

ХАБИЛИТАЦИОННА СПРАВКА

(СПРАВКА ЗА ПРИНОСИТЕ В НАУЧНИТЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ПОКАЗАТЕЛ В4)

на гл. ас. д-р Николай Георгиев Зафиров

представени за участие в конкурса за заемане на академичната длъжност „доцент“ към катедра „Патология на растенията и химия“, област на висше образование 6. Аграрни науки и ветеринарна медицина, професионално направление 6.5. Горско стопанство, научна специалност „Лесомелиорации, защита на горите и специални ползвания в горите“, по дисциплината „Основи на растителната защита“, обявен в Държавен вестник, бр. 102 от 08.12.2023 г.

Код на процедурата: ELA-AsP-1123-118.

Забележка: В текста в скоби са показани номерата на публикациите, които съответстват на тези от Приложение 2 – Оценка на съответствието с МНИ и приложения списък с научни публикации.

Динамика на здравословното състояние на горите

Въведение

През последните десетилетия, след продължителни периоди на засушаване и горещи вълни, в много страни се наблюдава масово съхнене и намаляване на площта на горите (Innes, 1993; van Mantgem et al., 2009; Allen et al., 2010; Luo и Chen, 2015). Проучванията показват, че този факт е следствие на неблагоприятни климатични условия, които често са съчетани с вредни биотични фактори (предимно насекомни вредители и гъбни болести; ВОКУ, EFI, IAFS, INRA, 2008; ЕС, 2010). Негативното влияние на тези стресови фактори предизвиква навлизането в световната научна литература на понятието загиване (дестабилизация) на горите. Този феномен се характеризира с тяхната намалена жизненост и продуктивност върху обширни площи, като преждевременното влошаване на здравословното състояние на редица дървесни видове не е възможно да се обвърже с единствена причина. Специалистите по защита на горите обръщат все по-голямо внимание на комплексния характер на съвременните патологични процеси и ги обвързват с термина „горски диклайн“ (Manion, 1991; Мирчев и кол., 2000).

Проучванията на изменението на здравословното състояние на горите в много случаи изискват подробна информация за тяхното развитие в миналото. Тя включва изясняване на начина на възникване и растеж на горските екосистеми, измененията в тяхната структура и състав, установяване на предишното състояние на дърветата, прогнозиране на бъдещото им развитие и др. Решаването на тези въпроси обаче е трудно, а често и почти невъзможно, чрез обичайните методи за мониторинг на горите,

заклучаващи се в непосредствено наблюдение на ефектите от едни или други въздействия (Комин, 1990). За тази цел се извършват дендрохронологични изследвания на различни характеристики на дървесните годишни пръстени, чрез които с достатъчна точност може да се възстанови миналото развитие на главния компонент на горските екосистеми – дървостоя (Cook and Kairiukstis, 1990; Комин, 1990; Innes, 1993; Мирчев и кол., 2000).

Предвид тези неща основните направления на включените в настоящата хабилитационна справка научни публикации са свързани с изследвания на изменението на здравословното състояние на дървесните видове чрез дендрохронологичния метод и на влиянието на основните стресови фактори върху тях. В справката са включени общо 10 статии, реферирани и индексирани в световни бази данни. Изследванията и резултатите, публикувани в тях, могат да бъдат групирани най-общо в следните основни направления: **1)** проучвания на динамиката в здравословното състояние на горите и на влиянието на основни стресови фактори върху него; **2)** изследване на промените в растежа на дървесните видове преди тяхното загиване; **3)** използване на вътрегодишните вариации в плътността на дървесината и на други нейни анатомични белези при дендрохронологични изследвания и **4)** проучвания на биотични фактори, увреждащи горските насаждения.

1. Проучвания на динамиката в здравословното състояние на горите и на влиянието на основни стресови фактори върху него

1.1. Изменения на здравословното състояние на борови гори (B4.3)

Анализирано е изменението на здравословното състояние на горски насаждения от бял бор (*Pinus sylvestris* L.) и черен бор (*Pinus nigra* Arn.) в Стара планина (НП Централен Балкан) и е оценено въздействието на климатичните условия върху него (B4.3). За извършване на дендрохронологичния анализ са взети 154 дървесни прирастови проби от няколко горски култури от бял и черен бор и от едно естествено насаждение от черен бор. Установено е, че последният стресов период във всички култури от бял бор е продължил до края на растежния им период. Чрез многофакторен регресионен анализ е установено, че температурите на въздуха и валежите определят повече от 50% от варирането на широчините на годишните пръстени в изследваните насаждения. Индексите за радиалния прираст за черния бор също са под средната стойност през последните няколко години. Този факт е ясно видим при по-старите дървета в естественото горско насаждение. Регресионният анализ показва, че температурно-валежният режим определя повече от 50% от варирането в прирастовите хронологии и при този дървесен вид (до 88% в културата от черен бор на 585 m н.в.). Извършените статистически анализи за влиянието на температурно-валежния режим върху динамиката на радиалния прираст на изследваните дървесни видове доказват значението му като първичен стресов фактор за изменението на здравословното им състояние. Анализът очертава също така и тенденция за повишаване на температурите на въздуха през последните 50 години в изследвания район.

1.2. Изменения на здравословното състояние на дъбови гори (B4.5, B4.6)

Изследвана е динамиката на здравословното състояние на издънковите дъбови гори (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl., *Q. frainetto* Ten. и *Q. cerris* L.) в Западна България и са идентифицирани основните стресови фактори, които им въздействат (B4.5). Проучването е извършено в дъбови насаждения, разположени в седем Държавни горски стопанства на Северозападното и Югозападното държавни предприятия. Използван е предимно дендрохронологичен анализ, който е комбиниран с оценка на обезлистването, макроскопски и микроскопски фитопатологични анализи. Създадени са представителни хронологии за радиалния прираст за основните видове дъб в района на изследване, които отразяват динамиката на тяхното здравословно състояние. Повечето от изследваните издънкове насаждения до 70-годишна възраст са в добро здравословно състояние в края на анализирания период. Някои от по-старите дъбови насаждения обаче са във влошено състояние. Получените коефициенти на определеност чрез многофакторния регресионен анализ за влиянието на температурно-валежния режим върху здравословното им състояние са високи (коефициент на определеност $R^2 > 50\%$). Най-неблагоприятни климатични условия за издънковите дъбови гори са свързани с ниски валежи, съчетани с високи температури на въздуха през вегетационния сезон и те са определени като основни първични стресови фактори за тях.

Изследвано е насаждение от корков дъб (*Quercus suber* L.), разположено в югозападната част на страната (в близост до гр. Петрич), с цел да се оцени локалната адаптация на вида чрез динамиката на индексите за радиалния прираст (B4.6). Многофакторният линеен регресионен анализ показва, че температурно-валежният режим е основният фактор, ограничаващ растежа на този дървесен вид (коефициент на определеност $R^2 = 69\%$). Извършен е и графичен анализ с помощта на климатограми на Walter. Направена е оценка на риска за влошаване на здравословното състояние на корковия дъб при продължаващи климатични промени съгласно схемата на Manion, следвайки концепцията, че болестите при дървесните видове са резултат от множество взаимодействащи си фактори, които могат да бъдат групирани в три категории: първични, съдействащи и вторични. Както валежите, така и температурите на въздуха, са анализирани като най-важните първични фактори. Сред другите стресови фактори като важни са разгледани влиянието на добива на корк по време на продължителни засушавания и патогените от род *Phytophthora*. Резултатите от дендрохронологичния анализ показват, че за изминалия растежен период корковият дъб е успешно адаптиран в Югозападна България.

1.3. Изменения на здравословното състояние на други дървесни видове (B4.4, B4.10)

Създадени са три дълги хронологии с широчини на годишните пръстени от бяла мура (*Pinus peuce* Griseb.), растяща в района на горната граница на гората на няколко

места в Пирин (B4.4). Целта е да се изследва изменението на състоянието на този дървесен вид, да се установи връзката на хронологиите с месечните температури и валежи в района на изследване и да се оцени потенциалът им за реконструкция на климата. Най-дългата хронология обхваща 675 г. Чрез многофакторен регресионен анализ е изследвано влиянието на месечните температури на въздуха и валежите върху растежа на бялата мура през последните 86 години. Анализът показва, че растежът на този дървесен вид е положително повлиян от високи температури в края на предходния вегетационен период, особено на двете места в Бъндеришката долина до средата на 70-те години на миналия век, и отрицателно повлиян от студени зими. В някои от опитните обекти растежът на този вид е положително свързан и с високи летни температури. Въпреки това, дори при тези големи надморски височини в някои от местата на стръмни склонове бялата мура е отрицателно повлияна от засушавания през най-горещите летни месеци (особено през август).

За първи път в България е приложен дендрохронологичен анализ като метод за изследване на влиянието на листоминирация молец (*Cameraria ohridella* Deschka et Dimić) върху растежа на конския кестен (*Aesculus hippocastanum* L.) (B4.10). Пробите са взети от естествени кестенови насаждения, разположени в резерва Дервиша в Източна Стара планина. Широчините на дървесните пръстени са стандартизирани за период от 80 г. и са получени средни индексни серии за радиалния им прираст. Те са използвани за определяне на критичните периоди в растежа на конския кестен. Връзката между стандартизираните широчини на пръстените и месечните стойности за температурите на въздуха и валежите за същия период е оценена чрез многофакторен регресионен анализ. Според получените резултати най-голямо влияние върху радиалния прираст на конския кестен оказват температурите и валежите през юни и юли, заедно с температурите през октомври и валежите през предходния септември. Тези променливи впоследствие са интегрирани в модел, който изключва влиянието на листоминирация молец върху радиалния прираст на конския кестен. Чрез статистически анализ са сравнени стойностите на индексите за широчините на годишните пръстени и моделните стойности за периода 1981–1998 г. Резултатите предполагат, че двете индексни серии, оценени с и без въздействие на листоминирация молец, не се различават значително една от друга. Способността на *C. ohridella* да повиши чувствителността на дърветата към други фактори, които влияят върху радиалния им прираст, обаче не може да бъде напълно изключена.

2. Изследване на промените в растежа на дървесните видове преди тяхното загиване (B4.7)

Участие в колектив за създаване на нова база данни с широчини на дървесни пръстени, обхващаща няколко континента, със 190 опитни обекти от 36 дървесни вида, от които са взимани проби както от мъртви, така и от живи дървета (2970 мъртви и 4224

живи; **B4.7**). Сравнени са предходните и текущите темпове на растеж между загиналите индивиди и тези, които са преживели дадено събитие на повишена смъртност. Установено е намаляване на радиалния растеж преди загиването в около 84% от случаите. Степента и продължителността на тези намаления са силно променливи (от 1 до 100 години при 96% от събитията) поради сложните взаимодействия между изследваните видове и причините за загиване. Установени са силни и продължителни спадове в прираста при иглолистните видове, такива, които са устойчиви на засенчване и засушаване, и индивиди, загинали в резултат на конкуренция. Широколистните видове и дърветата, които са загинали в резултат на въздействие на биотични фактори (особено корояди), обикновено показват относително малки и краткотрайни понижения на растежа. Направеният анализ не показва универсална тенденция за по-голяма смъртност при дървета с повишен растеж в ранните години от живота им в рамките на един вид. Междувидовата разликата и тази между опитните обекти в моделите на растеж преди загиването на дърветата предоставя ценна информация за процеса на загиване на дърветата. Резките промени в растежа непосредствено преди смъртта могат да бъдат свързани със силно засушаване и/или нападение от корояди, докато дългосрочното понижение на растежа може да бъде свързано с постепенно намаляване на влагообезпечаването съчетано с изчерпване на въглеродните запаси. Получените резултати предполагат, че базираните на растежа алгоритми за загиване на дърветата могат да бъдат мощен инструмент за прогнозиране на смъртността при иглолистните видове, предизвикана от хроничен стрес, но не непременно при широколистните видове, както и при силно засушаване или нападение от корояди.

3. Използване на вътрегодишните вариации в плътността на дървесината и на други нейни анатомични белези при дендрохронологични изследвания (B4.1, B4.8, B4.9)

Описани са на анатомичните характеристики в дървесните пръстени, използвани при дендрохронологичните изследвания (**B4.8**). Направена е критична оценка на индикативната стойност на тези характеристики за различни проучвания на миналите условия (реконструкции) на средата.

Анатомичните особености в дървесината могат да бъдат видими както в **макроскопски**, така и в **микроскопски мащаб (B4.8)**. Докато първите често се третират като качествени характеристики или като двоични променливи (присъстващи/отсъстващи), вторите в повечето случаи могат да бъдат количествено определени чрез подробни анатомични анализи на дървесината. Макроскопските характеристики на дървесните пръстени могат да бъдат количествено определени по отношение на честота, интензивност или класифицирани според позицията им в рамките на дървесния пръстен, като напр. вътрегодишните вариации в плътността на дървесината (BBP, от англ. „IADF“) при иглолистни дървета или мразовите пръстени в ранната или късната дървесина. Въпреки че някои от тези особености на дървесните пръстени, като

например липсващите пръстени или вътрегодишните вариации в плътността, често се възприемат като аномалии, възпрепятстващи дендрохронолозите да извършат правилно кръстосано датiranje на дървесни прирастови серии, много от тях се формират при екстремно неблагоприятно влияние на околната среда или друго силно въздействие и биха могли да маркират тези събития в анатомичните структури на дърветата през целия им живот. Описаните характеристики на дървесните пръстени формират дискретни времеви серии от екстремни събития. Например, пръстени, формирани при наводнения, могат да бъдат маркирани от проводящи елементи в ранната дървесина с форма на луна или уголемени проводящи елементи в късната дървесина при дъбовете с кръговопореста дървесина. Пръстените със светла ранна дървесина и светлите годишни пръстени показват намалена дебелина и лигнификация на клетъчната стена, случващи се в много студени години. Мразовите пръстени са резултат от загиването на камбиалните клетки по време на рязко застудяване през вегетационния период. Липсващите пръстени и вътрегодишните вариации в плътността са причинени главно от засушавания. Характерните вариации в размера, формата или броя на съдовете в ранната дървесина при дъбовете с кръговопореста дървесина са маркери за наводнения, обезлистване, топлинен стрес или суша. Травматичните смолни канали могат да бъдат предизвикани от редица биотични или абиотични стресови фактори, включително пожари, наранявания или други механични повреди. Реакционната дървесина е показателна за механично напрежение, често свързано с геоморфни събития. В много случаи анатомичните реакции са неспецифични и могат да бъдат причинени от различни стресови фактори или екстремни събития. Освен това, чувствителността на дърветата да формират такива характеристики може да варира между видовете или между етапите на живота в рамките на един вид.

Участие в колектив, направил задълбочен анализ на причините, водещи до поява на вътрегодишни вариации в плътността на дървесината (ВВП) и създал база данни (каталог) с хронологии от дървесни пръстени с такива анатомични характеристики, обхващаща цяла Европа (В4.9).

Както беше посочено, анатомичните, химичните и други свойства на дървесните пръстени са синтез на влиянието на няколко вътрешни и външни фактора и тяхното взаимодействие по време на растежа на дърветата (В4.9). По-специално, вътрегодишните вариации в плътността могат да се разглеждат като аномалии на дървесните пръстени, които могат да се използват за по-добро разбиране на растежа на дърветата и за реконструиране на минали климатични условия с вътрегодишна резолюция. Въпреки това, екофизиологичните процеси зад образуването на ВВП, както и тяхното функционално въздействие, остават неизяснени. Възниква въпросът произтичат ли тези вариации в плътността от бърза адаптация към колебанията в условията на околната среда, за да се избегне увреждане от неблагоприятни условия и/или да се извлече полза от благоприятните условия. Обсъжда се: (1) влиянието на климатичните фактори върху формирането на вътрегодишни вариации в плътността; (2) появата на тези колебания при различни дървесни видове и месторастения; (3) потенциала на новите подходи за

изследване на ВВП и идентифициране на техните задействащи фактори. Крайната цел е да се подчертаят предимствата, предлагани от мрежовите анализи на данни и значението на измерванията с висока разделителна способност, за да се разберат процесите на формиране на вътрегодишни вариации в плътността и техните връзки с климатичните условия, включително екстремни метеорологични явления.

Създадената база данни с дървесни пръстени и вътрегодишни вариации в плътността от 11 вида в 89 опитни обекта в осем европейски държави, обхващащи климатичен градиент от Средиземно море до Северна Европа, е използвана за анализиране на начина, по който климатичните изменения водят до образуването на ВВП (**B4.1**). Установено е, че появата на вътрегодишни вариации в плътността се увеличава нелинейно с широчината на дървесните пръстени както при иглолистните, така и при широколистните видове и намалява с надморската височина и възрастта. Регистрираните наскоро по-високи средни годишни температури улесняват образуването на ВВП при почти всички изследвани видове. Валежите играят значителна роля при образуването на вътрегодишни вариации в плътността при видове, които проявяват способност за устойчивост на засушаване, и модел на растеж, известен като бимодален. Направените констатации предполагат, че видовете с бимодални модели на растеж, растящи в Западна и Южна Европа, ще образуват ВВП по-често, като адаптация към повишаващи се температури и суши.

4. Проучвания на биотични фактори, увреждащи горските насаждения (B4.2, B4.3, B4.5)

Проведени са теренни наблюдения в 6 горски култури и едно естествено насаждение от бял бор (*Pinus sylvestris* L.) и черен бор (*Pinus nigra* Arn.) в Стара планина (НП Централен Балкан, **B4.3**). При тях са идентифицирани 7 вида гъбни патогена и 7 насекомни вредителя в обследваните опитни обекти. Отчетена е честотата на срещаемост на патогените и вредителите по двата дървесни вида в изследвания район.

Проведени са поредица от теренни наблюдения в 29 издънкови дъбови насаждения (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl., *Q. frainetto* Ten. и *Q. cerris* L.) в 7 Държавни горски стопанства в Западна България (Северозападно и Югозападно държавни предприятия, **B4.5**). В резултат на това са идентифицирани 10 вида гъбни патогена и 8 насекомни вредителя в обследваните опитни обекти. Отчетена е честотата на срещаемост на патогените и вредителите в дъбовите гори в района.

Участие в колектив за оценка и мониторинг на здравословното състояние на горски насаждения с влошено състояние в резерватите Горната кория и Чупрене в Западна Стара планина (**B4.2**). В изследването е приложен интегриран подход (базиран на технологии за дистанционно наблюдение и наземно валидиране). Проведени са поредица от теренни наблюдения и в двете защитени територии, главно в насаждения в лошо здравословно

състояние. В резултат на това от екипа са идентифицирани шестнадесет насекомни вида в Горната кория и девет вида вредители в резерватите Чупрене. Нападенията от типографа (*Ips typographus*) са основна причина за уврежданията в смърчовите гори и в двата резервата. Установени са десет паразитни и десет сапрофитни гъби в насажденията от обикновен смърч (*Picea abies*), обикновената ела (*Abies alba*) и обикновения бук (*Fagus sylvatica*). Шест вида от паразитните гъби са определени като най-вредни (*Armillaria* sp., *Heterobasidion annosum*, *Fomitopsis pinicola*, *Fomes fomentarius*, *Ramaria flava* и *Pholiota squarrosa*).

Използвана литература

- Комин, Г., 1990. Применение дендрохронологических методов в экологическом мониторинге лесов. Лесоведение, №2, М., с. 3–11.
- Мирчев, С., М. Любенова, А. Шикаланов, Н. Симеонова. 2000. Дендрохронология (кратък курс). Пенсофт, София–Москва, 198 с.
- Allen, C.D., A.K. Macalady, H. Chenchouni et al., 2010. A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *Forest Ecology and Management*, 259, pp. 660–684
- BOKU, EFI, IAFS, INRA (2008): Impacts of Climate Change on European forests and options for adaptation. Report to the European Commission Directorate-General for Agriculture and Rural Development, 173 p.
- Cook, E., L. Kairiukstis (eds.), 1990. *Methods of Dendrochronology: Applications in the Environmental Sciences*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands.
- EC (European Commission), 2010. Green Paper On Forest Protection and Information in the EU: Preparing forests for climate change. SEC(2010)163 final, 22 p.
- Innes, J., 1993. *Forest Health: Its Assessment and Status*. CAB International, Wallingford, UK, 677 p.
- Luo, Y., H.Y. Chen, 2015. Climate change-associated tree mortality increases without decreasing water availability. *Ecology Letters*, 18, pp. 1207–1215.
- Manion, P.D., 1991. *Tree Disease Concepts (Second edition)*. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 402 p.
- van Mantgem, P.J., N.L. Stephenson, J.C. Byrne et al., 2009. Widespread increase of tree mortality rates in the western United States. *Science*, 323, pp. 521–524.

07.02.2024 г.

Изготвил:

(гл. ас. д-р Николай Зафиров)