

Микробиологична активност на Излужени и Карбонатни Черноземи

Йонита Перфанова*, Костадинка Недялкова, Милена Керчева, Емил Димитров, Катерина Донева

Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Никола Пушкиarov“, София, България

E-mail*: JPerfanova@gmail.com

Резюме

Целта на изследването е да се оценят и сравнят микробиологичните почвени показатели в повърхностния слой на обработваеми и необработваеми Излужени и Карбонатни Черноземи. Определени са количеството на основните групи почвени микроорганизми и ензимната активност (β -глюкозидазна и фосфатазна). Числеността на хетеротрофните микроорганизми, бактериите, усвояващи минерален азот и микроскопичните гъби, както и ензимната активност са по-високи при почвите от необработваеми площи. Количеството на целулозоразлагащите микроорганизми е по-високо при Карбонатния Чернозем, от което може да се предположи, че при тази почва разлагането на целулозата протича с по-голяма интензивност.

Ключови думи: Излужен Чернозем, Карбонатен Чернозем, обработваеми и необработваеми площи, микрофлора, ензимна активност

Microbiological activity of Haplic Chernozems and Kastanozems

Jonita Perfanova*, Kostadinka Nedyalkova, Milena Kercheva, Emil Dimitrov, Katerina Doneva

Institute of Soil Science, Agrotechnology and Plant Protection “N. Poushkarov”, Sofia, Bulgaria

Corresponding author*: JPerfanova@gmail.com

Citation: Perfanova, J., Nedyalkova, K., Kercheva, M., Dimitrov, E., & Doneva, K. (2021). Microbiological activity of Haplic Chernozems and Kastanozems. *Bulgarian Journal of Soil Science Agrochemistry and Ecology*, 55(3-4), 83-90.

Abstract

The aim of the study was to evaluate the microbiological soil parameters of the topsoil layer of cultivated and non-cultivated Haplic Chernozems and Kastanozems. The amount of the main groups of soil microorganisms and the enzyme activity (β -glucosidase and phosphatase) of the soils were

determined. The amount of heterotrophic microorganisms, bacteria utilizing mineral nitrogen and microscopic fungi, as well as the enzyme activity of the soils were higher in the non-cultivated areas. The numbers of cellulose decomposing microorganisms in Kastanozems were higher compared to Haplic Chernozems from which it can be assumed that the cellulose decomposition was more intensive in this soil.

Key words: Haplic Chernozems, Kastanozems, arable and non-cultivated areas, microflora, enzyme activity

Въведение

Микроорганизмите и микробиологичните процеси имат голямо значение за плодородието на почвата и храненето на растенията. Почвата със своите физични и химични свойства създава специфични условия за развитие на микрофлората. Промените във водния, въздушния и хранителния режим на почвата се отразяват върху количеството, съотношението между отделните групи микроорганизми и интензивността на микробиологичните процеси (Voinova, 1977; Perfanova & Ivanova, 2019). Едновременното изследване на индикатори за биоразнообразието в почвата и обемната плътност на повърхностните 0-10 и 10-20 cm почвени слоеве е извършено на избрани точки от мониторинговата мрежа на територията на Европейския съюз в рамките на програмата Land Use/Cover Area frame statistical Survey Soil' (LUCAS Soil) (Orgiazzi et al., 2018). Все по-голямо внимание се обръща на влиянието на биофизичните процеси върху микробиологичните характеристики на почвата (Tecon & Or, 2017).

Разпределението по вид и активност на почвените микроорганизми зависи от почвения тип, начина на земеползване и хидрологичния режим. Черноземите са основен почвен тип в България. Излужените Черноземи са много по-широко разпространени в сравнение с останалите подтипове Черноземи. Слабо и Средно Излужените Черноземи са около 10,75 млн. da, или 46,7% от цялата им площ (Koinov et al, 1972). Карбонатните Черноземи са разпространени главно в най-северните

части на Дунавската хълмиста равнина. Две от опитните полета на ИПАЗР „Н. Пушкиров“ – край с. Горни Дъбник, Плевенско и с. Сливо поле, Русенско са разположени върху Излужени Черноземи, а опитното поле по ерозионни изследвания край с. Тръстеник, Русенско е разположено върху Карбонатен Чернозем.

Целта на настоящото изследване е да се направи сравнителна характеристика на микробиологичните свойства на повърхностния слой на обработваеми и необработваеми - Излужени и Карбонатни Черноземи.

Материал и методи

Изследвани са повърхностните 0-10 cm слоеве на почвени профили на Излужени Черноземи от района с. Горни Дъбник, Плевенско и с. Сливо поле, Русенско, Карбонатни Черноземи от района на с. Тръстеник, Русенско. Описание на обектите е представено в таблица 1. Изследваните почвени профили са съответно в района на бившите биоклиматични полигони в с. Горни Дъбник (GD1, GD2) и Сливо поле (SP), опитно поле Тръстеник (TR) на ИПАЗР „Н. Пушкиров“, и в подножието (BW1), средата (BW2) и горната част (BW3) на склон в местността Черна вода на землището на с. Тръстеник.

За изследване на физичните, химичните и микробиологичните свойства са взети почвени проби от повърхностния 0-10 cm слой на Черноземите в посочените обекти през периода 12-14 юни 2018 г. Извършени са лабораторни анализи за определяне на съдържание на органичен въглерод в почвата, рН в H₂O, механичен състав, обемна и специфична

Таблица 1. Описание на местоположението, начина на земеползване и наименование на почвеното различие според WRB (IUSS Working Group WRB. 2015)

Table 1. Description of site location, land use and classification of soil varieties

Местоположение/ Site	ID	Г.Ш.; Г.Д.; Н. в. m Lat.; Lg; Altitude, m	Начин на земеползване/ Land use	Почвено различие/ Soil variety WRB, 2015
Г. Дъбник G. Dabnik	GD1	43.365N; 24.357E; 165 m	Необработваема площ тревна асоциация/ Non-cultivated grassland	Haplic Chernozem
	GD2	43.365N; 24.357E; 165 m	обработваема площ, диня/ cultivated, water melon	Haplic Chernozem
Сливо поле Slivo pole	SP	43.944N; 26.216E; 35 m	обработваема площ, активна вегетация на царевица/ cultivated, active development of maize	Haplic Chernozem
Тръстеник Trastenik	Tr	43.678N; 25.901E; 114 m	обработваема площ, активна вегетация на царевица/ cultivated, active development of maize	Kastanozems
Местност Черна вода Cherna voda area	BW1	43.661N; 25.833E; 114 m	Угар, подножие на склон/ bare soil, base of the slope	Kastanozems
	BW2	43.661N; 25.832E; 117 m	Угар, среда на склон/ bare soil, middle of the slope	Kastanozems
	BW3	43.661N; 25.832E; 118 m	Угар, горна част на склон/ bare soil, top of the slope	Kastanozems

плътност, водозадържане при различен матричен потенциал. Механичният състав на почвата е определен чрез пресяване и пипетен метод (ISO 11277:2009), а фракциите на пясъка (2-0,063 mm), праха (0,063-0,002 mm) и глината (<0,002 mm) се използвани за класифициране на текстурата по IUSS WRB (2015). Общото съдържание на органичен въглерод в почвата (SOC, %) е определено по модифицирания метод на Тюрин (Kononova, 1966, Filcheva & Tsadilas, 2002). Въз основа на тези данни е изчислен т.н. индекс на стабилността на почвената структура (SI) предложен от Pieri (1992) (Reynolds et al., 2009):

$$SI = 1,724 \times SOC / (\text{silt} + \text{clay}) \times 100\% \quad (1)$$

Почвената реакция е измерена с рН метър във водна суспензия (ISO 10390:2011).

Ненарушени проби от повърхностния 0-5 cm почвен слой са взети с пръстени от 100 cm³ в 4 повторения за определяне на обемната

плътност (Db) (ISO 11272:1998) и водозадържане при потенциал -33 kPa с капилариметър, свързан с вакуумна камера (ISO 11274:1998). Специфичната плътност на почвата (Ds) е определена във вода с пикнометри с обем 100 cm³. Общата порьозност (Pt) е изчислена, като са използвани измерените обемна (Db) и специфична (Ds) плътност:

$$Pt = (1 - Db/Ds) \times 100\% \quad (2)$$

Водозадържането при матричен потенциал -1500 kPa (pF 4,2) е определено чрез използване на пресата на Ричардс. Хигроскопичната влажност (pF 5,6) е определена на стрити почвени проби в ексикатори при контролирана относителна влажност на въздуха 75% с наситен разтвор на NaCl.

Пределната полска влагоемност (FC) е оценена по водозадържането при потенциал -33 kPa (pF 2,5). Усвояемият воден капацитет (PAWC) е изчислен като разликата между

водозадържането при рF 2,5 и рF 4,2 в обемни проценти:

$$PAWC = \theta_{2,5} - \theta_{4,2} \quad (3)$$

Аерационният капацитет (AC) е изчислен като разлика между общата порьозност (Pt) и обемната влажност при рF 2,5:

$$AC = Pt - \theta_{2,5} \quad (4)$$

Количеството на основните групи почвени микроорганизми е определено по метода на десеткратните разреждания, чрез посяване на почвени суспензии върху селективни агаризирани хранителни среди (Grudeva et al., 2006). Определени са следните физиологични и таксономични групи почвени микроорганизми: хетеротрофни микроорганизми – на месопептоненагар (МПА) след тридневна инкубация; микроскопични гъби – върху подкиселена среда на Чапек – след седемдневна инкубация; актиномицети и бактерии, усвояващи минерален азот – на скорбяло-амонячен агар (САА) – след седемдневна инкубация и целулозоразлагащи микроорганизми – върху среда на Гутчинсон – след четиринадесетдневна инкубация. Определена е активността на ензимите кисела фосфатаза и β -глюкозидаза. Анализите са извършени чрез внасяне на съответен субстрат и отчитане на продукта от ензимната реакция чрез колориметрични методи на Tabatabai (Alef & Nannipieri, 1995).

Получените експериментални данни са обработени статистически чрез Statgraphics 2.1.

Резултати и обсъждане

Изследваните повърхностни почвени слоеве се характеризират с ниско съдържание на пясък – между 3,9 и 8,5% (таблица 2). Съществена разлика между Излужените и Карбонатните Черноземи е различното съотношение на праха и глината. При първите праховата фракция е със 7 до 14% по-висока от глината, докато при Карбонатните тази разликата е по-висока от 34 до 45%. Високо е съдържанието на почвен

органичен въглерод само в необработваемата почва в Горни Дъбник (GD1), докато в обработваемите е средно (SP, BW1) и ниско (GD2, TR, BW2, BW3). Тъй като сумата от праха и глината не се различава съществено между обектите (92-96%), индексът за стабилност на структурата SI (уравнение 1) се променя главно от съдържанието на хумуса. Ниските стойности на този показател (SI<5) говорят за слаба възможност за възстановяване на деградирала почва (Reynolds et al., 2009).

Отношението на пределната полска влагоемност към общата порьозност ($\theta_{pF2,5}/Pt$) е оптимално (0,6-0,7) за нитрификационните процеси в почвата (Reynolds et al., 2009) само при два от Излужените Черноземи (GD1, SP). В останалите то е <0,6, което говори за условия на недостиг на вода в повърхностния слой. Подобен извод следва и от стойностите на усвояемия за растенията воден капацитет, който е добър (17 обемни %) само при GD1 и BW2, в останалите е ограничаващ (10-15 обемни %) и дори лимитиращ (GD2).

От фигура 1 се вижда, че най-голямо количество хетеротрофни микроорганизми е отчетено в необработваемия Излужен Чернозем в Горни Дъбник (GD1). Количеството на тази група почвени микроорганизми е много по-малко при почвите от обработваемите площи в с. Горни Дъбник (GD2) и с. Сливо поле (SP). Повърхностните слоеве на двете изследвани почви имат и различно съдържание на органичен въглерод в почвата. Според Devyatova & Shcherbakov (2006) биологичните характеристики на Черноземите отразяват динамичните условия на местообитанието на микроорганизмите и са показатели за тяхната техногенна деградация. При Карбонатния Чернозем хетеротрофните микроорганизми са в значително по-голямо количество в средата на склона (фиг. 2). В повечето обекти на обработваемите Карбонатни Черноземи количеството на хетеротрофните бактерии е близко до това при обработваемите Излужени Черноземи в диапазона 17-24 КОЕ 10⁶ g/почва. Изключение се наблюдава в средата на склона в местността Черна Вода (BW2), където количеството на хетеротрофните бактерии е

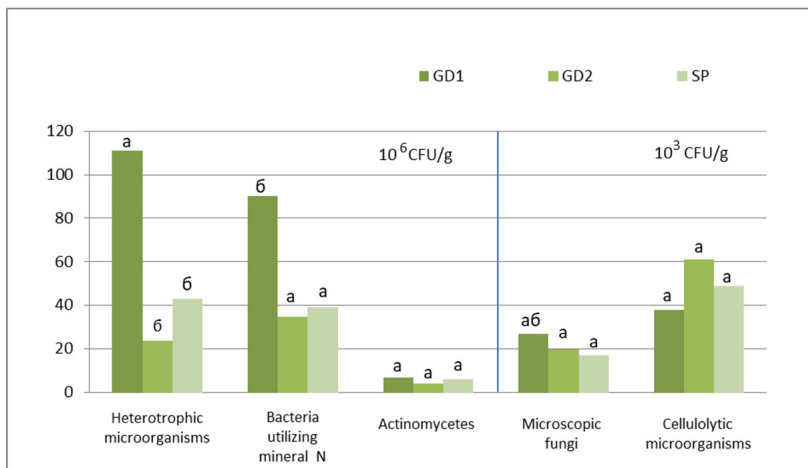
Таблица 2. Основни физични и химични показатели на повърхностния 0-5/10cm почвен слой
Table 2. Main characteristics of the studied 0-5/10 cm top soil layers

Parameters	Haplic Chernozems				Kastanozems		
	GD1	GD2	SP	Tr	BW1	BW2	BW3
SOC, %	2,23	1,14	1,36	1,09	1,63	0,92	1,17
pH H ₂ O	6,0	5,80	6,5	6,80	6,82	7,9	7,1
Пясък/Sand (2000-63 μm), %	8,5	6,1	4,3	6,7	5,1	4,7	3,9
Прах/Silt (63-2 μm), %	49,6	50,2	54,9	67,6	64,5	70,0	68,2
Глина/Clay (<2 μm), %	41,9	43,7	40,8	25,8	30,4	25,3	27,9
Текстурен клас/Texture class	SiC	SiC	SiC	SiL	SiCL	SiL	SiC
Индекс за структурна стабилност (SI) Structural stability index	4,2	2,1	2,4	2,0	3,0	1,7	2,1
Обемна плътност (Db), g.cm ⁻³ Soil bulk density, g.cm ⁻³	1,20	1,09	1,38	1,45	1,09	1,15	1,0
Влажност при пробовзимане, тегл%, Soil water content at sampling wt%	17,2	15,4	11,9	14,4	16,4	12,5	12,6
Специфична плътност (Ds), g.cm ⁻³ Soil particle density	2,66	2,70	2,69	2,70	2,70	2,71	2,69
Обща порьозност, об%, Total porosity, %vol (Pt)	55,0	59,6	48,7	46,5	59,6	57,4	62,9
Аерационен капацитет (AC), об%, Air filled pores at pF2,5, vol%	18,5	36,6	15,2	16,8	34,6	28,7	38,2
Влажност (W) при pF 2,5, тегл%, Watercontent (W) at pF 2,5, wt%	30,6	21,0	24,1	20,2	22,9	24,9	25,1
Усвояем воден капацитет, (PAWC) об%, Plant available water capacity, vol%,	16,8	8,0	14,3	14,0	12,5	17,3	14,5
Относителна пределна полска влагоемност ($\theta_{pF2,5}/Pt$) Relative field capacity ($\theta_{pF2,5}/Pt$)	0,67	0,38	0,68	0,63	0,42	0,50	0,40
Влажност при pF 5,6, (W _{5,6}) тегл%, Water content at pF 5,6, wt%	6,6	6,3	5,7	4,1	5,3	3,9	4,3
Влажност при pF 4,2, (W _{4,2}) тегл%, Water content at pF4,2, (W _{4,2}) wt%	16,5	13,7	13,2	10,5	12,2	9,9	10,2

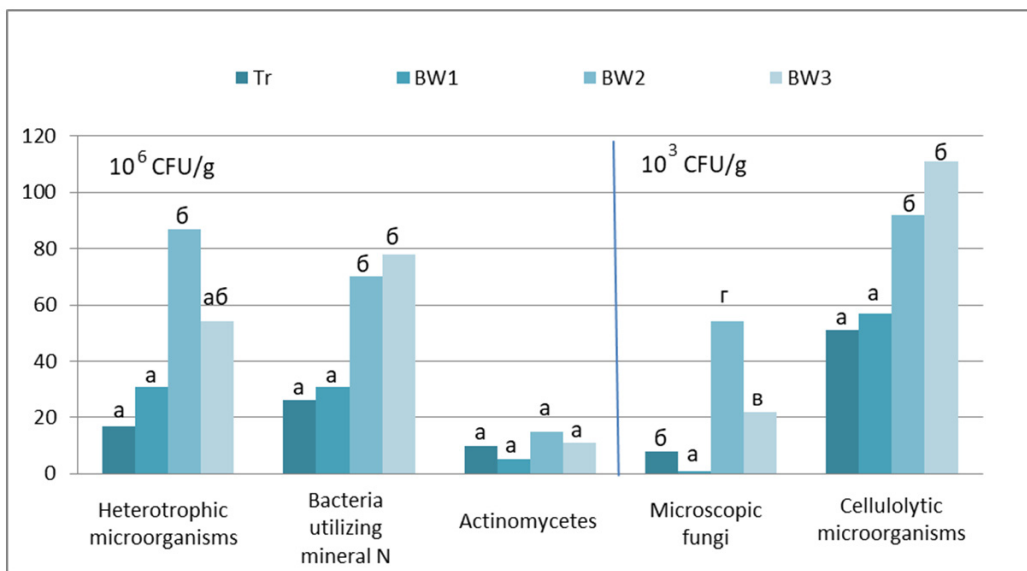
най-високо и се доближава до необработваемия Излужен Чернозем (GD1).

Аналогично с разпространението на хетеротрофни микроорганизми е и това на бактериите, усвояващи минерален азот. При необработваемия Излужен Чернозем (GD1) количеството им е по-голямо. Характерно за Черноземите е, че количеството на микрофлората, която използва минерален азот през пролетта и лятото е значително по-ниско, отколкото през есенно-зимния период (Voinova, 1977).

От изследваните групи почвени микроорганизми най-слабо разпространение в почвите имат актиномицетите. Характерно за разпространението на бактериите и актиномицетите в почвата е, че в повечето случаи бактериите преобладават в повърхностния слой. При изследване, проведено с Черноземи, е установено, че съотношението бактерии:актиномицети е 3:1 в слоя от 0 до 2,5 cm, 2:1 в слоя от 2,5 до 15 cm и 1:1 в слоя от 15 до 30 cm (Campbell & Biederbeck, 1982). При нашето изследване, общо за Излужения



Фиг. 1. Разпространение на основни групимикроорганизми при Излужени Черноземи
Fig. 1. Distribution of major groups of microorganisms in Haplic Chernozems



Фиг. 2. Разпространение на основни групи микроорганизми при Карбонатен Чернозем, с. Тръстеник, Русенско
Fig. 2. Distribution of major groups of microorganisms in Kastanozems, v. Trastenik, Rousse

и Карбонатен Черноземи (обработваеми и необработваеми площи), съотношението бактерии:актиномицети е 7:1.

При развитието си микроскопичните гъби образуват мицел и по този начин натрупват голямо количество биомаса, и са в тясна връзка с почвената повърхност. Резултатите показват, че при Карбонатния Чернозем (BW2)

в средата на склона микроскопичните гъби са в най-голямо количество.

В повечето обекти се наблюдава високо количество целулозоразграждащи микроорганизми. Най-голямо количество целулозоразлагащи микроорганизми се наблюдава в повърхностния слой на Карбонатния Чернозем в средната (BW2) и горната (BW3) част на склона, което

Таблица 3. Ензимна активност на повърхностния слой на почвата
Table 3. Soil enzyme activity of the topsoil layer

Землище	β -глюкозидаза $\mu\text{mol NP/g/h}$	Фосфатаза $\mu\text{mol NP/g/h}$
с. Горни Дъбник – необработваема площ (GD1)	3,22	9,58
с. Горни Дъбник – обработваема площ (GD2)	1,03	3,59
с. Сливо поле – обработваема площ (SP)	1,11	4,46
с. Тръстеник – обработваема площ (Tr1)	1,2	1,8
с. Тръстеник – угар, подножие на склон (BW1)	1,56	4,07

вероятно е свързано с различните стойности рН между обектите на изследване. BW2 и BW3 се отличават с много слабо алкална реакция на почвата, докато при останалите изследвани Карбонатни Черноземи и при Излужените Черноземи, реакцията е слабо до средно кисела. Биологичното разграждане на целулозата е един от основните микробиологични процеси в почвата с важно значение за трансформацията на органичните вещества и въглеродния цикъл.

Ензимната активност на почвата е динамичен показател, който реагира чувствително на промените в почвените условия. Изследваните профили се отличават с по-голяма активност на киселата фосфатаза, в сравнение с β -глюкозидазата. (таблица 3). И двата изследвани ензима имат по-висока активност при необработваемите площи. Ензимната активност на почвата може да бъде показател за нейното плодородие и ефективността на приложените агротехнически дейности (Balota, et al., 2004).

Заклучение

Генетичните специфики, топографските особености и начина на земеползване оказват въздействие върху физичните условия за развитие на микрофлората в изследваните Излужени и Карбонатни Черноземи. Количеството на хетеротрофните микроорганизми, бактериите, усвояващи минерален азот, и микроскопичните гъби, както и ензимната активност на почвата са най-високи при необработваемия Излужен Чернозем. И при двата почвени подтипа

актиномицетите са слабо разпространени в този период на годината. Количеството на целулозоразлагащите микроорганизми е по-високо при Карбонатния Чернозем, в сравнение с Излужения Чернозем, от което може да се предположи, че разлагането на целулозата протича с по-голяма интензивност при Карбонатния Чернозем. Получените комплексни данни за физични, химични и микробиологични характеристики на тези почвени различия могат да се използват при мониторинг на промените им във времето и за сравнителни анализи.

Благодарности авторите благодарят за финансирането на научните изследвания по проект „Топлинни свойства на почви при различни начини на земеползване и мелиориране” от Фонд „Научни Изследвания” (договор ДН16/11).

Литература

- Alef, K., & Nannipieri, P.** (1995) *Enzyme activities. In: Methods in applied soil microbiology and biochemistry, Chapter 7*, (Alef, K. and Nannipieri, P., eds). Academic Press, New York, p 311-373.
- Balota, E. L., Kanashiro, M., Colozzi Filho, A., Andrade, D. S., & Dick, R. P.** (2004). Soil enzyme activities under long-term tillage and crop rotation systems in subtropical agro-ecosystems. *Brazilian Journal of Microbiology*, 35, 300-306.
- Campbell, C. A., & Biederbeck, V. O.** (1982). Changes in mineral N and numbers of bacteria and actinomycetes during two years under wheat-fallow in Southwestern Saskatchewan. *Canadian Journal of Soil Science*, 62(1),

125-137. <https://doi.org/10.4141/cjss82-014>.

Devyatova, T. A., & Shcherbakov, A. P. (2006). Biological activity of chernozems in the center of the Russian plain. *Eurasian Soil Science*, 39(4), 450-456.

Filcheva, E. G., & Tsadilas, C. D. (2002). Influence of clinoptilolite and compost on soil properties. *Communications in soil science and plant analysis*, 33(3-4), 595-607.

Grudeva, V., Naumova, S., Gocheva, B., Nedeva, T., & Antonova-Nikolova, S. (2006). *Manual Microbiology*. University Publishing House "St. Kl. Ohridski", Sofia.

ISO 10390: 2011. *Soil Quality - Determination of pH*.

ISO 11272:1998. *named: Soil quality—determination of dry bulk density*.

ISO 11274:1998. *Soil quality – Determination of the water retention characteristics – Laboratory methods*.

ISO 11277: 2009. *Soil Quality – Determination of particle size distribution in mineral soil material. –Method by sieving and sedimentation. Second edition*.

IUSS Working Group WRB (2015). *World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106*. FAO, Rome.

Koinov V., Trashliev H., Yolevski M., Ninov N., & Gyurov G. (1972). Soil resources in Bulgaria and their use. In: *First national soil science congress. AA „G. Dimitrov”*. 23-25 September 1969, Sofia.

Kononova, M. (1966). *Soil Organic Matter. 2nd ed.* Pergamon press.

Orgiazzi, A., Ballabio, C., Panagos, P., Jones, A., & Fernández-Ugalde, O. (2018). LUCAS Soil, the largest expandable soil dataset for Europe: a review. *European Journal of Soil Science*, 69(1), 140-153.

Perfanova, J., & Ivanova, D. (2019). Distribution of major groups soil microorganisms in brown forest soils (Cambic mollic umbrisols). *Bulgarian Journal of Soil Science Agrochemistry and Ecology*, 53(2), 45-51.

Pieri, C. J. (2012). *Fertility of soils: a future for farming in the West African Savannah* (Vol. 10). Springer Science & Business Media.

Reynolds, W. D., Drury, C. F., Tan, C. S., Fox, C. A., & Yang, X. M. (2009). Use of indicators and pore volume-function characteristics to quantify soil physical quality. *Geoderma*, 152(3-4), 252-263. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2009.06.009>.

Tecon, R., & Or, D. (2017). Biophysical processes supporting the diversity of microbial life in soil. *FEMS microbiology reviews*, 41(5), 599-623. <https://doi.org/10.1093/femsre/fux039>.

Voinova, Zh. (1977). *Microflora associated with the nitrogen in the soil*. Zemizdat, p 5-10.