

Структурен анализ и определяне водоустойчивостта на проба от Алувиално-ливадна почва, смесена в определено съотношение с различни органични отпадъци

Милена Митова*, Светла Русева, Емил Димитров

Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията “Н. Пушкарров”, София

E-mail*: milenaluch@abv.bg

Резюме

Материалът представя данни за структурата на Алувиално ливадна почва с добавени в съотношение 1:9 различни органични отпадъци (говежди тор, овчи тор, бивовъглен, компост, утайка от текстилна индустрия и утайка от ПСОВ). Структурата е оценявана чрез размера, конфигурацията, разпределението и водоустойчивостта на почвените агрегати в проби от изследваните смеси, инкубирани при постоянна влажност от 10% в продължение на 21 дни. Установено е, че и шестте изследвани органични добавки повишават водоустойчивостта на почвените агрегати, оценена чрез два индикатора – съотношение на средно-претеглените диаметри на водоустойчивите и сухите агрегати (MWDR) и съотношение на външната средна относителна повърхност на сухите и водоустойчивите агрегати (Sd/Sw). Най-добър е ефектът от добавянето на говежди тор и утайка от текстилната промишленост.

Ключови думи: почвени агрегати, водоустойчивост, органични отпадъци, средно-претеглен диаметър на водоустойчивите и сухите агрегати, средна относителна повърхност на сухите и водоустойчивите агрегати

Analyzes of soil structure and its water resistance on a sample of Alluvial meadow soil mixed in a certain ratio with different mixtures of organic waste

Milena Mitova*, Svetla Rousseva, Emil Dimitrov

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

Corresponding author*: milenaluch@abv.bg

Citation: Mitova, M., Rousseva, S., & Dimitrov, E. (2021). Analyzes of soil structure and its water resistance on a sample of Alluvial meadow soil mixed in a certain ratio with different mixtures of organic waste. *Bulgarian Journal of Soil Science Agrochemistry and Ecology*, 55(3-4), 29-34.

Abstract

Reduction of soil organic carbon stocks is one of the major threats to the environmental and economic functions of soils. Carbon sequestration and changes in the physical and chemical characteristics of Bulgarian soils as a result of addition of organic waste from agriculture, household and industry have not been well studied.

The report presents data on the structure of Alluvial meadow soil with addition in proportion 1:9 different organic wastes (cattle manure, sheep manure, biochar, compost, textile sludge and sewage sludge). The structure was evaluated by the size, configuration, distribution and water resistance of soil aggregates in samples of the mixtures tested, incubated at a constant humidity of 10% for 21 days.

It was established that all six tested organic additives have increased the water resistance of soil aggregates as assessed by two indicators – the ratio of mean-weighted diameters of water stable and dry aggregates (MWDR) and the ratio of the specific surface area of dry and water stable soil aggregates (Sd/Sw). The best effect was found for the additions of cattle manure and sludge from a wastewater treatment plant.

Key words: soil aggregation, water resistance, organic wastes, mean-weighted diameters of water stable and dry aggregates, surface mean relative area of dry and water stable soil aggregates

Въведение

Ежегодно от земеделския фонд отпадат големи площи обработваема земя в резултат на глобални процеси на деградация на почвите. Една от основните заплахи за екологичните и стопанските функции на почвите е намаляването на запасите от почвен органичен въглерод. С оглед на устойчивото развитие е необходимо повторно използване на ресурсите, което е особено важно за органичните отпадъци от битов, промишлен и земеделски произход.

В много части на света почвите са подложени на все по-голям натиск в резултат на продължителното им земеделско ползване и произтичащите от това загуби на почвен органичен въглерод, които водят до влошаване на структурата на почвата (Clapp et al., 2005), намаляване на почвената продуктивност и загуба на почва вследствие на ерозия. Запасите от почвен органичен въглерод намаляват в резултат на продължителни обработки и трябва да бъдат възстановявани чрез добавяне на растителни остатъци и органични подобрители. Използването на органични отпадъци в земеделските земи е от голямо значение за подобряване на хранителните запаси в почвата при ниски

разходи (Mantovi et al., 2005). Органичните отпадъци могат да подобрят достъпността на хранителни вещества поради наличност в тях на алифатни съединения с ниско молекулно тегло, които взаимодействат с почвените минерали (Hue & Ranjith, 1994). Освен това, те повишават катионния обменен капацитет на почвата (СЕС) (McBride et al., 1997, Shuman, 1998).

Изследването има за цел оценка на структурата чрез размера, конфигурацията, разпределението и водоустойчивостта на почвените агрегати на Алувиално ливадна почва, смесена с различни органични отпадъци.

Материали и методи

Лабораторното изследване е извършено с използване на проби от обработваемия почвен слой и различни органични отпадъци (говежди тор, овчи тор, биовъглен, компост, утайка от текстилна индустрия и утайка от ПСОВ) от контролен участък на полски експеримент в опитното поле в с. Цалапица, обл. Пловдив. Почвата е класифицирана като Алувиално ливадна почва или Eutric Fluvisol (Loamic, Ochric) WRB 2015 и Eutric Fluvisol FAO 1990 (Dimitrov & Shishkov, 2018). По механичен състав

почвата е леко до средно песъчливо-глинеста в хоризонт А с преобладаване на песъчливата фракция пред иловата такава. В преходния В хоризонт почвата е тежко песъчливо глинеста до песъчливо-глинеста. Диференциацията на почвения профил е ясно изразена по отношение на иловата фракция. Обемната плътност на почвата е 1,47-1,62 g/cm³. Общата порьозност на почвата е незадоволителна по целия профил. По целия профил липсват карбонати. Реакцията е слабо кисела в орницата до неутрална в долната си част (рН 6,1-6,5). По съдържание на хумус почвата спада към групата на беднохумусните. Проби от Алувиално ливадна почва и различните органични отпадъци (говежди тор, овчи тор, биовъглен, компост, утайка от текстилна индустрия и утайка от ПСОВ) са изсушени до въздушно сухо състояние. Влажността на пробите е определена по термостатно-тегловния метод. От всеки материал, както и от почвата са взети проби от 5-10 g в тигли по две повторения, които са претеглени на техническа везна. Пробите са сушени в термостат при 105° С за едно денонощие. След като изстинат отново са претегляни и е изчислена влажността им в тегловни проценти. На всеки материал е определена средната влажност, след което е изчислено и съответното тегловно 1:9 съотношение на органичният отпадък и почва, като смесената проба да бъде приблизително 300 g. След смесването на почвената проба с органичните отпадъци изследваните смеси са навлажнени с 30 ml дестилирана вода за постигане на 10% влажност, след което са поставени в Инкубатор EN 500, NUVE, за поддържане на постоянна температура и влажност за 21 дни.

Структурата на почвата е оценена чрез размера, конфигурацията, разпределението и водоустойчивостта на почвените агрегати. Разпределението по размери на сухите структурни агрегати е мярка за разграждане на почвата в почвени агрегати с различен размер. Агрегатните фракции са определени чрез ръчно сухо пресяване на изсушена на въздух почва (около 300 g), като се използва набор от сита, разположени с намаляващ

отгоре надолу размер в реда 10, 5, 3, 1 и 0,25 mm. Масата на фракцията на агрегатите (w_i) е изразена като процент на въздушно суха почва. Структурата на почвата е оценена въз основа на съдържанието на една основна фракция (1-3 mm), както и средният тегловен диаметър на сухите агрегати по уравнението на Van Bavel (1949):

$$MWD_{dry} = \sum_{i=1}^n \frac{w_i}{100} \cdot \bar{d}_i$$

където n е броят на фракциите на агрегатите ($n = 6$: 15-10, 10-5, 5-3, 3-1, 1-0,25, <0,25 mm), \bar{d}_i е средният диаметър на фракция i (12,5; 7,5; 4,0; 2,0; 0,625; 0,125 mm) и w_i е теглото на агрегатите във фракция i , изразено като процент от сухата почвена проба.

Водоустойчивостта на агрегатите е оценена по метода на Вершинин и Ревут (Vershinin & Revut, 1952; Revut, 1964) чрез мокро пресяване в устройството на Савинов (модификация на Vershinin and Revut) един час след директно потапяне на проба от въздушно сухи почвени агрегати във вода. Устройството се състои от набор от сита 5, 3, 1 и 0,25 mm, които остават потопени във вода по време на цялата процедура. Наборът сита се издига на 10 cm от основата и се спуска 10 пъти под действие на собственото му тегло, а след това допълнително последните две сита се промиват 5 пъти. Останалите на всяко сито почвени агрегати се отделят и се сушат при 105° С. Изследването за водоустойчивост е проведено за три почвени проби от сухото пресяване по 20 g въздушно сухи агрегати от единична фракция 1-3 mm, т.е. средният диаметър на пробата е 2 mm. Масата на водоустойчивите агрегати за единична фракция 1-3 mm се определя като процент от изсушената почва. Определена е и скелетната част/пясък (>1 mm) на водоустойчивата фракцията 1-3 mm. За тази цел структурните агрегати от тази фракция се разрушават чрез смесване с 0,5% разтвор на натриев хексаметафосфат. След престой от едно денонощие отново се пресяват. По този начин се отделят скелетните частици, влизащи в състава на фракцията 1-3 mm, изсушават се

и се претеглят.

Освен процентното съдържание на водоустойчиви агрегати във фракциите, общото количество агрегати с размер, по-голям и по-малък от 0,25 mm, водоустойчивостта на агрегатите е изразена и чрез съотношението на средните диаметри ($MWDR = MWD_{wet}/MWD_{dry}$) на агрегатите (2 mm за единична фракция 1-3 mm) след и преди мокро пресяване на почвата (Dilkova, 2014). Сухата маса на почвата е изчислена въз основа на резултата от съдържанието на влага, което се определя чрез сушене в термостат до постоянна маса на пробите при 105° C.

Извършена е и оценка на структурното състояние на почвата, т.е. нейната агрегираност чрез индекс на водоустойчивост. Методът е основан на определяне на специфичната външна повърхност на агрегатите, отнесена за 1 g почва. Сумарната външна повърхност на почвените агрегати се изчислява по съдържанието на агрегатите с различен размер, определен от ситата (Penkov et al., 1981). Изчисляването на общата повърхност на агрегатите се извършва по формулата:

$$S = 0,6 \sum_i (m_i/d_i)$$

където S е сумарна обща външна повърхност на един грам агрегати в cm^2/g

d_i – среден диаметър на агрегатите, mm

m_i – съдържание на агрегатите в даден размер в почвата, %

Индексът на водоустойчивост (S_d/S_w) е изчислен като съотношението на външната

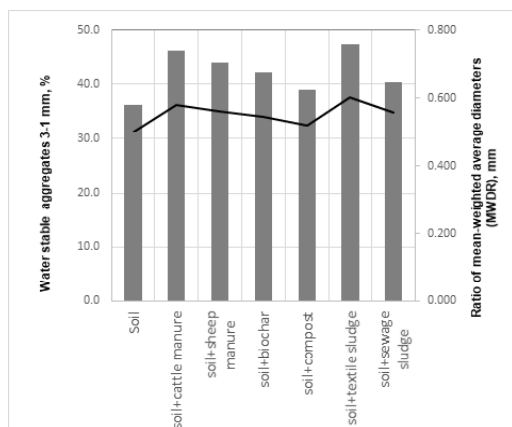
средна относителна повърхност на сухите и водоустойчивите агрегати.

Резултати

В таблица 1 са представени резултатите от структурния анализ и използваните индекси за оценка на водоустойчивостта на почвената структура.

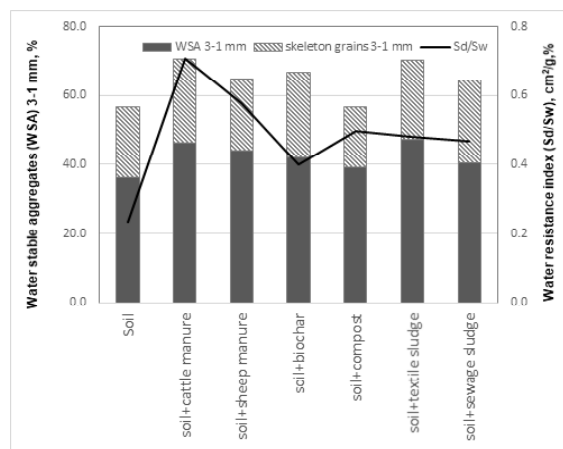
Резултатите ясно показват (фиг. 1), че от отделните варианти най-висока водоустойчивост на агрегатите се наблюдава при добавянето на утайка от текситлната индустрия към почвения субстрат и при включването на говежди тор, като „подобрител“. Водоустойчивостта намалява при смесването на почвената проба с овча тор, биовъглен, утайка от ПОСВ и компост. Данните показват, че най-ниска водоустойчивост на агрегатите, се наблюдава при почвената проба без добавен органичен отпадък (Kercheva et al., 2017).

Според получените резултати за индекса за водоустойчивост на почвените агрегати най-висок „подобряващ“ ефект се наблюдава при вариантите с добавяне на говежди и овчи тор към почвения субстрат (фиг. 2). При останалите добавки на биовъглен, компост, утайка от ПСОВ и утайка от текстилната промишленост стойността на специфичната външна повърхност на почвените агрегати остава относително постоянна. При оценяването на този показател с най-нисък резултат остава чиста почвена



Фиг. 1. Процент на водоустойчивите агрегати в суха фракция (3-1 mm) и съотношение на средно-претеглените диаметри на сухите и водоустойчивите агрегати в изследваните варианти

Fig. 1. Percentage of water resistance aggregates in the dry fraction (3-1 mm) and the ratio of mean-weighted average diameters of the water stable and dry aggregates in the investigated variants



Фиг. 2. Водоустойчиви агрегати и скелет във фракцията 3-1 mm и индекс на водоустойчивост (отношение на сумарната повърхност на сухите агрегати към тези след пресяване във вода)

Fig. 2. Water stable aggregates and skeleton in 3-1 mm fraction and water resistance index (ratio of specific surface area of dry aggregates to those after sieving in water)

Таблица 1. Процентно разпределение на сухите и водоустойчиви агрегати по размери, съотношението средно претеглените диаметри (MWDR) и индекса на водоустойчивост (Sd/Sw)
Table 1. Percentage distribution of the ratio of mean-weighted diameters of water stable and dry aggregates (MWDR) and water resistance index (Sd/Sw)

Version	Size distribution of dry aggregates, %						Size distribution of water-proof aggregates, %			Skleton grains 1-3 mm	MWDR	Sd/Sw
	>10 mm	5-10 mm	3-5 mm	1-3 mm	1-0,25 mm	<0,25 mm	3-1 mm	0,25-1 mm	<0,25 mm			
Soil	15,2	12,6	19,0	40,9	7,8	4,5	36,2	28,3	28,8	20,42	0,503	0,2
Soil+cattle manure	10,3	10,0	14,1	25,7	23,9	15,9	46,2	28,8	22,8	24,53	0,579	0,7
Soil+sheep manure	8,7	7,2	11,4	42,4	17,6	12,8	43,9	29,7	24,1	20,77	0,560	0,6
Soil+biochor	14,2	8,1	10,8	38,3	21,9	6,6	42,2	30,4	24,8	24,58	0,547	0,4
Soil+compost	5,4	3,4	10,5	52,0	18,2	10,5	39,1	32,5	26,1	17,75	0,521	0,5
Soil+textile sludge	5,9	3,0	12,1	57,0	14,8	7,2	47,4	27,3	20,2	22,74	0,603	0,5
Soil+sewage sludge	11,9	6,1	15,0	43,7	14,7	8,5	40,5	28,0	22,2	24,02	0,558	0,5

проба.

Заклучение

Според данните от извършеното изследване могат да се направят следните изводи:

1. Водоустойчивостта на агрегатите от 1-3 mm е най-голяма (47,4%) при смесването на почвената проба с утайка от текстилната промишленост.
2. Агрегатите с размер от 1-3 mm имат най-ниска стойност на параметъра водоустойчивост (39,1%) при добавянето на компост към почвената проба.
3. Резултатът за водоустойчивост на агрегатите с размер от 1-3 mm, когато не се добавят „подобрители“ към почвена проба е 36,2%.
4. Според индексът за водоустойчивост на почвените агрегати най-добри резултати ($0,7 \text{ cm}^2/\text{g}$) се наблюдават при смесването на почвената проба с говежди тор.
5. При смесването на проба от Алувиално-ливадната почва с използваните органични отпадъци - овчи тор, биовъглен, компост, утайка от ПСОВ и утайка от текстилната промишленост, стойността на индекса на водоустойчивост на почвените агрегати остава относително постоянна – $0,5 \text{ cm}^2/\text{g}$
6. С най-нисък индекс на водоустойчивост на агрегатите ($0,2 \text{ cm}^2/\text{g}$) е чистата проба на изследваната почва.

Въз основа на получените изводи от физична гледна точка, използването на органичните отпадъци - утайка от текстилната промишленост и говежди тор, могат да намерят приложение относно подобряване стабилността на почвената структура спрямо разрушителното въздействие на различни фактори, както и за постигане на по-високи добиви, и съхраняване на почвеното плодородие.

Благодарности представените резултати са получени в резултат на разработка на колектива във връзка с изпълнението на ННП „Здравословни храни за силна биоикономика и качество на живот“, РП 2.4 „Възобновяеми биологични ресурси в стопанските единици“.

Литература

Clapp, C. E., Hayes, M. H. B., Simpson, A. J., & Kingery, W. L. (2005). Chemistry of soil organic matter. *Chemical processes in soils*, 8, 1-150.

Dilkova, R. (2014). *Structure, physical properties and aeration of soils in Bulgaria*. PSSE, Sofia, 351. ISBN 978-954-749-105-2 (Bg).

Dimitrov, E., & Shishkov, T. (2018). Diagnosis and classification of subsurface horizons according to national and World Reference Base classification systems for soils in Maritsa River Plain, Bulgaria. *Journal of Balkan Ecology*, 21(4), 357-369.

Hue, N. V., & Ranjith, S. A. (1994). Sewage sludges in Hawaii: chemical composition and reactions with soils and plants. *Water, air, and soil pollution*, 72(1), 265-283.

Kercheva, M., Sokolowska, Z., Hajnos, M., Skic, K., & Shishkov, T. (2017). Physical parameters of Fluvisols on flooded and non-flooded terraces. *International Agrophysics*, 31(1), 73-82. DOI: 10.1515/intag-2016-0026

Mantovi, P., Baldoni, G., & Toderi, G. (2005). Reuse of liquid, dewatered, and composted sewage sludge on agricultural land: effects of long-term application on soil and crop. *Water research*, 39(2-3), 289-296.

McBride, M., Sauve, S., & Hendershot, W. (1997). Solubility control of Cu, Zn, Cd and Pb in contaminated soils. *European Journal of Soil Science*, 48(2), 337-346.

Penkov, M., Dimitrova Yu., Hristov I., Kozarov Yo. (1981). *A Guide to Soil Science*. Sofia, (Bg).

Revut, I. B. (1964). *Soil physics*. Ed. Colossus, Leningrad. p. 90-95.

Shuman, L. M. (1998). Effects of organic waste amend-ments on cadmium and lead in soil fractions of two soils. *Commun. Soil Sci. Plan.* 29, 2939-2952.

Van Bavel, C. H. M. (1949). Mean weight-diameter of soil aggregates as a statistical index of aggregation. *Proceedings. Soil Science Society of America*, 14, 20-23.

Vershinin, P. V. & Revut, T. B. (1952). *Methods of determination of water resistance of soil. Sat. of works on agronomic physics*, vol. 5.