

ГЕОРГИ ДИМИТРОВ, МИЛЕНА КЕРЧЕВА, МЕТОДИ ТЕОХАРОВ, ТОМА ШИШКОВ
Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Н. Пушкарров”, София

Структурни характеристики на Червеноцветни почви от североизточната част на Софийско поле

Structural Characteristics of Reddish Soils from the North-eastern Part of Sofia Field

G. Dimitrov, M. Kercheva, M. Teoharov, T. Shishkov

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

Abstract

The study presents basic structural characteristics of ten profiles of Reddish soils (Haplic Leptosols, Haplic Cambisol, Haplic and Cutanic Luvisols with Chromic or Rhodic characteristics) of different formation stages and parent materials, located in North-eastern part of Sofia field. Type, size distribution and water stability of soil aggregates were determined and explained taking into account textural characteristics, organic matter contents and other factors influencing soil structure formation. Soil density and total porosity were also used for assessing physical status along the soil profiles.

The humic horizons of the most of studied soils under pristine (grassland) conditions are well structured and with high water stability of soil aggregates. The main role for aggregates formation play the high organic matter content and most probably the Fe-(hydr)oxides in case of coarse textured Haplic Leptosols. The water stability of soil aggregates is lower in the surface horizon of Haplic Cambisol due to low content of organic matter and location of the profile on the South slope. The cultivated Haplic Luvisol is characterized with the lowest water stability of soil aggregates. Well pronounced alteration of the structural characteristics in illuvial horizons is observed in the studied Haplic and Cutanic Luvisols. The type of structure is changed from granular in A horizon to blocky in Bt. The illuvial horizons are characterized with low water stability of aggregates, and hence high compaction, which impede the transmission of water. The occurrence of Mn concretions in Bt horizons corroborates the suggestion for frequently occurrence of waterlogging. Exception is Haplic Luvisol (Clayic, Rhodic) with the highest Fe content along the soil profile. The structure of the illuvial horizon ensures enough content large pores for water transmission.

Key words: Reddish soils, soil structure, aggregates, water stable aggregates, porosity

Традиционни показатели, които се използват у нас за характеризиране на почвената структура, са морфологичното описание на формата на агрегатите, агрегатен състав и водоустойчивост на агрегатите. Този набор от характеристики отговаря на една от дефинициите за

почвена структура, а именно „форма и размер на структурните части (макроагрегати), на които се разпада почвата” (Толоковий словарь по почвоведению, 1975). По-комплексни изследвания върху структурата на основни почвени различия в България включват

и разпределението на порите по размери и коефициента на филтрация (Дилкова, 1986; 2014). С тях се характеризира индиректно структурата на поровото пространство, което е отражение на организацията на почвените агрегати. Общата порьозност е сравнително лесна за определяне оценка на общия обем пори в единица обем ненарушена почва. Качинский (1965) посочва следните белези на добрата почвена структура от агрономична гледна точка: по тип дребнобуцеста и зърнеста; с размер на агрегатите 0,25 – 10 mm; пориста; механически еластична и водоустойчива.

Обзорната публикация на Six et al. (2004) върху изследвания на факторите и механизмите за формиране на почвените агрегати показва, че през последните десетилетия е направен забележителен напредък в разбирането на сложните взаимовръзки между петте основни фактори: почвена фауна; почвени микроорганизми; корени; неорганични свързващи елементи; влажностно състояние на почвата. Йерархичният модел на изграждане на агрегатите на Tisdal & Oades (1982) е доразвит от Elliott (1986), Oades & Waters (1991) и др., като се посочва, че формиране на различните по размери агрегати се осъществява от различни свързващи агенти. Разрушаването на агрегатите и намаляването на почвеното органично вещество се дължи на по-лабилните форми на органично вещество (хифи и продукти от дейността на корените), с които са свързани микроагрегатите (< 0,25 mm) в макроагрегати (> 0,25 mm). Ролята на органичното вещество за изграждане на йерархична структура на агрегатите е решаваща в почвите, в които преобладават трислойните глинести минерали (от монтморилонитовата и илитовата група), където то служи като мост между отрицателно заредените глинести минерали (Oades, Waters, 1991). Regelink et al. (2015) отбелязват значителната структурообразуваща роля на аморфните железните хидроокиси, дори когато са в малко количество в почвата. Те участват в изграждането на органо-минерални комплекси. Освен това, обгръщайки едрите механични фракции (пясък и прах), аморфните железни хидроокиси увеличават тяхната специфична повърхност и ги активират за взаимодействие с органичните материали. У нас влиянието на оксалат-

но разтворимите железни хидроокиси върху структурата на някои почвени различия е изследвано от Dilkova et al. (2002), които предлагат показател за качеството на почвата, отразяващ съотношението между глината, хумуса и оксалатно разтворимото желязо. Комплексните изследвания за структурни характеристики на Канелени горски почви (Дилкова, 1986; 2014, Dilkova et al., 1999; 2002) показват, че основният лимитиращ структурен фактор при целинни условия, е уплътненият илувиален хоризонт с ниска водоустойчивост, който е с ниска дренираща способност.

Целта на настоящото изследване беше да се определят и оценят в генетичен, агрономичен и екологичен аспект характеристики на структурата на Червеноцветни почви, намиращи се в различни фази на развитие, в зоната на разпространение на Канелените горски почви от североизточната част на Софийско поле.

Материал и методи

Обект на изследване са Червеноцветни почви от североизточната част на Софийското поле. Изследвани са три хълмисто-ридови катени с вертикално разположение на почвените профили (в горната и долната част на склона) и една равнинна с хоризонтално разположение на почвените профили в посока запад-изток.

Почвообразуващите скали са железнозонарни кварцити, червени пясъчници и техните претложени продукти (делувий), едрочастични и финочастични старокватернерни отложения. Разнообразието в строежа на профила на почвите в голяма степен се определя и от характера на растителността, умерено влажния климат (с годишна сума на валежите 574 mm) и различния релеф (ридово-хълмист, вълнообразен и равнинен). Проучени са почвени различия, намиращи се в различни фази на развитие на почвения профил:

1. Плитки, примитивни и слабо развити почви с неоформен профил върху твърди скали железнозонарни кварцити и червени пясъчници – Ферични Литоземи (Профил № 1) и Ферични Ранкери (Профил № 3, 4 и 7) – *Haplic Leptosols*.

2. Маломощни и средно мощни почви с нормален и развит профил върху меки скали, червени пясъчници (Профил № 6) (преотложене-

ни материали от червени пясъчници и железоносни кварцити) – силно и средно Излужени Канелени горски почви (Профил № 2 и 5) – *haplic Luvisols*.

3. Дълбоки (мощни) почви с нормален и развит профил върху меки скали (едрочастични и финочастични старо кватернерни отложения) – Типични и Вертични Канелени горски почви (Профил № 8 и 10) и Червеноземи (Профил № 9) – *haplic Luvisols*.

Определени са основни почвени показатели, от които зависи структурата на почвата – съдържанието на фракциите на пясъка, праха и глината според класификацията на Качински (Качинский, 1958) и органичен въглерод по модифициран метод на Тюрин (Кононова, 1963; Filcheva, Tsadilas, 2002). Оценките за общ органичен въглерод са по Филчева (цит. Райчев, Филчева, 2011): много високо > 3%, високо 1,8 – 3%, средно 1,2 – 1,7%, ниско 0,6 – 1,2, много ниско < 0,6%.

Структурните показатели, които са включени в настоящото изследване са обща порьозност, морфологично описание на формата на агрегатите по класификацията на Захаров (цит. по Качинский, 1965), агрегатен състав и водоустойчивост на агрегатите.

Общата порьозност (P) е изчислена по формулата:

$$P = \left(1 - \frac{d_v}{d_s}\right) \cdot 100\%,$$

където d_s е специфичната плътност на почвата, определена във вода с пикнометри с вместимост 100 cm³, съгласно ISO 11508: 1998, а d_v е обемната плътност, определена с пръстени от 100 cm³.

Агрегатният състав на почвата е определен в лабораторни условия чрез пресяване на въздушно суха проба през серия от сита с размери 15, 10, 5, 3, 1 и 0,25 mm. Според класификацията на Савинов добре структурирана почва се счита тази, в която преобладават агрегати с размер от 0,25 до 10 mm. Когато в почвата преобладават (а според Вилъямс са повече от 35%) агрегати с размери, по-малки от 0,25 mm, се приема, че почвата има разпрасана структура (Долгов, 1966). При преобладаване на агрегати с размер, по-голям от 10 mm – структурата е буцеста. Като агрономически най-ценни се считат агрегати с размер от 1 до 3 mm.

Водоустойчивостта на почвените агрегати с размер от 10 до 0,25 mm е определена по метода на Савинов, модификация на Вершин и Ревут (1952) и (Ревут, 1964) (цит. по Долгов, 1966). За по-обективна оценка на водоустойчивостта на почвените агрегати е използвана проба, съставена от равни количества въздушно сухи агрегати от 4 фракции (10-5, 5-3, 3-1 и 1-0,25 mm), която се изсипва във вода и след един час се пресява в потопени във вода серия от сита с размери 5, 3, 1 и 0,25 mm.

Възприетият методичен подход включва изчисляване на средно претеглените диаметри на почвените агрегати след (СПДв) и преди (СПДа) пресяването във вода и представянето им като отношение – СПДв/СПДа (Дилкова, 1986), като в случая на използване на съставена проба СПДа* = 3,53 mm. Среднопретеглените диаметри се определят по формулата:

$$\text{СПД} = \sum_{i=1}^n \frac{w_i}{100} \cdot \bar{d}_i,$$

където n е броят на агрегатните фракции, d_i е средният диаметър на i-тата фракция, а w_i е масата на агрегатите в i-тата фракция, изразена като процент от сухата почвена проба. Оценката на водоустойчивостта на почвените агрегати е направена според стойностите на отношението СПДв/СПДа*: над 0,6 водоустойчивостта е много добра, от 0,6 до 0,4 – добра, от 0,4 до 0,2 – средна и под 0,2 – е ниска (Дилкова, 1986). Определено е количеството скелетни частици във фракциите, задържани над сита 1, 3 и 5 mm.

Резултати и обсъждане

В табл. 1 са представени данни за някои основни почвени свойства, от които зависи структурата на почвата. Механичният състав на почвата в хумусните хоризонти на изследваните почвени профили варира в широки граници от глинесто-песъклив до леко глинест (табл. 1). Почвите, формирани върху железоносни кварцити (Тъмен ранкер – Профил 3 и Феричен ранкер – Профил 4) и от претложени материали от железоносни кварцити (Средно Излужена Канелена горска почва – Профил 2) са средно каменисти. В подповерхностните хоризонт (CR или B) механичният състав варира в още по-широки грани-

Таблица 1. Механични фракции (%), органичен въглерод (C, %), специфична плътност (d_s), обемна плътност (d_v) и обща порьозност (P) на изследваните почвени профили
 Table 1. Textural fractions (%), organic Carbon (C, %), particle density (d_s), bulk density (d_v), and total porosity (P) of studied soil profiles

Хоризонт	Дълбочина, см	Скелет > 1,0 mm	Пясък 1,0 - 0,05 mm	Праш 0,05 - 0,001 mm	Ил < 0,001 mm	Физична глина $\leq 0,01$ mm	Текстурен клас	Органичен C, %	d_s , g.cm ⁻³	d_v , g.cm ⁻³	P, %
Плитки почви, формирани върху твърди скали											
Феричен Литозем (Профил 1), формиран върху пясъчник, тревни асоциации											
AC	0-17	3	74	13	9	14	глинесто-песъклив	1,80	2,65	1,42	46
CR	17-40	0	90	8	2	6	песъклив	0,39	2,71		
Феричен Ранкер (Профил 7), формиран върху пясъчник, тревни асоциации											
Ah	0-20	0	71	25	5	15	глинесто-песъклив	2,81	2,59	1,44	44
CR	20-40	9	68	20	2	15	глинесто-песъклив	1,15	2,65	1,70	36
Тъмен Ранкер (Профил 3), формиран върху железозносни кварцити, тревни асоциации											
Ah	0-24	23	39	34	4	16	глинесто-песъклив	2,75	2,61	1,45	44
Феричен Ранкер (Профил 4), формиран върху железозносни кварцити, тревни асоциации											
Ah	0-25	28	33	34	6	22	леко песъкливо-глинеест	3,45	2,59		
Почви, формирани върху преотложени материали (п. м.)											
Средно Излужена Канелена горска почва (Профил 2), п. м. от железозносни кварцити (делувий)											
Ah	0-25	23	45	19	13	25	леко песъкливо-глинеест	2,51	2,62	1,43	45
Bt	25-65	0	43	18	38	49	тежко песъкливо-глинеест	0,82	2,70	1,53	43
Ск	65-90	3	51	20	26	36	средно песъкливо-глинеест	0,39	2,70	1,57	42
Силно Излужена Канелена горска почва (Профил 5), п. м. от железозносни кварцити											
A	0-25	6	43	39	13	35	средно песъкливо-глинеест	1,38	2,71	1,47	46
Bt	25-52	9	35	24	32	48	тежко песъкливо-глинеест	0,57	2,79	1,55	44
C	52-75	12	39	21	28	45	тежко песъкливо-глинеест	0,36	2,79	1,67	40

Следва продължение/To be continued

Силно Излужена Канелена горска почва (Профил 6), п. м. от пясъчник, тревни асоциации											
Ah	0-6	0	67	24	9	19	глинесто-песъклив	2,20	2,58		
A	6-31	0	61	25	14	30	леко песькливо-глинест	1,84	2,64	1,59	40
Bt	31-58	1	53	16	29	38	средно песькливо-глинест	0,47	2,70	1,68	38
C	58-83	1	81	14	4	10	глинесто-песъклив	0,17	2,93	2,04	30
Почви, формиращи върху едрочастични старокватернерни отложения											
Типична Канелена горска почва (Профил 8), тревни асоциации											
Ah	0-25	3	32	22	43	56	тежко песькливо-глинест	0,42	2,74	1,44	47
B1	25-55	7	31	21	42	55	тежко песькливо-глинест	0,16	2,75		
B2	55-87	1	31	22	46	58	тежко песькливо-глинест	0,14	2,75		
B3	87-119	9	23	40	29	49	тежко песькливо-глинест	0,11	2,75	1,58	43
C	119-144	8	30	34	27	43	средно песькливо-глинест	0,11	2,77		
Почви, формиращи върху финочастични кватернерни отложения											
Червенозем (Профил 9), тревни асоциации											
Ah	0-15	4	14	46	36	56	тежко песькливо-глинест	1,82	2,69	1,22	55
A	15-30	2	25	42	32	49	тежко песькливо-глинест	1,21	2,73	1,58	42
Bt1	30-70	0	21	37	43	66	леко глинест	0,92	2,76	1,49	46
Bt2	70-100	1	19	34	46	67	леко глинест	0,71	2,77	1,57	43
Bt3	100-130	3	17	36	45	68	леко глинест	0,65	2,78	1,68	40
C	130-155	7	23	30	40	58	тежко песькливо-глинест	0,48	2,79		

Следва продължение/To be continued

Вертична (смолницовидна) Канелена горска почва (Профил 10), обработваема											
Ah	0-5	-	-	-	-	-					
A	5-30	0	15	41	44	67	леко глинест	1,39	2,71	1,35	50
Bt1	30-67	1	9	35	55	74	леко глинест	0,79	2,77	1,44	48
Bt2	67-87	0	12	34	53	67	леко глинест	0,63	2,76	1,52	45
Bk1	87-131	0	14	39	47	72	леко глинест	0,35	2,74	1,56	43
Bk2	131-166	2	16	37	46	73	леко глинест	0,35	2,76	1,64	41
Ck	166-200	0	19	38	43	69	леко глинест	0,22	2,75		

Таблица 2. Агрегатен състав и водоустойчивост на почвените агрегати

СПДа – среднопотеглен диаметър на агрегати <10 mm; СПДа* = 3,53 mm – среднопотеглен диаметър на съставена проба от 4 фракции, СПДв – среднопотеглен диаметър на водоустойчиви агрегати (от 10 до 0,25 mm)

Table 2. Dry-sieved aggregates and water stability of soil aggregates

СПДа – mean weight diameter of dry-sieved aggregates with sizes less than 10 mm; СПДа* = 3.53 mm – mean weight diameter of soil sample composed from 4 equal aggregate fractions; СПДв – mean weight diameter of water stable aggregates (0.25 – 10 mm) in composed sample

Хоризонт	Дълбочина, cm	Тип структура	Почвени агрегати, %				СПДа, mm	Водоустойчиви, %		СПДв СПДа*
			>10 mm	10 – 0,25 mm	3 – 1 mm	< 0,25 mm		10 – 0,25 mm	скелет > 1 mm	
Плитки почви, формирани върху твърди скали										
Феричен литозем (Профил 1), формиран върху пясъчник, тревни асоциации										
AC	0-17	троховидна	21,7	73,4	30,7	5,0	3,3	92,2	8,7	0,84
CR	17-40	плочеста	61,2	37,0	11,5	1,8	4,2	100,0	9,5	0,91
Феричен ранкер (Профил 7), формиран върху пясъчник, тревни асоциации										
Ah	0-20	нездрава разпрашена	13,0	73,7	39,5	13,3	1,8	96,0	8,1	0,73
CR	20-40	нездрава разпрашена	11,8	78,1	44,9	10,1	2,1	92,9	50,3	0,78
Тъмен ранкер (Профил 3), формиран върху железозносни кварцити, тревни асоциации										
Ah	0-24	камъни и безструктурен ситнозем	19,0	70,3	22,8	10,7	3,6	99,4	65,2	0,99
Феричен ранкер (Профил 4), формиран върху железозносни кварцити, тревни асоциации										
Ah	0-25	камъни и безструктурен ситнозем	26,2	60,6	24,0	13,2	3,0	93,4	60,6	0,98

Следва продължение/To be continued

Почви, формирани върху преотложени материали (п. м.)										
Средно Излужена Канелена горска почва (Профил 2), п. м. от железозносни кварцити (делувий)										
Ah	0-25	троховидно-зърнеста	30,8	67,0	29,0	2,2	3,6	94,5	26,2	0,68
Bt	25-65	буцеста	49,8	47,1	16,6	3,1	3,9	83,1	14,4	0,39
Ск	65-90	буцеста	33,6	61,6	24,6	4,8	3,6	80,9	18,6	0,43
Силно Излужена Канелена горска почва (Профил 5), п. м. от железозносни кварцити										
A	0-25	троховидно-зърнеста	12,4	82,1	50,6	5,5	2,6	90,2	34,6	0,79
Bt	25-52	бучковидна	23,2	75,2	38,8	1,5	3,4	68,6	16,9	0,35
C	52-75	бучковидна	57,0	40,6	12,6	2,4	3,9	69,9	16,5	0,31
Силно Излужена Канелена горска почва (Профил 6), п. м. от пясъчник, тревни асоциации										
Ah	0-6	троховидно-зърнеста	3,6	84,1	46,0	12,3	2,1	95,7	17,1	0,83
A	6-31	троховидна	25,4	71,7	31,3	2,9	3,5	98,3	20,2	0,85
Bt	31-58	буцеста	48,8	49,7	16,1	1,5	4,2	81,6	15,8	0,34
C	58-83	плътен, масивен	25,9	69,7	40,0	4,4	2,5	88,2	21,8	0,44
Почви, формирани върху едрочастични старокватернерни отложения										
Типична Канелена горска почва (Профил 8), тревни асоциации										
Ah	0-25	троховидно-зърнеста	18,0	80,4	46,6	1,6	2,9	79,6	17,5	0,57
B1	25-55	буцеста	34,6	63,0	21,2	2,4	4,2	62,3	8,4	0,24
B2	55-87	буцеста	19,6	76,7	29,1	3,7	4,0	60,1	11,9	0,26
B3	87-119	буцеста	28,7	69,2	22,5	2,1	4,3	58,5	21,0	0,35
C	119-144	буцеста	24,3	73,0	26,1	2,7	4,1	63,0	33,4	0,53
Почви, формирани върху финочастични старокватернерни отложения										
Червенозем (Профил 9), тревни асоциации										
Ah	0-15	троховидно-зърнеста	56,8	41,4	12,3	1,8	4,4	94,2	8,3	0,87
A	15-30	троховидна	36,5	61,9	14,2	1,7	4,9	87,8	9,7	0,60
Bt1	30-70	буцеста	21,2	76,1	29,5	2,7	4,1	88,6	9,6	0,42
Bt2	70-100	буцеста	26,8	69,9	30,2	3,3	3,6	77,8	7,8	0,31
Bt3	100-130	буцеста	31,2	66,0	27,6	2,8	3,7	75,2	10,7	0,32
C	130-155	буцеста	21,4	74,3	34,3	4,3	3,3	70,9	22,4	0,41
Вертична (смолнивовидна) Канелена горска почва (Профил 10), обработваема										
A	5-30	троховидно-зърнеста	31,7	65,8	23,2	2,6	4,0	78,1	1,8	0,27
Bt1	30-67	буцеста	33,6	64,3	21,9	2,2	4,3	58,4	2,7	0,17
Bt2	67-87	буцеста	29,9	66,6	27,4	3,4	3,6	51,5	0,9	0,15
Bk1	87-131	буцеста	17,8	77,0	30,7	5,1	3,5	40,1	1,5	0,13
Bk2	131-166	буцеста	51,2	44,3	16,9	4,5	3,4	39,8	3,9	0,16
Ск	166-200	масивна	60,0	35,4	12,4	4,6	3,4	41,1	5,6	0,16

ци – от пясъклив (Профил 1) до леко глинест (Профил 10).

Съдържанието на органичен въглерод в повърхностните хоризонти на повечето почвени профили, които са при целинни условия (тревни асоциации), е високо от 1,8% до 3,4%. Средно е съдържанието (около 1,4%) на органичен въглерод в Профил 5 (Силно Излужена Канелена горска почва) и в Профил 10 (Вертична (смолницовидна) Канелена горска почва), който е в обработваема площ. Ниско е съдържанието на органичен (С) в Типичната Канелена горска почва (Профил 6) в долната част на склон с югоизточното изложение.

Въз основа на тази информация може обосновано да се интерпретират данните за плътността на почвата, общата порьозност на почвата (табл. 1) и за агрегираността на почвата (табл. 2, фиг. 1а, 1b, 1с).

Структурата на повърхностния, високохумусен хоризонт на Феричния Литозем (Профил 1), формиран върху пясъчник, е троховидна (табл. 2). Агрономически ценните агрегати (структурни агрегати с размер 10 – 0,25 mm) преобладават (73%), като среднопретегленият им диаметър е 3,3 mm. При тази лека по механичен състав почва, освен на хумуса, следва да се отчете ролята на корените и съдържанието на железни съединения, като структурообразуващи фактори. Добрата агрегираност води до сравнително висока, за тази почвена разновидност, обща порьозност (46%) (табл. 1). Водоустойчивостта (СПДв/СПДа) на структурните агрегати е висока (0,84), като в подповърхностния хоризонт дори се увеличава (0,91) (табл. 2, фиг. 1а), което потвърждава установеното и в други изследвания заключение за водещата роля на железните съединения при агрегиране на почви с преобладаващо съдържание на пясък (Regelink et al., 2015). Като цяло обаче количеството (37%) на агрегатите с ценна структура в подповърхностния хоризонт е по-малко от едрите агрегати (буци с размер > 10 mm), което е отразено в морфологичното описание на структурата, като буцеста.

Феричният Ранкер (Профил 7), формиран върху пясъчник, също е с лек механичен състав, високо съдържание на хумус и преобладаване на агрономически ценни агрегати (73%) в хумусния хоризонт, но среднопретегленият

им диаметър е много по-малък (1,8 mm), което се възприема при морфологичното описание като нездрава структура (табл. 2). Характерно е по-високата киселинност (рН 4,9) в сравнение с Литозема (рН 6,3) (Профил 1). Структурните агрегати в хумусния хоризонт са с висока водоустойчивост (0,73) (табл. 2, фиг. 1а). В CR хоризонта на Профил 7 има значително количество (50,3%) скелет (частици > 1 mm) в агрегатите след пресяването във вода на съставената проба, което води до високи стойности на показателя за водоустойчивост (0,78). Все пак, следва да се отчете увеличаване в дълбочина на неводоустойчивите агрегати (< 0,25 mm) от 4 на 7,1% и намаление на общата порьозност от 44 на 35%.

Ранкерите (Профил 3 и 4), формирани върху железни кварцити, се отличават с най-високо съдържание на хумус, но със значително съдържание на камъни и чакъл с различни размери, което води до завишаване на оценката за водоустойчивостта на агрегатите с размери от 0,25 до 10 mm (табл. 2). Едрите фракции (10 – 5 mm и 5 – 3 mm) на агрегатите след пресяването им във вода се състоят почти изцяло от скелет. Графичното представяне на съотношението на скелета и водоустойчивите почвени агрегати след анализ на съставена от равни фракции проба (фиг. 1а) дава по-ясна представа за структурата на тези почви. Порьозността на хумусния хоризонт на Профил 3 е 44%, а високата каменистост на Профил 4 не позволи да се вземат проби в ненарушено състояние.

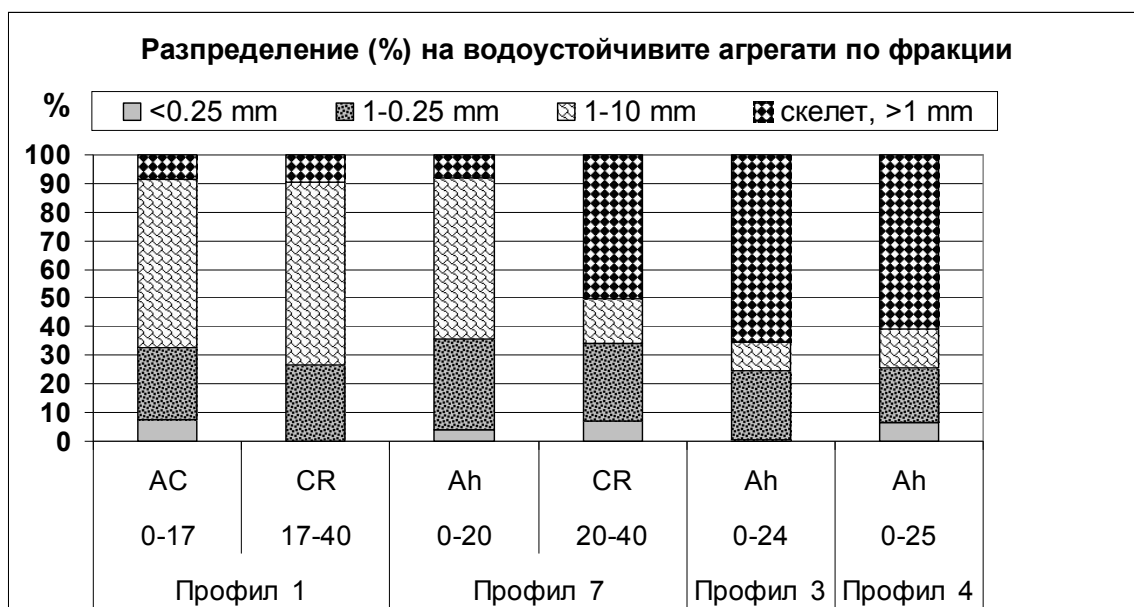
Механичният състав на Средно и Силно Излужените Канелени горски почви, формирани от преотложени желеносни кварцити, съответно Профил 2 и Профил 5, е по-тежък от този на Силно Излужена Канелена горска почва, формирана от преотложен пясъчник (Профил 6). Тези почви, разположени в долната част на склона, се отличават с добре развити маломощни и средномощни профили и с различно съдържание на хумус в повърхностните хоризонти. Общото в структурата е добре изразена разлика в качествени и количествени показатели на структурата между хумусните и илувиалните хоризонти. В хумусните хоризонти структурата е троховидно-зърнеста с преобладаване на агрономически ценни агрегати (между 67 и 84%),

среднопретеглен диаметър на структурните агрегати между 2,1 и 3,6 mm и висока водоустойчивост (между 0,68 и 0,83). В повърхностните хоризонти едрите фракции (10 – 5 mm и 5 – 3 mm) на водоустойчиви агрегати при Профил 5 се състоят почти изцяло от скелет, докато при Профил 6 скелетните частици са само част от тези фракции. В илувиалните хоризонти количеството на структурните агрегати намалява (съответно до 47 и 79%), среднопретегленият им диаметър нараства до около 4 mm, увеличава се делът на буците, а водоустойчивостта на почвените агрегати намалява (до 0,34 и 0,39). Тази средна водоустойчивост се дължи на присъствието на скелет (до 100%) в едрите „агрегатни“ фракции и при трите профила. С дълбочина постепенно намалява общата порьозност. Влошената структура на илувиалните хоризонти води до уплътнение и възпрепятстване на придвижването на водата. Случаите на преовлажняване се потвърждават от наличието на значително количество манганови конкреции в илувиалните хоризонти.

Трите почвени различия от последната група, формирани върху кватернерни отложения, се характеризират с дълбоки профи-

ли и най-тежък механичен състав. И при тази група, както при предишната, се наблюдава отчетлива разлика между структурните характеристики на хумусните и илувиалните хоризонти. По вид структурата се променя от троховидно-зърнеста в буцеста. По отношение на количествените характеристики на агрегатния състав и водоустойчивостта на агрегатите се установяват следните особености. Въпреки че количеството на структурните агрегати в повърхностния (A) хоризонт на Типичната Канелена горска почва (Профил 8) е високо – 80%, водоустойчивостта им е сравнително ниска (0,57), особено като се отчете и значителното присъствие (18%) в тях на скелетни частици (табл. 2). Това се дължи на ниското съдържание на органичен въглерод (0,42%) (табл. 1).

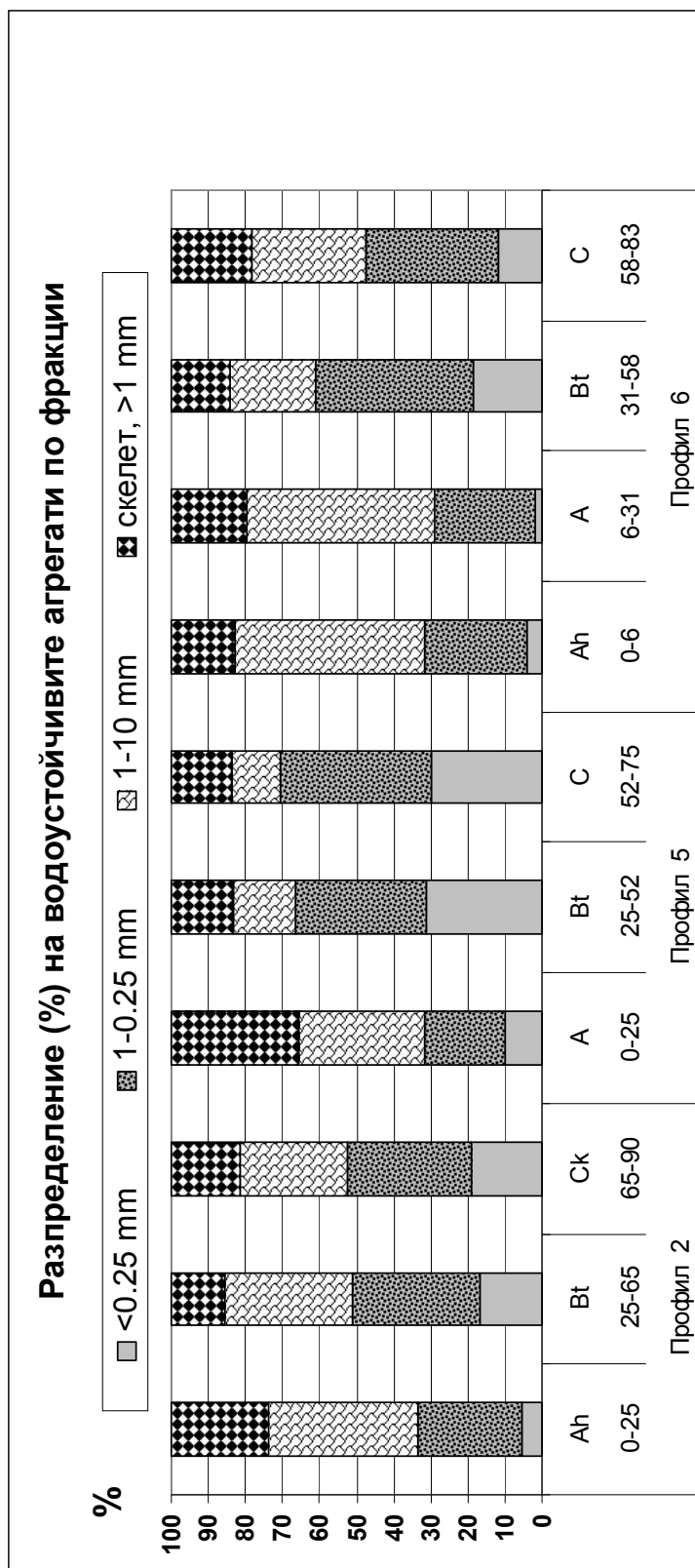
Среднопретегленият диаметър на структурните агрегати в повърхностните (A) хоризонти на почвите, формирани върху финочастични кватернерни отложения, Червенозем (Профил 9) и Вертична (смолницовидна) Канелена горска почва (Профил 10), е сравнително най-висок (4,0 – 4,9 mm). В дълбочина среднопретегленият диаметър намалява. Водоустойчивостта на агрегатите в хумусния хо-



Фиг. 1а. Разпределение на водоустойчивите почвените агрегати (%) с диаметър по-малки от 10 mm и скелет (%)

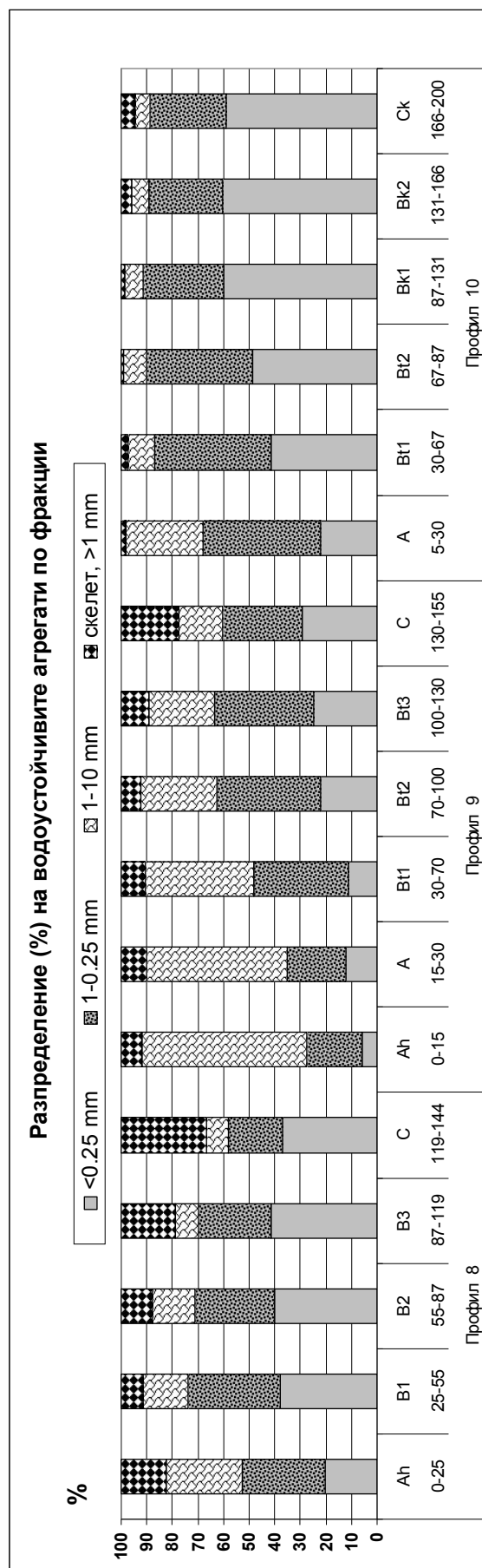
Плитки почви, формирани върху червен пясъчник (Профли 1 и 7) и железоносни кварцити (Профили 3 и 4).

Fig. 1a. Size distribution (%) of water stable aggregates with diameters less than 10 mm and gravel (> 1 mm) Shallow soils formed on reddish sandstones (Profiles 1 and 7) and ferriferous quartzites (Profiles 3 and 4).



Фиг. 1b. Разпределение на водоустойчивите почвените агрегати (%) с диаметър по-малки от 10 mm и скелет (%) Почви, формиранни върху преотложени материали от: железноосни кварцити (делувий) (Профил 2), железноосни кварцити (Профил 5) и от червени пясъчници (Профил 6).

Fig. 1b. Size distribution (%) of water stable aggregates with diameters less than 10 mm and gravel (> 1 mm) Soils formed on sediments of: ferriferous quartzites (diluvium) (Profile 2), ferriferous quartzites (Profile 5) and reddish sandstones (Profile 6).



Фиг. 1с. Разпределение на водоустойчивите почвените агрегати (%) с диаметър по-малки от 10 mm и скелет (%)

Почви, формирани върху едрочастични старокватернерни отложения (Профил 8) и финочастични кватернерни отложения (Профил 9 и 10).

Fig. 1c. Size distribution (%) of water stable aggregates with diameters less than 10 mm and gravel (> 1 mm)

Soils formed on coarse textured Old Quaternary sediments (Profile 8) and fine-textured Quaternary sediments (Profile 9 and 10).

ризонт на Червенозема е висока (0,87 – 0,60). Добрата агрегираност и водоустойчивост се отразяват върху високата обща порьозност (55%) на повърхностния хоризонт. Структурните агрегати в орния хоризонт на Вертичната (смолницовидна) Канелена горска почва (Профил 10) са неводоустойчиви (0,27), което е типично за обработваемите почви.

Илувиалните хоризонти на почвите от тази група се характеризират с ниска водоустойчивост на агрегатите (под 0,2), особено при отчитане на наличието на скелетни частици в

агрегатните фракции след пресяването им във вода. Уплътнената структура, пречатваща дренажето на вода, създава условия за преовлажнение, което се потвърждава от отбелязаното изобилие от черни манганови конкреции в Типичната Канелена горска почва (Профил 8) и единични – във Вертичната (смолницовидна) Канелена горска почва (Профил 10). Липсата на манганови конкреции в Червенозема показват, че той е с по-добра структура и в дълбочина, т. е. налице са достатъчно количество едри пори, които да дренират водата.

Заклучение

Определените основни характеристики и фактори за формиране на структурата на Червеноцветни почви отразяват еволюционно развитие на трите групи почви от североизточната част на Софийско поле. Получената информация допълва генетичната и агрономична характеристика на Червеноцветните почви.

Повечето хумусни хоризонти на изследваните почви при целинни условия са добре оструктурирани и с висока водоустойчивост на структурните агрегати. Това се определя от високото съдържание на органичен въглерод и на железни окиси, които улесняват формирането на агрегати при по-едрочастичните почвени разновидности. Наличието на значително количество скелет в Ранкерите, формирани на железнозонарни кварцити, осигурява достатъчно порово пространство за дренажето на водата. Сравнително по-ниска е водоустойчивостта на агрегатите в повърхностния хоризонт на Типична Канелена горска почва, поради ниско съдържание на органичен въглерод. Най-ниска е водоустойчивостта на агрегатите в повърхностния хоризонт на обработваемата почва (Вертична (смолницовидна) Канелена горска почва). Отчетлива разлика между структурните характеристики на хумусните и илувиалните хоризонти се установява в добре развитите маломощни, средно и дълбоко мощни Канелени горски почви и Червеноземи. По вид структурата се променя от троховидно-зърнеста в буцеста. Илувиалните хоризонти на Канелените горски почви са с ниска водоустойчивост на агрегатите и силно уплътнени, което пречатва дренажето на водата и създава условия за преовлажняване, индикатор за което е присъствието на манганови конкреции. Структурата на Червеноземите осигурява добри водопроводящи функции по цялата дълбочина на профила и там не се наблюдава формиране на манганови конкреции.

Литература

Дилкова, Р. 1986. Структура и аерация на главните почвени различия в България. Хабилизационен труд. ИП „Н. Пушкиров“, София.

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

Райчев, Т., Е. Филчева. 2011. Почвено органично вещество. Малък терминологичен речник. *Авангард Прима*, София, 99 стр.

Долгов, С. И. (ред.). 1966. Агрофизическите методи изследования почв. *Наука*, Москва.

Качинский, Н. А. 1958. Механический и микроагрегатный состав почвы. Методы его изучения. *АН СССР*, Москва, с. 192

Качинский, Н. А. 1965. Физика почвы. Часть I. *Высшая школа*, Москва, с. 323

Кононова, М. 1963. Органическое вещество почвы. Его природа, свойства и методы изучения. *АН СССР*, Москва, 544 стр.

Толоковий словарь по почвоведению, 1975. *Наука*, Москва.

Dilkova, R., M. Jokova, G. Kerchev, M. Kercheva. 2002. Aggregate stability as a soil quality criterion. In Zdruli, P., Steduto, P., Kapur, S. (Eds.). 7th Int. Meeting on soil with Mediterranean type of climate (Selected papers), Options mediterraneennes Serie A n. 50, CIHEAM, Bari, p. 305-312

Dilkova, R. G. Kerchev, M. Jokova, M. Kercheva. 1999. Physical characteristics and agronomic potential of red soils in Bulgaria. 5th Int. Conf. on soils with Mediterranean type of climate, 4-9 July, Barcelona.

Elliott, E. T. 1986. Aggregate structure and carbon, nitrogen, and phosphorus in native and cultivated soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 50, 627-633

Filcheva, E., Ch. Tsadilas. 2002. Influence of Clinoptilolite and Compost on Soil Properties. *Commun. of Soil Sci. and Plant Analysis*, 33, 3-4, 595-607

ISO 11508:1998: Soil quality – Determination of particle density.

Oades, J. M., Waters, A. G. 1991. Aggregate hierarchy in soils. *Soil Res.*, 29, 815-828

Regelink, I. C., Stoof, C. R., Rousseva, Sv., Wengga, L., Lair, G. J., Kram, P., Nikolaidis, N. P., Kercheva, M., Banwart, St., Comans, R. N. J. 2015. Linkages between aggregate formation, porosity and soil chemical properties. *Geoderma*, v. 247-248, p. 24-37

Six, J., Bossuyt, H., Degryze, S., Deneff, K. 2004. A history of research on the link between (micro)aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics. *Soil & Tillage Research*, v. 79, 7-31

Tisdall, J. M., Oades, J. M. 1982. Organic matter and water-stable aggregates in soils. *J. Soil Sci.*, 62, 141-163