



Kauno technologijos universitetas

Cheminės technologijos fakultetas

***Cordyceps militaris* perdirbimas: biologiškai aktyvių
komponentų išskyrimas ir tyrimas**

Baigiamasis magistro projektas

Simas Borkertas

Projekto autorius

Doc. Dr. Linas Miknius

Projekto vadovas

Kaunas, 2022



Kauno technologijos universitetas

Cheminės technologijos fakultetas

***Cordyceps militaris* perdirbimas: biologiškai aktyvių
komponentų išskyrimas ir tyrimas**

Baigiamasis magistro projektas

Chemijos inžinerija (6211EX020)

Konsultantai:

Prof. dr. Irena Pekarskienė

Ekonominiai skaičiavimai

Doc. dr. Dalia Nizevičienė

Darbuotojų sauga ir sveikata

Prof. dr. Gintaras Denafas

Aplinkosauginis vertinimas

Lekt. dr. Odeta Viliūnienė

Statybiniai ir techniniai sprendimai

Simas Borkertas

Projekto autorius

Doc. Dr. Linas Miknius

Projekto vadovas

Jaun.m.d. Birutė Grybaitė

Recenzentė

Kaunas, 2022



Kauno technologijos universitetas

Cheminės technologijos fakultetas

Simas Borkertas

***Cordyceps militaris* perdirbimas: biologiškai aktyvių komponentų išskyrimas ir tyrimas**

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad:

1. baigiamąjį projektą parengiau savarankiškai ir sąžiningai, nepažeisdama(s) kitų asmenų autoriaus ar kitų teisių, laikydamasi(s) Lietuvos Respublikos autorių teisių ir gretutinių teisių įstatymo nuostatų, Kauno technologijos universiteto (toliau – Universitetas) intelektinės nuosavybės valdymo ir perdavimo nuostatų bei Universiteto akademinės etikos kodekse nustatytų etikos reikalavimų;
2. baigiamajame projekte visi pateikti duomenys ir tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti teisėtai, nei viena šio projekto dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar elektroninių šaltinių, visos baigiamojo projekto tekste pateiktos citatos ir nuorodos yra nurodytos literatūros sąrašė;
3. įstatymų nenumatytų piniginių sumų už baigiamąjį projektą ar jo dalis niekam nesu mokėjęs (-usi);
4. suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo ar kitų asmenų teisių pažeidimo faktui, man bus taikomos akademinės nuobaudos pagal Universitete galiojančią tvarką ir būsiu pašalinta(s) iš Universiteto, o baigiamasis projektas gali būti pateiktas Akademinės etikos ir procedūrų kontrolieriaus tarnybai nagrinėjant galimą akademinės etikos pažeidimą.

Simas Borkertas

Patvirtinta elektroniniu būdu



Kauno technologijos universitetas

Cheminės technologijos fakultetas

Tvirtinu:
Cheminės technologijos fakulteto dekanas
prof. dr. K. Baltakys

Suderinta:
Organinės chemijos katedra
doc. dr. E. Arbačiauskienė

Dekano potvarkis Nr. V25-02-10,
2022 gegužės 16 d.

2022 m. kovo mėn. 4 d.

Baigiamojo magistro projekto užduotis

Projekto tema *Cordyceps militaris* perdirbimas: biologiškai aktyvių komponentų išskyrimas ir tyrimas

Darbo tikslas ir uždaviniai

Darbo tikslas – suprojektuoti *Cordyceps militaris* grybų perdirbimo gamyklą, kurioje išgaunamos biologiškai aktyvios medžiagos. Gamybos apimtys turėtų siekti ne mažiau 65 tonų sausos biomasės per metus.

Darbo uždaviniai:

- 1) tyrimo metu nustatyti, koks yra geriausias biomasės ir tirpiklio santykis ekstrakcijai, taip pat nustatyti pirminio, antrinio ir tretinio ekstraktų išeigas;
- 2) nubraižyti technologinę schemą ir ją aprašyti;
- 3) apskaičiuoti medžiagų balansą ir pateikti inžinerinius skaičiavimus pagrindiniams įrenginiams;
- 4) atlikti projektuojamos įmonės ekonominius ir finansinius skaičiavimus;
- 5) numatyti priemones darbo saugos užtikrinimui;
- 6) atlikti aplinkosauginį vertinimą;
- 7) nubraižyti statybos teritorijos planą ir suprojektuoti gamybines patalpas.

Reikalavimai ir sąlygos

Turi būti visos privalomos baigiamojo projekto sudėtinės dalys kaip nurodyta dekanu 2021 m. vasario 24 d. potvarkiu Nr. V25-02-03 patvirtintuose „Pirmosios pakopos Cheminė technologija ir inžinerija ir antrosios pakopos Chemijos inžinerija studijų programų baigiamųjų projektų rengimo ir gynimo metodiniuose reikalavimuose“.

Vadovas

Doc. Dr. Linas Miknius

2022-03-03

(vadovo pareigos, vardas, pavardė, parašas)

(data)

Užduotį gavau: Simas Borkertas 2022-03-03
(studento vardas, pavardė) (parašas, data)

Simas Borkertas. *Cordyceps militaris* perdirbimas: biologiškai aktyvių komponentų išskyrimas ir tyrimas. Magistro baigiamasis projektas / vadovas doc. dr. Linas Miknius; Kauno technologijos universitetas, Cheminės technologijos fakultetas.

Studijų kryptis ir sritis (studijų krypčių grupė): Inžinerijos mokslai, Chemijos inžinerija.

Reikšminiai žodžiai: *Cordyceps militaris*, ekstrakcija, tirpikliai, biomasė.

Kaunas, 2022. 67 p.

Santrauka

Šiame magistro baigiamajame projekte yra suprojektuota *Cordyceps militaris* grybų perdirbimo gamykla, kurioje planuojama išgauti biologiškai aktyvias medžiagas. Tyrimo metu buvo nustatoma, kuris biomasės ir tirpiklių santykis turi didžiausią išeią, taip pat palygintos pirminė, antrinė ir tretinė ekstrakcijos tarpusavyje. Taip pat yra pateikti duomenys apie proceso metu perdirbamas žaliavas ir produktus. Remiantis šiais duomenimis parengta proceso technologinė schema, kuri turi užtikrinti 65 tonų grybų perdirbimą per metus. Suprojektuota gamykla bei sklypas, parodantis pastato išdėstymą įmonės teritorijoje. Projekte taip pat yra pateikiami įmonės ekonominių bei finansinių skaičiavimų rezultatai, įvertinta darbuotojų sveikatos rizika bei atliktas aplinkosauginis vertinimas.

Simas Borkertas. Cordyceps Militaris Processing: Separation and Investigation of Biologically Active Compounds. Master's Final Degree Project / supervisor doc. dr. Linas Miknius, Faculty of Chemical Technology, Kaunas University of Technology.

Study field and area (study field group): Engineering Sciences, Chemical Engineering.

Keywords: *Cordyceps militaris*, extraction, solvents, biomass.

Kaunas, 2022. 67 pages.

Summary

In this master's final degree project, the *Cordyceps militaris* mushroom processing plant is designed, where it is planned to extract biologically active substances. The study determined which ratio of biomass to solvents has the highest yield, and primary, secondary and tertiary extractions were compared with each other. Data on raw materials and products recycled during the process are also provided. Based on these data, a technological scheme of the process has been developed, which must ensure the processing of 65 tons of mushrooms per year. A factory and a plot have been designed, showing the layout of the building in the company's territory. The project also presents the results of the company's economic and financial calculations, assessed the health risks of employees and performed an environmental assessment.

Turinys

Lentelių sąrašas	10
Paveikslų sąrašas	11
Įvadas.....	12
1. Literatūros apžvalga	13
1.1. Kordicepsas	13
1.2. <i>Cordyceps militaris</i>	13
1.3. Bioaktyvumas ir fitochemija	14
1.4. Bioaktyvūs junginiai.....	14
1.4.1. Kordicepinas.....	14
1.4.2. Adenozinas	15
1.4.3. D-Manitolis.....	16
1.4.4. Ergosterolis.....	16
1.5. Biologinės savybės	17
1.5.1. Priešvėžinės ir priešgrybelinės savybės.....	17
1.5.2. Antioksidacinės savybės.....	17
1.5.3. Priešuždegiminės savybės	17
1.5.4. Kitos biologinės savybės	18
1.6. Ekstrakcijos metodai	18
1.6.1. Ekstrahavimas virškriziniu skysčiu	19
1.6.2. Ekstrahavimas tirpikliais	20
1.6.3. Ekstrahavimas ultragarsu.....	22
1.6.4. Ekstrahavimas naudojant mikrobangas	22
1.6.5. Ekstrahavimas suslėgtu skysčiu	23
1.7. Pritaikymas	24
1.7.1. Keli pagrindiniai panaudojimai	24
1.7.2. Kordicepino maisto produktų rinka.....	24
1.7.3. Pritaikymas kosmetikoje	24
1.7.4. Ateities perspektyvos.....	24
2. Tiriamoji dalis.....	26
2.1. Medžiagos ir įranga	26
2.2. <i>Cordyceps militaris</i> biomasė	26
2.3. <i>Cordyceps militaris</i> biomasės ekstrakcija	27
2.4. Ekstrakcijos išeiigos nustatymas	28
2.5. Tyrimo rezultatai ir jų aptarimas	29
3. Inžinerinė dalis.....	31
3.1. Technologinės schemos aprašymas	31
3.2. Statybiniai sprendimai	31
3.2.1. Bendrieji duomenys.....	31
3.2.2. Sklypo planas.....	32
3.2.3. Projektuojamo pastato sprendimai	32
3.2.4. Statinio architektūrinė, konstrukcinė sandara.....	33
3.2.5. Bendrųjų pastato inžinerinių sistemų ir technologinės įrangos sprendimai	33
3.3. Technologiniai skaičiavimai.....	34
3.3.1. Medžiagų balansas.....	34

3.3.2.	Siurblio skaičiavimai	35
3.3.3.	Šilumokaičio apskaičiavimas	38
3.3.4.	Šiluminiai nuostoliai.....	41
3.4.	Finansiniai ir ekonominiai skaičiavimai.....	43
3.4.1.	Projekto investicijos	43
3.4.2.	Gamybos kaštai	44
3.4.3.	Netiesioginiai gamybos kaštai.....	47
3.4.4.	Veiklos kaštai	48
3.4.5.	Gaminių kainos skaičiavimas	48
3.4.6.	Pagrindinių priemonių nusidėvėjimas	49
3.4.7.	Apyvartinės lėšos.....	49
3.4.8.	Grynieji pinigų srantai.....	50
3.4.9.	Diskontuotas investicijų atsipirkimo laikotarpio skaičiavimas	50
3.4.10.	Grynosios esamosios vertės (GEV) skaičiavimas	51
3.4.11.	Pelningumo indekso skaičiavimas.....	51
3.4.12.	Pagrindiniai ekonominiai rodikliai	51
3.5.	Aplinkosauginis vertinimas	51
3.5.1.	Bendrieji duomenys.....	51
3.5.2.	Atliekos.....	53
3.5.3.	Aplinkos oro tarša.....	53
3.5.4.	Naudojamas vanduo ir susidaranti nuotekos	54
3.5.5.	Statybinių atliekų tvarkymas	55
4.	Darbuotojų sauga ir sveikata	56
4.1.	Projektuojamo objekto charakteristika	56
4.2.	Profesinės rizikos vertinimas.....	56
4.3.	Saugi gamyba	58
4.4.	Darbo higiena	59
4.5.	Gaisrinė sauga	60
	Išvados	63
	Literatūros sąrašas	64
	Priedai.....	67

Lentelių sąrašas

1 lentelė. Pagrindiniai biologiškai aktyvūs junginiai grybų šalutiniuose produktuose ir ekstrahavimo metodai, naudojami išskiriant biologiškai aktyvius junginius iš grybų šalutinių produktų ^[1]	18
2 lentelė. Tyrimo ekstrakcijos sąlygos	27
3 lentelė. Bendrieji statinio techniniai rodikliai	32
4 lentelė. Numanomas gamyklos darbo laikas	34
5 lentelė. Ekstrakcijos ir tirpiklių regeneracijos medžiagų balansas.....	35
6 lentelė. Duomenys etanolio transportavimo skaičiavimams	35
7 lentelė. Šilumokaičio srautų parametrai	39
8 lentelė. Projekto kaštai ir finansavimo šaltiniai	43
9 lentelė. Įrengimų kainos	43
10 lentelė. Statybos kainų suvestinė.....	44
11 lentelė. Gamybos žaliavų kaina.....	44
12 lentelė. Gamyklos elektros sąnaudos	46
13 lentelė. Tiesioginės išlaidos darbuotojų atlyginimams	46
14 lentelė. Netiesioginės išlaidos vandeniui	47
15 lentelė. Netiesioginės išlaidos patalpų šildymui ir vėsinimui	47
16 lentelė. Netiesioginės išlaidos patalpų apšvietimui.....	47
17 lentelė. Bendra gamybos kaštų suvestinė.....	47
18 lentelė. Gaminių kainos skaičiavimo suvestinė	48
19 lentelė. Pelno ataskaita	49
20 lentelė. Nusidėvėjimų suvestinė	49
21 lentelė. Apyvartinių lėšų poreikis	50
22 lentelė. Grynujų pinigų srautų suvestinė	50
23 lentelė. Diskontuoti gryniesi pinigų srautai	50
24 lentelė. Pagrindinių ekonominių rodiklių suvestinė.....	51
25 lentelė. Duomenys apie gaminius (produkciją).....	52
26 lentelė. Kuro ir energijos vartojimas	52
27 lentelė. Duomenys apie naudojamą žaliavą, chemines medžiagas ar preparatus	52
28 lentelė. Žaliavų ir papildomų cheminių medžiagų ar preparatų saugojimas.....	52
29 lentelė. Duomenys apie tirpiklių turinčias medžiagas ir preparatus	53
30 lentelė. Atliekos, atliekų tvarkymas	53
31 lentelė. Stacionarių taršos šaltinių fiziniai duomenys	54
32 lentelė. Tarša į aplinkos orą	54
33 lentelė. Išmetamųjų dujų valymo įrenginiai ir kitos taršos prevencijos priemonės	54
34 lentelė. Duomenys apie nuotekų šaltinius ir/arba išleistuvus.....	55
35 lentelė. Fizikinių, fizinių ir ergonominių rizikos veiksnių suvestinė su rekomenduojamomis prevencinėmis priemonėmis ^{[26][27][22][8][9][11]}	56
36 lentelė. Gamybos žaliavų pavojingos cheminės savybės ^[4]	58
37 lentelė. Patalpų pavojingumo kategorijos ^[12]	58
38 lentelė. Minimalus nešiojamųjų gesintuvų skaičius pagal gesintuvų laikymo vietą ^[2]	61

Paveikslų sąrašas

1 pav. Kordicepsas ant šilkaverpio liekanos	13
2 pav. Kordicepso vaisiakūnis	14
3 pav. Kordicepino struktūra.....	15
4 pav. Adenozino struktūra	15
5 pav. D-Manitolio struktūra.....	16
6 pav. Ergosterolio struktūra	17
7 pav. Principinė ekstrahavimo virškriziniu CO ₂ schema.....	19
8 pav. Virškrizinės ekstrakcijos prietaisas	20
9 pav. Soksleto įrenginys	21
10 pav. Įrenginys, skirtas ekstrahavimui mikrobangomis.....	22
11 pav. Suslėgto skysčio ekstraktorius	23
12 pav. Smulkintuvas	26
13 pav. Tyrimo įranga, kurią sudaro šildoma magnetinė maišyklė, laboratorinė stiklinė ir termopora.	27
14 pav. Rotacinis garintuvas	28
15 pav. Ekstrakto masės kiekis, ekstrakcijas vykdant skirtingu tirpiklio ir biomasės santykiu.....	28
16 pav. Tirpiklio ir biomasės koncentracijos priklausomybė nuo ekstrakto išeigos	29
17 pav. Tirpiklio ir biomasės koncentracijos priklausomybė nuo ekstrakcijos išeigos lyginant pirminę, antrinę ir tretinę ekstrakcijas tarpusavyje.....	30
18 pav. Šiluminių nuostolių per sienelę be izoliacijos schema.....	41
19 pav. Šilumos nuostolių per sienelę su izoliacija schema	42
20 pav. Evakuacijos planas	61

Įvadas

Kordicepsas yra vaistinių grybų rūšis, turinti antioksidacinių ir priešuždegiminių savybių. Ilgą laiką naudojamas tradicinėje kinų medicinoje, tačiau dabar kordicepsas yra pripažįstamas kaip maisto papildas visame pasaulyje.

Cordyceps militaris yra potencialus augalinių vaistų biometabolitų šaltinis, o apie jo pritaikymą įvairioms organizmo sistemoms atgaivinti yra įrodymų nuo senų senovės. Tarp visų rūšių *C. militaris* laikomas seniausiu naudingų cheminių sudedamųjų dalių šaltiniu.

Alternatyvioje medicinoje kordicepsas dažnai reklamuojamas kaip natūralus energijos stiprintuvas. Šalininkai taip pat teigia, kad kordicepsas gali apsaugoti nuo sveikatos problemų, tokių kaip astma, depresija, diabetas, nuovargis, didelis cholesterolio kiekis ir viršutinių kvėpavimo takų infekcijos. Būtent kordicepinas yra vienas iš svarbiausių bioaktyvių junginių, kuriuos gamina *Cordyceps militaris*, tačiau pramoninėje gamyboje sunku pagaminti didelius šios medžiagos kiekius.

Kordicepinas yra viena iš daugelio *Cordyceps militaris* ekstrakto veikliųjų medžiagų, kuri yra toliau gryninama, kol gaunamas grynas cheminis junginys.

Suprojektuota gamykla yra tinkama *Cordyceps militaris* ir kitų grybų perdirbimui.

Darbo tikslas – suprojektuoti *Cordyceps militaris* grybų perdirbimo gamyklą, kurioje išgaunamos biologiškai aktyvios medžiagos. Gamybos apimtys turėtų siekti ne mažiau 65 tonų sausos biomasės per metus.

Darbo uždaviniai:

- 1) tyrimo metu nustatyti, koks yra geriausias biomasės ir tirpiklio santykis ekstrakcijai, taip pat nustatyti pirminio, antrinio ir tretinio ekstraktų išeigas;
- 2) nubraižyti technologinę schemą ir ją aprašyti;
- 3) apskaičiuoti medžiagų balansą ir pateikti inžinerinius skaičiavimus pagrindiniams įrenginiams;
- 4) atlikti projektuojamos įmonės ekonominius ir finansinius skaičiavimus;
- 5) numatyti priemonės darbo saugos užtikrinimui;
- 6) atlikti aplinkosauginį vertinimą;
- 7) nubraižyti statybos teritorijos planą ir suprojektuoti gamybines patalpas.

1. Literatūros apžvalga

1.1. Kordicepsas

Medicininiai grybai naudojami ir tyrinėjami kaip įvairių ligų gydymo priemonė jau ilgą laiką. Daugiau nei 66 proc. mirčių, susijusių su vėžiu, būtų galima išvengti arba bent jau sumažinti žmonių mitybą papildžius grybais, nes juose yra antioksidantų. Be to, kordicepsas yra entomopatogeninių grybų gentis, priklausanti aukšliagrybūnų klasei, dėl savo prigimties ir klasės kordicepsas natūraliai auga kaip parazitai ant nariuotakojų (žr. 1 pav.).^[22]



1 pav. Kordicepsas ant šilkaverpio liekanos.

Kordicepsas turi ilgą medicinos vartojimo istoriją daugelyje Azijos regionų. Kordicepso grybai yra masiškai auginami maistui ir įvairių papildų produkcijai, o masinės gamybos šalutiniai produktai (daugiausia kultūriniai substratai) dažniausiai naudojami gyvūnų pašarams.^[5] Kordicepsas yra randamas daugiausia Šiaurės Amerikoje, Europoje ir Azijoje. Pavadinimas kordicepsas kilęs iš dviejų lotyniškų žodžių *cord* ir *ceps*, kurie atitinkamai reiškia kuoką ir galvą.

Kordicepso augimui reikalingos specifinės sąlygos, o pati micelis yra santykinai nedidelis. Dėl savo vaisiakūnių dydžio, didelio masto auginimas yra sudėtinga užduotis. Per pastaruosius 10 metų kordicepso vartojimas ir naudojimas labai padidėjo, o tai labai sumažino jo laukinį paplitimą. Buvo daug bandymų dirbtinai išauginti šį grybą paviršinės ir povandeninės fermentacijos metodais.^[35]

Cordyceps sinensis ir *Cordyceps militaris* geriausiai žinomi iš daugiau nei 540 kordicepso rūšių kaip tradicinis augalinis vaistas Rytų Azijoje ir yra minimi Kinijos istorijoje daugiau nei 300 metų. Kordicepso grybai Vakarų bendruomenėje pirmą kartą buvo pristatyti tik XVII amžiuje ir nuo tada buvo naudojami kaip biologiškai aktyvių junginių šaltinis. Lyginant dvi gerai žinomas rūšis, *C. Sinensis* yra plačiau žinomas, bet daug brangesnis, nes yra gana retas, surinktas tik iš konkrečių buveinių, pavyzdžiui, Tibeto plokščiakalnio. Įrodyta, kad dirbtinėmis sąlygomis gali būti sunku auginti šią rūšį.^[22]

1.2. *Cordyceps militaris*

Cordyceps militaris (*C. militaris*), dar žinomas kaip Šiaurės *Cordyceps sinensis* (*C. sinensis*), plačiai paplitęs Kinijoje. Tai gerai žinomas tradicinis kinų vaistas, turintis daugybę farmakologinių funkcijų, tokių kaip imunoreguliacija, senėjimo stabdymas, priešnavikinis ir antimikrobinis poveikis. Dėl lengvo kultivavimo ir panašios į *C. sinensis* cheminės sudėties *C. Militaris* yra geriausias *C. sinensis* pakaitalas.^[39]



2 pav. Kordicepso vaisiakūnis

Kordicepso vaisiakūnis (žr. 2 pav.) yra labai nedidelis, panašia į plauką struktūra, todėl jo surinkimas yra sudėtingas ir brangus. Kordicepso grybiena gali augti įvairiose terpėse, kuriose gali būti įvairių medžiagų. Praeityje komercinei fermentacijai ir auginimui buvo naudojamos šilkaverpių liekanos ir įvairūs javų grūdai.^[35]

1.3. Bioaktyvumas ir fitochemija

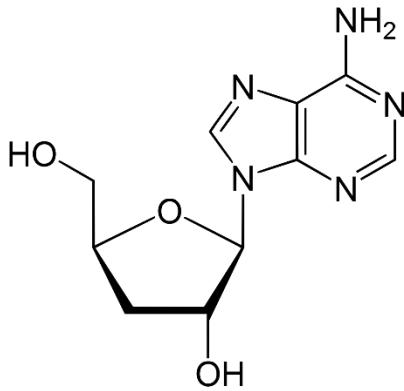
Grybai yra gausūs bioaktyvių antrinių metabolitų gamintojai, kai kurie iš jų buvo sukurti kaip komerciniai vaistai, siekiant išgelbėti gyvybes, arba gali turėti ir visiškai priešingą poveikį – turi kancerogeninių ar neurotoksinių mikotoksinų, galinčių pakenkti žmonių sveikatai. Ilgą laiką buvo manoma, kad šių junginių gamyba yra nepageidaujama grybų biologijai, nes biosintetinių genų sutrikimas eksperimentinėmis sąlygomis gali turėti įtakos ir pakenkti grybų augimui ir vystymuisi. Tačiau daugelis tyrimų parodė, kad grybų gaminamos mažos molekulės vaidina esminį vaidmenį grybų ir aplinkos sąveikoje.^[5]

Kordicepso ekstrakto yra daug biologiškai aktyvių junginių, tokių kaip nukleozidai kordicepinas ir adenzinas, daug nukleobazių ir nukleotidų, polisacharidai (D-manitolis), steroliai (ergosterolis), kiti baltymai, riebalų rūgštys, vitaminai, fermentai ir kt.^{[15][35]}

1.4. Bioaktyvūs junginiai

1.4.1. Kordicepinas

Iš visų anksčiau paminėtų bioaktyvių junginių kordicepinas, t.y. 3'-deoksiadenozinas (žr. 3 pav.), išskirtas iš *C. militaris*, yra pagrindinė veiklioji sudedamoji dalis, kuri plačiausiai ištirta dėl savo medicininių savybių, turinčių didelę biologinio aktyvumo įvairovę.



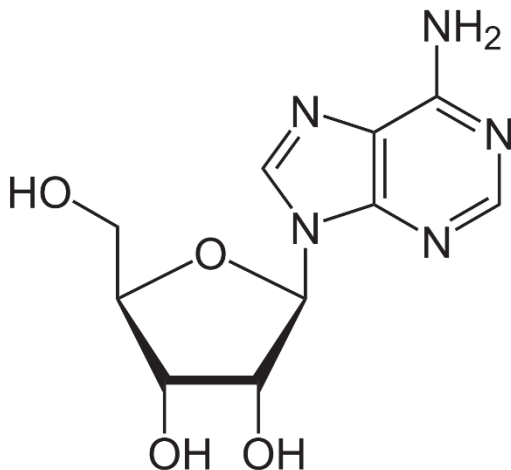
3 pav. Kordicepino struktūra

Kordicepinas pirmą kartą buvo išskirtas iš *C. militaris* 1950 m. pradžioje, taip pat buvo patvirtinta, kad jo struktūrinė formulė yra 3'-deoksiadenozinas. Kordicepinas buvo atskirtas ir išgrynintas acetonitrilo ir vandens mišiniu (5:95, v/v) 1,0 ml/min srauto greičiu.^[16] Tokios struktūros kordicepinas yra reikšmingiausias kai kurių kordicepso rūšių adenozino analogas, kuris yra nukleozido adenozino darinys.

Kordicepiną galima priskirti junginių kategorijai, kuri turi didelį terapinį potencialą ir turi daug tarpląstelių taikinių, įskaitant nukleino rūgštį, apoptozę ir ląstelių ciklą. Mokslininkai mano, kad kordicepinas gali dalyvauti įvairiuose ląstelių molekulinuose procesuose dėl savo panašumo į adenoziną.^[34] Atitinkamai, kordicepinas gali stimuliuoti žmogaus imuninių ląstelių funkcijas *in vitro*. Be to, kordicepinas yra pilno spektro biologinis junginys, pasižymintis antibakterinėmis, antivirusinėmis ir insekticidinėmis savybėmis.^[25]

1.4.2. Adenozinas

Adenozinas (žr. 4 pav.) atlieka svarbų vaidmenį biocheminiuose organizmo procesuose. Jis taip pat yra pagrindinis nukleozidas beveik visose kordicepso rūšyse. *Cordyceps militaris* turi mažiau adenozinų nei kultivuotas *C. sinensis*. AMP nukleotidas gali būti suskaidytas iki adenozino, o inozino šaltinis natūralioje *C. sinensis* gali būti oksidacinis adenozino deaminimas.^[37] Daugelį kitų adenozino analogų, tokių kaip 2'-deoksiadenozinas, 2'3'-dideoksiadenozinas, kordicepino trifosfatas ir 3'-amino-3'-deoksiadenozinas, taip pat galima rasti *Cordyceps militaris*.^[25]

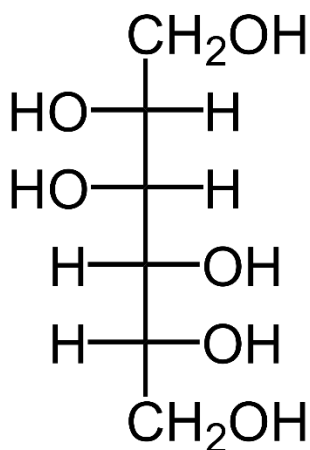


4 pav. Adenozino struktūra

Be to, adozinas yra energijos ir signalo pernešiklis ląstelėse ir vis tiek gali turėti platų citoprotekcijos spektrą arba užkirsti kelią audinių pažeidimams, pvz., gydant lėtinį širdies nepakankamumą, priešuždegimines savybes ir prieštraukulinį poveikį.^[20] Be to, pranešama, kad adozinas slopina ląstelių augimą įvairiais išoriniais ir vidiniais signalizacijos būdais. Šis nukleozidas vaidina svarbų vaidmenį imunitetui ir uždegimui, o adozinas A_{2A} vaidina svarbų vaidmenį sergant depresija, turint problemų su judėjimu.^[6] Šis endogeninis nukleozidas, veikiantis vieną ar daugiau savo receptorių, galėtų apsaugoti odos audinius ir juos atstatyti. Daug mokslininkų dėmesio sulaukė ne tik adozinas, bet ir jo analogai dėl savo farmakologinio poveikio.^[25]

1.4.3. D-Manitolis

Manitolis (5 pav.) yra gamtoje randamas alkoholis. Jis, randamas vaisiuose ir daržovėse, naudojamas kaip osmosinis diuretikas. Manitolis laisvai filtruojamas glomeruluose ir prastai reabsorbuojamas iš inkstų kanalėlių, todėl padidėja glomerulų filtrato osmoliariškumas. Padidėjęs osmoliariškumas riboja vandens reabsorbciją kanalėliuose ir slopina natrio, chlorido ir kitų tirpių medžiagų reabsorbciją inkstų kanalėliuose, taip skatinant diurezę. Be to, manitolis padidina kraujo plazmos osmoliariškumą, todėl padidėja vandens srautas iš audinių į intersticinį skystį ir plazmą.^[26]

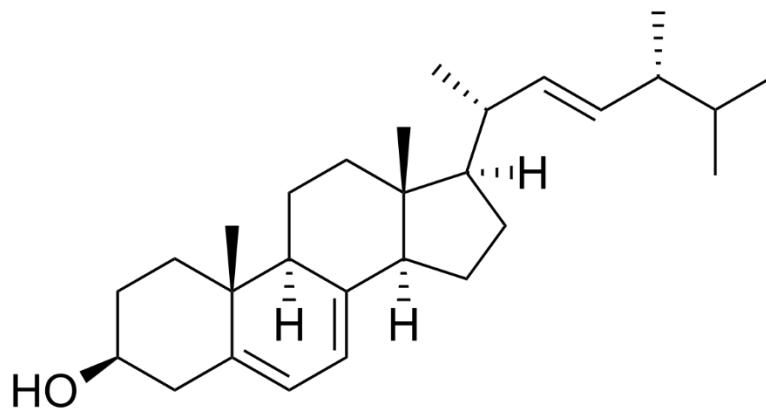


5 pav. D-Manitolio struktūra

D-manitolis taip pat žinomas kaip kordicepino rūgštis. Manitolis naudojamas kliniškai inosmoterapijai, siekiant sumažinti ūmiai padidėjusį intrakranijinį spaudimą. Nustatyta, kad jo struktūra yra 1,3,4,5-tetrahidroksicikloheksano rūgštis izomeriška chinino rūgščiai. Kordicepino rūgštis vaidina svarbų vaidmenį gydant kepenų ląstelių fibrozę.^[28]

1.4.4. Ergosterolis

Ergosterolis (6 pav.) yra vienas iš charakteristinių grybo sterolių ir svarbus vitamino D₂ šaltinis. Ergosterolio kiekis kordicepsuose buvo nustatytas HPLC metodu. Ergosterolis yra maisto, pašarų ir farmacijos žaliava. Be to, tai viena iš pagrindinių žaliavų steroidinių hormonų vaistų gamyboje.^[21] Kinų mokslininkas Zhengas ir kt. įrodė ergosterolio citotoksiškumą ir antimikrobinį aktyvumą; jis pasižymi silpnu citotoksiškumu prieš HL-60 ir BEL-7402 ląstelių linijas ir vidutinio stiprumo antimikrobinį aktyvumą prieš bakterijas *E. aerogenes* ir *P. aeruginosa* bei grybą *C. albicans*.^[40] Šiuo metu ergosterolio biosintezės tyrimai yra padarę didelę pažangą, kurie suteiks teorinių nurodymų, kaip gauti didelio derlingumo rūšis naudojant genų inžineriją.^[25]



6 pav. Ergosterolio struktūra

1.5. Biologinės savybės

1.5.1. Priešvėžinės ir priešgrybelinės savybės

Kordicepinas (3'-deoksiadenozinas) pasižymi antimikrobiniu, priešvėžiniu, antimetastaziniu, imunomoduliuojančiu ir insekticidiniu poveikiu ir yra vienas iš svarbiausių bioaktyvių priešvėžinių medžiagų, randamų kordicepso rūšyse. Tačiau dėl specifinių šeiminių reikalavimų (auginami ant šilkaverpių liekanų) ir griežtos augimo aplinkos *Cordyceps militaris* grybai gamtoje sutinkami labai retai. Todėl didelio masto priešvėžinio agento kordicepino gamyba iš *Cordyceps militaris* šiuo metu yra opi problema, kurią būtų galima išspręsti pakartotinai atliekant paviršinės skystosios kultūros partiją.^[19]

1.5.2. Antioksidacinės savybės

Oksidacija gali sukelti įvairias ligas, įskaitant diabetą, arteriosklerozę, nefritą, vėžį ir kt. Anksčiau daugybės tyrimų metu iš augalų, grybų ir jūros dumblių buvo išgauti antioksidantai, kurie gali būti naudojami kaip maistinės medžiagos ir funkcinis maistas, taip pat plačiai naudojami sveikatos apsaugai ir ligų prevencijai. Antioksidacinis aktyvumas yra vienas iš tyrimų kryptių, kuriose daugiausia dėmesio skiriama nustatymo metodams ir Kinijos vaistažolių mitybos ir terapinio mechanizmo aktyvumo indeksui. Be to, oksidacinis stresas yra susijęs su nenormalia imunine reakcija ir gali sukelti daugybę ligų. Oksidacinis stresas gali atsirasti, kai laisvųjų radikalų gamyba viršija jo gebėjimą apsiginti ląstelėse. *C. Militaris* polisacharidai (CMP) buvo ištirti, siekiant užkirsti kelią reaktyviųjų deguonies rūšių sulaikymui, kurį sukelia ciklofosfamidai.^[38]

Visi šie rezultatai parodė, kad *C. Militaris* polisacharidai gali turėti stiprų antioksidacinį aktyvumą tiek in vivo, tiek in vitro ir gali būti naudojami kaip potencialus vaistas gydant su oksidaciniu stresu susijusias ligas.

1.5.3. Priešuždegiminės savybės

Daugelio ligų patogenezę sukelia uždegimas, įskaitant vėžį, aterosklerozę, neurodegeneracines ligas, nutukimą, artritą ir kt. Be to, uždegimas gali sukelti genetinius defektus ir imuninės sistemos disbalansą bei pakenkti organizmų audiniams. Daugybė tyrimų parodė, kad polisacharidai pasižymi dideliu imunologiniu aktyvumu, tarp jų ir *C. Militaris* polisacharidai. Iš vaistinio grybo *C. Militaris* gautas polisacharidas, pasižymi reikšmingu imunologiniu aktyvumu. Šie rezultatai parodė, kad *C.*

Militaris polisacharidai turi gerą slopinamąjį poveikį uždegimo mediatoriams ir todėl turi gerą priešūždegiminį aktyvumą.^[38]

1.5.4. Kitos biologinės savybės

C. Militaris bioaktyvūs junginiai pasižymi įvairiu biologiniu aktyvumu, įskaitant imunologinį, antioksidacinį, priešnavikinį ir priešūždegiminį aktyvumą. Be to, pranešama, kad jie taip pat pasižymėjo kitomis veiklomis, įskaitant α -gliukozidazės aktyvumo slopinimą, antihiperlipideminį, hepatoprotekcinį ir antinociceptinį poveikį, antihipoksinį poveikį, senėjimą stabdantį ir antigripo virusą, antigripinį poveikį.^[38]

1.6. Ekstrakcijos metodai

Kordicepso grybuose aptinkami biologiškai aktyvūs junginiai yra polisacharidai (pvz., beta gliukanai), baltymai, riebalai, mineralai, glikozidai, alkaloidai, lakieji aliejai, tokoferoliai, fenoliai, flavonoidai, karotinoidai, folatai, askorbo rūgštis, fermentai ir organinės rūgštys. Grybų ląstelių sienelėse yra chitino, hemiceliuliozės, gliukanų, mananų ir ypač išsišakojusių neceliuliozinių beta gliukanų, kurie, kaip manoma, turi naudingų sveikatai savybių. Bioaktyvių junginių koncentracija ir efektyvumas skiriasi ir priklauso nuo grybų rūšies, substrato tipo, vaisiaus sąlygų, vystymosi stadijos, laikymo sąlygų ir perdirbimo procedūrų. Dauguma grybų galimo bioaktyvumo tyrimų atliekami su vaisiakūnių mėginiais. Nepaisant to, grybų auginimo šalutiniai produktai taip pat yra geras vertingų junginių šaltinis. Šie biologiškai aktyvūs junginiai gali atsirasti dėl kieto substrato fermentacijos (vaisių kūnų gaubteliai ir stiebeliai) arba po panardintos skystos fermentacijos (fermentacijos sultinys ir grybienos perteklius). Tikslinių bioaktyvių junginių grupių ekstrahavimo būdai yra pateikiami 1 lentelėje.

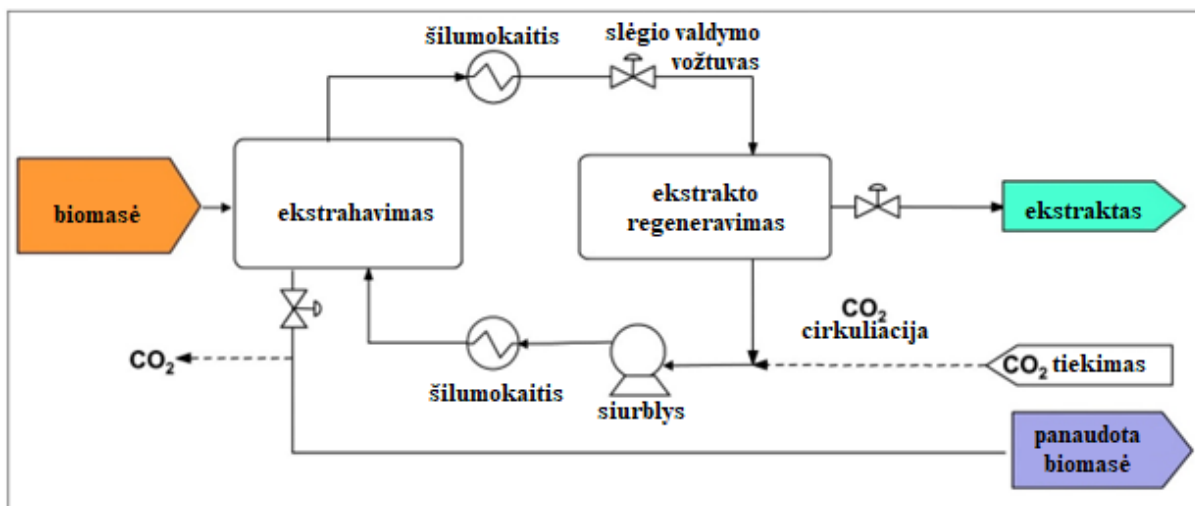
1 lentelė. Pagrindiniai biologiškai aktyvūs junginiai grybų šalutiniuose produktuose ir ekstrahavimo metodai, naudojami išskiriant biologiškai aktyvius junginius iš grybų šalutinių produktų^[1]

Tikslinės bioaktyvių junginių grupės	Ekstrahavimo būdai
Polisacharidai ir glikoproteinai	<ol style="list-style-type: none"> 1) Nusodinimas etanoliu 2) Ekstrahavimas karštu vandeniu 3) Apdorojimas šarmais ir rūgštimis 4) Ekstrahavimas tirpikliais ir ultragarsu 5) Ekstrahavimas virškriziniu skysčiu
Polifenoliai ir panašūs junginiai	<ol style="list-style-type: none"> 1) Ekstrahavimas organiniais tirpikliais (metanolis, etanolis) 2) Ekstrahavimas ultragarsu
Steroidai ir terpenoidai	<ol style="list-style-type: none"> 1) Ekstrahavimas organiniais tirpikliais (heksanas, chloroformas, etilacetatas, etanolis ir metanolis) 2) Ekstrahavimas ultragarsu 3) Ekstrahavimas naudojant mikrobangas
Fermentai	<ol style="list-style-type: none"> 1) Ekstrahavimas vandeniu 2) Ekstrahavimas buferiniais tirpalais (natrio citratas, natrio fosfatas)

1.6.1. Ekstrahavimas virškriziniu skysčiu

Ekstrahavimas virškriziniu skysčiu yra labai selektyvus metodas, kuriame tirpikliais naudojami suslėgiami skysčiai. Slegiant skystį ir temperatūrai viršijus kritinį tašką, skystis tampa virškriziniu, todėl skysčio ir dujų fazės tampa neatskiriamos viena nuo kitos. Virškriziniams skysčiams būdingos tiek skystos, tiek dujinės būsenos fizikinės ir cheminės savybės, jų tankis panašus į skysčio ($0,3\text{--}0,8\text{ g/cm}^3$), klampumas panašus į dujų, o difuzijos koeficientas yra tarpinis tarp skysčio ir dujų. Dėl mažo klampumo ir santykinai didelio difuziškumo virškrizinio skysčio tankis gali būti keičiamas reguliuojant slėgį ir temperatūrą, todėl visa tai turi įtakos norimam tirpumui. Virškrizinių skysčių tirpimo savybės yra panašios į organinius tirpiklius, tačiau turi mažesnę klampumą ir didesnę difuzijos laipsnį. Tai reiškia, kad virškriziniai skysčiai turi geresnes pernešimo savybes nei įprasti organiniai tirpikliai ir gali lengvai pasklisti per medžiagas, taip pagerindami ekstrahavimo efektyvumą ir norimų molekulių išėigą.

Dažniausiai naudojamas virškrizinis skystis yra anglies dioksidas, nes jo kritinė temperatūra yra vidutinė ($31,3\text{ }^\circ\text{C}$) ir slėgis ($72,9\text{ atm.}$). Be to, kadangi anglies dioksidas kambario temperatūroje yra dujos, jį galima lengvai atskirti ir pašalinti, kad būtų gautas ekstraktas be tirpiklių. Tačiau vienas virškrizinio anglies dioksido naudojimo trūkumas yra tas, kad jis turi mažą poliškumą ir gali būti mažiau veiksmingas išgaunant polinius junginius iš augalinių medžiagų. Siekiant to išvengti, įpilama modifikatorių arba pagalbinių tirpiklių, tokių kaip metanolis, etanolis arba vanduo, kad padidėtų virškrizinio anglies dioksido tirpimo galia. Temperatūros, slėgio, ekstrahavimo laiko, modifikatoriaus ir modifikatoriaus koncentracijos svyravimai virškriziniuose skysčiuose turi tiesioginę įtaką ekstrahavimo išėigai.^[18]



7 pav. Principinė ekstrahavimo virškriziniu CO₂ schema

Virškrizinė ekstrakcija gali būti atliekama įvairiais mastais: analitiniu (mažiau nei 1 g mėginio), preparatyviniu (1-1000 gramų mėginio), bandomuoju (kg mėginio) ir pramoniniu (šimtai kilogramų mėginio). Virškrizinis anglies dioksidas paprastai pakartotinai naudojamas siekiant sumažinti atliekų susidarymą bandomuosiuose ir pramoniniuose įrenginiuose (žr. 7 pav.). Pagrindiniai trūkumai yra didelė prietaisų kaina ir tinkamai apmokytų darbuotojų poreikis paruošti ir stebėti išgavimą.

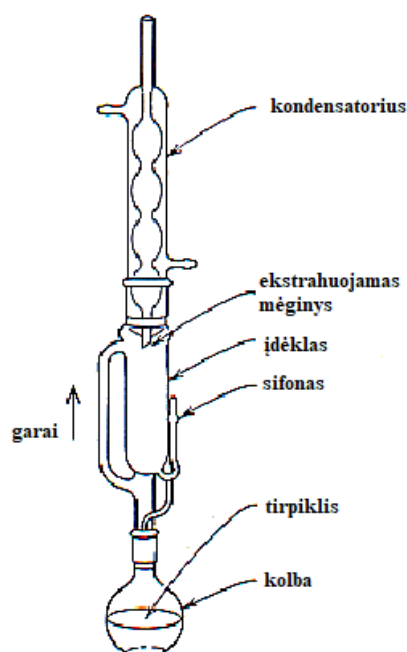


8 pav. Virškrizinės ekstrakcijos prietaisas

Šis prietaisas (8 pav.) naudojamas *Cordyceps militaris* eterinio aliejaus, kordicepino, kordicepino rūgšties ir polisacharidų ekstrahavimui iš *Cordyceps militaris*. *Cordyceps militaris* grybienos milteliai, pertrinti 40–60 nm dydžio sietu, įpilami į virškrizinį CO₂ skysčio ekstrahavimo aparatą. Ekstrahavimo etapas atliekamas 1–3 valandas, kai slėgis yra 15–25 MPa, temperatūra yra 35–40 °C, o virškrizinio CO₂ srautas yra 50–150 l/min., o *Cordyceps militaris* eterinis aliejus atskiriamas iš atskyrimo talpose. Kaip modifikatorius ekstrahavimo proceso metu yra nuolatos naudojamas esterorketono organinis tirpiklis ir distiliuotas vanduo ir taip atskiriamas kordicepinas. Procesas sumažina organinio tirpiklio naudojimą, padidina gamybos efektyvumą ir sumažina gamybos sąnaudas. Gauto *Cordyceps militaris* eterinio aliejaus ekstrahavimo išeiga siekia beveik 6,5 proc., kordicepino – beveik 0,049 proc., kordicepino grynumas – beveik 45 proc., o kordicepino rūgšties – beveik 2 proc.

1.6.2. Ekstrahavimas tirpikliais

Soksleto įrenginio (9 pav.) naudojimas yra įprasčiausias ir paprasčiausias metodas, naudojamas biologiškai aktyviems junginiams iš augalų išgauti. Norimi junginiai ekstrahuojami iš grybų biomasės, tirpinant juos tirpiklyje. Ekstrahavimo technika yra labai paprasta ir reikalauja Soksleto įrenginio, ekstrakcijos įdėklo (paprastai pagaminto iš celiuliozės), kur yra laikomas mėginys, ir cirkuliuojančio vandens aušinimui, prijungto prie Soksleto įrenginio, ir šildymo apvalkalo, kad pašildytas tirpiklis cirkuliuotų per mėginį.



9 pav. Soksleto įrenginys

Soksleto įrenginio naudojimo pranašumas yra tas, kad filtravimo etapo, norint išgauti tirpiklį, kuriame yra ekstrahuotų junginių, nereikia, nes augalų liekanos lieka antpirštyje. Paprastai ekstrahavimo procesas vyksta 2–12 valandų, dažniausiai naudojant grįžtamąjį kondensatorių, o tirpiklį naudojant 40–60 % etanolio arba metanolio grynumo mišinį vandenyje. Galimi ir kiti tirpikliai, tokie kaip acetonas, acetonitrilas arba etilo acetatas, tačiau dažniausiai grybų ekstrahavimui naudojami yra vanduo, etanolis (ir jų mišinys) ir metanolis.

Ekstrahuojant metanolio mėginys yra susmulkinamas į smulkius miltelius ir po to ekstrahuojamas metanolio santykiu 1:10 per naktį purtyklėje kambario temperatūroje. Po vakuuminio filtravimo filtratas surenkamas ir likutis dar du kartus ekstrahuojamas tomis pačiomis sąlygomis. Filtratai buvo sujungti ir kondensuoti iki trečdaliao viso jų tūrio rotaciniu garintuvu sumažintame slėgyje žemiau 50 °C. Išgarinus organinį tirpiklį iki pastovios masės, ekstraktas prieš naudojimą buvo laikomas tamsoje 4 °C temperatūroje.^[31]

Ekstrahuojant vandeniu, *Cordyceps militaris* mėginys džiovinamas 60 °C temperatūroje 2 valandas. Tada jis susmulkinamas ir filtruojamas per 40 nm dydžio sietus. Vienas gramas mėginio miltelių pasveriamas ir supilamas į ekstrahavimo indą, o po to įpilama 40 ml geriamojo vandens. Tada atliekamos šios procedūros:

- 1) Kordicepinas ekstrahuojamas 2,5 valandos 55°C, 70°C, 85°C ir 100°C temperatūroje atskirai.
- 2) Esant 85 °C temperatūrai, ištraukimo laikas yra: 0,5 val., 1,0 val., 1,5 val., 2,0 val., 2,5 val., 3,0 val. ir 3,5 val.
- 3) Tada visos ekstrahuotos medžiagos atšaldomos iki kambario temperatūros, filtruojamos ir centrifuguojamos. Praleidus supernatantą per mikroporinę membraną (0,22 μm), filtratas naudojamas kaip kordicepino aptikimo mėginio tirpalas.

Be ekstrahavimo vandeniu ir metanolio, kordicepino ir adenzino molekulės buvo gautos ekstrahuojant etanolio, kuris buvo laikomas saugiausiu ir veiksmingiausiu tirpikliu, palyginti su kitais, tokiais kaip metanolis. Temperatūra, tirpiklio ir kietos medžiagos santykis, etanolio koncentracija ir ekstrahavimo trukmė buvo keičiami, kad būtų pasiektas geriausia išeiga. Pirma,

ekstrahavimas buvo vykdomas 6-24 valandas aukšta etanolio temperatūra, kuri svyravo nuo 45 iki 65 °C. Tirpiklio ir kietosios medžiagos santykis taip pat svyravo nuo 1:5 iki 1:200, atsižvelgiant į kietosios fazės sausąją medžiagą. Ekstrahavimas aukštesnėje 65 °C temperatūroje taip pat buvo palaikomas ultragarsu su ultragarso vandens vonėle (Elma, S60, Vokietija). Ekstrahavimas buvo atliktas panašiai 30 °C kambario temperatūroje, kurioje taip pat buvo įvertinta laiko įtaka, etanolio koncentracija ir tirpiklio/kietosios medžiagos santykis.^[14]

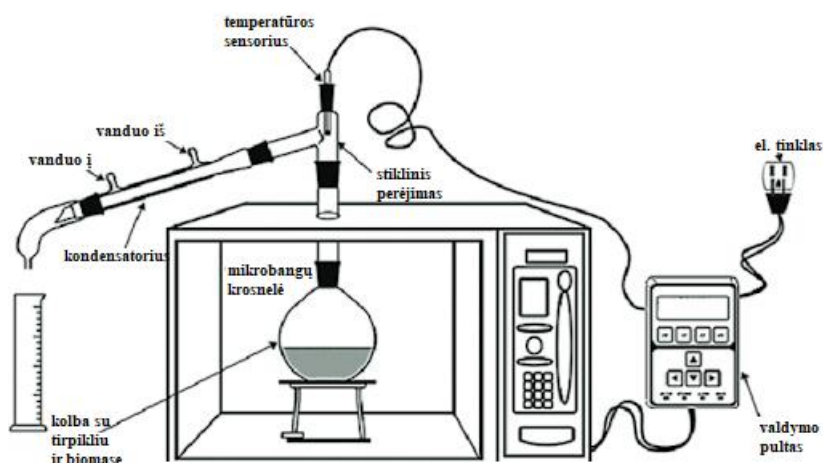
Rezultatai parodė, kad geriausia tikslinių junginių ekstrahavimo išeiga buvo palaikant 65 °C temperatūrą, naudojant 50% grynumo etanolį, kai grybienos ir tirpiklio santykis buvo 1:100 ir ekstrahavimo laikas 6 val. Norint išsaugoti abu biologiškai aktyvius junginius, koncentravimo procesą reikia atlikti žemoje temperatūroje (40 °C) vakuumu pagalba. Šis paprastas ekstrahavimo būdas gali būti lengvai pritaikytas didelio masto gamybai.^[36]

1.6.3. Ekstrahavimas ultragarsu

Ultragarso prietaisas naudoja kilohercų diapazono akustines bangas, kurios sklinda per tirpiklį, gamindamos kavitacijos burbulus. Kai kavitacijos burbuliukai sprogs augalo mėginio matricos paviršiuje, smūginės bangos sukeltas augalo ląstelės sienelės pažeidimas padidina fenolinių junginių masės pernešimą per ląstelių membranas į tirpalą. Tačiau buvo nustatyta, kad ultragarso bangos sukelia kai kurių fenolio rūgščių skaidymą ir labai reaktyvių hidroksilo radikalų susidarymą dujų burbuliukuose. Ultragarso prietaisas yra nebrangi ir paprasta alternatyva ekstrahavimui Soksleto prietaisu. Optimalios kordicepino ekstrahavimo sąlygos buvo išvestos taip: ekstrahavimo laikas 60 min., etanolio koncentracija 50%, ekstrahavimo temperatūra 65 °C ir ekstrahavimo dažnis 56 kHz.^[36]

1.6.4. Ekstrahavimas naudojant mikrobangas

Pastaraisiais metais iš *C. militaris* aktyviems komponentams ekstrahuoti buvo naudojamas mikrobangų išgavimo metodas, nes jis yra greitas, taupantis energiją, taupantis tirpiklius ir mažai teršiantis aplinką.^[11]



10 pav. Įrenginys, skirtas ekstrahavimui mikrobangomis

C. militaris vaisiakūniai buvo sumalti iki smulkių miltelių po džiovinimo 60 °C temperatūroje. Iš grybienos miltelių riebalai buvo pašalinti naudojant n-heksaną Soksleto prietaise. Vėliau 10 g nuriebalintų miltelių buvo panardinta į ekstrahavimo tirpalą, kuriame yra 300 ml distiliuoto vandens, ir ekstrahuojama mikrobangų krosnelėje (10 pav.) 50 °C temperatūroje 4 min. Mėginio ekstrahavimo

procedūra buvo pakartota du kartus. Atšaldžius filtratus, filtratas sujungiamas ir sukonzentruojamas iki pastovaus tūrio rotaciniu garintuvu 60 °C temperatūroje naudojant vakuumą. Konzentruotas filtratas nusodinamas acetonu. Acetono supernatantas nupilamas, o nuosėdos surenkamos centrifuguojant, išdžiovinamos vakuume, ištirpinamos distiliuotame vandenyje. Vandeningas tirpalas du kartus nusodinamas acetonu. Ši procedūra buvo pakartota tris kartus, o galutinės nuosėdos buvo ištirpintos distiliuotame vandenyje. Visi acetono supernatantai buvo sujungti ir nusodinami iki pastovaus tūrio. Nuosėdos buvo naudojamos kordicepino rūgšties kiekiui nustatyti kolorimetrija, o acetono supernatantas buvo naudojamas HPLC analizei.^[11]

1.6.5. Ekstrahavimas suslėgtu skysčiu

Ekstrahavimas suslėgtu skysčiu (toliau - PLE) yra taip pat žinomas kaip pagreitintas ekstrahavimas tirpikliu. Pagrindinis slėginių tirpiklių naudojimas ekstrahavimo procesuose padidina masės perdavimo greitį, verčia tirpiklį prasiskverbti į erdves, kurios nėra lengvai pasiekiamos atmosferos sąlygomis, ir išlaiko ekstrahavimo tirpiklį skystoje būsenoje, nors tirpiklis yra virimo temperatūroje arba aukštesnėje temperatūroje. Tai pagerina ekstrahavimo proceso kinetiką, sumažindama ekstrahavimo laiką ir tirpiklio sąnaudas.^[18] Norint vykdyti tokio tipo ekstrakcijas, naudojamas suslėgto skysčio ekstraktorius (žr. 11 pav.).



11 pav. Suslėgto skysčio ekstraktorius

PLE procedūros optimizavimas buvo atliktas naudojant kultivuotą *Cordyceps* grybieną iš Wanfong regiono Kinijoje, o optimalios sąlygos, nustatytos kultivuotam kordicepsui, taip pat buvo pritaikytos natūraliam kordicepsui. Atsižvelgiant į ortogonalinio tyrimo ir regeneravimo eksperimento rezultatus, siūlomos PLE metodo sąlygos: tirpiklis, metanolis; temperatūra, 160 °C; statinis ekstrahavimo laikas, 5 min.; slėgis, 1500 psi ir vienas statinis ciklas ir vienas ištraukimo laikas (1 psi=68×4,76 Pa).

1.7. Pritaikymas

1.7.1. Keli pagrindiniai panaudojimai

Visų pirma, *Cordyceps militaris* vaisiakūniai gali būti tiesiogiai vartojami kaip maistas. Įrodyta, kad toks naudojimas yra saugus, jei suvartojama mažiau nei 2,5 g/kg kūno svorio. Antra, *C. militaris* vaisiakūniai ir grybiena gali būti naudojami kaip sveikatos produktai ir vaistai. Kinijoje daugelyje sveikatos produktų sudėtyje galima aptikti *C. militaris*, įskaitant geriamuosius skysčius, kapsules, vynus, actą, arbatą, jogurtą ir sojų padažą. *C. militaris* kultūros taip pat naudojamos gaminant vaistus, skirtus inkstų ir plaučių funkcijoms palaikyti, stabdyti senėjimą, reguliuoti miegą ir lėtinį bronchitą. Šiuo metu rinkoje yra daugiau nei 30 rūšių *C. militaris* sveikatingumo produktų ir vaistų.^[17]

1.7.2. Kordicepino maisto produktų rinka

Maistiniai preparatai yra kuriami iš maisto produktų arba iš maisto produktų pagamintų komponentų dėl savo sveikatą stiprinančių savybių, siekiant sukurti aiškų ryšį tarp maistinių medžiagų ir vaistų. Sveikatai palankus maistinių medžiagų poveikis pastaruoju metu smarkiai išaugo nuo 1990 m. Maistiniai produktai suteikia viltį sergant įvairiomis lėtinėmis ligomis (diabetu, vėžiu, širdies ligomis, hipertenzija, peršalimu, dislipidemija, artritu ir daugeliu kitų), taip pat padeda sulėtinti senėjimą ir ilgainiui pailginti gyvenimo trukmę. Vartotojų sveikatos supratimas, kalorijų suvartojimas ir svorio valdymas tokiose šalyse kaip JAV, Kinija ir Indija jau pritarė įvairių maistinių medžiagų pritaikymui, o tai daro didelę įtaką pramonės augimui. Prognozuojama, kad pasaulinė kordicepino rinka iki 2026 m. viršys 1 mlrd. JAV dolerių tikimasi 47% pasaulinės mitybos rinkos.^[23]

1.7.3. Pritaikymas kosmetikoje

Odos senėjimas, hiperpigmentacija ir patamsėjusi oda yra pagrindinės kosmetikos ir kosmetikos pramonės problemos. Senėjimas yra degeneraciniai fiziologijos pokyčiai laikui bėgant, atsirandantys visuose organizmuose, įskaitant žmones. Šis procesas yra natūralaus genetinio programavimo ir ląstelių pažeidimų, kuriuos sukelia tiek vidiniai, tiek išoriniai veiksniai, rezultatas. Buvo pranešta, kad kordicepinas pasižymi antioksidacinėmis savybėmis, pašalindamas hidroksilo radikalus in vitro, o hidroksilo radikalų šalinimo pajėgumas gali siekti 50 %, kai kordicepinas yra 1,8 mg/ml. Taip pat buvo atrasta, kad kordicepinas 2D ląstelių kultūros platformoje demonstruoja antifotografinį senėjimą ir pigmentaciją. Atlikti tyrimai parodė, kad kordicepinas gali būti naudojamas kaip biologiškai aktyvi kosmetikos gaminių sudedamoji dalis, siekiant pabrėžti unikalumą ir suteikti veiksmingą anti-fotosenėjimo ir pigmentacijos savybę. Be to, kordicepinas gali būti naudojamas įvairiems dermatologiniams hiperpigmentacijos sutrikimams, pvz., strazdanoms ir melizmui, gydyti.

1.7.4. Ateities perspektyvos

Kordicepsas yra natūralus vaistinis grybas, kurį žmonės pamėgo labai greitai, nes jie labiau tiki natūralia terapija nei chemoterapija dėl mažesnio šalutinio poveikio. *Cordyceps militaris* augimo ypatybės turi būti nuodugniai ištirtos, norint auginti šį grybą masinei gamybai, kad būtų galima surinkti pakankamai biometabolitų iš grybienos ekstrakto. Labai norisi naudoti tarpdisciplinines biotechnologines ir chemines priemones, kad būtų galima išskirti ir padidinti šio entomopatogeninio grybelio metabolitų biologinį aktyvumą. Kordicepino struktūra rodo, kad jame yra penki azoto ir trys deguonies atomai, kurie gali sudaryti pereinamųjų metalų kompleksus dviejų, trijų ir keturių dantytų ligandų pavidalu, nes metalai gali sutalpinti donoro atomo elektronų porą į savo tuščią d orbitalę.

Gauto junginio sudėtingumą ir jo molekulinę masę galima numatyti naudojant spektroskopinius įrankius, tokius kaip IR ir masės spektroskopija, o tai gali dar labiau pagerinti junginių biologinį aktyvumą. Taip pat reikia nustatyti likusius farmakologiškai aktyvius junginius, išskyrus kordicepiną, ir išsiaiškinti jų struktūros ir funkcijos ryšius.^[10]

2. Tiriamoji dalis

Tiriamosios dalies tikslas yra ištirti *Cordyceps militaris* biomasės ekstrakcijos išeigos ir tirpiklio santykio priklausomybę, kai temperatūra ir ekstrahavimo laikas yra pastovūs.

2.1. Medžiagos ir įranga

Atliekant eksperimentus naudota įranga:

- Smulkintuvas;
- Svarstyklės, padalos vertė 0,0001g;
- 1000 ml laboratorinė stiklinė;
- 500 ml matavimo cilindras;
- Šildoma magnetinė maišyklė su termopora;
- Biuchnerio filtras;
- Rotacinis garintuvas.

Tyrimui atlikti naudotos medžiagos:

- *Cordyceps militaris* biomasė;
- 96% rektifikuotas maistinis etanolis.

2.2. *Cordyceps militaris* biomasė

Cordyceps militaris vaisiakūnyje ir korpuse bendras laisvųjų aminorūgščių kiekis yra atitinkamai 69,32 mg/g ir 14,03 mg/g. Vaisiakūnyje yra daugiausiai tokių aminorūgščių kaip lizinas, glutamo rūgštis, prolinas ir treoninas. Vaisiaus kūne yra daug nesočiųjų riebalų rūgščių, kurios sudaro apie 70% visų riebalų rūgščių. Gausiausia nesočioji rūgštis yra linolo rūgštis. Kordicepino kiekis vaisiakūnyje ir korpuse yra skirtingas. Vaisiakūnyje kordicepino koncentracija – 0,97%, o korpuse – 0,36%. Ekstrakcijai buvo naudojami *Cordyceps militaris* vaisiakūniai.

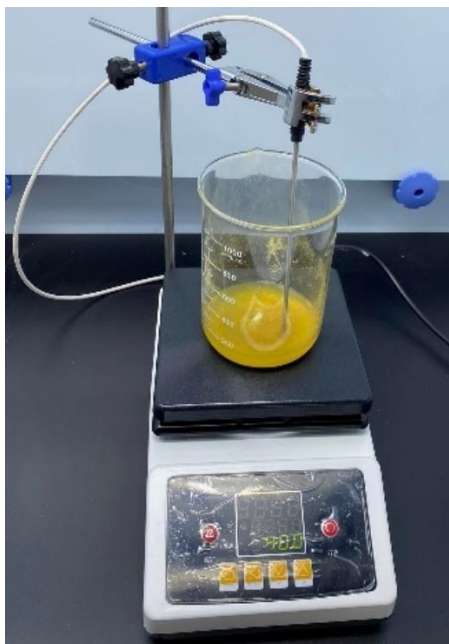


12 pav. Smulkintuvas

Cordyceps militaris biomasė buvo susmulkinta naudojantis smulkintuvu (žr. 12 pav.) ir vėliau nusijota per 74 mikronų sietą. Optimalus biomasės kiekis ekstrakcijai – 5 gramai, kurie buvo pasverti 0,0001 g tikslumu.

2.3. *Cordyceps militaris* biomasės ekstrakcija

Cordyceps militaris ekstrakcija buvo vykdoma naudojant šildomą magnetinę maišyklę su termopora laboratorinėje stiklinėje (žr. 13 pav.) sumaišius *Cordyceps militaris* biomasę su 96% grynumo rektifikuotu maistiniu etanoliu atitinkamu santykiu, kai temperatūra, laikas ir apsisukimų skaičius nekinta.



13 pav. Tyrimo įranga, kurią sudaro šildoma magnetinė maišyklė, laboratorinė stiklinė ir termopora.

Ekstrakcijos sąlygos surašytos į lentelę:

2 lentelė. Tyrimo ekstrakcijos sąlygos

Eil. Nr.	Tirpiklio ir biomasės santykis, ml/g	<i>Cordyceps militaris</i> masė, g	Temperatūra, °C	Laikas, min	Apsisukimų skaičius, rpm
1	5	5	60	60	400
2	10	5	60	60	400
3	20	5	60	60	400
4	50	5	60	60	400

Norint išekstrahuoti kiek įmanoma didesnę kiekį *Cordyceps militaris* ekstrakto ir kordicepino jame, ekstrakcija buvo vykdoma 3 kartus su ta pačia biomasė, po kiekvienos ekstrakcijos etanolyje ištirpusį ekstraktą nufiltruojant Büchnerio piltuvu naudojant Whatmann filtrą, išdžiovinus biomasę ir naudojant naują etanolio kiekį.

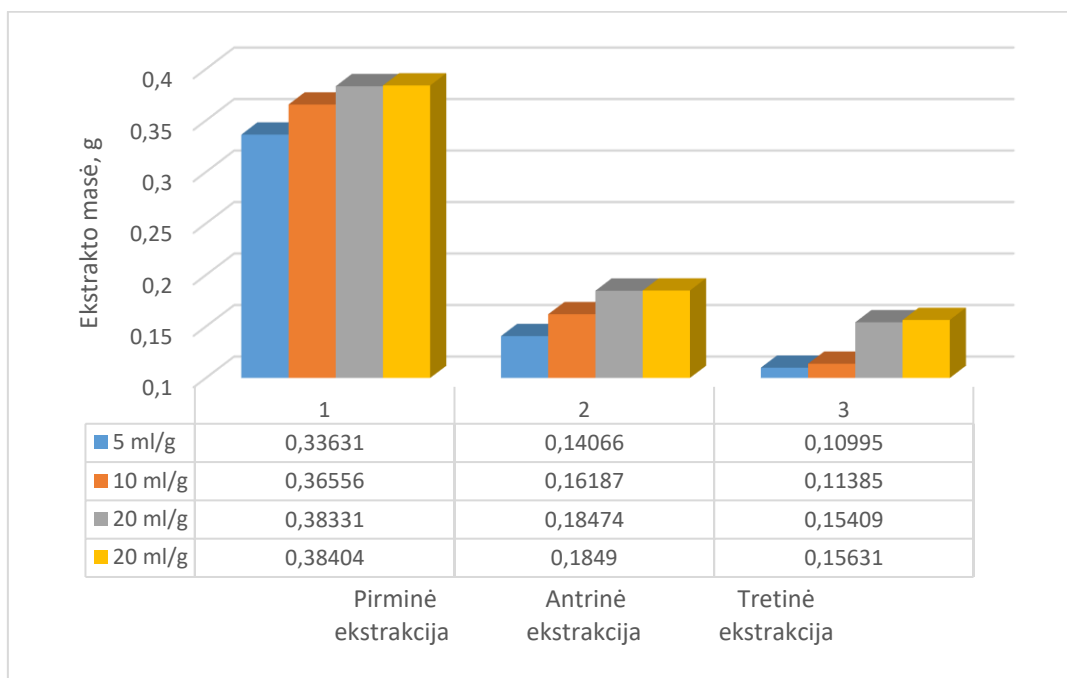
2.4. Ekstrakcijos išeigos nustatymas

Norint gauti gryną ekstraktą, etanolio ir ekstrakto mišinį nugariname rotaciniu garintuvu (žr. 14 pav.). Rotacinio garintuvo vonelėje yra palaikoma 40 °C temperatūra ir norint sumažinti mišinio virimo temperatūrą yra naudojamas vakuumas.



14 pav. Rotacinis garintuvas

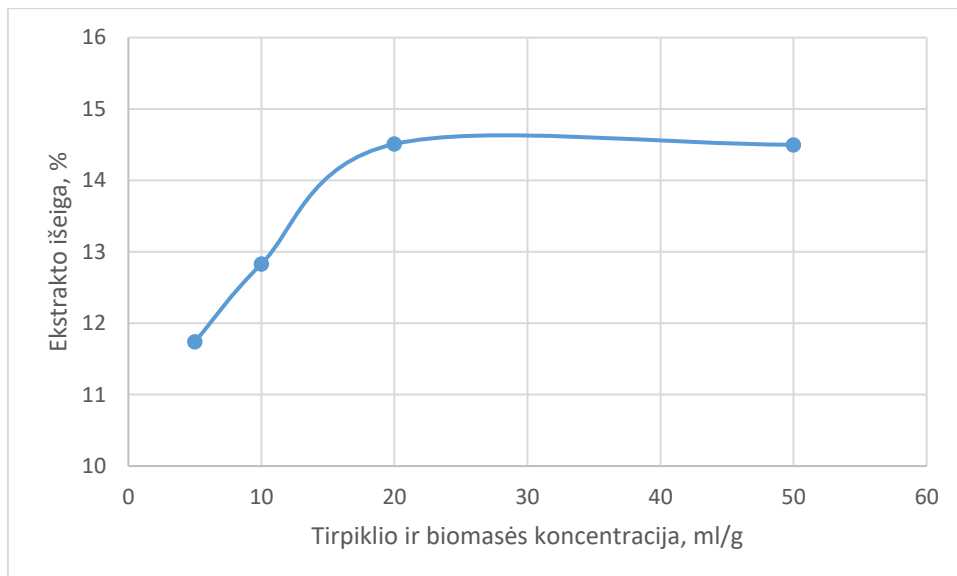
Gauti ekstrakto kiekiai yra pateikiami historigrame žemiau (žr. 15 pav.).



15 pav. Ekstrakto masės kiekis, ekstracijas vykdant skirtingu tirpiklio ir biomasės santykiu

2.5. Tyrimo rezultatai ir jų aptarimas

Visi eksperimentai buvo atliekami po 3 pakartojimus, imamas tų rezultatų vidurkis. Atlikus eksperimentą (žr. 16 pav.), galima teigti, jog didžiausia ekstrakcijos išeiga ekstrahuojant 96% rektifikuotu etilo alkoholiu – 14,5% buvo pasiekta esant 20 ml/g ir 50 ml/g tirpiklio ir biomasės santykiams.



16 pav. Tirpiklio ir biomasės koncentracijos priklausomybė nuo ekstrakto išeigos

Mokslinėje literatūroje galima rasti 3-6 % ekstrakcijos išeigą ekstrahuojant etanoliu^[29]. Lyginant tyrimo metu gautus rezultatus su nurodytais mokslinėje literatūroje, galima teigti, jog eksperimentas pavyko, tačiau nebuvo pilnai pašalintas vanduo iš galutinio ekstrakto, todėl gauto ekstrakto masė buvo didesnė nei įprastai, taip pat viena iš priežasčių gali būti drėgmės kiekis sausoje biomasėje, dėl šių išvardintų priežasčių buvo gautos didesnės išeigos.

Žinant ekstrakto ir pradinės biomasės masę, galima apskaičiuoti skirtingų biomasės ir tirpiklio santykių pirminės, antrinės ir tretinės ekstrakcijų išeigas, taip pat bendrą ekstrakcijos išeigą.

$$\eta = \frac{m_e}{m_b} \cdot 100\% \quad (1)$$

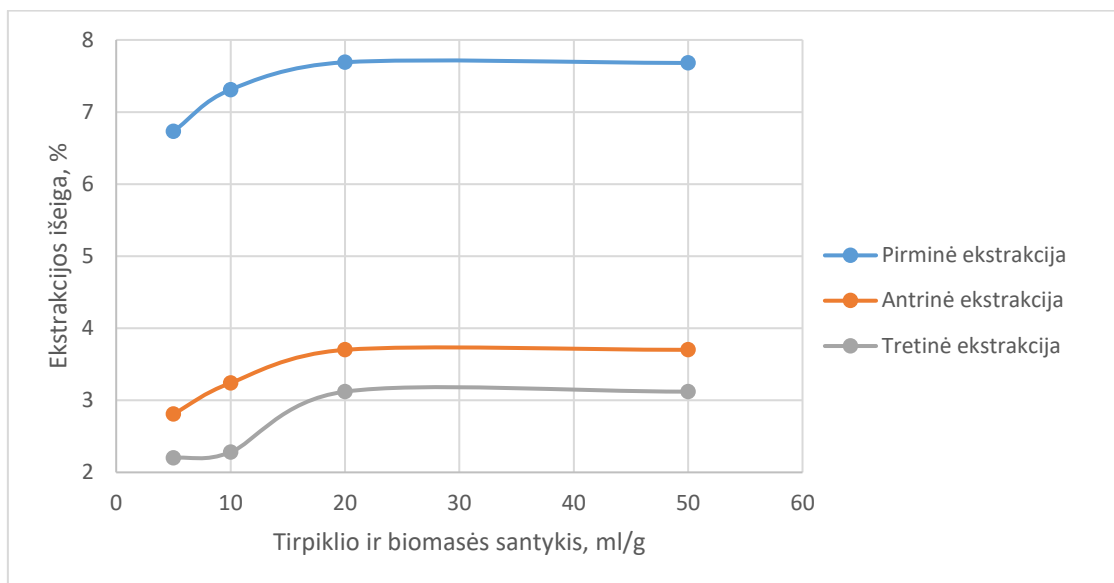
čia:

η – ekstrakcijos išeiga, %;

m_e – ekstrakto masė, g;

m_b – biomasės masė, g.

Norint įvertinti, ar technologiškai yra naudinga vykdyti pakartotines ekstrakcijas, visi gauti rezultatai yra perkelti į grafiką:



17 pav. Tirpiklio ir biomasės koncentracijos priklausomybė nuo ekstrakcijos išeigos lyginant pirminę, antrinę ir tretinę ekstrakcijas tarpusavyje

Iš pateikto grafiko (žr. 17 pav.) galima nustatyti, jog pirminės ekstrakcijos metu išeiga yra beveik dvigubai didesnė už antrinės ekstrakcijos ir daugiau nei dvigubai už tretinės ekstrakcijos. Priimama, jog tolimesniuose skaičiavimuose *Cordyceps militaris* biomasė bus ekstrahuojama tik vieną kartą.

Taipogi galima pastebėti, jog esant 20 ml/g ir 50 ml/g tirpiklio ir biomasės santykiui, ekstrakcijos išeigos skirtumas yra nedidelis. Priimame, jog ekstrakcijai toliau bus naudojamas 20 ml/g santykis, norint sutaupyti gamybos kaštus, skirtus 96 % etanolui.

3. Inžinerinė dalis

Toliau pateikiamas technologinės schemos aprašymas, taip pat pateikti statybiniai sprendimai, finansiniai ir ekonominiai skaičiavimai, aplinkosauginis vertinimas ir įvertinta darbuotojų sauga ir sveikata.

Technologinė schema yra pateikiama prieduose.

3.1. Technologinės schemos aprašymas

Biomasės paruošimas ekstraktacijai: šviežia *Cordyceps militaris* biomasė (toliau – biomasė) yra atvežama sunkvežimiais į sandėlį, kuriame yra sandėliuojama ir vėliau džiovinama džiovinimo krosnyje DK1. Išdžiovinta biomasė yra transportuojama juostiniais transporteriais į smulkintuvą S1, kuriame susmulkinama ir supakuojama ekstraktacijai. Dalis susmulkintos biomasės iškart naudojama ekstraktacijai, kita dalis – vežama į sandėlį.

Tirpiklių paruošimas ekstraktacijai: ekstraktacijai yra naudojamas 96 % rektifikuotas etilo alkoholis (toliau – etanolis). Etanolis yra atvežamas cisternomis į tirpiklių sandėlį, kuriame yra tirpiklių saugojimo talpa TST. Tirpiklių sandėlis yra papildomai apsaugotoje sprogioje aplinkoje. Nustatytas etanolio kiekis yra transportuojamas išcentrinio siurbliu IS1 į tirpiklių paruošimo talpas TPT, kuriose yra pašildomas iki 60 °C temperatūros.

Paruošta biomasė yra patalpinama rankiniu būdu į reaktorių-ekstraktorių RE, užpilama ekstraktacijai paruoštu 60 °C etanoliumi, kuris yra transportuojamas išcentrinio siurbliu IS2 į reaktorių-ekstraktorių RE. Ekstrakcijos vyksta vieną valandą maišant mechaninei maišyklei ir palaikant 60 °C temperatūrą reaktoriaus-ekstraktoriaus marškiniuose. Po ekstrakcijos, etanolyje ištirpęs ekstraktas yra transportuojamas išcentrinio siurbliu IS3 į filtravimo įrenginį, kuriame yra 3 žvakiniai filtrai, skirti atskirti skirtingo dydžio kietąsias daleles nuo ekstrakto. Tuo pačiu metu yra iškraunama išekstrahuota *Cordyceps militaris* biomasė ir vežama į džiovinimo krosnį DK1, kurioje yra nugarinamas likutinis etanolio kiekis biomasėje. Panaudota biomasė parduodama kaip šalutinis ekstrakcijos produktas gyvūnų pašarams gaminti. Nufiltruotas etanolis su jame ištirpusiu ekstraktu išcentrinio siurbliu IS4 yra transportuojamas į tirpiklių regeneravimo prietaisą – krintančios plėvelės garintuvą FFE, po kurio atskirtas nuo ekstrakto etanolis transportuojamas išcentrinio siurbliu IS5 į frakcionavimo koloną, kur yra galutinai regeneruojamas. Po frakcionavimo kolonos, etanolis išcentrinio siurbliu IS6 transportuojamas atgal į tirpiklių sandėlyje esančią tirpiklių saugojimo talpą TST. Galutinai regeneruotas etanolis gali būti toliau naudojamas ekstrakcijoje. Atskyrus etanolį nuo ekstrakto tirpiklių regeneravimo prietaise FFE, ekstraktas yra toliau gryninamas molekuliniam distiliatoriuje MD, o po jo distiliuotas ekstraktas yra išpilstomas į mažas taras, ant jų yra klijuojamos etiketės pakavimo ir išpilstymo patalpoje. Visa gauta produkcija yra sandėliuojama šaltame produktų sandėlyje.

Viso proceso metu yra imami mėginiai kokybės patikrinimui chromatografais.

3.2. Statybiniai sprendimai

3.2.1. Bendrieji duomenys

UAB „Certumtech“ – besivystanti chemijos pramonės įmonė, pagrindinė įmonės veikla – grybų perdirbimo, gryninimo ir jų produktų gamyba. Įmonė yra apie 2 km nutolusi nuo automagistralės A1

Vilnius–Kaunas–Klaipėda, šalia plento 196 Ariogala–Raseiniai–Kryžkalnis. Gamyklos teritorija užima 0,45 ha plotą. Statybai buvo parinkta aikštelė lygiu reljefu. Vanduo gamybai imamas iš vietinio gręžinio, elektros energija, naudojama gamybos įrenginiams ir šildymui gaunama iš ESO elektros energijos tinklų.

Įmonė pradėjo dirbti 2011 metais. Planuojama, kad UAB „Certumtech“ įmonėje bus galima perdirbti iki 65 tonų biomasės per metus. Bendrieji statinio techniniai rodikliai yra pateikiami 3 lentelėje.

3 lentelė. Bendrieji statinio techniniai rodikliai

Eil. Nr.	Pavadinimas	Mato vienetas	Kiekis
I. SKLYPAS			
1	1.1. sklypo plotas	ha	0,45
	1.2. statinio užimtas žemės plotas	m ²	436,31
	1.3. apželdintas žemės plotas (žalasis plotas)	ha	0,34
	1.4. automobilių stovėjimo vietų skaičius		
	1.5. sanitarinės (apsaugos) zonos plotis	vnt. m	12
II. PASTATAI			
2	2.1. paskirties rodikliai (gamybos (kitos veiklos), paslaugų apimtys, aptarnaujamų žmonių skaičius, kiti rodikliai)		
	2.2. bendrasis plotas:	m ²	436,31
	2.2.1. pagrindinis	m ²	436,31
	2.2.2. pagalbinis	m ²	-
	2.3. pastato tūris	m ³	28
	2.4. aukštų skaičius	vnt.	90
	2.5. pastato aukštis	m	2
2.6. pastato atsparumas ugniai (I, II ar III)	MJ/m ²	6,63	
			I

3.2.2. Sklypo planas

Projektuojamoje įmonėje yra atvežama *Cordyceps militaris* žaliava, bei išvežama daug produktų, tokių kaip ekstraktai, grynos cheminės medžiagos, taip pat ir šalutinių produktai, todėl įmonės teritorijoje įrengta pasikrovimo arba išsikrovimo aikštelė sunkiasvoriui transportui. Įmonės teritorija yra strategiškai patogioje vietoje, tarp automagistralės A1 Vilnius–Kaunas–Klaipėda ir plento 196 Ariogala–Raseiniai–Kryžkalnis. Taip pat yra numatyta 12 vietų automobilių stovėjimo aikštelė gamybos darbuotojams, mokslininkams ir administracijos darbuotojams. Darbuotojams vaikščioti yra suprojektuoti 1 m pločio asfaltuoti takeliai. Dalis sklypo yra apželdinama medžiais ir krūmais, kita dalis paliekama neapželdinta dėl tolimesnių plėtros projektų, kurie numatomi ateityje.

3.2.3. Projektuojamo pastato sprendimai

Projektuojamas gamybinis pastatas su administracinėmis patalpomis bus statomas UAB „Certumtech“ įmonės teritorijoje. Pastato fasadas orientuotas į pietvakarius.

Viso pastato langams pasirinkti „GEALAN“ profilio 3-jų kamerų langai. Pastato šildymui naudojama elektra – oras-oras šilumos siurbliai „AlpicAir Premium Pro“. Vandens šildymui yra naudojami šilumokaičiai, kurie naudoja iš perdirbimo procesų išsiskyrusią energiją pastato vandens šildymui.

Pastato vėdinimui yra sumontuoti mišraus srauto išcentriniai ventiliatoriai. Ventiliatorius gamina firma „Vents TT“.

Planuojama, jog gamykloje iš viso dirbs 21 žmogus, vienos pamainos metu – ne daugiau 12 žmonių.

3.2.4. Statinio architektūrinė, konstrukcinė sandara

Gamybos ir administracinės paskirties pastatas statomas greta esančios Savanorių gatvės, Verėduvos kaime. Projektuojamo pastato gabaritas plane 27,1 x 16,1 m. Aukštis iki laikančių konstrukcijų nuo nulinės alt. 6 m. Numatomi sanitariniai mazgai, rūbinė, bei darbuotojų poilsio patalpa. Sienos - daugiasluoksnių sieninių plokščių su PIR užpildu.

Gamybinių patalpų grindys - betoninės, administracinių ir laboratorijų – betoninės, padengtos polimerine danga. Pastato erdvė dalinama į gamybines patalpas, laboratorijas kokybei užtikrinti, pakavimo, sandėliavimo ir administracines. Pertvaros - daugiasluoksnių sieninių plokščių su PIR užpildu. Sandėlio lauko vartai - apšiltinti, pakeliami segmentiniai ir su sandarikliais. Langai - plastikinių profilių, nevarstomi. Pamatai – betoniniai, kolonos – surenkamo gelžbetonio. Denginio laikančios konstrukcijos – plieninės santvaros, sijos, ryšiai.

3.2.5. Bendrųjų pastato inžinerinių sistemų ir technologinės įrangos sprendimai

Pastate vyksiantys technologiniai procesai: grybų biomasė bus atvežama sunkvežimiais ir sandėliojama sandėlyje esančiose lentynose, taip pat kaip papildomą sandėliavimo erdvę bus galima naudoti ir techninį auštą, esantį antresolėje. Toliau biomasė yra džiovinama džiovinimo krosnyje ir siunčiama tiesiai į smulkinimo patalpą. Ten išdžiovinta biomasė yra susmulkinama ir pakuojama į talpas. Biomasė toliau keliauja į ekstraktorinę, kur yra operatoriaus pagalba pakraunama į ekstrakcijos centrifugą. Ekstrakcijai naudojamas etanolis, kuris yra saugojamas papildomai apsaugotoje nuo sproгимų (ATEX) patalpoje esančioje talpoje. Visas po ekstrakcijos panaudotas etanolis yra pilnai perdirbamas ir regeneruojamas frakcionavimo kolonoje, po kurios yra vėl transportuojamas į saugojimo talpą. Gautas ekstraktas yra toliau distiliuojamas.

Viso proceso metu yra imami mėginiai kokybės patikrinimui chromatografais. Po distiliavimo ekstraktas yra išpilstomas į mažas taras ir yra klijuojamos etiketės. Visa gauta produkcija yra sandėliuojama šaltame produktų sandėlyje.

Sanitarinio buitinio darbuotojų aptarnavimo ir maitinimo sprendiniai: personalui esamos sanitarinės ir higienos patalpos, suprojektuotos pagal 2003-04-24 LR Vyriausybės nutarimo Nr. 501 „Dėl buitines, sanitarinių ir higienos patalpų įrengimo reikalavimus“: „vienas unitazas skiriamas 18 vyrų arba 12 moterų; vienas pisuaras skiriamas 18 vyrų; viena rankų praustuvė skiriama 48 vyrams arba moterims; moterų tualete įrengiama higieninis dušas.“^[3] Pastate esantys 2 san. mazgai pilnai tenkina darbuotojų poreikius. Valgymo ir poilsio kambaryje vienam darbuotojui skiriama ne mažiau kaip 2 kv. metras, o viso kambario plotas didesnis kaip 24 kv. metrai.

Stogo konstrukcija susideda iš:

- 1) bituminė ritininė stogo danga apat. ir virš. sl.;
- 2) kieta akmens vatos plokštė (PAROC sprendimai);
- 3) termoizoliacinė medžiaga;
- 4) kieta akmens vatos plokštė; garo izoliacija.

Stogas formuojamas metalinėmis sijomis su ryšiais, viršus padengiamas profiliuotu skardos lakštu *T1* degumo klasės. Grindys yra betoninės, sustiprintu paviršiumi, kad būtų atsparios mechaniniams išorės poveikiams.

Vidaus apdaila: tokiems betoniniams objektams su matomais paviršiais kaip kolonos, papildoma apdaila numatoma jas nudažant, sienos yra nudažomos kenksmingiems garams atspariais dažais.

3.3. Technologiniai skaičiavimai

Įrenginio finansiniam atsiperkamumui įvertinti atliekami tiek technologiniai, tiek ekonominiai skaičiavimai. Inžinerinių sprendinių rezultatai reikalingi, kad įvertinti gamyklos ir joje esančių įrenginių gamybos apimtį ir kainas, o ekonominių sprendinių rezultatai įvertinti įrenginio ekonominį atsiperkamumą.

3.3.1. Medžiagų balansas

Susidarius metinį ekstrakcijos linijos apkrovimą (žr. 4 lentelę), turint praktinius duomenis ir teisingai parinktus literatūroje rastus duomenis, galima sudaryti medžiagų balansą.

4 lentelė. Numanomas gamyklos darbo laikas

Rodikliai	Matavimo vienetas	Vertė
Numatomas įrenginio darbas	Paros	365
Planinis remontas bei stabdymas	Paros	15
Nenumatyti atvejai	Paros	5
Įrenginio darbo laikas	Paros	345
Įrenginio darbo laikas (8h pamaina)	Valandos	2760

Įvertinus numatomus įrenginio planinius remonto darbus bei stabdymus, taip pat nenumatytus atvejus, priimama, kad įrenginys 5 metų periode dirbs 231 dienas per metus.

Per vieną parą išekstrahuojama 190 kilogramų *Cordyceps militaris* biomasės. Biomasė remiantis tiriamosios dalies bei rekomenduojamais išieigomis sumaišoma su 96 % rektifikuotu maistiniu etanoliu santykiu 1:20, t.y. 190 kg *Cordyceps militaris* biomasės tenka 3000 kg etanolio. Sudaromas medžiagų balansas (žr. 5 lentelę).

Priimama, kad po ekstrakcijos vykstančioje tirpiklių regeneracijoje, kuri vyksta krentančio sluoksnio išgarintuve ir frakcinėje distiliacijos kolonoje, susidaro 25 litrai vandens ir 575 litrai pilnai regeneruoto 96 % etilo alkoholio po vieno ekstrakcijos ciklo.

5 lentelė. Ekstrakcijos ir tirpiklių regeneracijos medžiagų balansas

Įtekantis srautas					
Komponentas	Tankis ρ, kg/m³	Masės %	Masinis debitas G, kg/h	Tonos per pamainą, t/pamaina	Tonos per metus, t/metai
<i>Cordyceps militaris</i> biomasė	1550	6,00	38,00	0,19	65,55
96% etanolis	789	94,00	600,00	3,00	1035,00
Iš viso:	-	100	638,00	3,19	1100,55
Ištekantis srautas					
<i>Cordyceps militaris</i> ekstraktas	927	0,45	2,66	0,0133	4,5885
Ekstrahuota <i>Cordyceps militaris</i> biomasė	1550	5,55	35,34	0,1767	60,9615
Regeneruotas 96% etilo alkoholis	789	90,10	575,00	2,875	991,875
Vanduo	997	3,90	25,00	0,125	43,125
Iš viso:	-	100,00	638,00	3,19	1100,55

3.3.2. Siurblio skaičiavimai

Tolimesniems skaičiavimams etanolio transportavimo siurblių duomenys yra surašomi į 6 lentelę. Primama, jog į tirpiklio paruošimo talpas 600 litrų etanolio turi būti transportuojami per 10 min.

6 lentelė. Duomenys etanolio transportavimo skaičiavimams

96% etanolio tankis kambario temperatūroje ρ_1 , kg/m ³	789
96% etanolio masinis debitas G, kg/h	6000
Įsiurbimo linijos ilgis L_{is} , m	8
Slėgimo linijos ilgis L_{sl} , m	2
Aukštis, į kurį tiekiamas etanolis H_{geom} , m	1,5

Dinaminė klampa μ , Pa·s	0,000983
Laisvojo kritimo pagreitis g , m/s ²	9,81

Išcentrinio siurblio skaičiavimuose yra reikalingas tūrinis debitas V :

$$V = \frac{G}{\rho} = \frac{6000}{789} = 7,6 \text{ m}^3/\text{h} = 0,0021 \text{ m}^3/\text{s} \quad (2)$$

Čia:

V – tūrinis debitas; G – masinis debitas; ρ – tankis.

Pagal rekomendacijas žinynuose, priimame, jog greičiai įsiurbimo w_{is} ir slėgimo linijose w_{sl} yra:

$$w_{is} = 1 \text{ m/s}$$

$$w_{sl} = 2 \text{ m/s}$$

Įsiurbimo ir slėgimo linijų skersmenys apskaičiuojami pagal formulę:

$$d = \sqrt{\frac{V}{0,785 \cdot w}} \quad (3)$$

Čia:

d – linijos skersmuo, m; V – tūrinis debitas, m³/s; w – greitis, m/s.

$$d_{is} = \sqrt{\frac{0,0021}{0,785 \cdot 1}} = 0,052 \text{ m}$$

$$d_{sl} = \sqrt{\frac{0,0021}{0,785 \cdot 2}} = 0,037 \text{ m}$$

Kadangi virš skysčių paviršiaus abiejose talpose slėgis yra vienodas, todėl siurblio išvystomas slėgio aukštis apskaičiuojamas pagal lygtį:

$$H = H_{geom} + h_n \quad (4)$$

Čia:

H_{geom} – aukštis, į kurį reikia transportuoti skystį, m; h_n – aukščio nuostoliai hidraulinėje sistemoje, m.

Slėgio nuostoliai apskaičiuojami pagal lygtį:

$$h_n = h_{tr} + h_{vk} \quad (5)$$

Čia:

h_{tr} – nuostoliai dėl trinties; h_{vk} – nuostoliai dėl vietinių kliūčių.

$$h_{tr} = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{w^2}{2g} \quad (6)$$

Čia:

λ – trinties koeficientas.

Trinties koeficientams rasti apskaičiuojami Reinoldso kriterijai:

$$Re = \frac{w \cdot d \cdot \rho}{\mu} \quad (7)$$

Čia:

μ – skysčio klampa, Pa·s

$$Re_{is} = \frac{1 \cdot 0,052 \cdot 789}{0,000983} = 41737$$

$$Re_{sl} = \frac{2 \cdot 0,037 \cdot 789}{0,000983} = 59395$$

Kadangi $Re < 2300$, trinties koeficientai apskaičiuojami šia lygtimi:

$$\lambda = \frac{A}{Re} \quad (10)$$

Čia:

Iš žinyno paimama apskrito skerspjūvio vamzdžiams vertė A, kuri yra lygi 64.

$$\lambda_{is} = \frac{64}{41737} = 0,0015$$

$$\lambda_{sl} = \frac{64}{59395} = 0,0011$$

Skaičiuojame slėgio nuostolius dėl vietinių kliūčių. Vietinių kliūčių koeficientai:

1. Vamzdžio 90° alkūnė - 1,19;
2. Sklendė – 0,5;
3. Skystis, įtekantis į vamzdį su apvalinta briauna (transportavimo linijos pradžia) – 0,2;
4. Skystis, ištekantis iš vamzdžio (transportavimo linijos pabaiga) – 1.

Įsiurbimo linijoje skystis įteka vamzdžiu su apvalinta briauna, taip pat linijoje yra dvi kliūtys: viena 90° alkūnė ir viena sklendė. Slėgimo linijoje yra trys kliūtys: dvi 90° alkūnės ir viena sklendė. Jos pabaigoje skystis išteka iš vamzdžio į reaktorių-ekstraktorių. Apskaičiuojame trinties kliūčių koeficientus:

$$h_{vk1} = \sum_n \xi_{is} = 1,19 + 0,5 + 0,2 = 1,89$$

$$h_{vk2} = \sum_n \xi_{sl} = 2 \cdot 1,19 + 0,5 + 1 = 3,88$$

$$h_{tr} = h_{is} + h_{sl} = \left(\lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \sum_n \xi \right) \cdot \frac{w^2}{2g} \quad (11)$$

$$h_{tr} = \left(\lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \sum_n \xi \right) \cdot \frac{w^2}{2g}$$

$$h_{is} = \left(0,0015 \cdot \frac{8}{0,052} + 1,89 \right) \cdot \frac{1^2}{2 \cdot 9,81} = 0,108$$

$$h_{sl} = \left(0,0011 \cdot \frac{2}{0,037} + 3,88\right) \cdot \frac{2^2}{2 \cdot 9,81} = 0,803$$

Bendri aukčio nuostoliai:

$$h_n = h_{tr} + h_{vk} = (0,108 + 0,803) + (1,89 + 3,88) = 6,681 \text{ m}$$

Siurblio išvystomas slėgio aukštis:

$$H = 1,5 + 6,681 = 8,181 \text{ m}$$

Siurblio galia atiduodama skysčiui N_s :

$$N_s = V \cdot \rho \cdot g \cdot H \quad (12)$$

$$N_s = 0,0021 \cdot 789 \cdot 9,81 \cdot 8,181 = 132,9 \text{ W}$$

Siurblio iš variklio gaunama galia N_{vel} :

$$N_{vel} = \frac{V \cdot \rho \cdot g \cdot H}{\eta} \quad (13)$$

Čia:

η – siurblio naudingumo koeficientas, kuris yra lygus 0,8.

$$N_{vel} = \frac{0,0021 \cdot 789 \cdot 9,81 \cdot 8,181}{0,8} = 166,2 \text{ W}$$

Siurblio variklio galia N_v :

$$N_v = \beta \cdot \frac{N_{vel}}{\eta_v \cdot \eta_p} \quad (14)$$

Čia:

β – elektros variklio galios atsargos koeficientas, priklausantis nuo variklio galios, kuris yra lygus 1,3; η_v – variklio naudingumo koeficientas, kuris yra lygus 0,97; η_p – pavaros naudingumo koeficientas, kuris yra lygus 0,97;

$$N_v = 1,3 \cdot \frac{166,2}{0,97 \cdot 0,97} = 229 \text{ W}$$

Analogiškai apskaičiuojamas ir kitas išcentrinis siurblys, skirtas transportuoti etanolį po tirpiklio regeneracijos. Iš viso numatyta naudoti 6 tokio tipo ir galios išcentrinis siurblius.

3.3.3. Šilumokaičio apskaičiavimas

Į tirpiklių paruošimo talpos šildomus marškinius įtekantis etanolis yra 20°C. Jo pašildymui ir paruošimui iki darbinio režimo yra naudojamas vamzdinis korpusinis šilumokaitis, į kurį priešpriešiniu srautu teka 12°C vanduo. Etanolis įteka į šilumokaitį 20°C, sugerdamas šilumą šildomas iki 60°C. Šiluma iš vandens srauto yra suteikiama etanoliui, kuris proceso metu atvėsta iki 7°C.

Norimą vandens srautą tirpiklių paruošimo talpos šildomuose marškiniuose užsiduodame lygų 12000 kg/h (13,65 m³/h žinant, kad vandens tankis yra lygus 0,997 g/cm³). Tolimesniuose skaičiavimuose naudojami duomenys yra surašomi į 7 lentelę.

7 lentelė. Šilumokaičio srautų parametrai

Srautas	T _i , °C	T _{iš} , °C	G, kg/h	ρ, g/cm ³
Vanduo	12	7	-	0,997
Etanolis	20	60	12000	0,789

Reikalingas šilumokaičio paviršiaus plotas randamas pagal formulę:

$$F = \frac{Q}{k \cdot \Delta t_v} \quad (15)$$

Čia:

Q – reikalingas šilumos kiekis, kJ/h; k – šilumos perdavimo koeficientas k, W/m²·K, kuris lygus 25 W/m²·K; Δt_v – vidutinis logaritminis temperatūrų skirtumas.

Sudaromas šilumos balansas:

$$Q = G_{Et}(h_{Et1} - h_{Et2}) \cdot \eta = G_V(h_{V2} - h_{V1}) \quad (16)$$

$$Q_{Et} = Q_V + Q_n \quad (17)$$

$$Q_n \approx 0,05 \cdot Q_{Et}$$

Čia:

G – srauto masės debitas, kg/h; h – entalpija, kJ/kg; Et – etanolio srautas; V – vandens srautas; 1 – įtekantis srautas; 2 – ištekantis srautas; η – šilumos panaudojimo koeficientas, priimamas 0,95.

Vandens entalpijos randamos žinyuose:

$$h_{V1} = 42 \text{ kJ/kg}; h_{V2} = 18,9 \text{ kJ/kg};$$

Likusias entalpijas skaičiuojame pagal formulę:

$$h = \frac{0,0017 \cdot T^2 + 0,762 \cdot T - 334,25}{\sqrt{\rho}} \quad (18)$$

Čia: T – skysčio temperatūra, K.

$$h_{Et1} = \frac{0,0017 \cdot 294^2 + 0,762 \cdot 294 - 334,25}{\sqrt{0,789}} = 41,35 \text{ kJ/kg}$$

$$h_{Et2} = \frac{0,0017 \cdot 334^2 + 0,762 \cdot 334 - 334,25}{\sqrt{0,789}} = 123,76 \text{ kJ/kg}$$

Apskaičiuojame srauto šilumos kiekio trūkumą:

$$Q_{Et} = G_{Et}(h_{Et1} - h_{Et2})$$

$$Q_{Et} = 1200(41,35 - 123,76) = -98892 \text{ kJ/h}$$

Apskaičiuojame vandens šilumą:

$$Q_V = \frac{Q_{Et}}{\eta}$$

$$Q_V = \frac{-98892}{0,95} = -104096 \text{ kJ/h}$$

Apskaičiuojame vandens masės debitą:

$$G_V = \frac{Q_V}{h_{V2} - h_{V1}}$$

$$G_V = \frac{-104096}{18,9 - 42} = 4506,3 \text{ kg/h}$$

Apskaičiuojame vidutinį logaritminį temperatūrų skirtumą:

$$\Delta t_v = \frac{\Delta t_d - \Delta t_m}{\ln \frac{\Delta t_d}{\Delta t_m}} \quad (19)$$

Čia:

Δt_d – didesnis srautų temperatūrų skirtumas; Δt_m – mažesnis srautų temperatūrų skirtumas;

$$\Delta t_d = 60 - 7 = 53 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_m = 20 - 12 = 8 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_v = \frac{53 - 8}{\ln \frac{53}{8}} = 23,79 \text{ }^\circ\text{C}$$

Apskaičiuojame reikalingą šilumokaičio paviršiaus plotą:

$$F = \frac{98892}{25 \cdot 23,79} = 166 \text{ m}^2$$

Vamzdine šilumokaičio ertme teka vanduo, kurio tekėjimo greitis lygus $w_{Et} = 2 \text{ m/s}$. Jis teka 30x1,5 mm skersmens vamzdeliais, kurių ilgis 5 m. Vanduo teka tarpvamzdine šilumokaičio ertme, jų greitis $w_v = 15 \text{ m/s}$.

Šilumokaičio skersmuo apskaičiuojamas pagal formulę:

$$D = 0,635 \cdot \beta \cdot \sqrt{\frac{F \cdot d_i}{l \cdot \varphi}} \quad (20)$$

Čia:

β – žingsnio ir atstumo santykis tarp vamzdžių, kuris lygus 1,25; F – šildomo paviršiaus plotas, m²; d_i – išorinis vamzdelio skersmuo, m; φ – rėtinės plokštės užpildymo koeficientas, kuris priimamas 0,8; l – vamzdelių ilgis, m.

$$D = 0,635 \cdot 1,25 \cdot \sqrt{\frac{166 \cdot 0,03}{5 \cdot 0,8}} = 0,886 \text{ m}$$

Šilumokaičio viduje vamzdeliai sumontuojami šešiakampio forma. Jų skaičius apskaičiuojamas pagal formulę:

$$z = 3 \cdot a(a - 1) + 1 \quad (21)$$

Čia: a – vamzdelių skaičius, esantis didžiausioje šešiakampio kraštinėje.

Vamzdelių skaičius randamas pagal formulę:

$$a = \frac{D}{(d_i + 0,8d_i) \cdot 2} \quad (22)$$

$$a = \frac{0,886}{(0,03 + 0,8 \cdot 0,03) \cdot 2} = 8,2 \approx 9$$

$$z = 3 \cdot 9(9 - 1) + 1 = 217 \text{ vamzdelis}$$

Taigi, reikės 4506,3 kg/h vandens srauto, norint pašildyti etanolį iki 60°C, šilumokaičio skersmuo – 0,886 m, jį sudarys 5 m ilgio 217 vamzdeliai.

3.3.4. Šiluminiai nuostoliai

Šiluminiai nuostoliai yra skaičiuojami tirpiklių paruošimo ekstrakcijai talpoms ir reaktoriui-ekstraktoriui. Principinė šiluminių nuostolių schema yra pavaizduota 18 pav.

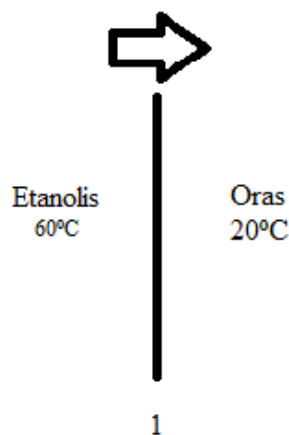
Kiti šiluminiai nuostoliai krentančio sluoksnio išgarintuve ir frakcinėje distiliacijos kolonoje laikomi nereikšmingais dėl palyginus nedidelių temperatūrų skirtumų.

Šilumos nuostoliai per sienelę apskaičiuojami pagal formulę:

$$Q = K \cdot F \cdot \Delta T \quad (23)$$

Čia:

K – šilumos perdavimo koeficientas tarp sienelės ar jos sluoksnių, $W/(m^2 \cdot K)$; F – šilumos perdavimo paviršiaus plotas, m^2 ; ΔT – temperatūrų skirtumas abipus sienelės ar jos sluoksnių, $^{\circ}C$.



18 pav. Šiluminių nuostolių per sienelę be izoliacijos schema

$$\Delta T = t_{išor} - t_{vid} \quad (24)$$

$$\Delta T = 20 - 60 = -40$$

Paviršiaus plotas apskaičiuojamas individualiai kiekvienam atvejui pritaikant formų paviršiaus ploto formules. Žinant, kad tirpiklių paruošimo talpos ir reaktoriaus-ekstraktoriaus diametras yra 1 m, šaldančiųjų marškinių plotis yra 5 cm, o nerūdijančio plieno sienelės storis 3 mm. Bendras diametras cilindro yra 1,112 m, pusseserės ir reaktoriaus viršutinės dalies spindulys 0,503 m.

Šiuo atveju:

$$F = \frac{1}{2} \cdot 4\pi \cdot R^2 + \pi dH + \pi \cdot R^2 + \left(\frac{\pi d^2}{4} - \pi R^2\right) \cdot 2$$

$$F = \frac{1}{2} \cdot 4\pi \cdot 0,503^2 + \pi \cdot 1,112 \cdot 1 + \pi \cdot 0,503^2 + \left(\frac{\pi \cdot 1,112^2}{4} - \pi \cdot 0,503^2\right) \cdot 2 = 6,234 \text{ m}^2$$

Pagrindinis nežinomasis yra šilumos perdavimo koeficientas K , kuris apskaičiuojamas pagal lygtį:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (25)$$

Čia:

α – šilumos atidavimo koeficientas dujinėms ir skystoms medžiagoms (konvekciniu būdu), $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$;
 λ – laidumas kietoms medžiagoms, $\text{W/m} \cdot \text{K}$; δ – sienelės storis, m.

Iš žinyno paimamos nerūdijančio plieno 304 klasės laidumas, kuris yra lygus $25 \text{ W/m} \cdot \text{K}$. Taip pat ir etanolio ir oro šilumos atidavimo koeficientai, kurie atitinkamai lygūs $200 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ ir $20 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.

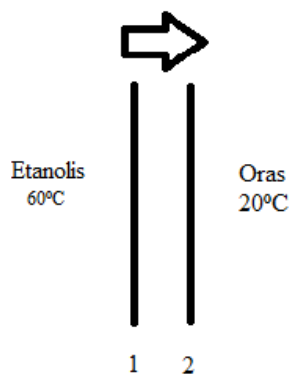
$$K = \frac{1}{\frac{1}{200} + \frac{0,003}{25} + \frac{1}{20}} = 18,142 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

Apskaičiuojame šiluminius nuostolius per sienelę:

$$Q = 18,142 \cdot 6,234 \cdot (-40) = -4,52 \text{ kW}$$

Kadangi šiluminiai nuostoliai yra gan nemaži ir toje pačioje patalpoje yra 2 tokios pačios paskirties įrenginiai, t.y. šiluminiai nuostoliai dvigubi ir siekia šiek tiek daugiau nei 9 kW , todėl norint užtikrinti tinkamą darbinę temperatūrą patalpoje ir laikytis darbo saugos, tokį šiluminius nuostolius turintį įrenginį reikia izoliuoti.

Pagal rekomendacijas, izoliuojama 5 cm storio geriausias termoizoliacines savybes turinčia poliuretano putų sluoksnio izoliacija, kurios laidumas $0,02 \text{ W/m} \cdot \text{K}$. Principinė šilumoms nuostolių per sienelę su izoliacija schema pateikiama 19 pav.



19 pav. Šilumos nuostolių per sienelę su izoliacija schema

Paviršiaus plotas ir temperatūrų skirtumas išlieka tas pats, perskaičiuojame šilumos perdavimo koeficientą ir šiluminius nuostolius per sienelę:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{200} + \frac{0,003}{25} + \frac{0,05}{0,02} + \frac{1}{20}} = 0,391 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

$$Q = 0,391 \cdot 6,234 \cdot (-40) = -0,975 \text{ kW}$$

3.4. Finansiniai ir ekonominiai skaičiavimai

Finansiniai ir ekonominiai skaičiavimai yra atliekami darant prielaidą, kad projekte aprašomi technologiniai sprendimai yra vykdomi UAB "Certumtech" įmonei priklausančioje teritorijoje, todėl yra nenumatomos investicijos naujo sklypo įsigyjimui. Skaičiavimams priimamos realių įrenginių, sąnaudinių medžiagų bei statybos paslaugų kainos $\pm 30\%$ tikslumu.

3.4.1. Projekto investicijos

Toliau pateikiama informacija apie projekte numatomas statybines, technologines ir ilgalaikes investicijas (žr. 8 lentelę). Didžioji dalis investicinių lėšų yra planuojama gauti iš privačių investuotojų ir užsienio bankų, taip pat nemažą dalį sudarys akcininkų nuosavybė bei įmonės rezervas. Tikimasi, jog projekto vykdymo metu vyks Europos Sąjungos fondų finansuojami projektai papildomoms lėšoms gauti, todėl skolinimasi suma gali kisti priklausant nuo fondų pinigų pasisavinimo. Duomenys pateikiami remiantis galimomis produkcijos vertėmis, kai produktai, tokie kaip ekstraktas arba grynas kordicepinas yra parduodami klientams.

8 lentelė. Projekto kaštai ir finansavimo šaltiniai

Projekto kaštai		Finansavimo šaltiniai	
Struktūra	Tūkst. Eur	Struktūra	Tūkst. Eur
1) Ilgalaikiam turtui įsigyti, tarp jo gamybos priemonėms	4542	1) Akcininkų nuosavybė; akcinis kapitalas, rezervai	2000
2) Trumpalaikiam turtui įsigyti, tarp jo žaliavoms ir pagrindinėms medžiagoms	788	2) Paskolos: ilgalaikės, trumpalaikės	4000
3) Statybos, montavimo darbų kaštai	1351	3) Kiti finansavimo šaltiniai	681
Iš viso:	6681	Iš viso:	6681

Statant naują gamyklą yra numatoma įdiegti įvairius technologinius įrenginius, įrengti kokybės laboratoriją, tirpiklių saugojimo sandėlį, pakavimo liniją, techninę aukštą su šilumokaičiais ir rekuperatoriais ir kt. Preliminarios įrengimų kainos yra pateikiamos žemiau lentelėje.

9 lentelė. Įrengimų kainos

Eil. Nr.	Įrenginio pavadinimas	Vieneto kaina, Eur	Kiekis	Suma, Eur
1.	Džiovinimo krosnis	89500	1	89500
2.	Smulkintuvas	142000	1	142000

3.	Molekulinis distiliatorius	556000	1	556000
4.	Tirpiklių talpos	61000	4	244000
5.	Ekstraktorinės įrengimai (ekstraktorius, frakcinis distiliatorius, krentančio sluoksnio išgarintuvas)	1975000	1	1975000
6.	Kokybės laboratorijos įrengimai	425000	1	425000
2.	Kėlimo ir transportavimo įrenginiai	65000	1	65000
3.	Vertingas inventorių	52000	1	52000
4.	Kiti įrengimai (techninis aukštas)	850000	1	850000
5.	Nenumatytos išlaidos	143500	1	143500
			Iš viso:	4542000

Visos statyboms patirtos išlaidos susumuojamos ir pateikiamos 10 lentelėje. Projekte yra priimta sklypo kainos į bendras sąnaudas neskaičiuoti, nes sklypas yra įmonės nuosavybė.

10 lentelė. Statybos kainų suvestinė

Objektų, darbų ir išlaidų pavadinimas	Sąmatos kaina, Eur			Iš viso, Eur
	Statybos ir montavimo darbai	Įrenginių ir baldų inventorių	Kitos išlaidos	
Statybos teritorijos paruošimo išlaidos				
Sklypo kaina	-	-	-	-
Aikštelės paruošimo išlaidos	4500	4000	5000	13500
Statybos objektai ir darbai				
Gamyklos statybos išlaidos	1100000	100000	-	1200000
Kitų objektų statybos išlaidos	85000	15000	-	100000
Kitos išlaidos	20000	17500	-	37500
			Iš viso:	1351000

3.4.2. Gamybos kaštai

Apskaičiuojami gamybos kaštai, kurie yra reikalingi procesui užtikrinti, jį vertinant iš žaliavos puses (žr. 11 lentelę). Procese naudojamos žaliavos yra *Cordyceps militaris* biomasė ir 96 % rektifikuotas maistinis etanolis. Priimama, kad visais metais žaliavų kaina nekinta.

11 lentelė. Gamybos žaliavų kaina

Projekto metai	Žaliavos pavadinimas	Gamybos planas, t	Medžiagos sunaudojimas vienai tonai pagrindinio produkto, t/t	Medžiagos kaina, Eur/t	Viso, Eur
1	<i>Cordyceps militaris</i> biomasė	65,55	13	15000	983 250

	96 % rektifikuotas maistinis etanolis	1035,00	205	36000	37260000
	Viso:	-	-	-	4709250
2	<i>Cordyceps militaris</i> biomasė	65,55	13	15000	983 250
	96 % rektifikuotas maistinis etanolis	1035,00	205	36000	37260000
	Viso:	-	-	-	4709250
3	<i>Cordyceps militaris</i> biomasė	65,55	13	15000	983 250
	96 % rektifikuotas maistinis etanolis	1035,00	205	36000	37260000
	Viso:	-	-	-	4709250
4	<i>Cordyceps militaris</i> biomasė	65,55	13	15000	983 250
	96 % rektifikuotas maistinis etanolis	1035,00	205	36000	37260000
	Viso:	-	-	-	4709250
5	<i>Cordyceps militaris</i> biomasė	65,55	13	15000	983 250
	96 % rektifikuotas maistinis etanolis	1035,00	205	36000	37260000
	Viso:	-	-	-	4709250
Iš viso, Eur:					23546250

Kadangi matome, jog didžiąją dalį išlaidų sudaro 96 % rektifikuoto maistinio etanolio kaina, todėl didžioji dalis etanolio (virš 95%) yra regeneruojama frakcinėje distiliacijos kolonoje ir galima naudoti pakartotinai taip sutaupant gan didelę dalį išlaidų.

Tuomet atliekame įrangos sunaudojamos elektros energijos kainos skaičiavimus (žr. 12 lentelę). Elektros energijos energijos didžiąją dalį sunaudoja šilumokaičiai, džiovinimo krosnis, smulkintuvas ir išcentriniai siurbliai. Priimama, jog 1 kilovatvalandės kaina šiuo metu yra 0,167 Eur.

12 lentelė. Gamyklos elektros sąnaudos

Įrenginių pavadinimas	Įrenginių skaičius	Variklių suminė galia, kW	Darbo valandų skaičius metuose, h	Metų elektros energijos poreikis, kW/h	Išlaidos elektros energijai, Eur
Šilumokaičiai	4	80	2760	220800	36873,6
Išcentriniai siurbliai	4	1	2760	2760	460,9
Džiovinimo krosnis	1	65	2760	179400	29959,8
Smulkintuvas	1	12	2760	33120	5531,0
Molekulinis distiliatorius	1	15	2760	41400	6913,8
Ekstraktorinės įrengimai (ekstraktorius, frakcinis distiliatorius, krentančio sluoksnio išgarintuvas)	1	33	2760	91080	15210,4
Kokybės laboratorijos įrengimai	1	18	2760	49680	8296,6
Iš viso, Eur:				618240	103246,1

Ekstrakcijos, distiliacijos ir tolimesniems gryninimo procesams yra numatoma tiekti aušinimui skirtas vanduo ir šildymui skirtas vandens garą. Toliau procesų aušinimui ir šildymui skirtas vandens kiekis nevertinamas, nes jis cirkuliuoja uždaroje sistemoje.

Tuomet atliekami darbuotojų darbo užmokesčių skaičiavimai (žr. 13 lentelę). Cordyceps militaris biomasės perdirbimo gamykloje dirbs 21 darbuotojas, didžioji jų dalis yra inžinieriai ir technologai kurių valandinis užmokestis yra 12 Eur/h. Taip pat darbuotojams vadovaus 4 skirtingų padalinių vadovai: laboratorijos, sandėlio, perdirbimo ir bendrųjų operacijų vadovai. Dėl žaliavos tiekimo ir produkcijos pardavimo ir realizavimo bus atsakingi vadybininkai. Valymo paslaugas rekomenduojama užsisakyti iš vietinių įmonių. Darbdavys už darbuotojų algas sumoka papildomus 21,77% mokesčių.

13 lentelė. Tiesioginės išlaidos darbuotojų atlyginimams

Profesija	Darbuotojų skaičius	Mėnesio darbo užmokestis, Eur	Metinis atlyginimas, Eur	Mokesčiai socialiniam draudimui, Eur	Metinės išlaidos atlyginimams, Eur
Vadovas	4	2500	30000	6531,00	36531,00
Inžinierius	4	1900	22800	4963,56	27763,56
Technologas	8	1900	22800	4963,56	27763,56
Vadybininkas	5	1500	18000	3918,60	21918,60
Iš viso, Eur:					113976,72

3.4.3. Netiesioginiai gamybos kaštai

Netiesioginiai gamybos kaštai yra nesusiję su gamybos apimtimis, įrenginio darbo valandomis ir kitomis su procesu susijusiomis sąlygomis. Į šiuos kaštus yra įtraukiamos buities apyvokos sąnaudos, patalpų apšildymas, elektros ir vandens poreikis buičiai (žr. 14 lentelę). Priimama, kad vienas darbuotojas per pamainą sunaudoja apie 20 litrų vandens, iš kurių 10 litrų šalto ir 10 litrų šilto vandens.

14 lentelė. Netiesioginės išlaidos vandeniui

Išlaidos	Sunaudojimas per parą, l/žmogui	Metų poreikis, m ³	1 m ³ vandens kaina, m ³	Išlaidos vandeniui
Šiltas vanduo	10	72450	4,37	316606,50
Šaltas vanduo	10	72450	1,32	95634,00
Iš viso:				412240,50

Matant netiesiogines išlaidas šiltam vandeniui, vertinama šildyti vandenį įmonės patalpose.

Netiesioginės išlaidos patalpų šildymui ir vėsinimui, taip pat patalpų apšvietimui yra pateikiamos atitinkamai 15 ir 16 lentelėse.

15 lentelė. Netiesioginės išlaidos patalpų šildymui ir vėsinimui

Išlaidos	Šildomas plotas, m ²	1 m ² ploto šildymo kainos vidurkis, Eur/mėn	Šildymo ir vėsinimo sezonas, mėn	Išlaidos šildymui/vėsinimui per metus, Eur
Patalpų temperatūros palaikymas	436,31	4,35	12	22775,38

16 lentelė. Netiesioginės išlaidos patalpų apšvietimui

Išlaidos	Patalpų plotas	Vid. apšvietimo norma, W/m ²	Energijos kiekis patalpoms apšviesti, kWh/metams	1 kWh kaina, Eur	Išlaidos šildymui per metus, Eur
Patalpų apšvietimas	436,31	30	36126	0,167	6033,04

Įvertinus tiesioginius ir netiesioginius gamybos kaštus, pateikiama bendra gamybos kaštų suvestinė (žr. 17 lentelę).

17 lentelė. Bendra gamybos kaštų suvestinė.

Išlaidos	Suma, tūkst. Eur
Pagrindinės medžiagos	4709,00
Gamybos elektros sąnaudos	103,25
Darbuotojų atlyginimai	113,97
Netiesioginės išlaidos vandeniui	412,24

Netiesioginės išlaidos patalpų temperatūros palaikymui	22,77
Netiesioginės išlaidos patalpų apšvietimui	6,03
Iš viso:	5367,26

3.4.4. Veiklos kaštai

Pagaminta produkcija turi būti pelningai parduota ir pristatyta klientams. Į veiklos sąnaudas įtraukiami produkto pakavimo, logistikos ir administravimo kaštai. Kadangi pagaminamo produkto kiekis lyginant su gamybos apimtimis yra nedidelis, todėl nustatant šių kaštų apimtį priimta, jog jie sudaro 5 % gamybai tiekiamų kaštų, šiuo atveju – 268363 Eur.

3.4.5. Gaminių kainos skaičiavimas

Atlikus sąnaudų skaičiavimus reikia įvertinti gaunamas pajamas, o norint tai padaryti, reikia įvertinti gaminių kainas. Gaminių kaina $G1$ sudaroma iš pilnosios savikainos PSi ir pelno Pi , kuris įvertinamas rentabilumu Ri . Apskaičiavus šiuos dydžius, rezultatai surašomi į 18 lentelę.

$$G1 = PSi + Pi \quad (26)$$

$$Ri = \frac{Pi}{PSi} \cdot 100 \quad (27)$$

$$Pi = Ri \cdot \frac{PSi}{100}$$

18 lentelė. Gaminių kainos skaičiavimo suvestinė

Pavadinimas	Produktai	
	<i>Cordyceps militaris</i> ekstraktas	<i>Cordyceps militaris</i> išspaudos
Gamybinė savikaina, Eur	1770,39	133,26
Veiklos sąnaudos vienai produkto kg, Eur/kg	2017,76	151,87
Pilnoji savikaina PSi , Eur	3788,15	285,13
Pelnas Pi , %	30	10
Kaina $G1$, Eur/kg	4911,60	313,64
Akcizo kaina, kurią sumoka pirkejas, Eur/kg	3880,16	247,78
PVM, kurį sumoka pirkėjas, Eur/kg	1031,44	65,86
Galutinė kaina, kuri tiekama galutiniam pirkėjui, Eur/kg	4911,60	313,64

Atlikus gaminio kainos ir pelno skaičiavimus galima apskaičiuoti grynąjį pelną. Skaičiavimams naudotas 15 % pelno mokestis ir kiekvienais metais 5% mažėjanti pardavimų apimtis, tačiau skaičiuojant produkcijos gamybos kaštus šis nuostolis prilyginamas kasmetiniam gamybos žaliavų prekių kainos kilimui. Pelno ataskaita pateikiama 19 lentelėje.

19 lentelė. Pelno ataskaita

Rodiklis, tūkst. Eur	Projekto gyvavimo metai				
	1	2	3	4	5
Pardavimų apimtis, tūkst. Eur	24148	22940	21793	20703	19668
Parduodamos produkcijos gamybos kaštai, tūkst. Eur	4812	4812	4812	4812	4812
Bendras pelnas, tūkst. Eur	19336	18128	16981	15891	14858
Veiklos sąnaudos, tūkst. Eur	555	555	555	555	555
Veiklos pelnas, tūkst. Eur	18781	17573	16426	15336	14303
Pelno mokestis, tūkst. Eur	2817	2636	2464	2300	2145
Grynasis pelnas, tūkst. Eur	15964	14937	13942	13036	12158

3.4.6. Pagrindinių priemonių nusidėvėjimas

Pastatų ir įrengimų nusidėvėjimui įvertinti naudojamas tiesinis metodas. Šiuo metodu skaičiuojama metinė nusidėvėjimo suma NS. Iš priemonių įsigijimo vertės PF atimama likvidacinė vertė LV, kuri lygi 10 % ir dalinama iš eksploatavimo trukmės T. Apskaičiavus šiuos dydžius, rezultatai surašomi į 20 lentelę.

$$NS = \frac{(PF-LV)}{T} \quad (28)$$

20 lentelė. Nusidėvėjimų suvestinė

Ilgalaikio turto rūšis	Įsigijimo vertė, tūkst. Eur	Normatyvinė eksploatavimo trukmė metais	Nusidėvėjimo suma, tūkst Eur metams					Likutinė vertė, tūkst. Eur
			1	2	3	4	5	
Pastatai	1351	50	24,32	24,32	24,32	24,32	24,32	1229,4
Įrengimai	4542	15	272,52	272,52	272,52	272,52	272,52	3179,4
Kiti įrengimai	788	15	47,28	47,28	47,28	47,28	47,28	551,6
Iš viso:	6681	-	344,12	344,12	344,12	344,12	344,12	4960,4

3.4.7. Apyvartinės lėšos

Apyvartinės lėšos reikalingos skirtumui tarp pardavimų ir gamybos kaštų panaikinti, nes pardavimai vykdomi ne kiekvieną darbo dieną ir yra priklausomi nuo visuotinės paklausos. Šios lėšos leidžia vykdyti kasdieninę įmonės veiklą ir užtikrina verslo gyvavimą ir augimą (žr. 21 lentelę).

21 lentelė. Apyvartinių lėšų poreikis

Rodiklis	Projekto gyvavimo metai				
	1	2	3	4	5
Gamybos kaštai, tūkst. Eur	4812	4812	4812	4812	4812
Apyvartinių lėšų metinis poreikis, tūkst. Eur	788	788	788	788	788
Apyvartinių lėšų papildomas poreikis, tūkst. Eur	500	500	500	500	-
Apyvartinės lėšos, tūkst. Eur	1288	1288	1288	1288	788

3.4.8. Grynieji pinigų srautai

Toliau apskaičiuojami grynieji pinigų srautai pirmiesiems penkeriems metams (žr. 22 lentelę).

22 lentelė. Grynujų pinigų srautų suvestinė

Rodiklis	Projekto gyvavimo metai				
	1	2	3	4	5
Grynasis pelnas, tūkst. Eur	15964,00	14937,00	13942,00	13036,00	12158,00
Nusidėvėjimo sąnaudos, tūkst. Eur	344,12	344,12	344,12	344,12	344,12
Grynieji pinigų srautai iš įmonės veiklos, tūkst. Eur	15619,88	14592,88	13597,88	12691,88	11813,88

Visa įmonės plėtra ir išlaikymas yra imami iš įmonės veiklos, todėl akcininkai numato 10 % gražos. Toliau perskaičiuojami grynieji pinigų srautai (GPS) su 10 % diskonto norma.

23 lentelė. Diskontuoti grynieji pinigų srautai

Projekto gyvavimo metai	Projekto GPS		Diskontuoti projekto GPS	
	Metiniai GPS	Bendri GPS	Metiniai GPS	Bendri GPS
0	-4812000	-4812000	-4812000	-4812000
1	1288000	-3524000	1159200	-3652800
2	1288000	-2236000	1159200	-2493600
3	1288000	-948000	1159200	-1334400
4	1288000	340000	1159200	-175200
5	788000	1128000	709200	534000

3.4.9. Diskontuotas investicijų atsipirkimo laikotarpio skaičiavimas

Turint diskontuotus grynujų pinigų srautus, apskaičiuojamas diskontuotas atsipirkimo laikotarpis T . Remiantis 23 lentelės duomenimis, atsipirkimas numatomas tarp ketvirtųjų ir trečiųjų projekto gyvavimo metų.

$$T = 4 + \left(- \left(- \frac{175200}{709200} \right) \right) = 4,25 \text{ metai} \quad (29)$$

Projekto atsiperkamumas teigiamas, nes atsipirkimo laikotarpis yra mažesnis nei 5 metai.

3.4.10. Grynosios esamosios vertės (GEV) skaičiavimas

Norint apskaičiuoti grynąją esamąją vertę GEV, remiantis 23 lentelės duomenimis, sudedami visi bendrieji gryniesi pinigų srautai.

$$GEV = \sum_{t=0}^n \frac{C \cdot F_t}{(1+KK)^t} = 534000 \text{ Eur} \quad (30)$$

Projektas priimtinas, nes $GEV > 0$ Eur. Tai reiškia, kad įmonės turtas 5 metų laikotarpiu padidės apie 534000 Eur.

3.4.11. Pelningumo indekso skaičiavimas

Pelningumo indeksas (PI) yra pelno ir išlaidų santykis. Apskaičiuojamas pagal pateiktą formulę:

$$PI = \sum_{i=1}^n \frac{GPS_i}{(1+KK)^i} = \frac{1159200+1159200+1159200+1159200+709200}{4812000} = 1,11 \quad (31)$$

Projektas laikomas priimtinu, nes PI yra daugiau nei 1.

3.4.12. Pagrindiniai ekonominiai rodikliai

Toliau pateikiama pagrindinių ekonominių rodiklių suvestinė (žr. 24 lentelę).

24 lentelė. Pagrindinių ekonominių rodiklių suvestinė

Rodikliai	Skaičiavimų metu gautos vertės
Projektui įgyvendinti reikalingos lėšos, tūkst. Eur	6681
Cordyceps militaris ekstrakto pardavimo apimtis, t/metus	2,66
Cordyceps militaris išspaudų pardavimo apimtis, t/metus	35,34
Realizacinės pajamos, tūkst. Eur	24148
Įmonės personalas, žmonėmis	21
Metinės išlaidos atlyginimams, Eur	113976,72
Gamybos kaštai, tūkst. Eur	4812
Netiesioginės išlaidos, tūkst. Eur	441,04
Cordyceps militaris ekstrakto pilnoji savikaina, Eur/kg	1770,39
Cordyceps militaris išspaudų pilnoji savikaina, Eur/kg	133,26
Grynasis pelnas, tūkst. Eur	15964
Projekto investicijų diskontuotas atsipirkimo laikas, metais	4,25
Projekto grynoji esamoji vertė, tūkst. Eur	534000
Pelningumo indeksas	1,11

Įmonės pelningumo indeksas yra ganėtinai žemas, nes visas įmonės pelnas yra investuojamas į planuojamą įmonės plėtrą, o tuo tarpu įmonė funkcionuoja iš apyvartinių lėšų.

3.5. Aplinkosauginis vertinimas

3.5.1. Bendrieji duomenys

Toliau lentelėje (žr. 25 lentelę) yra pateikiami duomenys apie produkciją.

25 lentelė. Duomenys apie gaminius (produkcija)

Pavadinimas (asortimentas)	Mato vnt., t, m3, vnt. ir kt.	Kiekis per metus
<i>Cordyceps militaris</i> ekstraktas	kg	6500
<i>Cordyceps militaris</i> išspaudos	t	60

Elektros energija naudojama tiesiogiai gamyboje ir netiesiogiai patalpų apšvietimui (žr. 26 lentelę). Energijos gamyba šiame plėtros etape nenumatoma.

26 lentelė. Kuro ir energijos vartojimas

Energetiniai ir technologiniai ištekliai	Matavimo vnt., t, m3, kWh	Sunaudojamas kiekis per metus	Išteklių gavimo šaltiniai
a) elektros energija	kWh	654366	UAB „Ignitis“

Toliau yra pateikiami duomenys apie gamykloje naudojamas žaliavas, chemines medžiagas ir kt. preparatus (žr. 27 lentelę).

27 lentelė. Duomenys apie naudojamas žaliavas, chemines medžiagas ar preparatus

Žaliavos, cheminės medžiagos ar preparato pavadinimas	Kiekis per metus	Cheminės medžiagos ar preparato klasifikavimas ir ženklavimas		
		kategorija	pavojaus nuoroda	rizikos frazės
<i>Cordyceps militaris</i> biomasė	65 t	-	-	Nepavojinga augalinės kilmės medžiaga ekstrakcijai
Maistinis etanolis	25 t	2	H225, H319	Labai degus skystis ir garai; Sukelia smarkų akių dirginimą.

Kadangi maistinis etanolis yra sprogus ir degus tirpiklis, jis turi būti sandėliuojamas nesprogoje ATEX klasės patalpoje, o biomasė laikoma sausame sandėlyje (žr. 28 lentelę).

28 lentelė. Žaliavų ir papildomų cheminių medžiagų ar preparatų saugojimas

Eil. Nr.	Žaliavos, cheminės medžiagos ar preparato pavadinimas	Transportavimo būdas	Kiekis, saugomas vietoje, t	Saugojimo būdas
1	<i>Cordyceps militaris</i> biomasė	Kelių transportu	65 t	Sausame sandėlyje
2	Maistinis etanolis	Kelių transportu	25 t	Tirpiklių sandėlyje (ATEX)

Toliau yra pateikiama informacija apie tirpiklių turinčias medžiagas (žr. 29 lentelę).

29 lentelė. Duomenys apie tirpiklių turinčias medžiagas ir preparatus

Tirpiklių turinčios cheminės medžiagos ar preparato pavadinimas	Sudėtis	Kiekis per metus	Cheminės medžiagos ar preparato klasifikavimas ir ženklavimas		
			Kategorija	Pavojaus nuoroda	Rizikos frazės
Maistinis etanolis	96% etanolis, 4% vanduo	25 t	2	H225, H319	Labai degus skystis ir garai; Sukelia smarkų akių dirginimą.

3.5.2. Atliekos

Po ekstrakcijos etanolis yra atskiriamas nuo ekstrakto, tačiau jo sudėtyje yra daugiau vandens nei įprastai (vidutiniškai padidėja iki 10-15%, priklauso nuo biomasės drėgmės), todėl etanolis yra atskiriamas nuo vandens rektifikacijos kolonoje. Per pamainą (8h) sunaudojamas 3 t etanolio kiekis yra pilnai regeneruojamas pakartotiniam naudojimui, rektifikacijos metu gaunamos atliekos, šiuo atveju – vanduo, yra pašalinamos kartu su nuotekomis (žr. 30 lentelę).

30 lentelė. Atliekos, atliekų tvarkymas

Technologinis procesas	Atliekos						Atliekų saugojimas objekte	Numatomi atliekų tvarkymo būdai	
	Pavadinimas	kiekis		Agregatinis būvis (kietas, skystas, pastos)	kodas pagal atliekų sąrašą	Pavojingumas		laikymo sąlygos	didžiausias kiekis
		t/d	t/m						
Etanolio regeneracija	Maistinis etanolis	3	1052	skystas	14 06 03	Sprogus mišinys	Specialiose talpyklose	11 t	D13

D13 - perskirstymas ar maišymas, įskaitant išankstinį apdirbimą, pavyzdžiui, *inter alia*, rūšiavimą, smulkinimą, suspaudimą, granuliavimą, džiovinimą, supjaustymą, kondicionavimą ar atskyrimą. Šiuo atveju – garinimas ir kondensavimas.

3.5.3. Aplinkos oro tarša

Prieš pradėdant ekstrakciją, biomasė yra pakraunama į reaktorių-ekstraktorių. Ekstrakcijos ciklas trunka vieną valandą. Pasibaigus ekstrakcijai, *Cordyceps militaris* išspaudos išimamos rankiniu būdu ir ant sienelių likęs mažas etanolio kiekis garuoja į traukos rankovę, kurią numatoma įrengti virš reaktoriaus-ekstraktoriaus.

Priimama, kad vienos ekstrakcijos ciklo metu (30 min) etanolio garai sudaro apie 5 ml tūrį.

Stacionarių taršos šaltinių fiziniai duomenys yra pateikiami 31 lentelėje.

31 lentelė. Stacionarių taršos šaltinių fiziniai duomenys

Taršos šaltiniai					Išmetamų dujų rodikliai			Teršalų išmetimo trukmė, val/m
pavadinimas	Nr.	koordinatės	aukštis, m	išmetimo angos matmenys, m	srauto greitis, m/s	temperatūra, oC	tūrio debitas Nm ³ /s	
Reaktorius-ekstraktorius	-	-	1	0,5	-	~ +50 - +60	-	240

Toliau yra pateikama numatoma tarša į aplinkos orą (žr. 32 lentelę).

32 lentelė. Tarša į aplinkos orą

Proceso (veiklos) pavadinimas	Taršos šaltiniai		Teršalai		Numatoma tarša			
	Pavadinimas	Nr.	Pavadinimas	Kodas	Momentinis dydis			Metinė, t/m
					vnt.	vid.	maks.	
Ekstrakcija	Reaktorius-ekstraktorius	-	Etanolio garai	-	ml	5	10	0,024

Norint maksimaliai sumažinti taršą į aplinkos orą, visose traukos spintose laboratorijose ir traukos rankovėje virš reaktoriaus-ekstraktoriaus yra įtaisomi HEPA filtrai, apie kuriuos informacija pateikta 33 lentelėje.

33 lentelė. Išmetamųjų dujų valymo įrenginiai ir kitos taršos prevencijos priemonės

Valymo įrenginiai		Teršalai		Prieš valymą		Po valymo		Valymo efektyvumas, %
Pavadinimas	kodas	Pavadinimas	kodas	vidut. vienk.	t/m	vidut. vienk.	t/m	
HEPA filtras	-	Etanolio garai	-	-	0,024	-	0,00012	99,95

3.5.4. Naudojamas vanduo ir susidarancios nuotekos

Vanduo nėra naudojamas įrenginių aušinimui ar plovimui, todėl jo naudojami kiekiai yra minimalūs, o vienintelės susidariusios nuotekos iš frakcinės distiliavimo kolonos įrenginio.

Vienintelės gamybinės vandens nuotekos susidaro frakcinės distiliacijos kolonoje (informacija pateikiama 34 lentelėje), kur yra perdirbamas ir regeneruojamas ekstrakcijos metu panaudotas etanolis. Techninis vanduo yra išleidžiamas į nuotekas kaip nekenksminga medžiaga, todėl galima laikyti, jog gamykla yra neteršianti aplinkos oro ir vandens.

34 lentelė. Duomenys apie nuotekų šaltinius ir/arba išleistuvus

Nr.	Nuotekų priimtuvai	Planuojamų išleisti nuotekų ir jų šaltinio aprašymai		Išleistuvo tipas	Išleistuvo vietos aprašymas	Didžiausias numatomas išleisti nuotekų kiekis			
						m ³ /s	m ³ /h	m ³ /d	m ³ /m
1	Miesto kanalizacija	Techninis vanduo	Vanduo, atskirtas nuo etanolio	Vamzdis su rankiniu vožtuvu	Frakcinės distiliacijos kolonos apačia	Min. kiekis	0,023	0,23	55,2

3.5.5. Statybinių atliekų tvarkymas

Statybines atliekas numatoma tvarkyti pagal Lietuvos Respublikos Aplinkos Ministerijos išleistus galiojančius įstatymus.

Perdirbimui tinkamos atliekos ir pakartotiniam naudojimui tinkamos medžiagos planuojama rūšiuoti. Dulkančias statybines atliekas planuojama transportuoti uždengtomis vilkikų priekabomis, užtikrinant minimalų dulkių pasklidimą transportavimo metu.

Pavojingos atliekos, tokios kaip kiti pagalbiniuose procesuose susidarę nemaži kiekiai tirpiklių, yra utilizuojamos įmonės UAB „Toksika“.

4. Darbuotojų sauga ir sveikata

Šiame skyriuje yra aprašoma ir įvertinama darbuotojų sauga bei sveikata.

4.1. Projektuojamo objekto charakteristika

Cordyceps militaris perdirbimo gamykla yra projektuojama UAB „Certumtech“ įmonės teritorijoje. Perdirbant produktus yra naudojamas etanolis, kuris yra kenksmingas žmogaus sveikatai ir gali sukelti gaisro ar sprogimo pavojų, todėl privaloma parinkti atitinkamas apsaugos priemones.

Remiantis sanitarinių apsaugos zonų ribų nustatymo ir rezimino taisyklių priedu, sanitarinės zonos riba yra 500 m. [24]

4.2. Profesinės rizikos vertinimas

Profesinės rizikos vertinimo tikslas yra nustatyti ir įvertinti rizikas, kurios gali nutikti darbuotojams darbo metu. Išsiaiškinus rizikos veiksnius, randami sprendimai rizikų prevencijai, o jeigu rizikos veikslių pašalinti neįmanoma, tuomet tikslas yra kuo labiau sumažinti tos rizikos veiksnių tikimybę. [30]

Rizikos vertinimas apima šiuos etapus:

- 1) parengiamieji, pirminiai darbai;
- 2) rizikos veiksnių tyrimas, rizikos dydžio nustatymas ir sprendimo dėl rizikos priimtumo priėmimas;
- 3) rizikos sumažinimas ar visiškas jo pašalinimas;
- 4) rizikos stebėjimas.

Siekiant vykdyti saugią gamybą įmonėje, grybų perdirbimo gamykloje įprastu darbo režimu dirbantys asmenys gali susidurti su cheminiais, fizikiniais ir ergonominiais veiksniais, kurie yra identifikuojami ir aprašomi 36 lentelėje, taip pat pateikiamos prevencinės priemonės.

35 lentelė. Fizikinių, fizinių ir ergonominių rizikos veiksnių suvestinė su rekomenduojamomis prevencinėmis priemonėmis [32][33][27][8][9][12]

Rizikos veiksnys	Rizikos veiksnio vieta	Matavimo vienetas	Ribinė vertė	Prevencinės priemonės
Temperatūra	Tirpiklių paruošimo talpos ir reaktorių-ekstraktorių	Iki 60 °C	45 °C	Šiluminė izoliacija
Triukšmas	Techninis aukštas, smulkintuvas	60 dBA	87 dBA	Ausinės arba ausų kištukai
Apšvietimas	Gamybos patalpos	300 lx	300 lx	Kur reikalinga tiksli rega (matavimai laboratorijose, svėrimai),

				įrengiami įvietiniai papildomos apšvietos šaltiniai iki 500 lx
Statinė elektra	Džiovinimo krosnis ir smulkintuvas	-	-	Reikalingas įrenginių įžeminimas ir įnulinimas
Netinkama darbo pozicija	Visos darbo patalpos	Nepatogi darbo poza iki 10 % išdirbto darbo laiko	Nepatogi darbo poza iki 20 % išdirbto darbo laiko	15 minučių petraukos kas 2 valandas, mankštos
Nuovargis	Visos darbo patalpos	-	-	Petraukos, mankšta, reguliarios darbuotojų atostogos
Svorio kilnojimas	Reaktorius- ekstraktorius	38 kg	25 kg vyrams, 16 kg moterims	Keliant vienam asmeniui daugiau nei 25 kg vyrams ir 16 kg moterims, yra privalomos papildomos kėlimo ir transportavimo priemonės
Šiluminė aplinka	Gamybos patalpos	18-23 °C	18–20 °C šaltuoju metų laiku 21-23 °C šiltuoju metų laiku	Atliekant vidutinio sunkumo darbus, yra rekomenduojama (priklausomai nuo metų laikotarpio) darbo patalpoje palaikyti 18–23 °C

Pagal žaliavų medžiagų tipą, įrengimų zonoms yra priskiriamos pavojingumo kategorijos. Pavojingumo kategorija nurodo tinkamą įrenginių pritaikymą ir apsaugos priemones saugiam įrenginių darbui. Toliau pateiktoje lentelėje nurodomos darbo zonos gaisro pavojingumo atžvilgiu.

36 lentelė. Gamybos žaliavų pavojingos cheminės savybės^[4]

Medžiagos pavadinimas	Pavojingumo klasė	Temperatūra, °C		Koncentracinė sproguomo riba, % tūrio		Poveikio žmogaus organizmui toksiškumo charakteristika	Medžiagos koncentracijos ribinė vertė darbo aplinkos ore, mg/m ³
		Pliūpsnio	Savaiminio užsiliepsnojimo	apatinė	viršutinė		
96% etanolis	2	12	455	3,1	27,7	Labai degus skystis ir garai; Sukelia smarkų akių dirginimą.	1000

Patalpos yra skirstomos pagal pavojingumo kategorijas, visa informacija apie zonų pavojingumo kategorijas, temperatūros ir sproguomo klasę yra pateikiama 38 lentelėje.

37 lentelė. Patalpų pavojingumo kategorijos^[13]

Zonos pavadinimas	Pavojingumo kategorija	Temperatūrinė klasė	Sproguomo klasė
Tirpiklių sandėlis	B _{sg} , C _s	IA T2	2
Ekstraktorinė	A _{sg} , B _{sg} , C _g	IA T2	2
Techninis aukštas	A _{sg} , C _g	-	-

Tirpiklių sandėlyje yra saugomas didelis kiekis etanolio, kuris yra degus ir sproguos junginys, todėl papildomai yra įrengiama nesprogi darbo aplinka (ATEX)^[7]. Ekstraktorinėje yra tiek kietųjų dalelių (biomasės), tiek skysčių (etanolio), tiek garų (etanolio garai) gaisro klasių tikimybė, todėl ekstraktorinėje įrengiami švaraus oro filtrai, visi elektros lizdai įžeminami ir įnulinami.

4.3. Saugi gamyba

Darbuotojų (darbų) saugos tikslas – sumažinti arba visiškai panaikinti nelaimingų atsitikimų bei profesinių susirgimų tikimybę. Darbuotojų saugos ir sveikatos įstatymas reikalauja asmeninės darbdavio atsakomybės už darbuotojų sveikatos išsaugojimą.

Darbdavio pareiga yra sudaryti darbuotojams saugias ir sveikatai nekenksmingas darbo sąlygas visais su darbu susijusiais aspektais. Be to, darbdaviui atstovaujantis asmuo siekdamas įgyvendinti jo pareigą organizuoja prevencinių priemonių (techninių, medicinos, teisinių, organizacinių ir kitų), skirtų nelaimingų atsitikimų darbe ir profesinių ligų prevencijai, įgyvendinimą, nustatydamas įmonėje šių priemonių įgyvendinimo ir kontrolės tvarką, paskirdamas darbdavio įgaliotus asmenis ir duodamas jiems konkrečius pavedimus įgyvendinti prevencines priemones^[13].

Įmonėje vykdomi privalomi darbo saugos instruktavimai:

- 1) įvadinis – pravedamas naujai atvykusiems į darbą asmenims, jį veda technikos inžinierius;
- 2) pirminis darbo vietoje – pravedamas naujai priimtiems į darbą darbuotojams, perkeltiems iš vienos vietos į kitą, vedamas gamybos vadovo;
- 3) periodinis darbo vietoje – pravedamas vieną kartą metuose, visiems asmenims, dirbantiems gamykloje;

- 4) papildomas darbo vietoje – kai papildytos naujos instrukcijos arba padaryti žymūs pakeitimai, pasikeitus technologiniam procesui;
- 5) specialus darbo vietoje – pravedamas asmenims, dirbantiems pavojingus darbus.

Gamybos vadovas darbo sąlygos, tokios kaip šiluminės aplinkos parametrai, dulkių koncentracija, apšvieta, oro dulkėtumas, tikrina profilaktiškai. Darbo metu, darbuotojai privalo laikytis įmonės saugaus darbo instrukcijos.

Grybų perdirbimo gamykloje yra septynios sprogios aplinkos zonų, kuriose numatoma elektros įrenginius įžeminti, apsaugant nuo elektros išlydžio ar elektros kibirkšties. Toliau pateikiami įrenginiai ir aparatai, kurie yra papildomai įžeminami^[32]:

- 1) išcentrinis siurblys tirpiklių sandėlyje;
- 2) tirpiklio paruošimo talpos;
- 3) reaktorius-ekstraktorius;
- 4) išcentrinis siurbliai ekstraktoriuje;
- 5) tirpiklio regeneravimo prietaisas;
- 6) frakcinio distiliavimo kolona;
- 7) molekulinis distiliatorius.

4.4. Darbo higiena

Komfortiškai dirbantiems darbuotojams privaloma užtikrinti šiuos dalykus:

- 1) darbo saugos priemonės;
- 2) apšvietimas;
- 3) šiluminė aplinka;
- 4) triukšmo lygis;
- 5) poilsio kambarys;
- 6) tualetai ir dušai;
- 7) persirengimo kambarys.

Darbuotojai darbo vietoje privalo palaikyti tvarką (nelaikyti pašalinių daiktų). Prieš naudojant asmenines apsaugos priemones, privaloma vizualiai įsitikinti ar jos yra tinkamos naudojimui.

Darbdavys ir darbuotojas privalo užtikrinti ir palaikyti tinkamą darbo higienos lygį.

Toliau pateikiamos darbo aplinkos taisyklės, kurios skirtos darbdaviui (šių taisyklių laikytis privaloma, bet jomis neapsiribojama):

- 1) bendrųjų ir gamybinių patalpų grindys plaunamos kartą per dieną, jeigu reikia dezinfekuojamos;
- 2) bendrojo naudojimo tualetai, kriauklės, dušai, durų rankenos, darbo stalai ir kiti stalai plaunami / valomi kartą per dieną, jeigu reikia dezinfekuojami;
- 3) patalpose numatoma palaikyti 18 – 23 °C temperatūrą;
- 4) tiekiamas švarus oras į patalpas (be mechaninių ir be cheminių priemaišų);
- 5) įrengtas vandens gėrimo aparatas su nuolat pasipildančiu šviežiu geriamuoju vandeniu;
- 6) vandens temperatūra vandentiekyje 50 – 60 °C;
- 7) suteikti darbuotojui saugias, patogias ir tvarkingas asmens apsaugos priemones;

- 8) organizuoti darbuotojų sveikatos patikrinimą;
- 9) organizuoti kasmetines evakuacijos pratybas dėl galimos sprogimo rizikos;

Darbuotojams skirtos darbo aplinkos taisyklės:

- 1) laikytis įmonėje nustatytų taisyklių;
- 2) saugoti ir tyčiniaus veiksmais negadinti įmonės turto;
- 3) palaikyti švarą savo darbo vietoje ir asmeninėse darbo rūbams skirtose spintelėse;
- 4) stebėti asmens apsaugos priemonių būklę ir pranešti savo tiesioginiam vadovui apie nusidėvėjimą;
- 5) draudžiama įsinešti maisto produktus į gamybines patalpas, visas maistas gali būti laikomas ir vartojamas poilsio kambaryje;
- 6) stebėti elektroninės įrangos būklę ir pranešti tiesioginiam vadovui apie prastą jos būklę.

Apšvietimui yra numatyta 300 lx apšvieta gamyklinėse patalpose su vietinėmis apšvietimais virš įrenginių, kurių apšvieta 500 lx. Likusiose administracinėse patalpose yra numatyta 300 lx apšvieta. Pagal regos darbų charakteristiką, visi gamybinėse patalpose ir ofise vykstantys darbai yra priskiriama tikslų ir vidutiniškai tikslų darbų kategorijai.^[27]

Darbo patalpų šiluminės aplinkos parametrai yra oro temperatūra, oro santykinis drėgnumas, oro judėjimo greitis ir šiluminio spinduliavimo intensyvumas. Šiluminės aplinkos parametrų vertės nustatomos, atsižvelgiant į metų laikotarpį ir darbų sunkumo kategoriją. Gamykla yra apšildoma oras – oras sistema bet kokių metų laikotarpiu, darbuotojai gali reguliuoti patenkančio šilto oro temperatūrą.^[33]

4.5. Gaisrinė sauga

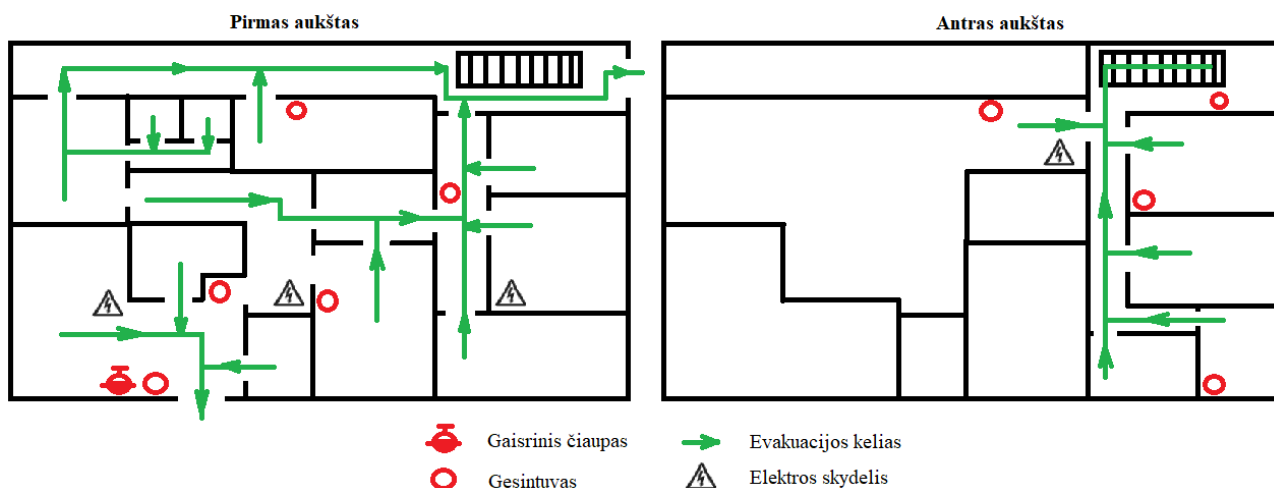
Aprašant gaisrinę saugą, pateikiami sprendimai gaisrų ir sprogimų prevencijos klausimais.

Cordyceps militaris perdirbimo gamykloje yra tikimybė kilti A (kietųjų medžiagų), B (skysčių) ir C (dujų ir garų) klasių gaisro pavojui. Norint apsaugoti darbuotojus bei įrenginius nuo gaisro pavojaus yra numatomos šios priešgaisrinės saugos priemonės^[13]:

- 1) nedegūs audiniai;
- 2) milteliniai, angliarūgšties gesintuvai;
- 3) smėlio dėžės įvairiose gamyklos vietose;
- 4) automatinė sprinklerinė gaisro gesinimo džiovinimo krosnyje sistema;
- 5) gaisrinis čiaupas;
- 6) rūkyti įmonės teritorijoje leidžiama tik tam skirtose ženklais pažymėtose ir tinkamai įrengtose vietose;
- 7) teritorija turi būti tvarkinga, gamybos, augalinės kilmės ir kitos atliekos turi būti šalinamos ar laikomos tam tikslui skirtose vietose;
- 8) įmonė kas metus organizuoja darbuotojų priešgaisrinės saugos mokymus;
- 9) neeksploatuojami elektros įrenginiai turi būti atjungti nuo elektros tinkle;
- 10) draudžiama dirbti esant netvarkingai įrangai ar išjungtiems kontroliniams matavimo prietaisais ir jų apsaugai.

Įvykus įmonėje esančio įrenginio avarijai ar gaisrui, per bendrąjį įmonės radijo tašką visiems bendrovės darbuotojams pranešama apie avariją. Aiškiu ir ramiu balsu išsakomi nurodymai ir

tolimesnis veiksmas. Įmonėje dirbantis personalas napanikuodamas išklauso nurodymus ir pasibaigus pranešimui vykdo nurodymus. Įvykus didelei avarijai, visi įmonėje dirbantys asmenys nedelsiant evakuojasi iš gamyklos pastato pagal evakuacijos planą (žr. 20 pav.). Saugiai evakuacijai naudojamos iš anksto paruoštos dujokaukės ir respiratoriai, apsaugai nuo smalkių ir kitų dujinių kenksmingų medžiagų.



20 pav. Evakuacijos planas

Atsižvelgiant į naudojamų ir laikomų medžiagų fizines bei chemines savybes, įmonėje gali kilti A, B ir C gaisro klasės pavojai, todėl yra pasirenkami universalūs milteliniai ABC tipo gesintuvai. Kadangi gamybos ir sandėliavimo patalpos yra mažesnės nei 400 m², yra naudojami nešiojamieji gesintuvai. Patalpose gesintuvai turi būti išdėstyti tolygiai.

Remiantis Bendrosios gaisrinės saugos taisyklėmis (žr. 39 lentelę) yra apskaičiuojamas ir gesintuvų skaičius, reikalingas gamykloje^[2].

38 lentelė. Minimalus nešiojamųjų gesintuvų skaičius pagal gesintuvų laikymo vietą^[2]

Eil. Nr.	Gesintuvų laikymo vieta	Skaičiuojamasis matavimo vienetas	Minimalus gesinimo medžiagos kiekis gesintuvuose (miltelių ar angliarūgštės – kilogramais, vandens ar putokšlio–vandens mišinio – litrais)		
			2 kg (l)	4 kg (l)	6 kg (l)
1.	Gamybos ir sandėliavimo paskirties patalpos, priklausančios šioms pagal sproginimo ir gaisro pavojų kategorijoms:				
1.1.	A _{sg} , B _{sg}	100 m ²	-	-	2
1.2.	C _g	400 m ²	-	3	2
2.	Visuomeninės patalpos:				
2.1.	mokslo, administracinės, transporto paskirties	500 m ²	4	3	2

Priimama, jog gamybos ir sandėliavimo paskirtes plotas yra 300 m², iš kurių 200 m² yra priskiriama C_g sprogimo ir gaisro pavojaus kategorijai, o likę 100 m² - A_{sg} ir B_{sg} kategorijoms. Taigi, gamybinėse patalpose yra reikalingi trys 6 kg, du 4 kg milteliniai gesintuvai.

Administracinės erdvės plotas yra ne daugiau 150 m², todėl yra reikalingi du 2 kg, vienas 4 kg ir vienas 6 kg gesintuvai.

Gesintuvų išdėstymas parodytas bendrajame evakuacijos plane (žr. 20 pav.)

Išvados

1. Tyrimo metu buvo nustatyta, jog didžiausia ekstrakto išeiga pasiekta esant 20 ml/g ir 50 ml/g tirpiklio ir biomasės santykiui. Kadangi tirpiklio ir biomasės santykio skirtumas nedidelis, priimame, jog ekstrakcijai toliau bus naudojamas 20 ml/g santykis, norint sutaupyti gamybos kaštus, skirtus 96 % etanoliui. Taip pat nustatyta, kad pirminės ekstrakcijos metu išeiga yra beveik dvigubai didesnė už antrinės ekstrakcijos ir daugiau nei dvigubai už tretinės ekstrakcijos. Priimama, jog tolimesniuose skaičiavimuose *Cordyceps militaris* biomasė bus ekstrahuojama tik vieną kartą.
2. Nubraižyta ir aprašyta *Cordyceps militaris* perdirbimo gamyklos technologinė schema.
3. Apskaičiuotas medžiagų balansas ir pateikti inžineriniai skaičiavimai pagrindiniams įrenginiams: išcentriniam siurbliams ir šilumokaičiams, taip pat apskaičiuotas šiluminiai nuostoliai, kuriuos įvertinus buvo pasirinkta izoliuoti šildomus objektus 5 cm storio poliuretano putų sluoksnio izoliacija. Norint perdirbti 65 tonas sausos *Cordyceps militaris* biomasės per metus yra sunaudojama 1035 tonos etanolio, kuris yra nuolat perdirbamas etanolio regeneravimo įrenginyje ir frakcinėje distiliavimo kolonoje.
4. Atlikus projektuojamos įmonės ekonominius ir finansinius skaičiavimus yra numatoma, jog gamyklos investicijos atsipirks jau ketvirtaisiais metais.
5. Darbuotojų saugaus darbo vietų užtikrinimui buvo atliktas profesinės darbo rizikos saugos vertinimas, kurio metu buvo parinktos atitinkamos apsaugos priemonės, sumažinančios darbuotojų ir darbo saugos riziką gamyklos ir joje esančių įrenginių darbo metu.
6. Atliktas perdirbimo gamyklos aplinkosauginis vertinimas. Aprašytos gamyklos taršos emisijos, parinkti atliekų valymo įrenginiai, kurie dirbs taip, jog gamykla sudarytų kiek įmanoma mažiau atliekų.
7. Nubraižyti projektuojamos gamyklos sklypo, pastato bei technologinės linijos brėžiniai. Projektuojamo įrenginio vieta pasirinkta UAB „Certumtech“ įmonės nuosavybe esantys sklypas.

Literatūros sąrašas

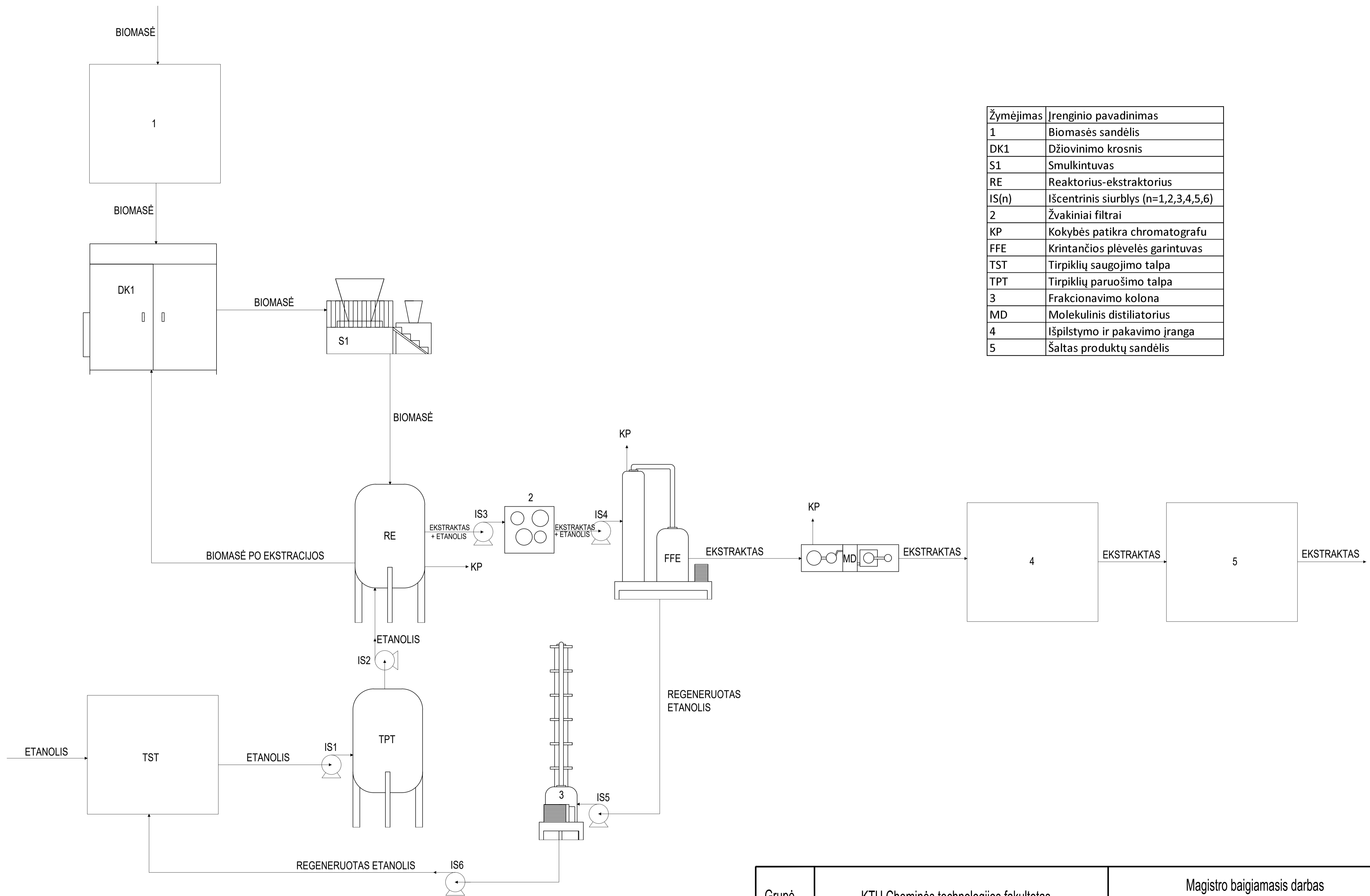
1. ANTUNES, F. et al. Valorization of Mushroom By-Products as a Source of Value-Added Compounds and Potential Applications. In *Molecules* [interaktyvus]. 2020. Vol. 25, no. 11, p. 2672. Prieiga per internetą: <<https://www.mdpi.com/1420-3049/25/11/2672>>.
2. BENDROSIOS GAISRINĖS SAUGOS TAISYKLĖS [interaktyvus]. .Prieiga per internetą: <<https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.250714/asr>>.
3. BUTIES, S.I.H.P.Į.R.A. [interaktyvus]. .Prieiga per internetą: <<https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.210018/asr>>.
4. CHEMINIŲ MEDŽIAGŲ PROFESINIO POVEIKIO RIBINIAI DYDŽIAI. MATAVIMO IR POVEIKIO VERTINIMO BENDRIEJI REIKALAVIMAI [interaktyvus]. .Prieiga per internetą: <<https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.405920>>.
5. CHEN, B. et al. Bioactive Metabolites and Potential Mycotoxins Produced by Cordyceps Fungi: A Review of Safety. In *Toxins* [interaktyvus]. 2020. Vol. 12, no. 6, p. 410. Prieiga per internetą: <<https://www.mdpi.com/2072-6651/12/6/410>>.
6. COELHO, J.E. et al. Overexpression of Adenosine A2A Receptors in Rats: Effects on Depression, Locomotion, and Anxiety. In *Frontiers in Psychiatry* [interaktyvus]. 2014. Vol. 5. Prieiga per internetą: <<http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fpsy.2014.00067/abstract>>.
7. DARBUOTOJŲ, DIRBANČIŲ POTENCIALIAI SPROGIOJE APLINKOJE, Saugos nuostatai. [interaktyvus]. .Prieiga per internetą: <<https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.263216/asr>>.
8. DARBUOTOJŲ APRŪPINIMO ASMENINĖS APSAUGINĖS PRIEMONĖS NUOSTATAI [interaktyvus]. .Prieiga per internetą: <<https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.309802>>.
9. DARBUOTOJŲ APSAUGOS NUO TRIUKŠMO KELIAMOS RIZIKOS NUOSTATAI. [interaktyvus]. .Prieiga per internetą: <<https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.254877/asr>>.
10. DAS, S.K. et al. Medicinal uses of the mushroom Cordyceps militaris: Current state and prospects. In *Fitoterapia* [interaktyvus]. 2010. Vol. 81, no. 8, p. 961–968. Prieiga per internetą: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0367326X10001863>>.
11. DENG, L. et al. Optimization of Microwave-Assisted Extraction of Cordycepic Acid and Cordycepin from Cultured Cordyceps militaris by Response Surface Methodology. In *Asian Journal of Chemistry* [interaktyvus]. 2013. Vol. 25, no. 14, p. 8065–8071. Prieiga per internetą: <http://www.asianjournalofchemistry.co.in/User/ViewFreeArticle.aspx?ArticleID=25_15_94>.
12. ERGONOMINIŲ PROFESINĖS RIZIKOS VEIKSNIŲ TYRIMO METODINIAI NURODYMAI [interaktyvus]. .Prieiga per internetą: <<https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.260443?jfwid=32wf948v>>.
13. GAISRINĖS SAUGOS PAGRINDINIAI REIKALAVIMAI. [interaktyvus]. .Prieiga per internetą: <<https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.388658/asr>>.
14. GAO, F. et al. Extraction of Polysaccharides from Cordyceps militaris by Ethanol Refluxing Method. In *Advanced Materials Research* [interaktyvus]. 2011. Vol. 287–290, p. 2003–2007. Prieiga per internetą: <<https://www.scientific.net/AMR.287-290.2003>>.
15. HUR, H. Chemical Ingredients of Cordyceps militaris. In *Mycobiology* [interaktyvus]. 2008. Vol. 36, no. 4, p. 233. Prieiga per internetą: <<http://synapse.koreamed.org/DOIx.php?id=10.4489/MYCO.2008.36.4.233>>.
16. IKEDA, R. et al. Simple HPLC-UV determination of nucleosides and its application to the authentication of Cordyceps and its allies. In *Biomedical Chromatography* [interaktyvus]. 2008. Vol. 22, no. 6, p. 630–636. Prieiga per internetą: <<http://doi.wiley.com/10.1002/bmc.980>>.
17. JĘDREJKO, K.J. et al. Cordyceps militaris: An Overview of Its Chemical Constituents in Relation to Biological Activity. In *Foods* [interaktyvus]. 2021. Vol. 10, no. 11, p. 2634. Prieiga per internetą: <<https://www.mdpi.com/2304-8158/10/11/2634>>.
18. JITAN, S. AL et al. Phenolic Acids From Plants: Extraction and Application to Human Health.

- In [interaktyvus]. 2018. p. 389–417. Prieiga per internetą: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780444640567000131>>.
19. K.J. PATEL1, R. I. Cordyceps militaris(L.: Fr.) Link –An Important Medicinal Mushroom. In *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* . 2013. Vol. 2. .
 20. KITAKAZE, M. - HORI, M. Adenosine therapy: a new approach to chronic heart failure. In *Expert Opinion on Investigational Drugs* [interaktyvus]. 2000. Vol. 9, no. 11, p. 2519–2535. Prieiga per internetą: <<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1517/13543784.9.11.2519>>.
 21. KITCHAWALIT, S. et al. A new benzyl ester and ergosterol derivatives from the fungus *Gymnoascus reessii*. In *Natural Product Research* [interaktyvus]. 2014. Vol. 28, no. 14, p. 1045–1051. Prieiga per internetą: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14786419.2014.903478>>.
 22. KUNHORM, P. et al. Enrichment of cordycepin for cosmeceutical applications: culture systems and strategies. In *Applied Microbiology and Biotechnology* [interaktyvus]. 2019. Vol. 103, no. 4, p. 1681–1691. Prieiga per internetą: <<http://link.springer.com/10.1007/s00253-019-09623-3>>.
 23. LEE, C.-T. et al. Trends in the Immunomodulatory Effects of Cordyceps militaris: Total Extracts, Polysaccharides and Cordycepin. In *Frontiers in Pharmacology* [interaktyvus]. 2020. Vol. 11. Prieiga per internetą: <<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphar.2020.575704/full>>.
 24. LIETUVOS RESPUBLIKOS SPECIALIŲJŲ ŽEMĖS NAUDOJIMO SĄLYGŲ ĮSTATYMAS XIII-2166 [interaktyvus]. Prieiga per internetą: <<https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/46c841f290cf11e98a8298567570d639>>.
 25. LIU, Y. et al. The Chemical Constituents and Pharmacological Actions of Cordyceps sinensis. In *Evidence-based complementary and alternative medicine : eCAM* [interaktyvus]. 2015. Vol. 2015, p. 575063. Prieiga per internetą: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25960753>>.
 26. MANNITOL, C.S. No Title. In [interaktyvus]. Prieiga per internetą: <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Mannitol>>.
 27. NATŪRALUS IR DIRBTINIS DARBO VIETŲ APŠVIETIMAS. APŠVIETOS RIBINĖS VERTĖS IR BENDRIEJI MATAVIMO - REIKALAVIMAI. TAR, 2014, N. 5119. [interaktyvus]. Prieiga per internetą: <<https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.101854/asr>>.
 28. OUYANG, Y.-Y. et al. [Effects of cordyceps acid and cordycepin on the inflammatory and fibrogenic response of hepatic stellate cells]. In *Zhonghua gan zang bing za zhi = Zhonghua ganzhangbing zazhi = Chinese journal of hepatology* [interaktyvus]. 2013. Vol. 21, no. 4, p. 275–8. Prieiga per internetą: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24021789>>.
 29. PINTATHONG, P. et al. The Feasibility of Utilizing Cultured Cordyceps militaris Residues in Cosmetics: Biological Activity Assessment of Their Crude Extracts. In *Journal of Fungi* [interaktyvus]. 2021. Vol. 7, no. 11, p. 973. Prieiga per internetą: <<https://www.mdpi.com/2309-608X/7/11/973>>.
 30. PROFESINĖS RIZIKOS BENDRIEJI VERTINIMO NUOSTATAI, N. 126-6350 [interaktyvus]. Prieiga per internetą: <<https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.435935/asr>>.
 31. REIS, F.S. et al. The methanolic extract of Cordyceps militaris (L.) Link fruiting body shows antioxidant, antibacterial, antifungal and antihuman tumor cell lines properties. In *Food and Chemical Toxicology* [interaktyvus]. 2013. Vol. 62, p. 91–98. Prieiga per internetą: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0278691513005796>>.
 32. SAUGOS EKSPLOATUOJANT ELEKTROS ĮRENGINIUS TAISYKLĖS. VALSTYBĖS ŽINIŲ, 2010, N. 39-1878 (A. redakcija: - VALSTYBĖS ŽINIŲ, 2012, N.. 124-6254). .
 33. ŠILUMINIS KOMFORTAS IR PAKANKAMA ŠILUMINĖ APLINKA DARBO PATALPOSE. PARAMETRŲ NORMINĖS VERTĖS IR MATAVIMO REIKALAVIMAI. VALSTYBĖS ŽINIŲ, 2004, N. 45-1485. [interaktyvus]. Prieiga per internetą: <<https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.230880>>.
 34. TULI, H.S. et al. Cordycepin: A bioactive metabolite with therapeutic potential. In *Life Sciences* [interaktyvus]. 2013. Vol. 93, no. 23, p. 863–869. Prieiga per internetą: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0024320513005845>>.
 35. TULI, H.S. et al. Pharmacological and therapeutic potential of Cordyceps with special reference

- to Cordycepin. In *3 Biotech* [interaktyvus]. 2014. Vol. 4, no. 1, p. 1–12. Prieiga per internetą: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28324458>>.
36. WANG, H.-J. et al. Optimization of Ultrasonic-Assisted Extraction of Cordycepin from *Cordyceps militaris* Using Orthogonal Experimental Design. In *Molecules* [interaktyvus]. 2014. Vol. 19, no. 12, p. 20808–20820. Prieiga per internetą: <<http://www.mdpi.com/1420-3049/19/12/20808>>.
37. YANG, F.Q. et al. Determination of nucleotides, nucleosides and their transformation products in *Cordyceps* by ion-pairing reversed-phase liquid chromatography–mass spectrometry. In *Journal of Chromatography A* [interaktyvus]. 2010. Vol. 1217, no. 34, p. 5501–5510. Prieiga per internetą: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0021967310008629>>.
38. ZHANG, J. et al. Advance in *Cordyceps militaris* (Linn) Link polysaccharides: Isolation, structure, and bioactivities: A review. In *International journal of biological macromolecules* [interaktyvus]. 2019. Vol. 132, p. 906–914. Prieiga per internetą: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30954592>>.
39. ZHANG, W. et al. Enzyme-assisted extraction of cordycepin and adenosine from cultured *Cordyceps militaris* and purification by macroporous resin column chromatography. In *Separation Science and Technology* [interaktyvus]. 2017. Vol. 52, no. 8, p. 1350–1358. Prieiga per internetą: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01496395.2017.1287736>>.
40. ZHENG, J. et al. Antimicrobial ergosteroids and pyrrole derivatives from halotolerant *Aspergillus flocculosus* PT05-1 cultured in a hypersaline medium. In *Extremophiles* [interaktyvus]. 2013. Vol. 17, no. 6, p. 963–971. Prieiga per internetą: <<http://link.springer.com/10.1007/s00792-013-0578-9>>.

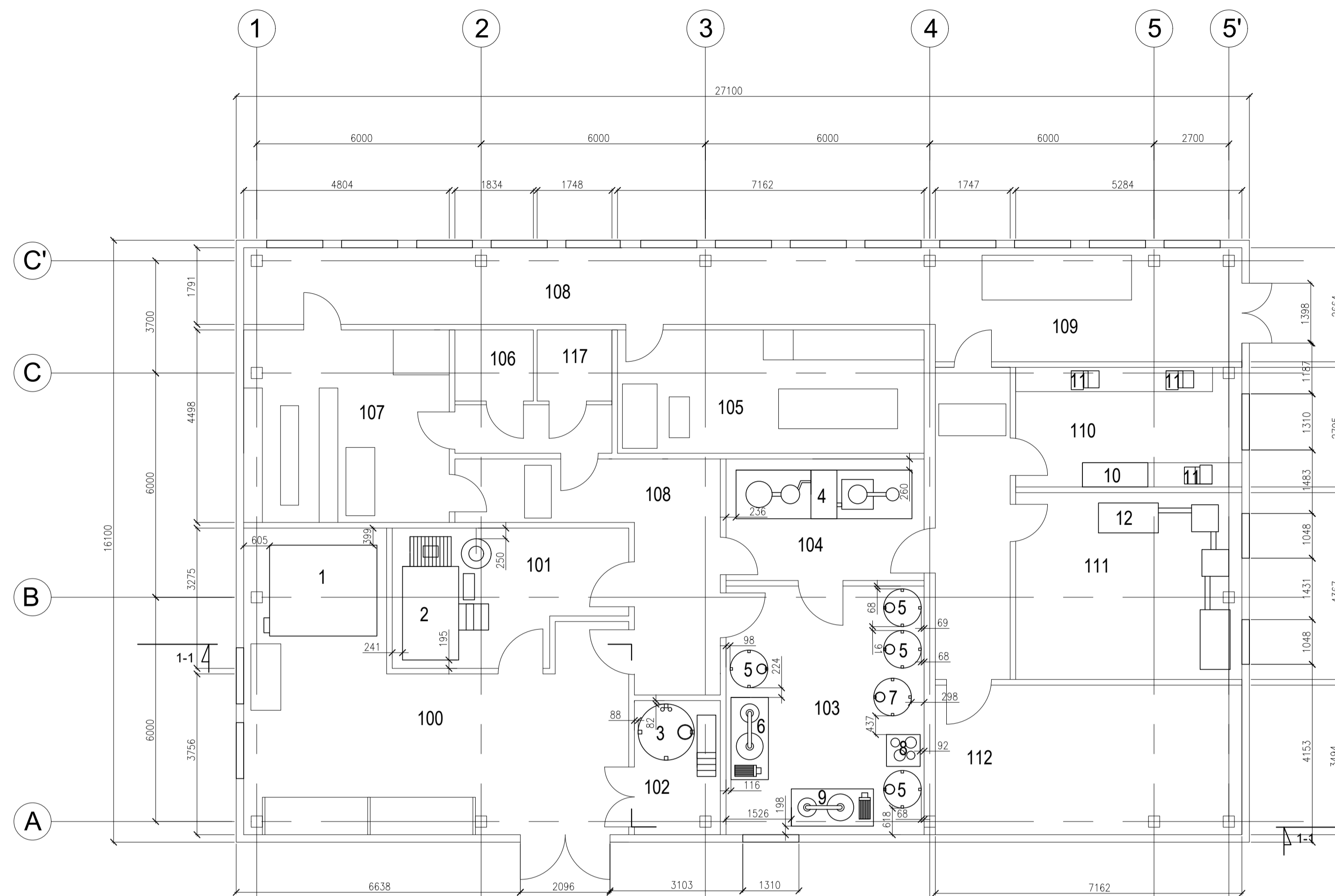
Priedai

1. Technologinė schema
2. Pastato planas
3. Pastato pjūvis
4. Sklypo planas
5. Konsultantų patvirtinimai

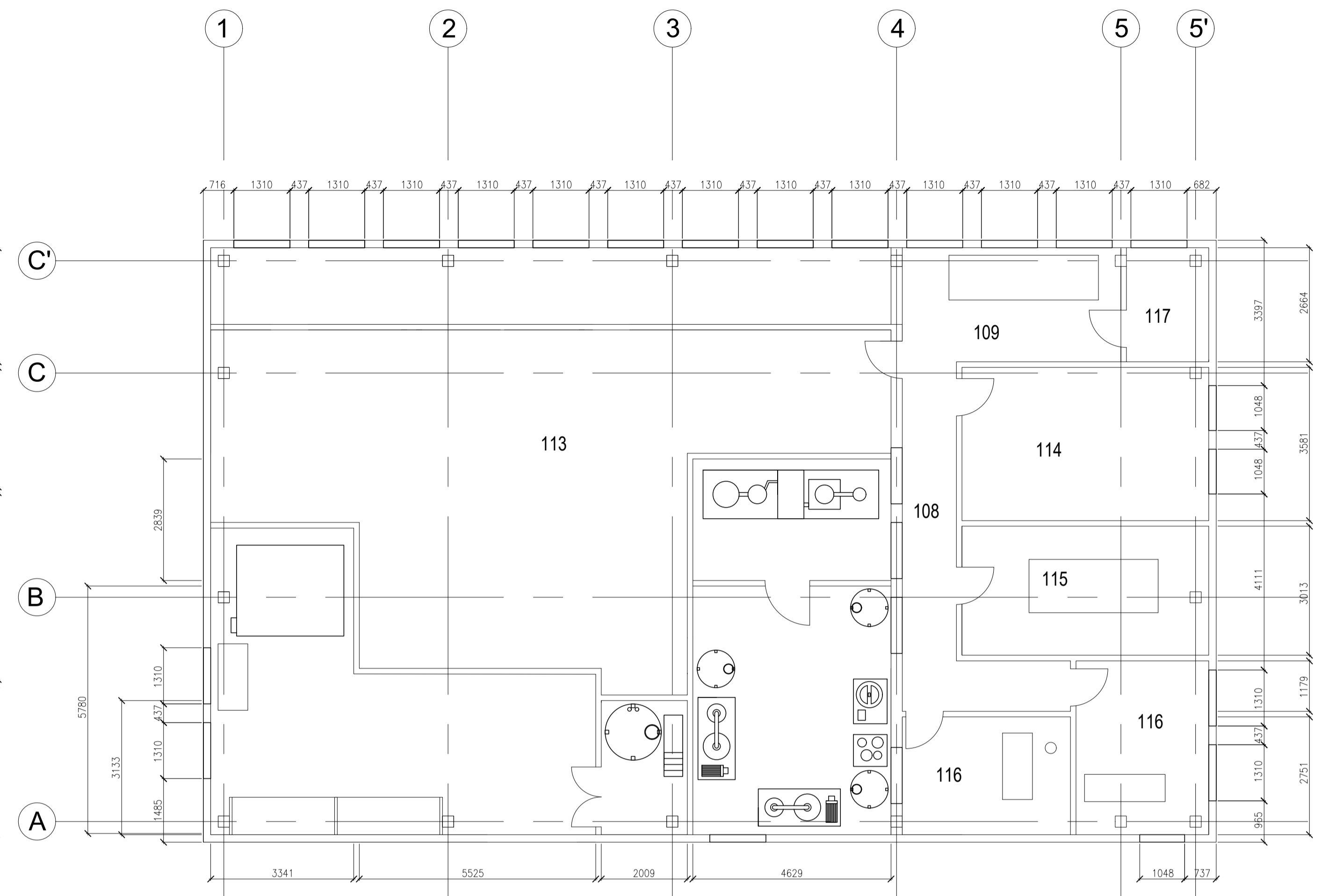


Žymėjimas	Įrenginio pavadinimas
1	Biomasės sandėlis
DK1	Džiovinimo krosnis
S1	Smulkintuvas
RE	Reaktorius-ekstraktorius
IS(n)	Išcentrinis siurblys (n=1,2,3,4,5,6)
2	Žvakiniai filtrai
KP	Kokybės patikra chromatografu
FFE	Krintančios plėvelės garintuvas
TST	Tirpiklių saugojimo talpa
TPT	Tirpiklių paruošimo talpa
3	Frakcionavimo kolona
MD	Molekulinis distiliatorius
4	Išpilstymo ir pakavimo įranga
5	Šaltas produktų sandėlis

Grupė	KTU Cheminės technologijos fakultetas				Magistro baigiamasis darbas			
					Cordyceps Militarıs perdirbimas: biologiškai aktyvių komponentų išskyrimas ir tyrimas		LAIDA	
T MC - 0	Studentas	Simas Borkertas			Technologinė schema		Mastelis	
	Dėstytojas	Linas Miknius						
	Recenzentė	Birutė Grybaitė						
Pr. etapas	Organinės chemijos katedra, Radvilėnų pl. 19, Kaunas LT-50254				2022 - MBP		LAPAS	LAPŲ
MBP							1	1



I aukštas



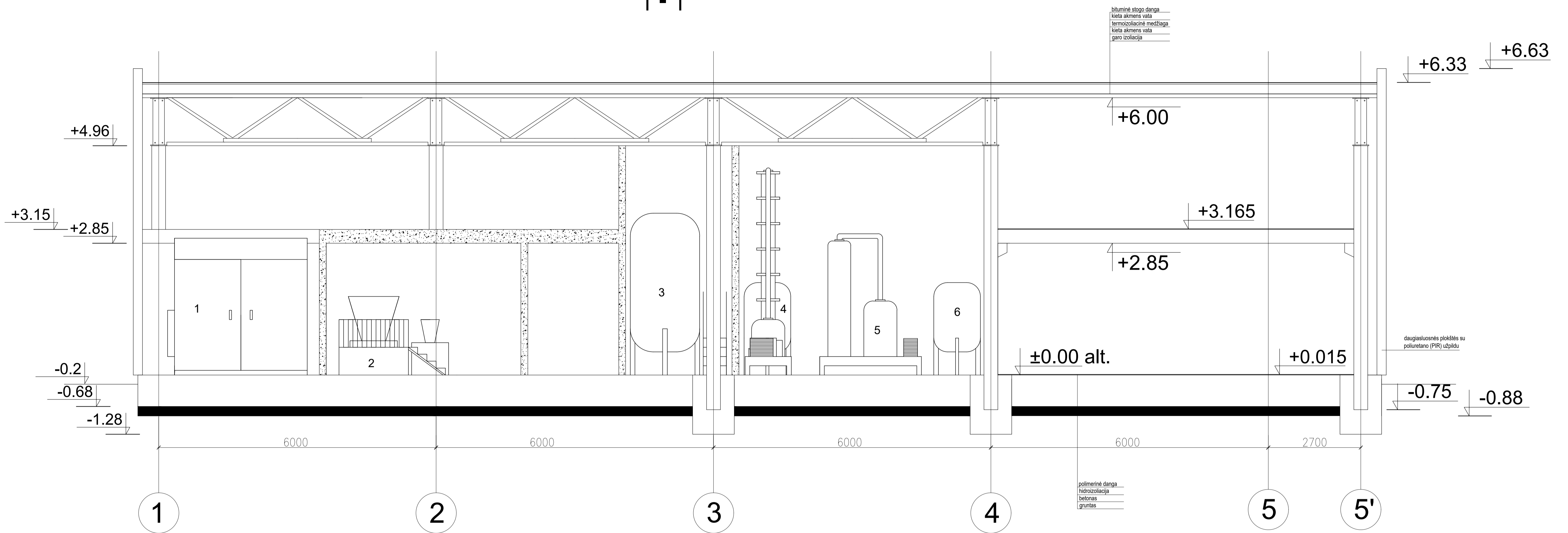
II aukštas

Eil. Nr.	Įrenginio pavadinimas	Eil. Nr.	Įrenginio pavadinimas
1	Džiovinimo krosnis	7	Reaktorius-ekstraktorius
2	Smulkintuvas	8	Filtrai
3	Etanolio talpykla	9	Tirp. Regeneravimo prietaisas
4	Molekulinis distiliatorius	10	Traukos spinta
5	Pagalbinė talpa	11	Chromatografas
6	Frakcionavimo kolona	12	Išpilstymo ir pakavimo įranga

Eil. Nr	Patalpos pavadinimas	Eil. Nr.	Patalpos pavadinimas
100	Biomasės sandėlis ir džiovinimas	109	Holas
101	Smulkinimas	110	Kokybės laboratorija
102	Tirpiklių sandėlis	111	Pakavimas ir išpilstymas
103	Ekstraktorinė	112	Šaltas produktų sandėlis
104	Distiliavimas	113	Techninis aukštas
105	Poilsio kambarys	114	Ofiso erdvė
106	Dušas	115	Susirinkimų kambarys
107	Rūbinė	116	Kabinetas
108	Koridorius	117	WC

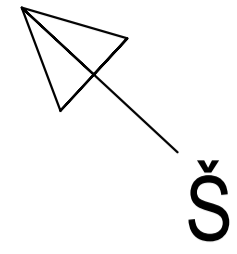
Grupė	KTU Cheminės technologijos fakultetas			Magistro baigiamasis darbas	
				Cordyceps Militarıs perdirbimas: biologiškai aktyvių komponentų išskyrimas ir tyrimas	
T MC - 0	Studentas	Simas Borkertas			LAIDA
	Dėstytojas	Linas Miknius			Mastelis
	Recenzentė	Birutė Grybaitė			Pastato planas
Pr. etapas	Organinės chemijos katedra, Radvilėnų pl. 19, Kaunas LT-50254			2022 - MBP	
MBP				LAPAS	LAPŲ
	1	1			

1-1

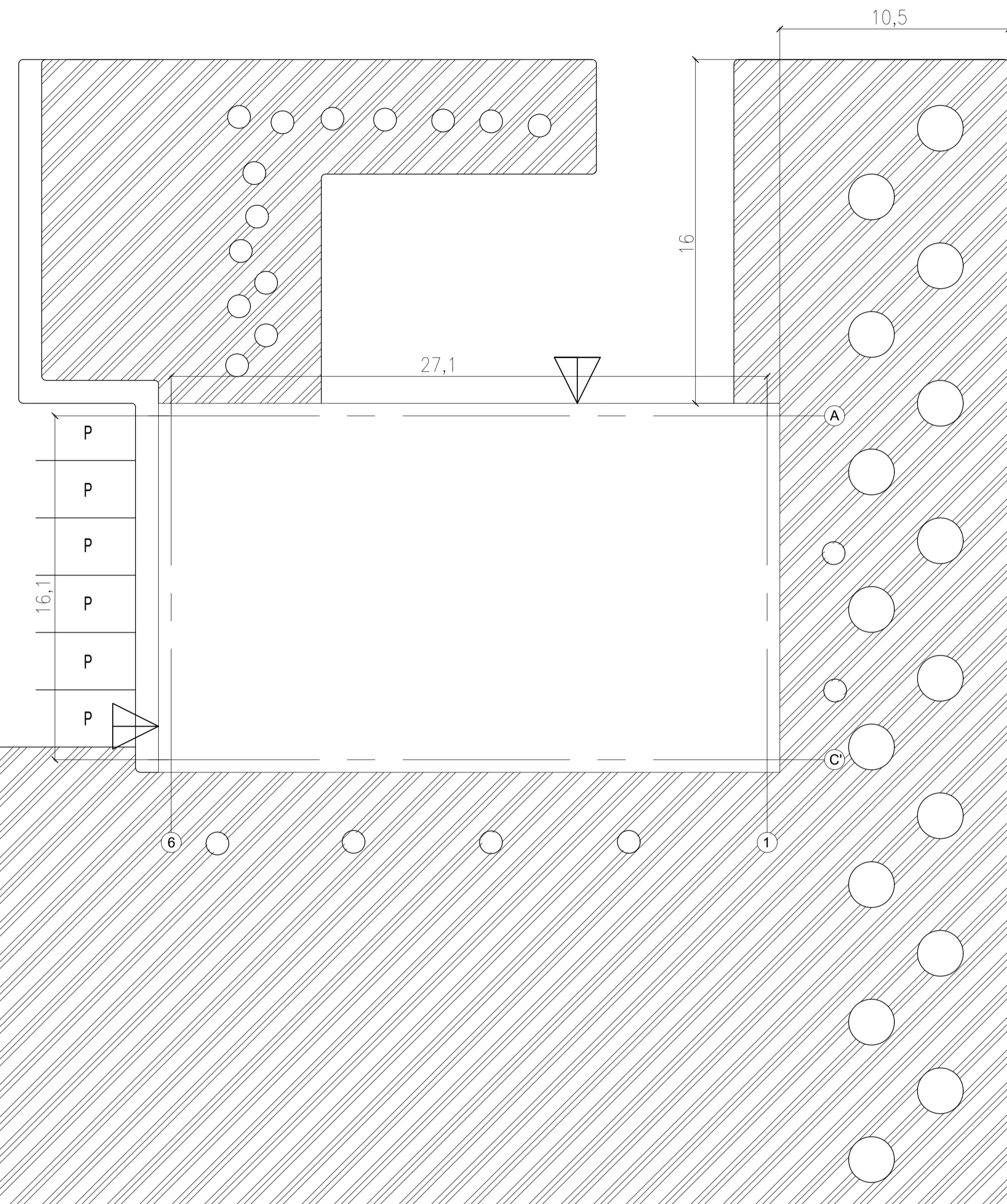
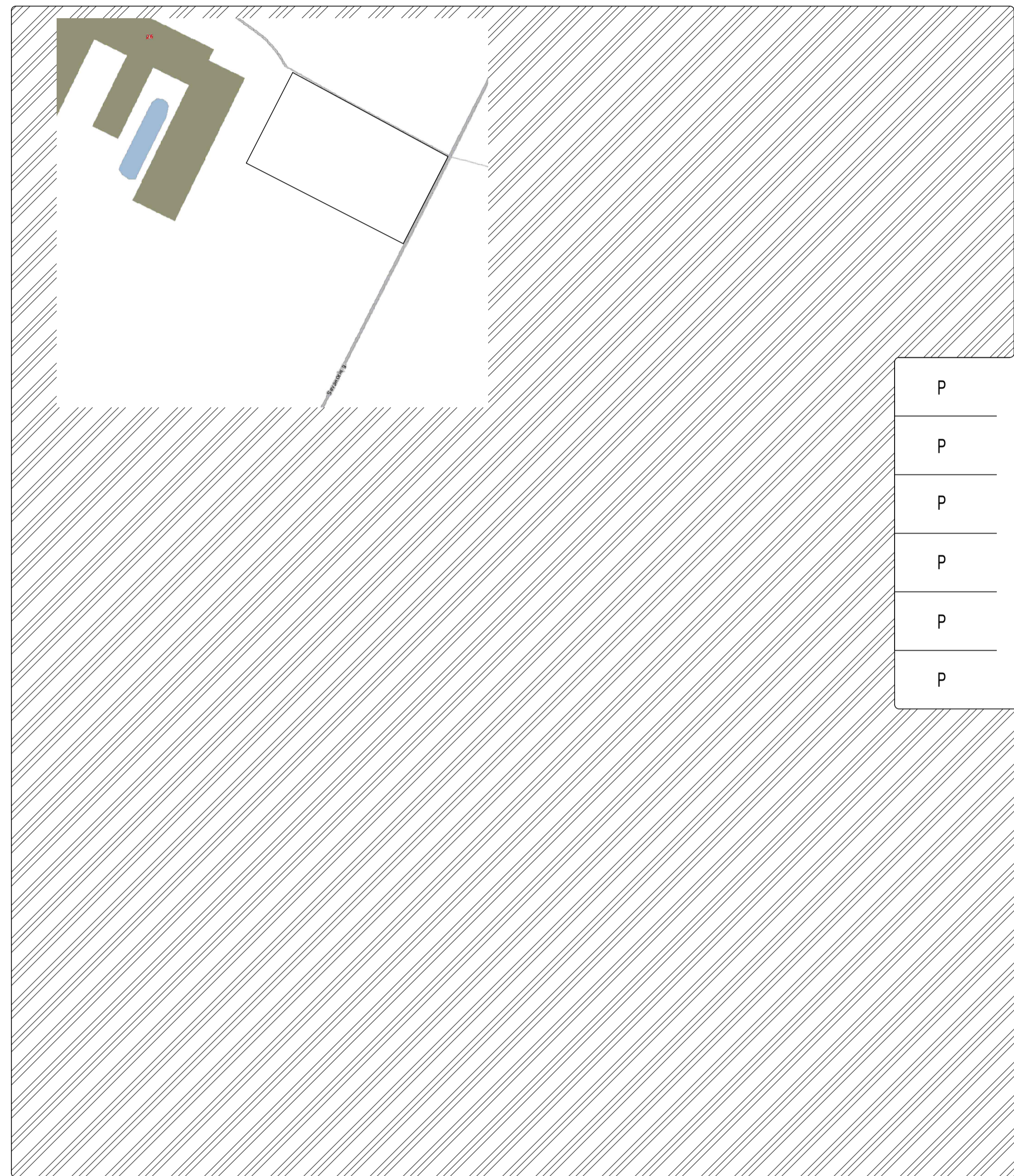


Eil. Nr.	Įrenginio pavadinimas	Eil. Nr.	Įrenginio pavadinimas
1	Džiovinimo krosnis	4	Frakcionavimo kolona
2	Smulkintuvas	5	Tirp. Regeneravimo prietaisas
3	Etanolio talpykla	6	Pagalbinė talpa

Grupė	KTU Cheminės technologijos fakultetas				Magistro baigiamasis darbas		
					Cordyceps Militaris perdirbimas: biologiškai aktyvių komponentų išskyrimas ir tyrimas		LAIDA
T MC - 0	Studentas	Simas Borkertas			Pastato pjūvis		Mastelis
	Dėstytojas	Linas Miknius					
	Recenzentė	Birutė Grybaitė			2022 - MBP		LAPAS 1
Pr. etapas	Organinės chemijos katedra, Radvilėnų pl. 19, Kaunas LT-50254						
MBP							



SKLYPO REALI VIETA ŽEMĖLAPYJE



SUTARTINIAI ŽENKLAI

- ĮĖJIMAS
- MEDIS
- APŽELDINTA ZONA
- STOVĖJIMO AIKŠTELĖ
- KRŪMAS

Grupė	KTU Cheminės technologijos fakultetas				Magistro baigiamasis darbas			
					Cordyceps Militarıs perdirbimas: biologiškai aktyvių komponentų išskyrimas ir tyrimas		LAIDA	
T MC - 0	Studentas	Simas Borkertas			Sklypo planas			
	Dėstytojas	Linus Miknius						Mastelis
	Recenzentė	Birutė Grybaitė						
Pr. etapas	Organinės chemijos katedra, Radvilėnų pl. 19, Kaunas LT-50254				2022 - MBP			
MBP								LAPAS
	1	1						

Persiuntėte šį pranešimą 2022-06-03, Pn 12:41

Denafas Gintaras
Kam: Borkertas Simas

2022-05-27, Pn 23:03

Studento **Simo Borkerto** baigiamasis magistro projekto „*Cordyceps militaris* perdirbimas: *biologiškai aktyvių komponentų išskyrimas ir tyrimas*“ skyrius „*Aplinkosauginis vertinimas*“ yra pilnos apimties ir parengtas pagal nustatytus reikalavimus.

Konsultantas **Gintaras Denafas**

Pagarbiai / Sincerely

Prof. dr. Gintaras Denafas
Kauno technologijos universitetas / Kaunas University of Technology
Cheminės technologijos fakultetas / Faculty of Chemical Technology
Aplinkosaugos technologijos katedra / Department of Environmental Technology
Radvilėnų pl. 19, LT-50254, Kaunas, Lietuva / Lithuania
Tel. / mob. +370-698-70760
Fax. +370-37-300152
E-mail: gintaras.denafas@ktu.lt
<https://fct.ktu.edu/department-of-environmental-technologies/>



100
Lietuvos
universitetui
1922-2022

100+ metų progreso



▼ Pamatyti daugiau pranešimų (4)

Denafas Gintaras

Studento Simo Borkerto baigiamasis magistro projekto „Biologiškai aktyvių komponentų išskyrimas perdirbant *Cordyceps militaris*“ skyrius „Aplinkosauginis vertinimas“ yra pilnos apimties ir parengtas pagal nustatytus reikalavimus. Ko...

2022-05-27, Pn 11:29

Studento *Simo Borkerto* baigiamojo magistro projekto „*Cordyceps militaris* perdirbimas: *biologiškai aktyvių komponentų išskyrimas ir tyrimas*“ skyrius „Darbuotojų sauga ir sveikata“ yra pilnos apimties ir parengtas pagal nustatytus reikalavimus.

Konsultantas doc. dr. Dalia Nizevičienė

Patvirtinu, kad studento *Simo Borkerto* baigiamojo magistro projekto „**Cordyceps Militaris** perdirbimas: biologiškai aktyvių komponentų išskyrimas ir tyrimas” “ skyrius „**Finansiniai ir ekonominiai skaičiavimai** “ yra pilnos apimties ir parengtas pagal nustatytus reikalavimus.

Konsultantas *Irena Pekarskienė*



Viliūnienė Odeta
Kam: Borkertas Simas



2022-06-05, Sk: 22:00

Šiuo laišku patvirtinu, kad studento **Simo Borkerto** magistro projekto „**Cordyceps militaris** perdirbimas: **biologiškai aktyvių komponentų išskyrimas ir tyrimas**“ skyrius „**Statybiniai sprendimai**“ yra pilnos apimties ir parengtas pagal nustatytus reikalavimus.

Pagarbiai,

Odeta Viliūnienė | lektorė

Statybos ir architektūros fakultetas | Statybos ir architektūros fakulteto kompetencijų centras

+370 614 30031 | odeta.viliuniene@ktu.lt | www.ktu.edu