

НАУКАТА В ПОМОЩ В БОРБАТА СРЕЩУ НЕЗАКОННИТЕ СЕЧИ ЧАСТ 1. ВИДОВЕ МЕТОДИ

Николай Бърдаров¹, Михаела Маринова¹, Кирил Янкулов², Таня Панчева¹

¹ Лесотехнически университет, София

² ИАФ България

Резюме

Решаването на проблемите, свързани с незаконните сечи, както у нас, така и в чужбина е възпрепятствано от липсата на средства и технологии, които обективно да докажат вида, произхода и срока на добиване на дървесината. Именно към тези три показателя трябва да се насочат нашите усилия за спирането на добиването и търговията с незаконна дървесина. Научните методи са в състояние да подкрепят както спазването, така и прилагането на законите за дървесните материали, но е необходимо да се разшири приложимостта на тези методи и да се осигурят рамки за сертифициране, политика и използване, необходими за ефективно рутинно прилагане. Работата представя научни методи, които могат да се използват за изследване на етапите от добиването на дървесината, до крайните продукти, за доказване легалността на дървесните материали.

Ключови думи: дървесина, дървесни материали, обработка, търговия, незаконни сечи.

Keywords: timber, timber, processing, trade, illegal logging.

JEL: Q23, Q57, Q58.

Увод

Обезлесяването отдавна е признато за отрицателно въздействие за просперитета на дадена държава, независимо от произхода му, т.е. законно или незаконно. В последните години прекомерната сеч се дължи на нарастващото население и от там на нарастващото потребление. Освен за мебели добитата дървесина се използва за гориво, горските площи за земеделски земи и т.н.

Незаконната сеч се среща по целия свят, но главно в Африка и Азия, където устойчивото управление на горите и съответните схеми за сертифициране на горите почти липсват. Например сертифицираната гора като процент от общата площ на горите е съответно 1,4 и 1,1%, съответно в Азия и Африка, докато западноевропейските страни имат 50,8%, а – Северна Америка 32,7% (UNECE/FAO, 2011). Но дори в Северна Америка, ЕС-27 и Европа като цяло незаконната сеч се извършва независимо от спазването на правилата за устойчиво горско стопанство [17].

Мащабът на приходите от престъпления с диви животни се омаловажава от доходите от незаконна сеч и горски престъпления. Горските престъпления, като незаконната сеч, по-рано се оценяват на стойност 30–100 милиарда щатски долара годишно или 10–30% от общата глобална търговия с дървен материал. Предполага се, че 50–90% от цялата дървесина в някои отделни тропически страни се предполага, че произхожда от незаконни източници или е била регистрирана незаконно [15].

Основните причини за незаконната сеч са бедността, слабото управление и липсата на устойчиво управление на горите, въпреки че тези причини не са широкообхватни за всички страни, в които се извършва незаконна сеч. Освен сериозни екологични проблеми, незаконната сеч причинява отрицателно въздействие върху ресурсите, които горите предоставят на местното население, което живее от тях [18]. Възпрепятства се устойчивото управление на горите и добрите практики на дърводобив, като по този начин подкопава конкурентоспособността на законната горска промишленост [13].

За да се пресекат незаконните сечи има много действия, които трябва да се предприемат: управленски, юридически, технически и т.н. Науката може да помогне по три основни проблема: 1) установяване на дървесния вид и дали той не е в списъците на забранена за добиване дървесина; 2) установяване мястото на сечта, т.е. дали произхода на добитата дървесина не е от забранена територия; 3) установяване времето на сечта и дали то не се разминава с издадените документи [1, 16].

Трябва да се създаде аналитична рамка, като първо се анализират проблемите в конкретната страна. След това трябва да се преценят възможностите за сертифициране на научните методи, които могат да се приложат [5].

Целта на тази статия е да покаже основните методи за възпрепятстване на незаконните сечи и узаконяване на незаконно добитата дървесина.

Видове методи

Анатомичен анализ на дървесината

При анализа на строежа на дървесината първата задача е определянето на рода. Всеки специалист по анатомия на дървесината използвайки съответните атласи, или най-обширните бази от данни (delta-intkey, InsiteWood и др.) може да определи рода на изследваната дървесина по качествените белези, определени от IAWA [9, 10]. За определянето на вида се изискват допълнителни количествени измервания, много микроскопски препарати и повече време. При много от видовете това не е възможно, ако не са включени в атласите и няма подробна количествена информация за тях. Определянето на произхода също е много трудно и малко вероятно, защото изисква референтна информация. При смесване на законна и незаконно допита дървесина, разпознаването на отделните трупи е невъзможно. Определянето на времето на добиване също е невъзможно. В различните държави методът струва различно, но като цяло не е скъп. Разпознаването може да отнеме от няколко минути до няколко дена. Този метод не изисква първоначална информация, но ако се знае произходът това може да е от полза. Необходимата апаратура не е много скъпа и е достъпна за повечето лаборатории и университети. Както бе посочено по-горе има необходимост от референтна информация, особено за видове, с които даденият специалист по анатомия не е работил и няма опит. При разпознаване на дървесината това е най-често използваният метод, още повече, че измамите най-често се извършват спрямо конкретен дървесен вид. Дори и да не се разпознае вида, само определянето на подобен род, в който има видове, включени в списъка на CITES, е достатъчен повод, да се повиши вниманието към дадената партида и да се прибегне към някой от другите методи. Пречки при прилагане на метода са наличието на обучени специалисти и богата референтна информация, която в повечето случаи се събира с години. Към този метод може да се изисква създаването на методика за бързо, лесно и точно определяне на видовете, разделени по групи според месторастенето [4].

Машинно зрение

Това са група методи, залагащи на разлагането на цветовете на черни, сиви и бели пиксели, с помощта на което могат да се анализират образи. Могат при добра повърхност и богата референтна база бързо да разпознават принадлежността на дървесината. Някои от тях работят на макро ниво (т.е. при увеличение до 5–8

пъти), като анализират проводящите елементи. По-точните методи работят на мезо- ниво, (т.е. при увеличение до 10–15 пъти), като използват както особеностите на строежа, така и цвета на дървесината. Има видове, които работят на микро ниво (т.е. при увеличение до 25–50 пъти), като могат да анализират различните тъкани, изграждащи дървесината. Тук проблемът е в малката площ за наблюдение и силното влияние на избора на изследвана дървесина. Пример може да е дървесината с широки сърцевинни лъчи (дъб, бук), при която на един от три препарата в напречен разрез ще попадне този сърцевинен лъч. Резултатите за всичко останало ще са за друг дървесен вид.

По този метод обаче не могат да се определят произхода и времето на добиване на партидата. Не могат и да се определят отделните трупи незаконна дървесина, смесена със законна такава. Като цяло това е най-бързият и най-евтин метод, като една снимка може да струва по-малко от долар. Заради многото си предимства, това е и най-бързо развиващия се метод. Стремехът на специалистите, развиващи метода е да се получи свободен софтуер, който може да се инсталира на всеки съвременен телефон.

Методът не се нуждае от предварителна информация, но предполагаемият регион на произход може да бъде полезен. Засега изискванията за специална камера и специализиран софтуер. Истинското ограничение за този метод е референтните снимки и описания на видовете. Той може да се прилага само за видовете, включени в базата данни. Ето защо засега в базата от данни се включват забранените видове. Ако методът не засече познат вид, то пратката не включва забранена дървесина. Предстоящите изследвания са свързани с разработването на глобална научна референтна колекция (подобна на InsideWood), количествено определяне на несигурността и разработване на вероятностен модел, и разработване на достъпен софтуер [4].

Дендрохронология

Този метод включва датиране на годишните пръстени до точната година в която са се образували. Освен това, като познава биологията на вида от който е изследваната дървесина може да се получат данни за дендроклиматология, изследване на климата и атмосферните условия през различни периоди от историята от дървото.

Дендрохронологията е полезна за определяне на точната възраст на пробите, особено на тези, които са твърде скорошни за радиовъглеродно датиране, което винаги дава диапазон, а

не точна дата. Този метод е много популярен в археологията или при датиране на произведения на изкуството и архитектурата, като например рамки на стари картини [6].

За успешната работа се изисква предварително определяне на рода и вида, защото с него те не могат да се установят. Установяването на произхода на партидата също не е сигурно. За него са необходими знания за видовете и климатичната история на региона. Той обаче е един от малкото методи, които могат да установят добавените трупи незаконна дървесина към законно добитите. Основното предимство на този метод е определянето на времето на добиване. За целта обаче се изисква наличие на очертана граница между годишните пръстени. Като се има предвид, че видовете с търговско значение в северното полукълбо (т.е. там където са очертани пръстените) са около 120–150, а тези в екваториалните и тропичните зони (т.е. там където няма очертаня) са 12 000–15 000 става ясно, че прилагането му е доста ограничено.

Този метод не е много скъп, но не е от най-бързите. За пълното завършване на експертизата са необходими от няколко часа до няколко дни. За успешното му прилагане се изисква специална апаратура с възможност за изследване на големи проби, но точността на линейното измерване е около 0,01 mm. Освен това изисква референтни данни, както за вида, така и за изследваната област. Той може да се прилага в случаите когато между законната дървесина е направен опит да се включат и незаконно добити трупи. Много полезен е и когато незаконната дървесина е добита в страна, където това е забранено, а дървесината се включи в партидата в страна, където това е разрешено.

Като пречки за прилагането му могат да се посочат невъзможността за изготвяне на референтна база данни, дали заради особеностите на дървесните видове, дали заради юридически пречки на дадена територия. Практически той е достъпен в държавите, където има работещи дендрохронологични лаборатории и специалисти с голям опит. Малко вероятно е, пробната дървесина от една страна да бъде успешно изследвана в друга [4].

Масспектрометрия

Масспектрометрията (MS) е аналитична техника, която измерва съотношението маса-заряд на йони. Резултатите обикновено се представят като мас-спектър, диаграма на интензитета като функция от съотношението маса-заряд. Масспектрометрията се използва в много различни области и се прилага за чисти проби, както и за сложни смеси. Масов спектър е диаграма на

йонния сигнал като функция от съотношението маса-заряд. Тези спектри се използват за определяне на елементарния или изотопния признак на пробата, на масивите от частици и на молекули и за изясняване на химическата идентичност или структура на молекулите и други химични съединения [19].

Този метод е с големи възможности при работа с дървесина. С него могат да се определят рода, вида и произхода на отсечената дървесина. Това е добра възможност при комбиниране с други методи да се използва тази информация. Принципа на работа на тези спектрометри обаче не позволява да се определя времето на сечта, както и да се диференцират незаконно добитата дървесина от законната такава.

Поради все още малкият опит е добре да има информация (макар и предполагаема) за името на рода. Това е бърз и евтин метод (като изключим първоначалната инвестиция), като цената и времето за приключване на експертизата варира от метода на масспектрометрия. Тя изисква създаването на специална лаборатория, включваща масов спектрометър и оборудване за изолиране на екстрактивни вещества (ако е необходимо). Естествено това включва и предварително подготвен и обучен персонал за работа с дървесина. Изисква се и референтен материал за първоначални изследвания и определяне на таксоните, за които ще се получат еднакви стойности. Основният химичен състав на дървесината е принципно еднакъв за всички видове, но варира при много от тях. Има видове с по-голямо количество целулоза, хемицелулози и лигнин, както и обратно (табл. 1). Вероятно тези са видовете, които ще покажат еднакви резултати. Прави впечатление, че това са видове, заемащи много различни и отдалечени ареали – както наши така и тропични. Много вероятно е този метод да отчита и второстепенния химичен състав – например наличието на танини. Това го прави успешен при идентифицирането на ядрови и безядрови видове от даден род (дъб, тополя и др.)

За сега се използва широко за идентифициране на някои таксони (напр. Палисандър), при който част от видовете са от списъка на CITES и при, които този метод има доказан успех. Основна пречка си остава разработване на референтни бази данни за допълнителни таксони, чиито видове са забранени за сеч. Необходимо е и съдебно валидиране на методите за допълнителни таксони [4]. Като цяло този метод се очертава за един от задължителните за изследване на добиваната дървесина.

Табл. 1. Вариране на основният химичен състав при някои видове

Основен химичен състав	Количество на основните химични съставки		
	малко	средно	голямо
Целулоза	явор – 38,3% дусе – 35,0% палисандър – 36,1%	иломба – 47,0% падук – 46,0% коски кестен – 47,5%	хикори – 56,0% син евкалипт – 58,5%
Хемицелулози	син евкалипт – 7,0% падук – 8,5% бял лауан – 8,4%	азобе – 15,0% обече – 16,5% билинга – 14,0%	офика – 27,0% червен дъб – 25,0% акация – 22,0%
Лигнин	онзабили – 19,5% бук – 17,0% черна топола – 19,0%	иломба – 25,0% балса – 24,0% явор – 25,3%	азобе – 42,0% менкуланг – 46,6% меранти – 36,0%

Близка инфрачервена спектроскопия (NIRS)

Близка инфрачервената спектроскопия (NIRS) е спектроскопичен метод, който използва инфрачервената област на електромагнитния спектър (от 780 nm до 2500 nm). Типичните приложения включват медицинска и физиологична диагностика и изследвания. Има приложения и в други области, като фармацевтични, хранителни и агрохимически контрол на качеството, атмосферна химия, изследвания на горенето и астрономия. не е особено чувствителна техника, но може да бъде много полезна при изследване на насипни материали с малко или никаква подготовка на пробата. Внимателното разработване на набор от калибровъчни проби и прилагане на многовариантни техники за калибриране са от съществено значение [3].

При работа с дървесина този метод спектрите на абсорбция, когато дървесината е изложена на близка инфрачервена електромагнитна енергия. Използва се широко за изясняване на свойствата на дървесината, но много по-рядко за таксономична идентификация [4]. Въпреки това, според авторите този метод може да се използва за определяне на рода и вида, както и на произхода на партидата. Принципа на действие обаче не позволяват да се отделят незаконно добитите дървесни материали от законната дървесина. Не може и да определи времето на сечта.

Това е сравнително евтин метод, особено за отделната експертиза и изключително бърз. Заключение относно показателите, които може да определи може да стане готово само след няколко минути. Такъв е само метода на машинното зрение, показан по-горе. Това предполага възможност за поточно и последователно измерване на всеки един дървесен материал.

Предварителни изисквания за информация включват посочването на вида и мястото на добиване на дървесината. Както вече беше посочено изисква голямо разнообразие от предварително подготвени дървесни проби, което е една от пречките за по-широкото му използване. Изграждането на бази данни за химичен профил на

видовете ще го доближи като резултат до метода на масспектрометрията. Относителната простота на необходимата апаратура и бързината на използване прави технологията NIRS друга отлична опция за скринингови инструменти за в бъдеще.

Стабилни изотопи

Терминът стабилни изотопи обикновено се отнася до изотопи на един и същ елемент. Относителното изобилие на такива стабилни изотопи може да бъде измерено експериментално (изотопен анализ), като се получи изотопно съотношение, което може да се използва като инструмент за изследване. Теоретично такива стабилни изотопи могат да включват радиогенните дъщерни продукти на радиоактивно разпадане, използвани при радиометрично датироване. Изотопният анализ играе важна роля в изотопната геохимия, но стабилните изотопи (предимно въглерод, азот, кислород и сяра) също намират приложение в екологичните и биологичните изследвания [7].

Анализа на стабилни изотопи като цяло набира скорост като утвърден криминалистичен инструмент, особено в сектора на храните и напитките, допинг контрола и др. Използването му за идентифицирането на дървесните материали е отскоро, но може да се възползваме от по-широката му полезност когато става дума за произход [4]. Анализът на стабилни изотопи в дървения материал може да информира за идентифицирането на географския произход. Тъй като се синтезират фитохимикали, те включват специфични стабилни изотопи спрямо наличността им в заобикалящата ги среда, а това от своя страна се влияе от различни фактори, свързани с климата и геологията. Чрез използване на един или повече информационни стабилни изотопи, обикновено включващи биоелементите (въглерод, водород, кислород, азот) и други елементи като сяра и стронций, може да се определи „изотопния подпис“ на дадена област.

Правени са опити за изотопни анализи при обследване на *Tectona grandis*, три вида *Swietenia*, *Entandrophragma cylindricum* и *Milicia excelsa*. Разследвана е незаконна сеч на дървесина от дъб, ясен, липа и бряст от руския Далечен Изток, където е използван този метод за определяне на произхода на дървесината [4].

Точното определяне на произхода е най-голямото предимство на този метод. С него не могат да се определят родът и видът на дървесината. Не може да се определи времето на сечта, или смесването на незаконна дървесина със законна такава (освен ако двете партиди не са добити на голямо разстояние една от друга). Освен това е сравнително скъп и бавен. За заключението на експертизата след такъв анализ ще са необходими няколко дена. За успешния анализ задължително трябва да бъде определен предварително дървесния вид.

Необходимото оборудване е масов спектрометър и елементарен анализатор със съотношение на изотоп на лек газ. Като референтен материал са необходими проби от дърво (от желаните дървесни видове) от различни дървесни пръстени. Ето защо това силно ограничава приложението му. Вероятно за в бъдеще ще се използва в конкретни региони от които има повишен риск от добиване на незаконна дървесина. За сега се използва за проверка на произхода на селскостопанските продукти. Доказване на произхода на дървесни материали също е успешно.

Радиовъглеродно датиране

Радиовъглеродно датиране (наричано още въглеродно датиране или въглерод-14 датиране) е метод за определяне възрастта на обект, съдържащ органичен материал, като се използват свойствата на радиовъглерод, радиоактивен изотоп на въглерод [11].

Освен че се среща в различни стабилни изотопни форми, въглеродът съществува и като радиоактивен ^{14}C , иначе известен като радиовъглерод, с период на полуразпад 5730 ± 40 години. Радиовъглерода се разпада естествено до ^{14}N , стабилен изотоп на азот. Образуването на ^{14}C се осъществява предимно в горната част на атмосферата чрез естествени процеси и след окисляването до CO_2 , се смесва в различните въглеродни басейни на земята. Въглеродът, отделен от растенията, се фиксира от атмосферния CO_2 чрез фотосинтеза и в този момент престава да се обменя с околната среда и се разпада предвидимо до ^{14}N . Чрез измерване на съотношението от ^{14}C до ^{12}C , коригиране на масово зависимото фракциониране и сравняване с известни стандарти може да се изчисли възрастта на въглеродородните органични ма-

териали. Радиовъглеродните възрасти са превърнати в календарни възрасти въз основа на масиви от данни, получени от независимо датирани дървесни пръстени [4].

По отношение на останалите показатели този метод е твърде ограничен. С него не могат да се определят рода и вида на дървесните растения. Не могат да се отделят незаконно добитите материали от законните такива. Не може и да се определи произхода на изследваната партида. От описаните в тази работа методи, той е най-скъпият и сравнително бавен. Резултатите от експертизата ще са готови едва след няколко дни. Той обаче е независим от останалата информация и не се нуждае от първоначални референтни данни.

За да се приложи успешно е необходимо оборудване за броене на течна сцинтилация и ускорителна маспектрометрия. За сега се използва широко за определяне на възрастта в широк спектър от материали, но ограничено приложение към дървесината. Няма и конкретни изследователски нужди по отношение на дървения материал.

Може да определи дали дървото е било отсечено преди или след прилагането на законодателството, въпреки че това може да бъде предизвикателство, когато външните пръстени на дърво отсъстват в пробата (т.е. ако говорим за фасонирани материали) и датата на събиране на дървения материал е близка до датата на законодателството изпълнение.

ДНК баркодиране

ДНК баркодирането е метод за идентификация на видове, използващ кратък участък от ДНК от конкретен ген или гени. По този метод се сравняват тези участъци с референтна библиотека от такива ДНК секции. Тези „баркодове“ (подобно на черните ивици на UPC баркода на търговските стоки) понякога се използват в опит да се идентифицират неизвестни видове, части от организма или просто да се регистрират възможно най-много таксони или да се сравнят с традиционната таксономия в опит да се определят границите на видовете. ДНК анализът, предназначен да идентифицира вид, а не индивид, се нарича ДНК баркодиране [8].

Анализът на генетичния код на дървесните видове позволява да се причислят индивидите към различни групи въз основа на споделеното потекло или относителната честота на различните гени. Тъй като генетичният код се наследява, индивидите с по-скоро споделено потекло са по-сходни генетично, в сравнение с по-отдалечени. Генетичният анализ може да осигури идентификация на видово ниво, или по-

високи таксономични групи като родове и семейства [4].

При този метод произхода на пробата може да се установи с известна несигурност. С него не може да се определи възрастта на пробата, както и да се отделят незаконно добитите материали, смесени със законно добитата дървесина. Сравнително скъп и бавен метод (резултата се получава до няколко дена). Той обаче няма нужда от предварителна информация, макар, че видовата принадлежност ще е от полза. За успешното му прилагане обаче е необходима молекулярна лаборатория по биология.

Като референтен материал е необходимо да се набавят проби от листа, камбий или дървесина от желаните таксони. Като пречки за прилагането му може да се посочат разработването на разграничаващи баркодове, които работят върху ДНК, извлечена от дървесина. Едно от най-големите предизвикателства на баркодирването на ДНК в дървения материал е, че ДНК, извлечена от дървесина, обикновено е с лошо качество и често не е възможно да се секвенират големите фрагменти, свързани със стандартните региони за баркодирване, което означава, че трябва да се разработят по-къси информационни региони, за да постигнете успешна идентификация чрез ДНК баркодирване. Наличието на обширни бази данни от онлайн секвенции добавя към бъдещата ползност на този метод за идентификация, като инициативата Barcode of Life, чиято BOLD база данни към момента на писане съдържа над 58 000 вида с последователности с баркод от иглолистните и покритосеменните растения [4].

ДНК отпечатък

Профилирането на ДНК (наричано още ДНК отпечатък) е процесът на определяне на ДНК характеристиките на индивида. ДНК отпечатъкът използва генетични маркери, които варират между отделните индивиди, но показват ниска диференциация между популациите. ДНК профилирането е използвано и при изследване на животински и растителни популации в областта на зоологията, ботаниката и селското стопанство, медицински и криминологични изследвания [14].

С този метод не може да се определи рода и вида, нито произхода на добитата дървесина. Не може и да се определи времето на сечта. Чрез него обаче може да се определи успешно каква част от изследваната партида е от законно добити дървесни материали и каква част е от незаконни сечи.

Това е сравнително скъп и бавен метод. Резултата от експертизата е готов до няколко дена. Задължителна информация при прилагането му

е дървесния вид на изследваната дървесина. Като необходима апаратура може да се посочи молекулярна лаборатория по биология. Референтен материал са проби от листа, камбий или дървесина от множество индивиди от целия диапазон на вида.

Пречки при прилагането му са разработването на генетични маркери и референтни бази данни, които трябва да покрият голямо разнообразие на изследвания дървесен вид. За успешното прилагане на този, и подобните на него методи е разработването и криминалистичното валидиране на дискриминационни генетични маркери и референтни бази данни.

Този метод ще бъде много полезен за проследяване на дървесните материали, вземайки проби от различни етапи на рутинната търговия. ДНК отпечатъкът може по принцип да се използва за свързване на иззетия дървен материал обратно към пъновете на незаконно изсечени дървета. Това е и основното предимство на ДНК отпечатването, тъй като това е единствената криминалистична технология за идентификация на дървен материал с потенциал за независимо проследяване на продукти от дървен материал.

Популационна генетика и филогеография

Популационната генетика и филогеографските подходи могат да бъдат използвани за определяне на географския произход на отделните дървета (т.е. диференциация между региони или популации в рамките на един вид) въз основа на съществуването на пространствена генетична структура в рамките на естествените популации, която обикновено може да бъде открита както на местни, така и на регионални популационни скали [2, 4].

Пространствената генетична структура описва природния феномен, при който по-близките индивиди от един вид са по-тясно свързани генетично един с друг, отколкото индивидите по-далеч. Чрез скрининг на множество индивиди от целия диапазон от видове с подходящи генетични маркери могат да бъдат разработени географски карти, които могат да бъдат използвани за определяне на неизвестни индивиди обратно в района на произхода им.

Чрез този метод не може да се определи рода на изследваната дървесина, но в определени случаи може да се определи вида. Успешно може да се определи и произхода на партидата от дървесни материали. Не може да се определи времето на сечта, както и кои от материалите в партидата са от незаконен дърводобив и кои са добити законно.

Сравнително скъп и бавен метод. Като задължителна информация трябва да се посочи рода на изследваната дървесина, както и по-

добни видове от региона. Подобно на последните два метода и тук е необходима молекулярна лаборатория по биология. Първоначалната референтна информация включва проби от листа, камбий или дървесина от множество индивиди от целия диапазон на вида. За момента се използва предимно в изследователски контекст и в пилотни проекти за изпълнение.

Като пречка може да се посочи разработването на генетични маркери и референтни бази данни, които дискриминират областите и таксоните. Подобно на горните два метода и тук е необходимо разработването и криминалистичното валидиране на дискриминационни генетични маркери и референтни бази данни.

Детекторни кучета

Друг вариант за фитохимичен скрининг е чрез използването на детекторни кучета, обучени в специфичната идентификация на конкретни видове дървен материал. Кучетата обикновено се използват за проверка на пратки за наркотици, експлозиви и други контрабанди, но са в състояние да идентифицират положително и ароматите на различни незаконни материали [4].

Правени са много опити за оценка на осъществимостта на обучението на кучета детектори за идентифициране на конкретни дървен материал, като резултатите са много обещаващи. Проблем си остава необходимия продължителен период на обучение на кучето.

Заклучение

Рутинното използване на научните методи за борба с незаконните сечи изисква много усилия – както технически, така и управленски. Трябва да се вземат (а вече са направени стъпки в това направление) много решения, закони, нормативни актове, които да подпомогнат техническите мерки. Те от своя страна изискват много инвестиции в техника, лаборатории, обучение на персонала и т.н. няма метод, който да дава отговор на поставените проблеми. Само комбинирането на два или повече метода може да доведе до успех срещу незаконните сечи.

Благодарност

Този доклад е съставен при разработването на проект „Създаване и апробиране на методика за изследване на съдовете при ясен, черница, бряст и дъб“, (№ НИС-Б-1073/16.03.2020 г.), финансиран от НИС при ЛТУ. Изразяваме своята благодарност за оказаната подкрепа.

Литература

1. Регламент (ЕС) № 995/2010 на европейския парламент и на съвета. Официален вестник на Европейския съюз L 295/23. 12.11.2010 г.

2. Avise, J. *Phylogeography: The History and Formation of Species*. President and Fellows of Harvard College. 2000.
3. Balabin, R., Safieva, R., Lomakina, E. Comparison of linear and non-linear calibration models based on near infrared (NIR) spectroscopy data for gasoline properties prediction. *Chemometr Intell Lab.* 88 (2). 2007. pp. 183–188.
4. Dormontta, E., et al. Forensic timber identification: It's time to integrate disciplines to combat illegal logging. *Biological Conservation*. 191. 2015. pp. 790–798.
5. Auld, G. et al. Can Technological Innovations Improve Private Regulation in the Global Economy? *Business and Politics*, Volume 12. Issue 3. 2010. Article 9.
6. Grissino-Mayer, H. (n.d.) *The Science of Tree Rings: Principles of Dendrochronology*. Department of Geography, The University of Tennessee. 2016.
7. Han, L., Gröning M., Aggarwal, P., Helliker, B. Reliable determination of oxygen and hydrogen isotope ratios in atmospheric water vapour adsorbed on 3A molecular sieve. *Rapid Commun. Mass Spectrom.* 20 (23). 2006. pp. 3612–8.
8. Hollingsworth, P. et al. A DNA barcode for land plants. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 106 (31). 2009. pp. 12794–12797.
9. Koch, G., Haag, V., Heinz, I., Richter, H-G., Schmitt, U. Control of Internationally Traded Timber - The Role of Macroscopic and Microscopic Wood Identification against Illegal Logging. *Journal of Forensic Research*. 6. 2015. pp. 1–4.
10. Koch, G. *Kontrolle importierter Hölzer - Ein Beitrag zum Wald- und Verbraucherschutz*.
11. Jull, A. et al. Radiocarbon dating and intercomparison of some early historical radiocarbon samples. *Radiocarbon*. 60 (2). 2018. pp. 535–548.
12. Lowe, A. et al. Opportunities for Improved Transparency in the Timber Trade through Scientific Verification. *BioScience*. 66. 2016. pp. 990–998.
13. Moiseyev, A., Solberg, B., Michie, B., Kallio, A. Modelling the impacts of policy measures to prevent import of illegal wood and wood products. *Forest Policy Econ.* 12. 2010. pp. 24–30.
14. Murphy, E. Forensic DNA profiling Typing. *Annual Review of Criminology*. 1. 2017. 497–515
15. Nellemann, C., Henriksen, R., Raxter, P., Ash, N., Mrema, E. (Eds). *The Environmental Crime Crisis – Threats to Sustainable Development from Illegal Exploitation and Trade in Wildlife and Forest Resources*. A UNEP Rapid Response Assessment. United Nations Environment Programme and GRID-Arendal, Nairobi and Arendal. 2014.
16. Nellemann, C. *Green Carbon, Black Trade: Illegal Logging, Tax Fraud and Laundering in the Worlds Tropical Forests*. A Rapid Response Assessment. United Nations Environment Programme, GRID-Arendal. INTERPOL Environmental Crime Programme (eds). 2012.
17. Reboledo F. Socio-economic, environmental, and governance impacts of illegal logging. *Environ Syst Decis* (2013) 33:295–304.
18. Saatchia, S. et al. Benchmark map of forest carbon stocks in tropical regions across three continents.

- Proceedings of the National Academy of Sciences*. June 14. vol. 108. no. 24. 2011. pp. 9899–9904.
19. Sparkman, O. *Mass spectrometry desk reference*. Pittsburgh: Global View Pub. 2000.
20. Wagenführ, R. Scheiber, C. *Holzatlas*. VEB Berlin: Springer-Verlag. 1996.
21. [<https://www.interpol.int/Crimes/Environmental-crime/Forestry-crime>].

SCIENCE TO ASSIST IN THE FIGHT AGAINST ILLEGAL LOGGING PART 1. TYPES OF METHODS

Nikolai Bardarov¹, Mihaela Marinova¹, Kiril Yankulov², Tanya Pancheva¹
¹ University of Forestry, Sofia, Bulgaria
² YAF Bulgaria

Abstract

The solution of the problems related to illegal logging, both in Bulgaria and abroad, is hindered by the lack of funds and technologies that can objectively prove the type, origin and extraction period of wood. These are the three indicators towards which our efforts must be directed in order to stop the illegal extraction and trade of wood. Scientific methods are able to support both compliance and enforcement of laws for wood materials, but it is necessary to extend the applicability of these methods and to provide certain limits for certification, policy and use, required for effective routine application. This article presents scientific methods that can be used to study the stages from wood extraction to the final products, to prove the legality of wood materials.