

Агротехническо въздействие върху физичната характеристика на почвата и начини за отстраняване на негативните промени. I. При неполивни условия

И. Димитров, М. Ненов, Н. Трайков, Р. Тончева, И. Герасимова

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

Резюме

Физичната характеристика на почвата има съществено значение за развитието на репродуктивния потенциал на земеделските култури.

Съвременните научни изследвания доказват, че извършването на обработката на почвата като стройна система в рамките на сеитбообращението е основа за преодоляването на негативните промени във физичната характеристика на основните почвени различия.

Целта на изследването беше да се установи ефектът върху някои основни физични параметри на комбинираното въздействие на земеделската техника при извършването на агротехническите мероприятия, както и възможностите за отстраняване на негативните промени чрез нови решения при обработката на почвата и други технологични операции.

От тригодишните изследвания е установено, че е налице агротехническо въздействие върху физичната характеристика на почвата. Съдържанието на влага в почвата се влияе основно от постъпването на валежна вода. В някои фази от развитието на отглежданите култури се установява зависимост от вида на приложената система за обработка на почвата. Обемната плътност на почвата е най-динамично променящият се физичен параметър. Установеното в началото на експеримента преуплътняване в слоя 25 – 35 cm успешно се преодолява с провеждането на дълбоко разрохкване под дълбочината на преуплътнения почвен слой. Потвърден е изводът от предишни изследвания, че уплътняването на почвата има наслагващ се ефект, и за преодоляването му не може да се разчита само на природния фактор – замръзване и размръзване на почвата в орния слой.

Ключови думи: физични параметри на почвата, ротация на култури, уплътняване на почвата, неполивни условия

Agrotechnical impacts on the physical characteristic of the soil and ways to remove the negative changes. I. under non-irrigation conditions

I. Dimitrov, M. Nenov, N. Traikov, R. Toncheva, I. Gerasimova

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

Abstract

Physical characteristic of the soil is essential for the development of the reproductive potential of agricultural crops. Modern scientific research has shown that the cultivation of soil as a lean system within crop rotation is the basis for overcoming the negative changes in the physical parameters of the main soil differences.

The aim of the study is to determine the effect on some basic physical parameters of the combined impact of agricultural machinery in the performance of agrotechnical measures as well as the possibilities of removing negative changes through new solutions in soil treatment and other technological operations.

Triennial studies have found that there is an agrotechnical impact on the physical characteristics of the soil. The moisture content of the soil is mainly influenced by the intake of rain water. In some phases of the cultivation of crops there is established a dependence on the type of applied soil tillage system. Bulk density is the most dynamically changing physical parameter. The over compaction at the beginning of the experiment in the 25 – 35 cm layer was successfully overcome by applying a deep loosening under the depth of the compacted soil layer. It has been confirmed from previous studies that soil compaction has an overlapping effect and that overcoming cannot be relied the natural factor – solely on freezing and defrosting the soil in the plough layer.

Key words: physical parameters of soil, crop rotation, soil compaction, non-irrigation conditions

Физичната характеристика на почвата има съществено значение за развитието на репродуктивния потенциал на земеделските култури. При съвременните направления в земеделието се получават значителни различия в агротехническите подходи при полското производството. Дълготрайни изследвания по прилагането на агротехнически практики (Димитров и др., 1996; Стойнев, 1973; Cascio et al., 1997; Ulrich, 2006) показват важността 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.

Основен начин за регулиране на отделните физични параметри е прилагането на подходящи обработки на почвата (Стойнев и др., 1986; Convertini, 1997; Paltineanu, 2002; Van der Akker, 2006). Съвременните научни изследвания доказваха, че извършването на почвообработките като стройна система в рамките на сеитбообращението е основа за преодоляване на негативните промени във физичната характеристика на основните почвени различия (Димитров, Борисова, 1996; Стойнев и др., 1986; Янков, 2005; Cascio et al., 1997). Практиката показва, че са необходими агротехнически средства, които да компенсират

отрицателните последствия, особено при настъпващите напоследък промени в климата и чести засушавания.

Целта на изследването беше да се установи ефектът върху някои основни почвени физични параметри на комбинираното въздействие на земеделската техника при извършването на агротехнически мероприятия, както и възможностите за отстраняване на негативните промени чрез нови решения при обработката на почвата и други технологични операции.

Материал и методи

Изследването е проведено в полски опити, заложи по блоковия метод на база Божурище и опитното поле на ИФРГ – БАН, в четири повторения с големина на опитните парцели 60 m², а на реколтните – 40 m². Схемата на експеримента е наложена върху предварително разработена методична постановка, включваща сеитбообращение (схема 1), два варианта на система за обработка (схема 2) и три варианта на торене – неторено и торено с една норма и два начина на избор на минерален тор.

Проучвано е влиянието на системите върху основните параметри на физичната характеристика в три фази от развитието на културите: за царевицата – при поникване, 9-10-и лист и изметляване; за пшеницата – при поникване, вретене и млечна зрялост на

зърното. Поради обема на данните са отразени резултатите за две от измерванията.

Определяни са следните показатели:

– Механичен състав – лабораторно в процент към въздушно сухо състояние;

– 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 cm³ на дълбочина на слоя до 40 cm, през 10 cm дебелина на слоя;

– Относителна плътност – по пикнометричния метод;

– Твърдост на почвата – отчитана с твърдомер с падаща тежест тип ДОРНИЙ, конус с ъгъл 30°, на дълбочина до 40 cm, послойно през 5 cm;

– Обща порьозност – чрез стойностно изражение на обемната плътност и относителното тегло.

Изследваното почвено различие в ОБ Божурище е представително за най-тежката по механичен състав Излужена Смолница със съдържание на физична глина (частици < 0,01 mm) над 73% и на ил (< 0,001 mm) от 53,3 до 58,0%. Почвата се характеризира с мощен около един метър дълбочина хумусен хоризонт със зърнесто-троховидна структура. Иловата фракция съдържа предимно смесенослоисти минерали – около 75%, образувани от пакетите на хидрослюдите и монтморилонита. Глинестите минерали са в много висока степен на дисперсност, което обуславя динамичните промени в структурното състояние на почвата.

Почвата в ОБ ИФРГ – БАН е Ливадно-канелена с тежко пясъкливо-глинест механичен състав, съдържание на физична глина (частици < 0,01 mm) 47,8 – 57,6% и на ил (< 0,001 mm) от 35,3 до 38,3%, преобладаваща фракция в структурата е тази на едрия пясък. Вследствие на продължително прилагане на напояване има измиване на фини илести частици и наслагване в подорния слой на почвата.

Схема 1. Сеитбообращения за периода 2013 – 2016 г.

Scheme 1. Crop rotation of the period 2013 – 2016

Година; Сеитбообращения	2013 – 2014	2014 – 2015	2015 – 2016
Първо сеитбообращение	царевица	пшеница	царевица

Схема 2. Система за обработка на почвата в първо сеитбообращение

Scheme 2. Soil tillage system in crop rotation

Култура	Система O ₁	Система O ₂
Царевица	оран 25 – 30 cm разрохване 40 – 45 cm	дискуване 10 – 12 cm оран 25 – 30 cm
Зимна житна	оран 12 – 15 cm	дискуване 10 – 12 cm
Царевица	дискуване 10 – 12 cm оран 28 – 30cm	оран 23 – 25 cm

Резултати и обсъждане

Моментното съдържание на влага в почвата установено при поникването и края на вегетацията на царевицата, отглеждана през първата 2014 година е повлияно от приложената агротехника, въпреки че значителното постъпление на валежна вода понижава ефекта на въздействие (фиг. 1). В опита в ОБ Божурище количеството на валежите през периода май-септември превишава с 270 l/m^2 тези от другата база в Горни Лозен.

По-съществено е влиянието на вида на приложената обработка. В резултат на извършеното разрохкване и при двете почвени разновидности се установява по-високо съдържание на влага: при Излужената Смолница 1,45% и 1,90% за слоя 20 – 30 cm; 1,50% и 1,87% за слоя 30 – 40 cm; 2,70% и 3,95% за слоя 40-60 cm, а при Ливадно-канелената почва (фиг. 1b) съответно 2,95% и 3,44% за слоя 20 – 30 cm; 4,64% и 4,33% за слоя 30 – 40 cm; 2,70% и 2,98% за слоя 40 – 60 cm. За по-дълбоко разположените слоеве разликите са статистически доказани. При двете почвени различия преди залагането на опитите е установено наличието на уплътнен подорен слой. С проведената обработка под зоната на неговото разположение е подобрена водопроницаемостта на почвата.

Косвено влияние върху съдържанието на почвена влага са оказали торенето и борбата срещу плевелите. Осигурени са оптимални условия за растеж и развитие на растенията от царевицата, като е постигнато по-плътено покритие на почвената повърхност, възпрепятстващо изпарението на почвена влага. С успешното отстраняване на конкуренцията на плевелите пък е намален разходът на вода от почвата.

През 2015 година в двата опита, в Софийското поле, отглежданата култура е пшеница. През есента на 2014 г. се закъсня с прибирането на реколтата от предшественика, въпреки че хибридният царевица бе от групата на средно ранните. Прекомерното почвено и атмосферно овлажняване доведе до удължаване на вегетацията и трудно отдаване на влага при узряване на зърното. Опитът, заложен върху Излужената

Смолница беше прибран по-късно.

Във фаза вретенене на пшеницата на опитната площ в ОБ Божурище влажността на Излужената Смолница е 73 – 78% от ППВ (фиг. 2a). По-високи стойности от 1,7 до 2,5% са отчетени на парцелите с обработка дълбоко разрохкване за предшественика.

При Ливадно-канелената почва влажността е по-ниска (69 – 73% от ППВ) – фиг. 2b.

В края на вегетацията след цъфтежа настъпи трайно засушаване. При Смолницата влажността е около влага на завяхване 15,17 – 19,15% с изключение на повърхностния слой и най-дълбоко по профила (40 – 60 cm), където влажността е 53 – 57% от ППВ (фиг. 2a). По варианти на обработка на почвата е установено по-ниско съдържание в дълбоките слоеве 30 – 40 cm и 40 – 60 cm на парцелите с приложено дълбоко разрохкване, което се дължи на по-засилено изпарение по капилярен път.

При Ливадно-канелената почва в Горни Лозен стойностите за съдържанието на почвена влага също са около влага на завяхване (фиг. 2b). Тук тенденцията е противоположна, като макар и статистически недоказани, разликите в измерените стойности за влажността показват 1 – 2% повече влага на парцелите с приложено разрохкване на 35 – 40 cm срещу предшественика.

Моментното съдържание на влага в почвата, установено в началото и края на вегетацията на царевицата през вегетационната 2016 г. е повлияно от приложената агротехника. По-съществено е влиянието на вида на приложената обработка. В резултат на извършената оран се установява по-високо съдържание на влага при Излужената Смолница 2,15% и 1,80% за слоя 20 – 30 cm; 1,60% и 1,80% за слоя 30 – 40 cm (фиг. 3a). За по-дълбоко разположените слоеве разликите са статистически доказани.

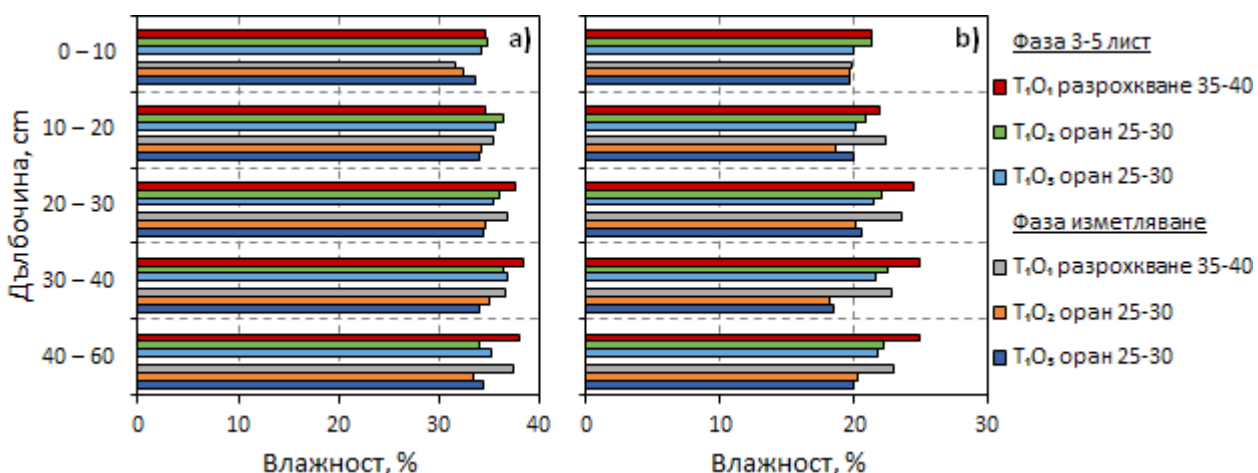
В края на вегетацията след изметляване настъпи трайно засушаване. Съдържанието на почвена влага, отчетено през този период е с ниски стойности (фиг. 3). При Смолницата влажността е около влага на завяхване 17,0 – 19,45% с изключение на най-дълбоко разположения по профила слой (40 – 60 cm),

където влажността е 59 – 63% от ППВ.

При Ливадно-канелената почва в Горни Лозен стойностите за съдържанието на почвена влага също са около влага на завяхване. Установено е постепенно нарастване на съдържанието на почвена влага по дълбочина на профила. Макар и статистически недоказани в слоевете 20 – 30 cm и 30 – 40 cm съдържанието на почвена влага е с 1,2% и 1,9% по-високо при вариантите с по-голяма дълбочина на оран (фиг. 3b).

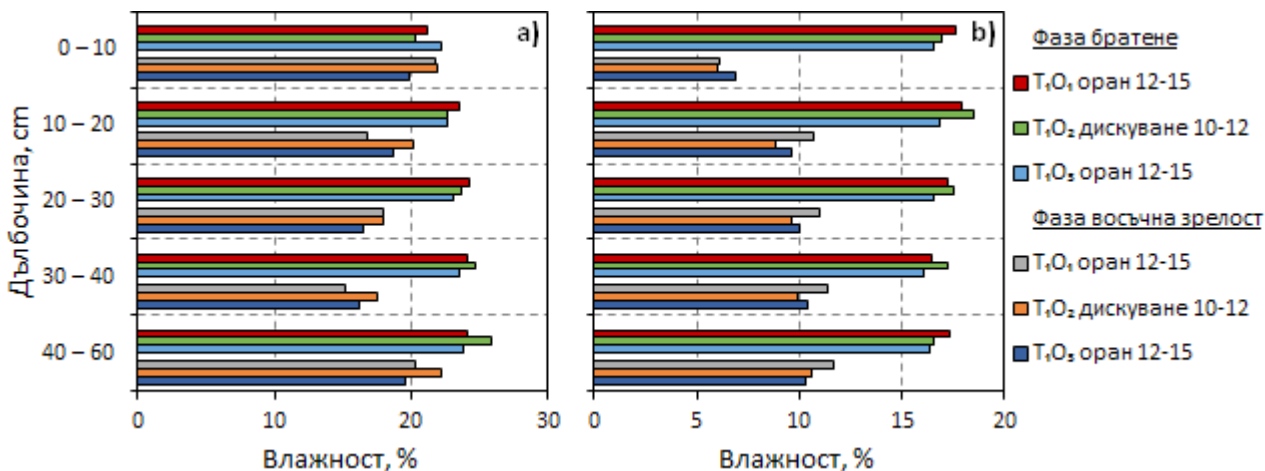
Обемната плътност на почвата е в корелационна връзка с влажността на почвата. През 2014 година отчетените стойности за параметъра са в границите на оптималните за развитието на кореновата маса на растенията.

При Излужената Смолница в слоя 30 – 40 cm стойностите на параметъра са с 0,10 g/cm³ и 0,11 g/cm³ по-високи на парцелите с оран в сравнение на тези, с извършено разрохкване (фиг. 4a).



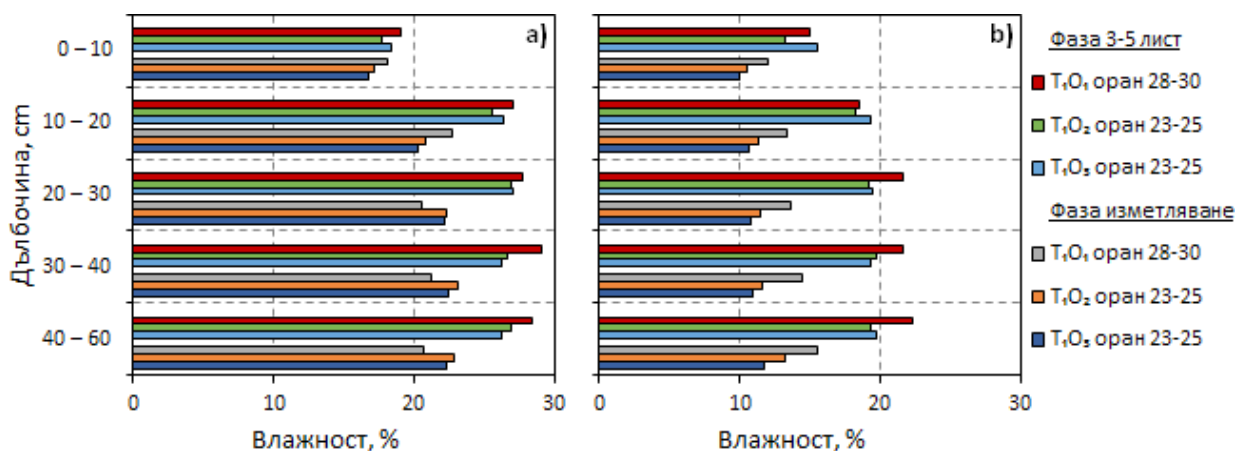
Фиг. 1. Съдържание на почвена влага в тегловни % 2014 г. – **царевица** (a - Божурище, b - Горни Лозен)

Fig. 1. Moisture content in % by weight 2014 – **maize** (a - Bozhuriste, b - Gorni Lozen)

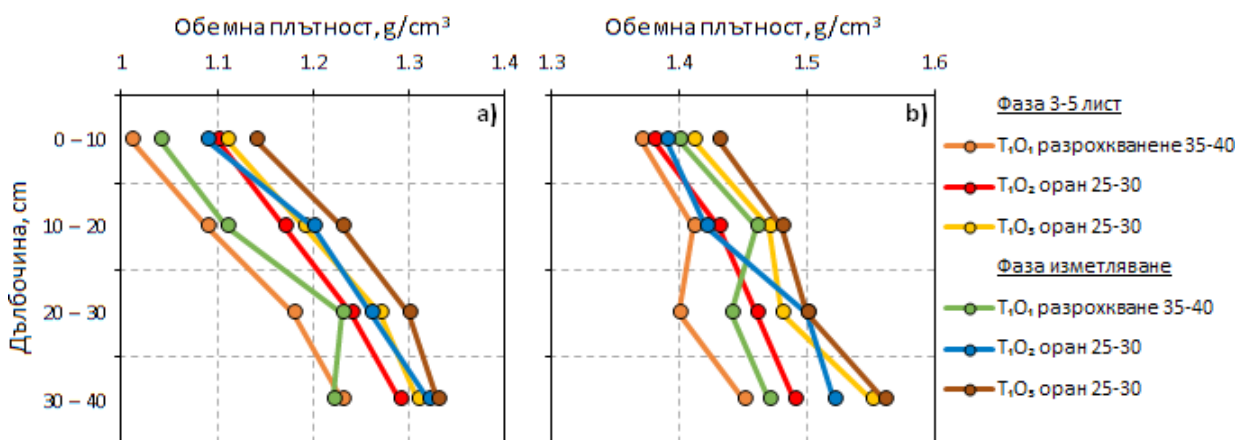


Фиг. 2. Съдържание на почвена влага в тегловни % 2015 г. – **пшеница** (a - Божурище, b - Горни Лозен)

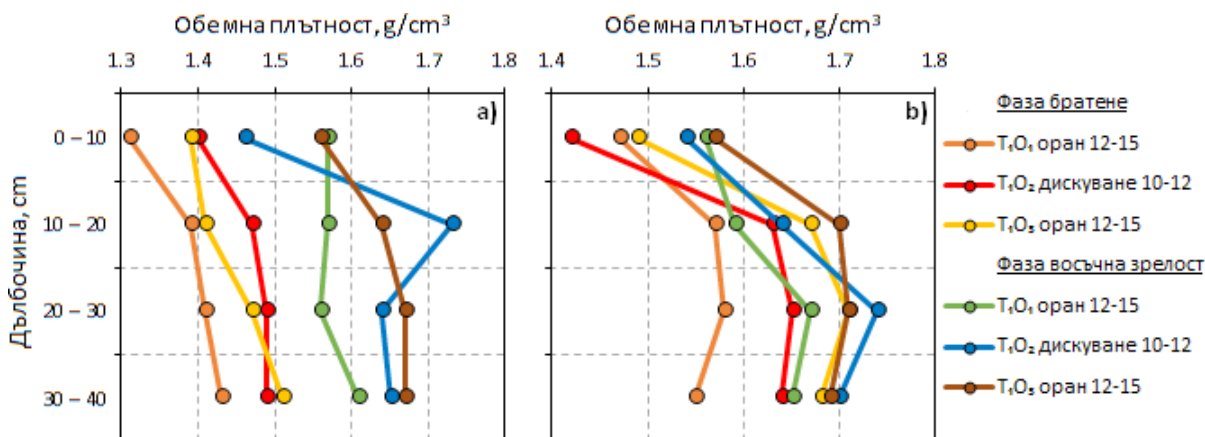
Fig. 2. Moisture content in % by weight 2015 – **wheat** (a - Bozhuriste, b - G. Lozen)



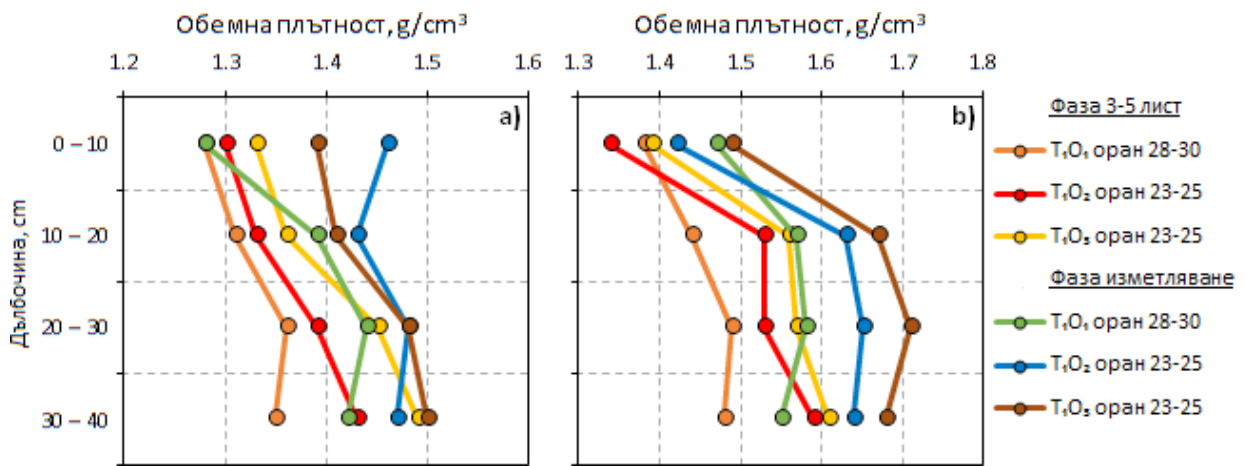
Фиг. 3. Съдържание на почвена влага в тегловни % 2016 г. – **царевица** (а - Божурище, б – Г. Лозен)
Fig. 3. Moisture content in % by weight 2016 – **maize** (a - Bozhuriste, b - G. Lozen)



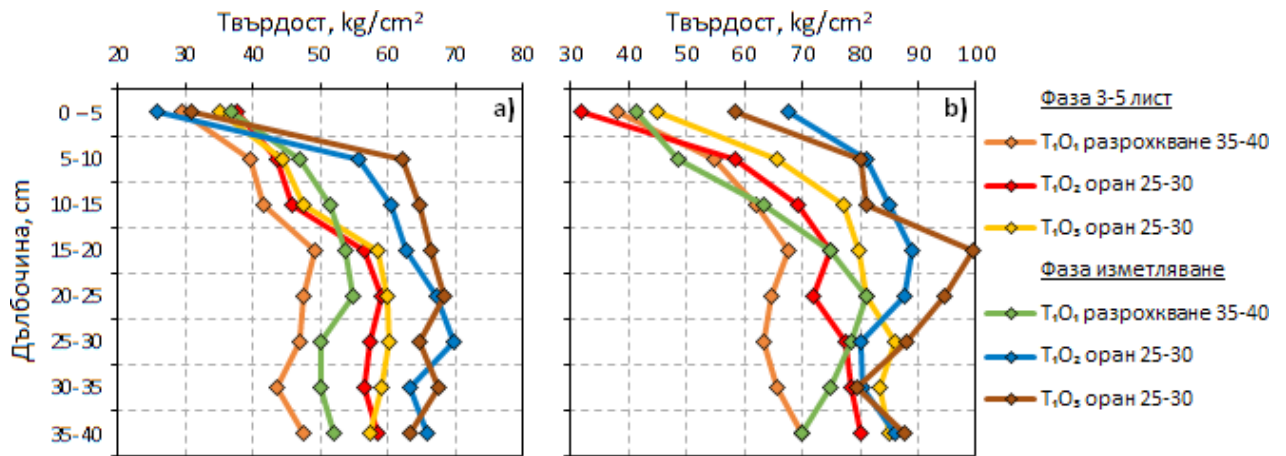
Фиг. 4. Объемна плътност на почвата в g/cm^3 2014 г. – **царевица** (а - Божурище, б - Г. Лозен)
Fig. 4. Bulk density in g/cm^3 2014 – **maize** (a - Bozhuriste, b - G. Lozen)



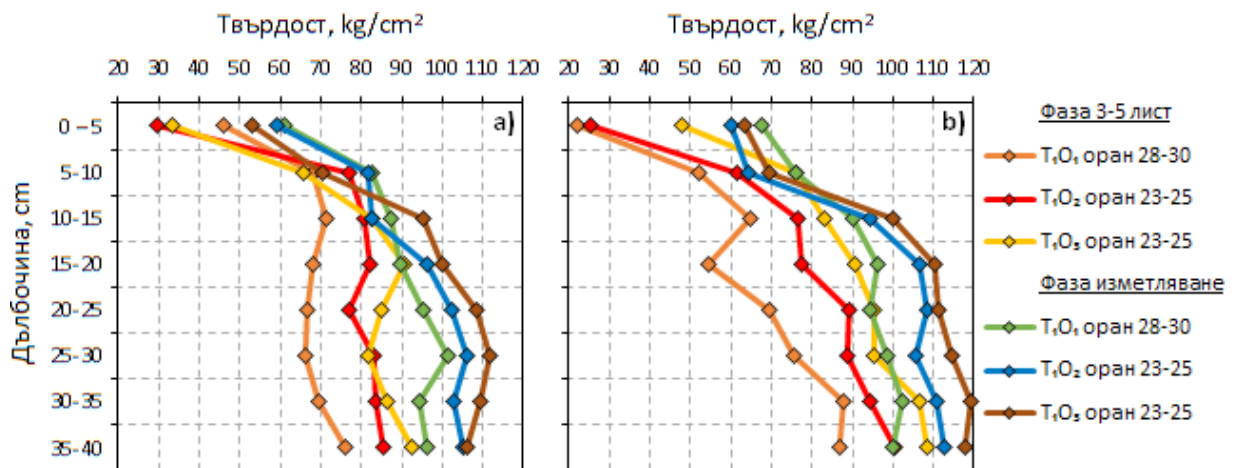
Фиг. 5. Объемна плътност на почвата в g/cm^3 2015 г. – **пшеница** (а - Божурище, б - Г. Лозен)
Fig. 5. Bulk density in g/cm^3 2015 – **wheat** (a - Bozhuriste, b - G. Lozen)



Фиг. 6. Объемна плътност на почвата в g/cm^3 2016 г. – **царевица** (а - Божурище, б - Г. Лозен)
Fig. 6. Bulk density in g/cm^3 2016 – **maize** (a - Bozhuriste, b - G. Lozen)



Фиг. 7. Твърдост на почвата в kg/cm^2 2014 г. – **царевица** (а - Божурище, б - Г. Лозен)
Fig. 7. Soil strength in kg/cm^2 2014 – **maize** (a - Bozhuriste, b - G. Lozen)



Фиг. 8. Твърдост на почвата в kg/cm^2 2016 г. – **царевица** (а - Божурище, б - Г. Лозен)
Fig. 8. Soil strength in kg/cm^2 2016 – **maize** (a - Bozhuriste, b - G. Lozen)

Макар и по-слабо изразена тази тенденция е отчетена и в опита в Горни Лозен, като разликите са съответно $0,05 \text{ g/cm}^3$ и $0,09 \text{ g/cm}^3$ спрямо опитната площ с разрохкване на дълбочина 35 – 40 cm (фиг. 4b). Доказано е отрицателното въздействие на монокултурното отглеждане на зимни житни култури върху сложението на почвата. Въпреки че влажността в момента на определянето е около 80% от ППВ, стойностите за обемната маса са до и над горната граница на определените като оптимални стойности. На опитните площи в Софийско е установена обемната плътност преди междуредовата обработка и след нейното извършване. При варианта с дълбоко разрохкване параметърът запазва своите стойности в близки граници. След оран обемната плътност в слоя 0 – 40 cm е с по-високи измерения, а след окопаването стойностите значително нарастват, като в слоя 30 – 40 cm достигат до $1,42 \text{ g/cm}^3$. Вероятно причина за това е по-силното сбиване на почвата в резултат на прекомерно високото постъпление на валежна вода.

През 2015 година са отчетени стойности за параметъра, които са в границите на оптималните, като изключение от тази тенденция са стойностите, отчетени за слоя 30 – 40 cm при Ливадно-канелената почва.

При Излужената Смолница в този слой стойностите на параметъра са с $0,12 \text{ g/cm}^3$ и $0,16 \text{ g/cm}^3$ по-високи на парцелите с оран в сравнение на тези, с извършено дискуване (фиг. 5a). Макар и по-слабо изразена, тази тенденция е отчетена и в опита в Г. Лозен, като разликите са съответно $0,05 \text{ g/cm}^3$ и $0,10 \text{ g/cm}^3$ спрямо опитната площ с приложено дискуване на дълбочина 10 – 12 cm (фиг. 5b).

При Излужената Смолница в края на вегетацията са измерени стойности за този параметър над равновесната плътност $1,2 - 1,3 \text{ g/cm}^3$. След приложено дискуване по-силно се уплътнява почвата в слоя 10 – 30 cm, като на дълбочина 10 – 20 cm е установена обемна плътност $1,73 \text{ g/cm}^3$.

Установява се влияние и на последствието на обработката извършена за предшественика. Макар и с малки разлики обемната плътност на

парцелите с извършено дълбоко разрохкване при царевицата е с по-ниски стойности спрямо тази при вариантите със еднаква обработка – оран на 12 – 15 cm, но с извършена основна обработка за царевицата оран на 25 – 28 cm.

В резултат на липса на постъпление на валежна вода и на засилено изпарение на влага обемната плътност на Канелено-ливадната почва нараства значително (фиг. 2, 4), като измерените стойности са в границите $1,54 - 1,74 \text{ g/cm}^3$, които са ограничаващи за развитието на кореновата система на растенията.

През третата година стойностите за обемната плътност се променят по-динамично.

При Излужената Смолница в края на вегетацията са измерени стойности за този параметър над равновесната плътност $1,2 - 1,3 \text{ g/cm}^3$. След оран на дълбочина 23 – 25 cm по-силно се уплътнява почвата в слоя 10 – 30 cm, като на дълбочина 20 – 30 cm е установена обемна плътност $1,56 \text{ g/cm}^3$. Макар и с малки разлики, обемната плътност на парцелите с извършена дълбока оран при царевицата е с по-ниски стойности спрямо тази при вариантите с еднаква обработка – оран на 23 – 25 cm (фиг. 6a). Поради значителния дефицит на влага обемната плътност е с високи стойности за целия изследван профил до 40 cm. В слоя 40 – 60 cm стойностите за параметъра са с $0,03 - 0,06 \text{ g/cm}^3$ по-ниски, което произхожда от корелационната връзка с моментната влага, която в този слой е 2,1% до 2,8% по-висока. Този факт, на наличие на влага само в слоя, разположен под подорницата, потвърждава установения извод, че има процес на преуплътняване, въпреки високата пластичност на глинестите почвени агрегати.

В резултат на липса на постъпление на валежна вода и на засилено изпарение на влага обемната плътност на Ливадно-канелената почва нараства значително, като измерените стойности са в границите $1,54 - 1,74 \text{ g/cm}^3$ (фиг. 6b), които са ограничаващи за развитието на кореновата система на растенията. Въпреки че влажността в момента на определянето е около 70% от ППВ, стойностите за обемната маса са до и над горната граница на определените

като оптимални стойности.

Твърдостта на почвата (съпротивлението на проникване) е в тясна корелационна връзка с останалите два физични параметъра. При Излужената Смолница по-високи стойности за твърдостта са измерени за слоя 25 – 40 cm на парцелите с извършена оран, които са с над 10 kg/cm² над измерените при вариантите с разрохкване (фиг. 7a).

При Ливадно-канелената почва в Горни Лозен високи са измеренията на параметъра в слоевете 15 – 25 cm на вариантите с оран и 35 – 40 cm за всички варианти на обработка (фиг. 7b).

Преди жътвата на пшеницата са измерени стойности от 73,43 kg/cm² до 117,36 kg/cm². На парцелите с оран твърдостта на почвата нараства по дълбочината на профила, а след дискуване най-високи са измеренията за параметъра в слоя 15 – 25 cm. На парцелите с оран твърдостта на почвата нараства по дълбочината на профила, а след дискуване най-високи са измеренията за параметъра в слоя 15 – 30 cm.

При Ливадно-канелената почва в Г. Лозен високи са измеренията на параметъра в слоевете 5 – 10 cm и 35 – 40 cm на вариантите с оран на 28 – 30 cm и 25 – 40 cm за всички варианти на обработката на дълбочина 23 – 25 cm.

На опитната площ с царевица през 2016 година измерените стойности за параметъра при Излужената Смолница след сеитбата са в границите на оптималните стойности до 75,60 kg/cm². В края на вегетацията стойностите на параметъра нарастват, като в някои варианти измеренията са два пъти по-високи (фиг. 8a). Разликата в стойностите по варианти на обработка статистически не са доказани с изключение на слоя 20 – 25 cm, където измерените стойности при оранта на по-голяма дълбочина са съответно с 21,56 kg/cm² и 27,44 kg/cm² по-ниски спрямо измерените при вариантите с обработка на дълбочина 23 – 25 cm.

При Ливадно-канелената почва в Горни Лозен високи са измеренията на параметъра в слоевете 0 – 10 cm и 30 – 40 cm на вариантите с по-дълбока оран и 15 – 40 cm за всички варианти на алтернативната дълбочина на обработка

(фиг. 8b). През пролетта съществени разлики в стойностите по варианти на обработка не са установени. Измерените стойности за твърдостта нарастват постепенно по дълбочина на профила, като най-високата стойност е 108,32 kg/cm² за слоя 30 – 35 cm на опитната площ с по-плитка обработка на почвата.

Изводи

От тригодишните изследвания се установи, че е налице агротехническо въздействие върху физичната характеристика на почвата. Съдържанието на влага в почвата се влияе основно от постъпването на валежна вода. В някои фази от развитието на отглежданите култури се установява зависимост от вида на приложената система за обработка на почвата. Обемната плътност на почвата е най-динамично променящият се физичен параметър. Установеното в началото на експеримента преуплътняване в слоя 25 – 35 cm успешно се преодолява с провеждането на дълбоко разрохкване под дълбочината на преуплътнения почвен слой. Потвърден е изводът от предишни изследвания, че уплътняването на почвата има наслагващ се ефект и за преодоляването му не може да се разчита само на природния фактор – замръзване и размръзване на почвата в орния слой.

Литература

Димитров, С., М. Борисова. 1996. Промени в някои физични параметри на почвата след уплътняване от колелата на селскостопанските машини. *Почвознание, агрохимия и екология*, №6, 3-9

Димитров, И., Борисова, М., Николова, Д., Митова, Т. 2005. Пространственост и дълготрайност на въздействието на обработката върху обемната плътност на излужена смолница. Научни доклади. Национална конференция с международно участие “Управление, използване и опазване на почвените ресурси”, 214-218

Стойнев, К., Ф. Годоров, Б. Симеонов. 1986. Съвременно земеделие. *Земиздат*, София.

Стойнев, К. 1973. Влияние на уплътняването върху физичните свойства и ефективното плодородие на излужен чернозем-смолница и излужена канелена горска почва. Дисертация. София.

Янков, П. 2005. Влияние на различни системи за обработка на почвата в сеитбообращението върху

някои физични и агрохимични характеристики на слабо излужен чернозем. Автореферат. София.

Cascio, B. L., Casa, R., Rossini, F. 1997. Soil properties affected after 9 years of different tillage systems on continuous wheat in Central Italy. Proceedings 14 th ISTRO Conference, Pulawy, Poland, 139-142

Convertini, G. et al. 1997. Comparison among soil tillage methods in southern Italy: Effects on agronomical responses and soil properties. Proceedings of 14 th ISTRO Conference, Pulawy, Poland, t. 2A, 155-158

Paltineanu, C. 2002. Some aspects of bulk density variation induced by swell-shrink phenomena in Romanian heavy clay soils. Proceedings of I. Conference "Soils under global change – a challenge for the 21 st Century", Constanta, Romania.

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, 534-539

Van den Akker, J. J. H. 2006. Evaluation of soil physical quality of dutch subsoils in two databases with some threshold values. Proceedings of 17 th ISTRO T. Conference, Kiel, Germany