

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
CHEMINĖS TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS

Marijus Grodickas

BIRIŪJŲ NPK TRAŠŲ SU BIOAKTYVIAIS PRIEDAIS GAMYBOS TECHNOLOGIJA

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas

Prof. dr. Saulius Kitrys

KAUNAS, 2018

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
CHEMINĖS TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS

**BIRIŪJŲ NPK TRAŠŲ SU BIOAKTYVIAIS PRIEDAIS GAMYBOS
TECHNOLOGIJA**

Baigiamasis magistro projektas

Chemijos inžinerija (621H81004)

Vadovas

Prof. dr. Saulius Kitrys

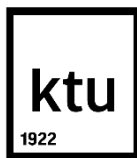
Recenzentas

Doc. dr. Rasa Šlinkšienė

Projektą atliko

Marijus Grodickas

KAUNAS, 2018



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
CHEMINĖS TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS**

Marijus Grodickas

Chemijos inžinerija (621H81004)

**„BIRIŪJŲ NPK TRĄŠŲ SU BIOAKTYVIAIS PRIEDAIS GAMYBOS
TECHNOLOGIJA“**

AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

Patvirtinu, kad mano, Marijaus Grodicko, baigiamasis projektas tema „BIRIŪJŲ NPK TRĄŠŲ SU BIOAKTYVIAIS PRIEDAIS GAMYBOS TECHNOLOGIJA“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

Aš suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo faktui, man bus taikomos nuobaudos, remiantis Kauno technologijos universitete galiojančia tvarka.

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
CHEMINĖS TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS

Tvirtinu:
Cheminės technologijos fakulteto dekanas
prof. dr. E.Valatka

Suderinta:
Fizikinės ir neorganinės chemijos katedros vedėja
prof. dr. I. Ancutienė

Dekano įsakymas Nr. *ST18-F-02-03*
2018 m. balandžio mėn. 11 d.

2018 m. vasario mėn. 05 d.

MAGISTRO BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS

Išduota studentui Marijui Grodickui

1. Darbo tema: Biriųjų NPK trąšų su bioaktyviais priedais gamybos technologija
2. Darbo tikslas – nustatyti kompleksinių trąšų su bioaktyviais priedais gavimo sąlygas ir pasiūlyti gamybos technologiją.
Uždaviniai:
 1. Išanalizuoti literatūrą apie kompleksines trąšas, gamybos technologijas ir bioaktyvius priedus.
 2. Parinkti ir įsisavinti trąšų tyrimų metodikas;
 3. Laboratorinėmis sąlygomis nustatyti kompleksinių NPK trąšų su bioaktyviais priedais gavimo sąlygas ir produktų savybes;
 4. Atlikti pramoninius gamybos bandymus ir pasiūlyti gamybos technologiją ir įrengimus;
3. Darbe turi būti visos privalomos baigiamojo projekto sudėtinės dalys kaip nurodyta dekanų potvarkiu Nr. ST25-F-02-12 patvirtintuose „Pirmosios pakopos Cheminė technologija ir inžinerija ir antrosios pakopos Chemijos inžinerija studijų programų baigiamųjų projektų rengimo ir gynimo metodiniuose nurodymuose“.

Užduoties išdavimo data 2018 m. vasario mėn. 05 d.

Užbaigto darbo pateikimo terminas 2018 m. gegužės 31 d.

Vadovas: prof. Saulius Kitrys
(vardas, pavardė)

(parašas, data)

Užduotį gavau: Marijus Grodickas
(studento vardas, pavardė)

(parašas, data)

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1.1 pav. Gyventojų skaičiaus kaita nuo 1700 iki 2050 m.	11
1.2 pav. Trąšų poreikis ir naudojimas pasaulyje 2018 m.	12
1.3 pav. Bakterijos	18
1.4 pav. Principinė technologinė granuliavimo su humusu schema	23
2.1 pav. Fosfix biologinis preparatas.....	24
2.2 pav. Azofix biologinis preparatas.....	25
2.3 pav. Biofert biologinis preparatas.....	25
2.4 pav. Principinė bakterijų tikrinimo schema.....	26
2.5 pav. Laboratorinis modelinis būgninis granulatorius–džiovykla.....	27
2.6 pav. Vaško ir bakterijų Fosfix bandymo blokinė schema.....	33
2.7 pav. Prekinės produkcijos kiekio priklausomybė nuo drėgmės, %.....	36
2.8 pav. Bakterijos po granuliavimo.....	40
2.9 pav. Higroskopiškumo nustatymas su vandeniu.....	40
2.10 pav. Higroskopiškumo nustatymas su natrio nitritu.....	41
2.11 pav. Trąšų testas su vandeniu.	41
2.12 pav. Trąšų testas su natrio nitritu.....	41
3.1 pav. Trąšų gamyklos principinė technologinė schema.....	42
3.2 pav. Proceso apkrovų grafikai eksperimento metu.....	45
3.3 pav. Bakterijų mėginių vaizdas iš skirtingų paėmimo vietų.....	47
3.4 pav. NPK trąšų gamybos schema.....	50
3.5 pav. Rekomenduojama bakterijų dozavimo linija.....	52
3.6 pav. Bakterijų išpurškimo schema fasavimo metu.....	53
3.7 pav. Vaško – bakterinio preparato išpurškimo schema per bendrą purkštuką.....	54

LENTELIŲ SĄRAŠAS

2.1 lentelė. Tyrimo duomenys.....	29
2.2 lentelė. Cukrinių runkelių šakniavaisių derlius ir cukringumas.....	30
2.3 lentelė. Cukrinių runkelių šakniavaisių kokybės duomenys ir balto cukraus derlius.....	31
2.4 lentelė. Cukrinių runkelių derlingumas.....	32
2.5 lentelė. Granulimetrinė sudėtis be returo.....	35
2.6 lentelė. Apibendrinti duomenys be returo	36
2.7 lentelė. Granulimetrinė sudėtis žaliavų mišinyje, esant 20 % returo.....	37
2.8 lentelė. Apibendrinti duomenys žaliavų mišinyje, esant 20% returo.....	37
2.9 lentelė. Granulimetrinė sudėtis žaliavų mišinyje, esant 40 % returo.....	38
2.10 lentelė. Apibendrinti duomenys žaliavų mišinyje, esant 40 % returo.....	38
2.11 lentelė. Granulimetrinė sudėtis žaliavų sudėtyje, esant 60 % returo.....	39
2.12 lentelė. Apibendrinti duomenys žaliavų mišinyje, esant 60 % returo.....	39
2.12 lentelė. Cheminiai rodikliai.....	40
3.1 lentelė. Technologinio proceso parametrai.....	44
3.2 lentelė. Eksperimentinių trąšų su bakterijomis fizikiniai ir cheminiai rodikliai.....	45
3.3 lentelė. Palyginamieji trąšų fizikiniai ir cheminiai rodikliai.....	46
3.4 lentelė. Bakterijų skaičius mėginiuose.....	46
3.5 lentelė. Žaliavų kiekis vienai tonai produkto.....	47
3.6 lentelė. Žaliavų kiekis prie skirtingų našumų.....	47
4.1 lentelė. Pagrindinių rūšių degių ir nedegių savybių turinčių mineralinių trąšų charakteristikos	57

Grodickas Marijus. BIRIŪJŲ NPK TRĄŠŲ SU BIOAKTYVIAIS PRIEDAIS GAMYBOS TECHNOLOGIJA. Baigiamasis magistro projektas / vadovas Prof. dr. Saulius Kitrys; Kauno technologijos universitetas, Cheminės technologijos fakultetas.

Studijų kryptis ir sritis (studijų krypčių grupė): Inžinerijos mokslai E, Chemijos inžinerija E11
Reikšminiai žodžiai: trąšos, žaliavos, trąšų gamyba, analizės metodai, bakterijos
Kaunas, 2018. 63 p.

SANTRAUKA

Magistro baigiamajame darbe išnagrinėta biriųjų NPK trąšų su bioaktyviais priedais gamybos technologija, atlikti gamybiniai bandymai ir pateiktos technologinės rekomendacijos jų gamybai bei įrengimams.

Literatūros apžvalgoje aptarta trąšų atsiradimo istorija, jų klasifikavimas, granuliavimo būdai, vartojimo tendencijos, poveikis augalams. Pateikta informacija apie bioaktyvius priedus ir bakterijų būtinybę šiandieniniam žemės ūkiui. Tiriamojoje dalyje nurodytos naudotos žaliavos ir aptarti trąšų cheminės analizės metodai. Atlikti laboratoriniai bandymai su bioaktyviu priedu ir nustatytos trąšų granuliavimo savybės bei nustatyti cheminiai ir fizikiniai trąšų rodikliai. Taip pat buvo atlikti trąšos NPK 5-15-30+S+Zn su bioaktyviu priedu gamybinis bandymas ir pateiktas technologinės linijos patobulinimas bakterijų dozavimui. Dėl sveikesnės ir saugesnės darbo aplinkos buvo pateikti darbuotojų saugos ir sveikatos sprendimai.

Darbas susideda iš 63 puslapių: įvado, literatūros apžvalgos, tiriamosios dalies, bandymų rezultatų, rekomendacinės dalies su gamybinio bandymo išvadomis, darbuotojų saugos ir sveikatos, išvadų, naudotos literatūros sąrašo. Aiškinamajame rašte yra 20 lentelių, 23 paveikslai.

Grodickas Marijus. Production Technology of Solid NPK Fertilizers with Bioactive Additives. Master's Final Degree Project / supervisor prof. Saulius Kitrys; Faculty of Chemical Technology, Kaunas University of Technology.

Study field and area (study field group): Engineering Sciences E, Chemical Engineering E11
Keywords: fertilizers, raw materials, production of fertilizers, methods of analysis, bacteria
Kaunas, 2018. 63 pages.

SUMMARY

The Master's thesis carried out research in production technology of solid NPK fertilizers with bioactive additives. Manufacturing tests were performed and technological recommendations for their production and equipment were provided.

The literature reviews the history of fertilization, their classification, granulation methods, trends in consumption, and effects on plants. Information on bioactive additives and the need for bacteria in today's agriculture is provided. The research part describes the raw materials used and discusses the methods of chemical analysis of fertilizers. Laboratory tests with bioactive additives were carried out and the fertilizer granulation properties as well as the chemical and physical parameters of fertilizers were determined. A production test for fertilizer NPK 5-15-30+S+Zn with a bioactive additive was also carried out and a technological improvement of the bacterial dosing was presented. Workplace safety and health solutions were put forward for a healthier and safer working environment.

The work consists of 63 pages: introduction, literature review, research part, test results, recommendation part with manufacturing test conclusions, staff safety and health protection, conclusions and the list of references. The explanatory note contains 20 tables and 23 pictures.

TURINYS

IVADAS	10
1. LITERATŪROS APŽVALGA.....	11
1.1 Trąšų gamyba, vartojimas, tendencijos.....	11
1.2 Trąšų klasifikavimas	13
1.3 Trąšų poreikis augalams, augimo reguliatoriai	15
1.3.1 Bioaktyvus priedas – bakterijos	17
1.3.2 Bioplėvelės.....	19
1.3.3 Bakterijų vaidmuo žemės ūkyje.....	19
1.3.4 Mikroorganizmų vaidmuo dirvožemio derlingumui.....	20
1.4 Trąšų granuliavimas.....	21
2. TIRIAMOJI DALIS	24
2.1 Medžiagos ir metodai.....	24
2.1.1 Naudotos medžiagos.....	24
2.1.2 Tyrimo metodai.....	25
2.1.2.1 Trąšų cheminės analizės metodai.....	25
2.1.2.2 Trąšų fizikinių cheminių savybių nustatymo metodai.....	26
2.1.2.3 Bakterijų skaičiaus apskaičiavimas bandinyje.....	26
2.1.2.4 NPK trąšų granuliavimo metodika.....	27
2.2 Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas.....	28
2.2.1 Bandymai su bioaktyviomis bakterijomis, apipurkštomis ant trąšų paviršiaus.....	28
2.2.2 Granuliuotų NPK 5-15-30+S+Zn markės trąšų su bioaktyviais priedais gavimas ir savybės.....	33
3. REKOMENDACIJOS.....	42
3.1 NPK 5-15-30+S+Zn su biologiniu priedu gamybinis bandymas ir rezultatų aptarimas.....	42
3.2 Rekomenduojama gamybos schema ir įrengimai.....	49
3.3 Bakterinio preparato išpurškimo sistema prieš fasavimą.....	53
3.4 Bakterinio preparato išpurškimas kartu su vašku.....	54
4. DARBUOTOJŲ SAUGA IR SVEIKATA.....	55
IŠVADOS.....	59
LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	60
PRIEDAS.....	63

ĮVADAS

Šiuolaikinės augalininkystės uždavinys lieka nepakitęs – užauginti ekologiškai nepavojingą, aukštos kokybės derlių su optimaliomis išlaidomis. Specialistai nuolat ieško naujų sprendimų vieno iš svarbiausio elemento augalininkystėje – tręšimo produktų tobulinimo ir jau žengė naują žingsnį, didinant gaminamų trąšų efektyvumą. Sukurtos naujos kartos trąšos aktyvuoja augalų fiziologinius procesus ir leidžia augalams realizuoti užkoduotas genetines galimybes. Pirmieji naujos kartos trąšų privalumus išbandė ir įvertino žemdirbiai – cukrinių runkelių augintojai.

Žemdirbiai bei mokslininkai pastebėjo, kad dėl intensyvaus trąšų ir pesticidų naudojimo augalininkystės technologijose pastebimai sumažėjo biologinis dirvožemio aktyvumas, ko pasekmė – augančios išlaidos siekiamam derliui gauti. Esant nepakankamam dirvos biologiniam aktyvumui, augalinės liekanos užteršia dirvą patogenais. Mokslininkai, remdamiesi atliktais naujais mokslininkų tyrimais ir siekdami optimizuoti augalų tręšimą, sukūrė trąšas, kurių efektyvumui aplinkos veiksniai turėtų mažiausiai įtakos.

Darbo tema - Biriųjų NPK trąšų su bioaktyviais priedais gamybos technologija.

Darbo tikslas - nustatyti kompleksinių trąšų su bioaktyviais priedais gavimo sąlygas ir pasiūlyti gamybos technologiją.

Uždaviniai:

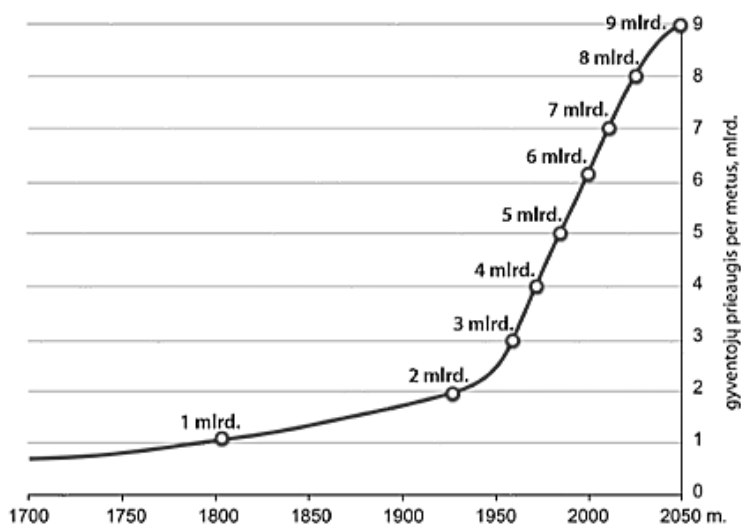
1. Išanalizuoti literatūrą apie kompleksines trąšas, gamybos technologijas ir bioaktyvius priedus.
2. Parinkti ir įsisavinti trąšų tyrimų metodikas;
3. Laboratorinėmis sąlygomis nustatyti kompleksinių NPK trąšų su bioaktyviais priedais gavimo sąlygas ir produktų savybes;
4. Atlikti pramoninius gamybos bandymus ir pasiūlyti gamybos technologiją ir įrengimus;

1. LITERATŪROS APŽVALGA

1.1 Trąšų gamyba, vartojimas, tendencijos

Medžiagos derlingumui gerinti buvo pradėtos naudoti dar prieš Kristaus amžių. Senovės Egipte pagrindinis šaltinis dirvos gerintojų buvo Nilo upė, kuomet atslūgus išsiliejusiam vandeniui visos maistingosios medžiagos pasilikdavo ant žemės paviršiaus. Taip pat buvo naudojama upių ir pelkių purvas, susikaupiantis drėkinimo kanaluose, bei miestuose susidariusios įvairios atliekos. Vėliau buvo pastebėta įvairių rūšių mėšlo veiksmingumas siekiant gauti didesnę derlių. Laikui bėgant buvo pradėta kompostuoti medžių lapus su įvairiomis kiemo šiukšlėmis, pelenais bei dumbliu kas taipogi buvo naudojama kaip trąša. Vėlyvaisiais viduramžiais pradėjo rasti naujos medžiagos žemės ūkio sektoriuje kaip humusas, kuris praplėtė naudojamų trąšų sąrašą. Šie derlingumo gerintojai buvo pavadinti organinėmis trąšomis. Kita trąšų grupė pagal skirstymą yra mineralinės arba neorganinės trąšos, kurios kaip ir organinės buvo naudojamos nuo senų laikų. Dažniausiai tai būdavo įvairios gamtinės uolienos ar iškasenos, pelenai, druskos turinčios savo sudėtyje įvairių maistinių elementų reikalingų augalams bei dirvai [1].

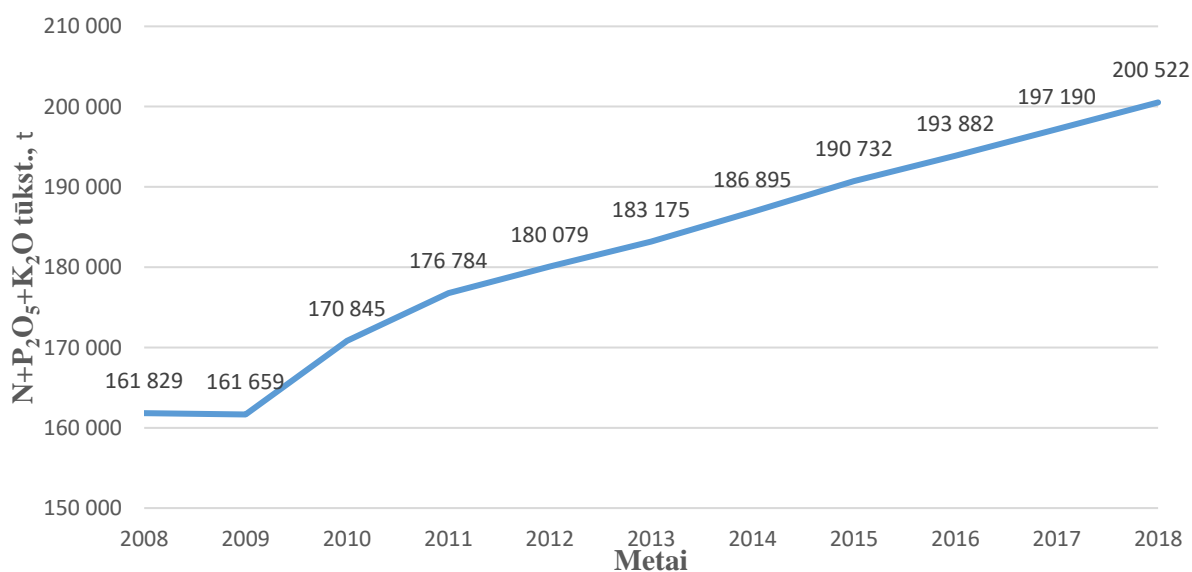
Noras gauti gausesnį derlių nedidinant žemės ploto, agronomus bei kitus žemės ūkio specialistus vertė ieškoti naujų būdų kaip tą padaryti. Prie trąšų naudojimo bei jų įvairovės didinimo prisidėjo ir 19 – 20 amžiaus proveržis chemijos pramonėje. Mokslininkai atrado vis daugiau būdų pagaminti tikslines trąšų markes pagal poreikį kiekvienai žemės klasei ar augalų rūšiai. Šio laikotarpio rezultatas ir šiandien plačiai žinomos tokios trąšos kaip superfosfatas, kalio chloridas, amoniakas, karbamidas, salietra, amonio sulfatas ir kt. Tačiau niekas nestovi vietoje. Pasaulio raida vyksta vis intensyviau. Žemės ūkis negali atsilikti ir priverstas intensyvinti jį, gauti daugiau produkcijos iš to pačio ploto vieneto nei anksčiau ar ieškoti kitų galimybių kaip aprūpinti maistu augančią žmonių populiaciją planetoje dėl gerėjančių gyvenimo sąlygų (1.1 pav.) [2].



1.1 pav. Gyventojų skaičiaus kaita nuo 1700 iki 2050 m. [3]

Didelę reikšmę žemės ūkio intensyvinimui turėjo ir agronomijos mokslo pažanga: gebėjimas išsiaiškinti kokių ir kiek tiksliai reikia maistinių elementų kiekvienai augalų šeimai augančiai skirtinguose dirvožemiuose; prie kokių sąlygų vyksta geriausias medžiagų įsisavinimas; kokia dirvožemio sudėtis turi būti; kokia reikalinga apsauga nuo kenkėjų; sėklų parinkimas ir panašiai. Tik esant pilnai subalansuotam procesui bus pasiektas maksimalus rezultatas. Trąšų gamybos bei chemijos pramonė taip pat išstobulėjo, ypač kompleksinių trąšų gamybos būdai. Buvo atrasti būdai kaip naudojant įvairias vienanares, dvinares trąšas ar kitas žaliavas, turinčias savo sudėtyje maistinių elementų, pagaminti trąšas, susidedančias iš pagrindinių maistinių elementų ir mikroelementų įvairiais santykiais, priklausomai nuo poreikio [4].

Ypatingai kompleksinės trąšos išpopuliarėjo dvidešimto amžiaus antroje pusėje, kuomet konkurencija skatino, o paklausa reikalavo itin tikslaus maistinių elementų santykio kiekvienu atveju atskirai vienoje granulėje. Pažangus ūkis norėjo vieno bėrimo metu su mažiausiomis laiko ir kaštų sąnaudomis pasiekti kuo geresnį rezultatą. Trąšų formulių skaičius ženkliai išsiplėtė, tręšimui nepakako jau tokių formulių kaip: NPK 16-16-16, NPK 10-20-20, NPK 8-15-30, NPK 10-26-26, NPK 5-15-30. Dėka pažangių technologijų, atsirado galimybė pagaminti sekančias formules: NPK 17-6-11+Mg+S+B, NPK 8-20-30+S+Zn, NPK 4-12-30+Na+S+B, NPK 10-22-15+S+B+Mn, NPK 12-8-16+Mg+S+B+Fe (SOP), NPK 12-12-17+Mg+S+B, NPK 14-14-18+S+B ir t.t. Kai kurių gamintojų gaminamų skirtingų formulių skaičius siekia daugiau nei 100 ar net daugiau. Gamintojai geba prisitaikyti pagaminti nišinę formulę bei nedidelį kiekį, kiekvienu atveju atskirai pagal šiuolaikinio kliento poreikį (1.2 pav.) [5].



1.2 pav. Trąšų poreikis ir naudojimas pasaulyje 2018 m. [5]

Per pastaruosius du dešimtmečius pastebimas spartus žemės ūkiui skirtų biologinių produktų apyvartos didėjimas. Tokį šios verslo šakos augimą lėmė noras išlikti konkurencingu ieškant būdų, kaip pakelti sumažėjusį natūralų derlingumą, patenkinti įnoringo kliento poreikius bei įveikti intensyvėjančio ūkininkavimo keliamus iššūkius: dirvos nualinimas, organinių medžiagų skaidymosi sutrikdymas, dirvožemio tarša pesticidais ir atsparumo pesticidams išsivystymas [6]. Mikrobiologinių preparatų naudojimas suteikia galimybę iš esmės padidinti ūkio produktyvumą mažomis sąnaudomis ir aplinkai draugiškais metodais. Kiekviena mikroorganizmų – bioaktyvatorių rūšis atlieka tam tikrą funkciją dirvoje. Į preparatų sudėtį įeinantys mikroorganizmai paprastai pasižymi bent viena iš šių savybių: antagonistiškai veikia augalų kenkėjus ar ligų sukėlėjus (biologinę kontrolę atliekantys mikroorganizmai); pagreitina organinių medžiagų skaidymąsi dirvožemyje; pagerina mitybinių medžiagų įsisavinimą per sąveiką su augalų šaknimis; dalyvauja mitybos elementų virsmuose į augalams prieinamas formas (azoto fiksacijoje, fosfatų tirpinime, geležies, cinko ir sieros atpalaidavime iš sudėtingų, augalams neprieinamų junginių); į aplinką išskiria augalų augimą skatinančius fitohormonus. Intensyvaus ūkininkavimo lydimas dirvos nualinimas dažnai susijęs su sėjomainos nesilaikymu ir pesticidų naudojimu - patekę į dirvožemį šie neigiamai veikia netikslinius organizmus, dalyvaujančius organinių medžiagų skaidyme ir makroelementų apytakos cikluose [7]. Lengvai įsisavinamos mineralinės trąšos didina jomis mintančių mikroorganizmų kiekį dirvoje, o šie savo ruožtu išstumia sudėtingesnių dirvožemio junginių skaidytojus ir atmosferos azoto fiksatorius. Tokie dėl dirvožemio mikrofloros disbalanso atsiradę medžiagų apytakos sutrikimai natūraliai susitvarkytų kelis metus lauko nedirbant, bet šis variantas sunkiai įmanomas dėl ekonominių sumetimų. Todėl organinių medžiagų skaidymąsi pagreitinančių, azotą fiksuojančių, fosfatus tirpinančių ir mikroelementus atpalaiduojančių mikroorganizmų naudojimas dirvožemio būklei pagerinti yra aplinką tausojanti alternatyva. Į kompleksinių žemės ūkiui skirtų mikrobiologinių preparatų sudėtį paprastai įeina bakterijų kultūros, mikroskopinių grybų kultūros, biologiškai aktyvios ir pagalbinės medžiagos, skirtos augalų mitybai ar mikroorganizmų įsitvirtinimui dirvoje palengvinti. Didžiausia yra mikrobiologinių preparatų sudėtyje esančių bakterijų įvairovė, dalis kurių pasižymi daugiau nei viena pageidaujama savybe.

Sumažėjus natūraliam žemės derlingumui, investicijos į ūkį didėja neadekvačiai gaunamam pelnui, tačiau šiai dienai to neužtenka. Reikia dar daugiau tikslumo, dar labiau prisitaikyti prie kiekvieno augalo, dar labiau gilintis į kitas smulkesnes detales norint išlikti konkurencingu ir įtikti įnoringam klientui ar pažangiam agronomui [8].

1.2 Trąšų klasifikavimas

Trąšų klasifikavimas įvairiose šalyse skiriasi, nes klasifikavimo kriterijai labai nevienodi.

Pagal prigimtį trąšos skirstomos į neorganines, organines ir organines mineralines trąšas [9].

Neorganinės trąšos – tokios trąšos, kuriose maisto medžiagos yra neorganinių druskų pavidalo.

Mineralinės trąšos – neorganinės kilmės produktai, gaunami pramoniniu būdu chemiškai arba mechaniškai perdurbant neorganines žaliavas, pvz., gamtinius fosfatus – apatitą arba fosforitą, dolomitą, kalio druskas ir kitas [10].

Organinės trąšos – trąšos, kuriose daugiausia yra augalinės ir (arba) gyvūninės kilmės anglies junginių. Tai mėšlas, srutos, durpės, šiaudai, dumblas, pramoninės atliekos (išspaudos), kanalizacijos nuotekos, žalioji trąša, taip pat įvairūs produktai, gaunami perdurbant augalinės ir gyvūninės kilmės žaliavas: kraujamilčius, kaulamilčius, žuvų miltus, guaną, kompostą.

Organinės mineralinės trąšos – tokios trąšos, kuriose esančios maisto medžiagos yra organinės ir neorganinės kilmės. Jos gaunamos maišant organines ir neorganines trąšas arba produktus. Organinėse mineralinėse trąšose yra organinių ir neorganinių junginių. Tai tokios trąšos, kuriose be pagrindinių maisto elementų (NPK) taip pat yra ir gyvų organizmų [11]. Trąšose esantys mikroorganizmai atstato natūralų dirvožemio maistinių medžiagų ciklą ir terpę. Naudojant organines mineralines trąšas, galima auginti sveikus augalus kartu didinant ir dirvožemio tvarumą [12]. Tai išskirtinai natūralus produktas, skirtas įvairioms augalų kultūroms. Išsiskiriančios dideliu mikro ir makro elementų kiekiu bei įvairiais mikroorganizmais, šios trąšos padeda augalams greičiau prigyti dirvožemyje, o taip pat stipriai veikia jų augimo procesą. Tiek viršutiniame, tiek gilesniame dirvožemio sluoksnyje paskirstytos biologinės trąšos augalams padeda įsisavinti didesnę maistinių medžiagų kiekį, dėl ko suaktyvėja šaknų ir antžeminės dalies vystymasis. Šios trąšos taip pat sumažina sunkiųjų metalų bei nitratų įsisavinimo procesą, todėl augalai ima geriau augti, žydėti, daržovėse padidėja vitaminų, baltymų ir cukraus kiekis. Organinės mineralinės trąšos tinka tiek ankstyvam pavasario, tiek rudens tręšimui [13].

Pagal pagrindinių maisto elementų skaičių trąšos skirstomos:

- paprastąsias arba vienanares, kurių sudėtyje yra tik vienas elementas, pvz., kalio chloridas (KCl);
- sudėtines, kai vienoje granulėje yra mažiausiai du elementai, pvz., kalio nitratas (KNO_3);
- kompleksines – kai vienoje granulėje yra mažiausiai du pagrindiniai maisto elementai, pvz., diamofoska (NPK 10-26-26);
- trąšų mišinius – mechaniškai sumaišytos kelios trąšų rūšys, turinčios savo sudėtyje mažiausiai du maisto elementus, bet skirtingose granulėse.

Trąšų mišiniai – produktas, gaunamas mechaniškai sumaišant trąšas, kuriose yra ne mažiau negu dvi pagrindinės maisto medžiagos. Maišomos miltelių pavidalo arba granuliuotos trąšos. Atsižvelgiant į dirvos cheminę sudėtį bei auginamus augalus iš įvairių azoto, fosforo, kalio trąšų,

pridedant sieros, kalcio, magnio ir mikroelementų junginių gaminami labai skirtingos sudėties ir koncentracijos biriųjų trąšų mišiniai [14].

Galimi du trąšų mišinių naudojimo būdai:

- pagaminti biriųjų trąšų mišiniai iš karto vežami ūkininkui į laukus;
- išankstinė trąšų mišinių gamyba, vėliau juos laikant gamintojo arba vartotojo sandėliuose [15].

Trąšų mišinius gaminant iš anksto ir juos laikant sandėliuose kokybiniai reikalavimai didesni. Trąšų mišiniams gaminti gali būti naudojamos įvairios paprastosios ir sudėtinės trąšos: amonio sulfatas, amonio nitratas, karbamidas, amofosas, diamofosas, paprastasis ir dvigubasis superfosfatas, kalio chloridas ir sulfatas, kalio magnezija bei kitos. Naudojami komponentai turi būti kuo mažesnio drėgnio, didesnio granuliu stiprio, panašios granulimetrinės frakcijos ir kuo mažiau higroskopiški.

Trąšų mišinių kokybę, cheminę sudėtį ir fizikines savybes lemia cheminiai procesai, kurie gali vykti sumaišant komponentus atsizvelgiant į komponentų reakcingumą, aplinkos drėgmę ir temperatūrą. Didėjant aplinkos oro temperatūrai ir santykiniam drėgniui reakcijos greitis tarp komponentų didėja [10].

1.3 Trąšų poreikis augalams, augimo reguliatoriai

Trąšos yra skirtos gerinti augalų augimo kokybę dirvožemyje, taip pat gali sukurti geresnę augimo aplinką nei natūralus dirvožemis. Jos taip pat gali būti parenkamos pagal auginamų pasėlių tipą. Paprastai trąšas sudaro azoto, fosforo ir kalio junginiai. Jose taip pat yra mikroelementų, kurie pagerina augalų augimą.

Žemės ūkio augalų auginime svarbu ne tik paruošti dirvą ir pasėti, bet įgyvendinti bei suprasti visą kompleksą priemonių bei metodų, reikalingų derliui išauginti. Viena svarbiausių priemonių derliui išauginti – tręšimas. Žalioji masė išauginama dėl augalų sugebėjimo saulės šviesą fotosintezės pagalba paversti chemine energija. Šiuo metodu augalai sukaupia organinę medžiagą iš mineralinių medžiagų. Be saulės, augalams reikia vandens. Mineralinės medžiagos, esančios dirvožemyje, be lietaus ar laistymo nebūtų prieinamos augalams, nebent jos yra ištirpusios dirvožemio terpėje [11]. Cheminiai elementai, būtini augalams augti, vadinami augalų maisto medžiagomis [16].

Augalų maisto medžiagas, reikalingas augalams augti, galime skirstyti į tris grupes:

- pagrindinės maisto medžiagos: azotas, fosforas, kalis;
- antrinės maisto medžiagos: kalcis, magnis, natriis ir siera;
- mikroelementinės maisto medžiagos: boras, cinkas, geležis, kobaltas, manganas, molibdenas ir varis.

Tręšimas maisto medžiagomis turi būti subalansuotas, nes tiek pagrindinės medžiagos, tiek mikroelementai veikia ne kiekvienas atskirai, o komplekse su kitais. Todėl, esant vienos kurios nors maisto medžiagos ar mikroelemento trūkumui arba pertekliui, augalui gali sutrikti kitos mineralinės medžiagos ar mikroelemento įsisavinimas. Daugeliu atveju maisto medžiagų trūkumai gali būti „užmaskuoti“ pvz., nematomi arba pasireikšti ligų proveržiais. Jeigu trūkumas didelis, ant augalo atsiranda charakteringi maisto medžiagų trūkumo bruožai ir tuomet būtinas skubus pataršimas reikiamomis maisto medžiagomis [11].

Pagrindinės trąšų sudedamosios dalys yra maistinės medžiagos, kurios yra būtinos augalų augimui. Augalai naudoja azotą baltymų, nukleino rūgščių ir hormonų sintezėje [16] Azotas, kaip sudėtinė chlorofilo dalis, yra labiausiai augalo augimą skatinanti maisto medžiaga. Augale azotas skatina ir reguliuoja daugelį augimo ir vystymosi procesų. Augalai azotą ima iš dirvožemio nitratų (NO_3^-) ir amonio (NH_4^+) jonų pavidalu. Trūkstant azoto sulėtėja augimas, sumažėja chlorofilo kiekis, lapai būna maži, pailgi, šviesiai žali, vėliau pagelsta. Azoto stygiaus požymiai labiausiai pastebimi, kai oras yra vėsus ir lietingas. Dirvožemyje azotas atsipalaiduoja yrant organinei medžiagai. Tačiau pagrindinis maisto medžiagų šaltinis yra organinės ir mineralinės trąšos. Augalai, tinkamai pataršti azotu, saikingai naudoja vandenį, todėl mažiau nukenčia nuo sausros. Augalų vegetacijos pradžioje labai svarbu pakankamai aprūpinti azotu, kad greičiau išsivystytų didesnis asimiliacinis paviršius. Tačiau vegetacijos antroje pusėje azotas labiau veikia derliaus kokybę. Trūkstant azoto, augalams būdingas augimo sulėtėjimas ir lapelių gelsvumas [12].

Augalams taip pat reikia fosforo, įeinančio į nukleino rūgščių, fosfolipidų ir kai kurių baltymų sudėtį [16]. Fosforas yra labai svarbus fotosintezės, kvėpavimo, oksidacijos procesams, augaluose esančių medžiagų ir energijos apykaitai. Jaunuose augalų šaknų ir lapų audiniuose fosforo randama iki kelių tūkstančių kartų daugiau negu senuose, nustojusiuose augti. Todėl fosforas ypač reikalingas pradiniais augimo tarpsniais šaknų veiklai ir lapų augimui. Fosforo stygiaus ankstyvaisiais augimo tarpsniais vėliau kompensuoti neįmanoma nors ir gausiai tręšiant. Trūkstant fosforo lapai būna smulkūs, tamsiai žali, violetinio arba rausvo atspalvio, apatinių lapų pakraščiai tamsiai rudi, užsiritę į viršų. Neutraliuose ir šarminiuose dirvožemiuose augalai fosforą iš dirvožemio daugiausia ima hidrofosfatų (HPO_4^-) pavidalu. Tačiau didžioji dalis Lietuvos dirvožemių augalams prieinamo fosforo turi mažai. Todėl pagrindinis augalų fosforo šaltinis yra trąšos [12]. Esant nepakankamam fosforo kiekiui, augalų augimas sumažėja [16].

Kalis – viena iš pagrindinių medžiagų, kurią augalai gauna iš dirvožemio. Jis naudojamas baltymų sintezėje ir kituose pagrindiniuose augalo procesuose. Kalis yra normalaus ir sveiko augalo augimo ir vystymosi veiksnys. Jis nesudaro augale pastovių junginių (kaip azotas ir fosforas), bet dalyvauja svarbiausiuose augalo vystymosi procesuose (padeda chlorofilui veiksmingai naudoti saulės energiją, dalyvauja organinių medžiagų ir cukrų sintezės, jų apykaitos

bei vandens cirkuliacijos procesuose, didina druskų koncentraciją augalų sultyse), todėl padidėja augalo atsparumas šalčiui, sausrai ir kitoms nepalankioms sąlygoms. Augalai paima kalį K^+ jonais. Jo daugiau būna sunkesnės granuliometrinės sudėties dirvožemiuose. Iš lengvų dirvožemių kalis lengvai išplaunamas, todėl jo atsargos lengvuose dirvožemiuose yra menkos. Augalams trūkstant kalio lapai pradeda garbanotis, būna tamsiai žali su melsvu atspalviu, vėliau apatinių lapų pakraščiai ima ruduoti, ilgesnį laiką kalio stygių patiriančių augalų lapų pakraščiai pradeda džiūti [12]. Augalų gelsvumas, jų stiebų bei šaknų silpnumas rodo, kad augalams trūksta kalio [16].

Augalų augimui ir vystymuisi didelės įtakos turi hormoninė sistema, veikianči ląstelėje, audinyje ir visame augale. Naudojant augimo reguliatorius – galima pakeisti augalo hormonus, jų kiekį skirtinguose augalo organuose ir taip pakeisti augalo augimą bei vystymąsi tam tikra linkme. Augimo reguliatoriai – tai biologiškai aktyvios medžiagos, kurių net maži kiekiai sukelia didelius pokyčius augalo augimo ir vystymosi procesuose [16]. Patekę į augalą, jie įsitraukia į medžiagų apykaitos procesus ir turi jiems įtaką. Bioaktyvatoriai veikia augalo reguliavimo sistemą, kuri nulemia augimą ir vegetacijos stadijų pokyčius [17].

Biologiškai aktyvios medžiagos veikia fitohormoninę augalo sistemą, reguliuoja ją, t. y. tarsi balansuoja fitohormonų veiklą, taip intensyvindamos augalų augimą, gerindamos derliaus kokybę. Svarbi biologiškai aktyvių medžiagų savybė – jų gebėjimas didinti augalų atsparumą ligoms, kenkėjams bei nepalankioms klimato sąlygoms.

Dėl augimo reguliatorių vyksta biocheminiai ir fiziologiniai pokyčiai augalo ląstelių bei organų lygmenyje ir kurių labai mažos koncentracijos būtinos pradėti, taip pat reguliuoti fiziologinius bei morfogenetinius procesus. Augimo aktyvatoriai yra naudojami: šaknijimuisi paskatinti, augimui paspartinti, apsaugoti nuo nepalankių meteorologinių sąlygų, augalams, nukentėjusiems nuo nepalankių veiksnių ar ligų, sustiprinti, butonizacijai ir žydėjimui suaktyvinti, augalų bendram imunitetui stiprinti.

Bioaktyvatoriai skatina geresnį maisto medžiagų įsisavinimą, taip pat leidžia sumažinti reikalingą trąšų kiekį. Pastaruoju metu į trąšas pridedama ir biologiškai aktyvių medžiagų [18].

1.3.1 Bioaktyvus priedas - bakterijos

Bakterijos – patys seniausi ir mažiausi mikroorganizmai, kurie plika akimi yra nematomi. Jų sandarą, išvaizdą ir kaip sąveikauja viena su kita galima pamatyti tik naudojant mikroskopą [19].



1.3 pav. Bakterijos [20]

Pirmųjų bakterijų sandara buvo labai paprasta, bet laikui bėgant jos vystėsi, mutavo, kūrė kolonijas ir prisitaikė prie naujų aplinkos sąlygų. Skirtingų tipų bakterijos bendradarbiauja viena su kita, pasikeisdamos amino rūgštimis, kurios reikalingos tolimesniam augimui ir vystymuisi.

Mokslininkai yra atradę ir suskaičiavę apie daugiau nei 1 mln skirtingų rūšių bakterijų – tai labiausiai paplitę planetoje mikroorganizmai, kurie yra vadinamai įvairiausiais vardais. Bakterijų privalumas – kiekis, jos gyvena kolonijomis, viena su kita sąveikauja, geba gerai prisitaikyti prie besikeičiančių supančios aplinkos sąlygų. Bakterijos pagal savo formą gali būti skirtingų rūšių [21].

Danų mokslininkas Gans Gram prieš maždaug 100 metų nustatė, kad bakterijos gali turėti teigiamą gramo ženklą arba neigiamą. Prie teigiamo gramo ženklo priskiriamos bakterijos, kurios su dažančiomis medžiagomis sudaro ilgalaikį ir tvirtą ryšį, kuris stiprėja paveikus jodu. Turinčios neigiamą ženklą – atvirkščiai, nejautrios dažikliui, nes jų apvalkalas yra gerai apsaugotas. Šiandien šis testas naudojamas medicinoje kaip vienas iš gliukozės membranų tyrimo metodų mikrofloros sudėčiai nustatyti. Prie gramo neigiamų priskiriamos chlamidijos, riketsijos. Prie gramo teigiamų – stafilokokai, streptokokai, korinbakterijos.

Pačios primityviausios bakterijos gyvena giliai po vandeniu. Jų gyvybinei veiklai palaikyti deguonis yra nereikalingas. Labiau išsivysčiusios kolonijos emigravo į žemės paviršių ir pasiliko čia gyventi toliau. Norėdamos daugintis ir vystytis tokios bakterijos, privalo gauti deguonies. Atsižvelgiant į priklausomybę nuo deguonies, mikroorganizmų grupė vadinama aerobinėmis ir anaerobinėmis.

Aerobinėms bakterijoms reikia deguonies vystymuisi ir kvėpavimui, jos gyvena laisvai išorinėje aplinkoje. Anaerobiniai mikroorganizmai gali augti ir daugintis be deguonies, pvz. fuzobakterijos vengia molekulinio deguonies. Yra bakterijų, kurios geba vystytis tiek su deguonimi, tiek be jo.

Biologai bakterijas išskiria į atskirą karalystę, nes jos skiriasi nuo kitų gyvų būtybių. Tai vienaląsčiai organizmas be branduolio viduje. Jų forma gali būti rutulio, kūgio, lazdelės, spiralės formos. Prokariotinės bakterijos judėjimui naudoja žiuželius [22].

1.3.2 Bioplėvelės

Per milijardus metų, vienaląsčiai organizmai išmoko atpažinti ir išstumti tokias bakterijas už kolonijų ribų, kur amino rūgščių koncentracija nėra didelė. Esmė tame, kad dauguma mikroorganizmų egzistuoja bioplėvelėse, o ne kaip atskiros, pavienės laisvai plaukiojančios ląstelės. Bioplėvelės sudaro tarpaketrinė matrica ir bakterijos. Bioplėvelių susidarymas yra svarbus evoliucinis žingsnis siekiant išsaugoti koloniją nuo neigiamo aplinkos poveikio. Būtent bioplėvelė apsaugo bakterijas nuo antibiotikų poveikio. Taip pat šie aplankalai apsaugo prokariotines ląsteles nuo agresyvių cheminių medžiagų poveikio, todėl paviršius apdorojamas chloru ar kitomis dezinfekavimo priemonėmis ne visada garantuoja švarumą [19].

Bioplėvelė – tai yra mikroorganizmų sistema, kuri susideda iš kelių formavimosi etapų: sukibimo (sorbcija), fiksacijos, brendimo, augimo (bakterijų kaupimasis), dispersijos.

Procesai, vykstantys bioplėvelėje skiriasi nuo tų procesų, kurie vyksta su pavieniais mikrobais, nepriklausiančiais jokiai kolonijinei terpei. Kolonijos yra stabilios, mikrobai organizuoja vieningą elgesio reakcijų sistemą, reguliuodamos narių sąveiką matricoje ir už plėvelės ribų. Jų gebėjimas padaryti žalą pasireiškia tik po tam tikrų palankių sąlygų susidarymo. Bakterijų sąveika bioplėvelėse dar mažai iširta. Tačiau jau šiandien kai kurie mikrobai tapo žmonių padėjėjais atliekant restauravimo darbus, didinant dangų stiprumą. Europoje dezinfekcinių priemonių gamintojai siūlo apdoroti paviršius bakteriniais tirpalais, kurie neleidžia vystytis patogeninei florai. Bakterijos naudojamos sudaryti polimerų junginius, o ateityje jie gamins ir elektros energiją [20].

1.3.3 Bakterijų vaidmuo žemės ūkyje

Platus mikroorganizmų pasiskirstymas liudija apie jų didžiulį vaidmenį gamtoje. Su jų dalyvavimu susidaro įvairių organinių medžiagų skilimas dirvožemyje ir vandens telkiniuose, jie sukelia organinių medžiagų ir energijos apykaitą gamtoje; nuo jų veiklos priklauso dirvožemio derlingumas, akmens anglies, naftos ir daugelio kitų mineralų susidarymas. Mikroorganizmai dalyvauja ir kituose natūraliuose gamtos procesuose.

Daugelis mikroorganizmų yra naudojami pramonėje ir žemės ūkyje. Todėl duonos kepimas, pieno produktų gamyba, vyndarystė, vitaminų, fermentų, maistinių ir pašarinių baltymų, organinių rūgščių ir daug kitų medžiagų išskyrimas ar gavimas, naudojamų žemės ūkyje, pramonėje ir medicinoje yra paremti įvairių mikroorganizmų veikla. Ypač svarbu yra mikroorganizmų naudojimas augalininkystėje ir gyvulininkystėje. Nuo jų priklauso dirvožemio praturtinimas maistinėmis medžiagomis, kova su žemės ūkio ligų sukėlėjais naudojant mikrobu preparatus,

tinkamas paruošimas ir saugojimas pašarų, pašarinių baltymų, antibiotikų, skirtų gyvūnų pašarams sukūrimas [23].

Mikroorganizmai padeda sunaikinti dirbtinai susintetintas medžiagas, kurios patenka į dirvožemį ar vandens telkinius ir taip sumažina taršą.

Tačiau kartu su naudingais mikroorganizmais, egzistuoja ir didelė grupė mikrobu, vadinamais patogeniniais arba sukeliančiais įvairias žemės ūkio gyvūnų, augalų, vabzdžių ir žmonių ligas. Todėl kartais kyla žmonių ir gyvūnų užkrečiamų ligų epidemijos, kurios daro įtaką ekonomikos plėtrai ir visuomenės vystymuisi.

Naujausi moksliniai duomenys ne tik žymiai išplėtė žinias bei supratimą apie dirvožemio mikroorganizmų ir procesų, kuriuos jie sukelia aplinkoje, bet ir leido sukurti naujas vystymosi šakas žemės ūkyje bei pramonėje. Rasta dirvožemio mikroorganizmų galimybė sukurti biologiškai aktyvias medžiagas: vitaminai, amino rūgštys, augalų augimo stimulatorius ir t.t. Išskirti mikrobiniai preparatai, kurie padidina augalų gebėjimą įsisavinti azoto, fosforo bei kalio elementus iš aplinkos.

Naujų metodų atradimas paveldimumo procese ir gebėjimas suprasti patį procesą, leido plačiau naudoti mikroorganizmus žemės ūkio ir pramonės gamyboje [22].

1.3.4 Mikroorganizmų vaidmuo dirvožemio derlingumui

Dirvožemis yra pagrindinė žemės ūkio gamybos dalis. Visi žemės ūkio produktai susideda iš organinių medžiagų. Jų sintezė vyksta augaluose saulės energijos dėka. Organinių likučių skaidymas ir naujų junginių sintezė vyksta veikiant fermentams, kuriuos išskiria įvairios mikroorganizmų grupės. Taip pat vyksta nuolatinis nepertraukiamas procesas, kurio metu vieni mikrobai yra keičiami kitais.

Pagrindiniai tiekėjai maistinių medžiagų augalams yra aerobiniai mikroorganizmai, kuriems reikia deguonies. Todėl didinant dirvožemio porėtumą, vandens pralaidumą ir aeraciją susidaro geresnės sąlygos mikrobu veiklai, kas skatina augalų augimą ir didina derlingumą.

Pilnaverčiam augalų augimui reikalingos maistinės medžiagos, tokios kaip azotas, fosforas ir kalis. Tačiau norint pasiekti geriausią rezultatą, būtina naudoti ir mikroelementus. Pavyzdžiui, selenas, kuris veikia kaip biocheminių reakcijų katalizatorius ir be kurių augalai negali sukurti geros imuninės sistemos. Tokių mikroelementų tiekėjais yra anaerobiniai mikroorganizmai. Tai mikroorganizmai, kurie gyvena gilesniuose dirvožemio sluoksniuose ir kuriems deguonis yra kaip nuodai. Anaerobiniai mikroorganizmai gali pakelti mikroelementus, reikalingus augalams, iš gilesnių dirvožemio sluoksnių ir jais aprūpinti augalus.

Mikroorganizmai dirvožemyje sudaro sudėtingą biobendriją, kurioje jie yra susiję tarpusavyje sudėtingais santykiais. Kai kurie iš jų sėkmingai egzistuoja, o kiti savo veiklą nukreipę

priešinga linkme. Jų priešiškus dažiausiai pasireiškia tuo, kad vienos mikroorganizmų grupės išskiria specifines medžiagas, kurios slopina ar neleidžia kitiems organizmams vystytis [23].

1.4 Trašų granuliavimas

Granuliavimas yra vienas pagrindinių procesų, naudojamų daugelyje pramonės šakų (farmacijos, maisto, trašų, kuro ir t. t.). Granulės gali būti formuojamos iš smulkių miltelių, plastiškų masių, tirpalų ir suspensijų [24]. Trašų granulės turi būti mechaniškai tvirtos, gali būti sferinės arba kitokios, taisyklingos arba netaisyklingos formos ir gumulėlio pavidalo. Geriausia ir daugiausia naudojama trašų granulių forma yra sferinė, nes tada jos būna mechaniškai stipresnės, mažiau susitrina transportuojant, barstant tolygiau pasiskleidžia ant dirvos. Gaminamų mineralinių trašų granulių skersmuo dažniausiai yra 2–4 mm. Daugeliu atvejų granuluoti produktai yra pranašesni už miltelius, nes ilgiau išlieka birūs, nedulka, lengviau sijojami, ilgiau neišplaunami paviršiniaisiais vandenimis, dėl mažesnio paviršiaus sąlyčio ploto su dirvos komponentais jie ilgesnį laiką nepakinta dirvoje, todėl jais tręšiama efektyviau [10].

Gali būti granuliuojama įrenginiuose su pasyviu ir su aktyviu darbinio paviršiumi. Granuliuojant su pasyviu paviršiumi (besisukančiuose cilindrinuose arba kūginuose būgnuose arba besisukančiuose lėkštiniuose granuliuojant) granulės susidaro smulkiadispersiems dalelėms uždaru ciklu riedant besisukančios lėkštės arba vidiniu būgno paviršiumi bei pačiame riedančiame sluoksnyje ir dėl autohezzinių jėgų poveikio joms agreguojantis į sferines granules. Granuliavimo metu galima kartu sumaišyti ir birių medžiagų mišinio komponentus. Realiuose procesuose pradinių birių medžiagų dalelės gali būti netolygių matmenų, netolygiai dozuojamos bei sudrėkinamos rišamuoju skysčiu. Dėl šių priežasčių granuliuojant, ypač jo centrinėje zonoje, susidaro netolygių dydžių, stambesnės granulės. Todėl tais atvejais, kai reikia tolygaus dydžio granulių, gautos granulės klasifikuojamos pagal dydį ir per mažos granulės gražinamos pakartotinai granuluoti [24].

Trašų granuliavimo būdo parinkimas labiausiai priklauso nuo trašų komponentų fizikinių ir cheminių savybių bei agregacinio būvio, kuriam esant medžiagos granuluojamos, ir gali būti: sausų medžiagų granuliavimas drėkinant vandeniu arba garu; pulpos granuliavimas; lydalo granuliavimas; kompaktinis granuliavimas [25].

Norint parinkti naujam trašų mišiniui tinkamą granuliavimo būdą ir granuliuojant tipą, būtina išanalizuoti žinomų granuliuojant taikymą skirtingoms trašoms granuluoti, nes tam pačiam produktui gauti dažnai gali būti taikomi įvairūs būdai ir įrenginiai:

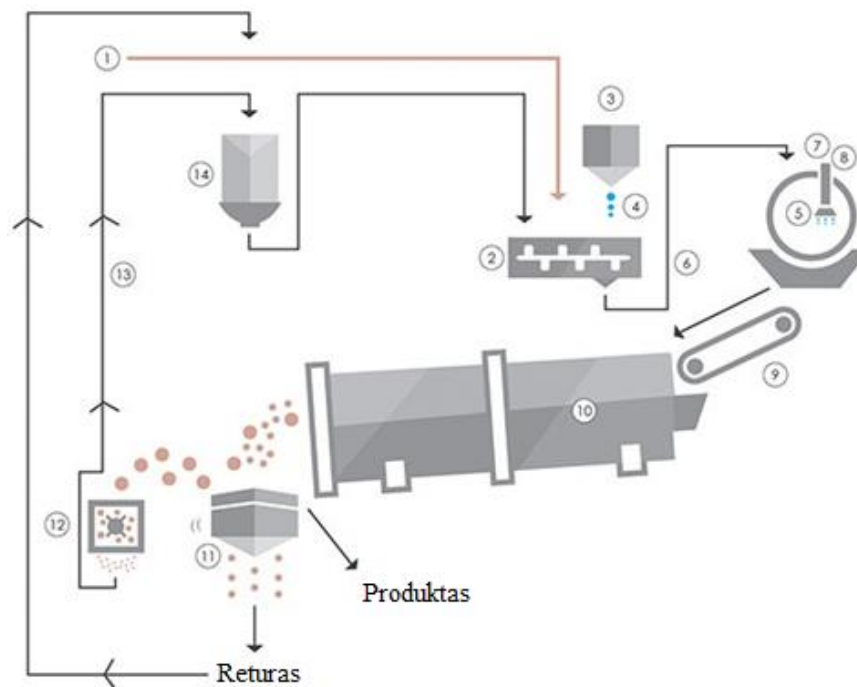
- būgninis granuliuojant;
- sraigtnis granuliuojant;
- lėkštnis (diskinis) granuliuojant;
- amonizatorius-granuluojant;

- būgninis granulatorius-džiovykla;
- verdančio sluoksnio granulatorius [26].

Paprasčiausiai sausosios trąšos granuliuojamos, kai sausas trąšų mišinys drėkinamas purškiant vandeniu ir mechaniškai maišomos dalelės aglomeruojasi į mažiau ar daugiau taisyklingas granules, kurios džiovinamos ir sijojamos [25]. Prekinės frakcijos granulės (2–4 mm) atskiriamos ir fasavimo įrenginiuose supilamos į įvairaus dydžio maišus arba laikomos sandėliuose palaidos. Didesnės kaip 4 ir 5 mm dalelės smulkinamos, sijojamos ir kartu su smulkiąja frakcija (<2 mm), kaip returas, grąžinamos į gamybos liniją maišymuisi su pradinėmis medžiagomis. Returas šiuo atveju yra dalelės, ant kurių vyksta kietos masės auginimas. Returo skaičius, t. y. jo masės santykis su gaminamo granuluoto produkto mase, priklauso nuo skystų ir kietų komponentų, tiekiamų į granulatorių, santykio, nuo jų savybių ir grauliavimo būdo [27].

Granuliavimas – tai aglomeracijos procesas, kai medžiagos dalelės „auga“ esant judėjimui ir skystam rišikliui ar vandeniui. Aglomeracijos procesai gali būti parinkti taip, kad atitiktų unikalius granuliuojamos medžiagos poreikius. Granuliavimas be standartinių stadijų (granuliavimas granulatoriuje, frakcionavimas, stambios frakcijos grąžinimas smulkinimui, smulkiosios frakcijos (returo) tiekimas granuliavimui) taip pat gali būti atliekamas tokiais etapais:

- 1) Medžiagos dalelės gali būti kondicionuojamos trintuvuose (mikseriuose). Ne visuose granuliavimo procesuose naudojamas išankstinis kondicionavimo etapas, tačiau tuose, kuriuose galima numatyti pridėtinę naudą, pvz., mažesnę kiekį rišiklio, didesnės apimties gamybą ir geresnę kokybę galutinį produktą.
- 2) Po išankstinio kondicionavimo medžiaga tiekama granuliavimui. Granuliuojama medžiaga nuolat tiekama į diskinį granulatorių ir drėkinama rišikliu purkštuvų pagalba.
- 3) Juostinis konvėjeris transportuoja granules į būgninę džiovyklą, produkto džiovinimui. Būgninėje džiovykloje granulės išdžiovinamos ir gaunamos reikiamos formos bei stiprumo [27].



1.4 pav. Principinė technologinė granuliavimo su humusu schema [27]:

1 – žaliavų tiekimas; 2 – trintuvas (mikseris); 3 – rišiklio talpa; 4 – purškimo srautas; 5 – būgninis granuliatorius; 6 – žaliavų tiekimas į granuliatorių; 7 – rišiklio padavimas; 8 – skystčio išpurškimo sistema; 9 – juostinis transporteris; 10 – būgninė džiovykla; 11 – vibruojantys sietai; 12 – malūnas; 13 – reciklas; ; 14 – tarpinis bunkeris

1.4 paveiksle pavaizduotas vienas iš galimų granuliavimo būdų. Gamybos būdas susideda iš tokių pagrindinių gamybos stadijų: žaliavų padavimas, maišymas, granuliavimas, džiovinimas, frakcionavimas. Viena iš svarbiausių šio granuliavimo būdo ypatybių yra tai, kad granuliavimo metu galima įterpti įvairius priedus skystam pavidale (amino rūgštis, bakterijos ir kt.) [27].

Be šio granuliavimo būdų dar yra tablečių ir lazdelių gamyba. Tačiau tai nėra populiaru ir pramoniniu būdu rečiau gaminama. Dažniausiai tokio tipo trąšos naudojamos sodininkystėje, kuomet nereikalaujama didelių kiekių. Namų ūkio sąlygomis tai yra gana patogus augalų tręšimo būdas.

2. TIRIAMOJI DALIS

2.1 Medžiagos ir metodai

2.1.1 Naudotos medžiagos

Tyrimams naudotos toliau išvardytos chemiškai grynos medžiagos.

Kalio chloridas (KCl); gamintojas – *Belaruskalij*; K_2O – 60,0 %, baltos arba rausvos spalvos milteliai; lydymosi temperatūra – 768 °C; gerai tirpsta vandenyje (20 °C temperatūroje – 25,39 %).

Amonio dihidrofosfatas ($(NH_4)_2HPO_4$); grynumas – 99,0 %; gamintojas – *Lifosa*; P_2O_5 – 46,0 %, N – 18,0 %; bespalviai, mažai higroskopiški, skaidrūs kristalai, termiškai stabilūs iki 100–110 °C; lydymosi temperatūra – 155 °C; gerai tirpsta vandenyje (20 °C temperatūroje – 26,1 %).

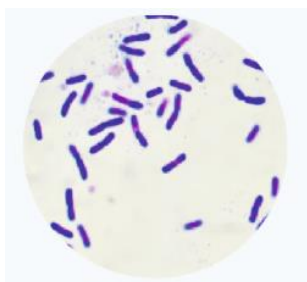
Amonio hidrofosfatas ($NH_4H_2PO_4$); grynumas – 99,0 %; gamintojas – *PhosAgro*; P_2O_5 – 52,0 %, N – 12,0 %; bespalviai, mažai higroskopiški, skaidrūs kristalai, termiškai stabilūs iki 100–110 °C; lydymosi temperatūra – 190,5 °C; tirpsta vandenyje (20 °C temperatūroje – 26,1 %).

Amonio sulfatas ($(NH_4)_2SO_4$); grynumas – 98,0 %; gamintojas – *Novolipecko metalurginis kombinatas*; N – 21,0 %; S – 23,0 %; lydymosi temperatūra – 235–280 °C; labai gerai tirpsta vandenyje (20 °C temperatūroje – 74,4 %).

Cinko sulfatas ($ZnSO_4 \cdot H_2O$); grynumas – 98,0 %; gamintojas – *Kinija*; Zn – 35,0 %; lydymosi temperatūra – 680 °C; gerai tirpsta vandenyje (20 °C temperatūroje – 57,7 %).

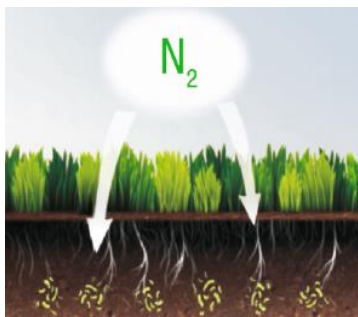
Kalio chloridas – elektrolitas (KCl); gamintojas – *Avisma*; K_2O – 40,0 %, pilkos spalvos milteliai.

Fosfix – biologinis preparatas (2.1 pav.), kurio veiklioji medžiaga yra *Bacillus sp* bakterijos. Pagrindinė preparato paskirtis yra atpalaiduoti dirvožemyje esantį fosforą ir bakterijų pagalba sunkiai įsisavinamus fosforo junginius bei fosfatus pakeisti į augalui prieinamas formas. Bakterijos atlieka ir daugiau funkcijų, jos sintetina tokias medžiagas kaip tiaminą, nikotininę ir pantotetinę rūgštis, biotiną, pridoksiną ir kt. Preparatas yra draugiškas dirvožemiui, nes pH yra 6,5.



2.1 pav. Fosfix biologinis preparatas

Azofix – biologinis preparatas (2.2 pav.), kurio veiklioji medžiaga yra *Azotobacter sp* bakterijos. Šių bakterijų pagirndinė užduotis fiksuoti atmosferoje esantį laisvą azotą ir padaryti jį prieinamu augalams. Preparato naudojimas nedidina drivožemio rūgštingumo dėl savo pH, kuris lygus 6,5.



2.2 pav. Azofix biologinis preparatas

Biofert – preparatas (2.3 pav.), susidedantis iš trijų rūšių bakterijų:

Azotobacter sp (N), atsakingomis už augalo aprūpinimą biologiniu azotu gerinančiomis medžiagų apykaitos procesus.

Bacillus sp (P), atlaisvinančiomis fosforą iš kalcio, aliuminio ir geležies fosfatų ir paverčiančiomis tinkamomis vartoti augalui.

Bacillus sp (K), bakterijos atsakingos už kalio mobilizaciją, kas gerina augalų atsparumą ligoms ir kenkėjams.



2.3 pav. Biofert biologinis preparatas

Visais bandymų atvejais bakteriniai preparatai buvo padengti apipurškimo būdu ant granulių paviršiaus fasavimo metu. Norma: 1,5l/t.

2.1.2 Tyrimo metodai

2.1.2.1 Trąšų cheminės analizės metodai

Amoniakinio azoto (NH_4^+) koncentracija kietojoje ir skystojoje fazėje nustatyta Kjeldalio metodu, naudojant Vapodest 45s Gerhardt. Rezultatas, kuris užrašomas 0,1 % dalies tikslumu, yra dviejų lygiagrečiai atliktų bandymų rezultatų aritmetinis vidurkis, kai skirtumas tarp jų $<0,3$ %, esant bandymo tikimybei 0,95 [28]

Fosforo (P_2O_5) koncentracija kietojoje ir skystojoje fazėse nustatyta fotokolorimetriniu metodu, naudojant fotokolorimetrą T70/T80 UV–VIS su 10,0 mm kiuvete, esant bangos ilgiui $\lambda=440$ nm. Standartinė paklaida $\pm 0,004$ Abs. [29].

Kalio (K_2O) koncentracija kietojoje ir skystojoje fazėse nustatyta ribinių tirpalų metodu naudojant liepsnos fotometrą *Jenway PFP – 7*. Variacijos koeficientas ≤ 1 % [28].

2.1.2.2 Trąšų fizikinių cheminių savybių nustatymo metodai

pH matavimas buvo atliktas pH – metru HANNA pH 211 su stikliniu elektrodu HI1131B; tankio matavimas – svorio metodu, naudojant 5 cm^3 piknometrą.

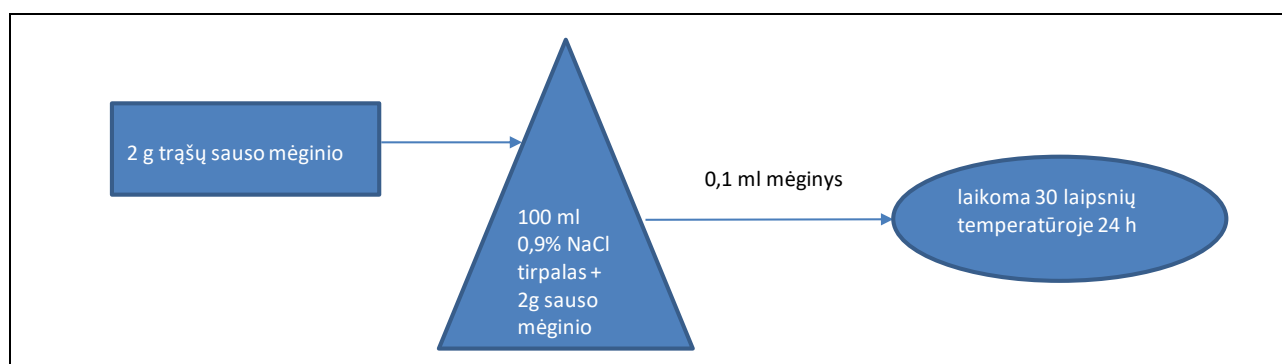
Granuliuotos trąšos frakcionuotos RETSCH firmos pintais sietais (DIN-ISO 3310/1), kurių akučių dydis: 1,0; 2,0; 3,15; 4,0; 5,0 mm, o frakcijos kiekis nustatytas sveriant elektroninėmis svarstyklėmis WPS 210/C KERN ABJ (svarstyklių tikslumas $\pm 0,001$ g) [30].

Granulių statiniam stipriui nustatyti buvo atlikti bandymai naudojant prietaisą (IPG–2), kurio didžiausia spaudžiamoji galia 200 N/gran., paklaida $\pm 1,6$ %. Stipris nustatytas traiškant 20 granulių ir pagal intervalinį įvertį skaičiuojant aritmetinį vidurkį, santykinę, standartinę bei absoliučiąją paklaidas [31].

Drėgmės kiekio nustatymas atliktas elektroniniu drėgmės analizatoriumi – HG53, kurio veikimas pagrįstas termogravimetriniu principu, t. y. svorio mažėjimu kaitinant bandinį iki pastovios masės [31].

2.1.2.3 Bakterijų skaičiaus apskaičiavimas bandinyje

Atlikus eksperimentą, bakterijų skaičiaus tyrimai tiriamosiose trąšose buvo atliekami UAB „Bio-energy LT“ laboratorijoje. 2.4 paveiksle pavaizduota bakterijų skaičiaus tikrinimo principinė schema.



2.4 pav. Principinė bakterijų tikrinimo schema

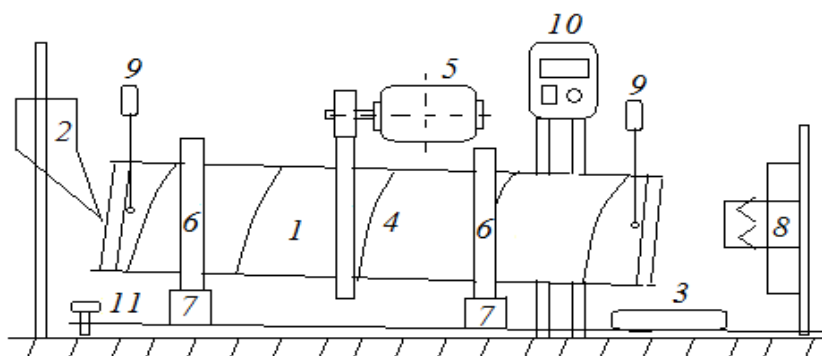
Bakterijoms ištirti paimama 2 g mėginio, kuris ištirpinamas 100-e ml 0,9 % NaCl tirpalo ir supilamas į kolbą. Po to paimamas 0,1 ml tirpalo mėginys ir lašinamas į petri lėkštelę, kuri patalpinama į termostatą ir prie pastovios 30°C temperatūros laikoma 24 valandas. Šiuo metu vyksta bakterijų auginimas, kurios po to yra skaičiuojamos. Teorinis bakterijų skaičius 0,1 ml

tirpalo yra 321 ląstelė arba $1,605 \cdot 10^5$ ląstelių 1g sausio mėginio arba $1,605 \cdot 10^8$ ląstelių 1kg sausio mėginio. Rekomenduojama norma į vieną hektarą yra 10^9 ląstelių skaičius. Tai yra pakankamai didelis skaičius, todėl dėmesys kreipiamas į 10^9 eilės numerį. Specialistai, ištyrę visus mėginius tvirtina, kad bakterijų gyvybingumas yra apie 95% nuo įdėto kiekio laboratorinio eksperimento metu. Eksperimentinių trąšų su bakterijomis biologiniai rezultatai paskaičiuoti 1 kg gatavo produkto t.y. kiek yra bakterijų viename kilograme pagamintų trąšų (laboratorijoje buvo tikrinama tik Fosfix preparato bakterijos). Gautas vidutinis rezultatas lygus $3,4 \cdot 10^7$ bakterijų 1kg trąšų.

Po sėkmingo laboratorinio eksperimento, bandymai buvo tęsiami trąšų gamykloje, Marijampolėje [32].

2.1.2.4 NPK trąšų granuliavimo metodika

NPK trąšos buvo granuliuojamas laboratoriniu modeliniu būgniniu granulatoriumi–džiovykla (BGD) (2.5 pav.).



2.5 pav. Laboratorinis modelinis būgninis granulatorius–džiovykla: 1 – būgnas;

2 – žaliavų tiekimas; 3 – produkto nubyrėjimas; 4 – kreipiančios mentelės; 5 – elektros variklis;
6 – krumpliaratis; 7 – atraminis ritinys; 8 – karšto oro tiekimas; 9 – termoporos; 10 – valdymo pultas;
11 – būgno pasvirimo kampo fiksatorius

BGD konstrukcija ir veikimo principas atitinka pramoninių granuliatorių duomenis [33]. Granuliuotam produktui gauti buvo gaminama 200 g žaliavų mišinys, kuris prieš granuliavimą buvo drėkinamas vandentiekio vandeniu. Granulatoriaus pasvirimo kampas – 5° , granuliavimo trukmė – 10 min., granuliuojant palaikoma pastovi $50\text{--}60^\circ\text{C}$ temperatūra ir pastovus 27 aps./min. sukimosi greitis.

Miltelių (skersmuo <1 mm) pavidalo žaliavų mišinys pašildytas iki $\sim 55^\circ\text{C}$ temperatūros ir sudrėkintas skirtingu kiekiu vandens tiekiamas į būgninį granuliatorių, į kurį tinkamai temperatūrai palaikyti orapūte pučiamas pašildytas oras. Atskirais atvejais granuliuotos NPK trąšos arba į jas pridėjus (0,005 l/kg) preparato *Fosfix*.

2.2 Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

2.2.1 Bandymai su bioaktyviomis bakterijomis, apipurkštomis ant trąšų paviršiaus

Trąšų gamintoja UAB „Arvi fertis“ visuomet buvo aktyvi naujovių paieškoje ir prisitaikanti prie šiuolaikinės augalininkystės keliamų reikalavimų. Tuo tikslu buvo sukurtos biologizuotos trąšos, kurios aktyvuoja augalų fiziologinius procesus ir leidžia augalams realizuoti užkoduotas genetines galimybes. Tokių trąšų poreikį paskatino žemdirbių ir mokslininkų pastebėjimai, kad dėl intensyvaus trąšų ir pesticidų naudojimo augalininkystės technologijose pastebimai sumažėjo biologinis dirvožemio aktyvumas, ko pasekmė – augančios išlaidos siekiamam derliui gauti. Esant nepakankamam dirvos biologiniam aktyvumui, augalinės liekanos užteršia dirvą patogenais. Remiantis atliktais naujaisiais mokslininkų tyrimais ir siekdami optimizuoti augalų tręšimą, buvo sukurtos trąšos, kurių efektyvumui aplinkos veiksniai turėtų mažiausiai įtakos. Pirmieji bandymai buvo atlikti LAMMC filialo Rumokų bandymo stotyje su cukriniais runkeliais. Toks pasirinkimas yra neatsitiktinis. Apie šias problemas kaip tik pirmieji ir prakalbo Suvalkijos krašto runkelių augintojai.

Bandymų metu buvo naudojami *Azofix*, *Fosfix* ir *Biofert* biologiniai preparatai.

Visais bandymų atvejais bakteriniai preparatai buvo padengti apipurškimo būdu ant granulių paviršiaus fasavimo metu pagal technologiją, kurios schema pateikta 3.6 paveiksle. Naudota preparatų norma - 1,5l/t. Norma apskaičiuota iš poreikio, kad 1 ha reikia 1 l bakterinio preparato, o suplanuota trąšų norma – 700kg/ha.

Biologinių priedų tyrimas, įtakai augalams kartu su NPK trąšomis ištirti, buvo atliekamas bandyminiuose laukeliuose su cukriniais runkeliais. Tyrimo tikslas išsiaiškinti biologizuotų trąšų veiksmingumą ir nustatyti kuris iš naudotų bakterinių preparatų parodė geriausius rezultatus. Už žemiau pateikto bandymo agrocheminę dalį atsakingas UAB „Arvi fertis“ darbuotojas dr. Virgilijus Paltanavičius. Duomenys naudojami gavus jo sutikimą. Tyrimo metu visos naudotos žaliavos:

Cukriniai runkeliai: veislė „Severa”

Herbicidai: 1. Kontakt + Ethosat + Goltix + Poweroil;

2. Betanal MaxPro + Goltix;

3. Pantera;

Insekticidai: Proteus;

Fungicidai: Maredo;

Trąšos: 1. NPK 12-11-22+Na+S+B 700 kg/ha + amonio salietra 163 kg/ha;

2. NPK 12-11-22+Na+S+B (su Azofix) 700 kg/ha + amonio salietra 163 kg/ha;

3. NPK 12-11-22+Na+S+B (su Fosfix) 700 kg/ha + amonio salietra 163 kg/ha;

4. NPK 12-11-22+Na+S+B (su Biofert) 700 kg/ha + amonio salietra 163 kg/ha;

5. NPK 4-12-32+Mg+Na+S+B 500 kg/ha + amonio salietra 200 kg/ha + amonio salietra 152 kg/ha;

6. NPK 4-12-32+Mg+Na+S+B (su Biofert) 500 kg/ha + amonio salietra 200 kg/ha + amonio salietra 152 kg/ha;

7. NPK 16-16-16 700 kg/ha + amonio salietra 82 kg/ha;

8. NPK 4-12-32+Mg+Na+S+B 500 kg/ha + amonio salietra 200kg/ha + amonio salietra 152 kg/ha,

Protaplex (am.rūgštys) 1 kartą – antistresinis poveikis c.runkeliams 1 l/ha;

9. NPK 4-12-32+Mg+Na+S+B 500 kg/ha + amonio salietra 200kg/ha + amonio salietra 152 kg/ha,

Protaplex (am.rūgštys) 2kartus – antistresinis poveikis c.runkeliams po 1 l/ha.

Tyrimo metu gauti duomenys pateikti: 2.1; 2.2; 2.3 ir 2.4 lentelėse.

2.1 lentelė. Tyrimo duomenys

Band. Nr.	Naudotos trąšos ir priedai	Pradinis lauko daigumas, %	Galutinis lauko daigumas, %	Augalų tankumas, nuimant derlių, tūkst. vnt. ha ⁻¹	Vienos šaknies svoris, kg
1	NPK 12-11-22 700 kg/ha + NH ₄ NO ₃ 163 kg/ha	70,6	90,3	125,185	0,709
2	NPK 12-11-22 (su Azofix) 700 kg/ha + NH ₄ NO ₃ 163 kg/ha	74,4	90,5	126,222	0,722
3	NPK 12-11-22 (su Fosfix) 700 kg/ha +NH ₄ NO ₃ 163 kg/ha	67,0	91,7	126,222	0,725
4	NPK 12-11-22 (su Biofert) 700 kg/ha + NH ₄ NO ₃ 163 kg/ha	70,5	89,5	124,037	0,761
5	NPK 4-12-32 500 kg/ha + NH ₄ NO ₃ 200 kg/ha + NH ₄ NO ₃ 152 kg/ha	70,3	90,8	128,851	0,690
6	NPK 4-12-32 (su Biofert) 500 kg/ha + NH ₄ NO ₃ 200 kg/ha +NH ₄ NO ₃ 152 kg/ha	75,0	90,5	124,778	0,746
7	NPK 16-16-16 700 kg/ha + NH ₄ NO ₃ 82 kg/ha	67,8	89,8	125,926	0,707
8	NPK 4-12-32 500 kg/ha + NH ₄ NO ₃ 200kg/ha + NH ₄ NO ₃ 152 kg/ha + Protaplex 1 kartą 1 l/ha	73,7	89,6	126,667	0,719
9	NPK 4-12-32 500 kg/ha + NH ₄ NO ₃ 200kg/ha + NH ₄ NO ₃ 152 kg/ha + Protaplex 2 kartus po 1 l/ha	75,2	90,3	128,444	0,714

Iš 2.1 lentelėje pateiktų duomenų matyti, kad pradinis lauko daigumas yra 67,0 – 75,2 % pasėtų sėklų. Skirtingi tręšimai esminės įtakos runkelių sudygimui neturėjo, kadangi buvo palankios meteorologinės sąlygos runkelių dygimui ir augalai dygo labai sparčiai. Galutinis lauko daigumas svyravo 89,5 iki 91,7 %, esminių skirtumų tarp variantų nenustatyta. Runkelius patręšus trąšomis su bakteriniais priedais užaugo 1,8 – 8,1 % stambesni šakniavaisiai, nors maisto medžiagų kiekis visuose laukeliuose buvo vienodas.

2.2 lentelė. Cukrinių runkelių šakniavaisių derlius ir cukringumas

Band. Nr.	Naudotos trąšos ir priedai	Šakniavaisių derlius, t ha ⁻¹	Šakniavaisių derliaus priedas, t ha ⁻¹	Cukringumas	Biologinio cukraus derlius, t ha ⁻¹
1	NPK 12-11-22 700 kg/ha + NH ₄ NO ₃ 163 kg/ha	88,78	-	19,77	17,55
2	NPK 12-11-22 (su Azofix) 700 kg/ha + NH ₄ NO ₃ 163 kg/ha	91,16	2,38*	20,14	18,36
3	NPK 12-11-22 (su Fosfix) 700 kg/ha + NH ₄ NO ₃ 163 kg/ha	91,39	2,61*	20,11	18,38
4	NPK 12-11-22 (su Biofert) 700 kg/ha + NH ₄ NO ₃ 163 kg/ha	91,59	2,81*	20,06	18,37
5	NPK 4-12-32 500 kg/ha + NH ₄ NO ₃ 200 kg/ha + NH ₄ NO ₃ 152 kg/ha	90,74	1,96*	19,86	18,02
6	NPK 4-12-32 (su Biofert) 500 kg/ha + NH ₄ NO ₃ 200 kg/ha + NH ₄ NO ₃ 152 kg/ha	90,93	0,19**	19,89	18,08
7	NPK 16-16-16 700 kg/ha + NH ₄ NO ₃ 82 kg/ha	88,63	-0,15* -2,11**	20,23	17,93
8	NPK 4-12-32 500 kg/ha + NH ₄ NO ₃ 200kg/ha + NH ₄ NO ₃ 152 kg/ha + Protaplex 1 kartą 1 l/ha	90,96	0,22**	19,94	18,14
9	NPK 4-12-32 500 kg/ha + NH ₄ NO ₃ 200kg/ha + NH ₄ NO ₃ 152 kg/ha + Protaplex 2 kartus po 1 l/ha	91,67	0,93**	20,08	18,41

Pastaba: * - lyginama su 1 variantu, ** - lyginama su 5 variantu.

Iš 2.2 lentelės duomenų matyti, kad cukrinių runkelių šakniavaisių derlius atliktame tyrime buvo 88,63 – 91,67 t ha⁻¹. Bakteriniai preparatai Azofix, Fosfix ir Biofert padidino šakniavaisių derlių 0,19 – 2,81 t ha⁻¹, lyginant su kontroliniais laukeliais. Didžiausias cukringumas gautas cukrinius runkelius prieš sėją patręšus NPK trąšomis 16-16-16. Tam įtakos galėjo turėti tai, kad papildoma azoto norma buvo beveik dvigubai mažesnė negu kituose tręšimo variantuose naudotos papildomos azoto normos. Naudojant bakterinius priedus su kompleksinėmis trąšomis

NPK 12-11-22 runkelių šakniavaisių cukringumas padidėjo 1,5 – 1,9 %. Trąšos Protaplex, turinčios amino rūgščių, šakniavaisių cukringumą padidino 0,4 – 1,1 %. Biologinio cukraus derlius laukeliuose, kuriuose buvo naudoti bakteriniai priedai su trąšomis NPK 12-11-22, buvo 4.6 – 4.7 % didesnis negu kontroliniuose laukeliuose. Bakterinis priedas Biofert panaudotas su trąšomis NPK 4-12-32 biologinio cukraus derliui įtakos neturėjo. Laukeliuose, tręštuose NPK 16-16-16, biologinis cukraus derlius buvo 2,2 % didesnis negu tręštuose NPK 12-11-22. Trąšos Protaplex biologinio cukraus derlių padidino 0,7 – 2,2 %.

2.3 lentelė. Cukrinių runkelių šakniavaisių kokybės duomenys ir balto cukraus derlius

Band. Nr.	Naudotos trąšos ir priedai	Kalis, mmol 100 g ⁻¹	Natris, mmol 100g ⁻¹	Alfa amino azotas, mg 100g ⁻¹	Baltas cukrus, t ha ⁻¹
1	NPK 12-11-22 700 kg/ha + NH ₄ NO ₃ 163 kg/ha	3,56	0,20	14,05	15,08
2	NPK 12-11-22 (su Azofix) 700 kg/ha + NH ₄ NO ₃ 163 kg/ha	3,51	0,19	11,20	15,92
3	NPK 12-11-22 (su Fosfix) 700 kg/ha + NH ₄ NO ₃ 163 kg/ha	3,58	0,20	11,70	15,91
4	NPK 12-11-22 (su Biofert) 700 kg/ha + NH ₄ NO ₃ 163 kg/ha	3,59	0,21	13,30	15,83
5	NPK 4-12-32 500 kg/ha + NH ₄ NO ₃ 200 kg/ha + NH ₄ NO ₃ 152 kg/ha	3,54	0,21	6,80	15,71
6	NPK 4-12-32 (su Biofert) 500 kg/ha + NH ₄ NO ₃ 200 kg/ha + NH ₄ NO ₃ 152 kg/ha	3,56	0,20	11,20	15,63
7	NPK 16-16-16 700 kg/ha + NH ₄ NO ₃ 82 kg/ha	3,54	0,20	12,00	15,54
8	NPK 4-12-32 500 kg/ha + NH ₄ NO ₃ 200kg/ha + NH ₄ NO ₃ 152 kg/ha + Protaplex 1 kartą 1 l/ha	3,59	0,22	13,85	15,57
9	NPK 4-12-32 500 kg/ha + NH ₄ NO ₃ 200kg/ha + NH ₄ NO ₃ 152 kg/ha + Protaplex 2 kartus po 1 l/ha	3,71	0,24	12,10	15,86

Iš 2.3 lentelėje pateiktų duomenų matyti, kad kalio ir natrio kiekiui šakniavaisiuose skirtingi tręšimo variantai įtakos neturėjo (band. nr. 4). Alfa amino azoto kiekį bakteriniai priedai panaudoti su trąšomis NPK 12-11-22 sumažino 5,3 – 20,3 %. Mažas (6,80 mg 100 g⁻¹) alfa amino azoto kiekis nustatytas laukeliuose, patręštuose NPK 4-12-32. Tam įtakos galėjo turėti didesnis kalio kiekis, įterptas su trąšomis. Bakteriniai priedai, panaudoti su trąšomis NPK 12-11-22 balto cukraus kiekį padidino 5,0 – 5,6 %. Laukeliuose prieš sėją patręštuose NPK 16-16-16 balto cukraus kiekis

buvo 3,1 % didesnis negu tręštuose NPK 12-11-22, tačiau mažesnis negu laukeliuose, patręštuose NPK 4-12-32.

2.4 lentelė. Cukrinių runkelių derlingumas

Band. Nr.	Naudotos trąšos ir priedai	Bazinio cukringumo šakniavaisių derlius, t ha ⁻¹	Derliaus priedas, t ha ⁻¹
1	NPK 12-11-22 700 kg/ha + NH ₄ NO ₃ 163 kg/ha	109,70	-
2	NPK 12-11-22 (su Azofix) 700 kg/ha + NH ₄ NO ₃ 163 kg/ha	114,75	5,05*
3	NPK 12-11-22 (su Fosfix) 700 kg/ha + NH ₄ NO ₃ 163 kg/ha	114,86	5,16*
4	NPK 12-11-22 (su Biofert) 700 kg/ha + NH ₄ NO ₃ 163 kg/ha	114,83	5,13*
5	NPK 4-12-32 500 kg/ha + NH ₄ NO ₃ 200 kg/ha + NH ₄ NO ₃ 152 kg/ha	112,63	2,93*
6	NPK 4-12-32 (su Biofert) 500 kg/ha + NH ₄ NO ₃ 200 kg/ha + NH ₄ NO ₃ 152 kg/ha	113,04	0,41**
7	NPK 16-16-16 700 kg/ha + NH ₄ NO ₃ 82 kg/ha	112,06	2,36* -0,57**
8	NPK 4-12-32 500 kg/ha + NH ₄ NO ₃ 200kg/ha + NH ₄ NO ₃ 152 kg/ha + Protaplex 1 kartą 1 l/ha	113,36	0,73**
9	NPK 4-12-32 500 kg/ha + NH ₄ NO ₃ 200kg/ha + NH ₄ NO ₃ 152 kg/ha + Protaplex 2 kart. po 1 l/ha	115,04	2,41**

Pastaba: * - lyginama su 1 variantu, ** - lyginama su 5 variantu

Apžvelgus lentelės duomenis, matyti, kad aktualiu klausimu dėl bakterinių preparatų, didžiausias derliaus prieaugis buvo gautas su bakteriniu preparatu Fosfix.

Apžvelgus visus gautus duomenis, apie šį eksperimentą galima padaryti sekančias išvadas:

1. Naudojant bakterinius priedus Azofix, Fosfix, Biofert, šakniavaisių stambumas padidėjo 1,8 – 8,1 %.

2. Naudojant bakterinius priedus Azofix, Fosfix, Biofert, šakniavaisių derlius, perskaičius į bazinio cukringumo derlių, padidėjo 5,05 – 5,16 t ha⁻¹.

3. Naudojant bakterinį preparatą Fosfix, buvo pasiektas didžiausias bazinio cukringumo šakniavaisių derlius.

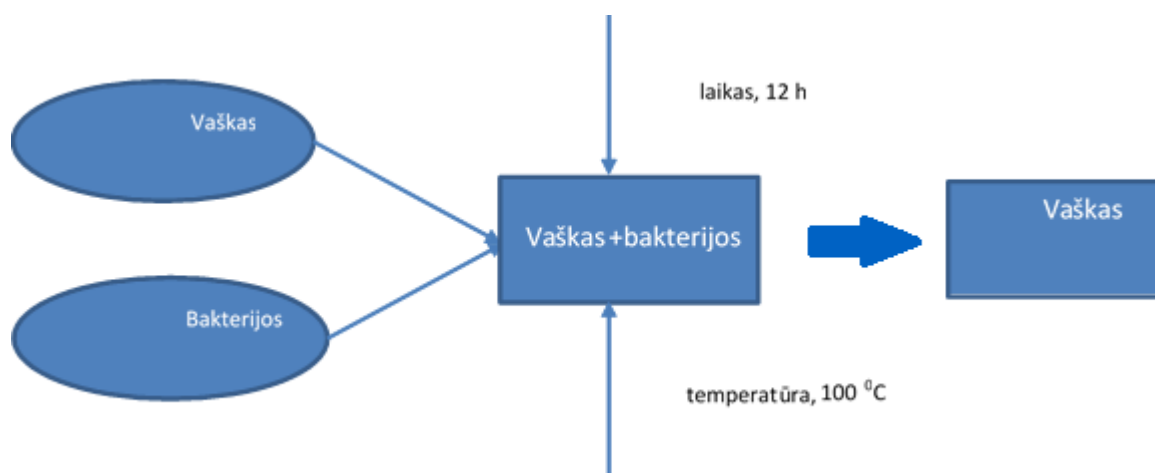
Apibendrinus atliktus tyrimus, galima teigti, kad biologiniai preparatai derliaus prieaugiui turi įtakos ir ekonomiškai apsimoka juos naudoti. Geriausią rezultatą parodė bakterinis preparatas Fosfix. Tačiau toks apipurškimo būdas ant granuliu paviršiaus, koks buvo naudojamas per šiuos tyrimus, turi ir neigiamos įtakos. Papildomai apdirbus 1,5l/t bakterijomis trąšų granulės gauna papildomą kiekį drėgmės, kuri trumpina trąšų sandėliavimo laiką ir ženkliai padidina susigulėjimo tikimybę. Todėl naudojant tokį biologinių priedų užnešimo būdą, didesnio kiekio bakterijų ant granuliu paviršiaus neįmanoma apipurkšti. Taip pat, norint pasiekti rekomenduojamą priedų

normą 1 l/ha būtina naudoti trąšų normą ne mažesnę kaip 700 kg/ha. Auginant kitas kultūras, tręšimo norma yra mažesnė, todėl norimą rezultatą su biologizuotomis trąšomis būtų sunku pasiekti ir tinkamai išnaudoti bakterinio preparato potencialą. Siekiant eliminuoti šiuos neigiamus veiksnius ir padaryti bakterinio preparato Fosfix sąveikoje su trąšomis vartojimą universalesnį, prieinamesnį visoms augalų kultūroms ir nepriklausomą nuo tręšimo normų, buvo sugalvota ši bakterinį preparatą, kuris parodė geriausius rezultatus, įterpti gamybinio proceso metu. Tuo tikslu buvo atlikti laboratoriniai bandymai, siekiant nustatyti ar įmanomas tolimesnis tyrimas ir realiomis trąšų gamybos sąlygomis.

2.2.2 Granuliuotų NPK 5-15-30+S+Zn markės trąšų su bioaktyviais priedais gavimas ir savybės

Laboratoriniai bandymai buvo daromi tuo tikslu, kad išsiaiškinti ar bakterijų įterpimas bus įmanomas prie realių trąšų gamybos sąlygų ir ar turi įtakos granuliavimo procesui. Tyrimas buvo suskirstytas į kelias kryptis, siekiant atrasti kuo daugiau preparato įterpimo būdų.

Pirmasis: bandymo principas yra susijęs su vašku, naudojamu prieš trąšų sukietėjimą. Buvo planuojama norimą bakterinį preparatą įterpti į antikietintoją jo gamybos metu ir purškiant vaško – bakterinio preparato mišinį apvėlimo būgne išdozuoti norimą bakterijų kiekį, naudojant esamą gamykloje vaško išpurškimo sistemą. Šis būdas nepasiteisino, nes bakterijos, sąveikoje su vašku darbinėje temperatūroje, neišgyveno. Vaško ir bakterijų mišinys laboratorijoje buvo laikomas 12 valandų prie pastovios 90 – 100 °C temperatūros. Prie tokių sąlygų yra sandėliuojamas ir išpurškiamas vaškas į gamybą. Po bandymo, sekančio žingsnio dėl vaško ir bakterijų mišinio pagaminimo, nereikėjo atlikinėti. Principinė vaško – bakterinio preparato bandymo schema pavaizduota 2.6 pav.



2.6 pav. Vaško ir bakterijų Fosfix bandymo blokinė schema

Antrasis: susijęs su bakterinio preparato ir vaško išpurškimu per vieną bendrą purkštuką, imant reagentus iš atskirų talpų. Principinė schema parodyta 3.7 pav. Šios minties buvo atsisakyta po bandymo su vašku, kai bakterijos po 12 valandų prie 100 °C temperatūros neišgyveno, bei įvertinus tokio būdo apribojimus. Iš principo, šis būdas labai panašus į trąšų apipurškimą bakteriniu preparatu fasavimo metu, dėl to kad bendras išpurškiamas kiekis negalėtų būti didesnis nei 2 – 3 kg/t. Išpurškiamų bakterijų kiekis tiesiogiai priklausytų nuo vaško kiekio. Pakeitus nustatytas vaško normas, reikštų produkto sandėliavimo sąlygų ir prekinės išvaizdos bloginimą.

Trečiasis: bakterinio preparato įterpimas granuliavimo metu. Bandymo tikslas išsiaiškinti ar apamai įmanoma granuliacija, naudojant bakterinį preparatą ir surasti geriausias proceso sąlygas. Tyrimams buvo pasirinkta trąšų formulė NPK 5-15-30+S+Zn dėl savo universalumo pastaruoju metu. Ši trąšų formulė pagal kiekį užima didžiausią įmonės „Arvi fertis“ gaminamos produkcijos dalį. Pasisekusio eksperimento atveju, būtų priimtinausias būdas laboratorinius duomenis pritaikyti realiame gamybiniame procese.

Bandymai buvo atliekami su laboratoriniu granuliatoriumi, kaip parodyta paveiksle 2.5. Eksperimentui atlikti, žaliavos buvo parinktos tokios, kokios dažniausiai yra naudojamos trąšų gamykloje UAB „Arvi fertis“ gaminant pasirinktas trąšas.

Iš 2.1 skyriuje pateiktų žaliavų sąrašo matyti, kad tai gana žinomi žaliavų tiekėjai ir trąšų pasaulyje yra dažnai sutinkami. Visos žaliavos, išskyrus smėlį, yra plačiai naudojamos ir kiekviena atskirai kaip gatavos trąšos. Tačiau pagrindiniai elementai sudėti į vieną granulę, turi daugiau privalumų nei kiekviena medžiaga atskirai.

Kiekvienam bandymui imta po 200 gramų sausos medžiagos. Prieš tai visos žaliavos, kurias yra granulių pavidalo, buvo sumaltos. Granuliavimas buvo atliekamas su skirtingu drėgmės ir returo kiekiu, siekiant nustatyti geriausias granuliavimo sąlygas. Sugranuliuoti bandiniai suklasifikuoti pagal granulių dydį. Išmatuotas 2 – 5 mm dydžio granulių stipris ir nustatyta galutinio produkto drėgmė bei higroskopiškumas.

Pirmiausia bandymai buvo atlikti be returo, naudojant grynas žaliavas. Bandymai buvo atliekami su skirtingomis drėgmėmis. Optimalios drėgmės parinkimą geriausiai atspindi sugranuliuoto produkto granulimetrinė sudėtis, kuri gaunama išfracionavus bandinį. Pagal nustatytus standartus prekinę produkciją sudaro granulės, kurių dydis yra nuo 2 mm iki 5 mm., t.y. Šiam dydžiui apskaičiuoti, imama frakcijos dalis nuo 2; 3,15 ir 4 mm sietų atitinkamai. Kiti kiekiai, nepatekę į šį intervalą, negali būti priskiriami prie gatavos produkcijos ir turi būti perdirbami, kas sąlygoja papildomus laiko ir energijos kaštus. Perdirbamas produktas, kuris gražinamas atgal į granuliavimo procesą, vadinamas returu. Laboratorinio eksperimento tikslas – sugranuliuoti kuo daugiau granulių, atitinkančių šios frakcijos parametrus. Realiomis gamybos sąlygomis tam tikras returo kiekis yra būtinas optimalaus proceso užtikrinimui. Tačiau turi būti parinktos tokios sąlygos,

kad proceso metu vyrautų pusiausvyra ir būtų užtikrintas sklandus granuliavimo procesas bei neperkraunami įrenginiai. Atliktų bandymų be retro duomenys pateikti 2.5 lentelėje.

2.5 lentelė. Granulimetrinė sudėtis be retro

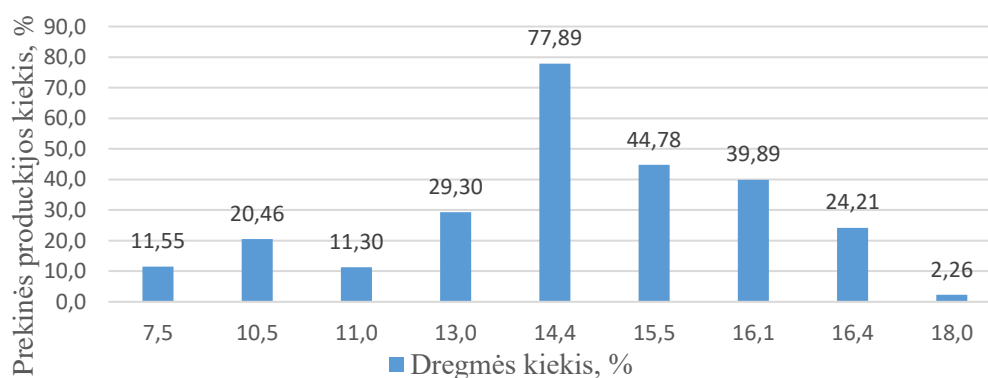
Band . Nr.	Drėgmės kiekis, %	Granulimetrinė sudėtis, %							Viso, %
		> 5	> 4	> 3,15	> 2	> 1	> 0,5	> 0,2	
1	7,5	1,28	1,78	2,91	6,86	15,32	40,46	31,39	100
2	10,5	5,92	3,47	4,77	12,22	48,94	23,01	1,67	100
3	11,0	1,30	2,01	2,78	6,51	16,53	46,29	24,58	100
4	13,0	7,10	5,41	5,67	18,22	57,68	5,92	0,00	100
5	14,4	20,30	26,42	29,81	21,66	1,81	0,00	0,00	100
6	15,5	7,58	4,96	7,62	32,20	34,51	12,64	0,49	100
7	16,1	59,14	25,21	10,91	3,78	0,96	0,00	0,00	100
8	16,4	75,03	15,17	6,74	2,30	0,76	0,00	0,00	100
9	18,0	97,74	0,75	1,51	0,00	0,00	0,00	0,00	100

Iš 2.5 lentelėje pateiktų duomenų matyti, kad bandiniuose kuriuose didžiąją dalį sudaro granulės, kurių dydis mažesnis nei 2 mm yra parinktas netinkamas drėgmės kiekis. Tai bandiniai kurių, drėgmė yra nuo 7,5 iki 13 %. Granuliavimo metu masė buvo per sausa, dalis bandinio buvo išpučiamas oro srauto, kurį sukelia džiovintuvas. Produkcinio dydžio granulių gaminosi mažai, pagrindė biro smulki, sausa frakcija. Bandinys Nr. 5 su pradine drėgme 15,5 % taip pat davė didesnę kiekį smulkios frakcijos, bet tai atsitiko dėl blogo mišinio sumaišymo su vandeniu prieš procesą. Tai rodo, kad norint gauti kokybišką produktą, privalu visas detales atlikti atsakingai ir kruopščiai. Priešingu atveju bus patirti gamybiniai nuostoliai. Tais atvejais, kai vandens kiekis yra per didelis, iškyla granuliavimo sunkumų, kurie gali sulaužyti ir įrengimus. Bandinių Nr. 7 – 8 duomenys rodo, kad daugiausia gavosi granulių didesnių nei 5mm. Realybėje jos žymiai didesnės nei 5 mm rutuliukai. Tokie dariniai labai pavojingi įrangai ir proceso saugumui, todėl svarbu drėgmės kiekį didinti pamažu. Priešingu atveju būtina stabdyti procesą, išvalyti nuo susidariusių gumztų ir paleisti iš naujo. Didžiausias kiekis gatavos produkcijos buvo gautas prie drėgmės 14,4-15,5 %, bandiniai Nr. 5 ir Nr. 6. Kitų parametų, aprašančių prekinės produkcijos kokybę, duomenys pateikti 2.6 lentelėje. Dažniausiai vartojama granulės stiprio ir piltinio tankio apibrėžimai. Stipris parodo kiek stipri pati granulė ir tikimybę subyrėti į miltinę frakciją, kas sukeltų problemų sandėliuojant bei išbėrimo į laukus metu. Piltinis tankis parodo kiek vietos užima granulė bei iš dalies iš šio dydžio galima susidaryti vaizdą apie granulės apvalumą. Kuo šis dydis artimesnis vieneto reikšmei, tuo geriau.

2.6 lentelė. Apibendrinti duomenys be returo

Band. Nr.	Drėgmės kiekis, %	Prekinės pr. (2 - 5 mm) kiekis, %	Prekinės pr. (2 - 5 mm) granulių stipris, N/granulei	Prekinės pr. (2 - 5 mm) drėgmė, %	Prekinės pr. (2 - 5 mm) piltinis tankis, g/ml
1	7,5	11,55	24,35	1,08	-
2	10,5	20,46	34,15	1,58	-
3	11,0	11,30	24,75	1,29	-
4	13,0	29,30	34,90	1,58	0,71
5	14,4	77,89	42,00	0,95	0,75
6	15,5	44,78	39,41	1,70	0,74
7	16,1	39,89	40,61	0,91	0,73
8	16,4	24,21	43,28	1,08	0,71
9	18,0	2,26	-	-	-

Iš 2.6 lentelėje duomenų matyti, kad geriausios parametrų reikšmės gautos esant drėgmės kiekiui tarp 14,4 ir 16,1%, kuomet gautas didžiausias prekinės produkcijos kiekis ir pakankamas stipris. Šie parametrai užtikrina tolygų trąšų granulių pasiskirstymą jas barstant laukuose, nes esant dideliame smulkios frakcijos kiekiui ar itin silpnai granulei, to padaryti nepavyktų. Taip pat miltinės frakcijos kiekis įtakoja ir produkto sandėliavimui, nes dulkių kiekis didina sušokimo galimybę. Kai dėl drėgmės pertekliaus susidaro per didelės granulės, tolimesnis jų panaudojimas yra sudėtingesnis nei smulkios frakcijos dėl būtinybės jas susmulkinti prieš grąžinant atgal į procesą kaip returą. Toks rezultatas gaunamas prie drėgmės kiekio didesnio nei 16,4 %. Piltinis tankis gautas praktiškai vienodas, nes šį dydį parinkus tinkamą drėgmę daugiausiai lemia įrangos ypatumai. Langeliai, kuriuose nėra skaitinės reikšmės, rodo kad nesusidarė pakankamas kiekis žaliavos parametru nustatyti arba dėl granulės dydžio neįmanoma buvo padaryti. Prekinės produkcijos kiekio priklausomybė nuo drėgmės, pavaizduota 2.7 paveiksle.



2.7 pav. Prekinės produkcijos kiekio priklausomybė nuo drėgmės, %

Bandymas žaliavų mišinyje, esant 20 % returo

Kitas bandymas buvo atliekamas dedant 20 % returo į sausą masę. Procesas vyko prie tų pačių sąlygų, kaip ir be returo. Pradinis drėgmės kiekis buvo naudojamas remiantis prieš tai atlikto eksperimento informacija. Bandymo tikslas išsiaiškinti ar returas turi įtakos granuliavimo procesui, nes trašų gaminimo metu gamykloje pastoviai smulki frakcija yra grąžinama į procesą. Kaip ir minėta, grįžtamų žaliavų kiekis turi būti subalansuotas, kad procesas vyktų sklandžiai. Duomenys pateikti 2.7 lentelėje.

2.7 lentelė. Granulimetrinė sudėtis žaliavų mišinyje, esant 20 % returo

Band. Nr.	Drėgmės kiekis, %	Granulimetrinė sudėtis, %							Viso, %
		> 5	> 4	> 3,15	> 2	> 1	> 0,5	> 0,2	
1	13,0	8,17	6,11	7,26	22,94	50,33	5,19	0	100
2	15,0	23,4	24,28	26,96	21,33	4,03	0	0	100
3	15,8	6,83	4,91	7,49	49,68	31,09	0	0	100
4	18,0	100	0	0	0	0	0	0	100

Iš 2.7 lentelėje pateiktų duomenų matyti, kad drėgmės kiekis, lygus 13% yra nepakankamas sėkmingam granuliavimui, nes susidarė smulkios frakcijos daugiau nei 50%. Geriausias rezultatas gautas prie 15 – 15,8% rodiklio, kai gauta daugiau nei 50% prekinės išvaizdos granulių. Bandymo Nr. 4 metu naudotas drėgmės kiekis yra per didelis ir granuliavimo metu susidarė ypatingai dideli ir apvalūs rutuliai. Granulių stipris ir piltinis tankis pateikti 2.8 lentelėje.

2.8 lentelė. Apibendrinti duomenys žaliavų mišinyje, esant 20% returo

Band. Nr.	Drėgmės kiekis, %	Prekinės pr. (2 - 5 mm) kiekis, %	Prekinės pr. (2 - 5 mm) gran. stipris, N/granulei	Prekinės pr. (2 - 5 mm) drėgmė, %	Prekinės pr. (2 - 5 mm) piltinis tankis, g/ml
1	13,0	36,31	28,43	1,85	0,68
2	15,0	72,57	32,70	1,00	0,74
3	15,8	62,07	32,59	1,11	0,77
4	18,0	-	-	-	-

Gauti duomenys lentelėje rodo, kad prie optimalios drėgmės gaunasi ir pakankamai stipri granule ir abiejais atvejais panašus piltinis tankis. Galutinė produkto drėgmė prie tų pačių džiovavimo sąlygų taip pat gaunasi panaši. Tai rodo, kad procesas vyko sklandžiai ir kad fizikiniai

parametrai, lemiantys produkcijos sandėliavimo sąlygas, gaunasi panašūs. Tai labai svarbu realaus proceso metu, kurio metu reikia kuo daugiau pagaminti granulių, turinčių tas pačias fizikines bei chemines savybes. Returo priedas neturėjo didelės įtakos granuliavimo procesui. Granuliacija vyko sklandžiai, neskaitant kai bandinių su netinkamu drėgmės kiekiu.

Bandymas žaliavų mišinyje, esant 40% returo

Sekantis bandymas buvo atliekamas su 40 % returo. Smulki frakcija buvo naudojama iš ankstesnių bandymų iki 1 mm. Granulės didesnės nei 1 mm nebuvo imamos. Granulimetriniai duomenys pateikti 2.9 lentelėje.

2.9 lentelė. Granulimetrinė sudėtis žaliavų mišinyje, esant 40 % returo

Band. Nr.	Drėgmės kiekis, %	Granulimetrinė sudėtis, %							Viso, %
		> 5	> 4	> 3,15	> 2	> 1	> 0,5	> 0,2	
1	13,0	5,12	3,67	3,86	10,09	32,86	40,09	4,31	100
2	15,0	6,32	6,27	9,92	49,44	27,5	0,55	0	100
3	16,5	45,16	22,74	19,40	11,37	1,33	0	0	100

Duomenys rodo, kad procesas kaip ir ankstesniais atvejais optimaliu režimu vyksta prie apytikriai 15 % drėgmės. Kai drėgmė mažesnė nei 14 %, susidaro daugiausia smulkios frakcijos. Virš 16 % drėgmės, gaunasi didesnis kiekis per stambios frakcijos. Tikslaus drėgmės kiekio gamybos metu sunku nustatyti, nes pasikeitus aplinkos sąlygoms ar paduodamų žaliavų pradinei drėgmei, pradinis nustatytas kiekis ženkliai gali pasikeisti. Būtina situaciją vertinti ir vizualiai. Kaip ir visose srityse, būtina patirtis, kad procesas vyktų sklandžiai bei gaunama aukštos kokybės produkcija. Kiti rodikliai pateikti 2.10 lentelėje.

2.10 lentelė. Apibendrinti duomenys žaliavų mišinyje, esant 40 % returo

Band. Nr.	Drėgmės kiekis, %	Prekinės pr. (2 - 5 mm) kiekis, %	Prekinės pr. (2 - 5 mm) gran. stipris, N/granulei	Prekinės pr. (2 - 5 mm) drėgmė, %	Prekinės pr. (2 - 5 mm) piltinis tankis, g/ml
1	13,0	17,63	32,36	1,66	0,6
2	15,0	65,63	26,06	1,21	0,72
3	16,5	53,51	37,41	0,92	0,76

Iš 2.10 lentelėje pateiktų rezultatų matyti, kad prekinės produkcijos daugiau kaip 65 % gauta prie drėgmės 15 %. Tačiau stipris gavosi truputį mažesnis, nei granuliuojant su 20 % returo. Piltinis tankis prie panašių drėgmių su skirtingu returo kiekiu, gaunasi panašus.

Bandyamas žaliavų mišinys, esant 60 % returo.

Naudojant 60 % returo, buvo imamos ir granulės didesnės nei 1mm, nes smulkesnės frakcijos nepakako bandiniams. Prieš dedant į žaliavų mišinį, granulės buvo susmulkintos. Lyginant su prieš tai granuluotais bandiniais, jautėsi kad masė yra sausesnė ir drėgmės granuliavimui reikia didesnio kiekio. Rezultatai pateikti 2.11 lentelėje.

2.11 lentelė. Granulimetrinė sudėtis žaliavų sudėtyje, esant 60 % returo

Band. Nr.	Drėgmės kiekis, %	Granulimetrinė sudėtis, %							Viso, %
		> 5	> 4	> 3,15	> 2	> 1	> 0,5	> 0,2	
1	13,0	0,79	1,03	5,32	57,97	31,8	3,09	0	100
2	15,0	1,22	1,63	3,34	15,65	59,915	17,125	1,12	100
3	16,2	57,04	28,93	10,46	1,85	1,72	0	0	100
4	17,0	19,7	11,15	18,82	43,96	6,37	0	0	100

Iš 2.11 lentelėje pateiktų duomenų matyti, kad returo kiekis turėjo įtakos pradinėms granuliavimo sąlygoms, lyginant su kitais bandiniais. Geriausias rezultatas gavosi prie drėgmės 16,2 – 17 %. Tai reiškia apie 15 % didesnę vandens kiekį, reikalingą optimaliam proceso vykdymui. Prie ankstesnių bandymo metu nustatytų optimalaus drėgmės kiekio, gavosi daugiau smulkios frakcijos, nei prekinės produkcijos. Kiti rodikliai pateikti 2.12 lentelėje.

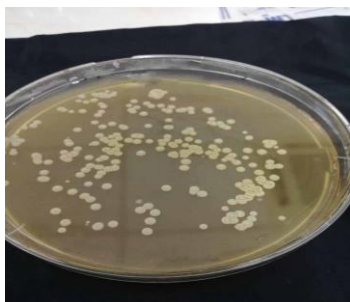
2.12 lentelė. Apibendrinti duomenys žaliavų mišinys, esant 60 % returo

Band. Nr.	Drėgmės kiekis, %	Prekinės pr. (2 - 5 mm) kiekis, %	Prekinės pr. (2 - 5 mm) gran. stipris, N/granulei	Prekinės pr. (2 - 5 mm) drėgmė, %	Prekinės pr. (2 - 5 mm) piltinis tankis, g/ml
1	13,0	64,33	38,14	1,88	0,73
2	15,0	20,62	28,155	1,475	0,715
3	16,2	41,24	39,19	1,54	0,73
4	17,0	73,92	33,76	1,59	0,76

Lentelės duomenys rodo, kad didžiausias prekinės frakcijos kiekis gavosi esant 13 % ir 17 % drėgmei. Tačiau bandymo Nr. 1 metu gavosi didžiausias granuliu kiekis virš 2 mm sieto, kas taip pat nėra labai gerai. Toks pasiskirstymas nėra tinkamas ir gamybos metu reikia gamybinius parametrus parinkti tokius, kad kiekis būtų mažesnis. Itin didelis tokios frakcijos kiekis sąlygoja segeneraciją ir negali būti užtikrintas tolygus granuliu išbėrimas ant laukų. Todėl granuliavimo metu būtina atsižvelgti ir į teorinius ir į praktinius reikalavimus bei laiku reaguoti į procesus ir juos valdyti. Tokio tipo granuliavimo metu, negalima pasikliauti tik teorija. Kaip minėta anksčiau, būtina reaguoti ir vizualiai ir pastoviai stebėti granuliavimo procesą.

Apibendrinus visus duomenis, galima padaryti išvadą, kad granuliavimo procesui bakterinis preparatas įtakos nedaro. Prie pasirinktos receptūros procesas esant optimalioms sąlygoms vyko

sklandžiai ir granuliacija buvo valdoma. Kaip ir realiomis gamybos sąlygomis, geriausios kokybės produkcija pagaminama naudojant mažiau nei 60 % returo. Bakterijų analizių foto rodo, kad bakterijų bandiniuose bakterijų skaičius prieš granuliavimą ir gatavoje produkcijoje yra panašus, kas reiškia išlikusį gyvybingumą laboratorinio eksperimento metu, 2.8 pav.



2.8 pav. Bakterijos po granuliavimo

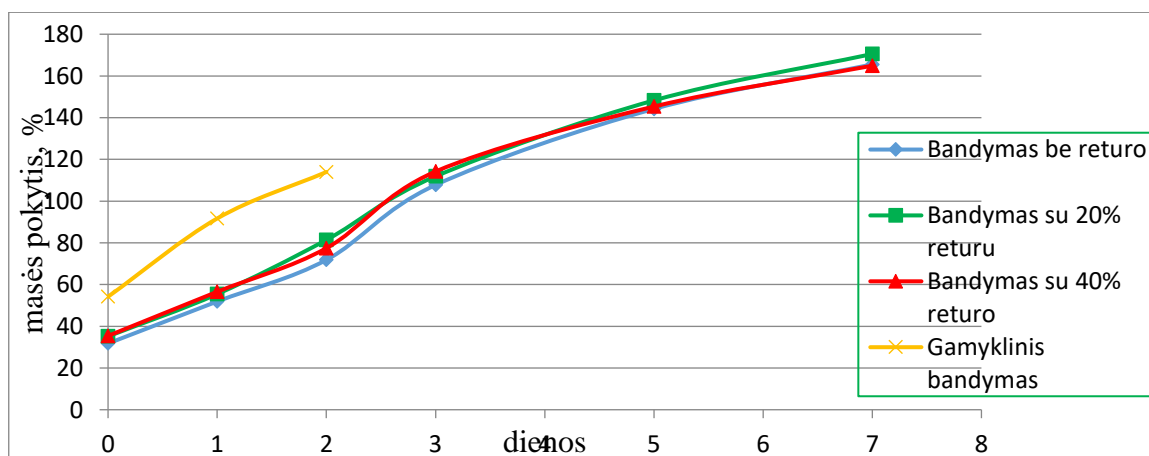
Atliktų cheminių rodiklių analizė duomenys pateikti 2.13 lentelėje.

2.13 lentelė. Cheminiai rodikliai

Rodikliai	Bandymo Nr. 5 (be returo) reikšmės
N suminis, %	4,6
N amoniakinis, %	4,6
P ₂ O ₅ suminis	14,9
P ₂ O ₅ įsisavinamas	14,8
P ₂ O ₅ tirpus vandenyje	13,7
K ₂ O	30,1
pH	5,8
Drėgmė, %	0,95

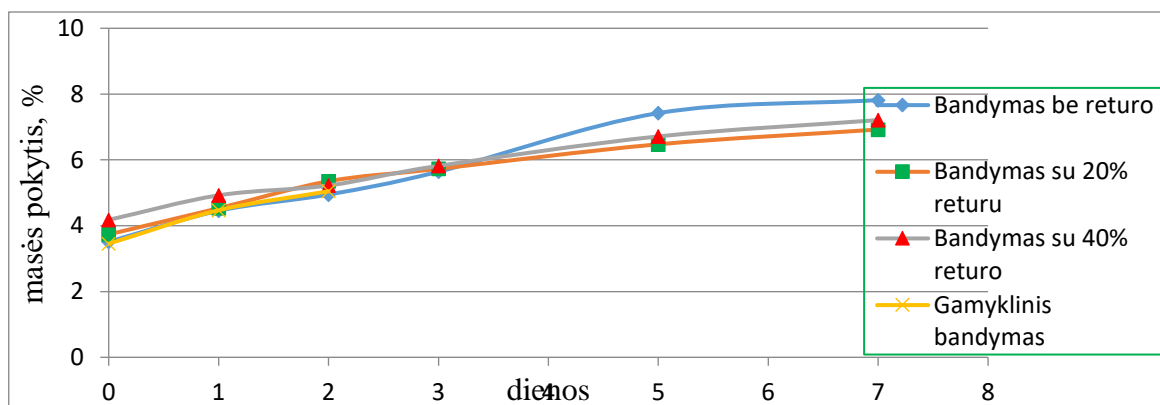
Lentelės duomenys rodo, kad sugranuliuotas produktas laboratorinėmis sąlygomis atitinka visus trąšų reikalavimus pagal EB 2003/2003 reglamentą ir gali būti toliau vystomas eksperimentas naudojant bakterijas realiomis gamybos sąlygomis.

Higroskopiskumo testas buvo atliktas su vandeniu ir natrio nitritu. Apskaičiuoti duomenys pateikti 2.9 ir 2.10 paveiksluose.



2.9 pav. Higroskopiskumo nustatymas su vandeniu.

Iš paveikslu duomenų matyti, kad trąšos yra higroskopiškos ir labai sugeria drėgmę. Bandymo metu temperatūra kito nuo 24,8 °C iki 26,8 °C, santykinė drėgmė nuo 88% iki 93%. Į šiuos duomenis būtina atsižvelgti, norint trąšas saugiai sandėliuoti ir transportuoti. Sandėliavimo metu reikia sekėti santykinę oro drėgmę ir užtikrinti, kad sandėlis būtų sausas. Pakuotė turi būti tvirta, vidinio polietileno storis ne mažiau kaip 90 mikronų. Transportuojant jūriniu transportu reikalinga papildoma apsauga nuo drėgmės. Dažniausiai naudojami konteinerių vidiniai įdėklai, jei trąšos vežamos palaidos konteineriuose. Priešingu atveju bus prarasta prekinė išvaizda ir galimas trąšų sukietėjimas. Gamyklinis bandymas vandens sugėrė daugiau.



2.10 pav. Higroskopiškumo nustatymas su natrio nitritu.

Laikant virš natrio nitrito, temperatūra kito nuo 23,8 °C iki 26,0 °C, santykinė drėgmė nuo 59% iki 62%. Dėl natrio nitrito sotos garų savybių palaikyti pastovią drėgmę, buvo imituotos normalios sąlygos. Masės pokytis nėra didelis, tačiau tai nereiškia kad nereikia rūpintis ir pastoviai sekėti sandėliavimo sąlygų. Nes padidėjus santykinę oro drėgmei, gali trąšos sugerti tiek drėgmės, kad po to jos nebus tinkamos naudojimui. Palyginus bandymą su vandeniu, drėgnės sugerama žymiai mažiau. Tą gerai parodo ir nuotraukos pavaizduotos paveiksluose 2.11 ir 2.12.



2.11 pav. Trąšų testas su vandeniu.



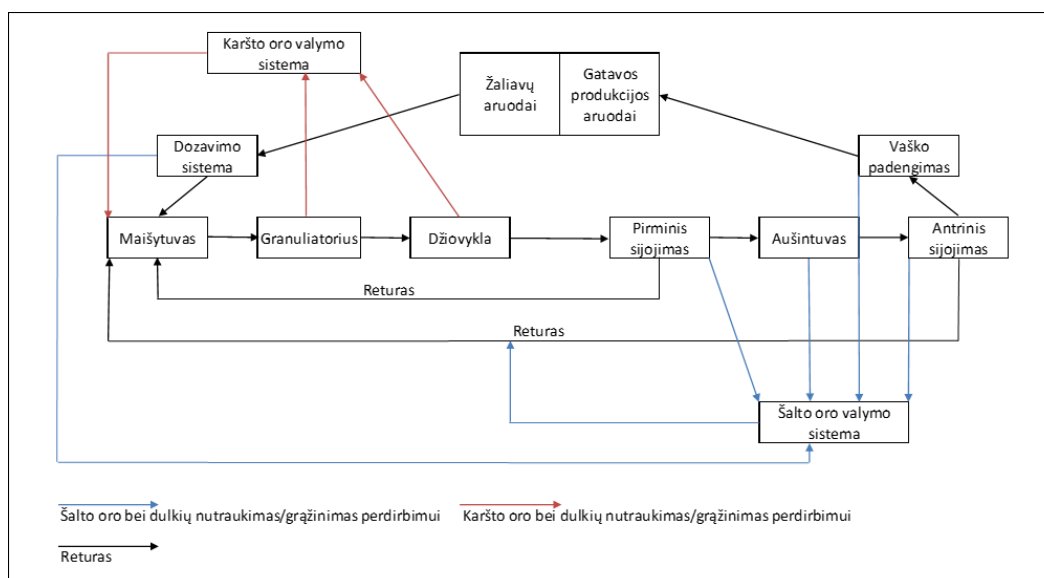
2.12 pav. Trąšų testas su natrio nitritu.

Paveiksle su vandeniu matosi, kad trąšos pilnai yra prisisotinę drėgmės. Lėkštelės bandyme su natrio nitritu yra sausesnės ir akivaizdžiai drėgmės nematyti.

3. REKOMENDACIJOS

3.1 NPK 5-15-30+S+Zn su biologiniu priedu gamybinis bandymas ir rezultatų aptarimas

UAB „Arvi fertis“ trąšų gamykla yra pirmoji tokio tipo ne tik Lietuvoje, bet ir Europoje. Sumontuota beatliekinė technologinė linija, kur granuliavimo procesas vyksta naudojant garus ir vandenį, pagal amerikiečių bendrovės „Sackett and Sons“ technologiją. Gamykla buvo paleista 2001 m. Antroji gamykla, priklausanti Arvi grupei buvo paleista 2008 m Kaliningrado srityje, Rusijoje. Šios gamyklos našumas yra dvigubai didesnis nei lietuviškos ir sudaro apie 240.000 t per metus. Tik praėjus daugiau nei dešimt metų nuo pirmosios gamyklos starto, kaimyninėje Baltarusijoje buvo pastatyta tokio pat principo gamykla, nepriklausanti lietuviško kapitalo įmonių grupei. Trąšų gamyklos principinė technologinė schema pateikta 3.1 pav.



3.1 pav. Trąšų gamyklos principinė technologinė schema.

Pagrindiniai proceso skyriai: žaliavų iškrovimas į aruodus; žaliavų patiekimas į gamyklą ir dozavimas; masės maišymas; granuliavimas; džiovinimas; aušinimas; siojimas; dulkių valymo sistema; apipurškimas vašku; transportavimas į gatavos produkcijos aruodus.

Bakterijas įterpti technologinio proceso metu prie gamybinių – realių sąlygų buvo pasirinkta siekiant išsiaiškinti ar bakterijos išliks gyvybingos ir jei išliks tai kiek jų bus gyvybingų, po trumpos sąveikos (apie 15-20 min) su karšto oro srautu (apie 300 °C temperatūros). Nes po pirmo laboratorinio bandymo buvo prieita prie išvadas, kad per ilgą laiką prie ne žemesnės kaip 85 °C temperatūros žūsta visos bakterijos, tačiau neišsiaiškinta dėl trumpo laikotarpio, bet prie aukštesnių temperatūrų poveikio. Tokį laiko tarpą ir temperatūrą nulemia technologinio proceso ypatybės. Iš pradžių granulės apie 15-20 min granuliuojasi granuliatoriuje prie 70-75 °C aplinkos

temperatūros. Pati granulė pasiekia apie 60-65 °C temperatūrą. Po to patenka į džiovyklą, kur aplinkos temperatūra būgno pradžioje būna apie 300°C ir palaipsniui mažėja artėjant džiovinimo procesui į pabaigą, kai nukrenta iki apytikriai 90 °C temperatūros džiovyklos išėjime. Pati granulė po džiovyklos būna įkaitusi iki 80-90°C, kur už kelių minučių patenka į aušintuvą ir yra atvėsinama iki 30-40 °C priklausomai nuo lauko oro sąlygų. Taigi, lyginant su vaško bandymu, bakterijos randasi prie panašios temperatūros tik apie 30-40 min, neskaitant kontaktinio momento, kuomet aplinkos temperatūra gali siekti ir apie 300°C.

Bakterijų įterpimo vieta buvo pasirinkta į maišytuvą, po garo purkštukų, kad išvengtų tiesioginio kontakto su garu. Eksperimentui buvo dozuojuama 5l bakterijų į toną. Tokią normą nulėmė keletas veiksnių:

- Siekis gauti galutiniame produkte apie 2l bakterijų vienoje tonažėje prieš užsiduotų sąlygų, kad gali žūti apie 50 % biologinio preparato ;
- Tokia norma ekonomiškai gali būti pagrindžiama, prieš numanomo bakterijų žūties skaičiaus;
- Siekiant sumažinti galimų eksperimentų skaičiaus ir sąnaudų dydžio, nes norint pabandyti kelias normas, bandymas galėtų būti tęsiamas tik po kelių dienų, kai sistema išsivalytų nuo prieš tai suduotų bakterijų.

Bandymas buvo atliekamas su trąša NPK 5-15-30+S+Zn kaip ir laboratorinio eksperimento metu. Bakterinio preparato dozavimas vyko prie įprasto proceso ciklo, nes laboratorinio eksperimento metu buvo iširta, kad preparatas granuliavimui įtakos nedaro. Todėl nereikėjo imtis kažkokių specialių priemonių proceso suvaldymui. Eksperimentui naudojamos žaliavos pateiktos 2.1 skyriuje. Papildomai prisidėjo viena žaliava: antikietintojas arba kitaip vaškas, kuris gaminamas Lietuvoje.

Bandymo duomenys:

Trukmė: 4 valandos;

Našumas: 15 t/val;

Viso pagaminta: 45t gatavo produkto;

Paimta: 21 mėginys bakterijoms iširti. 19 mėginių – eksperimento metu, 2 mėginiai iš gamyklos archyvo;

Mėginių paėmimo vietų skaičius ir vietas:

1. Prieš džiovyklę, granulatoriaus išėjime (prieš maksimalią temperatūros vietą);
2. Po džiovyklos nuo juostinio transporterio (po maksimalios temperatūros vietas);
3. Po apvėlimo būgno nuo gatavo produkto juostinio transporterio.

Mėginių ėmimo laikas: kas 30 minučių iš aukščiau nurodytų vietų vienu metu;

Pirmasis mėginys buvo paimtas prieš bakterijų dozavimą. Kiti mėginiai buvo imami praėjus vienai valandai po bakterijų dozavimo pradžios. Tuo pačiu metu eksperimentinis produktas pradėtas pilti į atskirą aruodą.

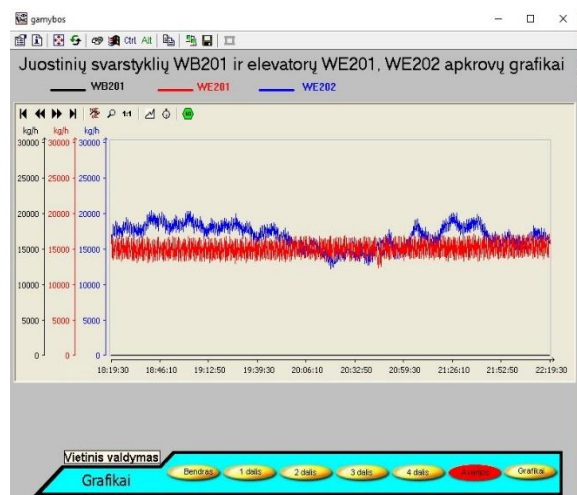
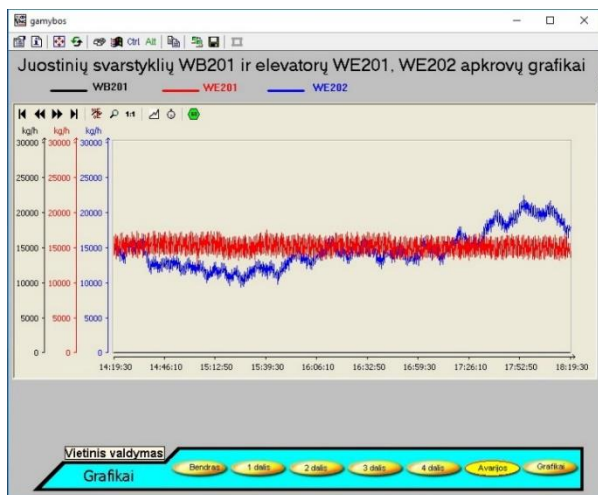
Proceso eiga: Procesas vyko įprastai, sklandžiai be jokių trikdžių. Tiek vizualiniai, tiek kiti parametrai buvo panašūs bei artimi kaip ir gaminant tokią pat trąšą be bakterijų. Eksperimentą išdavė tik atsiradęs specifinis kvapas ceche. Technologinio proceso gamybiniai parametrai pateikti 3.1 lentelėje. Proceso stabilumas parodomas 3.2 a ir b pav.

3.1 lentelė. Technologinio proceso parametrai

Gaminama NPK 5-15-30+S+Zn										
Temperatūra, C°						Mikseris PM		Granuliatorius RG 201	Išėiga	
Laikas	Granuliatorius (RG 201)	Džiovykla (RD 201) (galas)	Džiovykla (RD 201) (degimo kamera)	CC 201 (šamotas)	Produkto temp. (CV 202)	Garas	Vanduo	Vanduo	Našumas t/val	Reciklas %
11,00	60	52	151	53	20	900	-	540	14	30
12,00	65	99	293	58	25	900	-	450	14	26
13,00	68	90	289	86	26	900	-	520	15	45
14,00	73	87	279	126	28	900	-	550	15	40
15,00	73	89	286	159	35	900	-	300	15	40
16,00	73	82	267	192	35	900	-	295	15	40
17,00	73	91	282	219	34	800	-	205	15	37
18,00	73	93	267	239	35	800	-	390	13	35
19,00	70	91	259	252	35	800	-	350	13	40
20,00	68	90	259	265	35	800	-	350	13,5	40
21,00	68	92	259	272	35	800	-	405	13,5	45
22,00	68	93	263	279	35	800	-	400	13,5	60
23,00	68	84	267	292	35	800	-	545	13,5	65
24,00	68	86	279	292	35	800	-	300	13,5	30

Granuliatorius (RG201) – cilindrinis būgnas, kuriame vyksta granuliavimas. Džiovykla (RD 201) (galas) – temperatūros matavimo vieta, išėjime iš džiovyklos. Džiovykla (RD 201) (degimo kamera) – temperatūros matavimo vieta degimo kameroje, esančioje prieš džiovyklos cilindrinį būgną. CC 201 (šamotas) – degimo kameros vidinio įklotu temperatūra. Produkto temp. (CV 202) – gatavos produkcijos temperatūros matavimo vieta ant juostinio transporterio po apvėlimo būgno. Mikseris PM – maišytuvas, kuriame prasideda granuliavimo procesas ir su žaliavom pasiduoda garas ir vanduo. Granuliatorius (RG201), vanduo – į granuliatorių paduodamas vanduo. Našumas – produkto išėiga per valandą. Reciklas – arba kitaip returas, kuris gamybos metu paduodamas į maišytuvą.

Eksperimentiniai proceso duomenys yra paryškinti ir apima laiko tarpsnį nuo 14.00 val. iki 17.00 val. Iš pateiktų duomenų matyti, kad bandymas su bakteriniu preparatu neturėjo įtakos nurodytiems technologiniams parametrams. Pats procesas tiek eksperimento metu, tiek prieš jį ir po jo, vyko stabiliai ir įprastai. Stabiliam procesui išlaikyti nereikėjo staigių ir griežtų parametru keitimo. Viskas vyko sklandžiai. Sulyginus šiuos granuliavimo duomenis su eksperimento laboratorijoje reikšmėmis, matytume, kad procesas sklandžiai vyksta su iki 40% returo.



3.2 pav. Proceso apkrovų grafikai eksperimento metu

Iš pateiktų grafikų taip pat matyti, kad procesas vyko sklandžiai ir įprastai. Staigių grafiko šuolių, rodančių apie galimus nukrypimus neužfiksuota.

Atlikto eksperimento trąšų su bakterijom trąšų fizikiniai ir cheminiai rodikliai pateikti 3.2 lentelėje.

3.2 lentelė. Eksperimentinių trąšų su bakterijomis fizikiniai ir cheminiai rodikliai

Rodikliai	Reikšmės
N suminis, %	4,2
N amoniakinis, %	4,2
P ₂ O ₅ suminis	14,3
P ₂ O ₅ įsisavinamas	14,2
P ₂ O ₅ tirpus vandenyje	13,0
K ₂ O	29,7
pH	5,88
Drėgmė, %	1,86
Granulių stipris, MPa	5,9
SGN	329
Gr. sudėtis (> 5,6) mm, %	0,00
Gr. sudėtis (> 5,0) mm, %	0,09
Gr. sudėtis (> 4,0) mm, %	6,98
Gr. sudėtis (> 3,15) mm, %	51,17
Gr. sudėtis (> 2,8) mm, %	29,50
Gr. sudėtis (> 2,0) mm, %	12,13
Gr. sudėtis (> 1,0) mm, %	0,12
Gr. sudėtis (> 0,0) mm, %	0,01

Trąšų tyrimai atlikti gamyklos laboratorijoje. Siekiant išlaikyti aukštą kokybės lygį, mėginiai yra imami kas valandą ir šešių valandų mišinys yra analizuojamas pagal lentelėje parodytus rodiklius. Toks kontrolės būdas užkerta kelią galimiems neleistiniams nuokrypiams ir brokuoto produkto patekimą klientui. Laboratorija dirba kartu su gamykla ištisą parą ir yra nepriklausoma nuo gamybininkų.

Įvertinus granulometrijos ir gamyklinius parametrus, matosi kad granuliacija vyksta stabiliai, kai daugiausia susidaro frakcijos tarp 2,8 – 4 mm sietų. Panašios reikšmės gavosi ir granuliuojant laboratorijoje. Cheminių rodiklių reikšmės taip pat rodo, kad žaliavų dozavimas vyko sklandžiai, kas stabiliam darbui taipogi turi įtakos.

3.3 lentelėje pateikti palyginamieji fizikiniai ir cheminiai parametrai tos pačios trąšos NPK 5-15-30+S+Zn, gamintos skirtingu metu.

3.3 lentelė. Palyginamieji trąšų fizikiniai ir cheminiai rodikliai.

Rodikliai	Su bakt.	Be bakt. Nr. 1	Be bakt. Nr. 2	Be bakt. Nr. 3	Be bakt. Nr. 4
N suminis, %	4,2	4,2	4,3	4,6	4,7
N amoniakinis, %	4,2	4,2	4,3	4,6	4,7
P ₂ O ₅ suminis	14,3	14,3	14,5	14,0	14,6
P ₂ O ₅ įsisavinamas	14,2	14,1	14,3	13,9	14,4
P ₂ O ₅ tirpus vandenyje	13,0	13,1	13,3	12,8	13,4
K ₂ O	29,7	30,0	29,8	29,7	29,4
pH	5,88	5,81	5,81	5,94	5,89
Drėgmė, %	1,86	1,73	1,57	1,51	1,25
Granulių stipris, MPa	5,9	6,0	6,0	6,9	7,6
SGN	329	326	327	309	328
Gr. sudėtis (> 5,6) mm, %	0,00	0,00	0,00	0,47	0,29
Gr. sudėtis (> 5,0) mm, %	0,09	0,41	0,31	0,25	1,16
Gr. sudėtis (> 4,0) mm, %	6,98	5,59	7,49	6,50	12,23
Gr. sudėtis (> 3,15) mm, %	51,17	50,50	49,00	36,22	43,01
Gr. sudėtis (> 2,8) mm, %	29,5	28,93	29,31	37,46	25,83
Gr. sudėtis (> 2,0) mm, %	12,13	14,13	13,78	18,74	17,08
Gr. sudėtis (> 1,0) mm, %	0,12	0,18	0,12	0,19	0,30
Gr. sudėtis (> 0,0) mm, %	0,01	0,02	0,02	0,18	0,11
Prekinės frakcijos kiekis, %	99,78	99,15	99,58	98,92	98,15

Iš lentelės pateiktų duomenų galima padaryti išvadą, kad bakterinis preparatas jokio poveikio gamybiniam procesui bei fizikiniams ir cheminiams trąšų parametrams neturi. Trąšos išlaiko tuos pačius rodiklius kaip ir be bakterijų, o bakterinis preparatas Fosfix trąšų kokybei bei maistiniams elementams gamybos metu neigiamos įtakos neturi. Vadinasi, preparato priedas duoda teigiamų dalykų trąšų išbėrimo į laukus metu, kuomet patekdamas kartu su granulėmis pagerina augalų prieinamumą prie maistinių medžiagų.

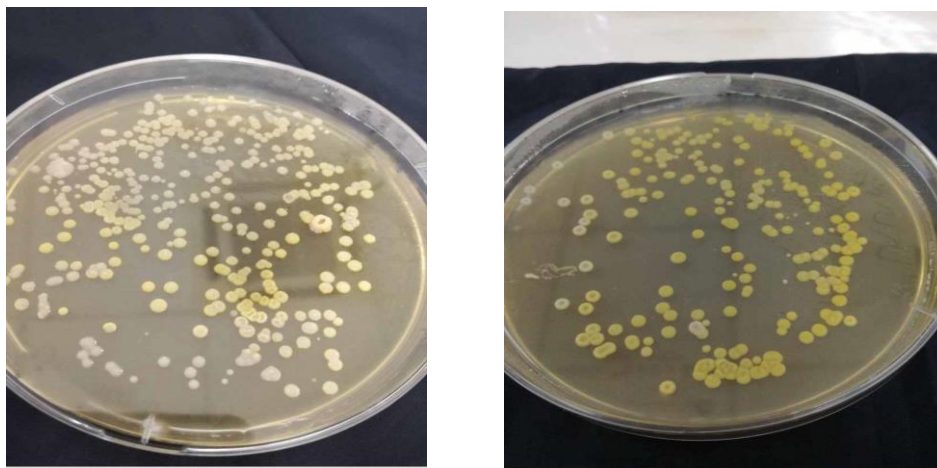
Duomenys apie bakterijų skaičių, pateikti 3.4 lentelėje.

3.4 lentelė. Bakterijų skaičius mėginiuose

Granulatorius (RG 201)		Juosta po džiovynos (CV 201)		Juosta po apvėlimo būgno (CV 202)	
Laikas	Bakterijos	Laikas	Bakterijos	Laikas	Bakterijos
14:45	3,4 * 10 ⁶	14:45	7,3 * 10 ⁶	14:45	3,1 * 10 ⁶
15:15	6,1 * 10 ⁶	15:15	2,5 * 10 ⁷	15:15	9,8 * 10 ⁷
15:45	1,3 * 10 ⁷	15:45	1,3 * 10 ⁷	15:45	1,1 * 10 ⁷
16:15	1,6 * 10 ⁷	16:15	6,8 * 10 ⁷	16:15	1,7 * 10 ⁷
16:45	9,2 * 10 ⁷	16:45	1,7 * 10 ⁷	16:45	8,7 * 10 ⁷
17:15	7,5 * 10 ⁷	17:15	1,5 * 10 ⁷	17:15	2,3 * 10 ⁷

*Reikšmės pateiktos vienam kilogramui produkcijos.

Iš lentelės duomenų matyti, kad bakterijų skaičius visuose mėginiuose yra panašus. Spėtas mirtingumas iki 50 % nepasitvirtino. Manoma, kad tik apie 10-15 % bakterijų neišgyveno. Mėginiuose paimtuose prieš bandymą ir iš archyvo, bakterijų nebuvo rasta. Tai rodo, kad papildomo bakterijų šaltinio nebuvo ir gauti rezultatai yra geri. Bakterijų fotografijos pateiktos 3.3 paveiksle.



3.3 pav. Bakterijų mėginių vaizdas iš skirtingų paėmimo vietų

Medžiagų balansas. Remiantis naudotomis medžiagomis ir receptūra galima apskaičiuoti žaliavų kiekius, reikalingus pagaminti 1t bandomo produkto. Duomenys pateikti 3.5 lentelėje.

3.5 lentelė. Žaliavų kiekis vienai tonai produkto

Eil.Nr.	Žaliavos	kg/t
1	Kalio chloridas (KCl, K ₂ O – 60,0 %)	200,0
2	Amonio dihidrofosfatas ((NH ₄) ₂ HPO ₄)	150,0
3	Amonio hidrofosfatas (NH ₄ H ₂ PO ₄)	155,0
4	Amonio sulfatas ((NH ₄) ₂ SO ₄)	25,0
5	Cinko sulfatas (ZnSO ₄ ·7H ₂ O)	0,7
6	Kalio chloridas – elektrolitas (KCl, K ₂ O – 40,0 %)	450,0
7	Preparatas Fosfix	5,0
8	Balastas	12,3
9	Vaškas	2,0
10	Viso:	1000,0

Iš lentelės matyti, kiek ir kokios žaliavos reikia, norint pagaminti vieną toną trąšų. Teorinių paskaičiavimų gali būti daug, tačiau ne visus juos galima pritaikyti praktiškai. Šis granuliavimo būdas tuo ir ypatingas, kad nėra paprasta visus technologinius parametrus tiksliai aprašyti ir laikantis jų, visada pagaminti kokybišką produktą. Proceso suvaldymui yra palikta vietos ir technologo “kūrybiškumui”, be kurio kartais neįmanomas gamybinis procesas. Ko nepasakytum apie kito tipo technologinius procesus. 3.6 lentelėje pateikti žaliavų kiekių paskaičiavimai, prie

minimalaus našumo per valandą, kuris lygus 13 t/h, minimalios gaminamos partijos – 312t, maksimalaus mėnesio gamybos kiekis – 12.000 t.

3.6 lentelė. Žaliavų kiekis prie skirtingų našumų.

Eil.Nr.	Žaliavos	Min. našumas, t/h	Min. partija, t	Maks. mėn. gamyba, t
1	Kalio chloridas (KCl, K ₂ O – 60,0 %)	2,6	62,4	2419,2
2	Amonio dihidrofosfatas ((NH ₄) ₂ HPO ₄)	2,0	46,8	1814,4
3	Amonio hidrofosfatas (NH ₄ H ₂ PO ₄)	2,0	48,4	1874,9
4	Amonio sulfatas ((NH ₄) ₂ SO ₄)	0,3	7,8	302,4
5	Cinko sulfatas (ZnSO ₄ ·7H ₂ O)	0,009	0,2	8,5
6	Kalio chloridas – elektrolitas (KCl, K ₂ O – 40,0 %)	5,9	140,4	5443,2
7	Preparatas Fosfix	0,1	1,6	60,5
8	Balastas	0,2	3,8	148,8
9	Vaškas	0,026	0,6	24,2
10	Viso:	13	312	12096,0

Remiantis lentelės duomenis galima paskaičiuoti reikiamą pinigų srautą, norint vykdyti gamybą, o turint energetines reikšmes vienai tonai, galima apskaičiuoti reikalingą kiekį norimam gaminamos produkcijos kiekiui pagaminti. Džiovinimui naudojamos gamtinės dujos, tačiau pakeitus degiklį galima naudoti suskystintas dujas ar kitos rūšies kurą.

Remiantis atlikto bandymo duomenimis bei vaizdine informacija galima padaryti sekančias išvadas:

- Bandymas su biopriedais pavyko, bakterijos išgyveno;
- Pasiiektas 10-15 % bakterijų mirtingumas;
- Rekomenduojama bakterijų norma bus gaunama naudojant nuo 200 kg trąšų į hektarą;

Šis tyrimas dar nėra atliktas iki galo. Po eksperimento buvo nuvežta trąšų mėginiai su bakterijom ir be jų į LAMMC filialo Rumokų bandymo stotį tolesniam tyrimui ir analizavimui su vasariniais kviečiais. Taip pat bus imami mėginiai kas mėnesį iš sandėliuojamų trąšų bakterijų gyvybingumo laikui nustatyti bei atliekamas papildomas bandymas tomis pačiomis sąlygomis su 2 l/t norma. Visa tai išsiaiškinus bus galima tiksliai nustatyti:

- Minimalias trąšų normas į hektarą;
- Apskaičiuoti ekonominę naudą;
- Rinkai pasiūlyti konkurencingą produktą;
- Įgyti pranašumą prieš kitus trąšų gamintojus bei tiekėjus.

3.2 Rekomenduojama gamybos schema ir įrengimai

Įvertinus visus duomenis, veikiančioje gamykloje, kurios technologinė linija pavaizduota 3.4 paveiksle, rekomenduojami pakeitimai pateikti 3.5 paveiksle. Pagrindinis procesas išlieka nepakeistas. .

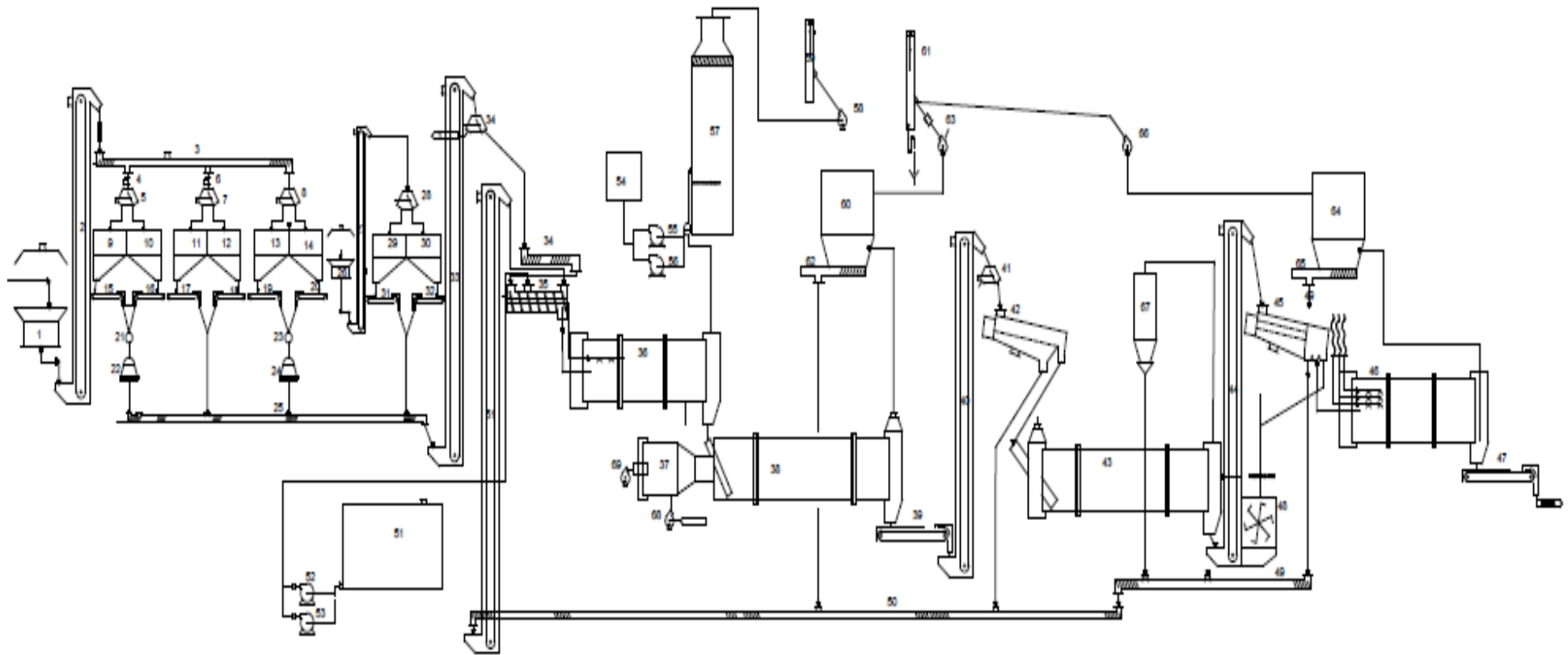
Žaliavų priėmimas/iškrovimas į aruodus. Žaliavų priėmimo baras priima ir iškrauna žaliavas pristatomas geležinkelio vagonais ir automobiliniu transportu nepriklausomai nuo jų sufasavimo būdo. Prieš tai kiekviena transporto priemonė pasveriami ir iškrovus paimami laboratoriniai mėginiai. Žaliavos iškraunamos į joms skirtus aruodus, nemaišant tarpusavyje. Po iškrovimo transporto priemonė vėl pasveriami dėl tikslios sandėlio likučių apskaitos.

Žaliavų tiekimas į gamybinį procesą. Patikrinus laboratorijoje paimtus mėginius, kaušinio krautuvo vairuotojas pagal sudarytą technologo receptūrą, paduoda žaliavas į gamybinį procesą (1, 26). Per priėmimo elevatorių (2) jos yra tiekiamos į bunkerius (9, 10, 11, 12, 13, 14, 29, 30) ir po jais esančiomis juostinėmis svarstyklėmis – dozatoriais (15, 16, 17, 18, 19, 20, 31, 32) tiksliai pagal normą toliau dozuojamos. Granuliuotos ar stambesnės nei miltai būsenos yra leidžiamos per malūną (22, 24), kad užtikrinti sklandų granuliavimo procesą. Pagal nustatytą laiko intervalą yra atliekama svarstyklių – dozatorių patikra, siekiant išvengti veiklaus elemento neleistinų nukrypimų bei išlaikyti sklandų technologinį procesą.

Žaliavų maišymas maišytuve. Po dozavimo žaliavų mišinys per transportavimo sistemą (25, 33, 34) patenka į maišytuvą (35), į kurią tiekiamas vanduo ir garas. Granuliavimo procesas įmanomas tik prie tam tikros temperatūros ir drėgmės. Granulės pradeda rasti jau išėjime iš maišytuvo.

Žaliavų granuliavimas. Drėgna masė patenka į granuliatorių (36) - cilindro formos būgną, viduje išklotą guma, kuris sukasi tam tikru greičiu bei turi posvyrio kampą. Operatorius sekdamas proceso rodiklius ir vizualiai stebėdamas masės virsmą granulėmis, nustato optimaliausius parametrus procesui vyksti. Atskirais atvejais į šį būgną gali būti dozuojamas vanduo. Šiame etape pasibaigia žaliavų apdirbimas ir toliau seka ciklas, susijęs su galutinio produkto pagaminimu. Drėgnas ir karštas oras, turintis savo sudėtyje azoto, paduodamas į karšto oro valymo sistemą skruberį (57). Po išvalymo – į atmosferą. Vanduo, prisodrintas veiklaus elemento, gražinimas atgal į procesą.

Produkcijos džiovinimas. Produkcinė masė toliau patenka į kitą cilindrinį būgną – džiovyklą (38) su viduje esančiomis mentėmis, kurioje masė yra džiovinama karštu oro. Orui kaitinti naudojamos gamtinės dujos. Karštas oras ventiliatorių pagalba patenka į karšto oro rankovinius filtrus (60), kuriame dulkės atskirtos grįžta atgal į sistemą, o išvalytas oras – į atmosferą.



3.4 pav. NPK trąšų gamybos schema. 1, 26 – priėmimo bunkeriai; 2, 27, 33, 51, 40, 44 – kaušiniai elevatoriai (transporteriai); 3, 25, 34, 39, 47, 49, 50, 62, 65 – sraigtiniai transporteriai; 4, 6, 21, 23, 49 – dozatoriai; 5, 7, 8, 28, 34, 41 – srauto nukreipėjai; 9, 10, 11, 12, 13, 14, 29, 30 – žaliavų bunkeriai; 15, 16, 17, 18, 19, 20, 31, 32 – juostinės svarstyklės; 22, 24, 48 – malūnai; 35 – maišytuvas; 36 – granuliatorius; 38 – džiovykla; 43 – aušintuvas; 52, 53, 55, 56 – siurbliai; 51 – parūgštinto vandens talpa; 54 – H_3PO_4 talpa; 57 – skruberis; 60 – karšto oro filtras; 37 – džiovyklos degimo kamera; 69 – dujų degiklis; 68, 58, 63, 66 – ventiliatoriai; 59 – šlapio valymo kaminas; 61 – sauso valymo kaminas; 42 – viengubas sietas; 45 – dvigubas sietas; 64, 67 – šalto oro filtrai; 46 – vaško apvėlimo būgnas

Produkcijos pirminis sijojimas. Po džiovino seka kitas etapas – pirminis sijojimas (42). Šis veiksmas atliekamas viengubame sietė, kuriame atskiriamos smulkios dalelės, neatitinkančios galutinio produkto standartų, ir kaip returas gražinama atgal į maišytuvą.

Produkcijos aušinimas. Po pirminio sijojimo, masė neturinti smulkios frakcijos, toliau yra aušinama. Aušinimas vyksta ventiliatorių pagalba, naudojant atmosferinį orą. Oras išėjęs iš aušintuvo patenka į šalto oro rankovinį filtrą. Atskirtos dulkės kaip returas gražinamos atgal į gamybinį procesą. Išvalytas oras – į atmosferą. Aušintuvas kaip granulatorius ar džiovykla yra pasviręs besisukantis būgninis cilindras (43), kurio vidus dėl geresnio aušinimo efekto yra padengtas mentėmis.

Produkcijos antrinis sijojimas. Antrinis sijojimas vyksta iš karto po produkcijos ataušinimo. Visas medžiagų kiekis patenka į įrenginį (45), susidedantį iš dviejų sietų. Jame atskiriamos trys frakcijos: smulkią frakciją, kuri kaip returas gražinama atgal į procesą; gatavo produkto frakciją nuo 2 mm iki 5 mm granules, kuri toliau paduodama tolimesniam produkcijos apdirbimui; stambią frakciją, kuri paduodama į malūną (48) susmulkinimui ir gražinama atgal pakartotinam sijojimui į dvigubą sietą.

Gatavo produkto padengimas antikietintoju. Granulės, atitinkančios reglamentuojamus gatavo produkto rodiklius patenka į apvėlimo būgną (46), kuriame besisukančios trąšos padengiamos antikietintoju arba kitaip dar vadinamu vašku. Normalios būklės vaškas yra sustingęs ir dozavimas yra neįmanomas. Norint išdozuoti vašką, turi būti įdiegta kaitinimo sistema užtikrinanti darbinę vaško temperatūrą 70 – 850 °C Vidutinė vaško norma yra 2 kg/t.

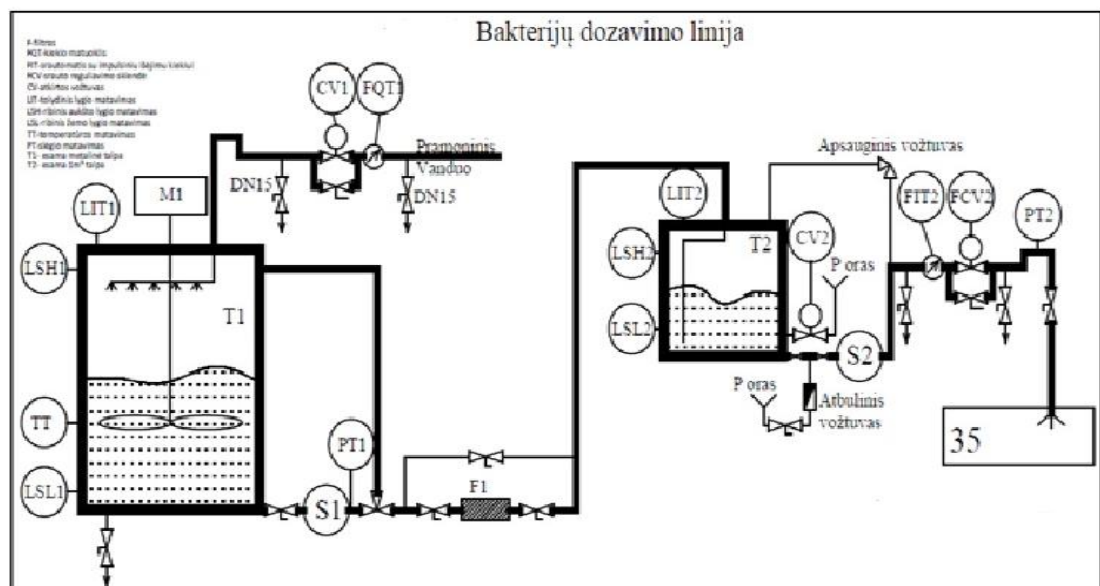
Gatavo produkto sandėliavimas/fasavimas/pakrovimas į transporto priemonę. Granulės po apvėlimo procedūros yra sandėliuojamos į aruodus. Po gamybos trąša turi subręsti ir aruode pragulėti ne mažiau kaip 2-3 dienas. Į vieną aruodą pilama tik viena trąšų rūšis bei priskiriama partija dėl atsekamumo. Priklausomai pagal poreikį, gatava produkcija yra pakraunama palaidame pavidale į vagonus, automobilius arba prieš tai sutaruojama. Prieš šiuos veiksmus dar kartą atliekamas galutinis sijojimas, siekiant užtikrinti aukščiausią produkcijos kokybę. Viso proceso metu elevatorių, sraigtinių transporterių, sietų, kitų smulkesnių įrenginių yra atliekamas dulkių nutraukimas. Taip užtikrinama darbo sąlygų kokybė, švara cecho viduje, įrenginių ilgaamžiškumas.

Produkcijos tikrinimas laboratorijoje. Produkcijos kokybės užtikrinimas prasideda nuo žaliavų patikrinimo ir baigiasi mėginių saugojimų vienus metus. Prieš gamybos pradžią yra patikrinamos visos atvykstančios žaliavos, kad įsitikinti jog nėra neatitikimų pagal deklaruojamus parametrus su nurodytais sertifikatuose. Viso proceso metu pagal nustatytą tvarką yra imami mėginiai, siekiant užtikrinti deklaruojamus fizikinius ir cheminius gatavo produkto parametrus. Taip pat atliekami ir prevenciniai patikrinimai, tokie kaip dozatorių patikra. Produkcija,

neatitinkanti rodiklių, pagal Europos Bendrijos reglamentą, yra perdirbama ir į realizaciją nepatenka. Laboratorija kartu su gamybinio cechu dirba nepertraukiamai ir yra nepriklausoma.

Apie gamyklą. Gamykla skirta dirbti 11 mėnesių per metus ir 24 valandas per parą, vienas mėnuo - remontui. Gamybinis pajėgumas iki 160000 t per metus. Gamykloje dirba 4 pamainos po 8 žmones. Dienos metu papildomai dirba aptarnaujantis bei techninis personalas. Šiuo metu sklandų įmonės darbą užtikrina apie 70 darbuotojų. Produkcija yra tiekama po visą pasaulį, nes gamybinė linija bei patirtis leidžia pagaminti iki 250 įvairių skirtingų formulių ir greitai prisitaikyti prie kintančių rinkos sąlygų.

Biologinio preparato išpurškimo sistema nėra sudėtinga, nereikalaujanti didelių investicijų. Ją nesunkiai galima pritaikyti prie dabartinės trąšų granuliavimo linijos. 3.5 paveiksle pateikta galima bakterinio preparato dozavimo linija, kuri sudaro galimybes išdozuoti reikiamą bakterijų normą ir pasižyminti universalumu.



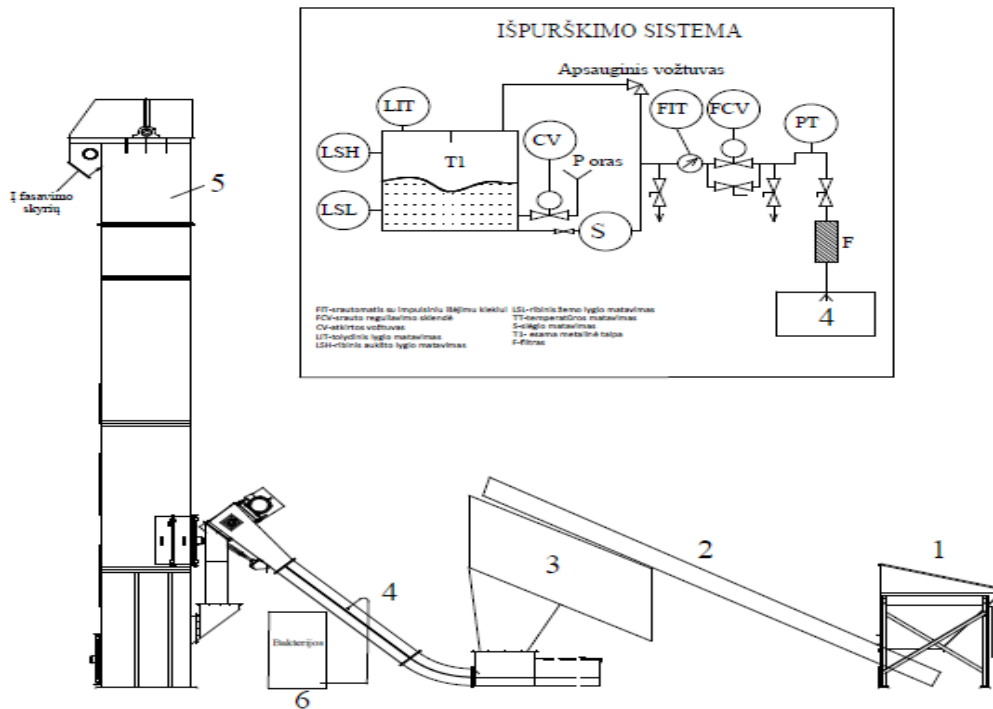
3.5 pav. Rekomenduojama bakterijų dozavimo linija.

T1, T2 – priedų talpos; 35 – maišytuvas; LS – lygio davikliai; TT – temperatūros davikliai, PT – slėgio davikliai; DN – ventilis; M1 – elektros variklis; S1, S2 – siurbliai; FQ – kiekio matuoklis; FCV – srauto reguliavimas;

Bakterinis priedas supilamas į T1 talpą, pagal apskaičiuotą normą talpa pripildoma vandeniu ir toliau sistema dirba automatizuotai. Nustatyta dozavimo norma iš T2 dozuojama į žaliavų maišytuvą (35). Žaliavų mišinys toliau tiekiamas į granuliatorių. Pastovus priedo lygis talpoje T2 yra palaikomas lygio daviklių pagalba. Kiekio matuokliai ir srauto reguliatoriai užtikrina dozuojamos normos pastovumą.

3.3 Bakterinio preparato išpurškimo sistema prieš fasavimą

Atliekant Rumokuose lauko bandymus su trąšomis, prieš transportuojant trąšos buvo apipurkštos bakterijomis naudojant įrangą, kuri pavaizduota 3.6 pav.



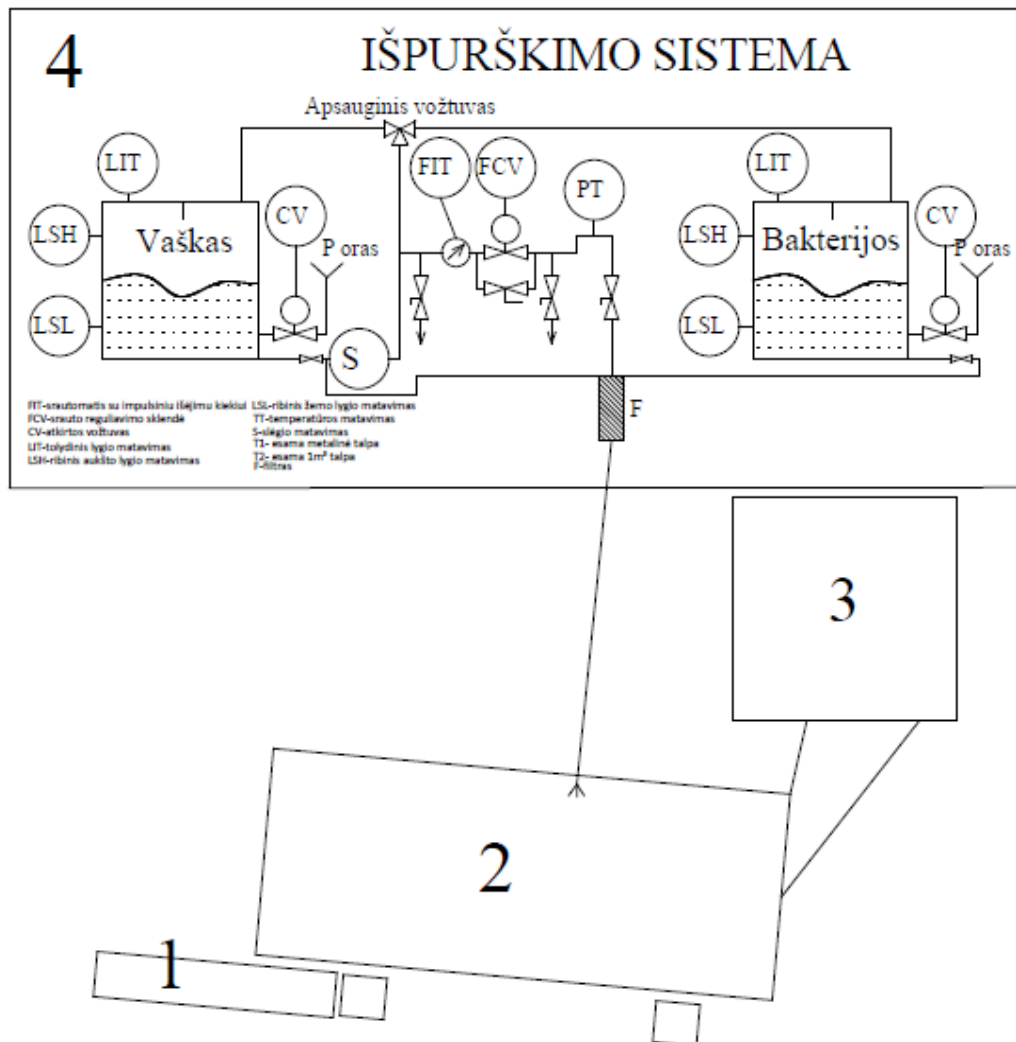
3.6 pav. Bakterijų išpurškimo schema fasavimo metu:

1- trąšų priėmimo bunkeris; 2 - juostinis transporteris; 3 - dvigubas sietas; 4 - mentelinis transporteris; 5 - kaušinis elevatorius; 6 - bakterijų išpurškimo sistema

Trąšos kaušinio krautuvo pagalba yra paduodamos į trąšų priėmimo bunkerį (1) ir per juostinį transporterį (2) patenka į dvigubą sietą (3). Šis įrenginys dar kartą atsijoja trąšas, po kurio prekinė frakcija menteliniu transporteriu (4) patenka į kaušinį elevatorių (5). Bakteriniai preparatai pagal nustatytą normą išdozuojami per apipurškimo sistemą (6) dar prieš patenkant į elevatorių. Po elevatoriaus produkcija paduodama į fasavimo įrenginį, kuriame pagal poreikį išfasuojama į reikiamą pakuotę.

3.4 Bakterinio preparato išpurškimas kartu su vašku

Žemiau esančioje schemeje (3.7 pav.) pavaizduotas dar vienas galimas bakterijų išpurškimo būdas, kuris nebuvo naudojimas.



3.7 pav. Vaško – bakterinio preparato išpurškimo schema per bendrą purkštuką.

1 – juostinis gatavos produkcijos transporteris; 2 – vaško apvėlimo būgnas; 3 – dvigubas sietas; 4 – vaško – bakterinio preparato išpurškimo sistema

Galutiniame gamybos etape, prekinės frakcijos trąšos patekdamos į gatavos produkcijos aruodą, iš po dvigubo sieto (3) patenka į apvėlimo būgną (2), kuriame per išpurškimo sistemą (4) yra apipurškiamos vašku (pasiteisinus eksperimentui, būtų purškiamas papildomai ir bakterinis preparatas) . Po apvėlimo būgno trąšos patenka ant juostinio transporterio (2) ir nugabenamos į gatavos produkcijos aruodus.

4. DARBUOTOJŲ SAUGA IR SVEIKATA

Norint neatsilikti nuo šiuolaikinio gyvenimo teikiamų naujovių ir tempo, būtina kurti ir pritaikyti inovatyvius sprendimus visose veiklos srityse, intensyvinti kūrybinį ir pritaikymo procesus, išrasti naujus produktus, spėti suprasti bei išmokti naudotis naujovėmis. Visi tai supranta ir norintys turėti daugiau, stengiasi neatsilikti nuo užprogramuoto XXI amžiaus tempo. Tačiau nėra taip paprasta, kaip atrodo iš pirmo žvilgsnio. Dėl laiko stokos kažkas yra aukojama. Dažniausiai nuo to nukenčia žmogiškieji resursai, kuomet jų sąskaita norima kuo greičiau gauti rezultata. Į šalį nustumiami tokia sritis kaip darbuotojų sauga ir sveikata, nors ir atitinkamos valstybinės tarnybos rūpinasi darbuotojais bei jų saugia aplinka. Darbdaviai taip pat turi suprasti tokių dalykų svarbą ir rūpintis bei užtikrinti tarnautojams komfortišką ir saugią aplinką darbinėje aplinkoje. Šiai dienai jaučiamas įvairių sričių darbuotojų trūkumas, todėl šiuolaikinis darbdavys norėdamas išlikti aršioje konkurencingoje aplinkoje, privalo pasirūpinti ne tik būtiniausiomis saugos priemonėmis bet ir suteikti papildomas, darbinę aplinką gerinančias priemones bei rūpintis darbininkų švietimu, jaukia darbine atmosfera. Tik turint darnią komandą, galima pasiekti užsibrėžtų tikslų ir išlikti pranašesniu prieš konkurentus.

Gamybos pramonėje ir ypač chemijos itin svarbu žinoti ir suprasti apie naudojamą medžiagą ir jų fizikines bei chemines savybes, kadangi tai puiki terpė susikaupti dulkėms bei sprogioms ir toksiškoms medžiagoms. Taip pat vykdamas įvairius džiovinimo procesus pasiekiamos aukštos temperatūros. Kaip temperatūros šaltinis naudojamos gamtinės dujos ar kitas kuras. Tad reikia itin atsargiai elgtis su įranga bei žaliavomis ir skirti pakankamai laiko darbuotojų susipažinimui su saugos instrukcijomis ir saugos duomenų lapais. Į tokius dalykus negalima nekreipti dėmesio, nes mažiausia klaida po to gali brangiai kainuoti.

Dažniausiai sutinkamas veiksnys, kuris gali sukelti sprogimo ir degimo pavojų, yra dulkės. Jų mišinių su oru užsiliepsnojimas yra viena svarbiausių degių dulkių savybių. Prie palankių sąlygų, t.y. esant ribinei dulkių koncentracijai atsiranda liepsnos plitimo galimybė visame ore – dulkių mišinyje. Dulkės atsiranda žaliavų iškrovos, pakrovos, sandėliavimo metu. Taip pat svarbu ir ekologinis aspektas. Gamta reikia taip pat rūpintis ir užtikrinti, kad chemikalai nepakliūtų į aplinką ir neužterštų dirvožemio bei gruntinių vandenių. Todėl norint išvengti ar sumažinti riziką reikia laikytis tam tikrų taisyklių:

- Sandėliai (patalpos), kuriuose laikomos trąšos, turi būti pastatyti iš nedegių medžiagų, uždari, sausi ir vėdinami. Grindys turi būti aukščiau žemės paviršiaus, medinės sandėlio konstrukcijos padengtos ugniai atspariais mišiniais.

- Pakuotos trąšos gali būti laikomos sandėliuose arba lauke ant padėklų, apsaugotos nuo tiesioginių saulės spindulių, atmosferos kritulių taip, kad maišai nestovėtų vandenyje ir vanduo nesikauptų ant maišų.

- Palaidos trąšos laikomos tik sandėlyje. Skirtingų rūšių palaidos trąšos sandėlyje laikomos atskirtos pertvaromis arba atskirose talpyklose.

- Didelį azoto kiekį ($N > 28 \%$) turinčios amonio nitrato trąšos laikomos tik supakuotos.

- Skystosios trąšos gali būti laikomos sausame, uždaramame sandėlyje arba lauko aikštelėse ar ant padėklų, sandariose atmosferos poveikiui, chemiškai inertiškose talpose, apsaugotose nuo tiesioginių saulės spindulių.

- Trąšos laikomos atskirai nuo kaitinimo šaltinių ar liepsnos, tepalų, degių medžiagų, rūgščių, šarmų ar kitų cheminių medžiagų, augalų apsaugos produktų, pašarų bei atsižvelgiant į kiekvieno trąšų tipo ypatybes taip, kad nekiltų pavojus joms patekti į aplinką [34].

Trąšų gamybos metu privalu laikytis technologinio proceso nustatytų parametrų ir įrengimus eksploatuoti griežtai pagal jų paskirtį. Dulkių susidarymo vietose, tokiose kaip džiovintuvas, granuliatorius ar aušintuvas turi būti aprūpinti dulkių nutraukimo sistema, kur dulkės patenka į ciklonus ar rankovinius filtrus ir kaip returas grąžinamos atgal į gamybą. Jei to nepakanka, tuomet naudojamas šlapias valymas. Šlapiam valymui naudojamas skruberis, kuriame tirpinamos ir nusodinamos ne tik dulkės, bet ir sugaudoamos gamybos metu išsiskiriančios kenksmingos dujos: amoniakas, fluoro junginiai, azoto oksidai ir kt. Tokio tipo trąšų gamyboje skystų nuotėkų nesusidaro, nes visas vanduo skirtas valymui yra grąžinamas atgal į gamybinį procesą. Įrenginių eksploatavimas kai neveikia nors vienas iš dulkių nutraukėjų ar veikimas yra sutrikęs yra negalimas. Turi būti įrengta automatinė sistema, signalizuojanti ir pranešanti apie gedimą kažkurio įrenginio. Tik likvidavus gedimus, galima dirbti toliau.

Tai pat labai svarbu stebėti ir užtikrinti, kad į technologinį procesą nepatektų pašalinės medžiagos, ypač metalinės. Nes jos gali sukelti kibirkščiavimą. Kad apsaugoti nuo tokių atsitikimų reikia įrengti mechanines gaudykles ir blokiruotes. Visi elektros įrenginiai turi būti įžeminti. Darbuotojai turi būti suskirstyti pagal saugumo klases ir su elektros bei kitais sudėtingais prietaisais gali dirbti tik tie, kurie turi tinkamą išsilavinimą ir darbo saugos pažymėjimus. Būtina įrengti monitoringo ar kitas prevencines sistemas, kur pagal technologinį procesą yra aukštos temperatūros, susidaro sprogios terpės, galimi uždujinimai ir panašiai.

Visi darbuotojai turi būti aprūpinti darbo apranga, pirštinėmis, apsauginiais akiniais, respiratoriais, šalmais ir kita įranga, priklausomai nuo pavojingumo klasės. Taip pat reikia stebėti ir visų apsaugos priemonių savalaikį ir pagal paskirtį naudojimą.

Prieš pradėdant dirbti trąšų pramonėje, reikia susipažinti su pagrindinių medžiagų charakteristikomis. Duomenys 4.1 lentelėje.

4.1 lentelė. Pagrindinių rūšių degių ir nedegių savybių turinčių mineralinių trąšų charakteristikos [35]

Trąšų pavadinimas	Išvaizda	Pagrindinė cheminė sudėtis	Drėgnis, %	Agresyvumas	Pavojingumo klasė
Azoto trąšos					
1	2	3	4	5	6
Amonio salietra	Granulės	NH_4NO_3	0,2–0,3	Oksidatorius. Išskiria nuodingus azoto oksidus	Degi. 210 °C sąveikoje su siera, rūgštimis, superfosfatu, kalkių chloridu, metalų milteliais (ypač cinku) suyra išskirdama azotą ir deguonį, tai degių medžiagų aplinkoje gali sukelti gaisrą. Deganti amonio salietra, užteršta organinėmis medžiagomis, gali sprogti. Pavojingumo klasė 5
Karbamidas	Granulės	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	0,25	Sąveikoje su kalkinėmis medžiagomis išskiria amoniaką	Normaliomis sąlygomis nesproguos ir nedegs. Užsiliepsnojimo temperatūra 220 °C, savaime užsidega 715 °C
Amonio sulfatas	Kristalai	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	0,2	Sąveikoje su kalkinėmis medžiagomis išskiria amoniaką	Nedegs. Įkaitintas iki 235 °C skyla išskirdamas amoniaką ir sieros trioksidą
	Granulės		0,6		
Fosforo trąšos					
Superfosfatas	Granulės	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot x\text{H}_2\text{O} + \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{CaSO}_4$	3,5	Turi laisvųjų rūgščių skaičiuojant P_2O_5 – 2,5 proc.	Nedegs ir nesproguos. Pavojingumo klasė 9
Dvigubasis superfosfatas	Granulės	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot x\text{H}_2\text{O} + \text{H}_3\text{PO}_4$	3,0–4,0	Turi laisvųjų rūgščių skaičiuojant P_2O_5 – 2,5– 5 proc.	Nedegs ir nesproguos. Pavojingumo klasė 9
Diamonio fosfatas	Granulės	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$		Degdamas išskiria amoniaką ir fosforo oksidus	Nedegs ir nesproguos. Skyla įkaitintas iki 155 °C. Pavojingumo klasė 9
Kalio trąšos					
Kalio chloridas	Granulės	KCl	0,5	Iki 0,5 proc. drėgnio nesukelia korozijos	Nedegs ir nesproguos. Pavojingumo klasė 9

4.1 lentelės tęsinys

1	2	3	4	5	6
Kalio chloridas	Smulkūs kristalai	KCl	1,0	Iki 1,0 proc. drėgnio nesukelia korozijos	Nedegus ir nesprogus. Pavojingumo klasė 9
Kalio druska 40 proc.	Kristalai	KCl+NaCl	2,0	Iki 2,0 proc. drėgnio nesukelia korozijos	Nedegi ir nesprogi. Pavojingumo klasė 9
Kompleksinės trąšos					
Amofosas	Granulės	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	1,0	Sąveikoje su kalkinėmis medžiagomis išskiria NH_3	Nedegus ir nesprogus. Pavojingumo klasė 9
Nitrofoska	Granulės	NH_4NO_3+ $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4+$ $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4+$ KNO_3+ CaHPO_4	1,5	Kaitinant išskiria azoto oksidus	Nesprogi. Degi. Aukštesnėje temperatūroje gali savaime kaisti. Pavojingumo klasė 9
Azofoska	Granulės	NH_4NO_3+ $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4+$ KCl	1,0	Silpnas oksidatorius	Nesprogi. Degi. Sunkiai deganti. Pavojingumo klasė 9
Nitroamofoska	Granulės	NH_4NO_3+ $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4+$ KCl	0,8	Silpnas oksidatorius	Nesprogi. Gaisrui pavojinga. Sunkiai deganti. Pavojingumo klasė 9
Nitroamofosas	Granulės	NH_4NO_3 $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	1,5	Silpnas oksidatorius	Nesprogus. Įkaitintas iki 170 °C linkęs suskilti ir tirpti. Pavojingumo klasė 9
Nitrofosas	Granulės	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4+$ NH_4NO_3+ $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	1,5		Nesprogi. Įkaitinta iki 170 °C linkusi suskilti ir tirpti. Pavojingumo klasė 9

Darbuotojai taip pat turi būti aprūpinti pirminėmis sveikatos apsaugos ir priešgaisrinėmis.

Turi būti supažindinti su avarijų likvidacijų planu ir būtinai turi būti vykdomai apmokymai, kad nelaimės atveju žmonės nepasimestų ir žinotų ką daryti. Taip pat turi išmanyti atliekų tvarkymo taisyklės, kad nekeltų pavojaus aplinkai ir elgtųsi atsakingai su cheminėmis medžiagomis.

Dar vienas labai svarbus aspektas yra tvarkingas autotechnikos parko užtikrinimas. Tokiose aplinkose negali būti tepalų prasiskverbimų ar kuro nutekėjimo, nes sąveikoje su dulkėmis bei trąšomis grėsmė pavojui itin padidėja. Griežtai draudžiama naudoti pjuvenas išsiliejusio skysčio utilizavimui ir surinkimui. Pašalinių žmonių patekimas į teritoriją turi būti apribotas ir kontroliuojamas, nes nesusipažinę su saugos instrukcijomis gali pakenkti sau ir kitiems.

Didesnėse įmonėse už darbuotojų saugą ir sveikatą atsako specialistas, kuris rūpinasi darbo saugos klausimais ir su naujų darbuotojų supažindinimu su aktualia informacija.

IŠVADOS

1. Nustatyta, kad granuliuotos NPK 5-15-30+S+Zn trąšos su bakteriniu preparatu Fosfix teigiamai veikia cukrinių runkelių derlingumą, o jų pridėjimas į žaliavų mišinį nepakeitė granuliavimo proceso parametrų (granuliavimo trukmės, temperatūros, drėgmės kiekio ir kt.)
2. Nustatyta, kad NPK trąšas su bakterijomis granuluojant laboratorinėmis sąlygomis geriausi produktų rodikliai (apie 78 % prekinės frakcijos, granulių stipris 42 N/granulei, produkto drėgmė 0,95 %) gauti, kai žaliavose buvo 14,4 % drėgmės ir nenaudojamas returas.
3. Pramoninėmis sąlygomis, trąšos NPK 5-15-30+S+Zn su bakterijomis pagamintos naudojant 40 % returo ir žaliavų mišinio drėkinimui naudojant apie 12 %. Jų statinis stipris 5,9 MPa, prekinės frakcijos apie 60 % ir produkto drėgmė 1,86 %.
4. Laboratoriniu ir pramoniniu būdu gauti panašūs rezultatai rodo, kad laboratorinius eksperimentų duomenis galima naudoti kaip pagrindą perkeliant procesą į tikrą gamybinę liniją.
5. Nustatyta, kad bakterinis preparatas išlieka gyvybingas po džiovavimo proceso ir vieno mėnesio sandėliavimo.
6. Apibendrinus laboratorinius ir gamybinius bandymų rezultatus, pateikta principinė technologinė schema ir rekomendacijos technologinio proceso įrangos tobulinimui.

LITERATŪROS SARAŠAS

1. TIŪRIN I. V. *Istoryja primienienija organičieskich ūdobrienij* [interaktyvus]. 2013, [žiūrėta 2017-02-11]. Prieiga internete: <http://agrohimija.ru/organicheskie-udobreniya/1406-istoriya-primeneniya-organicheskikh-udobreniy-chast-1.html>.
2. TORERO M. *The Fertilizer Market at the Global Level* [interaktyvus]. 2015, [žiūrėta 2016-10-05]. Prieiga internete: <https://www.ifa.ie/wp-content/uploads/2015/05/IFPRI-Presentation-wp.pdf>.
3. GYVENTOJŲ SKAIČIAUS KAITA. *Pasaulio gyventojų skaičiaus kaita* [interaktyvus]. 2016, [žiūrėta 2017-10-12]. Prieiga internete: https://smp2014ge.ugdome.lt/mo/9kl_visuomenine_geografija/GE_DE_33/teorine_medziaga_1.html
4. GOLD M. V. *Organic Production/Organic Food* [interaktyvus]. 2007, [žiūrėta 2016-12-05]. Prieiga internete: <https://www.nal.usda.gov/afsic/organic-productionorganic-food-information-access-tools>.
5. OLCCHUKS. *Megaogorod* [interaktyvus]. 2016, [žiūrėta 2016-01-25]. Prieiga internete: <http://megaogorod.com/atricle/2445-pepel-kak-udobrenie-sposoby-i-pravila-ispolzovaniya>.
6. FAO. *World fertilizer trends and outlook to 2018* [interaktyvus]. 2018, [žiūrėta 2018-03-09]. Prieiga internete: <http://www.fao.org/3/a-i4324e.pdf>.
7. JUKNEVIČIENĖ E., SAKALAUSKAS S. *Tiesos ir mitai apie biologinius produktus* [interaktyvus]. 2016, [žiūrėta 2016-04-18]. Prieiga internete: <http://valstietis.lt/naujienos/idomybes/tiesos-ir-mitai-apie-biologinius-produktus/>.
8. CHEMCENTRAS. *Tiesa ir mitai apie biologinius produktus* [interaktyvus]. 2017, [žiūrėta 2017-11-08]. Prieiga internete: <http://www.nando.lt/lt/straipsnis/tiesa-ir-mitai-apie-biologinius-produktus>.
9. MACKEVIČIUS J. *Fitohormonai* [interaktyvus]. 2013, [žiūrėta 2015-06-20]. Prieiga internete: <http://www.bonsaivilnius.lt/category/fitohormonai-2/>.
10. SVIKLAS A. M., PALECKIENĖ R., ŠLINKŠIENĖ R. Sudėtinės trąšos. Vilniaus pedagoginio universiteto leidykla. 2008: p. 6-170.
11. AGRO. *Trąšos ir mikroelementai žemės ūkio augalams* [interaktyvus]. 2015, [žiūrėta 2015-09-11]. Prieiga internete: <https://www.agrokoncernas.lt/uploads/images/leidiniai/musu/Trasu.pdf>.

12. ŽUM. *Aplinkosauga* [interaktyvus]. 2016, [žiūrėta 2016-03-15]. Prieiga internete: https://zum.lrv.lt/uploads/zum/documents/files/LT_versija/Naujiena/Leidiniai/Projekto_%E2%80%9ELietuva_be_kaimo-lietuva_be_ateities%E2%80%9C_leidiniu_elektronines_versijos/Aplinkosauga%20ir%20tr%C4%99%C5%A1imo%20planavimas.pdf.
13. FERTILIZER. *FEECO - Fertilizer Plant Equipment* [interaktyvus]. 2018, [žiūrėta 2018-05-16]. Prieiga internete: <http://www.madehow.com/Volume-3/Fertilizer.html#ixzz5FZupLi81>.
14. NAVICKAITĖ G., PALECKIENĖ R., SVIKLAS A. M. *Melasoje esančių fiziologiškai aktyvių medžiagų sąveika su karbamiidu*. Cheminė technologija. ISSN 1392 – 1231. 2010. Nr. 2 (55).
15. KRIVENOKAITĖ I., JUODEŠKAITĖ R. Mineralinės trąšos [interaktyvus]. 2012, [žiūrėta 2017-05-26]. Prieiga internete: chemijajums.emokykla.lt/projektai/Mineralines%20trasos.pps.
16. VESSEY J. K. *Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers* [interaktyvus]. 2003, [žiūrėta 2018-05-25]. Prieiga internete: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1023%2FA%3A1026037216893.pdf>
17. MALHERBE S. *17 beneficial microbes and some of their potent plant and soil functions* [interaktyvus]. 2007, [žiūrėta 2017-04-18]. Prieiga internete: <https://www.explogrow.com/farming-with-microbes/beneficial-microbial-bio-fertilizer-plant-health-and-bio-control-functions>
18. TRĄŠOS. *Bio-organinės trąšos* [interaktyvus]. 2016, [žiūrėta 2016-03-12]. Prieiga internete: <https://zaliastotele.lt/trasos/bio-organines-trasos/>.
19. FELEKE T. *ABC Guide to Mineral Fertilizers A basic handbook on fertilizers and their use* [interaktyvus]. 2008, [žiūrėta 2017-02-09]. Prieiga internete: http://www.academia.edu/34072365/ABC_Guide_to_Mineral_Fertilizers_A_basic_handbook_on_fertilizers_and_their_use.
20. BAKTIERIJIE TAKIE RAZNYIE. *Bakterijie takie raznyie: vidy, formy* [interaktyvus]. 2015, [žiūrėta 2017-01-17]. Prieiga internete: <https://probakterii.ru/prokaryotes/species/raznye-bakterii.html>.
21. BAKTIERIJIE. *Bakterij, i ix stroienie i žsnitielnost* [interaktyvus]. 2014, [žiūrėta 2015-04-23]. Prieiga internete: <http://muvrasil.ru/bakterii/bakterii>.
22. ULMANAS R. *Bakterijos* [interaktyvus]. 2015, [žiūrėta 2017-08-11]. Prieiga internete: <https://mokslai.lt/referatai/biologija/bakterijo-1.html>.
23. AFRAMENKO P. *Rol bakterieji* [interaktyvus]. 2016, [žiūrėta 2017-10-02]. Prieiga internete: https://revolution.allbest.ru/biology/00743198_0.html.

24. ŠLINKŠIENĖ R., BALIUTAVIČIUS V. *Kai kurių granuliavimo parametrų įtaka NPK trąšų savybėms*. Cheminė technologija. 2012, 1 – 59.
25. FERTILIZERS MANUAL UNIDO. Viena: IFDC Alabama, 1980, 353 p.
26. BALANDIS A., KANTAUTAS A. ir kt. *Chemijos inžinerija I: vadovėlis*. 2006, ISBN 978-9955-25-986-2.
27. SEIM J. *Question of the Week: What does a Typical Pelletizing Process Look Like* [interaktyvus]. 2015, [žiūrėta 2017-09-02]. Prieiga internete: <http://feeco.com/question-of-the-week-what-does-a-typical-pelletizing-process-look-like/>.
28. STANDARDS ASSOCIATION OF LITHUANIA. *Lithuanian standard: Fertilizers - Determination of the water-soluble potassium content*, 2009. EN15477-2009.(28)
29. CROSBY, N.T. and N. PATEL. *The Fertilizers (Sampling and Analysis) regulations // Agriculture*. Statutory Instruments, Laboratory of the Government Chemist. London, 1991, p. 7. (29)
30. REGULATION EC, No. 2003/2003 of the European Parliament and of the Council of 13 October 2003 Relating to Fertilizers. Official Journal. 2003, 1-304. (30)
31. CEN REPORT. *Fertilizers – Crushing strength determination on fertilizer grains*. LST CR 1233:2006.(31)
32. BIOENERGY. *Fosfix optimaliam fosforo įsisavinimui* [interaktyvus]. 2017, [žiūrėta 2018-04-15]. Prieiga internete: http://www.bio-energy.lt/files/produktu_pdf/lt/fosfix_lt.pdf.
33. PALECKIENĖ, R. ir A. M. SVIKLAS. *Trąšų agrochemija: vadovėlis*. Kaunas, 2012.
34. LRŽŪM. *Dėl mineralinių trąšų ir augalų apsaugos produktų sandėlių ūkio technologinio projektavimo taisyklės* [interaktyvus]. 2013, [žiūrėta 2016-11-28]. Prieiga internete: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.439A5C00C7B3>.

PRIEDAS



KTU Cheminės technologijos fakulteto,
Chemijos inžinerijos magistrantūros
Baigiamųjų darbų gynimo komisijai

SUTIKIMAS

Marijampolė, 2018-06-05

UAB "Arvi fertis", atstovaujama generalinio direktoriaus Tomo Dudėno, neprieštarauja, kad Marijus Grodickas, Kauno Technologijos Universiteto Cheminės technologijos fakulteto studentas, baigiamajame magistro darbe "Biriųjų NPK trąšų su bioaktyviais priedais gamybos technologija" naudotų duomenis, susijusius su įmonės "Arvi fertis" trąšų gamybos technologija.

Generalinis direktorius

Tomas Dudėnas

UAB „Arvi fertis“

Gamyklų g. 5
LT-68108 Marijampolė, Lietuva
Telefonas (8 343) 97 766
Faksas (8 343) 97 867
El. p. arvifertis@arvifertis.lt

Įm. k. 300632946
PVM mok. k. LT100002837912
AS LT08 4010 0408 0039 0694
AB DNB, banko kodas 40100
SWIFT - AGBLLT2X

www.arvifertis.lt

Gamyklų str. 5
LT-68108 Marijampolė, Lithuania
Phone +370 343 97 766
Fax +370 343 97 867
E-mail arvifertis@arvifertis.lt

Company code 300632946
VAT payer code LT100002837912

