

DOI: <https://doi.org/10.61308/OFUW2941>

Оценка на зеолит и диатомит за оптимизиране на хранителния режим при два типа почви

Ана Кацарова

ССА, ИПАЗР “Н. Пушкиarov”, София
E-mail: anichrankina@gmail.com

Резюме

Изследването има за цел да проучи ефективността на естествените зеолити, диатомична пръст и компостна смес като самостоятелно въздействие и техните комбинации върху NPK потенциала при два типа почви. При двете почви са изследвани следните варианти: почва-компост (ПК), почва-зеолит (ПЗ) и почва-диатомит (ПД); както и комбинирани варианти като почва-компост-зеолит (ПКЗ) и почва-компост-диатомит (ПКД). Тези компоненти се компостират за период от 60 дни при контролирани условия. За постигане на поставената цел са проследени основни физикохимични параметри като рН и електропроводимост, капацитет за обмен на катиони (СЕС), както и агрохимични показатели – хумус и минерални форми на азот, фосфор и калий преди и след компостирането.

Изследването показва, че комбинирането на естествени зеолити и утайка от диатомит с компост допринася за повишаване на нивата на калий и фосфор в почвата, запазвайки при това стабилността на почвената органична материя, като подчертава най-ефективното въздействие върху фосфора при определени рН условия.

Ключови думи: зеолит, диатомит, компост, физикохимични свойства

Assessment of zeolite and diatomite for optimizing nutrient regime in two types of soils

Ana Katsarova

Agricultural Academy, ISSAPP “N. Pushkarov”, Sofia
Corresponding author: anichrankina@gmail.com

Citation: Katsarova, A. (2023). Assessment of zeolite and diatomite for optimizing nutrient regime in two types of soils. *Bulgarian Journal of Soil Science Agrochemistry and Ecology*, 57(4), 41-48 (Bg).

Abstract

The research investigates the effectiveness of natural zeolites, diatomaceous earth and compost mixture as self-effects and their combinations on the NPK potential of two soil types. In both soils, the following variants were investigated: soil-compost (SC), soil-zeolite (SZ) and soil-diatomite (SD); as well as combined variants such as soil-compost-zeolite (SCZ) and soil-compost-diatomite (SCD). These components are composted over 60 days under controlled conditions. To achieve this goal, basic physicochemical parameters such as pH and electrical conductivity, cation exchange capacity (CEC), and agrochemical indicators – humus and mineral forms of nitrogen, phosphorus and potassium – before and after composting were traced.

The study shows that combining natural zeolites and diatomaceous earth sludge with compost contributes to increasing potassium and phosphorus levels in the soil while maintaining the stability of soil organic matter, highlighting the most effective impact on phosphorus under certain pH conditions.

Key words: zeolite, diatomaceous earth, compost, physicochemical properties

Въведение

Почвата е ключов компонент на земната система (Keesstra et al., 2016; Brevik et al., 2015). Климатичните промени, свързани с повишаването на температурата и засушаването, ускоряват влошаването на почвеното плодородие, намаляват добивите, като по този начин се увеличава продоволствената несигурност (Asseng et al., 2019).

Почвите са ресурс, източник на блага и национално богатство. Поддържането им в състояние, позволяващо добро плодородие, изисква познаване на естествените и антропогенни процеси на деградация и възможността за тяхното управление. За тази цел за регулиране на структурата на почвата могат да се използват клиноптилолит (зеолит), перлит, вермикулит и др. (Karacalar, 2008; Katsarova et al., 2021). В инкубационен експеримент Filcheva & Tsadilas (2002) отчитат, че добавяне на клиноптилолит към две почви с ниско съдържание на хумус,

води до повишаване на почвената реакция. Допуска се, че излишните амониеви йони се свързват със зеолита в почвата и постепенно се отделят в почвения разтвор, което помага на азотните механизми за храненето на растенията. Диатомитът повишава коефициента на задържане на вода и пропускливостта на почвата (Li et al., 2000). Aksakal et al. (2011) прилагат диатомична пръст върху пясъчливо-глинеста почва и отчитат увеличение на капацитета на полето с 30%. Според резултатите от други изследвания диатомитът и зеолитът може да се използват за подобряване предимно на физичните свойства на почвата (Boyras & Nalbant, 2015).

Органичното земеделие е добра агрономична практика, но сериозна пречка за внедряването му е липсата на достатъчно количество органични торове, както и дисбалансът на макроелементите – азот, фосфор и калий в тях. Това поражда следната работна хипотеза, че едновременното внасяне в почвите на компостни смеси и продукти, като естествени зеолити и диатомит (използван в

пивоварното производство) и други, ще доведе до по-балансиран модел на почвено торене, съобразено с новите изисквания за намаляване на минералните торове в земеделието.

Изследването е насочено към оптимизиране на хранителния режим на два типа почви, което е важно при постигане на устойчиво земеделие. Основа за отчитане на този ефект ще бъде сравнението на естествени зеолити и диатомит спрямо компост и смесено действие на материалите и компост.

Материали и методи

За постигане на основната цел, проведехме моделен опит във вегетационната къща на ИПАЗР „Никола Пушкиров“ върху два различни почвени типа: Канелена горска почва (КГП) и Алувиално-ливадна почва (АЛП).

Основният подход в изследването беше моделен експеримент, включващ вариантите: почва-компост (ПК), почва-зеолит (ПЗ) и почва-диатомит (ПД); както и комбинирани варианти като почва-компост-зеолит (ПКЗ) и почва-компост-диатомит (ПКД). Използвана е прахова фракция (0 – 0,8 mm) от естествени зеолити и диатомит, за по-добро взаимодействие с почвата. Използвани са съдове от 1 kg, материали (зеолит и диатомит) са 10% спрямо теглото на почвата, а вложеният компост 15%. Експериментът е извършен в три повторения за всеки вариант, продължителността му е 60 дни, като през този период в съдовете се поддържа оптимална влажност от 75%.

Проведени са анализи и оценки на физико- и агрохимичните свойства на почвите, включително съдържание на почвено органично вещество (Filcheva, 2015), общ азот, рН (ISO 10390:2021), сорбционен капацитет, основни катиони I степен на наситеност с бази (Ganev & Arsova, 1980), усвоими форми на фосфор и калий (Ivanov, 1984), и минерален азот (Bremner, 1965).

Получените резултати бяха обработени статистически с помощта на дескриптивна статистика и корелационен анализ в Microsoft Excel.

Резултати и обсъждане

В таблица 1 са представени изходните параметри на почвите за съдържание и състав на почвено органично вещество и агрохимични параметри. Те показват, че почвите са с ниско хумусно съдържание, а по този показател АЛП е по-уязвима. Хумусните системи на двете почви са със сходна характеристика: доминират хуминовите пред фулвокиселините, притежават стабилност във връзка с неразтворимата фракция – хумин, и оптичната плътност на хуминовите киселини е висока (Filcheva, 2015). Почвите са незапасени с минерален азот, но имат добра обезпеченост с минерални форми на фосфор и калий.

В таблица 2 са показани изходните физикохимични характеристики на двете почви. Те са противопоставени по големина на сорбционния капацитет – КГП е по-колоидна в сравнение с АЛП. Доминиращи са калциевите пред магнезиевите йони, но КГП притежава обменна киселинност, свързана с наличие на алуминиеви йони. Като цяло, общата киселинност при КГП е по-висока от тази на АЛП, но комплексният показател за неутрализиране на почвената активна повърхност – степен на наситеност с бази, поставя КГП пред АЛП с по-голяма буферна способност на почвата. Обменният капацитет и катионите в състава му са важни показатели за почвите от агрохимична гледна точка. Статистическата обработка на данните показва, че физикохимичните параметри не са особено чувствителни за отразяване на настъпилите промени в почвите, представени в таблица 3. От таблица 3 се вижда, че и при двата почвени типа има слаба промяна в сорбционния капацитет. Не се увеличава степента на колоидност, въпреки приложените фракции на подобрителите (зеолит и диатомит). Параметърът показва най-слаба промяна от внасянето на различните материали, съответно $32,8 \pm 0,15$ при КГП спрямо $14,1 \pm 0,08$ за АЛП.

Електропроводимостта и рН са обратно пропорционално взаимно свързани показатели и отразяват доминиращото действие на водоразтворимите соли. В този експеримент

Таблица 1. Съдържание и състав на ПОВ и агрохимични параметри на почвите преди опита
Table 1. Content and composition of SOM and agrochemical parameters of soils before the experiment

Почвен тип	ТОС	НАs+FAс	НАs	FAс	Humin	E4/E6	NO ₃ +NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O
КГП	1,28	0,46	0,30	0,16	0,82	3,44	9,97	32,28	28,33
АЛВ	0,83	0,21	0,13	0,08	0,62	3,51	11,29	39,30	30,25

Таблица 2. Физикохимични параметри на почвите преди компостиране
Table 2. Physicochemical parameters in the soils types before composting

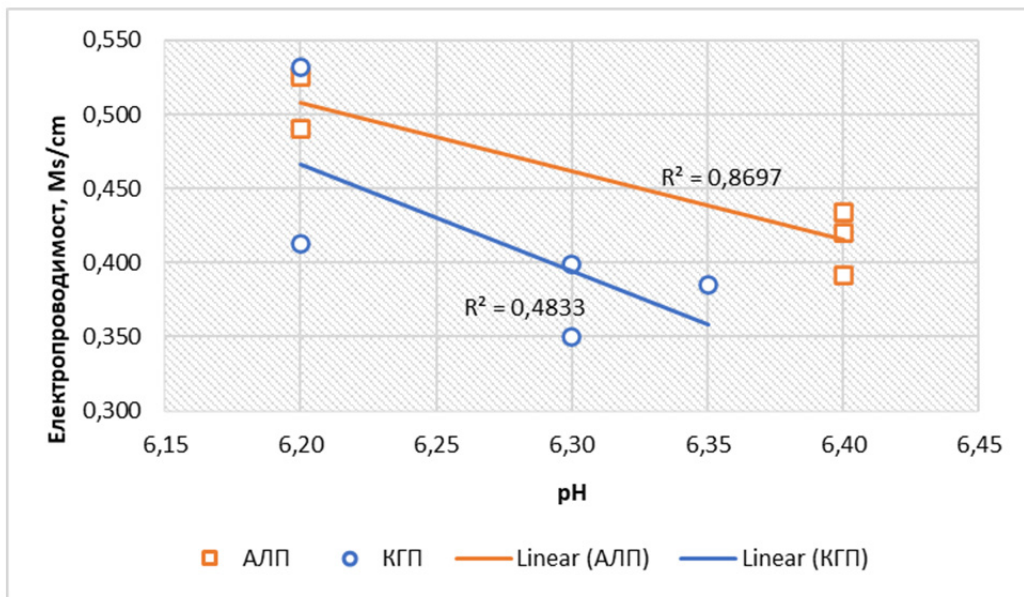
Почвен тип	рН	T _{8,2}	H _{8,2}	Exch.Al ³⁺	Exch.Ca ²⁺	Exch.Mg ²⁺	V, %
		cmol (+).kg ⁻¹					
КГП	5,62	31,70	5,00	0,40	23,20	3,50	84,23
АЛП	6,37	15,60	3,60	0,00	9,80	1,80	76,92

Таблица 3. Промени във физикохимичните показатели на почвите след компостиране
Table 3. Changes in the physicochemical indicators of the soils after composting

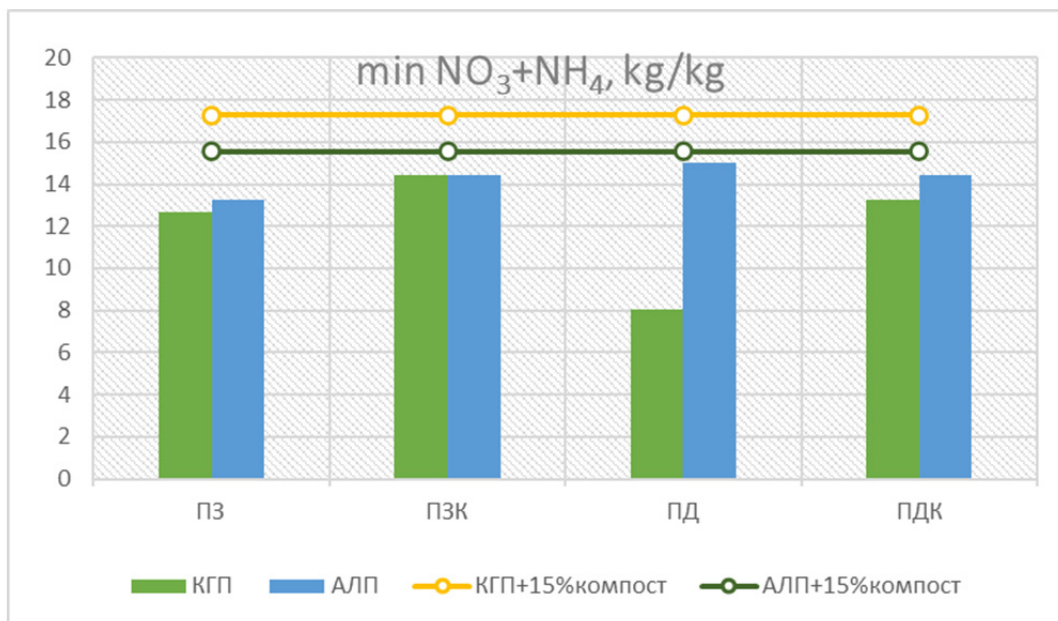
	Канелено горска почва					Алувиално-ливадна почва				
	T _{8,2}	H _{8,2}	Ca ²⁺	Mg ²⁺	V, %	T _{8,2}	H _{8,2}	Ca ²⁺	Mg ²⁺	V, %
	cmol (+).kg ⁻¹					cmol (+).kg ⁻¹				
min	31,7	5,00	23,20	3,40	82,37	14	2,40	9,20	1,70	76,92
mean	32,57	5,33	23,80	3,47	83,63	14,33	2,90	9,58	1,77	79,82
max	32,9	5,80	24,10	3,50	84,62	15,6	3,60	9,80	1,80	82,86

Таблица 4. Агрохимични показатели на почвите след компостиране
Table 4. Agrochemical indicators of the soils after composting

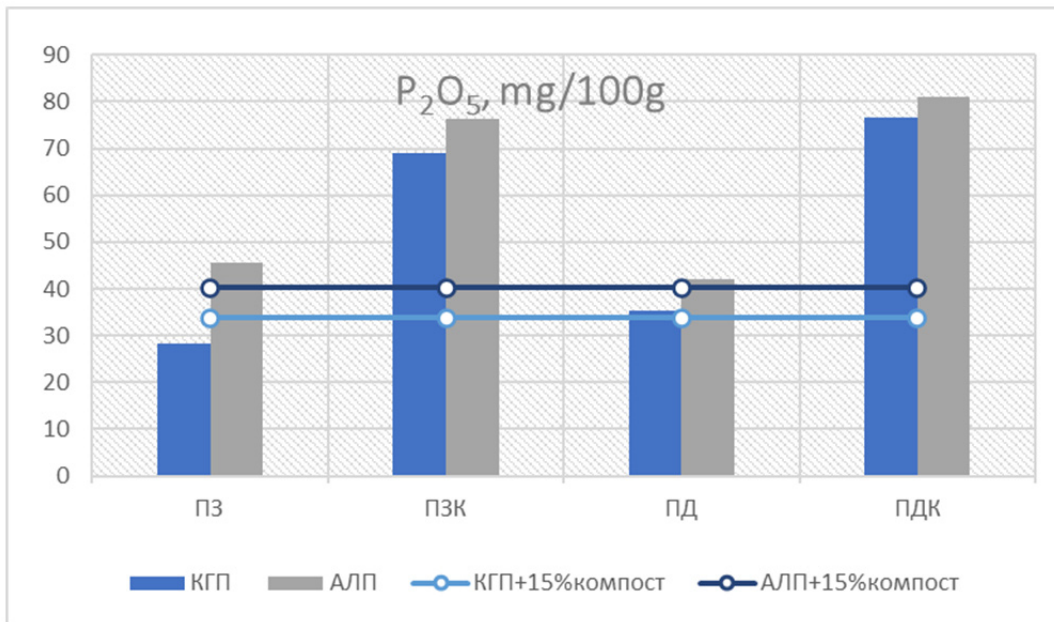
	Канелено горска почва				Алувиално-ливадна почва			
	NH ₄ ⁺ +NO ₃ ⁻ mg .kg ⁻¹	P ₂ O ₅ mg .100g ⁻¹	K ₂ O mg .100g ⁻¹	хумус %	NH ₄ ⁺ +NO ₃ ⁻ mg .kg ⁻¹	P ₂ O ₅ mg .100g ⁻¹	K ₂ O mg .100g ⁻¹	хумус %
ПК	17,28	33,82	55,68	2,04	15,55	40,22	53,35	2,04
ПЗ	12,67	28,19	219,8	1,69	13,25	45,59	230,2	1,71
ПКЗ	14,4	69,09	239	2,02	14,4	76,37	312,5	2,19
ПД	8,06	35,39	48,13	1,6	14,98	42,07	58,04	1,32
ПКД	13,25	76,69	61,94	2,09	14,4	81,15	72,6	2
min	8,06	28,19	48,13	1,6	13,25	40,22	53,35	1,32
max	17,28	76,69	239	2,09	15,55	81,15	312,5	2,19
mean±	13,13±	48,64±	124,91±	1,88±	14,52±	57,08±	145,34±	1,85±
stdv	3,3	22,5	95,8	0,2	0,9	20	118,9	0,3



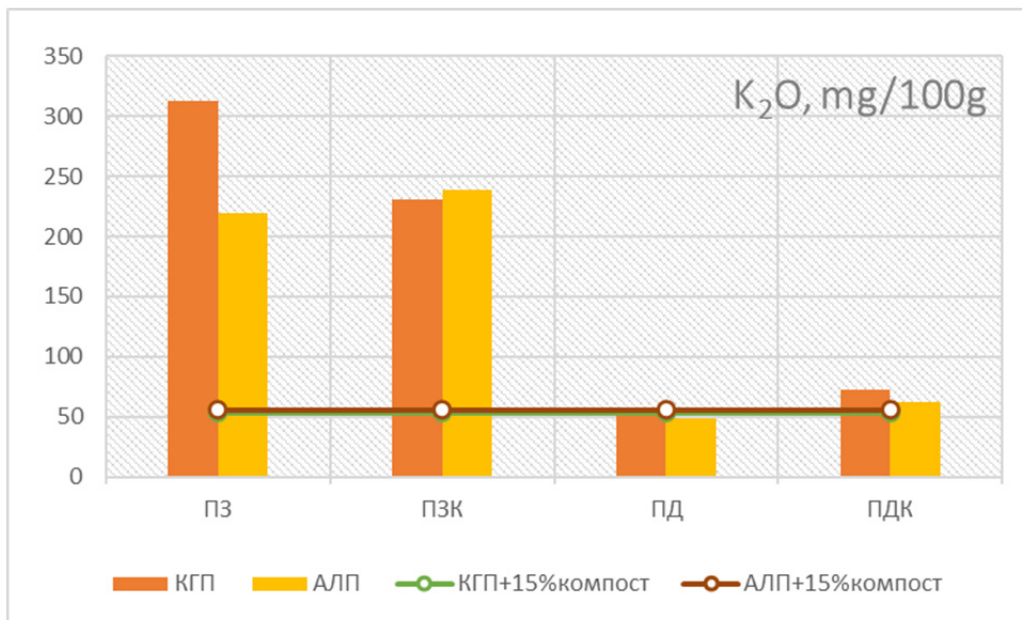
Фиг. 1. Корелация между електропроводимост и рН на почвите след компостиране
Fig. 1. Correlation between electrical conductivity and pH of the soils after composting



Фиг. 2. Ефективност на варианти върху нивата на минерален азот
Fig. 2. Efficiency of variants on mineral nitrogen levels



Фиг. 3. Ефективност на варианти върху нивата на фосфор
Fig. 3. Efficiency of variants on phosphorus levels



Фиг. 4. Ефективност на варианти върху нивата на калий
Fig. 4. Efficiency of variants on potassium levels

се открояват и при двете почви вариантите на смесеното действие на зеолит или диатомит и компост спрямо самостоятелните им вариантите в двете почвени разновидности. Тези варианти имат значима обратно пропорционална зависимост – с увеличаване на електропроводимостта има леко понижаване на рН, което кореспондира с увеличаване на фосфорната наличност (фиг. 1). Подобни резултати докладват Al-Busaidi et al. (2008) и Latifah (2017), които показват, че чрез добавянето на подобрители се повишава баланса на хранителните вещества в почвата. Комбинацията от зеолит и компост, може да участва в балансирането на хранителните вещества Bastida et al. (2008).

Влиянието на подобрителите и внесеният компост по отношение съдържанието на хумус е показано в таблица 4. И при двете почви вариантите с компост са по-добри пред тези само на зеолит и диатомит, което показва, че не са алтернатива тъй като не обезпечават почвата по този показател. Този резултат кореспондира и със съдържанието на другия базов елемент – азотът, който също не се обезпечават достатъчно в нито един от вариантите. Съдържанието на минерален азот е ниско, приблизително 14 mg.kg⁻¹ във всички варианти (фиг. 2).

По отношение на усвоимите форми на фосфор в двете почви внасянето на компост и почвени подобрители оказва благоприятно влияние (фиг. 3). Във вариантите ПКЗ и ПКД имаме най-голямо повишение на фосфора. Подобряването на усвоимия фосфор на почвите ги премества от групата със задоволителни резерви в категорията на много добре запасените почви. Все пак, трябва внимателно да се подходи към препоръката за използване, защото прекомерно високото ниво на фосфор пречи на усвояването на други важни за развитието на растенията елементи, като желязо, манган и цинк (Kabata-Pendias, 2011).

И при двете почви съдържанието на обменен калий се е увеличило при вариантите със зеолит спрямо тези на диатомит и компост (фиг. 4). Данните за увеличение на подвижните форми на калий в почвата се отчитат в проведени вегетационни експерименти и от други автори

(Chatzistathis et. al., 2021).

Заклучение

Изследването подчертава стабилността на сорбционния капацитет при въвеждането на различни материали в почвата. Смесеното действие на зеолит и диатомит с компост улеснява баланса на хранителните вещества, подобрявайки усвояването на фосфор и калий. Този подход допринася и за повишаване на съдържанието на хумус и азот в почвата, но в случая не е достатъчно. Трябва да се постъпи особено внимателно при управлението на баланса на веществата в почвите, за да се избегне прекомерното въвеждане на фосфор, както установихме за варианта с почва-диатомит-компост или прекомерното увеличаване на калий при варианта с почва-зеолит-компост, което може да ограничи усвояването на други важни елементи от растенията. В заключение, изследването предоставя полезна информация за оптимизация на земеделските практики с цел устойчиво земеделие.

Благодарности

Публикацията е резултат от работа по Национална програма „Млади учени и постдокторанти – 2“, финансирана от Министерство на Образованието и Науката, Република България, където Селскостопанска академия е бенефициент по програмата.

Литература

- Aksakal, E. L., Angin, I., & Oztas, T. (2012). Effects of diatomite on soil physical properties. *Catena*, 88(1), 1-5.
- Al-Busaidi, A., Yamamoto, T., Inoue, M., Eneji, A. E., Mori, Y., & Irshad, M. (2008). Effects of zeolite on soil nutrients and growth of barley following irrigation with saline water. *Journal of Plant Nutrition*, 31(7), 1159-1173.
- Asseng, S., Martre, P., Maiorano, A., Rötter, R. P., O'Leary, G. J., Fitzgerald, G. J., ... & Ewert, F. (2019). Climate change impact and adaptation for wheat protein. *Global change biology*, 25(1), 155-173.
- Bastida, F., Kandeler, E., Moreno, J. L., Ros, M., García, C., & Hernández, T. (2008). Application of fresh and composted organic wastes modifies structure, size and activity of soil microbial community under semiarid climate. *Applied Soil Ecology*, 40(2), 318-329.

Boyras, D., & Nalbant, H. (2015). Comparison of zeolite (clinoptilolite) with diatomite and pumice as soil conditioners in agricultural soils. *Pak. J. Agric. Sci*, 52(4), 923-929.

Bremner, J. M., & Keeney, D. R. (1965). Steam distillation methods for determination of ammonium, nitrate and nitrite. *Analytica chimica acta*, 32, 485-495.

Brevik, E. C., Cerdà, A., Mataix-Solera, J., Pereg, L., Quinton, J. N., Six, J., & Van Oost, K. (2015). The interdisciplinary nature of soil. *Soil*, 1(1), 117-129.

Chatzistathis, T., Papaioannou, E., Giannakoula, A., & Papadakis, I. E. (2021). Zeolite and vermiculite as inorganic soil amendments modify shoot-root allocation, mineral nutrition, photosystem II activity and gas exchange parameters of chestnut (*Castanea sativa* Mill) plants. *Agronomy*, 11(1), 109.

Filcheva, E. (2015). *Characteristics of Soil Organic Matter of Bulgarian Soils: Characteristics of Bulgarian Soils in Content, Composition, and Stocks of Organic Matter Grouping of Bulgarian Soils*. LAP Lambert Academic Publishing.

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.

Ganev, S., & Arsova, A. (1980). Methods for the determination of strongly acidic and weakly acidic cation exchange in soil. *Soil Science and Agrochemistry*, 15(3), 22-33 (Bg).

ISO 10390:2021 *Soil, treated biowaste and sludge – Determination of pH*

Ivanov, P. (1984). A new acetate-lactate method for the determination of plant available phosphorus and potassium in soil. *Soil Science and Agrochemistry*, 6, 3-7 (Bg).

Kabata-Pendias, A. (2011). *Trace elements in soils and plants / fourth editions*. CRC Taylor and Francis Group, Boca Raton, 505.

Karacalar, B. (2008). *Investigation of the chemical properties of inputs used as plant nutrition and soil conditioners in organic agriculture*. Ege Univ. Graduate School of Natural and Applied Sciences Master's Thesis, Izmir (Tr).

Katsarova, A., Dinev, N., & Marinova, Sv. (2021). Comparative evaluation of zeolite and vermiculite in vegetation experiment. *Bulgarian Journal of Soil Science Agrochemistry and Ecology*, 55, 3-4 (Bg).

Keesstra, S. D., Bouma, J., Wallinga, J., Tittonell, P., Smith, P., Cerdà, A., ... & Fresco, L. O. (2016). Forum paper: *The significance of soils and soil science towards realization of the UN sustainable development goals (SDGS)*. *Soil Discussions*, 2016, 1-28.

Latifah, O. M. A. R., Ahmed, O. H., & Abdul Majid, N. M. (2017). Enhancing nutrients use efficiency and grain yield of *Zea mays* L. cultivated on a tropical acid soil using paddy husk compost and clinoptilolite zeolite. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 23(3).

Li, D., Joo, Y. K., Christians, N. E., & Minner, D. D. (2000). Inorganic soil amendment effects on sand-based sports turf media. *Crop science*, 40(4), 1121-1125.

Received: 13th November 2023, **Approved:** 20th November 2023, **Published:** December 2023