

PATVIRTINTA  
Lietuvos Respublikos švietimo,  
mokslo ir sporto ministro  
2022 m. balandžio 19 d. įsakymu Nr. V-585

**2022–2026 M. MOKSLINIŲ TYRIMŲ IR EKSPERIMENTINĖS PLĖTROS PROGRAMA  
„KENKSMINGIEJI ORGANIZMAI AGRO- IR MIŠKO EKOSISTEMOSE (KOMAS)“**

**1. 2022–2026 m. mokslinių tyrimų ir eksperimentinės plėtros programos „Kenksmingieji organizmai agro- ir miško ekosistemose (KOMAS)“** (toliau – programos) vykdytojas – Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centras (toliau – LAMMC).

**2. Programos tikslas.** Tirti dominuojančių ir naujai Lietuvoje plintančių kenksmingųjų ir naudingųjų organizmų bendrųjų funkcionavimo ypatumus agro- ir miško ekosistemose ir kurti jų poveikio valdymo principų mokslinius pagrindus siekiant suderinti saugumą gamtai, žmonėms, biologinės įvairovės išsaugojimą bei palaikant tvarią ekonominę praktiką.

**3. Programos uždaviniai.**

**1 uždavinys.** Ištirti augalų ligų sukėlėjų ir kenkėjų bei kitų reikšmingų organizmų bendrijas bei nustatyti jų funkcionavimo ypatumus (augalo-šeimininko / dirvožemio/buveinės ir patogenų / kenkėjų / kitų organizmų bei aplinkos ryšius, kenksmingųjų organizmų pasiskirstymą ir protrūkius lemiančius veiksnius) įvairiose Lietuvos agro- ir miško ekosistemose.

**2 uždavinys.** Ištirti ir įvertinti lauko, daržo ir sodo augalų patogeninių bei toksiškų grybų, žaladarių vabzdžių ir jų veiklos padarinių gausos ir plitimo ryšius su besikeičiančio klimato, gamtiniais ir antropogeniniais veiksniais.

**3 uždavinys.** Ištirti ir įvertinti kenksmingųjų organizmų žalą augalų produktyvumui ir kokybei bei nustatyti tvarias priemones jų prevencijai ir kontrolei.

**4. Metodologinis tyrimų pagrindimas.**

Programai įgyvendinti bus atliekami ekspediciniai, tikslieji lauko, vegetaciniai, molekuliniai ir chromatografiniai, imunofermentiniai tyrimai bei laboratorinės analizės.

**Ekspediciniai tyrimai** vykdomi įvairiose Lietuvos agro- ir miško ekosistemose bus taikomi siekiant identifikuoti dominuojančių ir naujai plintančių žalingų ir naudingų organizmų bendrųjų struktūrą, paplitimą bei nustatyti jų funkcionavimo ypatumus kintančios aplinkos (klimato) bei agrotechninių sprendimų įtakoje. Šių tyrimų metu bus vykstama į daržo, lauko, sodo augalų ligų ir kenkėjų išplitimo židinius, ūkius, renkami ligų pažeistų augalų, kenkėjų bei dirvožemio ėminiai, sandėliuojami grūdai, sėklos, vaisiai, daržovės iš skirtingų Lietuvos vietovių tolesniems kenksmingųjų organizmų identifikavimo bei genetinės įvairovės tyrimams ir analizėms naudojant morfologinius, PGR, TL PGR, AFLP, SSR ir kitus metodus programoje numatytiems uždaviniams spręsti. Kenksmingųjų organizmų užimamų nišų agroekosistemose ir su jomis besiribojančiose miško ekosistemose sąryšio su agroklimatinėmis sąlygomis bei atskirais agroekosistemos elementais tyrimai bus vykdomi apimant skirtingo miškingumo ir žemės ūkio veiklos intensyvumo vietas.

**Tikslieji lauko eksperimentai** yra esminiai ruošiant moksliniais tyrimais paremtas rekomendacijas žemdirbiams, jų konsultantams, verslui, politikams. Šiuose eksperimentuose patvirtinamos arba atmetamos hipotezės dėl technologinių elementų pritaikomumo ir veiksmingumo kartu įvertinant aplinkos sąlygų poveikį tyrimų objektui ir tuo pačiu poveikį aplinkai. Tikslieji lauko eksperimentai bus atliekami natūraliomis aplinkos sąlygomis ar taikant dirbtinį užkrėtimą patogenais daržo, lauko ir sodo augaluose laikantis lauko eksperimentų atlikimo metodų (Mead ir kt., 2003, 1988; Raudonius, 2008; Velička ir kt. 2004; Žemės ūkio augalų kenkėjai, ligos ir jų apskaita, 2002). Biologinių ir cheminių augalų apsaugos produktų veiksmingumo tyrimai bus atliekami laikantis geros eksperimento praktikos reikalavimų ir EPPO standartų aprašų (Gerosios augalų apsaugos produktų veiksmingumo bandymų praktikos taisyklės, 2017-11-01 redakcija, EPPO Standard PP1/152, PP1/223, PP1/224, PP1/276 ir kt.). Lauko eksperimentai atliekami ne mažiau kaip 4 pakartojimais, taikomas visiškas laukelių išdėstymas atsitiktine tvarka.

**Vegetaciniai augalų ligotumo tyrimai** bus dažniausiai vykdomi siekiant kontroliuojamose aplinkos sąlygose galimai tiksliau įvertinti tiriamų patogenų (ar kitų mikroorganizmų) žalingumą (naudingumą)

augalų produktyvumui ir kokybei bei nustatyti tvarias priemones jų prevencijai ir kontrolei. Tokie tyrimai bus vykdomi šiltnamyje ar auginimo kamerose laikantis šių eksperimentų atlikimui taikomų įrengimo, vykdymo ir kartotinumų principų (Candolfi ir kt., 2000; Zheng ir kt., 2011; EPPO Standard PP1/152).

Atliekant tiksluosius lauko ir vegetacinius tyrimus bus daromi ligų pažeidimų intensyvumo ir kenkėjų gausumo vertinimai naudojant specialias vertinimo skales, nustatomi augalų ir produkcijos kokybiniai rodikliai pasitelkiant specialią įrangą. Siekiant nustatyti kenksmingųjų organizmų plitimo indikatorius, žalingumo ribas bus taikomas vizualus vertinimas, naudojamos įvairios gaudyklės (Bukardo, Barterio, šviesos, vandens, lipnios ir kt.), automatinės meteorologinės stotelės, skaitmeniniai įrankiai.

Augalų-šeimininkų, ligų sukėlėjų, kenkėjų bei invazinių žaladarių, reikšmingų žemės ūkiui, adaptyvumo klimato pokyčiams tyrimai bus atliekami vykdant ekspedicinius, tiksluosius ir vegetacinius tyrimus pasitelkiant klasikinius stebėjimo ir vertinimo metodus (vizualus, pagal morfologinius požymius ir kt.), laboratorines analizes bei įtraukiant skaitmeninius įrankius.

**Laboratorinių analizių metodai** bus naudojami vykdant ligų sukėlėjų ir kenkėjų identifikavimo, jų rūšinės sudėties, formų, lytinio dauginimosi tipų nustatymo, dirvožemio biologinio aktyvumo, lauko augalų produkcijos mikotoksikologinio užterštumo, ligų sukėlėjų ir kenkėjų atsparumo skirtingo veikimo pobūdžio cheminėms veikliosioms medžiagoms nustatymo tyrimus.

**Mikroorganizmų identifikavimas pagal morfologinius kolonijų bei konidijų, sporų ir kt. požymius** bus atliekamas mikroskopuojant ir naudojant įvairius apibūdintojus (Сартон ir kt., 2001; Mathur, Kongsdal, 2003; Malone, Muskett, 1997; Zhou ir kt., 2006; Lugauskas ir kt. 2002; ISTA, 2003 ir kt.).

Mikroskopuojant bus įvertinama grybienos forma, sandara, sporų forma ir dydis, spalva, pertvarėlių skaičius, konidijų dydis (ilgis, plotis) (Ärsvoll, 1965; Hoog, Oorschot, 1985; Braun, 1994, 1995; Mathur, Kongsdal, 2003). Įvertinamas patogeno atsistatymas po poveiko (Malama ir kt., 1985). Morfologiškai identifikuotų mikroorganizmų identifikavimo patvirtinimui bus naudojami molekuliniai metodai: rūšims specifinė PGR, tikrojo laiko PGR ir sekoskaitos analizės (Demeke ir kt., 2005; Nicolaisen ir kt., 2009 ir kt.). Genominės DNR išskyrimui numatoma naudoti komercinius rinkinius *NucleoSpin Plant II*, *GenElute Plant*, *Genomic DNA Miniprep Kit* arba *Genomic DNA Purification Kit*. PGR analizės vykdymui pradmenis ir reakcijos parametrus numatoma parinkti remiantis įvairių autorių aprašytais bei LAMMC taikomais metodais.

**Patogeniškumo tyrimai** bus taikomi pagrinde naujai aptiktų augalų patogenų (ir naudingųjų mikroorganizmų) ar jų kamienų žalingumo augalams įvertinimui. Šiuose tyrimuose bus nustatoma, ar mikroorganizmas gali sukelti tam tikros ligos pasireiškimą skirtingų rūšių, veislių ar jautrumo augalams kontroliuojamose sąlygose (optimaliose ar stresinėse tiek augalo, tiek mikroorganizmo vystymuisi). Tyrimui bus vykdomi *in vitro* ir *in vivo* (Christensen ir kt., 1988; Freeman ir kt., 1998).

**Mikroorganizmų antagonizmui prieš patogenus nustatyti** bus naudojamas agarų disko difuzijos metodas. Endofitinių bakterijų gebėjimas slopinti patogeninių grybų augimą gaminant bioaktyvius junginius bus įvertintas kiekybiškai, matuojant patogeno augimo slopinimo zoną. Slopinimo procentas bus apskaičiuojamas pagal Yasmin el. (2016) nurodytą formulę. Efektyviausių bakterijų molekulinis identifikavimas bus atliekamas ekstrahuojant genomine DNR; vykdant PGR, sekoskaitą ir filogenetinę analizę. Norint ištirti endofitinių bakterijų naudingą poveikį augalams *in vitro* ir apibūdinti jų augalų augimą skatinančias savybes, bus naudojamas Indolo acto rūgšties gamybos Salkowskio kolorimetrinis metodas, kuris leis nustatyti endofitų gebėjimą gaminti indol-3-acto rūgštį (Egamberdieva ir Kucharova, 2009; He ir kt., 2019). Visi endofitinių bakterijų izoliatoriai bus vertinami pagal gebėjimą ištirpinti neorganinį fosfatą kietoje Pikovskya's terpėje, papildytoje  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  (5 g / L) ir Bromophenol Blue (0,025 g / L), kaip aprašė Paul and Sinha (2017) ir Li et al. (2018). Norint patikrinti azoto fiksavimo aktyvumą, bakterijų izoliatai bus auginami dviejose terpėse, kuriose nėra azoto: Ashby manitolio agarų ir NFC terpėje (Liu ir kt., 2016; Li ir kt., 2018). Sideroforų gamyba bus vertinama remiantis konkurencija dėl geležies (Fe) tarp geležies kompleksų universalioje chromo azurolio S (CAS) agarų terpėje, kaip aprašė Alexander and Zuberer, (1991) ir Li et al. (2018). Aminociklopropan-1-karboksirūgšties (ACC) deaminazės aktyvumas: selektyvi SMC terpė, papildyta ACC, bus naudojamas bakterijoms, kurios galėtų naudoti ACC kaip energijos šaltinį, išskiriant  $\alpha$ -ketobutiratą kaip šakotosios grandinės aminorūgščių pirmtaką. ACC deaminazės aktyvumas endofitinėse ląstelėse bus nustatytas stebint  $\alpha$ -ketobutirato kiekį, susidariusį fermentinės ACC hidrolizės metu (Belimov et al., 2005). Bus tikrinamas endofitinių bakterijų antigrybinis aktyvumas prieš fitopatogenus *in vitro* ir *in vivo*. Bus tiriamas bakterijų poveikis augalų sėklų daigumui ir daigų augimui (Gaudin ir kt., 2011).

**Mikotoksinų analizės** vasarinių ir žieminių miežių, kviečių, kukurūzų grūduose ir jų produktuose bus atliekamos analizės imunofermentiniu metodu (IFA) naudojant mikotoksinų deoksinivalenolio (DON), zearalenono (ZEA), T-2 toksino, aflatoksino (AFL), ochratoksino (OCH), fumonizino (FUM), citrinino (CIT) komercinius nustatymo rinkinius (*Ridascreen® R-Biopharm AG, Darmstadt*). Rezultatams nuskaityti naudojamas fotometras *Multiskan Ascent (Thermo Electron Corp., Suomija)* su 650 nm ir 450 šviesos filtrais bei kompiuterine programa *Ascent Software*. DON ir jo metabolitų 3-acetyl deoksinivalenolio (3-ADON), 15-acetyl deoksinivalenolio (15-ADON), zearalenono (ZEA), T-2 ir HT-2 toksinų analizės grūduose ir jų produktuose atliekamos aukšto efektyvumo skysčių chromatografijos metodu (AESCh), mėginių paruošimui naudojant imuninio giminingumo kolonėles.

**Ligų sukėlėjų atsparumo cheminėms veiklioms medžiagoms tyrimai** bus vykdomi pagal Veiksmų dėl fungicidų atsparumo (FRAC) komiteto aprobuotas metodikas bei įvairių autorių aprašytais metodais. Patogenų atsparumo tyrimai sujungia ekspedicinius, tiksliuosius, vegetacinius ir laboratorinius tyrimus. Pirmiausia surenkami mėginiai iš ūkinių pasėlių, kur žinoma fungicidų naudojimo istorija, iš tikslųjų lauko eksperimentų paruošiami izoliatai. Patogenų atsparumui skirtingų grupių cheminėms medžiagoms nustatyti bus naudojami lėkštelių su 96 duobutėmis *in vitro* testas bei mutacijų identifikavimas patogeno gene. Patogeno DNR išskyrus naudojant E.Z.N.A. Plant DNA Kit (USA), iš augalų lapų pereinama prie mutacijų identifikavimo. Mutacija G143A citochromo b gene bus identifikuojama polimerazinės grandininės reakcijos (PGR) metodu pagal Siah ir kt. (2010) metodiką. Elektroforezės metu išskirstyti PGR produkto fragmentai bus analizuojami naudojant UV lempą (Bio-Imaging Systems, Izraelis) ir Gel Capture kompiuterinę programą (Informer technologies, JAV). Mutacijos CYP51 gene bus identifikuojamos pasitelkiant PGR bei DNR sekoskaitą pagal Leroux, ir kt. (2007) bei Dooley ir kt. (2015) metodikas. Mutacijos SDH gene bus identifikuojamos pasitelkiant PGR bei DNR sekoskaitą pagal Rehfus ir kt. (2018) ir Dooley ir kt. (2016) metodikas. DNR sekoskaita bus atliekama *Eurofins Genomics* (Vokietija). Sekoskaitos rezultatai bus analizuojami MEGA-X kompiuterine programa.

Siekiant atsakyti į tiriamų klausimų priežastingumą atskiruose tyrimuose pasitelkiami įvairūs tyrimų metodai, kurie aprašyti metodiniuose leidiniuose, mokslinėse publikacijose ar įsavinti mokslinių stažuočių metu kitose Lietuvos ir užsienio institucijose. Jau planuojant tyrimą numatomi visi galimi ir tikslingi eksperimentai ir analizės pradėdant nuo ekspedicinių tyrimų baigiant sekoskaita. Eksperimentuose gauti rezultatai ir sukaupia patirtis labai svarbūs ruošiant strateginius žemės ūkio dokumentus kaip kad Lietuvos žemės ūkio ir kaimo plėtros 2023–2027 m. strateginis planas, Geros agrarinės ir aplinkosaugos būklės (GAAB), Integruotosios kenksmingųjų organizmų kontrolės (IKOK) reikalavimus, ekoschemas ir kt.

**Tyrimų duomenų apdorojimas.** Bus naudojami statistiniai eksperimentų duomenų analizės metodai (ANOVA, AMOVA, Pearson, Spearman koreliacijos koeficientai ir kt.) taikant statistinės analizės programas *SAS Enterprise Guide 7.1 (Institute Inc.)* ir *GraphPad Prism*.

#### **Tyrimų bazė.**

Tiksliesiems lauko bandymams įrengti skirti laukai ir šiltnamiai, daigyklos. Kenksmingųjų organizmų žalingumo nustatymo, jų kontrolės tyrimų vykdymui naudojami šiltnamio mikroklimato registrai, mažų kiekių sėklų beicavimo įrenginys HEGE 11, tikslaus išsėjimo sėjamosios *Hege 80, Kubota* (Wintersteiger, Austrija), traktorinis mažų laukelių purkštuvus *Speedy 2500*, preciziniai dviratiniai purkštuvai su reguliuojamu slėgiu, mažų laukelių derliaus nuėmimo kombainas Wintersteiger Delta, *Haldrup C-85*, precizinė laboratorinė sėklų valymo mašina HALDRUP LT-21, svarstyklės, sėklų skaičiuotuvas Contador, analitinės svarstyklės, grūdų ir sėklų analizatorius Infratec 1241, Bukardo sporų gaudyklės, entomologinės gaudyklės, internetinė prognozavimo „iMETOS®sm“ sistema su integruotais sodo ir daržo augalų ligų ir kenkėjų prognozavimo modeliais, automatinės meteorologinės stotelės Bابتuose ir Dotnuvoje, fotoaktyvaus spinduliavimo analizatorius *Sun Scan* ir kita įranga. Taip pat naudojami automobiliai įrangos ir priemonių transportavimui į laukus, vykimui į ekspedicinius tyrimus. Entomologinės medžiagos identifikavimui naudojami stereomikroskopai *Stemi (x1000), Leica, NIKON SMZ 800* ir mikroskopas *Axiostar (x60)* su fotokameromis.

Dirvožemio analizėms naudojama *Perkin Elmer Lambda 25 UV/VIS* spektrofotometras, *Multiskan Ascent* mikroplokštelinis fotometras, inkubavimo spintos.

Patogeninių ir toksiškų grybų analizėms naudojama įranga: vandens distiliatorius GFS.2002, analitinės svarstyklės. CV-El. 18 L GS ir *CertoClav* autoklavai, *Biosan ir Esco Airstream® Class II* laminarai,

laboratorinis šaldiklis „Angelantoni“ (-15°C – -32°C), sterilus kambarys-kamera su baktericidine VS-312 ir BIOSAN kvarco lempomis, kontroliuojamo klimato kameros *Binder* ir *Sanyo MIR-253* su programuojamu temperatūros ir šviesos režimu, grybų auginamo NUV šviesoje kamera, auginimo kamera – inkubatorius *Binder KBWF 720*, termostatas *Friocell*, laboratorinis plakiklis-inkubatorius „MRC“ su reguliuojamu temperatūros režimu (+5°C – +60°C), magnetinė maišyklė MSH ROTH\_Y397.1, VWR UNO96 *Gradient* termocikleris, elektroforezės sistema, transiliuminatorius *Safe VIEW-MINI2*, *Hettich 320* centrifuga, *Memmert* ir *Friocell* termostatai, *Stuart SC6+* kolonijų skaičiuotuvas, lapų analizatorius *WinFOLIA ProS TD4800*, mikroskopai *Leica DMLS* ir *Nikon Eclipse E200* su skaitmenine kamera *Nikon DS-5M* ir programa *Lucia image pasive*, termocikleris *Eppendorf Mastercycler*, elektroforezės sistema, kiekybinė DNR analizės sistema, centrifuga mikroplokštelėms, gilaus šaldymo šaldiklis (-80 °C), biologinių audinių homogenizatoriai bei kita laboratorinė įranga.

Mikotoksinų tyrimai atliekami naudojant aukšto efektyvumo skysčių chromatografijos sistemą *Shimadzu prominence LC-20A* su kompiuterine programa *LCsolution*; spektrofotometrą, galintį dirbti 200–320 nm intervale; ultragarso vonelę; analitines svarstykles; laboratorinį malūną su 1 mm sietu, *RETSCH® ZM200*; purtyklę *Reax Control*, *Heidolph*; vakuuminį sukamąjį garintuvą *IKA RV 06-ML 2-B*; vakuuminį manifoldą *Visiprep 12* vietų; fotometrą *Multiskan Ascent (Thermo Electron Corp., Suomija)* su 650 nm ir 450 šviesos filtrais bei kompiuterine programa *Ascent Software*.

Be universalios laboratorinės įrangos patogenų atsparumo tyrimams bus naudojama *Mastercycler gradient* termocikleris (*Eppendorf*, Vokietija), *Electrophoresis Power Supply-EPS 301 (Amersham Pharmacia Biotech, JAV)*.

Turima įranga atliekami tyrimai didžia dalimi leis atsakyti į programos uždavinius. Siekiant visiškai atsakyti į atliekamų tyrimų iškeltus uždavinius bus pasitelkiama kitose institucijose esama įranga.

Multipleksiniams mikotoksinų tyrimams bus naudojama skysčių chromatografijos su masių spektrometrija (*Thermo Scientific TSQ Quantiva MS/MS*) sistema, esanti maisto saugos, gyvūnų sveikatos ir aplinkos institute „BIOR“ Latvijoje, pratęsiant 2021 metais pradėtą tarptautinį bendradarbiavimą.

## 5. Tyrimų etapai ir jų charakteristika:

Programos uždaviniams įgyvendinti atliekami tyrimai vyksta nuolatinėje kaitoje, kurios ciklas daugeliu atvejų trunka 3–4 metus. Vieni tyrimai baigiami kiti pradedami pagal mokslininkų grupių paruoštas ir padaliniuose bei Jungtinės tyrimų komisijos išdiskutuotas detalias konkrečių tyrimų metodikas. Nauji tyrimai planuojami atsižvelgiant į aktualiausius darbo planavimo metu klausimus ne tik Lietuvos, bet ir tarptautiniu lygiu.

Numatomos keturios Programos įgyvendinimo priemonės, kurios pateikiamos žemiau: pirmoji priemonė – pirmojo programos uždavinio sprendimui, antroji ir trečioji – antrojo programos uždavinio sprendimui, ketvirtoji – trečiojo programos uždavinio sprendimui.

### **1 priemonė. Tirti dominuojančių ir naujai Lietuvoje plintančių ligų sukėlėjų, kenkėjų ir kitų reikšmingų organizmų bendrijas bei jų funkcionavimo ypatumus.**

Priemonei įgyvendinti numatyta tirti ligų sukėlėjus, jų išplitimą ir pasiskirstymą, formas, rūšinę, fenotipinę ir genetinę įvairovę, patogeniškumą, lytinio dauginimosi tipus įvairiose Lietuvos agro-ekosistemose, naudojant aukščiau aprašytus ir naujausius mokslinius metodus. Taip pat numatyta tirti žalingų žemės ūkio augalų kenkėjų rūšinę sudėtį, užfiksuoti jų plitimo židinius, patikslinti atskirų kenkėjų biologinį vystymosi ciklą Lietuvos sąlygomis. Nustatyti geografinį kenkėjų persiskirstymą bei kai kurių kenkėjų išplitimo protrūkius bei galimas priežastis, tarp jų ir klimato kaitos kontekste.

Augalo-šeimininko ir patogeno sąveika bus tiriama ekspediciniuose, lauko ir vegetaciniuose eksperimentuose bei laboratorinėmis sąlygomis. Bus siekiama įvertinti atskirų patogeno kamienų virulentiškumą ir patogeniškumą bei augalo skirtingų rūšių ar genotipų atsaką į infekciją.

Tyrimų metu sukaupti duomenys apie ligų sukėlėjų bei kenkėjų bendrijas žemės ūkio augalų pasėliuose, bei greta jų esančiose miško cenožėse ne tik užpildytų trūkstamų žinių nišą, bet ir būtų vertingi praktikoje, nes padėtų numatyti prevencines bei kontrolės priemones.

*Fusarium* patogenų sukeliama javų varpų fuzariozė yra pavojinga liga, sukelianti didelę ekonominę žalą ir kiekybinius bei kokybinius derliaus nuostolius (Martínez et al., 2019). *F. graminearum* sensu stricto yra labiausiai paplitęs kosmopolitas ir vyraujantis JVF sukėlėjas Europoje, Lietuvoje ypač išplitęs per pastarąjį dešimtmetį (Sneideris ir kt., 2020). Todėl šių patogenų tyrimai bus tęsiami ir naujame Programos etape. 2020 m. pradėti skirtinguose augaluose šeimininkuose paplitusių *Fusarium* rūšių

populiacijos įvairovės tyrimai, kuriuose bus įvertinti skirtingų kamienų fenotipiniai požymiai – patogeniškumas javams, jautrumas fungicidams ir mikotoksinų produkcijos potencialas.

Naujame Programos etape bus skiriamas išskirtinis dėmesys dirvožemio (rizosferos) ir augalų endofitinių mikroorganizmų, pasižyminčių įvairiapusiu teigiamu poveikiu augalams tyrimams. Šių tyrimų rezultatai bus reikšmingi dėl klimato kaitos išskylančių rizikų valdymui. Tyrimai rodo apie galimą endofitų panaudojimą bioaktyvių junginių sintezei, augalų augimo skatinimui ir atsparumo didinimui prieš įvairius patogenus ir sausrą (Miller ir kt., 2012). Žirnių – *Rhizobium* bakterijų sąveika pasižymi simbiotinių savybių ir požymių, susijusių su augalų augimu bei fotosinteze, kintamumu (Santalla et al., 2001; Laguerre et al., 2007) bei augalų atsparumo ligų sukėlėjams didinimu (Kebede, 2021). 2021 m. pradėti efektyvių ir konkurencingų *Rhizobium* spp. kamienų atrankos skirtingiems *Pisum sativum* genotipams tyrimai, kurie apims ir *Rhizobium* spp. antagonistinių savybių įvertinimą prieš dirva plintančius žirnių patogenus. Taip pat pradėti *Artemisia* spp. augalų endofitinių bakterijų populiacijos struktūros ir įvairovės bei jų potencialo tvariame žemės ūkyje įvertinimo tyrimai.

### **2 priemonė. Lauko, daržo ir sodo augalų kenksmingųjų organizmų gausos ir plitimo bei ryšių su gamtiniais ir antropogeniniais veiksniais įvertinimas.**

Priemonei įgyvendinti būtina ištirti ir įvertinti kenksmingųjų organizmų plitimo dėsningumus atsižvelgiant į aplinkos, auginimo ir kitas sąlygas. Pirmajame programos etape buvo susitelkta prie fomezės (*Leptosphaeria maculans*) sukėlėjų rapsuose, stiebalūžės (*Oculimacula aciformis* ir *O. yallundae*), javaklūpės (*Gaeumannomyces graminis*), pašaknio puvinio (*Fusarium* spp.), pavasarinio pelėsio (*Microdochium* spp.) javuose, bulvių maro (*Phytophthora infestans*) bulvėse, kekerinio puvinio (*Botrytis cinerea*) braškėse plitimo dėsningumų tyrimų. Ilgus metus mažai ekonomiškai reikšmingi rapsų kenkėjai pasikeitus auginimo technologijoms bei vyraujant šiltesiems orams rudeni pastaruoju metu smarkiai išplinta padarydami apčiuopiamus derliaus nuostolius dėl ko atsiranda būtinybė peržiūrėti taikomų kontrolės priemonių naudojimo tikslumą bei veiksmingumą dermėje su tausiu augalų apsaugos produktų naudojimu, integruotosios kenksmingųjų organizmų kontrolės reikalavimais. 2021 metais javuose išplitusių virusinių ligų protrūkis – naujas iššūkis ūkininkams ir atviras klausimas mokslininkams numatant tų protrūkių dažnumą.

Atliekant pagal šią priemonę tyrimus bus identifikuojami ligų ir kenkėjų žemės ūkio augaluose plitimą lemiantys gamtiniai ir žmogaus ūkinės veiklos veiksniai, nustatomos žalingumo ribos, reikalingos ruošiant prognozavimo sistemas, be kurių integruota kenksmingųjų organizmų kontrolė būtų nevisavertė. Jau pradėtas tyrimas lapų septoriozės, sukeliama *Zymoseptoria tritici*, plitimą lemiančių indikatorių nustatymui, kurie bus naudojami šios ligos prognozavimo modeliui.

Biologiniai procesai vykstantys rizosferos zonoje dažnai lemia augalo būklę. Trūksta kompleksinių dirvožemio patogenų tyrimų, kurie vyksta rizosferoje veikiant antropogeniniams ir gamtiniams veiksniams. Lietuvoje apie rizosferos patogeninių mikroorganizmų rūšinę sudėtį ir jų reikšmę daržo augalų pašaknio ligų išplitimui bei žalingumui yra menkai, nes šie tyrimai imlūs darbui, reikalinga specifinė įranga ir naujos žinios šiems tyrimams vykdyti, kad būtų atsakyta į iškeltus klausimus. Pastebima patogenų rūšinės sudėties kaita įvairiose kultūrose, kuri galimai susijusi su klimato kaita. Numatoma tirti rizosferos patogenų rūšinę sudėtį bei sodo ir daržo augalų pašaknio ligų išplitimą. Bandymas ūkininkavimo metodų, tarp jų ir žemės dirbimo, įvairovę unifikuoti skiriant pagrindinį dėmesį beariminei žemdirbystei, dar labiau sustiprina dirvos patogenų ir kenkėjų tyrimų svarbą.

Mikroorganizmų geno sekų analizė tapo pagrindine priemone dirvožemio mikrobiologijoje ir ekologijoje, tyrinėjant mikrobiotos vaidmenį ir funkcionalumą slopinant patogenų, sukeliančių augalų ligas, veiklą. Planuojami dirvožemio mikrobiotos tyrimai, paremti naujausios kartos sekoskaitos (NGS) technologija, įneštų svarų indėlį į ekologiškai tvarių pasėlių sistemų kūrimą.

### **3 priemonė. Ištirti Lietuvos sąlygomis išaugintų lauko augalų produkcijos mikotoksikologinį potencialą, atlikti mokslinę analizę įvertinant susidariusias tendencijas, tobulinant esamus kontrolės būdus bei tyrimo metodus.**

Priemonei įgyvendinti būtina ištirti lauko augalų produkcijoje jų augimo, derliaus nuėmimo ir laikymo metu besiformuojančius mikotoksinius, kurie įvairių antropogeninių ir gamtos poveikių įtakoje gali metabolizuotis į kitus toksinius junginius, kuriems aptikti reikalinga pritaikyti specifinius tyrimo metodus.

Naudojant AESCh sistemą bus tiriami mikotoksinai, įvertinama jų koncentracijų priklausomybė nuo aplinkos sąlygų ir žmogaus ūkinės veiklos veiksnių. Didesnis dėmesys bus skiriamas žieminių, vasarinių paprastųjų, salyklinių miežių bei kukurūzų, auginamų grūdams užsiteršimu mikotoksinais (trichotecenais, zearalenonu, ochratoksinais, aflatoksinais). Tam tikslui bus plėtojamos pažangios mikotoksinų aptikimo metodikos ir išsiaiškinta, kokią įtaką minėti veiksniai turi A ir B tipo trichotecenų koncentracijų kitimui priklausomai nuo derliaus nuėmimo laiko, užsiteršimo intensyvumo ir aptiktų mikotoksinų kompozicijos. Taip pat bus siekiama išsiaiškinti ryšį tarp mikotoksinų kaupimosi derliaus vėlinimo metu ir grūdų kokybės rodiklių. Gautų rezultatų pagrindu planuojama parengti rekomendacijas, susijusias su rizikos veiksnių mažinimu dėl mikotoksinų kaupimosi augalinės kilmės maisto žaliavoje.

**4 priemonė. Ištirti ir įvertinti lauko, daržo ir sodo augalų ligų sukėlėjų ir kenkėjų įtaką produktyvumui ir produkcijos kokybei, atsparumo pesticidams pokyčius bei nustatyti Integruotos kenksmingųjų organizmų kontrolės priemonės, įvertinti jų veiksmingumą ekonominiu ir saugumo aplinkai požiūriu.**

Priemonei įgyvendinti būtina atlikti ekonominiu požiūriu reikšmingų ligų ir kenkėjų žalos įvertinimo tyrimus. Numatoma įvertinti ne tik kenksmingųjų organizmų poveikį įvairių augalų derliui, bet taip pat ištirti ir nustatyti žalos mastą produkcijos kokybiniais parametrais. Bus vykdomi lauko, daržo ir sodo augalų ligų ir kenkėjų daromos žalos augalų produktyvumui įvertinimo tyrimai natūralios ir dirbtinės infekcijos sąlygomis.

Integruota augalų apsauga nėra viena priemonė, o kompleksinis kenksmingųjų organizmų gausumo valdymas. Todėl pirmiausia būtina ištirti ir nustatyti efektyvias įvairių augalų ligų ir kenkėjų prevencijos priemones, žmogui ir aplinkai draugiškus ligų ir kenkėjų gausumo reguliavimo būdus ir metodus skirtingomis ūkininkavimo sąlygomis. Atsparių ligoms veislių auginimas ar ligotumo savybių derinimas su derliumi ir jo kokybiniais rodikliais auginant skirtingas veisles mišiniuose galėtų būti reikšminga alternatyva ligų kontrolei taikant cheminę apsaugą. Priemonei įgyvendinti taip pat būtina nustatyti kenksmingųjų organizmų plitimo pokyčius ir įvertinti lauko, daržo ir sodo augalų produktyvumo rodiklius priklausomai nuo ligos ir kenkėjų kontrolės priemonių parinkimo ir jų naudojimo laiko.

Optimizuoti ligų kontrolės priemonių naudojimo laiką, dažnumą bei purškimo normas siekiant sumažinti ne tik kenksmingųjų organizmų daromą žalą augalams, bet ir suderinti ekonominę naudą su saugumu gamtai, žmonėms, agro ekosistemų tvarumu bei biologinės įvairovės išsaugojimu.

Priemonei įgyvendinti būtina nustatyti kenksmingųjų organizmų atsparumą skirtingo veikimo pobūdžio ir skirtingų cheminių grupių veikliosioms medžiagoms ir jų atsparumo pokyčius. Pirmame tyrimų etape buvo atlikti patogenų *Zymoseptoria tritici*, *Sclerotinia sclerotiorum*, kenkėjų rapsinių žiedinukų (*Meligethes aeneus*), paprastosios voratinklinės erkės (*Tetranychus urticae*), kolorado vabalo (*Leptinotarsa decemlineata*) atsparumo įvairių cheminių grupių pesticidams tyrimai. Antrame Programos etape atlikti rapsinės (*Psylliodes chrysocephala*) ir kryžmažiedinės (*Phyllotreta nemorum*) spragių atsparumo skirtingų grupių insekticidams tyrimai *in vitro* bei lauko eksperimentuose. Šiame Programos etape numatoma tęsti patogeno *Pyrenophora teres* jautrumą SHDI grupės veiklioms medžiagoms jas naudojant sėklos apdorojimui ir purškimui vegetacijos metu. Jau pradėti patogeno *Zymoseptoria tritici* mutacijų Lietuvos sąlygomis tyrimai bendradarbiaujant su Aarhus universiteto (Danija) mokslininkais. Siekiant išvengti neprognozuojamo kenksmingųjų organizmų jautrumo cheminėms medžiagoms praradimo, didelis dėmesys bus skiriamas moksliskai pagrįstoms rekomendacijoms dėl atsparumo prevencijos ar rizikos mažinimo.

Apibendrinant galima konstatuoti, kad nauji tyrimai praturtins ir išplės žinias apie kenksmingųjų organizmų plitimo pokyčius agro-ekosistemose apimant ir atsparumo pesticidams klausimus, kontrolės priemonių veiksmingumą, alternatyvių kenksmingųjų organizmų valdymo metodus, kurie galėtų būti naudojami ekologiniame žemės ūkyje ir integruotosios kenksmingųjų organizmų kontrolės strategijoje bei prisidės prie Europos žaliojo kurso programos įgyvendinimo plėtojant tvarų žemės ūkį.

Programos vykdymo laikotarpiu numatytomis temomis bus atliekami moksliniai tiriamieji darbai. Kiekvienam iš jų numatyta ši darbų seka:

- tyrimų planavimas ir detalių metodikų rengimas;
- eksperimentų vykdymas;
- duomenų kaupimas ir jų apdorojimas;
- ataskaitų ir publikacijų ruošimas;
- tyrimų rezultatų sklaida.

## **6. Detalus įgyvendinimo planas.**

### ***Įgyvendinant 2022–2026 m. užsibrėžtas pirmojo uždavinio pirmąją priemonę, bus:***

- kasmet vykdomi 2–3 moksliniai tiriamieji darbai, apimantys ekspedicinius tyrimus, lauko ir kontroliuojamų sąlygų eksperimentus, laboratorines analizes ir kitas veiklas iškelto uždavinio sprendimui;
- pabaigus tiriamąjį darbą duomenys analizuojami, ruošiami baigto darbo ataskaita, moksliniai straipsniai, publikacijos konferencijų leidiniuose ir populiarioje spaudoje;
- sukauptos žinios apie dominuojančių ir naujai Lietuvoje plintančių ligų sukėlėjų rūšinę įvairovę, jų pasiskirstymą Lietuvos agro ir miško ekosistemose;
- nustatyta plintančių kenkėjų rūšinė sudėtis žemės ūkio augaluose, užfiksuoti jų plitimo židiniai, patikslintas atskirų kenkėjų biologinis vystymosi ciklas Lietuvos sąlygomis;
- nustatyti galimi nauji kenkėjai ar jau esamų mažai reikšmingų kenkėjų protrūkiai, jų plitimo priežastys;
- atlikus tyrimus, papildytų trūkstamų žinių niša, nauji duomenys apie patogenų ir kenkėjų rūšinę įvairovę bei pokyčius bendrijose, tikimės, bus svarbūs ligų kontrolės priemonių tyrimuose, naujų augalų veislių kūrimo programose bei sprendžiant efektyvios augalų auginimo kaimynystės klausimus.

### ***Įgyvendinant 2022–2026 m. užsibrėžtas antrojo uždavinio priemones, bus:***

- kasmet antroje priemonėje bus vykdomi 4–5, trečioje – 1–2 moksliniai tiriamieji darbai, apimantys ekspedicinius tyrimus, lauko ir kontroliuojamų sąlygų eksperimentus, laboratorines analizes ir kitas veiklas iškelto uždaviniui spręsti;
- pabaigus tiriamąjį darbą duomenys analizuojami, ruošiami baigto darbo ataskaita, moksliniai straipsniai, publikacijos konferencijų leidiniuose ir populiarioje spaudoje;
- identifikuojami ligų ir kenkėjų žemės ūkio augaluose plitimą lemiantys gamtiniai ir žmogaus ūkinės veiklos veiksniai, nustatomos žalingiausių kenksmingųjų organizmų žalingumo ribos;
- peržiūrėta taikomų kontrolės priemonių naudojimo tikslingumas bei veiksmingumas dermėje su tausiu augalų apsaugos produktų naudojimu, integruotosios kenksmingųjų organizmų kontrolės reikalavimais;
- sukauptos žinios apie dominuojančių ir Lietuvoje plintančių sodo ir daržo augalų patogeninių rūšinę įvairovę, jų pasiskirstymą;
- nustatytas pašarinių kukurūzų ir miežių grūdų užsiteršimas mikotoksinais ir jų mitybinė vertė;
- įvertinta gamtinių bei antropogeninių veiksnių įtaka kokybės ir saugos rodikliams;
- nustatytos skirtingos vasarinių miežių veislių paskirties grūdų ir iš jų pagamintų produktų panaudojimo galimybės remiantis A tipo trichotecenų ir kokybės rodiklių kriterijais;
- nustatyti panašumai ir skirtumai vertinant grūdų kokybę ir užsiteršimą Lietuvos sąlygomis vis dažniau plintančiais T-2 ir HT-2 toksiniais;
- sukauptos žinios apie dominuojančių ir Lietuvoje plintančių sodo ir daržo augalų patogeninių rūšinę įvairovę, jų pasiskirstymą;
- dirvožemio mikrobiotos tyrimų rezultatai, paremti naujausios kartos sekoskaitos (NGS) technologija įneš svarų indėlį į ekologiškai tvarių pasėlių sistemų kūrimą;
- tyrimų duomenys bus panaudoti plėtojant lauko, sodo ir daržo augalų ligų ir kenkėjų prognozavimo sistemą Lietuvoje;
- bus paruoštos rekomendacijos dėl efektyvios kenksmingųjų organizmų kontrolės renkantis tvarius prevencijos ir kontrolės metodus;
- toksiškų grybų ir toksinų tyrimų rezultatų pagrindu bus parengtos rekomendacijos dėl kontrolės būdų, susiejant su galimu aplinkos ir antropogeninių veiksnių poveikiu augalinės produkcijos užterštumui.

### ***Įgyvendinant 2022–2026 m. užsibrėžtas trečiojo uždavinio priemones, bus:***

- kasmet ketvirtoje priemonėje bus vykdomi 2–3 moksliniai tiriamieji darbai, apimantys ekspedicinius tyrimus, lauko ir kontroliuojamų sąlygų eksperimentus, laboratorines analizes ir kitas veiklas iškelto uždavinio sprendimui;
- pabaigus tiriamąjį darbą duomenys analizuojami, ruošiami baigto darbo ataskaita, moksliniai straipsniai, publikacijos konferencijų leidiniuose ir populiarioje spaudoje;
- įvertintas *Pyrenophora teres* jautrumas SHDI grupės fungicidams naudojant juos tik sėklos beicavimui ar ir beicavimui ir purškimui;

- nustatytos kviečių patogeno *Zymoseptoria tritici* mutacijos Lietuvoje;
- parengta rekomendacija dėl atsparių ligoms veislių auginimo ar ligotumo savybių derinimo su derliumi kaip reikšminga alternatyva ligų kontrolei;
- bus parengtos moksliai pagrįstos rekomendacijos dėl atsparumo prevencijos ar rizikos valdymo.

### 7. Numatomi rezultatai.

Programos tematika bus paskelbti straipsniai leidiniuose:

- referuojamoje *Clarivate Analytics Web of Science* duomenų bazėje ir turinčiuose citavimo indeksą – ne mažiau kaip **23**;
- recenzuojamuose periodiniuose, tęstiniuose leidiniuose, referuojamose kitose tarptautinėse duomenų bazėse bei kituose moksliniuose leidiniuose – ne mažiau kaip **15**.

Programoje dalyvaujančių doktorantų skaičius – ne mažiau kaip **6** tyrėjai.

Naujų lauko, daržo ir sodo augalų auginimo technologinių elementų, publikuotų lankstinukų pavidalu ar specializuotuose interneto tinklalapiuose bei praktinių rekomendacijų, publikuotų leidinyje „Naujausios rekomendacijos žemės ir miškų ūkiui“ skaičius – ne mažiau kaip **20**.

Programos rezultatų sklaidos intensyvumas: pranešimai nacionalinėse ir tarptautinėse mokslo konferencijose – ne mažiau kaip **15**, iš jų **10** – žodiniai.

Programos tyrimų rezultate gautos pamatinės žinios ir informacija bus naudojama:

- tyrimų rezultatai pirmiausiai turės svarbią reikšmę teikiant rekomendacijas dėl kenksmingųjų organizmų gausumo reguliavimo agro ir miško ekosistemose;
- neabejotina ir praktinė numatomų gauti rezultatų reikšmė augalų selekcijai, augalininkystės, sodininkystės, daržininkystės ir miškininkystės vystymui;
- naujos žinios bus pasitelktos plėtojant mokslinį bendradarbiavimą su kitų šalių mokslo institucijomis;
- tyrimų rezultatų pagrindu įgytos žinios bus naudojamos plėtojant bendradarbiavimą su agro- ir miško verslo įmonėmis.

### 8. Rezultatų sklaidos priemonės.

Mokslinės publikacijos.

Pranešimai mokslinėse nacionalinėse ir tarptautinėse konferencijose.

LAMMC leidinys „Naujausios rekomendacijos žemės ir miškų ūkiui“.

Lankstinukai.

Praktinės publikacijos žurnaluose, laikraščiuose.

Interviu žemės ūkio leidinių bei interneto tinklalapių žurnalistams / koordinatoriams.

Interviu radijo ir TV laidoms.

Internetiniame LAMMC tinklalapyje.

Tarptautinių projektų tinklalapiuose.

Praktiniai mokymai ir informacija specialistams seminaruose, praktinėse-gamybinėse konferencijose, lauko dienose, kasmetinė programos rezultatų sklaida visuomenei per masinės informacijos priemones.

### 9. Programai vykdyti skirtos lėšos 2 334 200,00 Eur (du milijonai trys šimtai trisdešimt keturi tūkstančiai du šimtai eurų, 00 ct):

	2022 m.	2023 m.	2024 m.	2025 m.	2026 m.	Visai programai Eur
Lėšos programai vykdyti	382 340	420 570	462 630	508 880	559 780	2 334 200

### 10. Programos vadovas skelbiamas centro interneto svetainėje [www.lammc.lt](http://www.lammc.lt).