; II - after intercrops processing of maize; III - baseline before intercrops processing chickpeas; IV - after the intercrops processing chickpeas.

ното им извършване стойностите на объемната плътност се понижават съответно с $0,05 \text{ g/cm}^3$ и $0,04 \text{ g/cm}^3$ (фиг. 8). Макар и незначително, понижена е и объемната плътност в слоя 30 – 40 см. Следователно намаляването на преходите при предсеитбената подготовка и сеитбата води до намаляване и на риска от прекомерно уплътняване на орния слой.

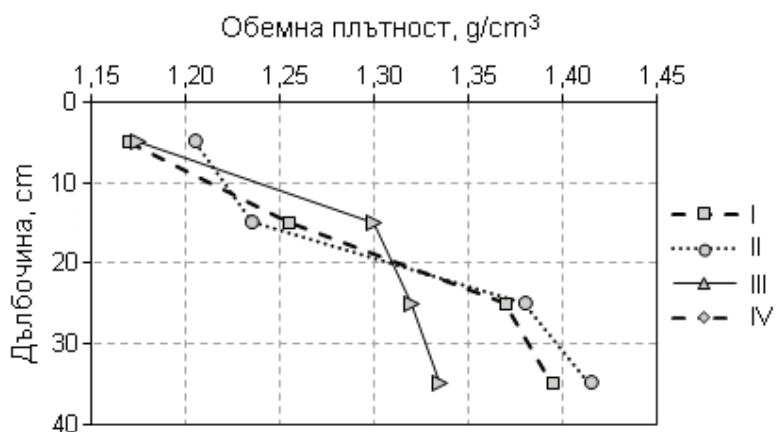
Твърдостта (съпротивление на проникване) на почвата е показател, корелационно зависим от влажността и объемната плътност на почвата. Затова тенденциите, установени в динамиката на тези параметри, се установяват и в измерените стойности за твърдостта на почвата. При традиционното междуредово окопаване с култиватор стойностите за твърдостта в слоевете до дълбочината на обработката нарастват с $5,54$ до $8,02 \text{ kg/cm}^2$ (фиг. 9). В слоя, разположен под тази дълбочина (15 – 20 см) разликата между изходящото измерване и извършеното 20 дни по-късно е $11,18 \text{ kg/cm}^2$, като е най-голямата за целия изследван профил. При варианта с разрохкване, с изключение на слоя 0 – 5 см, където твърдостта нараства с $15,12 \text{ kg/cm}^2$ вследствие на образуваната почвена кора, в обработения слой до 20 см дълбочина стойностите на параметъра намаляват с $9,56$ до $12,14 \text{ kg/cm}^2$. Този факт показва, че ефектът от проведеното разрохкване на почвата се запазва за периода от 20 дни между двете измервания. С по-ниски измервания е твърдостта и в почвения слой 20 – 30 см спрямо първоначално измерената. Тази тенденция е още по-силно подчертана при отглеждането на нахут на опитната площ. За целия обработен слой 0 – 20 см се установява понижаване на стойностите на твърдостта от $8,24$ до $35,24 \text{ kg/cm}^2$ в сравнение с контролното измерване преди обработката (фиг. 9).

При отглеждане на пшеницата и през двете години тези тенденции



Фиг. 7. Объемна плътност при отглеждане на пшеница (2008 и 2010 г.) при: 1) Сеитба; 2) Валиране
 Варианти: I - изходно състояние преди сеитба на пшеница, 2008 г.; II - след сеитба и валиране, 2008 г.; III - изходно състояние преди сеитба на пшеница, 2010 г.; IV - след сеитба и валиране, 2010 г.

Fig. 7. Soil bulk density in wheat cultivation (2008 and 2010): 1) Sowing; 2) Rolling
 Options: I - baseline before sowing of wheat, 2008; II - after drilling and rolling, 2008; III - baseline before sowing of wheat, 2010; IV - after drilling and rolling, 2010.



Фиг. 8. Объемна плътност при отглеждане на пшеница (2008 и 2010 г.) при сеитба + валиране
 Варианти: I - изходно състояние преди сеитба на пшеница, 2008 г.; II - след сеитба и валиране, 2008 г.; III - изходно състояние преди сеитба на пшеница, 2010 г.; IV - след сеитба и валиране, 2010 г.

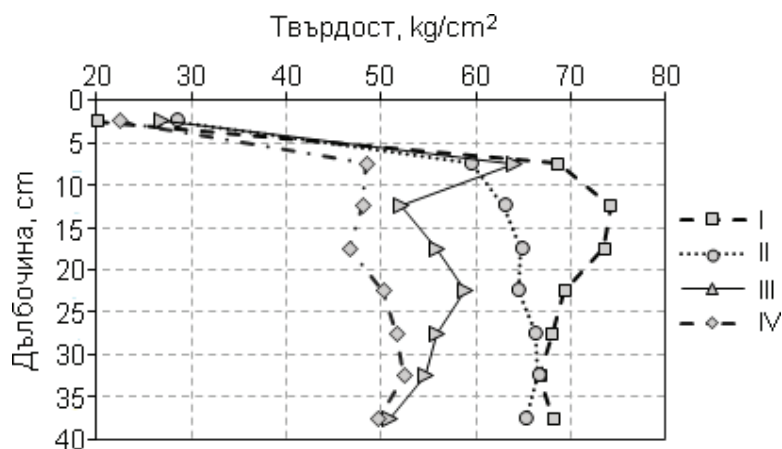
Fig. 8. Soil bulk density in wheat cultivation (2008 and 2010) at sowing + rolling
 Options: I - baseline before sowing of wheat, 2008; II - after drilling and rolling, 2008; III - baseline before sowing of wheat, 2010; IV - after drilling and rolling, 2010.

на стойности промени в параметъра също са установени. Като резултат от понижено съдържание на влага през есенния период разликите са по-малки и статистически недоказани. През 2008 г. последователното извършване на агротехническите мероприятия е повишило стойностите на параметъра в слоя до 19 cm дълбочина, а в другите се наблюдава изравняване на стойностите от двете измервания (фиг. 10). При комбиниране на операциите обработката на почвата понижава твърдостта на почвата с 3,06 до 8,24 kg/cm², т. е. не се установява нарастване за интервала между двете измервания. През есента на 2010 г. на парцелите с разделено извършени мероприятия твърдостта на обработения слой нараства по-отчетливо на дълбочина 5 – 15 cm (6,65 kg/cm²). В резултат на уплътняването в слоя 20 – 30 cm стойностите за параметъра са със слабо нарастване.

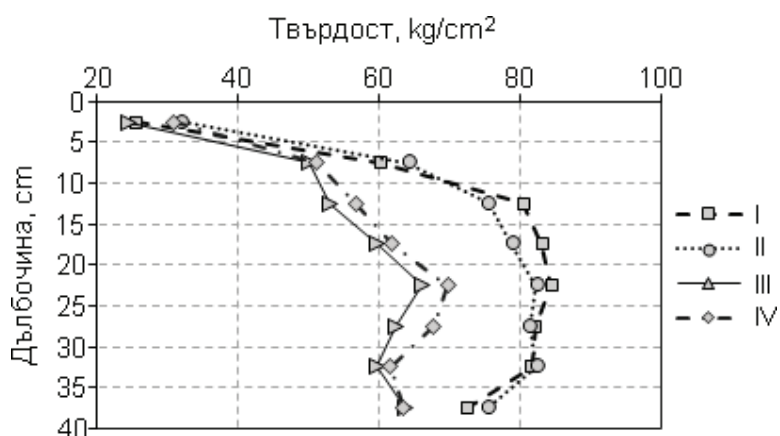
Промените в общата порьозност на почвата са аналогични. При разрохкване в междуредията порьозността в обработения слой нараства с 3,8 – 7,1%, докато след култивиране само в слоя 0 – 10 cm се запазва в рамките на измерените преди това стойности – 46,15% до 51,2%. В резултат на разрохкването нараства делът на аерационните пори от 11,4% на 14,7%. Този ефект при междуредовото окопаване е незначителен.

Същите тенденции в промените на порьозността под въздействие на агротехническите мероприятия, но по-слабо вариращи, са установени и при предсеитбената подготовка на почвата за пшеница. Комбинирането на обработките намалява въздействието върху почвата в орния слой и порьозността се запазва, дори в слоя 10 – 20 cm леко нараства – от 41,8% на 43,1%.

Заклучение



Фиг. 9. Твърдост на почвата при отглеждане на царевица и нахут
 Fig. 9. Soil penetration resistance in growing maize and chickpeas



Фиг. 10. Твърдост на почвата при отглеждане на пшеница (2008 и 2010 г.)
 Fig. 10. Soil penetration resistance in growing wheat (2008 and 2010)

От проведеното изследване се установи, че новите решения в агротехниката влияят върху някои основни физични параметри на почвата – Излужена Смолница. Извършването на междуредово разрохкване вместо култивиране спомага за капилярното придвижване на влагата от по-дълбоките слоеве към повърхността, с което влажността в орния слой нараства с над 2%. Същевременно обемната плътност се понижава с 0,05 g/cm³, а твърдостта – с 10,65 kg/cm². Нараства делът на порите, заети с въздух.

Комбинираното извършване на предсеитбените обработки – оран и брануване, както и на сеитбата с валиране на площта, също оказва положително влияние, като спомага за поддържане стойностите на изследваните параметри в по-благоприятен диапазон.

Литература

Димитров, И., М. Борисова. 1996. Промени на някои физични параметри на почвата след уплътняване от колелата на селскостопанските машини. ротехнически и хидромелиоративни въздействия. Автореферат. ИП „Н. Пушкарлов“, София.
Почвознание агрохимия и екология, № 6, 3-6

Ненов, М. 2008. Оценка на воднофизични, топлинни и електрически свойства на почвата при аг-

Стойнев, К. 1973. Влияние на уплътняването върху физичните свойства и ефективното плодот-

родие на излужен чернозем-смолница и излужена канелена горска почва. Дисертация. София.

Cascio, B., Casa, R., Rossini, F. 1997. Soil properties affected after 9 years of different tillage systems on continuous wheat in Central Italy. Proceedings 14th ISTRO Conference, Pulawy, Poland, b. *Fragmenta Agronomica*, t. 2A., p. 139-142

Fleige, H., R. Horn. 2000. Field experiments on the effect of soil compaction on soil properties, runoff, interflow and erosion. In: R. Horn, J. J. H. van den Akker and J. Arvidsson (Editors). *Subsoil compaction. Distribution, Processes and Consequences. Advances in GeoEcology*, 32, p. 258-268

Dimitrov, I., M. Borissova. 2000. Modifications of some physical properties of leached Vertisol depending on soil tillage and crop rotation. First National BHSS-BSTRS Conference 2000, Borovec, p. 136-138

Kutilek, M. 2006. Soil hydraulic functions in soil use. Proceedings 17th Triennial ISTRO Conference, Kiel, Germany, p. 207-219

Ulrich, S. et al. 2006. Influence of tillage on soil quality in a long – term trial in Germany. Proceedings 17th Triennial ISTRO Conference, Kiel, Germany, p. 534-539