

**ALEKSANDRO STULGINSKIO UNIVERSITETAS**

**AGRONOMIJOS FAKULTETAS**

Žemės ūkio ir maisto mokslų institutas

**MILDA JANKAUSKIENĖ**

**BIOLOGINIŲ PREPARATŲ ĮTAKA ŽIEMINIŲ RAPSŲ  
PRODUKTYVUMUI**

Magistro baigiamasis darbas

Studijų sritis: Žemės ūkio mokslai

Studijų kryptis: Agronomija

Studijų programa: Agronomija

Akademija, 2013

Magistro baigiamojo darbo valstybinė kvalifikacinė komisija:

(Patvirtinta Rektoriaus įsakymu Nr. ....)

Agronomijos fakulteto studentų baigiamųjų darbų vertinimo komisijos įvertinimas:

.....

Pirmininkas:

Nariai:

Vadovas: Doc. dr. Vytautas Liakas, Žemės ūkio ir maisto mokslų institutas, Aleksandro  
Stulginskio universitetas

Recenzentas:

Oponentas: Prof. Dr. Natalija Burbulis, Agrobiotechnologijos laboratorija, Aleksandro  
Stulginskio universitetas

**Jankauskienė, M. Biologinių preparatų įtaka žieminių rapsų produktyvumui.** Agronomijos studijų programos magistro darbas / Vadovas doc. V. Liakas; Žemės ūkio ir maisto mokslų institutas. Aleksandro Stulginskio universitetas. – Akademija, 2013, 45 p.: 2 pav., 10 lentelių. Bibliogr.: 90 pavad.

## SANTRAUKA

Magistrantūros studijų baigiamojo darbo tyrimų tikslas buvo įvertinti skirtingų biologinių preparatų, kaip dirvos aktyvatorių, naudojamų rudenį ant priešsėlio (žieminių kviečių) ražienų, bei pavasarį, rapsams esant butonizacijos tarpsnyje, poveikį žieminių rapsų vystymuisi bei produktyvumui. Lauko eksperimentas buvo atliktas 2011 – 2012 m. ASU Bandymų stotyje. Dirvožemis *IDg8-k (LVg-p-w-cc)* – karbonatingas sekliai glėjiškas išplautžemis (*Calc(ar)-Epihypogleyic Luvisols*).

**Tyrimo objektas:** Žieminis rapsas (*Brassica napus ssp. Oleifera*), linijinė veislė ‘*Sunday*’.

**Darbo metodai:** Žieminių rapsų biometriniai matavimai, sėklų derlingumas bei derliaus struktūros elementai nustatyti tiesioginio matavimo, skaičiavimo ar svėrimo būdu pagal priimtas lauko eksperimento vykdymo metodikas. Tyrimų duomenys statistškai įvertinti vieno veiksnio arba dviejų veiksnių kiekybinių požymių dispersinės analizės metodais, taikant kompiuterinę programą ANOVA (Tarakanovas, Raudonius, 2003).

**Darbo rezultatai.** Esmingai didžiausias žieminių rapsų šaknies kaklelio skersmuo (12,75 mm) prieš augalų žiemojimą nustatytas variante, kur ant žieminių kviečių ražienų buvo išpurkštas biologinių preparatų Azofit (1,0 l ha<sup>-1</sup>) ir Amalgerol (3,0 l ha<sup>-1</sup>) derinys. Šiame variante peržiemojo 12,1% daugiau augalų nei kontroliniame. Esmingai didžiausias žieminių rapsų sėklų derlingumas (4,8 t ha<sup>-1</sup>) gautas variante, kuriame Azofit (1,0 l ha<sup>-1</sup>) ir Amalgerol (3,0 l ha<sup>-1</sup>) derinys išpurkštas rudenį ir pavasarį, tai 1,6 t ha<sup>-1</sup> daugiau nei kontroliniame variante, kuriame biologiniai preparatai nebuvo naudoti, ir 1,05 t ha<sup>-1</sup> daugiau nei variante, kur Azofit (1,0 l ha<sup>-1</sup>) ir Amalgerol (3,0 l ha<sup>-1</sup>) derinys buvo išpurkštas tik rudenį ant priešsėlio ražienų. Biologinio preparato Amalgerol naudojimo efektyvumas, didinant žieminių rapsų vieno augalo produktyvumą, buvo didesnis nei naudojant biologinį preparatą Azofit. Dėl biologinių preparatų poveikio žieminių rapsų derliaus struktūros elementai (ankštarų kiekis augale, sėklų kiekis ankštaroje bei augale, 1000 sėklų masė) turėjo tendenciją didėti.

**Raktažodžiai:** žieminiai rapsai, biologiniai preparatai, produktyvumas, sėklų derlingumas, derliaus struktūros elementai.

**Jankauskienė, M. Influence of biological preparations on winter rape productivity.**  
Master thesis of Agronomy study program / Supervisor doc. V. Liakas; ASU. Akademija,  
2013, 45 p.: 2 figures, 10 tables. References: 90 titles.

## SUMMARY

The main objective of Master thesis research was to evaluate various biological agents, as soil activators, which are used in the fall on the preceding crop (winter wheat) stubble and in spring on rape at bud formation stage, and the impact that these biological agents do to winter rapeseed crop development and productivity. Field experiment was conducted in 2011 – 2012 at ASU Experimental Station. The soil type – *Calc(ar)-Epihypogleyic Luvisols* (LVg - pw - cc).

**The object** – winter rape (*Brassica napus ssp. Oleifera*) linear sort 'Sunday'.

**Working methods:** biometric measurements of winter rape, seed yield and yield structure elements were determined while using direct measurements, calculations or weighing according field experimental techniques. Research data have been statistically evaluated with a single factor or two factor analysis of variance of quantitative methods of evidence, using a computer program ANOVA (Tarakanovas, Raudonius, 2003).

**Research results.** The biggest winter rape root collar diameter (12,75 mm) before winter was found in variant, where the winter wheat stubble was sprayed with the combination of biological preparations Azofit (1,0 l ha<sup>-1</sup>) and Amalgerol (3,0 l ha<sup>-1</sup>). In this variant 12,1 % more plants survived winter than in control field. The biggest winter rapeseed yield (4,8 t ha<sup>-1</sup>) was obtained in the variant where a combination of Azofit (1,0 l ha<sup>-1</sup>) and Amalgerol (3,0 l ha<sup>-1</sup>) was sprayed in the autumn and spring, it was 1,6 t ha<sup>-1</sup> higher than in the control, in which biological agents have not been used, and 1,05 t ha<sup>-1</sup> higher than in the variant where the combination of Azofit (1,0 l ha<sup>-1</sup>) and Amalgerol (3,0 l ha<sup>-1</sup>) was sprayed only in autumn on the preceding crop stubble. Efficiency of biological preparation Amalgerol was on increasing winter rape yield per plant was higher than with the biological preparation Azofit. Because of the effect of biological preparations on winter rapeseed yield structure elements (points in the plant pods, pods and seeds of plant, 1000 seed weight) tended to increase.

**Key words:** winter rape, biological agents, productivity, seed yield, yield structure elements.

# TURINYS

SANTRAUKA.....	3
SUMMARY .....	4
LENTELIŲ IR PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS .....	6
ĮVADAS.....	7
1. LITERATŪROS ANALIZĖ.....	9
1.1. Dirvožemio biologinis aktyvumas.....	9
1.1.1. Dirvožemio biota .....	9
1.1.2. Dirvožemio fermentai .....	10
1.1.3. Dirvožemio kvėpavimo intensyvumas .....	12
1.2. Dirvožemio biologinio aktyvumo įtaka augalams .....	13
1.3. Dirvožemį alinantys veiksniai ir jų atstatančios technologijos .....	15
1.4. Biologinių preparatų poveikis augalų produktyvumui .....	19
2. TYRIMŲ METODAI IR SĄLYGOS .....	22
2.1. Tyrimų vieta, laikas, detali schema .....	22
2.2. Dirvožemio charakteristika.....	23
2.3. Meteorologinės sąlygos eksperimento vykdymo metais .....	24
2.4. Stebėjimų ir matavimų metodai .....	26
2.5. Tyrimo duomenų statistinės analizės metodai .....	27
3. TYRIMŲ REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS .....	28
3.1. Biologinių preparatų įtaka žieminių rapsų vystymuisi rudenį ir žiemojimui .....	28
3.2. Biologinių preparatų įtaka žieminių rapsų derlingumui .....	31
ir derliaus struktūros elementams .....	31
IŠVADOS.....	38
LITERATŪROS SĄRAŠAS .....	39
PRIEDAI .....	<b>Klaida! Žymelė neapibrėžta.</b>

## LENTELIŲ IR PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

Lentelės:

- 2.2.1 Eksperimento lauko dirvožemio agrocheminė charakteristika, ASU Bandymų stotis, 2011 m. (24 psl.).
- 2.3.1 Vidutinė oro temperatūra ir kritulių suma bandymo vykdymo metu, Kauno hidrometeorologinės stoties duomenys, 2011 – 2012 m. (25 psl.).
- 3.1.1 Biologinių preparatų, naudotų rudenį ant priešsėlio ražienų, įtaka žieminių rapsų augalų išlikimui pavasario vegetacijos laikotarpiu, ASU Bandymų stotis, 2011–2012 m. (30 psl.).
- 3.2.1 Biologinių preparatų įtaka žieminių rapsų pasėlio tankumui derliaus nuėmimo metu (vnt. m<sup>2</sup>), ASU Bandymų stotis, 2012 m. (32 psl.).
- 3.2.2 Biologinių preparatų įtaka žieminių rapsų sėklų derlingumui (t ha<sup>-1</sup>), ASU Bandymų stotis, 2012 m. (33 psl.).
- 3.2.3 Biologinių preparatų įtaka žieminių rapsų vidutiniam augalo produktyvumui (g), ASU Bandymų stotis, 2012 m. (34 psl.).
- 3.2.4 Biologinių preparatų įtaka žieminių rapsų ankštaraū kiekiui augale (vnt.), ASU Bandymų stotis, 2012 m. (35psl.).
- 3.2.5 Biologinių preparatų įtaka žieminių rapsų sėklų kiekiui ankštaroje (vnt.), ASU Bandymų stotis, 2012 m. (35 psl.).
- 3.2.6 Biologinių preparatų įtaka žieminių rapsų sėklų kiekiui augale (vnt.), ASU Bandymų stotis, 2012 m. (36 psl.).
- 3.2.7 Biologinių preparatų įtaka žieminių rapsų 1000 sėklų masei (g), ASU Bandymų stotis, 2012 m. (37 psl.).

Paveikslai:

- 3.1.1 Biologinių preparatų, naudotų rudenį ant priešsėlio ražienų, įtaka žieminių rapsų šaknies kaklelio skersmeniui prieš žiemojimą, ASU Bandymų stotis, 2011 m. (29 psl.).
- 3.1.2 Biologinių preparatų, naudotų rudenį ant priešsėlio ražienų, įtaka žieminių rapsų peržiemojimo procentui, ASU Bandymų stotis, 2012 m. (30 psl.).

## ĮVADAS

Didėjanti augalininkystės produktų paklausa skatina plėsti pasėlių plotus ir intensyvinėti lauko augalų auginimo technologijas (Jakienė, 2011). Intensyvinant žemės ūkio gamybą, naudojama daug pesticidų, o tai didina aplinkos taršą (Liakas, 2012). Neracionaliai naudojant trąšas, esmingai pablogėja dirvos biologinis aktyvumas ir dėl to negalima suformuoti reikiamo augalų produktyvumo, o norint jį padidinti naudojama dar daugiau mineralinių trąšų tuo dar labiau bloginamos dirvos savybės (Шпаар, 2007).

Biologinę dirvožemio įvairovę, priešingai nei antžeminę, galima įtakoti tik netiesiogiai: žemės dirbimu bei kitomis augalų agrotechninėmis priemonėmis, t.y. sėjomaina, organiniu bei mineraliniu tręšimu ir t.t. (Balesdent et al., 2000). Atstačius biologinį dirvos aktyvumą mažesnės trąšų normos duoda didesnę efektą. Praktika rodo, kad pažeidus dirvos dirbimo technologiją tai labai gerai atsispindi augaluose (Velička, 2002).

Norint optimizuoti lauko augalų produktyvumą reikia sukurti optimalias augalų augimui sąlygas, kurios kiek galint paspartintų gyvybinius procesus, vykstančius augaluose, ir turėtų įtakos augalų produktyvumui (Narkevičius ir kt., 2004; Šlapakauskas, Duchovskis, 2008). Taigi lauko augalų produktyvumas tiesiogiai priklauso ir nuo to, kaip greitai augalai geba prisitaikyti prie nepalankių augimui sąlygų ir kaip greitai gali atsigauti šių sąlygų veikimui pasibaigus. Dažniausiai augalai atsigauja, bet jų gyvybinės funkcijos susilpnėja – sutrinka fotosintezė ir maisto medžiagų apykaita. Sutrikus medžiagų apykaitai nusilpsta augalo imuninė sistema, dažniau pasireiškia ligos, sulėtėja augimas, mažėja augalo produktyvumas. Toks neigiamų veiksnių poveikis tampa pagrindiniu ribojančiu veiksniu potencialiam derlingumui gauti (Darginavičienė, Novickienė, 2002).

Žemės ūkio augalų produktyvumą žemdirbiai dažniausiai stengiasi padidinti gausiau tręsdami azoto trąšomis ir sunaudodami nepagrįstai daug augalų apsaugos priemonių (Šiuliauskas ir kt., 2008). Pastaruoju metu vis dažniau kalbama apie pesticidų daromą žalą aplinkai. Intensyviai naudojant augalų apsaugos priemones pablogėja dirvožemio būklė, nes naikinant patogenus, sunaikinamos ir regeneratyvinės dirvos bakterijos. Ilgainiui dirvožemis pradeda degraduoti. Natūraliai kyla klausimas, kokiomis priemonėmis atgaivinti dirvožemį ir kaip išsaugoti augalų produktyvumą. Neatsitiktinai populiarėja biologiniai preparatai (Jakienė, Venskutonis, 2008).

Įdiegus biologinius preparatus augalininkystės technologijose būtų galima sumažinti neigiamų veiksnių poveikį augalams ir suformuoti jų atsparumą nepalankiems veiksniams aktyvuojant natūralius augalų morfofiziologinius procesus bei aprūpinant augalus pilnaverčiais mitybos elementais. (Шпаар, 1999).

Šalyje atsiradus nemažai naujos kartos funkcionaliai aktyvių biologinių preparatų, nekenksmingų žmonėms ir aplinkai padidėjo susidomėjimas biotechnologijos mokslo pasiekimais intensyvinant augalininkystę.

**Tyrimo objektas:** Žieminių rapsų (*Brassica napus ssp. oleifera*) linijinė veislė 'Sunday'.

**Tyrimų hipotezė:** Biologinių preparatų naudojimas padidina žieminių rapsų peržiemojimą bei augalų produktyvumą

**Tyrimų tikslas:** Įvertinti skirtingų biologinių preparatų, naudojamų rudenį bei pavasarį, poveikį žieminių rapsų vystymuisi bei produktyvumui.

**Tyrimų uždaviniai:**

1. Įvertinti biologinių preparatų, išpurkštų rudenį ant priešsėlio (žieminių kviečių) ražienų, įtaką žieminių rapsų vystymuisi rudens vegetacijos metu;
2. Įvertinti biologinių preparatų, išpurkštų rudenį ant priešsėlio (žieminių kviečių) ražienų, įtaką žieminių rapsų peržiemojimui ;
3. Įvertinti biologinių preparatų įtaką, naudojamų rudenį ant priešsėlio (žieminių kviečių) ražienų ir pavasarį, rapsams esant butonizacijos tarpsnyje, žieminių rapsų derlingumui ir derliaus struktūros elementams.



# 1. LITERATŪROS ANALIZĖ

## 1.1. Dirvožemio biologinis aktyvumas

Dirvožemio biologinis aktyvumas yra svarbus derlingumo veiksnys agronominiu ir ekologiniu požiūriu, jautrus antropogeninio poveikio indikatorius. Dirvožemio biologinį aktyvumą veikia ne tik tręšimas, bet ir auginami žemės ūkio augalai, kurių poveikį dirvožemiui lemia augalinių liekanų gausa bei jų cheminė sudėtis (Ros ir kt., 2003; Свирскене, 2003; Arlauskienė, 1998; Михайловская, 1988; Чундерова, 1973).

Dirvožemio biologinio aktyvumo tyrimams visame pasaulyje skiriamas didelis dėmesys. Tai susiję su sparčia antropogenine dirvožemio degradacija dėl per didelio trąšų ir pesticidų naudojimo, prie kurio prisideda atmosferos tarša, atliekų šalinimas, gruntinio vandens užteršimas ir fizinės modifikacijos dėl kultivavimo ir erozijos (Svirskienė, 1999).

Dirvožemio biologinį aktyvumą apibūdina mikroorganizmų fiziologinių grupių paplitimas ir jų santykis mikroorganizmų biocenozėje, fermentų (sacharazės, ureazės, dehidrogenazių ir kt.) aktyvumas, dirvožemio kvėpavimo intensyvumas, mikroorganizmų biomasė, amonifikacijos, nitrifikacijos, azoto fiksacijos procesų intensyvumas ir kt. Nuo biologinio aktyvumo - mikrobų grupinės ir rūšinės sudėties, mikroorganizmų, ypač bakterijų gausumo bei fermentų aktyvumo labai priklauso augalų liekanų irimas ir huminių medžiagų sintezė (Свирскене, 2003; Svirskienė, 1999; Arlauskienė, 1998; Берестецкий ir kt., 1984).

### 1.1.1. Dirvožemio biota

**Biotiniam** dirvožemio komponentams priklauso augalų šaknys, bakterijos, grybai, aktinomicetai, nematodai, pirmuonys, vabzdžiai ir sliekai (Piaulokaitė – Motuzienė, Končius, Lapinskas, 2005).

*Augalų šaknys* sudaro pagrindinį energijos šaltinį dirvožemio organizmams. *Bakterijos* yra labai svarbi organinės medžiagos skaldytojų grupė. Jų išskyros padeda suklijuoti dirvožemio daleles į agregatus. Kai kurios bakterijų rūšys dalyvauja azoto fiksacijoje. *Grybai*, kaip ir bakterijos, dalyvauja skaidyme, jų hifai padeda sujungti dirvožemio daleles į didesnius agregatus. Kai kurie grybai auga simbiozėje su augalais. *Aktinomicetai* – tai bakterijų tipas, turintis bendrų bruožų tiek su bakterijomis, tiek su grybais. Išskiria junginius, kurie suteikia dirvožemiui specifinį kvapą (Eitminavičiūtė, Augustaitis, Augustaitienė, Kliučius ir kt. 2005).

*Nematodai* – labiausiai dirvožemyje paplitę organizmai, padedantys pagreitinti skaidymo procesus. Nematodai kenkia augalams, minta bakterijomis, pūvančiomis organinėmis medžiagomis, apie 40 proc. minta augalų šaknimis. *Kolembolės* – priskiriamos prie pastovių dirvos faunos narių. Esant palankioms sąlygoms labai intensyviai dauginasi.

Minta augalinėmis liekanomis ir mikroorganizmais, gali maitintis ir nematodais. Kai kurios šeimos gali gyventi augaluose ir jų šaknyse. Jomis maitinasi erkės ir vabalai. *Erkės* – voragyviai, mintantys mažesniais mikronariuotakojais ar jų kiaušiniams. Dirvoje dažniausiai randamos voratinklinės erkės, kurios padeda skaidyti augalų dalis dirvožemyje. *Vorai* – nariuotakojai, minta vabzdžiais, žemės ūkio kenkėjais, reguliuoja jų populiacijų dydį. Jų yra apie 40 tūkst. rūšių visame pasaulyje. *Vabzdžiai* – skruzdėlės, kamanės ir jų lervos – minta dirvožemio augalinėmis liekanomis, jas smulkina, permaišo su dirvožemio mineraline dalimi. Vabzdžiai atlieka didelį mechaninį darbą (Piaulokaitė – Motuzienė, Končius, Lapinskas, 2005).

*Sliekai* dalyvauja dirvožemio maišyme, kartu suklijuoja dirvožemio daleles į didesnius agregatus ir sudaro mikroporas, dėl kurių pagerėja vandens infiltracija ir dirvožemio aeracija. Sliekai yra didžiausią įtaką dirvodarai turintys bestuburiai. Daugiausia jų humusinguose arba ariamuose horizontuose. Sliekai judėdami permaišo dirvožemį, palieka landas, pagerina poringumą, oro ir drėgmės apykaitą. Sliekai pagerina ne tik fizikines dirvožemio savybes, bet ir jo cheminę sudėtį (Eitminavičiūtė, Augustaitis, Augustaitienė, Kliučius ir kt., 2005).

Mikroorganizmų veikla yra svarbus dirvodaros ir dirvožemio derlingumo faktorius. Mikroorganizmai atsakingi už organinės medžiagos irimo procesus, kurių metu dirvožemis praturtėja augalams reikalingų mineralinių ir biologiškai aktyvių medžiagų (Piaulokaitė – Motuzienė, Končius, Lapinskas, 2005).

### **1.1.2. Dirvožemio fermentai**

Fermentais vadinami specifiniai baltymai - biologiniai katalizatoriai, susidarantys bet kurioje gyvojoje ląstelėje ir katalizuojantys įvairiausius cheminius procesus tiek ląstelėje, tiek išskirti iš jos. Visų sudėtingiausių organizmo procesų esmę sudaro katalitinis fermentų veikimas (Grinienė, 1998). Dirvožemio fermentai yra svarbių dirvožemyje vykstančių procesų tarpininkai ir katalizatoriai. Daugelio mokslininkų tyrimų duomenimis, dirvožemio fermentų aktyvumas yra svarbus rodiklis vertinant natūralius dirvožemyje vykstančius procesus (amonifikacijos, nitrifikacijos ir kt.) ir žmogaus veiklos įtaka dirvožemio kokybei (Dick, 1997; Bandick, Dick, 1999; Lacko – Bartašova, Zaujec, 1999).

Fermentai medžiagų apykaitoje turi esminę reikšmę. Be fermentų mikroorganizmai negalėtų paimti iš aplinkos netirpių maisto medžiagų. Jie būtini ir visiems ląstelės viduje vykstantiems medžiagų apytakos procesams. Fermentai ne vien mikroorganizmų, bet ir visų kitų organizmų būdingas komponentas. Jų veikimas labiausiai

pasireiškia mikrobų gyvenime, nes pastarieji yra aktyviausi medžiagų skaidytojai (Arlauskienė, 1998). Dirvožemio fermentų šaltinis yra augalai, mikroorganizmai, dirvožemio fauna (Kiss ir kt., 1975; Чундерова, 1980).

Dirvožemyje vykstantiems procesams labai svarbūs mikroorganizmų, mikrofaunos ir augalų šaknų išskiriami fermentai, kurie, daugelio autorių tyrimų duomenimis, apibūdinami kaip dirvožemio derlingumo indikatoriai, nes jie daug greičiau nei cheminės savybės reaguoja į vykstančius pokyčius dirvožemyje (Piaulokaitė – Motuzienė, Končius, Lapinskas, 2005).

Beveik visos dirvožemiuose vykstančios cheminės reakcijos, skaidant ir sintetinant organinę medžiagą vyksta dalyvaujant fermentams. Dalis fermentų, išsiskyrusių iš gyvų organizmų, suirusių augalų ir gyvūnų liekanų, yra sorbuojami dirvožemio mineralinės ir huminės dalies bei ilgą laiką išlieka aktyvūs (Marx ir kt., 2005; Kiss, 1975).

Dirvožemio biologinis aktyvumas dažnai nustatomas pagal fermentų (ureazės, sacharozės (invertazės), dehidrogenazės ir kt.) aktyvumą (Стахурлова ir kt., 1996). Potencialiam dirvožemio biologiniam aktyvumui nustatyti naudojami fermentų aktyvumo įvertinimo rodikliai. Fermentų aktyvumas pagrįstas perdirbto substrato kiekiu, kuris susidaro vykstant reakcijai ir esant optimalioms sąlygoms (optimali temperatūra, tirpalo pH, substrato kiekis ir dirvožemio svėrinys). Nustatant galutinių reakcijos produktų kiekį naudojami įvairūs cheminiai, fotometriniai, kolorimetriniai, poliarimetriniai ir kiti metodai (Arlauskienė, 1998; Eitmanavičiūtė 1997; Žiogas, Zakarauskaitė, 2008).

Svarbiausi dirvožemio fermentai yra dviejų klasių – hidrolazės (katalizuoja tarpmolekulinių ryšių hidrolizinį skaidymą) ir oksiredukcinės (kvėpavimo fermentai, katalizuojantys oksidacines – redukcines reakcijas) (Ladd, 2003).

**Ureazė** yra amidazių grupės fermentas. Ureazė katalizuoja baltymų skaidymosi metu susidariusių mikroorganizmų, išskiriamų augalinių liekanų ir mėšlo bei azoto trąšų sudėtyje esančių amidų (šlapalo) hidrolizę iki amoniako, anglies dioksido ir vandens ( $\text{NH}_2\text{CONH}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ). Ureazė yra vienas iš svarbiausių dirvožemio biologinio aktyvumo rodiklių. Ureazės aktyvumas yra glaudžiai susijęs su dirvožemyje vykstančiais humifikacijos procesais. Didžiausias ureazės aktyvumas – dulkiško priemolio dirvožemyje (Мороз, 1997).

Ureazė yra labiausiai ištirtas ir dažniausiai naudojamas fermentas, kaip patikimas dirvožemio biologinio aktyvumo ir jo derlingumo rodiklis, nes tiesiogiai siejasi su humuso,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{P}_2\text{O}$  kiekiu,  $\text{CO}_2$  išsiskyrimu ir augalų derliumi. Be to sacharazės kiekis mažėja gilesniuose sluoksniuose lygiagrečiai su šaknimis. Šis fermentas yra labai jautrus dirvožemio

derlingumo sąlygų pasikeitimui (Геллер ir kt., 1971; Звягинцев, 1991; Хазиєв, 1996; Чундерова, 1970; Чундерова, 1973).

Ureazės aktyvumas charakterizuoja azoto apykaitą dirvožemyje (Ladd, 2003; Хазиєв, 1990). Didelę dalį ureazės dirvožemyje išskiria urobakterijos, kurių gausumas ir aktyvumas lemia šio fermento aktyvumą, tačiau ją išskiria ir aukštesnieji augalai bei gyvūnai (Kandeler ir kt., 1993). Ureazės kiekis maksimalus mūsų klimato sąlygomis paprastai sutampa su didžiausio dirvožemio biologinio aktyvumo laikotarpiu (Motuzas ir kt. 2009).

**Sacharozė** (invertazė) hidrolizuoja sacharozę, rafinozę, gencianozę ir atskiria fruktozę. Sacharozė aptinkama augaluose ir mikroorganizmuose. (Хазиєв, 1990; Алиев, 1987). Sacharazės aktyvumas didele dalimi priklauso nuo auginamų augalų, šaknų išskyrų ir augalinių liekanų kiekio ir kokybės (Чундерова, 1970). Sacharazės didžiausias aktyvumas yra ariamajame (0-20 cm) dirvožemio sluoksnyje (Геллер ir kt., 1971) ir – smėlingo priemolio rudžemyje (*Cambisols*) (Grigaliūnienė, 2005). Sacharazė charakterizuoja organinių C junginių kitimo procesus dirvožemyje (Алиев, 1987; Чундерова, 1973; Геллер ir kt., 1971). Padidėjęs sacharazės aktyvumas rodo hidrolizinių angliavandenių skaidymo pagreitėjimą ir organinės medžiagos mineralizacijos procesų suintensyvėjimą dirvožemyje (Мороз, 1997).

**Dehidrogenazės** – oksidaciniai – redukciniai fermentai, katalizuojantys organinių junginių dehidrataciją ir pernešantys vandenilį (Хазиєв, 1990; Алиев, 1987). Dehidrinimo reakcijas bakterijų ląstelių membranoje ir citoplazmoje stimuliuoja dehidrogenazės – šių fermentų suminis aktyvumas yra bendrojo dehidrogenazinio aktyvumo dirvožemyje rodiklis (Хазиєв, 1990). Dehidrogenazių aktyvumas kinta, didėjant dirvožemyje esančio judriojo kalio kiekiui (Мороз, 1997). Dehidrogenazių aktyvumas ir dirvožemio kvėpavimo intensyvumas didesnis smėlingo priemolio rudžemyje (*Cambisols*) (Grigaliūnienė, 2005).

### 1.1.3. Dirvožemio kvėpavimo intensyvumas

Dirvožemio kvėpavimas – organinės medžiagos skaidymo rezultatas ir atspindi du procesus: organinės anglies netekimą ir maisto medžiagų recirkuliaciją dirvožemyje (Parkin ir kt., 1996).

Mikroorganizmai, makroorganizmai bei augalų šaknys dirvožemyje naudoja deguonį ir kvėpuodami išskiria anglies dioksidą. Dujų apytaka vyksta aerobinio ir anaerobinio metabolizmo metu. Todėl biologinės veiklos indikatorius yra dirvožemio “kvėpavimas“, kurio metu difuzijos būdu vyksta dujų apykaita su atmosfera (Machulla, 2003; Parkin ir kt., 1996; Макаров, 1988).

Didžiausias anglies dioksido kiekis išsiskiria, kai augalai intensyviai auga ir turi didžiausią šaknų masę. Tai rodo, kad organinių medžiagų mineralizacija dirvoje vyksta daug intensyviau, augalams sparčiai augant. Augalai fitomasės išauginimui reikalingo anglies dioksido net 40 – 70 % paima iš dirvožemio (Rowell, 1994). Didelė dalis (85%) anglies dioksido dirvožemyje yra išskirta mikroorganizmų, todėl siūloma jį laikyti dirvožemio mikrobiologinio aktyvumo indikatoriumi (Hayмов, 2004; Маратыева, 1998).

Dirvožemio kvėpavimo greitis priklauso nuo temperatūros, organinių medžiagų kiekio dirvožemyje, vandens, mikro – ir makro – elementų kiekio (Janušienė, 1996). Jei deguonies sunaudojama daugiau negu patenka difuzijos būdu, kvėpavimo greitis sumažėja, dirvožemyje gali susidaryti anaerobinės sąlygos. Dujų judėjimas į dirvožemį ir iš jo vyksta keliais būdais. Oro srautai juda, kai dujos traukiasi ar plečiasi dėl temperatūros ar slėgio pokyčių. Lietaus vanduo, besisunkdamas gilyn į dirvožemį, gali dujas stumti gilyn ir nešti jas ištirpusias. Tačiau šie procesai nėra labai svarbūs palyginti su difuzija, t.y. dujų judėjimu pagal dirvožemyje susidarančius koncentracijų gradientus. Difuzija vyksta daugiausia oru užpildytose ertmėse - vandenyje ji apie 10000 kartų lėtesnė. Todėl vanduo sudaro efektyvų barjerą dujų judėjimui, ir drėgnesniame dirvožemyje dujos juda lėčiau (Rowell, 1994).

Daugiausia įtakos kvėpavimo intensyvumui turi auginami augalai ir meteorologinės sąlygos bei maisto medžiagų santykis, dirvožemio pH (Маратыева, 1998; Иванкова, 1986).

## **1.2. Dirvožemio biologinio aktyvumo įtaka augalams**

Dirvožemyje nuolatos vyksta daugybė biologinių procesų, turinčių esminės reikšmės kitų kontinentinės biosferos ekosistemų palaikymui. Biologinę agroekosistemų įvairovę tam tikra dalimi lemia dirvožemis, o gyvųjų dirvožemio organizmų atliekamos funkcijos daro didelį tiesioginį ir netiesioginį poveikį pasėlių augimui ir kokybei, dirvožemyje bei augalinėse liekanose plintantiems kenkėjams, ligų išplitimui, maistingųjų medžiagų apykaitos kokybei dirvožemyje, dirvožemio vandens imlumui ir ekologiškai jo produktyvumo darnai. Jie taip pat sąlygoja agroekosistemų stabilumą bei atsparumą abiotiniams aplinkos veiksniams ir stresui (Brussaard et al., 2007; Young, Crawford, 2004).

Dirvožemio mikroorganizmų veikla yra multifunkcinė ir tai yra svarbus dirvodaros ir dirvožemio derlingumo faktorius. Dirvožemio biologinis aktyvumas priklauso nuo dirvožemyje esančių mikroorganizmų populiacijos bei jos aktyvumo. Taip pat mikroorganizmai atsakingi už organinės medžiagos irimo procesus, kurių metu dirvožemis praturtėja augalams reikalingų mineralinių ir biologiškai aktyvių medžiagų (Piaulokaitė – Motuzienė, Končius, Lapinskas, 2005).

Mikroorganizmų dėka palaikomas pastovus, būdingas tam tikrai dirvožemio grupei humuso, judriojo azoto ir judriojo fosforo kiekis, mineralų sintezės ir skaidymo greitis. Vykstant humifikavimo procesams, palaipsniui sudaroma dirvožemio derlingumą nulemiančių maisto medžiagų atsarga. Humuso mineralizacijos procese iš organinių liekanų išlaisvinami cheminiai elementai ir užtikrinama jų apykaita. Tokiu būdu augalai gali įsisavinti dirvožemyje sukauptas maisto medžiagas (Eitminavičiūtė, Augustaitis, Augustaitienė, Kliučius ir kt., 2005).

Mikroorganizmų gausumas dirvožemyje priklauso nuo sliekų. Neturtingame maisto medžiagomis dirvožemyje sliekai gali sumažinti mikroorganizmų gausumą, nes azoto trūkumą jie kompensuoja virškindami dirvožemio mikrofloros ir mikrofaunos ląsteles. Kai dirvožemyje yra pakankamai organinės medžiagos, jie skatina bakterijų mineralizatorių ir humifikatorių aktyvumą taip įtakodami ne tik dirvožemio, bet ir augalų produktyvumo didėjimą (Raškauskienė, 2003).

Sliekų vaidmuo dirvožemyje yra labai svarbus ir įvairiapusiškas. Sliekai perdirbdami augalų liekanas ir pagreitindami humifikaciją, didina dirvožemio derlingumą, gerina augalų augimo sąlygas (Atlavinytė, 1990; Tisdall, McKenzie, 1999; Kladviko, 2001).

Sutrikdžius biologinę pusiausvyrą, vyksta negatyvūs ekologiškai subalansuotų dirvožemio biotos ir jos daromų biocheminių procesų pokyčiai, sąlygojantys dirvožemio organinės dalies mineralizacijos intensyvumą ir humuso skaidymą. Nustatytas glaudus dirvožemio fermentų sacharazės, ureazės ir dehidrogenazių aktyvumo ryšys su žemės ūkio augalų produktyvumu (Grigaliūnienė, 2005).

Atlikti tyrimai parodė tarpusavio ryšį tarp dirvožemio fermentų aktyvumo ir žemės ūkio derliaus. Spartėjant mikrobiologiniams procesams, vyksta intensyvi organinių medžiagų mineralizacija ir humifikacija, atsipalaiduoja daugiau augalams prienamų maisto elementų. Dėl šios priežasties dirvožemio biologinis aktyvumas siejamas su sėjomainos augalų derliumi, humuso gausėjimo ir dirvožemio fizikinių savybių gerėjimu (Šimanskaitė, 1995).

Daugelio autorių duomenimis, racionalus dirvožemio tręšimas organinėmis ar mineralinėmis trąšomis ne tik didina augalų derlių, bet ir gerina mikrobiologines dirvožemio savybes bei didina fermentų aktyvumą (Marschner ir kt., 2003; Лаломова ir kt., 2001; Михайловская, 1988; Šiuliauskienė, 1981). Tyrimais nustatyta, kad sacharazės aktyvumas suintensyvėjo pakalkintoje dirvoje, kurioje buvo auginti kviečiai ir kukurūzai, tręšti vien mėšlu arba mėšlu ir mineralinėmis trąšomis. Šio fermento aktyvumą mažino augalų tręšimas vien tik mineralinėmis trąšomis (Schinner ir kt., 1996). Nustatytas glaudus ryšys tarp

fermento sacharazės aktyvumo ir augalų šaknų liekanų bei humuso kiekio dirvoje (Чундерова, 1973).

### **1.3. Dirvožemį alinantys veiksniai ir jį atstatančios technologijos**

Nuo pat gyvybės atsiradimo pradžios augalai augo be jokio žmogaus įsiterpimo ir taip nusistovėjo natūrali ekologinė pusiausvyra. Laikui bėgant žmogus vis daugiau kišosi į gamtą, siekdamas savanaudiškų tikslų, o šiandien priėjome prie tokios situacijos, kuomet žemės ūkyje susiduriama su vis daugiau nepalankių veiksnių: atsiranda atsparios cheminėms priemonėms žaladarių rasės, agresyvios augalų ligų atmainos bei sunkiai sunaikinamos piktžolės. Nepaisant to, kad intensyviose auginimo technologijose naudojamos naujausios augalų veislės, augalų apsaugos produktai, tobuliausios trąšos, tačiau gaunami mažesni ir prastesnės kokybės derliai. Taip yra todėl, jog neatsakingai naudojant augalų apsaugos produktus, mineralines, o ypač azoto trąšas, dirvožemis tampa „negyvas“, taip vadinami „gerieji“ mikroorganizmai žūsta, pakeisdami pusiausvyrą patogenų ar kitų žaladarių naudai. Augalai, augdami tokiomis sąlygomis, nebegali suformuoti natūralaus imuniteto ligoms, kenkėjams bei įvairiems kitiems gamtos keliamiems nepalankiems faktoriams (Liakas, 2012).

Dirvožemių degradacijos problema tapo aktuali Pasaulyje ir Europoje. Dėl dirvožemio degradacijos ir derlumo mažėjimo mažėja humuso kiekis, augalai blogiau įsisavina mitybos elementus (N, P, K, mikroelementus). Taip pat dirvos pradeda rūgštėti, dirva sutankinama, didėja kietumas, blogėja struktūra, atsiranda vandens perteklius, prasideda dirvožemio vėjo ir vandens erozija. Daugeliu atveju dirvos blogėjimą iššaukia netinkamai pasirinktos auginimo technologijos. Didžiausia problema – sėjomainos nesilaikymą ir grubuoniškas požiūris į žemę (Piaulokaitė - Motuzienė, Končius, 2006).

Naujausiais mokslininkų duomenimis, pastaraisiais metais pastebimi ryškūs Lietuvos dirvožemių degradacijos požymiai: dirvos sparčiai rūgštėja, ariamajame sluoksnyje mažėja augalams reikalingų maisto medžiagų, humuso, intensyvėja dirvožemio erozijos procesai (Svirskienė, Mašauskas, 2003; Piaulokaitė-Motuzienė, Končius, 2006). Dirvožemis – gyvas, todėl jį, kaip ir kiekvieną gyvą organizmą, reikia maitinti. Maisto medžiagomis dirvožemis praturtinamas įvairiais būdais: vieni – tręšia, kiti jo gyvybingumą skatina agrotechninėmis ar biologinėmis priemonėmis. Jau prieš kelerius metus mokslininkai pastebėjo dirvožemio struktūros ir biologinės būklės prastėjimo požymius (Liakas 2012).

Pasak mokslininkų, intensyvus žemės dirbimas, gausus pesticidų naudojimas išbalansavo natūralius biologinius procesus dirvožemyje. Mat, kas naikina kenkėjus, ligų sukėlėjus, naikina ir gerąsias bakterijas, kurios padeda išlaikyti dirvožemį produktyvų (Liakas 2012). Maksimalų augalų produktyvumą galima suformuoti tik aprūpinus mitybos elementais

dirvos mikroorganizmus. Naudojant mineralines trąšas ir pesticidus neatsižvelgiant į dirvos bei aplinkos veiksnių visumą, dažnai bloginama dirvos struktūra (Free, Williams, 2009).

Dabar jau žinoma, kad derlingumas sumažėja ne dėl maisto medžiagų trūkumo, o dėl to, kad jos augalams neprieinamos. Svarbiausias vaidmuo tenka organikai – puvenoms, humusui. Tai jis duoda galimybę panaudoti vien natūralius veiksnius. Organinės trąšos, kaip žinoma, fiksuoja azotą, turi visų reikalingų ir augalams prieinamų formų maisto elementų, suteikia dirvožemiui gyvybingumo. Todėl organine medžiaga turtinga dirva labai derlinga, optimalaus rūgštingumo, maisto medžiagos joje subalansuotos. Mineralinės medžiagos dažniausiai suardo ir viena ir kita, dėl to susidaro drėgmės netolygumas. Galima teigti, kad suartoje dirvoje augalai nuolatos patiria stresą (Agrios, 1997).

Maisto medžiagos dirvoje, susidariusios dėl dirvos mikroorganizmų veiklos, būna iš karto tinkamos augalų mitybai. Jos turi aminorūgščių ir proteinų, prie kurių augalai yra prisitaikę. Mokslininkai teigia, kad kai kuriose dirvose gali nebūti sąlygų mikroorganizmams ir jie nebus efektyvūs. Norint padidinti jų efektyvumą reikėtų į dirvą bent kartą įterpti organines liekanas (Piaulokaitė-Motuzienė, Končius, 2006). Būtina laikytis augalų kaitos, atsisakyti besaikio pesticidų naudojimo, įvertinti klimatines ir agroekologines sąlygas (Žekonienė, 2002).

Taikant sėjomainą nereikėtų pamiršti ir tarpinių augalų, esant galimybei, tręšti mėšlu ir bent kas trečius metus įterpti ant dirvos likusius šiaudus. Šiaudai didina dirvos mikrobiologinį aktyvumą, ypač azoto fiksaciją, veikia kitas dirvos savybes. Šiauduose yra didelis C:N santykis, tad juos ardantys mikroorganizmai imobilizuoja mineralinį azotą iš dirvos ir mažiau jo pirmais metais tenka augalams. Mineralinio azoto imobilizacija į organinę formą, kaip ir mineralizacija, dirvožemyje vyksta pastoviai. Per vegetacijos laikotarpį mobilizuojama 20 – 30% įterptų azoto trąšų. O jas terpiant su šiaudais, imobilizacija labai padidėja, tačiau dalis azoto vėl remineralizuojama jau tų pačių metų rudenį (Piaulokaitė - Motuzienė, Končius, 2006).

Užarus šiaudus azoto junginiai imobilizuojami dirvoje, o prieinamas jo formas naudoja mikroorganizmai, dėl to pablogėja sekančiais metais augančių augalų azoto mityba. Šiaudų efektyvumas priklauso ir nuo jų susmulkinimo ir paskleidimo tolygumo. Tik kokybiškai susmulkinti ir dirvos paviršiuje paskleisti šiaudai duos maksimalų efektą, tuomet vienodai vyks mineralizacijos procesai ir nebus problemų juos įterpiant. Rekomenduojama šiaudus apipurkšti biologiniais preparatais. Apdorojus biologiniais preparatais, paspartėja jų mineralizacija, greičiau atpalaiduojamos maisto medžiagos, esančios šiauduose, gerėja dirvos aeracija, sėjant pagerėja dirvos ir sėklų kontaktas, dėl to pagerėja sėklų lauko daigumas ir tolygumas (Шпаар, 2007).



Pastaruoju metu dėmesys atkreipiamas į dirvožemio kietumą ir sutankinimą. Priklausomai nuo dirvožemio sutankinimo, smulkiosios dalelės deformuojasi arba išnyksta. Rezultate sutankintose dirvose susiformuoja vienalytis sluoksnis, apsunkinantis oro patekimą į šaknų zoną. Dėl to augalų šaknys lėčiau auga, jos netolygiai pasiskirsto dirvoje. Ypač jautrios dirvožemio sukietėjimui dirvožemio makroporos, sukurtos šaknų ir dirvos „inžinierių“ slikių. Sunaikinus makroporas, pablogėja dirvos aeracija ir drėgmės režimas, o tai tiesiogiai veikia organizmus, gyvenančius dirvoje. Dirvos sutankinimas tiesiogiai veikia mikroorganizmų populiaciją, esančią dirvos paviršiuje. Suslėgus dirvožemį susidaro nepalankios sąlygos mikrobiologiniams procesams, dirvožemis kietėja, nekvėpuoja, susilaiko drėgmė, augalų šaknys atsiduria nepalankiose sąlygose ir pradeda pūti. Naikinant kenkėjus ir ligų sukėlėjus, dirvožemyje žūva ir naudingosios bakterijos, palaikančios gerą dirvos struktūrą, skatinančios mineralizaciją, augalinių liekanų irimą (Liakas, 2012).

Dirvožemio fizikinių savybių visuma, ypač tankis, yra svarbiausias oro kiekio reguliatorius, nuo kurio tiesiogiai priklauso amonifikacijos procesų aktyvumas dirvožemyje. Bandymų duomenimis, didžiausias biologinis aktyvumas nustatytas  $1,30 - 1,35 \text{ g cm}^{-3}$  tankio dirvožemyje. Suspaustame  $1,30 \text{ g cm}^{-3}$  tankio dirvožemyje pirminei organinių liekanų mineralizacijai susidaro palankesnės sąlygos, nes gausiai paplinta amonifikuojančios ir mineraliniu azotu mintančios bakterijos bei mikromicetai, didesnis būna ir proteazės aktyvumas. Veiksniai, lemiantys augalų produktyvumą, tarpusavyje tarpiai susiję. Naudojant nesubalansuotą NPK santykį, susilpnėja mikroorganizmų veikla bei pakinta dirvos fermentų aktyvumas (Svirskienė, Mašauskas, 2003).

Mokslininkai atkreipia dėmesį į tai, kad labai svarbi yra dirvožemio granulimetrinė (molingumas, smėlingumas ir pan.) sudėtis. Ji nemaža dalimi lemia dirvodaros kryptį, organinių ir mineralinių junginių kaupimąsi ir pasiskirstymą, drėgmės ir oro režimą dirvožemyje. Rekomenduojama dirvožemyje taikyti tokią dirvožemio kokybės gerinimo priemonių sistemą: sugrąžinti daugiau augalinių liekanų; auginti tarpinius pasėlius; taikyti tinkamą augalų kaitą; naudoti kitus organinės medžiagos šaltinius; sumažinti žemės dirbimo intensyvumą ir dirvožemio eroziją (Bogužas, Marcinkevičienė, Pupalienė, 2010).

Intensyvi žemdirbystė, augalų rotacijos nesilaikymas, pelno siekimas ir didėjantys varpinių augalų plotai nualino Lietuvos dirvožemius, jie rūgštėja, mažėja humuso kiekis dirvoje. Taigi sėjomaina, nieko nekainuojanti priemonė dirvožemio derlingumui gerinti ir augalų produktyvumui didinti. Reikia tik tinkamai parinkti augalus, atsižvelgiant į tai, kurie augalai derlingumą didina, kurie mažina. Dirvos derlingumą didina dauguma augalų, ypač daugiametės žolės, o mažina tik varpiniai javai ir linai. Ypač reikšmingą vietą sėjomainos schemose turėtų sudaryti daugiametės žolės, kurios didina humuso kiekį dirvoje.

Svarbiausia dabarties ūkininkavimo problema - dirvožemio alinimas, jo būklės blogėjimas. Teisingas sėjomainos taikymas padeda išspęsti šią problemą. Pagrindinis ekologiškai subalansuotos pasėlių valdymo sistemos principas – tai daugiakriterinių tikslų siekimas: augalų derlius yra tik vienas iš daugybės veiksnių, į kuriuos turi būti atsižvelgta vertinant pasėlių valdymo sistemos veikimą. Taigi dirvožemis traktuojamas ne tik kaip terpė, kurioje auga augalai, bet ir kaip daugybės gyvųjų organizmų buveinė. Būtina įvertinti poveikį, kurį žemės dirbimas daro dirvožemio organizmams ir jų atliekamoms funkcijoms (Balesdent, Chenu, 2000).

Naujos žemės ūkio koncepcijos esmė – gauti aukštos kokybės ekologišką produkciją ir išsaugoti dirvos derlumą. Išsivysčiusių šalių mokslininkų nuomone, šį tikslą galima pasiekti įdiegiant biotechnologijos pasiekimus. Dabartiniu metu populiariu intensyviose augalininkystės technologijose naudoti mikroorganizmus, reguliuojančius mitybos elementų patekimą iš dirvos į augalus ir didinančius augalų produktyvumą. Pirmiausiai azotą ir fosforą, be kurių augalai negali suformuoti reikiamo produktyvumo. Kaip teigia mokslininkai, pakankamas augalų aprūpinimas azotu ir fosforu ypač reikalingas šiuolaikinėms intensyvioms veislėms, kurioms selekciniais metodais padidintas šių elementų sunaudojimo poreikis. Iki šiol augalai šiais elementais buvo aprūpinami pagrinde naudojant mineralines trąšas. Dabartiniai mikrobiologijos mokslo pasiekimai leidžia dirbtinai laboratorijose užaugintas bakterijas panaudoti augalų aprūpinimui svarbiausiais mitybos elementais. Tyrimais nustatyta, kad naudojant mikroorganizmus, augalus azotu ir fosforu galima aprūpinti iš natūralių šaltinių esančių dirvoje, tuo labiau, kad patys augalai be mikroorganizmų pagalbos šiuos elementus iš dirvos sunkiai įsaviną (Cavigelli, Deming et al, 1998).

Mokslininkai nustatė, kad apie 60 – 90 proc. azoto esančio augaluose – biologinis, į augalus patekęs dėka mikroorganizmų. Dirvoje esantys azotą fiksuojantys mikroorganizmai fiksuoja ir transformuoja azotą į augalams prieinamą formą (Ahmad, Jan ir kt., 2007). Mokslininkai teigia, kad kai kuriose dirvose gali nebūti sąlygų mikroorganizmams ir jie nebus efektyvūs. Norint padidinti jų efektyvumą reikėtų į dirvą bent kartą įterpti organines liekanas (Piaulokaitė - Motuzienė, Končius, 2006). Būtina laikytis augalų kaitos, atsisakyti besaikio pesticidų naudojimo, įvertinti klimatinės ir agroekologinės sąlygas (Žekonienė, 2002).

Mokslininkai teigia, kad „didžiausias amonifikuojančių ir mineralinį azotą asimiliuojančių bakterijų skaičius nustatytas mažo rūgštumo ar artimame neutraliam dirvožemyje, patreštame  $N_{45}P_{39}K_{57}$ . Didelė mineralinių trąšų norma slopino šių bakterijų

veiklą. Mikromicetai gausiausiai išplitę labai rūgščiame gausiai tręštame dirvožemyje“ (Piaulokaitė - Motuzienė, Končius, 2006).

Manoma, kad humusiniuose, maisto medžiagų turtinguose dirvožemiuose azotobakterės gali fiksuoti apie 10 – 20 kg ha<sup>-1</sup> atmosferos azoto. Azotobakterės, be azoto fiksacijos, turi ir kitą vertingą savybę – į aplinką išskiria biologiškai aktyvias medžiagas, stimuliuojančias augalų augimą. Be to, azotobakterės pasižymi dideliu antagonizmu augalų ligų sukėlėjams (dažniausiai mikromicetams). Azotobakterės aktyvios neutraliuose arba neutraloko rūgštumo dirvožemiuose, joms azoto fiksacijai reikia gana daug tirpių angliavandenių. Dėl to dirvoje net palankiomis sąlygomis azotobakterės fiksuoja azoto vidutiniškai 5 – 9 kartus mažiau nei laboratorijoje maistinėje terpėje. Vidutinio klimato sąlygomis azotobakterės per metus hektare gali sujungti apie keletą arba keliolika kilogramų azoto. Azotobakterių naudojimas žemės ūkyje nėra labai paplitęs reiškinys, tačiau agronominiu požiūriu kai kuriais atvejais šių mikroorganizmų naudojimas yra labai naudingas. Rusijoje apibendrintais tyrimų duomenimis azotobakterių preparatai kviečių azoto fiksaciją padidino nuo 12 iki 150 kg N ha<sup>-1</sup>, miglinių žolių – 30 – 84 kg N ha<sup>-1</sup> (Илорт, 2005).

#### **1.4. Biologinių preparatų poveikis augalų produktyvumui**

Pagrindinis šiuolaikinės žemdirbystės uždavinys – sudaryti optimalias sąlygas auginamiems augalams, naudojant mikroorganizmus ir kitus biologinius preparatus. Naujos kartos biologiniai preparatai leidžia sumažinti pražūtingą naudojamų cheminių preparatų poveikį aplinkai ir optimizuoti augalininkystės verslo išlaidas. Naudojant augalininkystės technologijose biologinius preparatus esminiai pagerinama augalininkystės produkcijos kokybė ir sumažinama aplinkos tarša. (Liakas, 2012).

Biologiniai preparatai ne tik gerina dirvos struktūrą, bet ir yra naudingi patiems augalams, nes sustiprina jų imuninę sistemą, padidina jų atsparumą ligoms ir kenkėjams, ypač naudojant juos kartu su aminorūgščių kompleksu. Naudojant šiuos preparatus vasarinių rapsų laukuose, nustatytas ne tik geresnis rapsų aliejingumas, bet ir 0,3-0,5 t ha<sup>-1</sup> didesnis derlingumas. Be to, pastebėta, kad naudojant biologinius preparatus (didesnis veiksmingumas pastebėtas purškiant du kartus) augalams prižiūrėti reikia mažiau insekticidų (Jakienė, 2011).

ASU Bandymų stotyje 2004 – 2006 metais atliktų tyrimų duomenimis, biologinės trąšos turi įtakos derliaus kokybei. Burokėlius patręšus „Biokal 1“, iš esmės padidėjo sausųjų medžiagų kiekis šakniavaisiuose, palyginti su netręštais. Patręšus burokėlius su biojodžiu, iš esmės sumažėjo nitratų kiekis šakniavaisiuose, palyginti su netręštais burokėliais (Pekarskas, 2008).

ASU Bandymų stotyje 2009 - 2010 metais buvo atliekami biologinių preparatų poveikio tyrimai cukrinių runkelių pasėliuose. Remiantis gautais bandymų rezultatais, buvo padarytos išvados, dėl biologinio preparato Terra Sorb Foliar įtakos. Šakniavaisiuose intensyviau buvo kaupiamos cukrinės medžiagos. Runkelius šio preparato tirpalu apipurškus vieną kartą, šakniavaisių cukringumas patikimai padidėjo 1,03 %, apipurškus du kartus – 1,14 %, palyginti su biologiniais preparatais neapipurkštų runkelių šakniavaisių cukringumu. Daugiausiai baltojo cukraus gauta cukrinius runkelius apipurškus biologinio preparato Azofit tirpalu: atitinkamai 1,61 t ha<sup>-1</sup> ir 1,90 t ha<sup>-1</sup>, arba 19,7 % ir 23,2 % patikimai daugiau, palyginti su kiekiu baltojo cukraus, gauto cukrinių runkelių neapipurškus biologinių preparatų tirpalais (Jakienė, 2011).

Augalų augimą ir derlingumą lemia mikroflora, ypač esanti augalų šaknų rizosferoje. Iš to seka, kad visos technologijos turi inicijuoti mikrofloros dauginimąsi, atsižvelgiant į augalų genetiką (Lapinskas, 1998). Aktyvuojant esančius dirvoje mikroorganizmus, galima valdyti dirvos derlingumą ir didinti trąšų bei pesticidų naudojimo efektyvumą nedidinant jų normų (Sooksa - nguan, Thies ir kt., 2009).

ASU Bandymų stotyje 2004 – 2006 metais atliktų tyrimų duomenimis, biologinės trąšos užtikrina ženklų derliaus priedą, ypač burokėlių. Burokėlius patręšus biojodžiu ir „Biokal 1“, esmingai (0,93 – 2,84 t ha<sup>-1</sup>) padidėjo burokėlių prekinis derlius, palyginti su netręštais burokėliais (Pekarskas, 2008). Gamintojų tvirtinimu, ši trąša ne tik padeda augalams pasisavinti maisto medžiagas, skatina augimą, bet ir stiprina juos, saugo nuo grybinių ligų.

Biologiniai preparatai negali pakeisti augalininkystės technologijų, jie padeda optimizuoti sėjomainą, geriau išnaudoti organines liekanas ir biologizuoja augalų apsaugą. Jie padeda sukurti savitą žemdirbystės kultūrą ir užtikrina ilgalaikį bei pastovų lauko augalų derlingumą, išlaikant švarią aplinką, nedarant žalos žmonėms. Biologinės trąšos natūraliai apsaugo ir stiprina augalus, gerina dirvožemį, o tai lemia derliaus priedą. Per sezoną pakanka dviejų ar trijų tręsimų šaknų zonoje, kad dirvožemyje vyratų augalams palankūs mikroorganizmai (Pekarskas, 2011).

Laboratoriniais tyrimais nustatyta, kad kai kurie biologiniai preparatai stimuliuoja natūralią dirvos mikroflorą ir augalų augimą. ASU Bandymų stotyje pradėti pirmieji žieminių kviečių ir miežių sėklų apvelimo biologiniais preparatais tyrimai, kuriais nustatyta, kad biologiniai preparatai yra efektyvi priemonė priešsėjiniam ekologiškų sėklų paruošimui sėjai (Pekarskas, Sliesaravičius, 2007).

Dabartiniai mikrobiologijos mokslo pasiekimai leidžia dirbtinai laboratorijose užaugintas bakterijas panaudoti augalų aprūpinimui svarbiausiais mitybos elementais.

Tyrimais nustatyta, kad naudojant mikroorganizmus, augalus azotu ir fosforu galima aprūpinti iš natūralių šaltinių esančių dirvoje, tuo labiau, kad patys augalai be mikroorganizmų pagalbos šiuos elementus iš dirvos sunkiai įsavina (Cavigelli, Deming et al, 1998).

Mikrobiologai skelbia, kad augalus nuo ligų dalinai galima apsaugoti sėklas apveliant išpurškiant ant dirvos ar augalų biologinius preparatus, turinčius mikrobu antagonistų ar patogenus slopinančių bakterijų. Pakliuvę į dirvą, jie įsikuria ant šaknų arba šaknų rizosferoje ir sudaro simbiotinius ryšius su augalais. Būtent mikroorganizmai „ruošia maistą“ augalams, ardo augalines liekanas, tirpdo netirpius dirvos mineralus ir fiksuoja azotą iš oro. Sukurtas ryšys – dirva – mikroorganizmai – augalas, kuria dirvos derlumą ir augalų produktyvumą (Lapinskas, 1998; Holtze, Sorensen et al., 2008).

Kompleksiškai naudojant biologinius preparatus ir aktyvavus dirvoje mikroorganizmus, galima išnaudoti jų antifitopatogeninį potencialą ir sumažinti neigiamą pesticidų poveikį aplinkai, bei ženkliai padidinti derlingumą (Rauckis, 2012).

Taip pat yra žinoma, kad augalų derliaus formavimosi pagrindas yra fotosintezė. Fotosintezės metu susintetintos pirminės organinės medžiagos užtikrina medžiagų apykaitos procesą. (Ничипорович, 1982; Ничипорович, 1988). Grynąją fotosintezės produktyvumą galima padidinti visomis agrotechninėmis priemonėmis, užtikrinančiomis ilgesnę fotosintezę, išliekant maksimaliam lapų asimiliaciniam plotui (Ясониди, Иванова ir kt., 2007). Tai ankstyva sėja, optimalaus pasėlio tankumo formavimas, savalaikė augalų apsauga, tikslinis tręšimas biriomis ir skystosiomis lapų trąšomis (Jakienė, Mickevičius, 2010). Tačiau net ir tinkamai parinkus pagrindinius lauko auginimo agrotechnikos elementus, augalus neišvengiamai veikia ir negatyvūs augimo veiksniai, sukeliantys augalų stresus. Sutrikus medžiagų apykaitai, nusilpsta augalo imuninė sistema, dažnai pasireiškia ligos, sulėtėja augimas, mažėja augalo produktyvumas. Toks neigiamų veiksnių poveikis tampa pagrindiniu ribojančiu veiksniu potencialiam derlingumui gauti (Darginavičienė, Novickienė, 2002).

Įdiegus biologinius preparatus augalininkystės technologijose, būtų galima išlyginti neigiamų veiksnių poveikį augalams ir suformuoti augalų atsparumą nepalankiems veiksniams, aktyvuojant natūralius augalų morfofiziologinius procesus bei aprūpinant augalus pilnaverčiais mitybos elementais. Biologinių preparatų naudojimas neišvengiamas brangstant trąšoms, o taip pat dėl neracionalaus trąšų naudojimo dirvoje atsiradus negatyviems reiškiniams. Neracionaliai naudojant trąšas, daug kur esmingai pablogėja dirvos biologinis aktyvumas ir dėl to negalima suformuoti reikiamo augalų produktyvumo, o, norint jį padidinti, naudojama dar daugiau mineralinių trąšų ir dar labiau bloginamos dirvos savybės (Шпаар, 2007).

## 2. TYRIMŲ METODAI IR SĄLYGOS

### 2.1. Tyrimų vieta, laikas, detali schema

2011 – 2012 metais Aleksandro Stulginskio universiteto Bandymų stotyje buvo atliekamas lauko eksperimentas, siekiant nustatyti biologinių preparatų poveikį žieminių rapsų pasėlyje. Eksperimento metu buvo tiriami biologiniai preparatai Azofit ir Amalgerol. Preparatai buvo naudojami tiek atskirai, tiek ir kartu.

Azofit – tai naujas mikrobiologinis preparatas, skirtas sėklų beicavimui, purškimui ant ražienos bei purškimui per lapus. Preparatas Azofit susideda iš kamieninių azotą fiksuojančių bakterijų *Acetobacter vinelandii* ir biologiškai aktyvių medžiagų. Šios azotą fiksuojančios bakterijos azotą paima iš oro. Dalį surinkto azoto sunaudoja pačios bakterijos, o kita dalis, lengvai prieinamo augalams pavidalo, patenka į dirvą. Šis preparatas kompensuoja mineralinio azoto trūkumą dirvoje bei padaro jį prieinamą augalams, tačiau neturi jokios įtakos nitratinio azoto kaupimuisi. Dirvožemiuose, kuriuose azoto kiekis yra subalansuotas, preparatas Azofit sumažina vitaminų, antibiotinių medžiagų bei augimą stimuliuojančių medžiagų praradimą. Preparato sudėtyje esančios biologiškai aktyvios medžiagos (auksinas ir giberelinas) stimuliuoja rizogenezę, skatina augalų augimą bei didina augalo produktyvumą. Antibiotinės medžiagos didina augalų atsparumą neigiamiems aplinkos veiksniams. Azofit sudėtyje esančios huminės rūgštys gerina fungicidines savybes bei skatina kokybiškiau tręsti dirvą. Rekomenduojama augalų apipurškimo norma  $0,5 - 1 \text{ l ha}^{-1}$  („Bio-energy“, 2010).

Amalgerol – natūralus biologinis ekstraktas, pagamintas iš daugiau kaip 40 augalų ir jūros dumblių ekstraktų. Preparatas naudojamas augalų ir dirvos savybių atstatymui bei fitosanitarinės būklės pagerinimui. Jis inicijuoja mikroorganizmų, skaidančių organinius azoto junginius ir junginius iš sunkiau skaidomos celiuliozės, dauginimąsi. Rekomenduojama augalų apipurškimo norma –  $2,5 - 3,0 \text{ l ha}^{-1}$  ([www.kustodija.lt](http://www.kustodija.lt)).

Tyrimai buvo atliekami pagal 2 veiksmų eksperimento schemą:

A veiksnys: Biologinių preparatų (kaip dirvos aktyvatorių) naudojimas rudenį:

1. Kontrolinis variantas;
2. Azofit –  $1,0 \text{ l ha}^{-1}$  (išpurkšta ant žieminių kviečių ražienų);
3. Amalgerol –  $3,0 \text{ l ha}^{-1}$  (išpurkšta ant žieminių kviečių ražienų);
4. Azofit –  $1,0 \text{ l ha}^{-1}$  + Amalgerol –  $3,0 \text{ l ha}^{-1}$  (išpurkšta ant žieminių kviečių ražienų);

B veiksnys: Biologinių preparatų naudojimas pavasarį:

1. Kontrolinis variantas;

2. Azofit – 1,0 l ha<sup>-1</sup> (išpurkšta rapsų butonizacijos tarpsnyje);
3. Amalgerol – 3,0 l ha<sup>-1</sup> (išpurkšta rapsų butonizacijos tarpsnyje);
4. Azofit – 1,0 l ha<sup>-1</sup> + Amalgerol – 3,0 l ha<sup>-1</sup> (išpurkšta rapsų butonizacijos tarpsnyje).

Žieminiai rapsai butonizacijos tarpsnį pasiekė balandžio trečiąją dekadą.

Laukelių dydis: pradinis – 20 m<sup>2</sup>, apskaitinis – 6 m<sup>2</sup>. Variantai pakartojimų blokuose išdėstyti randomizuotai. Kartojimai – 4. Priešsėlis – žieminiai kviečiai.

Žieminių rapsų veislė – linijinė, „Sunday“.

Vidutiniškai anksti subręstanti, atspari išgulimui ir sėklų išbyrėjimui iš ankštų. Sukurta Švedijos selekcijos ir sėklininkystės firmoje “SW Seed”. Registruota Danijoje. Lietuvoje veislė įrašyta į “Nacionalinį augalų veislių 2006 m. sąrašą”. Standartinė veislė Lietuvoje. Augalai aukšti – 131 cm. Didžiausias derlingumas gautas Kauno AVTS 2006 m. – 6,16 t ha<sup>-1</sup>. Žydi anksti. Sėklos stambios, riebalų – 43,6 %, baltymų – 23,3 %, eruko rūgšties – 0,7 %, gliukozinolatų – 5,1 μmol g<sup>-1</sup>. Augalai mažai pažeidžiami ligų. Šios veislės augalai gerai žiemoja, žiemkentiškumas įvertintas 8 balais.

Iki eksperimento pradžios buvo atliekami tokie darbai: biologiniai preparatai (Azofit 1,0 l ha<sup>-1</sup>; Amalgerol 3,0 l ha<sup>-1</sup>; Azofit 1,0 l ha<sup>-1</sup> + Amalgerol 3,0 l ha<sup>-1</sup>) išpurkšti ant priešsėlio (žieminių kviečių) ražienų. Tuomet atliktas pagrindinis žemės dirbimas ir kultivavimas.

Žieminiai rapsai bandyme pasėti rugpjūčio I dekadą. Sėjos norma 4 kg ha<sup>-1</sup>. Sėjos tarpueilių plotis – 12,5 cm. Įterpimo gylis – 2 - 3 cm. Tręšta N<sub>170</sub>P<sub>80</sub>K<sub>120</sub>S<sub>60</sub>. Prieš žieminių rapsų sėją išbertos mineralinės trąšos NPK 8 – 20 – 30 – 300 kg ha<sup>-1</sup>. Iš karto po sėjos nupurkšta herbicidu Sultan 500 SC – 2,0 l ha<sup>-1</sup>. 5 – 6 lapelių tarpsniu žieminiai rapsai apipurkšti fungicidu Orius 250 EW – 0,6 l ha<sup>-1</sup>.

Pavasariį, prieš atsinaujinant vegetacijai, ant sušalusios dirvos išberta 100 kg ha<sup>-1</sup> amonio salietros, o vegetacijai atsinaujinus – 300 kg ha<sup>-1</sup> amonio salietros ir 200 kg ha<sup>-1</sup> amonio sulfato. Į gaudyklę įkritus pirmiesiems stiebiniams paslėptastraubliams, žieminiai rapsai apipurkšti insekticidu Karate zeon 5 CS – 0,15 kg ha<sup>-1</sup>. Stiebo augimo tarpsniu išberta 200 kg ha<sup>-1</sup> amonio salietros. Butonams įgavus gelsvą spalvą, purkšta insekticidu Bulldock 25 EC – 0,2 l ha<sup>-1</sup>. Žydėjimo pabaigoje žieminiai rapsai apipurkšti fungicidu Amistar 250 SC – 1,0 l ha<sup>-1</sup>. Derlius nuimtas liepos 30 d.

## 2.2. Dirvožemio charakteristika

Aleksandro Stulginskio universiteto (ASU) bandymų stotis yra Kauno miesto pietvakarinėje pusėje, kairiajame Nemuno krante, Noreikiškių seniūnijos teritorijoje. Tai

Lietuvos vidurio žemuma. Reljefas – mažai banguota lyguma. Dirvožemiai susiformavę dugninės morenos (duginių ledynų darinių), padengtų limnoglacialinėmis nuosėdomis, srityje. 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 (Buivydaite, Vaičys, 2001; Eidukevičienė ir kt., 2001).

ASU Bandymų stoties dirvožemis *IDg8-k (LVg-p-w-cc)* – karbonatingas sekliai glėjiškas išplautžemis (*Calc(ar)i-Epihypogleyic Luvisols*). Eksperimento lauko dirvožemio agrocheminė charakteristika pateikta 2.2.1. lentelėje rodo, kad tyrimų metais lauko bandymai buvo įrengiami aukšto derlumo dirvožemiuose, kurie visiškai atitiko žieminių kviečių auginimo biologinius reikalavimus.

2.2.1 lentelė. Eksperimento lauko dirvožemio agrocheminė charakteristika

ASU Bandymų stotis, 2011 m.

Dirvožemių horizonto gylis, cm	Granulimetrinė sudėtis	pH <sub>KCl</sub>	Humuso kiekis, proc.	mg kg <sup>-1</sup> dirvožemio	
				P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
0 - 25	Vidutinis priemolis	6,97	2,80	242	139

Dirvos agrocheminės savybės nustatytos prieš bandymų įrengimą. Tyrimams atlikti kiekviename pakartojime Nekrasovo gražtu paimti jungtiniai dirvos ėminiai iš 0 – 25 cm dirvos sluoksnio. Analizės atliktos infraraudonųjų spindulių spektrometru PSCO/ISI IBM – PC 4250 pagal duomenų bankų kalibruotes. Ėminiai išanalizuoti referentiniais – cheminiais metodais (dirvožemio pH – potenciometrinio metodu, judrusis fosforas P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ir judrusis kalis K<sub>2</sub>O (mg kg<sup>-1</sup> dirvožemio) – Egnerio-Rimo-Domingo (A–L) metodu, organinė anglis – Tiurino metodu). Analizės atliktos Lietuvos Agrarinių ir Miškų Mokslų Centro Agrocheminių tyrimų laboratorijoje.

### 2.3. Meteorologinės sąlygos eksperimento vykdymo metais

Pagal kritulių kiekį Lietuvos teritorija yra perteklinio drėkinimo zonoje. Vidutiniškai per metus iškrenta 600 - 650 mm kritulių, o išgaruoja apie 500 mm. Šiltasis periodas trunka 230 - 260 dienų. Optimalus žieminiams rapsams metinis kritulių kiekis yra 600 - 700 mm. Žieminių rapsų aktyvios vegetacijos trukmė – 130 - 180 dienų, o bendra augimo trukmė – 270 - 320 dienų. Rapsai gerai auga, kai vėsi vasara ir nešalta žiema. Žieminių rapsų sėklos pradeda dygti, kai temperatūra 2 - 3°C, o palankiausia – 15 - 18°C.



Būtent tokia temperatūra ir būna rugpjūčio pirmoje pusėje. Klimatinės sąlygos Lietuvoje 75 - 100 proc. atitinka žieminių rapsų biologines savybes, tačiau kiekvienų metų orų sąlygos būna labai skirtingos.

2011 metų rugpjūčio mėnesio meteorologinės sąlygos žieminių rapsų sėjai ir sėklos dygimui buvo geros. Vidutinė oro temperatūra buvo 17,5°C ir suminis kritulių kiekis siekė 145,8 mm ir tai buvo 67,8 mm daugiau už daugiamečių kritulių kiekį. Rugsėjo mėnesio vidutinė temperatūra buvo 13,6°C, ir šiek tiek aukštesnė už daugiamečių vidurkį – 11,9°C, o kritulių kiekis buvo akivaizdžiai didesnis už daugiamečių vidurkį. Spalio mėnesį vidutinė oro temperatūra buvo tik 7,4°C, kai ir vidutinė daugiamečių temperatūra – 7,1°C, o kritulių kiekis šį mėnesį buvo perpus mažesnis už daugiamečių vidurkį. Šilumos ir drėgmės lapų ir šoninių ūglių rudeniniam augimui užteko. Lapkričio mėnuo lyginant su daugiamečiais vidurkiais buvo ganėtinai šiltas ir su mažu kritulių kiekiu. Vidutinė oro temperatūra 3,5°C ir tai per pus aukštesnė už vidutinę daugiamečių temperatūrą. Kritulių kiekis buvo akivaizdžiai mažesnis už daugiamečių vidurkį. Augalai turėjo geras sąlygas pasiruošimui žiemai. Gruodžio vidutinė temperatūra buvo 1,9°C ir kritulių suma siekė 37 mm (2.3.1 lentelė).

2.3.1 lentelė. Vidutinė oro temperatūra ir kritulių suma bandymo vykdymo metu

Kauno hidrometeorologinės stoties duomenys, 2011 – 2012 m.

Mėnuo	Vidutinė oro temperatūra, °C			Kritulių suma, mm		
	2011	2012	Daugiamečiai vidurkiai	2011	2012	Daugiamečiai vidurkiai
Sausis	-2,9	-2,9	-5,2	40,6	54,9	39,0
Vasaris	-7,4	-9,1	-4,3	38,4	33,8	31,0
Kovas	0,1	1,9	-0,4	13,7	16,2	35,0
Balandis	9,0	7,4	5,8	25,2	72,3	42,0
Gegužis	12,7	13,8	12,4	46,9	50,3	55,0
Birželis	18,1	15,3	15,8	54,1	93,4	69,0
Liepa	19,6	19,4	16,9	145,8	112,8	80,0
Rugpjūtis	17,5	17,1	16,4	152,4	69,2	78,0
Rugsėjis	13,6	13,3	11,9	73,9	67,2	56,0
Spalis	7,4	7,4	7,1	21,6	75,0	45,0
Lapkritis	3,5	4,8	1,8	15,5	68,7	53,0
Gruodis	1,9	-4,3	-2,3	37,0	43,3	47,0

2012 metų sausio mėnesį vyravo šalti orai su gausiu kritulių kiekiu. Vidutinė oro temperatūra buvo  $-2,9^{\circ}\text{C}$ , nors daugiametis vidurkis  $-5,2^{\circ}\text{C}$ . Per mėnesį iškrito net 54,9 mm kritulių ir tai yra net 1,4 karto daugiau už daugiametį kritulių vidurkį. Sausio pradžioje vidutinis sniego dangos storis siekė 35 – 45 cm. Vėliau sniego dangos storis kito labai nežymiai. Įšalimo gylis siekė 3 – 6 cm arba jo nebuvo visai.

Vasario mėnesį orai buvo permainingi ir šalti. Vidutinė oro temperatūra buvo net  $-9,1^{\circ}\text{C}$ , o tai yra per pus žemesnė temperatūra lyginant su daugiametiu vidurkiu, kuris siekia  $-4,3^{\circ}\text{C}$ . Vasario mėnesio pabaigoje prasidėjo lengvi atodėriai. Daugiausia kritulių iškrito pirmąjį dešimtadienį, nors kritulių suma atitiko daugiametį vidurkį.

Kovo pradžia buvo gana vėsi. Šiltasis laikotarpis prasidėjo viena savaitė anksčiau vidutinių daugiametį terminų. Kovo mėnesį vyravo sausi orai ir sniego danga plonėjo palaipsniui. Per mėnesį saulė spindėjo 160 – 200 val. (45 – 75 val. ilgiau nei vidutinė daugiametė spindėjimo trukmė). Pavasarį nustatytas geras augalų peržiemojimas, ir pavasario – vasaros vegetacijos metu orai buvo palankūs žieminių rapsų augimui ir derliaus formavimui.

Balandžio mėnesį kritulių iškrito net 72,3 mm ir tai yra net 30,3 mm daugiau už daugiametį vidurkį. Daugiausia kritulių iškrito pirmąją dekadą, o trečiąją dekadą vyravo sausi orai. Vidutinė oro temperatūra siekė  $7,4^{\circ}\text{C}$  ir tai yra aukštesnė temperatūra už daugiametį vidurkį. Gegužės mėnesį vyravo vidutiniškai šilti orai. Vidutinė oro temperatūra skyrėsi  $1,4^{\circ}\text{C}$  nuo vidutinės daugiametės. Mėnesio kritulių kiekis siekė 50,3 mm ir mažai skyrėsi nuo daugiametio vidurkio – 55 mm. Šilumos ir drėgmės augalams užteko ir sąlygos naujų lapų formavimui, stiebų augimui ir žieminių rapsų butonizacijai buvo optimalios.

Birželio mėnesį vidutinė oro temperatūra skyrėsi tik  $0,5^{\circ}\text{C}$  nuo vidutinės daugiametės temperatūros. Orai buvo vidutiniškai šilti ir lietingi. Per mėnesį iškrito net 93,4 mm kritulių. Tai 24,4 mm daugiau už daugiametį vidurkį. Dirva buvo pakankamai drėgna ir augalams maisto medžiagas paimti iš dirvos buvo nesunku. Žieminių rapsų žydėjimui meteorologinės sąlygos buvo palankios. Liepos mėnuo buvo šilčiausias ir lietingiausias iš visų vasaros mėnesių. Vidutinė oro temperatūra buvo  $19,4^{\circ}\text{C}$ , kritulių suma siekė net 112,8 mm. Dėl gausių kritulių dirvos buvo šlapios. Vidutinis mėnesio vidurkis buvo 32,8 mm didesnis už daugiametį kritulių vidurkį. Žieminių rapsų derlius buvo nuimtas liepos 30 dieną.

#### 2.4. Stebėjimų ir matavimų metodai

**Pasėlio tankumas** nustatytas skaičiavimo būdu kiekviename laukelyje keturiose vietose po  $0,25\text{ m}^2$ .

**Šaknies kaklelio skersmuo** nustatytas matavimo būdu.

**Rapsų sėklų derlius** nustatytas svėrimo būdu iš kiekvieno bandymų laukelio.

**Vidutinis augalo produktyvumas** nustatytas vieno pėdelio sėklų masę padalinus iš augalų kiekio pėdelyje.

**Augalo ankštarių kiekis** nustatytas suskaičiuojant ankštaras bandymų pėdelyje ir padalijant iš augalų kiekio pėdelyje.

**Augalo sėklų kiekis** apskaičiuotas pagal formulę:  $S = \frac{1000 \times P}{m}$ , čia S – augalo sėklų kiekis; P – augalo produktyvumas g; m – 1000 sėklų masė g.

**Sėklų kiekis ankštaroje** apskaičiuojamas pagal formulę:  $a = \frac{S}{A}$ , čia a – sėklų kiekis ankštaroje; S – augalo sėklų kiekis; A – augalo ankštarių kiekis.

**1000 sėklų masė.** Iš vidutinio sėklų ėminio buvo paimti du ėminiai po 500 sėklų ir atskirai pasverti. Perskaičiavus masę 1000 sėklų, skirtumas tarp dviejų ėminių masės neturi viršyti 3 proc. Esant didesniai skirtumui, buvo paimtas ir pasvertas trečiasis ėminys. Vidurkis apskaičiuotas iš dviejų ėminių, tarp kurių esti mažiausias skirtumas.

Leidžiamas skirtumo dydis (x) apskaičiuojamas pagal formulę:  $x = (a \times 3) \times 100^{-1}$ , kur a - dviejų ėminių sėklų vidutinė masė, g.

## 2.5. Tyrimo duomenų statistinės analizės metodai

Biologinių preparatų, išpurkštų rudenį ant priešsėlio ražienų, poveikio žieminių rapsų vystymuisi rudens periodu ir peržiemojimui duomenys statistiškai įvertinti vieno veiksnio kiekybinių požymių dispersinės analizės metodu, o žieminių rapsų derlingumo ir derliaus struktūros duomenys įvertinti dviejų veiksnių kiekybinių požymių dispersinės analizės metodu, taikant kompiuterinę programą ANOVA. Duomenų statistinis patikimumas įvertintas mažiausia esminio skirtumo absoliutine riba  $R_{05}$  (duomenų patikimumas: \* - 95 proc. tikimybės lygis).

### 3. TYRIMŲ REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

#### 3.1. Biologinių preparatų įtaka žieminių rapsų vystymuisi rudenį ir žiemėjimui

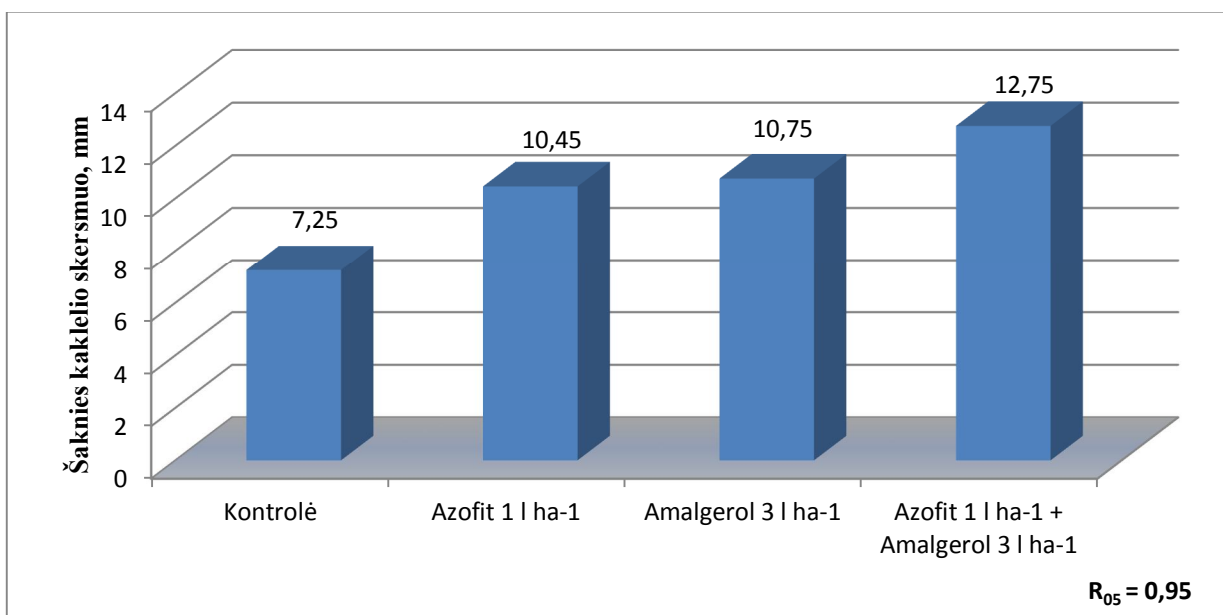
Žieminių rapsų augalų išsivystymas tiesiogiai priklauso nuo sėjos laiko, sėklų normos bei klimatinių sąlygų rudens periodu. Augalų išsivystymui lemiamą reikšmę turi pasėlių tankumas. Mokslinėje literatūroje teigiama, kad rudens periodo pabaigoje viename kvadratiname metre turėtų būti 60 - 80, o pavasario pradžioje – 45 - 65 rapsų augalai (Malinauskas, 2005). Jei rapsų pasėlis per tankus, tada augalai būna silpnesni, labiau ištįsę ir suformuoja labiau virš žemės iškilusį viršūninį pumpurą (Bernotas, 1997; Malinauskas, 2005).

Žieminių rapsų geram peržiemojimui būtinas tam tikro lygio išsivystymas. Iki rudens vegetacijos pabaigos žieminiai rapsai turi turėti ne mažiau kaip 5 - 7 lapus, o šaknies kaklelio skersmuo turėtų būti 8 - 10 mm. Visi generatyviniai rapsų organai, nulemiantys augalo produktyvumą, susiformuoja gana anksti ir susiformavus 6 – 8 lapams prasideda diferenciacijos procesas. Kuo ilgiau augalai gali formuoti šoninius ūglius ir žiedyną, tuo didesnė maksimalaus derlingumo tikimybė. Įvairiuose literatūros šaltiniuose nurodoma, jog apie 70 proc. derliaus potencialo formuojasi iki žiemos ramybės periodo. Iki ramybės periodo turi susiformuoti stiprūs augalai su gerai išsivysčiusiomis šaknimis. Literatūros šaltiniuose teigiama, kad nuo šaknų išsivystymo tiesiogiai priklauso augalų regeneracija pavasarį, ypač vyraujant nepalankioms sąlygoms (Velička ir kt., 2003).

Žieminiai rapsai visuomet daugiau ar mažiau nukenčia žiemą. Jei augalai turi stiprias šaknis, jos gali kompensuoti pažeidimus naujais ūgliais iš šaknies kaklelio. Tačiau tai įmanoma, jei augalai prieš žiemą suformuoja 8 – 12 lapų, o šaknies kaklelio skersmuo siekia 8 - 10 mm. Esant tokiam augalo išsivystymui, rudenį nepradeda formotis stiebas. Todėl vienas iš svarbiausių žieminių rapsų augalų išsivystymo rodiklių yra šaknies kaklelio skersmuo. Rapsų tyrėjai teigia, kad žieminiai rapsai gerai peržiemoja, jei rudens periodo pabaigoje šaknies kaklelio skersmuo būna ne mažesnis nei 10mm (Velička, 2002; Malinauskas, 2005; Velička ir kt., 2010).

Analizuojant tyrimų duomenis (3.1.1 paveikslas), galima teigti, kad variantuose, purkštuose biologiniais preparatais, žieminiai rapsai suformavo 10,45 – 12,75 mm skersmens šaknies kaklelius. Kontroliniame variante žieminių rapsų šaknies kaklelio skersmuo buvo mažiausias ir siekė 7,25 mm. Tarp augalų, lyginant su kontrole, nustatyti esminiai skirtumai. Esmingai didžiausias šaknies kaklelio skersmuo išsivystė 4 variante, kur ant priešsėlio ražienų buvo išpurkšti Azofit ir Amalgerol preparatai. Nustatyta, kad derinyje naudojant Azofit ir

Amalgerol preparatus žieminių rapsų šaknies kaklelio skersmuo buvo didesnis nei preparatus naudojant atskirai.



3.1.1 pav. Biologinių preparatų, naudotų rudenį ant priešsėlio ražienų, įtaka žieminių rapsų šaknies kaklelio skersmeniui prieš žiemojimą

ASU Bandymų stotis, 2011 m.

Įvairiuose šaltiniuose teigiama, kad vienu metu šie biologiniai preparatai veikia dirvožemį, augalų šaknis ir antžeminę dalį. Panaudojus Amalgerol, dirvos paviršiuje padidėja kvėpavimo intensyvumas iki 96 proc. Natūralus produktas skatina naudingų mikroorganizmų dauginimąsi ir sudaromos puikios sąlygos organinių liekanų skaidymui. Dirvos mikroorganizmų aktyvumas padidėja 200 proc. Augalai sustiprėja, geriau įsavinami mitybos elementai, greičiau suyra šiaudai, sumažėja *Fusarium* genties grybų (Schimmer, 1987). Azofit kompensuoja mineralinio azoto trūkumą dirvoje, padaro ją prieinamą augalams (Jakienė, 2011).

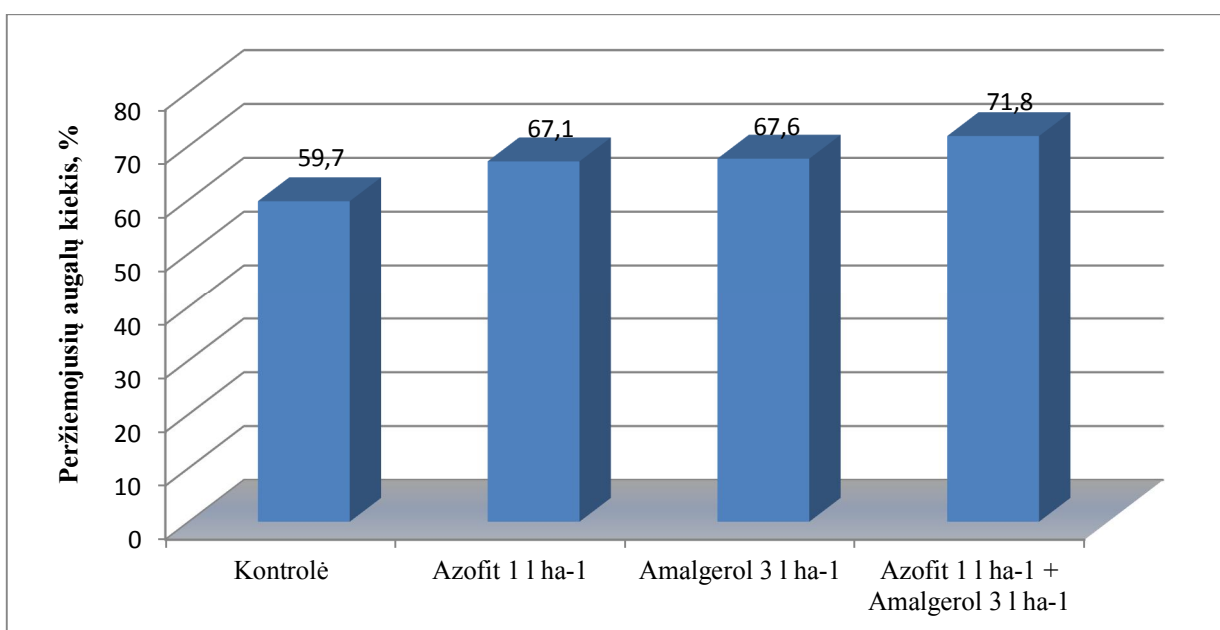
Tyrimų rezultatai parodė, kad ražienų apipurškimas biologiniais preparatais turėjo įtakos žieminių rapsų žiemojimui. Įvertinus pasėlį pavasarį stiebo augimo tarpsnyje, didžiausias pasėlio tankumas ( $51 \text{ vnt m}^{-2}$ ) nustatytas 4 variante, kur ant priešsėlio ražienų buvo išpurkšti Azofit ir Amalgerol preparatai. Lyginant su kontrole 4 variante nustatytas 8 augalais esmingai tankesnis pasėlis. 2 variante, kur ant priešsėlio ražienų buvo išpurkštas Azofit preparatas pasėlio tankumas buvo  $47 \text{ vnt m}^{-2}$ , o 3 variante, kur ant priešsėlio ražienų buvo išpurkštas Amalgerol preparatas pasėlio tankumas buvo  $46 \text{ vnt m}^{-2}$  (3.1.1 lentelė). Remiantis tyrimo rezultatais galime daryti prielaidą, kad biologiniai preparatai inicijavo dirvos mikroorganizmų aktyvumą, dirvoje susidarė palankesnės augalų kvėpavimui sąlygos ir augalai geriau žiemojo.

3.1.1 lentelė. Biologinių preparatų, naudotų rudenį ant priešsėlio ražienų, įtaka žieminių rapsų augalų išlikimui pavasario vegetacijos laikotarpiu

ASU Bandymų stotis, 2011–2012 m.

Biologinių preparatų naudojimas rudenį ant priešsėlio ražienų	Augalų kiekis prieš žiemojimą vnt. m <sup>-2</sup>	Augalų kiekis pavasarį stiebo augimo tarpsnyje vnt. m <sup>-2</sup>
1. Kontrolė	72	43
2. Azofit 1 l ha <sup>-1</sup>	70	47
3. Amalgerol 3 l ha <sup>-1</sup>	68	46
4. Azofit 1 l ha <sup>-1</sup> + Amalgerol 3 l ha <sup>-1</sup>	71	51
<b>R<sub>05</sub></b>	<b>6,9</b>	<b>4,8</b>

Vertinant procentinį žieminių rapsų peržiemojimą, nustatyta, kad nenaudojant biologinių preparatų peržiemojo 59,7 % žieminių rapsų augalų (3.1.2 pav.). Priešsėlio, t.y. žieminių kviečių, ražienas apipurškus biologiniu preparatu Azofit peržiemojo 67,1 % augalų ir galima teigti, kad purškimas esmingai veikė augalų žiemojimą. Preparatas Amalgerol taip pat esmingai gerino žieminių rapsų žiemojimą, peržiemojo 67,6 % augalų, o tai 7,9 % daugiau, lyginant su augalų peržiemojimu kontrolėje. Tarp rapsų, purkštų vien Azofit (1,0 l ha<sup>-1</sup>) arba Amalgerol (3,0 l ha<sup>-1</sup>) tirpalais, esminių skirtumų nenustatyta. Didžiausias efektas gautas ražienas apipurškus Azofit ir Amalgerol deriniu (3.1.2 pav.).



3.1.2 pav. Biologinių preparatų, naudotų rudenį ant priešsėlio ražienų, įtaka žieminių rapsų peržiemojimo procentui

ASU Bandymų stotis, 2012 m.

Lietuvos ir užsienio mokslininkai pastebėjo, kad dirvoje likusius šiaudus apipurkšti biologinių preparatų Amalgerol ir Azofit mišiniu, paspartėja šiaudų mineralizacija, greičiau atpalaiduojamos maisto medžiagos, esančios šiauduose, gerėja dirvos aeracija, sėjant pagerėja dirvos ir sėklų kontaktas. Dėl šių veiksnių visumos susiformuoja stiprūs augalai su stipriomis šaknimis, kuriose kaupiasi atsarginės maisto medžiagos, kurias augalas naudoja pavasarį vegetacijai atsinaujinus. Taip pat maisto medžiagos turi didelę įtaką augalų žiemojimui ir regeneracijai (Sooksa - nguan, Thies ir kt., 2009; Rauckis, 2012; Holtze, Sorensen et al., 2008; Jakienė, 2011).

### **3.2. Biologinių preparatų įtaka žeminių rapsų derlingumui ir derliaus struktūros elementams**

Analizuojant tyrimų duomenis (3.2.1 lentelė), galima teigti, kad biologiniai preparatai turėjo įtakos pasėlio tankumui iki derliaus nuėmimo. Kontroliniame variante iki derliaus nuėmimo išliko tik 31 augalas kvadratiname metre. Pavasarį augalus butonizacijos tarpsnyje apipurškus preparatu Azofit ( $1,0 \text{ l ha}^{-1}$ ), iki derliaus nuėmimo išliko 30 augalų kvadratiname metre. Galima daryti prielaidą, kad po žiemos nusilpę ar silpniau išsivystę augalai žuvo vegetacijos eigoje. Daugiau augalų iki derliaus nuėmimo išliko variante, kuriame Azofit buvo naudotas rudenį. Išpurškus azotobakterių preparatą rudenį ant ražienų ir purškimą pakartojus pavasarį, nustatyta, kad derliaus nuėmimo metu vidutiniškai buvo 38 augalai kvadratiname metre. Preparato Azofit fone išpurškus pavasarį Amalgerol rasti 37 augalai kvadratiname metre, o išpurškus pavasarį Azofit ir Amalgerol derinį derliaus nuėmimo metu buvo 38 augalai kvadratiname metre. Panašūs rezultatai gauti rudenį ant kviečių ražienų išpurškus Amalgerol ir ta pačia seka kartojant purškimus biologiniais preparatais pavasarį. Daugiausia augalų iki derliaus nuėmimo išliko rudenį priešsėlio ražienas apipurškus Azofit ir Amalgerol deriniu. Vien šių preparatų naudojimas rudenį užtikrino esminiai didesnį pasėlio tankumą derliaus nuėmimo metu. Išpurškus Azofit ir Amalgerol rudenį, o pavasarį išpurškus Azofit derliaus nuėmimo metu vidutinis augalų skaičius buvo 40 augalų kvadratiname metre, o tai 10 augalų didesnis tankumas nei rudenį nepurkštame biologiniais preparatais pasėlyje ir Azofit išpurškus tik pavasarį. Esmingai didesnis pasėlio tankumas, lyginant su kontroliniu variantu, nustatytas išpurškus Azofit ir Amalgerol preparatų derinį rudenį ir pavasarį. Šiame variante pasėlio tankumas prieš derliaus nuėmimą vidutiniškai siekė 41 augalų kvadratiname metre. Taikant tokią biologinių preparatų naudojimo schemą pasėlio tankumas gautas vidutiniškai 10 augalų kvadratiname metre didesnis nei kontroliniame variante, kuriame

biologiniai preparatai nebuvo naudojami. Didesnį pasėlio tankumą būtų galima susieti su palankesnėmis augalų mitybos sąlygomis.

3.2.1 lentelė. Biologinių preparatų įtaka žieminių rapsų pasėlio tankumui derliaus nuėmimo metu (vnt. m<sup>2</sup>)

ASU Bandymų stotis, 2012 m.

Biologinių preparatų naudojimas rudenį ant priešsėlio ražienų ( <i>veiksnys A</i> )	Biologinių preparatų naudojimas pavasarį, rapsams esant butonizacijos tarpsnyje ( <i>veiksnys B</i> )				<i>Veiksnio A vidurkiai</i>
	Kontrolė	Azofit – 1 l ha <sup>-1</sup>	Amalgerol – 3 l ha <sup>-1</sup>	Azofit – 1 l ha <sup>-1</sup> + Amalgerol – 3 l ha <sup>-1</sup>	
Kontrolė	31,00	30,00	32,00	33,00	31,50
Azofit – 1 l ha <sup>-1</sup>	33,00	38,00	37,00	38,00	36,50
Amalgerol – 3 l ha <sup>-1</sup>	33,00	37,00	36,00	37,00	35,80
Azofit – 1 l ha <sup>-1</sup> + Amalgerol – 3 l ha <sup>-1</sup>	35,00	40,00	40,00	41,00	39,00
<i>Veiksnio B vidurkiai</i>	33,00	36,30	36,30	37,30	-
	<b><i>R<sub>05A</sub> = 1,24</i></b>	<b><i>R<sub>05B</sub> = 1,24</i></b>	<b><i>R<sub>05AxB</sub> = 2,50</i></b>		

Manoma, kad išpurkštos azotobakterės, esančios biologiniame preparate Azofit, ir aktyvuoti mikroorganizmai racionaliau aprūpino augalus mitybos elementais bei padidino augalų atsparumą nepalankiems aplinkos veiksniams. Dėl gerųjų bakterijų veiklos pagerėjo šaknų vystymasis, augalai geriau pasisavina maisto medžiagas. Aktyviai vystantis šaknims, aktyvuoti ir kiti augalų augimo procesai. Literatūroje teigiama, kad apie 60 – 90 proc. azoto, esančio augaluose, yra biologinės kilmės ir į augalus patenkantis mikroorganizmų dėka. Dirvos ore esantį molekulinį azotą dirvožemio bakterijos fiksuoja ir transformuoja į augalams prieinamą pavidalą (Lapinskas, 1998; Novickienė, 1994).

Tyrimų metu buvo įvertinta biologinių preparatų įtaką žieminių rapsų derlingumui (3.2.2 lentelė). Nenaudojant biologinių preparatų rapsų sėklų derlingumas siekė 3,20 t ha<sup>-1</sup>. Rudenį panaudojus biologinį preparatą Azofit žieminių rapsų sėklų derlingumas siekė 3,45 t ha<sup>-1</sup>, o naudojant Amalgerol – 3,50 t ha<sup>-1</sup>. Didžiausias – 3,75 t ha<sup>-1</sup> – sėklų derlingumas nustatytas rudenį panaudojus Azofit ir Amalgerol derinį. Įvertinus sėklų derlingumą ir remiantis literatūros šaltiniais galima teigti, kad rudenį panaudojus Azofit ir Amalgerol derinį buvo palankesnės sąlygos augalų augimui.

Eksperimento metu nustatyta, kad biologiniai preparatai efektyvūs ir pavasarį. Nustatyta, jog pavasarį panaudojus Azofit ir Amalgerol derinį, gautas 0,40 t ha<sup>-1</sup> derliaus priedas lyginant su kontrole. Šie duomenys sutampa su kitų tyrėjų rezultatais. Tačiau reikia atsižvelgti į tai, kad skirtingais eksperimentų vykdymo metais rezultatai šiek tiek būna skirtingi dėl meteorologinių sąlygų skirtumų žiemos metu.



3.2.2 lentelė. Biologinių preparatų įtaka žieminių rapsų sėklų derlingumui (t ha<sup>-1</sup>)

ASU Bandymų stotis, 2012 m.

Biologinių preparatų naudojimas rudenį ant priešsėlio ražienų (veiksny A)	Biologinių preparatų naudojimas pavasarį, rapsams esant butonizacijos tarpsnyje (veiksny B)				Veiksny A vidurkiai
	Kontrolė	Azofit – 1 l ha <sup>-1</sup>	Amalgerol – 3 l ha <sup>-1</sup>	Azofit – 1 l ha <sup>-1</sup> + Amalgerol – 3 l ha <sup>-1</sup>	
Kontrolė	3,20	3,30	3,50	3,60	3,40
Azofit – 1 l ha <sup>-1</sup>	3,45	4,20	4,10	4,45	4,05
Amalgerol – 3 l ha <sup>-1</sup>	3,50	3,95	4,00	4,30	3,94
Azofit – 1 l ha <sup>-1</sup> + Amalgerol – 3 l ha <sup>-1</sup>	3,75	4,40	4,50	4,80	4,36
Veiksny B vidurkiai	3,48	3,96	4,03	4,29	-
<b>R<sub>05A</sub> = 0,10</b>		<b>R<sub>05B</sub> = 0,10</b>		<b>R<sub>05AxB</sub> = 0,17</b>	

Išpurškus Azofit rudenį ir pavasarį, gautas 4,20 t ha<sup>-1</sup> sėklų derlingumas. Tai 1,0 t ha<sup>-1</sup> didesnis derlingumas nei kontroliniame variante ir 0,90 t ha<sup>-1</sup> didesnis nei naudojant Azofit tik pavasarį. Analizuojant veiksnio A vidurkius, matyti, kad didžiausias žieminių rapsų derlingumas (4,36 t ha<sup>-1</sup>) nustatytas rudenį išpurškus Azofit ir Amalgerol derinį. Pagal veiksnio B vidurkius matyti, kad pavasarį didžiausią efektą davė taip pat Azofit ir Amalgerol derinio naudojimas. Skirtumai esminiai. Didžiausias rapsų sėklų derlingumas (4,80 t ha<sup>-1</sup>) nustatytas rudenį išpurškus Azofit ir Amalgerol derinį ir tokį patį purškimą pakartojus pavasarį. Taikant tokį purškimą derlingumas esmingai didėjo ir šiame variante gautas 1,60 t ha<sup>-1</sup> derliaus priedas lyginant su nepurkštu pasėliu. Lyginant šį variantą su variantu, kuris rudenį nepurkštas, o pavasarį nupurkštas Azofit ir Amalgerol deriniu gautas 1,20 t ha<sup>-1</sup> derliaus priedas. Remiantis gautais tyrimo duomenimis galime daryti išvadą, kad biologinių preparatų Azofit ir Amalgerol išpurškimas rudenį yra naudingas. Pavasarį naudojant biologinius preparatus po vieną ar deriniuose visais atvejais gaunami patikimi derliaus priedai (3.2.2 lentelė).

Vertinant biologinių preparatų įtaką žieminių rapsų produktyvumui, įvertintas vieno augalo produktyvumas. Analizuojant rudeninio purškimo įtaką, nustatyta, jog didžiausias vieno augalo produktyvumas (10,71 g) gautas išpurškus Azofit ir Amalgerol derinį. Analizuojant pavasarinio purškimo įtaką, nustatyta, jog didžiausias vieno augalo produktyvumas (11,00 g) gautas išpurškus Azofit. Naudojant biologinius preparatus pavasarį ir vertinant veiksnio B vidurkius, matyti, kad Azofit ir Amalgerol naudojimas pavasarį, rapsams esant butonizacijos tarpsnyje, gaunamas didžiausias vieno augalo vidutinis

produktyvumas. Augalo vidutinio produktyvumo vertinimas taip pat įrodo, kad didžiausias efektas gaunamas aktyvinant biologinius procesus dirvoje rudenį ir pavasarį. Antai rudenį išpurškus Azofit, o pavasarį Azofit ir Amalgerol derinį vidutinis vieno augalo produktyvumas siekė 11,71 g. Taip pat geri rezultatai gauti rudenį išpurškus Azofit ir Amalgerol derinį ir purškimą tokiu pat deriniu pakartojus pavasarį, augalams esant butonizacijos tarpsnyje. Šiuo atveju vidutinis augalo produktyvumas siekė 11,70 g. Patikimai augalų produktyvumas didėjo ir tuo atveju, kai rudenį išpurškta Azofit ir Amalgerol derinys, o pavasarį Azofit ir Amalgerol naudoti atskirai (3.2.3 lentelė).

3.2.3 lentelė. Biologinių preparatų įtaka žieminių rapsų vidutiniam augalo produktyvumui (g)  
ASU Bandymų stotis, 2012 m.

Biologinių preparatų naudojimas rudenį ant priešsėlio ražienų ( <i>veiksnys A</i> )	Biologinių preparatų naudojimas pavasarį, rapsams esant butonizacijos tarpsnyje ( <i>veiksnys B</i> )				<i>Veiksnio A vidurkiai</i>
	Kontrolė	Azofit – 1 l ha <sup>-1</sup>	Amalgerol – 3 l ha <sup>-1</sup>	Azofit – 1 l ha <sup>-1</sup> + Amalgerol – 3 l ha <sup>-1</sup>	
Kontrolė	10,32	11,00	10,94	10,91	10,79
Azofit – 1 l ha <sup>-1</sup>	10,45	11,05	11,08	11,71	11,07
Amalgerol – 3 l ha <sup>-1</sup>	10,60	10,68	11,10	11,62	11,00
Azofit – 1 l ha <sup>-1</sup> + Amalgerol – 3 l ha <sup>-1</sup>	10,71	11,00	11,25	11,70	11,17
<i>Veiksnio B vidurkiai</i>	10,52	10,93	11,09	11,49	-
<b><math>R_{05A} = 0,20</math>      <math>R_{05B} = 0,20</math>      <math>R_{05AxB} = 0,40</math></b>					

Pagal augalų produktyvumo rodiklius galima spręsti, kad meteorologinės sąlygos 2011 metų sėjos žieminių rapsų augimui ir vystymuisi buvo palankios. Dirvoje buvo drėgmės ir vyravo šilti orai, tačiau augalai po žiemos buvo kiek nusilpę.

Tyrimų metų vertinta biologinių preparatų įtaka žieminių rapsų ankštaraū kiekiui augale. Pastebėta, kad skirtinguose variantuose žieminių rapsų ankštaraū kiekis augale svyravo 140 - 154 vnt. ribose. Iš tyrimo duomenų taip pat galima matyti, kad nenaudojant biologinių preparatų vidutiniškai viename augale buvo 142 ankštaraū. Rudenį išpurškus biologinius preparatus nenustatytas esminis ankštaraū skaičiaū pokytis. Ankštaraū skaičiaū didėjimui augale įtakos turėjo tirtų preparatų naudojimas pavasarį. Rudenį išpurškus Azofit, o pavasarį Azofit ir Amalgerol derinį ankštaraū skaičius patikimai padidėjo. Geresni rezultatai gauti rudenį išpurškus Amalgerol, o pavasarį Azofit arba Amalgerol. Daugiausiai ankštaraū (154 vnt.) ant vieno augalo gauta, kai rudenį buvo išpurškta Azofit ir Amalgerol derinys ir toks pat derinys išpurškta pavasarį (3.2.4 lentelėje).

3.2.4 lentelė. Biologinių preparatų įtaka žieminių rapsų ankštarių kiekiui augale (vnt.)

ASU Bandymų stotis, 2012 m.

Biologinių preparatų naudojimas rudenį ant priešsėlio ražienų (veiksny A)	Biologinių preparatų naudojimas pavasarį, rapsams esant butonizacijos tarpsnyje (veiksny B)				Veiksny A vidurkiai
	Kontrolė	Azofit – 1 l ha <sup>-1</sup>	Amalgerol – 3 l ha <sup>-1</sup>	Azofit – 1 l ha <sup>-1</sup> + Amalgerol – 3 l ha <sup>-1</sup>	
Kontrolė	142	144	143	144	143,25
Azofit – 1 l ha <sup>-1</sup>	140	145	144	149	144,50
Amalgerol – 3 l ha <sup>-1</sup>	144	147	146	151	147,00
Azofit – 1 l ha <sup>-1</sup> + Amalgerol – 3 l ha <sup>-1</sup>	143	147	150	154	148,50
Veiksny B vidurkiai	142,25	145,75	145,75	149,50	-
<b><math>R_{05A} = 3,66</math>      <math>R_{05B} = 3,66</math>      <math>R_{05AxB} = 7,32</math></b>					

Literatūros šaltiniuose nurodoma, kad vidutiniškai rapsu augale būna apie 150 ankštarių (Malinauskas, 2005). Įvertinus rezultatus ir remiantis literatūros šaltiniais, būtų galima daryti prielaidą, kad biologiniai preparatai aktyvino dirvoje vykstančius biologinius procesus ir pagerino augalų mitybą, o tai lėmė geresnį ankštarių užsimezgimą.

Vertinant rapsų derliaus struktūrą, labai svarbus rodiklis – sėklų kiekis ankštaroje. Iš 3.2.5 lentelės duomenų matyti, kad, nenaudojant tiriamų preparatų, vidutiniškai vienoje ankštaroje buvo 14,98 sėklos. Rudenį išpurškiant Azofit bei Amalgerol derinį, bei šiuos preparatus naudojant atskirai, sėklų skaičius ankštaroje patikimai didėjo.

3.2.5 lentelė. Biologinių preparatų įtaka žieminių rapsų sėklų kiekiui ankštaroje (vnt.)

ASU Bandymų stotis, 2012 m.

Biologinių preparatų naudojimas rudenį ant priešsėlio ražienų (veiksny A)	Biologinių preparatų naudojimas pavasarį, rapsams esant butonizacijos tarpsnyje (veiksny B)				Veiksny A vidurkiai
	Kontrolė	Azofit – 1 l ha <sup>-1</sup>	Amalgerol – 3 l ha <sup>-1</sup>	Azofit – 1 l ha <sup>-1</sup> + Amalgerol – 3 l ha <sup>-1</sup>	
Kontrolė	14,98	15,42	15,64	15,47	15,38
Azofit – 1 l ha <sup>-1</sup>	15,24	15,30	15,54	15,75	15,46
Amalgerol – 3 l ha <sup>-1</sup>	15,12	14,72	15,45	15,39	15,17
Azofit – 1 l ha <sup>-1</sup> + Amalgerol – 3 l ha <sup>-1</sup>	15,30	15,08	15,20	15,00	15,15
Veiksny B vidurkiai	15,16	15,13	15,46	15,40	-
<b><math>R_{05A} = 0,418</math>      <math>R_{05B} = 0,418</math>      <math>R_{05AxB} = 0,737</math></b>					

Amalgerol naudojimas rudenį turėjo mažesnę įtaką sėklų skaičiui ankštaroje lyginant Azofit bei Azofit ir Amalgerol deriniu. Rudenį nenaudojant biologinių preparatų, o pavasarį išpurškus Amalgerol sėklų skaičius padidėjo esmingai. Esminis sėklų skaičiaus ankštaroje padidėjimas nustatytas naudojant Azofit rudenį ir biologinius preparatus išpurškus pavasarį. Didžiausias sėklų skaičius (15,75 vnt.) nustatytas rudenį išpurškus Azofit, o pavasarį išpurškus Azofit ir Amalgerol derinį. Mažiausias sėklų skaičius (14,72) nustatytas rudenį panaudojus Amalgerol, o pavasarį išpurškus Azofit. Išpurškus Azofit ir Amalgerol derinį rudenį, o pavasarį naudojant Azofit, Amalgerol arba šių preparatų derinį, sėklų kiekis patikimai nedidėjo, tačiau patikimai didėjo, lyginant su kontroliniu variantu (3.2.5 lentelė).

Iš 3.2.6 lentelėje pateiktų duomenų matyti, kaip kito sėklų kiekis augale, priklausomai nuo atitinkamo biologinių preparatų panaudojimo. Rudenį išpurškus Azofit, sėklų kiekis lyginant su kontrole augale padidėjo tik 5 vnt., tuo tarpu rudenį išpurškus Azofit ir Amalgerol derinį sėklų kiekis augale padidėjo 62 vnt. lyginant su kontroliniu variantu. Biologinius preparatus purškiant pavasarį sėklų skaičius turėjo tendenciją didėti. Lyginant veiksnio B vidurkius, didžiausią įtaką žieminių rapsų sėklų kiekiui augale (vidutiniškai 2293 vnt.) darė Azofit ir Amalgerol derinio naudojimas butonizacijos tarpsnyje.

3.2.6 lentelė. Biologinių preparatų įtaka žieminių rapsų sėklų kiekiui augale (vnt.)

ASU Bandymų stotis, 2012 m.

Biologinių preparatų naudojimas rudenį ant priešsėlio ražienų ( <i>veiksnys A</i> )	Biologinių preparatų naudojimas pavasarį, rapsams esant butonizacijos tarpsnyje ( <i>veiksnys B</i> )				<i>Veiksnio A vidurkiai</i>
	Kontrolė	Azofit – 1 l ha <sup>-1</sup>	Amalgerol – 3 l ha <sup>-1</sup>	Azofit – 1 l ha <sup>-1</sup> + Amalgerol – 3 l ha <sup>-1</sup>	
Kontrolė	2128	2236	2237	2227	2207
Azofit – 1 l ha <sup>-1</sup>	2133	2219	2238	2347	2234
Amalgerol – 3 l ha <sup>-1</sup>	2177	2149	2256	2324	2227
Azofit – 1 l ha <sup>-1</sup> + Amalgerol – 3 l ha <sup>-1</sup>	2190	2187	2250	2272	2225
<i>Veiksnio B vidurkiai</i>	2157	2198	2245	2293	-
	<b><i>R</i><sub>05A</sub> = 52, 89</b>	<b><i>R</i><sub>05B</sub> = 52, 89</b>	<b><i>R</i><sub>05AxB</sub> = 95, 79</b>		

Lyginant skirtingus variantus tarpusavyje, daugiausia sėklų augale (2347 vnt.) nustatyta, naudojant Azofit rudenį ir pavasarį išpurškus Azofit ir Amalgerol derinį, kai žieminiai rapsai pasiekė butonizacijos tarpsnį. Taikant tokį purškimą, sėklų skaičius augale buvo 219 vnt. didesnis lyginant su kontrole, kuomet biologiniai preparatai nebuvo naudojami nei rudenį, nei pavasarį (3.2.6 lentelė).

Biologiniai preparatai turėjo įtakos ir 1000 sėklų masės pokyčiams. Iš 3.2.7 lentelės duomenų matyti, kad kontroliniame variante 1000 sėklų masė buvo 4,85 g. Šis rodiklis patikimai padidėjo naudojant biologinius preparatus rudenį. Didžiausi 1000 sėklų masės padidėjimas nustatytas rudenį išpurškus Azofit ir Amalgerol derinį, o pavasarį šiuos preparatus purškiant atskirai arba derinyje. Tarpe visų variantų esminiai didžiausia 1000 rapsų sėklų masė gauta rudenį išpurškus Azofit ir Amalgerol derinį ir tokį pat purškimą pakartojus pavasarį. Šiame variante 1000 sėklų masė buvo 5,15 g. Esminis skirtumas nenustatytas tik lyginant šį variantą su Azofit ir Amalgerol derinio purškimu rudenį, kuomet pavasarį nenaudoti biologiniai preparatai. Esant tokiam pat rudeniniam purškimui, o pavasarį išpurškus Azofit – 1000 sėklų masė gauta 5,03g.

3.2.7 lentelė. Biologinių preparatų įtaka žieminių rapsų 1000 sėklų masei (g)

ASU Bandymų stotis, 2012 m.

Biologinių preparatų naudojimas rudenį ant priešsėlio ražienų (veiksny A)	Biologinių preparatų naudojimas pavasarį, rapsams esant butonizacijos tarpsnyje (veiksny B)				Veiksny A vidurkiai
	Kontrolė	Azofit – 1 l ha <sup>-1</sup>	Amalgerol – 3 l ha <sup>-1</sup>	Azofit – 1 l ha <sup>-1</sup> + Amalgerol – 3 l ha <sup>-1</sup>	
Kontrolė	4,85	4,92	4,89	4,90	4,89
Azofit – 1 l ha <sup>-1</sup>	4,90	4,98	4,95	4,99	4,96
Amalgerol – 3 l ha <sup>-1</sup>	4,87	4,97	4,92	5,00	4,94
Azofit – 1 l ha <sup>-1</sup> + Amalgerol – 3 l ha <sup>-1</sup>	4,89	5,03	5,00	5,15	5,02
Veiksny B vidurkiai	4,88	4,98	4,94	5,01	-
<b><math>R_{05A} = 0,13</math>      <math>R_{05B} = 0,13</math>      <math>R_{05AxB} = 0,24</math></b>					

Lyginant veiksnio A vidurkius, esminis padidėjimas nustatytas išpurškus Azofit ir Amalgerol derinį. Pagal veiksnio B vidurkius, didžiausia 1000 sėklų masė nustatyta variante, purškstame Azofit ir Amalgerol deriniu. Kiek mažesnė 1000 sėklų masė nustatyta variante purškstame Azofit.

Ankstesni biologinių preparatų įtakos augalų produktyvumui tyrimai atskleidė panašias tendencijas, kuriomis remiantis galima teigti, jog biologinių preparatų naudojimas turi teigiamos įtakos augalų derlingumui ir produktyvumui ( Jakienė, 2011; Peleckis, 2012; Pekarskas, 2008; Liakas, 2011; Pekarskas, 2011; Pekarskas, Sliesaravičius, 2007).

## IŠVADOS

ASU Bandymų stotyje, kur dirvožemis *IDg8-k (LVg-p-w-cc)* – karbonatingas sekliai glėjiškas išplautžemis (*Calc(ar)-Epihypogleyic Luvisols*), pagal 2011–2012 m. atlikto eksperimento duomenis, galima daryti tokias išvadas:

1. Biologiniai preparatai, išpurkšti rudenį ant priešsėlio ražienų, teigiamai įtakojo žieminių rapsų šaknies kaklelio skersmenį. Derinyje naudoti Azofit ( $1 \text{ l ha}^{-1}$ ) ir Amalgerol ( $3 \text{ l ha}^{-1}$ ) preparatai įtakojo esmingai didesnę šaknies kaklelio skersmenį (12,75 mm) lyginant su kontrole (7,25 mm) ir biologinius preparatus naudojant atskirai.
2. Didžiausią įtaką žieminių rapsų žiemėjimui turėjo biologinių preparatų Azofit ( $1 \text{ l ha}^{-1}$ ) ir Amalgerol ( $3 \text{ l ha}^{-1}$ ) derinio panaudojimas rudenį ant priešsėlio ražienų. Panaudojus šį derinį peržiemojo 71,8% augalų ir tai yra 1,2 karto daugiau lyginant su kontrole. Panaudojus Azofit ( $1 \text{ l ha}^{-1}$ ) peržiemojo 67,1% augalų, o išpurškus Amalgerol ( $3 \text{ l ha}^{-1}$ ) peržiemojo 67,6%.
3. Biologinių preparatų naudojimas rudenį ant priešsėlio ražienų ir pavasarį žieminiams kviečiams pasiekus butonizacijos tarpsnį turėjo esminės įtakos mažinant pasėlio tankumo retėjimą vegetacijos eigoje. Esmingai didžiausias žieminių rapsų pasėlio tankumas derliaus nuėmimo metu buvo panaudojus Azofit ( $1 \text{ l ha}^{-1}$ ) ir Amalgerol ( $3 \text{ l ha}^{-1}$ ) derinį rudenį ir pavasarį.
4. Didžiausias žieminių rapsų sėklų derlius gautas augalus apipurškus Azofit ( $1 \text{ l ha}^{-1}$ ) ir Amalgerol ( $3 \text{ l ha}^{-1}$ ) deriniu rudenį ir pavasarį. Šių apipurškimų įtakoje gautas  $4,8 \text{ t ha}^{-1}$  sėklų derlius, t.y.  $1,6 \text{ t ha}^{-1}$  patikimai didesnis derlius lyginant su kontroliniu variantu, kur biologiniai preparatai nenaudoti visai.
5. Biologinio preparato Amalgerol ( $3 \text{ l ha}^{-1}$ ) efektyvumas, didinant žieminių rapsų vieno augalo produktyvumą, buvo didesnis nei naudojant biologinį preparatą Azofit ( $1 \text{ l ha}^{-1}$ ). Esmingai didžiausias (11,71 g) žieminių rapsų vieno augalo produktyvumas gautas variante, kuriame Azofit ( $1 \text{ l ha}^{-1}$ ) išpurškstas rudenį ir pavasarį panaudotas Azofit ( $1 \text{ l ha}^{-1}$ ) ir Amalgerol ( $3 \text{ l ha}^{-1}$ ) derinys.
6. Dėl biologinių preparatų poveikio žieminių rapsų derliaus struktūros elementai (ankštary kiekis augale, sėklų kiekis ankštaroje bei augale, 1000 sėklų masė) turėjo tendenciją didėti.

## LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. AGRIOS, G. N. *Plant pathology*. USA, San Diego, 1997, 635 p.
2. AHMAD, G.; JAN, A.; ARIF, M., et al. 2007. Influence of nitrogen and sulfur fertilization on quality of canola (*Brassica napus L.*) under rainfed conditions. *Journal of Zhejiang University – Science B*, vol. 8, no. 10, p. 731–737.
3. ARLAUSKIENĖ, E. A. 1998. Dirvožemio biologinio aktyvumo rodiklių palyginimas. *Žemdirbystė: LŽI ir LŽŪU mokslo darbai*. Akademija, T. 61, p. 72–77.
4. ATLAVINYTĖ, O. 1990. *Ekologija doždėvych červei*. Vilnius.
5. BALESSENT, S.; CHENU, C. et al. 2000. Relationship of soil organic matter dynamics to physical protection and tillage, *Soil and Tillage Research* 53, p. 215 – 230.
6. BANDICK, A. K.; DICK, R. P. 1999. *Field management effects on soil enzyme activities*. *Soil Biology & Biochemistry*, Vol. 31, No. 11, p. 1471 – 1479.
7. BERNOTAS, S., KALVAITIENĖ, S. 1997. Žiemių rapsų tręšimas azoto trąšomis. *Žemdirbystė. Mokslo darbai*. Akademija, T. 59, p. 62–72.
8. BOGUŽAS, V.; MARCINKEVIČIENĖ, A.; PUPALIENĖ, R. 2010. *Weed response to soil tillage, catch crops and farmyard manure in sustainable and organic agriculture*. *Žemdirbystė = Agriculture*, vol. 97, No. 3 (2010), p. 43 – 50.
9. BRUSSAARD, P.C.; DE RUITER., et al. 2007. Soil biodiversity for agricultural sustainability, *Agriculture Ecosystems and Environment* 121, p. 233–244.
10. BUIVYDAITĖ, V., VAIČYS M. 2001. *Naujoji Lietuvos dirvožemių klasifikacija*. Lietuvos dirvožemiai, Vilnius, p. 281–282.
11. CAVIGELLI, M. A.; DEMING, S. R.; PROBYN, L. K.; HARWOOD, R. R. 1998. Michigan Field Crop Ecology: managing biological processes for productivity and environmental quality. *Michigan State University Extension Bulletin E-2646*, p. 92.
12. DARGINAVIČIENĖ, J., NOVICKIENĖ, L. 2002. *Augimo problemos šiuolaikinėje augalų fiziologijoje*. Vilnius, p. 42–45.
13. DICK, R. P. 1997. Soil enzyme activities as integrative indicators of soil health. Pankhurst C. E., Double B. M., Gupta W. S. R (Eds). *Biological Indicators of soil Health*, CAB International, UK., p.121 – 156.
14. EIDUKEVIČIENĖ, M., GRYBAUSKAS, J., VAIČYS, M. 2001. *Dirvodarinės uolienos*. Lietuvos dirvožemiai. Vilnius, p. 144–156.
15. EITMANAVIČIŪTĖ, I. 1997. *Dirvožemio biologija*. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla.

16. EITMANAVIČIŪTĖ, I., AUGUSTAITIS, A., AUGUSTAITIENĖ I., ir kt. 2005. *Forest biota under changing concentration in acidifying compounds in the air and their deposition*. Baltic forestry. Nr. 11 (2): 84 – 93.
17. FREE, J. B.; WILLIAMS, I. H. 2009. The infestation of crops of oil-seed rape (*Brassica napus* L.) by insect pests. *The Journal of Agricultural Science*, vol. 92, iss 1, p. 203 – 218.
18. GRINIENĖ, E. 1998 *Biochemija*. – Kaunas. p. 87 – 123.
19. HOLTZE, M. S.; SORENSEN, S. R. et al. 2008. Microbial degradation of the benzonitrile herbicides dichlobenil, bromoxynil and ioxynil in soil and subsurface environments - insights into degradation pathways, persistent metabolites and involved degrader organisms, *Environmental Pollution* 154, p. 155–168.  
<http://www.bio-energy.lv/LT/49/Azofit.htm>
20. YOUNG, I. M.; CRAWFORD, J.W. 2004. Young and Crawford, Interaction and selforganization on the soil – microbe complex, *Science* 304. p. 1634 – 1637.
21. JAKIENĖ, E. 2011. Biologinių preparatų naudojimo cukrinių runkelių pasėlyje efektyvumas. *Žemės ūkio mokslai*, t. 18, nr. 2, p. 64 - 71.
22. JAKIENĖ, E., MICKEVIČIUS, V. 2010. Skystųjų kompleksinių trąšų ir augimo reguliatorių įtaka cukrinių runkelių (*Beta vulgaris* L., *Var. saccharifera*) pasėlio fotosintetinių rodiklių formavimuisi ir produktyvumui. *LŽŪU Mokslo darbai*, Nr. 89 (42). p. 7 – 15.
23. JAKIENĖ, E.; VENSKUTONIS, V. 2008. *Augimo reguliatoriai augalininkystėje*. Akademija. 80 p.
24. JANUŠIENĖ, V. 1996. Herbicidų įtaka dirvožemio kvėpavimo intensyvumui ir agrocheminėms savybėms // *Žemdirbystė. Mokslo darbai*. Dotnuva – Akademija. t. 55. p. 56.
25. KANDELER, E.; MARGESIN, R. et. all. 1993. *Bodenmikrobiologisches Monitoring – Vorschläge für eine Bodenzustandsinventür//Die Bodenkultur*. B. 44. Heft 4. P.357 - 377.
26. KISS, S. 1975. Dragan-Bularda and Radulescu Biological significance of enzymes accumulated in soil // *Advances in agronomy*. Vol. 27. p. 25 - 85.
27. KLADIVKO, E. J. 2001. Tillage systems and soil ecology. *Soil and Tillage Research*. Vol. 61, p. 61 – 76.
28. KUČINSKAS, J.; VELIČKA, R.; RIMKEVIČIENĖ, M.; ŪKSIENĖ, L. 2003. Mineralinių trąšų, turinčių skirtingą sieros kiekį, poveikis rapsų žiemojimui, augimui, sėklų derliui ir jo kokybei. *Vagos: mokslo darbai*. LŽŪU, nr. 59 (12), p. 49 - 54.



29. LACKO – BARTOŠOVA, M.; ZAUJEC, A.; ŠTEVLIKOVA T. 1999. Effect of ecological and integrated arable farming systemson crop productivity and soil fertility. *Designing and testing crop rotations for organic farming Danish Research Centre for Organic Farming*, p. 297 – 304.
30. LADD, J. N. 2003. Research trends in the development of enzymology. In: Lobo M. C., Ibanez J. J. *Preseving Soil Quality and Soil Biodiversity*. – Madrid, p. 17 - 39.
31. LAPINSKAS, E. 1998. Biologinio azoto fiksavimas ir nitraginas: *monografija*. Akademija, 218 p.
32. LIAKAS, V. 2012. *Žemės dirbimas - sudėtingas etapas, ruoštis reikia atsakingai*. [žiūrėta 2012–11-26]. Prieiga per internetą: <http://www.kustodija.lt/LT/straipsniai/pesticidai-seminaras-zemaitijoje/id/118>
33. MACHULLA, G. 2003. Soil Microbial Indicators and their Environmental Significance // *Journal of Soil and Sediments*. Vol. 3, iss. 4, p. 229.
34. MALINAUSKAS, D. 2005. Žieminių rapsų (*Brassica napus ssp. oleifera*) auginimo, vystymosi ir brendimo ypatumai vidurio Lietuvoje. *Disertacija*. Akademija, p. 116.
35. MARSCHNER, P.; KANDELER, E.; MARSCHNER, B. 2003. *Structure and function of the soil microbial community in a long term fertilizer experiment* // *Soil Biology and Biochemistry*. Vol. 35, iss. 3, p. 453 - 461.
36. MARX, M. C.; KANDELER, E.; WOOD, M.; WERMBERT, N.; JARVIS, S. C. 2005. Exploring the enzymatic landscape: distribution and kinetics of hydrolytic enzymes in soil particlesize fractions // *Soil Biology and Biochemistry*. Vol. 37, p. 35 - 48.
37. MOTUZAS, A. J.; BUIVYDAITĖ, V. V.; VAISVALAVIČIUS, R.; ŠLEINYS, R. A. 2009. *Dirvotyra*. Vilnius: Enciklopedija. 335 p.
38. NARKEVIČIUS, G. ir kt. 2004. *Šiuolaikinės augalininkystės technologijos*. Akademija. 159 p.
39. NOVICKIENĖ, L. 1994. *Augalų augimą, vystymąsi ir produktyvumą reguliuojančių fitohormonų ir retardantų analogų kūrimo fiziologiniai pagrindai*. Vilnius. p. 74 - 83.
40. PARKIN, T. B.; DORAN, J. W.; FRANCO – VIZCAINO, E. 1996. Field and laboratory tests of soil respiration // *Methods for Assessing Soil Quality*. Vol. 49, p. 231 - 243.
41. PEKARSKAS, J. 2008. Biologinių preparatų biojodžio ir „Biokal 1“ įtaka ekologiškai auginamų burokėlių derliui ir biocheminei sudėčiai. *LSDI ir LŽŪU mokslo darbai*. Sodininkystė ir daržininkystė, 27(4), p. 145 - 154.

42. PEKARSKAS, J.; SLIESARAVIČIUS, A. 2007. Effect of different biological agents on different varieties of wheat yield and their quality. *The Third International Scientific Conference „Rural Development 2007“*. Proceedings, Vol. 3. Book. 2, p. 207 – 211.
43. PIAULOKAITĖ - MOTUZIENĖ, L.; KONČIUS, D. 2006. Azoto junginius transformuojančių mikroorganizmų sukcesijos įvertinimas. *Žemės ūkio mokslai*, Nr. 4, p. 38 – 45.
44. PIAULOKAITĖ – MOTUZIENĖ, L.; KONČIUS, D.; LAPINSKAS, E. 2005. Mikroorganizmų paplitimas esant skirtingoms dirvožemio agrocheminėms savybėms. *Žemdirbystė. Mokslo darbai*, 1, 89, p. 154 - 162.
45. RAŠKAUSKIENĖ, A. 2003. Segetinės floros ir makrofaunos (*Lumbricidae*) tyrimai tausojamosios žemdirbystės sistemos sėjomainose. *Daktaro disertacijos santrauka*. Kaunas.
46. RAUCKIS, V. 2012. *Tausojanti žemdirbystė – ateities kelias*. [žiūrėta 2012–11-26]. Prieiga per internetą: <http://www.kustodija.lt/LT/straipsniai/augalu-apsauga-seminaras-zemaitijoje/id/119>
47. ROS, M.; HERNANDEZ, M. T.; GARCIA, C. 2003. Soil microbial activity after restoration of a semiarid soil by organic amendments // *Soil Biology and Biochemistry*. Vol. 35, iss. 3, p. 463 - 469.
48. ROWELL, D. L. 1994. *Soil Science: Methods and applications*. – Longman, p. 24 - 59.
49. SCHINNER, F.; SONNLEITNER, R. 1996. *Bodenekologie: Mikrobiologie und Bodenenzymatik*. - Berlin, Heidelberg, New York, p. 174-183.
50. SHIMMER, F. 1987. *Wirkung von AMALGEROL auf Biologische Aktivitäten des Bodens*. Inst. Für Mikrobiologie der Universität Innsbruck, Bulletin. Innsbruck. 4 s.
51. SOOKSA - NGUAN, J.E. et al. 2009. Effect of rice cultivation systems on nitrogen cycling and nitrifying bacterial community structure, *Applied Soil Ecology* 43, p. 139 – 149.
52. SVIRSKIENĖ, A. 1999. *Antropogeniniam poveikiui jautrių dirvožemio mikrobiologinio aktyvumo ir jo derlingumo indikatorių įvertinimas* // *Ekologija*. Vilnius. Nr.3. p. 94.
53. SVIRSKIENĖ, A.; MAGYLA, A. 2003. Agrocheminių ir mikrobiologinių savybių pokyčiai užariant augalų šalutinę produkciją cukrinių runkelių sėjomainoje // *Žemdirbystė: mokslo darbai – 2003*, t. 81, p. 109 – 127.

54. SVIRSKIENĖ, A.; MAŠAUSKAS, V. 2003. Tręšimo fosforu ir kaliumi kas keleri metai įtaka dirvožemio biologiniam aktyvumui ir sėjomainos produktyvumui. *Žemdirbystė: LŽI ir LŽŪU mokslo darbai*. Akademija, t. 84, p. 35 – 48.
55. ŠIMANSKAITĖ, D. 1995. Įvairių žemės dirbimo būdų įtaka dirvai ir derliui. *LŽI užbaigtų tiriamųjų darbų konferencijos pranešimai*, p. 16 – 18.
56. ŠIULIAUSKAS, A. ir kt. 2008. Azoto trąšų normų įtakos cukrinių runkelių derliaus formavimuisi tyrimai mažo humusingumo dirvožemyje. *Vagos: mokslo darbai*. Nr. 78(31). P. 37 – 42.
57. ŠIULIAUSKIENĖ, N. 1981. Dirvožemių kultūrinimas ir mikroorganizmai. Vilnius. p.44.
58. ŠLAPAKAUSKAS, V.; DUCHOVSKIS, P. 2008. *Augalų produktyvumas*. K.: IDP Solutions, 253 p.
59. TARAKANOVAS, P.; RAUDONIUS, S. 2003. *Agronominių tyrimų duomenų statistinė analizė taikant kompiuterines programas ANOVA, STAT, SPLIT - PLOT iš paketo SELEKCIJA ir IRRISTAT*. Akademija: Lietuvos žemės ūkio universitetas, 57 p.
60. TISDALL, J. M.; MCKENZIE, B. M. 1999. *A method of extracting earthworms from cores of soil with minimum damage to the soil*. *Biology and Fertility of Soils*, Vol. 30, iss. 1 – 2. P. 96 – 99.
61. UAB „Bio-energy“. 2010. *Azofit* [žiūrėta 2011 – 03 - 26]. Prieiga per internetą:
62. UAB „Kustodija“. 2012. *Produktų katalogas. Amalgerol*. p. 11 – 13.
63. VELIČKA, R. 2002. *Rapsai. Monografija*, Kaunas, „Lututė“, 319 p.
64. VELIČKA, R. 2003. *Rapsai. Lututė*. 320 p.
65. VELIČKA, R.; ANISIMOVIEŅĖ, N.; PUPALIENĖ, R. et al. 2010. Preparation of oilseed rape for over-wintering according to autumnal growth and cold acclimation period. *Žemdirbystė (Agriculture)*, vol. 97, No. 3 (2010), p. 69 – 76.
66. ŽEKONIENĖ, V. 2002. *Tausojamoji žemdirbystė*. V., LŽŪM, 137 p.
67. ŽIOGAS, A. F.; ZAKARAUSKIATĖ, I. D. 2008. *Dirvožemio biologija*. [žiūrėta 2012–12-10]. Prieiga per internetą: <http://www.asu.lt/nm/l-projektas/dirvozemis/titlas.htm>
68. АЛИЕВ, С. А. 1987. Энзимология почв. Новосибирск, 35 с.
69. БЕРЕСТЕЦИКЪ, О. А.; ВОЗНЯКОВСКАЯ, Ю. М.; ПОПОВА, Ж. П. 1984. Микробиологическое почвоутомление под пшеницей и пути его установления // Вестн. с.-х. наук. – Nr. 10, с. 117 - 121.
70. ГЕЛЛЕР, И. А.; НИКОЛАЕНКО, Ж. И. 1971. Инвертазная активность как показатель степени воздействия культурных растений и минеральных удобрений

- на биохимическую активность почвы // Микробиологические и биохимические исследования почв. Материалы научной конференций. – Киев, с. 130 - 134.
71. ЗВЯГИНЦЕВ, Д.Г. 1991. Методы почвенной микробиологии и биохимии. Москва. 302 с.
72. ИВАНКОВА, Л. А., СЕМЕНОВА, Н. А. 1986. Динамика биологической активности лесной почвы в агроценозах // Микробиологические процессы в почвах и урожайность сельскохозяйственных культур. – Вильнюс, с. 133 – 134.
73. ЛАЛОМОВА, Т. В.; ГОРБЫЛЕВА, А. И.; МИНЧЕНКО, Т. Э. 2001. Комплексная относительная оценка ферментативной активности и урожайность дерного – подзолистой легкосуглинистой почвы в зависимости от способов обработки почвы и системы удобрения // Почвы и их плодородие на рубеже столетий: материалы II съезда Белорусского общества почвоведов. Минск, , Книга 2, с. 159 – 162.
74. МАКАРОВ, В. И. 1988. Газовый режим почвы. ВО Агропромиздат. – Москва, 103 с.
75. МАРАТУЕВА, И. А. 1998. Обобщение микробиологической активности дерново - подзолистых почв // Почвоведение. – № 1, с. 78 - 87.
76. МОРОЗ, Г. В. 1997. Влияние доз азотных, фосфорных и калийных удобрений на биологическое состояние дерново-подзолистой супесчанной почвы. Автореферат канд. дисс. биолог. наук. – Минск, 19 с.
77. МИХАЙЛОВСКАЯ, Н. А. 1988. Ферментативная активность дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы: Автореферат канд. дисс. биолог. наук. – Минск, 18 с.
78. НАУМОВ А. В. 2004. Дыхание почвы: составляющие, экологические функции, географические закономерности. Автореферат канд. дисс. биолог. наук. – Томск, - 35 с.
79. НИЧИПОРОВИЧ, А. А. 1982. Физиология фотосинтеза и продуктивность растений. *Физиология фотосинтеза*. Под. ред. НИЧИПОРОВИЧ, А. А. М.: Наука, с. 7 – 33.
80. НИЧИПОРОВИЧ, А. А. 1988. Фотосинтетическая деятельность растений как основа их продуктивности в биосфере и земледелии. Фотосинтез и продукционный процесс. *Наука*, с. 5 – 28.
81. СТАХУРЛОВА, Л. Д., ЩЕРБАКОВ, А. П. 1996. Влияние различных способов внесения азотных удобрений на динамику минеральных соединений азота и

- ферментативную активность чернозема выщелоченного // Почвоведение. № 8, с. 992 - 998.
82. ХАЗИЕВ, Ф. Х. 1990. Методы почвенной энзимологии. Москва, 189 с.
83. ХАЗИЕВ, Х.Ф. 1996. Ферментная активность почв. Москва: Наука. Г. 55. С. 56.
84. ЧУНДЕРОВА, А. И. 1970. *Активность инвертазы в дерного – подзолистых почвах* // Почвоведения. Но 12. С. 104 -110.
85. ЧУНДЕРОВА, А.И. 1973. *Ферментативная активность дерного - подзолистых почв Северо - Западной зоны*. Авт. докт. дис. биолог. наук. Таллин. 46 с.
86. ЧУНДЕРОВА, А.И. 1980. *Методика определения активности инвертазы в почве* // Микробиологические и биохимические исследования почв. С. 148 – 150.
87. ШОТТ, П.Р. 2005. Улучшение обеспеченности зерновых культур азотом с помощью ризосферных азотфиксирующих бактерий. *Вузовская наука – сельскому хозяйству (Международная научно-практическая конференция): сборник статей. Книга 1.* – Барнаул: изд-во АГАУ, с. 172-175.
88. ШПААР, Д. 2007. *Рапс и сурепица*. Москва, 320 с.
89. ШПААР, Д.; МАКОВСКИ, Н.; ЗАХАРЕНКО, В. и др. 1999. *Рапс*. Минск, 208 с.
90. ЯСОНИДИ, О. Е.; ИВАНОВА, Н. А.; ГОСТИЩЕВ, В. Д. 2007. *Фотосинтез элементами математического программирования урожайности сельскохозяйственных культур*. Под ред. Ясониди О.Е. Новочеркасск, 52 с.