



VYTAUTO DIDŽIOJO UNIVERSITETO
ŽEMĖS ŪKIO AKADEMIJA

AGRONOMIJOS FAKULTETAS

AGROEKOSISTEMŲ IR DIRVOŽEMIO MOKSLŲ INSTITUTAS

Rūta Žitkutė

**SKYSTŪJŲ KAS-32 TRĄŠŲ ĮTAKA MINERALINIO AZOTO POKYČIAMS
ŽIEMINIŲ KVIEČIŲ PASĖLIO DIRVOŽEMYJE**

Bakalauro baigiamasis darbas

Agronomijos studijų programa, valstybinis kodas 612D72001

Žemės ūkio mokslų studijų kryptis

Vadovas (-ė) _____
(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė) (Parašas) (Data)

Apginta _____
(Fakulteto dekanas) (Parašas) (Data)

Akademija, 2020

Agronomijos fakulteto studentų baigiamųjų darbų vertinimo komisija:

(Patvirtinta įsakymu Nr. ŽŪA-2020-12, 2020 m. gegužės 5 d.)

Pirmininkas: prof. habil. dr. Pavelas Duchovskis (mokslininkas – praktikas), Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centro Sodininkystės ir daržininkystės instituto Augalų fiziologijos laboratorijos vyriausiasis mokslo darbuotojas.

Nariai:

1. Doc. dr. Zita Kriaučiūnienė (mokslininkė), Agroekosistemų ir dirvožemio mokslų institutas
2. Doc. dr. Jolanta Sinkeviečienė (mokslininkė), Biologijos ir augalų biotechnologijos institutas
3. Doc. dr. Irena Pranckietienė (mokslininkė – praktikė), Agroekosistemų ir dirvožemio mokslų institutas
4. Erika Povilionienė (socialinis partneris), UAB “ADAMA Northern Europe“ generalinė direktorė

Agronomijos fakulteto studentų baigiamųjų darbų vertinimo komisijos įvertinimas:

.....

Agronomijos fakulteto studentų baigiamųjų darbų vertinimo komisijos įvertinimas ir pirmininko parašas

Darbo vadovė: doc. dr. Rūta Dromantienė, VDU Žemės ūkio akademija, Agroekosistemų ir dirvožemio mokslų institutas.

Recenzentė doc. dr. Judita Černiauskiene, VDU Žemės ūkio akademija, Žemės ūkio ir maisto mokslų institutas.

Instituto direktorius: prof. dr. Vaclovas Bogužas, VDU Žemės ūkio akademija, Agroekosistemų ir dirvožemio mokslų institutas.

Bakalauro baigiamojo darbo recenzento įvertinimas:

Teigiamai, neigiamai (recenzento parašas)

.....

**AGRONOMIJOS FAKULTETO
AGROEKOSISTEMŲ IR DIRVOŽEMIO MOKSLŲ INSTITUTO SUSIRINKIMO
PROTOKOLAS**

2020-05-19 Nr. 20 (6)

VDU ŽŪA

Susirinkimo pradžia 8:00 val. – pabaiga 13:00 val. Dalyvavo 11 darbuotojų (kvorumas yra).
Susirinkimas vyko ADMI direktoriaus šaukimu virtualiame kambaryje - <https://ac.vdu.lt/af1/>.

Susirinkimo pirmininkas doc. dr. Lina Marija Butkevičienė

Susirinkimo sekretorė Rasa Kimbirauskienė

Dalyvavo: prof. dr. Kęstutis Romanekas, doc. dr. Lina Marija Butkevičienė, doc. dr. Rita Pupalienė,
doc. dr. Aušra Sinkevičienė, doc. dr. Aida Adamavičienė, lekt. dr. Rita Čepulienė, doc. dr. Rūta
Dromantienė, doc. dr. Darija Jodaugienė, doc. dr. Rimantas Vaisvalavičius, dokt. Rasa
Kimbirauskienė, vyr. lab. dr. Sidona Buragienė.

DARBOTVARKĖ: 1. Bakalaurų baigiamųjų darbų gynimas;

SVARSTYTA: Žitkutės Rūtos bakalauro baigiamasis darbas.

NUTARTA: ŽITKUTĖS RŪTOS bakalauro baigiamąjį darbą „Skystųjų KAS-32 trąšų įtaka
mineralinio azoto pokyčiams žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje“ (vadovė doc. dr. Rūta
Dromantienė, recenzentė doc. dr. Judita Černiauskiene) vertinti teigiamai ir leisti teikti AF studentų
baigiamųjų darbų vertinimo komisijai.

Posėdžio pirmininkė

Lina Marija Butkevičienė

Posėdžio sekretorė

Rasa Kimbirauskienė

Išrašas tikras:



Rasa Kimbirauskienė

SANTRAUKA

Rūta Žitkutė

Skystųjų KAS-32 trąšų įtaka mineralinio azoto pokyčiams žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje

Bakalauro baigiamasis darbas, 35 puslapiai, 6 paveikslai, 8 lentelės, 40 literatūros šaltinių.

Bakalauro studijų baigiamajame darbe pateikiama skystųjų KAS-32 trąšų įtakos mineralinio azoto pokyčiams žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje tyrimo duomenys.

Darbo objektas – mineralinis azotas žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje.

Tyrimo tikslas: nustatyti skystųjų KAS-32 trąšų įtaką mineralinio azoto pokyčiams žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje.

Tyrimo uždaviniai:

1. Išanalizuoti mineralinio ($\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$) azoto pokyčius žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje praėjus 7 dienoms po tręšimo BBCH 25-27 tarpsniu skystosiomis KAS-32 trąšomis.
2. Išanalizuoti mineralinio ($\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$) azoto pokyčius žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje praėjus 14 dienų po tręšimo BBCH 25-27 tarpsniu skystosiomis KAS-32 trąšomis.
3. Išanalizuoti mineralinio ($\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$) azoto pokyčius žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje praėjus 7 dienoms po tręšimo BBCH 30-32 tarpsniu skystosiomis KAS-32 trąšomis.

Darbo metodai: dirvožemio pH nustatytas potenciometriniai, 1N KCl ištraukoje naudojant ISO standartą 10390:2005. Nustatant judriojo fosforo ir kalio kiekį naudotas Egnerio-Rimo-Domingo (A-L) metodas. Dirvožemio ėminiai imti iš 0-30 cm gylio iš kiekvieno pakartojimo 4 vietų, sudarant jungtinį pakartojimų pavyzdį. Mineralinio azoto ($\text{N-NO}_3 + \text{N-NH}_4$) kiekio nustatymui (N_{min}) naudotas kolorimetras 1N KCl ištraukoje (ISO/ TS 14256-1: 2003). Tyrimai atlikti Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centro (LAMMC) Agrocheminių tyrimų laboratorijoje. Tyrimų duomenys įvertinti dispersinės analizės metodu ANOVA, programinis paketas SELEKCIJA (Tarakanovas, Raudonius, 2003). Naudota vieno veiksnio duomenų dispersinė analizė. Eksperimento duomenų statistinis patikimumas įvertintas mažiausia esminio skirtumo riba (R_{05}). Tarp variantų vidurkių, pažymėtų ne ta pačia raide (a, b, c), skirtumai yra esminiai ($P < 0,05$).

Darbo rezultatai. Didinant azoto skystųjų KAS-32 trąšų normą, praėjus 7 dienoms po žieminių kviečių pasėlio tręšimo BBCH 25-27 tarpsniu, mineralinio azoto, nitratinio azoto ir amoniakinio azoto kiekiai dirvožemyje didėjo. Naudojant didžiausią azoto normą N_{180} mineralinio azoto kiekis žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje siekė $36,5 \text{ mg kg}^{-1}$. Didžiausi mineralinio, nitratinio ir amoniakinio azoto kiekiai praėjus 14 dienų po žieminių kviečių pasėlio tręšimo BBCH 25-27 tarpsniu fiksuoti laukelyje, tręštame skystosiomis KAS-32 trąšomis naudojant azoto normą N_{180} su ureazės inhibitoriumi. Praėjus 7 dienoms po žiemkenčių tręšimo bambklėjimo pradžioje

nustatyta, kad didžiausi mineralinio azoto ($46,7 \text{ mg kg}^{-1}$), nitratinio azoto ($38,7 \text{ mg kg}^{-1}$) ir amoniakinio azoto ($7,9 \text{ mg kg}^{-1}$) kiekiai dirvožemyje buvo, kai pasėlis tręštas KAS-32 trąšomis azoto normą skaidant ($N_{120} + N_{60}$).

Raktažodžiai: žieminiai kviečiai, skystosios KAS-32 trąšos, mineralinis azotas.

SUMMARY

Rūta Žitkutė

Impact of Liquid Fertilizer UAN-32 to Mineral Nitrogen Variation in Soil of Winter Wheat Crop

Bachelor's Graduation Thesis, 35 Pages, 6 Figures, 8 Tables, 40 References.

The final Bachelor's thesis provides the research data related to the impact of liquid fertilizer UAN-32 to mineral nitrogen variation in soil of winter wheat crop.

Research subject – mineral nitrogen in soil of winter wheat crop.

Research tasks:

1. To analyze mineral ($\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$) nitrogen variation in soil of winter wheat crop after 7 days past fertilization with liquid fertilizer UAN-32 at BBCH 25-27 stage.
2. To analyze mineral ($\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$) nitrogen variation in soil of winter wheat crop after 14 days past fertilization with liquid fertilizer UAN-32 at BBCH 25-27 stage.
3. To analyze mineral ($\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$) nitrogen variation in soil of winter wheat crop after 7 days past fertilization with liquid fertilizer UAN-32 at BBCH 30-32 stage.

Research methods: soil pH was determined with potentiometre in 1N KCl suspension according to ISO 10390:2005 standard. To determine content of available phosphorus and potassium in soil, Egner-Riehm-Domingo (A-L) method was used. Four times in every replication soil samples from 0-30 cm depth were collected in addition to make united soil sample. The amount of Mineral Nitrogen ($\text{N-NO}_3 + \text{N-NH}_4$) in soil of winter wheat crop (N_{min}) was determined with colorimeter in 1N KCl suspension (ISO/ TS 14256-1: 2003). Researches were carried out in Lithuanian Research Centre for Agriculture and Forestry (LAMMC), Agrochemical research laboratory. The statistical analysis of the data was carried out with one factor analysis of variance program *ANOVA*, using program packet *SELEKCIJA* (Tarakanovas, Raudonius, 2003). Statistical reliability was evaluated with minimal reliable difference (R_{05}). Values followed by different letters are significantly different ($P < 0.05$).

Research results. After 7 days of winter wheat crop fertilization at BBCH 25-27 stage, rising nitrogen rate in liquid fertilizer UAN-32 increased amount of mineral nitrogen, nitrate nitrogen and ammonium nitrogen in soil of winter wheat crop. Using highest nitrogen rate N_{180} in liquid fertilizer UAN-32 mineral nitrogen amount in soil of winter wheat crop was $36,5 \text{ mg kg}^{-1}$. Significantly highest amount of mineral, nitrate and ammonium nitrogen in soil of winter wheat crop after 14 days past fertilization at BBCH 25-27 stage was reached when highest rate of nitrogen N_{180} in liquid fertilizer UAN-32 together with urease inhibitor was used. After 7 days past winter wheat

crop fertilization at the beginning of stem elongation, significantly highest amount of mineral nitrogen ($46,7 \text{ mg kg}^{-1}$), nitrate nitrogen ($38,7 \text{ mg kg}^{-1}$) and ammonium nitrogen ($7,9 \text{ mg kg}^{-1}$) was observed in plots where liquid fertilizer UAN-32 was used with divided nitrogen rate ($\text{N}_{120} + \text{N}_{60}$).

Key words: winter wheat, liquid fertilizer UAN-32, mineral nitrogen.

TURINYS

LENTELIŲ IR PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS	9
ĮVADAS.....	10
1. LITERATŪROS ANALIZĖ.....	11
1.1. Bendros žinios apie žieminius kviečius	11
1.2. Žieminių kviečių auginimo technologijos.....	13
1.2.1. Dirvožemis.....	13
1.2.2. Priešsėlis ir žemės dirbimas	13
1.2.3. Sėklos paruošimas ir sėja.....	14
1.3. Žieminių kviečių tręšimo ypatumai	14
1.4. Svarbiausi žieminių kviečių mineralinės mitybos elementai	15
1.5. Tręšimo skystosiomis trąšomis svarba	17
2. TYRIMO SĄLYGOS IR METODIKA	19
2.1. Eksperimento vieta, laikas, variantai, planelis	19
2.2. Eksperimento vykdymo sąlygos	20
2.2.1. Dirvožemio charakteristika	20
2.2.2. Naudotos priemonės, darbų atlikimo laikas	20
2.2.3. Meteorologinės sąlygos.....	21
2.3. Tyrimų ir analizių metodai.....	23
2.4. Tyrimo rezultatų statistinės analizės metodai.....	23
3.1 TYRIMO REZULTATAI IR JŲ ANALIZĖ	24
3.1. Mineralinio azoto pokyčiai žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje, praėjus 7 d. po tręšimo BBCH 25-27 tarpsniu	24
3.2. Mineralinio azoto pokyčiai žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje, praėjus 14 d. po tręšimo BBCH 25-27 tarpsniu	26
3.3. Mineralinio azoto pokyčiai žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje, praėjus 7 d. po tręšimo BBCH 30-32 tarpsniu	28
IŠVADOS	31
LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	32

LENTELIŲ IR PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

Paveikslai:

1. 1.4.1 pav. Azoto pasisavinimas skirtingais kviečių išsivystymo tarpsniais (Orloff et al., 2012)
2. 2.1.1 pav. Eksperimento planelis
3. 2.2.3 pav. Kritulių kiekis žieminių kviečių vegetacijos metu, mm
4. 3.1 pav. Mineralinio azoto kiekis žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje po tręšimo BBCH 25-27 tarpsniu praėjus 7 d. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2018 m.
5. 3.2 pav. Mineralinio azoto kiekis žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje po tręšimo BBCH 25-27 tarpsniu praėjus 14 d. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2018 m.
6. 3.3 pav. Mineralinio azoto kiekis žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje po tręšimo BBCH 30-32 tarpsniu praėjus 7 d. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2018 m.

Lentelės:

1. 2.2.1 lentelė. Eksperimento dirvožemio agrocheminė charakteristika. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2017-2018 m.
2. 2.2.3.1 lentelė. Oro temperatūros duomenys žieminių kviečių vegetacijos laikotarpiu. Kauno meteorologinės stoties duomenys, 2017-2018 m.
3. 3.1 lentelė. Nitratinio azoto kiekis žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje po tręšimo BBCH 25-27 tarpsniu praėjus 7 d. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2018 m.
4. 3.2 lentelė. Amoniakinio azoto kiekis žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje po tręšimo BBCH 25-27 tarpsniu praėjus 7 d. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2018 m.
5. 3.3 lentelė. Nitratinio azoto kiekis žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje po tręšimo BBCH 25-27 tarpsniu praėjus 14 d. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2018 m.
6. 3.4 lentelė. Amoniakinio azoto kiekis žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje po tręšimo BBCH 25-27 tarpsniu praėjus 14 d. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2018 m.
7. 3.5 lentelė. Nitratinio azoto kiekis žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje po tręšimo BBCH 30-32 tarpsniu praėjus 7 d. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2018 m.
8. 3.6 lentelė. Amoniakinio azoto kiekis žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje po tręšimo BBCH 30-32 tarpsniu praėjus 7 d. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2018 m.

IVADAS

Kviečiai yra vertingiausi duoniniai javai, suteikiantys daugiausiai maisto medžiagų žmogaus organizmui, lyginant su kitais javais. Dėl augalo sugebėjimo adaptuotis įvairaus klimato dirvožemiuose, nesudėtingo sandėliavimo ir pakankamai paprasto grūdų perdirbimo į maisto pramonėje reikalingus produktus, kviečiai yra laikomi naudingiausiais javais pasaulio maisto pramonėje (Orth and Shellenberger, 1988). Lyginant su kitais pasaulyje populiariais javais, kviečių auginimo plotai yra didžiausi, o tarptautinė prekyba stambiausia (Hanson et al., 1982).

Grūdų kokybei įtakos turi klimato sąlygos, augalo veislė ir sėklų kokybė, dirvožemio savybės ir cheminė jo sudėtis, bei augalo auginimui taikomos technologijos (Johansson et al., 2008).

Augalų mityba azotu yra labiausiai kviečių būklei įtakos turintis veiksnys (Krištaponytė, Maikštėnienė, 2004). Dirvožemyje esantis azoto kiekis priklauso nuo granulimetrinės sudėties, drėgmės kiekio, temperatūros, auginamo augalo, priešsėlio ir azoto trąšų formos, normos bei tręšimo laiko (LAMMC Agrocheminių tyrimų laboratorija 2018). Azoto trąšų normos skaidymas į mažesnes normas teigiamai veikia žieminių kviečių grūdų kokybę, nes tokiu būdu augalai azotą pasisavina efektyviau, o ūkininkai patiria mažesnius azoto nuostolius (Fuertes-Mendizábal et al., 2010). Azoto trąšų rinkoje nemažą dalį užima skystosios azoto trąšos, kurios tinka augalų tręšimui esant nepalankioms klimato sąlygoms, siekiant išvengti azoto nuostolių ir norint greito poveikio. Naudojant skystąsias trąšas sutaupomas trąšų tirpimo dirvožemio tirpale laikas, todėl skystųjų trąšų pasisavinimas vyksta greičiau, o išpurkštos trąšos patekusios ant dirvožemio dalinai aprūpina augalą ir mitybos elementais per šaknis (Janušauskaitė, 2013).

Tyrimo objektas – mineralinis azotas žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje.

Tyrimo hipotezė – tikėtina, kad žieminių kviečių pasėlio tręšimas skystosiomis KAS-32 trąšomis bei panaudotos skirtingos azoto normos turės reikšmės mineralinio azoto kiekiui dirvožemyje.

Tyrimo tikslas: nustatyti skystųjų KAS-32 trąšų įtaką mineralinio azoto pokyčiams žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje.

Tyrimo uždaviniai:

4. Išanalizuoti mineralinio ($\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$) azoto pokyčius žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje praėjus 7 dienoms po tręšimo BBCH 25-27 tarpsniu skystosiomis KAS-32 trąšomis.

5. Išanalizuoti mineralinio ($\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$) azoto pokyčius žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje praėjus 14 dienų po tręšimo BBCH 25-27 tarpsniu skystosiomis KAS-32 trąšomis.

6. Išanalizuoti mineralinio ($\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$) azoto pokyčius žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje praėjus 7 dienoms po tręšimo BBCH 30-32 tarpsniu skystosiomis KAS-32 trąšomis.

1. LITERATŪROS ANALIZĖ

1.1. Bendros žinios apie žieminius kviečius

Didžiausius žemės ūkio augalų plotus pasaulyje sudaro kviečiai. Jungtinių tautų maisto ir žemės ūkio organizacijos duomenimis žieminių kviečių pasėlių plotai pasaulyje nuolat didėja. Lietuvoje kviečiai buvo pradėti auginti jau I amžiuje. Prieškarinėje Lietuvoje, 1923 m. žieminių kviečių buvo auginama 56 tūkst. ha, 1980 m. jų plotai užėmė 204,3 tūkst. ha, 1990 m. – 246,5 tūkst. ha, o 2018 m. net 464,1 tūkst. ha (Lazauskas, 1998; Žemės ūkio informacijos ir kaimo verslo centras).

Kviečiai, kaip ir kukurūzai bei ryžiai, yra vienas pagrindinių grūdinių augalų, tenkinančių maistinius ir pašarinius gyventojų poreikius. Kviečiuose esantys baltymai (11-16%), krakmolai (60-65%), riebalai (2,0-2,5 %), vitaminai (B, E, A, PP), fermentai, tokie kaip: diastazė, amilazė, lipazė, proteazė, pagrindiniai mineraliniai elementai (kalcis, kalis, fosforas, magnis, siera, cinkas, manganas, geležis) suteikia žmogui beveik visas jam būtinas maisto medžiagas (Šiuliauskas, 2015).

Minesotos universiteto Aplinkos instituto duomenimis, žieminių kviečių derliaus kiekis Europoje kasmet didėja 1 - 1,5 %. Apskaičiavus galimą 2050 metų globalų žieminių kviečių poreikį, paaiškėjo, kad kasmetinis jų derliaus prieaugis turėtų siekti 2,5 %, o pasauliniu mastu kasmet papildomai turėtų padidėti bent 1 %. Baltijos šalys yra išskiriamos, kaip potencialiai galinčios užauginti reikiamą žieminių kviečių kiekį (Ray, 2013). Šis augalas gali būti naudojamas ne tik kaip pasaulio gyventojų maisto raciono dalis, bet miltų atliekos ar šiaudai puikiai tinka kraikui, į dirvą įterpiami, kaip organinė trąša, taip pat iš jų galima gaminti popierių ar kartoną (Romaneckas, 2012).

Žieminių kviečių (*Triticum L.*) rūšis yra priskiriama miglinių (*Poaceae*) šeimai. Atsižvelgiant į kviečių morfologines (išilginė vagelė sėklos šone, tuščiaviduris stiebas, nedaug bamblų, žiedynas – varpa) ir biologines savybes (reikalingas didesnis kiekis drėgmės nei šilumos, pirmaisiais augimo tarpsniais vystosi greitai, yra vasarinių ir žieminių formų), jie priklauso pirmai miglinių javų grupei. Kaip ir kiti šios grupės augalai, kviečiai turi kuokštines šaknis, kurios priklausomai nuo augimo tarpsnio, funkcijos, vystymosi tempo, sudaro du arklus: pirminį ir antrinį. Šaknys atlieka ne tik maisto medžiagų ir vandens siurbimo iš dirvožemio funkciją, bet padeda augalui įsitvirtinti dirvoje (Vagusevičienė, 2018).

Žieminiai kviečiai sėjami vasaros pabaigoje, rudenį pereidami foto ir termoindukcijos procesus, turi ilgesnį formavimosi periodą, todėl yra laikomi produktyvesniais nei vasarinė kviečių forma. Remiantis organogenezės etapais, nesunkiai galima nusakyti žieminių kviečių vystymosi ypatybes. I organogenezės etapas prasideda augalams pradėjus dygti, o dygimo pradžia laikoma, kai pasėlyje yra sudygę daugiau nei 10 % augalų. Dygstant augalas maitinasi heterotrofiškai, tai reiškia – naudojasi sėkloje sukauptomis maisto atsargomis. Kai išsiskleidžia pirmasis tikras augalo lapelis,

augalas pereina į II organogenezės etapą. Tada augimo kūgelyje pradeda formotis lapų, tarpubamblių ir žiedyno užuomazgos. Tįstant augimo kūgeliui susiformuoja 3-6 pradiniai lapai. Pasiekus ketvirto lapelio stadiją pradeda formotis šoniniai ūgliai, kurie auga iš lapų pažastyse esančių pumpurų. Iš kiekvieno ūglio išauga naujas lapas ir kiekvienas išleidžia savas šaknis. Tokiu metu – įsikrūmiję, žieminiai kviečiai pasiruošia žiemoti (III organogenezės etapas). Priklausomai nuo veislės, naudojamų agrotechninių priemonių, drėgmės balanso dirvožemyje, gerai įsikrūmiję žieminiai kviečiai gali pakelti -18°C temperatūrą. Pavasarį, kviečiams iškentėjus išmirkimą, iššutimą, temperatūrų svyravimus ar pašaknio ligas, prasideda IV organogenezės etapas, kurio metu esant pakankamam šviesos ir šilumos kiekiui prasideda žiedyno formavimasis, auga tarpubambliai. V organogenezės etapo metu ryškėja pagrindiniai varpos elementai – varpučių skaičius, dengiamasis audinys, mezginė ir dulkinė. Vėlesniuose etapuose (VI-IX organogenezės etapai) augalas visą savo energiją sutelkia į sėklų brandinimą varpoje, generatyvinių organų vystymosi procesus. Pradedant vėliavinio lapo ryškėjimu, varpos pasirodymų lapamakštėje, žiedadulkių ir gemalinio maišelio visišku susiformavimu ir galiausiai žydint, apsidulkinant augalas yra pasiruošęs pasiekti X-XI organogenezės etapus – sėklų brandinimą. Šių etapų metu sėklos varpoje nuo žalios spalvos pereina į veislei būdingą spalvą, sėklų viduje galutinai susiformuoja gemalas, o endosperme aktyviai kaupiamos maisto medžiagos. Sėklose mažėja vandens kiekis, didėja sausų medžiagų procentas ir ryškėja gūdų masė. Augalas transportuoja visas reikalingas medžiagas į sėklą, o pats pradeda vysti. XII organogenezės etapo metu, galutinai susiformavus sėklai, joje likus 17-25 % drėgmės, susintetintiems baltymams ir krakmolui, augalas visiškai sunyksta ir baigia savo vystymosi ciklą (Šlapakauskas, Duchovskis, 2008).

Grūdai, naudojami maisto ar pašarų gamybos pramonėje, turi atitikti grūdų kokybės rodiklius. Iš jų pagrindiniai yra: glitimas, baltymų ir krakmolo kiekis, sedimentacija ir kritimo skaičius. Glitimas yra svarbus miltų kokybės rodiklis, nurodantis miltų tešlos galimybę temptis, neplyšti. Sulaikydamas rūgstančios tešlos išskiriamą CO_2 glitimas miltų tešlą padaro purią. Glitimas tiesiogiai priklauso nuo baltymų kiekio grūduose, kuriam įtakos turi drėgmės kiekis, azoto trąšų pasisavinimas kviečiams augant. Baltymai yra pagrindinė grūdo endosperme esanti medžiaga, jos kiekis grūde svyruoja nuo 6 iki 17%. Baltymų ir krakmolo kiekio balansas grūde turi įtakos grūdo stikliškumui, kuris nustatomas vizualiai apžiūrint. Stikliški grūdai, palyginus su miltiškais, yra labiau permatomi, kietesni, jų miltai yra geresnė kokybės, tačiau jų perdirbimas reikalauja daugiau elektros. Auginimo sąlygos, veislės savybės ir glitimo kiekis veikia miltinių produktų kepimo savybes – sedimentaciją. Ji nustatoma pagal susidariusių nuosėdų skaičių glitimą brinkinant pieno rūgšties tirpale. Tešlos struktūra, jos kilimas ir kepimo savybės būna geros, kai nuosėdų yra $\geq 35\text{ml}$. Kritimo skaičius nusako α -amilazės fermento aktyvumą grūduose (skaičiuojama sekundėmis). Kuo didesnis

kritimo skaičius, tuo geresnė kviečių grūdų miltų kokybė – tešla iškyša greičiau, vienodžiau kepa ir turi įtakos ilgesniam produkto šviežumui (Vagusevičienė, 2018).

Grūdų derliaus kokybė gali suprastėti jų neišdžiovinus prieš sandėliavimą, neišvalytus ir patogenais užkrėstus grūdus laikant kartu su neužkrėstais, laikant grūdų neišvalytose ir neparuoštose sandėliavimui patalpose, palaikant netinkamą temperatūrą ir santykinį oro drėgnį. 14 % derliaus praradimo gali lemti mikroorganizmų veiklą grūdų sampiluose, todėl būtina išmanyti derliaus laikymo ir sandėliavimo ypatybes (Mano ūkis, 2016)

1.2. Žieminių kviečių auginimo technologijos

1.2.1. Dirvožemis

Drėgmės ir šilumos režimui, maisto medžiagų ir humuso kiekiui žieminiai kviečiai yra reiklūs, todėl juos auginti geriausia aukštesnio našumo balo dirvožemiuose. Geriausiai auga priemolio dirvožemiuose, kur pH 6,0-7,0, humuso kiekis neturi būti mažesnis nei 1,5 %, judraus fosforo ir kalio ne mažiau 150 mg kg⁻¹ (Romaneckas, 2012). Geriausias dirvos drėgnumas – apie 60 % visiško drėgmės imlumo. Esant per dideliame drėgmės kiekiui kviečiai dažniausiai žūva (Lazauskas ir kt., 1992). Drėgmės kiekis yra vienas svarbiausių veiksnių limituojančių žemės ūkio augalų derlių (Prakash, 2000).

1.2.2. Priešsėlis ir žemės dirbimas

Priešsėlis yra svarbus planuojant žieminių kviečių pasėlio agrotechninius darbus, sėjos laiką ir parenkant reikalingą trąšų kiekį bei galimą pesticidų būtinybę. Liucernos ir dobilai yra aukščiausią priešsėlinę vertę žieminiams kviečiams turintys augalai. Dobilus galima suarti jiems pradėjus žydėti, tokiu būdu į dirvą patenka nemažai žaliosios masės. Vienmečiai žoliniai augalai (avižų ir vikių mišinys), taip pat ariami dar pavasario pradžioje, tinka užimtąjam pūdymui ir suteikia daugiau laiko tinkamai paruošti dirvą žiemkenčių sėjai. Priešsėliui taip pat tinka žieminiai rapsai ir ankštiniai javai. Eksperimentinių tyrimų duomenimis (2010-2012 m.) didžiausias žieminių kviečių pasėlio tankumas ir produktyvumas nustatytas, kai priešsėlis – žirniai, pupos arba žieminiai rapsai (Šiulaukas, 2015). Tinkamai parinkti ir apdoroti priešsėliai žieminių kviečių derlių gali padidinti net iki 30 %, gerai parinktas priešsėlis dar didesnę svarbą turi žieminių kviečių baltymingumui (Tindžiulis, 1986).

2000-2005 metais LAAMC Žemdirbystės instituto atlikti tyrimai parodė, kad taikant skirtingas žemės dirbimo technologijas dirvožemio struktūros elementai (drėgnumas, poringumas, tankis) keitėsi priklausomai nuo taikytos dirbimo ir sėjos technologijos. Didžiausias žieminių kviečių derlius gautas, kai sėjomainoje jie auginti po žirnių, sėjant į minimaliai beverstuviniu purentuvu įdirbtą dirvą su ražienine sėjama (5,86 t ha⁻¹), šiek tiek mažesnis derlius gautas neįdirbtoje, ražienas raundapu nupurkštoje dirvoje (5,66 t ha⁻¹) (Šimanskaitė, 2007).

Lietuvoje vis plačiau taikomas supaprastintas žemės dirbimas, atsisakant giliojo arimo. Daugelio šalių atlikti tyrimai ir patirtis rodo, jog gilus arimas didina ne tik sėjos išlaidas, bet ir didina taršą pesticidais bei trąšomis, dėl intensyvesnės dirvos aeracijos paskatinamas intensyvus humuso skaidymasis. Norint suvaldyti humuso mažėjimą reikia kuo mažiau vartyti dirvožemio sluoksnius ir tokiu būdu stabdyti humuso degradaciją (Čiuberkis, Karčiauskienė, 2010).

1.2.3. Sėklos paruošimas ir sėja.

Sėklas rūšiuojant, valant, beicuojant, dražuojant ar kitaip techniškai – chemiškai apdirbant, galima užtikrinti tolygesnį pasėlį, vienodžiau augančius augalus, ligų prevenciją ir aukštesnius derlingumo ir kokybinius rodiklius. Sėjos būdas pasirenkamas priklausomai nuo priešėlių, aplinkos sąlygų, dirvožemio savybių ir turimos technikos.

Sėjos norma apskaičiuojama atsižvelgiant į sėklų ūkinę vertę, 1000 grūdų masę ir standartinę 1000 sėklų masę. Žieminiams kviečiams rekomenduojama 190 – 230 kg ha⁻¹ sėjos norma, arba 4,0 – 5,0 mln. daigių sėklų ha⁻¹ (Galvydis, 1997).

Žiemkenčių sėjos laikas priklauso nuo dirvožemio priešėlių ir klimatinės zonos, nes skirtingose Lietuvos teritorijos vietose rekomenduojamas sėjos laikas šiek tiek skiriasi (± 5 dienos). Žieminiai kviečiai sėjami rugsėjo viduryje, jei tinkamos aplinkos sąlygos: dirva nėra per šlapia ar sausa, optimali oro ir dirvos temperatūra. Sėjos gylis parenkamas atsižvelgiant į sėjos laiką - ankščiau sėjama 4-5cm, optimaliu laiku 3-4 cm, o vėluojant sėti 1-3 cm gyliu (Kosteckas, 2012).

1.3. Žieminių kviečių tręšimo ypatumai

Žieminius kviečius galima vadinti daugiausiai mitybos medžiagų reikalaujančiu žemės ūkio augalu Lietuvoje. Žieminiams kviečiams reikia 31,3 kg t⁻¹ azoto, 11 kg t⁻¹ fosforo, 22 kg t⁻¹ kalio ir didelių kiekių kitų makroelementų ir mikroelementų. Nors mineralinės trąšos nėra visiškai dirvožemį gerinančios, tačiau išsaugo jo našumą ir suteikia augalams reikiamų maisto medžiagų. Trąšų poveikis ir maksimalus efektyvumas priklauso ne vien nuo trąšų normos ir formos, tačiau tam įtakos turi ir tręšimo laikas, paskleidimo gylis, temperatūra, drėgmės santykis ore ir dirvožemyje (Šiuliauskas, 2015).

Tam tikrų mitybos elementų poreikis skirtingais augimo etapais taip pat kinta. Svarbiausias žieminių kviečių mitybos elementas – azotas. Nors jis reikalingiausias nuo bambėjimo iki pat plaukėjimo pabaigos, tačiau yra būtinas visos žieminių kviečių vegetacijos metu. Azoto vidutiniškai duodama 60 – 120 kg ha⁻¹. Atsižvelgiant į agrotechninę dirvožemio sudėtį, aplinkos sąlygas ir augalų regeneracijos spartą, rekomenduojamą azoto trąšų normą reikėtų dalinti per du ar tris tręšimus (Vaišvila, 1999).

Fosforas yra labai svarbus augalų vystymosi pradžioje, nes skatina žieminių kviečių šaknų augimą, įsitvirtinimą dirvožemyje. Esant pakankamam fosforo kiekiui, augalai geriau peržemoja, tampa atsparesni pavasarinėms šalnoms ar sausrui. Fosforo deficitas pastebimas susisukus lapams, pasikeitus jų spalvai į violetinę, sunkiai vystantis kviečiams (Petrauskas, 2004). Kalis skatina cukraus susidarymą, reguliuoja vandens transpiraciją augale, išlaiko augalo ląsteles elastingas, žieminiai kviečiai geriau žemoja.

Kalio trąšos būtinos kviečiams pradėjus augti (Petraitienė, 1996). Jis į augalą patenka difuzijos būdu, tad tam, kad kalis patektų į augalą, reikia daug laiko, nes dirvožemio kalis nėra labai judrus. Kalio išsiplauna 20-40 kg ha⁻¹ per metus (Petrauskas, 2006). Pasaulio literatūroje kalis apibūdinamas, kaip labiausiai žemės ūkio augalų derliaus kiekį limituojantis elementas, tačiau pabrėžiama, kad kalis turi didelės įtakos augalų derliaus kokybei (Usherwood, 1985, Whitehead, 2000). Lenkijos mokslininkų atlikti tyrimų rezultatai parodė, kad kalio trąšomis netreštame pasėlyje gautas mažesnis žieminių kviečių derlingumas, nei fosforu netreštame pasėlyje (Gaj, 2013).

Lietuvos agrarinių ir miškų mokslo centro mokslininkai rekomenduoja, kad norint pasiekti aukštą žieminių kviečių derlingumą (8 t ha⁻¹ ir daugiau), reikia formuoti pasėlį turintį nuo 450 brandžių varpų 1 m². Svarbiausi veiksniai turintys įtakos žieminių kviečių derlingumo formavimui yra tinkamas veislės, sėjos laiko ir optimalios augalų mitybos parinkimas (Povilaitis, 2018).

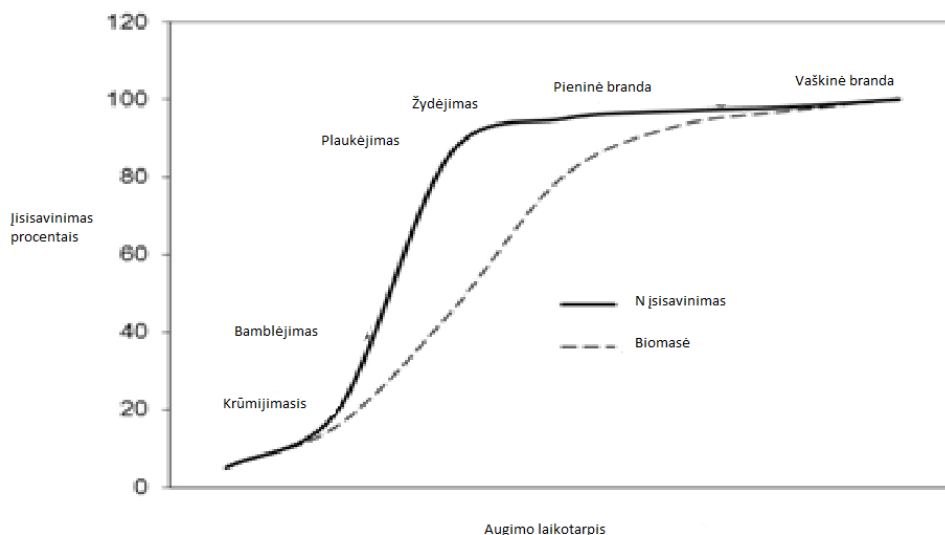
1.4. Svarbiausi žieminių kviečių mineralinės mitybos elementai

Gamtoje randama 92 cheminiai elementai, iš kurių net 80 dalyvauja augalų mityboje. Svarbiausią vietą mityboje užima 17 elementų, be kurių augalas neišgyventų. Anglies, vandenilio, deguonies, nikelio ir chloro gamtoje yra daug, tačiau likusiais 12 elementų privalo pasirūpinti ūkininkas. Cheminiai elementai pagal svarbą skirstomi į makroelementus, mikroelementus. Skirtingi elementai žemės ūkio augalams yra reikalingi tik tam tikrais augimo tarpsniais, kitu laikotarpiu jų reikia visai nedaug. Jauni augalai reikalauja daugiausia elementų, nes augimo intensyvumas yra didžiausias o šaknys nebūna pilnai išsivysčiusios ir negali pasiekti gilesnių dirvožemio sluoksnių (Kosteckas, 2012).

Svarbiausi makroelementai: azotas (N), fosforas (P) ir kalis (K).

Azotas laikomas svarbiausiu elementu augalų mityboje. Jo yra chlorofilo, baltymų, nukleino ir aminorūgščių, fermentų ir kofermentų sudėtyje. Azotas gerina grūdų kokybę, didina baltymų ir glitimo kiekį. Esant azoto deficitui lėtėja augalų vystymasis ir kitų svarbiausių elementų įsisavinimas. Azotas lygiai tiek pat svarbus dirvožemyje esantiems mikroorganizmas, kurie esant pakankamam azoto kiekiui sparčiai dauginasi ir vykdo organinių liekanų mineralizaciją (Šiulaukas, 2015). Didžiausia dirvožemio organinio azoto dalis kaupiama humuse, tačiau iš ten azotą augalai pasiima tik mikroorganizmams jį mineralizavus iki nitratų (NO₃⁻) ir amonio (NH₄⁺) jonų pavidalo azoto. Taip

pat augalai azoto gauna su organinėmis ir mineralinėmis trąšomis. Tinkama trąšų norma apsaugo augalus nuo sausros, nes šie saikingiau naudoja vandenį. Pirmoje augalų vegetacijos pusėje azotas reikalingas asimiliacinio paviršiaus formavimui, vėliau, antroje vegetacijos pusėje – kokybiško derliaus formavimui (Jodaugienė, 2014). Azoto pasisavinimo schemą skirtingais kviečių išsivystymo tarpsniais yra atvaizdavęs Kalifornijos universiteto mokslininkas S. Orloff su bendraautoriais, 2012 (1 pav.).



1.4.1 pav. Azoto pasisavinimas skirtingais kviečių išsivystymo tarpsniais (Orloff et al., 2012)

Fosforas. Augalų kvėpavimui ir fotosintezei, medžiagų apykaitai augaluose ypač svarbus fosforas. Jo randama augalo ląstelių branduoliuose, kurie yra reikšmingi dauginimosi procesuose, todėl labai didelis fosforo poreikis yra pirmuose vegetacijos perioduose, jiems krūmijantis ir formuojant žiedynus (Šiulauskas, 2015). Fosforo deficitas lėtina žieminių kviečių vystymąsi rudenį, menkina krūmijimąsi ir smulkina sėklų dydį (Hergert, 2009). Augalams prieinamas judrusis fosforas, kurio pasisavinimą lemia dirvožemio reakcija (pH), tinkamiausia fosforo pasisavinimui pH - 6,5. Kuo didesnis judriojo fosforo kiekis dirvožemyje, tuo mineralinių fosforo trąšų poreikis augalui mažesnis.

Kalis, kitaip nei azotas ar fosforas, pastovių junginių augale nesudaro, tačiau yra svarbus augalo vystymosi procesuose: chlorofilo, cukrų, organinių medžiagų sintezėje, dalyvauja vandens cirkuliacijoje ir turi įtakos augalo sultyse esančių druskų koncentracijai. Kalis didina žieminių kviečių atsparumą sausroms. Šis elementas lengvai išsiplauna iš lengvos granulimetrinės sudėties dirvožemių, todėl didesni jo kiekiai randami sunkesnės granulimetrinės sudėties dirvožemiuose, kuriuose augalams prieinamas yra K^+ .

Antriniam makroelementams yra priskiriami magnis (Mg), siera (S) ir kalcis (Ca).

Magnis – vienas iš pagrindinių chlorofilo sudedamųjų elementų svarbus ir augalo fotosintezei, augimo procesams. Magnis padeda augalams neišgulti ir palaiko augalų kokybę sandėliavimo metu, šio elemento reikšmė javams prilyginama kaliui.

Siera miglinių javų mityboje yra nepakeičiama, nors jos poreikis nėra toks didelis, kaip pavyzdžiui rapsams ar ankštiniams javams. Tačiau siera yra daugelio fermentų sudedamoji dalis, dalyvauja žieminių kviečių augaluose vykstančiuose fiziologiniuose procesuose, tokiuose kaip, mineralinės mitybos elementų pasisavinimas, fotosintezė, kvėpavimas.

Kalcio trūkumas ryškiai pasireiškia mažu augalo lapalakščio dydžiu, pajuodavimu, nes šis elementas reikšmingas kviečių ląstelių membranų tvarumui, laidumui ir formavimuisi. Kalcis taip pat padeda organines rūgštis, susidariusias medžiagų apykaitos procesuose, neutralizuoti. Kalcis reikšmingas ir dirvožemio cheminei reakcijai – neutralizuoja rūgštingumą, taip pat gerina dirvožemio mikroorganizmų veiklą ir augalų vystymąsi (Šlapakauskas, 2008).

Svarbiausi mikroelementai: boras (B), manganas (Mn), cinkas (Zn), varis (Cu), geležis (Fe).

Boro augaluose randama nuo šaknų iki pat žiedynų. Boras reikšmingas kvėpavimo procese, organų vystymuisi, žiedyno produktyvumui, skatina cukraus transportavimą iš šaknų į lapus, padeda augalams įsisavinti kalį. Manganas prisideda prie azoto redukcijos – oksidacijos reakcijų, dalyvauja žiedynų diferenciacijoje, apvaisinime. Cinkas taip pat svarbus oksidacijos - redukcijos reakcijose, įeina į fermentų sudėtį, padeda augalams kritinių temperatūrų periode, sausringu laikotarpiu. Varis stiprina chlorofilo sintezę, pristabdo jo irimą, dalyvauja kvėpavimo, angliavandenių ir baltymų apykaitoje. Didina atsparumą ligoms. Geležis svarbi metabolizmo procesuose augale, šis elementas veikia kitų svarbių elementų pasisavinimui. Geležies deficitas pasireiškia augalų augimo lėtėjimu, chlorofilo stygiu. Geležis, kaip ir boras yra nemobilus elementas – iš vienos augalo dalies nesugeba patekti į kitą.

Mikroelementinių trąšų kiekis priklauso nuo dirvožemio savybių: granulometrinės sudėties, fizikinių ir cheminių savybių, pH, drėgmės režimo. Mažai mikroelementų turinčiuose dirvožemiuose šios trąšos yra būtinos (Šiulaukas, 2015).

1.5. Tręšimo skystosiomis trąšomis svarba

Norint išnaudoti augalų biologinį potencialą maksimaliai, būtina augalams suteikti svarbiausius mitybos elementus visos vegetacijos metu. Mitybos elementų poreikis ir tarpusavio santykiai skirtinguose augaluose yra nevienodi, todėl svarbu atsižvelgti į dirvožemio cheminę sudėtį ir augalo biologines ypatybes. Skystosios trąšos yra puikus būdas suteikti augalams reikiamų mitybos medžiagų esant sausrui, tačiau labai svarbu parinkti skystųjų trąšų normą, formą ir purškimo laiką, kad būtų išvengta augalų nudegimų ir galimų kitų neigiamų pasekmių (Tomulescu ir kt., 2004).

Žieminių kviečių derlius efektyviausiai atperka trąšų ir jų naudojimo darbų sąnaudas. Suderinus tinkamai parinktas trąšas, jų normas, bei formas su žemės dirbimu ir pesticidų naudojimu galima išvengti derliaus sumažėjimo ir dirvožemio alinimo. Pradėti žieminius kviečius tręsti skystosiomis trąšomis galima 2-3 lapelių, siekiant išvengti vėlyvos sėjos padarinių, spartinti pirminį

augalų vystymąsi, šaknų formavimąsi, skatinti krūmijimąsi ir ilginti jo laikotarpį. Skystos trąšos gali būti maišomos kartu su pesticidais ar kitomis trąšomis, taip sutaupomos darbo sąnaudos (Šiuliauskas, 2015).

Purškiant skystąsias trąšas mažėja aplinkos tarša, nes į aplinką patenka mažiau cheminių medžiagų. Skystosios trąšos neardo dirvožemio struktūros taip intensyviai, kaip birios trąšos. Šiandien siūlomas moderniausių purkštuvų asortimentas, užtikrina tolygesnį trąšų paskleidimą ir galimas mažesnes trąšų normas. Tręšti skystosiomis trąšomis žieminius kviečius galima vegetacijai atsinaujinus, papildomų tręšimų metu vegetacijos eigoje. Skystųjų trąšų privalumai: lengviau pasisavinamos augalų, galima naudoti kartu su augalų apsaugos priemonėmis, stiprina šaknų vystymąsi ir mažina augalų patiriamą stresą, tolygus paskleidimas ir pigesnė trąšų kaina.

Kazachstano mokslininkų atliktas tyrimas parodė, kad didžiausią poveikį vasarinių kviečių grūdų derlingumui turėjo tręšimas skystomis NPK trąšomis jas naudojant krūmijimosi ir bambulėjimo tarpsniuose (Gülser, 2019).

Karbamido ir amonio salietros tirpalas ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot n\text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot m\text{H}_2\text{O}$) – amidinio, nitratinio ir amonio azoto mišinys. Priklausomai nuo azoto kiekio šios trąšos vadinamos KAS-28; KAS-30; KAS-32. Specialistai teigia, kad būtent KAS trąšos pranoksta birias azoto trąšas, dėl lengvesnio transportavimo ir sandėliavimo, lengvesnio ir tolygesnio paskleidimo dirvoje galimybių, puikiai tinka mišiniams su pesticidais ir azotas, esantis skystame karbamido ir amonio salietros tirpale, yra pigesnis lyginant su kitų trąšų azotu. KAS trąšos geriausiai tinka papildomam augalų tręšimui per lapus pavasarį (Šlapakauskas, 2008).

Nepaisant gerų tyrimų rezultatų skystosios trąšos yra svarstyta alternatyva birioms trąšoms. Skystosios trąšos purškiamos ant dirvožemio paviršiaus neturi augalų augimo pradžia itin svarbaus tiesioginio sąlyčio su šaknimis, yra lengviau išplaunamos, nupučiamos vėjo, todėl jų įterpimas į dirvą yra lygiai tiek pat svarbus, kaip ir birioms trąšoms. Purkšti azoto skystosiomis trąšomis rudenį geriausia žiemkenčius, norint išvengti azoto išsiplovimo iš dirvožemio. Skystųjų trąšų naudojimas mitybos elementų didžiausio poreikio metu didina kokybiško derliaus galimybes, padeda išvengti nuostolių (Waskom, 1994).

2. TYRIMO SĄLYGOS IR METODIKA

2.1. Eksperimento vieta, laikas, variantai, panelis

Vieta ir laikas. Žieminių kviečių lauko eksperimentas buvo įrengtas 2017 m. Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos Bandymų stoties plotuose.

Eksperimento variantai:

1. Fonas + KAS-32 (N₉₀) vegetacijai atsinaujinus + KAS-32 (N₆₀) bamblėjimo pradžioje + KAS-32 (N₃₀) bamblėjimo pabaigoje;
2. Fonas + KAS-32 (N₁₂₀) vegetacijai atsinaujinus + KAS-32 (N₆₀) bamblėjimo pradžioje;
3. Fonas + KAS-32 (N₁₈₀) vegetacijai atsinaujinus;
4. Fonas + KAS-32 (N₉₀) su ureazės inhibitoriumi vegetacijai atsinaujinus + KAS-32 (N₆₀) su ureazės inhibitoriumi bamblėjimo pradžioje + KAS-32 (N₃₀) su ureazės inhibitoriumi bamblėjimo pabaigoje;
5. Fonas + KAS-32 (N₁₂₀) su ureazės inhibitoriumi vegetacijai atsinaujinus + KAS-32 (N₆₀) su ureazės inhibitoriumi bamblėjimo pradžioje;
6. Fonas + KAS-32 (N₁₈₀) su ureazės inhibitoriumi vegetacijai atsinaujinus.

Žieminių kviečių foniniam tręšimui buvo naudotos kompleksinėmis trąšos NPK 8-20-30, kurių išberta 400 kg ha⁻¹ (Fonas). Ureazės inhibitorius NBPT (N-(n-butyl) tiofosforotriamidus buvo naudotas 4, 5 ir 6 variantų laukeliuose. Žieminių kviečių tarpsniai pagal BBCH skalę: vegetacijos pradžia (BBCH 25-27), bamblėjimo pradžia (BBCH 30-32), bamblėjimo pabaiga (BBCH 37-39).

Pirmojo, antrojo ir trečiojo variantų laukeliuose žieminiai kviečiai buvo purškiami karbamido ir amonio salietros tirpalu (KAS-32) skirtingomis azoto normomis.

Ketvirtojo, penktojo ir šeštojo varianto laukeliuose žieminių kviečių tręšimui buvo naudotos skystosios KAS-32 trąšos kartu su ureazės inhibitoriumi panaudojant skirtingas jų normas.

KAS-32 trąšų sudėtis: suminis azotas (N) - 32 % (amoniakinis (N-NH₃) - 8 %, nitratinis (N-NO₃) - 8 % ir amidinis (N-NH₂) - 16 %.

Panelis. Eksperimento panelis pavaizduotas 2.1 pav.

I pakartojimas	1	4	5	2	6	3
II pakartojimas	2	6	1	3	4	5
III pakartojimas	4	3	2	5	1	6
IV pakartojimas	5	1	3	6	2	4

VDU ŽUA Bandymų stotis, 2017 m

2.1 pav. Eksperimento panelis

Bandymų stotyje įrengtame žieminių kviečių lauko eksperimente pradinio laukelio plotas buvo 50,6 m² (4,6 x 12), o apskaitinio laukelio plotas 20 m² (2 x 10). Variantai išdėstyti atsitiktine tvarka. Eksperimentas atliktas keturiais pakartojimais.

2.2. Eksperimento vykdymo sąlygos

2.2.1. Dirvožemio charakteristika

Dirvožemis, kuriame augo javai, buvo priemolis, karbonatingas, giliau glėjiškas išplautžemis (*Calc(ar)i-Endohypogleyic Luvisol*). Dirvožemio agrocheminė charakteristika pateikta 2.1 lentelėje.

2.1 lentelė. Eksperimento dirvožemio agrocheminė charakteristika.

VDU ŽUA Bandymų stotis, 2017-2018 m.

Rodikliai	Matavimo vienetai	Svyravimo ribos
Dirvožemio pH _{KCl}	pH _{KCl}	7,0 – 7,2
Judrusis fosforas (P ₂ O ₅)	mg kg ⁻¹	354 – 402
Judrusis kalis (K ₂ O)	mg kg ⁻¹	141 – 160
Organinė anglis (C)/humusas	%	1,4/2,4

Dirvožemio pH 7,0 – 7,2 (neutralus ir silpnai šarminis). Judriojo fosforo kiekis dirvožemyje siekė 354 – 402 mg kg⁻¹ (labai didelio fosforingumo). Judriojo kalio dirvožemyje 141 – 160 mg kg⁻¹ (vidutinio kalingumo ir kalingas), o humuso 2,4 % (vidutinio humusingumo).

2.2.2. Naudotos priemonės, darbų atlikimo laikas

2017 – 2018 m. tiksluosiuose lauko bandymuose auginti žieminiai kviečiai ‘Skagen‘. Ši žieminių kviečių veislė išvesta Danijos selekcijos įmonėje Nordic Seed AS ir į Lietuvos veislių sąrašą įtraukta 2010 metais. ‘Skagen‘ pasižymi 8,8 balo įvertintu žiemojimo išstvermingumu ir vidutinišku atsparumu išgulimui. Vidutiniškai aukštis siekia 92 cm, vegetacija trunka ~203 dienas, 1000 grūdų masė – 47,60 g. Lietuvoje atliktais veislių tyrimų duomenimis, šios veislės derlius vidutiniškai siekė 9,23 t ha⁻¹, baltymų kiekis grūduose 9,3 - 13,7, glitimo 16,2 - 27,2 o krakmolo iki 73,3 proc. ‘Skagen‘ pasižymi atsparumu miltligei, lapų septoriozei ir varpų fuzariozei (2-3 atsparumo balai).

Žieminių kviečių priešsėlis buvo žieminiai rapsai. Rudenį dirva suarta 25 cm gyliu, kultivuota du kartus. Antrojo kultivavimo metu patręšta mineralinėmis, kompleksinėmis trąšomis NPK 8-20-30 400 kg ha⁻¹. Žiemkenčiai pasėti rugsėjo 14 d. Į hektarą pasėta 4,3 mln. daigų sėklų ~180 kg ha⁻¹, 3,5 cm gyliu. Tarpueilių plotis 15 cm. Spalio 2 d. augalai nupurkšti sisteminiu herbicidu Logran WG 0,03 kg ha⁻¹ daugiametėms vienskiltėms ir dviskiltėms piktžolėms naikinti.

Balandžio 3 d., vegetacijai atsinaujinus (BBCH 23-25 tarpsniu) augalai tręšti, N₉₀, N₁₂₀, N₁₈₀ normomis KAS-32, KAS-32 su ureazės inhibitoriumi trąšomis.

Balandžio 26 d. bamblėjimo tarpsnio pradžioje (BBCH 30-32) ir gegužės 21 d. bamblėjimo tarpsnio pabaigoje (BBCH 37-39) žieminiai kviečiai papildomai buvo tręšiami azoto trąšomis pagal tręšimo schemą.

Gegužės 2 d., žieminiai kviečiai nupurkšti sisteminiu fungicidu Input 1,0 l ha⁻¹ ir augimo regulatoriais Stabilan 0,2 l ha⁻¹ bei Moddus 0,2 l ha⁻¹.

Gegužės 21 d. javai purkšti profilaktiškai sisteminio veikimo fungicidu Fandagro 1,0 l ha⁻¹. Birželio 11 d. augalai purkšti profilaktiškai plataus spektro fungicidu Prosaro 0,8 l ha⁻¹.

Žieminiai kviečiai nukulti liepos 30 d. mažagabaritiniu kombainu WINTERSTEIGER DELTA su automatine grūdų svėrimo ir drėgmės kiekio nustatymo sistema. Javų derlingumas apskaičiuotas prie 14 proc. drėgnumo.

2.2.3. Meteorologinės sąlygos

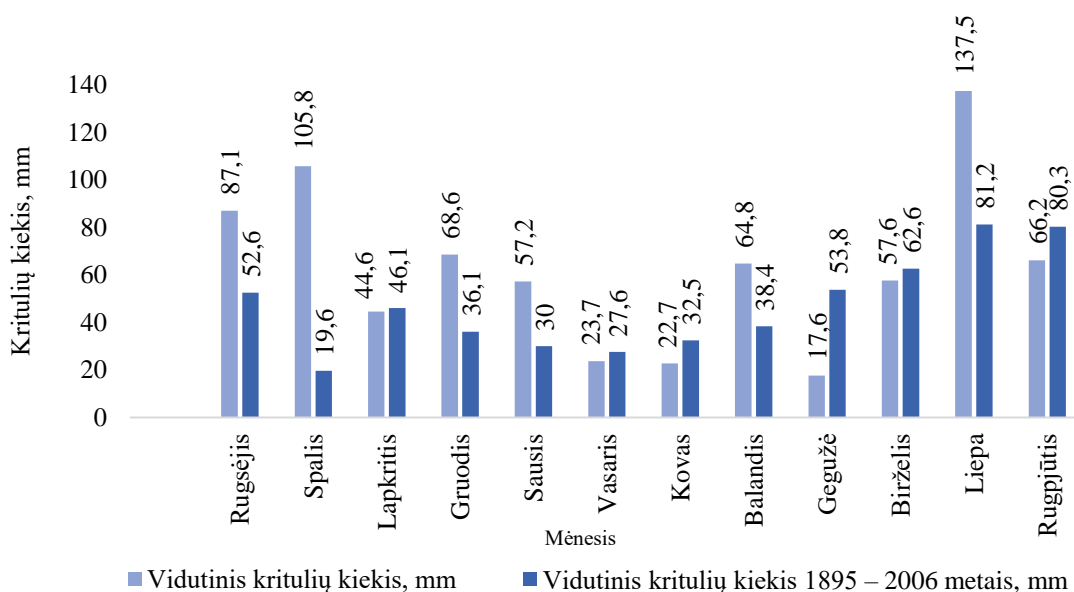
Meteorologiniai duomenys stebėti visą žieminių kviečių augimo laikotarpį: nuo 2017 metų rugsėjo mėnesio iki 2018 metų rugpjūčio mėn. Kauno meteorologinėje stotyje. Oro temperatūros ir kritulių kiekio duomenys pateikti 2.2. lentelėje ir 2.2 bei 2.3 paveiksluose. Išanalizavus oro temperatūros ir iškritusių kritulių kiekį eksperimento laikotarpiu, paaiškėjo, kad prasidėjus žieminių kviečių vegetacijai rugsėjo mėnesį oro temperatūra siekė 13,4 °C, tai yra buvo 1,2 °C laipsniu šilčiau nei daugiamečių oro temperatūros vidurkis. Iškritusių kritulių kiekis beveik 46 % viršijo daugiamečių kritulių iškritusių rugsėjo mėnesį vidurkį. Spalio ir lapkričio mėnesiais vyravo maždaug 2 °C šiltesnė temperatūra nei įprastai. Spalio mėnesį kritulių kiekis siekė 105,8 mm, tai yra 5 kartus daugiau lyginant su daugiamečiu spalio mėnesį iškritusių kritulių kiekio vidurkiu. Vidutinė paros temperatūra lapkričio mėnesio eigoje palaiptai krito – paskutinės dekados vidutinė paros temperatūra siekė 2,2 °C. Lapkričio mėnesį iškritęs 46,1 mm kritulių kiekis vidutinį metinį vidurkį viršijo tik 0,5 mm.

Temperatūra gruodžio mėnesį svyravo nuo 5,1 °C iki -1,3 °C, sausio mėnesį nuo 4,9 °C iki -9 °C, tai yra keliais laipsniais žemesnių temperatūrų intervalai lyginant su daugiamečiais oro temperatūrų duomenimis. Kritulių kiekis šiais mėnesiais buvo beveik dvigubai didesnis nei įprastai, tuo tarpu vasario ir kovo mėnesį drėgmės kiekis buvo mažesnis. Vasario mėnesio vidutinė oro temperatūra buvo 2 °C žemesnė lyginant su daugiamečiais duomenimis. Žemiausia temperatūra užfiksuota kovo mėnesį siekė -13,5 °C, vidutinė paros temperatūra buvo -1,9 °C, tai yra šiek tiek žemesnė nei daugiamečių oro temperatūros vidurkis kovo mėnesį. Pirmosios balandžio mėnesio dekados vidutinė oro temperatūra siekė 14,4 °C, antrosios dekados 14,1 °C, o aukščiausia mėnesio temperatūra užfiksuota paskutinę balandžio dieną (17,8 °C). Daugiausia kritulių fiksuota pirmoje mėnesio dekadose (42 mm), antroje balandžio dekadose iškrito tik 9,6 mm, o trečioje 13,2 mm kritulių. Tiek oro temperatūros pokyčiai, tiek kritulių kiekis iškritęs 2018 metų balandžio mėnesį

viršijo daugiamečių vidurkį. Tuo tarpu gegužės mėnuo pasižymėjo net trimis kartais mažesniu kritulių kiekiu lyginant su daugiamečiu vidurkiu – krituliai užfiksuoti tik 4 mėnesio dienas (kritulių kiekis – 17,6 mm). Pirmosios ir antrosios gegužės mėnesio dekadų vidutinės oro temperatūros panašios ~16,2 °C. Trečiosios dekadoms metu fiksuota aukščiausia mėnesio temperatūra (23,3 °C), o vidutinė paros temperatūra siekė 19,3 °C.

2.2. lentelė. Oro temperatūros duomenys žieminių kviečių vegetacijos laikotarpiu
Kauno meteorologinės stoties duomenys, 2017-2018 m.

Mėnuo	Oro temperatūra, °C					
	vidutinė	aukščiausia	žemiausia	I dekadų vidutinė	II dekadų vidutinė	III dekadų vidutinė
Rugsėjis	13,4	16,8	-7,9	14,1	13,6	12,5
Spalis	7,6	13,2	-1,8	8,1	10,6	4,2
Lapkritis	3,9	9,0	-0,3	6,0	3,4	2,2
Gruodis	1,1	5,1	-1,3	1,0	0,2	2,3
Sausis	-1,5	4,9	-9,0	1,5	-5,0	-1,1
Vasaris	-6,2	0,8	-15,0	-3,4	-2,6	-12,7
Kovas	-1,9	5,9	-13,5	-5,6	-0,7	0,7
Balandis	10,2	17,8	2,2	7,8	11,4	11,4
Gegužė	17,2	23,3	14,0	16,1	16,3	19,3
Birželis	17,5	22,2	10,7	17,1	19,0	16,4
Liepa	20,1	25,0	11,6	16,4	20,8	23,2
Rugpjūtis	19,2	24,9	13,1	22,6	18,6	16,3



2.3 pav. Kritulių kiekis žieminių kviečių vegetacijos metu, mm

Kauno meteorologinės stoties duomenys, 2017-2018 m.

Orai vasarą buvo artimi daugiamečiui vidurkiui. Stebint meteorologines sąlygas, aukščiausia temperatūra užfiksuota liepos 31 dieną (25 °C), o didžiausias kritulių kiekis – liepos 13 dieną, siekė 34,5 mm, o visas iškritusių kritulių kiekis liepos mėnesį buvo 56,3 mm didesnis nei daugiametis duomenų vidurkis.

2.3. Tyrimų ir analizių metodai

Prieš eksperimento įrengimą buvo paimti jungtiniai dirvožemio ėminiai judriojo fosforo (P_2O_5), judriojo kalio (K_2O), dirvožemio pH_{KCl} bei bendrosios anglies/humuso kiekių nustatymui. Dirvožemio ėminiai imti iš 0-25 cm gylio iš kiekvieno pakartojimo 4 vietų, sudarant jungtinį pakartojimų pavyzdį. Pavasarį, vegetacijai atsinaujinus paimti ėminiai mineralinio azoto (N_{min}) nustatymui. Dirvožemio ėminiai paimti iš 0–30 cm gylio. Tyrimai atlikti Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centro (LAMMC) Agrocheminių tyrimų laboratorijoje.

Dirvožemio agrocheminių analizių metodai:

- *Dirvožemio pH_{KCl}* – potenciometriniai, 1N KCl ištraukoje (LST ISO 10390:2005);
- *Organinė anglis (humusas)* – Tiurino (ISO 10694: 1995);
- *Judrieji fosforas ir kalis* – Egnerio–Rimo–Domingo (A–L) (GOST 26208–84);
- *Mineralinis azotas* ($N-NO_3+N-NH_4$) – kolorimetriniai, 1N KCl ištraukoje (ISO/ TS 14256-1: 2003).

2.4. Tyrimo rezultatų statistinės analizės metodai

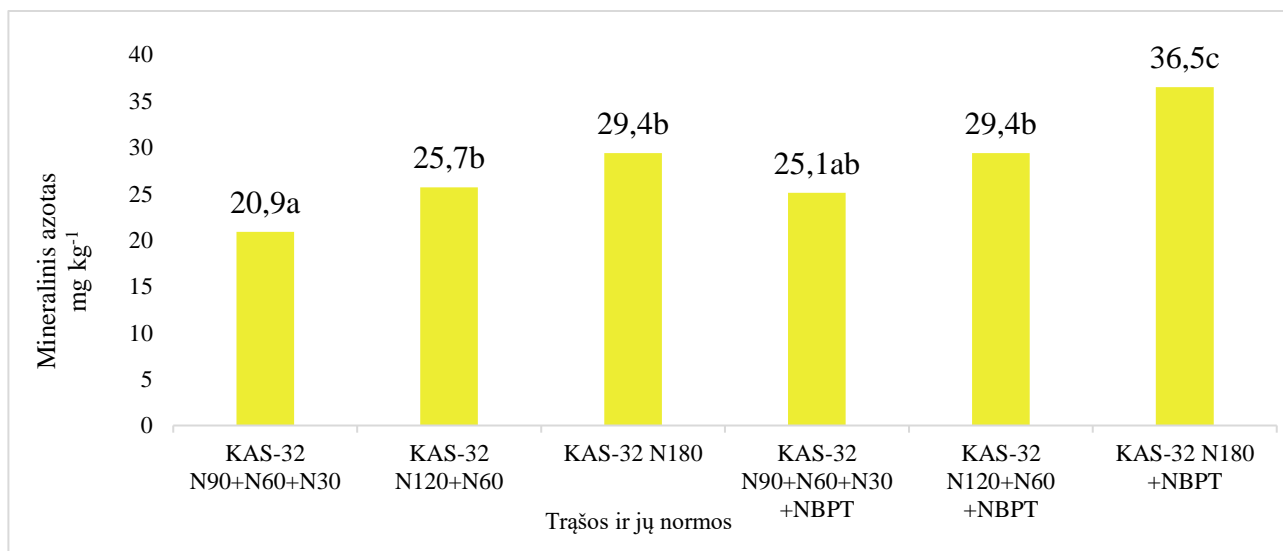
Tyrimų duomenys įvertinti dispersinės analizės metodu *ANOVA*, programinis paketas *SELEKCIJA* (Tarakanovas, Raudonius, 2003). Naudota vieno veiksnio duomenų dispersinė analizė. Eksperimento duomenų statistinis patikimumas įvertintas mažiausia esminio skirtumo riba (R_{05}). Tarp variantų vidurkių, pažymėtų ne ta pačia raide (a, b, c), skirtumai yra esminiai ($P < 0,05$).

3.1 TYRIMO REZULTATAI IR JŲ ANALIZĖ

3.1. Mineralinio azoto pokyčiai žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje, praėjus 7 d. po tręšimo BBCH 25-27 tarpsniu

Žieminių kviečių lauko eksperimentas buvo atliktas 2017 – 2018 m. Pavasarį, atsinaujinus žiemkenčių vegetacijai (BBCH 25-27), jie buvo patręšti skystosiomis KAS-32 trąšomis ir skystosiomis KAS-32 trąšomis su ureazės inhibitoriumi (NBPT). Mineralinių skystųjų trąšų normos buvo N₉₀, N₁₂₀ ir N₁₈₀. Praėjus 7 dienoms po tręšimo buvo nustatytas mineralinio azoto kiekis dirvožemyje (3.1 lentelė). Tiriamu laikotarpiu vidutinė paros oro temperatūra buvo apie 8,7 °C.

Išanalizavus mineralinio azoto kiekį dirvožemyje nustatyta, kad iš esmės didžiausias jo kiekis (36,5 mg kg⁻¹) buvo augalus tręšiant skystosiomis KAS-32 trąšomis su ureazės inhibitoriumi naudojant didžiausią N₁₈₀ normą. Iš esmės mažiausi mineralinio azoto kiekiai dirvožemyje buvo nustatyti, kai javai šiame tarpsnyje buvo tręšti mažiausiomis azoto trąšų normomis N₉₀. Javų tręšimui naudojant KAS-32 trąšas N₁₂₀ norma - mineralinio azoto kiekis dirvožemyje buvo 25,7 mg kg⁻¹, o KAS-32 trąšų su ureazės inhibitoriumi – 29,4 mg kg⁻¹.



Pastaba: tarp variantų vidurkių, pažymėtų ne ta pačia raide (a, b, c), skirtumai yra esminiai ($P < 0,05$); NBPT – ureazės inhibitorius.

3.1 pav. Mineralinio azoto kiekis žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje po tręšimo BBCH 25-27 tarpsniu praėjus 7 d.

VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2018 m.

Vienerių metų tyrimų duomenimis pastebėta tendencija, kad didinant azoto trąšų normą, mineralinio azoto kiekis dirvožemyje didėja. Kiti tyrėjai taip teigia, kad mineralinio azoto kiekis dirvožemyje priklauso nuo tręšimo būdo ir normos (Adomaitis et al., 2008; Staugaitis, 2018).

Atsižvelgiant į gautus duomenis (3.1 lentelė), nustatyta, kad iš esmės didžiausias nitratinio azoto kiekis ($24,6 \text{ mg kg}^{-1}$) žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje, po tręšimo BBCH 25-27 tarpsniu buvo augalus tręšiant KAS-32 trąšomis su ureazės inhibitoriumi ir naudojant didžiausią N_{180} normą. Šiek tiek mažesnis nitratinio azoto kiekis ($21,4 \text{ mg kg}^{-1}$) dirvožemyje nustatytas, kai žieminiai kviečiai buvo tręšti KAS-32 trąšomis su ureazės inhibitoriumi naudojant 120 kg ha^{-1} azoto normą. Iš esmės mažiausias nitratinio azoto kiekis žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje nustatytas augalus tręšiant KAS-32 trąšomis N_{90} norma. Remiantis šiais tyrimais pastebėta, kad naudojant KAS-32 trąšas su ureazės inhibitoriumi nitratinio azoto kiekis dirvožemyje buvo didesnis. Tikėtina, kad *Uro* bakterijų veikla, dėl ureazės inhibitoriaus buvo prislopinta, todėl azoto transformacija dirvožemyje buvo lėtesnė ir augalai jo dar nespėjo panaudoti mitybai.

3.1 lentelė. Nitratinio azoto kiekis žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje po tręšimo BBCH 25-27 tarpsniu praėjus 7 d.

VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2018 m.

Eil. Nr.	Trąšos ir jų normos	Nitratinis azotas ($N\text{-NO}_3^-$)
		mg kg^{-1}
1.	KAS-32 $N_{90}+N_{60}+N_{30}$	16,4a
2.	KAS-32 $N_{120}+N_{60}$	19,7bc
3.	KAS-32 N_{180}	19,7bc
4.	KAS-32 $N_{90}+N_{60}+N_{30} +\text{NBPT}$	18,6ab
5.	KAS-32 $N_{120}+N_{60} +\text{NBPT}$	21,4c
6.	KAS-32 $N_{180} +\text{NBPT}$	24,6d

Pastaba: tarp variantų vidurkių, pažymėtų ne ta pačia raide (a, b, c...), skirtumai yra esminiai ($P < 0,05$); NBPT – ureazės inhibitorius.

Išanalizavus amoniakinio azoto pokyčius praėjus savaitei po pagrindinio tręšimo mineralinėmis trąšomis, iš esmės didžiausias amoniakinio azoto kiekis ($11,9 \text{ mg kg}^{-1}$) žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje nustatytas juos tręšiant KAS-32 trąšomis su ureazės inhibitoriumi N_{180} norma (3.2 lentelė). Tręšimui naudojant didžiausią trąšų KAS -32 normą (N_{180}), - amoniakinio azoto kiekis dirvožemyje siekė $9,7 \text{ mg kg}^{-1}$ ir tai buvo esminiai daugiau, negu kai buvo panaudotos mažesnės (N_{90} , N_{120}) šios trąšos normos.

3.2 lentelė. Amoniakinio azoto kiekis žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje po tręšimo BBCH 25-27 tarpsniu praėjus 7 d.

VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2018 m.

	Trąšos ir jų normos	Amoniakinis azotas (N-NH ₄ ⁺)
		mg kg ⁻¹
1.	KAS-32 N ₉₀ +N ₆₀ +N ₃₀	4,5a
2.	KAS-32 N ₁₂₀ +N ₆₀	6,0ab
3.	KAS-32 N ₁₈₀	9,7d
4.	KAS-32 N ₉₀ +N ₆₀ +N ₃₀ +NBPT	6,5bc
5.	KAS-32 N ₁₂₀ +N ₆₀ +NBPT	8,0c
6.	KAS-32 N ₁₈₀ +NBPT	11,9e

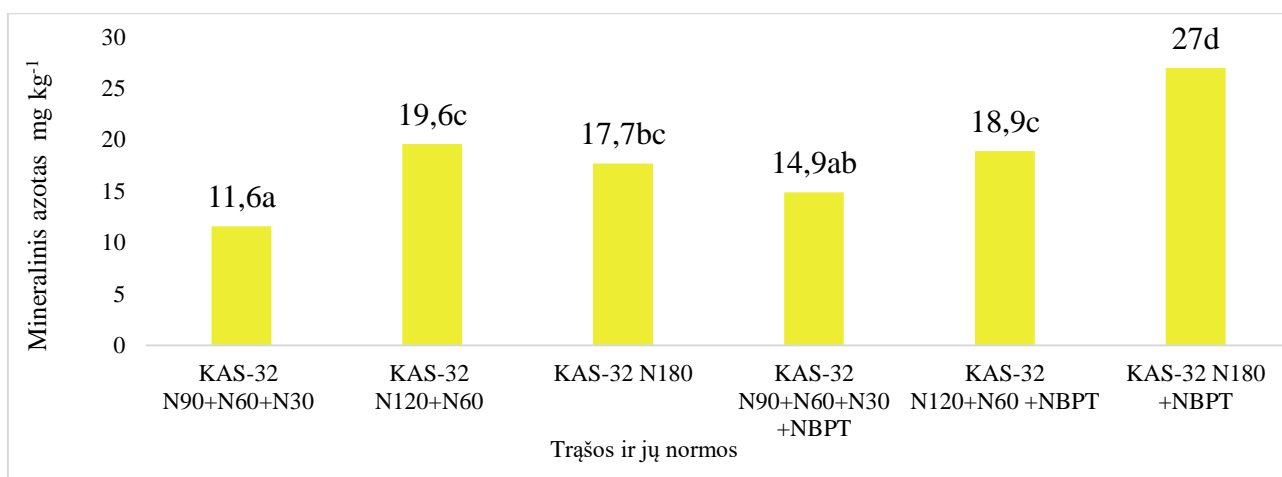
Pastaba: tarp variantų vidurkių, pažymėtų ne ta pačia raide (a, b, c...), skirtumai yra esminiai (P < 0,05); NBPT – ureazės inhibitorius.

Mažiausias amoniakinio azoto kiekis (4,5 mg kg⁻¹) žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje buvo juos tręšiant KAS-32 trąšomis N₉₀ norma. Pastebėta bendra tendencija, kad didinant azoto trąšų normą – didėja amoniakinio azoto kiekis dirvožemyje.

3.2. Mineralinio azoto pokyčiai žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje, praėjus 14 d. po tręšimo BBCH 25-27 tarpsniu

Mineralinio azoto pokyčiai žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje buvo nagrinėjami ir praėjus 14 dienų po tręšimo atsinaujinus vegetacijai (BBCH 25-27 tarpsniu). Minėtu laikotarpiu vyravo 11 °C vidutinė paros oro temperatūra.

Išanalizavus duomenis (3.2 pav.) paaiškėjo, kad mažiausias mineralinio azoto kiekis dirvožemyje (11,6 mg kg⁻¹) buvo nustatytas žieminių kviečių pasėlį tręšiant skystosiomis KAS-32 trąšomis N₉₀ norma. Patikimai didžiausias mineralinio azoto kiekis (27,0 mg kg⁻¹) nustatytas, kai augalai buvo tręšiami skystosiomis KAS-32 trąšomis su ureazės inhibitoriumi naudojant azoto normą N₁₈₀. Mineralinio azoto kiekiai gauti labai panašūs, kai tręšimui buvo naudota 120 kg ha⁻¹ azoto norma, tiek tręšiant KAS-32 trąšomis su ureazės inhibitoriumi (18,9 mg kg⁻¹), tiek ir KAS-32 trąšomis (19,6 mg kg⁻¹). Pastebėta, kad mineralinio azoto kiekio pokyčiai dirvožemyje tiriant po 14 d. išliko labai panašūs, kaip ir po 7 d.



Pastaba: tarp variantų vidurkių, pažymėtų ne ta pačia raide (a, b, c...), skirtumai yra esminiai ($P < 0,05$); NBPT – ureazės inhibitorius.

3.2 pav. Mineralinio azoto kiekis žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje po tręšimo BBCH 25-27 tarpsniu praėjus 14 d.

VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2018 m.

Praėjus dviem savaitėm po žieminių kviečių pasėlio tręšimo mineralinėmis trąšomis ir išanalizavus nitratinio azoto pokyčius (3.3 lentelė) iš esmės didžiausias nitratinio azoto kiekis (19,8 mg kg⁻¹) dirvožemyje nustatytas žieminių kviečių pasėly tręšiant KAS-32 su ureazės inhibitoriumi N₁₈₀ norma trąšomis. Tręšimui naudojant didžiausią trąšų KAS-32 normą (N₁₈₀), nitratinio azoto kiekis dirvožemyje buvo 14,1 mg kg⁻¹, tačiau tai nebuvo esmingai didesnis nitratinio azoto kiekis dirvožemyje, nei panaudojus mažesnę azoto normą (N₁₂₀). Patikimai mažiausias nitratinio azoto kiekis (7,7 mg kg⁻¹) žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje nustatytas juos tręšiant KAS-32 trąšomis N₉₀ norma.

3.3 lentelė. Nitratinio azoto kiekis žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje po tręšimo BBCH 25-27 tarpsniu praėjus 14 d.

VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2018 m.

Eil. Nr.	Trąšos ir jų normos	Nitratinis azotas (N-NO ₃)
		mg kg ⁻¹
1.	KAS-32 N ₉₀ +N ₆₀ +N ₃₀	7,7a
2.	KAS-32 N ₁₂₀ +N ₆₀	13,7c
3.	KAS-32 N ₁₈₀	14,1c
4.	KAS-32 N ₉₀ +N ₆₀ +N ₃₀ +NBPT	11,0b
5.	KAS-32 N ₁₂₀ +N ₆₀ +NBPT	13,3bc
6.	KAS-32 N ₁₈₀ +NBPT	19,8d

Pastaba: tarp variantų vidurkių, pažymėtų ne ta pačia raide (a, b, c...), skirtumai yra esminiai ($P < 0,05$); NBPT – ureazės inhibitorius.

Pastebėta bendra tendencija, kad didinant tręšimo normą - nitratinio azoto kiekis dirvožemyje didėjo.

Nagrinėjant amoniakinio azoto kiekio pokyčius (3.4 lentelė) žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje praėjus 14 dienų po tręšimo BBCH 25-27 tarpsniu, nustatyta, kad iš esmės didžiausias amoniakinio azoto kiekis ($7,2 \text{ mg kg}^{-1}$) gautas kai augalai buvo tręšti KAS-32 trąšomis su ureazės inhibitoriumi N_{180} norma.

3.4 lentelė. Amoniakinio azoto kiekis žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje po tręšimo BBCH 25-27 tarpsniu praėjus 14 d.

VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2018 m.

Eil. Nr.	Trąšos ir jų normos	Amoniakinis azotas ($N-NH_4^+$)
		mg kg^{-1}
1.	KAS-32 $N_{90}+N_{60}+N_{30}$	3,9a
2.	KAS-32 $N_{120}+N_{60}$	5,9b
3.	KAS-32 N_{180}	3,6a
4.	KAS-32 $N_{90}+N_{60}+N_{30} +NBPT$	3,9a
5.	KAS-32 $N_{120}+N_{60} +NBPT$	5,6b
6.	KAS-32 $N_{180} +NBPT$	7,2c

Pastaba: tarp variantų vidurkių, pažymėtų ne ta pačia raide (a, b, c...), skirtumai yra esminiai ($P < 0,05$); NBPT – ureazės inhibitorius.

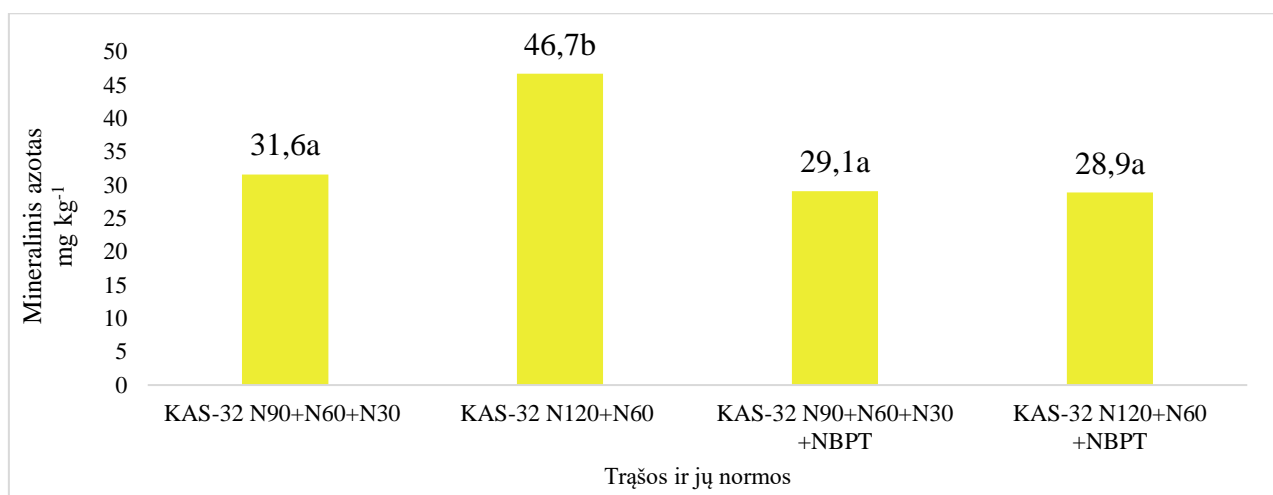
Augalų tręšimui naudojant 120 kg azoto normą ir palyginus KAS-32 trąšas ir KAS-32 trąšas su ureazės inhibitoriumi tarpusavyje, esminių amoniakinio azoto kiekio pokyčių žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje nenustatyta nei tręšiant KAS-32 trąšomis ($5,9 \text{ mg kg}^{-1}$), nei KAS-32 trąšomis su ureazės inhibitoriumi ($5,6 \text{ mg kg}^{-1}$). Mažiausi amoniakinio azoto kiekiai ($3,9 \text{ mg kg}^{-1}$) žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje buvo tiek juos tręšiant KAS-32 trąšomis, tiek KAS-32 trąšomis su ureazės inhibitoriumi.

a. Mineralinio azoto pokyčiai žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje, praėjus 7 d. po tręšimo BBCH 30-32 tarpsniu

Mineralinio azoto pokyčiai žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje buvo vertinti praėjus 7 dienoms po papildomo augalų tręšimo BBCH 30-32 tarpsniu. Šiuo laikotarpiu vidutinė paros temperatūra buvo $16,1 \text{ }^\circ\text{C}$, o kritulių kiekis siekė 1,5 mm.

Išanalizavus duomenis (3.3 pav.) paaiškėjo, kad iš esmės didžiausias mineralinio azoto kiekis ($46,7 \text{ mg kg}^{-1}$) žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje buvo augalus tręšiant skystosiomis KAS-32 trąšomis ir naudojant $120+60 \text{ kg ha}^{-1}$ azoto normą. Augalus tręšiant KAS-32 trąšomis su ureazės inhibitoriumi ir naudojant tą pačią azoto normą buvo nustatytas esmingai mažesnis mineralinio azoto kiekis ($28,9 \text{ mg kg}^{-1}$) dirvožemyje. Javų tręšimui naudojant kitus azoto trąšų derinius – mineralinio azoto kiekis buvo labai panašus ir svyravo $29,1 - 31,6 \text{ mg kg}^{-1}$ ribose.

Atliktame eksperimente nedideli mineralinio azoto kiekiai žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje galėjo būti ir dėl labai drėgno 2017 m. rudens. 2018 metais (balandžio mėn.) Lietuvos agrarinių ir miškų mokslo centro atlikto tyrimo duomenimis, mineralinio azoto kiekis skirtinguose Lietuvos dirvožemiuose vidutiniškai siekė ($31,3 \text{ mg kg}^{-1}$) ir buvo mažesnis nei daugiametis vidurkis ($64,3 \text{ mg kg}^{-1}$ ir $61,0 \text{ mg kg}^{-1}$). Jų teigimu tam įtakos galimai turėjo didesnis drėgmės kiekis 2017 metų spalio-lapkričio mėnesiais ir sausio mėnesį, lyginant su daugiamečiu vidurkiu (LAMMC Agrocheminių tyrimų laboratorija).



Pastaba: tarp variantų vidurkių, pažymėtų ne ta pačia raide (a, b, c...), skirtumai yra esminiai ($P < 0,05$); NBPT – ureazės inhibitorius.

3.3 pav. Mineralinio azoto kiekis žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje po tręšimo BBCH 30-32 tarpsniu praėjus 7 d.

VDU ŽŪA Bandyimų stotis, 2018 m.

Praėjus 7 dienoms po žieminių kviečių tręšimo mineralinėmis trąšomis BBCH 30-32 tarpsniu, nustatyta, kad nitratinio azoto kiekis dirvožemyje svyravo $23,5 - 38,7 \text{ mg kg}^{-1}$ ribose (3.5 lentelė). Iš esmės didžiausias nitratinio azoto kiekis ($38,7 \text{ mg kg}^{-1}$) žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje nustatytas juos tręšiant KAS-32 trąšomis ir naudojant $120+60 \text{ kg ha}^{-1}$ azoto normą. Tręšiant pasėlį KAS-32 trąšomis su ureazės inhibitoriumi nitratinio azoto kiekis nepriklausomai nuo tręšimo normos buvo gautas toks pat abiejuose eksperimento laukeliuose - $23,5 \text{ mg kg}^{-1}$.

3.5 lentelė. Nitratinio azoto kiekis žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje po tręšimo BBCH 30-32 tarpsniu praėjus 7 d.

VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2018 m.

Eil. Nr.	Trąšos ir jų normos	Nitratinis azotas (N-NO ₃)
		mg kg ⁻¹
1.	KAS-32 N ₉₀ +N ₆₀ +N ₃₀	24,9a
2.	KAS-32 N ₁₂₀ +N ₆₀	38,7b
3.	KAS-32 N ₉₀ +N ₆₀ +N ₃₀ +NBPT	23,5a
4.	KAS-32 N ₁₂₀ +N ₆₀ +NBPT	23,5a

Pastaba: tarp variantų vidurkių, pažymėtų ne ta pačia raide (a, b, c...), skirtumai yra esminiai (P < 0,05); NBPT – ureazės inhibitorius.

Išanalizavus amoniakinio azoto duomenis praėjus 7 dienoms po tręšimo BBCH 30-32 tarpsniu (3.6 lentelė), išaiškėjo, kad iš esmės didžiausias amoniakinio azoto kiekis (7,9 mg kg⁻¹) žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje nustatytas, kai pasėlis buvo tręštas skystosiomis KAS-32 trąšomis naudojant 120+60 kg ha⁻¹ azoto normą. Žiemkenčių tręšimui naudojant KAS-32 trąšų 90+60 kg ha⁻¹ azoto normą – amoniakinio azoto kiekis dirvožemyje buvo 1,2 mg kg⁻¹ mažesnis nei prieš tai aptartame laukelyje. Esmingai mažesni amoniakinio azoto kiekiai (5,6 ir 5,4 mg kg⁻¹) dirvožemyje nustatyti, kai žieminių kviečių pasėlis buvo tręšiamas KAS-32 trąšomis su ureazės inhibitoriumi.

3.6 lentelė. Amoniakinio azoto kiekis žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje po tręšimo BBCH 30-32 tarpsniu praėjus 7 d.

VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2018 m.

Eil. Nr.	Trąšos ir jų normos	Amoniakinis azotas (N-NH ₄ ⁺)
		mg kg ⁻¹
1.	KAS-32 N ₉₀ +N ₆₀ +N ₃₀	6,7b
2.	KAS-32 N ₁₂₀ +N ₆₀	7,9c
3.	KAS-32 N ₉₀ +N ₆₀ +N ₃₀ +NBPT	5,6a
4.	KAS-32 N ₁₂₀ +N ₆₀ +NBPT	5,4a

Pastaba: tarp variantų vidurkių, pažymėtų ne ta pačia raide (a, b, c), skirtumai yra esminiai (P < 0,05); NBPT – ureazės inhibitorius.

Išanalizavus amoniakinio ir nitratinio azoto kiekius dirvožemyje pastebėta, kad praėjus 7 dienoms po augalų tręšimo BBCH 30-32 tarpsniu KAS-32 trąšomis ir KAS-32 trąšomis su ureazės inhibitoriumi, amoniakinio azoto kiekio kitimo tendencijos dirvožemyje buvo labai panašios, kaip nitratinio azoto.

IŠVADOS

2018 m. VDU ŽŪA Bandymų stotyje, karbonatingame, giliau glėjiškame išplautžemyje (*Calc(ar)i-Endohypogleyic Luvisol*) nustačius ir įvertinus mineralinio azoto formų pokyčius žieminių kviečių pasėlio dirvožemyje, galima teikti tokias išvadas:

1. Praėjus 7 d. po žieminių kviečių tręšimo BBCH 25-27 tarpsniu, nustatyta, kad mineralinio azoto ($20,9 - 36,5 \text{ mg kg}^{-1}$), nitratinio azoto ($16,4 - 24,6 \text{ mg kg}^{-1}$) amoniakinio azoto ($4,5 - 11,9 \text{ mg kg}^{-1}$) kiekiai dirvožemyje priklausė nuo tręšimui panaudotos azoto trąšų normos.

2. Praėjus 14 d. po žieminių kviečių tręšimo BBCH 25-27 tarpsniu, nustatyta, kad iš esmės didžiausi mineralinio azoto ($27,0 \text{ mg kg}^{-1}$), nitratinio azoto ($19,8 \text{ mg kg}^{-1}$) ir amoniakinio azoto ($7,2 \text{ mg kg}^{-1}$) kiekiai rasti dirvožemyje, kai žieminiai kviečiai buvo tręšti KAS-32 trąšomis su ureazės inhibitoriumi N_{180} norma.

3. Praėjus 7 d. po žieminių kviečių tręšimo BBCH 30-32 tarpsniu, nustatyta, kad iš esmės didžiausi mineralinio azoto ($46,7 \text{ mg kg}^{-1}$), nitratinio azoto ($38,7 \text{ mg kg}^{-1}$) ir amoniakinio azoto ($7,9 \text{ mg kg}^{-1}$) kiekiai rasti dirvožemyje kai žieminiai kviečiai buvo tręšti KAS-32 trąšomis $N_{120} + N_{60}$ norma.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. ADOMAITIS, T.; VAIŠVILA, Z.; MAŽVILA, J.; STAUGAITIS, G.; FULLEN, M.; 2008. *Influence of mineral fertilizer on nitrogen leaching. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B: Soil and Plant Science*, 58 (3): 199–207, [žiūrėta 2019 m. lapkričio 19 d.]. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1080/09064710701593012>
2. ČIUBERKIS, S.; KARČIAUSKIENĖ, D.; BERNOTAS, S.; 2010, *Klimato kaita ir žemės dirbimo minimalizavimas Vakarų Lietuvos regione*, Vagos: mokslo darbai, nr. 88 (41), p. 14–21.
3. DARGINAVIČIENĖ, J.; NOVICKIENĖ, L.; 2002, *Augimo problemas šiuolaikinėje augalų fiziologijoje*, Vilnius, p. 42–45.
4. FUERTES-MENDIZABAL, T.; AIZPURUA, A.; GONZALEZMORO, M. B.; ESTAVILLO, J. M.; 2010, Improving wheat breadmaking quality by splitting the N fertilizer rate, *European Journal of Agronomy*. vol. 33, p. 52-61.
5. GAJ, R.; GORSKI, D.; PRZYBY, J.; 2013, Effect of differentiated phosphorus and potassium fertilization on winter wheat yield and quality, *Journal of Elementology*, 10.5601, p. 55-67
6. GALVYDIS, J.; 1997, *Agromijos pagrindai: mokymo priemonė aukštesniųjų žemės ūkio mokyklų studentams ir žemės ūkio mokyklų moksleiviams*, Vilnius.
7. GÜSLER, C.; 2019, The effect of NPK foliar fertilization on yield and macronutrient content of grain in wheat under Kostanai-Kazakhstan conditions, *EurasianJ Soil Sci* vol. 8(3) p. 275-281, [žiūrėta 2019 m. lapkričio 23 d.]. Prieiga per internetą: https://mountainscholar.org/bitstream/handle/10217/194095/AEXT_ucsu2063xcm1721994.pdf?sequence=1
8. HERGERT, G. W.; SHAVER, T. M.; 2009, Fertilizing winter wheat, *University of Nebraska, EC143*, 4 p. [žiūrėta 2019 m. lapkričio 10 d.]. Prieiga per internetą: <http://extensionpublications.unl.edu/assets/pdf/ec143.pdf>
9. JANUŠAUSKAITĖ, D., 2013, „Skystosios ar biriosios trąšos?“ Mano ūkis, Nr. 05. [žiūrėta 2019 m. lapkričio 19 d.]. Prieiga per internetą: <https://www.manoukis.lt/mano-ukis-zurnalas/2013/05/skystosios-ar-biriosios-azoto-trasos/>
10. JODAugIENĖ, D., 2014, *Maisto medžiagų, išnešamų iš dirvožemio su auginamų pagrindinių lauko augalų ir žolynų derliumi, kiekio dinamikos tyrimai: Galutinė ataskaita*, Kaunas, p. 43-45. [žiūrėta 2019 m. gruodžio 19 d.]. Prieiga per internetą: [https://zum.lrv.lt/uploads/zum/documents/files/LT_versija/Veiklos_sritys/Mokslas_mokymas_i_r_konsultavimas/Moksliniu_tyrimu_ir_taikomosios_veiklos_darbu_galutines_ataskaitos/darbas_2014%20\(5\).pdf](https://zum.lrv.lt/uploads/zum/documents/files/LT_versija/Veiklos_sritys/Mokslas_mokymas_i_r_konsultavimas/Moksliniu_tyrimu_ir_taikomosios_veiklos_darbu_galutines_ataskaitos/darbas_2014%20(5).pdf)

11. JOHNSON, V. A.; BRIGGLE, L. W.; AXTEL, J. D.; BAUMAN, L. F.; LENG, E. R.; JOHNSTON, T. H., 1978, Grain crops, Protein resources and technology, *Westport, CT, USA*, p. 239-255.
12. KRIŠTAPONYTĖ, I.; MAIKŠTĖNIENĖ, S., 2004, Azoto trąšų ir agroklimatinių sąlygų poveikis žieminių kviečių derliui ir jo kokybei, *Žemės ūkio mokslai. Nr. 4. p. 7–14*.
13. LAZAUSKAS, J.; DAPKUS, R.; 1992, *Lauko augalų selekcija Lietuvoje, monografija*, Vilnius
14. LAZAUSKAS, J.; 1998, *Augalininkystė Lietuvoje 1895- 1995 m.*, Lietuvos Žemdirbystės institutas, p. 71.
15. LIETUVOS AGRARINIŲ IR MIŠKŲ MOKSLŲ CENTRAS, 2018, *Ilgamečiai dirvožemio agrocheminių savybių stebėjimo tyrimai, Galutinė ataskaita*, p. 55, [žiūrėta 2020 m. sausio 14 d.]. Prieiga per internetą:
<http://agrolab.lt/wp-content/uploads/2019/02/Ilgameciai-dirvozemio-agrocheminiu-savybiu-tyrimai-2018.pdf>
16. LIETUVOS AGRARINIŲ IR MIŠKŲ MOKSLŲ CENTRAS, 2018, *Mineralinio azoto atsargos dirvožemyje 2018 metų pavasarij*. [žiūrėta 2020 m. sausio 14 d.]. Prieiga per internetą:
<https://www.lammc.lt/lt/naujienu-archyvas/mineralinio-azoto-atsargos-dirvozemije-2018-metu-pavasari/2359>
17. ORLOFF, S., et al. 2012, Nitrogen management impact on wheat yield and protein, *California Alfalfa & Forage & Grains Symposium, University of Arizona*, 1-6 p. [žiūrėta 2020 m. sausio 15 d.]. Prieiga per internetą:
http://alfalfa.ucdavis.edu/+symposium/2012f/files/talks/12CAS-12_Orloff_NitrogenMngmt.pdf
18. ORTH, R. A.; SHELLENBERGER, J. A.; 1988, Origin, production, and utilisation of wheat, *Wheat chemistry and technology, St Paul, MN, USA, American Association of Cereal Chemists*.
19. PETRAITIENĖ, V., 1996, *Mineralinių NPK trąšų normų ir santykių įtaka maisto medžiagų susikaupimui žieminių kviečių derliuje. Žemdirbystė*, t. 51, 37-44 p.
20. PETRAUSKAS, E.; GIESSENE, J. L.; 2006, Lauko augalų tręšimo normos, *Mano ūkis, Nr. 05, LŽI*. [žiūrėta 2019 m. lapkričio 19 d.]. Prieiga per internetą:
<https://www.manoukis.lt/mano-ukis-zurnalas/2006/05/lauko-augalu-tresimo-normos/>
21. PETRAUSKAS, E.; PEKARSKAS, J.; 2004, *Mikroelementų reikšmė*, LŽŪU. p 48.
22. POVILAITIS, V.; LAZAUSKAS, S.; 2018, Žieminių kviečių pasėlio formavimas geram žiemojimui ir derliui, Naujausios rekomendacijos žemės ir miškų ūkiui, *LAMMC, Akademija, Kėdainiai*, [žiūrėta 2020 m. sausio 14 d.]. Prieiga per internetą:
https://www.lammc.lt/data/public/uploads/2018/06/lammc_rekom_mak_2018.06.11_net-1.pdf

23. PRAKASH, M.; RAMACHANDRAN, K.; 2000, Effect of moisture stress and anti- transpirants on leaf chlorophyll, soluble protein and photosynthetic rate in brinjal plants II, *Journal of Agronomy and Crop Science*, Vol.184. N. 3, p. 153-156.
24. RAILA, A.; ZVICEVIČIUS, E.; ČIPALIENĖ, A.; 2016 Grūdų sandėliavimo būklės kontrolė ir kokybės praradimų prevencija, *Mano ūkis*, Nr. 11, ASU, [žiūrėta 2020 m. sausio 14 d.]. Prieiga per internetą:
<https://www.manoukis.lt/mano-ukis-zurnalas/2016/11/grudu-sandeliavimo-bukles-kontrolė-ir-kokybes-praradimu-prevencija/>
25. RAY, D. K.; MUELLER, N. D.; WEST, P. C.; FOLEY, J.A., 2013, Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050, *Institute of the Environment, University of Minnesota, Saint Paul, USA*. [žiūrėta 2019 m. lapkričio 14 d.]. Prieiga per internetą:
<https://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0066428&type=printable>
26. ROMANECKAS, K., 2012, *Agronomijos pagrindai*, Vadovėlis, Akademija, p. 377.
27. STAUGAITIS, Ž., 2018 m., *Dirvožemio kokybei svarbių anglies ir azoto junginių sudėtis ir pokyčiai auginant daugiamečius žolinius energetinės paskirties augalus*, Daktaro disertacija, p. 104.
28. ŠIMANSKAITĖ, D.; FEIZA, V.; LAZAUSKAS, S.; FEIZIENĖ, D.; KADŽIENĖ, G.; 2009, *Žemdirbystė -Agriculture*, t. 96, Nr. 1, p. 23–38.
29. ŠIULIAUSKAS, A. A., 2015, *Praktinė augalininkystė, Javai ir rapsai*, Vilnius „Eugrimas“, p. 96-102.
30. ŠLAPAKAUSKAS, V.; DUCHOVSKIS, P., 2008, *Augalų produktyvumas: vadovėlis aukštųjų mokyklų studentams*, Klaipėda, „IDP solutions“.
31. TINDŽIULIS, A., 1986, *Javai*, Vilnius „Mokslas“, p. 53-56.
32. TOMULESCU, I. M.; RADOVICIU, E. M.; MERCA, V. V.; TUDUCE, A. D.. 2004, Effect of copper, zinc and lead and their combinations on the germination captive of two cereals, *Journal of Agricultural Sciences*, vol. 15, p. 39-42
33. USHERWOOD, N. R., 1985, The role of potassium in crop quality. In: Potassium in agriculture, Ed. Munson R.D. American Soc. Agron.- Cropo Science Society of America – Soil Sci. Soc. America Madison, p. 489-514.
34. VAGUSEVIČIENĖ, I., 2018, *Migliniai javai*, *Studijų knyga*, Akademija, p. 35-39.
35. VAIŠVILA, Z. J.; KUČINSKAS, J.; PEKARSKAS, J.; PRANCKIETIENĖ, I.; ŽEMAITIS, A., 1999, *Agrochemija: vadovėlis*, Kaunas, „Lututė“.
36. WASKOM, R. M., 1994, Best managment practices for nitrogen fertilization, *University Cooperative Extension, Colorado State, XCM-172*

37. WHITEHEAD, D. C., 2000, Nutrient elements in grasland. Soil – plant – animal relationship, *CAB International Wallingford UK*
38. Žemės ūkio informacijos ir kaimo verslo centras, [žiūrėta 2019 m. lapkričio 14 d.]. Prieiga per internetą: <https://www.vic.lt/>
39. Paprastųjų kviečių veislių, įrašytų į nacionalinį augalų veislių sąrašą, aprašai. [žiūrėta 2019 m. lapkričio 14 d.] Prieiga per internetą:
http://www.vatzum.lt/uploads/documents/kvieciu_aprasai.pdf
40. “BALTIC AGRO”, Žeminių kviečių veislės ‘Skagen‘ aprašymas, [žiūrėta 2019 m. lapkričio 14 d.] Prieiga per internetą:
<https://balticagro.lt/produktai-ir-paslaugos/seklos/zieminiai-kvieciai/skagen>