

Revolucionārs tiesu ekspertīzes rīks koksnes izcelsmes noskaidrošanai

Avoti: Latvijas Mežu sertifikācijas padome un Brazīlijas informācijas vietnes

Sanpaulu Universitātes – *USP* - pētnieki izstrādā revolucionāru tiesu ekspertīzes rīku, izmantojot stabilos izotopus, lai izveidotu neviltojamu skābekļa karti un noteiktu nelegāli cirstas koksnes izcelsmi Amazones apvidū un citur pasaulē. Pašreizējais modelis, kas balstīts uz 800 koku paraugiem, spēj identificēt 92% no Amazones reģiona, piedāvājot efektīvu veidu, kā atmaskot viltotus meža izcelsmes dokumentus.

Pētījums liecina, ka koksnes ķīmiskais sastāvs var kļūt par neviltojamu pierādījumu cīņā pret nelegālo mežu izcīršanu Amazones lietusmežos.

Kāda ir situācija?

Sanpaulu Universitātes Lauksaimniecības kodolenerģijas centra *CENA-USP* pētnieki profesora Luisa Antonio Martinelli vadībā izstrādā jaunu rīku Brazīlijas Federālajai policijai. Pašreizējās metodes, piemēram, koku anatomijas analīze vai oficiālo dokumentu - *DOF* - pārbaude, nav pietiekamas, jo dokumentus ir iespējams viltot. Turpretim stabilos izotopus koksnes celulozē viltot nav iespējams.

Analīze balstās uz skābekļa izotopu attiecību - skābeklis-18 un skābeklis-16. No Atlantijas okeāna nākošais mitrums, virzoties pāri kontinentam uz rietumiem, pakāpeniski zaudē smagāko izotopu jeb skābekli-18. Tāpēc Amazones rietumu daļas kokos ir vairāk vieglā skābekļa-16. Zinātnieki ir izanalizējuši 800 koku paraugus no 63 vietām. Izstrādātais modelis spēj izslēgt 92% no visas Amazones teritorijas, tie ir aptuveni 3 miljoni kvadrātkilometru, meklējot koka izcelsmes vietu.

Problēmas, ierobežojumi un risinājumi nākotnē

Atlikušie 8% teritorijas, ko modelis nespēj precizēt, aizņem 240 000 kvadrātkilometrus ir uzskatāmi par t.s. “pelēko zonu”.

Reģionos, kur mežizstrāde ir visintensīvākā, koku izotopu rādītāji ir ļoti mainīgi, kas apgrūtina precīzu datu noteikšanu tieši kritiskajās zonās.

Lai uzlabotu precizitāti, pētnieki modelim plāno pievienot oglekļa, slāpekļa un stroncija izotopu kartēšanu. Tāpat tiek veidotas "elementu kartes", kas fiksēs dažādu ķīmisko elementu koncentrāciju koksnē, nodrošinot policijai viegli lietojamu un drošu metodi ārpus laboratorijām. Izotopu gradients Amazones mežos veidojas globālo klimatisko un hidroloģisko ciklu dēļ. To ietekmē process, ko sauc par izotopu frakcionēšanos.

Atlantijas okeāna ūdens satur smago skābekli-18, vieglākais ūdens iztvaiko ātrāk un vieglāk, veidojot mākoņus. Kad vējš dzen mākoņus no austrumiem - no okeāna puses - uz rietumiem pāri visam Dienvidamerikas kontinentam, uznāk lietus. Smagākās ūdens molekulas, kas satur skābekli-18, kondensējas un nolīst pirmās. Virzoties dziļāk iekšzemē uz rietumiem, gaisa masas pakāpeniski zaudē smago izotopu.

Kad mākoņi sasniedz Amazones rietumu daļu, tajos ir palicis gandrīz tikai vieglais skābeklis-16. Koki uzsūc šo lietus ūdeni, un skābekļa atomi "iebūvējas" koksnes celulozē. Rezultātā rietumu koki satur izteikti vairāk skābekli-16 nekā austrumu koki.

Kādas citas izotopu un ķīmiskās metodes tiks ieviestas?

Tā kā ar skābekļa izotopiem vien nepietiek precīzai reģiona noteikšanai, zinātnieki pašlaik strādā pie daudzdimensiju ķīmiskā "pirkstu nospieduma" izveides, apvienojot vairākas metodes

Ogleklis atspoguļo vietējos mikroklimata apstākļus, koka augšanas blīvumu, saules gaismas daudzumu un mitruma līmeni meža klājā. Slāpeklis norāda uz specifisko augsnes tipu un tās ekosistēmas barošanās ķēdes īpatnībām, kurā koks audzis. Savukārt, radiogēnais izotops stroncijs nenāk no atmosfēras, bet gan tieši no pamatiežiem un augsnes. Tā kā Amazones baseina ģeoloģiskā vēsture un ieži dažādos reģionos krasi atšķiras, stroncijs ļauj ļoti precīzi piesaistīt koku konkrētai ģeogrāfiskajai pamatnei.

Papildus izotopu attiecībām zinātnieki mēra arī minerālvielu un mikroelementu kopējo koncentrāciju koksnes šķiedrās. Tiek analizēts tādu elementu daudzums kā kalcijs, magnijs, fosfors un dzelzs. Augsnes ķīmiskais "paraksts" katrā meža iecirknī ir unikāls, un koks to uzsūc kā sūkli.

Kāpēc tas palīdzēs policijai?

Apvienojot skābekļa, oglekļa, slāpekļa un stroncija izotopus ar elementu koncentrācijas kartēm, tiks izveidots kombinēts matemātiskais modelis. Tas darbosies kā koordinātu tīkls - ja viens rādītājs sakrīt ar vairākiem reģioniem, otrs un trešais rādītājs tos atslēdz, līdz tiks atrasta precīza koka augšanas vieta. Šādu ķīmisko profilu nav iespējams mākslīgi izmainīt vai viltot papīros.

Koksnes paraugu ņemšana Amazones mežos

Paraugu ievākšana savvaļas meža apstākļos ir fiziski smags un precīzs process. Lai veiktu izotopu analīzi, zinātniekiem nav nepieciešams koku nocirst. Tā vietā viņi izmanto specializētus rokas vai akumulatora urbjus, ko dēvē par pieauguma svārpstiem. Šis instruments ļauj izurbt tievu, cilindrisku koksnes stobriņu jeb koksnes serdi tieši no augoša koka stumbra, nodarot minimālu kaitējumu paša koka veselībai.

Zinātnieki izvēlas noteiktas koku sugas un fiksē katra koka precīzas ģeogrāfiskās koordinātas, izmantojot *GPS* ierīces. Tāpat tiek dokumentēti apkārtējās vides apstākļi, piemēram, augsnes tips un meža struktūra. Iegūtie koksnes stobriņi uzreiz tiek marķēti, ievietoti aizsargājošos futrāļos un transportēti uz laboratoriju, kur tie vispirms tiek rūpīgi izžāvēti. Lai analizētu tieši skābekļa izotopus, no sausās koksnes ar ķīmiskām metodēm ir jāizdala tīra celuloze, jo tieši celulozes molekulārajā struktūrā esošie skābekļa atomi visstabilāk saglabā vēsturisko klimata informāciju. Pēc tam šī celuloze tiek samalta smalkā pulverī, kas ir gatavs testēšanai.

Izotopu mērīšanas tehnoloģijas laboratorijā

Lai saskatītu un izmērītu niecīgās masu atšķirības starp izotopiem, pulverizētie paraugi tiek analizēti ar augstas precizitātes iekārtu, ko sauc par izotopu attiecību masas spektrometru. Šī iekārta nespēj analizēt cietas vielas tiešā veidā, tāpēc paraugi vispirms ir jāpārvērš gāzveida stāvoklī.

Process sākas analizatorā, kur koksnes celulozes pulveris tiek pakļauts ekstremāli augstai temperatūrai jeb “zibens pirolīzei”. Skābekļa analīzes gadījumā paraugu sadedzina oglekļa vidē aptuveni 1400 grādu temperatūrā, kā rezultātā viss celulozē

esošais skābeklis pārvēršas oglekļa monoksīda gāzē. Šī gāze tālāk tiek ievadīta masas spektrometrā. Iekārtas iekšienē gāzes molekulas tiek bombardētas ar elektroniem, piešķirot tām elektrisko lādiņu jeb jonizējot tās. Izveidotais jonu stars ar lielu ātrumu tiek raidīts cauri spēcīgam magnētiskajam laukam. Šis magnēts darbojas kā unikāls šķirotājs – vieglākie joni, kas satur skābekli-16, magnētiskajā laukā noliecas stiprāk, savukārt smagākie joni ar skābekli-18 ir inerces bagātāki un noliecas mazāk. Stars sadalās vairākās plūsmās, un īpaši detektori uztver un precīzi saskaita abu izotopu jonu attiecību, sniedzot zinātniekiem galīgo koksnes pirkstu nospiedumu.

Kā nelegālie mežizstrādātāji vilto koksnes izcelsmes dokumentus

Brazīlijā oficiālais Meža izcelsmes dokuments - *DOF* - darbojas kā digitāla koksnes kustības un tirdzniecības kontroles sistēma. Teorētiski katram baļķim vai zāģmateriālu kravai ir jābūt šim dokumentam, kas apliecina, ka koksne ir nocirsta legālā, valsts apstiprinātā ilgtspējīgas apsaimniekošanas zonā. Tomēr mežu izciršanas organizatori ir atraduši vairākas metodes, kā šo sistēmu apiet, padarot papīrus "tīrus"

Visizplatītākā shēma ir "koksnes atmazgāšana". Mežizstrādātāji reāli nocērt kokus aizliegtā zonā – piemēram, indiāņu rezervātos vai nacionālajos parkos dziļi Amazonas iekšienē. Pēc tam šiem baļķiem tiek piesaistīti *DOF* dokumenti no pavisam citas, legālas cirsmas, kurā koki patiesībā nemaz nav nocirsti. Dokumentos viss izskatās legāli, un parastā vizuālā pārbaudē neviens nevar pierādīt, ka koks audzis citur. Krāpnieki mēdz oficiāli reģistrēt legālas cirsmas un mākslīgi "uzpūst" tajās pieejamo koksnes apjomu valsts datubāzēs. Piemēram, viņi deklarē, ka legālajā īpašumā ir daudz vairāk vērtīgo koku - kā sarkankoks vai ipē, nekā tur patiesībā aug. Šīs sistēmā "radītās" brīvās kvotas un dokumentus viņi pēc tam izmanto, lai segtu un pārdotu nelegāli iegūtu koksni no aizsargājamām teritorijām.

Kravas pavaddokumentos nelegālie meža cirtēji mēdz norādīt mazāk vērtīgas koku sugas vai mazāku svaru, lai samazinātu nodokļus vai izvairītos no stingrākas kontroles. Kad krava nonāk kokzāģētavā, to sajauc ar legāliem kokmateriāliem, padarot izsekojamību ar tradicionālajām metodēm gandrīz neiespējamu.

Cik ilgā laikā policija var veikt izotopu ekspertīzi

Kad jaunā metode tiks pilnībā ieviesta ikdienas praksē, process no aizdomīgas kravas aizturēšanas līdz galīgajam tiesu ekspertīzes slēdzienam aizņems salīdzinoši īsu laiku, taču tam būs vairāki posmi. Ja Brazīlijas Federālā policija uz ceļa vai ostā aiztur kravas automašīnu vai kuģa konteineru ar aizdomīgiem zāģmateriāliem, inspektori uz vietas var izmantot t.s. “ekspresmetodes”. Viņi paņem nelielus koksnes skaidu vai urbuma paraugus no vairākiem baļķiem. Šis process aizņem vien dažas minūtes. Paraugi tiek nogādāti policijas vai sadarbības universitātes laboratorijā. Tur koksne ir jāizžāvē un jāpārvērš celulozes pulverī, kas aizņem aptuveni 24 līdz 48 stundas. Paša parauga dedzināšana un izmērīšana izotopu masas spektrometrā - *IRMS* - prasa tikai dažas minūtes uz vienu paraugu. Kopumā, optimizējot loģistiku, laboratorijas rezultātus parasti var iegūt 3 līdz 5 darba dienu laikā.

Kad laboratorija ir ieguvusi precīzu skābekļa un citu elementu izotopu attiecību, datorsistēma šos skaitļus salīdzina ar digitālo Amazonas izotopu karti. Ja sistēma uzrāda, ka koksnes ķīmiskais profils atbilst, piemēram, Amazonas rietumu reģionam, bet uzrādītie *DOF* dokumenti norāda, ka koks nocirsts austrumos, policijai ir tūlītējs, zinātniski neapgāžams pierādījums krāpniecībai. Šāds tiesu ekspertīzes ātrums ļauj policijai laikus aizturēt nelegālās kravas pirms to eksportēšanas uz ārvalstīm un saukt pie atbildības viltoto dokumentu izsniedzējus.