

## AMINORŪGŠČIŲ POVEIKIS ŽIEMINIŲ KVIEČIŲ VYSTYMUISI ORGANOGENEZĖS I–III TARPSNIAIS

Irena PRANCKIETIENĖ<sup>1</sup>, Gvidas ŠIDLAUSKAS<sup>1</sup>, Viktoras PRANCKIETIS<sup>1</sup>,  
Rūta DROMANTIENĖ<sup>1</sup>, Liudmila TRIPOLSKAJA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Lietuvos žemės ūkio universitetas  
Studentų g. 11, Akademija, Kauno r. sav.  
El. paštas: da@lzuu.lt

<sup>2</sup>Lietuvos žemdirbystės institutas  
Žalioji a. 2, Vilnius  
El. paštas: Liudmila.tripolskaja@voke.lzi.lt

### Santrauka

2007 m. Lietuvos žemės ūkio universitete atlikti tyrimai, siekiant įvertinti aminorūgščių įvairių koncentracijų tirpalo poveikį žieminių kviečių daigumui, morfometriniams ir fotosintezės pigmentams organogenezės I–III tarpsniais. Nustatyta, kad žieminių kviečių sėklas apipurškus aminorūgščių 0,025–0,01 % koncentracijų tirpalu, jų daigumas, dygimo energija ir koleoptilės ilgis iš esmės nepakito. Teigiamą aminorūgščių įtaką šaknų ląstelių mitotiniam indeksui ir šaknų išsivystymui (ilgiui) nustatyta panaudojus 0,025 % koncentracijos tirpalą, lapų asimiliaciniam plotui – 0,05–0,1 %. Aminorūgščių 0,5 % koncentracijos tirpalas blokavo koleoptilės augimą, vegetatyvinės dalies ir lapų asimiliacinio ploto didėjimą, o 0,1–0,5 % koncentracijų – mažino ląstelių dalijimosi greitį.

Reikšminiai žodžiai: sėklos, daigumas, mitotinis indeksas, lapų asimiliacinis plotas, chlorofilas *a* ir *b*, karotenoidai.

### Įvadas

Aminorūgštys yra augalų hormonų pirmtakai. Jos veikia ir kaip biogeninis augimo reguliatorius – daro įtaką augalų maisto medžiagų, kvėpavimo, fotosintezės, vandens apytakos procesams, padidina askorbo rūgšties koncentraciją, pagreitina baltymų sintezę /Meijer, 2003/. Nuo aspargo ir glutamo rūgščių kiekio augaluose priklauso azoto pasisavinimo per šaknis intensyvumas /Nikiforova, Bielecka, 2006/. Šių medžiagų teigiama įtaka augalams gali būti sąlygojama ir to, kad juose aminorūgštys sudaro chelatininius junginius su mineraliniais elementais, ypač mikroelementais ir ultramikroelementais, dalyvaujančiais pernešant elektronus tarp katalitiškai aktyvių baltymų. Nustatyta, kad dėl aminorūgščių poveikio sutrumpėja derliaus brendimo laikas, suaktyvėja chlorofilų funkcija, derliuje padidėja svarbių aminorūgščių – lizino, treonino ir triptofano – bei cukrų kiekis /Azevedo et al., 2006/. Aminorūgščių sorbcija nepriklauso nuo chlorofilo funkcijos, todėl augalai jas gali pasisavinti tiesiogiai ir taip sutaupyti energijos. Dėl aminorūgščių poveikio greičiau ir gausiau vystosi šaknų sistema, pagerėja augalų mityba ir suaktyvinamas antžeminės dalies augimas. Dėl jų įtakos keičiasi ir

fosforo apytaka, pasireiškianti fosfoorganinių junginių, dalyvaujančių energijos transformacijos procesuose, padidėjimu /Mäkelä et al., 1996; Nikiforova, Bielecka, 2006/.

Siekiant žieminių kviečių produktyvumo padidėjimo, jau pirmaisiais organogenezės tarpsniais būtina optimizuoti augalų vystymosi sąlygas. Tyrimų metu nustatyta, kad dygstant sėkloms gemalas tiesiogiai nenaudoja rezervinių maisto medžiagų (baltymų ir kitų junginių). Brinkimo metu sėklose prasideda šių medžiagų virtimas paprastesnėmis (aminorūgštimis, angliavandeniais), kurios naudojamos naujoms augančio gemalo ląstelėms sudaryti /Stašauskaitė, 1995/.

Hipotezė – sėklų apipurškimas aminorūgštimis pagreitintų jų brinkimą, aminorūgščių patekimą į gemalo organus ir daigų augančias dalis, suaktyvintų ląstelių dalijimąsi, augalų augimą bei vystymąsi.

Tyrimų tikslas – įvertinti aminorūgščių išorinį poveikį žieminių kviečių morfometriniams rodikliams ir fotosintezės pigmentams organogenezės I–III tarpsniais.

### Sąlygos ir metodai

Lietuvos žemės ūkio universitete atlikti laboratoriniai ir vegetaciniai tyrimai, siekiant nustatyti aminorūgščių įvairių koncentracijų tirpalo poveikį žieminių kviečių sėklų dygimo energijai, daigumui, augalų morfometriniams ir fotosintezės pigmentams I–III organogenezės tarpsniais (pagal F. Kupermaną).

Laboratorinių bandymų metu žieminių kviečių veislės 'Baltimor' sėklos prieš daiginimą apipurkštos vandeniu (kontrolinis variantas) ir aminorūgščių 0,025, 0,05, 0,1 bei 0,5 % koncentracijų tirpalu. Sėklos daigintos Petri lėkštelėse po 25 vnt., šešiais pakartojimais. Po 72 val. (3 d.) nustatyta sėklų dygimo energija, po 168 val. (7 d.) – daigumas, koleoptilės ilgis, mitotinis indeksas. Sudygusios sėklos 8 dieną perkeltos į vegetacinius indus su durpių substratu, kurio pH – 6,2, azoto – 170 mg l<sup>-1</sup>, jodriųjų P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 120 ir K<sub>2</sub>O – 150 mg l<sup>-1</sup>. Vegetaciniuose induose augalai auginti 6 savaites. Kas 7 dienos nustatytas žieminių kviečių aukštis, šaknų ilgis (vertinta pagal ilgiausią šaknį), chlorofilo *a* ir *b*, karotenoidų kiekis, lapų asimiliacinis plotas. Vegetacinių bandymų metu tomis pačiomis dienomis, kai buvo fiksuojama augalų augimo dinamika, lapuose nustatytas chlorofilo *a* ir *b* bei karotenoidų kiekis.

Mitotiniam indeksui nustatyti žieminių kviečių sėklos 72 val. daigintos termostate +25–26 °C temperatūroje. Citologinei analizei paimtos žieminių kviečių apie 15 mm ilgio šaknelės. Jos fiksuotos pakeistu Karnua fiksatatoriumi ir laikytos 1 parą, po to nuplautos 45 % acto rūgštimi, nudažytos acetokarmino dažais ir vėl nuplautos rūgštimi, perkeltos ant stiklelio, nusausintos filtriniu popieriumi, užlašinta chloralhidrato. Gaminant laikinus išspausčius preparatus, 10 matymo laukų stebėtos ir skaičiuotos mitozės būklės ląstelės. Mitotinis indeksas (MI) nustatytas pagal formulę (promilėmis, ‰):

$$MI = \frac{M}{N} \times 100, \text{ kai } M - \text{mitozių skaičius, } N - \text{ląstelių skaičius dalijimosi srityje}$$

/Абрамов, Карлинский, 1979/.

Chlorofilo ir karotenoidų kiekis lapuose nustatytas pagal Wettsteino metodiką /Гавриленко и др., 1975/ spektrofotometru (100 % acetono ištraukoje), esant tokiems bangos ilgiams: chlorofilas *a* – 622 nm, chlorofilas *b* – 644 nm, karotenoidai – 440 nm.

Pigmentų koncentracija ( $\text{mg l}^{-1}$ ) apskaičiuota pagal formules:

$$\begin{aligned} C_a &= 9,784 D_{662} - 0,99 D_{644}, & C_b &= 21,426 D_{644} - 4,650 D_{662}, \\ C_a + C_b &= 5,134 D_{622} + 20,436 D_{644}, & C_{\text{kar.}} &= 4,695 D_{440,5} - 0,268 (C_a + C_b), \end{aligned}$$

kai  $C_a$  – chlorofilo *a* koncentracija,  $C_b$  – chlorofilo *b* koncentracija  $\text{mg l}^{-1}$ ,  $C_{\text{kar.}}$  – karotenoidų koncentracija  $\text{mg l}^{-1}$ ,  $D$  – bandymo metu gauti optinio tankio duomenys, esant nurodytiems bangos ilgiams, koeficientai – chlorofilo sugėrimo koeficientai, esant tam tikram bangos ilgiui.

Pigmentų kiekis ( $\text{mg g}^{-1}$ ) apskaičiuotas pagal formulę:

$X = CV 100/n * 1000$ , kai  $C$  – pigmentų koncentracija  $\text{mg l}^{-1}$ ,  $V$  – pigmentų ištraukos tūris ml (ekstrakto kiekis ml),  $n$  – analizuojamo bandinio masė.

Žieminių kviečių aukštis, šaknų ir koleoptilės ilgis nustatytas matavimo juosta, lapų asimiliacinis plotas – *Rootedge* kompiuterine programa /Kaspar, Ewing, 1997/, dygimo energija ir daigumas – pagal literatūroje pateiktą metodiką /Stašauskaitė, 1995/.

Laboratorinių ir vegetacinių bandymų duomenys įvertinti vieno veiksnio dispersinės analizės ir koreliacinės bei regresinės analizės metodais, taikant kompiuterinių programų paketus *Selekcija* /Tarakanovas, Raudonius, 2003/ ir *Statistica* /Hill, Levicki, 2005/.

Žieminių kviečių grūdams apipurkšti naudoto aminorūgščių produkto kokybinė sudėtis ( $\text{g kg}^{-1}$ ): aspargo (40,7), treonino (21,51), serino (60,91), glutamo (37,78), glicino (35,49), alanino (24,60), valino (28,68), metionino (4,10), izoleucino (18,24), leucino (40,56), tirozino (1,83), fenilalanino (25,38), histidino (1,63), lizino (2,77) ir arginino (33,27) rūgštys.

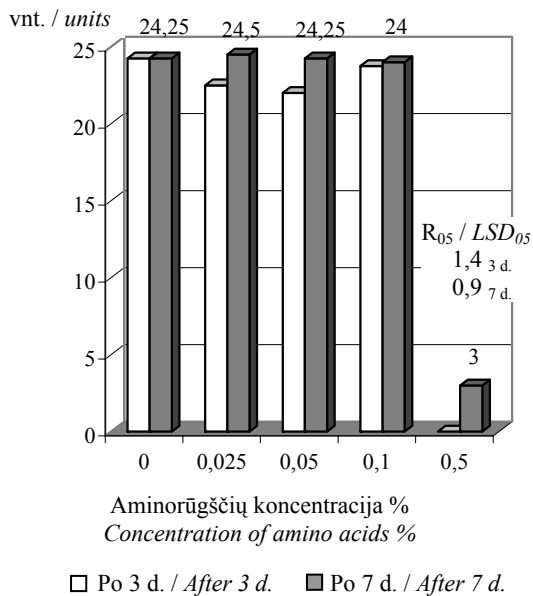
## Rezultatai ir jų aptarimas

Augalų pasėlio produktyvumą lemia glaudžiai susiję augimo bei vystymosi procesai, kurių metu keičiasi augalų fotosintezės bei kvėpavimo intensyvumas, lapų paviršiaus plotas, fotosintetinis potencialas, fotosintezės produktyvumas ir kiti rodikliai. Produktyvumo formavimosi prielaidos atsiranda pirmaisiais augalų organogenezės tarpsniais, todėl jų suaktyvinimas yra vienas iš augalų produktyvumą lemiančių veiksnių.

Grūdų dygimo metu vienas svarbiausių veiksnių yra vanduo, todėl natūraliomis sąlygomis brinkimą dažnai stabdo nepakankamas dirvožemio drėgnis. Brinkimo intensyvumas priklauso ir nuo sėklų cheminės sudėties, jų vandens potencialo, luobelės laidumo vandeniui. Bandymais nustatyta, kad sėklos, sudrėkintos mikroelementų tirpalais, augimo stimulatoriais, inhibitoriais ir kt., greičiau brinksta, padidėja jų geba siurbti iš aplinkos vandenį, suaktyvinama fermentų veikla ir kiti procesai, galintys nulemti dygimo bei daigų augimo paspartėjimą /Stašauskaitė, 1995/. E. Jakienės ir kt. (2003) tyrimų duomenimis, sėklų dygimą stimuliuoja augalų vegetacijos pradžioje panaudoti augimo regulatoriai. Nustatyta, kad prieš sėją cukrinių runkelių sėklas sausai apvėlus augimo regulatoriais, jų daigumas padidėja vidutiniškai 5–10 %. Kiti autoriai patvirtino teigiamą augimo regulatorių įtaką pievinių miglių sėklų dygimui panaudojus  $90 \text{ mg l}^{-1}$  koncentracijos tirpalą /Klimas ir kt., 2008/. Tyrinėjant, kaip aminorūgščių 0,025–0,5 % koncentracijų tirpalas veikia žieminių kviečių sėklų daigumą, atlikti laboratoriniai tyrimai, kurių metu išanalizuoti dygimo energijos ir daigumo duomenys leidžia teigti, kad amino-

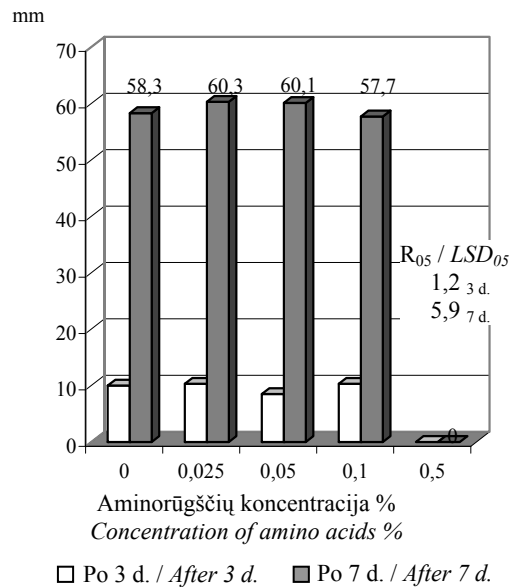
rūgščių 0,025–0,1 % koncentracijų tirpalas esminės teigiamos įtakos dygimo energijai ir daigumui neturėjo. Po 7 dienų, panaudojus 0,025 % koncentracijos tirpalą, sudygsusių sėklų buvo 1,03 % daugiau, palyginti su kontroliniu variantu, o aminorūgščių 0,05–0,01 % koncentracijų tirpalas dygimo procesą nežymiai sulėtino. Aminorūgščių 0,5 % koncentracijos tirpalas veikė toksiškai – sėklų daigumas buvo tik 8 % (1 pav.). Tikėtina, kad tai galėjo lemti bandymo metu naudotų rūgščių sudėtyje esanti metionino rūgštis ir didelė tirpalo koncentracija. Toksišką didelės koncentracijos tirpalo poveikį sėklų daigumui nustatė ir Kubanės žemės ūkio universiteto mokslininkai /Сонде и др., 2006/. Kitų mokslininkų tyrimai parodė, kad didžiausią neigiamą įtaką augalai patiria tada, kai aplinkos veiksniai pasikeičia staiga, sukeldami stiprų stresą /Walter, Shurr, 2005/.

Aminorūgščių įtaka žieminių kviečių koleoptilės ilgiui naudojant 0,025–0,01 % koncentracijų tirpalą (2 pav.) buvo neesminė, o 0,5 % koncentracijos tirpalas blokavo sėklų dygimą ir koleoptilės augimą.



**1 paveikslas.** Aminorūgščių įvairių koncentracijų tirpalo įtaka žieminių kviečių sėklų dygimo energijai ir daigumui

**Figure 1.** The effect of different concentrations of amino acids on winter wheat seed germinating power and germination



**2 paveikslas.** Aminorūgščių įvairių koncentracijų tirpalo įtaka žieminių kviečių sėklų koleoptilių ilgiui

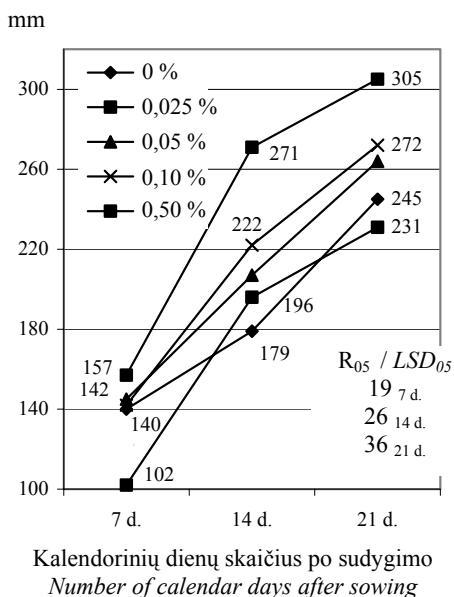
**Figure 2.** The effect of different concentrations of amino acids on the coleoptile length of winter wheat seed

Šio bandymo rezultatai parodė, kad aminorūgščių poveikis augalų vystymuisi labiau išryškėjo antruoju juvenalinio periodo tarpsniu, t. y. formuojantis žieminių kviečių vegetatyviniams organams. Įvertinus aminorūgščių įtaką žieminių kviečių šaknų augimui nustatyta, kad vegetaciniuose induose po 7 d. augimo iš esmės (38 mm) trumpesnes šaknis, palyginti su kontroliniais augalais, išaugino sėklos, apipurkštos amino-

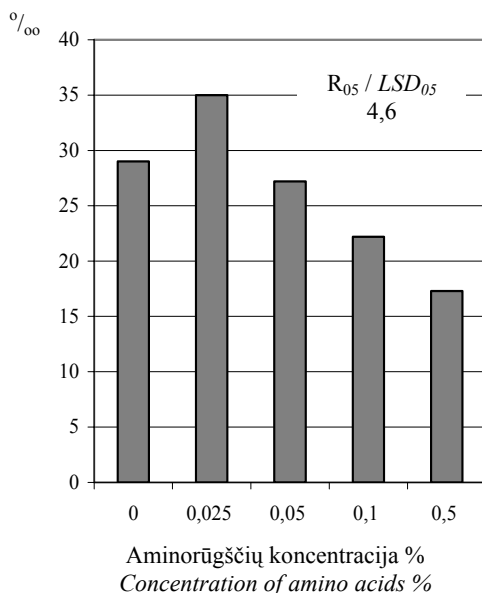
rūgščių 0,5 % koncentracijos tirpalu. Kitokios koncentracijos aminorūgščių tirpalo įtaka šaknų ilgiui nebuvo žymi. Po 14 d. išryškėjo teigiama aminorūgščių 0,025, 0,05 ir 0,1 % koncentracijų tirpalo įtaka. Augalai, kurių sėklos buvo apipurkštos minėtų koncentracijų tirpalu, suformavo iš esmės ilgesnes (atitinkamai 92, 28 ir 45 mm) šaknis, palyginti su kontrolinių augalų. Be to, aminorūgščių 0,5 % koncentracijos tirpalo toksiškas poveikis, kuris buvo akivaizdus po 7 d., sumažėjo, ir po 14 d. augimo šaknų ilgis iš esmės nesiskyrė nuo kontrolinių augalų. Po 7, 14 ir 21 d. ilgiausias šaknis (305 mm) išaugino žieminiai kviečiai, kurių grūdai buvo apipurkšti aminorūgščių 0,025 % koncentracijos tirpalu. Palyginti su kontrolinių augalų šaknimis, nustatytas esminis (60 mm) jų pailgėjimas. Aminorūgščių 0,05 ir 0,1 % koncentracijų tirpalai šaknų vystymąsi skatino, tačiau neesmingai. Teigiamą augalų augimo reguliatorių įtaką šaknų vystymuisi nustatė E. Steenas (1991) ir A. Rajala (2001) su bendraautorais, tačiau jie kitaip susiejo šaknų išsivystymą su grūdų derliumi. E. Jakienės ir kt. (2007) duomenimis, dideliu fiziologiniu aktyvumu pasižymėjo augimo reguliatorių stilitų 90 mg l<sup>-1</sup> koncentracijos tirpalai. Jais sudrėkinti miežių daigai išaugino 3–5 cm ilgesnes šaknis. Analogiški duomenys gauti ir atlikus bandymus su cukriniais runkeliais /Jakienė, Venskutonis, 2002/. Slopinamuoju poveikiu pasižymėjo 0,5 % koncentracijos tirpalas (3 pav.). Palyginti su kontrolinių augalų šaknimis, sėklas paveikus 0,5 % koncentracijos tirpalu, augalų šaknys nebuvo iš esmės (14 mm) trumpesnės, tačiau buvo iš esmės (74 mm) trumpesnės, palyginti su paveiktų 0,025 % koncentracijos tirpalu. Kitų tyrėjų duomenimis, optimali tirpalo koncentracija, naudotina sėkloms drėkinti, yra 0,009–0,01 %, o purškiant lapus – 0,05 % /Jakienė, Venskutonis, 2002/. Šio bandymo metu nustatytas vidutinis, nors ir neesminis, koreliacinis ryšys tarp aminorūgščių koncentracijos ir šaknų ilgio (7 pav.).

Tyrimo metu įvertinta aminorūgščių įtaka šaknų ląstelių dalijimuisi ir apskaičiuotas mitotinis indeksas, nes šaknų bei augalų augimo intensyvumas daugiausia priklauso nuo ląstelių dalijimosi ir tūsimosios procesų. Tyrimo duomenimis, ląstelės intensyviausiai dalijosi grūdus apipurškus 0,025 % koncentracijos tirpalu, mitotinis indeksas – 35 ‰ (4 pav.). Pakartojimų metu labai nevienodas ląstelių dalijimosi intensyvumas nustatytas šaknelėse augalų, kurių sėklos buvo apdorotos 0,5 % koncentracijos tirpalu. Aminorūgščių koncentracijai didėjant nuo 0,05 iki 0,5 %, ląstelių dalijimosi greitis mažėjo. Minėtų rodiklių priklausomybė aprašoma kvadratine lygtimi, kuri galioja  $0 \leq x < 0,5$  intervale (5 pav.).

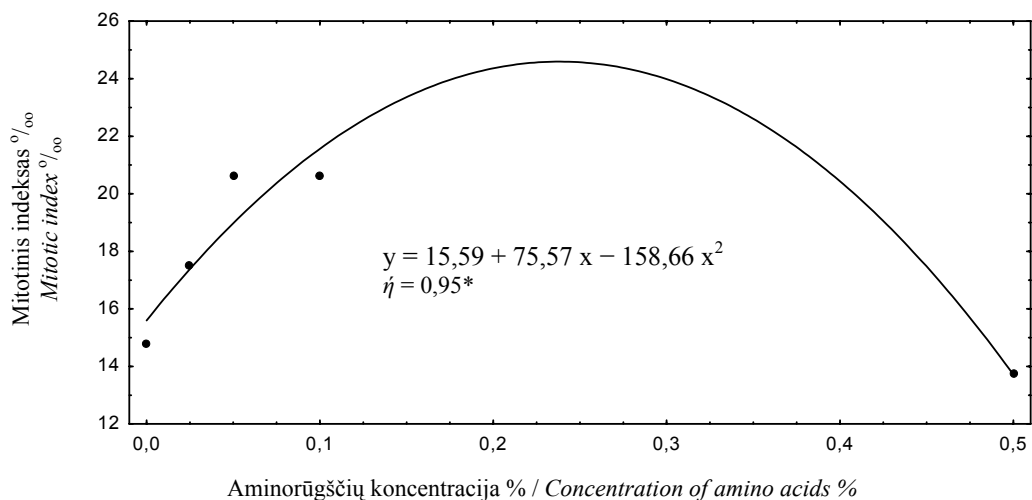
Įvertinus augalų antžeminės dalies augimo dinamiką nustatyta, kad po 7 d. vegetaciniuose induose intensyviausiai augo žieminiai kviečiai, kurių sėklos buvo apipurkštos aminorūgščių 0,1 % koncentracijos tirpalu. Jų aukštis buvo 137 mm, tačiau esminio skirtumo nenustatyta, palyginti su kontroliniais augalais. Esminių skirtumų nebuvo ir sėklas apipurškus 0,025 bei 0,05 % koncentracijų tirpalu. Šiuo laikotarpiu augalų augimą slopino 0,5 % koncentracijos tirpalas – jo paveikti augalai buvo 40 % žemesni, palyginti su aukščiausiais (6 pav.). Po 14 d. esminių poveikį žieminių kviečių aukščiui turėjo aminorūgščių 0,025, 0,05 bei 0,5 % koncentracijų tirpalas: augalai buvo atitinkamai 26, 22 bei 29 cm aukštesni, palyginti su kontroliniais. Po pasodinimo praėjus 35 d., įvairių koncentracijų tirpalo įtaka žieminiams kviečiams išliko tokia pat, kaip ir po 7 dienų. Augimą nežymiai skatino 0,1 %, o iš esmės (55 mm) slopino 0,5 % koncentracijos tirpalas.



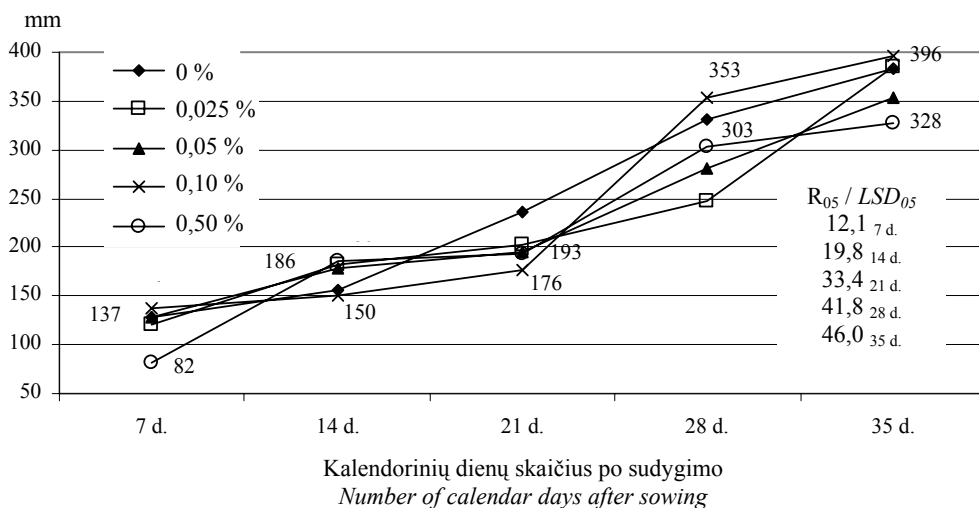
**3 paveikslas.** Aminorūgščių įvairių koncentracijų tirpalo įtaka žieminių kviečių šaknų augimo dinamikai  
**Figure 3.** The effect of different concentrations of amino acids on winter wheat root growth rate



**4 paveikslas.** Aminorūgščių įvairių koncentracijų tirpalo įtaka žieminių kviečių mitotiniam indeksui  
**Figure 4.** The effect of different concentrations of amino acids on winter wheat mitotic index



**5 paveikslas.** Žieminių kviečių šaknų ląstelių mitotinio indekso ( $y, ‰$ ) priklausomumas nuo aminorūgščių tirpalo koncentracijos ( $x, ‰$ )  
**Figure 5.** Winter wheat root cell mitotic index ( $y, ‰$ ) in relation to amino acid concentration ( $x, ‰$ )

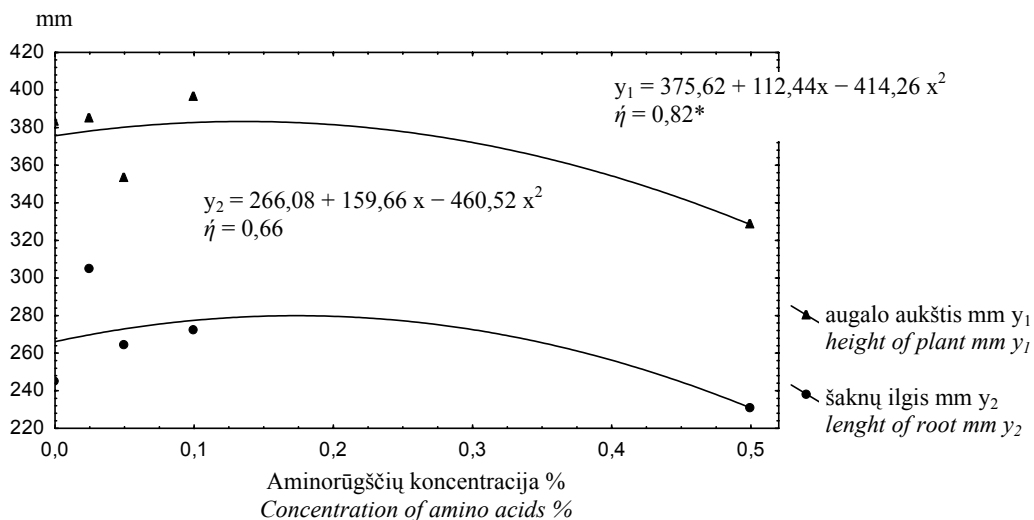


**6 paveikslas.** Aminorūgščių įvairių koncentracijų tirpalo įtaka žieminių kviečių augimo dinamikai

**Figure 6.** The effect of different concentrations of amino acids on winter wheat growth rate

Išanalizavus žieminių kviečių augimo dinamikos duomenis galima teigti, kad kontrolinių augalų augimas per 4 savaites kas 7 dienas didėjo tolygiai, o sėklas apipurškus aminorūgščių tirpalu jis kito labai nedėsniai. Pvz., panaudojus 0,5 % koncentracijos tirpalą, nuo 7 iki 14 augimo dienos žieminiai kviečiai užaugo 104 mm, per kitas 7 dienas – tik 7 mm, o nuo 21 iki 28 d. – 110 mm. Šiek tiek mažesnis žieminių kviečių prieaugio svyravimas nustatytas panaudojus mažesnės koncentracijos aminorūgščių tirpalą. Žieminių kviečių aukščio priklausomumas nuo aminorūgščių tirpalo koncentracijos yra stiprus ir esminis –  $\eta = 0,82^* 0 \leq x < 0,5$  intervale (7 pav.). Siekiant nustatyti, ar aminorūgštys, priklausomai nuo tirpalo koncentracijos, gali būti augimo stimulatoriai bei inhibitoriai ir kaip jos veikia derlių, bandymus būtina išplėsti ir susieti su derliumi bei jo kokybe. Tai aktualu, nes augalų aukštis neretai lemia pasėlio išgulimo mastą. Aukštesni augalai yra jautresni išgulimui, o derliaus nuėmimo metu tai sukelia papildomų problemų, padidina jo savikainą /Merkys ir kt., 1993/.

Teigiama augimo reguliatorių įtaka augalų antžeminės dalies augimui nustatyta sėkloms apvėlti panaudojus sintetinius augimo reguliatorius stilitus, kurių pagrindas yra  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  aminorūgštys. Autoriai teigia, kad šios medžiagos stimuliuoja cukrinių runkelių daigų augimą – dėl jų poveikio daigai užauga 0,50–1,40 cm aukštesni /Jakienė ir kt., 2003/. V. Šlapakauskas ir E. Kazlauskas (2003), palyginę stilitų trijų (0,025, 0,05 bei 0,1 %) koncentracijų tirpalo poveikį, nustatė, kad jis teigiamai veikė kukurūzų antžeminės dalies masę ir aukštį. Šiuos rodiklius stilitas-119 padidino esant 0,05 %, o stilitas-120 – 0,025 ir 0,25 % tirpalo koncentracijoms.



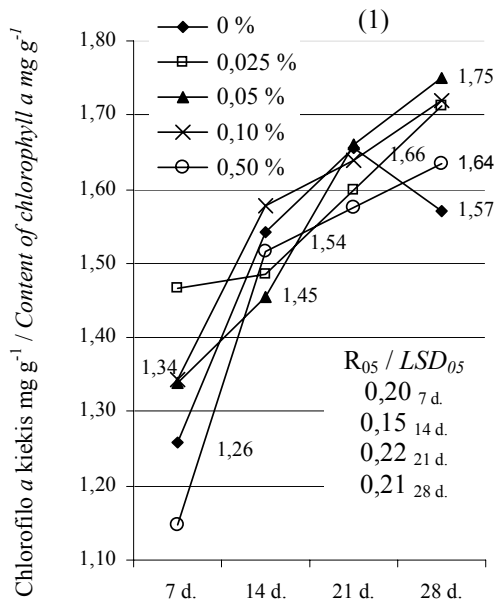
**7 paveikslas.** Žieminių kviečių augalų aukščio ir šaknų ilgio ( $y$ , cm) priklausomumas nuo aminorūgščių tirpalo koncentracijos ( $x$ , %)

**Figure 7.** Winter wheat height and root length ( $y$ , cm) in relation to amino acid concentration ( $x$ , %)

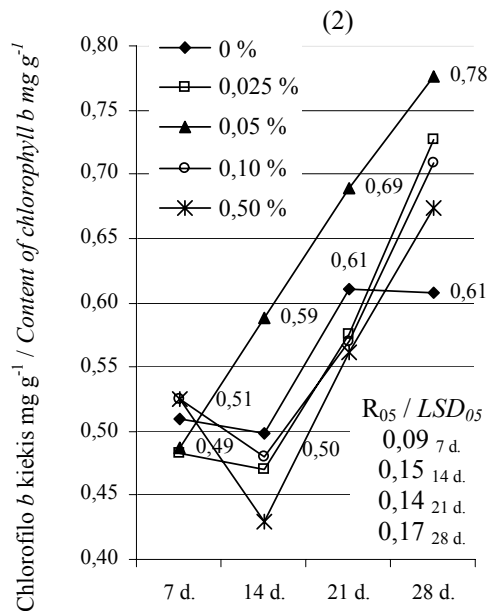
Pasėlio fotosintetinių rodiklių stebėjimas įgalina optimizuoti augalų auginimo technologinius procesus, o fotosintetinio mechanizmo veikla yra vienas iš trąšų efektyvumo rodiklių /Tarvydienė ir kt., 2004/. Be to, optimalus augalo fotosintetinių pigmentų kiekis ir jų santykis, ypač chlorofilo  $a$ , yra svarbus jo mitybos būklės rodiklis /Moran et al., 2000; Kopsell et al., 2004/. Atlikta daug tyrimų ir nustatytas priklausomumas tarp atskirų mineralinės mitybos elementų, sintetinių augimo reguliatorių ir chlorofilo bei fotosintezės intensyvumo. L. Novickienės ir A. Merkio (1998) tyrimų duomenimis, augimo reguliatoriai pratęsia augalų fiziologinį aktyvumą, nes lapuose padidėja chlorofilo, baltymų ir karotenoidų kiekis. O. Auškalnienės (2005) tyrimų duomenimis, augimo reguliatoriai turi įtakos chlorofilo kiekiui žieminių kviečių lapuose. Autorė nurodo, kad chlorofilo buvo daugiau visuose augimo reguliatoriais purkštuose augaluose nei nepurkštuose. V. Šlapausko (2003) bei E. Jakienės (2008) ir bendraautorių tyrimų duomenys taip pat patvirtina teigiamą augimo reguliatorių įtaką chlorofilo kiekiui lapuose. Tačiau yra mažai duomenų apie aminorūgščių išorinį poveikį per sėklas fotosintezei ir chlorofilo kiekiui. Tyrimo metu nustatyta, kad aminorūgštys turėjo įtakos chlorofilo  $a$  ir  $b$  kaupimuisi lapuose (8 pav.). Vidutiniais duomenimis, po grūdų apipurškimo aminorūgštimis praėjus 15 d. (arba 7 d. po sudygimo), mažiausias ( $1,15 \text{ mg g}^{-1}$ ) chlorofilo  $a$  kiekis lapuose ir mažiausias ( $2,21$ ) chlorofilo  $a$  ir  $b$  santykis nustatytas tuose augaluose, kurių sėklos apipurkštos  $0,5\%$  koncentracijos tirpalu (kontrolinių augalų chlorofilo  $a$  ir  $b$  santykis –  $2,47$ ). Optimalus chlorofilo  $a$  ir  $b$  santykis nustatytas žieminių kviečių lapuose, kurių sėklos apipurkštos  $0,025\%$  koncentracijos tirpalu (lapuose nustatytas didžiausias chlorofilo  $a$  kiekis, o chlorofilo  $a$  ir  $b$  santykis buvo didesnis nei  $3,03:1$ ). Tolesni tyrimai parodė, kad vėlesniais tarpsniais (po 21 ir 28 d.) žieminių kviečių lapuose šiek



tie daugiau chlorofilo *a* ir *b* buvo sėklas paveikus aminorūgščių didesnių koncentracijų, t. y. 0,05 ir 0,1 %, tirpalu. Nors nebuvo dėsningo ir žymaus, priklausomai nuo įvairių tirpalo koncentracijų, chlorofilo kiekio kitimo lapuose, tačiau po pasodinimo praėjus 21 d. kontrolinių augalų chlorofilo *b* kiekis nedidėjo, o chlorofilo *a* kiekis neesmingai ( $0,09 \text{ mg kg}^{-1}$ ) sumažėjo. Augalų, kurių sėklos apipurkštos aminorūgščių tirpalu, chlorofilo *a* ir *b* kiekis buvo iš esmės didesnis nei 21 dieną po pasodinimo. Atlikta koreliacinė bei regresinė analizė parodė, kad tarp chlorofilo *a* ir aminorūgščių tirpalo koncentracijos yra vidutinio stiprumo ir stipri koreliacija  $0 \leq x < 0,5$  intervale (9 pav.). Karotenoidų kiekis lapuose labai įvairavo, o priklausomumas nuo aminorūgščių tirpalo koncentracijos buvo silpnas ir neesminis. Atlikta koreliacinė bei regresinė analizė parodė, kad chlorofilo *a* ir *b* kiekio padidėjimas koreliavo su augalų aukščiu ( $r_a = 0,75^{**}$ ,  $r_b = 0,73^{**}$ ).



Kalendorinių dienų skaičius po sudygimo  
Number of calendar days after sowing



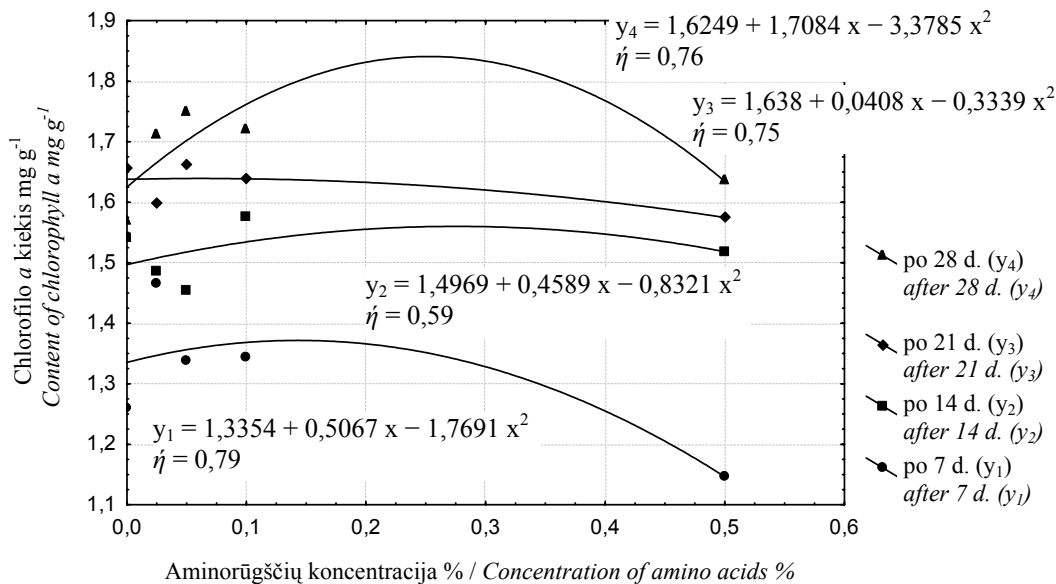
Kalendorinių dienų skaičius po sudygimo  
Number of calendar days after sowing

**8 paveikslas.** Chlorofilo *a* (1) ir *b* (2) kiekio kitimas žieminiuose kviečiuose, grūdus apipurškus įvairių koncentracijų aminorūgščių tirpalu

**Figure 8.** Variation of chlorophyll *a* (1) and *b* (2) contents in winter wheat as affected by grain treatment with different concentrations of amino acids

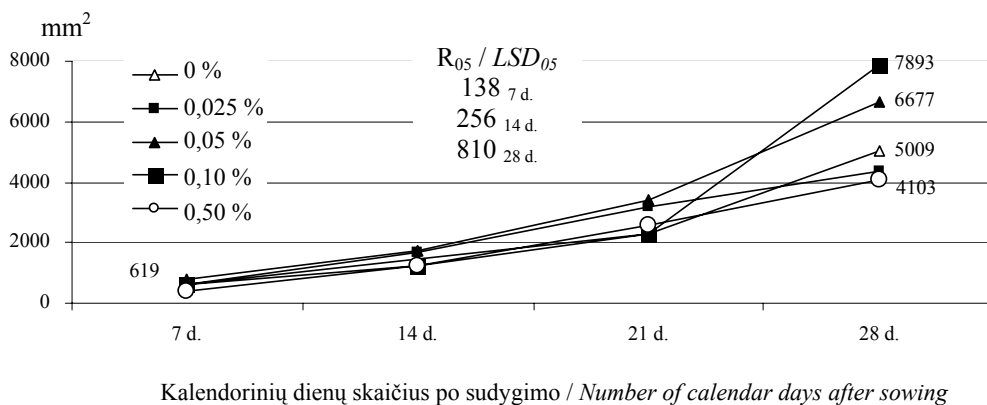
Tyrimai parodė, kad lapų asimiliacinį plotą padidino įvairių koncentracijų aminorūgščių tirpalas, prieš sėją išpurkštas ant sėklų. Šių rūgščių įtaka buvo nevienoda, jų poveikį vertinant praėjus 7 ir 28 d. po daigų pasodinimo į vegetacinius indus. Po 7 d. iš esmės didesnis lapų asimiliacinis plotas buvo augalų, kurių grūdai apipurkšti 0,05 %, o po 28 d. – 0,1 % koncentracijos tirpalu (10 pav.). Pastebėta tendencija, kad didesnės

koncentracijos aminorūgščių tirpalo, panaudoto sėkloms apipurkšti, teigiamas poveikis išryškėjo po ilgesnio laikotarpio.



**9 paveikslas.** Chlorofilo *a* ( $y$ ,  $\text{mg g}^{-1}$ ) kiekio priklausomumas nuo aminorūgščių tirpalo koncentracijos ( $x$ , %)

**Figure 9.** Chlorophyll *a* ( $y$ ,  $\text{mg g}^{-1}$ ) content in relation to amino acid concentration ( $x$ , %)

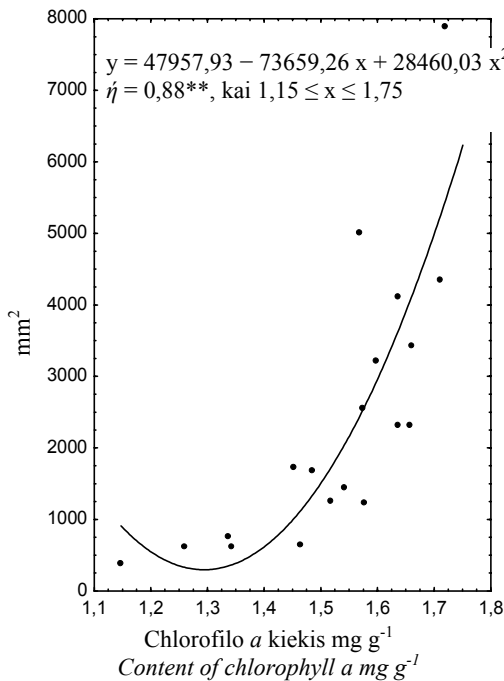


**10 paveikslas.** Žieminių kviečių lapų asimiliacinis plotas, grūdus apipurškus įvairių koncentracijų aminorūgščių tirpalu

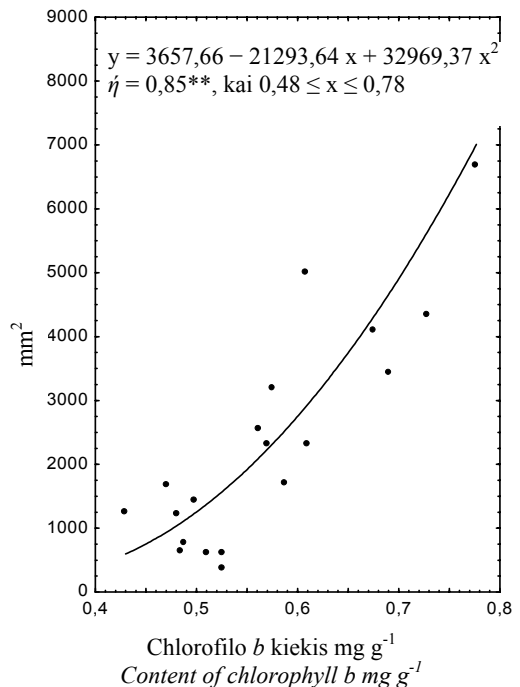
**Figure 10.** The winter wheat leaf assimilating area as affected by grain treatment with different concentrations of amino acids

Per visą augimo laikotarpį neigiamai veikė 0,5 % koncentracijos tirpalas – juo apipurkštų augalų lapų vidutinis asimiliacinis plotas buvo iš esmės ( $906 \text{ mm}^2$ ) mažesnis, palyginti su kontrolinių augalų. Tyrimai parodė, kad tarp lapų asimiliacinio ploto ir aminorūgščių koncentracijos yra stiprus ir esminis koreliacinis ryšys –  $r = 0,88^*$ . Analogiškus duomenis pateikia ir P. Peltonenas-Sainio (1999), tyrinėjęs sintetinius augimo reguliatorius. Didžiausia koncentracija, dar teigiamai veikianti žieminių kviečių lapų asimiliacinį plotą, yra 0,11 %, toliau didinant koncentraciją jų asimiliacinis plotas mažėja.

Didesnį žieminių kviečių lapų asimiliacinį plotą sąlygojo ir dėl aminorūgščių įtakos augaluose padidėjęs chlorofilo *a* ir *b* kiekis. Šių rodiklių koreliacinis ryšys yra stiprus ir esminis, esant 99 % tikimybės lygiui (11 ir 12 pav.).



**11 paveikslas.** Žieminių kviečių lapų asimiliacinio ploto ( $y$ ,  $\text{mm}^2$ ) priklausomumas nuo chlorofilo *a* kiekio ( $x$ ,  $\text{mg kg}^{-1}$ ) augale  
**Figure 11.** Winter wheat leaf assimilating area ( $y$ ,  $\text{mm}^2$ ) in relation to chlorophyll *a* content ( $x$ ,  $\text{mg kg}^{-1}$ ) per plant



**12 paveikslas.** Žieminių kviečių lapų asimiliacinio ploto ( $y$ ,  $\text{mm}^2$ ) priklausomumas nuo chlorofilo *b* kiekio ( $x$ ,  $\text{mg kg}^{-1}$ ) augale  
**Figure 12.** Winter wheat leaf assimilating area ( $y$ ,  $\text{mm}^2$ ) in relation to chlorophyll *b* content ( $x$ ,  $\text{mg kg}^{-1}$ ) per plant

## Išvados

1. Žieminių kviečių sėklų daigumui ir dygimo energijai išpurkštas ant sėklų aminorūgščių 0,025–0,1 % koncentracijų tirpalas esminės teigiamos įtakos neturėjo – dėl jo poveikio sėklų daigumas padidėjo 1,0 %. Sėklų daigumą ir koleoptilės augimą bloko 0,5 % koncentracijos tirpalas – daigumas sumažėjo 92 %.

2. Šaknų ląstelių dalijimasi aminorūgščių 0,025 % koncentracijos tirpalas 1/5 suintensyvino, o 0,1–0,5 % koncentracijos – iš esmės (23–40 %) sumažino.

3. Šaknų ilgiui po 7 augimo dienų aminorūgščių 0,025, 0,05 ir 0,1 % koncentracijų tirpalo įtaka nebuvo žymi, o žieminių kviečių, kurių sėklos apipurkštos 0,5 % koncentracijos tirpalu, šaknys buvo iš esmės (38 mm) trumpesnės, palyginti su kontrolinių augalų. Iš esmės ilgesnės šaknis po 14 (92 mm) ir 21 d. (92 mm) išaugino žieminiai kviečiai, kurių grūdai buvo apipurkšti 0,025 % koncentracijos tirpalu. Aminorūgščių 0,5 % koncentracijos tirpalo neigiama įtaka šaknų ilgiui po 14 ir 21 d. nenustatyta.

4. Žieminių kviečių aukščio kitimui išpurkštas ant sėklų aminorūgščių 0,025–0,1 % koncentracijos tirpalas 35 d. augimo laikotarpiu esminės įtakos neturėjo, o 0,5 % koncentracijos po 7, 21 ir 35 d. augalų augimą iš esmės slopino.

5. Žieminių kviečių lapuose, kurių sėklos buvo apipurkštos 0,025 % koncentracijos tirpalu, 7 dieną po sudygimo nustatytas iš esmės ( $0,21 \text{ mg g}^{-1}$ ) didesnis chlorofilo *a* kiekis. Vėlesniais tarpsniais, po 14, 21 ir 28 d., žieminių kviečių lapuose dėsningo ir žymaus, priklausomai nuo aminorūgščių tirpalo koncentracijos, chlorofilų *a* ir *b* kiekio kitimo nebuvo.

6. Įvairios aminorūgščių tirpalo koncentracijos nevienareikšmiai veikė žieminių kviečių lapų asimiliacinį plotą. Po 7 d. iš esmės didesnis žieminių kviečių lapų asimiliacinis plotas buvo augalų, kurių grūdai apipurkšti 0,05 %, o po 28 d. – 0,1 % koncentracijos tirpalu. Nustatyta, kad didžiausia aminorūgščių tirpalo koncentracija, kuri dar teigiamai veikia žieminių kviečių asimiliacinį plotą, yra 0,11 %.

Gauta 2009 03 20

Pasirašyta spaudai 2009 04 28

## LITERATŪRA

1. Auškalnienė O. Augalų augimo regulatoriaus Modus mišinių įtaka žieminių kviečių derliui ir jo struktūros elementams // Žemdirbystė-Agriculture. – 2005, t. 90, p. 48–60

2. Azevedo R. A., Lancien M., Lea P. J. The aspartic acid metabolic pathway, an exciting and essential pathway in plants // Amino Acids. – 2006, vol. 30, p. 143–162

3. Hill T., Levicki P. Statistics methods and applications. – USA, 2005. – 800 p.

4. Jakienė E., Venskutonis V. Augimo regulatorių stilitų įtaka cukrinių runkelių augimui ir šakniavaisių produktyvumui // Žemės ūkio mokslai. – 2002, t. 3, p. 26–31

5. Jakienė E., Venskutonis V., Mickevičius V. Growth regulators for sugar beets // Zemdirbyste-Agriculture. – 2007, vol. 94, No. 2, p. 3–17

6. Jakienė E., Venskutonis V., Mickevičius V., Sapijanskaitė B. Stilitų įtaka cukrinių runkelių šviesos absorbcijai, chlorofilų kaupimuisi ir produktyvumui // Žemės ūkio mokslai. – 2008, t. 15, p. 32–40

7. Jakienė E., Venskutonis V., Mickevičius V. Stilitai – augimo regulatoriai cukriniams runkeliams // Vagos: LŽŪU mokslo darbai. – 2003, Nr. 58 (11), p. 11–15

8. Kaspar T. C., Ewing R. P. Rootedge: software for measuring root length from desktop scanner images // *Agronomy Journal*. – 1997, No. 89, p. 932–940
9. Klimas E., Jakienė E., Beresnevičius J. Augimo reguliatorių Stilito-85 ir Penergetic-p įtaka žolių, skirtų vejoms, sėklų dygimui ir vystymuisi // *Vagos: LŽŪU mokslo darbai*. – 2008, Nr. 79 (32), p. 62–68
10. Kopsell D., A. Kopsell D. E., Lefsrud M. G. et al. Variation in lutein, *a*-carotene and chlorophyll concentrations among *Brassica oleracea* cultivars and seasons // *Scientia Horticulturae*. – 2004, vol. 39 (2), p. 361–364
11. Macnair M. R. The genetics of metal tolerance in vascular plants // *New Phytologist*. – 1993, No. 49, p. 541–559
12. Mäkelä P., Mantila J., Hinkkanen R. et al. Effect of foliar application of glycinebetaine on stress tolerance growth and yield of spring cereals and summer turnip rape in Finland // *Journal of Agronomy and Crop Science*. – 1996, vol. 176, No. 4, p. 223–234
13. Meijer A. J. Amino acids as regulators and components of nonproteinogenic pathways // *The Journal of Nutrition*. – 2003, vol. 39, p. 2057–2062
14. Merkys A., Miliuvienė L., Novickienė L. ir kt. Nauji augimo reguliatoriai ir jų fiziologinio aktyvumo įvertinimas // *Biologija*. – 1993, Nr. 4, p. 45–53
15. Moran J. A., Mitchell A. K., Goodmanson G., Stockburger K. A. Differentiation among effects of nitrogen fertilization treatments on conifer seedlings by foliar reflectance: a comparison of methods // *Tree Physiology*. – 2000, vol. 20, No. 16, p. 1113–1120
16. Nikiforova V. J., Bielecka M. Effect of sulfur availability on the integrity of amino acid biosynthesis in plants // *Amino Acids*. – 2006, vol. 30, p. 173–183
17. Novickienė L., Merkys A. Augimo reguliatorių panaudojimo galimybės kultūrinių augalų auginimo technologijose // *Augalinkystės ir bitininkystės dabartis ir ateitis*. – Akademija (Kauno r.), 1998, p. 334–344
18. Peltonen-Sainio P. Growth and special reference to source – sink interaction and productivity // *Crop Yield, Physiology and Processes*. – Berlin, 1999, p. 39–66
19. Rajala A., Peltonen-Sainio P. Plant growth regulator effects on spring cereal root and shoot growth // *Agronomy Journal*. – 2001, No. 93, p. 936–943
20. Stašauskaitė S. Augalų vystymosi fiziologija. – Vilnius, 1995, p. 15–22
21. Steen E., Wiunsche U. Root growth dynamics of barley and wheat in field trials after CCC applications // *Sweden Journal Agricultural Research*. – 1991, vol. 20, p. 57–62
22. Šlapauskas V., Kazlauskas E. Fiziologinis stilitų įtakos kukurūzams vertinimas // *Vagos: LŽŪU mokslo darbai*. – 2003, Nr. 60 (13), p. 22–29
23. Tarakanovas P., Raudonius S. Agronominių tyrimų duomenų statistinė analizė taikant kompiuterines programas *Anova, Stat, Split-plot* iš paketo *Selekcija* ir *Irristat*. – Akademija (Kėdainių r.), 2003. – 57 p.
24. Tarvydienė A., Duchovskis P., Šiuliauskas A. Skirtingų raudonųjų burokėlių (*Beta vulgaris* L. var. *conditiva*) morfotipų fotosintetinių rodiklių formavimosi dinamika įvairaus tankumo pasėlyje // *Vagos: LŽŪU mokslo darbai*. – 2004, Nr. 62 (15), p. 44–52
25. Walter A., Schurr U. Dynamics of leaf and root growth: endogenous control versus environmental impact // *Annals of Botany*. – 2005, vol. 95, p. 891–900
26. Абрамов З. В., Карлинский О. А. Практикум по генетике. – Ленинград, 1979. – 205 с.
27. Гавриленко Ф. О., Ладыгина М. Е., Хандобина Л. М. Большой практикум по физиологии растений. – Москва, 1975, с. 127–132
28. Сонде Т. А., Маслицев В. А., Барчукова А. Влияние режима орошения и доз азотного удобрения на всхожесть семян интенсивность роста проростков риса. – 2006. Internetе: <<http://www.agroxxi.ru/docs/10122006/10122006025.pdf>> [žiūrėta 2008 11 29]

## **THE EFFECT OF AMINO ACIDS ON WINTER WHEAT DEVELOPMENT AT THE ORGANOGENESIS STAGES I–III**

I. Pranckietienė<sup>1</sup>, G. Šidlauskas<sup>1</sup>, V. Pranckietis<sup>1</sup>, R. Dromantienė<sup>1</sup>, L. Tripolskaja<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Lithuanian University of Agriculture

<sup>2</sup>Lithuanian Institute of Agriculture

### **S u m m a r y**

In 2007, experiments were conducted at the Lithuanian University of Agriculture with a view to estimating the effects of different concentrations of amino acids on winter wheat germination, morphometric and photosynthetic pigments at organogenesis stages I–III. Winter wheat seed spray application with amino acid solution concentrations of 0.025–0.01% did not exhibit any significant changes in winter wheat seed germination, germinating power, and coleoptile length. Positive impact of amino acids on root cell mitotic index and root development (length) was identified having used 0.025% of solution, on leaf assimilating surface – 0.05–0.1% concentration. The 0.5% amino acid solution inhibited coleoptile growth as well as the increase of vegetative part and leaf assimilating area. Cell division rate was inhibited by 0.1–0.5% concentrations of the solution.

Key words: seeds, germination, mitotic index, leaf assimilating area, chlorophyll *a* and *b*, carotene.