

MINERALINIŲ ELEMENTŲ IR HUMINIŲ RŪGŠČIŲ POVEIKIS VASARINIŲ KVIEČIŲ IR VASARINIŲ RAPSŲ AGROCENOZĖMS

Paulius KARALIUS, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, el. paštas paulius.karalius@vdu.lt

Rita ČEPULIENĖ, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas el. paštas rita.cepuliene@vdu.lt

Santrauka

Mineralinių elementų ir huminių rūgščių įtakos fotosintezės pigmentų kiekiui vasarinių kviečių ir vasarinių rapsų lapuose vertinimui buvo atliktas tyrimas. Lauko eksperimentai vykdėti VDU Žemės ūkio akademijos Bandymų stotyje 2022 m. balandžio – rugsėjo mėnesiais. Vasariniai kviečiai ir vasariniai rapsai buvo lokaliai tręšti skirtingomis trąšomis. Chlorofilų a, b ir karotinoidų kiekis žaliojoje vasarinių kviečių ir rapsų lapų masėje buvo nustatytas spektrofotometriniu metodu. Fotosintezės pigmentai nustatyti VDU ŽŪA Agroekosistemų ir dirvožemio mokslų katedros Dirvožemio ir augalų mitybos laboratorijoje. Matuotas mėginių optinis tankis pagal 440,5 nm, 662 nm ir 644 nm bangos ilgio šviesos absorbciją. Augalų fotosintezės rodikliai nustatyti tris kartus per augalų vegetaciją (vasarinių kviečių pasėlyje: krūmijimosi, žydėjimo ir pieninės brandos tarpsniuose; vasarinių rapsų pasėlyje: skrotelės, butonizacijos ir ankštūrų formavimosi tarpsniuose). Vasarinių augalų derlingumas nustatytas mažagabaritiniu kombainu Wintersteiger Delta (Wintersteiger, Austrija) su svėrimo ir drėgnumo nustatymo sistema. Patręšus huminėmis rūgštimis ir siliciu esmingai padidėjo chlorofilo a, b ir bendrasis pigmentų kiekis vasarinių kviečių lapuose žydėjimo ir pieninės brandos tarpsniuose. Chlorofilo a, b ir bendrasis pigmentų kiekis vasarinių rapsų lapuose skrotelės ir butonizacijos tarpsniuose buvo esmingai didesnis panaudojus trąšas su huminėmis rūgštimis ir siliciu. Panaudojus trąšas su huminėmis rūgštimis ir siliciu vasarinių rapsų derlingumas buvo esmingai (1,48 karto) didesnis už derlingumą vasarinių rapsų, kurie buvo tręšti trąšomis be huminių rūgščių ir silicio.

Reikšminiai žodžiai: huminės rūgštys, silicis, fotosintezės pigmentai.

Įvadas

Dabartiniame žemės ūkyje labai plačiai naudojamos trąšos ir pesticidai, siekiant pagerinti pasėlių kokybę ir patenkinti pasaulinę maisto paklausą. Tinkamas trąšų ir pesticidų naudojimas gali padėti užtikrinti maisto saugumą. Kita vertus, neorganinės trąšos ir pesticidai turi daug nepageidaujamų aspektų, kurių negalima nepastebėti. Jie pasižymi savybėmis ilgai išlikti dirvožemyje ir aplinkoje bei paveikti įvairius biotinius ir abiotinius veiksnius. Jie turi neigiamą poveikį dirvožemiui, mikroflorai, kitiems organizmams, aplinkai ir žmonių sveikatai. Šios nepageidaujamos trąšų ir pesticidų savybės skatina ieškoti kito pasirinkimo – tvaraus ūkininkavimo (Baweja ir kt., 2020).

Sveikas dirvožemis yra gyvybiškai svarbus, siekiant išlaikyti biologinę įvairovę ir užtikrinti tvarią žemės ūkio gamybą. Taigi sveiko dirvožemio išsaugojimas – labai svarbus ekosistemos tvarumui. Ar dirvožemis sveikas, galime spręsti iš dirvožemio savybių: fizikinių, cheminių ir biologinių (Pahalvi ir kt., 2021).

Europos Komisija, siekdama sumažinti daromos taršos poveikį, parengė ekonomikos tvaraus augimo strategiją, t. y. Žaliąjį kursą. ES žaliasis kursas numato, kad iki 2030 metų žemės ūkyje turėtų būti sumažinti naudojamų trąšų ir augalų apsaugos produktų kiekiai (Europos komisija, 2020). Siekiama išsaugoti gamtinius išteklius, gerinti maistinių medžiagų valdymą ir didinti jų naudojimo efektyvumą, mažinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijas, didinant dirvožemio organinės anglies kiekį.

Mineralinių elementų ir huminių rūgščių kiekis dirvožemyje yra svarbus vasarinių kviečių ir vasarinių rapsų augimui ir jų produktyvumui. Be deguonies, anglies dioksido ir vandens, tinkamai augalų mitybai reikia mineralinių elementų (Marschner, 1995). Augalams reikia didesnių kiekių šių makroelementų: azoto (N), fosforo (P), kalio (K), kalcio (Ca), magnio (Mg) ir sieros (S). Mažesniais kiekiais augalams reikia šių mikroelementų: chloro (Cl), boro (B), geležies (Fe), mangano (Mn), vario (Cu), cinko (Zn), nikelio (Ni) ir molibdeno (Mo). Mineralinių elementų augalai paprastai gauna iš dirvožemio (White, Brown, 2010). Bet kurio iš šių mineralinių elementų trūkumas mažina augalų augimą ir derlių. Huminės rūgštys taip pat yra svarbios augalui, nes jos pagerina dirvožemio struktūrą ir vandens sulaikymą dirvožemyje, palaiko naudingų dirvožemio organizmų gausumą bei veikia kaip maistinių medžiagų apsaugos nuo išsiplovimo kompleksas (Brannon, Sommers, 2017).

Tyrimo tikslas – įvertinti mineralinių elementų ir huminių rūgščių poveikį augalų fotosintetiniams pigmentams ir derlingumui.

Tyrimo uždaviniai

1. Įvertinti mineralinių elementų ir huminių rūgščių poveikį fotosintezės pigmentų kiekiui vasarinių kviečių lapuose;

2. Įvertinti mineralinių elementų ir huminių rūgščių poveikį fotosintezės pigmentų kiekiui vasarinių rapsų lapuose;
3. Įvertinti mineralinių elementų ir huminių rūgščių poveikį vasarinių kviečių ir vasarinių rapsų derlingumui.

Tyrimų objektas ir metodai

Lauko eksperimentai vykdyti Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos Bandymų stotyje 2022 m. balandžio – rugsėjo mėnesiais. Tyrimui pasirinkti vasarinių kviečių ir vasarinių rapsų pasėliai buvo lokaliai tręšiami skirtingomis trąšomis: 1) $N_{12}P_{24}K_{12}S_6$ su $B_{0,02}$ ir $Zn_{0,02}$ (be huminių rūgščių ir Si); 2) $N_{12}P_{24}K_{12}S_6$ su $B_{0,02}$ ir $Zn_{0,02}$ praturtintomis huminėmis rūgštimis ir siliciu (su huminėmis rūgštimis ir Si). Trąšų norma 300 kg ha^{-1} , trąšos įterptos lokaliai sėjos metu.

Augalų fotosintetiniai rodikliai – fotosintezės pigmentų (chlorofilų *a*, *b* ir karotinoidų) kiekis žaliojoje vasarinių kviečių ir rapsų lapų masėje buvo nustatytas spektrofotometriu metodu (Del Caro ir kt., 2006), naudojant spektrofotometrą JENWAY 7300. Fotosintezės pigmentai nustatyti VDU ŽŪA Agroekosistemų ir dirvožemio mokslų katedros Dirvožemio ir augalų mitybos laboratorijoje. 0,3 g augalo žaliosios masės buvo sutrinta naudojant SiO_2 , užpilta 50 ml 96 proc. etilo alkoholio. Gautas ekstraktas nufiltruotas. Ėminiai buvo paimti iš kiekvieno varianto keturių laukelių (4 pakartojimai) ir atlikti mėginių matavimai. Matuotas mėginių optinis tankis pagal 440,5 nm, 662 nm ir 644 nm bangos ilgio šviesos absorbciją, kas atitinka chlorofilo *a*, chlorofilo *b* ir karotinoidų šviesos absorbcijos maksimumus.

Augalų fotosintezės rodikliai nustatyti tris kartus per augalų vegetaciją (vasarinių kviečių pasėlyje: krūmijimosi, žydėjimo ir pieninės brandos tarpsnyje; vasarinių rapsų pasėlyje: skrotelės, butonizacijos ir ankštūrų formavimosi tarpsnyje).

Vasarinių augalų derlingumas nustatytas mažagabaritiniu kombainu Wintersteiger Delta (Wintersteiger, Austrija) su svėrimo ir drėgnumo nustatymo sistema.

Lauko eksperimentų duomenys įvertinti vieno veiksnio dispersinės analizės metodu ANOVA (Raudonius, 2009).

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Atlikus tyrimus nustatyta, kad lokaliai įterptos trąšos su huminėmis rūgštimis ir siliciu turėjo tendenciją didinti chlorofilo *a* ir chlorofilo *b* kieki vasarinių kviečių lapuose krūmijimosi tarpsnyje (1 lentelė). Naudojant trąšas su huminėmis rūgštimis ir siliciu, chlorofilo *a/b* santykis buvo artimesnis 3 nei šis santykis lapuose vasarinių kviečių, tręštų trąšomis? be huminių rūgščių ir silicio. Žydėjimo ir pieninės brandos tarpsniuose trąšos su huminėmis rūgštimis ir siliciu chlorofilo *a* kiekį vasarinių kviečių lapuose esmingai didino atitinkamai 19,3 proc. ir 13,6 proc., lyginant su šio pigmento kiekiu lapuose vasarinių kviečių, tręštų trąšomis be huminių rūgščių ir silicio. Naudojant trąšas su huminėmis rūgštimis ir siliciu, chlorofilo *b* vasarinių kviečių lapuose žydėjimo tarpsnyje buvo $1,70 \text{ mg g}^{-1}$ ir tai buvo esmingai (33,9 proc.) daugiau, lyginant su chlorofilo *b* kiekiu vasarinių kviečių lapuose, kurie buvo auginti be huminių rūgščių ir silicio.

1 lentelė. Fotosintezės pigmentų kiekis skirtingai tręštuose skirtingų augimo tarpsnių vasarinių kviečių lapuose

Table 1. The amount of photosynthetic pigments in differently fertilized spring wheat leaves at different growth stages

Eil. Nr.	Lokalus tręšimas <i>Local fertilization</i>	Krūmijimosi tarpsnyje <i>At tillering stage</i>	Žydėjimo tarpsnyje <i>At flowering stage</i>	Pieninės brandos tarpsnyje <i>At dairy maturity stage</i>
Chlorofilas a, mg g^{-1} / <i>Chlorophyll a, mg g^{-1}</i>				
1.	Be huminių rūgščių ir Si / <i>Without humic acids and Si</i>	3,50	3,47	3,32
2.	Su huminėmis rūgštimis ir Si / <i>With humic acids and Si</i>	3,53	4,14*	3,77*
	$R_{0,05}$	0,238	0,539	0,410
Chlorofilas b, mg g^{-1} / <i>Chlorophyll b, mg g^{-1}</i>				
1.	Be huminių rūgščių ir Si / <i>Without humic acids and Si</i>	1,11	1,27	1,16
2.	Su huminėmis rūgštimis ir Si / <i>With humic acids and Si</i>	1,17	1,70*	1,39*
	$R_{0,05}$	0,130	0,258	0,195
Chlorofilo a ir b suma, mg g^{-1} / <i>Sum of chlorophyll a and b, mg g^{-1}</i>				
1.	Be huminių rūgščių ir Si / <i>Without humic acids and Si</i>	4,64	4,74	4,49
2.	Su huminėmis rūgštimis ir Si / <i>With humic acids and Si</i>	4,67	5,84*	5,16*
	$R_{0,05}$	0,361	0,793	0,597
Karotinoidai, mg g^{-1} / <i>Carotenoids, mg g^{-1}</i>				
1.	Be huminių rūgščių ir Si / <i>Without humic acids and Si</i>	0,96	0,97	0,85
2.	Su huminėmis rūgštimis ir Si / <i>With humic acids and Si</i>	0,81	0,60	0,72
	$R_{0,05}$	0,400	0,375	0,152
Bendras pigmentų kiekis, mg g^{-1} / <i>Total pigment content, mg g^{-1}</i>				
1.	Be huminių rūgščių ir Si / <i>Without humic acids and Si</i>	5,60	5,71	5,34
2.	Su huminėmis rūgštimis ir Si / <i>With humic acids and Si</i>	5,48	6,44*	5,88*
	$R_{0,05}$	0,453	0,610	0,392
Chlorofilo a ir b santykis / <i>Ratio of chlorophyll a to b</i>				
1.	Be huminių rūgščių ir Si / <i>Without humic acids and Si</i>	3,18	2,74	2,88
2.	Su huminėmis rūgštimis ir Si / <i>With humic acids and Si</i>	3,01	2,45*	2,71
	$R_{0,05}$	0,181	0,204	0,367

Pastaba. * – esminiai skirtumai 95 proc. tikimybės lygiui. $R_{0,05}$ – mažiausias esminis skirtumas.

Note.* – significant differences in 95 percent. for the probability level. $R_{0,05}$ – least significant difference

Karotinoidų kiekiui vasarinių kviečių lapuose tirtais augimo tarpsniais trąšų praturtinimas huminėmis rūgštimis ir siliciu įtakos neturėjo. Žydėjimo tarpsnyje bendras pigmentų kiekis vasarinių kviečių lapuose buvo esmingai (12,8 proc.) didesnis, kviečius patręšus trąšomis su huminėmis rūgštimis ir siliciu. Taip pat esmingai (10,1 proc.) didesnis bendras pigmentų kiekis vasarinių kviečių lapuose pieninės brandos tarpsnyje buvo pasėlyje, kuriame panaudotos trąšos su huminėmis rūgštimis ir siliciu, lyginant su bendru pigmentų kiekiu lapuose vasarinių kviečių, tręštų trąšomis be huminių rūgščių ir silicio.

Atlikus tyrimus nustatyta, kad vasarinius rapsus lokaliai patręšus trąšomis su huminėmis rūgštimis ir siliciu, chlorofilo a kiekis rapsų lapuose skrotelės ir butonizacijos tarpsniuose buvo atitinkamai esmingai 25,3 ir 24,6 proc. didesnis už chlorofilo a kiekį lapuose rapsų, augintų tręšiant trąšomis be huminių rūgščių ir silicio (2 lentelė).

2 lentelė. Fotosintezės pigmentų kiekis skirtingai tręštų skirtingų augimo tarpsnių vasarinių rapsų lapuose

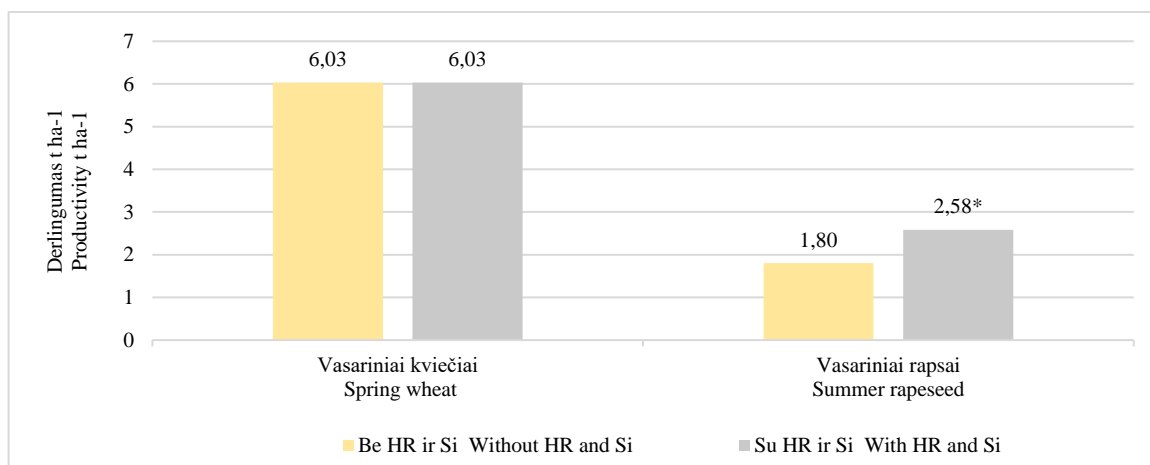
Table 2. The amount of photosynthetic pigments in differently fertilized spring oilseed rape leaves at different growth stages

Eil. Nr.	Lokalus tręšimas <i>Local fertilization</i>	Skrotelės tarpsnyje <i>At rosette stage</i>	Butonizacijos tarpsnyje <i>At buttonization stage</i>	Ankštųjų formavimosi tarpsnyje <i>At pod formation stage</i>
Chlorofilas a, mg g ⁻¹ / <i>Chlorophyll a, mg g⁻¹</i>				
1.	Be huminių rūgščių ir Si / <i>Without humic acids and Si</i>	1,70	2,03	1,74
2.	Su huminėmis rūgštimis ir Si / <i>With humic acids and Si</i>	2,13*	2,53*	1,93
R _{0,05}		0,306	0,497	0,519
Chlorofilas b, mg g ⁻¹ / <i>Chlorophyll b, mg g⁻¹</i>				
1.	Be huminių rūgščių ir Si / <i>Without humic acids and Si</i>	0,50	0,70	0,55
2.	Su huminėmis rūgštimis ir Si / <i>With humic acids and Si</i>	0,65*	0,96*	0,62
R _{0,05}		0,130	0,183	0,083
Chlorofilo a ir b suma, mg g ⁻¹ / <i>Sum of chlorophyll a and b, mg g⁻¹</i>				
1.	Be huminių rūgščių ir Si / <i>Without humic acids and Si</i>	2,20	2,73	2,29
2.	Su huminėmis rūgštimis ir Si / <i>With humic acids and Si</i>	2,79*	3,49*	2,55
R _{0,05}		0,429	0,672	0,389
Karotinoidai, mg g ⁻¹ / <i>Carotenoids, mg g⁻¹</i>				
1.	Be huminių rūgščių ir Si / <i>Without humic acids and Si</i>	0,75	0,77	0,75
2.	Su huminėmis rūgštimis ir Si / <i>With humic acids and Si</i>	0,83*	0,84	0,77
R _{0,05}		0,067	0,079	0,181
Bendras pigmentų kiekis, mg g ⁻¹ / <i>Total pigment content, mg g⁻¹</i>				
1.	Be huminių rūgščių ir Si / <i>Without humic acids and Si</i>	2,94	3,50	3,04
2.	Su huminėmis rūgštimis ir Si / <i>With humic acids and Si</i>	3,62*	4,33*	3,33
R _{0,05}		0,492	0,662	0,864
Chlorofilo a ir b santykis / <i>Ratio of chlorophyll a to b</i>				
1.	Be huminių rūgščių ir Si / <i>Without humic acids and Si</i>	3,40	2,89	3,17
2.	Su huminėmis rūgštimis ir Si / <i>With humic acids and Si</i>	3,28	2,26*	3,08
R _{0,05}		0,278	0,118	0,175

Pastaba. * – esminiai skirtumai 95 proc. tikimybės lygiui. R_{0,05} – mažiausias esminis skirtumas.

Note.* – significant differences in 95 percent. for the probability level. R_{0,05} – least significant difference.

Lokaliai įterptos trąšos su huminėmis rūgštimis ir siliciu turėjo tendenciją didinti chlorofilo a ir b kieki vasarinių rapsų lapuose ankštųjų tarpsnyje. Skrotelės ir ankštųjų formavimosi tarpsniuose vasarinių rapsų, tręštų trąšomis su huminėmis rūgštimis ir siliciu, lapuose chlorofilo a ir b santykis buvo artimesnis 3 nei šis santykis lapuose rapsų, tręštų trąšomis be huminių rūgščių ir silicio. Chlorofilo b kiekis vasarinių rapsų lapuose skrotelės ir butonizacijos tarpsniuose nustatytas esmingai didesnis jų tręšimui panaudojus trąšas su huminėmis rūgštimis ir siliciu. Naudojant trąšas su huminėmis rūgštimis ir siliciu taip pat buvo nustatytas didesnis ir karotinoidų kiekis vasarinių rapsų lapuose skrotelės tarpsnyje – 0,83 mg g⁻¹ ir tai buvo esmingai (10,7 proc.) daugiau, lyginant su karotinoidų kiekiu vasarinių rapsų lapuose, kurie buvo auginti be huminių rūgščių ir silicio. Trąšos su huminėmis rūgštimis ir siliciu turėjo tendenciją didinti karotinoidų kiekį vasarinių rapsų lapuose butonizacijos ir ankštųjų formavimosi tarpsniuose. Bendras pigmentų kiekis vasarinių rapsų lapuose esmingai didesnis nustatytas skrotelės ir butonizacijos tarpsniuose, kur rapsų auginimo technologijoje buvo panaudotos trąšos su huminėmis rūgštimis ir siliciu. Vasarinius rapsus lokaliai patręšus trąšomis su huminėmis rūgštimis ir siliciu, vasarinių rapsų derlingumas buvo 2,58 t ha⁻¹, ir tai buvo esmingai – 43,3 proc. daugiau už vasarinių rapsų derlingumą, augintų tręšiant trąšomis be huminių rūgščių ir silicio (1 pav.). Trąšos su huminėmis rūgštimis ir siliciu vasarinių kviečių derlingumui įtakos neturėjo, lyginant su vasarinių kviečių derlingumu, kurie buvo auginti be huminių rūgščių ir silicio.



Pastaba. Esminio skirtumo ribos: vasarinių kviečių grūdų $R_{0,05} = 0,578$, vasarinių rapsų sėklų $R_{0,05} = 0,567$. Be HR ir Si – trąšos be huminių rūgščių ir silicio, Su HR ir Si – trąšos su huminėmis rūgštimis ir siliciu.

Note. Limits of significant difference: for spring wheat grain $R_{0,05} = 0.578$, spring rapeseed $R_{0,05} = 0.567$. Without HR and Si – fertilizers without humic acids and silicon, With HR and Si – fertilizers with humic acids and silicon

1 pav. Skirtingai tręštų vasarinių kviečių ir vasarinių rapsų derlingumas

Fig 1. The productivity of differently fertilized spring wheat and spring rapeseed

Išvados

1. Trąšos su huminėmis rūgštimis ir siliciu esmingai didino chlorofilo a, b ir bendrąjį pigmentų kiekį vasarinių kviečių lapuose žydėjimo ir pieninės brandos tarpsniuose. Trąšų praturtinimas huminėmis rūgštimis ir siliciu neturėjo esminės įtakos karotinoidų kiekiui vasarinių kviečių lapuose tirtuose augimo tarpsniuose.

2. Chlorofilo a, b ir bendrasis pigmentų kiekis vasarinių rapsų lapuose skrotelės ir butonizacijos tarpsniuose buvo esmingai didesnis panaudojus trąšas su huminėmis rūgštimis ir siliciu. Chlorofilo a ir b santykis, naudojant trąšas su huminėmis rūgštimis ir siliciu, artimesnis 3 ? nustatytas skrotelės ir ankštųjų vystymosi tarpsniuose.

3. Panaudojus trąšas su huminėmis rūgštimis ir siliciu, vasarinių rapsų derlingumas buvo esmingai (1,48 karto) didesnis už derlingumą vasarinių rapsų, kurie buvo tręšti trąšomis be huminių rūgščių ir silicio. Trąšų praturtinimas huminėmis rūgštimis ir siliciu vasarinių kviečių derlingumui įtakos neturėjo.

Literatūra

1. Baweja P., Kumar S., Kumar G. 2020. Fertilizers and Pesticides: Their Impact on Soil Health and Environment. *Soil Health*, Vol. 52, P. 127–129.
2. Brannon C. A., Sommers L. E. 2017. Preparation and characterization of model humic polymers containing organic phosphorus. *Soil Biology & Biochemistry*, Vol. 17, p. 213–219.
3. Del Caro A., Vacca V., Poiana M., Fenu P., Piga A. 2006. Influence of technology, storage and exposure on components of extra virgin olive oil (Bosana cv) from whole and de-stoned fruits. *Food Chemistry*, Vol. 98(2), p. 311–316.
4. Europos komisija. Europos žaliasis kursas. 2020 m. Prieiga per internetą: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_it (žiūrėta 2023-02-12).
5. Marschner H. 1995. *Mineral nutrition of higher plants*. 2nd edn., Horst Marschner, ISBN: 9780080571874.
6. Pahalvi H. N., Rafiya L., Rashid S., Nisar B., Azra N. 2021. Kamili Chemical Fertilizers and Their Impact on Soil Health. *Microbiota and Biofertilizers*, Vol. 2, p. 1–20.
7. Raudonius S. 2009. *Mokslinių tyrimų metodika*. 119 p.
8. White P. J., Brown P. 2010. Plant nutrition for sustainable development and global health. *Annals of Botany*, Vol. 105(7), p. 1073–1080.

IMPACT OF MINERAL ELEMENTS AND HUMIC ACIDS ON SPRING WHEAT AND SPRING OILSEED RAPE AGROCENOSES

Summary

A study was conducted to assess the influence of mineral elements and humic acids on the amount of photosynthetic pigments in spring wheat and spring oilseed rape leaves. Field experiments were conducted in 2022 from april to september at the VDU Agricultural Academy Test Station. Spring wheat and spring oilseed rape were locally

fertilized with different fertilizers. The content of chlorophylls *a*, *b* and carotenoids in the green mass of spring wheat and oilseed rape leaves was determined by the spectrophotometric method. Photosynthetic pigments were determined in the Soil and plant nutrition laboratory of the department of Agroecosystems and soil sciences of VDU ŽŮA. The optical density of the samples was measured based on the absorption of light at wavelengths of 440,5 nm, 662 nm, and 644 nm. Plant photosynthesis indicators were determined three times during the plant vegetation (in the spring wheat crop: at tillering, flowering and dairy maturity stages; in the summer oilseed rape crop: at rosette, buttonization and pod formation stages). The yield of summer plants was determined by a small-sized harvester Wintersteiger Delta (Wintersteiger, Austria) with a weighing and moisture detection system. Fertilizers with humic acids and silicon significantly increased the content of chlorophyll *a*, *b* and total pigments in spring wheat leaves during flowering and milky maturity stages. The amount of chlorophyll *a*, *b* and total pigments in the leaves of summer oilseed rape during the rosette and buttonization stages was significantly higher after the application of fertilizers with humic acids and silicon. After the application of fertilizers with humic acids and silicon, the yield of spring rapeseed was significantly – 1.48 times higher than the yield of spring rapeseed, which was fertilized with fertilizers without humic acids and silicon.

Keywords: humic acids, silicon, photosynthetic pigments.