

ILGALAIKIS AUGALŲ KAITOS POVEIKIS KUKURŪZŲ PASĖLIO PRODUKTYVUMUI

Arvidė VENCKUTĖ, Vytauto Didžiojo Universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, el. paštas:
arvaide.venckute1998@gmail.com

Santrauka

Eksperimentas buvo vykdomas 2020–2021 m. Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos Bandymų stotyje, Agroekosistemų ir dirvožemio mokslų instituto Sėjomainų kolekcijoje (54°53' N, 23°50' E).

Tyrimo objektas: kukurūzų pasėliai

Tyrimo tikslas: ištirti ir palyginti augalų kaitos ir priežiūros poveikį kukurūzų pasėliams ir nustatyti kukurūzų pasėlių gautą produktyvumą.

Tyrimo uždaviniai: nustatyti kukurūzų tankumą vegetacijos pabaigoje ir kukurūzų stiebų, lapų biomasės jų derlingumus bei ištirti burbuolių žaliaja biomasę.

Reikšminiai žodžiai: kukurūzai, produktyvumas, tankumas.

Įvadas

Kukurūzai yra vieni svarbiausių žemės ūkio augalų, jų auginimo arealas plačiai paplitęs daugelyje žemynų. Be to, šie augalai tinkami sudarant įvairias sėjomainas. Tai ypač aktualu šiuolaikinėje žemdirbystėje, kai kone kiekviename ūkyje taikomos skirtingos pasėlių rotacijos schemas. Paprastieji kukurūzai kilę iš Centrinės Amerikos –Meksikos, Gvatemaloje (Mališauskas, 1998). Kukurūzas - tai C4 augalas, pasižymintis dideliu fotosintetiniu aktyvumu ir didžiausiu angliavandenių susidarymo potencialu ploto vienete per dieną (Paliwal et al., 2000). Kukurūzai labai plačiai naudojami ūkyje: iš jų gaminami miltai, kruopos, aliejus, cukrus (Mališauskas, 1998). Kukurūzų panaudojimo svarba yra aktuali ne tik maisto pramonėje, bet ir pašarų bei biokuro gamyboje (Romaneckas et al., 2017). Kukurūzų auginimo plotai visuomet buvo sutelkiami labiausiai į šiltus pasaulio regionus, esančius Šiaurinėje bei Centrinėje Amerikos dalyje. Šiuo metu čia yra išauginama apie 46 proc. bendro kukurūzų kiekio, nes kukurūzų plotas užiima tik 29 proc. pasaulio kukurūzų grūdų rinkos (Šeškus, 2006). Sparčiai didėjant žmonių gimstamumui, populiacijai, didėja ir kukurūzų poreikis maisto pramonėje. Statistikos duomenimis, kukurūzų vartojimas turėtų ypač padidėti iki 2027 m. ir sieks net 16 %, o gyvulininkystėje sparčiai didės kukurūzų pašarų naudojimas - pašarų gamyba didės iki 56% (Liakas, 2019). Europos Sąjungoje kukurūzų grūdų derlius sudaro apie 20,8 proc. viso javų derliaus (Faostat, 2016). Remiantis Žemės ūkio informacijos ir kaimo verslo centro (ŽŪIKVC) statistika 2021 metais Lietuvoje buvo deklaruota 50666,54 ha kukurūzų, o tai yra kone 25% didesnis plotas lyginant su 2017 metais (VIC, 2020).

Besikeičiantis klimatas gali daryti ne tik neigiamą įtaką kukurūzų pasėliams, tačiau tuo pačiu suteikti pranašumą šiems didelio potencialo augalams vidutinio klimato juostoje. Didelė rizika yra naujų kenkėjų atsiradimas, pasėlius gali pažeisti įvairios ligos. Teisinga augalų kaita pasėliuose gali racionaliai išspręsti ligų pradų atsiradimą bei kenkėjų plitimą. Pasirenkant tinkamą sėjomainą bei priešsėlį galima išlaikyti stabilų dirvos derlingumą. Tai leidžia sumažinti trąšų bei pesticidų normas, vengti žaladarių plitimo bei prisidėti prie tvarios gamtos išsaugojimo (Butkevičienė ir kt., 2019).

Tyrimų tikslas – ištirti ir palyginti augalų kaitos ir priežiūros poveikį kukurūzų pasėliams ir nustatyti kukurūzų pasėlių produktyvumą.

Tyrimo uždaviniai –

1. Nustatyti kukurūzų tankumą vegetacijos pabaigoje;
2. Nustatyti kukurūzų stiebų ir lapų biomasės derlingumus;
3. Nustatyti burbuolių žaliaja biomasę;

Tyrimų metodai ir sąlygos

Eksperimentas buvo vykdomas 2020–2021 m. Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos Bandymų stotyje, Agroekosistemų ir dirvožemio mokslų katedros Sėjomainų kolekcijoje (54°53' N, 23°50' E). Sėjomainų kolekciją sudaryta iš 58 laukelių, kurių dydis - 182 m². Kukurūzams skirti 7 laukeliai. Jie suskirstyti į tris pakartojimus. Tyrimai vykdyti kukurūzų pasėliuose, kurie buvo pasėti intensyvioje, pašarinėje, priefermio sėjomainose ir kukurūzų monopasėlyje, kuriame jie auginti taikant skirtingas tręšimo ir augalų apsaugos priemonių panaudojimo schemas (1 lentelė).

Eksperimentas atliktas giliau karbonatingame sekliai glėjiškame rudžemyje (*Endocalcari - Epihypogleyic Cambisol*). Granulimetrinėje sudėtyje vyravo dulkiškas priemolis ant priemolio ir molio. Pagal agrochemines savybes

dirvožemis neutralus (pH – 6,6-7,0), fosforingas (P_2O_5 – 131-206,7 mg kg^{-1}), vidutinio kalkingumo (K_2O – 72,0-126,9 mg kg^{-1}). Eksperimento metu visi pasėlio priežiūros darbai atlikti pagal auginimo technologijoje priimtus terminus, augalų apsaugos priemonės naudotos pagal poreikį.

Pioneer selekcijos hibridinės veislės kukurūzai sėti gegužės pradžioje pagal nustatytus optimalius sėjos terminus. Sėklos norma – 100 tūkst. sėklų ha^{-1} . Sėjos gylis – 5-6 cm. Trašos įterptos 6-7 cm gyliu. Sėti plačiaieiliu punktyriniu būdu 45 cm pločio tarpueiliais sėjama *Accord*. Kukurūzams prieš sėją buvo išbarstoma kompleksinės trašos Azofoska (NPK 16:16:16) 250 $kg\ ha^{-1}$ išbėrimas. Piktžolių kontrolei pasėliuose buvo panaudojamas herbicidas Maister 150 $g\ ha^{-1}$ kukurūzams esant 2-3 lapelių tarpsnyje. Technologijoje kukurūzų pasėliai buvo tręšiami amonio salietra (N_{61}) 180 $kg\ ha^{-1}$ norma.

Tyrimų duomenų matematinė – statistinė analizė. Tyrimų duomenys statistškai apdoroti vieno veiksnio dispersinės analizės metodu (ANOVA) naudojant kompiuterinę programą STATISTIKA (STATISTICA 10) (Sakalauskas, 2003). Apskaičiuoti bandymų aritmetiniai vidurkiai. Skirtumų tarp vidurkių statistinis patikimumas įvertintas Fišerio LSD testu ($p < 0,05$).

Kukurūzų derliaus struktūros elementų nustatymas. Kukurūzų augalų ėminiai derliaus struktūros analizėms buvo atrenkami prieš derliaus nuėmimą iš kiekvieno apskaitinio laukelio keturių vietų (iš 0, 25 m^2 ploto) ir surišami į atskirus pėdus. Nupjauti pėdai buvo pasverti ir pernešami į džiovyklą džiovinti. Grūdai iš burbuolių buvo nukuliami ir pasveriami, derlius apskaičiuojamas pagal standartinį 14% grūdų drėgnumą. Kiti bandymo duomenys buvo nustatyti tiesioginiu skaičiavimo ar svėrimo metodu, laikantis augalininkystės tyrimų metodikų.

1 lentelė. Pasėlio įvairinimo būdai (variantai)

Table 1. The biodiversity of crops (treatments)

Sėjomaina <i>Crop rotation</i>	Priešsėlis <i>Pre-sowing</i>	Pasėlis (variantas) <i>Treatments</i>	Santrumpa <i>Abbreviation</i>
Intensyvioji <i>Intensive</i>	Žieminiai rugiai žaliajam pašarui <i>Winter rye for green fodder</i>	1.Kukurūzai <i>Maize</i>	KŽR
Priefermio <i>Accessions</i>	Pašariniai runkeliai <i>Fooder beet</i>	2.Kukurūzai <i>Maize</i>	KPR
Pašarinė <i>Feed</i>	Linai <i>Flax</i>	3.Kukurūzai <i>Maize</i>	KLI
Atsėliavimas <i>Reseeding</i>	Kukurūzai, Atsėliavimas <i>Maize reseeded</i>	4.Kukurūzai + trašos + herbicidai <i>Maize + fertilizers + herbicides</i>	KA+T+H
		5.Kukurūzai + herbicidai <i>Maize + herbicides</i>	KA+H
		6.Kukurūzai + trašos <i>Maize + fertilizers</i>	KA+T
		7.Kukurūzai <i>Maize</i>	KA

Meteorologinės sąlygos kukurūzų vegetacijos laikotarpiu. 2020 metais balandžio mėn. buvo sausas iškrito tik 4,0 mm kritulių (2 lentelė). Šio mėnesio temperatūra prilygo daugiametei vidutinei temperatūrai. Gegužės mėn. temperatūra buvo 2,7 °C žemesnė už daugiametę, tačiau tai neturėjo neigiamo poveikio kukurūzų dygimui, šilumos užteko daigelių išdygimui. Kritulių iškrito 32,7 mm daugiau, palyginti su daugiamečiu vidurkiu. Mėnesio HTK – 4,26 (perteklinis drėgnumas). Birželio mėnesio metu temperatūra siekė 2,9 °C ir buvo aukštesnė už daugiametę vidutinę temperatūrą. Kritulių iškrito 22,4 mm daugiau nei įprastai. Liepos mėnesį oro temperatūra buvo 1,3 °C žemesnė už vidutinę daugiametę, o kritulių iškrito 36,2 mm mažiau negu įprasta, HTK – 1,12 (optimalus drėgnumas). Rugsėjo mėn. iškritusių kritulių kiekis buvo artimas daugiamečiui, o temperatūra buvo 1,4 °C aukštesnė už daugiametę, HTK – 1,61 (perteklinis drėgnumas). Rugsėjo mėnesį buvo labai sausa, temperatūra laikėsi 2,3 °C aukštesnė už vidutinę daugiametę. Spalio mėnesio metu kritulių kiekis buvo artimas vidutiniam daugiamečiui kritulių kiekiui, o temperatūra buvo 3,5 °C aukštesnė už vidutinę daugiametę.

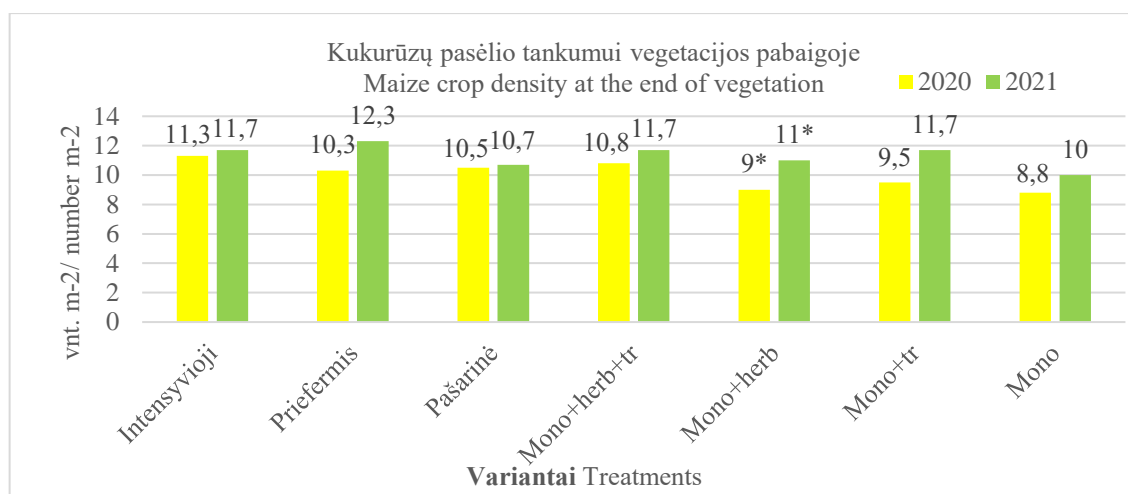
2021 m. balandžio mėn. temperatūra buvo 0,7 °C žemesnė už vidutinę daugiametę (2 lentelė). Gegužės mėn. buvo vėsus ir lietingas. Pastarojo mėnesio temperatūra buvo 1,8 °C žemesnė už vidutinę daugiametę, o kritulių iškrito 59,9 mm daugiau, palyginti su daugiamečiu vidurkiu. Gegužės mėnesio temperatūra turėjo neigiamą įtaką kukurūzų dygimui, tačiau antroje gegužės mėnesio dekaadoje prasidėjo intensyvesnis kukurūzų dygimas. Mėnesio HTK – 4,04 (perteklinis drėgnumas). Vasaros pirmieji mėnesiai birželis ir liepa buvo ypač karšti ir sausi, buvo sudėtinga rasti tinkamą metą panaudoti herbicidus, dėl aukštos oro temperatūros. Pastarųjų mėn. temperatūros buvo atitinkamai 3,4 ir 3,9 °C aukštesnės už daugiametę vidutinę, o kritulių iškrito 36,6 ir 48,2 mm mažiau už daigiametį vidurkį. Šių mėnesių HTK – 0,69 (sausringa). Rugsėjo mėn. buvo vėsesnis negu įprasta, o kritulių iškrito 33,3 mm daugiau, palyginti su daugiamečiu vidutiniu kritulių kiekiu. Mėnesio HTK – 2,40 (perteklinis drėgnumas). Rugsėjo mėn. buvo vėsesnis ir sausesnis negu įprasta (HTK – 1,05). Spalio mėn. temperatūra buvo 1,3 °C aukštesnė už daugiametę vidutinę, o kritulių iškrito 23,8 mm mažiau, palyginti su daugiamečiu kritulių kiekiu. Spalio mėnuo buvo palankus derliaus nuėmimui, temperatūra taip pat viršijo daugiametę vidutinę temperatūrą.

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

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

Mėnuo Month	Temperatūra, °C Temperature		Daugiametis vidurkis Long-term average	Kritulių kiekis, mm Precipitation rate		
	2020 m. 2020 year	2021 m. 2021 year		2020 m. 2020 year	2021 m. 2021 year	Daugiametis kiekis kritulių Perennial rainfall quantity
Balandis April	6,2	6,9	6,9	33,7	41,3	41,3
Gegužė May	11,4	13,2	13,2	121,6	61,7	61,7
Birželis June	19,5	16,1	16,1	40,3	76,9	76,9
Liepa July	22,6	18,7	18,7	48,4	96,6	96,6
Rugpjūtis August	16,5	17,3	17,3	122,2	88,9	88,9
Rugsėjis September	11,4	12,6	12,6	29,1	60	60
Spalis October	5,4	6,8	6,8	27,2	51	51

Tyrimų rezultatai ir analizė

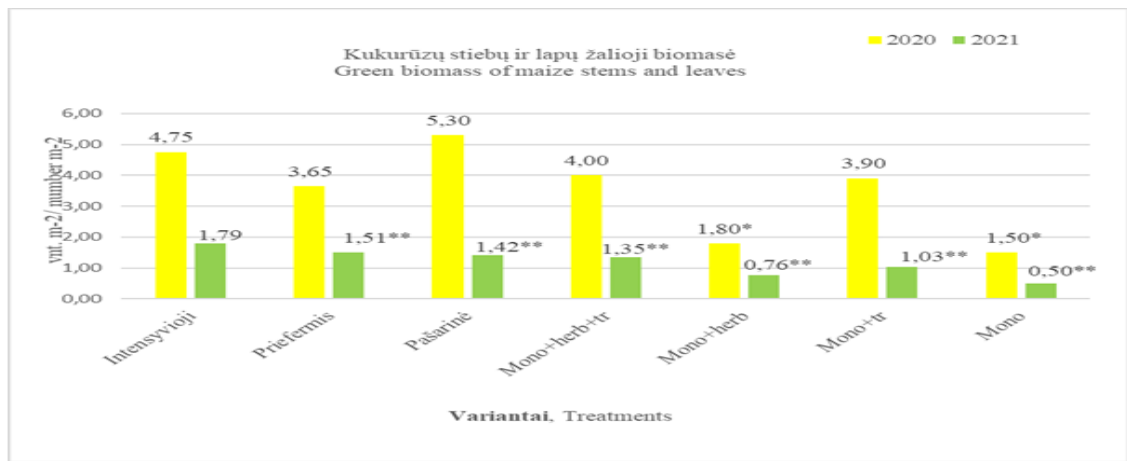


Pastabos. Skirtumai esmingi: * - 95 % tikimybės lygiui, ** - 99 % tikimybės lygiui, palyginus su kontroliniu variantu KŽR. KŽR – kukurūzai intensyvioje sėjomainoje (kontrolinis – palyginamasis variantas); KPR – kukurūzai priefermio sėjomainoje; KLI – kukurūzai pašarinėje sėjomainoje; KA+T+H – atsėliuoti, tręšti ir purkšti herbicidais kukurūzai; KA+H – atsėliuoti ir purkšti herbicidais kukurūzai; KA+T – atsėliuoti ir tręšti kukurūzai; KA – atsėliuoti kukurūzai

1 pav. Augalų kaitos pasėlių priežiūros poreikis kukurūzų tankumui vegetacijos pabaigoje, 2020–2021m.

Fig. 1. Need for crop rotation for maize density at the end of vegetation, 2020–2021.

Žemės ūkio gamybos technologijų optimizavimas formuojant optimalią augalų produktyvumą ir mažinant anglies emisiją pastaruju metu yra viena didžiausių problemų ne tik pasaulyje, bet ir Lietuvoje. Tinakama augalų auginimo agrotechnika, pvz., sėjos būdas, žemės dirbimas, drėkinimas ir tręšimas, pasėlio tankumas gali padidinti pasėlių produktyvumą ir sumažinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimą. Pasėlio tankumas – vienas iš veiksnių ribojančių augalų produktyvumą (Šeškus, 2006). Eksperimente nustatyta, kad didžiausias (11,3 vnt. m⁻²) pasėlio tankumas 2020 m. buvo kukurūzų pasėlyje taikant intensyvią technologiją, o 2021 m. didžiausias pasėlio tankumas (12,3 vnt. m⁻²) nustatytas priefermio sėjomainoje. Esminis 2020 m. pasėlio tankumo sumažėjimas (9 ir 8,8 vnt. m⁻²) nustatytas mono sėjomainoje naudojant herbicidus ir mono sėjomainoje, 2021 m. mažiausias 10,7 ir 10 vnt. m⁻² pasėlio tankumas nustatytas pašarinėje ir mono sėjomainoje atitinkamai.

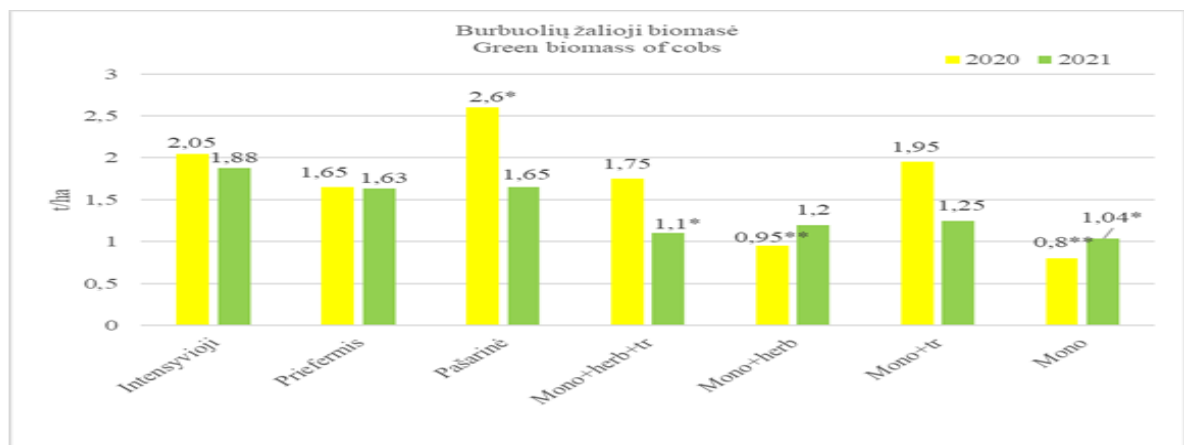


Pastabos. Skirtumai esmingi: * - 95 % tikimybės lygiui, ** - 99 % tikimybės lygiui, palyginus su kontroliniu variantu KŽR. KŽR – kukurūzai intensyvioje sėjomainoje (kontrolinis – palyginamasis variantas); KPR – kukurūzai priefermio sėjomainoje; KLI – kukurūzai pašarinėje sėjomainoje; KA+T+H – atsėliuoti, tręšti ir purkšti herbicidais kukurūzai; KA+H – atsėliuoti ir purkšti herbicidais kukurūzai; KA+T – atsėliuoti ir tręšti kukurūzai; KA – atsėliuoti kukurūzai.

2 pav. Augalų kaitos ir pasėlių priežiūros poveikis kukurūzų stiebų ir lapų biomasės derlingumui, t. ha⁻¹, 2020–2021m.

Fig. 2. Effects of crop rotation and crop care on maize stem and leaf biomass yield, t. ha⁻¹, 2020–2021m.

Gavus rezultatus, galima teigti, jog didžiausias derlingumas svyravo nuo 0,8 t. ha⁻¹ iki 2,6 t. ha⁻¹. Iš visų variantų, didžiausia žalioji biomasė (2,6 t. ha⁻¹) gauta pašarinėje sėjomainoje. Iš 2 pav. pateiktų duomenų matyti, kad 2020 m. kukurūzų stiebų ir žalios masės derlingumas didžiausias buvo pašarinėje sėjomainoje – 5,3 t m⁻², o esminiai mažiausias (1,5 kg m⁻²), 95 % tikimybės lygiu, kukurūzus auginant mono sėjomainoje, bei 1,8 kg m⁻² – mono sėjomainoje naudojant herbicidus. 2021 m. vykdant eksperimentą nustatyti mažesni žalios biomasės derlingumai visais tyrimų atvejais, tokių derlingumo sumažėjimą galima paaiškinti mažiau palankiomis kukurūzų augimui sąlygomis. Eksperimento vykdymo metais didžiausias (1,79 kg m⁻²) žalios biomasės derlingumas nustatytas taikant intensyvią auginimo technologiją. Eksperimento vykdymo metais visais atvejais nustatytas esminis biomasės derlingumo sumažėjimas lyginant su intensyvia technologija. Mažiausias (0,5 kg m⁻²) biomasės derlingumas buvo mono sėjomainoje, o mono sėjomainoje naudojant herbicidus, kukurūzų žalios biomasės derlingumas buvo 0,75 kg m⁻².



Pastabos. Skirtumai esmingi: * - 95 % tikimybės lygiui, ** - 99 % tikimybės lygiui, palyginus su kontroliniu variantu KŽR. KŽR – kukurūzai intensyvioje sėjomainoje (kontrolinis – palyginamasis variantas); KPR – kukurūzai priefermio sėjomainoje; KLI – kukurūzai pašarinėje sėjomainoje; KA+T+H – atsėliuoti, tręšti ir purkšti herbicidais kukurūzai; KA+H – atsėliuoti ir purkšti herbicidais kukurūzai; KA+T – atsėliuoti ir tręšti kukurūzai; KA – atsėliuoti kukurūzai.

3 pav. Burbuolių žalioji biomasė 2020–2021m.

Fig. 3. Burbuolių žalioji biomasė 2020–2021m

Įvertinus kukurūzų burbuolių žalios masės derlingumą, nustatyta, kad 2020 m. esminiai didžiausias (2,6 kg m⁻²) derlingumas buvo pašarinėje sėjomainoje. Esminiai 1,3 kg m⁻² (99 % tikimybės lygiu) mažesnis kukurūzų burbuolių derlingumas, lyginant su kontrole buvo mono sėjomainoje. Esminis burbuolių žalios masės derlingumo sumažėjimas nustatytas mono sėjomainoje naudojant herbicidus.

Išvados

Apibendrinus dviejų eksperimento vykdymo metų rezultatus galima daryti išvadą, kad priklausomai nuo metų meteorologinių sąlygų didžiausią pasėlio tankumą galima suformuoti priefermio, intensyvioje bei mono tręšiant bei

naudojant herbicidus sėjomainoje. Palankiais kukurūzų augimui 2020 metais, didžiausias ($5,3 \text{ kg m}^{-2}$) kukurūzų žalios biomasės derlingumas buvo priefermio sėjomainoje, tuo tarpu mažiau palankiais 2021 m. toje pat sėjomainoje derlingumas buvo 3,8 karto mažesnis, šiais eksperimento vykdymo metais išryškėjo intensyvios sėjomainos pranašumas. Burbuolių žalios biomasės derlingumas 2020 m. didžiausias pašarinėje ir intensyvioje sėjomainoje, 2021 m. išliko ta pati tendencija. Apibendrinant galima teigti, kad kukurūzų auginimui reikėtų rinktis pašarinę, intensyvią ar priefermio sėjomainą, renkant sėjomainą ir auginimo intensyvumą reikėtų įvertinti ir meteorologines sąlygas, remiantis ilgalaikiais standartinės klimato normos rodikliais.

Literatūra

1. Butkevičienė, L. M.; Auželienė, I.; Bogužas, V. 2019. *Ilgalaikės augalų kaitos įtaka žieminių ir vasarinių javų produktyvumui*. Žemės ūkio mokslai, Nr. 2, T 26, p. 57–71. Prieiga per internetą: <https://www.lmaleidykla.lt/ojs/index.php/zemesukiomokslai/article/view/4060/2868>.
2. FAO., FAOSTAT. 2017: FAO Statistical Database <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC.visualize>
3. Liakas, V. 2019. Kukurūzai: [interaktyvus]. Prieiga per internetą: <https://www.agroeta.lt/kukuruzai-verta-demesio-patirtis>.
4. Mališauskas, A.; 1998. Kukurūzų auginimas. Akademija, 10–11 p.
5. Paliwal, R.L.; Granados, G.; Lafitte, H.R; Violic, A.D. 2000. Tropical maize: improvement and production.
6. Romanekas, K.; Pilipavičius, V.; Trečiokas, K.; Šarauskis, E.; Liakas, V. 2017. Agronomijos pagrindai. Vadovėlis. Akademija, p. 403-405.
7. Šeškas, A. 2006. Augalininkystės technologijos. Mastaičiai, p. 142–144.
8. Sakalauskas, V. 2003. Duomenų analizė su STATISTIKA. Vilnius: Margi raštai. p.235.
9. <https://www.vic.lt/ppis/statistine-informacija/>

LONG-TERM EFFECTS OF CROP CHANGE ON CORN PRODUCTIVITY

Summary

The experiment has been completed from 2020 to 2021. Vytautas Magnus University, Academy of Agriculture Experimental Station, Crop Collection, Institute of Agroecosystems and Soil Sciences ($54^{\circ} 53' \text{ N}$, $23^{\circ} 50' \text{ E}$).

Object of research: maize crops

The aim of the study was to investigate and compare the effects of crop rotation and maintenance on maize crops and to determine the yields obtained from maize crops.

Objectives of the study: to determine the density of maize at the end of vegetation and the biomass of maize stems and leaves, and to investigate the green biomass of cobs.

Keywords: maize, productivity, density.