

LIETUVOS ŽEMĖS ŪKIO UNIVERSITETAS

AGRONOMIJOS FAKULTETAS

Augalininkystės ir gyvulininkystės katedra

MARYTĖ GEDRAITIENĖ

**TREŠIMO ĮTAKA ŽIEMINIŲ KVIEČIŲ GRŪDŲ KOKYBINIAMS
RODIKLIAMS**

Magistro studijų baigiamasis darbas

Studijų sritis: Biomedicinos mokslai

Studijų kryptis: Žemės ūkio mokslai

Studijų programa: Agronomija

Registracijos Nr.....

Akademija, 2011

Magistro baigiamojo darbo valstybinė kvalifikacinė komisija:
(Patvirtinta Rektoriaus įsakymu Nr. 66Kb)

Komisijos pirmininkas: Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centro direktorius,
profesorius habil.. dr. Zenonas Dabkevičius

Komisijos nariai:

Agronomijos fakulteto dekanas, Sodininkystės ir daržininkystės katedros docentas dr.
Viktoras Pranckietis

Augalininkystės ir gyvulininkystės katedros profesorius habil. dr. Algirdas Sliesaravičius

Dirvotyros ir agrochemijos katedros profesorius habil. dr. Algirdas Motuzas

Žemdirbystės katedros profesorius dr. Vytautas Pilipavičius

Darbo vadovė: doc. dr. Ilona Vagusevičienė, LŽUŪ Augalininkystės ir gyvulininkystės
katedra

Recenzentė: doc. dr. Liuda Žilėnaitė, LŽUŪ Augalininkystės ir gyvulininkystės katedra

Oponentė: prof. dr. Honorata Danilčenko, LŽUŪ Sodininkystės ir daržininkystės katedra.

SANTRAUKA

Tyrimai, siekiant išsiaiškinti, kaip keičiasi fotosintetinių rodiklių intensyvumas ir grūdų kokybė bei derlingumas priklausomai nuo augimo tarpsnio bei tręšimo azotinėmis trąšomis, atlikti 2009-2010 metais. Pigmentų ir tirpiųjų sacharidų kiekis tirtas Agrobiotechnologijos laboratorijoje, o grūdų kokybės rodikliai ištirti AB „Kauno grūdai“ laboratorijoje.

Žieminiai kviečiai auginti Lietuvos žemės ūkio universiteto Bandymų stotyje, kur dirvožemis IDg8-k (LVg-p-w-cc) – karbonatingas sekliai glėjiškas išplautžemis (*Calc(ar)ic-Epihypogleyic Luvisols*).

Tyrimamas pasirinktos dvi žieminių kviečių veislės: labai gerų kepimo savybių 'Ada' ir gerų kepimo savybių 'Tauras DS'. Buvo tiriama, kaip vegetacijos metu kinta pigmentų ir sacharidų kiekis augalų lapuose ir kaip azoto trąšos įtakojo baltymų, šlapiojo glitimo, sedimentacijos, krakmolo, kritimo skaičiaus pokyčius grūduose ir grūdų derlingumą.

Azoto trąšos augaluose skatino bendrą pigmentų kiekio didėjimą, o tirpiųjų sacharidų kaupimuisi esminės įtakos neturėjo. Taip pat azoto trąšos beveik visuose variantuose patikimai skatino baltymų kaupimąsi grūduose, didino sedimentaciją ir šlapiojo glitimo kiekį, o krakmolo kiekis mažėjo atvirkščiai proporcingai baltymų kiekiui. Tręšimas azoto trąšomis visuose variantuose patikimai didino derlingumą.

Reikšminiai žodžiai: žieminiai kviečiai, papildomas tręšimas, fotosintezė, derlingumas, grūdų kokybė.

SUMMARY

The Influence of Fertilization on Winter Wheat Grain Quality Parameters

The research was carried out in the period from 2009 to 2010 to determine the changes in the intensity of photosynthetic characteristics, grain quality and yield, depending on the growth phase and fertilization with nitrogen fertilizer. The amount of pigments and soluble sugars was investigated in the laboratory of Agrobiotechnology and the indicators of grain quality were explored in the laboratory of JSC „Kauno grūdai“.

Winter wheat were grown in the Experimental Station of Lithuanian University of Agriculture, where the soil is IDg8 k (LVD-pw-cc) - calcareous shallow Luvisols (*Calc (or) i Epihypogleyic Luvisols*).

Two varieties of winter wheat were selected for the experimental study: 'Ada' with a very good baking properties and 'Taurus DS' with good baking properties. The research focused on how vegetation changes affect the pigment and sugars content in the plant leaves, as well as the influence of nitrogen fertilizers on the grain yield and changes in content of protein, wet gluten, sedimentation and starch in the investigated grain.

The results suggest that the nitrogenous fertilizers stimulated the overall growth of the cultivar, the pigment content but it had no significant effect on the accumulation of soluble sugars. Moreover, almost in all cases of the nitrogen fertilizer treatments it significantly promoted the accumulation of grain protein, increased sedimentation and wet gluten content however the starch content decreased inversely with the protein. The grain yield increased significantly in all nitrogen fertilizer treatments.

Key words: winter wheat, nitrogen fertilizer, photosynthetic characteristics, yield and grain quality.

TURINYS

ĮVADAS	7
1. NAGRINĖJAMOS PROBLEMOS APŽVALGA	8
1.1. Bendrosios žinios apie žieminius kviečius	8
1.2. Azoto poveikis žieminių kviečių fiziologiniams rodikliams	9
1.2.1. Fiziologinės azoto funkcijos augaluose	9
1.3. Azoto poveikis žieminių kviečių augimui bei vystimuisi	9
1.4. Azoto poveikis fotosintezės sistemos veiklai	11
1.5. Tirpiųjų sacharidų metabolizmas ir reikšmė	12
1.6. Azoto poveikis kviečių fotosintezės produktyvumui bei derliaus formavimui	12
1.7. Meteorologinių sąlygų poveikis žieminių kviečių vystimuisi	13
1.8. Veiksniai lemiantys žieminių kviečių grūdų kokybę	15
1.9. Azoto poveikis žieminių kviečių grūdų kokybei ir derlingumui	16
2. TYRIMŲ METODAI IR SĄLYGOS	19
2.1. Bandymo įrengimo vieta ir dirvožemis	19
2.2. Bandymų schema ir detalės	20
2.3. Bandyme naudota agrotechnika	22
2.4. Meteorologinės sąlygos	23
2.5. Tyrimų duomenų statistinis įvertinimas	25
3. TYRIMŲ REZULTATAI IR APTARIMAS	26
3.1. Azoto trąšų poveikis žieminių kviečių fiziologinių rodiklių pokyčiams	26
3.2. Azoto trąšų poveikis žieminių kviečių derlingumui ir grūdų kokybei	29
IŠVADOS	35

IVADAS

Žieminiai kviečiai yra labai svarbūs tiek maisto pramonėje, tiek pašarų gamyboje. Jų derlingumą ir aukštus kokybės rodiklius lemia genetinės savybės, ilgesnis augimo ir vystymosi periodas bei palankios meteorologinės sąlygos (Krikštaponytė ir kt., 2004). Vienu iš svarbiausių veiksnių, turinčių įtakos žieminių kviečių derlingumui ir grūdų kokybei yra augalų aprūpinimas mineraliniu azotu per visą vegetacijos periodą. Tręšimo azoto trąšomis laiko ir normų tyrimai nepraranda svarbos, kadangi atrandama naujų veiksnių, nuo kurių priklauso ne tik derlingumas, bet ir grūdų kokybė (Ehdaie et al., 2001; Acevedo et al., 2002; Ломачо, 1998).

Moksliniais tyrimais nustatyta, kad apie 95% augalo sausųjų medžiagų sukuriama fotosintezės proceso metu, kurį tiesiogiai lemia dirvožemio našumas bei tręšimo intensyvumas. Normaliai fotosintezės eigai chlorofilų santykis miglinių augalų lapuose turi būti ne mažesnis kaip 3:1. Chlorofilai ypač jautriai reaguoja į azoto kiekio pasikeitimą. Chlorofilas *a* yra mažiau stabilus nei chlorofilas *b*, todėl, esant nepalankioms auginimo sąlygoms, arba stresiniams veiksniams, chlorofilo *a* kiekis lapuose labai mažėja ir pažeidžiamas optimalus chlorofilų santykis. Chlorofilo *a* sintezę galima paskatinti tręšiant augalus azotu (Beadle, 1987; Ничипорович, 1988).

Tyrimo objektas žieminių kviečių veislės 'Ada' ir 'Taurus DS'.

Darbo hipotezė: Skirtingų veislių žieminiams kviečiams būdingas nevienodas fotosintetinių rodiklių intensyvumas. Jis kinta priklausomai nuo augimo tarpsnio bei tręšimo azotinėmis trąšomis.

Darbo tikslas – ištirti azoto poveikį skirtingų kepimo savybių žieminių kviečių fotosintezės rodikliams ir grūdų kokybei.

Darbo uždaviniai:

1. Ištirti azoto trąšų bei jų normų įtaką skirtingų veislių žieminių kviečių pigmentų ir tirpiųjų sacharidų kiekiui.
2. Ištirti azoto trąšų bei jų normų įtaką skirtingų veislių žieminių kviečių derlingumui ir grūdų kokybei.

1. NAGRINĖJAMOS PROBLEMOS APŽVALGA

1.1. Bendrosios žinios apie žieminius kviečius

Paprastasis kvietys – *Triticum aestivum* L. priklauso miglinių šeimai (*Poaceae*). Gentis: kvietys (*Triticum* L.) skirstoma į 22 rūšis. Iš 22 kviečių rūšių tik dvi turi platesnį pritaikymą - tai paprastasis kvietys (*Triticum aestivum* L.) ir kietasis kvietys (*Triticum durum* Desf.) (Petruolis, 1997).

Lietuvoje auginami tik paprastieji kviečiai –vasariniai ir žieminiai.

Vakarų Europos šalių, Rusijos, Ukrainos ir Švedijos selekcininkai per paskutinius penkiasdešimt metų sukūrė naujas žieminių kviečių veisles pasižyminčias ne tik dideliu derlingumu ir subrandintais aukščiausios kokybės grūdais, bet ir pakeitė jų biologinę prigimtį (Lazauskas, 1987). Naujų veislių kviečiai subręsta, subrandina geros kokybės grūdus ir esant žemesnei temperatūrai (16 – 22 °C), geriau peržiemoja, nes yra atsparesni žemai temperatūrai, dirvožemio drėgmės pertekliui, pavasarį mažiau iššunta, mažiau bijo kitų neigiamų žiemojimo veiksnių ir beveik dviem savaitėmis anksčiau subrandina derlių lyginant su prieš 50 metų augintais kviečiais (Шюлаускас, 1987).

Lietuvoje daugiau yra sėjama žieminių kviečių nei vasarinių, nes vasariniams kviečiams mūsų šalyje šiek tiek trūksta šilumos, ypač grūdų formavimosi bei brandos tarpsniais, kurie vyksta 12 – 18 dienų vėliau, tai yra vasaros antroje pusėje, kai pradeda vėsti orai ir didėja drėgmės perteklius (Šiuliauskas, Liakienė, Lukianienė, 1997).

Lietuvoje auginimo sąlygos žieminiams kviečiams yra palankios. Rudenį, laiku pasėti, jie intensyviai vysto šaknų sistemą, pradeda krūmytis. Krūmijimasis tęsiasi ir pavasarį. Geriausiai žiemoja kviečiai, kurie iki žiemos spėja išauginti 3-4 ūglius. Žiemos metu krūmijimosi mazge jie ištveria 17-18 °C šaltį. Peržiemoję, jau turėdami pakankamai išsivysčiusią šaknų sistemą, kviečiai sparčiai pradeda augti, efektyviai panaudodami dirvoje susikaupusią drėgmę (Tranavičienė, 2009).

Klimatas, dirvožemio sąlygos, veislės ir sėklos kokybė, auginimo technologija yra patys svarbiausi veiksniai, nuo kurių priklauso kviečių derlius ir kokybė (Acevedo et al., 2002; Gooding et al., 2003).

Žieminiams kviečiams tinkamiausi yra karbonatiniai ir nusausinti glėjiški priemoliai. Šiems augalams dirvožemiai turi būti gerai sukultūrinti, drenuoti, o rūgštesni – pakalkinti.

Žieminiams kviečiams geriausi priešsėliai yra daugiametės ankštinės žolės bei jų mišiniai su varpinėmis žolėmis, juodasis pūdymas ir žirniai. Kviečius auginant po javų labai išplinta pašaknio ligos dėl to mažėja produktyvumas. Šie augalai kaip ir kiti miglinių šeimos javai yra reiklūs

tręšimui, nes jų šaknų sistema daugiausia išsidėsčiusi armens sluoksnyje. Daugiausia reikia azoto, mažiau fosforo ir mažiausiai kalio. Be šių elementų, javai turi gauti Ca, Mg, S, B, Mn, Zn, J, Mo, Cu, Co junginių (Šlapakauskas, Duchovskis, 2008).

1.2. Azoto poveikis žieminių kviečių fiziologiniams rodikliams

Žieminių kviečių derlingumui įtakos turi įvairūs veiksniai: klimatinės sąlygos, vegetacijos periodo metų vyraujantys orai, dirvožemio savybės ir agrotechnikos lygis, pasirinktos auginti augalų veislės. Tačiau net ir laikantis visų agrotechnikos reikalavimų, auginant produktyvias veisles, badaujantys augalai negali subrandinti didelio ir kokybiško grūdų derliaus (Tranavičienė, 2009).

1.2.1. Fiziologinės azoto funkcijos augaluose

Azotas yra esminis gyvojo pasaulio cheminis elementas ribojantis daugelio agroekosistemų augimą ir morfogenezę. Tai ne tik būtina maisto medžiaga, aminorūgščių struktūrinis elementas, bet ir signalo perdavime dalyvaujantis jonas, kurio vaidmuo sąlyginai prilyginamas hormoninei reguliacijai (McInyre, 2001; Hikosaka, 2004).

Pagrindiniai azoto šaltiniai augaluose – tai baltymai ir aminorūgštys, chlorofilai bei kitos fiziologiškai aktyvios medžiagos. Azoto trūkumas stabdo ląstelių dalijimąsi, fotosintezės vyksmą, sulėtina augimo ir pagreitina senėjimo procesus taip sumažindamas augalų derlingumą (Fageria et al., 2006). Todėl yra svarbu užtikrinti subalansuotą mitybą azotinėmis bei kitomis mineralinėmis medžiagomis.

Azoto trąšų efektyvumas žieminių kviečių derliui daugiau priklauso nuo trąšų normos nei nuo azoto kiekio dirvoje, nes iš trąšų azotą augalai geriau pasisavina (Šlapakauskas ir kt., 2008). Azoto įsisavinimas ir panaudojimas gyvybiniams procesams yra apspręsta genetiniais veiksniais bei įtakojamas aplinkos sąlygomis: dirvožemio savybėmis, saulės spinduliuote, temperatūra bei drėgme (Baligar et al., 2001; Li et al., 2006; Samborski et al., 2008). Nuolat yra vystomos azoto įsisavinimo efektyvumą skatinančios agrotechnologinės strategijos (optimizuojamos tręšimo normos, metodai, tręšimo laikas ir trąšų formos, parenkamos efektyvios veislės), nes teigiama, kad javai įsisavina apie 33 proc. paskleisto azoto trąšų kiekio (Fageria et al., 2006).

1.3. Azoto poveikis žieminių kviečių augimui bei vystimuisi

Azotas žieminiams kenčiams reikalingas visos vegetacijos metu norint išlaikyti tinkamą pusiausvyrą tarp augimo ir vystymosi procesų. Rudenį žiemkenčiams azoto reikia nedaug, kad

augalai per daug nesuželtų ir geriau peržiemotų. Daugiausia šio elemento žieminiams kviečiams reikia bamblėjimo – plaukėjimo tarpsniuose (V–VII organogenezės etapuose), kai augale vyksta labai intensyvus ląstelių dalijimasis, baltymų ir biologiškai aktyvių medžiagų apykaita. Geriausiai javus tręšti azoto trąšomis per 2–3 kartus: anksti pavasarį, krūmijimosi metu, atsinaujinus augalų vegetacijai, po to bamblėjimo bei plaukėjimo tarpsniuose. Vėlyvas tręšimas azoto trąšomis per lapus gali padidinti kviečių baltymingumą (Vidal et al., 1999; Šlapakauskas, Duchovskis, 2008). Kritiniais augimo laikotarpiais augalų poreikis maisto medžiagoms padidėja (Перп, 1984).

Padidintas azoto kiekis būtinas siekiant didesnio grūdų derliaus, tačiau tai kartu įtakoja ir apatinių tarpubamblių tįsimą, todėl per daug patręšus bamblėjimo metu, javai išgula (Fageria et al., 2006).

Migliniams augalams nuo III organogenezės etapo, o žiedynui nuo IV etapo, pradeda galioti pagrindinis morfofiziologinis dėsnis: augalo struktūros, kurių vystymasis nuo pirmąjančios struktūros atsilieka per du etapus, redukuojasi. Jų raida sustoja, organinės ir mineralinės medžiagos perskirstomos pirmąjančio ūglio naudai, atsiliekančiai palaiptiui nunyksta (Šlapakauskas, Duchovskis, 2008). Jau ankstyvosiose vystymosi fazėse tinkama azoto mityba suvienodina augalų struktūrų vystymąsi, todėl išvengiama derliaus nuostolių. Taip pat trąšos jau bamblėjimo metu, augalams esant III organogenezės etape, didina grūdų skaičių bei augalai užmegza daugiau žiedų varpoje. (Evans, 1989).

Azoto trąšos turi įtakos šaknų sistemos vystymuisi (šaknų diametriui, šakojimuisi, šakniaplaukių ilgiui), o antžeminėje dalyje – lapų augimui, krūmijimuisi, ūglių šakojimuisi, žydėjimo laikui (Crawford et al., 2002; Fageria et al., 2006). Lapų charakteristikos (lapų plotas, storis, spalva, amžius) yra dažnai susijusios su augalų gebėjimu derėti. Žieminiuose kviečiuose su azotu susijęs lapo polinkio į saulę kampas kuris nulemia šviesos sugėrimą ir efektyvų jos panaudojimą fotosintezei (Fageria et al., 2006). Taigi, azotu kviečiai turi būti aprūpinti taip, kad būtų užtikrintas sėkmingas vegetatyvinis augimas, siekiant optimalaus augalo fotosintezės produktyvumo, pailginta suformuoto lapų ploto trukmė, bet kartu ir užtikrinta tinkama pusiausvyra tarp neatsiejamų augimo ir vystymosi procesų (Tranavičienė, 2009).

Miglinių šeimos javų šaknų sistema yra daugiausiai išsidėsčiusi armens sluoksnyje todėl jie yra reiklūs tręšimui. Tačiau galutinį efektą apsprendžia ne tik tinkamai parinktos trąšų normos, forma ir tręšimo laikas, bet ir azoto įsisavinimo ir metabolizavimo efektyvumas (Baligar et al., 2001). Temperatūra, dienos ilgumas ir ramybės periodo laikotarpis tai pagrindiniai aplinkos veiksniai, apsprendžiantys vystymosi procesus kviečiuose ir atskirų fenologinių fazių trukmę. Vanduo ir maisto medžiagos taip pat įtakoja vystymąsi priklausomai nuo kitų aplinkos veiksnių ir vystymosi tarpsnio, bet žymiai mažiau nei anksčiau minėti

rodikliai. Taigi, vien azotas negali būti stipriai vystymąsi ribojantis veiksnys (Salvagiotti et al., 2007).

Vėlesniuose raidos etapuose augalų fotosintetinė sistema negali aprūpinti visų anksčiau suformuotų struktūrų pakankamu asimiliatų kiekiu, kad jie normaliai augtų ir vystytųsi. Todėl labai svarbu pirmuose raidos etapuose palaikyti aukšto lygio asimiliacinio ploto prieaugį, o vėlesniuose (pradedant nuo VIII organogenezės etapo) – išlaikyti efektyviai fotosintetinantį plotą ir visuose organogenezės etapuose technologinėmis priemonėmis palaikyti didelį pasėlio fotosintetinį potencialą. Remiantis žieminių kviečių fiziologijos žiniomis, azoto mitybos dėsniniais, galima modeliuoti optimalias tręšimo technologijas, tačiau galutinis rezultatas bus nulemtas agroklimatinių, genetinių, technologinių veiksnių sąveikos (Tranavičienė, 2009).

1.4. Azoto poveikis fotosintezės sistemos veiklai

Augalų fotosintetinis bei gyvybinis pajėgumas glaudžiai susijęs su chlorofilų, fotosintezės pigmentų kiekiu lapuose. Chlorofilo kiekis augaluose priklauso nuo genetinių veiksnių, augimo ir vystymosi procesų vyksmo bei aplinkos sąlygų (Bojovic et al., 2005) ir fenologinio raidos tarpsnio. Augalai daugiausiai chlorofilo sukaupia žydėjimo pradžioje, todėl teigiama, kad jis dalyvauja ir morfogenezės procesuose (Šlapakauskas, Duchovskis, 2008; Samuolienė ir kt., 2007).

Tarp chlorofilo ir azoto kiekio lapuose nustatytas nuo genotipo priklausantis kreivalinijinis ryšys ir įvairūs fotosintezės pigmentų analizės ir monitoringo metodai buvo pritaikyti įvairių javų, taip pat ir kviečių, fotosintetinio potencialo nustatymui ir tręšimo azotu technologijų įvertinimui bei optimizavimui (Makino et al., 1994; Vidal et al., 1999; Sabo et al., 2002; Bojovic et al., 2005; Cartelat et al., 2005; Spaner et al., 2005; Kichey et al., 2006; Fritshi et al., 2007; Houles et al., 2007). Tačiau ši priklausomybė labai jautri aplinkos sąlygoms, kitų maisto medžiagų balansui ir kinta skirtingais javų fenologiniais vystymosi tarpsniais. Chlorofilų sistema nėra tinkamas azoto mitybos indikatorius nuo VIII kviečių organogenezės etapo, prasidėjus senėjimo procesams (Martin et al., 2005; Kichey et al., 2006; Li et al., 2006; Wingler, 2006). Tam, kad fotosintezė vyktų normaliai, chlorofilo *a* ir *b* formų santykis miglinių augalų lapuose turi būti ne mažesnis nei 3:1. Chlorofilas *a* yra mažiau stabilus, todėl esant nepalankioms sąlygoms bei prasidėjus senėjimo procesams, jo kiekis, o kartu ir chlorofilų formų kiekio santykis mažėja. Karotenoidų, pagalbinių fotosintezės pigmentų kiekis senėjimo procesų metu taip pat padidėja (Tranavičienė, 2009).

Siekiant didinti augalų fotosintezės potencialą ir lėtinti vystymosi tempus, javus reikia tręšti azoto trąšomis, nes azotas skatina fotosintetinio aparato formavimą bei palaiko tinkamą

chlorofilų *a/b* santykį (Šlapakauskas, Duchovskis, 2008). Tačiau vienpusis tręšimas azotu išbalansuoja augimą ir vystymąsi, paskatina vegetatyvinių organų augimą, kuris stabdo žiedo elementų formavimą (Tranavičienė, 2009).

1.5. Tirpiųjų sacharidų metabolizmas ir reikšmė

Tirpieji sacharidai yra kaip pirminiai organizmo medžiagų apykaitos produktai. Jie būtini augalo augimo, vystymosi procesams ir yra susieti metaboliniais keliais su pagrindiniais fiziologiniais procesais (Paul et al., 1997; Rolland et al., 2002; Koch, 2004; Wingler et al., 2004; Rolland et al., 2006). Tirpiųjų sacharidų veikla, labai priklauso nuo bendros augalo būklės ir angliavandenių transporto bei signalinio ryšio tarp asimiliacinių (lapų) ir atraktyvinių (grūdų) audinių ir organų (Rolland et al., 2006; Jiang et al., 2008). Susikaupęs didesnis tirpiųjų sacharidų (ypač heksozių) kiekis lapuose gali prisidėti prie natūralių senėjimo procesų (Paul et al., 1997; Pego et al., 2000; Wingler et al., 2006). Visgi, senėjimo procesai augaluose glaudžiai susiję ir su azoto mityba ir translokacija, todėl intensyvių agrotechnologijų kultūrose senėjimo procesai ir fotosintezės lėtėjimas labiau priklauso nuo anglies ir azoto santykio audiniuose (Ono et al., 1997; Li et al., 2006).

Remiantis javų fotosintezės sistemos rodikliais: tirpiųjų sacharidų kiekiu lapuose, fotosintezės pigmentų koncentracija, galima prognozuoti ir optimizuoti mineralinės mitybos schemas (Tarvydienė ir kt., 2004), taip sureguliuojant augimo ir vystymosi procesus, pavėlinant ankstyvius senėjimo procesus, reguliuojant maisto medžiagų pasiskirstymą. Taip pat būtina atsižvelgti ir į dirvos savybes, drėgmės režimą, kitų maisto medžiagų prieinamumą, augimo reguliatorių panaudojimą, augalo genotipą ir kt. (Fageria et al., 2006).

1.6. Azoto poveikis kviečių fotosintezės produktyvumui bei derliaus formavimui

Žieminiai kviečiai pavasarį dar krūmijasi, todėl pavasarinis tręšimas azoto trąšomis šį procesą paskatina. Azoto trąšos pavasarį taip pat atstato per žiemą prarastą tinkamą chlorofilų *a* ir *b* santykį, skatindamos greitesnę chlorofilo *a* sintezę. Javams labai svarbu tolygiai patrešti pasėlį, ypač azoto trąšomis, kad augalai tolygiai augtų ir vystytųsi (Šlapakauskas, Duchovskis, 2008).

Azotas – daugelio agroekosistemų produktyvumą ribojantis elementas kuris nulemia lapų suformavimą, lapų ploto trukmę, fotosintezės intensyvumą lapo ploto vienetui, kontroliuoja fotosintezės produktų metabolizmą ir sandėlinių organų formavimą. Trūkstant azoto javai sukaupia mažesnę biomasę ar subrandina mažesnę grūdų derlių, dėl to augalams prieinamas azoto kiekis turi būti pakankamas (Makino et al., 1994; Stašauskaitė, 1995, Третьяков, 1998; Sabo et al., 2002). Norint padidinti žieminių kviečių produktyvumą, turi būti

suoptimizuotos visos produktyvumą lemiančios technologinės priemonės pradiniuose ontogenezės tarpsniuose parenkant tinkamą augalų tankį ploto vienetu, padidinant krūmijimosi koeficientą, paskatinant didesnio asimiliuojančio lapų ploto, didesnio žiedyno elementų skaičiaus suformavimą (Šlapakauskas, Duchovskis, 2008). Vėlesniuose vystymosi tarpsniuose, nuo VIII organogenezės etapo, yra svarbu išlaikyti fotosintezės intensyvumą ir išvengti jau suformuotų vegetatyvinių ir generatyvinių struktūrų redukcijos, nes šiame vystymosi tarpsnyje prasideda natūralūs kviečių senėjimo procesai (Wingler et al., 2004). Grynasis fotosintezės produktyvumas iki augalų plaukėjimo ir žydėjimo nuolatos nežymiai didėja dėl asimiliacinio ploto prieaugio. X organogenezės etape stabilizuojasi ar nežymiai mažta dėl asimiliacinio ploto redukcijos. Nuo XI etapo pastebimas žymus produktyvumo mažėjimas dėl fotosintetinių pigmentų destrukcijos bei asimiliacinio ploto praradimo (Šlapakauskas, Duchovskis, 2008).

Mokliškai pagrįstos priemonės fotosintezės intensyvumui ir efektyvumui didinti (drėgmės ir mineralinės mitybos režimas, apšvietimo optimizavimas) užtikrina augalo fotosintezės produktyvumo padidėjimą (Чиков, 1997; Chikov, 2008). Tačiau ryšys tarp fotosintezės ir derliaus yra itin kompleksinis reiškinys ir dažnai iškyla prieštara tarp agronominių tikslų bei natūralių augalo poreikių. Todėl, modeliuojant kultūrinių augalų vystymąsi ir derlių, būtina atsižvelgti į šių išorinių ir vidinių veiksnių visumą (Tranavičienė, 2009).

1.7. Meteorologinių sąlygų poveikis žieminių kviečių vystimuisi

Žieminių kviečių derliui bei jo kokybiniams rodikliams įtakos turi ir meteorologinės sąlygos. Javų derlingumas ir kokybė gali gerokai nukentėti ne tik nuo ilgalaikių, bet ir nuo trumpalaikių nepalankių meteorologinių sąlygų. Nuo oro temperatūros ir drėgmės kiekio dažniausiai priklauso augalų vegetacijos ir vystymosi tarpsnių trukmė bei derliaus dydis (Mašauskas ir kt., 2005; Kupčinskis ir kt., 2003; Šidlauskas ir kt., 2001; Šabajevienė ir kt., 2008).

Meteorologinės sąlygos yra pagrindinis veiksnys, lemiantis sėklų sudygimą, augalų augimą, vystymąsi ir brendimą (Romaneckas ir kt., 2001).

Lietuvos klimato sąlygos beveik visiškai tenkina ankstyvosios brandos žieminių kviečių veislių šilumos poreikį, o grūdų formavimosi ir brendimo eiga sutampa su šilčiausiu ir saulėčiausiu laikotarpiu Lietuvoje (birželio 15 – liepos 25 d.) (Petrulis, 1997).

Didžiausią fotosintezės produktyvumą augalai pasiekia, kai oro temperatūra 20–22°C. Oro temperatūros ir drėgnio sąlygos dirvožemyje labai svarbios kviečių dygimo ir krūmijimosi laikotarpiu, kai formuojasi pagrindiniai kviečių produktyvumo elementai (Banevičienė ir kt., 1995; Petrulis, 1997; Šiuliauskas ir kt., 1997).

Didžiausią įtaką augalų derlingumui ir cheminės sudėties svyravimui turi šilumos ir drėgmės režimai. Vegetacijos periodo hidroterminės sąlygos glaudžiai siejasi su augalų įsisavinamomis mineralinėmis azoto formomis. (Ežerinskienė, 1995; Ežerinskienė, 1996; Švedas ir kt., 1999; Švedas ir kt., 2002; Janušauskaitė ir kt., 2004a;).

Atlikus tyrimus buvo nustatyta, kad karščiai brendimo pradžioje nepaveikia baltymų kaupimosi grūde, bet brendimo viduryje ir gale karščio daroma žala yra žymi. Dėl sausros grūduose padaugėja tirpiųjų baltymų ir mažo molekulinio svorio gliadinų, o netirpiųjų polimerinių baltymų sumažėja. Dėl sausros, ištikusios grūdų brendimo pabaigoje, padaugėja baltymų, nes sulėtėja krakmolo sintezė (Corbellini et al., 1997).

Sausros ir didelės temperatūros bei spinduliuotės sąveika yra vienas didžiausių derlių mažinančių veiksnių (Boyer, 1982 ; Bray et al., 2000). Dažniausiai vandens streso padarinys augalams yra fotosintezės ir augimo sulėtėjimas (Cornic et al., 1996; Mwanamwenge et al., 1999). Aukšta temperatūra greitina augalo organų vystymąsi, trumpina atskirų jo vystymosi tarpsnių trukmę, todėl galutinė biomasės produkcija gali būti mažesnė (Lawlor et al., 2002).

Aplinkos sąlygos taip pat veikia asimiliatų judėjimą ir pasiskirstymą augale (Hare et al., 1999; Thomashow, 1999; Wanner et al., 1999). Tai lemia biomasės ir anglevandenių kaupimąsi. Tirpūs angliavandeniai, ypač gliukozė ir fruktozė, daro didelę įtaką augalo struktūrų formavimuisi ir ląstelių bei viso organizmo medžiagų apykaitai. Jie dalyvauja augalui reaguojant į daugelį stresorių kaip maisto medžiaga ir kaip signalą perduodančios molekulės, lemiančius svarbias genų raiškos modifikacijas ir fermentų aktyvumą (Smeekens, 2000).

Augalai turi prisitaikyti prie streso, kad palaikytų augimą ir produktyvumą, nes esant nepalankioms aplinkos sąlygoms, sutrinka augalų fiziologiniai procesai ir prasideda produktyvumo elementų redukcija. Pastebėta, kad įvairiais organogenezės tarpsniais augalai nevienodai jautrūs nepalankioms aplinkos sąlygoms. IV (žiedyno ašies formavimosi) ir VI-VII (gametogenezės procesu) tarpsniai yra kritiniai dėl drėgmės deficito (Куперман, 1982; Žebrauskienė ir kt., 2003).

Grūdų formavimosi metu vyraujant sausiems ir karštiesiems orams, brendimo laikotarpis sutrumpėja ir sėklos būna smulkios, 1000 grūdų masė yra maža, padaugėja azotinių medžiagų, pablogėja grūdų kokybinės savybės. Drėgni orai, esant palankiai temperatūrai, skatina gerą grūdų aprūpinimą maisto medžiagomis, pailgina grūdų brendimo laikotarpį. Grūdai užauga sunkesni ir didesni su lygiu paviršiumi, būdinga spalva, pasižymi geromis sėklinėmis savybėmis. Esant lietingiems orams, grūdų brendimas užsitęsia, sintezė susilpnėja, prasidėti krakmolo hidrolizė ir net kai kurių junginių išplovimas. Sausų medžiagų kaupimasis sumažėja. Tokie grūdai pasižymi blogesnėmis technologinėmis savybėmis. (Lunn et al., 2001; Lunn et al., 2001a).

1.8. Veiksniai lemiantys žieminių kviečių grūdų kokybę

Grūdų derlingumas ir jų cheminė sudėtis priklauso nuo endogeninių (genetinių savybių) ir egzogeninių veiksnių – dirvožemio (ypač bendrojo azoto kiekio), klimatinių sąlygų, agrotechnikos, tręšimo ir kitų (Fowler, 2003). Tręšimas azoto trąšomis yra vienas iš svarbiausių ir efektyviausių egzogeninių veiksnių didinantis derlių ir reguliuojantis derliaus maistinių kokybės rodiklių formavimosi eigą (Šiuliauskas ir kt., 2000; Ehdaie, Waines, 2001; Acevedo ir kt., 2002; Mašauskas, Mašauskienė, 2002).

Azoto trąšų pasisavinimas ir žieminių kviečių grūdų kokybė priklauso ir nuo dirvožemio turtingumo kitais mitybos elementais, ypač fosforo ir kalio, nuo fizikinių savybių, lemiančių drėgmės režimą bei maisto medžiagų pasisavinimą, trąšų normų, formų ir naudojimo laiko (Petraitienė, 1996).

Pagal vokiečių chemiką J. Lybigą – augalai geriausiai dera, kai visų vegetacijos faktorių kiekis yra optimalus. Nors vienam faktoriui būnant mažesniau už optimalų, derlingumas priklauso tik nuo mažesnio faktoriaus (Žulienė, 1990).

Didžiausias augalų derlingumas pasiekiamas javus auginant optimaliomis sąlygomis. Tačiau šių sąlygų Lietuvoje praktiškai nebūna, todėl augimo sąlygas reikia reguliuoti parenkant optimalų augalų tankumą pasėlyje (4–5 mln ha⁻¹ daigų sėklų). Nuo šviesos (saulėtumo) labai priklauso ir užauginto derliaus kokybė (Žulienė, 1990; Vadopalas, 1992).

Šiluma augalams taip pat yra svarbi kaip ir šviesa. Ji reikalinga sėkloms sudygti, augalams augti ir vystytis bei dirvos mikroorganizmų veiklai. Nuo šilumos kiekio augimo, brandimo metu priklauso javų derlingumas ir kokybė. Javai gerai uždera kai kviečių bambėjimo metu vidutinė paros oro temperatūra būna 10–15 °C (Žulienė, 1990; Vadopalas, 1992).

Grūdų brandimo metu vyksta procesai, kuriems reikia vandens, todėl drėgmė yra kritinis veiksnys grūduose kaupiantis galutiniams junginiams. Brandimo procesai labai pažeidžiami, kai augalai stokoja vandens 1–14 dienomis po grūdų užmezgimo (Kettlewell et al., 1999).

Drėgmė dirvoje yra reguliuojama melioracinėmis (sausinimu, lietinimu) ir agrotechninėmis priemonėmis (savalaikis žemės dirbimas, ankstyva sėja). Svarbiausias augalams vandens šaltinis yra krituliai. Javams drėgmė reikalingiausia bambėjimo, plaukėjimo ir grūdų formavimosi metu. Augalai didžiausią dalį vandens išgarina per lapų žioteles. Šis procesas vadinamas transpiracija. Jos metu augalų temperatūra krinta – taip jie apsisaugo nuo perkaitimo (Žulienė, 1990; Vadopalas, 1992).

Dėl sausros, išstikusios grūdų brandimo pabaigoje, padaugėja baltymų, nes sulėtėja krakmolo sintezė (Corbellini et al., 1997). Dėl sausros, o ne karščio streso, išstikusių baigiantis grūdų brandimui, sumažėja sedimentacijos vertės, lėčiau kaupiasi maisto medžiagos, grūdai

pradedama anksti bręsti, jie būna smulkūs, gaunamas mažas derlius. Tokiuose grūduose nors baltymų būna ir daugiau, tačiau krakmolo yra mažiau negu normaliuose (Gooding et al., 2003).

Esant drėgmės pertekliui augalai mažiau pasisavina azoto, tuomet grūduose būna mažiau baltymų, bet daugiau krakmolo (Gooding et al., 2003).

Dirvų derlingumas taip pat turi nemažai įtakos derlingumui ir grūdų cheminei sudėčiai. Maisto medžiagos labiausiai reguliuojamos tręšiant dirvas organinėmis ir mineralinėmis trąšomis ir kalkinant. Iš visų mineralinės mitybos elementų svarbiausią reikšmę baltymų kiekiui grūduose turi azotas (Šiuliauskas ir kt., 2002).

1.9. Azoto poveikis žieminių kviečių grūdų kokybei ir derlingumui

Azotas – pagrindinis gyvosios gamtos elementas įeinantis į visų svarbiausių gyvų ląstelių medžiagų sudėtį. Augalams azotas yra būtina baltymų dalis, jie jį gali pasiimti iš dirvos. Aprūpinus kviečius pakankamu azoto kiekiu, jų grūduose padaugėja baltymų ir glitimo, jie būna geresnės kokybės. Jei augalams trūksta azoto, lapai pasidaro šviesūs, augalai silpnai auga ir mažai krūmijasi. Azoto trūkumas inhibuoja ląstelių dalijimąsi, fotosintezės vyksmą ir paspartina senėjimo procesus. Grūdinėse kultūrose tai riboja fotosintezės produktyvumą, o kartu ir derlių. Todėl itin svarbu užtikrinti subalansuotą azoto ir kitų mineralinių medžiagų mitybą (Fageria ir kt., 2006; Šiuliauskas ir kt., 2002).

Azoto poveikis žieminių kviečių vystymuisi ir grūdų kokybiniais rodikliais priklauso nuo tręšimo laiko. Teigiama, kad žieminiai kviečiai iki bambėjimo pradžios sunaudoja 41 proc., nuo bambėjimo iki žydėjimo – 31 proc., o nuo žydėjimo iki derliaus nuėmimo – grūdų masės didinimui ir baltymų sukauptimui grūduose dar 28 proc. viso sunaudojamo azoto (Fageria ir kt., 2006). Optimizavus žieminių kviečių mitybą azotu krūmijimosi tarpsniu, daugiau susiformuoja ūglių, bambėjimo tarpsniu – produktyviu stiebu, o po žydėjimo – didėja grūdų baltymingumas (Šiuliauskas ir kt., 2002). Teigiama, kad didinant azoto trąšų normas ankstyvuose vystymosi tarpsniuose ženkliai didėja grūdų derlius (Fageria ir kt., 2006).

Tačiau azoto perteklius taip pat yra kenksmingas todėl, kad lėtina kviečių brandą, nes angliavandeniai, kurie yra vartojami vegetatyvinių dalių augimui, sumažina kitų maisto medžiagų koncentraciją (Šiuliauskas ir kt., 2002).

Daugelyje tyrimų tiek mūsų šalyje, tiek užsienyje nustatyta, kad azoto trąšos – viena iš svarbiausių ir efektyviausių priemonių derliui didinti, kokybei gerinti bei derliaus formavimosi eigai reguliuoti (Šiuliauskas ir kt., 2000). Azotas regulioja ir stimuliuoja daugelį augalo gyvybės procesų. Jis yra sudedamoji baltymų, chlorofilo, fermentų ir vitaminų dalis (Третьяков, 1998).

Azotą augalai naudoja jau nuo pat pirmųjų šaknelių išleidimo iki visiškos brandos. Naudojant azoto trąšas vėlesniais augimo tarpsniais yra labai pagerinama grūdų kokybė, įtakojamas varpučių skaičius varpoje (Šiuliauskas ir kt., 2002).

Javai įsisavina apie 33 procentų paskleisto N trąšų kiekio. Todėl nuolat tobulinamos N įsisavinimo efektyvumą skatinančios agrotechnologinės strategijos: tręšimo normų, metodų, tręšimo laiko ir trąšų formų optimizavimą, efektyvių veislių pasirinkimą (Fageria, 2006).

Trūkstant kviečiams azoto, pablogėja ir kitų svarbių maisto medžiagų pasisavinimas, ypač kalio, kuris sumažina augaluose transpiraciją ir augalai taupiau naudoja vandenį, tampa atsparesni sausroms. Jei augalui trūksta kalio, jie būna žemi, silpnai auga ir jų šaknų sistema yra silpna (Šiuliauskas ir kt., 2002).

Fosforas reikalingas daugeliui gyvybinių augalo procesų: fotosintezai, kvėpavimui, oksidacijos reakcijoms. Labai svarbu, kad augimo pradžioje šio elemento netrūktų. Gaudami pakankamai fosforo, javai išaugina daugiau grūdų, o esant šio elemento trūkumui lėčiau auga ūgliai, šaknys, ilgiau trunka brandimas (Šiuliauskas ir kt., 2002; Žulienė, 1990).

Siekiant pagerinti išaugintų grūdų kokybę ir padidinti trąšų panaudojimą, naudinga azotinėmis trąšomis tręšti kelis kartus. Vėlyvesnis tręšimas mažiau veikia derlių, bet sumažina išgulimo pavojų ir pagerina grūdų kokybę bei padidina baltymingumą. Mokslininkai siūlo azoto trąšomis vėlesniuose augimo tarpsniuose tręšti per lapus. Pasak vokiečių mokslininkų tai reikėtų daryti ne anksčiau, kaip žydėjimo tarpsniu. Papildomai patręšę žydėjimo tarpsniu, vokiečių mokslininkai gavo geriausius rezultatus (Šiuliauskas ir kt., 2002).

Augalų maitinimas per lapus yra vienas iš perspektyviausių papildomo tręšimo mažais kiekiais būdų. Per lapus paimtus mineralinius elementus gyvos ląstelės toliau pasisavina kaip paimtus šaknimis. Anot F. F. Mackov, papildomas tręšimas per lapus intencyvina fotosintezę, gerina šaknų aprūpinimą organinėmis maisto medžiagomis. Bręstant grūdams (iki vaškinės brandos), kuomet augalams reikia daugiausiai azoto, tačiau šaknys dėl savo biologinės senatvės (nebeauga maisto medžiagas siurbiantys šaknų plaukeliai) jau nebepajėgia augalus visiškai aprūpinti maistiniais elementais. Šiuo atveju augalų tręšimas per lapus yra veiksminga preimone aprūpinti augalą visomis reikiamomis medžiagomis (Šiuliauskas ir kt., 2002).

Papildomas tręšimas biriomis trąšomis pasiteisina tik palankiomis agroklimatinėmis sąlygomis, t. y. dirvoje turi būti pakankamai drėgmės. Tačiau vegetacijos metu dirvos dažnai būna per sausos, augalai negali visiškai pasisavinti maisto elementų, todėl reikėtų rinktis papildomo tręšimo lapų trąšomis būdą (Šiuliauskas ir kt., 2002).

Daugiausiai baltymų turintys grūdai išauginami javus papildomai lapų trąšomis tręšiant plaukėjimo pradžios - pieninės brandos laikotarpiu. Norint padidinti grūdų baltymingumą ir glitimo kiekį juose, reikia plaukėjimo - žydėjimo tarpsniu kviečius papildomai tręšti azotinėmis

trąšomis, nes pavasarį išbertą azotą augalai daugiausia sunaudoja derliaus didinimui (Šiuliauskas ir kt., 2002).

Grūduose didžiąją dalį sudaro azotas, kuris buvo sukauptas augale prieš žydėjimą (Ehdaie et al., 2001). Kviečiai po žydėjimo turi kiekvieną dieną gauti azoto junginių iš aplinkos (Triboi et al., 2001).

Baltymų sukaupimą duoniniuose kviečiuose nulemia tręšimo azoto trąšomis laikas ir metų meteorologinės sąlygos (Topal et al., 2003; Fowler, 2003). Detalūs baltymų grupių grūduose tyrimai parodė, kad esant šiltesiems orams ir pakankamai azoto grūduose daugėja baltymų, o pirmiausia – gliadinų grupės. Tačiau suskaičiavę, kiek baltymų ir kiek gliadinų tenka vienam grūdai, autoriai nustatė, kad aukšta temperatūra šių rodiklių vertes grūde mažina, o azoto trąšos – didina (Daniel ir kt., 2000). Muchova, ištyrusi 22 rodiklius duoninių kviečių grūdų ir miltų, nustatė, kad didžiausią įtaką darė metų sąlygos, o tręšimo ir kitų veiksnių įtaka kepimo savybėms buvo neesminė (Muchova, 2003).

Tręšimas azoto trąšomis blogina kritimo skaičių tada, kai dėl tręšimo klaidų kviečiai išgula (Gooding et al., 1986). Dėl azoto trąšų neišgulusių kviečių kritimo skaičius dažniausiai didėja, tačiau tai susiję su oro sąlygomis, veisle, vietoje (Cesevičienė et al., 2007).

Tai, kad tręšimas azoto trąšomis didina kritimo skaičių, aiškintina ilgai trunkančiu grūdų brandimu (Gooding et al., 1986), tolygesniu grūdų džiūvimu varpose (Kettlewell et al., 1999), morfologiniais grūdo pokyčiais (Clarke et al., 2004).

2. TYRIMŲ METODAI IR SĄLYGOS

2.1. Bandymo įrengimo vieta ir dirvožemis

Tikslieji lauko bandymai vykdyti 2009–2010 metais LŽŪU Bandymų stotyje. Pagal geomorfologinį suskirstymą LŽŪU bandymų stoties teritorija yra Lietuvos vidurio lygumos Nemuno vidurupio ir Neries žemupio plynaukštės rajone. Bandymų stoties dirvožemiai susiformavę dugninės morenos (duginių ledynų darinių) padengtų limnoglacialinėmis nuosėdomis srityje, kuri padengta įvairaus storio nuosėdinėmis kilmės uolienomis. Duginės morenos smulkžemio granulimetrinėje sudėtyje vyrauja priemolis ir smėlingas priemolis. Tai pirminė uoliena, iš kurios dėl akvaglacialinių procesų susidarė limnoglacialinės nuosėdos. Pastarosios neturi skeleto, o granulimetrinė sudėtis nesubalansuota (Juodis, 2001).

Lauko, kuriame auginti žieminiai kviečiai, dirvožemis IDg8-k (LVg-p-w-cc) – karbonatingas sekliai glėjiškas išplautžemis (*Calc(ar)i-Epihypogleyic Luvisols*) (2.1 lentelė). Pagal agrotechninę charakteristiką dirvos ariamasis sluoksnis prieš bandymo įrengimą buvo neutralus, vidutinio humusingumo, labai didelio fosforingumo ir didelio kalingumo (2.2 lentelė).

2.1 lentelė. Bandymų lauko dirvožemio profilio charakteristika

LŽŪU Bandymų stotis, 2009 m.

Horizontas	Horizonto gylis cm	Horizonto savybės
Ap	0-26	Tamsiai pilkas trupiniškos struktūros purus, drėgnokas priemolis.
BE	26-38	Tamsiai geltonas su rausvomis dėmėmis neryškios struktūros, glūdokas smėlingas priemolis.
Bg	38-50	Šviesiai rudas su gelsvomis dėmėmis riešutiškos struktūros glūdokas drėgnokas vidutinio sunkumo priemolis su melsvai žalsvomis pleikėmis.
Btg2	50-73	Rudas su juosvais taškais riešutiškos struktūros glūdokas drėgnokas sunkus priemolis su melsvomis pleikėmis.
Btg2	73-127	Rudas su melsvomis gyslomis ir balzganomis dėmėmis bei baltais taškais riešutiško struktūros glūdokas drėgnas sunkus priemolis.

2.2 lentelė. Bandymų lauko dirvožemio agrocheminė charakteristika

LŽŪU Bandymų stotis, 2009 m.

Dirvožemio horizonto gylis cm	Granulimetrinė sudėtis	pH _{KCl}	Humuso kiekis proc.	mg kg ⁻¹ dirvožemio	
				P ₂ O ₅	K ₂ O
21-30	Vidutinio sunkumo priemolis	7,0	2,21	292	114

Pagal mikroelementų kiekį bandymo lauko dirvožemio charakteristika: judriojo Cu – 2,9 mg kg⁻¹ (vidutinis kiekis), Zn – 1,0 mg kg⁻¹ (mažas kiekis), Mn – 75 mg kg⁻¹ (manganingas), B – 0,62 mg kg⁻¹ (boringas), Mo – 0,090 mg kg⁻¹ (mažas kiekis).

2. 2. Bandymų schema ir detalės

LŽŪU Bandymų stotyje 2009 ir 2010 m. buvo vykdomi bandymai pagal tręšimo schemą, kuri pateikta 2.3 lentelėje. Kviečių tręšimo bandymo 2009–2010 metais bendras laukelio plotas – 36 m², apskaitinis – 26,4m². Bandymuose buvo lyginami penki tręšimo variantai. Bandymas vykdomas keturiais pakartojimais. Pakartojimai išdėstyti randomizuotai.

2.3 lentelė. Žieminių kviečių tręšimo schema

LŽŪU Bandymų stotis, 2009-2010 m.

Eil. Nr.	Tręšimo variantai	Tręšimo laikas			
		Sėjos metu	Krūmijimosi tarpsnis BBCH 23–25	Bamblėjimo tarpsnis BBCH 34-36	Pieninės br. tarpsnis BBCH 71-74
1.	Kontrolinis (foninis tręšimas) - N ₃₂ P ₈₀ K ₁₂₀) + N ₆₀	N ₃₂ P ₈₀ K ₁₂₀	N ₆₀	-	-
2.	Foninis tręšimas + N ₆₀ + N ₃₀ + N ₁₅	N ₃₂ P ₈₀ K ₁₂₀	N ₆₀	N ₃₀	N ₁₅
3.	Foninis tręšimas + N ₆₀ + N ₃₀ + N ₃₀	N ₃₂ P ₈₀ K ₁₂₀	N ₆₀	N ₃₀	N ₃₀
4.	Foninis tręšimas + N ₆₀ + N ₄₀ + N ₁₅	N ₃₂ P ₈₀ K ₁₂₀	N ₆₀	N ₄₀	N ₁₅
5.	Foninis tręšimas + N ₆₀ + N ₄₀ + N ₃₀	N ₃₂ P ₈₀ K ₁₂₀	N ₆₀	N ₄₀	N ₃₀

Sėjos metu žieminiai kviečiai 2009-09-14 d. buvo patręšti kompleksinėmis trąšomis $N_{32}P_{80}K_{120}$. Krūmijimosi tarpsnyje (2010-04-14 d.) tręšti kalcio amonio salietra N_{60} . Bamblėjimo tarpsnyje (2010-06-29 d.) tręšti per lapus karbamido tirpalu N_{30} ir N_{40} . Pieninės brandos tarpsnyje (2010-07-09 d.) tręšti per lapus karbamido tirpalu N_{15} ir N_{30} .

2.4 lentelė. Pavyzdžių ėmimo, fotosintetinių rodiklių kitimui nustatyti, terminai

LŽŪU Bandymų stotis, 2009–2010 m.

Rodikliai	Augalų augimo tarpsniai				
	BBCH	BBCH	BBCH	BBCH	BBCH
	23-25	29-31	35-36	65-67	71-74
	Data				
Pigmentai	2010-04-22	2010-06-01	2010-06-10	2010-07-08	2010-07-16
Sacharidai	2010-04-22	2010-06-01	2010-06-10	2010-07-08	2010-07-16

Dirvožemio agrocheminės savybės nustatytos Agrocheminių tyrimų centre. Bandymo dirvožemio agrocheminiai rodikliai nustatyti priimtais analizių metodais: $pH_{IM\ KCL}$ - ISO 10390 (potenciometrinis), P_2O_5 , K_2O , Ca, Mg -AL metodo ištraukoje (P – spektrometrinis, Ca, Mg – atominės absorbcijos spektrometrinis, K – atomų emisijos spektrometrinis), Humusas – ISO 10694 (sauso deginimo); N_{bend} – ISO 11261 (Kjeldalio).

Fotosintezės pigmentų (chlorofilų *a*, *b* ir karotenoidų) kiekis žaliojoje lapų masėje buvo nustatytas 100% acetono ekstrakto spektrofotometriškai Wettstein metodu, spektrofotometru „Genesys 6“ (Beadle, 1987).

Grūdų kokybės nustatymas. Grūdų kokybės tyrimai atliekami AB „Kauno grūdai“ Grūdų laboratorijoje. Tręšimo efektyvumui įvertinti atlikta: nukultiems grūdams (BBCH 89) nustatytas grūdų drėgnis ir derlingumas, baltymų ir šlapiojo glitimo kiekis, sedimentacijos rodiklis, kritimo skaičius, krakmolo kiekis.

Apskaitinio laukelio grūdų derlius kg nustatytas svėrimo metodu, grūdų derlingumas $t\ ha^{-1}$ - apskaitinio laukelio grūdų derliaus (kg) duomenis perskaičiuojant $t\ ha^{-1}$ 15 % drėgnio grūdams.

Grūdų ėminiai iš maišų kokybei nustatyti imami pagal LST ISO 13690:2007 standarte nurodytą metodiką (Varpinių ir ankštinių javų grūdai ir jų malti produktai. Ėminių ėmimas iš talpyklų (Tapatus ISO 13690:1999).

Kviečių grūdų kokybės rodiklių nustatymo metodai:

grūdų drėgnis, % - svorio metodu, džiovinant džiovinimo spintoje iki pastovaus svorio (2 h 130°C temperatūroje) (LST ISO 712:2000. Grūdai ir grūdų produktai. Drėgmės kiekio nustatymas. Įprastinis pamatinis metodas);

baltymų kiekis grūduose nustatytas pagal LST EN ISO 20483:2007. Varpiniai ir ankštiniai javų grūdai. Azoto kiekio nustatymas ir baltymų kiekio apskaičiavimas. Kjeldalio metodas (ISO 20483:2006).

šlapiojo glitimo kiekis – Gliutomatic prietaisu pagal metodiką, nurodytą LST 1571:1998. Maltų kviečių ir kvietinių miltų (*Triticum aestivum*) šlapiojo glitimo kiekio ir kokybės (glitimo indeksas pagal Pertena) nustatymas;

sedimentacijos rodiklis - LST ISO 5529:2007. Kviečiai. Sedimentacijos rodiklio nustatymas. Zeleny testas (tapatus ISO 5529:2007).

krakmolo kiekis nustatytas - LST EN ISO 10520:2000 Natūralusis krakmolas. Krakmolo kiekio nustatymas. Ewers poliarimetrinis metodas (ISO 10520:1997).

alfa-amilazės aktyvumas išmatuotas Perten Instruments firmos kritimo skaičiaus prietaisu *Falling number* (LST EN ISO 3093:2007. Kviečiai, rugiai ir jų miltai, kietieji kviečiai ir kietųjų kviečių kruopmilčiai. Kritimo skaičiaus nustatymas pagal Hagbergą-Pertena (ISO 3093:2004)).

Meteorologinių sąlygų aprašymui naudoti Kauno hidrometeorologinės observatorijos meteorologinių stebėjimų grupės duomenys.

Rezultatai matematiškai apdoroti Microsoft Excel programa.

Bandyme augintos žieminių kviečių veislės:

'Ada' žieminių kviečių veislė, sukurta Lietuvos žemdirbystės institute. 'Ada' veislės kviečiai gerai žiemoja. Ištvermingumas žiemojimui įvertintas 8-9 balais. Atsparumas išgulimui įvertintas 8-9 balais. Veislė ankstyva, augalai vidutinio aukštumo (90-94 cm). 'Ada' veislės augalai mažai pažeidžiami rudųjų rūdžių, vidutiniškai miltlige ir septorioze. Kietųjų kūlių pažaidimas, dirbtino užkrėtimo tyrimuose, taip pat buvo nedidelis. Grūduose baltymų vidutiniškai 13,0-11,2%, glitimo 28,4-20,5% (Tinkamiausių Lietuvoje auginti ..., 2001).

'Taurus DS' – augalai neaukšti, 84-90cm, drėgnais metais išauga iki 100 cm. Atsparumas išgulimui įvertintas 8-9 balais. Veislė derlinga. Gerai auga ir dera visose dirvose, auginant pagal įprastą žieminių kviečių auginimo technologiją. Gerai žiemojanti veislė, augalai neaukšti, atspari išgulimui. Veislė vidutinio vėlyvumo, artima veislės 'Zentos'. Žiemkentiškumas įvertintas 7-8 balais. Žieminių kviečių 'Taurus DS' grūdų kepimo savybės geros.

2. 3. Bandyme naudota agrotechnika

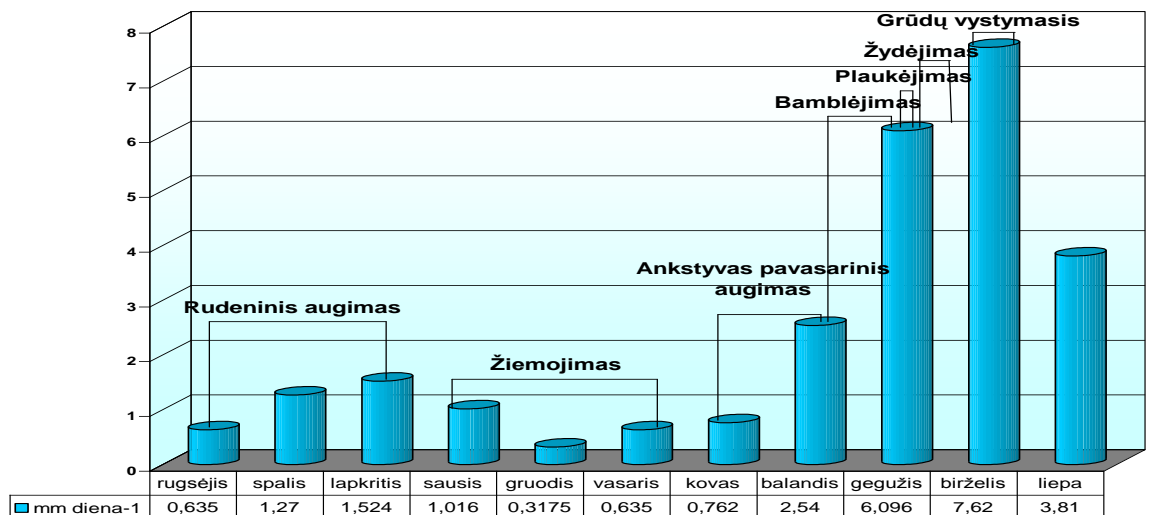
Pagrindiniai darbai įrengiant bandymą: rudeninis arimas, kultivavimas ir akėjimas, sėja ir įterpiamos NPK trąšos. Žieminiai kviečiai pasėti 4,5 mln. vnt. ha⁻¹ arba 200 kg ha⁻¹ daigų sėklų.

2.4. Meteorologinės sąlygos

Efektyvus žemės ūkio augalų derlingumo potencialo išnaudojimas dažnai ribojamas nepalankiomis meteorologinėmis sąlygomis. Teigiama, kad vegetacijos periodo orai gali lemti nuo 44% iki 55% derliaus svyravimo amplitudės. Augalų derlingumui ir augalų cheminės sudėties svyravimui didžiausia įtaką turi šilumos ir drėgmės režimai. Vegetacijos periodo hidroterminės sąlygos glaudžiai siejasi su augalų pasisavinamomis mineralinėmis azoto formomis (Janušauskaitė ir kt., 2004; Ežerinskienė, 1995; Ežerinskienė, 1996; Švedas ir kt., 1999; Švedas ir kt., 2002).

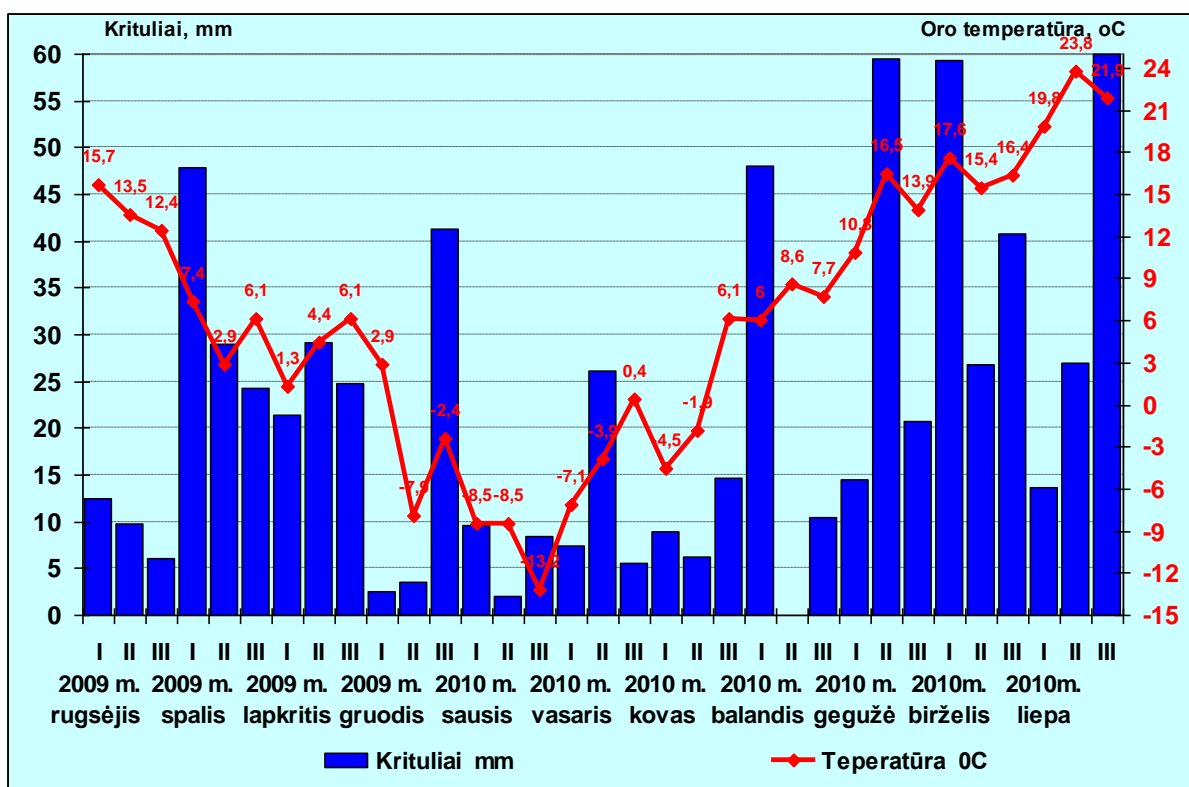
Lauko augalų vegetacijai meteorologinės sąlygos yra pagrindinis veiksnys, lemiantis jų sėklų sudygimą, augalų augimą ir brendimą (Romaneckas, Trečiokas, 2001).

Optimalioms augimo sąlygoms kviečiams sudaryti reikia 2100 teigiamų temperatūrų sumos ir apie 450 mm produktyvios drėgmės. Kritiškiausias metas žieminiams kviečiams – žiema (2.1 pav.). Jie užsigrūdina, kai rudens naktimis oro temperatūra nukrinta iki 0 °C, o dieną vėl pakyla iki 10–12°C. Šiuo laikotarpiu augaluose kaupiasi cukrus, mažėja laisvo vandens ląstelėse, vyksta endogeninių augimo reguliatorių persitvarkymas (Banevičienė, 1995; Petrulis, 1997).



2.1 pav. Žieminių kviečių vandens naudojimas skirtingais tarpsniais

Didžiausią fotosintezės produktyvumą augalai pasiekia, kai oro temperatūra 20–22°C. Oro ir drėgmės sąlygos dirvožemyje ypatingai svarbios kviečių dygimo ir krūmijimosi laikotarpiu, kai formuojasi pagrindiniai kviečių produktyvumo elementai (Banevičienė, 1995; Petrulis, 1997).



2.2 pav. Meteorologinės sąlygos lauko bandymų vykdymo metu

Kauno meteorologijos stoties duomenys, 2009- 2010 m.

2009 metų rugsėjo mėnesį vyravo sausi, šilti orai. Vidutinė rugsėjo mėnesio temperatūra buvo 13,9°C (1,7°C aukštesnė nei vidutinė daugiametė). Spalio ir lapkričio mėnesiai buvo labai drėgni.

Nors žiema buvo ypatingai šalta ir ilga, pasėlis peržiemojo gerai. Kovo mėnesio I ir II dešimtadienį vyravo dar neigiama temperatūra, atšilo tik III dešimtadienio viduryje. Pirmoji balandžio mėnesio pusė buvo vėsi ir lietinga, tačiau II dešimtadienis buvo visiškai sausas ir šiltesnis lyginant su pirmuoju. Balandžio mėnesio vidutinė temperatūra buvo 7,4 °C, kritulių kiekio vidurkis siekė 19,3 mm.

Antrąjį gegužės dešimtadienį vyravo labai drėgni orai (59,5 mm), o mėnesio vidutinė temperatūra buvo 13,7°C (1,1°C aukštesnė nei vidutinė daugiametė).

Birželio pradžioje išsilaikė šilti, tačiau labai lietingi orai. Nuo birželio antros dekados kritulių kiekis mažėjo, tačiau buvo pakankamai drėgna ir šilta. Vidutinis kritulių kiekis birželio mėnesį buvo 42,3 mm. Liepos mėnesio pirmosiomis dekadomis kritulių kiekis buvo mažesnis nei birželio mėnesį, bet III dekada buvo pati drėgniausia (60 mm) per visą žieminių kviečių vegetaciją.

Liepos mėnesį javai buvo pasiekę kietąją brandą ir nukulti.

2.5. Tyrimų duomenų statistinis įvertinimas

Tyrimų duomenys statistiškai įvertinti vienfaktorinės dispersinės analizės metodu (Tarakanovas, Raudonius, 2003). Naudota statistinio programų paketo „SELEKCIJA“ kompiuterinė programa ANOVA ir STAT.

3. TYRIMŲ REZULTATAI IR APTARIMAS

3.1. Azoto trąšų poveikis žieminių kviečių fiziologinių rodiklių pokyčiams

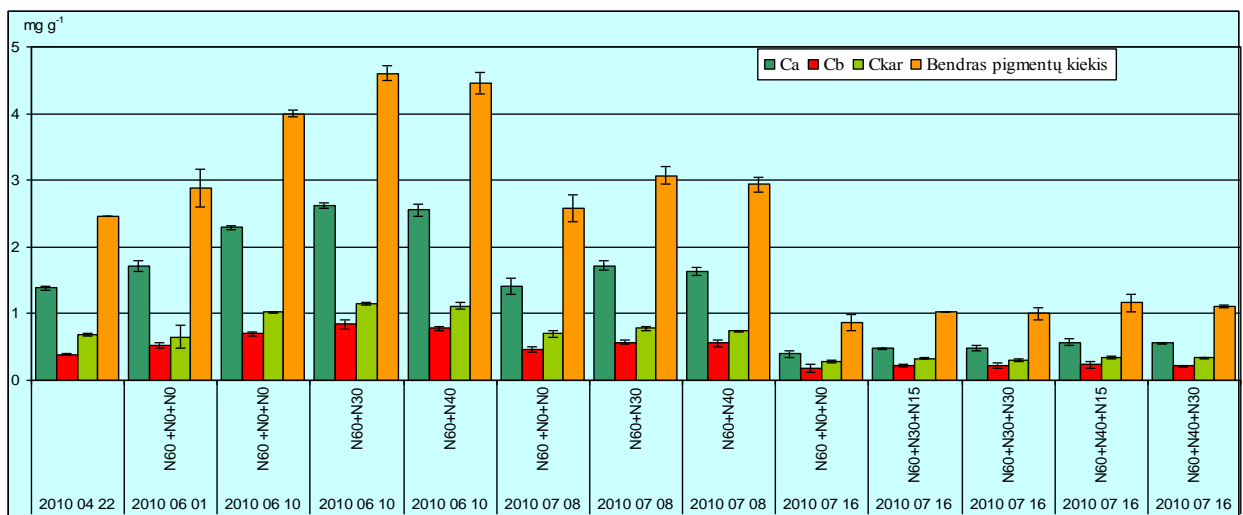
Fotosintezės pigmentų (chlorofilų *a*, *b* ir karotenoidų) sudėtis atspindi bendrą augalo būklę, jo fotosintetinį potencialą bei leidžia įvertinti, modeliuoti, prognozuoti agrotechnologijų efektyvumą (Sabo, 2002; Bojovic et al., 2005).

Teigiama, kad didžiausia chlorofilų koncentracija sukaupiama lapuose prieš pat žydėjimą, o patys pigmentai dalyvauja morfogenezės procesuose (Bojovic et al., 2005). Trąšų įtakoti fotosintezės pigmentų kaupimosi lapuose skirtumai taip pat išryškėja tik prieš augalų žydėjimą, BBCH 65-67 tarpsnyje (Tranavičienė, 2009).

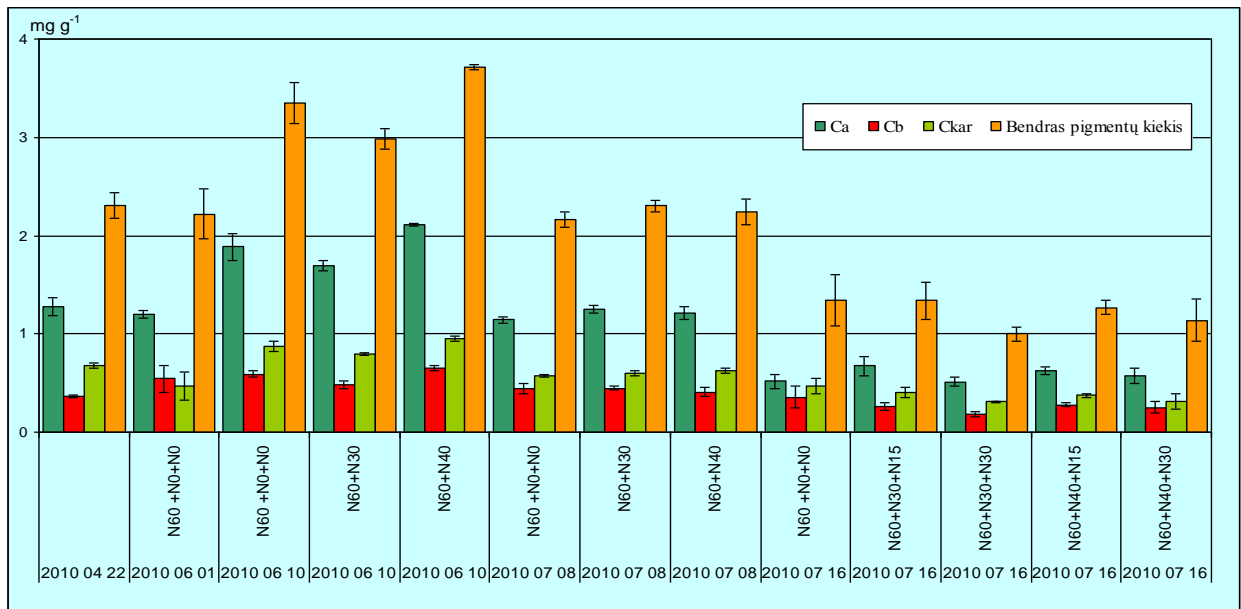
Pigmentų struktūros irimas siejamas su ankstyvais senėjimo procesais (Wingler et al., 2006). Senėjimas yra galutinė augalo lapų vystymosi stadija (Tranavičienė, 2009).

Papildomas tręšimas per lapus bambėjimo tarpsnyje padėjo pristabdyti pigmentų mažėjimą ir išlaikyti ilgesnį aktyvios fotosintezės sistemos veiklos periodą sėklų brandimo tarpsnyje.

Tinkamiausias chlorofilo *a* ir *b* santykis yra 3:1, darytuose bandymuose šis santykis buvo tinkamas. Pavasarį atsinaujinus augalų vegetacijai chlorofilo *a* ir *b*, bei karotenoidų kiekiai augaluose pradėjo didėti. 'Ada' veislės žieminiai kviečiai atsinaujinus vegetacijai buvo sukaupę daugiau chlorofilo *a* ir *b* nei 'Taurus DS' kviečiai, o karotenoidų kiekis skyrėsi nežymiai ('Ada' – 0,68 mg g⁻¹, 'Taurus DS' – 0,67 mg g⁻¹). Žieminius kviečius patręšus N₆₀ norma bendras pigmentų kiekis didėjo 'Ada' veislės žieminiuose kviečiuose, o 'Taurus DS' žieminiuose kviečiuose – mažėjo, nuo 2,31 mg g⁻¹ sumažėjo iki 2,22 mg g⁻¹ (3.1 ir 3.2 pav.).



3.1 pav. Azoto trąšų įtaka žieminių kviečių 'Ada' pigmentų kiekiui įvairiais vystymosi tarpsniais



3.2 pav. Azoto trąšų įtaka žieminių kviečių 'Taurus' pigmentų kiekiui įvairiais vystymosi tarpsniais.

Agrobiotechnologijos laboratorija, 2010 m.

Tiek 'Ada' tiek ir 'Taurus DS' veislės kviečių fotosintezės pigmentų kiekis padidėjo po papildomo tręšimo karbamiidu.

Didžiausias pigmentų kiekis abiejų veislių augaluose pastebimas prieš pat žydėjimą, o vėliau jis pradeda mažėti, tai parodo, kad augalai pradėjo senti.

Didesne azoto trąšų norma patręštų kviečių pigmentų kiekis buvo didesnis. 'Ada' veislės kviečių (2010-06-10) patręštų N_{60} norma bendras pigmentų kiekis buvo $4,00 \text{ mg g}^{-1}$, o 'Taurus DS' - $3,35 \text{ mg g}^{-1}$, tręštų $N_{60}+N_{30}$ 'Ada' buvo sukaupusi $4,60 \text{ mg g}^{-1}$, o 'Taurus DS' $N_{60}+N_{40}$ $3,71 \text{ mg g}^{-1}$ (3.1 ir 3.2 pav.).

Liepos 8 dieną tirtuose kviečiuose bendras pigmentų kiekis jau buvo pradėjęs mažėti. Mažiausias buvo žieminių kviečių tręštų N_{60} norma 'Ada' - $2,58 \text{ mg g}^{-1}$, o 'Taurus DS' - $2,16 \text{ mg g}^{-1}$. Tuo laiku nustatytas didžiausias pigmentų kiekis tręšimo variante ($N_{60}+N_{30}$ norma): 'Ada' - $3,07 \text{ mg g}^{-1}$, o 'Taurus DS' - $2,30 \text{ mg g}^{-1}$ (3.1 ir 3.2 pav.).

Liepos 16 ištyrus chlorofilą *a*, *b*, ir karotenoidus, pastebėta, kad daugiau pigmentų yra 'Taurus DS' žieminiuose kviečiuose (3.1 ir 3.2 pav.).

3.1 lent. Azoto trąšų įtaka žieminių kviečių veislių 'Ada' ir 'Taurus' sacharidų kiekiui įvairiais vystymosi tarpsniais.

Agrobiotechnologijos laboratorija, 2010 m.

Tyrimo data	Tręšimo azotu (N) normos	Sacharidų kiekis, mg g ⁻¹	
		'Ada'	'Taurus'
2010 04 22	N ₀	223,50±16,03	360,30±3,33
2010 06 01	N ₆₀	119,02±10,49	141,60±6,04
2010 06 10	N ₆₀	92,80±14,02	141,10±2,57
	N ₆₀ +N ₃₀	130,70±2,44	145,60±7,88
	N ₆₀ +N ₄₀	129,30±4,69	122,10±9,54
2010 07 08	N ₆₀	164,30±4,41	185,90±8,40
	N ₆₀ +N ₃₀	133,60±2,12	202,70±8,01
	N ₆₀ +N ₄₀	192,50±12,14	209,10±6,80
2010 07 16	N ₆₀	140,30±5,33	204,30±5,21
	N ₆₀ +N ₃₀ +N ₁₅	87,50±5,62	144,30±5,45
	N ₆₀ +N ₃₀ +N ₃₀	77,60±2,88	153,30±6,00
	N ₆₀ +N ₄₀ +N ₁₅	98,90±3,61	148,50±7,17
	N ₆₀ +N ₄₀ +N ₃₀	122,70±9,64	135,50±11,57

Fotosintezės proceso rezultatas- angliavandenių kiekis ir sudėtis lapuose, taip pat gali inhibuoti pačio fotosintezės proceso vyksmą, fotosintezės asimiliatų transportą, taip nulemiant derliaus kiekį ir kokybę (Rolland et al., 2006; Jiang, 2008). Angliavandenių balansas yra svarbus rodiklis, apibūdinantis ir nulemiantis vystymosi procesus. Jis veikia ir kaip žydėjimą indukuojantis veiksnys (Samuolienė et al., 2007). Pagal augale esamą angliavandenių kiekį skirtingais kviečių vystymosi tarpsniais galima spręsti kokia yra bendra augalo būklė, ir apie taikomų agrotechnologijų efektyvumą (Tranavičienė, 2009).

Tirpiųjų sacharidų analizės rezultatai atitinka fotosintezės pigmentų kiekio kitimo tendencijas kviečių lapuose. Ankstyvuosiuose augimo tarpsniuose, vykstant intensyviai augimui ir esant pakankamai mitybai tirpiųjų sacharidų pasikeitimo trąšų norma esmingai neįtakojo. Tirpiųjų sacharidų kiekybinę ir kokybinę sudėtį daugiau lėmė klimatiniai ir genetiniai skirtumai. Didesnį tirpiųjų sacharidų kiekį visos vegetacijos metu kaupė 'Taurus DS' veislė žieminiai kviečiai. Tai rodo, kad 'Taurus DS' veislės žieminiai kviečiai pagal fiziologinius rodiklius mažiau paveikti senėjimo procesų nei 'Ada' veislės žieminiai kviečiai. 'Taurus DS' sacharidų

kiekis svyravo nuo 122,10 mg g⁻¹ iki 360,30 mg g⁻¹, o 'Ada' – nuo 87,50 mg g⁻¹ iki 223,50 mg g⁻¹ (3.1 lent.).

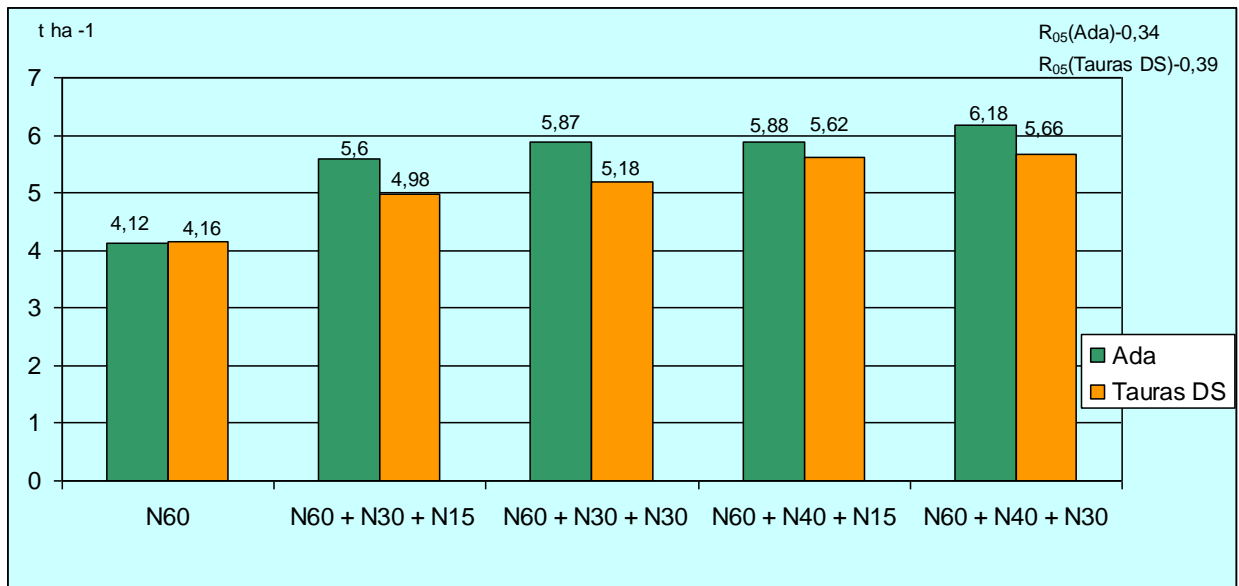
3.2. Azoto trąšų poveikis žieminių kviečių derlingumui ir grūdų kokybei

Nuo 1901 m. fiksuojant žieminių kviečių derlingumą Lietuvoje pastebėta, kad jų vidutinis derlius padidėjo nuo 0,81 iki 3,06 t ha⁻¹ (Švedas ir kt., 1999). Tačiau jis cikliškai labai svyravo. Derliaus įvairavimas priklausė nuo daugelio veiksnių, iš jų nemažą reikšmę turėjo tręšimas. Bandymuose nustatyta, kad lemiamą įtaką žieminių kviečių derlingumui turėjo tręšimas azotu, o mažiau fosforingose dirvose (P₂O₅ 150-200 mg kg⁻¹) efektyvus buvo tręšimas NPK trąšomis (Arbačiauskas, 1998).

Taip pat teigiama, kad kviečių derliaus ir kokybės formavimo proceso intensyvumą lemia meteorologinės sąlygos (Švedas ir kt., 1999; Krikštaponyte ir kt., 2004). Vegetacijos periodo orai gali lemti nuo 44 iki 55 proc. derliaus svyravimo amplitudės (Fageria, 2006). Tam tikrais auginimo tarpsniais meteorologinės sąlygos turi didelės įtakos maisto medžiagų kaupimo intensyvumui grūduose ir jų cheminei sudėčiai (Janušauskaitė ir kt., 2004).

Derlingumui įtakos turi ir veislės genetinės savybės. Prastesnių kepinio savybių žieminių kviečių derlingumas būna didesnis, nes tai apspręsta jų genetinio potencialo (Fowler, 2003).

Tyrimų rezultatai rodo, kad azoto trąšos (karbamido tirpalas) veikė efektyviai, patikimas derliaus priedas gautas visuose tręšimo variantuose (3.3 pav.).



3.3 pav. Tręšimo įtaka žieminių kviečių derlingumui

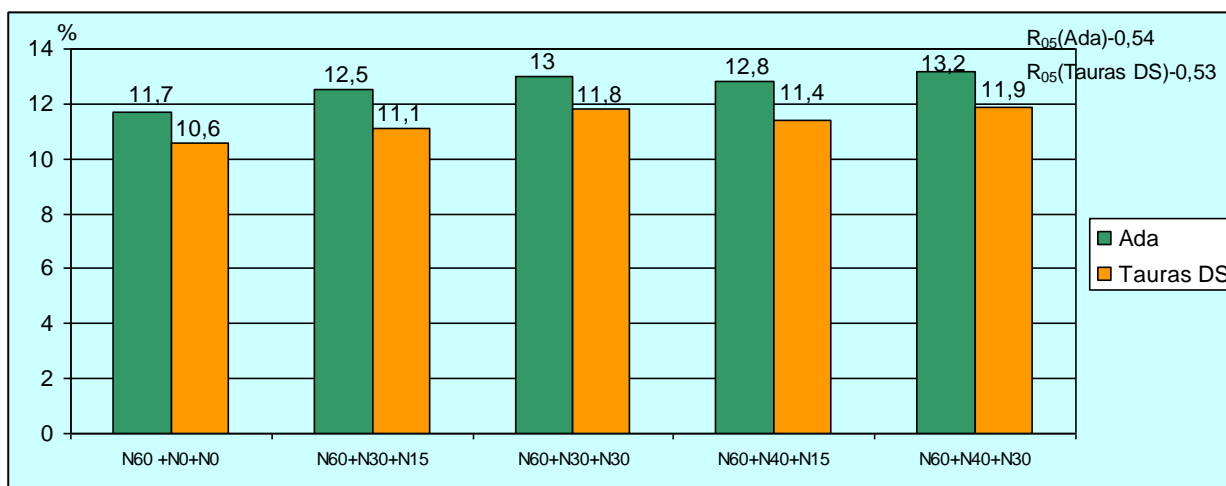
LŽŪU Bandymų stotis, 2010 m.

Didžiausią derlingumą ($6,18 \text{ t ha}^{-1}$) ir derliaus priedą ($2,06 \text{ t ha}^{-1}$) išaugino 'Ada' veislės žieminiai kviečiai, kurie krūmijimosi, bamblių ir pieninės brandos tarpsniuose buvo patręšti $N_{60}+N_{40}+N_{30}$ azoto trąšomis. 'Taurus DS' žieminiai kviečiai taip pat didžiausią derliaus priedą davė vegetacijos metu patręšus $N_{60}+N_{40}+N_{30}$ azoto trąšų norma ($5,66 \text{ t ha}^{-1}$).

Vienas svarbiausių žieminių kviečių grūdų kokybę apibūdinančių rodiklių yra baltymų kiekis. Superkant žieminių kviečių grūdus, baltymingumas yra vienas iš rodiklių, pagal kurį grūdai priskiriami atitinkamai kokybės klasei. Nuo baltymų kiekio grūduose priklauso kviečių technologinės savybės. Iš baltymingų grūdų gaunami geros kokybės miltai bei tešla, padidėja duonos tūris ir poringumas (Tranavičienė, 2009).

Baltymų kaupimasis kviečiuose priklauso nuo meteorologinių sąlygų ir azoto trąšų normų paskirstymo vegetacijos metu (Topal et al., 2003). Grūdų brandimo metu vyraujant šiltiems, sausiems orams, grūdų baltymingumas padidėja, lietūs bei atšalimai plaukėjimo-vaškinės brandos pradžioje lemia mažą grūdų baltymingumą (Fageria, 2006).

2010 metų meteorologinės sąlygos nevisai buvo palankios baltymams kauptis žieminių kviečių grūduose (3.4 pav.). Azoto trąšos beveik visuose variantuose patikimai skatino baltymų kaupimąsi grūduose. Jų kiekis patikimai didėjo tiek 'Ada' tiek ir 'Taurus DS' veislės grūduose. Daugiausiai baltymų sukaupė grūdai, kviečius tręšiant $N_{60}+N_{40}+N_{30}$ norma. Tačiau tręšiant $N_{60}+N_{30}+N_{30}$ grūdai buvo linkę kaupti daugiau baltymų nei tręšiant $N_{60}+N_{40}+N_{15}$ azoto trąšų norma. Panašūs rezultatai nustatyti abiejų veislių grūduose.



3.4 pav. Tręšimo įtaka žieminių kviečių grūdų baltymingumui

LŽŪU bandymų stotis, 2010 m.

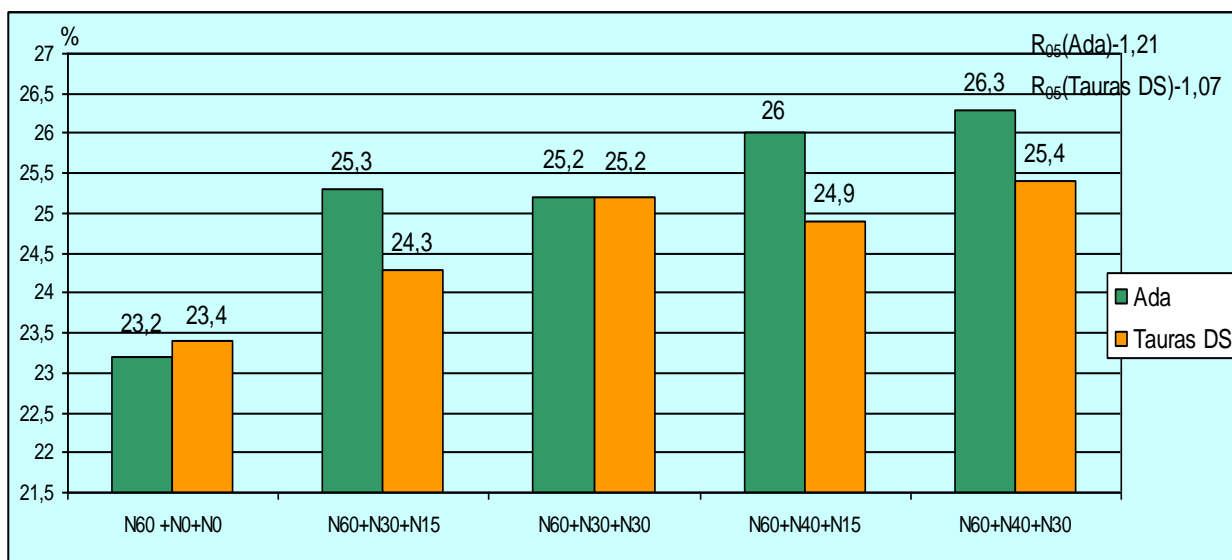
Baltymingiausius grūdus subrandino labai gerų kepimo savybių žieminiai kviečiai 'Ada'-grūdų baltymingumas didėjo nuo 11,7 iki 13,2 %.

Geromis kepimo savybėmis pasižyminčių žieminių kviečių 'Taurus DS' baltymingumas taip pat didėjo visuose variantuose didinant azoto trąšų normą, nuo 10,6 iki 11,9 %.

Literatūros šaltinių teigimu, baltymų ir glitimo kiekis grūduose glaudžiai susiję, kadangi jo sudedamosios dalys – gliuteninas ir gliadinas. Maišomi su vandeniu jie formuoja elastingą substanciją, kurios savybė pasipriešinti spaudimui vertinama kaip glitimo kokybės rodiklis. Glitimas būna stiprus, vidutinio stiprumo ir silpnas (Triboi ir kt., 2000). Daugiausiai glitimo nuo papildomo tręšimo kviečiai sukaupia normalaus drėgnumo metais, kai iki jų vaškinės brandos saulė švyti ne mažiau kaip 816-1002 valandas (Janušauskaitė, Šidlauskas, 2004a).

Taip pat glitimo kiekį grūduose lemia tai, kiek laikotarpiu nuo grūdų užmezgimo iki kietosios brandos augalas gauna azoto (Triboi et al., 2003).

Nepriklausomai nuo tręšimo azoto trąšomis normų, lemiamą įtaką šlapijo glitimo kiekio sukaupimui turėjo kviečių genotipas. 'Ada' veislės grūduose buvo didesnis šlapijo glitimo kiekis, palyginus su 'Taurus DS' veislės grūdais, visuose tręšimo variantuose (3.5 pav.).



3.5 pav. Tręšimo įtaka šlapijo glitimo kiekiui žieminių kviečių grūduose

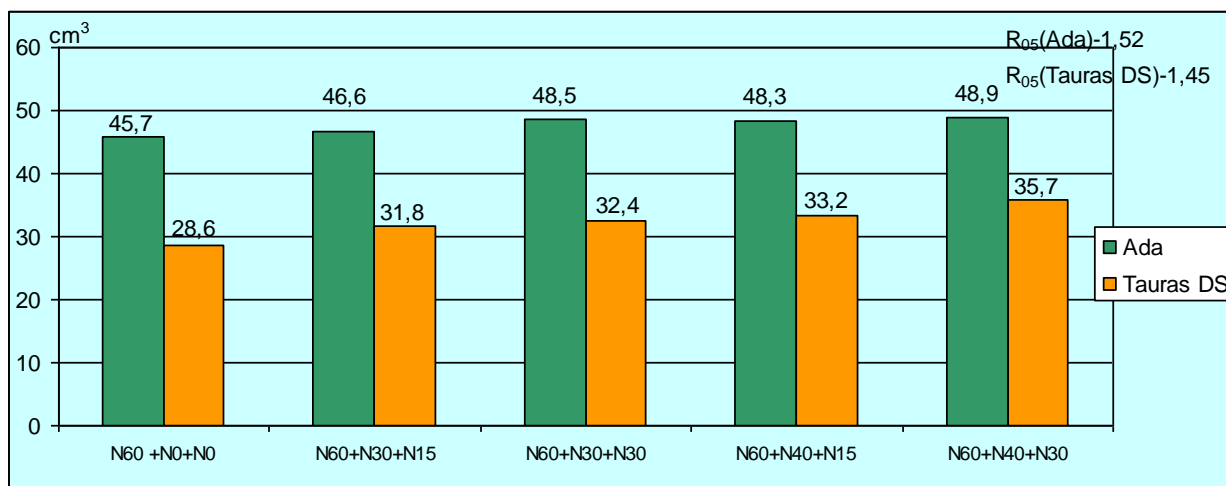
LŽŪU Bandymų stotis, 2010 m.

Žieminių kviečių papildomas tręšimas vegetacijos metu esminiai paskatino abiejų veislių grūduose sukaupti daugiau šlapijo glitimo, palyginus su tręštais vienkartinę N_{60} norma.

Azoto trąšos esminiai skatino grūduose sukaupti nuo 2,0 iki 3,1 proc. vnt. šlapijo glitimo daugiau 'Ada' veislės grūduose ir nuo 0,9 iki 2,0 proc. vnt. 'Taurus DS' veislės grūduose, palyginus su tręštais vienkartinę N_{60} norma. Daugiausiai šlapijo glitimo nustatyta žieminių kviečių grūduose, kurie tręšti $N_{60}+N_{40}+N_{30}$ norma (3.5 pav.).

Sedimentacija – dar vienas grūdų kepimo savybes apibūdinantis rodiklis, kurio nustatymas pagrįstas baltymų savybe subrinkti silpnų rūgščių tirpaluose. Daugumai kokybinių rodiklių didelę įtaką turi augimo sąlygos, tačiau sedimentacijos rodiklis, labiau priklauso nuo veislės nei nuo išorinių veiksnių (Mašauskas ir kt., 2002). Didesnis glitimo kiekis bei geresnė jo kokybė atitinka didesnes sedimentacijos rodiklio reikšmes ($r = +0,881$). Teigiama, kad sedimentacijos rodiklio reikšmes iš netirpių baltymų frakcijų labiau įtakoja būtent gliuteninų kompleksas, atsakingas už vandens įgėrimą ir brinkimą. Todėl didesnė sedimentacija netiesiogiai nusako ir glitimo stiprumą, siejamą su gliuteniniais (Cesevičienė ir kt., 2007). Sedimentacijos rodiklis svyruoja nuo 8 (kai grūduose yra labai mažas baltymų kiekis ir silpnas glitimas) iki 78 ml (kai yra labai didelis baltymų kiekis ir stiprus glitimas). Kuo didesnis sedimentacijos rodiklis, tuo geresnės kvietinės tešlos struktūrinės -mechaninės savybės, tešla geriau kyla, tuo kepinių kokybė yra geresnė. Jeigu sedimentacijos rodiklis yra didesnis nei 40 ml, gaunami didelės išėigos gaminiai, nuo 20 iki 40 ml - gera kepinių kokybė, o mažiau nei 20 ml - nepakankama gaminio išėiga ir prasta kepinių kokybė (Tranavičienė, 2009).

Atliktuose tyrimuose tarp veislių buvo esminiai grūdų sedimentacijos rodiklio skirtumai (3.6 pav.). Aukščiausios sedimentacijos rodiklio reikšmės buvo labai gerų kepimo savybių 'Ada' veislės žieminių kviečių grūduose.



3.6 pav. Tręšimo įtaka sedimentacijos rodiklio reikšmėms žieminių kviečių grūduose

LŽŪU Bandymų stotis, 2010 m.

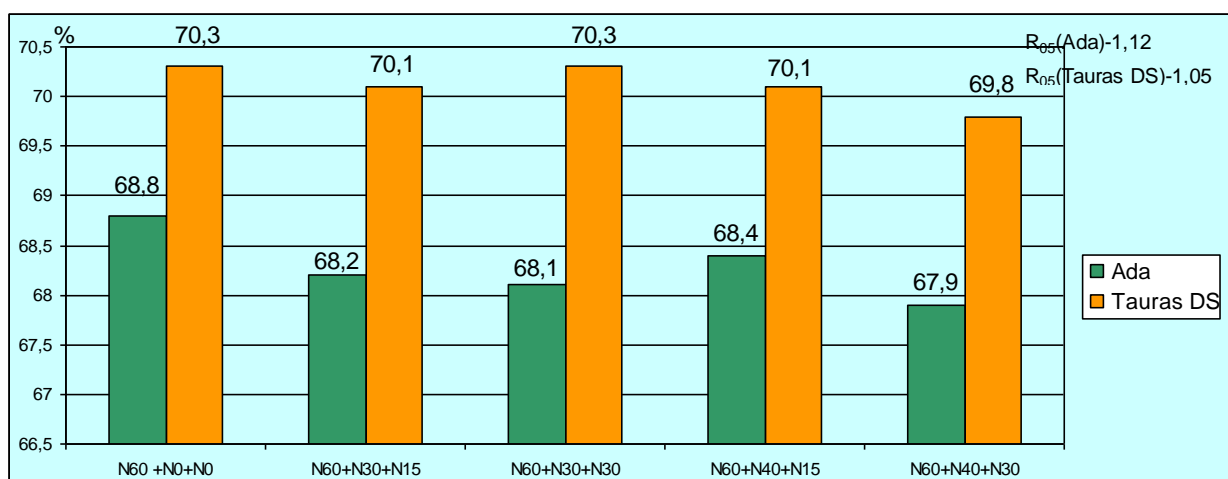
Papildomas tręšimas esminiai padidino grūdų sedimentacijos vertes:

'Ada' veislės žieminių kviečių grūduose, kai norma $N_{60} - 45,7 \text{ cm}^3$, o tręštųjų didžiausia azoto trąšų norma ($N_{60+40+30}$) – $48,9 \text{ cm}^3$ (3.6 pav.).

'Taurus DS' veislės žieminių kviečių grūduose, kai norma $N_{60} - 28,6 \text{ cm}^3$, o tręštųjų didžiausia azoto trąšų norma ($N_{60+40+30}$) – $35,7 \text{ cm}^3$ (3.6 pav.).

Kraskmolas yra kompleksinis angliavandenis, polisacharidas, sudarytas mažiausiai iš 10 sacharidų molekulių. Kraskmolas augaluose gaminamas fotosintezės dėka ir yra kaupiamas jų audiniuose. Kraskmolo kiekis ir savybės stipriai įtakoja grūdų kepimo savybes. Kuo daugiau grūduose kraskmolo, tuo mažiau baltyminių medžiagų ir „silpnesni“ miltai (Tranavičienė, 2009).

Kraskmolo kiekis žieminių kviečių grūduose, papildomo tręšimo įtakoje, kito atvirkščiai proporcingai baltymų kiekiui ($r = -0,678$). Papildomai didesnėmis azoto trąšų normomis patręštų kviečių grūduose kraskmolo kiekis buvo mažesnis, palyginus su tręštais N_{60} norma.(3.7 pav.). Tręšiant didžiausia azoto trąšų norma ($N_{60+40+30}$) buvo nustatytas mažiausias kraskmolo kiekis grūduose.



3.7 pav. Tręšimo įtaka kraskmolo kiekiui žieminių kviečių grūduose

LŽŪU Bandymų stotis, 2010 m.

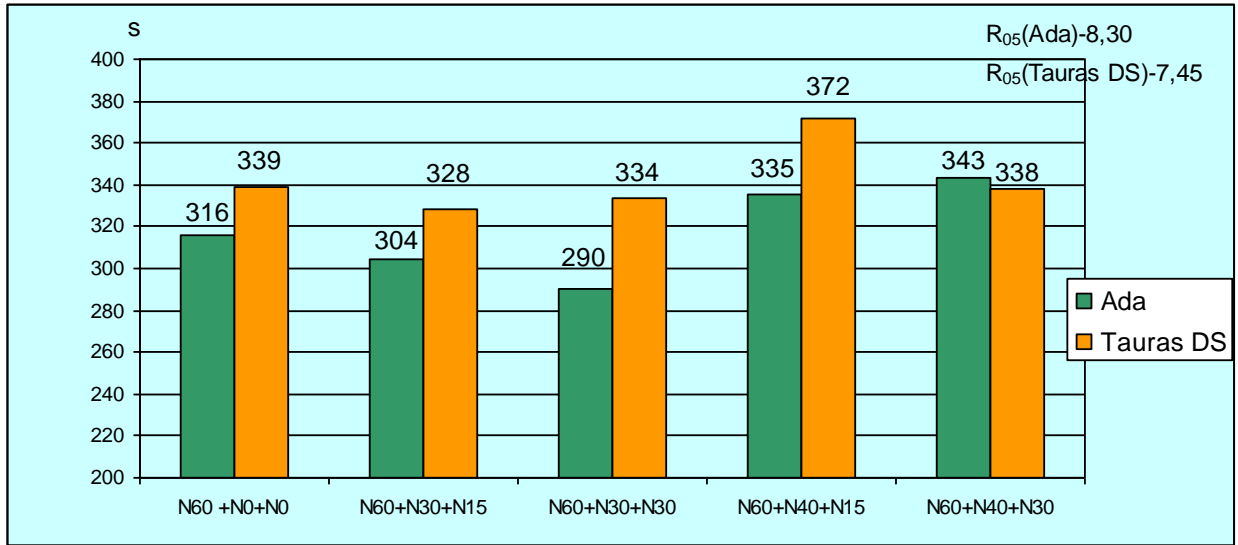
'Ada' veislės grūdai buvo baltymingesni už 'Taurus DS' grūdus, o kraskmolo kiekis kito atvirkščiai. 'Taurus DS' veislės grūdų kraskmolo kiekis kito nuo 70,3 iki 69,8 %. Tuo tarpu 'Ada' veislės grūduose sukaupta kraskmolo nuo 68,8-67,9 % (3.7 pav.).

Kviečių kokybė vertinama pagal kraskmolą skaidančio fermento α -amilazės aktyvumą. Šio fermento veikimas ypač padidėja, kai orai subrendus grūdams būna lietingi. Tuomet paskatinamas grūdo dygimas ir prasideda su tuo susiję biocheminiai pakitimai grūde. Tokių grūdų technologinė vertė daug menkesnė – padidėjęs α -amilazės aktyvumas neigiamai veikia duonos kokybę, mažina tešlos gebėjimą absorbuoti vandenį (Cesevičienė ir kt., 2007). Be to padidėjus fermentų aktyvumui, mažėja tešlos elastingumas bei duonos purumas (Gooding et al., 2003). α -amilazės fermento aktyvumui įtakos gali turėti ir tręšimas azotu, prailgindamas vegetacijos trukmę.

α -amilazės aktyvumas įvertinamas pagal kritimo skaičiaus duomenis. Didėjant fermento aktyvumui kritimo skaičiaus vertės mažėja.

Duoninių kviečių kritimo skaičius optimalus – 200–350 sekundžių. Kritimo skaičių labiausiai padidina stresas, kurį augalai patiria per 15–28 dienų po grūdų užmezgimo. (Gooding et al., 2003).

Tręšimas azoto trąšomis žieminių kviečių kritimo skaičiui neturėjo esminės įtakos (3.8 pav.).



3.8 pav. Tręšimo įtaka žieminių kviečių grūdų fermentiniam aktyvumui

LŽŪU Bandytųjų stotis, 2010 m.

Kviečių grūdai, įvertinus jų kritimo skaičių, visuose variantuose atitiko keliamus reikalavimus duoniniams kviečiams.

IŠVADOS

2009–2010 metais Lietuvos žemės ūkio universiteto Bandymų stotyje karbonatiniame, sekliai glėjiškame išplautžemyje (Calc(ar)i-Epihypogleyic Luvisols) IDg8-k (LVg-p-w-cc), ištyrus azoto poveikį skirtingų kepmo savybių žieminių kviečių fotosintezės rodikliams, derlingumui ir grūdų kokybei galime teigti tokias išvadas:

1. Azoto trąšos augaluose skatino bendrą pigmentų kiekio didėjimą iki žydėjimo, o po žydėjimo prasidėjus senėjimo procesams bendras pigmentų kiekis pradėjo mažėti.
2. Tirpiųjų sacharidų kaupimuisi tręšimas azoto trąšomis esminės įtakos neturėjo.
3. Tręšimas azoto trąšomis visuose variantuose patikimai didino derlingumą. Didžiausią derlingumą Ada veislės žieminiai kviečiai ($6,18 \text{ t ha}^{-1}$), o 'Taurus DS' – ($5,66 \text{ t ha}^{-1}$) išaugino vegetacijos metu patyrę $N_{60}+N_{40}+N_{30}$ azoto trąšų norma.
4. Azoto trąšos beveik visuose variantuose patikimai skatino baltymų kaupimąsi grūduose ('Ada' 1,5 proc. vnt., 'Taurus DS' 1,3 proc. vnt.), šlapiojo glitimo kiekio didėjimą ('Ada' 3,1 proc. vnt., 'Taurus DS' 2,0 proc. vnt.), didino sedimentacijos vertes.

2011 04 30

.....

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. ACEVEDO, E.; SILVA, P.; SILVA, H. 2002. Wheat growth and physiology. Bread wheat. Improvement and production. *Plant Production and Protection Series*. FAO. Rome, no. 30, p. 39.
2. ARBAČIAUSKAS, J. ir kt. 1998. Dirvožemio genėzės ir fosforingumo įtaka žemės ūkio augalams bei fosforo trąšų efektyvumui. *Žemdirbystė*, t. 63, p.31-42.
3. BALIGAR, V.C., FAGERIA, N.K., HE, Z.L. 2001. Nutrient use efficiency in plants. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, no. 32, p. 921-950.
4. BANEVIČIENĖ, Z., STUOGIENĖ, L., SMULKIENĖ, B. 1995. Žieminių kviečių auginimo technologijos supaprastinimo galimybės. *Žemdirbystė*, t. 47, p. 32-41.
5. BEADLE C. I. COOMBS J., HALL D. O., LONG S. P., SCURLOCK J. M. O. 1987. (eds.) Plant growth analyses. *Techniques in bioproductivity and photosynthesis*. P. 20-25.
6. BOYER, J.S.1982. Plant productivity and environment. *Science*, vol. 218, p. 443-448.
7. BOJOVIC, B.; STOJANOVIC, J. 2005. Chlorophyll and carotenoid content in wheat cultivars as a function of mineral nutrition. *Archives of Biological Sciences* vol. 57, p. 283-290.
8. BRAY, E.A.; BAILEY-SERRES, J.; WERETELNYK, E. 2000. Responses to abiotic stresses. *Biochemistry and Molecular Biology of Plants*. p. 1158-1249.
9. CARTELAT, A et al. 2005. Optically assessed contents of leaf polyphenolics and chlorophyll as indicators of nitrogen deficiency in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Field Crops Research*, vol. 95, p. 31-39.
10. CESEVIČIENĖ, J.; MAŠAUSKIENĖ, A. 2007. Žieminių kviečių Hagberg-Perteno kritimo skaičiaus priklausomumas nuo tręšimo azoto trąšomis ir pjūties laiko. *Žemės ūkio mokslai*, t. 14, nr. 2, p. 11-17.
11. CHIKOV, V.I. 2008. Evolution of notions about relationships between photosynthesis and plant productivity. *Russian Journal of Plant Physiology*, vol. 55, no.1, p. 130-143.
12. CLARKE, M.P.; GOODING, M.J.; JONES, S.A. 2004. The effects of irrigation, nitrogen fertilizer and grain size on Hagberg falling number, specific weight and blackpoint of winter wheat. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 84, p. 227-236.
13. CORBELLINI, M. et al. 1997. Effect of the Duration and Intensity of Heat Shock During Grain Filling on Dry Matter and Protein Accumulation, Technological Quality and

protein Composition in Bread and durum Wheat. *Australian Journal of Plant Physiology*, vol. 24, p. 245-260.

14. CORNIC, G.; MASSACCI, A. 1996. Leaf photosynthesis under drought stress. *Photosynthesis and the Environment*, vol.5, p.77-89.

15. CRAWFORD, N.M.,; FORDE, B.G. 2002. Molecular and developmental biology of inorganic nitrogen nutrition. In: *Meyerowitz, E.M. and Somerville, C.R. (eds). The Arabidopsis Book*.

16. DANIEL, C.; TRIBOI, E. 2000. Effect of temperature and nitrogen nutrition on the grain composition of winter wheat: effects on gliadin content and composition. *Journal of Cereal Science*, vol. 32, p. 45-56.

17. EHDAIE, B.; WAINES, J.G. 2001. Sowing data and nitrogen rate effects on dry matter and nitrogen partitioning in bread and durum wheat. *Field crops research*, vol. 73, p. 47-61.

18. EVANS, J.R. 1989. Photosynthesis and Nitrogen Relationships in leaves of C3 plants. *Oecologia*, vol. 78, p. 9-19.

19. EŽERINSKIENĖ, N. 1995. Kritulių įtaka azoto trąšų efektyvumui žieminiuose kviečiuose. *Žemdirbystė*, t. 48, p. 41-47.

20. EŽERINSKIENĖ, N. 1996. Azoto trąšų efektyvumo žieminiuose kviečiuose priklausomumas nuo kritulių Vakarų Lietuvoje. *Žemdirbystė*, t. 55, p. 152-163.

21. FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C.; CLARK, R.B. 2006. *Physiology of crop productivity*. Haworth Press, London., p. 345.

22. FOWLER, D.B. 2003. Crop Nitrogen Demand and Grain Protein Concentration of Spring and Winter Wheat. *Agronomy Journal*, vol. 95, p. 260-265.

23. FRITCHI, F.B.; RAY, J.D. 2007. Soybean leaf nitrogen, chlorophyll content, and chlorophyll a/b ratio. *Photosynthetica*, vol. 45, p. 92-98.

24. GOODING, M.J. et al. 2003. Effects of restricted water availability and increased temperature on the grain filling, drying and quality of winter wheat. *Journal of Cereal Science*, vol. 37, iss. 3, p. 295-309.

25. GOODING, M. J. et al. 1986. Effects of spring nitrogen-fertilizer on the Hagberg Falling Number of grain from breadmaking varieties of winter-wheat. *Journal of Agricultura Science*, vol. 107, p. 475-477.

26. HARE P.D.; CRESS, W.A.; VAN STADEN, J. 1999. Protein synthesis and degradation: a model system for elucidating stress-related signal transduction. *Journal of Experimental Botany*, vol. 50, p.413-434.

27. HIKOSAKA, K. 2004. Interspecific difference in the photosynthesis-nitrogen relationship: patterns, physiological causes, and ecological importance. *Journal of Plant Research*, vol. 117, p. 481-494.
28. HOULES, V.; GUERFI, M.; MARY, B. 2007. Elaboration of a nitrogen nutrition indicator for winter wheat based on leaf area index and chlorophyll content for making nitrogen recommendations. *European Journal of Agronomy*, vol. 27, p. 1-11.
29. JAKUBAUSKIENE, L.; JUODEIKIENE, G. 2005. The relationship between protein fractions of wheat gluten and the quality of ring-shaped rolls evaluated by echolocation Method. *Food Technology and Biotechnology*, vol. 43 (3), p. 247-253.
30. JANUŠAUSKAITĖ, D.; MAŠAUSKAS, V. 2004. Žieminių ir vasarinių kviečių derliaus ir grūdų kokybės priklausomumas nuo azoto trąšų normų. *Žemdirbystė*, t. 88 (4), p. 48-64.
31. JANUŠAUSKAITĖ, D.; ŠIDLAUSKAS, G. 2004a. Azoto trąšų efektyvumo žieminiuose kviečiuose priklausomumas nuo meteorologinių sąlygų Vidurio Lietuvoje. *Žemdirbystė*, t. 88, p. 34-47.
32. JIANG, D. et al. 2008. Nitrogen fertilizer rate and post-anthesis waterlogging effects on carbohydrate and nitrogen dynamics in wheat. *Plant Soil*, vol. 304, p. 301-314.
33. JUODIS, J. 2001. Dirvožemių rajonai. *Lietuvos dirvožemiai*. Vilnius: Lietuvos mokslas, Kn. 32. P. 699-707.
34. KETTLEVVELL, P.S. 1999. The response of alpha-amylase activity during wheat grain development to nitrogen fertiliser. *Annual Applied Biology*, vol. 134, p. 241-249.
35. KICHEY, T. et al. 2006. Combined agronomic and physiological aspects of nitrogen management in wheat highlight a central role for glutamine synthetase. *New Phytologist*, vol. 169, p. 265-278.
36. KOCH, K. 2004. Sucrose metabolism: regulatory mechanisms and pivotal roles in sugar sensing and plant development. *Current Opinion in Plant Biology*, vol. 7, p. 235-246.
37. KRIŠTAPONYTĖ, L.; MAIKŠTĖNIENĖ, S. 2004. Azoto trąšų ir agroklimatinių sąlygų poveikis žieminių kviečių (*Triticum aestivum* L.) derliui ir jo kokybei. *Žemės ūkio mokslai*, nr. 4, p. 7-14.
38. KUPČINSKAS, V.; BANIŪNIENĖ, A.; ŽEKAITĖ, V.; ŠIDLAUSKAS, G. Mineralinių ir organinių trąšų bei meteorologinių sąlygų įtaka bulvių produktyvumui priesmėlio dirvoje. *Žemdirbystė. LŽI ir LŽŪU mokslo darbai*. 2003. T. 84. Nr. 4. P. 23-34.
39. LAZAUSKAS, J. 1987 *Augalininkystė Lietuvoje: Monografija*. Vilnius: Mokslas. P. 258.

40. LAWLOR, D.W.; CORNIC, G. 2002. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. *Plant Cell Environment*, vol. 25, p. 275-294.
41. LI, L. et al. 2006. Simulating the response of photosynthete partitioning during vegetative growth in winter wheat to environmental factors. *Field Crops Research*, vol. 96, p. 133-141.
42. LUNN, G.D. et al. 2001. Effects of pericarp alpha-amylase activity on vvheat (*Triticum aestivum*) Hagberg falling number. *Annual Applied Biology*, vol. 138, p. 207-214.
43. LUNN, G.D. et al. 2001a. Mechanisms leading to excess alpha-amylase activity in wheat (*Triticum aestivum*, L.) grain in UK. *Journal of Cereal Science*, vol. 33, p. 313-329.
44. MAKINO, A.; NAKANO, H.; MAE, T. 1994. Responses of Ribulose-1,5-Bisphosphate Carboxylase, Cytochrome f, and Sucrose Synthesis Enzymes in Rice Leaves to Leaf Nitrogen and Their Relationships to Photosynthesis. *Plant physiology*, vol. 105, p. 173-79.
45. MARTIN, A. et al. 2005. Nitrogen management and senescence in two maize hybrids ring in the persistence of leaf greenness. Agronomic, physiological and molecular aspects. *New Phytologist*, vol. 167, p. 483-492.
46. MAŠAUSKAS, V.; MAŠAUSKIENĖ, A. 2005. Superfosfato kaip sieros šaltinio ilgalaikio naudojimo įtaka augalų derliui sėjomainoje. *Žemdirbystė. LŽI ir LŽŪU mokslo darbai*. T. 92. Nr. 4. P. 36-51.
47. MAŠAUSKAS, V.; MAŠAUSKIENĖ, A. 2002. KAS-32 trąšų normų ir tręšimo per lapus laiko įtaka žieminių- kviečių derlių formuojantiems elementams ir grūdų kokybei. *Žemdirbystė*, t. 77, p.70-81.
48. McINTYRE, GI. 2001. Control of plant development by limitng factors: A nutritional perspective. *Physiologia Plantarum*, vol.113, p. 165-75.
49. MUCHOVA, Z. 2003. Changes in technological-quality of food wheat in a four crop. *Plant Soil and Environment*. Vol. 49, is. 4, 146-150 p.
50. MWANAMWENGE, J. et al. 1999. Effect of water stress during floral initiation, flowerin and podding on the growth and yield of faba bean (*Vicia faba* L.). *European Journal of Agronomy*, vol.11, p.1-11.
51. ONO, K, WATANABE, A. 1997. Levels of endogenous sugars, transcripts of rbcS and rbcL, and of RuBisCO protein senescing sunflower leaves. *Plant cell physiology*, vol. 38(9), p. 1032-1038.

52. PAUL, M.J.; DRISCOLL, S.P. 1997. Sugar repression of photosynthesis: the role of carbohydrates in signaling nitrogen deficiency through source: sink imbalance. *Plant, Cell and Environment*, vol. 20, p.110-116.
53. PEGO, J.V. et al. 2000. Photosynthesis, sugars and the regulation of gene expression. *Journal of Experimental Botany*, vol. 51, p. 407-416.
54. PETRAITIENĖ, V. Žieminių kviečių derliaus ir jo struktūros elementų priklausomumas nuo mineralinių NPK trąšų bei dirvožemio judriųjų medžiagų. *Žemdirbystė: mokslo darbai*. LŽI, LŽŪU. Akademija (Kėdainių r.), 1996, t.51, p.21-37
55. PETRULIS, J. 1997. *Kviečiai: monografija*. Vilnius, ŽMŪM UAB Informacijos ir leidybos centras, p. 227-232.
56. ROLLAND, F.; MOORE, B.; SHEEN, J. 2002. Sugar sensing and signaling in plants. *The Plant Cell*, p. 85- 205.
57. ROLLAND, F.; BAENA-GONZALEZ, E.; SHEEN, J. 2006. Sugar sensing and signaling in plants: conserved and novel mechanisms. *Annual Reviews of Plant Biology*, vol. 57, p. 675-709.
58. ROMANECKAS, K.; TREČIOKAS, K. 2001. Meteorologinių sąlygų analizė atskirais žemės ūkio augalų augimo ir vystymosi tarpsniais. *Vagos*, nr. 44, p. 9.
59. SABO, M., TEKLIC, T.; VIDOVIC, I. 2002. Photosynthetic productivity of two winter wheat varieties (*Triticum aestivum* L.). *Rostlinna Vybroba*, vol. 48, p. 80-86.
60. SALVAGIOTTI, F.; MIRALES, D.J. 2007. Wheat development as affected by nitrogen and sulfur nutrition. *Australian Journal of Agricultural Research*, vol. 58, p. 39-45.
61. SAMBORSKI, S.; KOZAK, M.; AZEVEDO, R.A. 2008. Does nitrogen uptake affect nitrogen uptake efficiency or vice versa? *Acta Physiologica Plantarum*, vol. 30, p. 419-420.
62. SAMUOLIENĖ, G. et al. 2007. Carrot flowering initiation: light effect, photosynthetic pigments, carbohydrates. *Acta biologija Szegediensis*, vol. 51 (1), p. 39-42.
63. SMEEKENS, S. 2000. Sugar –induced signal transduction in plant. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, vol. 51, p.49-81.
64. SPANER, et al. 2005. Can leaf chlorophyll measures at different growth stages be used as an indicator of winter wheat and spring barley nitrogen requirements in eastern Canada? *Journal of Agronomy and Crop Science*, vol. 191, p. 393-399.
65. STAŠAUSKAITĖ, S. 1995. *Augalų vystymosi fiziologija*. Vilnius, p. 20-42.
66. ŠABAJAVIENĖ, G. et al. 2008. Aplinkos temperatūros ir substrato drėgmės poveikis vasarinių miežių fiziologiniams rodikliams. *Žemdirbystė-Agriculture*, t. 95, nr. 4, p.71-80.

67. ŠIDLAUSKAS, G.; ŠVEDAS, A. Agrometeorologinių veiksnių ir tręšimo azotu ryšys su vasarinių rapsų (*Brassica napus*) sėklų, žalių baltymų ir riebalų derliumi. *Vagos. Mokslo darbai*. 2001. Nr. 49(2). P. 38–43.
68. ŠIULIAUSKAS, A.; LIAKIENĖ, E.; LUKTANIENĖ, D. 1997. Žieminių kviečių augimo bei vystimosi ypatumai Lietuvoje. *Žemės ūkio mokslai*, nr. 4, p. 18-24.
69. ŠIULIAUSKAS, A.; LIAKAS, V.; PALTANAVIČIUS, V. 2000. Žieminių kviečių augimo ir derliaus formavimosi ypatumai skirtingai juos tręšiant. *Žemdirbystė*, t. 70, p.79-85.
70. ŠIULIAUSKAS, A.; VAGUSEVIČIENĖ, I.; LIAKAS, V. 2002. Žieminių kviečių tręšimo per lapus agroekonominis įvertinimas. *Žemės ūkio mokslai*, nr. 2, p. 22-28.
71. ŠLAPAKAUSKAS, V.; DUCHOVSKIS, P. 2008. *Augalų produktyvumas*. LŽŪU, p. 253.
72. ŠVEDAS, A.; JANUŠAUSKAITĖ, D. 2002. Agronominių priemonių ir meteorologinių veiksnių įtaka rugių derliui. *Žemės ūkio mokslai*, nr.3, p. 14-21.
73. ŠVEDAS, A.; KUPČINSKAS, V.; SIMANAUSKYTĖ, E. 1999. Žemės ūkio augalų derliaus kitimas Pietryčių Lietuvos lengvos granuliometrinės sudėties dirvožemiuose. *Žemdirbystė*, t. 66, p. 91-107.
74. TARAKANOVAS, P.; RAUDONIUS, S. 2003. *Agronominių tyrimų duomenų statistinė analizė taikant kompiuterines programas ANOVA, STAT, SPLIT-PLOT iš paketo SELEKCIJA ir IRRISTAT*. Metodinė priemonė. Akademijap-56.
75. TARVYDIENĖ, A., DUCHOVSKIS, P., ŠIULIAUSKAS, A. 2004. Skirtingų raudonųjų burokėlių (*Beta vulgaris* L. var. *Conditiva*) morfotipų fotosintetinių rodiklių formavimosi dinamika įvairaus tankumo pasėlyje. *Vagos*, nr. 62 (15), p. 44-52.
76. THOMASHOW, M. F. 1999. Plant cold acclimation: freezing tolerance genes and regulatory mechanism. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, vol. 50, p. 571-599.
77. *Tinkamiausių Lietuvoje auginti 2001 m. augalų veislių sąrašas*. 2001. Vilnius: "Infonila" 95 p.
78. PAI, A., YALVAC, K., AKGUN, N. 2003. Efficiency of topdressed nitrogen sources and application times in fallow-wheat cropping system. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, vol. 34, iss. 9-10, p. 1211-1224.
79. TRANAVIČIENĖ, T. 2009. *Azoto poveikis skirtingų paprastojo kviečio (*Triticum aestivum* L.) veislių fotosintezės ir grūdų kokybės rodikliams*. Daktaro disertacija. Akademija p. 89.

80. TRIBOI, E.; TRIBOI-BLONDEL, A.M. 2001. Environmental effects on wheat grain growth and composition. *Aspects of Applied Biology*, vol. 64. p. 91-101.
81. VADOPALAS, A. *Agronomijos pagrindai*. Vilnius, 1992. 263 p
82. VIDAL, I.; LONGERI, L.; HETIER, J.M. 1999. Nitrogen uptake and chlorophyll meter measurements in Spring Wheat. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, vol. 55, p. 1-6.
83. WANNER, L.A.; JUNTILLA, O. 1999. Cold-induced freezing tolerance in Arabidopsis. *Plant Physiology*, vol.120, p.391-399.
84. WINGLER, A. et al. 2006. The role of sugars in integrating environmental signals during the regulation of leaf senescence. *Journal of Experimental Botany*, vol. 57, p. 391-399.
85. WINGLER, A.; MARES, M.; POURTAU, N. 2004. Spatial patterns and metabolic regulation of photosynthetic parameters during leaf senescence. *New Phytologist*, vol.161, p. 781-789.
86. ŽEBRAUSKIENĖ A. ir kt. 2003. Drėgmės deficito įvairiais organogenezės etapais įtaka valgomųjų svogūnų sėklojų morfogenezei, sėklų derliui ir kokybei. *Sodininkystė ir daržininkystė*, nr. 22(2), p.102-112.
87. ŽULIENĖ, R. 1990. *Agronomijos pagrindai*. Vilnius, 144 p
88. КУПЕРМАН, и др. 1982. *Биология развития культурных растений*. Москва, с. 343.
89. ЛОМАКО, Е. И. 1998. Влияние доз и сроков проведения азотных подкормок на урожай и качество зерна озимой пшеницы. *Агрoхимия*, № 11. с. 31–38.
90. ПЕТР, Й. 1984. Формирование урожая зерновых культур. *Формирование урожая сельскохозяйственных культур*. Москва, с. 84-471.
91. НИЧИПОРОВИЧ, А. А. 1988. Фотосинтетическая деятельность растений как основа их продуктивности в биосфере и земледелия. *Фотосинтез и продукционный процес*. Москва, С. 5-29.
92. ТРЕТЬЯКОВ, Н. Н. 1998. *Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений*. Москва: Колос, 639 с.
93. УДОВЕНКО, Г.В. 1995. Устойчивость растений к абиотическим стрессам. *Физиологические основы селекции*. Т. II, ч. 1. – Спб ВИР, с. 293-352.
94. ЧИКОВ, В. И. 1997. Связь фотосинтеза с продуктивностью растений. *Соросовский образовательный журнал*, № 12, 23-27 с.
95. ШЮЛЯУСКАС, А. К. 1988. *Агротехнические основы увеличения урожая и улучшения качества зерна колосовых культур*. Автореф. дисс. д-ра с. х. 35 с.