

- науч. Трудов / Э. А. Головки, И. А. Элланская, Е. Ю. Кострома - К.: Наукова думка, 1982. – С. 86 - 95.
8. Звягинцев Д. Г., Кочкина Г. А., Кожевин П. А. Новые подходы к изучению сукцессий микроорганизмов в почве / Д. Г. Звягинцев, Г. А. Кочкина, П. А. Кожевин. - Почвенные организмы как компонент биогеоценоза. – М.: Наука, 1984. – С. 81 - 103.
 9. Іутинська Г. О. Грунтова мікробіологія: Навчальний посібник [для студ. біолог. спеціальн. вищ. навч. закл.] / Галина Іутинська; [М-во освіти і науки України; лист №14/18.2 – 1228 від 31.05.2005 р.]. – К.: Арістей, 2006. – 284 с. - ISBN 966-8458-95-8.
 10. Мирчинк Т. Г. Почвенная микология: Учебник / Татьяна Мирчинк – М.: МГУ, 1988. – 220 с. – Предмет. указ.: С. 210-212. - ISBN 5-211-00157-5.
 11. Мороз П. А. Аллелопатия в плодовых садах / Павел Мороз. - К.: Наукова думка, 1990. – 208 с.
 12. Мишустин Е. Н. Ассоциации почвенных микроорганизмов [для микробиол., почвовед., агроном., и студ.] / Евгений Мишустин. – М.: Наука, 1975. – 105 с.: ил., табл. - Библиогр. 144 наим.
 13. Рубенчик Л. И. Азотобактер и его применение в сельском хозяйстве. – К.: Изд-во АН УССР, 1960. – 328 с.
 14. Современная микробиология. Прокариоты / [под ред. Й. Лейгелера, Г. Дрекса, Г. Шлегеля]. – М.: Мир, 2005. – 493 с.
 15. Тетнер Е. З. Практикум по микробиологии / Е. З. Тетнер, В. К. Шильникова, Г. И. Переверзева. - М.: Дрофа, 2005. – 256 с.
 16. Функціонування мікробних ценозів ґрунту в умовах антропогенного навантаження / [К.І. Андреюк, Г.О. Іутинська, А.Ф. Антінчук та ін.]; [Б-ка Держ. фонду фундамент. досліджень]. – К.: Обереги, 2001. – 240 с.: іл., табл. – Бібліогр. 535 назв. – ISBN 966-513-210-5.
 17. Van der Heiden Marcel G. A. The unseen majority. Soil microbes as drivers of plant diversity and productivity in terrestrial ecosystems / G. A. Van der Heiden Marcel, D. Bargett Richard, M. van Straalen Nico. - Ecol. Lett., 2008. – V. 11, №3. – С. 296 - 310.

Стаття поступила до редакції 01.03.2012 р.; прийнята до друку 11.03.2012

Елланська Наталія Едуардівна – кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник відділу аллелопатії Національного ботанічного саду ім. М. М. Гришка НАНУ. e-mail: ellanskaya@bk.ru.

Горелов Олексій Олександрович - кандидат біологічних наук, молодший науковий співробітник відділу дендрології та паркознавства Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАНУ. e-mail: doramin@bk.ru

Рецензент: заступник директора з наукової роботи Національного ботанічного саду імені М. М. Гришка к.б.н. Гапоненко М. Б.

УДК 58.072

ФІТОГЕННЕ ПОЛЕ, ЙОГО КОМПОНЕНТНА ТА ПРОСТОРОВА СТРУКТУРА

О. М. Горелов

Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка НАН України,
e-mail: alexgorelov@rambler.ru

Представлено матеріали огляду наукової літератури та власних досліджень щодо компонентної та просторової структури фітогенного поля.

Ключові слова: *фітогенне поле, структура.*

Gorelov A. M. The phytogenic field, its component and space structure. *The scientific literature review and own researches about component and space structure of phytogenic field are shown in the article.*

Key words: *phytogenic field, structure.*

Практично всі сторони життєдіяльності рослини як відкритої динамічної системи (ріст, онтогенетичний та сезонний розвиток, живлення, розмноження, реалізація тієї або іншої життєвої стратегії виживання, адаптація до змін зовнішнього середовища, взаємовідносини з іншими живими організмами і т.д.) тим чи іншим чином пов'язані з прилеглим простором. Утвердження в науці системного підходу зробило актуальним дослідження структурної та функціональної організації

біологічних систем різного рівня. Основними положеннями такого підходу є наявність системоутворюючих зв'язків між елементами біосистеми, а також зв'язків системи з оточуючим середовищем, що проявляється у речовинному, енергетичному та інформаційному обміні.

У свою чергу сама рослина спричиняє значні зміни у середовищі. Це явище отримало назву „фітогенне поле” (ФП) [17], "зона впливу" [18, 22], "екологічне поле" [21]. Загального поширення набув саме перший термін, якого ми і будемо притримуватися. Під ФП О.О. Уранов запропонував розуміти „...частину простору, в межах якого середовище набуває нових якостей, які визначаються присутністю у ньому даної особини рослини” [17, с. 251]. За такого широко трактування під ФП слід розуміти:

- будь-які впливи рослини на середовище, які проявляються у зміні вже існуючих чинників (освітлення, температура, вологість, рух повітряних мас, зміна фізичних якостей ґрунту тощо);
- появу нових, раніше відсутніх факторів (органічні речовини, які утворилися у результаті життєдіяльності рослин, різні види фізичних полів, джерелом яких є рослина, носії генетичної інформації (насіння, спори тощо);
- різноманітні біологічні ефекти, які проявляються в наслідок зміни середовища рослинами (взаємовідносини між рослинами, структурна та функціональна організація як самих рослин або їх окремих частин, органів чи тканин, так і рослинних угруповань, фізіологічні, морфологічні та інші прояви впливу екологічних чинників, викликаних рослинами).

У цілому під ФП слід розуміти як будь-які спричинені рослинами зміни середовища, так і частину простору, у якому ці зміни проявляються. Виходячи з цього, слід розрізняти компонентну та просторову структуру цього поля. ФП неоднорідне за своїм складом і включає багато факторів різноманітної природи. У самому загальному випадку пропонується систематизувати все різноманіття проявів ФП, виділяючи речовинну (субстратну), енергетичну та інформаційну компоненти. Речовинна та енергетична компоненти мають багато складових, які розрізняються за природою свого носія, інформаційна виділяється за своїм функціональним призначенням, матеріальною основою якої є речовинна або енергетична (польова) складова ФП.

Речовинна компонента представлена у вигляді мінеральних або органічних сполук, хімічних або фізичних проявах ФП, що впливають на розподіл та кругообіг речовин. У ґрунтовому середовищі ця складова ФП визначається розповсюдженням кореневої системи, а також зоною дії рослини на ґрунт. У цій зоні рослина впливає на фізичні (механічний склад ґрунту, його вертикальну та горизонтальну структуру, вологість, електропровідність і т.д.), хімічні (мінеральний та органічний склад, кислотність, буферність, ачелопатичні властивості тощо) та біологічні (ґрунтова біота) особливості. Досить значна частина у речовинній компоненті ФП приходить на опад. Він утворюється із листків, гілок, плодів, насіння та інших частин живих та відмерлих рослин. Об'єми його надходження визначаються типом рослинного покриву, видовим складом та іншими факторами. Так, в умовах дубово-соснових насаджень щорічний об'єм надходження опадів на 1 га становить більше 1200 кг, чистих соснових до 1200, дубових до 1000 [1, 19]. У надземній частині рослина в межах ФП впливає на рух повітряних мас, вологість повітря та його хімічний склад. Ці та інші фактори рослинного впливу в значній мірі формують специфічний фітоклімат.

Енергетична складова проявляється у світловому та термічному режимі, кінетиці повітряних мас, балансі енергій при синтезі та розкладі речовин і інших енергетичних проявах життєдіяльності рослини. Світловий режим у природних умовах визначається інтенсивністю сонячної радіації, її спектральним складом, часовою та просторовою мінливістю. Цей чинник включає випромінювання видимого, інфрачервоного та ультрафіолетового спектру. Трансформація світлового потоку визначається видовою, віковою та просторовою структурою насаджень. Для дендроценозів складної будови з високою щільністю на ґрунтову поверхню потрапляє тільки 2-10% від повного освітлення. Досить цікавим є вплив рослин на режим ультрафіолетового випромінювання. Дія та значення цього випромінювання у життєдіяльності рослини поки що досліджені недостатньо. Відомо лише, що під його впливом змінюються численні морфо-фізіологічні та біохімічні параметри рослинних клітин [20], ймовірно, воно відіграє значну роль у морфогенетичних та комунікаційних процесах [8]. При загальному послабленні фонових значень потужності сонячного УФ-випромінювання в місцях концентрації меристемних тканин рослини самі стають джерелом коротко- та середньохвильової частини його спектру.

Температурний режим в межах ФП визначається інфрачервоною складовою сонячної радіації, а також у деякій мірі фізіологічними процесами та оптичними властивостями рослинних тканин, рухом повітряних мас та деякими іншими факторами [13]. Найзагальнішими змінами цього режиму є утворення зон пониженої температури у при затіненні, зниження амплітуди температурного фону у межах кронного простору поодинокі рослини та насаджень. Так, у літній період у кронному просторі зниження температури повітря становило від 2,5 (*Salix caprea* L.) до 8,8 °C (*Quercus robur* L.), на поверхні ґрунту від 6,1 (*Betula pendula* Roth.) до 18,4 °C (*Salix acutifolia* L.).

Інформаційна компонента ФП, мабуть, є найменш дослідженою. Інформаційний обмін є невід'ємним атрибутом будь-якої біологічної системи. На відміну від речовинної та енергетичної складової ФП, ця компонента виділяється за своїм проявом, а не за природою носія. Таким носієм може бути будь-який речовинний або енергетичний вплив. Інформація пов'язана зі структурною організацією

біосистеми, кількісно та якісно змінюючись при взаємодії як між її елементами, так і зовнішнім середовищем.

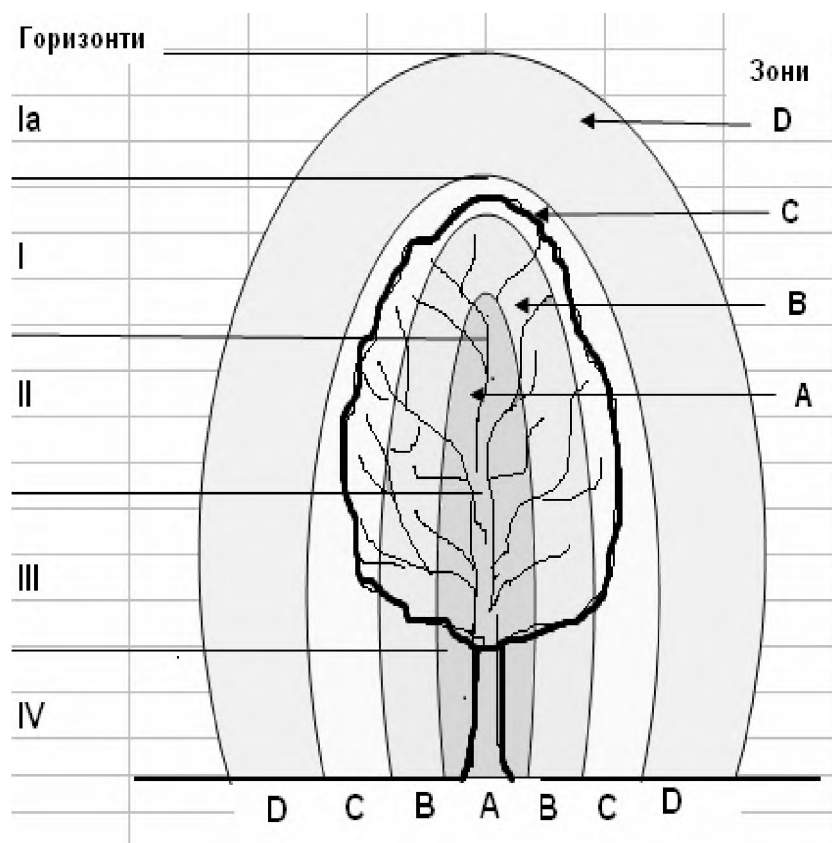


Рис. 1. Зонування надземної частини ФП рослин біоморфного типу дерева

Формалізований підхід при аналізі життєдіяльності біосистем різних ієрархічних рівнів в рамках структурної моделі припускає наявність двох підсистем – ресурсної та інформаційної [12]. Кожна підструктура характеризується моделлю організації, причинно-наслідковим зв'язками, операторами фізико-хімічних, біохімічних, енергетичних та молекулярно-генетичних змін потоків ресурсів, а також інформаційними операторами, які описують ці зміни [4]. На рівні рослинного організму в інформаційній підсистемі ФП відіграє роль блоку сприйняття зовнішньої інформації та блоку структурної організації окремих частин і цілісної рослини. При цьому реалізуються функції запуску та регуляції процесів життєдіяльності з урахуванням стану зовнішнього середовища, управління ростом та структуроутворенням, вибір стратегій управління життєвими процесами на кожному етапі онтогенезу. Характеристики ФП слід розглядати як параметри стану рослини, що відображають динаміку її життєвих процесів та забезпечують параметричні залежності структури від балансу ресурсів середовища, зовнішніх впливів та як інформаційний канал зворотного зв'язку. Такі інформаційні (кодові) зв'язки є фактором впливу на інші рослини, що визначає той або інший тип їх взаємовідносин у рослинних угрупованнях, видову, вікову та просторову структуру ценозів, сезонну та добову ритміку життєдіяльності тощо [14].

Оскільки інформація не може існувати абстрактно, у „чистому” вигляді, то надання їй ролі самостійного атрибуту матерії є штучним прийомом. Сам носій інформації має матеріальну природу у вигляді речовини або поля, які є носіями відповідних сигналів. Порівняно нещодавно (починаючи з другої половини ХХ століття) почалося вивчення саме польових компонентів ФП. Якщо існування електромагнітних полів не викликає сумнівів, то поля рослин іншої природи мають скоріше теоретичне обґрунтування. Так, у науковій літературі все частіше з'являється термін „біологічне поле” [16], проте щодо його природи існує широкий спектр припущень – від комплексу відомих фізичних полів [3], до невідомих польових форм існування матерії [8]. Тут треба погодитися з Б.С. Кузіним [7], що сучасна наука поки що не може розкрити матеріальну основу біологічного поля. Наш погляд на це питання узгоджується з думкою проф. І.С. Марченка, який вважав, що у поняття „біологічне поле” слід вкладати не звичайну „...суму фізичних полів біологічних об'єктів, а таку інтеграцію відомих сучасному природознавству полів, і, ймовірно, невідомих ще науці, яка відповідальна за феномен живого і яка реалізує біологічну форму руху” [8, с. 5]. Таким чином, питання про компонентний склад полів біологічних об'єктів, в тому числі і рослин, залишається відкритим.

Вплив рослини на середовище, безумовно, обмежений просторово. Межею ФП О.О. Уранов пропонував вважати простір, за яким вплив даної рослини стає меншим, ніж дія інших факторів. Розміри

такого поля можуть коливатися від кількох сантиметрів до десятків метрів, в залежності від розміру, функціонального стану та компоненти, за якою визначається ФП. Так, власне електромагнітне випромінювання рослини прилади фіксують поблизу її поверхні, вплив на електромагнітне поле Землі проявляється на приблизно половині висоти крони дерева [5], режим освітлення в основному визначається зоною затінення, на температуру та вологість повітря рослина може впливати на віддалі, співставленій з її висотою, біолокаційним методом край ФП визначається на віддалі в 4-5 її висот [2].

Неоднорідність ФП в цих межах визначає на його просторову структуру. О.О. Уранов [17] та інші дослідники [10, 15] виділяли, як мінімум, дві зони – внутрішню та зовнішню. На їх думку, внутрішня знаходиться в межах контуру рослини, зовнішня визначається границею поширення кореневої системи. Пізнішими дослідженнями була виявлена більш складна просторова структура ФП. Досліджуючи ФП *Quercus robur*, М.М. Матвеев та О.П. Лаврова [9] за впливом на освітлення та температуру розрізняють три зони – пристовбурну, підкранову та зовнішню. На прикладі цього ж виду Ю.І. Самойлов [11] за впливом дуба на ґрунтовий покрив виділив чотири зони – пристовбурну, підкранову, перехідну та периферійну. О.М. Кришень [6] також вказує на наявність чотирьох зон у структурі ФП *Pinus sylvestris* L. Перша знаходиться біля стовбура і визначається в основному підвищеним зволоженням за рахунок стікаючої по стовбуру вологи та її хімічним складом. Друга зона розміщена у підкрановому просторі до зовнішньої границі крони. Ця зона неоднорідна за екологічними умовами, але зміни у ній рослинного покриву ґрунту відбувається плавно. Третя зона опоясує межі проекції крони. Границя її нерівна та залежить від конфігурації крони. У порівнянні з другою зоною ґрунтопокривні рослини розвинуті тут сильніше, що зумовлюється кращим освітленням та зволоженням за рахунок стікаючої з крони вологи. Четверта зона, розміщена поза контуром рослини, визначається як простір, де вплив дерева ще відчувається, але дія зовнішніх факторів проявляється сильніше.

Наші дослідження показали, що просторовий розподіл ФП на такі чотири зони є цілком достатнім для вивчення екологічного та ценотичного впливу рослин на середовище (рис. 1). Пристовбурна зона А характеризується максимальними змінами окремих екологічних чинників (освітлення, температура, вологість, алелопатичний режим, вплив кореневих виділень та змивів зі стовбура, концентрація продуктів деструкції опадів тощо). Ця зона також чітко визначається за особливостями ґрунтового рослинного покриву (як правило, бідним флористичним складом, невисоким проективним покриттям, пригніченим станом рослин нижнього ярусу). За цими ознаками напруженість ФП цієї зони найбільша. Просторово вона займає центральну частину області проекції крони від 1/4 до 1/3 її частини.

Підкранова зона В, в межах якої екологічний режим суттєво відрізняється від фонового поза контуром рослини, характеризується порівняно більш м'якими змінами екологічних факторів (мікроклімату, хімічного та мінерального складу ґрунту, його кислотності, механічних і інших властивостей тощо), більшим видовим різноманіттям ґрунтопокривних рослин, їх кращим життєвим станом та більшою розвинутістю, що дозволяє за цими ознаками оцінити напруженість ФП як помірну.

Порівняно невелику частину займає зона С, яка знаходиться поблизу зовнішньої проекції крони. Ця зона займає простір, який найбільше насичений пагонами вищих порядків. Зовнішня границя зони визначається знаходженням більшості термінальних частин окремих найрозвинутіших пагонів. Для цієї зони характерна стрибкоподібна зміна екологічного режиму, зокрема кліматичних показників. Тут формується особливий ценотичний режим, який проявляється у своєрідності розвитку ґрунтового рослинного покриву, а іноді і у його майже повній відсутності. У цій проміжній зоні, яка знаходиться на межі розділу внутрішньої та зовнішньої частин ФП, зі всією очевидністю проявляється різноманітна комбінація діючих чинників та екологічних умов, що не дозволяє дати однозначну оцінку напруженості ФП.

За межами проекції крони у периферійній зоні D мікрокліматичні та інші параметри середовища поступово досягають фонових значень, ценотичний ефект ФП зникає, напруженість цього поля знижується до нуля.

Для більш детальної характеристики ФП надземної частини рослини нами запропоновано розділити весь простір поля на п'ять горизонтів (рівнів), чотири з яких (I – IV) знаходяться в границях контуру рослини, п'ятий (Ia) поза його межею. Для рослин деревовидних життєвих форм горизонти I – III рівномірно ділять об'єм крони, а горизонт IV охоплює підкрановий простір. В цілому таке зонування з розбивкою усього об'єму ФП на 20 секторів дозволяє достатньо повно дослідити екологічні та ценотичні прояви ФП у різних його частинах.

Отже, структурні дослідження ФП на сьогодні навряд чи можна вважати закінченими. Актуальними напрямками ми вважаємо встановлення раніше невідомих чинників (зокрема польової природи), різнобічна якісна та кількісна оцінка їх проявів і на цій основі розкриття закономірностей та механізмів рослинного впливу на середовище, ролі ФП у життєдіяльності окремих рослин і їх угруповань.

Література

1. Гончар М. Т. Биоэкологические взаимосвязи древесных пород в лесу (результаты исследований взаимодействий сосны с дубом и березой в лесах западных районов УССР) / М. Т. Гончар. – Львов: Вища школа, 1977. – 164 с.
2. Горелов А. М. Биолокация и ее использование в изучении растений / А. М. Горелов. - К.: Фитосоциоцентр, 2007. - 112 с.
3. Гуляев Ю. В. Физические поля биологических объектов / Ю. В. Гуляев, Э.Э. Годик // Кибернетика живого: биология и информация. - М.: Наука, 1984. - С. 111 – 117.
4. Заїменко Н. В. Наукові принципи структурно-функціонального конструювання штучних біогеоценозів у системі „Грунт – рослина – ґрунт” / Н. В. Заїменко. – К.: Наукова думка, 2008. – 304 с.
5. Кояли Т. Г. Влияние растений на электрическое состояние окружающего воздуха: автореф. дисс. на соиск. учен. степени канд. биол. наук: спец. 03.00.16 «Экология» / Т. Г. Кояли. - Комсомольск-на-Амуре, 1968. – 18 с.
6. Крышень А. М. Фитогенное поле: теория и проявления в природе / А.М. Крышень // Известия АН, серия биологическая, 2000.- № 4. – С. 437 – 443.
7. Кузин Б.С. О принципе поля в биологии / Б.С. Кузин // Вопр. философии, 1992. - № 5. – С. 148 – 164.
8. Марченко И. С. Биополе лесных экосистем / И. С. Марченко.- Брянск: Придесенье, 1995. – 188 с.
9. Матвеев Н. М. О фитогенном поле дуба черешчатого в Степном Заволжье / Н. М. Матвеев, О. П. Лаврова // Вопр. экол. и охраны природы в лесостеп. и степ. зонах. Самар. гос. ун-т. - Самара. 1999. - С. 55 - 58.
10. Межвидовые и внутривидовые отношения растений в искусственных фитоценозах [Якушев Б.И., Рахтеенко И.Н., Мартилевич Б.С. и др.]: под ред Б.И. Якушева. – Минск: Наука и техника, 1987. – 175 с.
11. Самойлов Ю. И. К вопросу о разграничении зон фитогенного поля дуба черешчатого / Комплексные исследования биогеоценозов лесных дубрав / Ю. И. Самойлов, Ю.А. Доронина. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1986. - С. 48 - 56.
12. Сикора Л. С. Системный и информационно-ресурсный подход к анализу синтезу САУ при проектировании структур управления / Л. С. Сикора, А. И. Мартиненко, Я. П. Драган. – Єреван: АРМТЕГ, 1991.- 21 с.
13. Радченко С. И. Температурные градиенты среды и растения / С. И. Радченко.- М.-Л.: Наука, 1966. – 385 с.
14. Титов Ю. В. О временной структуре фитогенного поля / Ю. В. Титов // Тез. докл. V Респ. конф. по проблемам аллелопатии. Киев – Белая Церковь, 12- 14 октября 1982 г. – К.: Наукова думка, 1982. – С. 44 – 45.
15. Торопова Н. А. Структура и динамика фитогенного поля ценопопуляций *Memialis perensis* L. и особенности взаимоотношений с *Aegorodium podagraria* L.: автореф. дисс. на стиск. учен. степ. канд. биол. наук: спец. 03.00.05 „Ботаника” / Н. А. Торопова.- М., 1977. - 16 с.
16. Українська екологічна енциклопедія/ [За ред. Р. Дяківа] – 2-ге вид.,- К.: МЕФ, 2006. – 808 с.
17. Уранов А. А. Фитогенное поле / А. А. Уранов // Проблемы современной ботаники, 1965. – Т.1. – С. 251 – 254.
18. Bella I. E. A new competition model for individual trees / I. E. Bella // Forest Science, 1971. – V. 17, № 3. – P. 364 – 372.
19. Beniamino F. Soil acidification under the crown of oak trees / F. Beniamino, J.F. Ronfe, P. Arpin // Forest ecology and management, 1991. – V. 40. – P. 221 – 232.
20. Bornman J. F. UV-radiation as an environmental stress in plants / J. F. Bornman // J. Photochem. Photobiol. – 1991. – V. 8 (3). – P. 337 - 341.
21. . Ecological field theory: a spatial analysis of resource interference among plants / H. Wu, P. J. H. Sharpe, J. Walker, L. K. Penrige // Ecological Modeling, 1985. - V. 29. – P. 215 – 243.
22. Opie J. E. Predictability of individual tree growth using various definitions of competing basal area / J. E. Opie // Forest Science, 1968.- V. 14, № 3.- P. 314 - 323.

Стаття поступила до редакції 01.03.2012 р.; прийнята до друку 11.03.2012

Горелов Олексій Олександрович - кандидат біологічних наук, молодший науковий співробітник відділу дендрології та паркознавства Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАНУ.
e-mail: doramin@bk.ru

Рецензент: заступник директора з наукової роботи Національного ботанічного саду імені М. М. Гришка к.б.н. Гапоненко М. Б.