

ВАРИЈАБИЛНОСТ САДРЖАЈА УГЉЕНИКА И АЗОТА У ШУМСКОЈ ПРОСТИРЦИ У САСТОЈИНАМА ГОРЊЕИБАРСКОГ ШУМСКОГ ПОДРУЧЈА

САБАХУДИН ХАДРОВИЋ¹

ЗОРАН МИЛЕТИЋ

АЛЕКСАНДАР ЛУЧИЋ

САША ЕРЕМИЈА

Извод: Шумска простирка може се дефинисати као укупни органски материјал који се налази на површини минералног дела земљишта, без обзира на степен распадања поменутог материјала. Неоспорно је да је у шумској простирци нагомилана (акумулирана) знатна количина угљеника и азота, и да је она различита, у зависности од: врсте састојине, старости састојине, врсте дрвећа, развијености круне итд. Шумска простирка директно утиче на физичка и хемијска својства земљишта и на педогенетске процесе те представља једну од најважнијих карика размене материја између састојине, земљишта и атмосфере. Шумски екосистеми садрже више угљеника по јединици површине него било који други тип коришћења земљишног простора. Шумска земљишта садрже око 40% укупног угљеника у оквиру шумског екосистема, тако да имају велики значај у систему управљања шумама. Истраживања садржаја угљеника и азота у шумској простирци вршена су у 12 састојина, у оквиру Горњеибарског шумског подручја, на подручју Новог Пазара. Добијени резултати говоре о томе да су разлике евидентне и да исте зависе од свих поменутих фактора.

Кључне речи: шумска простирка, угљеник, азот, састојина, земљиште

VARIABILITY OF CARBON AND NITROGEN CONTENT IN THE LITTERFALL IN DIFFERENT STANDS OF GORNJI IBAR FOREST AREA

Abstract: Litterfall can be defined as the total organic material in the surface layer of the mineral part of the soil, regardless of its degree of decomposition. It cannot be disputed that there are significant carbon and nitrogen stored (accumulated) in the litterfall, the amount of which depends on the stand type, the stand age, the tree species, the crown development degree, etc. The litterfall directly affects the physical and chemical properties of the soil and pedogenetic processes. It is one of the most significant links in the exchange of matter between the stand, the soil, and the atmosphere. Forest ecosystems contain more carbon per unit area than any other type of land use. Forest soils have about 40% of the total carbon within the forest ecosystem. Therefore they are of great importance in the forest management system. The content of carbon and nitrogen content in the litterfall was investigated in 12 stands within the Gornji Ibar forest area, in the area of Novi Pazar. The obtained results point to evident differences that depend on all the above-stated factors.

Keywords: litterfall, carbon, nitrogen, stand, soil

¹ др Сабахудин Хадровић, научни сарадник; др Зоран Милетић, виши научни сарадник; др Александар Лучић, виши научни сарадник; др Саша Еремија, научни сарадник, Институт за шумарство Београд

1. УВОД

У стабилним шумским екосистемима успостављено је равнотежно стање кружења хранљивих материја које биљке користе за сопствену исхрану и од којих синтетишу органску материју потребну за изградњу њихових ћелија и ткива. Угљеник је најважнији макроелемент исхране шумског дрвећа и осталих аутотрофних биљака. Он улази у састав свих органских једињења. За разлику од осталих елемената исхране, које биљке усвајају из земљишта, извор угљеника за исхрану биљака је атмосфера. Шумско дрвеће и остали аутотрофни организми користе атмосферски угљеник у облику CO_2 и у сложеним физиолошком процесима преводе га у органске облике. Преко изумрлих органских остатака органски угљеник доспева на и у земљиште.

У шумским екосистемима главни извор органског угљеника за земљиште је лисни отпад. Ово је главни градивни елемент органског материјала из којег се формира органска простирка на шумским земљиштима. Приливање органске материје у шумско земљиште, а тиме и угљеника, који је главни градивни елемент свих органских једињења, у великој мери зависи од шумске фитоценозе која је образована на земљишту, али и од састојинских услова, у првом реду од склопа састојине. Укупан годишњи прилив органске материје у једном те истом шумском екосистему варира од године до године. То зависи од хидролошког карактера године, односно, од услова влажности земљишта и температуре ваздуха, од којих зависи одвијање физиолошких процеса код биљака и продукција биомасе. Количина органског угљеника у земљишту, под шумским екосистемима, резултат је динамичке равнотеже његовог приливања у земљиште и његовог губљења из земљишта, током процеса биохемијског сагоревања.

Изумрли органски остаци, који доспевају у земљиште, представљају основни енергетски материјал за сапрофитне микроорганизме. Њиховом биохемијском активношћу органска материја подлеже процесима разлагања. Део органске материје се, преко бројних међупродуката разлагања, разлаже до крајњих продуката. Биљни асимилативи из органске материје, а тиме и угљеник, појављују се у онаквом облику у каквом га користе биљке за своју исхрану. Овиме се затвара циклус кружења хранљивих материја у екосистему. Други део свеже органске материје која приспева на земљиште и у њега, подлеже процесима трансформације у хумус. То се дешава када међупродукти разлагања изумрлих органских остатака ступе у међусобну синтезу, награђујући, при томе, специфична органска једињења (хумус), која су знатно отпорнија на процесе биохемијске разградње.

Земљиште представља средину у којој долази до застоја у кружењу угљеника у екосистему. Тиме је концентрација угљендиоксида у атмосфери мања. Однос C/N један је од основних карактеристика органске материје од које зависи брзина разлагања. Органска материја уског C/N односа представља повољан енергетски материјал за сапрофитне микроорганизме, због чега се, у повољним педохемијским срединама (повољним топлотним условима, условима влажности и аерисаности), брзо разлаже. Органска материја уског

C/N односа највећим се делом разлаже до крајњих продуката разлагања, а мањим делом трансформише се у хумус. Проудуковане хумусне материје чине благи или зрели - хранљиви хумус, који повољно делује на друга земљишна својства.

Органска материја уског C/N односа није повољан енергетски материјал за сапрофитне микроорганизме. Скоро сав азот из органске материје користе микроорганизми за синтезу сопствених протеина, а само мали део остаје за више биљке. Процесима разлагања из шумске простирке ослобађају се органске киселине и нискомолекуларне фулвокиселине, које обављају ацидификацију земљишта и агресивно делују на минералну компоненту.

Значај угљеника и његово везивање у шумским екосистемима углавном је предмет истраживања везаних за биомасу. Тако постоје бројни научни радови везани за утврђивање, премере и коришћење биомасе стабала и састојина. Значајни су радови који су коришћени за добијање општих једначина за процену биомасе стабала букве у централној Европи (Wutzler, T. *et al.*, 2008). Исто тако, Joosten, R. *et al.*, 2004. наводе регресивне једначине за процену угљеника у биомаси стабала европске букве. У Хрватској су вршена истраживања биомасе стабала за неколико врста дрвећа: буква, пољски јасен, храст лужњак, граб и липа (Lukić, N., Kružić, T., 1996). У Србији су истраживања везана за производњу и коришћење биомасе у енергетске сврхе (Орловић, С. *et al.*, 2003; Васиљевић, А., Главоњић, Б., 2008; Кнежевић, Н., 2010; Јездимировић, Ј., Митровић, С., 2010., Рончевић, С. *et al.*, 2012). Залихе угљеника у дрвету шумских екосистема Србије процењене су на бази добијених података о запремини дрвета у Националној инвентури шума Србије, при чему су коришћени општи фактори за превођење запремине у биомасу (Кадовић, Р. *et al.*, 2007; Банковић, С. *et al.*, 2009). Значајнија научна истраживања биомасе и залихе угљеника природних шума изведена су до сада само у високим састојинама букве (Копривица, М., Матовић, Б., 2011; Копривица, М. *et al.*, 2012). Кадовић, Р. *et al.*, 2012. Хадровић, С. 2015; Хадровић, С. *et al.*, 2019; проучавали су садржај органског угљеника у неким шумским земљиштима у Србији. Хадровић, С., 2015; Хадровић, С. *et al.*, 2019. истраживали су акумулацију угљеника и азота у шумској простирци, шумском земљишту и шумској биомаси.

На основу проучене литературе закључује се да је потребно детаљније истражити садржај угљеника и азота у шумској простирци, земљишту и биомаси, како по типовима земљишта, тако и по врстама дрвећа, са циљем да се да одговор како и на који начин да се повећа складиштење угљеника и азота у шумском екосистему чиме би се пружио допринос истраживањима могућности смањења глобалног загревања, уз очување биодиверзитета, повећање биомасе и очување шумског земљишта као трајног ресурса .

2. ОБЈЕКАТ ИСТРАЖИВАЊА И МЕТОД РАДА

Истраживања садржаја угљеника и азота у шумској простирци извршена су у различитим састојинама на подручју Горњеибарског шумског подруч-

ја, односно, у ШГ „Шумарство” Рашка Шумска управа Нови Пазар. Узорци органске простирке узети су, по истом принципу, на дванаест примарних површина. У лабораторији Института за шумарство у Београду одређена је количина масе шумске простирке (у kg/m^2), потом је одређен процентни садржај угљеника и азота, однос C/N и количина угљеника и азота у kg/m^2 . Садржај угљеника у шумској простирци одређен је методом Anstteta 1956 (Пономарева, В.В., Плотникова, Т.А., 1975), мокрим сагоревањем у раствору CrO_3 (хром VI оксид) у сумпорној киселини. Угљеник је одређен титрацијом раствором морове соли (амонијум феросулфат), концентрације 0,2 mol/l. Садржај укупног азота у шумској простирци одређен је методом Ansteta 1956 (Пономарева, В.В., Плотникова, Т.А., 1975), мокрим сагоревањем у раствору CrO_3 (хром VI оксид) у сумпорној киселини. При овоме, азот је одређиван дестилацијом амонијака и титрацијом сумпорном киселином. Количина органског угљеника и азота у јединицама масе по јединици површине одређена је рачунским путем из процентуалног учешћа угљеника и азота у органској простирци и запреминске густине простирке.

3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА

На основу истраживања садржаја угљеника и азота на огледним површинама у 12 састојина на подручју Новог Пазара, и резултата добијених у лабораторији Института за шумарство у Београду, дат је табеларни преглед добијених резултата за свако огледно поље. Треба напоменути да је складиштење угљеника знатно присутније те угљеник има веће процентуално учешће и већу масу, изражену у kg/m^2 , у односу на азот. Међутим, свеукупни значај акумулације (складиштења) оба ова елемента изузетно је значајан и драгоцен за биљни свет, поготово у смањењу емисије штетних гасова .

3.1 Акумулација угљеника у органској простирци

Резултати добијени на огледним пољима различитих састојина приказани су у табели 1. У неким даљим истраживањима свакако треба проширити анализе на још више површина, те у проналажењу састојина са максималним садржајем органске материје и са што већим процентуалним садржајем угљеника и азота.

Табела 1. Акумулација угљеника и азота у органској простирци, однос C/N и маса шумске простирке

Table 1 Accumulation of carbon and nitrogen in litterfall, C/N ratio and litterfall mass

	Састојина / Stand	Маса шумске простирке / Litterfall mass	C	N	C/N	C
		kg/m^2	%	%		kg/m^2
1	састојина букве, цера, граба и храста китњака	6,6	24,84	1,16	21,5	1,65
2	састојина изданачке букве	14,0	17,67	1,09	16,3	2,47

	Састојина / Stand	Маса шумске простирке / Litterfall mass	C	N	C/N	C
		kg/m ²	%	%		kg/m ²
3	састојина цера	13,8	33,73	0,88	38,5	4,66
4	састојина леске	6,8	23,57	1,16	20,4	1,61
5	леска, граб	9,9	17,85	1,23	14,6	1,77
6	култура дуглазије	2,5	27,01	1,30	20,9	0,66
7	састојина црног бора	8,7	26,65	0,81	33,1	2,32
8	култура црног бора	3,9	26,97	1,02	26,6	1,04
9	граб, јасика, буква, леска	2,7	23,83	1,23	19,5	0,65
10	чиста састојина високе букве	6,6	25,78	1,44	18,0	1,70
11	састојина храста китњака и цера	1,90	28,88	1,58	18,3	0,54
12	састојина смрче	10,9	15,76	0,46	34,6	1,72

Приказани подаци представљени су и на графикону 1, на којему се јасно уочава разлика између појединих састојина и количине C у kg/m². Састојина цера има 4.66 kg/m², док у култури дуглазије та вредност износи 0,66 kg/m², а најмања вредност је у мешовитој састојини храста китњака и цера, где износи 0,54 kg/m².

Највећа количина угљеника у шумској простирци констатована је на огледном пољу 3 (табела 1), у састојини цера (4,66 kg C/m²). На истој огледној површини констатован је и најшири однос угљеника и азота. Према бројним литературним изворима, четинарске врсте требало би да имају знатно шири однос угљеника и азота у опалом лишћу. Међутим, у изумрлој органској простирци, под испитиваном церовом шумом, значајан удео чине дрвенасти фрагменти, гранчице, жир и сл. То може да буде узрок овако широког односа угљеника и азота. Широки C/N однос органске простирке под церовом шумом истовремено значи да је органска материја овде неповољан енергетски материјал за сапрофитне микроорганизме. Биохемијски процеси разлагања одвијају се успорено, што резултира акумулацијом органског угљеника већ у шумској простирци. На буковим стаништима, топлотни услови педохемијске средине у којој се одвијају биохемијски процеси увек су мање повољни него на храстовим стаништима, због нижих температура ваздуха у буковим састојинама.

После церове састојине, друга по количини органског угљеника везаног у органској простирци је састојина букве на огледном пољу 2. Однос угљеника и азота у органској простирци је узак, што значи да је органска материја повољан енергетски материјал за земљишне микроорганизме. Међутим, до застоја у минерализацији органске материје ипак долази, што резултира јачом акумулацијом органског угљеника у шумској простирци. То може да буде резултат мање повољних станишних услова за активност сапрофитних микроорганизама.

Веома неповољан материјал за сапрофитне микроорганизме је шумска простирка која је анализирана под састојином црног бора на огледном пољу 7. Однос угљеника и азота на овом пољу је 33,1, што је свакако, уз остале услове средине, утицало на доста значајну акумулацију угљеника у органској простирци ($2,32 \text{ kg/m}^2$).

У шумској простирци под културом црног бора на огледном пољу 8 констатован је приближно исти процентуални садржај угљеника као и на огледном пољу 7, међутим, садржај укупног азота је знатно већи. Повећан садржај азота у органској простирци под боровом културом на пољу 8, у односу на простирку на пољу 7, може да буде последица већег присуства других зељастих и дрвенастих врста, а које садрже више азота у изумрлим остацима. Такође, постоји могућност да су микростанишни услови у овој боровој култури повољнији за активност олигонитрофила (слободних азотофиксатора), који за сагоревање органске материје користе атмосферски азот. Њиховим изумирањем у органској простирци долази до приливања органске материје веома богате азотом. Већа количина укупног азота у шумској простирци под културом црног бора на пољу 8 резултирала је ужим C/N, што је проузроковало брже разлагање органске материје и слабију акумулацију угљеника у шумској простирци у односу на другу борову културу. Шумска простирка под културом смрче на огледном пољу 12 има још неповољнији однос угљеника и азота, у односу на борову састојину. Међутим, акумулација угљеника у шумској простирци смрчеве састојине мања је него у боровој састојини на пољу 7 где су услови разлагања неповољни, а већа него у боровој састојини на пољу 8, где су услови за разлагање повољнији.

Шумску простирку под културом дуглазије на огледном пољу 6 карактерише висок процентуални садржај угљеника. Поред високог садржаја угљеника у шумској простирци у састојини дуглазије, висок је и садржај укупног азота, а C/N однос знатно ужи него код аутохтоних четинара, па чак и него код многих лишћара. Због тога је и акумулација угљеника под културом дуглазије, слаба ($0,66 \text{ kg/m}^2$).

Остале анализиране састојине су мешовите и флористички веома богате. Шумску простирку чини веома разноврстан изумрли материјал састављен од остатака различитих биљних врста. Овак разноврстан енергетски материјал за сапрофитне микроорганизме омогућава интензивну активност различитих физиолошких група земљишних микроорганизама, при чему долази и до интеракција утицаја. Углавном је акумулација угљеника у органској простирци, под оваквим састојинама, мања него под монокултурама, што значи да је кружење хранљивих материја интензивније.

3.2 Акумулација азота у органској простирци

Код азота, као и код угљеника, успостављено је равнотежно стање шумских екосистема кружења хранљивих материја, које биљке користе за сопствену исхрану и од којих синтетишу органску материју која улази у састав

ћелија и ткива. За разлику од угљеника, биљке азот усвајају из земљишта. Учешће азота у саставу биљака знатно је мање од учешћа угљеника. Азот, као градивни елемент, улази у састав протеина, нуклеинских киселина, хлорофила и алкалоида. Не постоји ниједан процес у биљкама на који азот не утиче посредно или непосредно. Такође, азот је носилац приноса. Биљкама је најпотребнији у фази интензивног раста, формирања лисне масе, цветних органа и плодова. Азот не ствара трајне резерве у земљишту као фосфор и калијум. Највећи део земљишног азота налази се у органском облику, који није приступачан за биљке, али није ни покретљив. Минерализацијом органске материје, азот прелази у минералне облике (амонијачни и нитратни), који су приступачни за биљке. Минералне облике азота карактерише висока покретљивост. Уколико их биљке не искористе за потребе своје исхране, они се губе из земљишта. Амонијачни облик подлеже волатизацији (изветравању), а нитратни, испирању и премештању у дубље слојеве земљишта. Нитратни облик азота, у дубљим слојевима земљишта, може да подлеже процесима денитрификације, односно редукације до молекуларног азота. Одликује га велика покретљивост у земљишту. Путем падавина и спуштањем земљишне влаге долази и до спуштања азота у дубље слојеве, где, због недостатка кисеоника, може да подлеже процесима денитрификације.

Табела 2. Акумулација азота у шумској простирци
Table 2 Accumulation of nitrogen in the litterfall

	Састојина / Stand	Маса шумске простирке / Litterfall mass	C	N	C/N	N
		kg/m ²	%	%		kg/m ²
1	састојина букве, цера, граба и храста китњака	6,6	24,84	1,16	21,5	0,28814
2	састојина букве	14	17,67	1,09	16,3	0,1926
3	састојина цера	13,8	33,73	0,88	38,5	0,29682
4	састојина леске	6,8	23,57	1,16	20,4	0,27341
5	леска, граб	9,9	17,85	1,23	14,6	0,21956
6	култура дуглазије	2,5	27,01	1,3	20,9	0,35113
7	састојина црног бора	8,7	26,65	0,81	33,1	0,21587
8	култура црног бора	3,9	26,97	1,02	26,6	0,27509
9	граб, јасика, буква, леска	2,7	23,83	1,23	19,5	0,29311
10	чиста састојина високе букве	6,6	25,78	1,44	18	0,37123
11	састојина храста китњака и цера	1,9	28,88	1,58	18,3	0,4563
12	састојина смрче	10,9	15,76	0,46	34,6	0,0725

Просечна вредност азота у шумској простирци, на 12 огледних површина, износи $0,275 \text{ kg/m}^2 \times 10000 \text{ m}^2 = 2750 \text{ kg/ha}$, односно, 2,75 тона по хектару.

3.3. Корелација између азота и угљеника у шумској простирци

У шумској простирци констатована је значајна корелациона веза између садржаја азота и органског угљеника. Угљеник је елемент који гради сва органска једињења, па тако улази у састав свих ткива и ћелија које изграђују шумско дрвеће и друге биљке. Азот је елемент који је неопходан за живе ћелије. Он је градивни елемент протеина, који чине ћелијску цитоплазму, и нуклеопротеина, који чине плазму ћелијског језгра. Њега нема у ћелијама које изграђују механичка и спроводна ткива. Нема га у изумрлим ћелијама дрвета и коре.

Табела 3. Садржај угљеника и азота у шумској простирци

Table 3 The content of carbon and nitrogen in the litterfall

	састојина / Stand	C	C	N	N
		(%)	(kg/m ²)	(%)	(kg/m ²)
1	састојина букве, цера граба и храста китњака	24.84	1.65	1.16	0.08
2	састојина букве	17.67	2.47	1.9	0.15
3	састојина цера	33.73	4.66	0.88	0.12
4	састојина леске	23.57	1.61	1.16	0.08
5	леска. граб	17.85	1.77	1.23	0.12
6	култура дуглазије	27.1	0.66	1.3	0.03
7	састојина црног бора	26.65	2.32	0.81	0.07
8	култура црног бора	26.97	1.4	1.2	0.04
9	граб, јасика, буква, леска	23.83	0.65	1.23	0.03
10	чиста састојина високе букве	25.78	1.7	1.44	0.10
11	састојина китњака и цера	28.88	0.54	1.58	0.03
12	састојина смрче	15.76	1.72	0.46	0.05

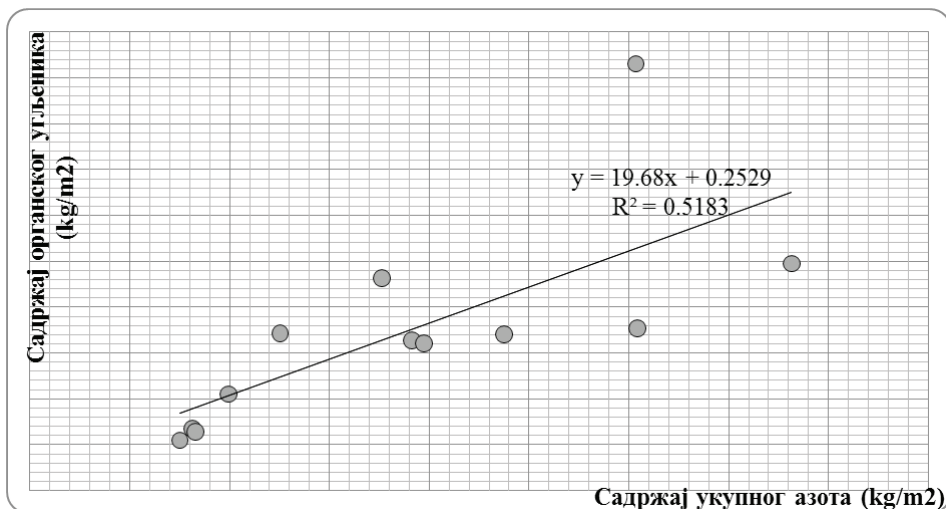
Шумску простирку чине изумрли остаци живог дела екосистема. Највећи њен део, у шумским екосистемима, чини лисни опад, који сваке године доспева на површину земљишта. Опало лишће лишћарских врста и изумрли остаци зељастих врста, по правилу, садрже веће количине органских једињења азота. Опале четине борова, смрче и других четинарских врста имају знатно мање азота од опалог лишћа. Дрвенасти фрагменти шумске простирке (гранчице, шишарке, опала кора и др.), не садрже азот. Однос угљеника и азота зависи од састава простирке. Генерално посматрано, однос C/N ужи је у шумској простирци у шумама лишћарских врста него код четинарских шума. Међутим, и код лишћарских шума, C/N однос може да буде јако широк, ако у простирци преовлађују дрвенасти фрагменти.

Органска материја која чини шумску простирку подложна је променама током године. У шумској простирци лишћарских шума у јесењем периоду, после фенофазе опадања лишћа, доминира лист. Током године, процесима

разлагања смањује се његово учешће у органској простирци, а најмање је пред ново опадање лишћа. То значи да се и остале карактеристике органске простирке, а пре свега однос C/N, мењају током године. Мале промене односа угљеника и азота дешавају се и у минералним слојевима земљишта, али нису толико изражене, јер су хумусне материје стабилна једињења која су отпорнија на биохемијске процесе разлагања. Због тога је корелација садржаја угљеника у органској простирци и садржаја укупног азота слабија него код земљишта. Зависност између садржаја угљеника и азота у шумској простирци може се приказати линеарном једначином

$$C(\text{kg/m}^2) = 19.68 N (\text{kg/m}^2) + 0.2529$$

где је коефицијент регресије $R^2 = 0.5183$



Графикон 1. Корелација угљеника и азота у шумској простирци
Graph 1 Correlation between carbon and nitrogen in the litterfall

Добијени линеарни коефицијент корелације између садржаја угљеника и азота у шумској простирци износи $r=0,72$, односно линеарни коефицијент корелације статистички се значајно разликује од нуле и статистички се безначајно разликује од 0,90, што указује да постоји висока позитивна корелација између садржаја угљеника и азота у шумској простирци (Прохаска, С., Ристић, В., 1996).

4. ЗАКЉУЧАК

Истраживања количине угљеника и азота у шумској простирци извршена су у различитим састојинама Горњеибарског шумског подручја, на укупно 12 огледних површина, у следећим састојинама: мешовита састојина букве, цера, граба и китњака; састојина букве; састојина цера; састојина леске; са-

стојина леске и граба; култура дуглазије; састојина црног бора; култура црног бора; мешовите састојине граба, јасике, букве и леске; чиста састојина букве, састојина храста китњака и цера и састојина смрче.

Истраживања су показала разлику у количини садржаја угљеника и азота за различита огледна поља, али је, у оба случаја, узета средња вредност, која може да послужи као параметар за обрачун садржаја угљеника и азота на целокупном истраженом подручју. Угљеник и азот доспевају у земљиште из атмосфере под утицајем биосфере. Већина биљних врста користи минералне облике азота из земљишта, а само мањи број врста, које имају способност симбиотске азотофиксације, могу да користе и атмосферски азот. Треба напоменути да би азот, и да није везан за биомасу, остао везан у земљишту, док код угљеника није таква ситуација. Угљеник све биљке узимају из атмосфере и тиме повећавају запремину у биомаси, што директно доводи до смањења концентрације CO_2 у атмосфери.

Такође, треба указати на постојање великих површина шумског земљишта које је погодно за пошумљавање. Те површине треба ставити у функцију производње биомасе и на тај начин повећати ускладиштење количине угљеника и азота.

Највећа вредност масе органске материје (kg/m^2) константована је у састојини букве на огледном пољу број 2, затим у састојини цера, огледно поље број 3, док су најниже вредности добијене у састојини храста китњака и цера, огледно поље број 11 и култури дуглазије, огледно поље број 6.

На основу анализе количине угљеника у шумској простирци, највеће вредности добијене су на огледном пољу број 3 и огледном пољу број 2, док су најмање вредности добијене у састојина храста китњака и цера, огледно поље број 11 и у састојини граба, јасике, букве и леске, огледно поље број 9.

Количине азота у шумској простирци знатно су мање од количине угљеника и разлике између вредности добијених у истраживаним састојинама незнатне су. Тако су највеће вредности забележене у састојини храста китњака и цера, огледно поље број 11; потом у састојини високе букве, огледно поље број 10, док су најмање количине добијене у састојини смрче, огледно поље број 12 и састојини букве, огледно поље број 2.

Из свега наведеног може се закључити да у шумској простирци на истраживаном подручју постоје знатне количине ускладиштеног угљеника, те зато треба тежити да се површине под шумом повећавају. Што се тиче присуства азота у шумској простирци, треба нагласити да овај елемент има утицаја на брзину минерализације угљеника, односно, на његово поновно враћање у атмосферу.

На крају, може се закључити да је потребно детаљније истражити садржај угљеника и азота у шумској простирци, земљишту и биомаси, како по типовима земљишта, тако и по врстама дрвећа, са циљем да се да одговор како и на који начин да се повећа ускладиштење угљеника и азота у шумском екосистему, односно, смањи концентрација CO_2 у атмосфери. На овај начин допринело би се смањењу глобалног загревања, уз очување биодиверзитета.

та, повећању биомасе и очувању шумског земљишта, као трајног природног ресурса.

ЛИТЕРАТУРА

- Банковић, С., Медаревић, М., Пантић, Д., Петровић, Н. (2009): Национална инвентура шума Републике Србије (Шумски фонд републике Србије). Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије - Управа за шуме. Београд. (стр.1-244)
- Joosten, P. *et al.* (2004): Evaluating tree carbon predictions for beec (*Fagus sylvatica L.*) in western Germany. *Forest Ecology and Menegement* 189. (pp.87-96)
- Копривица, М., Матовић, Б. (2011): Регресионе једначине биомасе и угљеника стабала букве у високим шумама на подручју Србије. Шумарство 1-2. Удружење шумарских инжењера и техничара Србије, Универзитет у Београду Шумарски факултет. Београд. (стр. 29-42)
- Копривица, М., Матовић, Б., Стајић, С., Јовић, Ђ. (2012): Процена биомасе и залихе угљеника високих стабала букве у Јабланичком шумском подручју. Шумарство 1-2. Удружење шумарских инжењера и техничара Србије, Универзитет у Београду Шумарски факултет. Београд. (стр. 61-72)
- Hadrović, S., Stevovic, S. (2017): Biomass from foresrt waste in the region of Novi Pazar as renewable energy sources. IV International Scientific-Conference-Agrobiznis; MAK 2017-Europen road-IPARD-2015-2020. 27-28 Januaty , Kopanik-Serbia (pp. 171-177)
- Hadrović, S., Stevović, S. (2014): Maitenance of forest resources and reuse of wood waste in function of biomass produktion inkreasing. Kodip 2014 Budva, Montenegro.
- Hadrović, S., Stevovic, S., Stevovic, I. (2014): Management units Debeljak Medenovac as model example of determination for ecological and the energy value of wood biomass. 1 st South East European Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems - SEE SDEWES Ohrid 2014, 29 June - 3 July, 2014, Ohrid, Republic of Macedonia.
- Hadrović, S., Stevovic, S. (2014): Forest Resources and Reuse of Wood Waste in function of biomass production increasing, XII International Conference KODIP-2014, Budva 18-21.06.2014, Montenegro, (pp. 355-363)
- Пономарева В. В., Плотникова, Т. А. (1975): Определение содержания и состава органического вещества в торфяно - болотных почвах, Методические указания по поределению содржания и состава гумуса в почвах (минеральных и торфяных), Центральный музей почвоведения им. В.Б. Докучаева, Ленинград.
- Прохаска, С., Ристић, В. (1996): Хидрологија кроз теорију и праксу. Београд
- Ракоњац, Љ. (2002): Шумска вегетација и њена станишта на Пештерској висоравни као основа за успешно пошумљавање. Докторска дисертација у рукопису. Универзитет у Београду Шумарски факултет. Београд. (стр. 273-295)
- Хадровић, С., Еремија, С., Ђирковић Митровић, Т., Брашанац Босанац, Љ. (2019): Варијабилност садржаја азота и угљеника у кори и дрвету различитих врста четинара у југозападној Србији. Шумарство 1-2. Удружење шумарских инжењера и техничара Србије, Универзитет у Београду Шумарски факултет. Београд. (стр. 133-142)
- Хадровић, С. (2015): Акумулација угљеника и азота у органској простирци, шумском земљишту и шумској биомаси. Докторска дисертација у рукопису. Универзитет „Унион - Никола Тесла“ у Београду, Факултет за екологију и заштиту животне средине, Београд.

VARIABILITY OF CARBON AND NITROGEN CONTENT IN THE LITTERFALL IN DIFFERENT STANDS OF GORNJI IBAR FOREST AREA

*Sabahudin Hadrović
Zoran Miletić
Aleksandar Lučić
Saša Eremija*

Summary

It cannot be disputed that there are significant carbon and nitrogen stored (accumulated) in the litterfall, the amount of which depends on the stand type, the stand age, the tree species, the crown development degree, etc. The litterfall directly affects the physical and chemical properties of the soil and pedogenetic processes. From the aspect of biology, it is one of the most significant links in the exchange of matter between the stand, the soil, and the atmosphere. Forest ecosystems contain more carbon per unit area than any other type of land use. Forest soils have about 40% of the total carbon within the forest ecosystem. The paper investigates the carbon and nitrogen content in 12 stands in the research area of Novi Pazar. The obtained results point to evident differences that depend on all the above-stated factors. The accumulation of carbon and nitrogen in the litterfall was studied in 12 experimental plots in the following stands: Austrian pine culture, mixed stands of hornbeam, aspen, beech and hazel, a pure high beech stand, a sessile oak and Turkey oak stand and a spruce stand. The mass of organic matter (kg / m^2) was found to be the highest in the beech stand of experimental plot 2, followed by the Turkey oak stand of experimental plot 3, while the lowest values were obtained in the sessile oak and Turkey oak stand of experimental plot 11 and Douglas fir culture of experimental plot 6. Regarding the amount of carbon in the litterfall, the highest values were obtained in experimental plot 3 and experimental plot 2 and the lowest values were obtained in sessile oak and Turkey oak stand of experimental plot 11 and the hornbeam, aspen, beech and hazel stand of experimental field 9. The amount of nitrogen in the litterfall is significantly lower than the amount of carbon and the differences between the stands are insignificant regarding the amount of nitrogen. Thus, the highest values were recorded in the sessile oak and Turkey oak stand of experimental plot 11, followed by the high beech stand of experimental plot 10, and the smallest in the spruce stand of experimental plot 12 and the beech stand of experimental plot 2. It follows that there are significant amounts of carbon and nitrogen stored in the litterfall, and therefore we should strive to increase the area under forest. It is necessary to conduct a more detailed investigation of the content of carbon and nitrogen in the litterfall, soil, and biomass, both by soil types and by tree species, in order to find ways to increase carbon and nitrogen storage in the forest ecosystem. That would be a contribution of the profession to the mitigation of the effects of global warming by conserving the biodiversity, increasing biomass and preserving forest soil as a sustainable resource.