

Augalų vystymosi tarpsnių ir agroklimatinių rodiklių sąsajos tyrimai

LAMMC



LIETUVOS
AGRARINIŲ IR MIŠKŲ
MOKSLŲ CENTRAS

Projektas vykdytas 2023–2025 metais.

dr. Renaldas Žydelis, dr. Vida Danytė,
dr. Virmantas Povilaitis

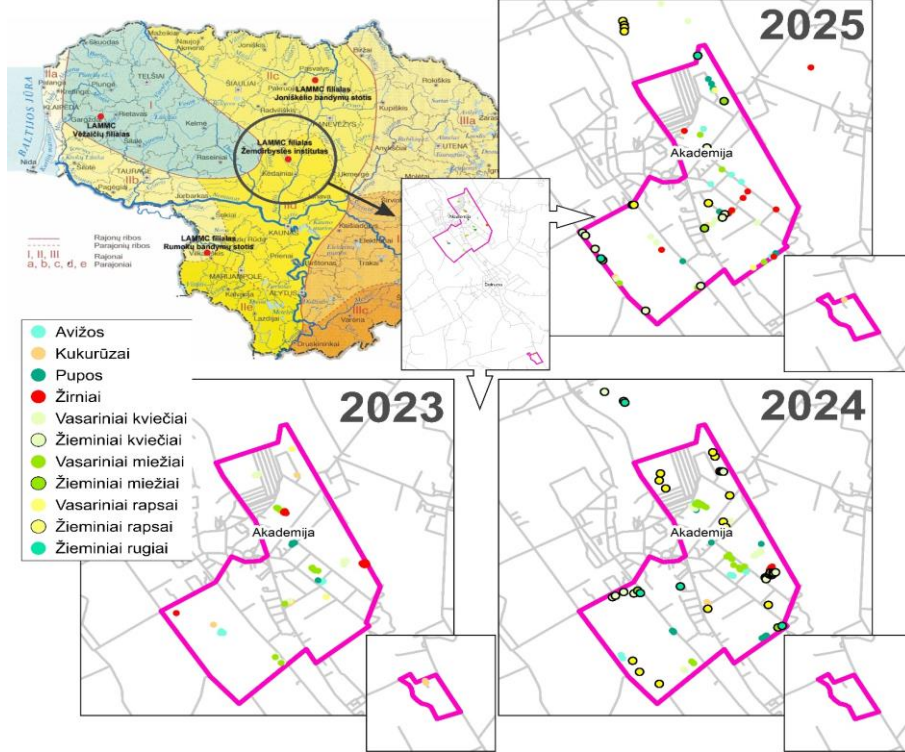
Projekto tikslas ir uždaviniai

Tikslas – sukurti algoritmą, leisiantį, remiantis agroklimatiniais rodikliais, prognozuoti tikslus žemės ūkio augalų vystymosi tarpsnius.

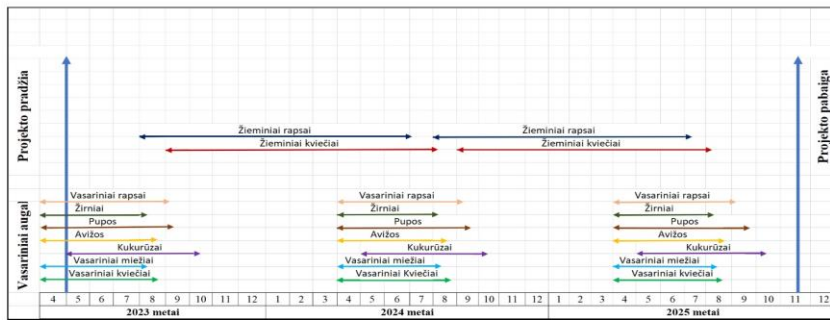
Uždaviniai

1. Suformuoti moksliskai pagrįstą lauko eksperimentą, parenkant reprezentatyvią tyrimų vietovę, skirtingus žemės ūkio augalus ir skirtingo ankstyvumo veisles;
2. Nustatyti augimo temperatūrų (oro ir dirvožemio) sumą, reikalingą pasiekti skirtingus augalų vystymosi tarpsnius pagal BBCH skalę;
3. Matematiškai apskaičiuoti augalų vystymosi tarpsnių ir agroklimatinių rodiklių sąsajas ir pagal šias priklausomybes sukurti augalų vystymosi tarpsnių prognozavimo algoritmą.

Tyrimų laikotarpis ir pasirinkti augalai



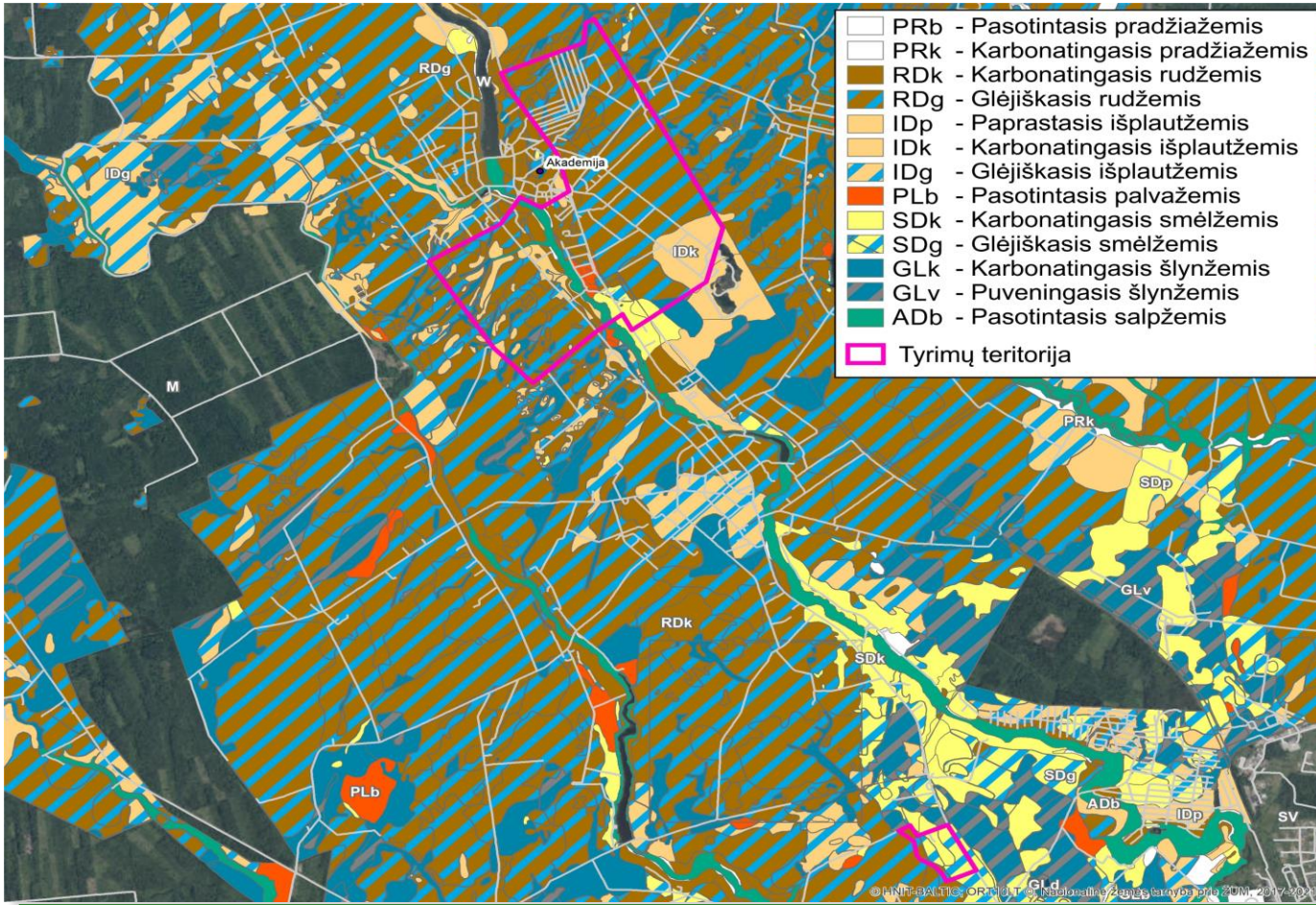
- Stebėjimai buvo vykdomi 3 metus, per kuriuos stebėti 274 eksperimentai su 11 skirtingų augalų rūšių (avižos, kukurūzai, pupos, v. kviečiai, v. miežiai, v. rapsai, žirniai, ž. kviečiai, ž. rapsai, ž. miežiai, ž. rugiai).
- Fiksuotos pagrindinės lauko eksperimentų metaduomenų charakteristikos (veislė, sėja, derlius, technologija, koordinatės).



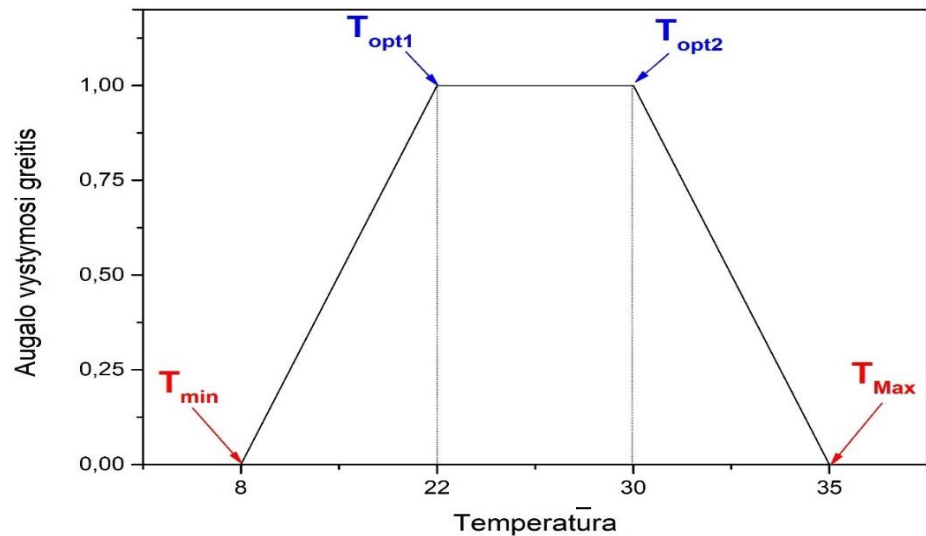
Tyrimų vietovė



Tyrimų vietovėje vyrauja rudžemiai ir išplautžemiai, tačiau eksperimentai buvo atlikti ir regionui netipiškuose dirvožemiuose (pvz., smėlžemiuose)



Augimo temperatūrų sumos skaičiavimai



$$T_{vid} = \left(\frac{T_{maks} + T_{min}}{2} \right)$$

$$GDD = T_{vid} - T_{zem}$$

Jeigu $T_{vid} < T_{zem}$, tada $GDD = 0$

arba $T_{vid} > T_{maks}$, tada $GDD = 0$



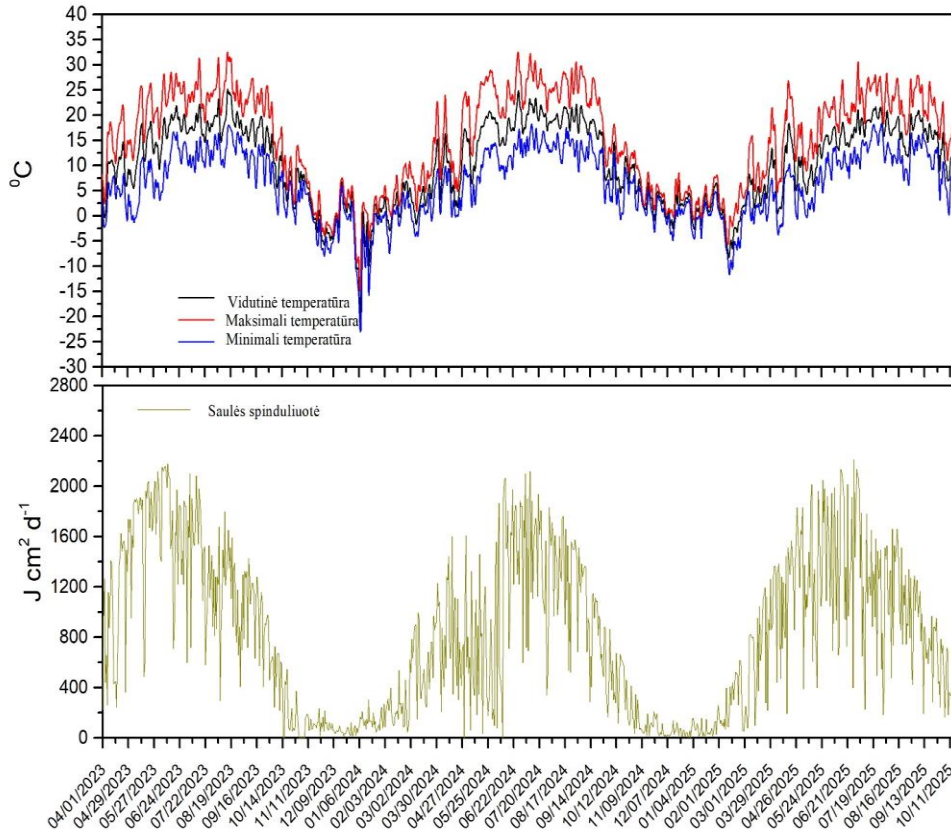
T_{vid} – vidutinė dienos oro temperatūra, kuri apskaičiuojama panaudojus T_{maks} – maksimalios temperatūros ir T_{min} – minimalios dienos temperatūrų reikšmes;

T_{zem} – žemutinė arba minimali augalo temperatūra, pasiekus šią ribą, augalas nustoja augti ir vystytis.

T_{maks} – maksimali temperatūra, viršijus šią ribą, vystymasis sparčiai mažėja ar net visai sustoja.

Augalo pavadinimas	Lotyniškas pavadinimas	Minimali temperatūra	Optimalių temperatūrų ribos	Maksimali temperatūra	Šaltinis
avižos	<i>Avena sativa</i> L.	2	18–26	32	USDA, 1977
kukurūzai	<i>Zea mays</i> L.	8	22–30	35	USDA, 1977
pupos	<i>Vicia faba</i> L.	3–4	24–30	32	Būdyvtyienė, 1963, Lazauskas 1998
vasariniai kviečiai	<i>Triticum aestivum</i>	0–2	20–25	35	Ali ir kt, 1994
vasariniai miežiai	<i>Hordeum vulgare</i> L.	2	18–28	34	Weikay ir Hunt, 1999
vasariniai rapsai	<i>Brassica napus oleifera</i> L.	5	15–20	30	North Dakota Agricultural weather Network, 2016
žirniai	<i>Pisum sativum</i> L.	4	15–20	30	Schultink ir kt, 1987
žieminiai kviečiai	<i>Triticum aestivum</i>	0	15–21	30–35	USDA, 1977
žieminiai rapsai	<i>Brassica napus</i>	3–5	15–20	30–35	USDA, 1977
žieminiai miežiai	<i>Hordeum vulgare</i> L.	0	16–22	30	USDA, 1977
žieminiai rugiai	<i>Secale cereale</i> L.	0	15–20	30	USDA, 1977

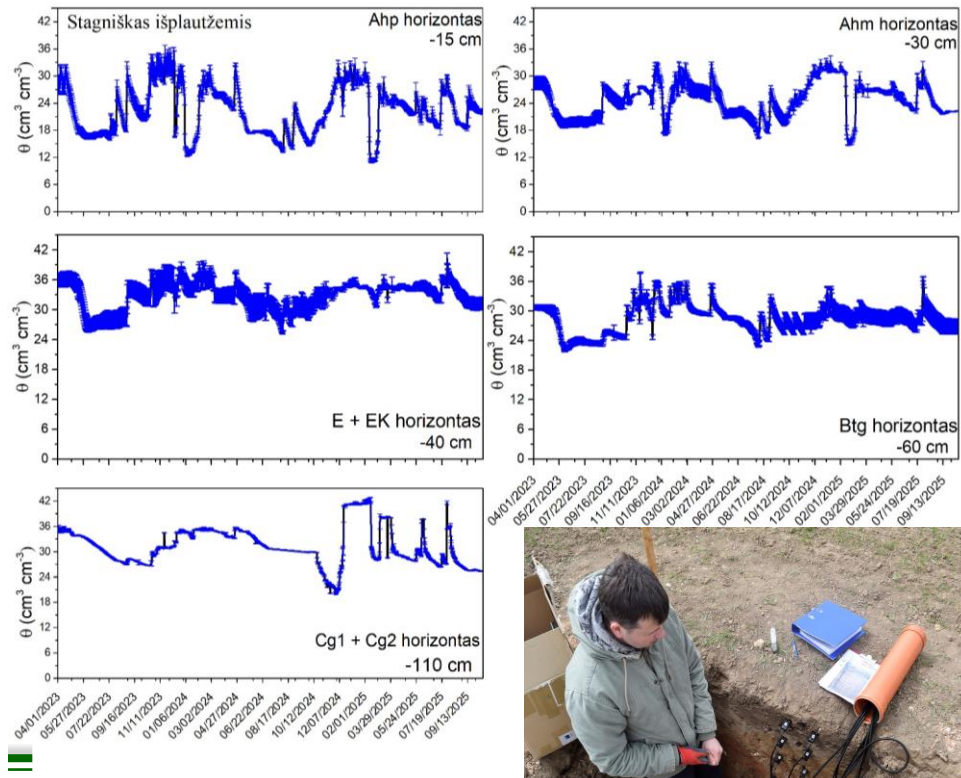
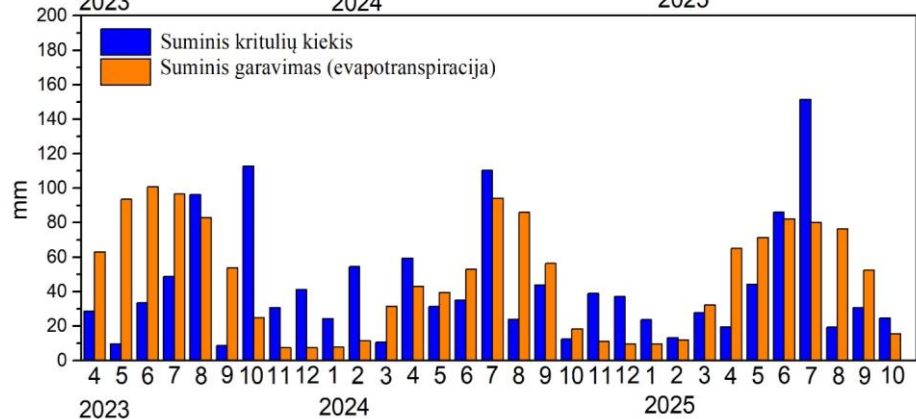
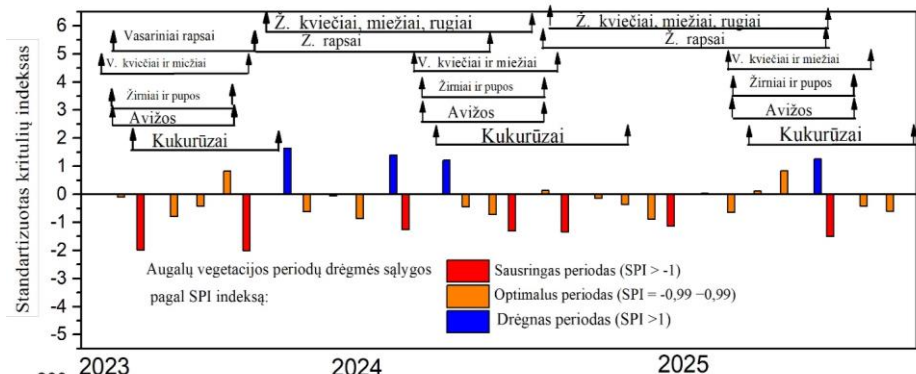
Rezultatai: aplinkos sąlygos ir derlius



□ 2023–2025 m. stebėtuose lauko eksperimentuose su vasariniais augalais gautas derlius, t. y. visose stebėtose sėjomainose (ekologinėse ir tradicinėse) bei skirtingų veislių pasėliuose, buvo toks: avižų – 0,68–3,90 t ha⁻¹, kukurūzų – 6,2–9,7 t ha⁻¹, pupų – 1,0–2,1 t ha⁻¹, vasarinių kviečių – 3,02–5,24 t ha⁻¹, vasarinių miežių – 1,0–4,9 t ha⁻¹, vasarinių rapsų – 1,05–1,38 t ha⁻¹, žirnių – 0,92–4,1 t ha⁻¹

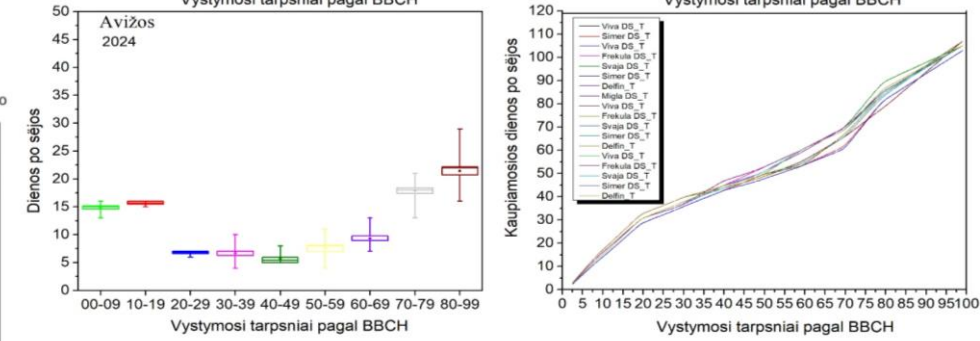
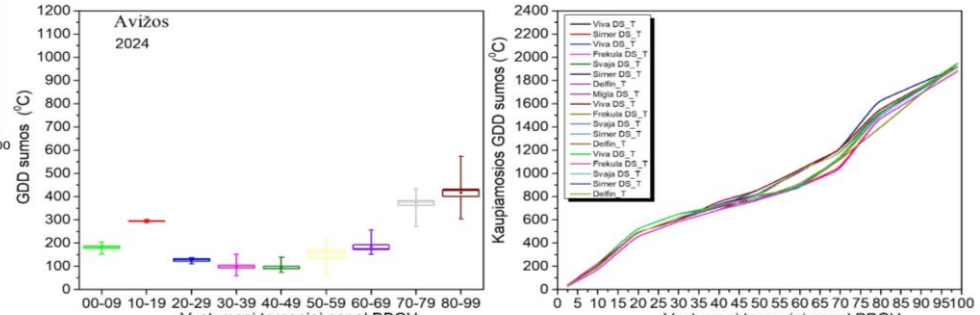
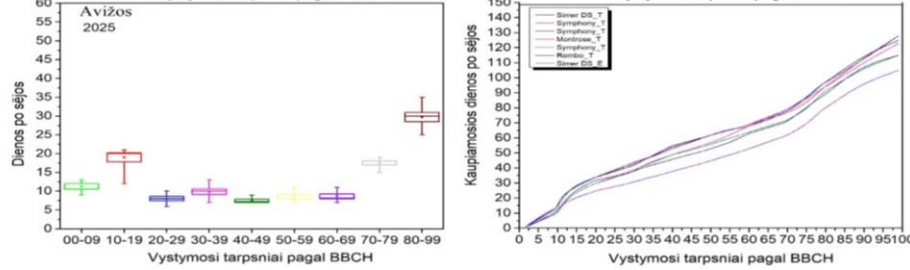
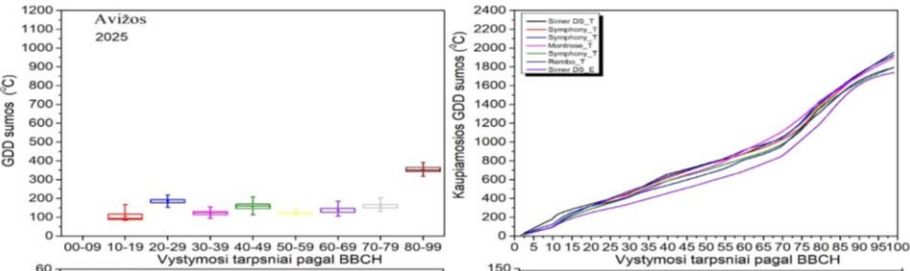
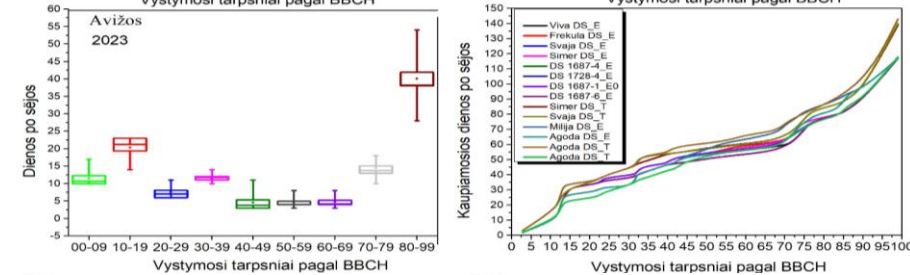
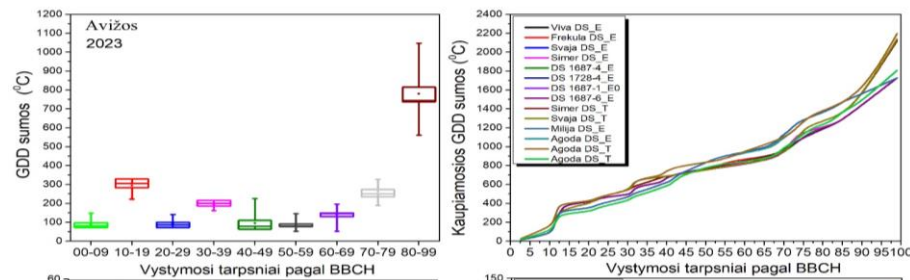
□ 2023–2024 m. ir 2024–2025 m. stebėtuose lauko eksperimentuose su žieminiiais augalais gautas derlius, atsižvelgiant į skirtingas sėjomainas (ekologines ir tradicines) bei veisles, svyravo šiomis ribomis: žieminių kviečių – 3,2–9,1 t ha⁻¹, žieminių miežių – 6,5–9,3 t ha⁻¹, žieminių rapsų – 2,7–3,9 t ha⁻¹, žieminių rugių – 4,0–7,5 t ha⁻¹

Rezultatai: kritulių indeksas, evapotranspiracija ir dirvožemio drėgmės variacija

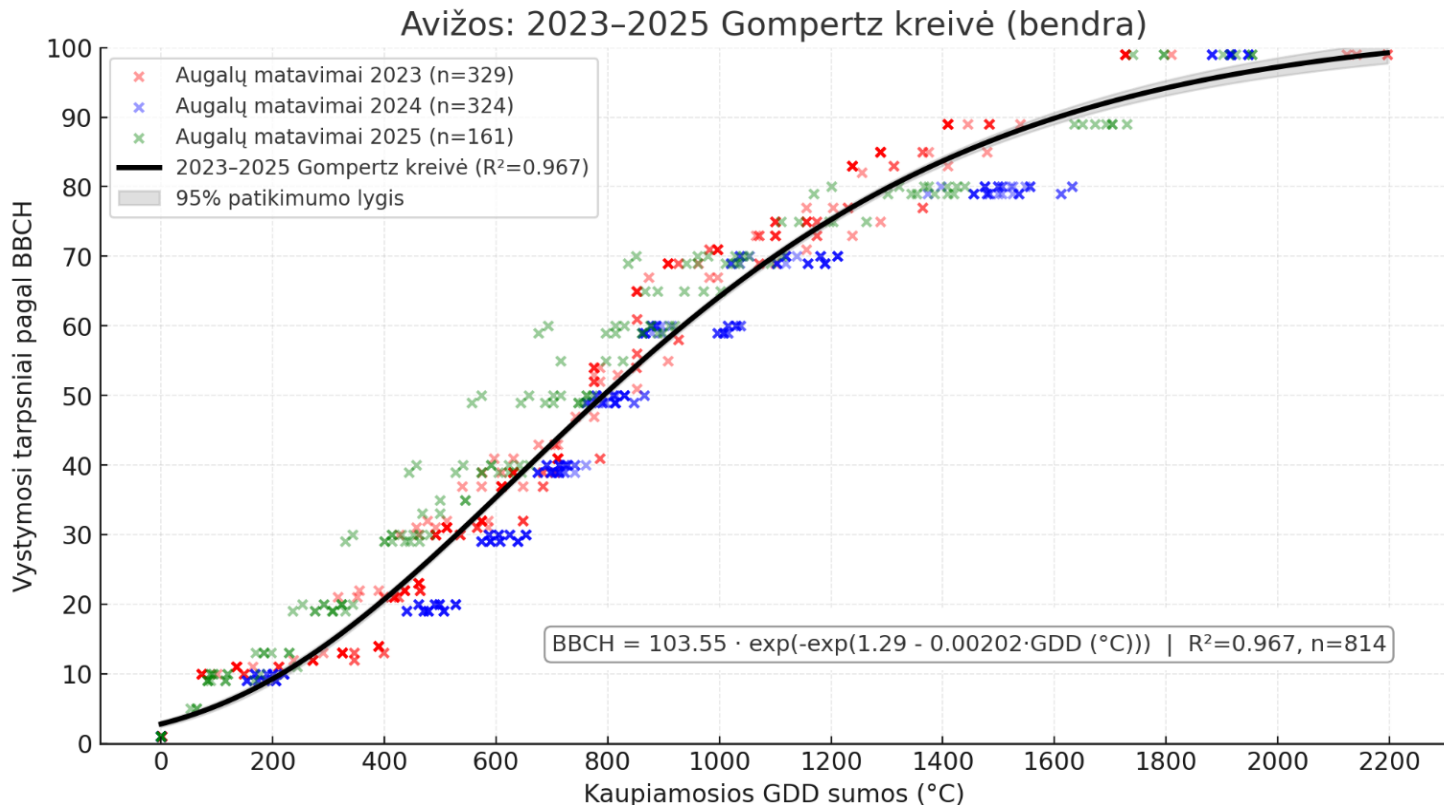


Avižų augimo ir vystymosi pokyčiai 2023–2025 metais

2023 m. stebėti 14 eksperimentų, 2024 m. – 18, 2025 m. – 7



Avižų vystymosi priklausomybė nuo kaupiamosios augimo temperatūrų sumos (GDD) 2023–2025 metais



Grafike pateikti visų trijų metų matavimai ir bendra Gompertz kreivė, apibūdinanti avižų augimo ir vystymosi pokyčius pagal BBCH skalę.

Sudarytas Gompertz modelis parodė, kad vien tik GDD sumos geba paaiškinti apie 97 % ($R^2 = 0,967$) avižų vystymosi variacijos

Surinktų duomenų praktinis pritaikymas

Integruoti duomenys į jau Lietuvoje veikiančias tiksliosios žemdirbystės sistemas (pvz., Geoface, Agro247, OneSoil ar kt.).

 **GEOFACE**

OneSoil 

AGRO 247

Kurti naują, ilgamečiais moksliniais duomenimis pagrįstą tiksliosios žemdirbystės sistemą.

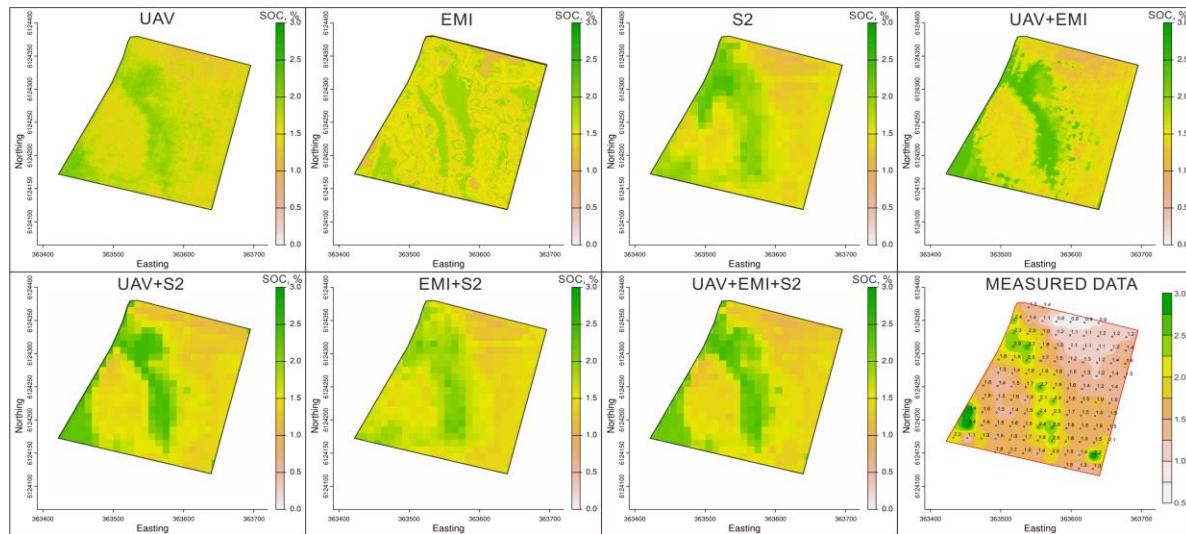
Nauja tiksliosios žemdirbystės sistema su naujais moduliais

Augalų vystymosi tarpsnių prognozavimas;

Bepiločių orlaivių ir palydovinių duomenų taikymas ne tik augalų derliaus, bet ir dirvožemio rodiklių prognozavimui;

Augalų ligų prognozavimas;

Įvairios skaičiuoklės ūkininkams (tręšimo, kalkinimo, sausros ir kt.)



Dirvožemio organinės anglies prognozavimas, taikant skirtingus nuotolinių tyrimų duomenis (bepilotes skraidykles, palydovinius vaizdus ir dirvožemio jutiklius) Lyduokiuose (Ukmergės r.).

Išvados

1. Tyrimų laikotarpiu (2023–2025 m.) augalų augimas ir vystymasis stebėtas 274 eksperimentuose: 213 su vasariniais javais ir 61 su žieminiams augalais. Didžiausia kaupiamoji augimo temperatūrų suma iki fiziologinės brandos nustatyta kukurūzams (2434–2710 °C) ir žieminiams javams – žieminiams rapsams (2443–2759 °C), žieminiams kviečiams (2523–2764 °C) ir rugiams (2221–2552 °C).

2. Žieminių javų ir rapsų vystymuisi prognozuoti siūloma naudoti Gompertz kreivę, taikant nustatytas lygtis žieminiams kviečiams ($BBCH = 110,00 \times \exp(-\exp(1,15 - 0,00107 \times GDD (^{\circ}C)))$), miežiams ($BBCH = 110,00 \times \exp(-\exp(1,22 - 0,00139 \times GDD (^{\circ}C)))$), rapsams ($BBCH = 105,50 \times \exp(-\exp(1,59 - 0,00152 \times GDD (^{\circ}C)))$) ir rugiams ($BBCH = 110,00 \times \exp(-\exp(1,11 - 0,00125 \times GDD (^{\circ}C)))$)

3. Vasarinių javų kaupiamoji augimo temperatūrų (GDD) suma nuo sėjos iki fiziologinės brandos siekia 1855–2036 °C. Jų vystymosi raidai prognozuoti rekomenduojama taikyti Gompertz kreivę, naudojant ataskaitoje pateiktas lygtis atskiriems augalams.

4. Mažiausia kaupiamoji augimo temperatūrų suma reikalinga pupiniams augalams – žirniams (1493–1701 °C) ir pupoms (1621–1910 °C). Jų vystymosi tarpsnius galima tiksliai prognozuoti naudojant Gompertz kreivę ir taikant ataskaitoje pateiktas lygtis.

Rekomendacija

Augalų vystymosi prognozėms rekomenduojama taikyti Gompertz kreivės modelį, kuris, remiantis 2023–2025 m. atliktais stebėjimais, tiksliai apibūdina žemės ūkio augalų fenologinius pokyčius pagal kaupiamąją šilumos sumą (GDD) ir paaiškina 93,1–97,7 % vystymosi variacijos pagal BBCH skalę. Vis dėlto prognozuojant būtina įvertinti nepalankius aplinkos veiksnius – sausras, karščio bangas ar lietingus laikotarpius – galinčius paspartinti arba sulėtinti augimą.



Kad augalų augimo prognozės būtų patikimos

Itin svarbu tiksliai nustatyti, kuriame vystymosi tarpsnyje yra augalai pagal BBCH skalę, ir prognozuoti artimiausius jų augimo pokyčius.

Tai tampa vis aktualiau, nes klimato kaita ir grieštinančio Europos Sąjungos reikalavimai skatina žemės ūkį siekti didesnio efektyvumo ir tvirtiau naudoti išteklius. Ūkininkams tai reikia būtiną lygtis ir tiksliai atlikti agrotechninius darbus, kad būtų gautas didelis derlius ir sumažėta mažiausio laiko, degalų ir kitių išteklių. Šių tikslų padeda

siekti moderniai vykdoma žemės ūkio veikla, patiekiant mokslą žinioms, informacines technologijas ir empirinius tyrimų duomenis. Nors pasaulinėse duomenų bazėse gausu literatūros apie augalų augimo ir vystymosi tarpsnius bei jų dešimtingumą, dauguma šių duomenų surinkti seriali ir skirti daugiausia augalų modeliams

arba ūkio valdymo sistemoms kurti. Problema, kad šie duomenys neatitinka dabartinių sąlygų, o Lietuvoje tokie tyrimai iki šiol atlikti tik fragmentiškai. Atsivėlgęs į kasmet sukurtas naujas augalų veisles ir šiltesnį klimatą, šios tyrimus reikėtų atlikti periodiškai, siekiant užtikrinti jų aktualumą šiuolaikiniams žemės ūkio mokslui.



Projekto viešinimas

Pirmųjų ir antrųjų projekto metų rezultatai pristatyti 2023 m. lapkričio 13 d. ir 2024 m. lapkričio 13 d. nuotoliniuose seminaruose, skirtuose Lietuvos agrarinių ir miškų mokslo centro darbuotojams.

Projekto veikslių ir tyrimų rezultatai taip pat pristatyti dviejose lauko dienose: 2024 m. birželio 19 d. žemės ūkio technologijų parodoje „Agrovizija“, kur pristatytas standinis pranešimas, ir 2025 m. liepos 3 d. EKO Agritech parodoje (Akademija, Kėdainių r.), kur pristatytas žodinis pranešimas „Augalų vystymosi tarpsnių ir agroklimatinių rodiklių sąsajos tyrimai“.

2024 m. rugsėjo mėn. žurnale „Mano ūkis“ publikuotas mokslo populiarinimo straipsnis „Augalų vystymosi tarpsnių ir agroklimatinių rodiklių sąsaja“, o 2025 m. lapkričio mėn. tame pačiame žurnale paskelbta rekomendacija „Kad augalų augimo prognozės būtų patikimos“.

Taip pat projekto pagrindu parengtas ir publikuotas atviros prieigos straipsnis „Estimation of Plant Development Stages for 11 Crops under Lithuanian Conditions Based on the Sum of Growing Degree Days (GDD)“ platformoje *Zenodo*.



Ačiū už dėmesį

