

Skirtingo įvairinimo lygio kukurūzų, kanapių ir pupų pasėlių fitosanitarinė būklė

Jovita Balandaitė,

Ugnius Ginelevičius,

Austėja Švereikaitė,

Kęstutis Romaneckas

Vytauto Didžiojo universitetas,
Žemės ūkio akademija,
Studentų g. 11,
53361 Akademija, Kauno r., Lietuva
El. paštas: jovita.balandaite@vdu.lt;
kestutis.romaneckas@vdu.lt

Tyrimai atlikti 2021 m. Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos (VDU ŽŪA) Bandymų stotyje. Eksperimento lauko dirvožemis yra giliau glėjiškas pasotintas palvažemis (*Endohypogleyic-Eutric Planosol-Ple-gln-w*). Tyrimų tikslas – nustatyti skirtingo įvairinimo lygio pasėlių, skirtų energetinėms reikmėms, poveikį ligų ir kenkėjų paplitimui ir daromai žalai bei piktžolių gausumui ir biomasei. Tirti pasėlio įvairinimo būdai:

1. Vienanaris kukurūzų pasėlis (KU);
2. Vienanaris kanapių pasėlis (KA);
3. Vienanaris pupų pasėlis (PU);
4. Dvinaris kukurūzų ir kanapių pasėlis (KU + KA);
5. Dvinaris kukurūzų ir pupų pasėlis (KU + PU);
6. Dvinaris kanapių ir pupų pasėlis (KA + PU);
7. Trinaris kukurūzų, kanapių ir pupų pasėlis (KU + KA + PU).

Tyrimų duomenimis, skirtingai nei buvo tikėtasi, vienanariame kanapių (KA) ir vienanariame pupų (PU) pasėliuose nustatyta neesmingai mažiau kenkėjų ir jų padaryta žala buvo mažesnė nei dvinariuose ir trinariame pasėliuose. Pasėlių įvairinimas buvo efektyvus pupų ligų kontrolės metodas. Mažiausias šokoladinės dėmėtligės (*Botrytis cinerea*, *B. fabae*) ir askochitozės (*Ascochyta fabae*) gausumas bei intensyvumas nustatyti kanapių ir pupų (KA + PU) pasėlyje. Geriausiai piktžolių stelbimu pasižymėjo dvinaris kukurūzų ir pupų pasėlis (KU + PU), juose nustatytas mažiausias piktžolių skaičius ir biomase.

Raktažodžiai: pasėlių įvairinimas, ligos, kenkėjai, piktžolės

ĮVADAS

Europos žaliojo kurso tikslas – kurti modernią ir konkurencingą ekonomiką, produkciją, gerinančią dabartinių ir būsimų kartų gyvenimo kokybę, minimalizuojant neigiamą poveikį aplinkai. Šis perėjimas reikalauja naujo požiūrio į žaliavų naudojimą. Atsinaujinančios energijos šaltinių technologijos yra įvardijamos kaip švarios energijos šaltiniai, kurie mažina aplinkos taršą, išskiria minimalų kiekį antrinių atliekų bei yra tvarios atsivėlgiant į esamus ir būsimus visuomenės poreikius (Panwar ir kt., 2011). Šiuo metu augalinė biomasa laikoma perspektyviausiu atsinaujinančiu energijos gamybos

išteklumi (Bhutto ir kt., 2019) ir tampa vis paklausesniu alternatyviu energijos šaltiniu, tokiu kaip vėjo ar saulės energija (Mao ir kt., 2018).

Vienas iš būdų padidinti žemės ūkio augalų pasėlių biomasės gamybą iš ploto vieneto yra pasėlių funkcionalumo didinimas, į pagrindinį pasėlį įsėjant greitai besivystančius kitų rūšių žemės ūkio augalus (Franco ir kt., 2015). Įsėliniai augalai ne tik padidina bendrosios augalinės biomasės produktyvumą iš ploto vieneto, bet, didėjant biologinei įvairovei, apsaugo pagrindinį pasėlį nuo piktžolių, ligų ir kenkėjų išplitimo (Picasso ir kt., 2008). Kai kurie autoriai teigia, kad geromis sąlygomis (sukultūrintame optimaliai patreštame

dirvožemyje, kur išnaikintos daugiametės ir trumpaamžės piktžolės bei piktžolių sėklos) augantys žemės ūkio augalai, suformavus pakankamai tankų pasėlį, tinkamai parinkus veisles, patys sugeba stelbti piktžoles (Velička ir kt., 2015). Daugiafunkciuose pasėliuose žemės ūkio augalams susidaro sąlygos efektyviau panaudoti saulės radiaciją, nes augalų lapai ir stiebai išsidėsto skirtingomis kryptimis. Taip žemės ūkio augalai absorbuoja daugiau saulės šviesos, geriau vykdo fotosintezę, o piktžolės atsiduria tankaus pasėlio šešėlyje ir yra stelbiamos (Yadollahi ir kt., 2014). Įsėliniai augalai trumpai užima dirvą, todėl net įsitvirtinusios jų pasėlyje piktžolės nespėja subrandinti sėklų. Įsėliniai augalai gali pakeisti mikroklimatą, kuris paveikia kenkėjų ir ligų populiaciją. Tyrimais nustatyta, kad kanapėse esantys kanabinoidai daro neigiamą poveikį vabzdžių žolėdžių veiklai (Bolt ir kt., 2021).

Daugianariai pasėliai Lietuvoje yra mažai tirti, o kukurūzų, kanapių ir pupų dvinariai bei trinariai pasėliai netirti visai. Nežinoma tokių pasėlių sėjos ir pasėlių priežiūros sistema, jų poveikis aplinkai, dirvožemiui, produktyvumui. Ypač aktuali tokių pasėlių fitosanitarinė būklė, nes jie auginti kaip monopasėlis. Todėl mūsų tyrimų tikslas buvo nustatyti skirtingo įvairinimo lygio (vienanarių, dvinarių, trinarių) pasėlių, skirtų energetinėms reikmėms, poveikį ligų ir kenkėjų paplitimui ir daromai žalai bei piktžolių gausumui ir biomasei. Tyrimų hipotezė – tikėtina, kad didėjant pasėlių

biologinei įvairovei, mažės augalų kenkėjų, ligų bei piktžolių plitimas ir daroma žala.

TYRIMŲ METODAI IR SĄLYGOS

Eksperimento vykdymo vieta ir dirvožemis. Stacionarus lauko eksperimentas vykdytas nuo 2020 m. VDU ŽŪA Bandymų stotyje (54°53'N + 23°50'E). Straipsnyje pateikti 2021 m. tyrimų duomenys, nes 2020 m. rasti tik pavieniai ligų ir kenkėjų išplitimo atvejai. Eksperimento lauko dirvožemis yra giliau glėžiškas pasotintas palvažemis. Dirvožemio pH_{HCl} – nuo 7,0 iki 7,5, suminio azoto kiekis – nuo 0,103 iki 0,153 %, judriojo fosforo – nuo 179 iki 310 mg kg⁻¹, judriojo kalio – nuo 95 iki 172 mg kg⁻¹, judriosios sieros – nuo 1,5 iki 2,5 mg kg⁻¹, magnio – nuo 488 iki 820 mg kg⁻¹. Vandens režimas sureguluotas uždaru drenažu, mikroreljefas išlygintas. Dirvožemio ariamasis sluoksnis yra 23–27 cm storio.

Eksperimento variantai ir agrotechnika. Eksperimento metu auginti trys augalai: paprastasis kukurūzas (*Zea mays* L.) („Pioneer“ selekcijos hibridas P8105), sėjamoji kanapė (*Cannabis sativa* L.) (veislė 'Austa SK') ir lauko pupa (*Vicia faba* L.) (veislė 'Vertigo'). Eksperimente iš viso tirti 7 variantai, iš kurių trijuose augalai buvo auginami kaip vienanariai pasėliai, trijuose – kaip dvinariai bei viename – trinariai pasėlis (1 lentelė).

Laukeliai išdėstyti atsitiktine tvarka – rendomizuotu būdu. Pradinis laukelių dydis – 8 m².

1 lentelė. Pasėlio įvairinimo intensyvumas

Table 1. The intensity of crop biodiversity

Variantas <i>Treatment</i>	Įvairinimo būdas <i>Biodiversity level</i>	Pasėliai <i>Crops</i>	Santrumpa <i>Abbreviation</i>
1		Kukurūzai <i>Maize</i>	KU
2	Vienanaris <i>Mono-crop</i>	Kanapės <i>Hemp</i>	KA
3		Pupos <i>Faba bean</i>	PU
4		Kukurūzai + kanapės <i>Maize + hemp</i>	KU + KA
5	Dvinaris <i>Binary-crop</i>	Kukurūzai + pupos <i>Maize + faba bean</i>	KU + PU
6		Kanapės + pupos <i>Hemp + faba bean</i>	KA + PU
7	Trinaris <i>Ternary-crop</i>	Kukurūzai + kanapės + pupos <i>Maize + hemp + faba bean</i>	KU + KA + PU

Eksperimentas vykdytas trimis pakartojimais. Iš viso eksperimente – 21 laukelis. Eksperimento laukelio apsauginė juosta – 1 m pločio, o tarp pakartojimų ir variantų – 2 m pločio.

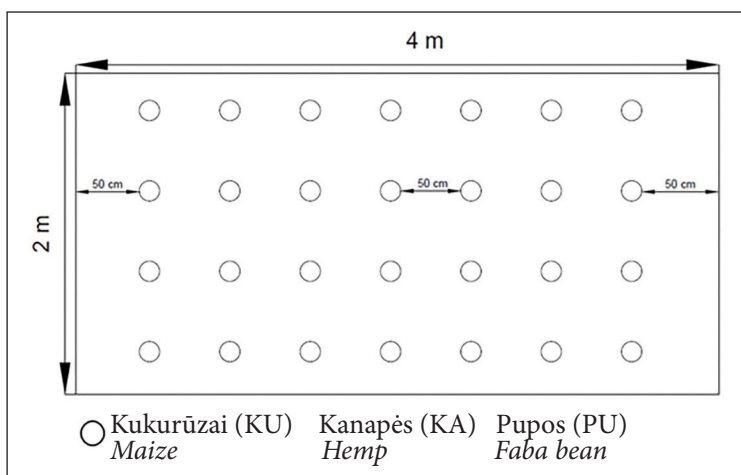
Pavasariį dirvožemis buvo įdirbtas du kartus sudėtinu kultivatoriumi. Paskutinio įdirbimo gylis – 3–4 cm. Išmatuoti eksperimento laukeliai ir prieš augalų sėją juose išbarstytos kompleksinės trąšos NPK 5:15:30. Trąšų norma – 200 kg ha⁻¹ (170 g laukeliui). Vėliau eksperimento laukeliai užsėti pagal numatytas sėjos schemas (1–3 pav.). Sėta rankiniu ištisiniu eiliniu būdu. Vėliau pasėliai buvo retinami, kad būtų suformuotas kuo vienodesnis pasėlio tankumas. Piktžolėms gausiai sudygus, pasėlio tarpueiliai buvo purenami 2 kartus.

Pesticidai eksperimente nenaudoti. Pasėlis papildomai netręštas. Galutinis visų augalų bioma-

sės derlius nuimtas baigiantis pupų vegetacijai (BBCH 83–86).

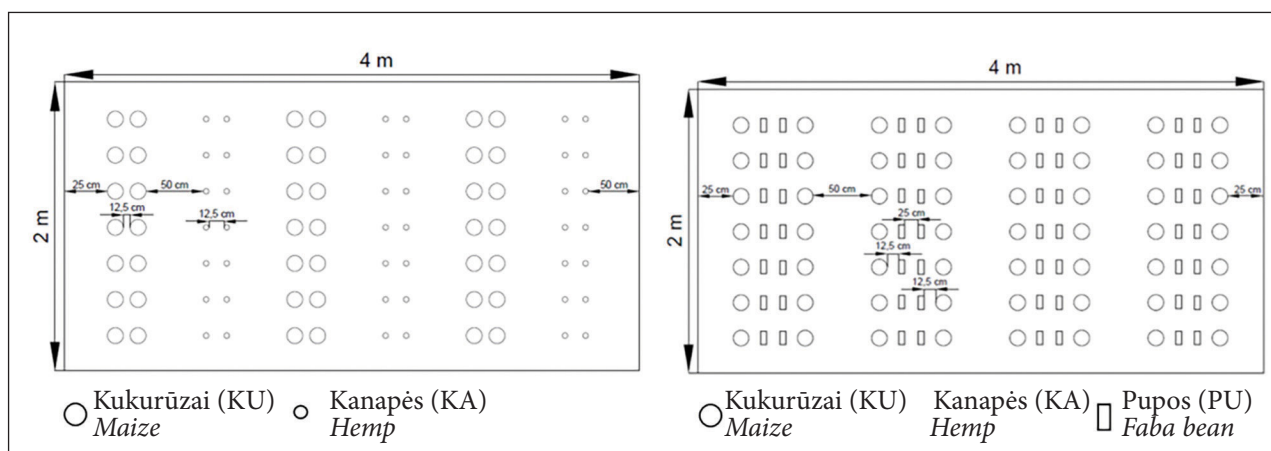
Tyrimo laikotarpio meteorologinės sąlygos. Pagal kritulių kiekį Lietuvos teritorija yra perteklinės drėgmės zonoje. Klimatas – jūrinis, pereinantis į žemyninį, todėl meteorologinės sąlygos varijuoja. Vidutiniškai per metus iškrenta 600–650 mm kritulių, o išgaruoja apie 500 mm. Žemės ūkio augalų vegetacija trunka 150–170 dienų. Mūsų eksperimente 2021 m. pupų vegetacija truko tik 103 dienas (periodas nuo sudygimo (BBCH 09–10) iki brandos (BBCH 83–86), nes birželis ir liepa buvo sausi ir karšti (2 lentelė).

Eksperimento vykdymo pradžioje vidutinė oro temperatūra siekė 6,2 °C arba buvo 0,7 °C žemesnė už daugiametę (fiksuotą nuo 1974 m.) vidutinę temperatūrą. Kritulių iškrito palyginti



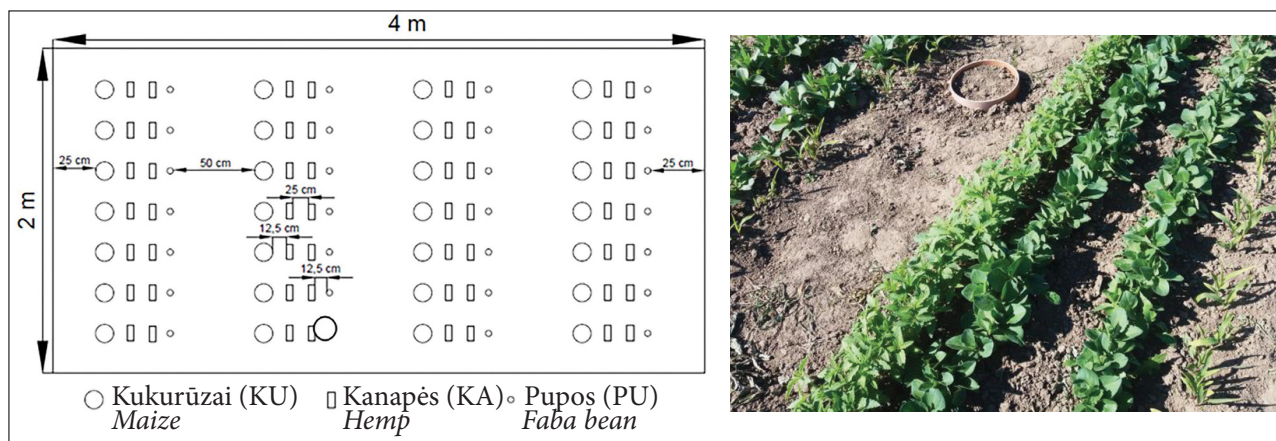
1 pav. Vienanario pasėlio sėjos schema

Fig. 1. Mono-crop sowing scheme



2 pav. Dvinario pasėlio sėjos schemas

Fig. 2. Binary-crop sowing scheme



3 pav. Trinario pasėlio sėjos schema (nuotrauka J. Balandaitės)

Fig. 3. Ternary-crop sowing scheme (photographed by J. Balandaitė)

nedaug – tik 33,7 mm arba 7,6 mm mažiau nei vidutinis daugiamečių paros kritulių kiekis. Tokios sąlygos augalams augti buvo gana palankios. Gegužės mėnesį kritulių iškrito daug, apie 121,6 mm, temperatūra siekė tik 11,4 °C. Birželis buvo šiltas, vidutinė oro temperatūra siekė 19,5 °C. Šis mėnuo buvo sausas, iškrito apie 40,3 mm kritulių. Liepos mėnuo buvo itin šiltas ir vidutiniškai du kartus iškrito mažiau kritulių nei daugiamečių norma (96,6 mm). Rugsjūtis buvo 0,8 °C šaltesnis nei įprastai. Kritulių buvo 33,3 mm daugiau nei daugiamečių norma. Tokios sąlygos buvo palankios pupoms bręsti, todėl pasėlių biomasės derlius buvo nuimtas mėnesio pabaigoje.

Ligų išplitimo ir kenkėjų padarytos žalos nustatymas. Ligos ar kenkėjo pažeidimo indeksas buvo nustatytas 2021 m. liepos 2 d., pupų žydėjimo pradžioje (BBCH 60–65), apžiūrėjus 5 augalus 20-yje vietų. Vertinta pagal klasių skalę:

- 1 – lapas sveikas;
- 2 – lengvas pažeidimas (pažeista iki 2 % paviršiaus);
- 3 – vidutinis pažeidimas (pažeista 3–10 % paviršiaus);
- 4 – stiprus pažeidimas (pažeista apie 10–25 % paviršiaus);
- 5 – labai stiprus pažeidimas (pažeista 25 % ir daugiau paviršiaus).

Ligų intensyvumas vertintas nustatant ligos paveiktą lapų plotą procentais pagal skalę: 0; 1; 2; 5; 10; 25; 35; 45 ir 60 (EPPO Standards, 2004; Balta-duonytė ir kt., 2015). Ligos intensyvumas (R) apskaičiuotas pagal formulę:

$$R = \frac{\sum(n \cdot b)}{N}; \quad (1)$$

n – yra tos pačios rūšies arba procentinė pažeistų lapų skaičiaus dalis, b – žalos vertės, N – vertinamų augalų lapų skaičius.

2 lentelė. Meteorologinės sąlygos augalų vegetacijos metu
Table 2. Meteorological conditions during crop vegetation

Kauno meteorologijos stotis, 2021 m.
Kaunas Meteorological Station, 2021

Mėnuo Month	Temperatūra, °C Temperature		Kritulių kiekis, mm Precipitation rate	
	Vidurkis Average	Daugiametis vidurkis Long-term average	Suma Sum	Daugiametis vidurkis Long-term average
Balandis / April	6,2	6,9	33,7	41,3
Gegužė / May	11,4	13,2	121,6	61,7
Birželis / June	19,5	16,1	40,3	76,9
Liepa / July	22,6	18,7	48,4	96,6
Rugsjūtis / August	16,5	17,3	122,2	88,9

Skačiuojamas augalų, pažeistų ligomis, procentas (P) pagal formulę:

$$P = \frac{n}{N} * 100; \quad (2)$$

n – pažeistų augalų skaičius, N – tikrintų augalų skaičius.

Daugiausia dėmesio skirta šokoladinės dėmėtligės ir pupų askochitozės pažeidimams įvertinti.

Pasėlio piktžolėtumo nustatymas. Piktžolių rūšinė sudėtis, skaičius (vnt. m^{-2}) pasėliuose ir sausoji biomasa ($g\ m^{-2}$) nustatyti vegetacijos pabaigoje (BBCH 83–86). Tarpsnis pateiktas pagal pupų vystymąsi. Pasėlio piktžolėtumas nustatytas 10 apskaitinio laukelio vietų $0,06\ m^2$ plote (Stancevičius, 1979).

Tyrimo rezultatų statistinės analizės metodai. Tyrimų duomenys statistškai įvertinti vieno veiksnio dispersinės analizės metodu. Naudota kompiuterinė programa ANOVA, nustatant esminio skirtumo ribas R_{05} ir R_{01} tikimybės lygiams pagal Fišerio kriterijų (F kriterijų) (Tarakanovas, Raudonius, 2003; Raudonius, 2017). Rodiklių tarpusavio priklausomumas išreikštas koreliacijos koeficientu ir regresijos lygtimi. Naudota programa STAT.

Esant esminiam skirtumui tarp konkretaus varianto ir kontrolės tikimybės lygmuo žymimas taip:

*, kai $P \leq 0,050 > 0,010$ (skirtumai esmingi 95 % tikimybės lygiui);

**, kai $P \leq 0,010 > 0,001$ (skirtumai esmingi 99 % tikimybės lygiui).

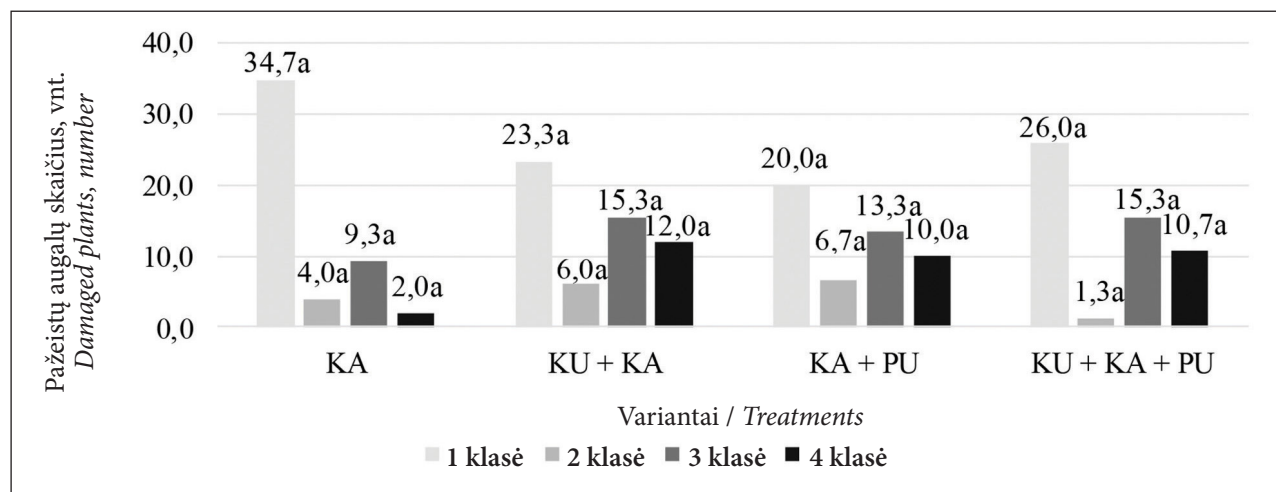
$P > 0,050$ – esminių skirtumų nėra (skirtumai esmingi mažiau kaip 95 % tikimybės lygiui).

TYRIMŲ REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

Kenkėjų paplitimas ir padaryta žala. Tyrimo metu nustatyta, kad kenkėjai pažeidė tik pasėlius, kurių sudėtyje buvo kanapių ir pupų. Kanapes pažeidė apyninės spragės (*Psylliodes attenuata*), o pupas – amarai (*Aphis fabae*).

Remiantis tyrimų duomenimis, daugiausia (nuo 20 iki 35 %) spragių pažeidimų kanapėse atitiko 1 klasę, o mažiausiai (nuo 1,3 iki 7 %) buvo 2 klasės pažeidimų. Esminių skirtumų tarp variantų laukelių nenustatyta (4 pav.). Svarbu atkreipti dėmesį, kad mažiausiai žalos buvo padaryta vienanariam kanapių pasėliui, taip pat trinariam pasėliui, kuriame bendras pažeistų augalų skaičius sudarė apie 27 %, o KU + KA ir KU + PU jis siekė 30–33 %.

Amarų gausumas ir pažeidimai buvo tirti pupų žydėjimo pabaigoje. Amarai neesmingai labiausiai pažeidė pupas trinariame pasėlyje. Laukeliuose



4 pav. Pasėlių įvairinimo poveikis spragių padarytai žalai kanapėse

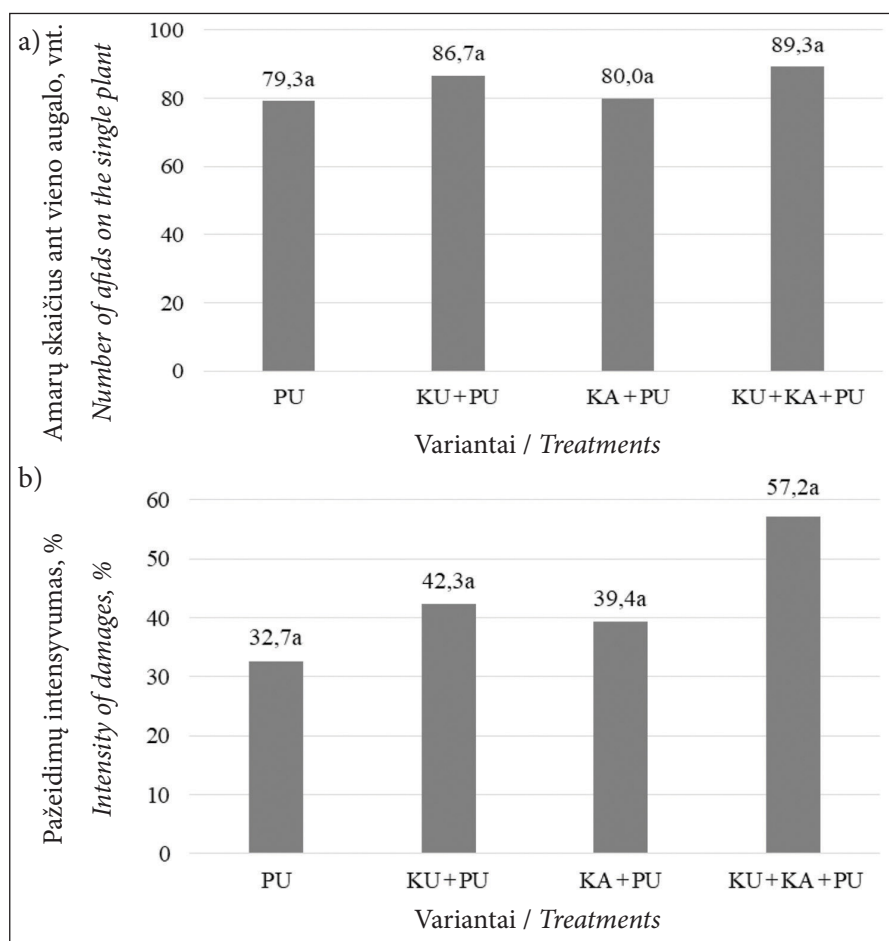
Fig. 4. Impact of crop diversification on flea-beetle damages in hemp crop

Variantai: KA – vienanaris kanapių pasėlis, KU + KA – dvinaris kukurūzų ir kanapių pasėlis, KA + PU – dvinaris kanapių ir pupų pasėlis, KU + KA + PU – trinaris kukurūzų, kanapių ir pupų pasėlis. Skirtumai tarp atskiros pažeidimo klasės variantų stulpeliuose pažymėti a raide ir nėra esminiai – $P > 0,05$.

Treatments: KA, hemp mono-crop; KU + KA, binary maize and hemp crop; KA + PU, binary hemp and faba bean crop; KU + KA + PU, ternary maize, hemp and faba bean crop. No significant differences at $P > 0.05$.

vidutiniškai ant vieno augalo rasti 89 amarai, kurie pažeidė 57,2 % pasėlio. Mažiausi pažeidimai pastebėti vienanariame pupų pasėlyje, kuriame rasti 79 amarai, pažeidę 32,7 % pasėlio (5 pav.). Tai vidutinio didumo amarų populiacija. M. Almogdad ir R. Semaškienė (2021) nustatė, kad birželio pirmą savaitę (BBCH 30) pupų pasėlyje ant vieno augalo rasta 21,8 amaro. Amarų populiacija palaipsniui didėjo iki 192,5 amaro (ankštųjų formavimosi tarpsnis), o vėliau ji pradėjo mažėti. Nustatyta, kad 'Vertigo' veislės pupos (sėtos ir mūsų eksperimento metu) buvo pakankamai atsparios amarų poveikiui.

Panašiai A. Choudhary ir kt. (2017) nustatė, kad pupinių amarų populiacija sparčiai gausėjo augant pupoms ir pasiekė piką formuojantis ankštims. L. M. Hansen ir kt. (2008) padarė išvadą, kad auginant iš dalies atsparias lauko pupų veisles, yra sumažinamas pupinių amarų išplitimas. Tačiau S. K. Ozman-Sullivan ir kt. (2018) paneigia, kad pupinių amarų paplitimas esmingai įvairuoja tarp veislių. Tyrimo rezultatai parodė, kad, atsižvelgiant į pupinių amarų intensyvumo lygį, jis tarp skirtingų veislių svyravo nuo 57,5 iki 24,4 %. Panašius pupinių amarų pažeidimų



5 pav. Pasėlių įvairinimo poveikis pupinių amarų paplitimui (a) ir žalos intensyvumui (b) pupose

Fig. 5. Impact of crop diversification on aphid incidence (a) and damages (b) in faba bean crop

Variantai: PU – vienanaris pupų pasėlis, KU + PU – dvinaris kukurūzų ir pupų pasėlis, KA + PU – dvinaris kanapių ir pupų pasėlis, KU + KA + PU – trinaris kukurūzų, kanapių ir pupų pasėlis. Skirtumai tarp atskiros pažeidimo klasės variantų stulpeliuose pažymėti a raide ir nėra esminiai – $P > 0,05$.

Treatments: PU, faba bean mono-crop; KU + PU, binary maize and faba bean crop; KA + PU, binary hemp and faba bean crop; KU + KA + PU, ternary maize, hemp and faba bean crop. No significant differences at $P > 0,05$.

intensyvumo duomenis gavome ir mūsų eksperimente.

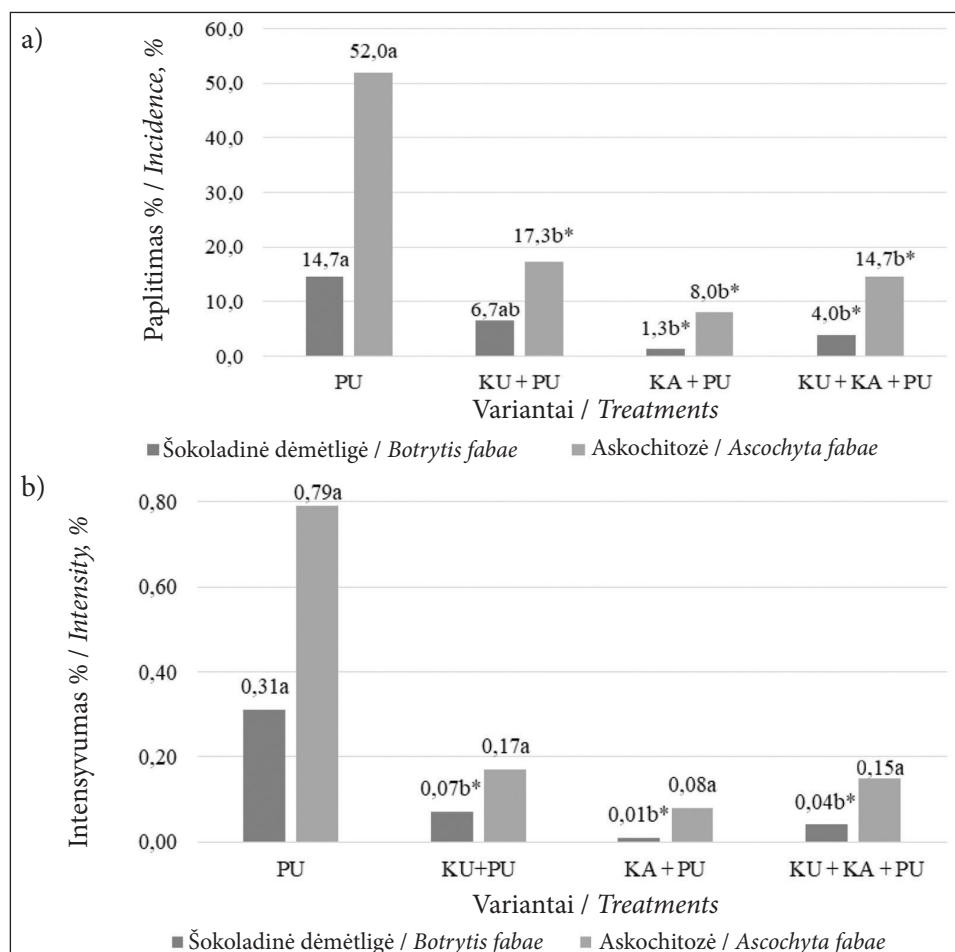
M. Mollaei ir kt. (2021) atliktais pasėlių įvairinimo tyrimais nustatė, kad esmingai mažiausias pupinių amarų skaičius buvo dvinariuose pasėliuose, kuriuose pupos buvo sėjamos kartu su vasariniais rapsais, o didžiausias amarų skaičius, priešingai nei mūsų atliktame tyrime, nustatytas pupų vienanariuose pasėliuose.

Ligų paplitimas ir padaryta žala. Dvi augalų ligos, šokoladinė dėmėtligė ir askochitozė, padarė ža-

los pupų pasėliams. Įrodyta, kad javų derinimas su ankštiniais (pupiniais) augalais pagerino pupinių augalų ligų kontrolę (Fernández-Aparicio ir kt., 2010; Schoeny ir kt., 2010). Z. Guo ir kt. (2020) nurodo, kad tarpiniai pasėliai su javais gali veiksmingai kontroliuoti šokoladinės dėmėtligės paplitimą pupose.

Mūsų eksperimente esmingai didžiausias ligų paplitimas ir padaryta žala nustatyta vienanariame pupų pasėlyje (6 pav.).

Esmingai mažiausias ligų paplitimas ir intensyvumas buvo nustatytas dvinariame kanapių ir pupų



6 pav. Pasėlių įvairinimo poveikis augalų ligų paplitimui (a) ir žalos intensyvumui pupose
Fig. 6. Impact of crop diversification on aphid incidence (a) and damage intensity (b) in faba bean crop

Variantai: PU – vienanaris pupų pasėlis, KU + PU – dvinaris kukurūzų ir pupų pasėlis, KA + PU – dvinaris kanapių ir pupų pasėlis, KU + KA + PU – trinaris kukurūzų, kanapių ir pupų pasėlis.

* Esminiai skirtumai nuo PU, esant 95 % tikimybės lygiui. Rodiklio reikšmės, pažymėtos skirtingomis raidėmis, skiriasi esmingai 95 % tikimybės lygiui.

Treatments: PU, faba bean mono-crop; KU + PU, binary maize and faba bean crop; KA + PU, binary hemp and faba bean crop; KU + KA + PU, ternary maize, hemp and faba bean crop.

* Significant differences from the PU treatment at 95% probability level. The values of the index marked with different letters differ significantly by 95% probability level.

pasėlyje, taip pat trinariame pasėlyje. KA + PU pasėliuose šokoladinės dėmėtligės paplitimas buvo apie 10 kartų, o askochitozės – apie 8 kartus mažesnis nei pupų monopasėlyje. Ištyrus ligų intensyvumą, skirtumai buvo dar ryškesni. F. L. Stoddard ir kt. (2010) bei M. Olle ir kt. (2020) eksperimentuose šių ligų intensyvumas nesiekė 5 %.

Šokoladinė dėmėtligė ir askochitozė eksperimento laukeliuose pasireiškė žydėjimo ir ankštųjų formavimosi tarpsniu (BBCH 60–70), nes būtent tada aplinkos sąlygos dažnai yra palankesnės ligai vystytis. Pūvantys pupų žiedlapiai tampa labiau prieinami patogenams vystytis ir plisti (Tessema ir kt., 2021). F. L. Stoddard ir kt. (2010) nustatė, kad žemos temperatūros ir didelės santykinės drėgmės sąlygos gali sukelti agresyvių šokoladinės dėmėtligės nekrozės plitimą. M. Olle ir kt. (2020) padarė panašią išvadą.

Didelis askochitozės ir šokoladinės dėmėtligės ligos intensyvumas parodo sąsajas su mišria pasėlių sistema, kurioje svarbu pasėlių išdėstymas eilutėse, sėjos data, augalų rūšinė sudėtis, drėgmės sąlygos, piktžolėtumas, augimo tarpsniai ir žemės paruošimo būdas. Tai rodo, kad tokia pasėlių sistema turi reikšmingą poveikį abiejų ligų paplitimo rezultatams (Tessema et al., 2021). Mūsų tyrimų rezultatai taip pat patvirtino iškeltą hipotezę, kad pasėlių įvairinimo intensyvinimas (kartu susijęs su įvairiais sėjos modeliais) yra efektyvus augalų ligų kontrolės metodas.

Piktžolių gausumas ir biomasė. Augalų vegetacijos pabaigoje (BBCH 83–86) pagal pupas) labiausiai piktžolėti buvo dvinariai kanapių ir pupų pasėliai (KA + PU). Juose nustatytas esmingai didžiausias piktžolių skaičius (366,67 vnt. m⁻²). Esmingai mažiausias bendras piktžolių skaičius (188,89 vnt. m⁻²) nustatytas dvinariame kukurūzų ir pupų pasėlyje (KU + PU) (3 lentelė).

Taigi, pasėlio įvairinimo intensyvumas buvo svarbi sąlyga tiriant piktžolių gausumą, nors Alarcón Villora ir kt. (2018) eksperimente su javais ir ankštiniais (pupiniais) augalais, tiriant piktžolių rūšį, įvairovę ir tankį sėjomainoje, nustatė, kad aplinkos kintamumas yra svarbesnis negu tai, kokia žemės dirbimo sistema naudojama.

Piktžolių sausoji biomasė. Augalų vegetacijos pabaigoje esmingai didžiausia piktžolių bendra sausoji biomasė nustatyta trinariame pasėlyje (224,4 g m⁻²), t. y. 3 kartus didesnė, nei kukurūzų ir pupų dvinariame pasėlyje, kur bendra piktžolių sausoji biomasė buvo esmingai mažiausia (70,0 g m⁻²) (3 lentelė). Esmingai didesne bendra piktžolių sausąja biomase pasižymėjo ir kanapių, augintų su pupomis, pasėlis (218,9 g m⁻²). Koreliacinės regresinės tyrimų rezultatų analizės duomenimis, tarp piktžolių skaičiaus ir biomasės nustatytas stiprus teigiamas ryšys ($r = 0,814^*$), išreiškiamas tiesės lygtimi $Y = -28,029 + 0,736x$.

3 lentelė. Piktžolių skaičius ir sausoji biomasė skirtingo įvairinimo lygio pasėliuose

Table 3. Number and dry biomass of weeds in crops with different levels of diversification

Pasėlis / Crop	Skaičius vnt. m ⁻² / Number	Sausoji biomasė g m ⁻² / Dry biomass
KU	222,2b	112,8ab
KA	244,4b	148,9ab
PU	205,6b	142,8ab
KU + KA	205,6b	140,6ab
KU + PU	188,9b	70,0b
KA + PU	366,7a	218,9a
KU + KA + PU	272,2ab	224,4a

Variantai: KU – kukurūzų vienanaris pasėlis, KA – kanapių vienanaris pasėlis, PU – pupų vienanaris pasėlis, KU + KA – kukurūzų ir kanapių dvinaris pasėlis, KU + PU – kukurūzų ir pupų dvinaris pasėlis, KA + PU – kanapių ir pupų dvinaris pasėlis, KU + KA + PU – kukurūzų, kanapių ir pupų trinaris pasėlis. Reikšmės stulpeliuose, pažymėtos skirtingomis raidėmis, skiriasi esmingai.

Treatments: KU, maize mono-crop; KA, hemp mono-crop; PU, faba bean mono-crop; KU + KA, maize and hemp binary crop; KU + PU, maize and faba bean binary crop; KA + PU, hemp and faba bean binary crop; KU + KA + PU, ternary crop of maize, hemp and faba bean. The values in the columns marked with different letters differ significantly.

Piktžolių biomasė labai priklauso ir nuo pasėlio tankumo. Panašiai O. S. Alba ir kt. (2020) padarė išvadą, kad padidinus lęšių sėjos normą būtų galima sumažinti piktžolių biomasę iki 16 %. J. Hiltbrunner ir kt. (2007) duomenimis, piktžolių stelbimas priklausė nuo pupinių išėlinių augalų rūšies. Pupiniai augalai, išauginantys didesnę sausosios biomasės derlių, efektyviau kontroliavo piktžoles, palyginti su išauginančiais mažesnę biomasę. B. Baraibar ir kt. (2018) nustatė, kad didžiausia piktžolių biomasė buvo ankštinių augalų pasėliuose, o mažiausia – mišiniuose su kukurūzais. Šis teiginys iš dalies patvirtino mūsų iškeltą hipotezę.

IŠVADOS

1. Vienanariame kanapių (KA) ir vienanariame pupų (PU) pasėliuose nustatyta neesmingai mažiau kenkėjų, o jų padaryta žala buvo mažesnė nei dvinariuose ir trinariame pasėliuose.

2. Šokoladinė dėmėtligė ir askochitozė esmingai gausiausiai ir intensyviausiai plito vienanariame pupų (PU) pasėlyje arba 8,0–13,4 bei 34,7 ir 44,0 % labiau nei kitų variantų laukeliuose. Mažiausias šių ligų gausumas ir intensyvumas nustatyti kanapių ir pupų (KA + PU) pasėlyje.

3. Geriausiu piktžolių stelbimu pasižymėjo dvinariai kukurūzų ir pupų pasėliai (KU + PU), juose nustatytas esmingai mažiausias piktžolių skaičius (188,9 vnt. m⁻²) ir biomasė (70,0 g m⁻²), palyginti su dvinariu kanapių ir pupų (KA + PU) bei trinariu pasėliais. Piktžolėtumo skirtumai tarp kitų variantų laukelių buvo neesminiai. Tarp piktžolių skaičiaus ir biomasės nustatytas stiprus tiesinis teigiamas ryšys ($r = 0,814^*$; $Y = -28,029 + 0,736x$).

Gauta 2022 01 20
Priimta 2022 07 01

LITERATŪRA

- Alarcón Villora R., Hernández Plaza E., Navarrete L., Sánchez M. J., Escudero A., Hernanz J. L., Sánchez-Giron V., Sánchez A. M. 2018. Effects of no-tillage and non-inversion tillage on weed community diversity and crop yield over nine years in a Mediterranean cereal-legume cropland. *Soil & Tillage Research*. Vol. 179. P. 54–62.
- Alba O. S., Syrový L. D., Duddu H. S. N., Shirliff S. J. 2020. Increased seeding rate and multiple methods

- of mechanical weed control reduce weed biomass in a poorly competitive organic crop. *Field Crops Research*. Vol. 245. P. 1–9.
- Almogdad M., Semaškienė R. 2021. The occurrence and control of black bean aphid (*Aphis fabae* Scop.) in broad bean. *Žemdirbystė–Agriculture*. Vol. 108. No. 2. P. 165–172.
- Baltaduonytė M., Dabkevičius Z. 2015. Lapų dėmėtligių paplitimas skirtingų veislių cukrinių runkelių pasėliuose. *Žemės ūkio mokslai*. T. 22. Nr. 1. P. 8–14.
- Baraibar B., Mortensen D. A., Hunter M., Barbercheck M. E., Kaye J. P., Finney D. M., Curran W. S., Bunchek J., White C. M. 2018. Growing degree days and cover crop type explain weed biomass in winter cover crops. *Agronomy for Sustainable Development*. Vol. 38. No. 65. P. 1–9.
- Bhutto A. W., Bazmi A. A., Karim S., Abro R., Mazari S. A., Nizamuddin S. 2019. Promoting sustainability of use of biomass as energy resource: Pakistan's perspective. *Environmental Science and Pollution Research*. Vol. 26. P. 29606–29619.
- Bolt M. A., Beckerman J. L., Couture J. J. 2021. Agronomic management of industrial hemp alters foliar traits and herbivore performance. *Arthropod-Plant Interactions*. Vol. 15. P. 137–151.
- Choudhary A. L., Hussain A., Choudhary M. D., Samota R., Jat S. L. 2017. Bioefficacy of newer insecticides against aphid (*Aphis craccivora* Koch) on cowpea. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. Vol. 6. Issue 4. P. 1788–1792.
- EPPO Standards PP11/31(3). 2004. *Efficacy Evaluation of Fungicides & Bactericides*. Vol. 2.
- Fernández-Aparicio M., Amri M., Kharrat M., Rubiales D. 2010. Intercropping reduces *Mycosphaerella pinodes* severity and delays upward progress on the pea plant. *Crop Protection*. Vol. 29. P. 744–750.
- Franco J. G., King S. R., Masabni J. G., Volder A. 2015. Plant functional diversity improves short-term yields in a low-input intercropping system. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. Vol. 203. P. 1–10.
- Guo Z., Dong Y., Dong K., Zhu J., Ma L. 2020. Effects of nitrogen management and intercropping on faba bean chocolate spot disease development. *Crop Protection*. Vol. 127. P. 104972.
- Hansen L. M., Lorentsen L., Boelt B. 2008. How to reduce the incidence of black bean aphids (*Aphis fabae* Scop.) attacking organic growing field beans (*Vicia faba* L.) by growing partially resistant bean varieties and by intercropping field beans with cereals. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B: Soil and Plant Science*. Vol. 58. Issue 4. P. 359–364.
- Hiltbrunner J., Liedgens M., Bloch L., Stamp P., Streit B. 2007. Legume cover crops as living mulches for winter wheat: Components of biomass and the control of weeds. *European Journal of Agronomy*. Vol. 26. P. 21–29.

15. Mao G., Huang N., Chen L., Wang H. 2018. Research on biomass energy and environment from the past to the future: A bibliometric analysis. *Science of the Total Environment*. Vol. 635. P. 1081–1090.
16. Mollaei M., Fathi S. A. A., Nouri-Ganbalani G., Hassanpour M., Golizadeh A. 2021. Effects of strip intercropping of canola with faba bean, field pea, garlic, or wheat on control of cabbage aphid and crop yield. *Plant Protection Science*. Vol. 57. Issue 1. P. 59–65.
17. Olle M., Sooväli P. 2020. The severity of diseases of faba bean depending on sowing rate and variety. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B: Soil & Plant Science*. Vol. 70. Issue 7. P. 572–577.
18. Ozman-Sullivan S. K., Bozoğlu H., Sullivan G. T. 2018. The resistance of different varieties of faba bean (*vicia faba* L.) to feeding by the black bean aphid, *Aphis fabae* Scopoli. *The XI European Congress of Entomology: Poster of Conference*. Napoli: Italian Society of Entomology, National Academy of Entomology [žiūrėta 2021-11-21]. Prieiga per internetą: https://www.researchgate.net/publication/338423652_THE_RESISTANCE_OF_DIFFERENT_VARIETIES_OF_FABA_BEAN_Vicia_faba_L_TO_FEEDING_BY_THE_BLACK_BEAN_APHID_Aphis_fabae_Scopoli
19. Panwar N. L., Kaushik S. C., Kothari S. 2011. Role of renewable energy sources in environmental protection: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol. 15. Issue 3. P. 1513–1524.
20. Picasso V. D., Brummer E. C., Liebman M., Dixon P. M., Wilsey B. J. 2008. Crop species diversity affects productivity and weed suppression in perennial polycultures under two management strategies. *Crop Science*. Vol. 48 Issue 1. P. 331–342.
21. Raudonius S. 2017. Application of statistics in plant and crop research: Important issues. *Žemdirbystė-Agriculture*. Vol. 104. Issue 4. P. 377–382.
22. Schoeny A., Jumel S., Rouault F., Lemarchand E., Tivoli B. 2010. Effect and underlying mechanisms of pea-cereal intercropping on the epidemic development of ascochyta blight. *European Journal of Plant Pathology*. Vol. 126. P. 317–331.
23. Stancevičius A. 1979. *Piktžolių apskaita ir laukų piktžolėtumo kartografavimas*: monografija. Vilnius: Mokslas. 37 p.
24. Stoddard F. L., Nicholas A. H., Rubiales D., Thomas J., Villegas-Fernández A. M. 2010. Integrated pest management in faba bean. *Field Crops Research*. Vol. 115. Issue 3. P. 308–318.
25. Tarakanovas P., Raudonius S. 2003. *Agronominių tyrimų duomenų statistinė analizė taikant kompiuterines programas ANOVA, STAT, SPLIT-PLOT iš paketo SELEKCIJA ir IRRISTAT*. Akademija: Lietuvos žemės ūkio universitetas. 57 p.
26. Tessema H., Sintayehu A., Alem T., Teshome Z. 2021. Assessment of the severity and incidence of Faba bean ascochyta blight (*Ascochyta fabae* S.) disease in Northwestern Ethiopia. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*. Vol. 54. P. 19–20.
27. Velička R., Mockevičienė R., Marcinkevičienė A., Pupalienė R., Butkevičienė L. M., Kriaučiūnienė Z., Kosteckas R., Čekanauskas S. 2015. Necheminių piktžolių kontrolės būdų efektyvumo palyginimas vasarinių rapsų pasėlyje ekologinės žemdirbystės sąlygomis. *Žemės ūkio mokslai*. T. 22. Nr. 4. P. 189–197.
28. Yadollahi P., Abad A. R. B., Khaje M., Asghari-pour M. R., Amiri A. 2014. Effect of intercropping on weed control in sustainable agriculture. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*. Vol. 7. No. 10. P. 683–686.

Jovita Balandaitė, Ugnius Ginelevičius, Austėja Švereikaitė, Kęstutis Romaneckas

PHYTOSANITARY CONDITIONS OF DIFFERENTLY BIODIVERSED MAIZE, HEMP AND FABA BEAN CROPS

Summary

The investigations were carried out at the Experimental Station of Vytautas Magnus University Agriculture Academy, in 2021. The soil of the experimental site is silty light loam Planosol. The aim of the study was to determine the impact of multi-cropping intensity on the prevalence and damage of diseases and pests, as well as on weed abundance and biomass. The methods of crop diversification were studied:

1. Maize mono-crop (KU);
2. Hemp mono-crop (KA);
3. Faba bean mono-crop (PU);
4. Maize and hemp binary-crop (KU + KA);
5. Maize and faba bean binary-crop (KU + PU);
6. Hemp and faba bean binary-crop (KA + PU);
7. Maize, hemp and faba bean ternary-crop (KU + KA + PU).

Contrary to expectations, the number of pests found in the hemp mono-crop (KA) and faba bean mono-crop (PU) was lower and the damage caused was lower than in the binary and ternary crops. Crop diversification has been an effective method of controlling faba bean diseases. The lowest abundance and intensity of *Botrytis fabae* and *Ascochyta fabae* were found in hemp and faba bean binary-crop (KA + PU). Binary maize and faba bean crop (KU + PU) were most effective in weed controlling, with the lowest number and biomass of weeds.

Keywords: crop diversification, diseases, pests, weeds