

## КИСЕЛИННО-ОСНОВЕН БАЛАНС НА АТМОСФЕРНИ ОТЛАГАНИЯ В ГОРИ ОТ СЕВЕРОЗАПАДЕН БАЛКАН ЗА ПО-УСТОЙЧИВОТО ИМ УПРАВЛЕНИЕ

Соня Дамянова, Надка Игнатова, Мария Младенова  
Лесотехнически университет, София

### Резюме

Проведени са изследвания върху отлаганията на кисляващи и алкализиращи йони с валежите в смърчови и букови насаждения, разположени в Северозападна Стара планина на 1500 и 650 m надморска височина, с цел определяне на ролята на дървесната растителност за изменение на химичния състав на атмосферните отлагания в горите. Измервани са валежните количества на открито и под склопа на насажденията, тяхната киселинност и химичният им състав. Установено е преобладаващо присъствие на кисляващите йони:  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  и  $\text{Cl}^-$ , спрямо алкализиращите:  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  и  $\text{Na}^+$  във всички изследвани пробни площи. Най-силно е изразено това съотношение на открито, докато под склопа на насажденията разликата е по-малка, поради протичане на интерцепционни процеси. Годишните азотни отлагания са по-високи от серните, като на по-нисколежащата пробна площ разликата е трикратно за валежите на открито. Под короните на буковите дървета се отлагат по-малки количества сулфати спрямо азотните съединения, в сравнение със смърчовите гори. Отлаганията на амониеви йони са най-високи на 1500 m на открито и най-ниски под склопа и на двете смърчови насаждения, показващо усвояване на тази азотна форма чрез надземната биомаса директно от валежните води. При нитратните йони е установена обратна зависимост – двойно по-голямо количество под склопа на смърча в сравнение с това на открито на по-високата пробна площ. Получените резултати могат да бъдат използвани за по-ефективен контрол на дифузното замърсяване чрез валежите и за по-успешно управление на горите.

**Ключови думи:** бук, дифузно замърсяване, смърч, химия на валежите.

**Key words:** Beech, diffuse pollution, spruce, precipitation chemistry.

**JEL:** Q5.

### Увод

Въпросът за въздействието на замърсителите върху горските екосистеми е обект на внимание през последните десетилетия. Крайният резултат от това въздействие се изразява във кисляване на почвите и водите, увреждане на горите и значителни нарушения в биоразнообразието [8, 9, 10]. Тези ефекти на въздействие се проявяват не само в близост до източниците на замърсяване на околната среда, но и в райони, отдалечени от тях, където емисиите са пренесени от въздушните течения и са отложени с атмосферните валежи [3]. Въпреки сходния характер на отлаганията на замърсители в някои райони, отделните рецептори реагират по различен начин. При това, количеството на постъпващите в екосистемите отлагания варира във времето и пространството, но зависи и от възрастта на дървостойките, чиито корони променят съществено киселинността и химичния състав на валежите.

Изучаването на киселинността и химичния състав на валежите като фактор на биогеохимичните процеси в горите е актуално във връзка с констатираното в края на XX век кисляване на води и почви в резултат на системно постъпване на кисели и замърсени валежи в редица райони на Европа и Америка [2, 7]. Известно е, че след контакта си с надземната маса на дървостойките, валежите постъпват в почвата с променена киселинност и химичен състав, в резултат на смиване от листната повърхност и извличане от вътрешността на растителния организъм на редица йони:  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{R-COO}^-$  и др. [1,

12]. От една страна, в горските фитоценози могат да бъдат внесени с валежите замърсяващи вещества, а от друга - киселите валежи биха способствали за загуба на базични йони от дървостойките, което дестабилизира тяхната устойчивост спрямо болести и вредители.

Въз основа на анализа на постигнатите резултати през последните 20 години, е установено, че интегрираната оценка на абиотичните и биотични фактори, определящи състоянието на горите, както и изучаването на въздействието на кисляващи замърсители и тежки метали върху горски и водни екосистеми могат да бъдат използвани като индикатори за интегриран мониторинг на устойчивото развитие на горите и запазване на биоразнообразието в тях.

Проведените до сега проучвания върху чувствителността на иглолистни и широколистни гори в България показваха, че иглолистните видове са по-толерантни към замърсяване с кисляващи вещества и тежки метали, отколкото широколистните [4, 5, 6, 12]. Резултатите от сравнителните проучвания в района на Петрохан и Витиня, свързани с влиянието на отлаганията на кисляващи замърсители и тежки метали с валежите върху санитарното състояние и биопродуктивността на букови гори, са показали, че чувствителността и рискът от уврежданията на тези гори от посочените отлагания са по-високи в пробните площи с превишения на критичните натоварвания за тези замърсители от реалните им отлагания в съответните териториални единици [13].

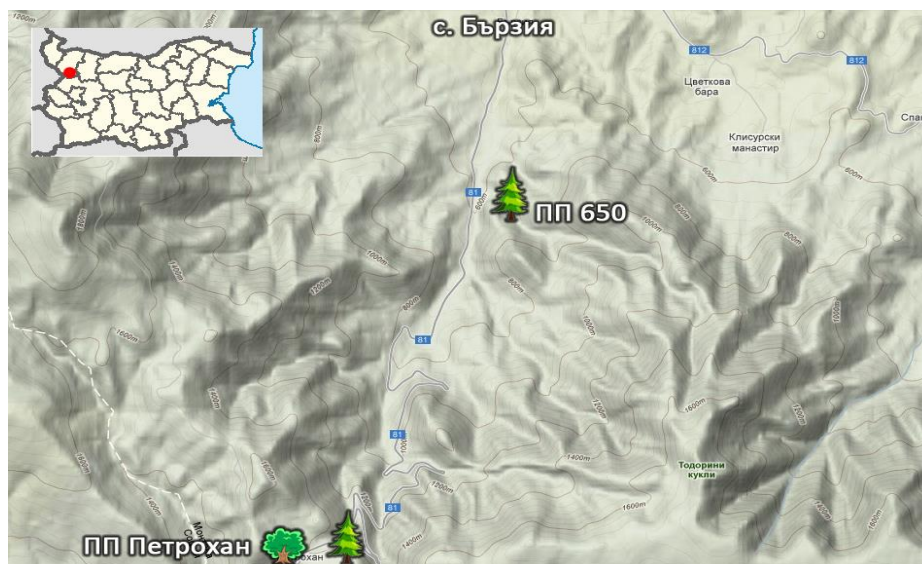
Основната цел на проучването е определяне на ролята на дървесната растителност за изменение на химичния състав на атмосферните отлагания в горите. Задачите, свързани с изпълнението ѝ са: определяне количеството, активната реакция и химичния състав на валежите на открито и под склопа на насажденията за изчисляване на годишните отлагания на кисели замърсители, базични катиони и тежки метали; както и определяне на съотношението между вкисляващи и алкализирани йони, с цел прогнозиране и управление на устойчивото развитие на горите.

## Обекти и методи

### 1. Местоположение на изследваните обекти.

Проучванията са проведени в три пробни площи, разположени в североизточните склонове на Западна Стара планина (Берковски Балкан) между 23 ° 04' и 23 ° 14' източна дължина и 43 ° 14' северна ширина. Обектите попадат в Средния планински пояс и са разпределени в две

зони според надморската си височина. Най-високата се намира на билото на Петроханския проход на 1500 m н.в. с буково и смърчово насаждение. По-нисколежащата пробна площ е разположена на 650 m н.в. – 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. 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]. Пробните площи са разположени върху кавяви горски почви (Distric-Euthric Cambisols, FAO), които са мощни, свежи, глинеесто-песъчливи, ненаситени, богати на хумус (5–10 %), добре снабдени с хранителни вещества [11, 15].



Фиг. 1. Местоположение на изследваните обекти

Проучваният дървесен вид е обикновен смърч (*Picea abies* Karst), който е сравняван с обикновения бук (*Fagus sylvatica* L.), като основен представител на растителността в района. Горите от смърч са доминиращи в иглолистния горски пояс в планините на България. Те участват с 4,6 % в общата горска площ на страната или съставляват 15 % от площта на иглолистните [14]. Най-големи площи заемат в Родопите, Рила, Пирин, по-ограничено се срещат в Западна и Средна Стара планина, Витоша и Осоговска планина. Основното развитие на смърчовите фитоценози е между 1500–1600 и 1900–2100 m н. в. Формите на релефа, надморската височина, изложението, основната скала и почвите не са строго определящи за развитието на смърчовите гори, но имат съществено значение за флорис-

тичния им състав и продуктивността им. Предпочитани са северните изложения и заравнените терени или склоновете с умерен наклон.

### 2. Методи за анализ

Валежните води бяха събирани на всеки две седмици в постоянно отворени инертни пластмасови колектори със събирателна площ 314 cm<sup>2</sup> в трикратна повтаряемост за всеки вариант, поставени на височина 1,5 m над земната повърхност. При пробовземането беше измервано общото количество на събраната валежна вода и бяха вземани индивидуални проби за анализ от всеки колектор, като беше измервана активната реакция с портативен pH-метър (HANNA COMBO). Всички проби бяха съхранявани в хладилник при температура 1–4 °C и филтрувани през мембранен филтър с размер на порите 0,45 μm, за да се оп-

ределят разтворените вещества и да се отстранят неразтворимите субстанции. В събраната валежна вода под короните беше определяно съдържанието на амониеви и нитратни йони чрез автоматична дестилация и последващо титруване със солна киселина (Kjeldahl, Tekator), сулфатни йони – спектрометрично, след утаяване с BaCl<sub>2</sub> и стабилизиране на колоида с желатин (Perkin Elmer Spectrometer Lambda 5). Металните йони: калиеви, калциеви, натриеви, магнезиеви, оловни и кадмиеви йони бяха измервани чрез оптична емисионна спектроскопия в индуктивно свързана плазма (ICP-OES Vista MPX, Varian Inc, Australia). Преди определянето на съдържанието на олово и кадмий пробите бяха концентрирани 50-кратно до влажен остатък, разтваряни в 2 cm<sup>3</sup> k.HNO<sub>3</sub> и довеждани до обем 10 cm<sup>3</sup> с дейонизирана вода.

Годишната сума на отлаганията е изчислявана чрез умножаване на обема на валежа с концентрацията на съответния замърсител при всяко пробовземане и сумиране на произведенията за целия период на изследване, с последващо преизчисляване в kg.ha<sup>-1</sup>.yr<sup>-1</sup>.

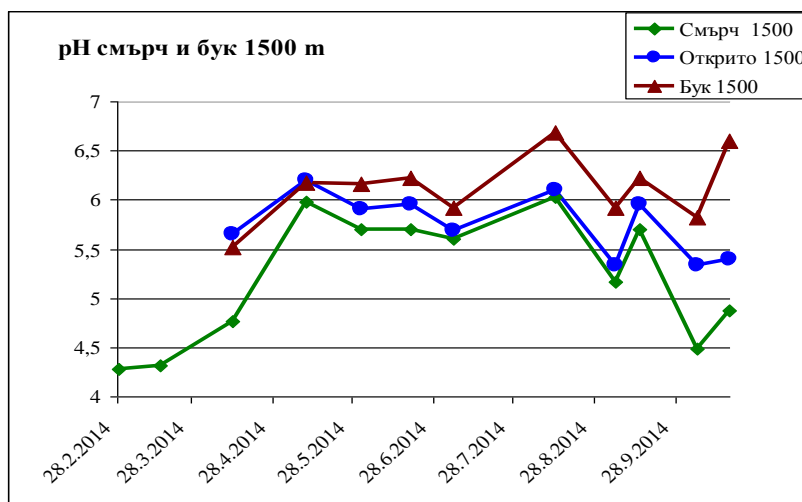
### 3. Резултати и дискусия

Получените резултати от измерване на количеството на валежите във всички анализирани пробни площи показват, че през 2014 г. са постъпили значително по-големи валежни количества, отколкото през периода 1986 г. до сега, откакто е създаден хидрохимичния стационар в района. Прави впечатление и по-високото количество на валежите на по-ниската надморска височина от 650 m, където са измерени 1710 mm валеж на открито, докато на 1500 m н.в. са постъпили 1396 mm. Трябва да се обърне внимание на факта, че на 1500 m н.в. измерените стойности са по-близо до многогодишната норма на валежите (1160 mm), отколкото на 650 m н.в., където

за цялата 2014 г. постъпилите валежи са почти два пъти над многогодишната норма за района. От тези валежни количества до почвената повърхност под короните на смърча са постъпили 1240 mm в пробната площ на 1500 m н.в. и 1561 mm на 650 m н.в. Валежите, постъпващи на открито на 1500 m н.в. (5.84 рН единици) са по-кисели от тези на 650 m н.в. (6.04 рН), но и на двете надморски височини смърчовите насаждения подкисляват валежите и те достигат до почвата със средногодишна киселинност 5.32 рН единици под склопа на смърча на 1500 m н.в. и 5.66 рН единици на 650 m н.в. От всички изследвани варианти на проучването най-кисели са валежите под короните на смърча на 1500 m н.в. (рН=5.32).

Проследявайки динамиката на киселинността на валежните води на открито и под короните на смърча, се вижда, че през целия период на проучването смърчовите дървостои подкисляват постъпващите валежи, както на 1500 m н.в., така и на 650 m н.в., като степента на подкисляване е по-силно изразена през зимните и есенни месеци, когато и температурният режим е по-неблагоприятен за дървесната растителност.

Ако се съпоставят резултатите от киселинността на валежите на открито и под короните на иглолистния смърч и широколистния бук на една и съща надморска височина от 1500 m н.в., се установява, че под короните на бука те са с по-благоприятна киселинност, както по отношение на валежите под короните на смърча, така и спрямо валежите на открито за целия период на 2014 г. (фиг. 2). При постъпването на едни и същи валежи на открито със средна стойност на рН за изследвания период 5,86 рН, (пробните площи за смърча и бука са разположени на разстояние около 300 m една от друга), средногодишната киселинност под короните на бука възлиза на 6,10 рН единици, докато под смърча тя е 5,32 рН единици.



Фиг. 2. Динамика на рН на валежите на открито и под короните на смърч и бук на 1500 m за 2014 г.

Следователно, смърчовите насаждения допълнително киселяват преминаващите през короните им атмосферни валежи, което би могло да влоши почвените условия и да повиши усвояемостта на някои замърсители и тежки метали. Освен това, по-киселите валежи способстват и извличане на базични катиони от надземната маса на дървостойките, което може да се отрази на тяхното устойчиво развитие.

От киселите замърсители в отлаганията най-силно са представени хлоридите. Те постъпват с валежите на открито в по-големи количества на 1500 m ( $37,10 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{yr}^{-1}$ ), отколкото

на 650 m ( $27,66 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{yr}^{-1}$ ). Техният произход може да се обвърже с далечен пренос, тъй като в по-високо разположената пробна площ под короните на смърча са измерени много по-високи отлагания на хлориди ( $45,95 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{yr}^{-1}$ ), отколкото са постъпили с валежите на открито ( $37,10 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{yr}^{-1}$ ). Една част от постъпилите с валежите хлориди се задържат под короните на смърча на 650 m, където в колекторите под склопа са се отложили  $23,96 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{yr}^{-1}$ , а на открито съответно  $27,66 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{yr}^{-1}$  (табл. 1).

Таблица 1. Годишни отлагания на киселяващи замърсители и базични катиони за 2014 г.,  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{yr}^{-1}$ .

Вариант	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	S-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>
Смърч – 1500 m	10,55	12,92	22,70	45,95	17,41	9,11	22,08	3,07
Бук – 1500 m	12,28	7,87	9,64	25,51	8,91	2,14	8,29	0,98
Открито – 1500 m	17,94	6,68	11,11	37,10	4,05	2,58	9,48	0,90
Смърч – 650 m	10,89	6,56	11,70	23,96	9,50	2,34	9,48	1,11
Открито – 650 m	15,52	14,33	9,01	27,66	4,90	4,92	11,22	1,05

Получените резултати показват, че под короните на смърча се отлага по-малко амониев азот, отколкото на открита незалесена площ и на двете надморски височини, на които са извършени изследванията. Въпреки големите разлики във валежните количества в отделните варианти на опита, отложеният амониев азот под короните на смърча в пробната площ на 1500 m ( $10,55 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{yr}^{-1}$ ) е колкото и на 650 m ( $10,89 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{yr}^{-1}$ ). И под короните на бука на 1500 m също се отлагат по-ниски количества на тази форма на азота ( $12,28 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{yr}^{-1}$ ), отколкото на открито ( $17,94 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{yr}^{-1}$ ). Относително близки са и отлаганията на открито на 1500 m ( $17,94 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{yr}^{-1}$ ) и на 650 m ( $15,52 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{yr}^{-1}$ ) (табл. 1).

На по-ниската надморска височина от 650 m се усвоява от короните на смърча дори мобилната нитратна форма на азота директно от валежните води, където под короните са отложени  $6,56 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{yr}^{-1}$ , а на открито два пъти повече

( $14,33 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{yr}^{-1}$ ). Прави впечатление и два пъти по-високото количество отложен нитратен азот на открита незалесена площ на 650 m ( $14,33 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{yr}^{-1}$ ) спрямо 1500 m ( $6,68 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{yr}^{-1}$ ). Това може да се обясни с по-високото валежно количество на 650 m значително над нормата, а също така и на близостта на пробната площ до населеното място, където за отопление се използва главно твърдо гориво, при което се отделят азотни оксиди.

Макар че на 1500 m отложеният нитратен азот е много повече под короните на смърча ( $12,92 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{yr}^{-1}$ ), отколкото на открито ( $6,68 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{yr}^{-1}$ ), ако се съпостави общата сума на амониев и нитратен азот, се вижда, че отложеният под короните на смърча азот е по-малко ( $23,47 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{yr}^{-1}$ ) от този на открито ( $24,61 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{yr}^{-1}$ ). Още по-добре изразена е тази зависимост на 650 m, където под короните на смърча са отложени общо  $17,45 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{yr}^{-1}$  азот, а на открито:  $29,85 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{yr}^{-1}$  (табл. 2).

Таблица 2. Годишни отлагания на сяра, азот, сума от киселяващи и базични йони за 2014 г.,  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{yr}^{-1}$ .

Вариант	S	N	Сума киселяващи йони	Сума базични йони
Смърч – 1500 m	22,70	23,47	92,12	51,67
Бук – 1500 m	9,64	20,15	55,30	20,32
Открито – 1500 m	11,11	24,61	72,83	17,01
Смърч – 650 m	11,70	17,45	53,12	22,43
Открито – 650 m	9,01	29,85	66,52	22,09

За разлика от азота, отлаганията на сяра под короните на смърча на 1500 m са два пъти по-високи ( $22,70 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{yr}^{-1}$ ), отколкото на открито ( $11,11 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{yr}^{-1}$ ). Тази тенденция се наблюдава и на по-ниската надморска височина от 650 m, но е значително по-слабо изразена:  $11,70 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{yr}^{-1}$  под смърча срещу  $9,01 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{yr}^{-1}$  на открито. Необходимо е да се отбележат близките стойности на отложената на открито сяра на двете надморски височини и два пъти по-високите отложени количества сяра под склопа на смърча на 1500 m спрямо този на 650 m, което показва, че голяма част от отложената сяра е резултат на далечен пренос и в безвалежните периоди тя се задържа в короните на смърча на по-голямата надморска височина, а в последствие се смива в колекторите с валежите (Табл. 2). В по-ниските територии далечният пренос на замърсители е по-слабо изразен.

Особено внимание заслужават отлаганията на базични катиони с валежите, чиито стойности са много близки на откритата незалесена площ и на двете надморски височини, но на 1500 m под короните на смърча са измерени много по-високи отлагания на всички определени катиони, отколкото на открито. Така например под смърча са отложени 4 пъти повече  $\text{K}^+$  йони ( $17,41 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{yr}^{-1}$ ) и 3 пъти повече  $\text{Mg}^{2+}$  йони ( $3,07 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{yr}^{-1}$ ), отколкото на открито ( $4,07 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{yr}^{-1}$  за K и  $0,90 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{yr}^{-1}$  за Mg). На по-ниската надморска височина, обаче, само отлаганията на K са по-високи под короните на смърча ( $9,50 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{yr}^{-1}$ ) спрямо откритата площ ( $4,90 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{yr}^{-1}$ ). Отлаганията на Na и Ca са по-ниски под короните, а на Mg са почти еднакви ( $1,11 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{yr}^{-1}$ ), както и на открито ( $1,05 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{yr}^{-1}$ ) (табл. 1). Основната част от базичните йони се дължи на калиевите и калциевите йони във всички варианти на изследването.



Фиг. 3. Отношение между отложената с валежите сума от кисели замърсители и сума от неутрализиращи базични катиони за 2014 г.

Отлаганията на базичните катиони обаче не са достатъчни да неутрализират значителните кисели отлагания в изследвания район. Отношението между сумата от кисляващите и алкализиращите йони е най-високо в отлаганията на открито (киселите отлагания са 4 пъти по-вече от базичните на 1500 m и 3 пъти по-вече на 650 m (фиг. 3). В този аспект смърчовите дървостои са подобрили това съотношение чрез извлечените от тяхната надземна маса базични катиони или чрез асимилираните кисели йони, постъпили с валежите. Въпреки по-високата стойност на съотношението кисляващи / базични йони под склопа на буковото насаждение, в сравнение с това на смърчовото, активната реакция на валежа в буквите гори е с по-благоприятна киселинност.

### Заклучение

Установено е преобладаващо присъствие на кисляващите йони ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  и  $\text{Cl}^-$ ),

спрямо алкализиращите ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$  и  $\text{Mg}^{2+}$ ) във всички изследвани пробни площи. Най-силно е изразено това съотношение на открито, докато под склопа на насажденията разликата е по-малка, поради протичане на интерцепционни процеси.

На по-голямата надморска височина постъпват по-кисели валежи, дължащо се на по-високите отлагания на кисляващи замърсители и по-ниски на базични катиони, в сравнение с пробните площи на по-ниската надморска височина.

Смърчовите насаждения допълнително кислят преминаващите през короните им атмосферни валежи, което би могло да влоши почвените условия и да повиши усвояването на някои замърсители и тежки метали. Освен това, киселите валежи способстват и за извличането на базични катиони от надземната маса на дървостойте, което допринася за намаляване на съотношението между сумата на киселите и сумата на базичните йони в отлаганията под короните на

смърча спрямо тези на открито, което може да се отрази на тяхното устойчиво развитие.

Тъй като постъпилите валежни количества в изследваните площи са значително над нормата, особено на по-ниската надморска височина, което се отразява и на отлаганията на вкисляващи замърсители и тежки метали, е необходимо проучванията да продължат за изясняване на констатираните завишени отлагания на кисели замърсители, най-вече на по-голямата надморска височина, където и други фактори са по-неблагоприятни за смърча. Като се има предвид фактът, че смърчовите насаждения не са типични за Северозападна Стара Планина, където преобладава широколистна растителност, може да се предположи, че тенденцията за вкисляване на валежите по-слабо ще бъде изразена в следващите години, в сравнение с районите, залесени изцяло със смърчови гори.

### Благодарност

Резултатите, представени в настоящата статия са финансирани от Фонд научни изследвания към ЛТУ, договор 60/2014.

### Литература

1. Dambrine E., Pollier B., Bonneau M., Ignatova N. (1998). *Use of artificial trees to assess dry deposition in spruce stands*, *Atm. Env.*, 32/1998, pp. 1817–1824.
2. Draaijers GPI, Erissman Jw. (1993). *Atmospheric sulphur deposition to forest stands throughfall estimates compared to estimates from inference*, *Atmospheric Envir.*, 27/1993, pp. 43–55.
3. Hettelingh, J-P., Posch, M., Slootweg, J., Reinds, G. (2008). *Integrated Assessment of Air pollution effects on biodiversity*.
4. Ignatova, N., Jorova, K., Grozeva, M., Trendafilov, K., Tintchev, G., Petkova, T. (1998). *Manual on Methodologies for calculation and mapping of critical loads for acidity, sulfur and nitrogen for soils in Bulgaria*, S., Iriss, p. 49.
5. Ignatova, N., Damyanova, S., Jorova, K., Velizarova, E., Fikova, R., Broshtilova, M., Yordanov. Y. (2007). *Critical loads of Nitrogen and Dynamic modeling in Bulgaria*, (J. Slootweg, M. Posch, J.P.Hettelingh Eds.), RIVM, Bilthoven, Netherlands. pp. 115–120.
6. Ignatova, N., Jorova, K., Velizarova, E., Damyanova, S., Fikova, R., Broshtilova, M., Yordanov, Y. (2008). *Modeling and Mapping Critical Loads in Bulgaria*, J-P. Hettelingh, M. Posch, J. Slootweg (eds), part II, pp. 15–18.
7. Lindberg S E, Bredemeier M, Schaeffer D A, Qi L. (1990). *Atmospheric concentration and deposition of Nitrogen and major ions in conifer forest in the USA and Germany*, *Atmospheric Environment*, 24/1990, pp. 2207–2220.
8. Reinds, G. (2009). *Air pollution impacts on European forest soils*, PhD thesis. Wageningen, The Netherlands, p. 223.
9. Ulrich, B., Mayer, R., Khanna, P. (1980). *Chemical changes due to acid precipitation in a loess-derived soil in Central Europe*, *Soil Science*, 130/1980, p. 193–199.
10. Ulrich, B. and Pankrath, J. (1983). *Effects of Accumulation of Air Pollutants on Forest Ecosystems*, Dordrecht, the Netherlands.
11. Богданов С., Илинкин В., Петрова К. (2015). *Промени в съдържанието на общ въглерод в почви подложени на деградация*, Научни трудове XXIV международна научна конференция за млади учени Русе 2015, с. 5–12.
12. Игнатова Н. (2001). *Отлагания на замърсители с валежите в горски екосистеми и въздействието им върху химичния състав на водите*, Хабилитационен труд, 309 с.
13. Михов И. (2012). *Биопродуктивност на букови гори (влияние на антропогенни и биотични фактори)*, ЛТУ, София.
14. *Отчети за горския фонд – ГФ-1 и ГФ-2 за 2010 г.*, Изпълнителна агенция по горите.
15. Петрова, Р., Богданов, С. (2012). *Ръководство за упражнения по почвознание*. Виртуална библиотека, ЛТУ, София.

## ACID-BASE BALANCE OF ATMOSPHERIC DEPOSITION OF FORESTS IN WESTERN BALKAN MOUNTAINS FOR MORE SUSTAINABLE MANAGEMENT

Sonya Damyanova, Nadka Ignatova, Maria Mladenova  
University of Forestry, Sofia

### Abstract

In order to determine the influence of trees on chemical composition changes of atmospheric depositions in forests, investigation has been conducted of acidifying and basic ions in precipitation in spruce and beech stands located in the northwestern part of Balkan Mountains of 1500 and 650 m altitude. Precipitation amounts were measured in open areas and under canopies, as well as their acidity and chemical composition. Acidifying ions such as  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  and  $\text{Cl}^-$  prevailed over basic ones:  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$  и  $\text{Mg}^{2+}$  in all studied sites. This ratio was most obvious in the open areas while under canopies there was less difference due to interception processes. The annual nitrogen deposition was higher than the sulfur one and the difference at the low altitude site is three times bigger than the one in the open area. Under the canopy of the beech trees there was less sulphates than nitrates comparing to spruce. Ammonia deposition was higher at the open area with 1500 m altitude and lowest under the canopy of the two spruce stands, which indicates absorption of this nitrogen form by harvestable biomass from the precipitation directly. The opposite dependence was determined for nitrates: their amount was two times bigger under the canopy comparing to the one in the open area at the higher altitude site. The results obtained could be used for more effective control of diffuse pollution through precipitation and more successful forest management.