

Влияние на нарастващи норми органични торове върху микрофлората в почвата (съдов опит с царевица)

Димка Иванова, Йонита Перфанова*, Здравка Петкова

Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Н. Пушкиarov“ - София

E-mail*: JPerfanova@gmail.com

Резюме

Настоящото изследване е проведено в условията на съдов опит с Излужена Смолница, за да се оцени влиянието на нарастващи норми органични торове върху растежа и разпространението на основни групи почвени микроорганизми в ризосферната зона на царевица (*Zea mays* L.). Получените експериментални данни показват, че Хумипромотор и Биопромотор имат положително влияние върху числеността на почвената микрофлора, което се наблюдава в различна степен в зависимост от приложената норма на торене.

Ключови думи: Хумипромотор, Биопромотор, Излужена Смолница, основни групи почвени микроорганизми

Effect of increasing rates of organic fertilizers on the soil microflora (pot experiment with maize)

Dimka Ivanova, Jonita Perfanova*, Zdravka Petkova

Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection „N. Poushkarov“—Sofia, Bulgaria

E-mail*: JPerfanova@gmail.com

Abstract

Ivanova, D., Perfanova, J., & Petkova, Z. (2019). Effect of increasing rates of organic fertilizers on the soil microflora (pot experiment with maize). *Bulgarian Journal of Soil Science, Agrochemistry and Ecology*, 53(2), 36-44

The present study was carried out with Leached Vertisol at a pot experiment, to assess the impact of increasing fertilization rates of organic fertilizers on the growth and spreading of major groups of soil microorganisms in the rhizosphere zone of maize (*Zea mays* L.). The obtained results showed that Humipromoter and Biopromoter have a positive effect on the numbers of the soil microflora, which is observed to a varying extent depending on the applied fertilization rates.

Key words: Humipromoter, Biopromoter, Leached Vertisol, soil microorganisms

Органичните торове, внесени в почвата в оптимални дози са предпоставка за достигане на висока агрономическа ефективност. В резултат от прилагането на органични торове се подобрява азотния баланс, съдържанието на биологично активни вещества и се обогатява почвата с полезна микрофлора, тъй като те представляват важен източник на храна и енергия за почвените микроорганизми. Същевременно имат и мелиоративно значение, тъй като подобряват структурата на почвата, повишават водозадържащата ѝ способност, сорбционния капацитет и степента на наситеност с бази. Благоприятният ефект на органичните торове върху почвената и ризосферна микрофлора е установен от много автори (Petkova & Marinova-Garvanska, 1998; Petkova et al., 2007b; Marinari et al., 2000; Parham et al., 2003). Царевицата е една от най-широко разпространените култури както в България, така и в световен мащаб. В научната литература има много изследвания, посветени на значението на органичните торове за активността на различни групи микроорганизми в почвата при отглеждане на житни култури. Li et al. (2018) стигат до заключение, че дългосрочното прилагане на органично торене може да стабилизира добива от житни култури и да ги направи поустойчиви, чрез подобряване на свойствата на почвата. Прилагането на органични торове при царевица може да доведе до значително увеличаване на SMBC (soil microbial biomass carbon) и SMBN (soil microbial biomass nitrogen), както и на почвената ензимна активност при царевица и ечемик (Ma et al., 2012). В нашата страна положителен ефект от органичното торене върху ризосферната микрофлора на царевица е установен от Petkova et al. (2007a) и Stoichkova (2008).

Целта на настоящето изследване е да се установи влиянието на нарастващи норми органични торове върху растежа и разпространението на основни групи почвени микроорганизми, при отглеждане на царевица в условията на съдов опит.

Материал и методи

Изследването е проведено в условията на вегетационен съдов опит с Излужена Смолница от района на Опитна база Божурище при ИПАЗР „Н. Пушкиров“. Тест културата е царевица – ранен хибриден сорт Р8523 от група 260 по ФАО, отгледана съгласно методите на биологично земеделие. В съдове с вместимост 1,800 кг въздушно суха почва са засети първоначално по 5 семена. Във фаза 3 лист царевицата е проредена и са оставени по 3 растения в съд. Растенията са прибрани във фаза 7-8 лист. Влажността на почвата е поддържана на ниво от 75% от ППВ. Преди засяване на културата са внесени органичните торове Хумипромотор и Биопромотор в норми, съответно – 50 (ниска), 100 (средна) и 150 mgN.kg⁻¹ почва (висока), изчислени на базата на съдържанието на общ органичен азот в торовете и съобразени със запасеността на почвата с минерален азот. Хумипромотор и Биопромотор се състоят от птичи и говежди тор, компост от растителен произход (съдържащ естествени ензими), микрофлора избрана от контролирана ферментация, хуминови и фулво киселини. Съдържанието на органичен азот (N) и в двата тора е 3%. Изпитани са 7 варианта с по 3 повторения по следната схема:

1. Контрола - Почва (без торене).
2. Почва + Хумипромотор (ниска норма).
3. Почва + Хумипромотор (средна норма).
4. Почва + Хумипромотор (висока норма).
5. Почва + Биопромотор (ниска норма).
6. Почва + Биопромотор (средна норма).
7. Почва + Биопромотор (висока норма).

Количеството на основните групи почвени микроорганизми (в изпитваните торове и отделните варианти на опита) е определено по метода на десеткратните разреждания чрез посяване на почвени суспензии върху селективни агаризирани хранителни среди. Определени са следните физиологични и таксономични групи почвени микроорганизми: амонифициращи микроорганизми – на месо-

пептонен агар (МПА) след тридневна инкубация; микроскопични гъби – върху подкиселена среда на Чапек – след седемдневна инкубация; актиномицети и бактерии, усвояващи минерален азот – скорбяло-амонячен агар (САА) – след седемдневна инкубация и целулозоразлагащи микроорганизми – върху среда на Гутчинсон – след четиринадесетдневна инкубация.

След прибиране на растенията са определени основните агрохимични показатели на изследваната почва – Излужена Смолница: реакция на почвата (рН) – потенциометрично във вода и калиев хлорид; минерален азот по метода на Bremner (1965); подвижни форми на фосфор и калий по метода на Иванов (1984); съдържание на органично вещество по метода на Тюрин (Arinushkina, 1961); (таблица 1).

Получените експериментални данни за числеността на основните групи микроорганизми от ризосферната зона на растенията са обработени статистически чрез Statgraphics 2.1.

Резултати и обсъждане

Данните от първоначалния агрохимичен анализ, представени в таблица 1 показват, че съдържанието на хумус (4,9%) в Излужената смолница е над средното за почвите в България ниво, което е показател за сравнително високо потенциално плодородие. Минералният азот в началото на вегетацията е $25,9 \text{ mg} \cdot 1000 \text{ g}^{-1}$. Подвижните форми на фосфор и калий са съответно $25,30 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ и $47,4 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$. Получените данни характеризират почвата като слабо запасена с минерален азот и фосфор и добре запасена с достъпен калий. С нарастване нормите на торене нарастват и количествата на достъпните форми на азот, фосфор и калий.

Данните, получени от направения микробиологичен анализ на изпитваните органични торове - Хумипромотор и Биопромотор, за наличие на основни групи почвени микроорганизми показват, че в тях има установени само амонифициращи микроорганизми, съответно – $6 \text{ КОЕ } 10^3 \text{ g/тор}$ при Хумипромотор и $2 \text{ КОЕ } 10^3 \text{ g/тор}$ при Биопромотор. Това е групата

микроорганизми, участващи активно при разлагане на новопостъпили органични вещества. Следователно тези торове съдържат микроорганизми, ускоряващи минерализационните процеси, което е видно и от получените резултати за разпространението на основни групи микроорганизми в почвата. Отчетени са най-голям брой колонии амонифициращи микроорганизми, в сравнение с останалите групи. Най – високи са тези стойности при вариантите с най-високата норма Хумипромотор ($150 \text{ mg N} \cdot \text{kg}^{-1}$ почва) и във вариантите със средна норма Биопромотор ($100 \text{ mg N} \cdot \text{kg}^{-1}$ почва), съответно – 159 и 133 КОЕ 10^3 g/почва (фиг. 1).

Получените данни са статистически доказани при $P < 0,5$. Амонифициращите микроорганизми разлагат лесноусвоимите органични азотни съединения. Вероятно в двата органични тора се съдържат белтъчни съединения и при по-високите норми количеството им съответно нараства. Единствено във варианта с най-високата норма Биопромотор ($150 \text{ mg N} \cdot \text{kg}^{-1}$ почва) не се наблюдава увеличение на тази група микроорганизми спрямо контролата. Това вероятно се дължи на прекалено високото количество новопостъпили органични вещества, които подтискат дейността на амонифициращите микроорганизми в почвата и е необходим по-дълъг период за активизирането на тези микроорганизми при създадените почвено-климатични условия.

Количеството на бактериите, усвояващи минерален азот е най-голямо във вариантите със средни норми и на двата изпитвани тора (фиг. 2).

Най-слабото увеличение спрямо контролата се наблюдава във вариантите с ниски норми Хумипромотор и Биопромотор, при които са отчетени и най-ниски стойности на минерален азот и усвоим фосфор. Това показва, че съдържанието на азот и фосфор в почвата, както и количеството внесен тор влияят съществено върху минерализационните процеси. Във вариантите с по-високи норми на торене органичният азот от бактериината маса ще се минерализира по-бързо. Възможностите

за постъпване на хранителни вещества от биомасата при Излужената Смолница са значителни след прибиране на царевицата и биха могли да се използват от есенните култури. Подобно проучване е проведено от Aira et al. (2010) с различни норми на торене при царевица (в съдов опит) и изследване на почвата от ризосферната зона след прибиране на растенията. Установено е, че количеството и активността на микрофлората в ризосферата се влияе от различните нива на торене.

В сравнение с разгледаните до тук две групи почвени микроорганизми, количеството актиномицети в ризосферната зона на царевицата е значително по-малко. Най-голям брой колонии са отчетени във вариантите с висока норма Хумипромотор (150 mg N.kg^{-1} почва), и средна и висока норма Биопромотор – (100 и 150 mg N.kg^{-1} почва), съответно 23, 25 и 24 КОЕ 10^3 g/почва (фиг. 3).

Данните са доказани статистически спрямо останалите варианти на експеримента. Актиномицетите участват както в образуването, така и в минерализирането на хумуса и вероятно в периода след прибиране на царевицата, тези процеси в почвата протичат по-слабо. И други автори съобщават за отчетен по-малък брой актиномицети от 1,17 до 4,20 КОЕ 10^6 g/почва (Lee & Hwang, 2002) при торене на почва със съдържание на хумус, вариращ от 4 до 7%. Не се наблюдава аналогична връзка между съдържанието на основните хранителни елементи – азот, фосфор и калий в почвата и количеството актиномицети.

Подобно на актиномицетите разпространението на микроскопични гъби в различните варианти на опита е по-слабо в сравнение с амонифициращите микроорганизми и бактериите, усвояващи минерален азот. Вероятно основната причина за това е слабо алкалната до неутрална реакция на почвата – 6,6-6,1 при рН в КСl. Оптимални условия за развитие на тази група микроорганизми се създават при кисела реакция на почвата. При микроскопичните гъби много ясно се откроява влиянието на органичното торене, както спрямо контролата, така и между двата тора. Това се

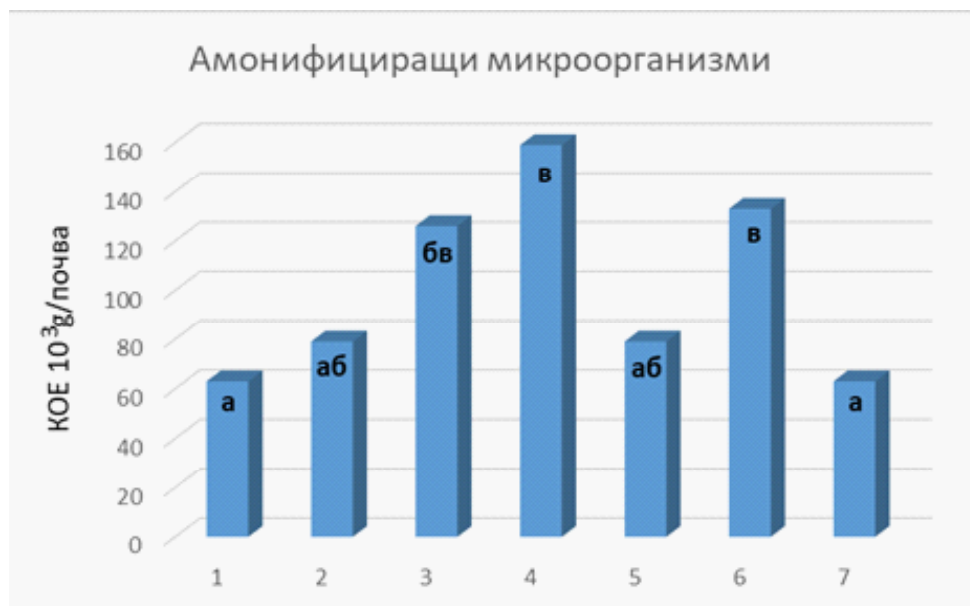
доказва и статистически, защото в сравнение с останалите групи микроорганизми тук са установени най-малко доказани разлики – 4% при $P < 0,5$. Увеличението на микроскопичните гъби при вариантите с Хумипромотор е почти двойно спрямо контролата, което постепенно нараства с увеличаване на внесената норма. Увеличението им във вариантите с Биопромотор е по-голямо спрямо контролата и вариантите с Хумипромотор. Това е по-силно изразено във вариантите с внесените ниска и средна норма на Биопромотор, докато при високата норма е отчетен по-нисък брой колонии от микроскопични гъби (фиг. 4).

Известно е, че гъбите се включват в по-късните етапи от разлагането на органичните вещества. Вероятно във вариантите с високата норма на торене с Биопромотор минерализационните процеси се забавят заради внесеното по-голямо количество органична материя. Ху (2001) провежда съдов опит със сладка царевица и органично торене и установява, че вследствие на торенето се засилва активността на бактериите, актиномицетите, гъбите и други естествено разпространени микроорганизми в почвата. Резултатите показват, че въпреки по-ниския темп на растеж на растенията от вариантите с органичен тор (наблюдаван в началния етап на развитие) в сравнение с тези с химически тор, в средата и края на вегетацията това се променя, тъй като растенията, отглеждани в съдове с внесен органичен тор започват да изпреварват в развитието си тези с внесен химичен тор. Това вероятно се дължи на усилване дейността на почвените микроорганизми. Количеството биомаса от царевица е с равни стойности за двете третираня или е по-висок при третирането с органичен тор.

Органичното торене влияе значително върху разпространението на целулозоразлагащи микроорганизми в почвата. Биологичното разграждане на целулозата е един от основните микробиологични процеси в почвата, тъй като тя има голяма роля във въглеродния цикъл (фиг. 5).

Таблица 1. Агрохимични показатели на Излужена Смолница по варианти
Table 1. Agrochemical indicators of Leached Vertisol by variants

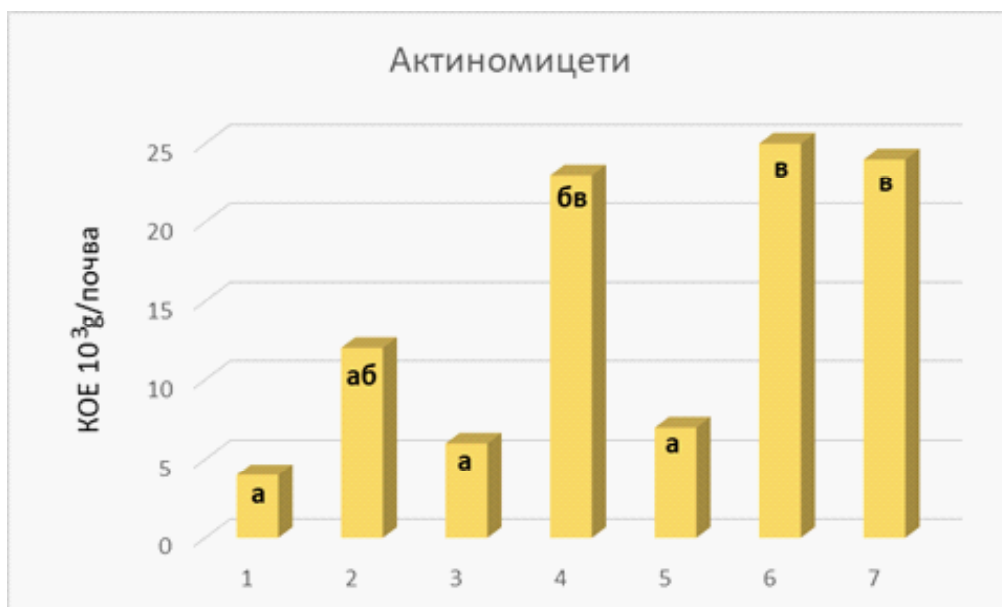
Варианти	pH		ΣN - $NH_4^{++}NO_3^-$ mg/kg	P_2O_5 mg/100g	K_2O mg/100g	Хумус %
	H_2O	KCl				
1. Контрола	7,1	6,5	44,3	22,09	33,3	4,9
2. Хумипромотор - ниска норма	7,2	6,5	46,6	41,5	34,3	5,16
3. Хумипромотор - средна норма	7,4	6,6	72	42,13	107,89	5,88
4. Хумипромотор - висока норма	7,2	6,4	160,1	100,2	103,4	6,41
5. Биопромотор - ниска норма	7,2	6,4	50,1	33,38	189,8	5,34
6. Биопромотор - средна норма	7,3	6,4	51,3	56,44	87,2	6,48
7. Биопромотор - висока норма	7,0	6,1	107,7	82,38	126,4	5,29



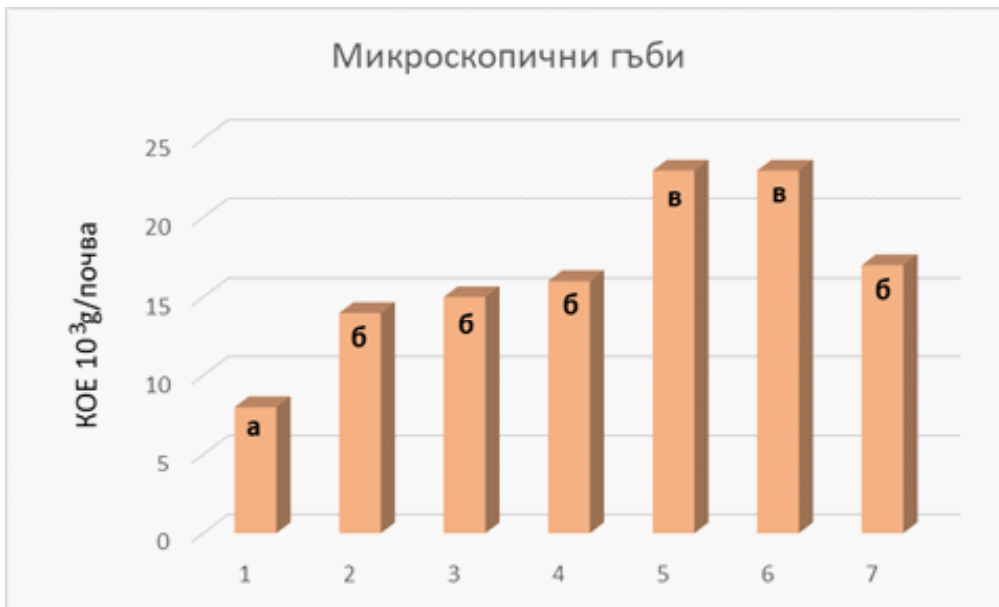
Фиг. 1. Група микроорганизми при инкубация на МПА, LSD – 48%; P < 0,5
Fig. 1. Group of microorganisms at incubation of MPA, LSD – 48%; P < 0,5



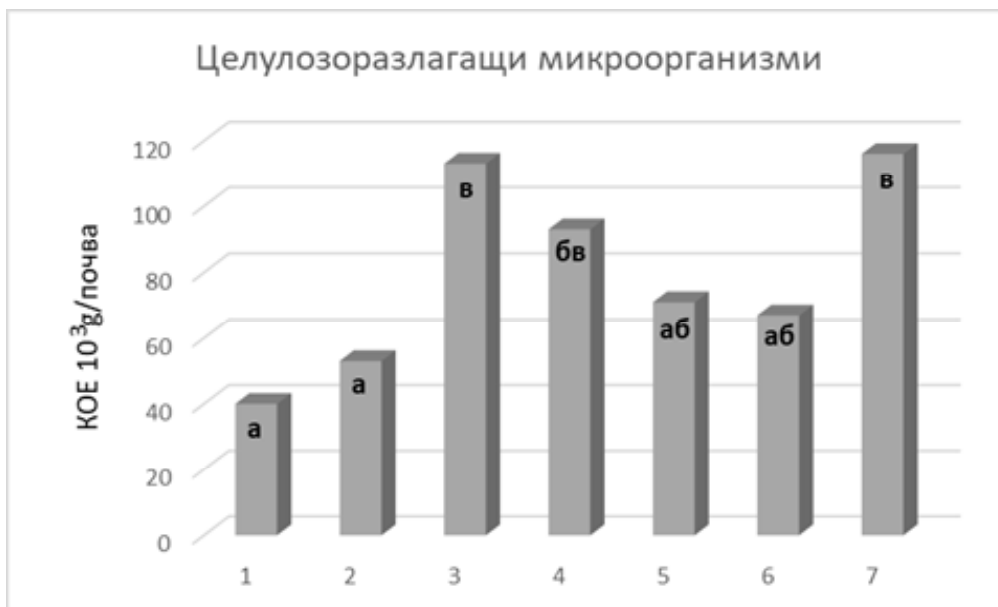
Фиг. 2. Група микроорганизми при инкубация на САА, LSD – 26%; P < 0,5
Fig. 2. Group of microorganisms at incubation of SAA, LSD – 26%; P < 0,5



Фиг. 3. Група микроорганизми при инкубация на САА, LSD – 10%; P < 0,5
Fig. 3. Group of microorganisms at incubation of SAA, LSD – 10%; P < 0,5



Фиг. 4. Група микроорганизми при инкубация върху среда на Чапек, LSD – 4%; P < 0,5
Fig. 4. Group of microorganisms at incubation on Чапек, s medium, LSD – 4%; P < 0,5



Фиг. 5. Група микроорганизми при инкубация върху среда на Гутчинсон, LSD – 32%; P < 0,5
Fig. 5. Group of microorganisms at incubation on Hutchinson, s medium, LSD – 32%; P < 0,5

Най-силно това е проявено при вариантите със средната и висока норма на Хумипромотер и високата норма на Биопромотер. В по-високите норми органични торове се съдържа по-голямо количество въглерод, което стимулира дейността на целулозоразграждащите микроорганизми. Много изследователи отбелязват, че в почвата се създават условия за допълнителна минерализация на почвеното органично вещество винаги, когато в нея се внасят не само минерални, но и органични торове и компости. Величината на така наречения „прайминг ефект“ зависи от това какво е съотношението на C:N във внесените органични торове. Затова е важно за по-ефективното им използване да се отчита влиянието и на този процес (Blagodatskaya & Kuzyakov, 2008; Kuzyakov et al., 2000; Neff et al., 2002).

Установено е, че след прибиране на царевичната почвата значително се обогатява с микроорганизми, свързани с разграждането на въглерода (особено целулозата, хемицелулозата и лигнина), фиксирането на азота и амонификацията. (Li et al, 2014).

Заклучение

Получените резултати от проведеното изследване показват, че прилагането на висока норма Хумипромотер (150 mg N.kg⁻¹ почва) води до образуването на най-голям брой амонифициращи микроорганизми (159 КОЕ 10³ g/почва).

Внасянето в почвата на средна норма Биопромотер (100 mg N.kg⁻¹ почва) създава най-благоприятни условия за развитие на амонифициращи бактерии (133 КОЕ 10³ g/почва), актиномицетите (24-25 КОЕ 10³ g/почва) и микроскопичните гъби (около 22-23 КОЕ 10³ g/почва). Количеството на бактериите, усвояващи минерален азот е най-голямо във вариантите със средни норми и на двата изпитвани тора.

Увеличението на микроскопичните гъби във вариантите с Хумипромотер е почти двойно спрямо контролата, като постепенно нараства с увеличаване на внесената норма. Най-

силно е влиянието върху разпространението на микроскопичните гъби при вариантите с внесени ниска и средна норма на Биопромотер. Целулозоразграждащите микроорганизми се влияят в най-висока степен от високата норма Биопромотер и от средната норма на Хумипромотер, които стимулират по-бързото им развитие.

В заключение можем да кажем, че изпитваните органични торове – Хумипромотер и Биопромотер, оказват положително влияние върху разпространението на основни групи микроорганизми в ризосферната зона на царевича.

Литература

Aira, M., Gómez-Brandón, M., Lazcano, C., Bååth, E., & Domínguez, J. (2010). Plant genotype strongly modifies the structure and growth of maize rhizosphere microbial communities. *Soil Biology and Biochemistry*, 42(12), 2276-2281.

Arinushkina, E. V. (1961). Rukovodstvo po khimicheskomu analizu pochv. "Moskovskogo universiteta", 490.

Blagodatskaya, E., & Kuzyakov, Y. (2008). Mechanisms of real and apparent priming effects and their dependence on soil microbial biomass and community structure: critical review. *Biology and Fertility of Soils*, 45(2), 115-131.

Bremner, J. M. (1965). Inorganic forms of nitrogen, In: Methods of soil analysis, Part 2, (C.A. Black et al., Ed.), *Agronomy*, 9, 1179-1237.

Ivanov, P. (1984). A new acetate - lactate method for determining the available phosphorus and potassium in the soil. *Pochvoznanie i agrohimiya*, 4, 88-98 (Bg)

Kuzyakov, Y., Friedel, J. K., & Stahr, K. (2000). Review of mechanisms and quantification of priming effects. *Soil Biology and Biochemistry*, 32(11-12), 1485-1498.

Lee, J. Y., & Hwang, B. K. (2002). Diversity of anti-fungal actinomycetes in various vegetative soils of Korea. *Canadian journal of microbiology*, 48(5), 407-417.

Li, X., Rui, J., Xiong, J., Li, J., He, Z., Zhou, J., ... & Mackie, R. I. (2014). Functional potential of soil microbial communities in the maize rhizosphere. *PLoS One*, 9(11), e112609.

Li, C. X., Yun, S. H. A. O., & ZHANG, L. L. (2018). Effects of long-term organic fertilization on soil microbiologic characteristics, yield and sustainable production of winter wheat. *Journal of integrative agriculture*, 17(1), 210-219.

Ma, X., Wang, L., Li, Q., Li, H., Zhang, S., Sun, B., & Yang, X. (2012). Effects of long-term fertilization on soil microbial biomass carbon and nitrogen and enzyme activities during maize growing season. *Shengtai Xuebao*

Acta Ecologica Sinica, 32(17), 5502-5511.

Marinari, S., Masciandaro, G., Ceccanti, B., & Grego, S. (2000). Influence of organic and mineral fertilisers on soil biological and physical properties. *Bioresource technology*, 72(1), 9-17.

Neff, J. C., Townsend, A. R., Gleixner, G., Lehman, S. J., Turnbull, J., & Bowman, W. D. (2002). Variable effects of nitrogen additions on the stability and turnover of soil carbon. *Nature*, 419(6910), 915.

Parham, J. A., Deng, S. P., Da, H. N., Sun, H. Y., & Raun, W. R. (2003). Long-term cattle manure application in soil. II. Effect on soil microbial populations and community structure. *Biology and Fertility of Soils*, 38(4), 209-215.

Petkova G., Nedyalkova, K., Petkova, Z., Valchovski, I. (2007a). Influence of vermicompost on the microbiological activity of leached resin in the rhizosphere of maize. Scientific papers from an international conference devoted to the 60th anniversary of ISSAPP "N. Poushkarov" Soil science - a basis for sustainable agriculture and environmental protection ", 193 – 195 (Bg).

Petkova G., Dimitrova, A., & Petkova, Z. (2007b). Influence of vermicompost on rhizosphere microflora of spinach. *Soil Science, Agrochemistry and Ecology*, XLI(3), 37-43 (Bg).

Petkova G., Marinova-Garvanska, S. (1998). Effect of sewage sludge on microbial activity of leached Smolnica and podzolized Vertisol. Ninth Congress of Bulgarian Microbiologists with Foreign Participation, 2, 232-235 (Bg).

Stoichkova, M. (2008). Agrochemical and microbiological aspects of family composting. Dissertation for awarding the scientific and educational degree "doctor", ISSAPP "N. Poushkarov", p 150 (Bg).

Xu, H. L. (2001). Effects of a microbial inoculant and organic fertilizers on the growth, photosynthesis and yield of sweet corn. *Journal of Crop Production*, 3(1), 183-214.