

Влияние на биовъглен в комбинация с азотно торене върху обемната плътност и порьозността на Алувиално ливадна почва

Милена Митова*, Мартин Ненов, Светла Русева

ИПАЗР „Н. Пушкиarov“, София
E-mail*: milenaluch@abv.bg

Резюме

При условията на леко до средно песъчливо-глинеста Алувиално-ливадна почва от ОП Цалапица през периода 2019-2021 е изведен полски експеримент с царевица за проучване на изменението на обемната плътност, специфичната плътност и порьозността на почвата под влияние на комбинирано внасяне на биовъглен от дъбови кори (0, 5 и 10 t/ha) с азотно торене (130 и 260 kg/ha). Установено е статистически значимо намаляване на обемната плътност и увеличаване на общата порьозност при комбинирано внасяне на биовъглен с азотен тор.

Ключови думи: Алувиално-ливадна почва, биовъглен, азотно торене, обемна плътност, специфична плътност, обща порьозност

Impact of biochar combined with nitrogen fertilization on bulk density and porosity of Fluvisol

Milena Mitova*, Martin Nenov, Svetla Rousseva

ISSAPP „N. Poushkarov“, Sofia
Corresponding author*: milenaluch@abv.bg

Citation: Mitova, M., Nenov, M., & Rousseva, S. (2022). Impact of biochar combined with nitrogen fertilization on bulk density and porosity of Fluvisol. *Bulgarian Journal of Soil Science Agrochemistry and Ecology*, 56(4), 41-47.

Abstract

Field experiment with corn was carried out on sandy loam Fluvisol at the experimental field Tsalapitsa in the period 2019-2021, to study the modifications in bulk density, particle density and porosity of the soil under the influence of combined amendment of biochar of oak bark at (0, 5 and 10 t/ha) with nitrogen fertilization (130 and 260 kg/ha). Statistically significant decrease in bulk density and increase in total porosity was found as a result of amendment of biochar combined with nitrogen fertilizer.

Key words: Fluvisol, biochar, nitrogen fertilization, soil bulk density, soil particle density, soil porosity

Въведение

Сламата и растителните остатъци в полските сеитбообороти имат многостранно приложение в агротехниката на отглеждане на полските култури чрез заораване, компостиране, мулчиране и др., като постеля за животни, за лехи на културни растения, като фураж, за брикетирание, както и за директно изгаряне в специални пещи като суровина за различни промишлени производства.

При бавното директно изгаряне на растителните остатъци от земеделието и горското стопанство при висока температура в отсъствието на кислород (пиролиза) се образува биовъглен. Прилагането на биовъглен в почвите е сравнително нов подход в земеделието. Неговата висока устойчивост на разлагане и способност да задържа хранителни вещества в почвата, като предотвратява както измиването им с повърхностните води, така и преминаването им в подпочвените води, може да доведе до подобряване на почвената продуктивност и повишаване на качеството и обема на земеделската продукция.

Редица изследвания в последните години се фокусират върху ефекта от прилагането на биовъглен върху селскостопански почви и влиянието му върху свойствата на почвата (Gyurov et al., 2015; Kercheva et al., 2018; Horák et al., 2019; Makó et al., 2020; Chang et al., 2021; Zanutel et al., 2021; Kercheva et al., 2021; Benkova et al., 2022). Налична е обаче само ограничена информация за едновременното въздействие на азотно торене, комбинирано

с биовъглен, върху физичните свойства на почвата, като обемна плътност, структура, механични, топлинни и водни свойства на почвата (Blanco-Canqui, 2017).

Обемната и специфичната плътност са две от основните физични характеристики на почвата. Зависят от съдържанието на органично вещество, механичния състав и структурното състояние на почвите, дълбочината и интензивността на почвообработките и определят общата порьозност и аерационния капацитет на почвата. Обемната плътност и порьозността влияят върху водния, въздушния и хранителния режим на почвите и свързаното с тях развитие на растенията.

Целта на изследването е да се оцени изменението във времето на обемната плътност, специфичната плътност и общата порьозност на Алувиално ливадна почва при комбинирано внасяне на биовъглен и азотен тор.

Материали и методи

Изследването е проведено в условията на полски експеримент с царевица върху Алувиално ливадна почва (Alluvial-Meadow soil (Fluvisol – FAO)) в ОП на ИПАЗР „Н. Пушкиров“ в района на с. Цалапица, Пловдивско. Полският експеримент е заложен по блоковия метод в четири повторения, при три нива на внасяне на биовъглен – 0, 5 и 10 t/ha и две нива на азотно торене – K1 (130 kg/ha) и K2 (260 kg/ha) (Atanassova et al., 2022).

Почвата е леко до средно пясъчливо-глинеста в повърхностния слой и средно до тежко

песъчливо глинеста в слоя под него. Обемната плътност на почвата е 1,47-1,62 g/cm³. По целия профил липсват карбонати. Реакцията е слабо кисела в орницата до неутрална в долната част на почвения профил (рН 6,1-6,5).

Извършено е пробонабиране от слоевете 0-10, 10-20, 20-30 и 30-40 cm на вариантите без биовъглен (K2 N260) и с 10 t/ha биовъглен, внесен през 2019 г. (B(1)10N260 и B(1)10N130) преди залагане на полските експерименти (22.04.2019), по време на вегетация (04-25.07.2019 и 13.07.2020) и след прибиране на реколтата (29.10.2019 и 20.10.2021). При варианти B(1) биовъгленът е внасян през 2019, а при варианти B(2) – през 2020. Азотен тор е внасян през всяка от годините на експеримента – 2019, 2020, 2021.

Обемната плътност е определяна по ISO 11272:1998, ISO 11274:1998 с метални пръстени с режещ ръб, височина 5 cm и обем 100 g/cm³ при пробонабирането в пет повторения през 2019 и в три повторения през 2020 и 2021.

Специфичната плътност е определена във вода с пикнометри с обем 100 g/cm³ по ISO 11508:1998 за вариантите на изследване в слоя 0 – 40 cm, през 10 cm, при залагане на полските експерименти през 2019.

Порьозността е определяна по изчислителен път – чрез данни за обемната и специфична плътност на почвата по формулата (Dolgov, 1966):

$$P = \frac{d - d_v}{d} \cdot 100 \% \quad (1)$$

където:

-P - обща порьозност, %;

-d_v - обемна плътност, g/cm³;

-d - специфичната плътност, g/cm³

Разликите в стойностите на обемната плътност, специфичната плътност и общата порьозност на почвата между вариантите на изследване и дълбочините на пробонабиране са анализирани статистически чрез дисперсионен анализ (online ANOVA калкулатор © 2015-2020 goodcalculators.

com <https://goodcalculators.com/one-way-anova-calculator/>).

Резултати и обсъждане

Обемна плътност на почвата

Сравняването на данните за обемната плътност на почвата при залагане на експериментите през 2019 (22.04.2019) с вариантите без биовъглен (K2 N260) и с 10 t/ha биовъглен (B(1)10N260) показват, че внасянето на биовъглен не оказва статистически значимо влияние върху обемната плътност на почвата и в четирите изследвани почвени слоя в началото на експеримента (фиг. 1, таблица 1). Статистически значимо е намалението на обемната плътност с 0,06 – 0,15 g/cm³ в слоевете 0-10, 10-20, 20-30 и 30-40 cm на вариант B(1)10N260 от пробонабирането на 4.07.2019 г. и с 0,08 g/cm³ на вариант K1 N260 от пробонабирането на 25.07.2019.

Данните от проучването през 2020 за последствието от внасянето на биовъглен през 2019, свидетелстват за статистически значимо намаляване на обемната плътност с 0,12-0,25 g/cm³ (съответно 8, 11 и 14% в почвените слоеве 0-10, 10-20 и 20-30 cm) на варианта (B(1)10N260) с внесен 10 t/ha биовъглен и 260 kg/ha азот (фиг. 1, таблица 1, таблица 2). Тази тенденция се запазва и през 2021, макар и в по-малка степен дори при по-ниската норма на азотно торене (B(1)10N130) с внесен 10 t/ha биовъглен и 130 kg/ha азот, когато намаляването на обемната плътност е в границите 0,1-0,2 g/cm³ (съответно 7 и 11% в слоевете 0-10 и 10-20 cm) и 0,04-0,06 g/cm³ (съответно 2 и 3% в слоевете 30-40 и 20-30 cm).

Сходни са резултатите от изследванията на Horák et al. (2019) за влияние на биовъглен (0, 10 и 20 t/ha) и две нива на азотно торене (40, 160 and 100 kg/ha и 80, 240 и 150 kg/ha, съответно през 2014, 2015 и 2016) върху влажността, температурата и обемната плътност на Naplic Luvisol. Азотните норми са съобразени с изискванията на отглежданите култури – пролетен ечемик (*Hordeum vulgare* L.) през 2014, the царевица (*Zea mays* L.) през 2015 и пролетна пшеница (*Triticum aestivum* L.)

през 2016. Един от основните изводи е, че високата норма на биовъглен води до по-ниска обемна плътност на почвата при всички нива на добавен биовъглен в комбинация с азотно торене в следния ред: B0N1 (1,49) > B10N1 (1,47) > B20N1 (1,44), както и B0N2 (1,51) > B10N2 (1,47) > B20N2 (1,39) през годините на изследвания период (2014–2016).

Специфична плътност на почвата

Сравняването на данните за специфична плътност на почвата от пробонабирането при залагане на експериментите през 2019 (22.04.2019) с варианта с внесен 10 t/ha биовъглен (B(1)10N260) показват (таблица 3), че след внасянето на биовъглен тя намалява много слабо (незначимо статистически) в слоевете 0-10 и 10-20 cm, и в четирите изследвани почвени слоя, въпреки голямата и значима разлика (1,09-1,18 g/cm³) между стойностите на специфичната плътност на почвата и биовъглена.

Обща порьозност на почвата.

Сравняването на данните за общата порьозност

на почвата от пробонабирането при залагане на експериментите през 2019 (22.04.2019) с вариантите без биовъглен (K2 N260) и с 10 t/ha биовъглен (B(1)10N260) показват, че внасянето на биовъглен не оказва статистически значимо влияние върху общата порьозност на почвата и в четирите изследвани почвени слоя (фиг. 2).

Статистически значимо е увеличаването на общата порьозност с 0,06 cm³/cm³ (15%) в слоя 10-20 cm на вариант B(1)10N260 от пробонабирането на 4.07.2019 г. и с 0,04, 0,07 и 0,09 cm³/cm³ (съответно 9, 18 и 26%) в слоевете 0-10, 10-20 и 20-30 cm на вариант B(1)10N260 от пробонабирането на 13.07.2020 за проучване на последствието от внасяне на биовъглен през 2019. Тенденцията към повишаване на общата порьозност като последствие от внасянето на биовъглен през 2019 се запазва и през 2021, макар и в по-малка степен дори при по-ниската норма на азотно торене (B(1)10N130) с внесен 10 t/ha биовъглен и 130 kg/ha азот, когато повишаването на общата порьозност е с 18% в слоя 10-20 cm, 8% в слоя 0-10cm, 6 % в слоя 30-40 cm и 4 % в слоя 20-30 cm.

Таблица 1. Статистически параметри от дисперсионния анализ на данните за обемна плътност на почвата по дълбочини. Варианти (V), повторения (n), НМДР – най-малка доказана разлика

Table 1. Statistical parameters of the one-way analysis of variances (ANOVA) of soil bulk density data by depth. Variants (V), replicates (n), LSD – least significant difference

Параметри/ Parameters	0-10 cm V=9, n=5 (3)	10-20 cm V=9, n=5 (3)	20-30 cm V=9, n=5 (3)	30-40 cm V=8, n=5 (3)
F	6,42	4,59	3,10	3,33
p	0,0003	0,0021	0,017	0,019
НМДР (LSD)0,10	0,07	0,12	0,12	0,11
НМДР (LSD)0,05	0,08	0,14	0,14	0,12
НМДР (LSD)0,01	0,12	0,20	0,20	0,19

Таблица 2. Сравнителен анализ на средните стойности на обемната плътност (g/cm) по варианти (V) (дати на пробовзимане и варианти на торене)

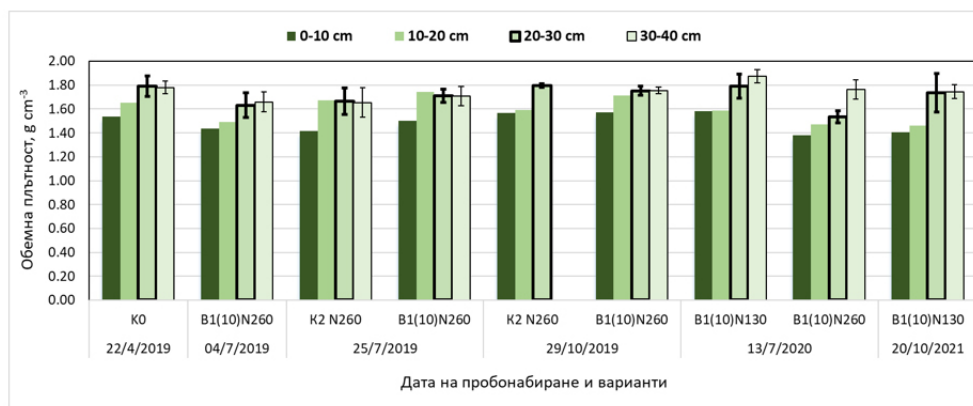
Table 2. Statistical comparison of mean values in the group of soil bulk density data by depths. n – replicates, std – standard deviation

V	Дата/ Date	Третиране/ Treatments	n	Средно ± std Mean± std, g/cm			
				0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	30-40 cm
1	22.04.19	K0	5	1,54 ^c ±0,04	1,65 ^{bc} ±0,10	1,79 ^c ±0,09	1,78 ^{bc} ±0,05
2	4.07.19	B(1)10N260	5	1,43 ^{ab} ±0,07	1,49 ^a ±0,11	1,63 ^{ab} ±0,10	1,66 ^a ±0,08
3	25.07.19	K2N260	3	1,42 ^{ab} ±0,08	1,67 ^{bc} ±0,06	1,67 ^{abc} ±0,11	1,65 ^a ±0,12
4	25.07.19	B(1)10N260	3	1,50 ^{bc} ±0,07	1,74 ^c ±0,04	1,71 ^{bc} ±0,06	1,71 ^{ab} ±0,08
5	29.10.19	K2N260	3	1,56 ^c ±0,04	1,59 ^{ab} ±0,07	1,79 ^c ±0,01	
6	29.10.19	B(1)10N260	3	1,57 ^c ±0,05	1,71 ^{bc} ±0,08	1,75 ^{bc} ±0,04	1,76 ^{abc} ±0,03
7	13.07.20	B(1)10N130	3	1,58 ^c ±0,04	1,59 ^{ab} ±0,06	1,79 ^c ±0,10	1,88 ^c ±0,04
8	13.07.20	B(1)10N260	3	1,38 ^a ±0,02	1,47 ^a ±0,09	1,54 ^a ±0,05	1,76 ^{abc} ±0,08
9	20.10.21	B(1)10N130	3	1,41 ^a ±0,03	1,46 ^a ±0,12	1,74 ^{bc} ±0,16	1,74 ^{ab} ±0,06

Таблица 3. Резултати от анализа на вариациите на данните за специфична плътност на почвата в слоя 0-40 cm и изследвания биовъглен

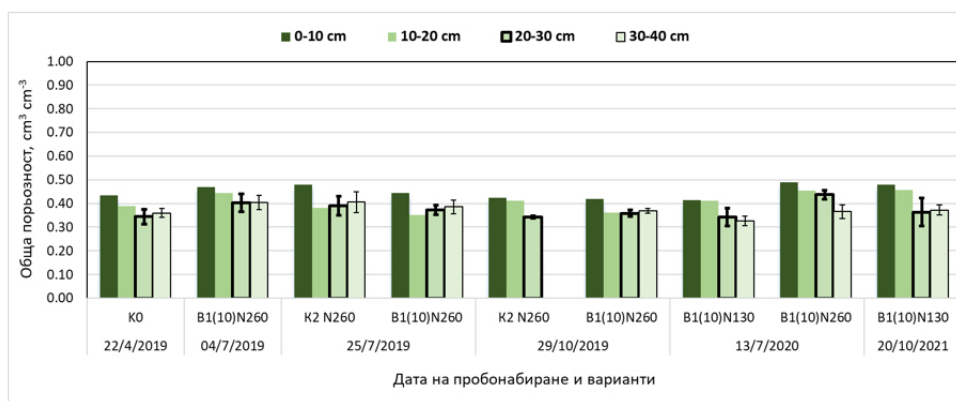
Table 3. Summary results of the analyses of variance of soil particle density data in the layer 0-40 cm and the studied biochar

Група/ Group		N	Mean	Std. Dev.	Std. Err.
Дата и вариант Date & variant	Дълбочина, depth, cm				
4.07.19/ B(1)10N260	0-10	3	2,70	0,010	0,0058
	10-20	3	2,69	0,010	0,0058
	20-30	3	2,73	0,015	0,0088
	30-40	3	2,78	0,021	0,0120
22.04.19 нетретирана почва Reference soil	0-10	3	2,72	0,010	0,0058
	10-20	3	2,70	0,010	0,0058
	20-30	3	2,73	0,006	0,0033
	30-40	3	2,78	0,006	0,0033
Биовъглен/Biochar		3	1,60	0,006	0,0033
ANOVA обобщение на вариациите ANOVA summary of variations					
Източник на вариациите	DF	SS	MS	F-Stat	P-Value
М/ду групите	8	3,4152	0,4269	3290.4731	0
В групите	18	0,0023	0,0001		
Общо:	26	3,4176			



Фиг. 1. Обемна плътност на почвата в слоевете 0-10, 10-20, 20-30 и 30-40 cm в зависимост от датата и варианта на пробонабиране

Fig. 1. Bulk density of the layers 0-10, 10-20, 20-30 and 30-40 cm depending on the date and variant of sampling



Фиг. 2. Обща порьозност на почвата в слоевете 0-10, 10-20, 20-30 и 30-40 cm в зависимост от датата и варианта на пробонабиране

Fig. 2. Total porosity of the soil layers 0-10, 10-20, 20-30 and 30-40 cm depending on the date and variant of sampling

Заклучение

При условията на полски експеримент с царевица, изведен през периода 2019-2021 върху леко до средно пясъчливо-глинеста Алувиално-ливадна почва от ОП Цалапица, е установено статистически значимо намаляване на обемната плътност и увеличаване на общата порьозност на почвата в слоя 0-40 cm в резултат от внесения в почвата биовъглен от дъбови кори и азотно торене. Специфичната плътност на почвата

намалява много слабо и статистически незначимо след внасянето на биовъглен в слоевете 0-10 и 10-20 cm, и в четирите изследвани почвени слоя, въпреки значителната разлика между стойностите на специфичната плътност на почвата и биовъглена.

Ефектът от внасянето на биовъглен, комбиниран с азотно торене се проявява както в годината на третиране, така и в две следващи години. Тези резултати потвърждават работната хипотеза за положително влияние върху физичните условия

на почвеното плодородие на комбинираното внасяне в почвата на биовъглен и азотен тор.

Благодарности

Тази разработка е финансирана от Национален фонд „Научни изследвания“, Министерство на образованието и науката, проект: № КР 06-Н26/7 (2018–2022).

Литература

Atanassova, I., Harizanova, M., Benkova, M., Simeonova, T., & Nenova, L. (2022). Organic Molecular Markers in Soils Ameliorated with Biochar. In *Proceedings of the Bulgarian Academy of Sciences*, 75(3), 467-474.

Benkova, M., Nenova, L., Simeonova, Ts., Petrova, V., Mikova, A., & Atanassova, I. (2022) “Impact of oak wood biochar and nitrogen fertilizer on soil properties and maize biomass growth”, *Forestry Ideas*, 28(1), 241-253.

Blanco-Canqui, H. (2017). Biochar and soil physical properties. *Soil Science Society of America Journal*, 84(4), 687.

Chang, Y., Rossi, L., Zotarelli, L., Gao, B., Shahid, M. A., & Sarkhosh, A. (2021). Biochar improves soil physical characteristics and strengthens root architecture in Muscadine grape (*Vitis rotundifolia* L.). **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**, 8(1), 1-11.

Dolgov, S. I. (1966). *Agophysical methods for studying oils*, Nauka, Moskva (Ru).

Gyurov G., & Artinova N. (2015). *Soil Science*. Intalexport-94, Plovdiv, Second revised edition (Bg).

Horák, J., Šimanský, V., & Igaz, D. (2019). Biochar and biochar with N fertilizer impact on soil physical properties in a silty loam Haplic Luvisol. *Journal of Ecological Engineering*, 20(7).

ISO 11272:1998 “Soil quality – Determination of dry bulk density”.

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

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

Kercheva, M., Dimitrov, E., Doneva, K., & Stoimenov, G. (2018). Biochar of grape vine canes: effect on water properties of Meadow-Cinnamonic soil. *Journal of Balkan Ecology*, 21(2), 135-140.

Kercheva, M., Petrova, V., Doneva, K., & Paparkova, Tsv. (2021). Effect of biochar and manure on indicators for soil quality and thermal conductivity of Fluvisol. In: (Kercheva M. (Ed.) *Thermal properties of soils at diverse ways of landuse and melioration* (Bg).

Makó, A., Barna, G., & Horel, Á. (2020). Soil physical properties affected by biochar addition at different plant phenological phases. Part II. *International Agrophysics*, 34(1), 1-7.

Zanutel, M., Garré, S., & Bielders, C. (2021). Long-term effect of biochar on soil physical properties of agricultural soils with different textures. In *EGU General Assembly Conference Abstracts* (pp. EGU21-8588), <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu21-8588>, 2021.