



Получена: 30.04.2020 г.

Приета: 05.06.2020 г.

ВАРИРАНЕ НА ВОДОЗАДЪРЖАЩАТА СПОСОБНОСТ НА ИЗЛУЖЕН ЧЕРНОЗЕМ ПРИ ПОЛИВАНЕ ЧРЕЗ ДЪЖДУВАНЕ

Й. Герински¹, В. Курдов²

Ключови думи: почва, излужен чернозем, водозадържащата способност на почвата, напояване чрез дъждуване, мелиоративно почвознание

РЕЗЮМЕ

Целта на изследването е да се проучи влиянието на напояване чрез дъждуване с променящи се характеристики върху водозадържащата способност на излужен чернозем. Извършен е лабораторен анализ на физичните характеристики и водозадържането при различен матричен потенциал на почвени проби от орния слой на почвата. Определени са параметрите на модела на Ван Генухтен [1] за описание на кривата на водозадържане (pF-крива) и изчисляване на S-параметъра за оценка на качеството на [2]. Получените данни показват различен ход на промени в структурата на почвата в зависимост от поливането с едър и фин дъжд, като дяловете на пори с различни размери се променят различно след I-вата и след III-та поливка. Установените промени във варирането на водозадържащата способност не променят значително качеството на почвата, което остава добро, според класификацията на Декстер [2].

1. Въведение

Изборът на поливна техника представлява съществена част от проектирането на хидромелиоративните системи, тъй като от това в много голяма степен зависи съхраняването на екосистемите и продуктивните функции на почвите. Изследванията на Дилко-

¹ Йордан Герински, д-р инж., кат. „Хидротехника и хидромелиорации”, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: gerinski@abv.bg

² Валентин Курдов, инж., кат. „Хидротехника и хидромелиорации”, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: kurdoff@gmail.com

ва [3] показват, че структурата на почвата в обработваемите площи в страната е влошена, което се проявява в нестабилност на почвените агрегати във вода, уплътняване на подорния слой, образуване на кора, намаляване на усвояемия воден капацитет. Подходът да се използва почвената структура като интегриран критерий за избор на поливна техника е нов. Той се основава на въздействията, които оказват процесите на навлажняване и изсушаване, интензитета на дъждуването и големината на водните капки върху почвените агрегати. Според [4] честото редуване на процесите на навлажняване и изсушаване имат по-скоро стабилизиращ ефект, отколкото разрушаващ почвената структура. Въздействието на тези процеси зависи от основните фактори, обуславящи големината на водозадържащата способност на почвата: механичен състав, минерален състав и съдържание на органично вещество, които обуславят големината и конфигурацията на порите, но основната роля за формирането им играе механичният състав. Това са същите фактори, които определят и структурата на почвата, от която зависи разпределението на макропорите и вътрешноструктурните микропори. Следователно всяка промяна на структурата на почвата води до промяна на поровото пространство, следователно и на водозадържащата способност.

Целта на изследването е да се проучи влиянието на напояване чрез дъждуване върху водозадържащата способност на излужен чернозем.

2. Описание и анализ на почвата в опитното поле и дъждовалната техника

Избраният терен се намира до базата на фирма „Розекс Инк“ ООД в землището на град Павликени, община Павликени, област Велико Търновска и е с площ 200 дка. Опитното поле се използва от фирма „Розекс Инк“ ООД за отглеждане на трайни насаждения: цариградско грозде, рози и декоративни храсти. Дъждовалната поливна техника в опитните полета се състои от 4 броя дъждовални машини тип ИДЛ с марка Ferbo Rain GH82 и Ferbo Rain GH90. Направени са настройки на машините за получаване на изкуствен дъжд с променящи се зададени от нас параметри.

2.1. Климат

Климатът в този район е умереноконтинентален. Най характерните белези са горещо лято, студена зима, голяма годишна амплитуда, близка до най-голямата за страната. Безмразовият период е около 200 дни. Средна годишна температура е 11,6 °С. Средна сума на валежите е 600 mm с валежен максимум през лятото и минимум през зимата.

2.2. Релеф

Теренът е в близост до град Павликени и е с площ от 225 da На север граничи с републикански път Павликени – Върбовка, на запад и изток – с републикански път гр. Павликени – гр. Сухиндол, а на юг-югозапад – с напоителен канал от напоителна система „Росица“. Релефът е равнинен, с малак наклон от напоителния канал към пътя Павликени – Върбовка и не се наблюдават забележими микронеравности и други образувания на полето.

2.3. Почвени характеристики

Направен е почвен разрез с дълбочина 1000 cm в централната част на опитното поле (географски координати: 43.235898N, 25.275156E). Почвообразуващата скала се състои от изветрели карбонатни материали. Растителната покривка се състои от тревни асоциации.

Морфологично описание на профила.

Аорн 0 – 13 cm. Кафеникаво-черен (7,5 YR 3/2), свеж, обработен, рохкав, тежко пясъчливо-глинест, дребнобуцеста структура, множество фини коренчета и наличие на по-едри корени. Не шупва от солна киселина. Преходът към А2-подхоризонт е плавен.

А2 13 – 43 cm Кафеникаво-черен (7,5 YR 2/2), влажен, пластичен, обработен, тежко пясъчливо-глинест, буцеста структура; множество корени. Не шупва от солна киселина. Преходът към В-хоризонт е плавен.

В 43 – 68 cm. Кафеникаво-черно (7,5 YR 3/2) свеж, рохкав, влажен, обработен, тежко пясъчливо-глинест, едрозърнеста до средно буцеста структура; множество корени и наличие на по-едри корени. Не шупва от солна киселина. Преходът към ВСк е плавен.

ВСк 68 – 76 cm. Тъмнокрафяв (7,5 YR 3/4*) свеж, рохкав, средно пясъчливо-глинест, зърнеста до дребно буцеста структура; наличие на корени. Силно шупва от солна киселина. Преходът към Ск е добре изразен с наличие на дупка с размер 7 – 8 cm от по-едри животни.

Ск 76 – 100 cm. Крафяв (7,5 YR 4/4) свеж, рохкав, средно пясъчливо-глинест, зърнеста до дребно буцеста структура, наличие на единични дребни карбонатни конкреции. Силно шупва от солна киселина.

Профилът на излужения чернозем е средно мощен (< 100 cm), от нормален тип – с три обособени генетични хоризонта – хумусно-акумулативен А, преходен В и почвообразуваща скала Ск. Хумусно-акумулативният хоризонт 0 – 43 cm е тежко пясъчливо-глинест, рохкав само в орницата, след което във втория подхоризонт става по-плътен. Преходният хоризонт с мощност около 25 cm осъществява плавния преход между повърхностния хоризонт и почвообразуващата скала и също е много плътен. От 68 cm надолу преходният хоризонт постепенно преминава към почвообразуващата скала – ВСк-хоризонта. Карбонатите се откриват под формата на мицели и сложението става порохкаво, независимо от тежкия механичен състав. Почвообразуващият субстрат започва от дълбочина 76 cm, където се установява наличие на дребни карбонатни конкреции. В прехода към карбонатната част на профила се установи единична дупка, направена от по-едро животно, която е свидетелство за рохкавост на сложението.

Механичният състав е определен след диспергиране на почвената проба с пиропфосфат и прилагане на ситов и седиментационен анализ, като за граници на основните текстуроопределящи фракции е използвана класификацията на FAO, описана в Лекционен курс по Мелиоративно почвознание [5, 6]. Механичният състав на излужения чернозем е доста по-тежък. По целия профил преобладаващо е съдържанието на фракцията на глината – от 42,09 до 47,73% (табл. 5), която има стабилизиращ ефект върху почвената структура. По процентно съдържание следват фракциите на праха и дребния пясък, съответно 26,35 – 34,03% и 23,38 – 26,06%, които също имат съществено присъствие.

Таблица 1. Механичен състав на излужен чернозем

Почвен хоризонт	Дълбочина [cm]	Процентно съдържание на частици с размери [mm]				
		> 2,0	2,0 – 0,2	0,2 – 0,02	0,02 – 0,002	< 0,002
		чакъл	едър пясък	дребен пясък	прах	глина
Аорн	0 – 13	0,00	0,51	23,38	34,03	42,09
А2	13 – 43	0,00	0,41	23,64	30,81	45,15
В	43 – 68	0,00	0,26	25,17	31,00	43,57
ВСк	68 – 76	0,00	0,16	25,77	26,35	47,73
Ск	76 – 100	0,00	0,25	26,06	27,83	45,86

За съдържанието на общи карбонати е определен газометричен метод на Шайблер, а за съдържанието на органично вещество – метод на Тюрин. Общите карбонати в излужения чернозем се установяват в ВСк и в Ск хоризонтите, съответно 13,72 % и 21,58 %. Карбонатите допринасят също за рохкавостта на сложението на почвата и съответно са един от значимите фактори по отношение на структурната ѝ стабилност. Затова безкарбонатните хоризонти са уплътнени. Реакцията на почвата е слабо кисела в излужените хоризонти, рН = 6,37 – 6,87 (табл. 2). Хумусът – друг също много важен фактор за стабилността и водоустойчивостта на структурните агрегати, е със сравнително ниско съдържание – 2,54 – 1,56% (добра степен на запасеност) в хумусно-акумулативния хоризонт, което обуславя една добра структурна стабилност на почвата [7]. В слоевете под А-хоризонта също се установява добро съдържание на хумус – 1,76 – 0,71% (табл. 2), което се свързва с навлизането на единични дебели корени на по-голяма дълбочина в почвения профил, към влагоосигурените слоеве които са по-добре през летните засушавания.

Таблица 2. Химичен състав на излужен чернозем

Почвен хоризонт	Дълбочина [cm]	рН	Общи карбонати [%]	Хумус [%]
Аорн	0 – 13	6,37	0	2,54
А2	13 – 43	6,74	0	1,56
В	43 – 68	7,54	0,16	1,76
ВСк	68 – 78	7,92	13,72	0,97
Ск	76 – 100	7,98	21,58	0,71

2.4. Общи физични свойства

Общите физични показатели на излужения чернозем са доста по-различни от тези на алувиално-ливадната почва, което се свързва със значимите разлики в механичния състав на двете почви и естеството на глинестата фракция, която при тази почва е от набъбващ тип. Сложението на почвата е доста по-плътно, особено в подорницата и в В-

хоризонт. Въпреки това стойностите на обемната плътност в А2 и В-хоризонтите не е много висока – 1,41 – 1,47 g/cm³, тъй като пробите са взети при висока, близка до максималната степен на набъбване на почвата. Порьозността на почвата е висока – 57,62% в орницата и 45,35 – 52,03% в хоризонтите по-надолу в профила.

Коефициентът на филтрация, определена послойно при извършване на сондажите е по-ниска – 0,11 m/24 h в най-плътната част на профила, тъй като сложението на почвата е плътно във връзка с високото съдържание на глина и то от набъбващ тип [8].

Таблица 3. Общи физични свойства на излужен чернозем

Почвен хоризонт	Дълбочина [cm]	Влажност [%]	Относителна плътност [-]	Обемна плътност [g.cm ⁻³]	Обща порьозност [%]
Аорн	0 – 13	21,71	2,69	1,14	57,62
А2	13 – 43	26,96	2,69	1,47	45,35
В	43 – 68	27,43	2,71	1,44	46,86
ВСк	68 – 76	25,50	2,71	1,41	47,97
Ск	76 – 100	21,86	2,71	1,30	52,03

3. Описание и настройване на дъждовалната техника

Лентовите машини се състоят от монтиран на шаси барабан, около който се навива гъвкав полиетиленов тръбопроводен твърд маркуч. Маркучът захранва далекоструен дъждовален апарат (ДА), монтиран на количка. Дъждовалният апарат полива в сектор и се „придърпва“ от навиващия се около барабана маркуч. Машината се захранва от напорна мрежа, като част от водата преминава през хидродвигател турбина или бутално устройство, чрез което се завърта барабана. Преместването на следваща позиция се извършва като машината се прикачва към трактор.

Опитното поле е разделено на два участъка съгласно с целите на изследването, като дъждовалната инсталация тип ИДЛ Ferbo Rain GH 82 и Ferbo Rain GH 82 трябва да поливат с едър и фин дъжд.

Според [9 ÷ 13] едрината на изкуствения дъжд е дефинирана с формулата:

$$k = \frac{H_{\text{ДА}}}{d_{\text{ДА}}}, \quad (1)$$

където k е едрината на изкуствения дъжд (-);

$H_{\text{ДА}}$ – напор при струйника на дъждовалния апарат (mm);

$d_{\text{ДА}}$ – диаметър на дюзата на дъждовалния апарат (mm);

при $k < 1500$ много едър дъжд неподходящ за напояване;

при $k = 1500 \div 1700$ – едри капки, подходящ за добре развити растения;

при $k = 1700 \div 1800$ – средни капки, подходящ за добре развити растения;

при $k = 2000 \div 2200$ – дребни капки, подходящ за всички култури;

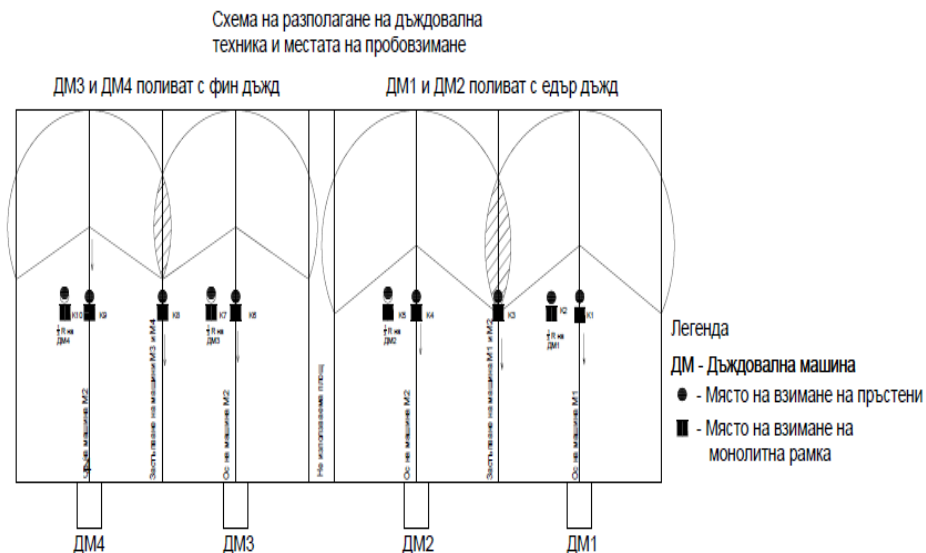
при $k = 2400 \div 2600$ – мн. дребни капки (фин дъжд), подходящ за разсад, цветя и пр.

Машините Ferbo Rain GH 90 работят при следните характеристики: радиус на поливане R – 38 m; напор на струйника $H_{\text{ДА}}$ – 42 m; диаметър на дюзата d – 24 mm; поливна норма m – 450 m³/ha; интензитет i – 5,684 mm/h; едрина на изкуствения дъжд k – 1750 едър дъжд. Дъждовалната инсталация Ferbo Rain GH 90 е подходяща за този тип почва и

се получава едър дъжд, който ще се приложи за целите на изследването. Машини М1 и М2 ще работят при тези зададени характеристики за едър дъжд.

Машини Ferbo Rain GH 82 работят при следните характеристики: радиус на поливане $R - 34 \text{ m}$; напор на струйника $H_{\text{ДА}} - 40 \text{ m}$; диаметър на дюзата $d - 20 \text{ mm}$; поливна норма $m - 450 \text{ m}^3/\text{ha}$; интензитет $i - 4,394 \text{ mm/h}$; едринна на изкуствения дъжд $k - 2000$ едър дъжд. Дъждовалната инсталация Ferbo Rain GH 82 е подходяща за този тип почва и се получава фин дъжд, който ще се приложи за целите на изследването при машини М3 и М4. На фиг. 1 е показана схемата на разполагане на дъждовалната техника.

Реализирани са три поливки на опитното поле в землището на с. Михалци, съобразени с поливната схема на фирма „Розекс Инк“ ООД, собственик на земята и дъждовалната техника.



Фиг. 1. Схема на разполагане на дъждовалната техника и местата на пробовзимане

4. Описание на полския експеримент

За изследване на водозадържащата способност на почвата са взети почвени проби в ненарушено състояние с метални пръстени 100 cm^3 в осите на машините и застъпване на поливните сектори от двете машини, преди (контрола) и след подаването на поливките в следните варианти на експеримента, свързани със зададените параметри на изкуствения дъжд показани на фиг. 1.

Вариант 1 – в оста на машина М1 – едър дъжд; Вариант 2 – в застъпването на поливните сектори на дъждовална машина М1 и дъждовална машина М2 – едър дъжд; Вариант 3 – в оста на машина М3 – едър дъжд; Вариант 4 – в оста на машина М3 – фин дъжд; Вариант 5 – в застъпването на поливните сектори на дъждовална машина М3 и дъждовална машина М4 – фин дъжд; Вариант 6 – в оста на машина М3 – фин дъжд. За описаните варианти са взети почвени проби само след I-вата и след III-тата поливка. Пропуснато е пробовземането след II-рата поливка, поради допускането, че резултатите след III-тата поливка ще са по-изразителни.

5. Лабораторни методи за определяне на водозадържащата способност

Измерването на водозадържащата способност на почвени проби е извършено в лаборатория „Физика на почвата” на ИПАЗР „Н. Пушкиров” по процедури, близки до описаните в ISO 11274:1998. Предварително почвените проби се навлажняват по капиларен път при потенциал – 0,25 kPa върху пясъчна вана в продължение на повече от 20 дни. Водоотдаването на навлажнените проби при отрицателни потенциали 1, 5, 10 и 33 kPa (pF 1,0; 1,7; 2,0 и 2,5) се осъществява чрез капилариметър с висящ воден стълб (Shot филтри G5 с диаметър на порите 1,0 – 1,6 μm). Равновесие при всеки потенциал се постига за 5 – 7 дни. Водозадържането при матричен потенциал – 1500 kPa (pF 4,2) се определя върху стрити почвени проби с размер < 2 mm с преса на Ричардс с целофанова мембрана. Влагозадържане при матричен потенциал pF 5,6 се определя при контролирана относителна влажност на въздуха 75% в ексикатори, съдържащи наситен разтвор на NaCl.

5.1. Моделиране на кривата на водозадържане чрез уравнението на ван Генухтен и индикатори за почвена структура

Нелинейната апроксимация на уравнението на ван Генухтен (van Genuchten, 1980) е извършена при допускане $m = 1 - 1/n$ (Muallem, 1976) и полагане на $W_{res} = 0$ в случай на отрицателни стойности. В този случай се оценяват три параметъра – W_{sat} (влажност при насищане), α (реципрочна стойност на пробивното налягане на въздуха) и n (мярка за разпределението на порите, $n > 1$) в нелинейното уравнение:

$$W = (W_{sat} - W_{res}) \left(1 + (\alpha h)^n \right)^{-m} + W_{res}, \quad (2)$$

където W е водно съдържание (влажност) (kg kg^{-1}), при матричен потенциал h (hPa);

W_{sat} – съдържание на вода при насищане (kg kg^{-1});

W_{res} – остатъчно съдържание на вода (kg kg^{-1});

α – регулируем коефициент за скалиране (hPa^{-1});

m, n – регулируеми фактори на формулата.

Параметрите W_{sat} , W_{res} , α и n от уравнение 1 са определени чрез прилагане на метода на нелинеен регресионен анализ от статистическия пакет OriginPro 6.1.

Параметрите на уравнението са използвани за изчисляване на S -параметър [2, 13], представляващ наклон на кривата на водозадържане (ур. 3) в инфлексната ѝ точка W_i (ур. 4) и е индикация за степента на концентриране на порите в тесен диапазон от размери:

$$S = -n(W_{sat} - W_{res}) \left[1 + \frac{1}{m} \right]^{-(1+m)}, \quad (3)$$

където S е инфлексната точка;

$$W_i = (W_{sat} - W_{res}) \left[1 + \frac{1}{m} \right]^{-m} + W_{res}, \quad (4)$$

където W_i е водно съдържание (влажност), при всмукване h (kg kg^{-1}).

Според Декстер [2], параметърът S е показателен за качеството на почвата, като абсолютните стойности на този параметър са граници на четири категории качество на почвата: $S < 0,020$ много лошо, $0,020 \leq S < 0,035$ лошо, $0,035 \leq S < 0,050$ добро, $S \geq 0,050$ много добро.

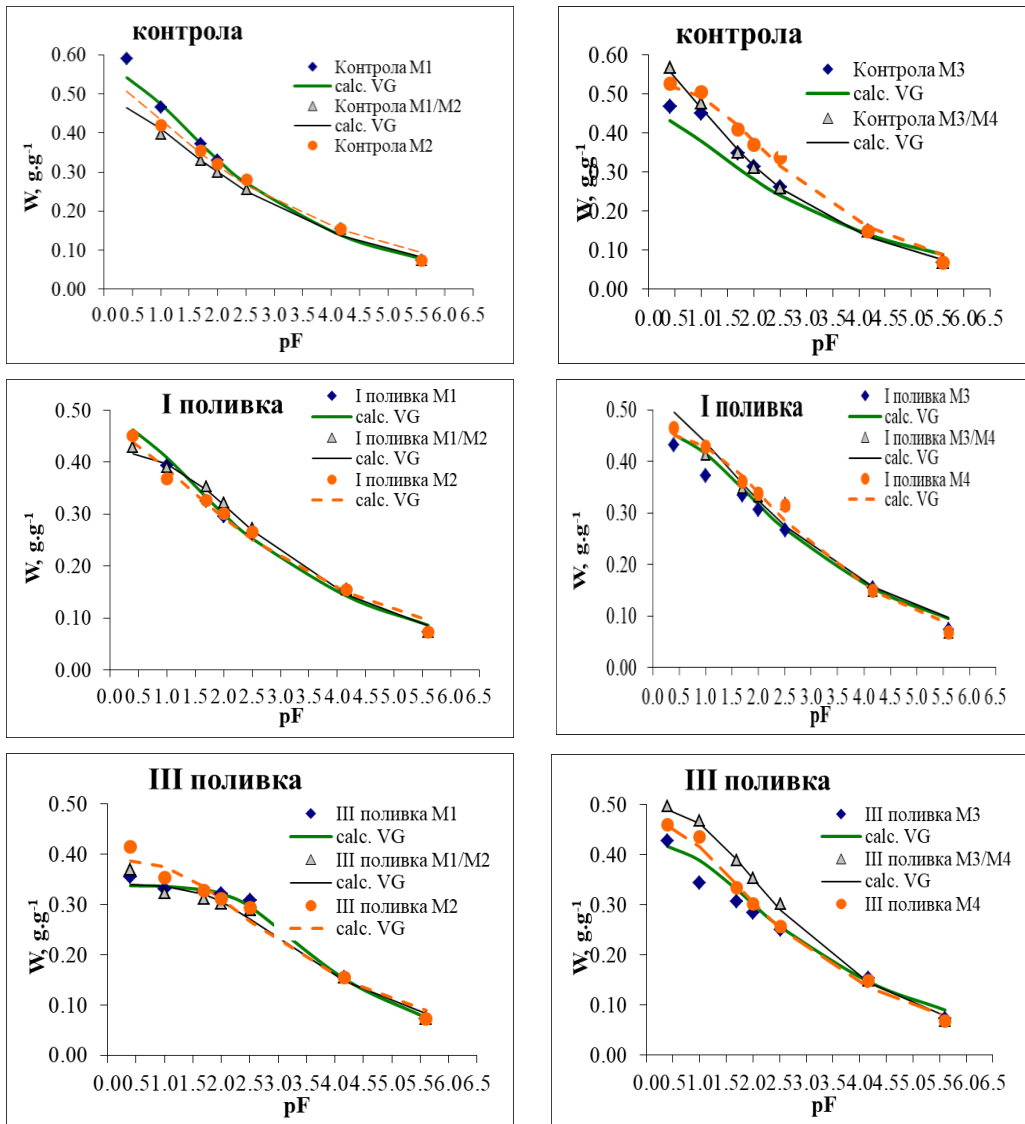
6. Резултати и дискусия

Таблица 4. Водозадържане на почвата (влажност, тегловни проценти) при различен потенциал [kPa] излужен чернозем

Вариант	Поливка	-0,25 [kPa]	-1,0 [kPa]	-5,0 [kPa]	-10,0 [kPa]	-33,0 [kPa]	-1500 [kPa]	-38913 [kPa] (Wh)
ос на М1 едър дъжд	Контрола	59,0	46,5	37,2	33,0	27,9	15,4	7,3
	I поливка	50,3	39,3	32,5	29,5	26,3	15,4	7,3
	III поливка	35,5	33,1	32,6	32,1	30,7	15,4	7,3
Контрола при 1/3R = 12,66 m от оста на машина М1	Контрола	53,6	44,8	36,2	32,7	27,1		
	I поливка	46,3	40,4	35,3	32,4	27,1	15,4	7,3
	III поливка	39,1	36,1	34,1	32,1	27,1	15,4	7,3
застъпване между М1/М2 едър дъжд	Контрола	50,6	39,7	32,9	30,0	25,6	15,4	7,3
	I поливка	42,9	39,0	35,2	32,2	27,2	15,4	7,3
	III поливка	37,0	32,3	31,1	30,1	28,9	15,4	7,3
ос на М2 едър дъжд	Контрола	51,8	42,0	35,5	32,1	28,0	15,4	7,3
	I поливка	45,1	36,8	32,6	30,1	26,5	15,4	7,3
	III поливка	41,4	35,4	32,7	31,2	29,3	15,4	7,3
Контрола при 1/3R = 12,66 m от оста на машина М2	Контрола	49,0	38,4	32,5	29,7	25,3	15,4	7,3
	I поливка	48,8	36,5	31,5	28,9	25,3	15,4	7,3
	III поливка	48,6	34,6	30,4	28,2	25,4	15,4	7,3
ос на М3 фин дъжд	Контрола	46,7	40,3	33,7	32,1	30,3	14,9	6,8
	I поливка	43,1	37,2	33,5	30,6	26,7	14,9	6,8
	III поливка	42,8	34,4	30,6	28,5	25,1	14,9	6,8
Контрола при 1/3R = 12,66 m от оста на машина М3	Контрола	50,4	48,2	34,8	31,4	26,6	14,9	6,8
	I поливка	46,7	45,0	34,8	31,3	26,1	14,9	6,8
	III поливка	43,1	41,8	34,9	31,2	25,7	14,9	6,8
застъпване между М3/М4	Контрола	56,6	47,7	34,9	31	25,8	14,9	6,8
	I поливка	51,2	41,4	34,9	33,2	31,8	14,9	6,8
	III поливка	49,8	46,9	39,0	35,4	30,2	14,9	6,8
ос на М4 фин дъжд	Контрола	52,7	50,4	40,8	36,9	33,7	14,9	6,8
	I поливка	39,3	37,5	31,6	29,0	25,5	14,9	6,8
	III поливка	38,9	37,7	31,4	28,9	26,2	14,9	6,8
Контрола при 1/3R = 12,66 m от оста на машина М3	Контрола	39,7	37,3	31,9	29,2	24,8	14,9	6,8
	I поливка	46,4	42,9	36,0	33,7	31,5	14,9	6,8
	III поливка	46,0	43,7	33,4	30,2	25,6	14,9	6,8

В табл. 4 е показано водозадържането при различен потенциал преди започването на поливките, означени като „контрола“ и след първата и след третата поливка. Данните по варианти на дъждуване с едър и фин дъжд, преди дъждуването и след първата и третата поливка са представени графично на фиг. 2. На същите графики са изчертани и апроксимираните с уравнението на ван Генухтен [1] (ур. 2) криви на водозадържане.

При разглеждане на данните за водозадържането се установява известна нехомогенност на водозадържането в контролните пунктове, което се отдава на спецификата на използваната техника. Прави впечатление, че след подаване на първата, а още повече на третата поливка, тези пространствени различия намаляват (табл. 4, фиг. 2).



Фиг. 2. Експериментални и симулирани с уравнението на ван Генухтен (calc. VG) зависимости на водозадържането от потенциала в изследваните варианти с дъждуване на излужен чернозем в землището на гр. Павликени

Понижаването на водозадържащата способност може да бъде свързано с разпадането на почвените агрегати, водещо до намаляване на обема на вътрешноагрегатните микропори. Може да се допусне, че при многократни промени в структурата на почвата тя се „стабилизира“, до постигане на равновесно състояние. Големината на капките оказва съществено влияние върху достигането на такова равновесно състояние. При дъждуването с едри капки се наблюдава прогресивно намаляване на водозадържащата способност на почвата след първата и третата поливка, докато при дъждуването с фини капки водозадържането след първата поливка и след третата поливка намалява по-малко, отколкото при дъждуването с едър дъжд. Това показва, че дъждуването с едър дъжд оказва по-голямо влияние върху структурата на почвата.

7. Инфлексни точки на rF -кривите

Инфлексната точка на rF -кривата за машина М1 за оста – преди обработването се установява при водозадържане $S = 0,032$, при контролната проба $S = 0,067$ след I-вата поливка при $S = 0,051$, III-та поливка при $S = 0,044$. Това показва, че след I-та поливка е намалел капацитетът на задържане на вода в почвата. Капацитетът на водозадържане също е намалел след III-тата поливка.

При Вариант 2 на разстояние $1/3 R$ от оста на Машина 1, Вариант 3 – застъпването на поливните сектори на М1/М2 резултатите са аналогични с Вариант 1 – rF -крива на Машина М1.

Инфлексната точка на rF -кривата за оста машина М3 преди обработването се установява при водозадържане $S = 0,031$, при контролната проба $S = 0,045$ след I-вата поливка при $S = 0,047$, III-тата поливка при $S = 0,040$. Това показва, че след I-вата поливка се е увеличил капацитетът на задържане на вода в почвата, но след III-тата поливка капацитетът е намалел спрямо контролата, след I-вата поливка.

Инфлексната точка на rF -кривата на разстояние $1/3 R$ от оста на Машина 3 – преди обработването се установява при водозадържане $S = 0,032$, при контролната проба $S = 0,061$ след I-вата поливка при $S = 0,054$, III-тата поливка при $S = 0,049$. Това показва, че след I-вата поливка е намалел капацитетът на задържане на вода в почвата. Капацитетът на водозадържане също е намалел след III-тата поливка. Аналогичен е Вариантът 10.

При Вариант 8 инфлексната точка на rF -кривата за застъпването на машини М3/М4 преди обработването се установява при водозадържане $S = 0,033$, при контролната проба $S = 0,075$ след I-вата поливка при $S = 0,053$, III-тата поливка при $S = 0,059$. Това показва, че след I-вата поливка е намалел капацитетът на задържане на вода в почвата, но след III-тата поливка капацитетът се е увеличил спрямо, след I-вата поливка.

При вариант 9 инфлексната точка на rF -кривата за машина М4 за оста – преди обработването се установява при водозадържане $S = 0,032$, при контролната проба $S = 0,041$ след I-вата поливка при $S = 0,041$, III-тата поливка при $S = 0,040$. Капацитетът на водозадържане е останал равен и при двете поливки.

Това може да означава, че се получават динамични промени в структурата на почвата, но дяловете на пори с различни размери се променят различно след I-вата и след III-тата поливка. При едрия дъжд намаляването на едрите пори продължава и след III-тата поливка, докато при финия дъжд, този ефект се проявява след I-вата поливка, но след III-тата поливка те се възстановяват.

Таблица 5. Параметри на уравнението на ван Генухтен (ур. 2), наклон (S параметър, ур. 3) и влажност (W_i , ур. 4) в инфлексната точка на кривата на водозадържане на излужен чернозем в изследваните варианти

Вариант	Поливка	W_{sat} [kg/kg]	W_{res} [kg/kg]	α [hPa ⁻¹]	n	m	S	W_i [kg/kg]
ос на M1 едър дъжд	Контрола	0,590	0,000	0,241	1,177	0,150	0,067	0,434
	I поливка	0,463	0,000	0,288	1,151	0,131	0,051	0,379
	III поливка	0,338	0,000	0,002	1,216	0,178	0,044	0,242
Контрола при 1/3R = 12,66 m от оста на машина M1	Контрола	0,506	0,000	0,433	1,158	0,136	0,062	0,443
	I поливка	0,449	0,000	0,108	1,156	0,135	0,048	0,350
	III поливка	0,378	0,000	0,021	1,168	0,144	0,042	0,283
застъпване между M1/M2 едър дъжд	Контрола	0,518	0,000	0,275	1,156	0,135	0,052	0,380
	I поливка	0,416	0,000	0,047	1,163	0,140	0,045	0,316
	III поливка	0,340	0,000	0,008	1,173	0,148	0,038	0,252
ос на M2 едър дъжд	Контрола	0,490	0,000	0,641	1,147	0,128	0,058	0,443
	I поливка	0,439	0,000	0,380	1,135	0,119	0,044	0,368
	III поливка	0,387	0,000	0,034	1,155	0,134	0,040	0,294
Контрола при 1/3R = 12,66 m от оста на машина M2	Контрола	0,478	0,000	0,273	1,150	0,130	0,049	0,370
	I поливка	0,445	0,000	0,352	1,145	0,127	0,048	0,370
	III поливка	0,346	0,000	0,448	1,141	0,124	0,037	0,294
ос на M3 фин дъжд	Контрола	0,478	0,000	0,419	1,139	0,123	0,045	0,364
	I поливка	0,453	0,000	0,144	1,146	0,127	0,047	0,359
	III поливка	0,417	0,000	0,100	1,1473	0,146	0,049	0,369
Контрола при 1/3R = 12,66 m от оста на машина M3	Контрола	0,537	0,000	0,167	1,173	0,151	0,061	0,395
	I поливка	0,467	0,000	0,115	1,172	0,147	0,054	0,361
	III поливка	0,430	0,000	0,065	1,170	0,146	0,049	0,327
застъпване между M3/M4	Контрола	0,673	0,000	0,762	1,173	0,148	0,075	0,497
	I поливка	0,496	0,000	0,334	1,145	0,127	0,053	0,412
	III поливка	0,491	0,000	0,059	1,183	0,155	0,059	0,369
ос на M4 фин дъжд	Контрола	0,534	0,000	0,055	1,180	0,153	0,061	0,392
	I поливка	0,452	0,000	0,049	1,171	0,146	0,051	0,341
	III поливка	0,458	0,000	0,144	1,166	0,142	0,052	0,359
Контрола при 1/3R = 12,66 m от оста на M4	Контрола	0,402	0,000	0,069	1,155	0,134	0,041	0,302
	I поливка	0,389	0,000	0,064	1,154	0,134	0,041	0,300
	III поливка	0,387	0,000	0,0587	1,154	0,134	0,040	0,359

8. Заключение

От анализа на получените резултати за втория етап на изследването са установени разлики във формата и стойностите на rF-кривите в повърхностните слоеве на почвения профил на излужения чернозем, свидетелство за промяна в конфигурацията на поровото пространство в почвата, което може да се дължи на напояването с изкуствен дъжд. Разликите в стойностите на rF-кривите може да се отдаде на въздействие при напояването с

изкуствен дъжд. Очертава се тенденция за уплътняване на структурата почвата излужен чернозем и достигане на „равновесие“, при което не протичат други структурни промени.

За различните варианти на експеримента са установени разлики във формата и стойностите на rF -кривите в повърхностните слоеве на почвения профил на излужен чернозем, свидетелство за промяна в конфигурацията на поровото пространство в почвата, която може да бъде свързана с разпадането на почвените агрегати, водещо до намаляване на обема на макропорите.

Установяват се известни промени в структурата на почвата, но дяловете на пори с различни размери се променят различно след I-вата и след III-тата поливка. Получените резултати от изследването на водозадържането в почвата (rF -кривите) показват, че протичат промени в почвата вследствие на напояването.

Въпреки това се установява по варианти известна промяна в дяловото разпределение на порите, което може да се приеме като промяна в структурното състояние на почвата.

От изследваните резултати се очертава тенденция към уплътняване на поровото пространство, което води до намаляване на водозадържането.

При варианта напояване с фин дъжд се забелязва, че водозадържането намалява по-бавно и се запазва за по дълъг период от време. Това може да се дължи на това, че едрият дъжд оказва по-голямо въздействие на почвата от финия дъжд, което се потвърждава от по-малко изменение на дяловото разпределение на порите с различни размери при вариантите с фин дъжд.

Благодарности

Настоящата научноизследователска разработка по договор Д-115/2018 е подкрепена финансово от Център за научни изследвания и проектиране при УАСГ.

Авторите изказват благодарности на фирма „Розекс Инк“ ООД за оказаното съдействие и отдаването на обработваема земя за опитно поле и дъждовална техника при провеждането на полския експеримент.

Изказваме благодарности на научния колектив от ИПАЗР „Никола Пушкарков“ за оказаното съдействие при обработката и анализа на почвени проби.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Van Genuchten, M. Th.* 1980. A closed-form expression for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 44 (Journal) (1980) p.p. 892-898.

2. *Dexter, A. R.* Soil physical quality. Part I. Theory, effects of soil texture, density and organic matter, and effects on root growth. *Geoderma*, v.120, (Journal) (2004a) p.p. 201-214.

3. *Дилкова, Р.* 2014. Структура, физични свойства и аерация на почвите в България. Изд. PSSE, 300 стр.

4. *Denef, K., Six, J., Bossuyt, H., Frey, S.D., Elliott, E. T., Merckx, R., Paustian, K.,* 2001. Influence of dry-wet cycles on the interrelationship between aggregate, particulate organic matter, and microbial community dynamics. *Soil Biol. Biochem.* 33, 1599-1611.

5. *Даскалова, А.* 2009. Лекционен курс по Мелиоративно почвознание. Печатна база на УАСГ. София, 2009, 329 стр.

6. *Пенков М., А. Даскалова, М. Мондешка.* 2015. Ръководство по почвознание. www.uacg.bg/e-platform.

7. Райчев, Т., Филчева, Е. 2011. Почвено органично вещество. Малък терминологичен речник. Издателство „Авангард Прима“, София.
8. Атанасов, И., Райчев, Т., Русева, С. 2009. Кратък речник на научните термини в почвознанието. Издателство „ПъблишСайСет-Еко“, София, ISBN 978-954-749-084-0.
9. Джунински, Б. 1986. Напоителни системи“. Издателство ТЕХНИКА, София.
10. Парасков, Д. 2017. Изследване на зависимостта между работното налягане и радиус на действие на набор от дъждовални апарати. Водно дело (Списание) 5/6‘2017, стр. 18-20.
11. Гаджалска, Н. Изследване върху мелиоративните характеристики на дъждуването с лентови инсталация. 1981, София.
12. Петров, П., Харковски, М., Гаргов, К., Кадурин, М. Справочник по дъждовална техника. Издателство „Земиздат“.
13. Dexter, A. R. 2006. Application of S-theory in tillage research. In: 17th Triennial Conference. Proceedings of ISTRO 17. Christian-Albrechts-University, Kiel, Germany, pp. 429-442. CD-ROM, ISBN 3-9811134-0-3.
14. Dexter, A. R. 1988. Advances in characterization of soil structure. Soil Till. Res. Proceedings 11th Conference of ISTRO 11, Tillage and Traffic in Crop Production. p.p. 199-238.
15. Dexter, A. R., Czyz, E. A., Richard, G., Reszkowska, A. 2008. A user-friendly water retention function that takes account of the textural and structural pore spaces in soil. Geoderma 143 (Journal), p.p. 243-253.
16. Dexter, A. R. 1976. Internal structure of tilled soil. J. Soil Sci. 27 (Journal), p.p. 267-278.
17. Dimitrov, G., Kercheva, M., Teoharov, M., Shishkov, T. 2015. Suctural characteristics of reddish soils from the north-eastern part of Sofia field. Soil science agrochemistry and ecology. XLIX, № 3, p.p. 30-43.
18. Kercheva, M., Rousseva, S., Dimitrov, E., Nenov, M., Shishkov, T. 2011. Soil aggregation estimates in CZO-Fuchsenbigl. Applied Geochemistry 26. (Journals), p.p. S57-S59.
19. Kincaid, D. C., Solomon, K. H., Oliphant, J. C. 1996. Drop Size Distributions For Irrigation Sprinklers. American Society of Agricultural Engineers. VOL. 39(3):839-845.
20. Predicting rainfall erosion losses. 1978. Supersedes Agriculture Handbook № 282 United States Department of Agriculture in cooperation with Purdue Agricultural Experiment Station.
21. Rousseva, S., Kercheva, M., Shishkov, T., Lair, G. J, N. P. Nikolaidis, D. Moraetis, P. Krám, Bernasconi, S. M., Blum W. E. H., Menon, M., Banwart, S. A. 2017. Soil Water Characteristics of European SoilTrEC Critical Zone Observatories. Advances in Agronomy 143 (Journal), p.p. 29-72.
22. Rousseva, S., Tsvetkova, E., Lozanova, L. 2009. Soil erosion rates at field plot studies in Bulgaria. Geochimica et Cosmochimica Acta, 73 (13 suppl. 1): A 1124.

VARIABILITY OF SOIL WATER RETENTION OF LEACHING CHERNOZEM UNDER SPRINKLER IRRIGATION

J. Gerinski¹, V. Kurdov²

Keywords: soil, leaching chernozem soil, soil water retention, sprinkler irrigation

ABSTRACT

The aim of the study is to investigate the influence of sprinkler irrigation with variable characteristics on the water retention capacity of alluvial-meadow soil. Soil physical properties and water retention at different potentials have been analyzed by laboratory methods using disturbed and undisturbed soil samples from the arable soil layer. The water retention experimental data at different suctions were approximated with the Van Genuchten equation [1] and used for calculation of the soil quality S-index [2]. The obtained data show different soil structural changes depending on the raindrop size of the applied irrigation after first and third irrigation event. The established changes of soil water retention variability do not affect significantly the soil quality, which remains good according to the classification of Dexter [2].

¹ Jordan Gerinski, Chief Assist. Prof. Dr. Eng. Dept. "Hydraulic, Irrigation and Drainage Engineering", UACEG, 1 H. Smirnski Blvd., Sofia 1046, e-mail: gerinski@abv.bg

² Valentin Kurdov, Eng., Dept. "Hydraulic, Irrigation and Drainage Engineering", UACEG, 1 H. Smirnski Blvd., Sofia 1046, e-mail: kurdoff@gmail.com