

Влияние на сезонната динамика върху микрофлората на два типа горски почви – Кафяви горски почви и Планинско-ливадни почви

Биляна Григорова-Пешева

Лесотехнически университет-София

E-mail: grigorovabilyana.b@gmail.com

Резюме

Микробните съобщества в горските почви играят важна роля във функционирането на цялата екосистема. Микроорганизмите в почвата са едно от основните звена в кръговрата на азота. Промяна в характера на микробните съобщества, може да доведе до промяна в динамиката на усвояване и превръщане на азотните съединения в почвата. Сезонните изменения водят до флукутация в почвения микробоценоз. В настоящето проучване се проследява ефекта, на сезонната динамика върху микрофлората на Кафяви горски почви и Планинско-ливадни почви на територията на Природен парк „Витоша“. Изследвани са почвите в четири пробни площи, като са определени общото микробно число на хетеротрофната микрофлора, както и структурата на микробните съобщества. Определени са доминиращите видове бацили чрез PCR анализ. Общото микробно число на изследваните проби, както и отчитането на отделните групи микроорганизми показва ясно изразени различия през отделните сезони. Наблюдават се два ясно изразени пика – през есенния сезон, където общата микрофлора в изследваните площи варира между $9,1 \times 10^5$ - $2,5 \times 10^6$ КОЕ/g абс.суха почва и през пролетта, където отчетените стойности са между $6,8 \times 10^5$ – $1,6 \times 10^6$ КОЕ/g абс.суха почва. Тези различия основно се дължат на промяната в температурата и количеството на свеж опад, който попада върху почвената повърхност.

Ключови думи: микроорганизми, Dystric-Eutric Cambisols, Modic Cambisols, PCR анализ, сезонна динамика

Influence of seasonal dynamics on the microflora of two types of forest soils - Brown forest soils and Mountain-meadow soils

Bilyana Grigorova-Pesheva

University of forestry

E-mail: grigorovabilyana.b@gmail.com

Abstract

Grigorova-Pesheva, B. (2020). Influence of seasonal dynamics on the microflora of two types of forest soils - Brown forest soils and Mountain-meadow soils. *Bulgarian Journal of Soil Science Agrochemistry and Ecology*, 54(2), 12-23.

Microbial communities in forest soils play an important role in the functioning of the entire ecosys-

tem. Soil microorganisms are one of the major units in the nitrogen cycle. Changes in the nature of microbial communities may lead to changes in the dynamics of uptake and conversion of nitrogen compounds into soil. Seasonal changes lead to fluctuations in soil microbiota. This study investigates the effect of seasonal dynamics on the microflora of Dystric-Eutric Cambisols and Modic Cambisols in the Vitosha Nature Park. Soils in four test areas were investigated, determining the total microbial number of the heterotrophic microflora, as well as the structure of the microbial communities. The dominant spore forming bacteria were determined by PCR analysis. The total microbial number of the samples tested as well as the number of the individual groups of microorganisms shows distinct differences across seasons. There are two distinct peaks - in the autumn season, where the total microflora in the studied areas varies between $9,1 \times 10^5$ - $2,5 \times 10^6$ CFU/g abs. dry soil and in spring, where the reported values are between $6,8 \times 10^5$ - $1,6 \times 10^6$ CFU/g absolute dry soil. These differences are mainly due to the change in temperature and the amount of fresh litter that falls on the soil surface.

Key words: Microorganisms, Dystric-Eutric Cambisols, Modic Cambisols, PCR analysis, seasonal dynamics

В умерените географски ширини, поради наличието на четири сезона почвените микробни съобщества се влияят чувствително от сезонни промени свързани с температурата, валежите, промяната в растителната покривка, интензивността на опада и отделяния коренов ексудат от растенията. (Mondéjar et al., 2015), (Waldrop & Firestone, 2006), (Koranda et al., 2013).

В тези ширини обикновено се наблюдават два пика в развитието на микроорганизмите (МО) - през пролетта, когато температурата се покачва, влажността е оптимална и има новопостъпваща органика основно от коренови ексудати и в началото на есента, когато температурата все още е достатъчно висока, почвата е запасена с влага и количеството на постъпваща свежа органика е увеличено. Прямо летния и зимния сезон, редица проучвания сочат, че общото микробно число, респективно биогенността на почвата са по-високи през лятото, макар и разликата със зимния сезон да не е голяма (Yang et al., 2006). Наблюдава се и преразпределение на групите микроорганизми през различните сезони. Някои проучвания посочват, че общият брой на бактериите е най-висок през пролетта, докато броят на гъбите и актиномицетите е най-висок през есента (Hamidovic et al., 2013).

Подобни проучвания на почвите в горските екосистеми в страна са силно ограничени. Въпреки провеждането на комплексни екологични проучвания в стационари за интензивен мониторинг (Kolarov et al., 2002) и в постоянни пробни площи за мониторинг на горските екосистеми все още отсъства подробна информация за микробиологичния състав, неговата динамика и значение в почвообразователния процес, в това число и за територията на ПП „Витоша“

Целта на настоящето проучване е да проследи ефекта, който има сезонната динамика върху микрофлората на Кафяви горски почви и Планинско-ливадни почви, разположени на различна надморска височина на територията на Природен парк „Витоша“.

Материали и методи

Изследването е проведено на територията на Природен парк „Витоша“, който се характеризира с голям диапазон в стойностите на надморската височина (800-2290 m). За провеждане на изследването са избрани територии с различен почвен тип – съответно Кафяви горски почви и Планинско-ливадни почви, както и различни растителни съобщества. В териториите заети с Кафява горска почви са заложени 2 пробни

площи (ПП1 и ПП2) на различна надморска височина. Първата се намира в смесено широколистно насаждения (*Quercus petraea*, *Quercus cerris*, *Quercus frainetto*) на 1151 m н.в., а втората в насаждение от бял бор (*Pinus sylvestris*) на 1598 m н.в. Във високопланинските ливади също са заложени два почвени профила – в територия с клек (*Pinus mugo*) на 1875 m н.в., и с тревно-храстова растителност (*Nardus stricta*, *Vaccinium sp*, *Juniperus sp.*) на 2261 m н.в.. Пробовземането е извършено от хумусно акумулативния хоризонт, в който обилието на МО е най-високо.

Пробонабирането е извършено по сезони като следва:

• месец май, юли, септември, декември, което позволява анализиране на годишната динамика в развитието на почвените микробоценози на различна надморска височина.

Анализираните са следните показатели на почвите: рН_{Н2О} (ISO 10390). Общ и органичен въглерод (без промиване и след промиване на пробите) - модифициран метод на Тюрин (Kononova, 1963; Filcheva E., C. Tsadilas. 2002). Общ N (определен по метода на Келдал ISO 11261:1995).

При извършване на микробиологичните анализи броят на жизнеспособните клетки е отчетен в КОЕ g/абс.сух. почва, чрез метода на броене в петри на твърда хранителна среда. (Davis et al., 2005; Küsel et al., 1999; Parks & Ronald, 1997) Микробиологичните анализи включват определяне на :Неспорообразуващи бактерии и бацили – на месопептонен агар (МПА), култивиране при температура около 28⁰ С, за 48 часа; Актиномицети – на Скорбяло-амонячен агар (САА), култивиране при 27⁰С -28⁰С до 14 денонощия; Микробицети – на среда Чапек , при 25⁰С, култивиране за 7 дни;

На база на морфологични характеристики са изолирани доминиращите видове спорообразуващи бактерии в инокулираните петрита с обикновен агар. По един доминиращ тип единични колонии са избрани и използвани за идентификация чрез PCR анализ.

Резултати и обсъждане

Резултатите представени в таблица 1 показват, че всички изследвани почви, според своята активна киселинност (рН_(Н2О)) попадат в диапазон с рН между 4,5-5,0. Отчетените стойности за рН при ПП1 и ПП4 показват много силно кисела реакция, за която е характерно присъствие на свободни органични киселини - фулвокиселини (Ganev, 1990). За ПП2 и ПП4 реакцията се оценява като силно кисела, което показва, че агресивната фракция на хумусните киселини е свързана, а рН е по-благоприятно за живите организми. Според някои автори с най-кисела реакция се характеризира повърхностния 10 cm слой на Планинско-ливадни почви - рН = 4,53 ± 0,06 (Malinova et al., 2019). Предвид по-ниското рН, не се отчита протичане на гнилостни процеси, което е индикатор, че амонифициращите процеси в почвата протичат нормално.

Установява се взаимовръзка между нарастването на надморската височина и количеството на хумуса в почвите, което се доказва с висок корелационен коефициент (фиг. 1). Като следствие от нея произлиза и взаимовръзката между надморската височина и количеството на общия азот (фиг. 2).

Кафявите горски почви се оценяват като средно хумусни (ПП1) до много богати на хумус (ПП2). Отчетеното съдържание на орг.С в изследваните Кафяви горски почви също варира от средно до високо.

Съдържанието на с общ N в ПП1 е средно. Данните за ПП2 определя почвата, като много богата на общ N (по скала на Ванмехелен (Vanmechelen), 1997).

В Планинско ливадни почви процентното съдържание на хумус се увеличава, като определя тези почви като обилно запасени с хумус спрямо „Класификацията на почви според хумусното им съдържание (Penkov, 1995). Увеличаване на съдържанието на орг. С, с увеличаване на надморската височина е тенденция в изследваните почвени типове. Установява се, че в Планинско ливадни почви, съдържанието на хумус е между 3,5-5,2 пъти

по-високо сравнено разглежданите Кафяви горски почви. Подобна тенденция се наблюдава и по отношение на азота, с увеличаване на надморската височина, неговото количество нараства. Анализът на съотношенията Орг. С: N и при двата типа разглеждани почви е благоприятно за процеса на амонификация.

Биогенност на почвата

В таблица 2 са представени отчетените микробиологични показатели на изследваните почви (lg КОЕ g/абс.сух. почва).

При всички изследвани обекти, биогенността на почвата се увеличава през пролетния и есенния сезон сравнено със зимния и летния сезон (фиг. 3). Подобни резултати се потвърждават и от други автори (Yang et al., 2006). Тези скокове в развитие на микроорганизмите се наблюдава независимо от увеличаването на надморската височина.

Установява се, че в насаждението със смесена широколистна растителност микробното число през есента, след листопада се увеличава, сравнено с лятото над 3 пъти. Подобно увеличение е отчетено и при пробната площ с тревна и храстова растителност (ПП4). При изследваните почви от площите с иглолистна растителност интерес представлява ПП2, под бял бор. Тук е отчетено също сравнително голямо увеличение на микробното число през есента с 2,8 пъти спрямо лятото, което показва, че съпътстващата растителност от тревни и храстови видове, също влияе върху микробните съобщества. С най-малко увеличение в общото микробно число е пробната площ в обекта с естествено насаждение от клек, в което има формирана плътна МГП от опаднали иглолиста.

Спрямо статистическия анализ през пролетта и есента стандартното отклонение на получените резултати е най-малко, което показва, че отчетените стойности през тези сезони се групират близко до една и съща средна стойност.

Въпреки ясно изразената тенденция в пиковите на развитие на микроорганизмите е необходимо да се отбележи, че изменението на надморската височина оказва влияние на общия брой микроорганизми през пиковите

сезони – есен и пролет. Статистическата обработка на резултатите показва силно изразена корелационна зависимост между биогенността на изследваните почви и тяхната надморска височина особено през пролетния и есенния сезон (фиг. 4, фиг. 5, фиг. 6, фиг. 7).

Тези зависимости се доказват чрез корелационният коефициент “r”, чиито стойности са най-високи през есенния и пролетния сезон, съответно 0,93 и 0,97. Установява се, че надморската височина оказва силно влияние върху обилието на микроорганизмите през двата сезона на пик в тяхното развитие. Въпреки, че и при двата почвени типове е отчетено повишаване на общата биогенност, се наблюдава понижаване на нейните стойности с увеличаване на надморската височина. Това е свързано с промените, които настъпват – увеличават се температурните амплитуди, наблюдава се промяна в разпределението на слънчевата енергия и влагата. Подобни резултати макар и с малко по-нисък корелационен коефициент са получени за зимния сезон, където $r=0,84$. Корелационния коефициент r има по-ниски стойности на през летото. Тази по-слаба корелационна зависимост между биогенността на изследваните почви и надморската височина е свързана с неравномерността в условията през този сезон. През лятото има голяма неправолинейна разлика в условията на средата, поради което корелацията на двата параметъра намалява. Лятото е с много по-високи температури и намалена влажност в ниските части на парка, което обуславя получения резултат за най-високо микробно число през този сезон на по-висока надморска височина, където условията са по-благоприятни.

Влиянието на промяната в надморската височина върху общото микробно число е свързано и с останалите променливи параметри основно температурата и различната растителна покривка. По-ниските температури и промяната във физичните и химичните характеристики на почвените параметри обуславят намаляване на количеството на микробите и води до промяна в разпределението на микробните групи с увеличаване на надморската височина,

което е доказано и от други автори (Margestin et al., 2008). Получените резултати показват, че надморската височина оказва влияние върху общото микробно число на почвения микробоценоз, като количествена стойност, но не повлиява тенденцията за проява на два ясно изразени пика – пролет и есен.

Пролетния пик се наблюдава и при двата почвени типа, но е по-ясно изразен при почвите на по-голяма надморска височина. Голямо увеличаване на биогенността на почвата в посока от зимата към пролетта се наблюдава в територията заета с *Nardus stricta*, *Vaccinium sp*, *Juniperus sp* (ПП4) – над 6 пъти. Това увеличаване се дължи на начина на развитието на коренова система. По количество тя е съсредоточена основно в хумусноакumulативния хоризонт. В него се натрупва не само остатъци от надземна биомаса, но и части от корени, които се разграждат бавно.

При сравняване на първия пик за годината – пролетта и най-сухия сезон – лятото се наблюдава по-ясно изразено намаляване на общото микробно число при най-ниско разположената пробна площ в Кафява горска почва под широколистна гора и най-високата пробна площ в Планинско ливадна почва с тревна растителност на открито, съответно с 2,1 пъти и 2,6 пъти. Това изменение в биогенността е свързано с рязката промяна в температурния режим през лятото в широколистните гори, и с увеличената слънчева радиация при по-високо разположената пробна площ, която е над 2000 m както и с промяна на оптимална влажност. При пробните площи под иглолистна растителност намаляването на биогенността е по-умерено и се движи в порядъка от 1,1 пъти при ПП 3 под клек и 1,6 пъти при ПП 4 под бял бор. Може да се приеме, че в случая мъртвата постилка е с добре изразена защитна функция. Този факт, заедно с по-високата надморска височина на тези ПП обуславят поддържането на относително постоянна влажност и определят малкия спад в общото микробно число на почвите под иглолистните видове през лятото.

Влиянието, на сезоните в горски територии върху развитието на МО е свързано още с

растителната покривка, нейния опад, и кореновите ексудати (Rasche et al., 2011). Дървесният опад съдържа големи количества въглерод и азот, които се отлагат върху почвената повърхност, което е и основната причина за есенния пик, в развитието на микробните съобщества в разглежданите почви. Видът на дървестната растителност оказва силно влияние, при сформирването на микробния ценоз особено в хумусноакumulативния хоризонт. При широколистните видове отчетената по-висока биогенност и по-голяма промяна в общото микробно число по време на двата пика на развитие на МО. За разлика от тях иглолистните гори се характеризират с по-малка разлика в общото микробно число между пролетта и есента. Получени е резултати съответстват на резултати публикувани и от други автори (Snajdr et al., 2011).

Състав и разпределение на микробните групи

На фигура 8 е посочен състава на микробоценоза през отделните сезони.

След анализ на получените данни се потвърждава тезата, че сезонната динамика оказва влияние върху разпределението на микробните групи в микробоценоза – фигура 8. Други автори също доказват влиянието на условията на средата върху разпределението на микробните групи в микробоценоза, (Lipson, 2007). Тези влияния са свързани основно с постъпването на различно количество свежа органика, промяна в температурните условия и количеството влага.

През летния сезон във всички изследвани почви доминират бацилите, следвани от групата на неспорообразуващите бактерии и микромицетите (фиг. 8). С най-слабо участие е групата на актиномицетите. Бацилите са индикатор за степента на минерализация на по-стабилни органични съединения. Микромицетите са най-многобройни в този сезон, поради наличието на повишени количества коренов ексудат. Известно е, че той присъства главно през лятото, което е от съществено значение за развитието на микоризни гъби (Brant et al., 2006)

С настъпването на есенния сезон се наблюда-

дава промяна в доминиращата микробна група (фиг. 8). Доминиращата микробна група е представена от неспорообразуващите микроорганизми, следвани от бацилите. Количествата и на двете доминиращи групи са многократно по-високи от получените за летния сезон. Получените резултати за ПП1 показват увеличение на бацилите с над 2,2 пъти, за ПП2 увеличението е 1,7 пъти, а за ПП3 и ПП4 стойността е скочила съответно с 1,1 пъти и 2,4 пъти.

Увеличаването при неспорообразуваните бактерии е още по-силно. За ПП 1 и ПП 2 в Кафявите горски почви то е над 5 пъти. При Планинско ливадни почви увеличение е както следва за ПП 3,0-2,3 пъти, за ПП 4,0-4,3 пъти. Бацилите и неспорообразуващите микроорганизми са отговорни за началните етапи на минерализация на органичните вещества. Наблюдава се нарастване на количеството на актиномицетите (при ПП1-15 пъти, ПП2-12,5 пъти, ПП3-7,5 пъти, ПП4-14 пъти) сравнено с данните получени за пролетта. Това увеличаване е свързано с активни процеси на трансформация на органичните вещества.

През зимата се наблюдава увеличаване на процентното участие на бацилите спрямо неспорообразуващите микроорганизми във всички пробни площи. Отчетените данни за ПП1 сочат доминиращо участие на бацилите с 86% от общата микрофлора, следвани от неспорообразуващите микроорганизми, които представляват едва 13% от общата микрофлора. Участието на микромицетите и актиномицетите е под 1%. Подобни са резултатите и за почва от ПП 2 – 91% от микробната общност е представена от бацили, 7% от неспорообразуващи. С увеличаването на надморската височина в Планинско ливадните почви се наблюдава спад в процентното участие на групата на бацилите, но те все още представляват силно доминиращата група. Те са 75% в почвата от ПП 3 и 60% в тази от ПП 4, което показва, че трансформацията на органичните съединения не е прекратена.

В същите обекти се наблюдава спад в количеството на микромицетите. Това е свързано

с влошената аерация, поради дебелината снежна покривка, която се образува на територията на ПП „Витоша“. Актиномицетите участват в крайната деструкция на органичното вещество, което обяснява тяхното намалено процентно участие през зимния сезон.

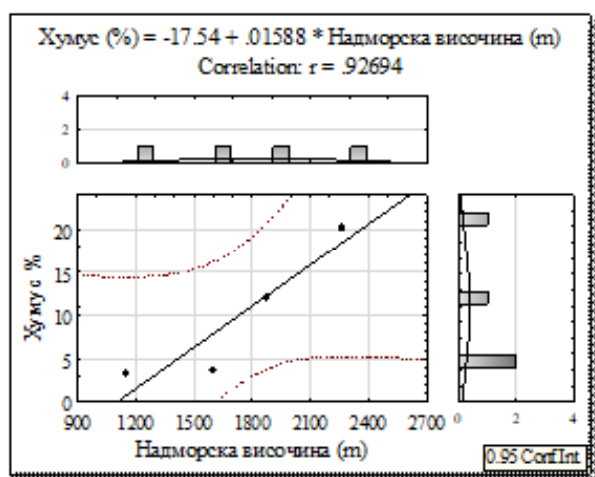
Данните от пролетния сезон показват запазващо се доминиращо процентно участие на групата на бацилите, следвани от неспорообразуващите бактерии и актиномицетите. Бацилите съставляват над 50 % от микрофлората на всички изследвани почви през пролетта (ПП1-70%, ПП2-77%, ПП3-82%, ПП4-68%). С най-слабо процентно участие във всички изследвани почви е групата на микромицетите, като те заемат между 1%-6% от микрофлората. Сравнено със зимния сезон обаче количество на микромицетите е повишено, което е свързано с началото на вегетацията на растенията. Групата на актиномицетите също има повишено процентно участие, което показва подобряване в условията на средата. Актиномицетите започват активно да се развиват поради повишаване на температурата на почвата и достигане на оптимална влажност.

Получените резултати ясно показват връзка между разпределението на микробните групи и конкретния сезон на изследване. Това разпределение е свързано основно с наличната хранителна база. Подобни флуктоации се потвърждават и от други автори (Waldrop & Firestone, 2006).

Изолирани са по един доминиращ шам на спорообразуващи бактерии от четирите изследвани почви през месец септември. Чрез молекулярен метод за филогенетичен анализ и идентификация беше установено, че изолирания шам от почвата на ПП1 има 100% сходство с видът *Bacillus subtilis*. Шамът от почвата на ПП2 съответства 98% с вид видът *Bacillus cereus*. При шамовете от ПП3 и ПП4 съответно беше установено сходство 99% с *Bacillus amyloliquafaciens* и 94% *Bacillus subtilis*. Основните характеристики на идентифицираните шамовете са , описани в таблица 3.

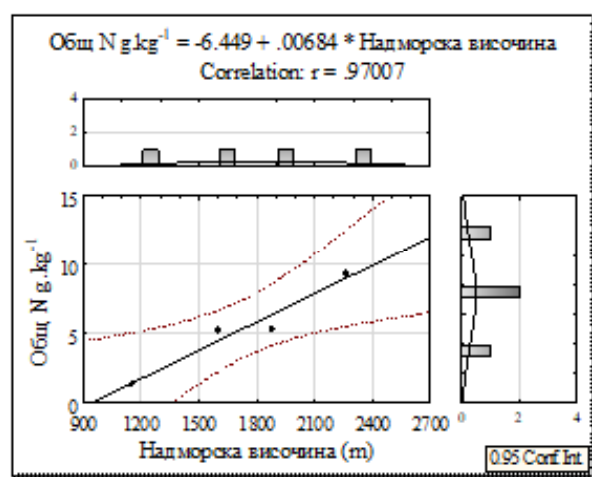
Таблица 1. Основни характеристика на изследваните почви
Table 1. Main characteristics of the studied soils

ПП №	Надморска височина / Altitude (m)	Почвен тип / Soil type	Vegetation	pH	Хумус / Humus %	Орг. C / org. C g.kg ⁻¹	Общ N / Total N g.kg ⁻¹	C:N
1	1151	Кафява горска Cambisol	Смесена широколистна / (Mixed deciduous forest)	4,5	3,3	19,5	1,33	15
2	1598	Кафява горска Cambisol	Бял бор (<i>Pinus Sylvestris</i>)	5,0	3,7	21,4	5,26	4
3	1875	Планинско-ливадна Umbrisols	Клек (<i>Pinus mugo</i>)	5,0	12,0	69,80	5,3	13
4	2261	Планинско-ливадна Umbrisols	<i>Nardus stricta</i> , <i>Vaccinium sp.</i> , <i>Juniperus sp.</i>	4,5	20,2	117,4	9,4	12



Фиг. 1. Взаимовръзка между нарастването на надморската височина и количеството на хумуса в почвите

Fig. 1. Relationship between the increase in altitude and the amount of humus in the soil

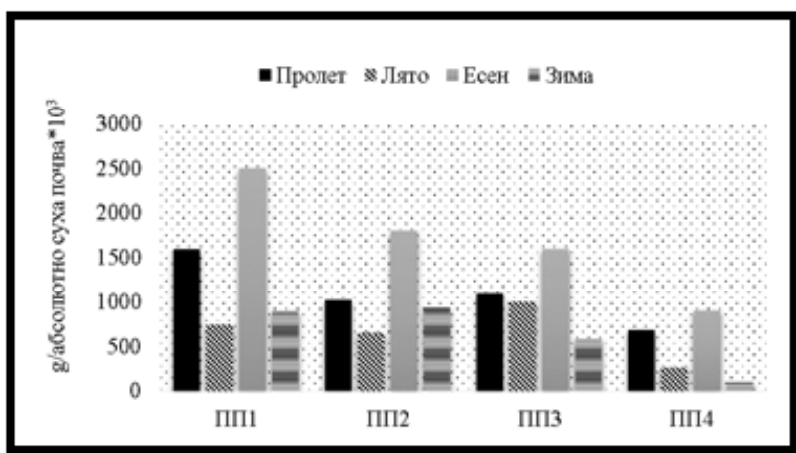


Фиг. 2. Взаимовръзка между нарастването на надморската височина и количеството на общи азот в почвите

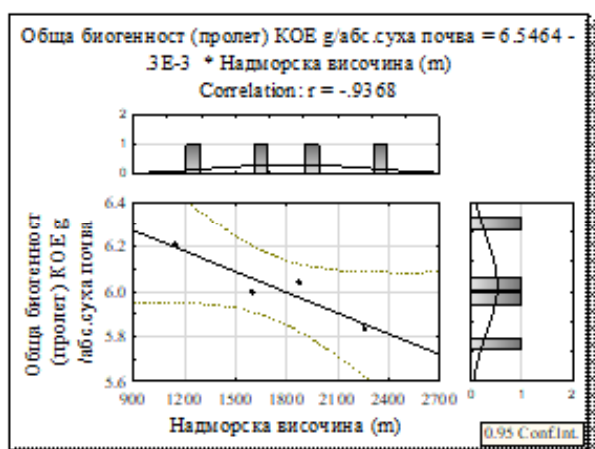
Fig. 2. Relationship between altitude increase and the amount of total nitrogen in soils

Таблица 2. Микробиологични показатели
Table 2. Microbiological characteristics

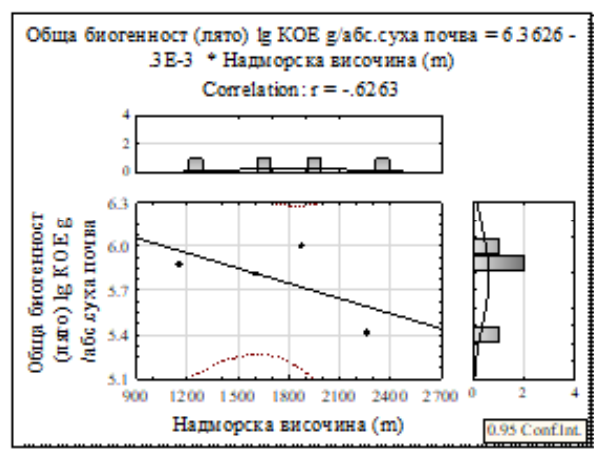
Сезон/ микроорганизми Season/microorgan- isms	Лято/ Summer			
	ПП1	ПП2	ПП3	ПП4
Обща биогенност / Total biogenicity	5,87 ± 0,25	5,81 ± 0,25	6,00 ± 0,25	5,41 ± 0,25
Бацили / <i>Bacillus</i> sp, Неспоробразуващи /Non-spore bacteria	5,62 ± 0,25 5,41 ± 0,25	5,51 ± 0,25 5,26 ± 0,25	5,69 ± 0,25 5,54 ± 0,25	5,11 ± 0,25 4,95 ± 0,25
Микромицети / <i>Micromycetes</i>	4,60 ± 0,36	4,87 ± 0,36	5,15 ± 0,36	4,30 ± 0,36
Актиномицети/ <i>Actinomycetes</i>	3,90 ± 0,22	3,78 ± 0,22	4,3 ± 0,22	4,00 ± 0,22
	Есен/ Autumn			
	ПП1	ПП2	ПП3	ПП4
Обща биогенност / Total biogenicity	6,39 ± 0,18	6,25 ± 0,18	5,95 ± 0,18	6,20 ± 0,18
Бацили / <i>Bacillus</i> sp, Неспоробразуващи /Non-spore bacteria	6,00 ± 0,20 6,11 ± 0,23	5,73 ± 0,20 6,04 ± 0,23	5,72 ± 0,20 5,91 ± 0,23	5,51 ± 0,20 5,59 ± 0,23
Микромицети / <i>Micromycetes</i>	4,36 ± 0,25	4,78 ± 0,25	4,98 ± 0,25	4,68 ± 0,25
Актиномицети/ <i>Actinomycetes</i>	5,08 ± 0,13	4,88 ± 0,13	5,18 ± 0,13	5,15 ± 0,13
	Зима/ Winter			
	ПП1	ПП2	ПП3	ПП4
Обща биогенност / Total biogenicity	5,95 ± 0,46	5,97 ± 0,46	5,76 ± 0,46	4,99 ± 0,46
Бацили / <i>Bacillus</i> sp, Неспоробразуващи /Non-spore bacteria	5,88 ± 0,53 5,08 ± 0,34	5,93 ± 0,53 4,8 ± 0,34	5,64 ± 0,53 5,04 ± 0,34	4,77 ± 0,53 4,32 ± 0,34
Микромицети / <i>Micromycetes</i>	4,78 ± 0,25	4,36 ± 0,25	4,49 ± 0,25	4,2 ± 0,25
Актиномицети/ <i>Actinomycetes</i>	3,00 ± 1,66	0,00 ± 1,66	3,60 ± 1,66	3,30 ± 1,66
	Пролет/ Spring			
	ПП1	ПП2	ПП3	ПП4
Обща биогенност / Total biogenicity	6,20 ± 0,15	6,00 ± 0,15	6,04 ± 0,15	5,83 ± 0,15
Бацили / <i>Bacillus</i> sp, Неспоробразуващи /Non-spore bacteria	6,04 ± 0,16 5,56 ± 0,28	5,9 ± 0,16 5,15 ± 0,28	5,95 ± 0,16 4,91 ± 0,28	5,66 ± 0,16 5,04 ± 0,28
Микромицети / <i>Micromycetes</i>	4,08 ± 0,27	4,61 ± 0,27	4,69 ± 0,27	4,57 ± 0,27
Актиномицети/ <i>Actinomycetes</i>	4,97 ± 0,10	4,72 ± 0,10	4,85 ± 0,10	4,83 ± 0,10



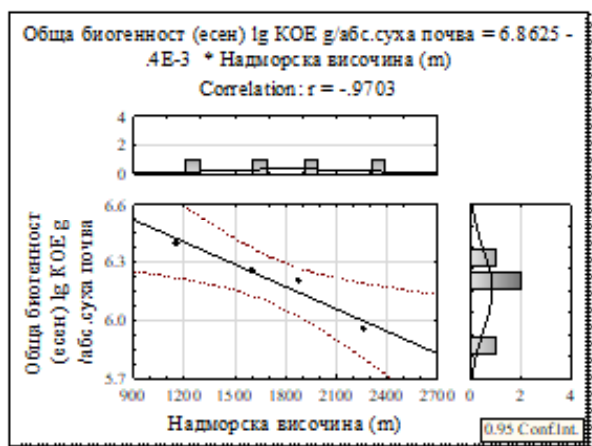
Фиг. 3. Биогенност на почвата през отделните сезони (КОЕ/1 g.абс.суха почва x 10³)
Fig. 3. Soil biogenicity in different seasons (CFU/1 g.ab. dry soil x 10³)



Фиг. 4. Взаимовръзка между изменението на надморската височина и общата биогенност (пролет)
Fig. 4. Relationship between altitude change and total microbial number (spring)

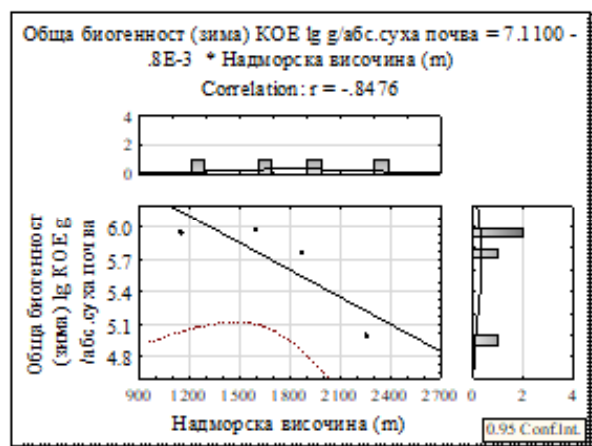


Фиг. 5. Взаимовръзка между изменението на надморската височина и общата биогенност (лято)
Fig. 5. Relationship between altitude change and total microbial number (summer)



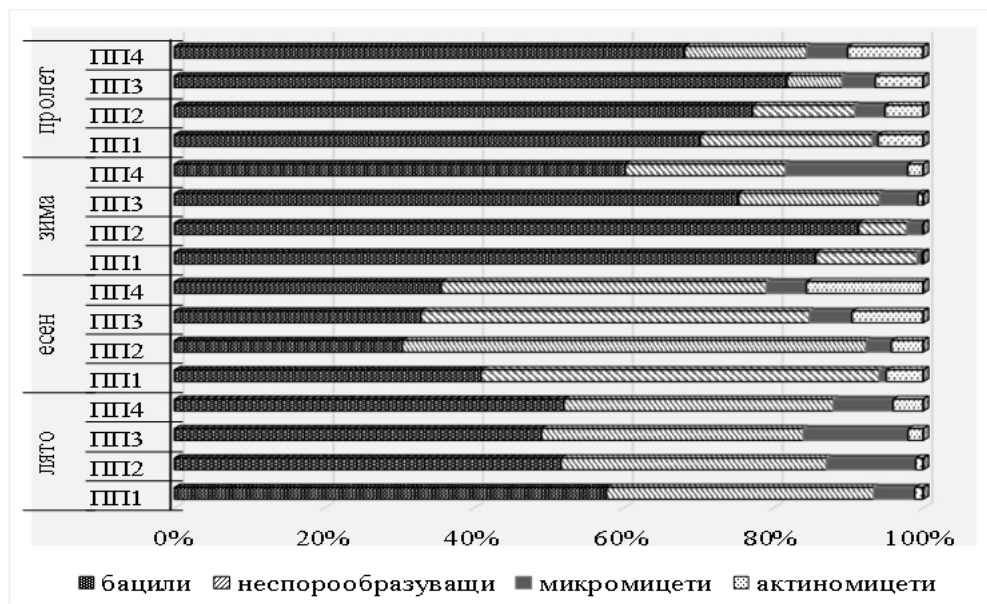
Фиг. 6. Взаимовръзка между изменението на надморската височина и общата биогенност (есен)

Fig. 6. Relationship between altitude change and total microbial number (autumn)



Фиг. 7. Взаимовръзка между изменението на надморската височина и общата биогенност (зима)

Fig. 7. Relationship between altitude change and total microbial number (winter)



Фиг. 8. Процентно разпределение на микробните през отделните сезони

Fig. 8. Percentage of microbial groups in different seasons

Таблица 3. Основни характеристики на изолираните микробни щамове
Table 3. Main characteristics of isolated microbial strains

	Bacillus subtilis	Bacillus subtilis	Bacillus amylolique- faciens	Bacillus cereus
Оцветяване по грам/ Gram staining	+	+	+	+
Форма/Shape	rod	rod	rod	rod
Ендоспори/ En- dospores	+	+	+	+
Анаеробен растеж/ Anaerobic growth	-	-	-	+
Хидролиза на нишесте/ Starch hydrolysis	+	+	+	+
Каталазна активност/ Catalase activity	+	+	+	+
Acid produced from Mannitol	+	+	+	-
Acid produced from Glucose	+	+	+	+
Acid produced from Lactose	-	-	+	-
Редукция на нитрати до нитрити/ Nitrate reduced to nitrite	+	+	+	+

Всички изследвани доминиращи щамове спадат към род *Bacillus* (Bergey's Manual of Systemic Bacteriology), който е често срещан в в почвата. Резултатите от анализ показват, че всички анализирани щамове са представители на групата на амонификаторите. Това означава протичане на активно превръщане на белтъчните вещества в амоняк и показва достатъчна хранителна база за протичане на процеса амонификация и последваща нитрификация. Отчитането на изолираните щамове, съответстват на протичащите засилени амонифициращи процеси през есенния сезон, поради постъпването на свежа органика от опада.

Заклучение

В резултат на проведеното изследване е установено, че сезонната динамика оказва въздействие върху биогенността на почвите през отделните сезони. Установени са два пика – пролетен и есенен. Те, както и промените в надморската височина определят активността и обилието на микробите. Сезонната изменчивост в постъпващата свежа органика през отделните сезони и промените в температурата и влажността оказват силно влияние върху структурата на микробоценоза. Установени преобладаващи щамове съответстват на протичащите динамични процеси на амонификация през есенния сезон.

Благодарности: Изследването е възможно благодарение на проект № Б22/07.03.2018 на НИС ЛТУ

Литература

- Kolarov, D., Pavlova, E., Pavlov, D., Doncheva-Boneva, M., Malinova, M., Tsvetkova, N., ... & Bencheva, S.** (2002). Intensive Monitoring of Forest ecosystem in Bulgaria. Sofia: *University of Forestry*, 160. ISBN 954-8783-57-6. C.160.
- Penkov, M.** (1995). Valuation of agricultural land in Bulgaria. *University of Architecture, Civil Engineering and Geodesy*, Sofia.
- Waldrop, M. & Firestone, M.** (2006). Seasonal Dynamics of Microbial Community Composition and Function in Oak Canopy and Open Grassland Soils. *Microbial Ecology*, 52(3), 470-479.
- Brant, J., Myrold, D. & Sulzman, E.** (2006). Root controls on soil microbial community structure in forest soils. *Oecologia*, 148(4), 650-659.
- Davis, K., Joseph, S. & Janssen, P.** (2005). Effects of growth medium, inoculum size, and incubation time on culturability and isolation of soil bacteria. *Applied and Environmental Microbiology*, 71, 826-834.
- Filcheva E. & Tsadilas, C.** (2002). Influence of Clinoptilolite and Compost on Soil Properties. *Communication of Soil Science and Plant Analysis*, 33, 595-607.
- Ganev, S.** (1990). Modern soil chemistry. *Science and art*, Sofia. p. 371 (Bg).
- Hamidovic, S., Colo, J., Delic, M., Jurkovic, J., Lalevic, B., Raicevic, V. & Talaie, M.** (2013). Seasonal Dynamic and Vertical Distribution of Microorganisms and Nutrients in Soils of Mostar Pit. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 78(2), 107-111.
- Kononova, M.** (1963). Organic soil. Its nature, properties and methods of study. *Academy of Sciences of the USSR*, Moscow. 314.
- Küsel, K., Wagner, C. & Drake, H.** (1999). Enumeration and metabolic product profiles of the anaerobic microflora in the mineral soil and litter of a beech forest. *FEMS Microbiology Ecology*, 29, 91-103.
- Lipson, D.** (2007). Relationships between temperature responses and bacterial community structure along seasonal and altitudinal gradients. *FEMS Microbiology Ecology*, 59(2), 418-427
- Malinova L., P. Pavlov & Hristov, B.** (2019). Content and stock of organic carbon in soils on the territory of Vitosha Nature Park, *Forestry ideas*, 25(2), 264-274.
- Margestin, R., Jud, M., Tschërko, D. & Schinner, F.** (2008). Microbial communities and activities in alpine and subalpine soils. *FEMS Microbiol Ecology*, 67(2), 208-218.
- Mondéjar, R., Voříšková, J., Větrovský, T. & Baldrian, P.** (2015). The bacterial community inhabiting temperate deciduous forests is vertically stratified and undergoes seasonal dynamics. *Soil Biology and Biochemistry*, 87, 43-50
- Parks, L.C. & Roland, M.** (1997). Handbook of Microbiological Media. *CRC Press, Inc*
- Rasche, F., Knapp, D., Kaiser, C., Koranda, M., Kitzler, B., Boltenstern, S., Richter, A. & Sessitsch, A.** (2011). Seasonality and resource availability control bacterial and archeal communities in soils of a temperate beech forest. *The ISME Journal*, 5(3), 389-402
- Snajdr, J., Cajthaml, T., Valaskova, V., Merhautova, V., Petrankova, M., Spetz, P., Leppanen, K. & Baldrian P.** (2011). Transformation of *Quercus petraea* litter: successive changes in litter chemistry are reflected in differential enzyme activity and changes in the microbial community composition. *FEMS Microbiology Ecology*, 75, 291-303.
- Vanmechelen, L., Groenemans, R. & Van Ranst, E.** (1997). Forest Soil Condition in Europe. Results of Large-Scale Soil Survey. *Brussels*, 261
- Yang, S., Tsai, S., Fan, H., Yang, C., Hung, W. & Cho, S.** (2006). Seasonal variation of microbial ecology in hemlock soil of Tachia Mountain. *Journal of Microbiology, Immunology and Infection*, 39(3), 195-205.