

Минерализационни процеси и биологична активност в почви с монокултурно отглеждане на ориенталски тютюн в Благоевградска област

Цвета Христова

Институт по тютюна и тютюневите изделия, 4018 Пловдив

E-mail: zveta_h@abv.bg

Абстракт

С цел установяване на актуалното биологично състояние и посоката на протичане на процесите на минерализация в почви с традиционно монокултурно отглеждане на ориенталски тютюн са обхванати площи от 9 землища в 7 общини на Благоевградска област. Определени са основни агрохимични показатели; популационна плътност в микробните съобщества (6 физиологични групи почвени микроорганизми); структурни микробиологични индекси и биологична активност на почвите (почвено дишане). Очертана е тенденция към засилване на олиготрофния характер на микробните съобщества, намаляване на общата биогенност при почвите с най-ниско хумусно съдържание. Наблюдава се изменение в баланса между процесите на минерализация и синтез на почвеното органично вещество, с превес на минерализационните. Установени са статистически значими, с висока и средна степен на зависимост корелации между съдържанието на хумус и общ азот в почвите, и количествата на индикаторни групи микроорганизми, характеризиращи тяхното общо биологично състояние (автохтонни, олиготрофни, актиномицети и микроскопични гъби). Те могат успешно да бъдат ползвани при изготвяне на модели за прогнозиране на промени в качествата на почви.

Ключови думи: почвени микроорганизми, корелационни зависимости, тютюн, монокултура

Processes of Mineralization and Biological Activity in Soils with Monoculture Oriental Tobacco at Region Blagoevgrad

T. Hristeva

Tobacco and Tobacco Products Institute, 4018 Plovdiv, Bulgaria

Abstract

In order to establish the current biological condition and direction of processes of mineralization in soils with cultivation oriental tobacco traditionally as monoculture nine fields in seven regions of Blagoevgrad district have been investigated. Main agrochemical indicators; population density in microbial communities (included six indicator physiological groups of soil microorganisms); structural microbiological indexes and biological activity of soils (soil respiration) have been determined. Trends toward increase oligotrophic character of microbial communities and reduce overall biogenicity in soils at low humus content; changes in the balance between the processes of mineralization and synthesis of soil organic matter, in the direction of the mineralization were delineated. Statistically

significant dependences with a high and average degree of correlation between the humus and total nitrogen contents in the soils and quantities of physiological groups of microorganisms characterizing their general biological state (autochthons, oligotrophs, actinomycetes and microscopic fungi) were established. They can be successfully used at the preparation of predictive models for changes in soil quality.

Key words: soil microorganisms, correlations, oriental tobacco, monoculture

Екологичното състояние на почвените ресурси налага при оценка качествата на почвите прилагане на интегрален подход, който да включва анализ на съвкупност от взаимно свързани показатели. Доказано е наличието на връзки между агрохимичните параметри на почвите, резервоарите на хранителни вещества, плътността в почвените микробни популации, ензимните активности и др. (Dilly, 1998; Breland & Eltun, 1999; Salazar et al., 2011). При сравнително изследване на почви с различно стопанисване, с включени агрохимични, ензимологични и микробиологични индикатори е установено, че най-бързо променящите се параметри на почвената среда под влияние на различни системи на земеползване са микробиологичните (Mamilov and Dilly, 2002; Anderson, 2003; Sharma et al., 2010). След анализиране на резултати от 12-годишен стационарен опит е разработен интегративен биологичен индикатор за състоянието на почвата, който включва количествени характеристики на микроорганизми, трансформиращи азотните съединения, микробиологични структурни коефициенти и продукция CO_2 . Индикаторът позволява да се определи на дадена площ каква култура да се отглежда и какви технологични практики да са застъпени, така че да се осигури висока продуктивност при благоприятни екологични последици (Yakovchenko et al., 1996). У нас микробиологични показатели са ползвани при оценка състоянието и ефектът от мероприятия за рекултивация на увредени земи (Петкова и кол., 2002; Динев и кол., 2005; Димитрова и кол., 2011; Динев, 2011). Много от съвременните автори предлагат включването им като критерий за диагностика и индикатор за състоянието на почвения компонент при разработването на устойчиви системи за земеделско производство

(Liu et al., 2007; Franzluebbers A. J., 2010; Altomare and Tringovska, 2011; Chaparro J. M. et al., 2012). За съжаление микробиологичните характеристики все още се подценяват и се използват главно като допълнителен показател за диагностика при специфични условия или за потвърждаваща информация към такива, които характеризират физико - химичните свойства на почвите. Почвените микробни съобщества са неделима, важна съставна част от всяка екосистема. Тяхната структура и нормално функциониране са едни от основните фактори, които определят качествата на дадена почва и осъществяването на процесите на трансформации на биогенните вещества в нея. (Büchs, 2003; Acosta-Martínez V. et al., 2008; Chen Z. et al., 2010; Jacqueline et al., 2012; Титова и Козлов, 2012). Моделирането на тези процеси позволява прогнозиране на промените в качествата на почвите, респективно в тяхното плодородие и възможности за устойчиво управление на земеделските системи. Необходимо е преоценка на отношението към значимостта на микробиологичния подход и конкретни стъпки към интегрирането му с други индикаторни параметри (Schloter et al., 2003; Ryan et al., 2009; Sharma et al., 2010; Динев, 2011).

Измененията в качествата на почвата при земеделското производство се обуславят до голяма степен от вида на културите и технологиите за отглеждане (Breland & Eltun, 1999; Kubat et al., 2002; Filcheva and Rousseva, 2004; Тодорова и Артинова, 2011). Формирането на ориенталския тютюн като екотип обуславя неговата висока самопоносимост и по традиция се отглежда като продължителна монокултура. Заетите с културата площи у нас са основно в планински и полупланински райони, върху почви с ниско естествено плодородие и висока

степен на ерозия, неподходящи за отглеждане на повечето от другите земеделски култури. Независимо от структурните промени в отрасъла и драстично намаленото производство, тютюнът остава икономически значима част от земеделието на страната (Николова и кол., 2007; Драчев и кол., 2009). Поради липса на алтернатива, ориенталският тютюн в тези райони продължава да се отглежда основно като монокултура, с прилагане на едни и същи технологични практики, което е предпоставка за негативни изменения в качествата на почвите. Индикация са резултати получени в условия на дългогодишен стационарен торов опит с непрекъснато монокултурно отглеждане на ориенталски тютюн, които показват нарушения в биологичните свойства на почвата (рендзина), намаляване съдържанието на хумус и на основни хранителни елементи, уплътняване на коренообитаемия слой (Христева, 2003; Божинова, 2008; Кочев и Къшева, 2015).

Благоевградска област е на второ място в страната след област Кърджали по производство на тютюн, като 25% от обработваемите земи са заети с културата. Площите са маломерни, разположени до над 850 m надморска височина, с основен почвен тип - излужени канелени горски почви, подложени на ерозионни процеси (www.https://eea.government.bg). От 1998 година се провежда мониторинг на почвените ресурси в региона за замърсяване с тежки метали и пестицидни остатъци (www.bl.government.bg). Последните проучвания върху биологичните свойства на почвите в т.н. типични тютюнопроизводни райони на страната с монокултурно отглеждане на ориенталски тютюн са проведени през 60-те години на миналия век (Войнова, 1964; 1971). Независимо от бъдещето на тютюнопроизводството е необходимо да има яснота относно състоянието на почвените ресурси, при този начин на земеползване, с оглед рационалното им използване.

Целта на изследването е да се установи актуалното биологично състояние и насоката на протичане на минерализационните процеси в почви с монокултурно отглеждане на ориенталски тютюн от землища в Благоевградска област.

Материал и методи

В изследването са обхванати площи засадени с ориенталски тип тютюн, от землища на следните селища в общини на Благоевградска област: община Благоевград – Селище и Бароково; община Разлог – Разлог; община Банско – Банско; община Белица – Дагоново и Горно Краище; община Хаджидимово – Петрелик; община Г. Делчев – Борово; община Струмяни - Микрево. Почвените проби са взимани във фаза „бутонизация – начало на цъфтеж“ на тютюневите растения, от ризосферната зона, на дълбочина 0-20 см, по диагонал на площите и изготвяни средни проби за анализи.

За агрохимична характеристика на почвите са определени основни показатели - съдържание на хумус (% по Тюрин), съдържание на общ N (% по Келдал), почвена реакция (във H₂O потенциометрично), индекс на минерализация Собщ:N (Гюров и Артинова, 2015).

За микробиологична характеристика са определени популационните плътности на шест физиологични групи почвени микроорганизми. Количествените микробиологични анализи са извършени по метода на Кох, чрез посяване на разреждени почвени суспензии върху съответни хранителни среди, в три повторения. Численостите са изчислени като най-вероятен брой клетки (НБК) в g абсолютно суха почва (а.с.п.) при ниво на достоверност P0.95 по следната формула:

$$\text{НБК} = ((\bar{\chi} \pm t\sigma_{\chi}) \cdot K/V) / D_m$$

където: $\bar{\chi}$ е средният брой колонии от всички повторения; t-критерият = 2 при P0.95; σ_{χ} - средно квадратично отклонение; K – разреждането, по което е извършена посевката; V - обемът на посевния материал (инокулум в ml); D_m - количеството сухо вещество в g почва (Грудева В. и кол., 2006).

Определени са количествата на следните физиологични групи микроорганизми: автохтонни – върху почвен агар; олиготрофни – върху разреден почвен агар; актиномицети – върху скорбяло-амонячен агар; микроскопични гъби – върху Чапек агар; амонифициращи микроорганизми – върху месо-пептонен агар; бактерии усвояващи минерален азот – върху скорбяло-амонячен агар.

Изчислени са микробиологични структурни индекси: минерализационно-имобилизационен (МИИ) - съотношение между количествата на бактерии усвояващи минерален азот: амонифициращи микроорганизми и олиготрофен (ОИ) – съотношение между количествата на олиготрофни : автохтонни микроорганизми (Колешко, 1981).

Определена е биологичната активност на почвите (почвено дишане) - чрез инкубиране на почвените проби и титраметрично определяне продукцията отделен въглероден диоксид (mg/100 g почва), (по метода на Stotzky, 1965).

Направени са корелационен и регресионен анализи между количествата на отделните физиологични групи микроорганизми и съдържанието на хумус, на общ азот в почвата, и с почвената реакция (Плохинский, 1980).

Резултати и обсъждане

Землищата в обхванатите тютюневи райони са разположени в планински и полупланински райони, при различна надморска височина. Почвите са излужени канелени горски, със средна до силна степен на ерозия. Характеризират се с ниско хумусно съдържание и схематично могат да се разделят на три условни групи: с много ниско съдържание на хумус, значително под 1% са площите в землищата на селата Дагоново, Петрелик и Микрево. По данни от стопаните, на тези ниви се отглежда ориенталски тютюн като монокултура повече от 60 години. С ниско съдържание около 1% са площите в землищата на селата Г. Краище, Банско, Разлог и Борово. Само в землищата на две села - Селище и Бароково съдържанието на хумус е около 1,5%. В почвите от всички

изследвани землища съдържанието на общ N е ниско, а реакцията на почвата слабо кисела до неутрална. Индексът на минерализация (C:N) като един от показателите за оценка състоянието на хумуса, показва висока обогатеност с азот, в почвите от всички изследвани землища, според граничните стойности предлагани от Гюров и Арнитова (2015). Единствено в района от с. Г. Краище стойностите сочат известно намаляване към средна степен на обогатеност с азот (табл. 1).

При изграждането на количествените микробиологични характеристики на почвите 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, актиномицети и микроскопични гъби.

Получените данни показват, че количествата на автохтонните микроорганизми са сравнително високи за типа почва и начинът на земеползване. Численостите са средно от порядъка на стотици милиони в g а.с.п. Най-ниски стойности са отчетени в землищата на с.Микрево – 85x106 бр. кл./g а.с.п. и Дагоново - 650x106 бр. кл./g а.с.п., а най-високи при площите в землищата на с.Бароково – 1,21x109 бр. кл./g а.с.п и Селище – 1,14x109 бр. кл./g а.с.п (фиг. 1). Наблюдава се много ясно очертана тенденция за по-голяма плътност, при по-високо хумусно съдържание в почвата. Това е индикация, че двата показателя са пряко свързани. Направеният корелационен и регресионен анализи доказват силна положителна корелация ($r = +0,790$) с достоверност 99,9% (табл. 2). Коефициента на регресия (Rx/y) показва, че при увеличаване на хумуса с единица, количеството на автохтонните микроорганизми би следвало да се увеличи с 864,022x106 бр. кл./g а.с.п. Подобна положителна корелационна зависимост се отчита и спрямо съдържанието на общ азот ($r = +0,714$), доказана

при ниво на достоверност 99%, с коефициент на регресия $Rx/y=14,019 \times 10^9$ бр. кл./г а.с.п. Статистически не се доказва корелационна

зависимост с реакцията на почвата, въпреки че стойностите на корелационния коефициент показват отрицателна, средна по сила зависимост ($r = -0,449$).

Таблица 1. Агрохимични показатели и стойности на микробиологичните структурни индекси в почвите на обследваните селища

Table 1. Values of agrochemical and structural microbiological indexes in soils of the surveyed villages

Селища / надморска височина Villages / altitudes	Агрохимични показатели Agrochemical indicators				Микробиологични индекси Microbiological indexes	
	Хумус (%) Humus (%)	общ N % Total N (%)	pH	ИМ С:N MI C:N	ОИ OI	МИИ IMI
Банско - 860 m н.в. Vansko – 860m asl	0,98	0,054	6,90	10,53	0,758	0,645
Горно Краище – 850m н.в. Gorno Kraishte – 850m asl.	0,94	0,047	6,83	11,60	0,911	0,167
Разлог - 830m н.в. Razlog – 830m asl	1,06	0,059	7,02	10,42	0,694	0,542
Дагоново - 820m н.в. Dagonovo – 820m asl	0,61	0,034	6,80	10,11	1,337	0,333
Петрелик - 630m н.в. Petrelik – 630m asl	0,76	0,042	6,78	10,25	1,232	0,667
Селище - 494m н.в. Selishte – 494m asl	1,41	0,078	7,06	7,86	0,369	2,296
Борово - 479m н.в. Borovo – 479m asl	1,11	0,062	6,46	10,38	0,397	0,316
Бароково - 414m н.в. Barokovo – 414m asl	1,53	0,087	6,26	10,20	0,527	1,148
Микрево - 149m н.в. Mikrevo – 149m asl	0,75	0,048	7,03	9,06	4,193	0,497

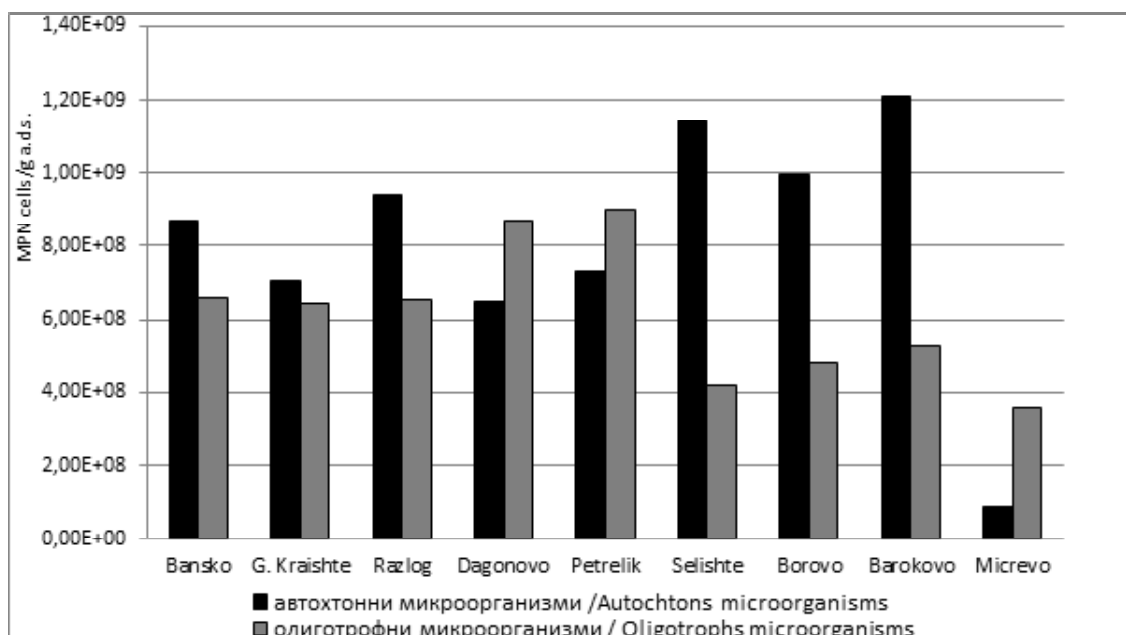
Таблица 2. Корелационни данни за зависимостите между количествата на физиологичните групи микроорганизми (НВБ кл./g а. с. п.) и съдържанието на хумус (%), на общ азот (%) и реакцията на почвата

Table 2. Correlations between the quantities of physiological groups of microorganisms (MPN cells/g a. d. s.) and humus content (%); total nitrogen (%) and soil reaction

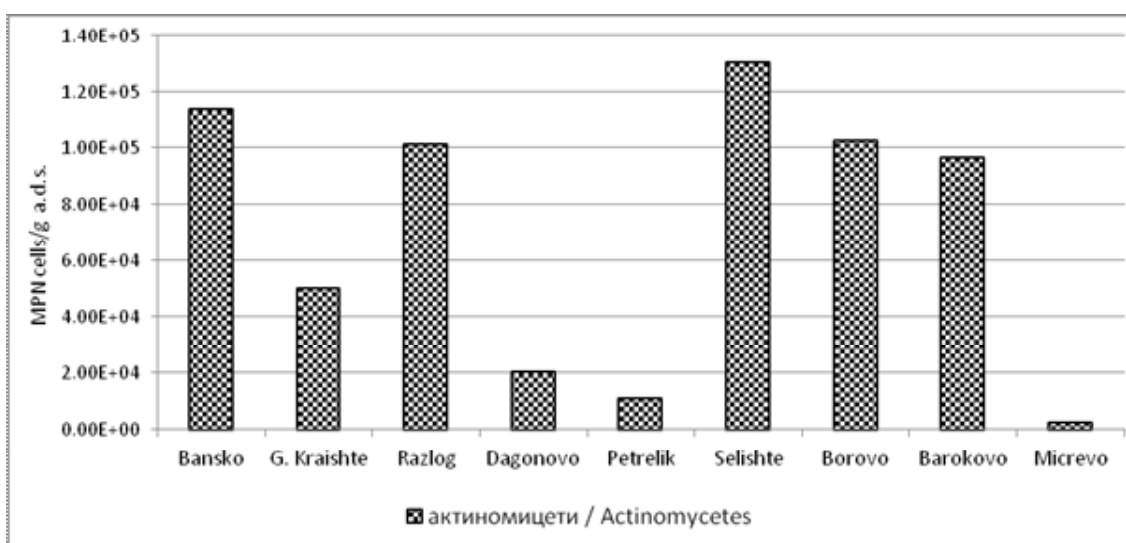
Физиологични групи микроорганизми Physiological groups of microorganisms	Корелационен Коефициент –r Correlation coefficient - r	средна грешка Sr Average error- Sr	texp t _{tab} = 4,781 при P0,1% t _{tab} = 3,250 при P1,0% t _{tab} = 2,262 при P5,0%	Регресионен коефициент R x/y Redression coefficient R x/y
А. Зависимости спрямо хумусното съдържание в почвата A. Correlations to humus content in the soil				
Автохтонни autochtons	+0,790 ***	0,125	6,312 ≥ t _{tab} .0,1%	+ 864,022x106
Олиготрофни Oligotrophs	- 0,539 *	0,236	2,280 ≥ t _{tab} .5,0%	-331.344x106
Микроскопични гъби Microscopic fungi	+0,759 ***	0,141	5,382 ≥ t _{tab} . 0,1%	+56,466x103
Актиномицети Actinomycetes	+0,798 ***	0,121	6,584 ≥ t _{tab} . 0,1%	+128,065x106
Амонифициращи Ammonificates	+0,057 n. d.	0,332	0,170 ≤ t _{tab} .5,0%	+58,677x106
Имобилизиращи мин.N Assimilating mineral N	+0,646 **	0,194	3,328 ≥ t _{tab} .1,0%	+497,424x106
Олиготрофен индекс Oligotrophic index	-0,552 *	0,232	2,380 ≥ t _{tab} .5,0%	-2,157
МИ индекс Imobilisation-Mineralization index	+0,752 ***	0,145	5,184 ≥ t _{tab} .0.1%	+1,677
В. Зависимости спрямо съдържанието на общ азот в почвата B. Correlations to total nitrogen content in the soil				
Автохтонни autochtons	+0,714 **	0,164	4,364 ≥ t _{tab} .1,0%	+14,019x109
Олиготрофни Oligotrophs	-0,659 **	0,188	3,499 ≥ t _{tab} .1,0%	-7,240x109
Микроскопични гъби Microscopic fungi	+0,862 ***	0,086	10,081 ≥ t _{tab} .0,1%	+605,22x103
Актиномицети Actinomycetes	+0,706 **	0,167	4,218 ≥ t _{tab} .1,0%	+1,069 x109
Амонифициращи Ammonificates	+0,231 n. d.	0,315	0,734 ≤ t _{tab} .5,0%	+2,265x109

Таблица 2. Продължение
Table 2. Continue

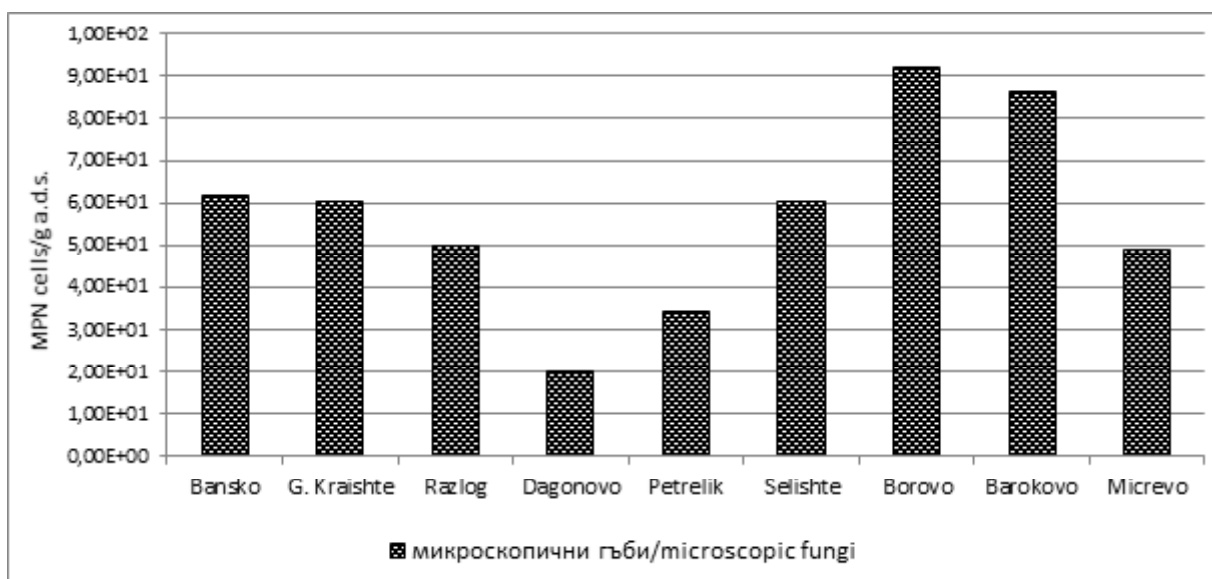
Имобилизиращи мин. N Assimilating mineral N	+0,502 ^{n. d.}	0,249	2,011 ≤ ttab.5,0%	+3,646x109
Олиготрофен индекс Oligotrophic index	-0,478 ^{n. d.}	0,256	1,856 ≤ ttab.5,0%	-17,53
МИ индекс Imobilisation-Mineralization index	+0,564 *	0,227	2,478 ≥ ttab.5,0%	+11,869
C. Зависимости спрямо реакцията на почвата C. Correlations to soil reaction				
Автохтонни Autochtons	-0,449 ^{n. d.}	0,266	1,688 ≤ ttab.5,0%	-553,946 x106
Олиготрофни Oligotrophs	-0,018 ^{n. d.}	0,333	0,054 ≤ ttab.5,0%	-12,424 x106
Микроскопични гъби Microscopic fungi	-0,598 *	0,215	2,780 ≥ ttab.5,0%	-50,040 x103
Актиномицети Actinomycetes	-0,125 ^{n. d.}	0,328	0,381 ≤ ttab.5,0%	-22,627 x106
Амонифициращи Ammonificates	-0,189 ^{n. d.}	0,321	0,588 ≤ ttab.5,0%	-220,941 x106
Имобилизиращи мин. N Assimilating mineral N	+0,072 ^{n. d.}	0,332	0,216 ≤ ttab.5,0%	+62,308 x106
Олиготрофен индекс Oligotrophic index	+0,374 ^{n. d.}	0,287	1,304 ≤ ttab.5,0%	+1,640
МИ индекс Imobilisation-Mineralization index	+0,128 ^{n. d.}	0,328	0,392 ≤ ttab.5,0%	+0,323



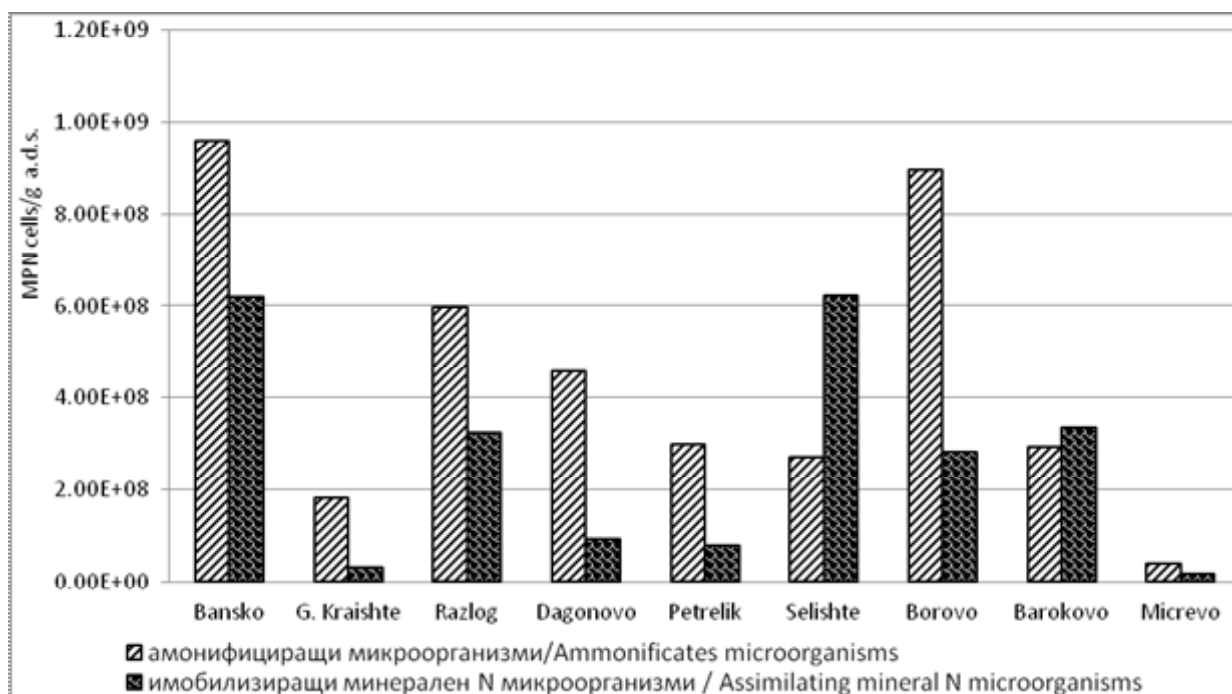
Фиг.1. Количества на автохтонни и олиготрофни микроорганизми в почвите на отделните землища
Fig.1. Quantities of autochthons and oligotrophs microorganisms in soils of the different villages



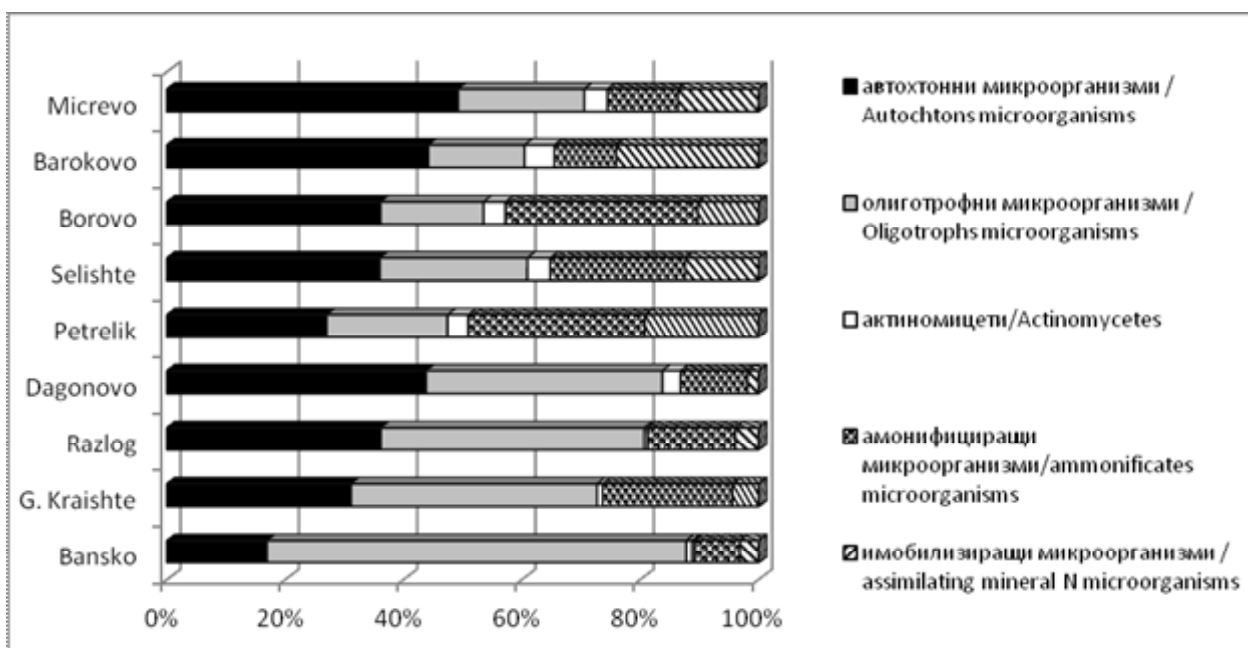
Фиг.2. Количество на актиномицети в почвите на отделните землища
Fig.2. Quantities of actinomycetes in soils of the different villages



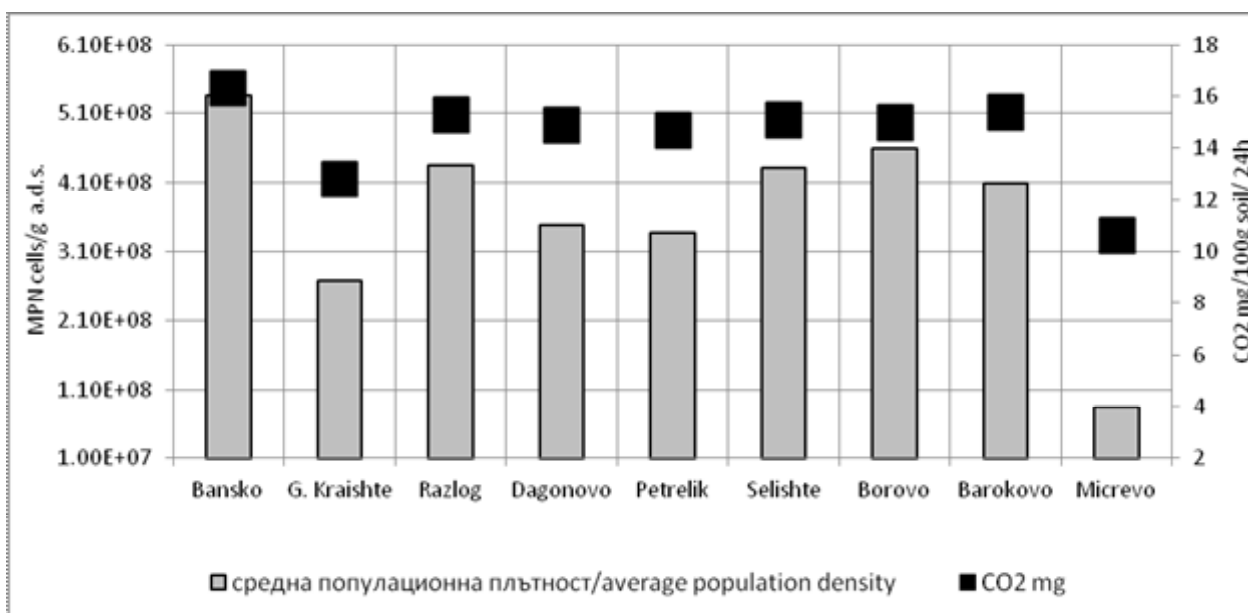
Фиг.3. Количество на микроскопични гъби в почвите на отделните землища
Fig.3. Quantities of microscopic fungi in soils of the different villages



Фиг.4. Количества на амонифициращи и имобилизиращи минерален азот микроорганизми в почвите на отделните землища
Fig.4. Quantities of ammonificates and Assimilating mineral nitrogen microorganisms in soils of the different villages



Фиг.5. Процентно разпределение на физиологичните групи микроорганизми в микробните съобщества в почвите на отделните землища
Fig.5. Percentage distribution of the physiological groups of microorganisms in the microbial communities in the soil of the different villages



Фиг.6. Биологична активност и средна популационна плътност в микробните съобщества в почвите на отделните землища
Fig.6. Biological activity (soil respiration) and average population density in soil microbial communities of the different villages

При групата на **олиготрофните микроорганизми**, тенденцията между количествените промени и съдържанието на хумус е в обратнопропорционална посока – численостите са по-високи при пониско съдържание на хумус, което е показател за намаляване на лесноразградимата органична материя в почвата. Корелационният коефициент сочи средна по сила, отрицателна, корелация ($r = -0,539$), с доказаност 95%. Регресионният коефициент предполага намаляване в плътността с увеличаване съдържанието на хумус ($Rx/y = -331,34 \times 106$) бр. кл./g а.с.п. Корелационната зависимост спрямо съдържанието на общ азот също е отрицателна, доказана при 99% ($r = -0,659$). Коефициента на регресия показва намаляване на плътността с $7,24 \times 109$ бр. кл./g а.с.п. Не се установява зависимост с почвената реакция ($r = -0,018$) (фиг. 1; табл. 2).

Съотношението между двете групи микроорганизми в микробните съобщества в изследваните почви не е нарушено и те са в състояние на равновесие - стойностите на **олиготрофният индекс** са високи само в почвата от землището на с. Микрево и над единица (стойността приета за оптимална, Мончева, 1988) в землищата на селата Дагоново и Петрелик, а това са площите и с най-ниско съдържание на хумус (табл. 1). В площите от останалите селища, независимо от ниските стойности и малките различия в показателя, тенденцията е към засилване на олиготрофния характер на микробните ценози, при намаляване на хумусното съдържание, а това от своя страна е индикация за постепенното обедняване на почвите. Връзката между двата показателя се доказва от корелационният коефициент ($r = -0,552$) с достоверност 95%. Средни по сила корелационни зависимости, отрицателна спрямо съдържанието на общ азот в почвата ($r = -0,476$) и положителна спрямо почвената реакция ($r = +0,374$) са изчислени без да се доказват статистически (табл. 2).

Данните за количествата на актиномицетите, от една страна потвърждават обедняването на почвите, а от друга показват засилване на минерализацията на трудноразградимата органична материя в почвите. Зависимостта

между количеството им и съдържанието на хумус е много ясно очертана. Най-ниски числености са отчетени в почвите от землищата на Микрево, Дагоново, Петрелик и Г. Краище (фиг. 2). Корелационният и регресионният коефициенти показват положителна, силна степен на корелация ($r = +0,798$) с доказаност 99,9% и възможно увеличение в плътността с $128,06 \times 106$ бр. кл./g а.с.п., при увеличаване съдържанието на хумус. Висока степен на корелация, с положителен знак е установена и със съдържанието на общ азот в почвата ($r = +0,706$) статистически значима при 99%. С реакцията на почвата не се отчита достоверна зависимост ($r = -0,125$) (табл. 2)).

При другата хифална група – микроскопичните гъби, също се наблюдават по-високи стойности в почвите с по-високо съдържание на хумус, което потвърждава ускорените процеси на минерализация на органичната материя. Численостите при всички почвени проби са от порядъка на десетки хиляди/g абс. суха почва (фиг. 3). Най-високи са стойностите при пробите в землищата на селата Борово и Бароково, което вероятно е следствие от по-киселата реакция на почвите, а най-ниски в Дагоново, Петрелик и Микрево. Доказателство е установената, само при тази група микроорганизми, обратнопропорционална, отрицателна корелационна връзка с реакцията на почвата ($r = -0,597$), достоверна при 95%. Корелацията с хумусното съдържание е силна, положителна и доказана с вероятност 99,9% ($r = +0,759$). Според Rx/y при увеличение на хумуса плътността на микроскопичните гъби би следвало да се увеличи с $56,47 \times 103$ бр. кл./g а.с.п. Много силна положителна зависимост ($r = +0,862$), доказана при 99,9% е регистрирана и със съдържанието на общ азот. Стойността на коефициента на регресия показва вероятно увеличение в численостите с над 650×103 бр. кл./g а.с.п. (табл. 2).

От индикаторните групи микроорганизми свързани с трансформацията на азотни съединения в почвата в настоящето изследване са анализирани количествата на амонифициращи микроорганизми и усвояващи минерален азот (фиг. 4). В почвите на изследваните тютюневи

площи количествата на амонифициращите микроорганизми са от порядъка на стотици милиони/g а. с. п. в пробите от всички землища, с изключение на с. Микрево, където като цяло микробните съобщества се характеризират с ниска плътност. С най-високи стойности са почвите от землищата на Банско – $0,960 \times 10^9$, Борово – $0,896 \times 10^9$ и Разлог – $0,896 \times 10^9$ бр. кл./g а.с.п. Дейността на тази група е свързана с амонификацията на бързоразградимите азотсъдържащи органични съединения и освобождаване на усвоим от растенията азот. Те са показател за моментното състояние на минерализация и вероятната причина за наблюдаваните високи плътности са видът и времето на торене на тютюневите посеви. Не се установяват статистически значими корелационни зависимости с хумусното съдържание ($r = +0,057$), със съдържанието на общ азот ($r = +0,231$) и с реакцията на почвата ($r = -0,189$).

Групата на усвояващите минерален азот микроорганизми е свързана с имобилизацията на усвоимия от растенията азот. Представителите на тази група участват в началните етапи на разграждане на безазотните органични съединения, но за конструктивните си нужди използват освободените при амонификацията NH_4^+ и NO_3^- йони, така че се явяват конкуренти на растенията за усвоим азот. От друга страна след тяхната реминерализация азотът се освобождава и почвата се обогатява с него. В момента на взимане на пробите (бутонизация – начало на цъфтеж на тютюна) най-високи стойности са регистрирани в Банско – $0,619 \times 10^9$ и Селище – $0,621 \times 10^9$, а най-ниски в Микрево – $0,016 \times 10^9$ и в Г. Краище – $0,030 \times 10^9$ бр. кл./g а.с.п. (фиг. 4). Установени са положителни, средни по сила корелационни зависимости с хумусното съдържание в почвата ($r = +0,646$), с доказаност 99% и със съдържанието на общ азот ($r = +0,502$), която не се доказва статистически (табл. 2). С реакцията на почвата не се установява зависимост ($r = +0,072$).

Числов израз на равновесното състояние между тези две физиологични групи микроорганизми в микробните съобщества са стойностите на

минерализационно-имобилизационния индекс. Прието е, че от земеделска гледна точка стойности около единица са най-благоприятни за храненето на растенията (Мончева, 1988). В този аспект, получените резултати показват, че само в посева от землището на с. Селище в периода на цъфтеж на тютюна преобладават имобилизационните процеси, т.е. количеството на усвоимия от растенията азот е занижено. Много слабо изразено увеличаване на имобилизацията на азот се наблюдава и в землището на с. Бароково. В тютюневите посеви от землищата на останалите селища, в този период преобладават минерализационните процеси. С много нисък коефициент се характеризират почвите в посевите на с. Г. Краище, с. Дагоново, с. Петрелик и с. Борово (табл. 1). Това е показател, че независимо от ниската плътност на микроорганизмите, амонификацията на азотсъдържащите органични вещества е ускорена и почти целият освободен азот е достъпен в този момент за растенията. Налице са положителни корелационни зависимости както спрямо съдържанието на хумус, така и спрямо съдържанието на азот в почвата (табл. 2). Корелационните коефициенти показват силна степен на корелация с хумусното съдържание ($r = +0,752$), с доказаност 99,9% и средна по сила със съдържанието на общ азот ($r = +0,564$) статистически доказана с 95%. Не се установява статистически значима зависимост с почвената реакция ($r = +0,128$).

Процентното разпределение на физиологичните групи в отделните **микробни съобщества** по селища, показва олиготрофен характер при почвите с ниско хумусно съдържание – Микрево, Дагоново, Петрелик и Г. Краище. Относителният дял на олиготрофните микроорганизми от общата популационна плътност е над 40%. Те се характеризират и с нисък относителен дял на актиномицетите и микроорганизмите усвояващи минерален азот. С равномерно и относително стабилно процентно разпределение на микробното население са съобществата от землищата на Банско, Разлог, Борово и Бароково (фиг. 5).

Биологичната активност на почвите,

определена чрез количеството отделен въглероден диоксид от почвата (почвено дишане) е един от информативните показатели за протичане на цялостния метаболизъм в нея и отразява интензивността на разлагане на органичните вещества (Kubat et al., 2002; Włodarczyk T. et al., 2008). Получените данни за отделните селища са с много близки стойности, което показва стабилност и оптимално функциониране на микробните съобщества. С най-ниски стойности са почвите от землищата на с. Микрево и Г. Краище (фиг. 6). Направеният корелационен анализ показва много силна по степен положителна зависимост от средната популационна плътност на микроорганизмите в съобществата с достоверност 99,9% ($r = +0.885$ при $Sr = 0,072$, $t_{exp} = 12,24 \geq t_{tab.0.1\%}$). Според стойностите на коефициента на регресия единица ($mg/100g^{-1}$ почва) увеличение на CO_2 предполага по-висока плътност в микробните съобщества с $67,23 \times 10^6$ бр. кл.б/г а. с. п.

Анализът на данните, характеризиращи биологичното състояние на почви от землища в райони на Благоевградска област с монокултурно отглеждане на тютюн показва, че почвените микробни съобщества са с относително ниска популационна плътност, но в състояние на хомеостаза и оптимално функционират в ризосферата на тютюневите растения. В периода на цъфтеж на тютюна при повечето посеви имобилизацията на усвоим азот е слаба, което в аспект хранене на растенията е благоприятно, но в екологичен аспект е индикация за намаляване на органичните азотсъдържащи съединения в почвата.

Очертаната тенденция към засилване на олиготрофния характер на съобществата и намаляване на общата биогенност при почвите с най-ниско хумусно съдържание е показател за изменения на баланса между процесите на минерализация и на синтез на почвеното органично вещество в посока към минерализация. Вероятно, лесноразградимите органични съединения (захари, пептиди, липиди, олигомери и пр.) са изчерпани и са налице ускорени деструктивни процеси на разграждане на междинните органични

съединения, които участват в образуването на хумуса (хитин, смоли, пектини, полимери и пр.), т. е. на труднодостъпната органика. Задълбочаването на тези процеси неминуемо ще доведе до бавно, но сигурно намаляване на хумусното съдържание, респ. на почвеното плодородие.

Изводи

1. Установени са статистически значими, с висока степен на зависимост корелации между хумусното съдържание в почвите и количествата на индикаторни групи микроорганизми, характеризиращи тяхното общо биологично състояние (автохтонни, олиготрофни, актиномицети и микроскопични гъби). Те могат успешно да бъдат ползвани при изготвяне на модели за прогнозиране на промени в качествата на почвата.

2. В изследваните почви от землища в райони на Благоевградска област с монокултурно отглеждане на тютюн са налице ускорени процеси на минерализация в посока разграждане на органичните съединения, които участват в синтеза на хумуса.

Литература

- Acosta-Martínez V, D. Acosta-Mercadob, D. Sotomayor-Ramírez, L. Cruz-Rodríguez, 2008.** Microbial communities and enzymatic activities under different management in semiarid soils. *Application Soil Ecology*, 38: 249–260
- Altomere C. and I. Tringovska, 2011.** Beneficial soil microorganisms an ecological alternative for soil fertility management. *Genetics, Biofuels and Local Farming Systems. Sustainable Agriculture Reviews*, 7: 161-214
- Anderson T., 2003.** Microbial eco-physiological indicators to assess soil quality. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 98: 285-293
- Bozhinova R., 2008.** Influence of continuous mineral fertilization on nutritional properties of soil, yield and quality of oriental tobacco. Dissertation, Plovdiv, Bulgaria (Bg)
- Breland, T. and R. Eltun, R., 1999.** Soil microbial biomass and mineralization of carbon and nitrogen in ecological, integrated and conventional forage and arable cropping systems. *Biology and Fertility of Soils*, 30:193–201.
- Büchs W., 2003.** Biotic indicators for biodiversity and sustainable agriculture - introduction and background.

Agriculture, Ecosystems & Environment., 98, (1–3): 1-16

Chaparro J., A. Sheflin, D. Manter, J. Vivanco, 2012. Manipulating the soil microbiome to increase soil health and plant fertility. *Biology and Fertility of Soils*, 48:489-499

Chen Z, X. Luo, R. Hu, M. Wu, J. Wu, W. Wei, 2010. Impact of long-term fertilization on the composition of denitrifier communities based on nitrite reductase analyses in a paddy soil. *Microbial Ecology Journal.*, 60: 850-861

Dilly O. and J. Munch, 1998. Ratios between estimates of microbial biomass content and microbial activity in soils. *Biology and Fertility of Soils*, 27: 374-379

Dimitrova A., M. Banov, P. Ivanov, 2011. Biological activity and soil microflora in major conventional methods for reclamation of disturbed lands from mining. In: (ed. V. I. Atanasov) Proc. International conference 100 years Bulgarian Soil Science, Sofia, ISBN 978-954-749-088-8, *PublishScieSet-Eco*: 866-870 (Bg)

Dinev N., 2011. Ecological monitoring and strategies for remediation of heavy metals polluted soils. Dissertation, Sofia: 16-21 (Bg)

Dinev N. R. Donkova, L. Dimova, 2005. Evaluation of biological indicators at soils loaded heavy metal. Proc. Int. Conference “Management, Use and Conservation of Soil resources”, Sofia: 437-439 (Bg)

Drachev D., V. Nikolova, N. Nikolov, 2009. Chemical-technological indicators of tobacco by variety group “Basma” produced in the region “Nevrokop.” *Sci. Journal for Agricultural and Forestry Science “Ecology and Future”*, VIII (4): 30-36 (Bg)

Executive Environment Agency /EEA/, 2011. National report on the status and protection of the environment in Bulgaria in 2009, www.eea.government.bg (Bg)

Franzluebbers A. J., 2010. Achieving soil organic carbon sequestration with conservation agricultural systems in the southeastern United States. *Soil Science Society of America Journal*, 74: 347–357

Filcheva E. and S. Rousseva, 2004. Organic carbon stocks in Bulgarian soils grouped according to the revised legend of the FAO-UNESCO soil map of the world. In: A. Bieganski, G. Jozefaciuk and R. T. Walszak (eds) *Modern Physical and Physicochemical Methods and their Applications in Agroecological Research*. Lublin-Sofia: 36-42

Grudeva V., P. Moncheva, S. Naumova, B. Gocheva, T. Nedeleva, S. Antonova-Nikolova, 2006. Manual of Microbiology. *University ed.* “St. Kliment Ohridski Sofia”: 146-171 (Bg)

Gyurov G. and N. Arnitova, 2015. *Soil Science*. ed. “Intelekspert-94”, Plovdiv: 64-198 (Bg)

Hristeva Ts., 2003. Continuous mineral fertilization of tobacco monocultures on the soil fertility. Dissertation, Plovdiv (Bg)

Jacqueline M. J. Chaparro, A. Sheflin, D. Manter, J. Vivanco, 2012. Manipulating the soil microbiome to increase soil health and plant fertility. *Biology and Fertility of Soils*, 48, (5): 489–499

Karlen D. L., 2010. Microbial community structure and diversity as indicators for evaluating soil quality. In: Lichtfouse E (ed) *Biodiversity, biofuels, agroforestry and conservation agriculture*, 5. *Sustainable Agriculture Reviews*, Springer Netherlands: 317–358

Kochev, Y., M. Kasheva, 2014. Index of soil compaction in a long-term fertilizer stationary experience with oriental tobacco at monoculture growing. Proc. of International Conference -70 years TTPI, Plovdiv, ISBN 978-954-702-103-7 (Bg)

Koleshko O. I., 1981. Microbiological ecology of soils. *University ed., Minsk* (Ru)

Kubat J., D. Cerhanova, J. Novakova, J. Lipavsky, 2002. Soil organic matter content and quality in polyfactorial field experiments. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 48: 131-140.

Liu B., C. Tu, S. Hu, M. Gumpertz, J. Ristaino, 2007. Effect of organic, sustainable, and conventional management strategies in grower fields on soil physical, chemical, and biological factors and the incidence of Southern blight. *Application Soil Ecology*, 37: 202–214

Moncheva P., 1988. Influence of herbicides Venzar, Nortron, combination of them, Devrinol and Felibetan on the biological properties of Eutric fluvisols. Dissertation, Sofia (Bg)

Nikolova V., N. Nikolov, D. Drachev, 2007. Complete technological assessment of oriental tobaccos from G. Delchev region. *Scientific Journal for Agricultural and Forestry Science “Ecology and Future”*, VI (2): 30-33 (Bg)

Petkova, D., S. Marinova, R. Donkova, R. Altimirska, 2002. Microbiological characterization of soil substrates in reclamation without humus of disturbed lands. *Soil Science, Agrochemistry and Ecology*. 37 (1-3): 183-185 (Bg)

Plohinskiy N. A. 1980. Biometric Algorithms. *University ed. Moscow*: 150-184 (Ru)

Regional Development Strategy of Blagoevgrad 2014 - 2020 year: 24-33, www.bl.government.bg: (Bg)

Ryan P., Y. Dessaux, L. Thomashow, D. Weller, 2009. Rhizosphere engineering and management for sustainable agriculture. *Plant and Soil* 321: 363–383

Salazar S., L. Sánchez, J. Alvarez, A. Valverde, P. Galindo, J. Igual, A. Peix, A. Santa-Regina, 2011. Correlation among soil enzyme activities under different forest system management practices. *Ecological Engineering*, 37 (8): 1123–1131

Schlöter M., O. Dilly, J. Munch, 2003. Indicators for evaluating soil quality. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 98 (1–3): 255-262

Sharma S., A. Ramesh, M. Sharma, O. Joshi, B. Govaerts, K. Steenwerth, A. Mamilov, O. Dilly, 2002. Soil microbial eco-physiology as affected by short-term variations in environmental conditions. *Soil Biology & Biochemistry* 34: 1283–1290

Stotzky G., 1965. Microbial respiration. In Black C. A. (eds.). *Methods of soil Analyses*. Part 2: Chemical and Microbiological Properties. 9. Agronomy. Agron. Soc.

of Agronomy. *Inc. Madison. Wisconsin. USA.*, 2:1550 - 1572

Titova V. and A. Kozlov, 2012. Methods for assessing the functioning of soil microbial, soil involved, participating in the transformation of organic matter: Scientific handbook, *Agricultural Academy, Nizhni Novgorod*: 64-80 (Ru)

Todorova S., N. Artinova, 2011. Influence on humus state of Mollic Fluvisols in southern Bulgaria from agricultural use. *Soil Science, Agro-chemistry and Ecology*, XLV, (1-4): 192-195 (Bg)

Voynova Zh. and D. Kolev, 1964. Study the biogenicity of leached cinnamon forest soil tobacco depending on the treatments. *Bulgarian tobacco*, 11: 21-27 (Bg)

Voynova Zh. et al., 1974. Microflora and microbiological processes in tobacco soils with different physical and chemical composition. *Bulgarian tobacco*, 5: 6-9 (Bg)

Włodarczyk T., A. Księżopolska, J. Gliński, 2008. New aspect of soil respiration activity measuring. *Teka Kom. Ochr. Kszt. Środ. Przyr. – OL PAN*, 5 A: 153–163

Yakovchenko V., J. Lawrence, D. Kaufman, 1996. A biologically based indicator of soil quality. *Biology and Fertility of Soils*, 21 (4): 245-251