

APIBENDRINTOS NACIONALINĖS MOKSLO PROGRAMOS „AGRO-, MIŠKO IR VANDENS EKOSISTEMŲ TVARUMAS“ VERTINIMO IŠVADOS

NMP vykdyta 2015-2021 m. Buvo sprendžiami du uždaviniai:

- 1. Ištirti, kaip klimato kaita ir kiti aplinkos streso veiksniai veikia agro- ir miško bei vandens ekosistemas, jų produktyvumą ir biologinę įvairovę;**
- 2. Ištirti, kaip intensyvus išteklių naudojimas veikia agro-, miško bei vandens ekosistemas, nustatyti ilgalaikius tokio poveikio padarinius ir galimą žalą bei pasiūlyti priemones tvarumui atstatyti.**

Sprendžiant pirmąjį uždavinį, buvo įgyvendinamos šios priemonės:

1. Nustatyti agro-, miško bei vandens ekosistemų raidos, produktyvumo, konkurencingumo ir biologinės įvairovės formavimosi dėsninumus kintant klimatui, kultūrinių augalų ir jų konkurentų, simbiotų bei kenkėjų sąveikos mechanizmus ir jų padarinius.
2. Ištirti augalų ir kitų organizmų prisitaikymo prie klimato, aplinkos ir technologinių veiksnių pokyčių potencialą.

Sprendžiant antrąjį uždavinį, buvo įgyvendinamos šios priemonės:

1. Ištirti ilgalaikio intensyvaus išteklių naudojimo poveikį dirvožemiui ir kitiems agro-, miško ir vandens ekosistemų komponentams.
2. Nustatyti intensyvių technologijų taikymo grėsmes ekosistemoms ir jų tvarumo atstatymo priemones.

Kadangi vykdant programos iškeltas užduotis buvo spręsti mokslinių tyrimų klausimai, susiję su trimis NMP pavadinime įvardintomis ekosistemomis, gautųjų rezultatų vertinimui pasirinktas ne chronologinis (pagal įgyvendinamas priemones), o dalykinis surinktos medžiagos pjūvis pagal tris minėtas ekosistemas.

Agroekosistemų tyrimai

Iš Programoje vykdytų 17 projektų 6 buvo skirti agroekosistemų tyrimams. Pirmajame Programos vykdymo etape vykdyti 4 projektai sprendžiantys Lietuvos agroekosistemų tvarumo klausimus kintančio klimato bei intensyvaus ekosistemų išteklių naudojimo sąlygomis (3 - pirmam uždaviniui, 1 antram uždaviniui spręsti) iš 11 šio etapo mokslinių projektų. Antrajame etape

vykdyti 2 projektai susiję su agroekosistemomis (1 - pirmam uždaviniui ir 1 - antram uždaviniui spręsti) iš 6 šio etapo mokslinių projektų.

Pirmajam programos uždaviniui spręsti buvo vykdomi klimato ir aplinkos kaitos kompleksinio poveikio žemės ūkio augalams bei jų konkurencinių arba simbiotinių santykių analizei skirti fundamentiniai ir taikomieji tyrimai. Atliktų tyrimų rezultatai atskleidė vasarinių miežių, sėjamųjų žirnių ir vasarinių rapsų bei piktžolių – dirvinių garstukų ir rietmenių konkurencinės gebos bruožus, esant bendram atšilusio klimato ir abiotinių veiksnių – padidėjusio CO₂, O₃, karščio bangų, poveikiui. Parodyta, kad atšilusio klimato sąlygomis, vykstant tarp rūšinei konkurencijai su miežiais, rietmenių fotosintezės aparatas veikia efektyviau ir jos patiria mažesnę oksidacinę stresą nei kultūriniai augalai. Tokios imituoto atšilusio klimato sąlygos sumažino herbicidų efektyvumą miežių ir garstukų mišriose kultūrose. Šio tyrimo rezultatai sudarė galimybes kurti naujas aplinkai palankias, alelopatijos reiškiniu pagrįstas agrotechnologijas, suteikė žinių apie ilgą laiką dirvoje irusių augalinių liekanų agronominę vertę bei galimybes panaudoti integruotai augalų apsaugai šylančio klimato sąlygomis. Pagal tyrimų rezultatus nustatytos dėl šiltėjančio klimato pakitusios žieminių kviečių sėjos datos. Vykdamt programą, buvo įvertintas ekstremalių klimato sąlygų poveikis pašarinių augalų – liucernų ir eraičinsvidrių, raudonųjų dobilų bei pašarinių motiejukų – atsparumui ir maistinei kokybei. Ištyrus fitopatogeno *Fusarium graminearum* įsitvirtinimą javų sėjomainoje, atlikta grybo fiziologijos analizė ir nustatyti trofiniai ryšiai tarp patogeno ir kitų agroekosistemos elementų, įvertintas patogeno paplitimas skirtinguose agroekosistemos elementuose, genetinė įvairovė, patogeniškumas bei dirvožemio fungistatinis aktyvumas. Atlikti klimato kaitos poveikio obuolių, serbentų, slyvų, kriaušių, aronijų, šaltalankių, slyvų, šermukšnių, medlievų, šilkmedžių, trešnių –mikrobiotos biologinei įvairovei ir tarpusavio sąveikai tyrimai. Nustatyta, kad ant obuolių esanti mikrobiota mažai skiriasi Lietuvoje ir labiau į pietus esančiame Čekijos geografiniame regione, ištirti mikrobiotos struktūra ir dermės mechanizmai, nulemiantys atsparumą virusinio agento veikimui.

Apibendrinant pažymėtina, jog sprendžiant pirmąjį uždavinį, numatytą Programos priemonėse (34 punktas), buvo atsakyta į esminius klausimus, naudojant kelias skirtingas agroekosistemas kaip modelines, tačiau vykdyti keturi projektai nepajėgūs pilnu mastu apimti agroekosistemų raidos, produktyvumo, konkurencingumo ir biologinės įvairovės formavimosi dėsningumą, kultūrinių augalų ir jų konkurentų, simbiotų bei kenkėjų sąveikos mechanizmų ir jų padarinių, kintant klimatui, tyrimų.

Du projektai buvo skirti Programos antrajam uždaviniui, susijusiam su agroekosistemomis, spręsti. Viename iš jų buvo atlikti ypač vertingi tiek fundamentiniu, tiek taikomoju požiūriu ilgalaikio įvairaus intensyvumo agroekosistemų išteklių naudojimo kompleksinio poveikio skirtingos genezės dirvožemiams, biologinei įvairovei ir žemės ūkio augalų produktyvumui tyrimai bei pasiūlytos priemonės efektyviems ekosistemų naudojimo valdymo principams nustatyti skirtingos genezės ir granulimetrinės sudėties dirvožemiuose. Kitame dviejų metų trukmės projekte atlikti intensyvaus ūkininkavimo įtakos šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimui ir dirvožemio kokybei tyrimai, didelis dėmesys skirtas azoto srautų parinkimui keičiant agrosistemoje naudojamų trąšų tipą. Nustatyta, kad didžiausią neigiamą poveikį aplinkai, vertinant CO₂ emisiją turi kviečių ir miežių tręšimas mineralinėmis trąšomis, ištirtas biodujų gamybos procese perdirbtas biosubstratas įvertintas kaip potenciali organinė trąša, galinti prisidėti prie klimato kaitos švelninimo. Šio projekto vertę apsprendžia tyrimai, atlikti natūraliomis lauko sąlygomis, tačiau dviejų metų terminas yra per trumpas lauko eksperimentų rezultatų patikimumui užtikrinti.

Apibendrinant galima teigti, jog sprendžiant antrąjį uždavinį, numatytą Programos priemonėse (35 punktas), buvo atsakyta į esminius klausimus, tačiau nebuvo apimti tokie tyrimai kaip intensyvaus išteklių naudojimo poveikis agroekosistemų komponentams, Lietuvos augalininkystei ir bioįvairovei bei kintančiam kaimiškam kraštovaizdžiui.

Agroekosistemoms tirti skirtų projektų rezultatai yra reikšmingi tiek fundamentiniu, tiek ir praktiniu požiūriu, iškeltiems uždaviniams spręsti pasitelkti šiuolaikiniai mikrobiologiniai, molekuliniai (populiacijų genetinės analizės, PGR, metagenominiai, nauji nuo sekos nepriklausomi dgRNR virusų padauginimo), statistinės analizės tyrimo metodai. Moksliniai projektų rezultatai yra paskelbti 47 moksliniuose straipsniuose, referuojamuose *WoS* duomenų bazėje ir turinčiuose citavimo indeksą, 16 iš jų IF>3,3, tarp jų 2 IF>4,4 ir 2 IF>5. Praktinę svarbą apibrėžia programos ataskaitoje pateiktos 16 rekomendacijų agroekosistemų ilgalaikiam tvarumui užtikrinti. Išleista mokslinių rekomendacijų knygelė „Priemonės agroekosistemų ilgalaikiam tvarumui kintančio klimato sąlygomis užtikrinti. Mokslinės rekomendacijos“ (20 p.) ir trys mokomosios metodinės priemonės dirvožemio dangos ypatumams nustatyti. Šiuo požiūriu agroekosistemų problematikos sprendimo efektyvumą bei konkrečių priemonių ir rekomendacijų pasiūlymus vertiname teigiamai, visgi lieka neaišku ar jos pateiktos ūkio subjektams bei valdymo institucijoms.

Programos vykdymo metu gauti rezultatai plačiai pristatyti mokslinėse konferencijose, populiariuose straipsniuose, brošiūrose, taip pat atspindėti masinėse informavimo priemonėse.

Miško ekosistemų tyrimai

Iš Programoje vykdytų 17 projektų tik 4 buvo skirti miško ekosistemų tyrimams. Pirmam programos uždaviniui spręsti buvo vykdyti 2 projektai, kuriuose buvo tirtas klimato kaitos ir kitų aplinkos streso veiksnių poveikis miškų bendrijoms. Atlikti kompleksiniai medžių prieaugio priklausomybės nuo klimato ir aplinkos pokyčių tyrimai. Ištirtas svarbiausių medžių rūšių atsakas į klimato kaitos ir stresinius veiksnius miško bendrijų atsikūrimo ir formavimosi stadijoje. Atlikti miško atsikūrimo gamtinių trikdžių ir žmogaus veiklos sutrikdytose miško ekosistemose tyrimai skirtinguose Lietuvos klimatinuose rajonuose.

Vykdamas Programą, nebuvo vykdyti pirmajame jos uždavinyje (34 punktas) numatyti anglies įsisavinimo ir kaupimo dėsningumų miško ekosistemose tyrimai bei apleistose žemėse savaimė atželiančių miškų biologinės įvairovės dėsningumų tyrimai. Pastarieji yra tik paminėti viename iš projektų, tačiau jokių tyrimų rezultatų ataskaitoje nepateikta.

Du projektai buvo skirti Programos antrajam uždaviniui spręsti. Abiejuose projektuose buvo tiriama plynųjų kirtimų ir biomasės šalinimo poveikis miškų ekosistemų bendrijoms ir biologinei įvairovei. Tokie tyrimai ir buvo numatyti Programos antro uždavinio pirmoje priemonėje. Vykdamas šiuos projektus, buvo kompleksiskai ištirti miško dirvožemio savybių, dirvožemio gyvosios dangos (samanų, žolių ir krūmokšnių), grybų bendrijų ir entomofaunos pokyčiai ir atsikūrimas po plynų kirtimų ir biomasės pašalinimo. Tačiau abiejuose projektuose buvo tiriamos tik pušynų ekosistemos, ir liko visiškai netirtas analogiškas plynų kirtimų poveikis eglynams, lapuočių ir mišriems medynams.

Daugiau konkrečių miško ekosistemų tyrimų antro uždavinio priemonėse nebuvo numatyta, bet miško ekosistemos kartu su agro- ir vandens ekosistemomis yra minimos dar 5 numatomose tyrimų tematikose, išvardintose Programos 35 punkte.

Apibendrinant, miško ekosistemų tyrimams skirti projektai apėmė tik dalį Programos priemonėse (34 ir 35 punktai) numatytų tyrimų tematikų.

Miško ekosistemoms tirti skirtų projektų rezultatai yra reikšmingi tiek moksliniu-fundamentiniu, tiek ir praktiniu požiūriu. Moksliniai projektų rezultatai yra paskelbti 19 mokslinių

straipsnių leidiniuose, referuojamuose WoS duomenų bazėje ir turinčiuose citavimo indeksą. Du straipsniai paskelbti aukšto lygio žurnaluose „*Scientific Reports*“ (IF-4,21) ir „*Science of the Total Environment*“ (IF-4,90).

Pažymėtina praktinė-taikomoji miško ekosistemoms skirtų projektų pusė. Lietuvos patentų biurui buvo pateikta patentinė paraiška „Medžio abiotinio streso matavimo būdas“. Atskiru leidiniu išleistas 28 psl. apimties mokslinės-praktinės rekomendacijos „Plynujų kirtimų poveikis pušynų ekosistemoms ir būdai joms stabilizuoti“. Gaila, kad šiose rekomendacijose pateikti tik vieno projekto rezultatai, kai analogiškai tyrimai – plynų kirtimų poveikis pušynų ekosistemoms – buvo vykdyti ir kitame projekte.

Programos ataskaitoje pateikta net 17 išsamių rekomendacijų, skirtų bendriems miškininkavimo Lietuvoje principams, miško ekosistemų tvarumui užtikrinti, miško ekosistemų išteklių naudojimui ir atkūrimui, retų rūšių ir bioįvairovės apsaugai, vykdamt plynuosius kirtimus, vaistinių augalų naudojimui ir apsaugai. Šiuo aspektu miško ekosistemų tyrimams skirtus projektus galima vertinti teigiamai.

Vandens ekosistemų tyrimai

Iš Programoje vykdytų 17 projektų 7 buvo skirti vandens ekosistemų tyrimams. Pirmajam uždaviniui spręsti buvo vykdomi 3 projektai, kuriuose tirtas klimato kaitos ir kitų abiotinių veiksnių poveikis vandens ekosistemoms ar jų komponentams. Pagal įvairius klimato kaitos scenarijus, atsižvelgiančius į šiltnamio dujų emisijos mastus, modeliuota vandens parametrų pokyčių įtaka žuvų įvairovei ir gausumui Lietuvos upėse ir Kuršių mariose. Didžiausi abiotinių veiksnių sukelti pakitimai, nulemsiantys žymius žuvų rodiklių pokyčius, prognozuojami tolimai ateičiai (2081–2100 m.). Įvertintas klimato kaitos poveikis augalijos tvarumui upių sraunuose vandeninių vėdrynų *Ranunculus sect. Batrachium* rūšims ir jų formuojamų bendrijų (europinės svarbos buveinė 3260) pavyzdžiu. Pasitelkti genetiniai metodai leido išryškinti rūšių įvairovės ypatumus trijose temperatūros požiūriu skirtingose tyrimo zonose (Lietuvoje, Italijoje ir Rusijoje) ir prognozuoti specifinių *Ranunculus* bendrijų susidarymo Lietuvoje dėsningumus ateityje.

Vykdamt pirmojo uždavinio projektą SIT-15024 nebuvo pilnai pasiektas projekto tikslas – ištirti Lietuvos vandens ekosistemų teikiamų paslaugų tvarumo prielaidas didėjančios

eutrofikacijos ir cheminės taršos sąlygomis. Visa apimtimi neatlikus socioekonominių tyrimų, nebuvo parengtos rekomendacijos valdymo institucijoms, skirtos ežerų ekosistemų paslaugų ir ūkinės veiklos tvarumo užtikrinimui. NMP baigiamojoje ataskaitoje pažymima, kad projekto ataskaita patvirtinta, tačiau projektas laikomas neįgyvendintu. Visgi jo vykdymo metu buvo atlikti didelės apimties eksperimentiniai darbai, o rezultatai paskelbti moksliniuose straipsniuose. Gauti rezultatai įtraukti į baigiamąją NMP ataskaitą, kurioje pažymima, kad, nagrinėjant makrobestuburių rūšinę ir funkcinę įvairovę bei ją siejant su eutrofikacija ir chemine tarša, buvo atlikti Lietuvos ežerų, upių ir vandens saugyklų tyrimai, kurių pagrindu pasiūlytas upių ekologinės būklės vertinimo metodas – multimetrinis Lietuvos upių makrobestuburių indeksas.

Antrajam uždaviniui spręsti buvo vykdomi 4 projektai. Intensyvaus išteklių naudojimo poveikis vandens ekosistemoms ir jų tvarumui nagrinėtas per hidrotechninių statinių įtaką upių nuotėkiui ir žuvų buveinių prieinamumui klimato kaitos kontekste. Pasiūlyta ekologinio debito koncepcija, kurią taikant atlikta skirtingų žuvų rūšių buveinių pokyčių prognozė artimai bei tolimai ateičiai. Antropogeninis poveikis Nemuno upių baseino ekosistemų augalijai tirtas naudojant morfologinius, molekulinis ir genetinius žymenis. Genetinės augalų įvairovės tyrimais nustatyta, kad dėl upių vagų keitimo, intensyvios žemės ūkio veiklos ar vandens turizmo besikeičiančios vandens ekosistemos, šiltėjant klimatui, sudaro palankias sąlygas plisti svetimkraštėms augalų rūšims. Taip pat atlikti intensyvios žuvininkystės ir ūkininkavimo poveikio vandens telkinių mikrobiomui ir rezistomui, vandens telkinių ir dirvožemio bakterijų atsparumo antibiotikams ir biocidams tyrimai. Nustatyta, kad, nors kliniškai svarbūs atsparumo genai žuvų bakterijose paplitę negausiai, pramoniniu būdu auginamose žuvyse paplitusios bakterijos dažnai yra atsparios plačiai žmonių gydymui naudojamai antibiotikų klasei – beta-laktamams ir trimetoprino-sulfonamido kombinacijai. Pirmą kartą pasaulyje laukiniuose gyvūnuose, t.y. kiuose, aptiktas *mcr-1* genas, koduojantis atsparumą kolistinui, kritiškai svarbiam antibiotikui gydant pneumoniją, taipgi įrodyta, kad kolistinui atsparias bakterijas gali platinti migruojantys vandens paukščiai.

Vandens ekosistemoms tirti skirtų projektų rezultatai yra reikšmingi moksliniu fundamentiniu ir praktiniu požiūriu, iškeltiems uždaviniams spręsti pasitelkti šiuolaikiniai tyrimų metodai, tokie kaip genų sekoskaita, specifiniai DNR žymenys ir kt. Moksliniai projektų rezultatai paskelbti 38 mokslinių straipsniuose, referuojamuose *WoS* duomenų bazėje ir turinčiuose citavimo indeksą (16 straipsnių IF nuo 2 iki 5; 12 straipsnių IF<1). Programos vykdymo metu gauti

rezultatai plačiai skelbti mokslinėse konferencijose, taip pat atspindėti masinėse informavimo priemonėse. Visgi dera pastebėti, kad ne visi Nacionalinėje mokslo programoje užsibrėžti ekosistemų tyrimo aspektai, pavyzdžiui, intensyvėjančios ūkinės veiklos lemiami kraštovaizdžio struktūros pokyčiai bei jų keliamos grėsmės ekologinėms funkcijoms ir biologinei įvairovei (35.2), buvo įtraukti į projektus, matyt, dėl riboto jų skaičiaus.

NMP baigiamojoje ataskaitoje pateikta 13 rekomendacijų, sietinų su vandens ekosistemų apsauga ir tvarumu. 7 rekomendacijos susijusios su žuvų išteklių, 2 su vandens augalų bendrijų stebėseną, 1 skirta ekosistemų paslaugų subalansuotam naudojimui ir 3 – upių ekologiniam debitui vertinti.

Pažymėtina, kad NMP vykdymo metu gauta vertingų rezultatų tiek fundamentiniam, tiek ir taikomajam mokslui. Pastaruoju atveju tyrimų rezultatai leido parengti Lietuvos ūkiui svarbių rekomendacijų, ir projektų vykdytojais jų parengė.

Galima pritarti projekto dalyvių požiūriui, kad, siekiant NMP rezultatų kuo tinkamesnio praktinio panaudojimo, turėtų būti nustatyta parengtų praktinių rekomendacijų įteikimo suinteresuotoms ir atsakingoms valdymo institucijoms bei minėtų institucijų reakcijos į pasiūlymus tvarka.

Siūlome Nacionalinę mokslo programą „Agro-, miško ir vandens ekosistemų tvarumas“ laikyti įgyvendinta iš dalies.