

## **Промени на някои физични показатели, на Излужена смолница при двуполно полско сеитбообращение, под влияние на агротехническите фактори**

**Илияна Герасимова\*, Мария Иванова, Мартин Ненов, Здравка Петкова, Миладин Назарков**

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

**E-mail\*:** [ilianich\\_ilieva@abv.bg](mailto:ilianich_ilieva@abv.bg)

### **Резюме**

Физичните свойства на почвата имат съществено значение за развитието на репродуктивния потенциал на земеделските култури.

Изследването има за цел да проследи промените в някои основни физични почвени параметри на Излужена смолница от Софийския регион в резултат на фактори от агротехническия комплекс (обработка на почвата и минерално торене) в двуполно сеитбообращение (царевица-тритикале/пшеница) при неполивни условия. Проучено е влиянието на два фактора от общия агротехнически комплекс - варианти на обработка на почвата с различна интензивност и норми на минерално торене с три нива. Изследвано е влиянието им върху динамиката на влагата и обемната плътност през вегетацията на културите.

От полските изследвания за периода 2020-2021 г се установи, че агротехническите мероприятия, които са обект на проучване оказват положително въздействие върху физичните свойства. По-съществена е зависимостта от вида на системата за обработка на почвата. Стойностите на влагата за слоя 10-20 cm, при който основната обработка за царевицата е разрохкване на 40-45 cm, са по-високи в сравнение с отчетените във вариантите с оран на 22-25 cm. След прибиране на царевицата най-ниски стойности на обемната плътност са установени в повърхностните хоризонти (от 0,91 g/cm<sup>3</sup> до 0,99 g/cm<sup>3</sup>). С намаляване на влагата по дълбочина на почвения слой се отчита увеличение до 1,32 g/cm<sup>3</sup>. След прибиране на житните култури отчетените стойности в изследваните варианти са в диапазона от 1,46 g/cm<sup>3</sup> до 1,67 g/cm<sup>3</sup> без да се влияят от обработката и другите агротехнически мероприятия.

**Ключови думи:** физични параметри на почвата, сеитбообращение, уплътняване на почвата, обработка на почвата, неполивни условия

# Changes in some physical parameters of Haplic Vertisol in two-years crop rotation, under the influence of agrotechnical factors

Iliyana Gerasimova\*, Maria Ivanova, Martin Nenov, Zdravka Petkova, Miladin Nazarkov

*Institute of Soil Science, Agrotechnology and Plant Protection "Nikola Poushkarov", National Center for Agrarian Science, Sofia, Bulgaria*

**Corresponding author\*:** ilianich\_ilieva@abv.bg

**Citation:** Gerasimova, I., Ivanova, M., Nenov, M., Petkova, Z., & Nazarkov, M. (2022). Changes in some physical parameters of Haplic Vertisol in two-years crop rotation, under the influence of agrotechnical factors. *Bulgarian Journal of Soil Science Agrochemistry and Ecology*, 56(3), 40-50.

## Abstract

Physical parameters of the soil is essential for the development of the reproductive potential of agricultural crops.

The aim of presented experiments was to monitor the changes in some main physical soil parameters of Haplic Vertisol from the Sofia region as a result of factors from the crops agrotechnical complex (soil tillage and mineral fertilization) during the two-field crop rotation (maize-triticale/wheat) under non-irrigation conditions. The influence of two factors from the general agrotechnical complex - variants of soil tillage with different intensity and norms of mineral fertilization with three levels were studied. Their influence on the dynamics of soil moisture and soil bulk density during the vegetation of the crops was investigated.

From the field experiments for the period 2020-2021, it was establish, that the agrotechnical measures, that are the subject of the study, have a positive impact on the physical parameters. More significant is the dependence on the type of soil tillage systems. The soil moisture values for the 10-20 cm layer, where the main treatment for maize is loosening at 40-45 cm, are higher than those reported in the variants with plowing at 22-25 cm. After harvesting the maize, the lowest soil bulk density values were found in the surface horizons (from 0.91 g/cm<sup>3</sup> to 0.99 g/cm<sup>3</sup>). With a decrease in soil moisture in the depth of the soil layer, an increase to 1.32 g/cm<sup>3</sup> is reported. After harvesting the cereal crops, the reported values in the investigated variants are in the range from 1.46 g/cm<sup>3</sup> to 1.67 g/cm<sup>3</sup>, without being influenced by soil tillage and other agrotechnical measures.

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

## Въведение

Физичните свойства на почвата имат съществено значение за развитието на репродуктивния потенциал на земеделските култури (Dimitrov et al., 2016).

Основен начин за регулиране на отделните физични параметри е прилагането на подходящи обработки на почвата (Van den Akker, 2006). Съвременните научни изследвания доказваха, че обработките на почвата като стройна система в рамките на сеитбообращението са основа за преодоляване на негативните промени във физичните показатели на почвените различия (Dimitrov & Borisova, 1996; Yankov, 2005; Lo Cascio et al., 1997).

В почви с тежък състав на почвената текстура (Haplic Vertisols) физичните свойства на почвата са по-податливи на негативни промени, което налага навременна агротехническа интервенция (Lozanova & Dimitrov, 2020; Radford et al., 2000; Castellini et al., 2006; West et al., 1996; Moreira et al., 2016). Уплътняването на почвата влияе върху развитието на растенията чрез различни механизми. Преди всичко се възпрепятства предвижването на водата и въздуха в почвата и техния достъп до растенията. Развитието на кореновата система също се затруднява, което води до слабо развитие и разполагане на корените главно в повърхностния почвен слой. Тези промени изискват систематичен подход за регулиране на физическите параметри в диапазона на оптималните стойности (Paltineanu, 2002).

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 (Dimitrov et al., 2014).

Целта на изследването е да се проследят промените в някои основни физични почвени показатели на Излужена смолница в резултат на фактори от агротехническия комплекс (обработка на почвата и минерално торене) в двуполно сеитбообращение при неполивни

условия.

С изследваните агротехнически мероприятия се цели да се намалят негативните промени във функциите на почвата и чрез системен агротехнически подход да се стабилизира и подобри почвеното плодородие, с което да се постигне устойчиво равнище на продуктивност.

## Материали и методи

За реализиране на поставената цел през периода 2020-2021 г е изведен полски опит в опитна база Божурище на ИПАЗР „Н. Пушкиров“, Софийска област. Базата попада в района на високите полета в Западна България, Софийско-Крайщенския екологичен район. Опитът е заложен по блоковия метод (стандартен) с дълги парцелки с обща площ от 7,2 да. Схемата на опита включва две двуполни сеитбообращения от типа „пролетна окопна – зимна житна култура“ (таблица 1). Всяко сеитбообращение включва 24 парцели с опитна площ от 90 m<sup>2</sup> и реколтната от 70 m<sup>2</sup>.

През периода 2020 година и в двете сеитбообращения на опита е отглеждана царевица за зърно, а през 2020 - 2021 година във второто сеитбооборотното поле на I-во сеитбообращение е засято тритикале, а във II-рото пшеница. Използваните сортове са: царевица - средно-ранен хибрид „Пионер“ Р-8834 от група 310 по ФАО на „Пионер“, пшеница – „Садово 1“, тритикале – „Колорит“.

Проучвани са два фактора от общия агротехнически комплекс: варианти на обработка на почвата с две нива (O<sub>1</sub> и O<sub>2</sub>) и норми на минерално торене с три нива (T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub> и T<sub>2</sub>) посочени в таблица 2.

**Обработка на почвата** – включени са две системи за обработка на почвата приложени за всяко сеитбообращение. Първата система включва интензивни обработки (вариант O<sub>1</sub>) с редуване на разрохкване на 40-45 cm за окопната култура (царевица) в първо сеитбооборотното поле и оран 15-18 cm за зимните-житни култури (пшеница и тритикале) при следващата в сеитбообращението култура. При втората система на обработка е извършвано съответно

оран 22-25 cm за царевицата и дискуване в сеитбооборотното поле на пшеницата и тритикалето (10-12 cm), като вариант на минимална обработка на почвата ( $O_2$ ).

#### **Торене на културите в сеитбообращението:**

В опита се изпитват две норми на торене и неторен вариант, както следва:  $T_0$  – неторено,  $T_1 - N_{120}P_{80}$  и  $T_2 - N_{160}P_{120}$  kg/ha за царевицата и  $T_1 - N_{120}P_{80}$  и  $T_2 - N_{140}P_{100}$  kg/ha за зимните житни култури.

Изследвано е влиянието на системите на обработка на почвата върху някои основни параметри на физичната характеристика на излужена смолница в две фази от развитието на културите: за царевицата – във фази „изметляване” и „пълна зрелост”, за пшеницата и тритикалето – във фази „братене” и „изкласяване”.

Определени са следните физични показатели:

- Съдържание на почвена влага – по тегловния метод, като процент от теглото на почвата, през 10 cm, на дълбочина на слоя до 60 cm;

- Обемна плътност на почвата – по тегловния метод с пръстени от 100 cm<sup>3</sup> на дълбочина на слоя до 40 cm, през 10 cm дебелина на слоя

Опитът е изведен при неполивни условия върху Излужена смолница, която е представител на най-тежката по механичен състав почвена разновидност. Според класификацията на почвите в България (Koinov, 1987) се определя като *Naпlic Vertisol* (FAO, 2015) и е типичен представител на глинестите смолници в Софийско.

Съдържанието на физична глина е 78-80%, а на ил 62%. Относителната плътност на почвата е 2,68. Обемната плътност в сухо състояние е 1,95-2,0 g/cm<sup>3</sup>, а при ППВ - 1,23-1,25g/cm<sup>3</sup>. Направеният агрохимичен анализ преди залагане на опита определя почвата като средно хумусна (3,02%). Съдържанието на общ азот е в ниски до умерени количества (0,139%), но въпреки това съдържанието на минерален азот не е високо - 12,67-14,98 mg N в 1000 g почва. По съдържание на подвижен фосфор обезпечеността също е ниска от 0,20 до 0,34 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> на 100g почва, но е по-добре запасена с усвоим калий - до 30,11 mg K<sub>2</sub>O на

100 g почва. Реакцията на почвата в хумусния хоризонт е слабо кисела.

#### **Резултати и обсъждане**

Почвено-климатичните условия силно влияят на растежните и продуктивните процеси на растенията (Marijanovic et al., 2010, Tsenov & Atanassova, 2013). Температурните условия у нас, за голяма част от страната, са благоприятни за отглеждането на зърнено-житни култури, но определящ фактор за формиране на добива имат също валежите (Zarkov, 2001). Засушаването засяга повечето растения и може да бъде най-лимитиращия фактор за добива (Bruce et al., 2002, Ivanova & Popova, 2014).

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

Царевицата заема сеитбооборотното поле през първата година на опита. За реализиране на нейните високи продуктивни възможности е необходимо оптимизиране режима на минерално хранене, гъстотата на посева, напояването. Екстремните метеорологични условия често са причина за силно редуциране на добивите ѝ (Toncheva, 2016, Popova et al., 2013).

Растежът и развитието на царевицата през вегетационата 2020 г протеккоха при много добро постъпление на валежна вода от поникване до пълна зрелост (428,5 mm). Това количество е по-високо от средното за многогодишен период, но се отчита период на засушаване през месец юли с валежи само от 43 mm. Въпреки този дефицит стрес при растенията от торените варианти не е наблюдаван. През месец август падналите валежи от 89 mm осигуриха добро развитие на царевичните растения и благоприятно преминаване на фазата на млечна зрелост. Падналите валежи през месец октомври от 113 mm, в края на вегетацията на царевицата, доведоха до по-късното узряване на зърното и нейното прибиране (фиг. 1).

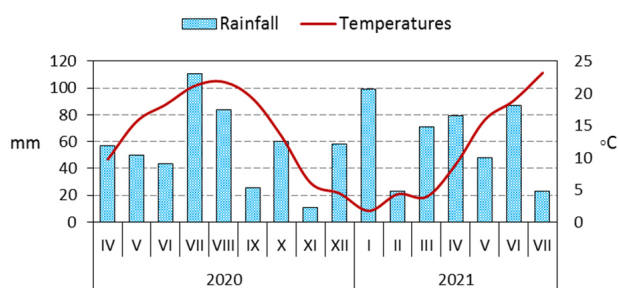
През вегетационния период на 2020/2021 г в II-то сеитбооборотно поле на двете сеитбообращения се отглеждат зимни житни

**Таблица 1.** Редуване на културите в сеитбообращенията  
**Table 1.** Crop rotation

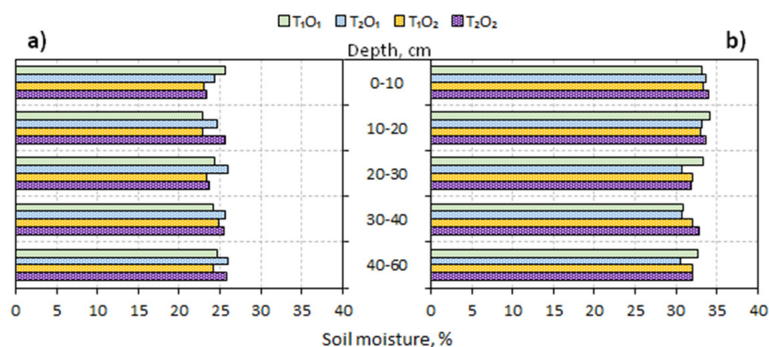
Сеитбообращения/Crop rotation	Година и редуване на културите/Years and crop rotation	
	2020	2020 – 2021
Първо сеитбообращение/ First crop rotation	Царевица/Maize	Тритикале/Triticale
Второ сеитбообращение/ Second crop rotation	Царевица/Maize	Пшеница/Wheat

**Таблица 2.** Култури, норми на торене и системи за обработка на почвата в сеитбообращенията  
**Table 2.** Crops, fertilization norm and tillage systems in crop rotation

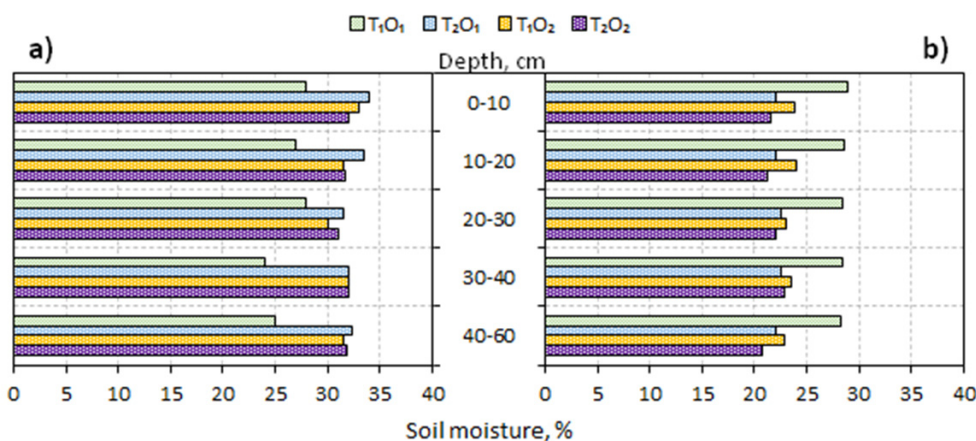
Година/ Year	Култура/ Crop	Торене/ Fertilization, kg/ha	Система за обработката на почвата/ Soil tillage systems	
			O <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>
2020	Царевица/Maize	T <sub>0</sub> T <sub>1</sub> -N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> T <sub>2</sub> - N <sub>160</sub> P <sub>120</sub>	Разрохкване/Loosening 40-45 cm	Оран/Plowing 22-25cm
2020-2021	Тритикале/Triticale	T <sub>0</sub> T <sub>1</sub> -N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> T <sub>2</sub> - N <sub>140</sub> P <sub>100</sub>	Оран/Plowing 15-18 cm	Дискуване/Discing 10-12 cm
2020-2021	Пшеница/Wheat	T <sub>0</sub> T <sub>1</sub> -N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> T <sub>2</sub> -N <sub>140</sub> P <sub>100</sub>	Оран/Plowing 15-18 cm	Дискуване/Discing 10-12 cm



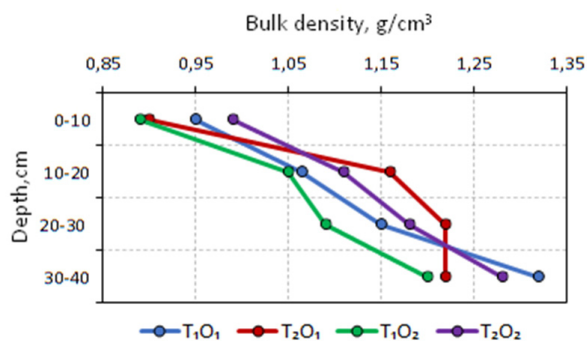
**Фиг. 1.** Средна месечна температура (°C) и месечна сума на валежите (mm) за периода 2020-2021  
**Fig. 1.** Average monthly temperature (°C) and monthly amount of precipitation (mm) for the period 2020-2021



**Фиг. 2.** Съдържание на почвена влага в тегловни %, царевица -2020; а) - фаза „изметляване“  
 б) фаза – „пълна зрелост“  
**Fig. 2.** Soil moisture content in % by weight, maize – 2020; a) tasseling phase; b) full maturity phase



**Фиг. 3.** Съдържание на почвена влага в тегловни %, на тритикале и пшеница - 2021; а) фаза - „братене“  
 б) фаза - „изкласяване“  
**Fig. 3.** Soil moisture content in % by weight - - of triticale and wheat-2021; a) tillering phase  
 б) phase heading/flowering



**Фиг. 4.** Обемна плътност на почвата в  $g/cm^3$  – след прибиране на царевицата през есента на 2020  
**Fig. 4.** Soil bulk density in  $g/cm^3$  - after maize harvest in autumn 2020

култури. Климатичните условия се отличават с вариране в сумата на валежите и температурата. Растежът и развитието на пшеницата и тритикалето протекоха първоначално при много слабо постъпление от валежи. От фиг. 1 се вижда, че през ноември и декември валежите са изключително малко и едва през януари се повишават до 160 mm. По-късните валежи през март се отразиха благоприятно на растежа и дружното встъпване на растенията във фаза „3-ти лист”. След изкласяването на житните култури започна период на засушаване с пик по време на наливането на зърното.

### **Влага**

Съдържанието на почвена влага е основен физичен параметър, от който зависи динамиката на протичащите в почвата процеси, както и поникването, растежа и развитието на отглежданите култури (Mitova et al., 2011). Според изследвания на (Traйkov et al., 2017) ролята на обработката като фактор за регулиране на съдържанието на почвена влага е особено важна, тъй като под въздействието на глобалното затопляне, периодите и годините с продължително засушаване са със засилена цикличност. Съдържанието на вода в почвата и нейната достъпност зависи от свойствата на почвата, както и от приложената система на обработка. Изследванията показват, че добивът от царевица силно се влошава от водния стрес, независимо от това през коя фаза на вегетацията се случва, но културата е силно чувствителна към дефицита на влага през периода на изметляване и потъмняване на свилата, оплождане и начало на млечна зрелост (Traйkov et al., 2017).

През първата година на изследване почвената влага е определена във фаза „изметляване” и „пълна зрелост” на царевицата. Във фаза „изметляване” е установено, че почвата е добре влагозапасена и не се отчитат критични стойности за царевицата. Моментното съдържание на влага е повлияно от метеорологичните условия и от приложената агротехника. Стойностите на влагата за слоя 10-20 cm, отчетени във вариант  $T_1O_1$  (ниска норма на торене и интензивна

обработка: 40-45 cm) е 25,65%, което е по-високо в сравнение с измереното в сходния вариант  $T_1O_2$ , но с по-плитка (22-25 cm) оран, съответно – 22,82%. Следователно, чрез разрохването на по-голяма дълбочина се акумулира по-голямо количество влага в повърхностния почвен хоризонт. В по-дълбоко разположените слоеве (30-60 cm) стойностите на влагата нарастват, като във вариантите с по-дълбока обработка ( $O_1$ ) те са в диапазона от 24,3% до 26,08% и са по-високи в сравнение с тези с приложена по-плитка обработка ( $O_2$ ) - от 23,32% до 25,82%. Това показва, че разрохването на почвата на 40-45 cm допринася за по-добро влагозапасяване и нарастване на влажността на почвата за слоя 30-60 cm. По-ниското съдържание на влагата в дълбоките слоеве (30-40 cm и 40-60 cm) в полето с оран на 22-25 cm се дължи на по-засиленото изпарение по капилярен път (фиг. 2a).

Тези данни показват, че фазата „изметляване” на царевицата, която е от съществено значение за добива преминава при добро осигуряване с влага.

Следващото отчитане на почвената влага е извършено във фаза „пълна зрелост” на царевицата. Месец октомври, през който става пълното формиране на зърното се характеризира с най-голямото количество валежи (113 mm/m<sup>2</sup>) за целия вегетационен период. Валежите в началото на месеца доведоха до повишаване на влажността на почвата, при което тя е с по-високи стойности от предходното отчитане. За целия изследван почвен слой от 0-60 cm стойностите на влагата са в границите от 30,15% до 34,96%, което основно се дължи на обилните валежи, паднали през този период (фиг. 2b).

Моментното съдържание на влага в почвата, установено в края на вегетацията на царевицата е повлияно главно от метеорологичните условия, а не от вида на приложената обработка, за разлика от установената закономерност в началните фази. В случая климатичните условия в този период не оказаха благоприятно въздействие върху добива, защото повишиха влажността не само в почвата, но и в зърното, което доведе и до по-късното прибиране от

оптималния срок.

Косвено влияние върху съдържанието на почвената влага са оказали минералното торене и ефективната борба с плевелите. Осигурени са оптимални условия за растеж и развитие на растенията, като е постигнато по-плътното покритие на почвената повърхност, възпрепятстващо изпарението на почвената влага. С успешното отстраняване на конкуренцията на плевелите пък е намален разходът на вода от почвата. Същото се установява и от други автори (Dimitrov et al., 2016).

През реколтната 2020-2021 г отглежданите култури в сеитбообращенията са тритикале и пшеница. Почвената влага е определена в слоя 0-60 cm във фаза „братене“ и „изкласяване“ на житните култури. Моментното съдържание на влага в почвата, установено в началото и края на вегетацията на пшеницата и тритикалето, е повлияно от приложената агротехника. По-съществено е влиянието на вида на приложената обработка.

През пролетта във фаза „братене“ влажността на Излужената смолница е 75-80% от ППВ. В слоя 10-20 cm съдържанието на влага във вариант  $T_2O_1$ , при който е извършена оран на 15-18 cm и по-високата торова норма е 34,78% и е по-високо в сравнение с вариантите с дискуване и по-ниска торова норма ( $T_1O_2$ ) – 33,46%. Малко по-ниски стойности на влагата са отчетени във варианта  $T_1O_1$  от 24,65% до 28,33% (фиг. 3a).

Следващото отчитане на съдържанието на влага в почвата е извършено във фаза „изкласяване“ на тритикалето и пшеницата. Получените стойности на влагата са по-ниски в сравнение с първото отчитане. При торените варианти по-високи стойности на влагата са отчетени във варианта с оран ( $T_1O_1$ ) – 29,21% за слоя 30-40 cm (фиг. 3b). Тази разлика в съдържанието на почвена влага може да се обясни със сложението на почвата в орния слой. При по-плътна обработка, в случая дискуване на 10-12 cm ( $O_2$ ), структурата е по-рохкава, с което са създадени условия за засилено капилярно покачване и загуба на влага от изпарение. Освен по капилярен път

загуба на влага от почвата има от образуването на дълбоки цепнатини в резултат на силно свиване на глинестите частици в състава на Излужената смолница.

В края на вегетацията във фаза „пълна зрялост“ на житните култури настъпи засушаване, при което запасите на влага в почвата значително се понижиха. Високите температури през месец юли доведоха до бързо узряване и наливане на зърното.

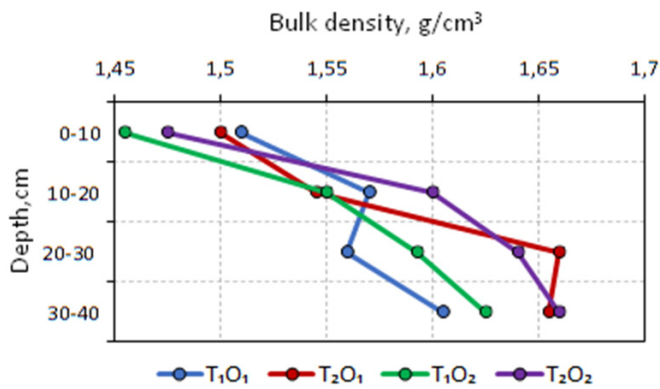
От изследването се установява, че влажността на почвата е основен лимитиращ фактор за развитието на културите, особено това се отнася за Излужената смолница, при която периодът с оптимална влажност е сравнително кратък. Съдържанието на почвена влага е повлияно основно от метеорологичните условия и приложената обработка.

### **Обемна плътност на почвата**

Обемната плътност на почвата е един от най-често измерваните физични параметри, предимно като индикатор за наличието на почвено уплътняване. Поддържането на обемната плътност в оптимални граници е от особена важност за царевицата, тритикалето и пшеницата, тъй като като кореновата им система е чувствителна на почвеното уплътняване, а Излужената смолница в района има много плътна структура. Информацията за критичната стойност на обемната плътност би могло да помогне за вземане на решение за подобряване на плътността. Обемната плътност е динамичен показател, който през вегетацията се променя както от обработката на почвата, влагата и температурата, така също и под влияние на културата. (Mitova et al., 2011). Измерванията са направени през периода след прибиране на царевицата (есента на 2020 г) и след прибиране на зимните житни култури пшеница и тритикале (есента на 2021 г).

Обемната плътност на почвата, определена след прибиране на царевицата през есента на 2020 г, е със сравнително ниски стойности. Падналите валежи през този късен период доведоха до повишаване влажността на почвата, при което





**Фиг. 5.** Обемна плътност на почвата в  $\text{g/cm}^3$  – след прибирането на житните култури през 2021  
**Fig. 5.** Soil bulk density in  $\text{g/cm}^3$  - after cereal crops harvest 2021

обемната плътност намалява. Измерените стойности са най-ниски в повърхностните хоризонти (от  $0,91 \text{ g/cm}^3$  до  $0,99 \text{ g/cm}^3$ ), тъй като влажността на почвата в този слой е най-висока. В слоя 20-40 cm обемна плътност има по-високи стойности, но разликите са малки и са в границите от  $1,15/\text{cm}^3$  до  $1,32 \text{ g/cm}^3$  (фиг. 4). Стойностите на обемната плътност и при двете системи на обработка на почвата са близки и не се наблюдават съществени разлики.

След прибирането на житните култури през есента на 2021 г обемната плътност за изследвания почвен профил от 10 до 40 cm има сравнително високи стойности

Известно е, че степента на уплътняване зависи преди всичко от влагата, като в нашето изследване при влажност от 25-26% уплътняването достига своя максимум. Данните показват тренд на нарастване от повърхността към най-дълбоките слоеве. С намаляване на влагата през периода след прибиране на житните култури, отчетените стойности в изследваните варианти са в диапазона от  $1,46 \text{ g/cm}^3$  до  $1,67 \text{ g/cm}^3$ , без да се влияят от обработката и другите агротехнически мероприятия. За слоя 30-40 cm при всички варианти обемната плътност е с по-високи стойности, което показва, че има известно уплътняване под зоната на обработваемия почвен слой (фиг. 5).

Резултатите показват, че изследваните агротехнически мероприятия (вид на обработка на почвата и минерално торене) поддържат

в относително добро състояние основните параметри, характеризиращи физичното състояние на Излужената смолница в опита. В резултат се благоприятства развитието и функциите на кореновата система на културите, което увеличава способността им за преодоляване на неблагоприятни условия на средата.

### Заклучение

От двегодишните полски изследвания в двуполно сеитбообращение царевица-пшеница, както и в сеитбообращението царевица-тритикале за периода 2020 и 2021 г при неполивни условия се установява, че в резултат на фактори от агротехническият комплекс (обработка на почвата и минерално торене) се постига положително въздействие върху основни физични свойства на Излужената смолница.

За Излужената смолница влажността на почвата е основен лимитиращ фактор за развитието на културите, тъй като периодът с оптимални стойности за извършване на обработка на почвата е сравнително кратък. Стойностите на влагата за слоя 10-20 cm във вариантите, при които основната обработка за царевицата е разрохкване на 40-45 cm ( $O_1$ ) са по-високи в сравнение с отчетените във вариантите с оран на 22-25 cm ( $O_2$ ).

Обемната плътност на почвата е динамично променящ се физичен параметър. След прибиране

на царевицата стойностите на обемната плътност са най-ниски в повърхностните хоризонти (от 0,91 g/cm<sup>3</sup> до 0,99 g/cm<sup>3</sup>). С намаляване на влагата по дълбочина на почвения слой се отчита увеличение до 1,32 g/cm<sup>3</sup>. С намаляване на влагата през периода след прибиране на житните култури, стойностите на изследвания параметър са в диапазона от 1,46 g/cm<sup>3</sup> до 1,67 g/cm<sup>3</sup>. За слоя 30-40 cm обемната плътност и в двете сеитбообращения е с по-високи стойности, което показва, че има известно уплътняване под зоната на обработваемия почвен слой. Установено е, че за цялостно разуплътняване е необходима по-дълбока обработка.

## Литература

- Bruce, W. B., Edmeades, G. O., & Barker, T. C.** (2002). Molecular and physiological approaches to maize improvement for drought tolerance. *Journal of experimental botany*, 53(366), 13-25.
- Castellini, M., Ventrella, D., De Giorgio, D., Maiorana, M., Fiore, A., & Fornaro, F.** (2006). Hydraulic properties as affected by tillage and crop residues management in a Vertisol of Southern Italy. In *Proceedings of 17th Triennial ISTRO Conference, Kiel, Germany* (571-578).
- Dimitrov, I., Nenov, M., & Rajkov, S.** (2014). Soil Physical Parameters of the Testing of New Agronomic Decisions on the Haplic Vertisols. *Soil Science Agrochemistry and Ecology*, XLVIII(1), 13-20.
- Dimitrov, I., Nenov, M., Traikov, N., Toncheva, R., & Gerasimova, I.** (2016). Agrotechnical impacts on the physical characteristic of the soil and ways to remove the negative changes. I. Under non-irrigation conditions. *Pochvoznanie, agrokhimiya i ekologiya/Bulgarian Journal of Soil Science, Agrochemistry and Ecology*, 50(3-4), 169-178.
- Dimitrov, S & Borisova, M.** (1996). Changes in some soil physical parameters after compaction by agricultural machinery wheels. *Soil Science, Agrochemistry and Ecology*, 6, 3-9.
- FAO** (2015). *World Reference Base for Soil Resources, 2014*. FAO, Rome. 203. <http://www.fao.org/3/i3794en/i3794en.pdf> (last access 05.07.2022).
- Ivanova, M. & Popova, Z.** (2014). *Influence of climate and soil on yields of non-irrigated corn and irrigation rates in Sofia field*.
- Koinov, V.** (1987). Correlation between the soils of Bulgaria and the soils distinguished by the major soil classification systems in the world. *Soil Science, Agrochemistry and Plant Protection*, 22(5), 5-13 (Bg).
- Lo Cascio, B., Casa, R., & Rossini, F.** (1997). *Soil properties after 9 years of different tillage systems on continuous wheat in Central Italy*. Bibliotheca Fragmenta Agronomica, 2.
- Lozanova, V., & Dimitrov, I.** (2021). Influence of Agro-Technical Treatments on Some Physical and Agrochemical Parameters of Haplic Vertisols. *Bulgarian Journal of Soil Science*, 6(1), 42-58.
- Marijanović, M., Markulj, A., Tkalec, M., Jozić, A., & Kovačević, V.** (2010). Impact of precipitation and temperature on wheat (*Triticum aestivum* L.) yields in eastern Croatia. *Acta Agriculturae Serbica*, 15(30), 117-123.
- Mitova, T., Ruseva, S., & Dimitrov, I.** (2011). Soil quality assessment of Chromic Luvisols in organic cropping systems. Main soil physical parameters. In: *Proceedings International conference 100 years Bulgarian soil science*.
- Moreira, W. H., Tormena, C. A., Karlen, D. L., da Silva, Á. P., Keller, T., & Betioli Jr, E.** (2016). Seasonal changes in soil physical properties under long-term no-tillage. *Soil and Tillage Research*, 160, 53-64.
- Paltineanu, C.** (2002). Some aspects of bulk density variation induced by swell-shrink phenomena in Romanian heavy clay soils. In: *Proceedings of I. Conference "Soils under global change – a challenge for the 21 st Century"*, Constanta, Romania.
- Popova, Z., Ivanova, M., Martins, D., Kercheva, M., Aleksandrov, V., & Doneva, K. Pereira, S.** (2013). Drought and climate changes in Bulgaria: trends and impacts on the maize agrosystem. *Agricultural Science*, 46(1), 19-30.
- Radford, B. J., Bridge, B. J., Davis, R. J., McGarry, D., Pillai, U. P., Rickman, J. F., ... & Yule, D. F.** (2000). Changes in the properties of a Vertisol and responses of wheat after compaction with harvester traffic. *Soil and Tillage Research*, 54(3-4), 155-170.
- Toncheva, R.** (2016). Investigation the Productivity of Maize in Different Agroecological Conditions, Fertilization and Plant Density I. Non-Irrigated Conditions. *Soil Science Agrochemistry and Ecology*, 50(2), 50-59 (Bg).
- Traykov, N., Toncheva, R., & Dimitrov, I.** (2017). Comparative assessment of the productivity of wheat, grown at different soil and climatic conditions. *Pochvoznanie, agrokhimiya i ekologiya/Bulgarian Journal of Soil Science, Agrochemistry and Ecology*, 51(1), 25-32 (Bg).
- Tsenov, N., D. & Atanasova, D.** (2013). Influence of environments on the amount and stability of grain yield in modern winter wheat cultivars I. Interaction and degree of variability. *Agricultural science and technology*, 5(2), 153-159.
- 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, German*.
- West, T. D., Griffith, D. R., Steinhardt, G. C., Kladi-vko, E. J., & Parsons, S. D.** (1996). Effect of tillage and rotation on agronomic performance of corn and soybean: Twenty-year study on dark silty clay loam soil. *Journal of Production Agriculture*, 9(2), 241-248.
- Yankov, P.** (2005). *Influence of different tillage systems in crop rotation on 178 some physical and agrochemical*

*characteristics of slightly leached chernozem.* Abstract.  
Sofia.

**Zarkov, B.** (2001). Effects of weather conditions on the yield of maize grain grown under non-irrigative conditions. *Bulgarian Journal of Crop Science*, 38(5-6), 208-212 (Bg).