

## **Промени в биологичните и агрохимичните свойства на почвата и минералния състав на ориенталски тютюн при употреба на микробиален продукт *Micotric L* като биотор**

**Радка Божинова\*, Цвета Христова**

*Институт по тютюна и тютюневите изделия, 4108 Марково*

**E-mail\*: rbojinova@yahoo.com**

### **Резюме**

Влиянието на микробиалния препарат *Micotric L* (съдържащ арбускуларни микоризни гъби от род *Glomus* и почвени микроскопични гъбички от род *Trichoderma*) върху биологичните и агрохимичните свойства на почвата и минералния състав на ориенталски тютюн е проучено при условия на полски опит върху Хумусно-карбонатна почва (*Rendzic Leptosols*). Установено е, че внасянето на микробиален тор *Micotric L* променя численостите на основни физиологични групи почвени микроорганизми в посока благоприятна за нейните биологични свойства. Торенето с *Micotric L* повишава съдържанието на усвоимия калий в почвата, както и на минералния азот и на подвижния фосфор през определени периоди от вегетацията. Концентрацията на азот в листата на тютюна е по-висока при вариантите с микробиален тор. Влиянието на торенето с *Micotric* върху съдържанието на фосфор в листата е положително и сравнително добре изразено при горния беритбен пояс. Концентрацията на N в корените и на K в стъблата е значимо по-висока при торене с микробиален тор. Добивът сух тютюн нараства с 4,0% до 10,1% при употребата на *Micotric L*. Използването на микробиалния препарат *Micotric L* при отглеждането на ориенталски тютюн е природосъобразно решение за подобряване на хранителния режим на почвата и ограничаване употребата на синтетични торове.

**Ключови думи:** микробиален тор, почвена микрофлора, агрохимични свойства, тютюн, минерален състав

## **Changes in the biological and agrochemical properties of soil and mineral composition of oriental tobacco depending on the fertilization with industrial microbiological product - *Micotric L***

**Radka Bozhinova\*, Tsveta Hristeva**

*Tobacco and Tobacco Products Institute, 4108 Markovo, Bulgaria*

**E-mail\*: rbojinova@yahoo.com**

Bozhinova, R., Hristeva, T. (2018). Changes in the biological and agrochemical properties of soil and mineral composition of oriental tobacco depending on the fertilization with industrial microbiological product - *Micotric L*. *Bulgarian Journal of Soil Science, Agrochemistry and Ecology*, **52**(4), 3-12

## Abstract

The effects of the microbial fertilizer Micotric L (containing arbuscular mycorrhizal fungi of the genus *Glomus* and soil microscopic fungi of the genus *Trichoderma*) on the biological and agrochemical properties of soil and mineral composition of oriental tobacco have been studied in field experiment set on Rendzic Leptosol. The results demonstrate positive changes at the microflora in rendzina soil, respectively its biological properties, under influence of microbial fertilizer Micotric L. Application of Micotric L resulted in an available K increase in the soil. The soil mineral nitrogen and available  $P_2O_5$  content were enhanced during certain stages of vegetation by fertilization with Micotric. The concentration of nitrogen in the tobacco leaves was positively affected by the application of microbial fertilizer. Micotric L application significantly increased P concentration in the upper leaves. The N concentration in roots and K content in stems was significantly higher by Micotric addition. Tobacco yield was increased by 4.0% to 10.1% when Micotric L was used. Finally, microbial fertilizer Micotric L can be reported to have positive effects on soil, oriental tobacco plants and therefore environment.

**Keywords:** microbial fertilizer, soil microbiota, agrochemical properties, tobacco, mineral composition

Интензивното използване на синтетични химични вещества в селското стопанство влияе негативно върху плодородието на почвата, качеството на продукцията и на човешкото здраве. За оптимизиране на хранителния режим на растенията се търсят екологосъобразни решения, които да отговарят на изискванията на съвременното земеделие. През последните години се наблюдава повишен интерес към микробиалните препарати, които играят роля на косвени торове за подобряване минералното хранене на растенията. Според García-Fraile et al. (2015) бактериалните биоторове въздействат положително на растежа на растенията чрез различни механизми: синтез на хранителни вещества и хормони, мобилизиране в почвата на хранителни вещества, защита на растенията от негативните последици от стресови фактори и защита срещу растителни патогени. Под действие на някои микроорганизми нарастват достъпните за растенията форми на фосфора в почвата (Dastager et al., 2010). Sheng and He (2006) съобщават, че *Bacillus edaphicus* увеличава усвояването на калия от пшеницата. Инокулацията с полезни микроорганизми (арбускуларни микоризни гъби, представители на род *Bacillus* и р. *Azotobacter*) увеличава усвояването на N, P и K от царевицата и подобрява

съдържанието на органично вещество и общ N в почвата (Wu et al., 2005). Инокулацията с микоризни гъби при разсадникови овощни растения стимулира растежа, натрупването на биомаса и абсорбцията на минерални хранителни вещества (Tsvetkov et al., 2017). Докладвано е че добивът от оранжерийни домати се увеличава с 32,0% при използване на бактериалния тор BioLife и с 22,9%, при употреба на микоризния инокулум Media Mix (Mihov and Tringovska, 2010).

Съобщава се за положителен ефект (повишаване на добива и качеството) и при тютюневата култура след използване на комбинирани микробиални продукти (Cheng et al., 2012; Subhashini, 2013; Yuan et al., 2014; Jing et al., 2015).

Целта на изследването беше да се проучи влиянието на микробиалния препарат Micotric L върху биологичните и агрохимичните свойства на почвата, минералния състав и продуктивност на ориенталски тютюн.

## Материали и методи

Изследваният микробиален препарат Micotric L е комбиниран продукт и съдържа спори от арбускуларни микоризни гъби от род *Glomus*,

спори от почвени микроскопични гъби от род *Trichoderma*, полезни ризосферни бактерии суспендирани в течна органична материя. Производство е на италианската фирма EURO-VIX и е разрешен за употреба при биологичното производство на редица земеделски култури.

Ефектът му върху почвените свойства и реакцията на ориенталския тютюн е проучен при условия на полски опит върху Хумусно-карбонатна почва (Rendzic Leptosols). Експериментът е изведен през 2017 г. по блоков метод, в три повторения, с големина на опитната парцела 9,0 m<sup>2</sup>. В проучването е включен тютюн от сортова група Басми (сорт Крумовград 90). Изпитани са следните варианти:

*Вариант V<sub>0</sub> - Контрола без внасяне на микробиален тор;*

*Вариант V<sub>1</sub> - Еднократно третиране на почвата с Micotric L в доза 1000 ml/da;*

*Вариант V<sub>2</sub> - Двукратно третиране на почвата с Micotric L в доза 1000 ml/da.*

Първото третиране на почвата с Micotric L е извършено на 20-тия ден след разсаждането, когато тютюнът е във фаза вкореняване, а второто - на 35-тия ден след разсаждането, в началото на активния растеж на тютюна.

За микробиологичен анализ на почвата пробите са взети 70 дни след еднократното (V<sub>0</sub> и V<sub>1</sub>) и 70 дни след двукратното (V<sub>0</sub> и V<sub>2</sub>) внасяне на Micotric. Периодите съвпадат с края на вегетацията на тютюна. За всеки вариант и повторение са формирани средни проби от ризосферните зони (дълбочина 0-20 cm) на четири тютюневи растения. Определени са количествата на следните трофични групи микроорганизми: автохтонни, олиготрофни, амонифициращи, бактерии усвояващи минерален азот, аеробни азотфиксиращи бактерии от р. *Azotobacter*, актиномицети и микроскопични гъби. Микробиологичните анализи са извършени по метода на Кох чрез посяване на разреждени почвени суспензии върху специфични за всяка група микроорганизми хранителни среди. Всеки анализ е извършен в три повторения. Численостите са изчислени като най-вероятен брой клетки в 1 g абсолютно суха почва (а.с.п.) при ниво на доверие 0,05 (Grudeva et

al., 2006). Изчислени са два микробиологични индекса (Олиготрофен и Минерализационно-имобилизационен), свързани със степента на разграждане и достъпност на хранителните вещества в почвената среда.

За агрохимичен анализ са взети почвени проби както следва: преди разсаждане на тютюна (м. май), в началото на активния растеж (35-ти ден след разсаждане), през периода на интензивното нарастване (50-ти ден след разсаждане) и към края на вегетацията на тютюна (96-ти ден след разсаждане). Изходната почва, взета през м. май, е анализирана за: рН (Н<sub>2</sub>О) - потенциометрично, общ хумус – по Тюрин, амониев и нитратен азот – чрез дестилация и редукция на нитратите; подвижен фосфор – по Олсен и подвижен калий – в 2N HCl. Почвените проби, взети през вегетацията на тютюна са анализирани за съдържание на минерален азот, подвижен фосфор и калий.

Съдържанието на хумус преди разсаждането на тютюна (м. май) е средно - 2,83%. Запазеността на почвата с минерален азот (20,85 mg/kg) и с подвижен фосфор (0,97 mg/100 g) е слаба и добра по отношение на усвоимия калий – 40,17 mg/100 g. Почвената реакция е слабо алкална - рН(Н<sub>2</sub>О) - 7,92.

Растителни проби от тютюн (листа в технологична зрялост от долен, среден и горен беритбен пояс, стъбла и корени) са анализирани за общо съдържание на азот – по Келдал; съдържание на фосфор и калий - чрез сухо опепеляване на растителния материал в муфелна пещ при 500 °С за 5 часа и разтваряне на пепелта в 20% HCl, след което фосфорът е определен по молибдат-ванадатния метод, а калият - с помощта на атомно-абсорбционен спектрометър.

Отчетен е добивът сух тютюн (kg/da).

Обработката на данните е извършена с помощта на статистическия пакет PSPP for Windows. Приложен е тест за многопосочно сравняване на резултатите по Duncan при ниво на вероятност 0,05. За определяне доказаността на разликите в добивите между отделните варианти е използван дисперсионен анализ.

## Резултати и обсъждане

### *Микробиологична характеристика на почвата*

При изграждането на микробиологичната характеристика на почвата са анализирани физиологични групи микроорганизми, които се отнасят условно към две еколого-трофични групировки: индикаторни групи, които характеризират общото биологично състояние на почвите и участват в трансформациите на въглерод и индикаторни групи свързани с трансформациите на азотни съединения в почвата. Към първата групировка могат да бъдат отнесени автохтонни и олиготрофни микроорганизми, актинометици и микроскопични гъби. Резултатите показват увеличаване в численостите на автохтонните микроорганизми, под влияние на микробиялния тор, по-силно изразено при варианта с 2-кратното внасяне. Увеличението е от порядъка на десетки милиони (при 1-кратно внасяне – с  $86,915 \times 10^6$ , а при 2-кратно с  $93,825 \times 10^6$  в g/абс. суха почва. При групите на олиготрофните, актинометите и микроскопичните гъби се наблюдава намаляване в численостите и при двата варианта - 1-кратно и 2-кратно внасяне на Micotric L (табл. 1). Възможна причина за намаляване на количеството при хифалните групи микроорганизми е антагонистичен ефект вероятно под въздействие на микроскопичната гъбичка от род Trichoderma, която е част от микробиялния продукт.

Занижаването в численостите на олиготрофните микроорганизми се отразява благоприятно върху стойностите на олиготрофния индекс, като го намаляват и показва, че в почвата след внасянето на микробиялния тор се увеличава постъпването на лесно усвоими органични съединения. Неговите стойности са: при контролните варианти (нетретирана почва) 3,142 и 1,231. При вариантите с Micotric – 0,516 и 0,381.

От групите на микроорганизмите, които участват в трансформациите на азотни съединения в почвата са изследвани: амонифициращи микроорганизми, бактерии усвояващи минерален азот и аеробни азотфиксиращи микроорганизми

от род Azotobacter. И при трите физиологични групи е отчетено увеличаване в численостите под влияние на микробиялния тор (табл. 2). Увеличението е от порядъка на десетки милиони, а при групата на микроорганизмите усвояващи минерален азот при варианта с 2-кратно третиране то е от порядъка на стотици милиони в g/абс. суха почва. Като следствие от това увеличение стойностите на минерализационно-имобилизационния индекс са завишени в посока имобилизация на усвоим азот. При контролните варианти те са – 0,795 и 1,03. При вариантите с внасяне на Micotric са 0,921 при 1-кратно и 2,390 при 2-кратно. Имобилизацията на усвоимия азот в края на вегетацията на тютюневите растения ще спомогне за неговото запазване в почвата.

### *Агрохимична характеристика на почвата*

Съдържанието на минерален азот преди разсаждането на тютюна (м. май) е ниско - 20,85 mg/kg. Третирането с Micotric е повишило слабо минералния азот в почвата през юни (35-ти ден след разсаждане) (фиг. 1). През м. юли (50-ти ден след разсаждане) минералният азот в почвата е по-малко в сравнение с предшестващото измерване. Това затихване на акумулацията му е следствие главно от засилващия се воден дефицит и от над оптималните температури за микробиологичната активност. Другият основен фактор е износът на азот с биомасата - с нарастване на растителната биомаса расте и износът на  $N_{\min}$ . Това предполага, че намалението на минералния азот при това измерване е резултат както на влошаване условията за минерализация, така и на нарасналия износ на елемента с биомасата. Минералният азот при това отчитане не се диференцира по варианти на торене. Варирането му е свързано главно с метеорологичните условия и с растежа на тютюна, респективно величините на извличане на азота. През август, към края на вегетацията на тютюна (96-ти ден след разсаждане), минералният азот при всички варианти е най-малко поради повишеното извличане от растенията. При това отчитане почвата от контролния вариант съдържа най-



малко минерален азот, което кореспондира със стойностите на минерализационно-имобилизационният индекс.

Нивото на подвижния фосфор през м. май е ниско - 0,97 mg/100 g. През м. юни (35-ти ден след разсаждане) неторената почва се характеризира с малко по-високо фосфатно съдържание (фиг. 2). Наблюдава се слабо повишение на количеството му през м. юли (50-ти ден след разсаждане) при вариантите с микробиален тор, но без да се преминава в по-горна група на запасеност. През м. август, в края на вегетацията, описаната тенденция се запазва.

Нивото на подвижния калий в почвата е високо както преди разсаждането (40,17 mg/100 g), така и през следващите отчитания (фиг. 3). Съдържанието му се повишава от торенето с Micotric, по-отчетливо при варианта с 2-кратно внасяне на микробиален тор.

#### ***Съдържание на макроелементи в тютюна и продуктивност***

Концентрацията на азота в технически зрелите листа варира от 1,04% до 1,91% (табл. 3) и тези стойности са съпоставими с установените при ориенталския тютюн от Янчева (2002) и Sekin et al (2002). Азотното съдържание в листата на тютюна е най-ниско при контролата и се повишава от торенето с Micotric. Изпитваният микробиален продукт е без доказано влияние върху концентрацията на елемента в долните листа. Торенето с Micotric е повишило достоверно съдържанието на азота в средните и горните листа, но без ясна връзка между броя на третиранията и концентрацията на елемента в тютюна. Изследването не установи еднопосочен ефект от микробиалния тор върху концентрацията на азота в стъблата. Съдържанието на N в корените на тютюна нараства доказано при внасянето на Micotric L.

Съдържанието на фосфор в листата е от 0,136% до 0,32% (табл. 3). Стойностите са близки до установените от Sekin et al. (2002), които са между 0,15-0,20% и до докладваните от Yancheva (2002) - 0,42-1,0% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (или 0,18-0,44% P). Влиянието на микробиалния тор

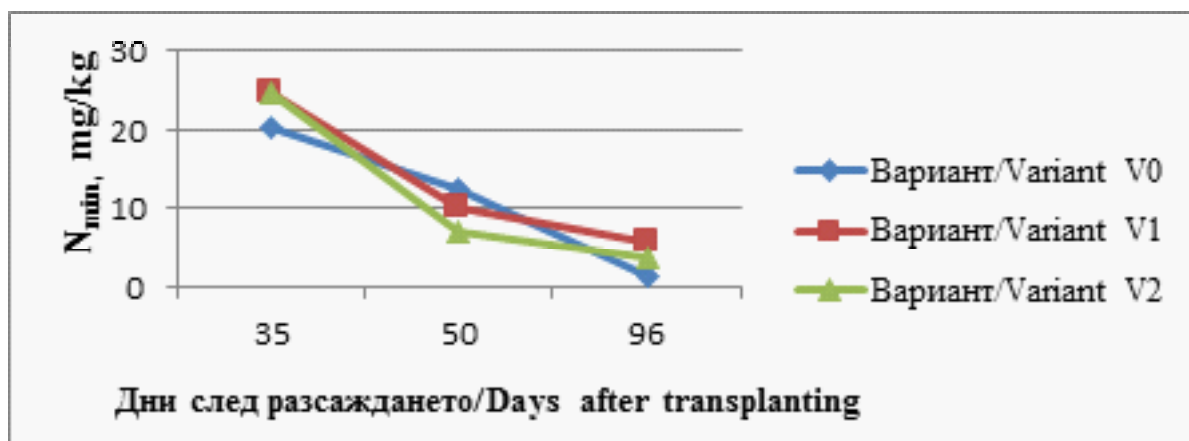
върху фосфора в листата е изразено по-добре при тези от горния беритбен пояс. При тях се наблюдава доказано повишение на P при внасяне на микробиалния продукт. Концентрацията на фосфора в долните и средните листа, както в стъблата и корените е повлияна по-слабо от торенето с Micotric L.

Концентрацията на калия в листата е от 0,50% до 1,09% (табл. 3). Според Volodarskiy (1971) горяемостта се подобрява при 3-5% K<sub>2</sub>O (2,5-4,2% K) в тютюневите листа. Sekin et al. (2002) установяват, че концентрацията на K в листата от трета беритба е от 1,23% до 2,32%. От съпоставката на нашите данни с установеното от цитираните автори проличава, че въпреки големите количества усвоим калий в почвата, концентрацията му в листните тъкани остава на сравнително ниско равнище. Една от възможните причини е високото съдържание на калций в хумусно-карбонатната почва, който е антагонист и понижава усвояването му. Съдържанието на калия е най-високо в стъблата на тютюна, които са възможен източник на калиеви резерви. Съдържанието на калий в листата и корените не се повишава от торенето с микробиалния препарат. Единствено концентрацията на калия в стъблата е доказано по-висока при торене с Micotric.

Стопанският добив от ориенталския тютюн в изследването е от 189 до 208 kg/da (фиг. 4) и е в рамките на добивите (165-224 kg/da), получени от същия сорт от Shabanov et al. (1970). Добивът сух тютюн нараства при вариантите с микробиален тор, съответно с 4,0% и 10,1% при 1-кратно и 2-кратно внасяне на Micotric L. Разликите с контролата са доказани само при варианта с 2-кратно внасяне на Micotric L.

**Таблица 1.** Количество (средни стойности) на почвените микроорганизми от индикаторни групи, които характеризират общото биологично състояние на почвите – НВБ кл./g абсолютно суха почва  
**Table 1.** Quantitatives (average values) of trophic groups of soil microorganisms that characterize the general biological condition of the soil - MPN cells/g absolute dry soil

Варианти / Variants	1-кратно третиране / 1-fold treatment		2-кратно третиране / 2-fold treatment	
	НВБ кл./g а. с. п./ MPN cells/g a.d.s.	Разлика с контролата/ Difference with control variant	НВБ кл./g абс. суха почва/ MPN cells/g a.d.s.	Разлика с контролата/ Difference with control variant
Автохтонни микроорганизми/Autochthonous microorganisms				
Контрола/Control	94,327x10 <sup>6</sup>		104,314x10 <sup>6</sup>	
Micotric L	181,242x10 <sup>6</sup>	+ 86,915x10 <sup>6</sup>	198,139x10 <sup>6</sup>	+ 93,825x10 <sup>6</sup>
Олиготрофни микроорганизми/Oligotrophic microorganisms				
Контрола/Control	295,814x10 <sup>6</sup>		128,366x10 <sup>6</sup>	
Micotric L	77,586x10 <sup>6</sup>	-218,228x10 <sup>6</sup>	64,367x10 <sup>6</sup>	-63,999x10 <sup>6</sup>
Актиномицети/Actinomycetes				
Контрола/Control	5,028x10 <sup>6</sup>		17,214x10 <sup>6</sup>	
Micotric L	1,822x10 <sup>6</sup>	-3,206x10 <sup>6</sup>	7,352x10 <sup>6</sup>	-9,863x10 <sup>6</sup>
Микроскопични гъби/Microscopic fungi				
Контрола/Control	110,337x10 <sup>3</sup>		124,820x10 <sup>3</sup>	
Micotric L	37,259x10 <sup>3</sup>	-73,079x10 <sup>3</sup>	61,568x10 <sup>3</sup>	-63,252x10 <sup>3</sup>

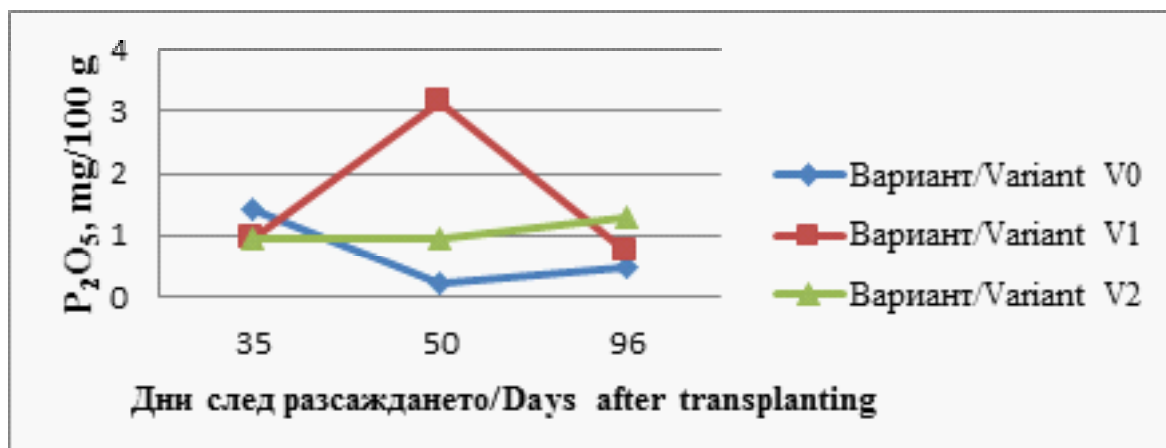


**Фигура 1.** Съдържание на минерален азот в почвата, mg/kg  
**Figure 1.** Soil mineral nitrogen (N<sub>min</sub>), mg/kg

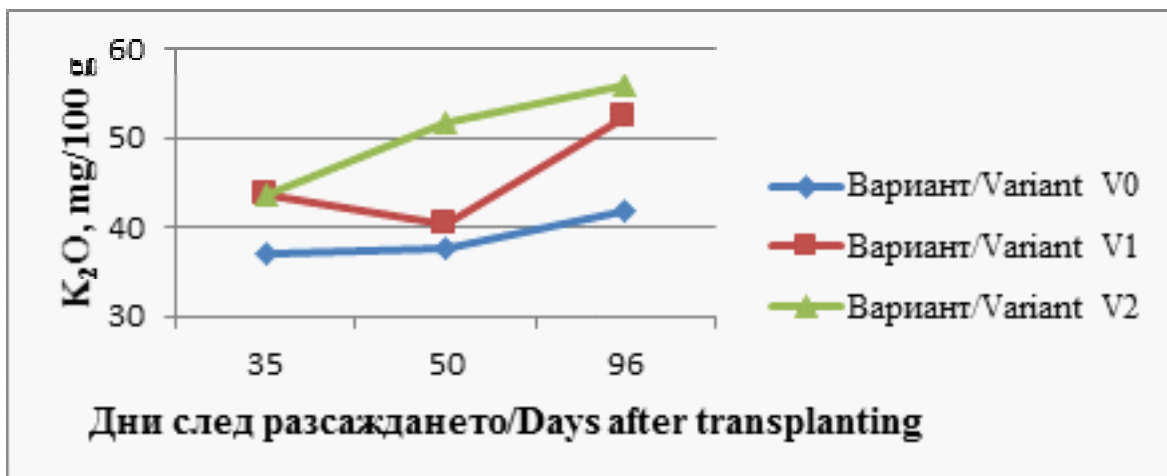
**Таблица 2.** Количество (средни стойности) на почвените микроорганизми от индикаторни групи, които участват в основни трансформации на азотните съединения в почвата – НВБ кл./g абсолютно суха почва

**Table 2.** Quantitatives (average values) of soil microorganisms from indicator groups involved in basic transformations of the nitrogen compounds in the soil - MPN cells/g absolute dry soil

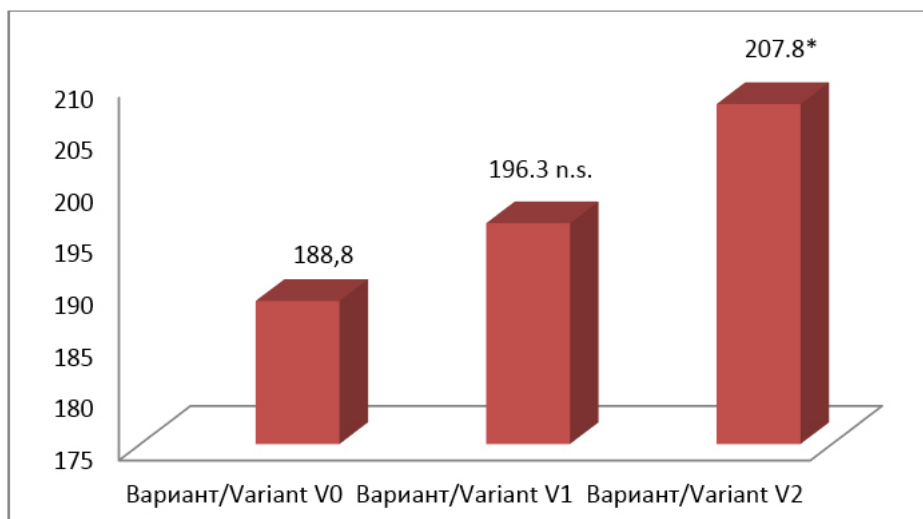
Варианти / Variants	1-кратно третиране / 1-fold treatment		2-кратно третиране / 2-fold treatment	
	НВБ кл./g абс. суха почва/ MPN cells/g a.d.s.	Разлика с контролата/ Difference with control variant	НВБ кл./g абс. суха почва/ MPN cells/g a.d.s.	Разлика с контролата/ Difference with control variant
Амонифициращи микроорганизми/Ammonifying microorganisms				
Контрола/Control	68.270x10 <sup>6</sup>		145.104x10 <sup>6</sup>	
Micotric L	90.081x10 <sup>6</sup>	+ 21.812x10 <sup>6</sup>	167.671x10 <sup>6</sup>	+ 22.567x10 <sup>6</sup>
Усвояващи минерален азот микроорганизми/Mineral nitrogen assimilating microorganisms				
Контрола/Control	54.244x10 <sup>6</sup>		150.042x10 <sup>6</sup>	
Micotric L	82.987x10 <sup>6</sup>	+ 28.744x10 <sup>6</sup>	400.785x10 <sup>6</sup>	+ 250.743x10 <sup>6</sup>
Азотфиксиращи микроорганизми – Azotobacter/Aerobic nitrogen-fixing bacteria of the genus Azotobacter				
Контрола/Control	18.076x10 <sup>6</sup>		38.793x10 <sup>6</sup>	
Micotric L	44.206x10 <sup>6</sup>	+ 26.130x10 <sup>6</sup>	82.477x10 <sup>6</sup>	+ 43.684x10 <sup>6</sup>



**Фигура 2.** Съдържание на подвижен фосфор в почвата, mg/100 g  
**Figure 2.** Soil available P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> content, mg/100 g



**Фигура 3.** Съдържание на подвижен калий в почвата, mg/100 g  
**Figure 3.** Soil available K<sub>2</sub>O content, mg/100 g



**Фигура 4.** Добив сух тютюн (kg/da) при торене с Micotric L  
**Figure 4.** Yield of cured leaves (kg/da) depending on the fertilization with Micotric L



**Таблица 3.** Съдържание на макроелементи в тютюна  
**Table 3.** Content of macronutrients in tobacco plants

Варианти/ Treatments	Долни листа/Lower leaves	Средни листа/ Middle leaves	Горни листа пояс/ Upper leaves	Стъбла/ Stems	Корени/ Roots
N, % от сухото вещество/% of dry matter					
Вариант/Vari- ant V <sub>0</sub>	1,27a	1,04b	1,37c	0,32b	0,51b
Вариант/Vari- ant V <sub>1</sub>	1,39a	1,30a	1,54b	0,50a	0,79a
Вариант/Vari- ant V <sub>2</sub>	1,42a	1,25a	1,91a	0,24c	0,73a
P, % от сухото вещество/% of dry matter					
Вариант/Vari- ant V <sub>0</sub>	0,162a	0,144b	0,224c	0,100b	0,096a
Вариант/Vari- ant V <sub>1</sub>	0,148b	0,136b	0,320a	0,080c	0,062b
Вариант/Vari- ant V <sub>2</sub>	0,170a	0,166a	0,296b	0,134a	0,096a
K, % от сухото вещество/% of dry matter					
Вариант/Vari- ant V <sub>0</sub>	1,09a	0,62a	0,65a	3,20c	1,16a
Вариант/Vari- ant V <sub>1</sub>	0,80b	0,58a	0,57a	3,69b	1,05a
Вариант/Vari- ant V <sub>2</sub>	0,92b	0,50a	0,60a	5,15a	0,98a

## Заклучение

При условията на Хумусно-карбонатна почва е установено, че внасянето на микробиалния тор Micotric L променя численостите на основни физиологични групи почвени микроорганизми в посока благоприятна за нейните биологични свойства.

Торенето с микробиалния препарат Micotric L повишава съдържанието на усвоимия калий в почвата, както и на минералния азот и на подвижния фосфор през определени периоди от вегетацията.

Концентрацията на азот в листата на тютюна е по-висока при вариантите с микробиален тор. Влиянието на торенето с Micotric върху фосфора в листата е положително и сравнително добре изразено при горния беритбен пояс. Концентрацията на N в корените и на K в стъблата е значимо по-висока при торене с

Micotric.

Стопанският добив е в положителна зависимост от торенето с Micotric L. Добивът сух тютюн е доказано по-висок от контролата при 2-кратното внасяне на микробиален тор.

Независимо от сравнително слабия ефект на микробиалния тор Micotric L върху агрохимичните свойства и стопанските показатели на тютюневата суровина, използването му е подходящо екологосъобразно решение в аспект акумулиращ положителен ефект върху почвените свойства и ограничаване употребата на минерални торове.

## Благодарности

Част от настоящото изследване е финансирано по проект ДН 06/9, фонд „Научни изследвания“, конкурсна сесия „Фундаментални изследвания“, 2016 г., МОН.

## Литература

- Cheng, J., Wu, Z., Yuan, L., Hong, S., Tao, H., Long, Z.** (2012). Effects of increasing application rate of microbial fertilizer on yield and internal quality of flue-cured tobacco. *Acta Agriculturae Jiangxi*, **24**(7), 63-66.
- Dastager, S.G., Deepa, C.K., Pandey, A.** (2010). Isolation and characterization of novel plant growth promoting *Micrococcus* sp. NII-0909 and its interaction with cowpea. *Plant Physiology and Biochemistry*, **48**, 987-992.
- García-Fraile, P., Menéndez, E., Rivas, R.** (2015). Role of bacterial biofertilizers in agriculture and forestry. *Bioengineering*, **2**(3), 183-205.
- Grudeva, V., Moncheva, P., Naumova, S., Gocheva, B., Nedeva, T., Antonova-Nikolova, S.** (2006). Manual of Microbiology. *Univ. Ed. "St. Kliment Ohridski"*, Sofia (Bg).
- Jing, Y., Gao, Y., Wang, W., Zhu, J., Yuan, X., Zhang, B., Cheng, Y., Li, H., Zhang, Y., Lu, P.** (2015). Effects of Applying Bio-bacterial Fertilizer on Aroma Components of Flue-cured Tobacco. *Agricultural Science & Technology*. **16**(6), 1211-1217.
- Mihov, M., Tringovska, I.** (2010). Energy efficiency improvement of greenhouse tomato production by applying new biofertilizers. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, **16**(4), 454-458.
- Sekin, S., Peksuslu, A., Küçüközden, R.** (2002). Macro and micro element contents of Izmir tobaccos related with quality. In: Quality and efficiency of the tobacco production, treatment and processing, The Second Balkan Scientific Conference, Plovdiv, September, 2002, pp. 47-55.
- Shabanov, D., Tomov, N., Popchristev, V., Toskov, N.** (1970). Plovdiv 7 - new regional variety for Plovdiv tobacco field. *Bulgarian Tobacco*, **10**, 11-15 (Bg).
- Sheng, X.F., He, L.Y.** (2006). Solubilization of potassium-bearing minerals by a wild-type strain of *Bacillus edaphicus* and its mutants and increased potassium uptake by wheat. *Canadian Journal of Microbiology*, **52**, 66-72.
- Subhashini, D.V.** (2013). Effect of bio-inoculation of AM fungi and PGPR on the growth, yield and quality of FCV tobacco (*Nicotiana tabacum*) in vertisols. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, **83**(6), 667-672.
- Tsvetkov, I., Markov, E., Dzhambazova, T., Georgiev, D.** (2017). Mineral elements uptake and dry matter accumulation in mycorrhizated nursery plants Gisela 6/ Van. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, **20** (1), 251-258.
- Volodarskiy, N.I.** (1971). Mineral Nutrition of Tobacco. In: *Physiology of Agricultural Plants* (ed. Rubin B.A.). *Moscow University*, Moscow, pp. 196-243 (Ru).
- Wu, S.C., Cao, Z.H., Li, Z.G., Cheung, K.C., Wong, M.H.** (2005). Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. *Geoderma*, **125**, 155-166.
- Yancheva, D.** (2002). Mineral composition of the oriental tobacco leaves depending on the nitrogen fertilizer rate. In: Quality and efficiency of the tobacco production, treatment and processing, The Second Balkan Scientific Conference, Plovdiv, September, 2002, pp. 162-166 (Bg).
- Yuan, S., Wang, L., Wu, K., Shi, J., Wang, M., Yang, X., Shen, Q., Shen, B.** (2014). Evaluation of Bacillus-fortified organic fertilizer for controlling tobacco bacterial wilt in greenhouse and field experiments. *Applied Soil Ecology*, **75**, 86-94.