СПИСАНИЕ НА БЪЛГАРСКОТО ГЕОЛОГИЧЕСКО ДРУЖЕСТВО,
год. 85, кн. 3, 2024, с. 147–150

REVIEW OF THE BULGARIAN GEOLOGICAL SOCIETY,
vol. 85, part 3, 2024, p. 147–150

Organic carbon in soils of Ruy Mountain (Western Bulgaria)

Petko Bozhkov[1], Borislav Grigorov[1], Alexander Saraffov[2]

[1] Sofia University "St. Kliment Ohridski", Faculty of Geology and Geography, Department of Landscape Ecology and Environmental Protection, 15 Tsar Osvoboditel Blvd., 1504 Sofia, Bulgaria; E-mails: petko_bozhkov@abv.bg; borislav.g.grigorov@gmail.com
[2] Climate, Atmosphere and Water Research Institute, Bulgarian Academy of Sciences, 66 Tsarigradsko shose Blvd., 1784 Sofia, Bulgaria; E-mail: asarafov@cawri.bas.bg

Органичен въглерод в почвите от Руй планина (Западна България)

Петко Божков[1], Борислав Григоров[1], Александър Сарафов[2]

Abstract. The following study examines the content and composition of soil organic carbon (SOC), focusing on the fractions of humic and fulvic acids under different vegetation types in Ruy Mountain, located in SW Bulgaria. Soil samples from surface horizons (0–10 cm) were analyzed to determine the total carbon, organic carbon, and the ratio of humic to fulvic acids. Results show significant variation in SOC, with the highest levels in soil under *Fagus sylvatica* (beech) forests and the lowest under *Pinus sylvestris* (pine) forests. The humic to fulvic acid ratio suggests that soils under beech forests have a higher humification degree. The study highlights the influence of vegetation on SOC composition and the importance of conserving natural vegetation for soil health and carbon sequestration.

Keywords: soil organic carbon, humus, Cambisols.

Въведение

Органичното вещество в почвата заема значително по-малък дял спрямо минералната фаза и влияе върху физичните, водните, химичните и биохимичните свойства на почвата. Растителността е главен източник на органична материя, която след отмирането си се подлага на минерализация и хумификация. При минерализацията в атмосферата се отделя CO_2, докато при хумифицията се образуват хумусни вещества (хуминови киселини, фулвокиселини и хумати), които представляват сложен комплекс от високомолекулни, азотсъдържащи органични съединения с цикличен строеж (Kononova, 1963). Въглеродът в хуминовите киселини заема 50–60% от елементарния им състав, докато фулвокиселините съдържат по-малко въглерод и повече кислород. Напоследък се обръща все по-голямо внимание на почвите като част от глобалния кръговрат на въглерода и неговото дългосрочно съхраняване (Ussiri, Lal, 2017).

Обект на изследване е съдържанието и фракционния състав на органичния въглерод в почвите от Руй планина Актуалността на темата се определя от граничното положение на изследвания район и неговата относително слаба изученост във физикогеографско отношение. Почвената покривка на планината е била обект на неколкократно картографиране в средни мащаби от 1:200 000 до 1:500 000 (Tanov, 1956; Koynov et al., 1968; Koynov, Boneva, 1998). На територията на Руй планина е обявена защитена зона (BG0000313) от екологичната мрежа НАТУРА 2000, която спомага за запазването на горските екосистеми, почвите и техните функции, в т.ч. съхраняване на запасите от въглерод.

© Българско геологическо дружество и Българска академия на науките, 2024

https://doi.org/10.52215/rev.bgs.2024.85.3.147

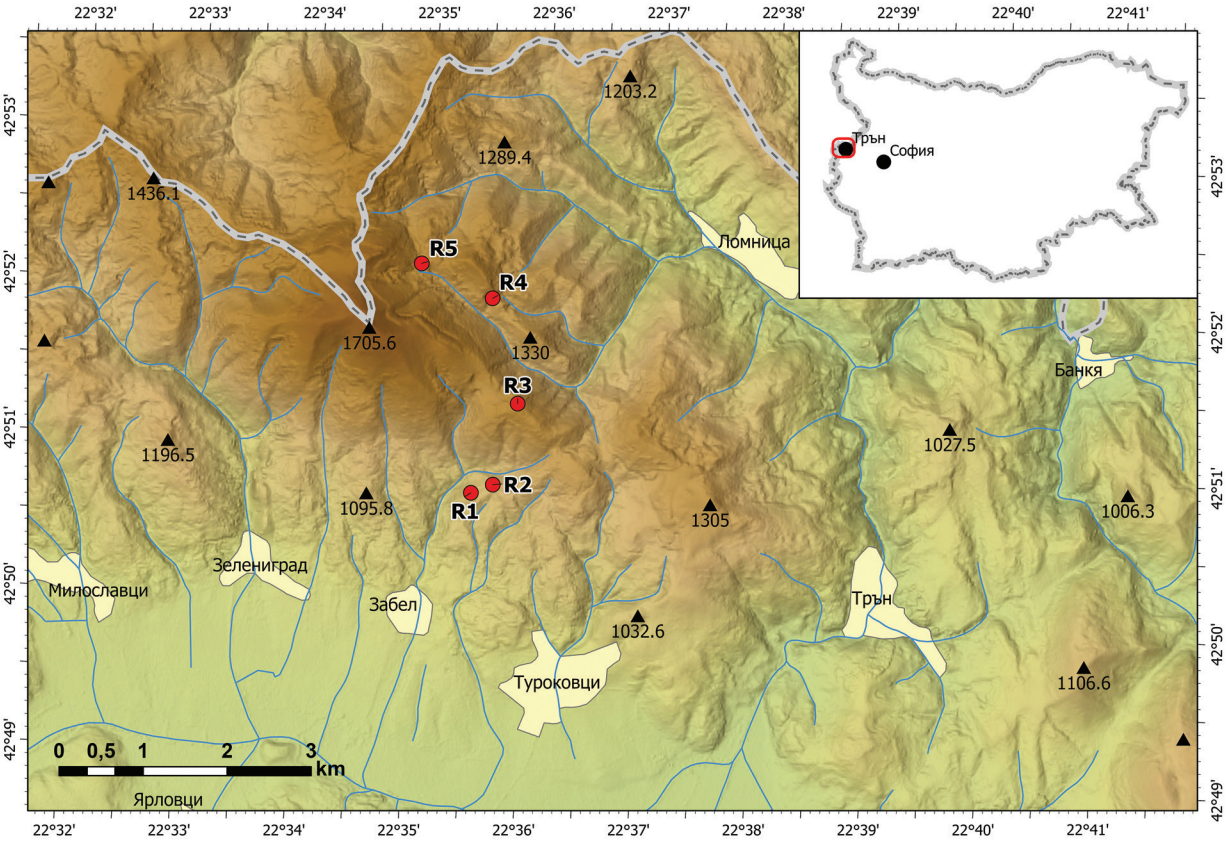
Материали и методи

За определянето на количеството и фракционния състав на органичното вещество са взети общо пет проби от повърхностния почвен хоризонт (0–10 cm) в избрани участъци от Руй планина (фиг. 1). Във всеки участък е оразмерена площадка с квадратна форма (225 m^2), в която е извършено пробовземане от центъра и в близост до върховете на фигурата. Получените общи проби са изпитани в Централна лаборатория на ИПАЗР „Никола Пушкаров“. За определянето фракционния състав на хумуса в минерални почви е приложен ускореният метод на Kononova (1963), при който се налага свързаните хумусни и минерални вещества в почвата да се приведат в разтворима форма. Анализирани са следните показатели за съдържание и състав на почвеното органично вещество – общ въглерод (%), тип на хумуса (чрез участие на хуминови киселини и фулвокиселини), органичен въглерод (%) и оптични характеристики на хуминовите и фулвокиселините.

Почвената прокривка на планината е еднообразна и е представена от кафяви горски почви (леки и средно песъкливо-глинести и каменисти), на места вторично затревени (Tanov, 1956), които според класификационната система на Световната референтна база за почвени ресурси (World Reference Base for Soil Resources) се означават като Cambisols (IUSS, 2022). Почвите са развити върху разнообразна скална основа с участие на широколистна растителност. Проби R1 и R5 характеризират почви, развити под естествени гори от обикновен бук (*Fagus sylvatica*), докато в участък R3 доминира обикновения габър (*Carpinus betulus*). Проби R2 и R4 са взети от почви, развити под иглолистни гори от бял бор (*Pinus sylvestris*). Различията в растителната покривка обуславят състава на хумуса и съотношението между хуминовите и фулвокиселините. Първичните минерали в почвата се разрушават под влиянието на фулвокиселините, като количеството на хумуновите кислелини регулира степента на този процес. Последните се образуват под въздействие на тревна и ливадна растителност.

Резултати

Анализът на органичното вещество в почвите показва значителни различия в съдържанието на общия въглерод, вариращи от 3,10% до 9,54%



Фиг. 1. Карта на изследваните участъци

Таблица 1. Съдържание и състав на хумуса

Проба	Общ въглерод (%)	Хумус (%)	Органичен въглерод (% от почвената проба)	Органичен въглерод (% от общия въглерод)		
				хуминови киселини (Ch)	фулво-киселини (Cf)	Ch/Cf
R1	3,10	5,34	0,57	12,26	6,13	2,00
R2	3,55	6,12	0,83	11,83	11,55	1,02
R3	5,07	8,74	1,56	15,98	14,79	1,08
R4	5,21	8,98	1,67	20,34	11,71	1,74
R5	9,54	16,45	1,65	11,59	5,35	2,24

(табл. 1). Най-високите и най-ниски стойности са характерни за почви, формирани под букови гори с тревен етаж – проби R1 и R5. Тревната растителност обуславя преобладаването на хуминовите киселини, които двукратно надвишават количеството на фулвокиселините – C*h*/C*f* е съответно 2,00 и 2,24 (табл. 1). В условия на преобладаващо тревно-ливадна растителност и храстови съобщества, съотношението между хуминовите и фулвокиселините достига 2,92 (Saraffov et al., 2021). С увеличавне на общия въглерод в пробите нараства и хумусното съдържание в почвите.

Органичният въглерод също варира значително между различните проби, с най-ниска стойност в R1 (0,57%) и най-висока в R4 (1,67%). Пробите с по-високо съдържание на общ въглерод обикновено имат и по-високо съдържание на органичен въглерод. Въпреки това, броят на направените проби е недостатъчен, за да се изследва статистическата значимост на това твърдение.

Относителният дял на хуминови киселини е най-нисък в проби R2 и R5 (между 11 и 12%) и достига до 20,34% в проба R4 (табл. 1). Хуминовите киселини играят важна роля за структурата и плодородието на почвата, като по-високото им съдържание е показател за участието на тревната растителност в почвообразуването.

Процентното съдържание на фулвокиселините варира в интервал между 5 и 15%, като най-високи стойности се регистрират в участък R3, т.е. в почви, развити под габрови гори с множество тревни видове. Интерес представлява и съотношението между хуминовите и фулвокиселините (C*h*/C*f*), което в участъци R2 и R3 има стойности близки от единицата, т.е. тревната и горската растителност имат относително равна роля в почвообразуването.

Хумусното съдържание във всички проби варира между 5,34 и 16,45% (табл. 1), като максималните стойности се регистрират в участък R5, т.е. под букови гори с подлес от множество тревни видове (хабитат 9130 от екологичната мрежа НАТУРА 2000). Хумусът може да се оцени по редица качествени и количествени критерии. Съдържанието на хумус във всички проби е много високо – над 5% (Artinova, 2014; Gyurov, Artinova, 2015). Съотношението между хуминовите и фулвокиселините (C*h*/C*f*) определя типа на хумуса. Хумусът в проби R1 и R5 се определя като хуматен (C*h*/C*f* > 2,0), а във всички отстанали проби той е фулватно-хуматен (C*h*/C*f* от 2,00 до 1,00) (Gyurov, Artinova, 2015). Степента на хумификация на органичното вещество се определя спрямо относителния дял (%) на хуминовите киселини от общия органичен въглерод (Artinova, 2014). Органичното вещество в проби R4 и R3 има съответно много висока (над 20% хуминови киселини) и висока степен на хумификация (от 15 до 20%). Всички останали проби имат средна степен на хумификация на органичното вещество (от 10 до 15%). Между 84,21 и 100% от общото съдържание на хуминовите киселини във всички пет проби са свободни и свързани със сесквиоксиди (R_2O_3).

Оптическата плътност на свободните хуминови киселини е определена при две дължини на електромагнитната вълна (465 и 665 nm) и отношението между тях, което се означава като коефициент на Велте (Gyurov, Artinova, 2015). В проби R1, R2 и R4 това отношение е между 4,41 и 4,90, т.е. хуминовите иселини имат висока оптическа плътност. При останалите две проби коефициентът на Велте е над 5,00 и следователно хуминовите киселини имат средна оптическа плътност.

Заключение

Образуването и съдържанието на органично вещество в почвите от изследвания район е повлияно от характера на растителната покривка.

Анализът на почвеното органично вещество показва, че най-високото съдържание на общ въглерод е характерно за почви под букови гори (*Fagus sylvatica*), докато по-ниски стойности са наблюдавани под иглолистни гори от бял бор (*Pinus sylvestris*) и обикновен габър (*Carpinus betulus*). Преобладаването на хумуновите киселини над фулвокиселините е типично за горско-степния характер на почвообразуването, който се свързва с присъствие на тревни формации (естествени и вторични формации на мястото на горска растителност). Фулватно-хуматния тип хумус се формира в резултат на горския почвообразувателен процес с участие на широколистна и иглолистна растителност и се характеризира с по-ниска степен на хумификация спрямо хуматния тип.

Запазването на естествената растителност и нейното разноонразие има важно значение за поддържането на почвеното здраве и съхраняването на органичните вещества в почвата. Различията в съдържанието и състава на органичния въглерод отразяват както естествените условия (характер на растителността и климата, режим на овлажнение и др.), така и потенциалното влияние на човешката дейност. В този смисъл защитената зона Руй (BG0000313) от екологичната мрежа НАТУРА 2000 спомага за опазването на горските екосистеми и устойчивото управление на почвените ресурси.

Благодарности: Публикацията е част от дейността по два проекта, финансиран от УФ „Научни изследвания“ на СУ „Св. Климент Охридски“: „Почвено-растителни катени в планините Кървав камък и Руй“, Договор № 80-10-192/26.04.2023 г. и „Почвено-растителни катени в планините Милославска и Рудини“, Договор № 80-10-121/16.04.2024.

Литература
References

Artinova, N. 2014. Humus condition of soils in Bulgaria. – In: Teoharov, M. (Ed.), *Soil Organic Matter and Soil Fertility in Bulgaria*. Sofia, Bulgarian Humic Substances Society (BHSS), 476 p. (in Bulgarian).

Gyurov, G., N. Artinova. 2015. *Soil Science*. Plovdiv, Intelexpert, 257 p. (in Bulgarian).

IUSS Working Group WRB. 2022. *World Reference Base for Soil Resources. International Soil Classification System for Naming Soils and Creating Lgends for Soil Maps.* 4th edition. International Union of Soil Sciences (IUSS), Vienna, Austria; https://isric.org/sites/default/files/WRB_fourth_edition_2022-12-18.pdf.

Kononova, M. 1963. *Soil Organic Substance. Its Nature, Properties and Research Methods*. Moscow, ASSU, 314 p. (in Russian).

Koynov, V., K. Boneva. 1998. *Soil Atlas of Bulgaria*, 319 p. (in Bulgarian).

Koynov, V., H. Trashliev, M. Yolevski, T. Andonov, N. Ninov, A. Hadjijanakiev, E. Angelov, T. Boyagiev, E. Fotakieva, S. Krastanov, I. Stainkov. 1968. *Soil Map of Bulgaria, Scale 1:400 000*. Sofia, General Administration of Geodesy and Cartography.

Saraffov, A., P. Bozhkov, B. Grigorov. 2021. Estimating organic carbon in soils from Gulyantsi Municipality, Pleven District. – *Rev. Bulg. Geol. Soc.*, 82, 3 (Geosciences 2021), 183–185 (in Bulgarian with English abstract); https://doi.org/10.52215/rev.bgs.2021.82.3.183.

Tanov, E. 1956. *Soil Map of the Republic of Bulgaria, Scale 1:200 000, Breznik Map Sheet*. Sofia, General Administration of Geodesy and Cartography.

Ussiri, D. A., R. Lal. 2017. Introduction to terrestrial carbon sequestration. – In: Ussiri, D. A., R. Lal (Eds.), *Carbon Sequestration for Climate Change Mitigation and Adaptation*. Springer, Cham, 327–341; https://doi.org/10.1007/978-3-319-53845-7_9.

The published material was presented at the National Conference with international participation GEOSCIENCES 2024.