

- (11) Patent numeris: **6715** (51) Int. Cl. (2020.01): **G01N 33/00**
- (21) Paraiškos numeris: **2018 536**
- (22) Paraiškos padavimo data: **2018-07-26**
- (41) Paraiškos paskelbimo data: **2020-02-25**
- (45) Patent paskelbimo data: **2020-03-25**
- (62) Paraiškos, iš kurios dokumentas išskirtas, numeris: —
- (86) Tarptautinės paraiškos numeris: —
- (86) Tarptautinės paraiškos padavimo data: —
- (85) Nacionalinio PCT lygio procedūros pradžios data: —
- (30) Prioritetas: —
- (72) Išradėjas:
Genrik MORDAS, LT
Vidmantas ULEVIČIUS, LT
Steigvilė BYČENKIENĖ, LT
Kristina PLAUSKAITĖ-ŠUKIENĖ, LT
Julija PAURAITĖ, LT
Vadimas DUDOITIS, LT
Gintaras PIVORAS, LT
Vitas MAROZAS, LT
- (73) Patent savininkas:
Valstybinis mokslinių tyrimų institutas Fizinių ir technologijos mokslų centras,
Savanorių pr. 231, LT-02300 Vilnius, LT
Vytauto Didžiojo universitetas, K. Donelaičio g. 58, 44248 Kaunas, LT
- (74) Patentinis patikėtinis/atstovas:
—

- (54) Pavadinimas:
Medžio abiotinio streso matavimo būdas
- (57) Referatas:

Išradimas priklauso gamtos mokslų sričiai miškotyros mokslų krypčiai ir skirtas medžių abiotiniam stresui vertinti. Sukurtas medžio abiotinio streso nustatymo būdas apima medžio kamieno momentinio augimo fiksavimą vegetacijos metu, gautų duomenų kaupimą kompiuterio atmintyje ir sukaupytų duomenų analizę, išaiškinant medžio prieaugio stagnacijos laikotarpį. Abiotinio streso nustatymo tikslumui padidinti tiriamojoje aplinkoje sinchroniškai su medžių kamienų momentinio prieaugio matavimais matuojama aerozolio dalelių cheminė sudėtis, atliekant jų masės spektro kitimo dinamikos analizę pagal indentifikuotus specifinius biožymenis. Periodiškai stebimi medžio prieaugio pokyčiai, išskiriant prieaugio mažėjimo laikotarpius ir nustatant tokių laikotarpių aerozolio dalelių masės spektro vidurkius. Pagal medžio kamieno prieaugio mažėjimo tendenciją ir jo visišką sustojimą bei bent vieno biožymenų signalo didėjimą, registruojamas abiotinis medžio stresas.

Technikos sritis

Išradimas priklauso miškininkystės bei medžių auginimo sritims, naudotinas nustatyti medžio abiotiniam stresui (kuris yra klimatinis (karščio, drėgmės, šalčio ir pan.) arba fizikocheminis (rūgštingumo, apšvietimo ir pan.) poveikis medžiui), o kartu ir miško ekosistamai, keičiantis atskirų ekosistemos individų (medžių, krūmų, samanų ir pan.) būseną, augimo ritmą ir morfologiją. Trumpalaikis miško abiotinis stresas sukelia atskirų augalų fiziologinius procesus (pvz. fotosintezės sutrikimą) ir lemia augalų prisitaikymą per fiziologinį, fenotipinį ir morfologinį plastiškumą. Tačiau ilgalaikis abiotinis stresas sukelia negrįžtamus pokyčius miško ekosistemos produktyvume, funkcionavime bei tvarume.

Technikos lygis

Šiuo metu nėra standartizuotos arba patentuotos miško abiotinio streso registravimo metodikos. Pavyzdžiui, miškininkystės srityje - miško abiotinis stresas nustatomas pagal indikacinius morfologinius rodiklius (lajų defoliaciją, lapijos arba spyglių dechromaciją, derėjimą ir sausų šakų kiekį lajoje). Taip užregistruojamas prieš 1-6 mėnesius patirtas ilgalaikis miško stresas ir įvertinamos jo pasekmės.

Pasaulinėje dendrochronologinių ir dendroindikacinių tyrimų praktikoje labiausiai taikomas medžių būklės ir jos pokyčių indikatoriumi pasirinktas metinis radikalusis prieaugis. Metinio medžio radialiojo prieaugio vertinimui ir miško reakcijos į abiotinį stresą indukavimui naudojami I ir II Krafto klasių medžių gręžiniai, išgręžti 1,3 m aukštyje nuo šaknies kaklelio Presslerio grąžtu. Medžių metinio radialiojo prieaugio dinamikos ypatumus sąlygoja biologinės medžių rūšių savybės, ekologinės augavietės sąlygos ir klimato veiksnių kaita laiko bėgyje, kuri yra dominuojanti. Todėl metinio radialiojo prieaugio matavimai leidžia nustatyti miško augimo dinamiką, užregistruoti laikotarpį, kada buvo patirtas abiotinis stresas ir įvertinti jo poveikį tolimesniam vystymuisi. Tačiau nei medžių morfologiniai rodikliai, nei metinis radialusis prieaugis nėra parametrai, kurie leistų registruoti miško abiotinį stresą *in-situ*.

Ukrainos patente UA87319 (U), 2014-02-10 aprašytas vynmedžių abiotinio streso diagnozavimo būdas, naudojant chlorofilo fluorescencijos indukcijos metodą, apimantis tamsios adaptacijos etapą pasirinktiems augalų lapams, chlorido fluorescencijos sužadinimą apšviečiant tamsoje ir fluorescencijos verčių palyginimą.

Lapai yra parenkami iš *in vitro* kultivuojamų vynuoginių augalų ir pernešami 7-8 dienoms į modifikuotas maitinimo terpes su skirtingomis streso agentų koncentracijomis, nustatant jų kritinę koncentraciją, lyginant streso agentų kritines koncentracijas skirtingoms veislėms su jau nustatytais reikšmėmis. Žinomas būdas yra sudėtingas ir brangus, ypač matuojant miško medžių abiotinį stresą.

Kozłowski and Winget „Diurnal and seasonal variation in radii“, 1964 m. aprašytas panašiausias pagal techninę paskirtį medžio abiotinio streso matavimo būdas, nustatant dendrologinį medžio kamieno prieaugį. Medžio kamieno apimčiai matuoti naudojamas dendrometras. Standartiškai jis instaliuojamas 1,3 m aukštyje. Matavimai atliekami kiekvieną valandą, matavimo tikslumas sudaro 0,001 mm. Šią metodiką sudaro 4 etapai: 1 – matavimo prietaiso instaliavimas; 2 – medžio kamieno prieaugio matavimas; 3 – duomenų kaupimas ir 4 – medžio kamieno augimo tendencijos analizė.

Tokia metodika leidžia diagnozuoti medžio būklę. Normaliomis sąlygomis medis auga ir kamieno prieaugis yra teigiamas. Patyrus stresą – augimas sustoja arba pasidaro neigiamas (kamienas susitraukia). Šiuo atveju registruojamas medžio abiotinis stresas. Matuojant šiuo būdu neatsižvelgiama į medžio fiziologinius procesus, kurių metu medžio augimas sulėtėja arba kamieno prieaugis pasidaro neigiamas. Taip pat neįvertintas oro drėgmės poveikis matavimams. Tokiu būdu registruojamas medžių stresas nėra tikslus.

Sprendžiama techninė problema

Išradimu siekiama padidinti medžio abiotinio streso matavimo tikslumą.

Uždavinio sprendimo esmė yra ta, kad medžio abiotinio streso matavimo būde, atliekant medžio parametrų pokyčių laike registravimą, apimant dendrometro įrengimą pasirinkto medžio kamieno prieaugiui matuoti nustatytais laiko periodais, gautų matavimo duomenų kaupimą kompiuterio atmintyje, medžio kamieno prieaugio fiksavimą, kompiuterio atmintyje sukauptų duomenų analizę, nustatoma medžio kamieno prieaugio tendencija. Medžio aplinkoje instaliuojamas spektrometras, skirtas aerozolio dalelių cheminei sudėčiai medžio aplinkoje matuoti, matavimai atliekami sinchroniškai su pasirinkto medžio kamieno prieaugio matavimais, kaupiant duomenis kompiuterio atmintyje ir matavimus apdorojant duomenų apdorojimo programinėje įrangoje, kuri nustato valandinius medžio prieaugio pokyčius iki

prieaugio sustojimo bei aerolio dalelių masės spektro vidurkius, atlieka užregistruotų aerolio dalelių masės spektro kitimo dinamikos analizę pagal identifikuotus specifinius biožymenis, pagal medžio kamieno prieaugio tendenciją bei bent vieno biožymenų signalo pokytį registruoja abiotinį medžio stresą.

Išradimo naudingumas

Pasiūlytas išradimas padidina medžio abiotinio streso matavimo tikslumą, kadangi pasiūlytame matavime įvertinamas ne tik medžio kamieno prieaugis bet ir aerolio dalelių cheminė sudėtis medžio aplinkoje. Miškai yra vienas pagrindinių lakiųjų organinių junginių (LOJ) emisijų šaltinių. Vykstant LOJ oksidacijos procesams, susidaro biogeninės kilmės antrinės organinės aerolio dalelės. Susidarančių dalelių skaitinė koncentracija ir submikroninės miškų organinio aerolio masė (SMOAM) tiesiogiai susijusi su medžių emituojamų pirminių LOJ komponentų koncentracijos ir meteorologinių sąlygų kaita. SMOAM koncentracija eksponentiškai didėja kylant temperatūrai ir šis procesas pasiūlytame išradime panaudotas kaip miško abiotinio streso indikatorius. Patirdamas padidėjusios temperatūros abiotinį stresą, medis į atmosferą emituoja didesnes LOJ komponentų (tokių kaip terpenai, izoprenai, gliukozė, manitolis, sorbitolis, arabitolis ir alkanai) koncentracijas, tiesiogiai susijusias su SMOAM susidarymu ir jų koncentracijos padidėjimu. Taip pat stebimas medžio kamieno skersmens susitraukimas. Įvertinus biogeninių antrinių organinių aerolio dalelių formavimosi mechanizmus ir jų sąsajos su streso paveiktų medžių išskirtais LOJ komponentais, buvo identifikuoti specifiniai biožymenys miškų būklei diagnozuoti.

Išradimas detaliau paaiškinamas brėžiniu, kuriame pavaizduota pasiūlyto medžio abiotinio streso matavimo būdo etapų blokinė schema.

Išradimo realizavimo aprašymas

Pasiūlytas būdas apima šiuos etapus:

1 - didelės raiškos dendrometro ir aerolio cheminės sudėties spektrometro instaliavimas matavimo vietoje. Dendrometras tvirtinamas 1,3 m aukštyje aplink medžio kamieną. Dendrometro matavimų tikslumas – 0,001 mm, mažiausias matavimų intervalas – 15 min. Aerolio dalelių cheminė sudėtis turi būti matuojama aerolio masių spektrometru (būtinai reikalavimai: masės ir krūvio santykio (m/z) skalė 10 – 150 amu, vieno kanalo signalas 10^{-7} A, analizuojamas aerolio srautas -

nuo 0,1 lpm, laiko skyra 30 min. Matavimo prietaisas instaliuojamas atskiroje kondicionuojamoje patalpoje. Aerosolio mėginio paėmimas yra 1,3 m aukštyje ir 30 cm nuo bet kokio pastato sienos, užtikrinant, kad šalia nėra jokių ventiliacinių angų. Aerosolio mėginio srautas palaikomas nuo 0,1 iki 4,0 lpm. Paimamas oro su aerosoliais srautas nukreipiamas į Nafiono tipo sausintuvą, iš kurio nukreipiamas į aerosolio masės spektrometrą.

2 - matavimai atliekami sinchroniškai. Duomenys siunčiami į kompiuterį.

3 - duomenys kaupiami kompiuterio atmintyje, skaičiuojami valandiniai medžio kamieno priaugio ir aerosolio dalelių masės spektro vidurkiai. Analizuojama, pavyzdžiui, šešių paskutinių valandų medžio kamieno augimo dinamika. Nustatoma augimo tendencija. Taip pat iš aerosolio dalelių masės spektrų išskiriami specifiniai biožymenys, kurių charakteringi m/z yra: 26, 27, 37, 42, 53, 59, 65, 71, 73, 79, 82 amu. Analizuojama m/z signalų tendencija.

4 - normaliomis sąlygomis (be streso) stebimas pastovus medžio kamieno priaugis ir aerosolio dalelių cheminės sudėties svyravimai. Aerosolio dalelių koncentracijos svyravimai priklauso nuo momentinių biogeninių ir antropogeninių šaltinių emisijų bei meteorologinių sąlygų. Tačiau, kol medžio priaugis didėja ir medis nepatiria streso, medžio LOJ emisijos priklausys nuo jo vegetacinio ir paros ciklų. Reaguodami į stresinį klimato ir aplinkos veiksnių poveikį, medžiai per metabolizmo pokyčius išskiria papildomus LOJ komponentus (tokius kaip terpenai, izoprenai, gliukozė, manitolis, sorbitolis, arabitolis ir alkanai), o medžio kamieno priaugis sustoja arba net pasidaro neigimas (medžio kamienas susitraukia). Tam užregistruoti atliekama aerosolio dalelių masės spektro kitimo dinamikos analizė pagal identifikuotus specifinius biožymenis: m/z 26, 27, 37, 42, 53, 59, 65, 71, 73, 79 ir 82 amu. Stebint medžio kamieno priaugio sustojimą arba net mažėjimą bei bent vieno iš biožymenų signalo tendencijos didėjimą, registruojamas abiotinis miško stresas.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Medžio abiotinio streso matavimo būdas, atliekant medžio parametrų pokyčių laike registravimą, apimantis:

dendrometro įrengimą medžio kamieno prieaugiui matuoti nustatytais laiko periodais,

gautų matavimo duomenų kaupimą kompiuterio atmintyje,

medžio kamieno prieaugio fiksavimą,

kompiuterio atmintyje sukauptų duomenų analizę, nustatant medžio kamieno prieaugio tendenciją,

b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad:

medžio augimo aplinkoje instaliuojamas spektrometras, skirtas aerolio dalelių cheminei sudėčiai medžio aplinkoje matuoti, o matavimai atliekami sinchroniškai su pasirinkto medžio kamieno prieaugio matavimais, matavimų duomenis kaupiant kompiuterio atmintyje,

kompiuterio atmintyje sukauptus abiejų minėtų matavimų duomenys apdorojami duomenų apdorojimo įrenginyje, kuris nustato periodinius medžio prieaugio pokyčius iki prieaugio sustojimo bei aerolio dalelių masės spektro vidurkių,

atlieka užregistruotų aerolio dalelių masės spektro kitimo dinamikos analizę pagal identifikuotus specifinius biožymenis,

pagal medžio kamieno prieaugio tendenciją bei bent vieno biožymenų m/z signalo didėjimą, registruoja abiotinį medžio stresą.

