

ОСНОВНИ ХРАНИТЕЛНИ ЕЛЕМЕНТИ В ДЪРВЕСИНАТА НА МЛАДИ БУКОВИ ИНДИВИДИ

София Дамянова, Тома Тончев, Светослав Анев, Виолета Димитрова
Лесотехнически университет, София

Резюме

Изследванията са проведени в Западна Стара планина в три обекта с различни надморски височини. Проучван е обикновеният бук (*Fagus sylvatica* L.), като основен представител на растителността в района. Избрани са млади индивиди със средна възраст между 16 и 18 години с различна диференциация в съобществата. Най-висока концентрация на основни хранителни елементи е определена за пробна площ Гаванешница, разположена на 1086 m надморска височина, а най-ниска – за Петрохан. Буковите индивиди от различните социални класове проявяват индивидуално поведение при усвояване на хранителни елементи. Тенденция за повишаване на концентрацията от подчинени към доминиращи дървета е установена само за ограничния въглерод.

Ключови думи: букови гори, хранителни елементи, биомаса.

Key words: beech forest, nutrient elements, biomass.

JEL: Q01.

Увод

Биологичното усвояване на хранителни елементи от растенията не е в пряка корелация от съдържанието на съответния елемент в почвата. Към настоящия момент е установено, че в дървесните растения се съдържат повече от 60 химични елемента. Доминираща роля има физиологичната нужда на вида от даден елемент. Според функцията, която изпълняват в организмите, елементите могат да бъдат класифицирани в 5 групи: основни хранителни елементи, необходими микроелементи, индиферентни необходими, ненужни и токсични елементи [2].

Особеност на храненето при растенията е енергичният метаболизъм в листата в сравнение в останалите органи, защото са краен рецептор на веществата, които се транспортират от кореновата система [2]. Химичните елементи, съдържащи се в почвения разтвор, се абсорбират от корените и през ксилема се акумулират в листата, като по същия път се връщат обратно вторичните метаболитни продукти. Като се има предвид, че листната маса е най-динамична по състав, за целите на настоящото проучване като обект за анализ е избран стъблото като растителен орган.

Информацията за динамиката на елементите на минералното хранене се използва както за обяснение на възможен стрес в горските екосистеми, така и за установяване на изискванията на растителните видове към условията на средата [8]. Съдържанието на макро- и микроелементи в различни фракции фитомаса е предмет на различни изследвания у нас и в чужбина. Някои автори [1, 3, 5, 11] изследват предимно съдържанието на химични елементи в опада, като по-динамична фракция. Предмет на диску-

сия са дървесни видове, като обикновен бук (*Fagus sylvatica* L.) и обикновен кестен (*Castanea sativa* Mill.). В други изследвания се акцентира не само на химическия състав на дървесината, но и на други фракции, като листа, клоновете, цветовете, плодове, а в по-редки случаи и на корени [10, 14]. В част от публикациите се прави връзка между съдържанието на изследваните елементи в растителните фракции и съдържанието на елементите в почвата чрез коефициента на биологично поглъщане [4, 12]. Основно разглеждат елементи са N, P, K, Ca, а от микроелементите – Pb, Zn, Mn, Fe, Cu.

Дърветата растат и се развиват на едно и също местообитание за дълъг период, затова върху динамиката на тяхната структура оказват въздействие факторите, които влияят върху растежния процес като цяло – светлина, температура и валежи. Също така може да се твърди, че дърветата въздействат и върху жизнения цикъл на всички организми в насаждението. Размерите на короната, разклоняването, степента на облистеност и развитието на кореновата система влияят в значителна степен на процеси като абсорбция на светлината, евапотранспирация, фотосинтеза и дишане. И обратно, споменатите процеси дават отражение върху растежа на дърветата и жизнения цикъл на останалите организми.

Конкуренцията между дърветата, първичната продукция и условията за растеж на растителната покривка в горската екосистема се определят от структурата на насажденията. От друга страна тя играе ключова роля и във възобновяването на екосистемите. От нея зависи както успешното опрашване, така и разпространението на семената, покълването и развитието на

подраста. Растежът на дърветата от една страна се влияе от взаимодействието между съседни дървета чрез физиологичната активност. Например, ако влажността и съдържанието на CO_2 в атмосферата в дадена част на короната се промени поради транспирацията или асимилацията, то условията на растеж на съседните дървета се променят почти едновременно.

В настоящото проучване са засегнати усвояването на основните хранителни елементи при двата основни фактора, определящи растежа на дърветата – конкуренция и условия на средата.

Сравнявани са основните хранителни елементи, съдържащи се в млади букови индивиди, растящи на различни надморски височини от една страна и от друга страна – принадлежащи към отделни социални класове в едни и същи насаждения.

1. Обекти и методи

1.1. Местоположение на изследваните обекти.

Проучванията са проведени в три пробни площи, разположени в североизточните склонове на Западна Стара планина (Берковски Балкан) между $23^{\circ}04'$ и $23^{\circ}14'$ източна дължина и $43^{\circ}14'$ северна ширина. Обектите попадат в Средния планински пояс и са разпределени в три зони според надморската си височина. Най-високият се намира на билото на Петроханския проход, а най-ниският – непосредствено над с. Бързия. Релефът е типично планински с дълбоко врязани речни долини и стръмни второстепенни била. Преобладават стръмни и наклонени терени, което способства за бързото оттичане на повърхностните води. Множеството била и долове обуславят и различните изложения. На лице е значително разнообразие с леко преобладаване на сенчеста компонента. Различията в надморската височина обуславят основните

промени в климатично отношение и определят вертикалното разпределение на горскодървесната растителност. Тези особености на релефа се отразяват върху разпределението на светлината, топлината, влагата, богатството на почвите и другите екологични фактори [9]. И трите пробни площи са разположени върху кавяви горски почви (District-Euthric Cambisols, FAO), които са мощни, свежи, глинесто-песъчливи, ненаситени, богати на хумус (5-10%), добре снабдени с хранителни вещества [15].



Фиг. 1. Местоположение на изследваните обекти

Дървесният вид, който е проучван, е обикновеният бук (*Fagus sylvatica* L.), като основен представител на растителността в района. Естествените му местообитания са в диапазона от 400 до 1800 m надморска височина. Избрани са млади индивиди със средна възраст между 16 и 18 години, принадлежащи на различни социални класове.

Характеристиките на пробните площи са представена в табл. 1.

Табл. 1. Характеристика на изследваните обекти

Обект	Надморска височина, m	Координати	Изложение	Наклон	Средна възраст, год.	Среден диаметър cm	Средна височина, m
Тутма	634	$43^{\circ}10'$ СШ $23^{\circ}01'$ ИД	И	22	17	4,4	9,6
Гаванешница	1086	$43^{\circ}08'$ СШ $23^{\circ}09'$ ИД	ЮЗ	26	18	3,6	5,8
Петрохан	1427	$43^{\circ}07'$ СШ $23^{\circ}07'$ ИД	И	17	16	2,8	5,1

1.2. Методи за анализ

Анализиран са средни проби от дървесината на представители за доминиращ, съдоминиращ и подчинен дървесен вид за трите пробни площи. Използвани са средни моделни дървета, определени след измерване на височината и диаметъра на всички индивиди на височина 1,3 m. Проби от дървесината са взети в края на вегетационния сезон. Обработени са чрез смилане и хомогенизиране, като за анализ са използвани по около 1 g дървесина (заедно с кората) за всяка от горепосочените групи. Определяни са следните хранителни елементи: K, Ca, Na и Mg, органичен C, общи N, S и P. Металите са определяни чрез емисионна оптична спектроскопия в индукционно свързана плазма (ICP – OES), като пробите са разлагани със смес от HNO_3 киселина и H_2O_2 в микровълнова печка

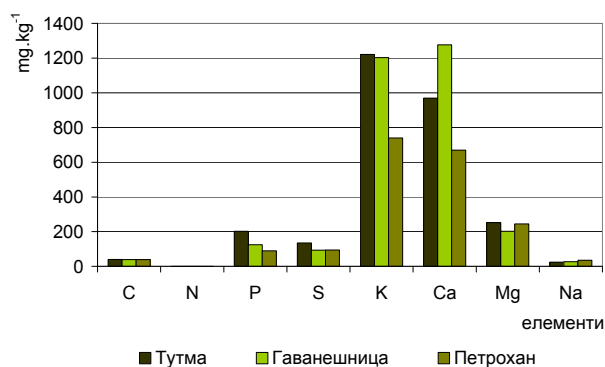
при различни режими на облъчване. Неметалите (P, S) са анализирани чрез UV/VIS спектрофотометрия, а N – чрез дестилация и последващо титруване по метода на Келдал.

2. Резултати и дискусия

Анализът на съдържанието на основни хранителни елементи в дървесината, показва най-голямо количество за всички изследвани елементи за пробната площ, разположена на средната надморска височина (Гаванешница). Съответната средната стойност за насаждението е $2966,60 \text{ mg.kg}^{-1}$, което е показател за най-активна физиологична дейност на буковите индивиди, развиващи се на това местообитание. С много малка стойност (около 4%) се различава съответното количество за най-ниско разположената пробна площ (Тутма): $2844,31 \text{ mg.kg}^{-1}$. Най-малко е средното сумарно съдържание на изследваните химични елементи в дървесината за най-високо разположената пробна площ (Петрохан): $1912,93 \text{ mg.kg}^{-1}$, което е с 36% по-ниска стойност от максималната. Това вероятно се дължи на екстремните нива на факторите на средата на тази надморска височина, близка до горната граница на ареала за бука в нашата страна. Този резултат е показател за най-добро усвояване на хранителни вещества при насаждението, растящи в средния и нисък пояс на естествените за бука местообитания.

Отделните химични елементи проявяват специфични свойства и изпълняват конкретни биохимични функции, затова не могат да се правят изводи за индивидуалното им поведение. Например, подобна на горната зависимост за най-високо общо елементно съдържание в дървесината на площ Гаванешница, е установена само за Ca. Разликата между отделните пробни площи обаче е много по-голяма: 24% (Гаванешница и Тутма) и 30% (Гаванешница и Петрохан) и почти двойна между най-ниско и най-високолежащите (Тутма и Петрохан). За по-голямата част от останалите анализирани елементи: N, P, S, K и Mg, резултатите показват повисоки средни стойности за най-ниско разположената площ (фиг. 2). Сравняването на средното съдържание на неметалите N, P и S, показва сходна тенденция на намаляване с увеличаване на надморската височина, като разликата и за трите елемента между Тутма и Гаванешница е доста голяма в сравнение с тази между Гаванешница и Петрохан. Последните две пробни площи са разположени над 1000 m надморска височина и физиологичната активност на дърветата вероятно е сходна, поради по-тежки абiotic фактори. С 38% е по-ниско количеството на P между най-ниско и средно разположените пробни площи и с 28% между средната и най-

високата. При N тази разлика между Тутма и Гаванешница е по-малка (28%). Подобна е стойността и за елемента S (30%). За последните два елемента съответните средни концентрации в дървесината са почти равни за средната и най-висока пробни площи. За елемента K е наблюдавана аналогична тенденция за понижаване на количеството с увеличаване на надморската височина, но разликата между пробна площ Тутма и Гаванешница е изключително малка (около 2%), в сравнение с дугата двойка пробни площи (Гаванешница и Петрохан): 38%. Единствено за Mg са определени близки концентрации за най-ниската и най-висока пробни площи (разлика 3%), докато най-ниската стойност е за средноразположеното местообитание. При това, различията са много близки – между Тутма и Гаванешница е 19%, а между Петрохан и Гаванешница: 17%. Както се вижда от фиг. 2, само за елемента Na се наблюдава увеличаване на концентрацията с надморската височина. Средното съдържание на органичен C е еднакво за буковите индивиди и в трите пробни площи.



Фиг. 2. Средна концентрация на хранителни елементи в дървесина

Всяка екосистема се характеризира с определен тип биогенна миграция. Типовете химизъм се установяват по два водещи химични елемента, даващи облика на кръговрата и характерните съпътстващи елементи, участващи активно в процесите на биологично поглъщане и натрупване на биомаса в съобществата. За широколистните гори е характерен калциев тип химизъм на биологичния кръговрат, където преобладаващите елементи в кръговрата са Ca, K, а съпътстващите елементи са N, Na [13].

При сравняване на съотношението между отделните химични елементи в дървесината, трябва да се подчертае изключително високите концентрации за K и Ca (табл. 2), което е типичен химизъм за широколистните представители на дървесната растителност [13]. Калият е един от най-подвижните елементи в растенията. Основната му функция е на регулатор на хидриди-

намичните процеси в клетката и на водния баланс за целия организъм, като го предпазва от неблагоприятни условия на околната среда. Високите стойности, които са установени са присъщи за младите индивиди, понеже необходимостта от този елемент е по-голяма за развиващите организми, поради по-активната им физиологична дейност [7]. Освен това, този елемент е присъщ за флоема във висшите растения като основен транспортен противион за нитратен пренос до листата и след редукция – до обратен транспорт на органични киселини (например малати) към корените [6]. Калцият е важен структурен елемент за растенията, като осигурява здравината на клетъчните мембрани и пропускливостта на цитоплазмата. Физиологичните функции на Ca и Mg йони ги поставят в

антагонистична зависимост [7]. Резултатите от настоящето проучване потвърждават тази тенденция – средната пробна площ съдържа най-високи концентрации Ca и съответно – най-ниски на Mg в сравнение с останалите две местообитания. Непубликувани данни на екипа показват значително по-ниски стойности (около 2 пъти) за съдържание на K и Mg в букови индивиди на възраст 130 години, растящи в близост до изследваната пробна площ Петрохан. Същото поведение е установено за елемента S, като разликата в концентрациите е трикратна. Противоположна е тенденцията за Ca – количеството му във възрастни дървета е по-високо, вероятно поради слабата му подвижност и склонност към локация в по-старите органи.

Табл. 2. Съдържание на химични елементи в дървесината на млади букови индивиди

Елемент, mg.kg ⁻¹	Тутма			Гаванешница			Петрохан	
	домин.	съдом.	подч.	домин.	съдом.	подч.	домин.	съдом.
C орг.	42,44	36,07	40,67	44,56	39,56	33,19	43,17	35,27
N общ	0,62	0,52	0,48	0,36	0,39	0,41	0,33	0,42
P	184,70	174,29	247,35	128,31	117,34	128,79	77,78	102,53
S	119,72	118,26	166,94	85,01	102,71	93,61	81,80	106,38
K	1036,40	1459,50	1167,70	1457,00	1178,10	971,69	722,41	756,68
Ca	975,24	736,72	1197,50	943,21	1178,20	1709,00	549,00	790,01
Mg	213,16	180,75	360,78	258,40	169,02	179,87	256,96	232,75
Na	22,15	24,68	26,28	19,14	39,95	21,98	21,09	49,28

Анализът на структурата на насажденията в трите пробни площи показва различно съотношение между усвояваните хранителни елементи. Единствено по отношение на съдържанието на органичния въглерод се установява нарастване от подчинени към доминиращи дървесни индивиди, независимо от надморската височина. Тези организми развиват по-богата корона и съответно натрупват по-голяма първична продукция. На най-високо лежащото местообитание Петрохан всички останали химични елементи с изключение на Mg, са в по-големи количества при съдоминиращите представители, в сравнение с доминиращите. Тази разлика е между 22% и 24% за елементите N, P и S, а за Ca е малко по-висока: 31%. Разликата в усвояването на елемента K е незначителна: едва 5%, което вероятно се дължи на голямата му физиологична потребност при развиващите се организми. Единствено за елемента Na е определена двойно по-висока концентрация в съдоминиращи, в сравнение с доминиращи букови индивиди.

Най-разпространеният елемент K е единственият, присъстващ в най-висока концентрация в дървесината на съдоминиращите представители в най-ниско разположената пробна площ Тутма в сравнение с останалите изследвани елементи. За елементите S и P са установени

съизмерими количества в доминиращи и съдоминиращи индивиди. За останалите изследвани хранителни компоненти: Ca, Mg и Na, по-високи концентрации са измерени в подчинени букови дървета. Най-голяма е разликата между трите типа индивиди за Mg – разликата в съдържанието му между доминиращи и съдоминиращи индивиди е 15%, а между съдоминиращи и подчинени съответно 40%. За водещите елементи за широколистен тип биологичен кръговрат (K, Ca) е установена по-голяма разлика в съдържанието им в доминиращи и съдоминиращи (29%, 25%) в сравнение с тази между съдоминиращи и подчинени дървета (съответно 20% и 19%). За съпътстващият елемент Na е наблюдавана тенденция за повишаване на концентрацията от доминиращи през съдоминиращи (разлика 10%) към подчинени индивиди (разлика със съдоминиращи 8%). При N е установена обратна тенденция на намаляване, при това само за пробна площ Тутма. Разликата между доминиращи и съдоминиращи организми е двойна (16%) в сравнение с тази между съдоминиращи и подчинени (съответно 8%).

За средноразположената пробна площ Гаванешница, най-висока концентрация е определена за елемента Ca, за разлика от останалите две изследвани. Той е преобладаващ в подчи-

нените индивиди, а в доминиращите присъства в най-малки количества. Споменатата разликата е 45%, а между съдоминиращи и подчинени: 30%. Вторият основен мигриращ елемент К, показва противоположно присъствие – най-високо съдържание в доминиращи, а най-ниско в подчинени дървесни организми, като намаляването между видовете класове е еднакво (19%). Както беше споменато, концентрацията на органичния С нараства от подчинени към доминиращи индивиди и за тази пробна площ, а общия N намалява в същата посока, което е естествена връзка при усвояване на тези два хранителни елемента. Съпътстващият метал Na показва различно поведение в сравнение с останалите две изследвани пробни площи. Най-високата му концентрация е в съдоминиращите дървета (двойно по-висока), а в доминиращите и подчинените е почти еднаква. Елементите Mg и P са в най-малки количества в съдоминиращите индивиди, както е установено за площ Тутма. За разлика от нея, в пробна площ Гаванешница, химичният елемент S е с най-високо съдържание в съподчинените дървесни организми.

Заклучение

Най-високи концентрации на основни хранителни елементи са установени в стъблата на млади букови индивиди, растящи в пробна площ Гаванешница, разположена на 1086 m надморска височина. Най-слабото им усвояване се наблюдава в площ Петрохан, характеризираща се с най-неблагоприятни климатични условия.

Определеният химичен тип биологичен кръговрат е калциев, с преобладаващо участие на елементите Са и К, който е характерен за широколистни дървесни видове.

Сравняването на съдържанието на основни хранителни елементи в различните социални групи букови дървета, показва индивидуално поведение в трите пробни площи, независимо от еднаквата почвена запасеност. Единствено за органичния въглерод е установена тенденция за увеличаване на концентрацията от подчинени към доминиращи индивиди. Също така, елементът Mg е с най-ниска концентрация в съдоминиращите индивиди и в трите изследвани пробни площи.

Благодарност

Резултатите, представени в настоящата статия са финансирани от Фонд научни изследвания към МОМН, договор ДДВУ 02/63/2010.

Литература

1. Dimitrova, V., Lyubenova, M., Slavova, K. *Investigations of some functional parameters of the beech (Fagus sylvatica L.) communities*. Biotechnol. & Biotechnol. EQ 23/SE. 2009. pp.426-429.
2. Liu, J., Yu, J. *Analysis of biological geochemistry of chemical elements in Betula Ermanii forest in Changbai mountains, China*. Science Press. Beijing. China. Chinese Geographical Science. 2001. 11(4). pp. 350-355.
3. Lyubenova, M., Sokolovska, M., Bratanova-Doncheva, S., Radonova, M. *Content of macro- and micro elements in sweet chestnut phyto mass in Belasitza Mountains. Bulgaria*. Silva Balkanica. 2008. 9(1). pp. 41-58.
4. Lyubenova, M., Bratanova-Doncheva, S., Dimitrova, V., Grozeva, M. *Main characteristics of biological turn-over in Castanea sativa Mill. Communities from Belasitza Mountain, Bulgaria*. Bounous, G. (Ed.). Acta Horticulture. 2010. 866. pp. 275-285.
5. Lyubenova, M., Dimitrova, V. *Chemical Elements in Mulch and Litterfall of Beech Ecosystems and Their Total Turnover*. Ecologia Balkanica. 2011. 11106. [<http://web.uni-plovdiv.bg/mollov/EB/OF/eb.11106.pdf>].
6. Marschner, H. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. London. Academic Press. 1995.
7. Schulze, E., Beck, D., Müller-Hohenstein, K. *Plant Ecology*. Berlin. Germany. Springer-Verlag. 2005.
8. Богданов, С., Глогов, П. *Разпределение на екологичните групи растения в зависимост от промените в състава и свойствата на почви засегнати от горски пожари*. Наука за гората. 2006. 3. с. 81-95.
9. Глогов, П., Богданов, С., Илкова, В. *Флористичен състав и растително разнообразие на естествени горски съобщества на територията на Лозенска планина*. Лесовъдска мисъл. 2003. 9. с. 17-60.
10. Димитрова, В., Жиянски, М., Любенова, М. *Роля на подземната фитомаса в годишната фиксация на CO₂ в представителни горски екосистеми в България*. Издателска къща на ЛТУ. София. 2014. с. 107.
11. Коларов, Д., Павлова, Е., Павлов, Д., Бонева, М., Малинова, Л., Цветкова, Н., Николова, М., Безлова, Д., Бенчева, С. *Интензивен мониторинг на горските екосистеми*. Издателска къща на ЛТУ. София. 2002. стр.160.
12. Любенова, М., Димитрова, В., Братанова-Дончева, С. *Екосистемна оценка на кестеновите гори в Беласица*. изд. Ан-Ди. София. 2011. 112 с.
13. Любенова, М. *Функционална биоценология*. изд. Ан-Ди. София. 2009. стр. 368.
14. Михов, И. *Съдържание на минерални вещества при белия бор (Pinus sylvestris L.) върху три тила месторастене*. Научни трудове на ВЛТИ. 1979. 21. с. 35-43.
15. Петрова, Р., Богданов, С. *Ръководство за упораждения по почвознание*. Виртуална библиотека. ЛТУ. София. 2012.

ESSENTIAL NUTRIENT ELEMENTS IN WOOD OF YOUNG BEECH TREES

Sonya Damyanova, Toma Tonchev, Svetoslav Anev, Violeta Dimitrova
University of Forestry, Sofia, Bulgaria

Abstract

The study took place at three sites situated in Western Balkan at different altitudes. Beech species (*Fagus sylvatica* L.) is observed as the main representative of vegetation in the region. Young beech trees at an average age between 16 and 18 years with different differentiation in communities were chosen. The highest nutrient concentration is estimated at Gavaneshtica site, situated at 1086 m altitude. The lowest nutrient concentration was measured at Petrohan site. Beech trees belonging to different social classes exhibit individual behavior in the absorption of nutrients. Trend of increasing concentration of subordinate-to-the-dominant trees was detected only for organic carbon.