

БИОГЕНОСТ ОРГАНСКЕ ПРОСТИРКЕ РАЗЛИЧИТИХ ШУМСКИХ КУЛТУРА НА ДЕПОСОЛИМА РЕИК „КОЛУБАРА“

ЗОРАН МИЛЕТИЋ
ЗЛАТАН РАДУЛОВИЋ

Извод: У културама беле липе, дуглазије, црног бора, црне јове и јапанског ариша на депосолима РЕИК „Колубара“ испитивана је бројност основних физиолошких група земљишних микроорганизама у пролећном, летњем и јесењем периоду. Испитивања су обављена у циљу констатовања утицаја различитих шумских култура, њиховог лисног опада и микроеколошких услова које културе својим склопом успостављају на ревитализацију депосола.

Кључне речи: депосоли, шумске културе, органска простирка, земљишни микро-организми.

BIOGENY OF THE ORGANIC LITTER OF DIFFERENT FOREST PLANTATIONS ON
DEPOSOLS OF REIK "KOLUBARA"

Abstract: The density of the basic physiological groups of soil microorganisms was studied in five forest plantations of silver lime, Douglas-fir, Austrian pine, common alder and Japanese larch in the spring, summer and autumn periods on the REIK "Kolubara" deposols. The study was aimed at determining the effects of different forest plantations, their leaf litter and the microecological conditions on the deposol rehabilitation.

Key words: deposols, forest plantations, organic litter, soil microorganisms.

1. УВОД

Основни задатак рекултивације земљишта пошумљавањем је успостављање заштитне функције шума и обезбеђивање услова за природну ревитализацију земљишта, а тиме и ревитализацију простора у целини. Вештачки подигнути шумски екосистеми, на површинским коповима РЕИК „Колубара“, по успостављању склопа у потпуности обављају заштитну и хидролошку функцију (Шмит et al., 1997). Ревитализација земљишта, односно, враћање земљишту његових природних својстава, плодности и производне способности у највећој мери зависи од карактера продуктованих хумусних материја.

Лисни опад различитих шумских врста, примењених као монокултуре, представља главни извор органске материје за земљиште и основни енер-

*др Зоран Милетић, истраживач сарадник Института за шумарство, Београд
др Златан Радуловић, истраживач сарадник Института за шумарство, Београд
Истраживање су финансирали Министарство науке и заштите животне средине Републике Србије и Јавно предузеће за газдовање шумама „Србијашуме“ у оквиру пројекта: Избор врста дрвећа за пошумљавање и мелиорације ТП-6821А.*

гетски материјал за земљишне микроорганизме, који покрећу процесе трансформације органске материје у хумус и њене минерализације до крајњих продуката разлагања. У монокултурама приливање изумрлих органских остатака других, самониклих, зељастих врста и жбуња, које спонтано насељавају културе, значајније учествује само у просветљеним састојинама, које граде ређи склоп, односно само у случајевима када су микроклиматски и светлосни услови у састојини повољни.

Биохемијске процесе трансформације и разлагања органских остатака, под различитим културама у најбољој мери репрезентују односи појединих физиолошких група земљишних микроорганизама.

2. МЕТОДЕ РАДА

У монокултурама: беле липе (*Tilia tomentosa*), црне јове (*Alnus glutinosa*), црног бора (*Pinus nigra*), дуглазије (*Pseudotsuga taxifolia*) и јапанског ариша (*Larix leptolepis*) узимана је органска простирка у пролећном, летњем и јесењем периоду. У природном стању влажности узорака одређена је бројност основних физиолошких група земљишних микроорганизама: амонификатора на МРА агару, укупан број микроорганизама на земљишном агару, број олигонитрофила на агару Красиљникова, број актиномицета на синтетичком агару и број гљива на Чапековом агару. Одређивања су обављена у пролећном, летњем и јесењем периоду. Евидентиран број микроорганизама је прерачунат на ваздушно суво стање органске простирке.

3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Под испитиваним шумским културама, у хоризонту органске простирке дошло је до испољавања јако изражених разлика у бројности и односима између појединих физиолошких група земљишних микроорганизама (табела 1). На ово су, поред разлика у хемијској природи лисног опада, утицали и микроклиматски услови, који су створени под културама после успостављања пуног склопа, и приливање органских остатака самониклих врста, што обезбеђује разноврснији енергетски материјал за земљишне микроорганизме.

3.1 Амонификациони микроорганизми

У пролећном периоду у хоризонту органске простирке доминантну физиолошку групу, под свим културама изузев под дуглазијом, чине амонификациони микроорганизми, који се развијају на месопептонском агару. Веома високо учешће амонификатора у хоризонту органске простирке, коју претежно чине неразложени органски остаци, је разумљиво, с обзиром да свежа органска материја представља енергетски материјал који највише погодује овој физиолошкој групи.

У пролећном периоду, једино у култури дуглазије у хоризонту органске простирке, над амонификационим микроорганизмима је преовладао број минералогених микроорганизама који се развијају на земљишном агару. На овом огледном пољу је измерена изузетно мала количина лисног

опада, и хоризонт органске простирке је мале моћности. Зато се може закључити да је преовладавање минералогених микроорганизама резултат већег контакта органске материје неспецифичне природе, која погодује амонификаторима, са минералним делом земљишта, који погодује минералогеним микроорганизмима.

У летњем осматрању под свим културама констатовано је нагло смањивање броја амонификационих микроорганизама у хоризонту органске простирке. То је делимично изазвано јаком и дуготрајном сушом и неповољним условима за биолошку активност, јер је поред амонификационих микроорганизама јако редукован број и свих осталих физиолошких група. Смањење бројности амонификационих микроорганизама је јаче изражено него смањење олигонитрофилних и минералогених микроорганизама, те је у летњем периоду промењен њихов однос. Оваква промена односа указује да је у хоризонту органске простирке

Табела 1- Бројности земљишних микроорганизама у хоризонту органске простирке под различитим шумским културама

Table 1- Density of soil microorganisms in the organic litter horizon under different forest plantations

Култура	Физиолошка група земљишних микроорганизама	Пролеће	Лето	Јесен	Просек	σ	В
		×1000 микроорганизама/1 грам органске простирке					
Липа	Амонификатори	20774,6	679,3	1515,8	7656,5	11368,2	148,5
	Ук. бр. на земљ. аг.	7821,2	1568,6	3763,8	4384,6	3172,2	72,3
	Олигонитрофи	848,3	133,1	1873,4	951,6	874,7	91,9
	Гљиве	59,4	147,1	272,5	159,7	107,1	67,1
	Актиномицете	93,3	0,0	85,2	59,5	51,7	86,9
Дуглазија	Амонификатори	2547,1	134,2	1126,0	1269,1	1212,8	95,6
	Ук. бр. на земљ. аг.	3339,6	475,6	3631,5	2482,2	1743,9	70,3
	Олигонитрофи	2099,4	12,2	1928,4	1346,7	1158,8	86,1
	Гљиве	127,1	12,2	98,5	79,3	59,8	75,4
	Актиномицете	0,0	0,0	140,8	46,9	81,3	173,3
Црни бор	Амонификатори	381,8	31,1	184,5	199,1	175,8	88,3
	Ук. бр. на земљ. аг.	17,0	91,6	1245,6	451,4	688,8	152,6
	Олигонитрофи	34,5	58,2	1691,6	594,8	950,0	159,7
	Гљиве	13,3	0,8	30,8	14,9	15,1	101,1
	Актиномицете	9,7	0,0	0,0	3,2	5,6	175,0
Црна јова	Амонификатори	2468,4	83,3	4771,7	2441,2	2344,3	96,0
	Ук. бр. на земљ. аг.	647,4	8,3	13420,5	4692,1	7565,8	161,2
	Олигонитрофи	447,7	1166,7	8526,0	3380,1	4470,9	132,3
	Гљиве	211,8	175,0	842,1	409,6	375,0	91,5
	Актиномицете	190,8	18,6	135,1	114,8	87,9	76,5
Ариш	Амонификатори	1282,6	210,9	791,6	761,7	536,5	70,4
	Ук. бр. на земљ. аг.	302,5	968,8	2849,8	1373,7	1321,0	96,2
	Олигонитрофи	205,7	234,4	1965,8	802,0	1008,0	125,7
	Гљиве	96,8	109,4	343,0	183,1	138,6	75,7
	Актиномицете	6,1	0,0	26,4	10,8	13,8	128,0

под свим културама, већ у пролећном периоду, већи део протеинског азота из органске материје неспецифичне природе утрошен, било за синтетске процесе микроорганизама или за синтезу хумусних материја.

У јесењем периоду, бројност амонификационих микроорганизама се под свим културама поново повећала. То је свакако проузроковано почетком приливања нових количина лисног опада, а самим тим и протеина. Због јаке суше у летњем периоду фенофаза опадања лишћа је код већине култура наступила знатно раније него што би се очекивало у просечној климатској години, те је приликом узимања узорача хоризонт органске простирке садржавао и извесне количине тек опалог лишћа. Повољни услови влажности у јесењем периоду су утицали да се поново успоставе интензивни микробиолошки процеси.

3.2 Укупан број микроорганизама на земљишном агару

Укупан број микроорганизама који се развијају на земљишном агару показује потпуно супротну динамику у односу на амонификационе У хоризонту органске простирке под свим културама, изузев под липом, број ових микроорганизама је највећи у јесењем периоду. Ови микроорганизми за своје синтетске процесе користи исте биљне асимилативе, пре свега, минералне облике азота, као и више биљке. Они индицирају високе количине биљкама приступачних асимилатива.

Значај ових микроорганизама се огледа у томе што они спречавају губљење хранљивих материја из средине у којој су активни, јер својим синтетским процесима лако растворљиве облике хранљивих материја, који су подложни испирању, уграђују у своју ћелијску супстанцу и на тај начин их поново преводе у органске облике.

Повећан укупан број микроорганизама на земљишном агару у јесењем периоду под испитиваним културама је резултат већег присуства минералних облика хранљивих материја у 0/1h хоризонту, који су се процесима минерализације, у току године, ослободили из органске простирке.

Под испитиваним културама у хоризонту органске простирке далеко већи укупни број микроорганизама на земљишном агару констатован је под лишћарским културама у односу на четинарске. То је резултат већег садржаја хранљивих материја у опаду, а самим тим, и већих количина ослобођених биљних асимилатива минерализацијом у току године. Највећи број минералогених микроорганизама у хоризонту органске простирке је констатован под културом јове, а затим липе. Код четинарских врста укупан број микроорганизама на земљишном агару је највећи код дуглазије, затим ариша, а најмањи код црног бора.

3.3 Олигонитрофилни микроорганизми

Микроорганизми ове физиолошке групе се задовољавају малим количинама азота из органске материје, а делимично су способни да, поред органског азота, користе и атмосферски азот. То значи да су у стању да за своје синтетске процесе користе органску материју веома широког C/N односа. Њихов значај се огледа у томе што изумирањем ових микроорганизама долази до ослобађања органске материје богатије азотом, а самим тим и повољније хемијске природе од материје коју користе. Радом ових

микроорганизама C/N однос се сужава, јер се активношћу олигонитрофила органска простирка и земљиште обогаћује атмосферским азотом, а део угљеника се издваја у облику CO₂.

Код већине испитиваних врста, највећи број олигонитрофила констатован је у јесењем периоду. У време узимања узорача за микробиолошка испитивања, у јесењем периоду, фенофаза опадања лишћа је већ почела. То значи да је код већине огледних поља на површину земљишта доспео органски материјал широког C/N односа, који највише погодује овој физиолошкој групи, јер у таквој средини олигонитрофили немају већу конкуренцију других врста. У пролећном периоду бројност олигонитрофила код већине врста је мања у односу на јесењи. То може бити резултат сужавања односа угљеника и азота у току зимског периода, јер су у овом периоду асцедентни токови најизраженији, а то доводи до издвајања и испирања најрастворљивијих фракција лисног опада као што су моно и дисахариди који из органске простирке износе угљеник, а не износе азот.

У органској простирци под већином испитиваних шумских култура у летњем периоду дошло је до јаког смањивања броја олигонитрофилних микроорганизама. Овакво драстично смањење бројности ове физиолошке групе је једним делом резултат високих температура и неповољних услова влажности у овом делу године, али, такође, и даљег сужавања C/N односа органске материје под дејством других физиолошких група, али и самих олигонитрофила.

3.4 Гљиве

Под свим испитиваним културама у хоризонту органске простирке бројност гљивичних микроорганизама показује јаку сезонску динамику. Најмањи број ових микроорганизама је евидентиран у летњем периоду, што је последица дуготрајне суше и неповољних услова влажности. Под утицајем ове физиолошке групе земљишних микроорганизама органска материја се не разлаже до крајњих продуката разлагања, а продукти разлагања најчешће имају киселу реакцију. Под утицајем гљивичних микроорганизама из органске материје неспецифичне природе често се ослобађају јаке органске киселине (сирћетна, оксална, лимунска и сл.), које са минералним облицима хранљивих материја граде јако растворљива и мобилна једињења која лако мигрирају кроз земљишни солум. Често продукти разлагања гљивичних микроорганизама јако агресивно делују на минералну компоненту.

Микробиолошким анализама на испитиваним површинама констатован је само укупан број гљива, али није извршена и њихова детерминација по врстама. Продукти разлагања различитих врста гљивичних микроорганизама могу бити јако различити, при чему немају сви једнаку улогу у процесима хумификације. Због тога се укупан број гљива може узети само као оријентациони показатељ правца трансформације органске материје, и то само у односу према укупном броју актиномицета.

3.5 Актиномицете

Микроорганизми ове физиолошке групе представљају јако енергичне дехумификаторе, јер су способни да разложе и најтеже разложиве материје

је као што су хумусне. Њиховом активношћу органска материја се потпуно разлаже до крајњих продуката минерализације које чине угљендиоксид и вода. При овоме се из органске материје интензивно ослобађају биљни асимилативи у минералном облику.

У годишњој динамици броја актиномицета у хоризонту органске простирке под свим културама евидентиран је мали број ових микроорганизама у летњем периоду. Под липом, јовом и црним бором највећи број актиномицета је констатован у пролећном осматрању, а под дуглазијом и аришом у јесењем.

Највећи средњи годишњи број актиномицета констатован је под културом јове, а затим под културом липе. Под четинарским културама актиномицете су показале далеко мању бројност, а нарочито под црним бором. Далеко већи број актиномицета под лишћарским културама у односу на четинарске указује на брже кружење материја у екосистему и већу ефективну плодност земљишта.

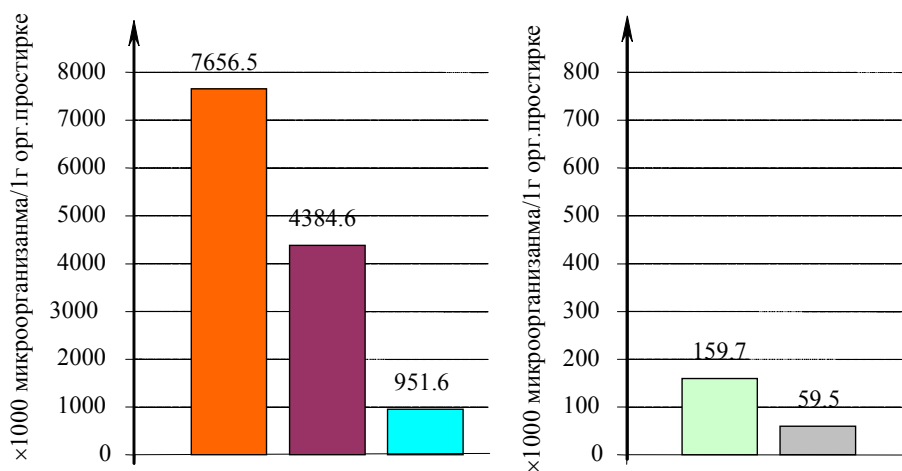
3.6 Односи између појединих физиолошких група

На огледном пољу под културом липе у хоризонту органске простирке преовлађују процеси синтезе хумуса, а не разлагања органске материје до крајњих продуката разлагања. На то указује преовладавање амонификационих микроорганизама над минералогеним на земљишном агару (графикон 1). У процесу разлагања органске материје преовлађују гљиве над актиномицетама, што значи да се минерализација не одвија до крајњих продуката и да процес трансформације свеже органске материје иде у правцу стварања хумусних материја. Амонификациони микроорганизми такође преовлађују над олигонитрофилима.

Према Трофимовој и Тарановој (цит. Ве се ли но вић, Н., Марковић, Д. 1975) сужавањем односа олигонитрофилних и амонификационих микроорганизама расте однос угљеника хуминских и угљеника фулво киселина. То значи да под културом липе долази до синтезе благог (зрелог) хумуса ширег Ch/Cf односа.

Под културом јове (графикон 2), доминантну физиолошку групу чини укупан број микроорганизама на земљишном агару. Њихово преовладавање над амонификационим микроорганизмима индицира да у хоризонту органске простирке преовлађују процеси разлагања над процесима синтезе хумуса, разлагање се одвија до крајњих продуката, а биљни асимилативи се појављују у минералним облицима.

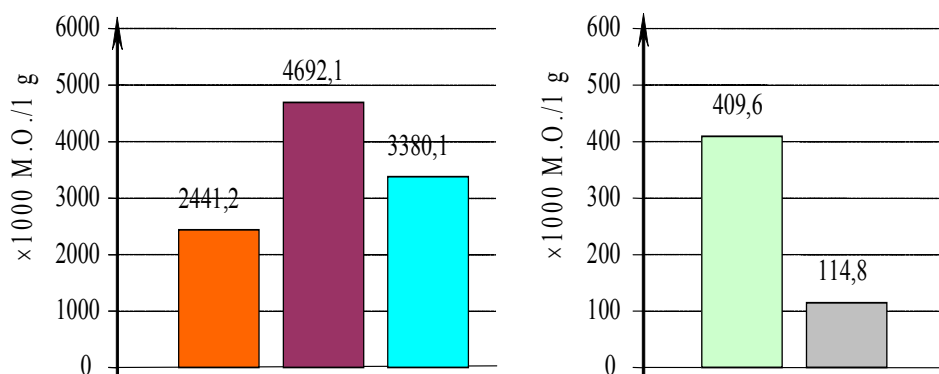
Под културом јове (графикон 2), олигонитрофилни микроорганизми преовлађују над амонификационим, што је неочекивано, јер лисни опад јове садржи велику количину азота. Постоји могућност да је преовладавање олигонитрофила над амонификационим микроорганизмима последица високог присуства актиномицета, које енергично разлажу сву органску материју па и онај енергетски материјал који погодује амонификаторима. То може да значи да амонификациони микроорганизми имају јаку конкуренцију у исхрани, те да је њихова бројност услед тога смањена.



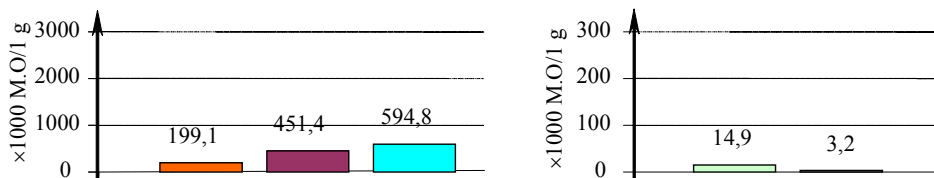
ЛЕГЕНДА:

- Амонификациони микроорганизми на МПА
- Укупан број микроорганизма на земљишном агару
- Олигонитрофили на Ержбијевом агару
- Укупан број гљива на Чапековом агару
- Актиномицете на синтетичком агару

Графикон 1- Средња годишња бројности различитих физиолошких група земљишних микроорганизама у органској простирци под културом лије
 Diagram 1- Mean annual density of different physiological groups of soil microorganisms in organic litter under lime plantation



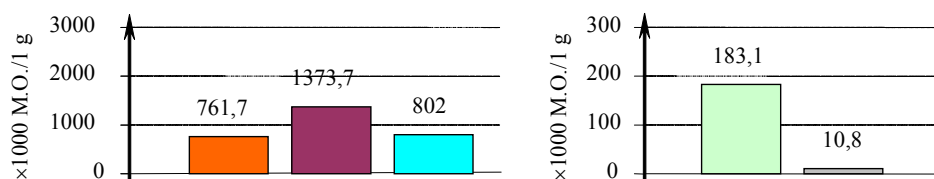
Графикон 2- Средња годишња бројности различитих физиолошких група земљишних микроорганизама у органској простирци под културом црне јове
 Diagram 2- Mean annual density of different physiological groups of soil microorganisms in organic litter under common alder plantation



Графикон 3- Средња годишња бројност различитих физиолошких група земљишних микроорганизама у органској простирци под културом црног бора
 Diagram 3- Mean annual density of different physiological groups of soil microorganisms in organic litter under Austrian pine plantation

Под културама црног бора бројност свих испитиваних физиолошких група је изузетно мала. Тиме су и биохемијски процеси трансформације органских остатака успорени. У органској простирци минералогени микроорганизми преовлађују над амонификационим. То, при овако ниској биогености органске простирке, значи да постоји јака конкуренција у исхрани између микроорганизама и виших биљака, јер су минералогени микроорганизми у повољнијој позицији да искористе ослобођене биљне асимилативе из органске простирке. Такође, и олигонитрофилни микроорганизми преовлађују над амонификационим, што индицира да се стварају нискомолекуларне хумусне материје широког односа хуминских и фулво киселина.

Под културом ариша бројност испитиваних група земљишних микроорганизама је, такође, мала (графикон 4), али је нешто већа него под боровим. У односу на простирку под културом црног бора у аришевој култури знатно већи део органске простирке чине изумрли остаци самониклих врста. То је последица добре просветљености аришевих састојина и повољних светлосних услова за развој самониклих врста. То, такође, обезбеђује разноврснији енергетски материјал за земљишне микроорганизме. Истовремено продирање светлости до површине земљишта обезбеђује боље топлотне услове у органској простирци, а редак склоп да и мале количине падавина, које се код култура густог склопа расходују на интерцепцију, повећају влажност простирке.

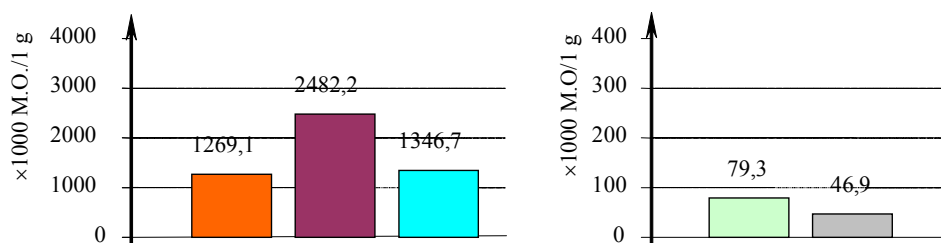


Графикон 4- Средња годишња бројност различитих физиолошких група земљишних микроорганизама у органској простирци под културом јапанског ариша
 Diagram 4- Mean annual density of different physiological groups of soil microorganisms in organic litter under Japanese larch plantation

Под културом дуглазије услови за биохемијску активност земљишних микроорганизама су далеко неповољнији него под другим културама, јер ова сциофилна врста ствара густ склоп и ствара јаку засену. Тиме су и топ-

лотни услови за активност земљишних микроорганизама мање повољни него под другим културама. Истовремено густ склоп, омогућава већу интерцепцију, а то значи да мале падавине, нарочито у летњем периоду неће доспети до површине земљишта и неће утицати на влажност простирке. Неповољни светлосни услови под културом дуглазије онемогућавају развој самониклих зељастих и дрвенастих врста, па је лисни опад дуглазије готово једини извор органске материје за земљиште.

И поред овако неповољних микроеколошких услова под културом дуглазије је констатована већа бројност земљишних микроорганизама него под другим четинарским културама (графикон 5). То значи да је опад дуглазије далеко повољнији енергетски материјал за земљишне микроорганизме од опада црног бора и ариша, и да се процеси ревитализације земљишта под дуглазијом одвијају брже него под њима.



Графикон 5- Средња годишња бројности различитих физиолошких група земљишних микроорганизама у органској просипци под културом дуглазије

Diagram 5- Mean annual density of different physiological groups of soil microorganisms in organic litter under Douglas-fir plantation

4. ЗАКЉУЧЦИ

- Укупна слика земљишне микрофлоре, на свим испитиваним депоситима указује да су на овим антропогеним земљиштима под утицајем шумских култура, њиховог опада, успостављени биохемијски процеси.
- Број свих испитиваних физиолошких група које стварају хумус и оних које га разлажу, као и њихови односи, зависе од карактеристика лисног опада и од микроеколошких услова који се супостављају после склапања култура.
- Далеко већу бројност свих испитиваних физиолошких група у хоризонту органске простирке, поседују земљишта под лишњарским културама (липа и јова), док ниску бројност поседују земљишта под црним бором, дуглазијом и аришом.
- Под културом липе преовлађују процеси синтезе хумуса над процесима разлагања до крајњих продуката. Интензивни процеси синтезе хумуса обезбеђују брзу ревитализацију земљишта. Под културом јове већи део лисног опада се разлаже до крајњих продуката, при чему долази до превођења хранљивих материја из органских у минералне облике. Само мањи део органске простирке се трансформише у хумус. У односу на липу јова, примењена као монокултура остварује слабије ефекте на ревитализацију земљишта.

- Ниска бројност свих физиолошких група земљишних микроорганизама у културама четинарских врста индицира успорене процесе разлагања и трансформације органских остатака у хумус. Под културама црног бора већи део продуката разлагања чине органске киселине и нискомолекуларне хумусне материје, јер доминантну групу земљишних микроорганизама чине олигонитрофили. Разлагање органске материје се не одвија до крајњих продуката, а продукти разлагања имају киселу реакцију. Ревитализација земљишта је успорена. На нешто повољнију слику земљишне микрофлоре под аришовим културама, а тиме и на процесе ревитализације земљишта утицало је приливање органских остатака самониклих врста који су погоднији енергетски материјал за земљишне микроорганизме у односу на аришове четине, а такође и повољнији светлосни и топлотни услови на површини земљишта. Укупна слика земљишне микрофлоре под културама дуглазије указује да се овде процеси ревитализације земљишта знатно интензивније одвијају него под црним бором и аришом иако су услови осветљености површине земљишта неповољни.

ЛИТЕРАТУРА

- Веселиновић, Н., Марковић, Д., Пено, М., Вулетић, Д. (1984): *Анализа развоја култура црног бора (Pinus nigra Arn.) на њесковийим одлағалиишима њовршинског кођа РЕИК “Колубара”*. Земљиште и биљка, Вол. 33, бр. 1, Београд.
- Веселиновић, Н., Марковић, Д. (1975): *Уишцај шумско узгојних мера на оишћу биоже-ностй и њедолошка својсйва земљишја њод смрчевим сасћојинама на Кођаонику*. Академија наука и уметности БиХ, Посебна издања, XXIII књ. 8, Сарајево.
- Милетић, З. (2004): *Развој земљишја на одлағалиишима РЕИК “Колубара” њод уишцајем шумских култура*. Докторска дисертација одбрањена на Шумарском факултету у Београду.
- Тешић, Ж., Годоровић, М. (1988): *Микробиологија*, Унив. уџб., Научна књига, Београд.
- Šmit, S., Veselinović, N. (1997): *Reculvation bu Aforestation of Minespoil Banks of Opencast Lignite Mine “Kolubara”*. Posebna izdanja Instituta za šumarstvo, Beograd.

BIOGENY OF THE ORGANIC LITTER OF DIFFERENT FOREST PLANTATIONS ON DEPOSOLS OF REIK “KOLUBARA“

Zoran Miletić
Zlatan Radulović

Summary

The significant differences in the relationship of physiological groups of soil microorganisms were identified at the study localities. They result from the chemical nature of leaf litter, which is the major energy material for soil microorganisms in forest plantations, and simultaneously different microclimate conditions created by the plantations by their canopy.