



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
CHEMINĖS TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS

Giedrė Daukšaitė

***OATMEAL STOUT* ALAUS GAMYBOS TECHNOLOGIJA, ĮVERTINANT
SALYKLOJAUS APDOROJIMO FERMENTINIAIS PREPARATAIS
GALIMYBES**

Baigiamasis bakalauro projektas

Vadovas
Lekt. dr. Vaida Kitrytė

KAUNAS, 2015

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
CHEMINĖS TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
MAISTO MOKSLO IR TECHNOLOGIJOS KATEDRA**

TVIRTINU

Katedros vedėjas
Doc. dr. Loreta Bašinskienė

***OATMEAL STOUT* ALAUS GAMYBOS TECHNOLOGIJA, ĮVERTINANT
SALYKLOJAUS APDOROJIMO FERMENTINIAIS PREPARATAIS
GALIMYBES**

Baigiamasis bakalauro projektas
Maisto mokslo ir technologijos programa (kodas 621E40001)

Vadovas

Lekt. dr. Vaida Kitrytė

Tiriamąjo darbo vadovas

Lekt. dr. Vaida Kitrytė

Recenzentas

Doc. dr. Rimantė Vinauskė

Projektą atliko

Giedrė Daukšaitė

KAUNAS, 2015



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
Cheminės technologijos fakultetas

(Fakultetas)

Giedrė Daukšaitė

(Studento vardas, pavardė)

Maisto mokslo ir technologijos programa, 621E40001

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

Baigiamojo projekto „Pavadinimas“
AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

20 15 m. 05 d.
Kaunas

Patvirtinu, kad mano **Giedrės Daukšaitės** baigiamasis projektas tema „**Oatmeal stout** alaus gamybos technologija, įvertinant salyklojaus apdoravimo fermentiniais preparatais galimybes“ yra parašytas visiškai savarankiškai, o visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

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

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

Daukšaitė, G. (2015) *Oatmeal Stout* alaus gamybos technologija, įvertinant salyklojaus apdorojimo fermentiniais preparatais galimybes. Bakalauro baigiamasis projektas. Vadovas lekt. dr. Vaida Kitrytė; Kauno technologijos universitetas, Cheminės technologijos fakultetas, Maisto mokslo ir technologijos katedra.

Kaunas, 2015, 81 psl.

SANTRAUKA

Šio darbo tikslas – suprojektuoti 500000 litrų/metus našumo *Oatmeal stout* alaus ir 250000 litrų metų/našumo alaus su poliflorinio medaus priedu gamybos linijas, bei įvertinti pagrindinių alaus gamybos kietųjų atliekų – salyklojaus – apdorojimo fermentiniu preparatu Viscozyme®L galimybes.

Darbo tikslams pasiekti buvo parinktos ir apibūdintos *Oatmeal stout* alaus ir alaus su poliflorinio medaus priedu gamyboje naudojamos žaliavos ir pagalbinės medžiagos, aprašytos produktų juslinės fizikinės-cheminės savybės, maistinė vertė, mikrobiologiniai rodikliai, išnagrinėti gamybos metu vykstantys fizikiniai, cheminiai bei biocheminiai procesai, pateiktos gamyboje taikomos naujovės, sudarytos gamybos technologinės schemos, pateiktas žaliavų, technologinio proceso, galutinio produktų kokybės ir saugos reikalavimai, atlikti žaliavų, pagalbinių medžiagų, tarpinių produktų, gamybos atliekų ir technologinių įrengimų skaičiavimai. Darbe taip pat įvertintas salyklojaus, apdorotu fermentu preparatu, skystosios frakcijos ekstrakto išėiga bei kietosios frakcijos antioksidacinis aktyvumas įvairiais *in vitro* metodais.

Bakalauro baigiamasis darbas yra 81 puslapių apimties. Darbe yra 32 lentelės, 25 paveikslai, nagrinėti 123 literatūros šaltiniai. Darbo grafinę dalį sudaro A1 formato brėžinys su *Oatmeal stout* alaus „*Oatmeal Stout Classic*“ ir alaus su poliflorinio medaus priedu „*Oatmeal Stout Honey*“ gamybos technologinė schema.

Daukšaitė, G. (2015) Technology of *Oatmeal Stout* beer production, evaluating possibilities of brewer's spent grain treatment using enzyme preparations. Bachelor's Final Project. Supervisor lekt. dr. Vaida Kitrytė; Kaunas University of Technology, Faculty of Chemical technology, Department of Food Science and Technology.

Kaunas, 2015, 81 pages.

SUMMARY

The aim of the bachelor's final project is to design 500000 l per year productivity of *Oatmeal stout* beer and 250000 l per year productivity of beer with multi-flower honey addition production lines and evaluate the major brewing solid waste – spent grains – treatment by enzymatic preparation Viscozyme®L possibilities.

To achieve the aim of this work the main and auxiliary raw materials for *Oatmeal stout* beer and beer with multi-flower honey addition productions were selected and presented, sensory, physical-chemical properties, nutritional value, microbiological indicators of the final product were described. Also physical-chemical, biochemical changes during brewing process were presented. An innovative solution was introduced, brewing technological schemes were created and presented, raw materials, technological process, final products quality and safety requirements were discussed. Raw, auxiliary materials, waste, and technological equipment calculations were made. In this work, also evaluated spent grains treated by enzymatic preparation liquid fraction extract content and solid fraction antioxidant activity various *in vitro* methods.

Bachelor's final project is 81 pages long, contains 32 tables and 25 pictures, analysed 123 literature sources. The graphical part is A1 drawing with *Oatmeal stout* beer „*Oatmeal Stout Classic*“ and beer with multi-flower honey addition „*Oatmeal Stout Honey*“ technological production line.

TURINYS

IVADAS.....	7
I. ŽALIAVŲ IR PAGALBINIŲ MEDŽIAGŲ CHARAKTERISTIKA, JAS REGLAMENTUOJANTYS DOKUMENTAI.....	9
1.1. Vanduo	9
1.2. Grūdų salyklos.....	12
1.3. Apyniai ir apynių produktai.....	16
1.4. Alaus mielės.....	18
1.5. Nesalyklinės grūdinės žaliavos.....	20
1.6. Nesalyklinės cukrinės žaliavos.....	20
1.7. Pagalbinės medžiagos.....	22
II. NAGRINĖJAMO PRODUKTO CHARAKTERISTIKA: JUSLINIAI, FIZIKINIAI CHEMINIAI IR MIKROBIOLOGINIAI RODIKLIAI, MAISTINĖ VERTĖ.....	23
III. TIRIAMOJO DARBO REZULTATAI BEI IŠVADOS.....	25
3.1. Literatūros apžvalga.....	25
3.2. Tyrimų objektai ir metodai.....	27
3.2.1. Medžiagos ir priemonės.....	27
3.2.2. Fermentinė hidrolizė ir bandinių paruošimas analizei.....	28
3.2.3. Bendro fenolinių junginių kiekio nustatymas Folin-Ciocalteu's metodu.....	28
3.2.4. Redukcinės gebos nustatymas FRAP metodu.....	29
3.2.5. Radikalų sujungimo gebos nustatymas DPPH metodu.....	30
3.2.6. Radikalų sujungimo gebos nustatymas ABTS•+ metodu.....	30
3.2.7. Statistinis duomenų įvertinimas.....	31
3.3. Rezultatai ir jų aptarimas.....	31
3.4. Išvados.....	34
IV. NAGRINĖJAMO PRODUKTO TECHNOLOGINIO PROCESO ETAPŲ IR OPERACIJŲ PARINKIMAS IR PAGRINDIMAS, ĮVERTINANT FIZIKINIUS CHEMINIUS IR BIOCHEMINIUS POKYČIUS BEI NAUDOJANT INOVATYVIUS SPRENDIMUS.....	34
4.1. <i>Oatmeal stout</i> ir alaus su medaus priedu gamybos technologinio proceso fizikiniai, cheminiai ir biocheminiai pagrindai.....	34
4.1.1 Salyklo valymas ir malimas.....	34
4.1.2 Mentalo užmaišymas.....	35
4.1.3 Miso virimas, nuskaidrinimas, atšaldymas ir aeracija.....	36
4.1.4 Fermentacija ir brandinimas.....	39
4.1.5. Kupažo su poliflorinio (pievų) medaus priedu paruošimas.....	42
4.1.6. Filtracija ir karbonizacija.....	43
4.1.7. Pasterizacija ir išpilstymas.....	43
4.1.8. Šalutinių gamybos produktų utilizavimas.....	43
4.2. Technologinių naujovių apžvalga.....	44
4.3. <i>Oatmeal stout</i> ir alaus su medaus priedu gamybos technologinė schema.....	44
V. TECHNOLOGINIO PROCESO KOKYBĖS IR SAUGOS KONTROLĖ: KONTROLIUOJAMI RODIKLIAI, JUOS REGLAMENTUOJANTYS DOKUMENTAI.....	48
VI. ŽALIAVŲ IR PAGALBINIŲ MEDŽIAGŲ SKAIČIAVIMAS.....	52
6.1. Žaliavų ir pagalbinių medžiagų skaičiavimai skaičiavimai 100 kg salyklo ir skystos fazės nuostolių įvertinimas.....	53
6.2. Vieno virimo, mėnesio ir metinės žaliavų sąnaudos bei tarpinių produktų išeigos.....	56
6.3. Pagrindinių gamybos atliekų (salyklojaus) skaičiavimas.....	60
6.4. Prekinio alaus spalvos, alkoholio ir išsiskiriančio CO ₂ kiekio skaičiavimai.....	61
VII. TECHNOLOGINIŲ ĮRENGIMŲ IR ĮRANGOS PARINKIMAS, SKAIČIAVIMAS, JŲ DARBO GRAFIKAS.....	63
IŠVADOS.....	76
BIBLIOGRAFINIŲ NUORODŲ SĄRAŠAS.....	78

IVADAS

Archeologai teigia, kad net giliausioje senovėje žmonės gerdavo alkoholio turinčius gėrimus. Didysis keliautojas *Marco Polo* rašė, kad kinai alų darė 2300 metų prieš mūsų erą. Istorijos šaltiniai rodo, kad senovėje alaus gamintojai buvo gana patyrę savo amato meistrai, tačiau jų gaminamas alus buvo gerokai prastesnės kokybės nei dabar. VIII – IX amžiuje Europoje alaus gamybai imta plačiai naudoti apynius, kurie suteikė gėrimui papildomo skonio ir prailgino alaus saugojimo laiką. Alus buvo mielai geriamas ir aukštuomenės, ir varguomenės. 1876 metais *Louis Pasteur* paskelbė savo „Alaus studijas“, kuriose aprašė pasterizacijos procesą, apsaugantį alų nuo greito gedimo [1]. Alaus istorija Lietuvoje prasidėjo jau XI a., tačiau labiausiai jis išpopuliarėjo tik XVI a. Pradžioje alus virtas tik savo reikmėms, laikantis tam tikrų papročių: buvo manoma, kad verdant alų nereikia bartis, pyktis, nes tai atsilieps gėrimo kokybei, prastai veiks geriančiuosius, o jei verdant alų bus dainuojama, tai alus geriau linksmins [2]. Didesniuose miestuose pradėjus kurtis amatininkų cechams, šalia jų esančiose krautuvėse buvo galima įsigyti ir salyklo alui pasigaminti – taip atsirado ir pirmosios alaus daryklės [3]. XVIII a. pradėjo kurtis pramoninės alaus daryklos. Pirmoji pramoninė darykla (dabar vadinama UAB „Švyturys-Utenos alus“) 1784 m. buvo įkurta Klaipėdoje, vokiečių pirklio *Johann Wilhelm Reincke*. 1786 m. Šiauliuose įkurta „Gubernijos“ darykla, o 1853 m. Kaune įkurta I. B. Volfo darykla (dabar – AB „Volfas Engelman“) [4].

1977 metais anglų rašytojas ir žurnalistas pasiūlė detalią alaus atmainų ir stilių klasifikaciją. Pagal ją, remiantis gamybos technologija, išskiriamos dvi pagrindinės alaus atmainos – viršutinės ir žemutinės fermentacijos alus. Žemutinės fermentacijos alus – *lager* („lageris“), fermentuojamas žemoje temperatūroje. *Lager* kaip alaus stilius atsirado palyginti neseniai – XIX a. viduryje. Esminė *lager* ypatybė – lėtai žemoje temperatūroje (0-4°C) vykstanti fermentacija, todėl alus fermentuojasi laikomas rūsiuose. Iš čia ir kilo jo pavadinimas, kadangi „lager“ vokiškai reiškia rūšį, saugyklą. Kaip matyti iš pavadinimo, *lager* kaip rūšis pirmiausia atsirado Vokietijoje. Šios rūšies alaus variacijų yra daug, dabar jis gaminamas visame pasaulyje. Geriausiai žinomi *lager* alaus atstovai yra *Pilsner*, *Münchner Helles* ir *Dortmunder Export*. Vis dėlto prieš atsirandant *lager* tipo alui, dar nuo šumerų ar senovės Egipto laikų, pasaulyje dominavo viršutinės fermentacijos alus – *ale* („elis“). Skirtingai nei *lager*, *ale* fermentuojamas šiltai, dėl to fermentacija vyksta sparčiau. *Ale* paprastai yra sodresnio skonio nei žemutinės fermentacijos alus [5]. Dauguma belgiškų alaus rūšių pagal fermentacijos pobūdį taip pat yra *ale* stiliaus, išskyrus *lambic* („lambikus“), kurie verdami vien tik *Pajottenland* regione, Belgijoje, ir fermentuojasi natūraliai su mikroorganizmais, esančiais aplinkoje, papildomai mielių nededant. *Ale* kategorijai priskirtini tokios alaus rūšys kaip *Mild*, *Bitter*, *Pale ale*, *Indian pale ale (IPA)*, *Brown ale*, *Porter*. Stipresnysis porterio porūšis buvo įvardijamas kaip *stout porter* („stiprusis porteris“), vėliau šis pavadinimas sutrumpintas tiesiog iki *stout*. XIX a. pabaigoje *stout* alus buvo laikomas sveiku, stiprinančiu gėrimu, rekomenduojamas gydytojų kaip stiprinantis vaistas bei vartojamas sportininkų [6]. Šiuo metu *stout* labiausiai mėgstamas Airijoje, čia gaminamos žinomiausios *stout* rūšys. Pagrindinėms šiandien gaminamoms *stout* alaus rūšims priskiriami:

- *Dry Stout* („Sausasis stautas“) – labai tamsios spalvos (juodos), turi kavos prieskonį. Žinomiausias šios rūšies atstovas – alus *Guinness*.
- *Imperial Stout* („Imperijos stautas“) – taip pat vadinamas rusiškuoju *stout*. Ši rūšis pasižymi stiprumu (9-10%) alkoholio tūrio. Spalva labai tamsi, netgi juoda. Jaučiamas labai stiprus salyklo skonis, taip pat vaisių ir šokolado skonis.

- *Oatmeal stout* („Avižų stautas“) – alus, į kurį fermentacijos metu dedama avižų dribsnių. Pirmasis *Oatmeal stout* buvo pagamintas 1895 m. *Macklay's* darykloje. XX a. pradžioje *Oatmeal stout* alus praktiškai išnyko. *Oatmeal stout* paminėjimas *Michael Jackson* knygoje „*The World Guide to Beer*“ (1977m.) paminėjimas sudomino JAV prekiautoją alumi *Charles Finkel*, kuris „*Samuel Smith*“ darykloje užsakė pagaminti bandomąją *Oatmeal stout* partiją. Vėliau šios daryklos pavyzdžiu pasekė ir kitos daryklos.
- Taip pat yra gaminami ir įvairesni *stout* tipo alus: *Milk stout* – su laktozės priedu; *Chocolate stout* – naudojamas degintas, šokolado spalvos salyklos, neretai ir tikras šokoladas; *Coffee stout* – su kavos priedu; *Oyster stout* – su austrių priedu. [7]

Alus gali būti gaminamas ne tik iš pagrindinių ingredientų (vandens, salyklo, apynių, mielių) bet ir su priedais. Kaip priedai naudojami įvairios nesalyklinės žaliavos (kukurūzai, ryžiai, avižos), cukriniai priedai (klevų, sacharozės, karamelės sirupai, medus) taip pat ir specifinį skonį suteikiantys prieskoniai (cinamonas, anyžius imbieras, citrinos, apelsinų žievelės, muskatas) [8]. Nesalyklinės žaliavos padidina fermentuojamų cukrų kiekį, suteikia švelnų, saldų skonį. Cukriniai priedai taip pat padidina fermentuojamų cukrų kiekį, bet jei naudojamos per didelės šių priedų koncentracijos misoje bus mažai amino rūgščių, o tai gali lemti blogą mielių dauginimąsi. Karamelės sirupai praktiškai nepadidina cukrų kiekio, tačiau turi įtakos alaus spalvai. Medus pridėtas fermentacijos stadijoje padidina cukrų kiekį, o pridėtas brandinimo stadijoje suteikia alui savitą, švelnų, saldų medaus prieskonį [9]. Alus su įvairiais prieskoniais masiškai nėra gaminamas, tai gali būti riboto leidimo, ypatingo skonio, priklausomai nuo pasirinkto priedo, gaminys.

Lietuvoje kaip ir pasaulyje populiariausias yra *lager* tipo alus, jį siūlo dauguma masiškai alų gaminančių gamyklų. Tačiau vis labiau tarp vartotojų populiarėja gaminamos *ale* tipo alaus rūšys tokios kaip: kvietinis, belgiškas. *Ale* vertinamas dėl plačios skonių gamos – dedant įvairius priedus kiekvieną kartą gali būti išgaunamas vis kitoks skonis: kavos, šokolado ir pan. Kvietinį alų gamina daugelis didžiųjų Lietuvos gamyklų, kitas, retesnes *ale* rūšis gamina tik mažosios alaus daryklos [5]. *Oatmeal stout* yra gaminamas tik Širvėnos bravore ir pilstomas baruose [10]. *Oatmeal Stout* alus su medaus priedu Lietuvoje nėra gaminamas, o jei ir gaminamas, tai tik aludarių mėgėjų ir ne plačiai rinkai. Todėl šio darbo tikslas – suprojektuoti 500000 litrų/metus našumo *Oatmeal Stout* alaus ir 250000 litrų/metus našumo alaus su poliflorinio (daugiarūšio) pievų medaus priedu gamybos linijas bei įvertinti pagrindinių alaus gamybos kietųjų atliekų – salyklojaus – apdorojimo fermentiniu preparatu *Viscozyme®L* galimybes. Darbo tikslui pasiekti suformuluoti šie uždaviniai: (1) parinkti ir apibūdinti *Oatmeal Stout* alaus ir alaus su medaus priedu gamybai naudojamas žaliavas ir pagalbines medžiagas; (2) aprašyti produkto juslines, fizikines – chemines savybes, mikrobiologinius rodiklius bei maistinę vertę; (3) įvertinti pagrindinių alaus gamybos kietųjų atliekų – salyklojaus – apdorojimo fermentiniu preparatu *Viscozyme®L* galimybes; (4) parinkti ir aprašyti *Oatmeal Stout* alaus ir alaus su medaus priedu gamybos technologinio proceso etapus ir operacijas, įvertinant vykstančius fizikinius, cheminius bei biocheminius procesus bei naudojant inovatyvius sprendimus; (5) sudaryti technologinio proceso kokybės ir saugos kontrolės planą, nurodant kontroliuojamus rodiklius ir juos reglamentuojančius dokumentus; (6) atlikti *Oatmeal Stout* alaus ir alaus su medaus priedu gamybai parinktų žaliavų ir pagalbinių medžiagų skaičiavimus; (7) parinkti technologinius įrengimus, atlikti skaičiavimus bei sudaryti technologinio proceso operacijų bei įrengimų darbo organizavimo grafikus; (8) nubraižyti *Oatmeal Stout* alaus ir alaus su medaus priedu gamybos technologinio proceso schemą A1 formato lape.

I. ŽALIAVŲ IR PAGALBINIŲ MEDŽIAGŲ CHARAKTERISTIKA, JAS REGLAMENTUOJANTYS DOKUMENTAI

Remiantis alaus techniniu reglamentu Dėl žemės ūkio ministro 2012 m. gruodžio 11 d. įsakymo Nr. 487 „Dėl Alaus apibūdinimo, gamybos ir prekinio pateikimo techninio reglamento patvirtinimo“ pakeitimo“ [11], kuriuo turi vadovautis visos alaus gamyba užsiimančios Lietuvos Respublikos įmonės, visas alaus gamyboje naudojamas žaliavas ir medžiagas galima suskirstyti į 4 grupes: pagrindinės žaliavos, nesalyklinės žaliavos, netradicinės žemės ūkio kilmės žaliavos ir pagalbinės technologinio proceso medžiagos. Pagrindinėms žaliavoms priskiriama: (1) vanduo (geriamasis vanduo, kurio rodikliai atitinka Lietuvos higienos normos HN 24: 2003 „Geriamojo vandens saugos ir kokybės reikalavimai“ reikalavimus [12]); (2) grūdų salyklos (salyklos, tam tikru būdu pagamintas iš alui gaminti tinkamų salyklinių grūdų: miežių, kviečių ir kitų javų); (3) apynių produktai (presuotieji apyniai, apynių granulės ir apynių milteliai, apynių ekstraktas, apynių produktų mišinys, apynių eterinis aliejus, izomerizuoti apynių produktai, apynių natūralios kvapiosios medžiagos); (4) alaus mielės (tam tikrų rūšių mielės, tinkamos alaus misai fermentuoti). Nesalyklinėms žaliavoms priskiriamos: (1) nesalyklinės grūdinės žaliavos (grūdinės žaliavos, naudojamos alaus gamybai be išankstinio sudaiginimo, pvz. ryžių, kukurūzų, žirnių ar kitos kruopos, grūdų krakmolai ar grūdų krakmolo sirupai, gauti fermentavimo būdu) ir (2) nesalyklinės cukrinės žaliavos (įvairių rūšių cukrūs, įskaitant invertuotąjį cukrų ir gliukozę, negrūdinių krakmolo arba inulino sirupas, gautas fermentavimo būdu, natūralus medus). Netradicinės žemės ūkio kilmės žaliavos – vaisiai ir jų dalys, augalų dalys ir sėklos, uogų sirupai. Pagalbinės technologinio proceso medžiagos – tokios medžiagos, kurios naudojamos tam tikroms alaus kokybės savybėms pasiekti bei technologijos operacijoms atlikti. Šioms medžiagoms priskiriamos skaidrinimo medžiagos, adsorbentai, stabilizatoriai, fermentai, filtravimo priedai ir kitos medžiagos [11].

Draudžiama alaus gamybai vartoti žaliavas, kurių tinkamumo vartoti terminas pasibaigęs, taip pat jei žinoma arba įtariama, kad jos užterštos patogeniniais mikroorganizmais, parazitais, cheminiais teršalais, radioaktyviais izotopais, irimo arba kitomis pašalinėmis medžiagomis. Jei būtina, turi būti atlikti žaliavų laboratoriniai tyrimai [13]. Visos gaunamos žaliavos, medžiagos turi atitikti lydinčiuose dokumentuose pažymėtus rodiklius. Priimtos kokybiškos žaliavos, medžiagos pažymimos etikete „PRIIMTA“, atliekamas įrašas kompiuterinėje versijoje, kad medžiagos priimtos, tai reiškia, kad žaliavos ir medžiagos tinkamos naudojimui. Darbuotojai, pastebėję žaliavų, medžiagų netinkamumą, privalo nedelsdami informuoti savo tiesioginį vadovą ir jų nebenaudoti. Naudoti netinkamos žaliavos ir medžiagos pažymimos etikete „SULAIKYTA“ [13].

1.1. Vanduo

Alaus gamyboje vanduo turi didelę reikšmę būsimo produkto skoniui ir visam technologiniam procesui, todėl turi atitikti geriamojo vandens reikalavimus kuriuos reglamentuoja HN 24:2003 „Geriamojo vandens saugos ir kokybės reikalavimai“ [12]. Geriamasis vanduo turi atitikti mikrobinius, cheminius rodiklius pateiktus 1-oje ir 2-oje lentelėse.

1 lentelė. Geriamojo vandens mikrobiniai rodikliai

Rodiklio pavadinimas	Mėginio tūris, ml	Ribinis mikroorganizmų skaičius
Mikrobiologiniai rodikliai:		
1. Žarninės lazdelės (<i>Escherichia coli</i>)	100	0
2. Žarniniai enterokokai	100	0

2 lentelė. Geriamojo vandens toksiniai (cheminiai) rodikliai

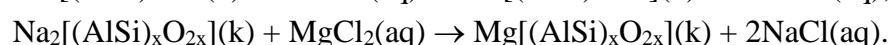
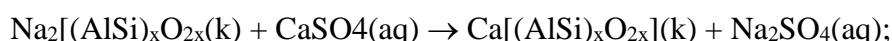
Rodiklis	Ribinė vertė	Rodiklis	Ribinė vertė
Akrilamidas, µg/l	< 0,10	Gyvsidabris µg/l	<1,0
Stibis µg/l	< 5,0	Nikelis µg/l	<20
Arsenas µg/l	<10	Nitratas mg/l	<50
Benzenas µg/l	<1,0	Nitritas mg/l	<0,50
Benzpirenas µg/l	<0,010	Aldrinas µg/l	<0,030
Boras mg/l	<1,0	Dieldrinas µg/l	<0,030
Bromatas µg/l	<10	Heptachloras µg/l	<0,030
Kadmis µg/l	<5,0	Heptachlorepoksidas µg/l	<0,030
Chromas µg/l	<50	Kiti pesticidai µg/l	<0,10
Varis mg/l	<2,0	Pesticidų suma µg/l	<0,50
Cianidai µg/l	<50	Daugiacikliai aromatiniai angliavandeniliai µg/l	<0,10
1,2-dichlorešanas µg/l	<3,0	Selenas µg/l	<10
Epichlorhidrinas µg/l	<0,10	Tetrachlorešanas ir trichlorešanas µg/l	<10
Fluoridas mg/l	<1,5	Haloformų suma µg/l	<100
Švinas µg/l	<10	Vinilo chloridas µg/l	<0,50

Vienas svarbiausių rodiklių yra vandens kietumas. Vandens kietumą sudaro vandenyje ištirpusios kalcio (Ca^{2+}) ir magnio (Mg^{2+}) druskos. Bendrąjį vandens kietumą apibūdina laikinasis (karbonatinis, kurį sudaro kalcio ir magnio hidrokarbonatai: $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$) ir pastovus (nekarbonatinis, kurį sudaro kalcio ir magnio stiprių rūgščių druskos: CaSO_4 , MgSO_4 , CaCl_2 , MgCl_2) kietumas. Kietumas matuojamas Ca^{2+} ir Mg^{2+} jonų arba jų druskų milimoline koncentracija. (mmol/l). Vandens kietumo skirstymas pateikiamas 3-oje lentelėje [14].

3 lentelė. Vandens kietumo skirstymas.

Kietumas, mmol/l	Vanduo
< 0,75	Labai minkštas
0,75 – 1,5	Minkštas
1,5 – 2,7	Vidutiniškai kietas
2,7 – 5,35	Kietas
> 5,35	Labai kietas

Skirtingoms alaus rūšims gaminti naudojamas skirtingo kietumo vanduo. Šviesiam alui gaminti pasirenkamas minkštas vanduo. Projektuojamo *Oatmeal stout* gamyboje naudojamas kietas vanduo. Vanduo turi būti skaidrus, bekvapis, bespalvis. Itin svarbu vandens paruošimo filtrais pašalinti alaus kokybę, spalvą ir skonį nepageidaujama veikiančius elementus. Jei vanduo yra per kietas, jis gali būti minkštinamas jonų kaitos metodu [13]. Jonų kaitos metodas – tai procesas, kurio metu vandeniui kietumą suteikiantys Ca^{2+} ir Mg^{2+} jonai pakeičiami jonais (pvz. Na^+), kurie vandens kietumo nesudaro. Tam yra naudojami natūralūs ir sintetiniai aliumosilikatai $\text{Na}_2[(\text{AlSi})_x\text{O}_{2x}]$ ir sintetiniai organiniai jonitai (sintetinės organinės dervos). Aliumosilikatai turi akytą kristalinę struktūrą ir juose esantys Na^+ jonai gali būti pakeičiami Ca^{2+} ir Mg^{2+} jonais iš vandens:



Sintetiniai organiniai jonitai – jonų mainų dervos yra kietos, vandenyje netirpios medžiagos su funkcinėmis jonogeninėmis grupėmis, gebančiomis dalyvauti jonų mainų reakcijoje su vandens jonais. Jonitai geba absorbuoti teigiamus ar neigiamus jonus (katijonus ar anijonus) vietoje jų išskirdami į vandenį ekvivalentinį kitų jonų su to paties ženklo krūviu kiekį. Jonitai skirstomi į

anijonitus (medžiagas, sugebančias mainytis anijonais) ir katijonitus (medžiagas, sugebančias mainytis katijonais) [15]. Vandens pH gali svyruoti ribose tarp 6,5 – 8,5, priklausomai nuo gaminamos alaus rūšies [13]. Vandenyje yra daug ištirpusių jonų, kurie turi įtakos alaus gamybos procesui. Jonai ir jų įtaka alaus gamybos procese pateikiami 4-oje lentelėje [16]. Kauno miesto vandens sudėtis [17] ir projektuojamo *Oatmeal Stout* alaus gamybai reikalingo vandens sudėtis palyginimas pateiktas 5-oje lentelėje.

4 lentelė. Vandenyje esantys jonai ir jų įtaka alaus gamybos technologiniam procesui ir produkto juslinėms savybėms

Jonai	Įtaka
Kalcis (Ca ²⁺)	Jungiasi su fosfatais, sudaro netirpias druskas, išlaisvindami vandenilio jonus, kurie žemina mentalo pH. Žemame pH geriau veikia α, β-amilazės ir proteolitiniai fermentai. Kalcio jonų perteklius suteikia alui nepageidaujamą skonį. $3Ca^{2+} + 2HPO_4^{2-} \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 \downarrow + 2H^+$
Magnis (Mg ²⁺)	Magnio jonai reaguoja panašiai kaip ir kalcio jonai, bet magnio druskos yra tirpesnės nei kalcio, tad poveikis pH nėra toks didelis kaip kalcio. Magnio karbonatai suteikia didesnį kartumą nei kalcio karbonatai.
Natris (Na ⁺)	Didelės natrio jonų koncentracijos suteikia sūrų, rūgštų skonį alui. Natrio chloridas gali būti pridėdamas į vandenį norint sustiprinti alaus skonį. Kartais vietoj natrio chlorido dedama kalio chlorido, kad skonis gautųsi mažiau rūgštus, tačiau per didelės koncentracijos suteikia nepageidaujamą sūrumą.
Kalis (K ⁺)	Kalis slopina fermentų veiklą mentale, kai jo koncentracija viršija leistinas normas.
Sulfatai (SO ₄ ²⁻)	Sulfatai dalyvauja stambiamolekulinių junginių tokių kaip baltymai ir krakmolos skaldyme. Tačiau esant per didelei sulfatų koncentracijai, sunkiau išgaunami kartieji apynių ekstraktai, alui suteikiamas sausas, sūrus skonis.
Kalcio, magnio chloridai (CaCl ₂ , MgCl ₂)	Kalcio ir magnio chloridai suteikia alui būdingą tekstūrą ir švelniai saldų skonį. Tokios savybės labai tinkamos tamsiam alui.
Chloras (Cl ⁻)	Didelės chloro jonų koncentracijos gali lemti blogą mielių flokuliaciją, tačiau padeda alaus nuskaidrinimui, padidina koloidinį stabilumą.
Karbonatai (CO ₃ ²⁻)	Karbonatai gali turėti neigiamą efektą, nes kelia pH, dėl to misa tampa sunkiau fermentuojama, filtruojama, blogiau atskiriami baltymai, įgauna netinkamą spalvą.
Nitratai (NO ₃ ⁻), nitritai (NO ₂ ⁻)	Nitratai nesuteikia jokio skonio ir neturi įtakos vykstančioms reakcijoms. Didelis nitritų kiekis gali sulėtinti fermentaciją.
Geležis (Fe ²⁺)	Dideli geležies kiekiai suteikia metalinį skonį alui. Jei geležies druskų koncentracija misoje viršija 0,2 mg/l tai trukdo sucukrinimo procesui, sulėtina mielių veiklą.
Varis (Cu ²⁺)	Varis, jei jo koncentracija mažesnė nei 0,1 mg/l gali veikti kaip katalizatorius, jei jo koncentracija didesnė nei 10 mg/l jis yra toksiškas mielių veiklai.
Cinkas (Zn ²⁺)	Cinkas turi teigiamą poveikį fermentacijai, mielių augimui. Taip pat stabilizuoja putą.
Manganas (Mn ²⁺)	Manganas teigiamai veikia fermentų veiklą, stabilizuoja baltymus.

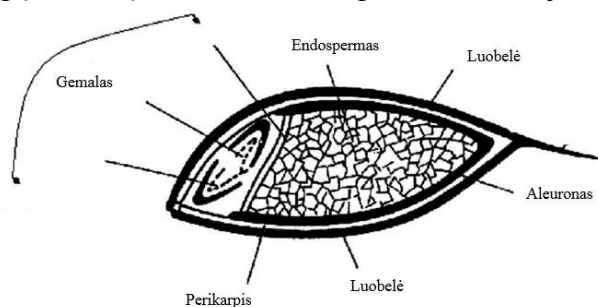
5 lentelė. Kauno miesto geriamojo vandens ir projektuojamo *Oatmeal Stout* alaus gamybai reikalingo vandens sudėtis

Rodiklis	Kauno miesto geriamasis vanduo	Vanduo naudojamas <i>Oatmeal Stout</i> alaus gamybai
Bendrasis kietumas	2,5 – 3,4 mmol/l	3,06 – 3,6 mmol/l
Geležis	0,01 – 0,095 mg/l	≤0,1 mg/l
Varis	0,003 – 0,012 mg/l	≤0,1 mg/l
Manganas	0,022 – 0,253 mg/l	≤0,5 mg/l
Amonis	0,01 – 0,05 mg/l	≤0,5 mg/l
Sulfatas	12 – 29 mg/l	≤250 mg/l
Chloridas	14 – 45 mg/l	50 – 100 mg/l
Nitratai	2,2 – 3,5 mg/l	≤50 mg/l
Nitritai	0,01 – 0,05 mg/l	≤0,5 mg/l
Fluoridas	0,15 – 0,20 mg/l	≤1,5 mg/l

Alaus gamybai bus naudojamas UAB „Kauno vandenys“ tiekiamas geriamasis vanduo. Parinkto tiekėjo vandens jonų sudėtis ir bendrasis kietumas atitinka *Oatmeal stout* gamybai reikalingo vandens rodiklius, todėl vanduo gali būti naudojamas be specialaus papildomo apdorojimo.

1.2. Grūdų salyklos

Grūdų salyklos – nustatytoje temperatūroje ir drėgnume dirbtiniu būdu sudaiginti grūdai, sukaupę tam tikrą amilolitinių (α -amilazė, β -amilazė vykdančios krakmolo hidrolizę), proteolitinių (endopeptidazės veikiančios disulfidinį (-S-S-) ryšį ir egzopeptidazės atskeliančios amino rūgštis) ir celiuliozinių (fermentai ardantys ląstelės sienelės) fermentų kiekį. Salyklo gamybai dažniausiai naudojami miežiai (*Hordeum vulgare L.*). Alus gali būti gaminamas tiek iš daugiaėlių, tiek dveilių miežių. Dvieiliai miežiai yra pranašesni, nes pasižymi grūdų dydžio vienodumu, švelnesne luobelė, turi didesnę krakmolo kiekį. Miežiams teikiama pirmenybė salyklo ruošime, nes miežiai turi daug krakmolo, gaunama daug fermentuojamo ekstrakto [18]. Jų sudėtyje yra pakankamai baltymų svarbių putos susidarymui ir mielių augimui. Miežių sandara pateikiama 1 pav. Endospermas miežyje sudaro 82-87%, jame kaupiamos grūdo maistinės medžiagos (krakmolo yra 72-80%, baltymų 12-15%, lipidų 0,8-1,6%). Aleurono sluoksnis miežyje sudaro 7,0-7,5%, jame kaupiamos skaidulinės medžiagos, lipidų yra daugiau negu endosperme, taip pat yra nemažai biologiškai aktyvių medžiagų. Gemalas sudaro apie 1,4-1,5%, jame sukaupiami dideli kiekiai sacharidų (25%), baltymų (24-34%), lipidų (16-17%) ir mineralinių medžiagų (3,6-9,5%). Luobelės sudaro 0,45-0,55% miežio, jose randami dideli kiekiai celiuliozės ir hemiceliuliozės, sukaupiamas didelis kiekis mineralinių medžiagų. Miežių cheminė sudėtis pateikiama 6-oje lentelėje [20].

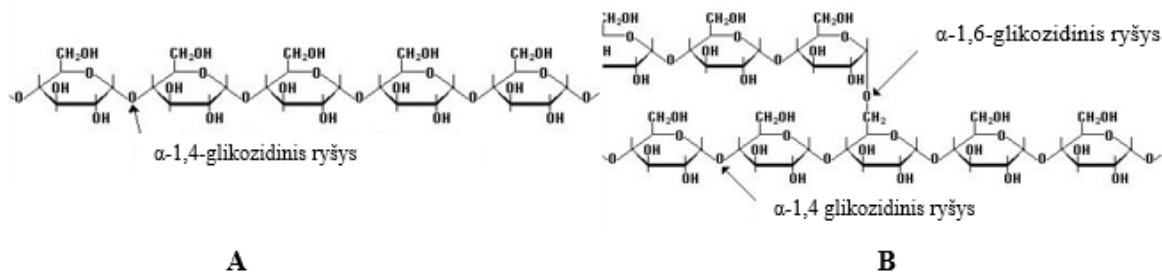


1 pav. Miežio grūdo sandara [19]

6 lentelė. Miežių cheminė sudėtis

Cheminė sudėtis				
Baltymai	Angliavandeniai	Ląsteliens	Riebalai	Pelenai
9,5%	67,0%	4,0%	2,1%	2,5%

Didžiausia dalį angliavandeniuose užima krakmolas, kuris susikaupia fotosintezės metu. Krakmolo kleisterizacijos pradžios temperatūra yra 56°C, pabaigos – 61°C. Ne visas krakmolas yra grynas, dalį jo sudaro priemaišos (baltymai, riebalai, mineralinės medžiagos). Krakmolas yra sudarytas iš mažų grūdelių, kurių dydis 5-12 μm . Krakmolą sudaro amilozės ir amilopektino polisacharidai (2 pav.). Amilozė (2 pav., A) sudaryta iš anhidroglukozės likučių (AGL), sujungtų tarpusavyje α -1,4-glikozidiniai ryšiais. Glikozidiniai ryšiai yra atsparūs šarminei hidrolizei, tačiau neatsparūs rūgštinei hidrolizei. Amilozė yra linijinių makromolekulių polisacharidas. Amilopektinas (2 pav., B) – tai šakotų makromolekulių polisacharidas. Amilopektino makromolekulės nuo amilozės skiriasi dydžiu ir šakotumu. Linijinės atkarpos gana trumpos susideda iš 20-30 gliukozės likučių. Pačios atkarpos jungiasi tarpusavyje α -1,6-glikozidiniu ryšiu. Amilopektine gausu hidroksigrupių [21].



2 pav. Krakmolo struktūra: amilozės (A) ir amilopektino (B) polisacharidai

Prieš pradėdant gaminti salyklą, miežiai yra valomi ir rūšiuojami. Atskiriamos šiukšlės, derliaus nuėmimo metu į miežius atsitiktinai patekusios kitų augalų sėklos, grūdai ir panašios priemaišos. Miežiai taip pat išrūšiuojami pagal jų formą ir ilgį. Į gamybą nepraleidžiami suskilę ar netaisyklingos formos miežiai. Svarbu, kad visi vienos gamybos partijos miežiai būtų tos pačios salyklinių miežių veislės ir pasižymėtų jos individualiomis savybėmis. Miežių partijos vienuarūšiškumas yra labai svarbus. Miežiai džiovinami ir talpinami aruoduose pagal rūšis ir klases. Salyklo gamybą galima būtų suskirstyti į tris pagrindines stadijas: mirkymą, daiginimą ir džiovinimą. Grūdai plaunami ir kartu mirkomi – mirkymas tęsiasi iki dviejų parų. Vanduo pamažu pradeda skverbtis į miežio grūdo vidų ir drėgmės kiekis grūde didėja. Mirkymo proceso tikslas yra sudrėkinti grūdus, kad jie taptų „gyvybingesni“ [22]. Mirkymo pradžioje grūdai dezinfekuojami. Dezinfekcijai naudojama chlorkalkės – 0,3 kg vienai tonai miežių arba KMnO_4 – 10–15 g/m³. Nuleidus nešvarų vandenį, pripilama švaraus vandens, išmaišoma, nuimamos nuoplovos. Grūdai mirkomi nepertraukiamoje vandens ir oro srovėje [23]. Vandens temperatūra 9-10°C. Po mirkymo grūdai perduodami į daigyklą. Daigykloje grūdai prapučiami 60-75°C temperatūros oru. Dygimo procesu siekiama, kad grūde susikauptų kuo daugiau fermentų [22]. Daiginimas – ilgiausia salyklo gamybos fazė, trunkanti 4-5 paras. Daiginimo pradžioje grūdai papildomai drėkinami, kad būtų pasiekta maksimali technologiškai reikalinga 45-47% drėgmė [24]. Daiginamų miežių masė per parą kelis kartus yra maišoma. Daiginimo metu miežių branduoliuose dalis krakmolo yra suskaidomas iki gliukozės, maltozės, maltotriozės ir kitų fermentuojamų cukrų [16]. Hidrolizė vyksta α - ir β -amilazės fermentų veiklos. β -Amilazė yra randama sėklose ir skaldo krakmolą iki maltozės vienetų. α -Amilazė sintetinama daiginimo metu ir skaldo krakmolą iki dekstrinų. Salykliniuose miežiuose randama ir kitų fermentuojamų cukrų, dažniausiai sacharozės ir fruktozės. Miežių apdorojimo metu tik 5-10% krakmolo yra paverčiama fermentuojamais cukrumis, tačiau padidėjęs amilazės kiekis toliau vykdydys hidrolizę mentalo paruošimo metu. Kiti svarbūs fermentai sintetinami salyklo paruošimo metu yra proteazės, kurios skaido baltymus iki peptidų ir amino rūgščių. Šie suskaidyti junginiai panaudojami kaip azoto šaltinis fermentacijos metu. Proteazės labai svarbios alaus nuskaidrinimo metu, nes jei baltymai nebus suskaidomi, jie koaguliuos ir alus bus drumstas [25]. Kad salyklo paruošimas būtų laikomas sėkmingu turi sudygti 95% grūdų. Po daiginimo grūdai patenka į džiovyklą. Džiovinimo metu salyklas yra išdžiovinamas iki 4-5% drėgmės, pučiant laipsniškai karštėjantį 50-90°C temperatūros orą. Salyklas džiovinamas apie 30 valandų. Jo metu sustabdomas tolimesnis dygimas bei fermentų veikla, tad virsmai grūdo viduje sustoja. Taip susiformuoja salyklo juslinės savybės (skonis, aromatas ir spalva), o karštyje pasišalina nepageidaujami lakūs junginiai. Salyklas būna trijų tipų: šviesusis, pusšviesis ir tamsusis [22]. Salyklo savybių skirtumai atsiranda keičiant drėgmės pašalinimo greitį, laiką ir džiovinimo temperatūrą. Dėl žemiausios džiovinimo temperatūros šviesiame salykle yra didžiausias kiekis

angliavandenių, aukščiausias diastazės aktyvumas, lyginant su kitomis salyklo rūšimis [26]. Džiovinimo pradžioje temperatūra būna gana žema (40-45°C), kai salyklas išdžiovinamas iki 10% drėgmės, temperatūra keliama iki 80-95 °C ir salyklas išlaikomas apie 5 valandas. Vieni iš populiariausių šviesių salyklų – *Pilsner*, *Munich*. Pusšviesis (karamelinis) salyklas pradžioje džiovinamas 65-70°C, tokioje temperatūroje diastazė grūdo viduje hidrolizuoja krakmolą iki cukrų. Vėliau temperatūra keliama iki 105-160°C, priklausomai nuo siekiamo gauti skonio ir spalvos. Vyksta karamelizacijos reakcijos ir salyklas patamsėja. Populiarūs *Crystal 60L*, *Crystal 120L*, *Caramel* salyklai. Tamsūs salyklai pirmiausia džiovinami apie 75°C temperatūroje, kai išdžiūva, temperatūra lėtai keliama iki 215-250C. Grūdai tamsėja dėl karamelizacijos ir Majaro (*Maillard*) reakcijų. Aukšta temperatūra suteikia ne tik tamsią spalvą, bet ir šokolado bei kavos skonį. Tamsiems salyklams priskiriami *Chocolate*, *Carafa* salyklai [27]. Išdžiovinti grūdai patenka į daigų nulaužymo įrenginius, kur pašalinami daigai, nes jie teikia nemalonų skonį alui. Atvėsęs salyklas yra valomas, pašalinant nereikalingus salyklo daigelius ir patalpinamas saugojimui į silosus [22]. Salyklo kokybės reikalavimai pateikti 7-oje lentelėje [28]. Grūdų leidžiamas užterštumas mikotoksinais ir metalais pateiktas 8-oje lentelėje [29].

7 lentelė. Salyklinių miežių kokybės reikalavimai

Rodiklio pavadinimas	Norma
Drėgnis, %	14,0
Baltymų kiekis sausosiose medžiagose, %	9,5-11,5
Daigumo energija, ne mažiau kaip, %	95
Daigumas, ne mažiau kaip, %	95
Stambūs grūdai, ne mažiau kaip, %	91
Smulkūs grūdai, ne daugiau kaip, %	2,0
Priemaišų kiekis, ne daugiau kaip, % (tarp jų):	3,0
kitų javų grūdų	2,0
šiukšlinių priemaišų	1,0
kenksmingųjų augalų sėklų	0,1
Pažeistų grūdų kiekis, ne daugiau kaip, % (tarp jų):	8,0
pilkagrūdžių	5,0
sudygusių	2,0
supelijusių	1,0
nesubrendusių (žalsvų)	1,0
skalsių	0,05
Veislės grynumas, ne mažiau kaip, %	95
Užkrėstumas grūdų kenkėjais	Neleidžiamas
Kvapas	Būdingas salykliniams miežiams, be pašalinių kvapų
Spalva	Būdinga salykliniams miežiams, įvairių atspalvių geltona
Būklė	Sveiki, nekaistantys
Sunkieji metalai:	0,20 mg/kg (švinas) 0,10 mg/kg (kadmis)

8 lentelė. Didžiausios leistinos mikotoksinų ir sunkiųjų metalų koncentracijos grūduose









Mikotoksinais	Koncentracija µg/kg
<i>Aflatoksinais:</i> Visi grūdai ir visi grūdų išvestiniai produktai, įskaitant perdirbtus grūdų produktus	2,0 – 4,0
<i>Ochratoksinas A:</i> Visi neperdirbtų grūdų produktai, įskaitant perdirbtus grūdų produktus ir grūdus, skirtus tiesiogiai žmonėms	3,0
Neperdirbti grūdai	5,0

8 lentelė. Tęsinys

Mikotoksinai	Koncentracija µg/kg
Deoksinivalenolis: Neperdirbti grūdai išskyrus kietuosius kviečius, avižas ir kukurūzus Grūdai, skirti tiesiogiai žmonėms vartoti, grūdų miltai (įskaitant kukurūzų miltus, kukurūzų rupinius ir kukurūzų kruopas), sėlenos, kaip galutinis produktas, parduodamas tiesiogiai žmonėms vartoti, ir gemalai	1250 750
Zearalenonas: Neperdirbti grūdai Grūdai, skirti tiesiogiai žmonėms vartoti, grūdų miltai, sėlenos, kaip galutinis produktas, parduodamas tiesiogiai žmonėms vartoti, ir gemalai	100 75

Oatmeal stout gamyboje naudojami salyklai dažniausiai būna tamsūs, džiovinti aukštoje temperatūroje, kad įgautų tamsią spalvą ir specifinį skonį. *Stout* salyklų pavyzdžiai pateikti 9-oje lentelėje [30]. Projektuojamo *Oatmeal stout* alaus ir alaus su medaus priedu gamyboje bus naudojami šie salyklai: *Pale ale*, *Crystal*, *Chocolate*, *Roasted barley*, kurių įtaka skoniui ir aromatui pateikta 10-oje lentelėje.

9 lentelė. *Stout* alaus gamyboje naudojami salyklai ir jų charakteristikos

Salyklas	Drėgnis w, %	Ekstraktingumas, %	Spalva, EBC vnt.	Tankis g/cm ³	Išvaizda
<i>Black</i>	5	72	1599	1,030	
<i>Caramel</i>	5	72	1,2	1,034	
<i>Chocolate</i>	3	72	1266	1,034	
<i>Crystal</i>	5	72	159	1,034	
<i>Munich</i>	4,5	80	15	1,037	
<i>Pale ale (2 row)</i>	4	83	4	1,039	
<i>Roasted barley</i>	5	61	799	1,029	
<i>Wheat malt</i>	5,5	81	3,8	1,038	

10 lentelė. Salyklo įtaka alaus skoniui ir aromatui [30]

Salyklas	Įtaka
<i>Pale ale</i>	Suteikia ryškų, turtingą salyklo skonį, yra <i>stout</i> alaus skonio pagrindas.
<i>Crystal</i>	Suteikia saldumą, karamelinį skonį.
<i>Chocolate, Roasted barley</i>	Suteikia tamsią spalvą, kavos, šokolado, grietinės, pieno prieskonį.

Salyklų tiekėjas – „*Castle Malting*®“ (Belgija). Į gamyklą pristatytas salyklas yra sandėliuojamas silosuose palaikant vidutinę, ne aukštesnę nei 22°C temperatūrą, santyknė oro drėgmė negali viršyti 35%, nes esant didesnei temperatūrai ir drėgmei intensyviau vyksta grūdų kvėpavimas, padidėja savaiminio užsiliepsnojimo pavojus, suaktyvėja kenksmingų mikroorganizmų

veikla [13,30]. Jei salyklas laikomas tinkamomis, aukščiau nurodytomis sąlygomis jo galiojimo trukmė yra nuo 18 iki 24 mėnesių nuo pagaminimo datos [30].

1.3. Apyniai ir apynių produktai

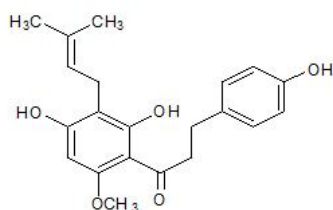
Paprastasis apynys (*Humulus lupulus* L.) – daugiametis, vijoklinis augalas, priskiriamas *Cannabaceae* šeimos augalų rūšiai. Apynio stiebai išauga iki 8 metrų aukščio. Antžeminė apynio dalis yra vienmetė, požeminė (šakniagumbis, šakniastiebiai, šaknys) – daugiameitė, gyvuojanti netgi iki 100 metų. Viršutinėje šakniagumbio dalyje kiekvienais metais susiformuoja daug vegetatyvinių pumpurų, iš kurių pavasarį išauga antžeminė dalis – stiebai. Iš šakniagumbio taip pat išauga šakniastiebiai, o iš jų abiejų – šaknys. Stiebams paaugus iki 50 cm, visiškai išsiskleidžia lapai, augalas pradeda vyniotis ant atramų ir stiebas įgauna stačiakampio formą. Lapai būna triskiaučiai ar netgi penkiaskiaučiai, su koteliais, dantyti, gysloti. Apynio vyriškieji žiedai susitelkę į šluoteles. Moteriškieji – piesteliniai žiedai susitelkę kankorėžio pavidalo varputėse, susidedančiose iš 40-60 žiedelių. Žiedams pražydus pažiedės susiklosto čerpiškai, sudarydamos spurgą. Subrendę spurgai įgauna veislei būdingą spalvą, formą, aromatą. Apynio vaisius – grūdo dydžio riešutėlis [31]. Apyniai visokeriškai suformuoja alaus skonį – iš apynių gaunamas pageidaujamas kartumas ir aromatas, apyniai taip pat suteikia alui antiseptinių savybių [32].

Alaus gamyboje gali būti naudojami džiovinti presuoti apyniai, apynių granulės, nedžiovinti (švieži) apyniai, koncentruoti apynių ekstraktai. Džiovinti, presuoti apynių spurgai iš visų apynių produktų turi geriausias aromatinės savybes, tačiau norint pasiekti pageidaujamą skonį jų reikia naudoti daugiau nei kitų rūšių apynių produktų. Taip pat gamyboje juos naudoti yra gan nuostolinga, nes virimo metu jie sugeria daug misos. Jų panaudojimą apsunkina jų išlaikymas iki gamybos. Apynių granulės yra gaminamos išdžiovintus apynių spurgus susmulkinus ir sugranuliuavus. Susmulkinant spurgus išlaisvinamas lupulinas. Apynių granulės yra plačiausiai naudojamas apynių produktas alaus gamyboje, nes yra lengvai sandėliuojamos, užima mažai vietos, tačiau yra šiek tiek mažiau aromatingos, nei džiovinti apyniai ir gali tapti sunkiai pašalinamos po misos virimo. Koncentruotas apynių ekstraktas – gali būti gaminami atskiros ekstraktų rūšys: kartieji, aromatiniai. Ekstraktus lengva sandėliuoti, jie gali ilgai išbūti visai nepakitę. Tačiau apynių aliejus sunku naudoti mažomis dozėmis gamyboje, nes jie yra labai koncentruoti. Apynių aliejaus privalumas yra toks, kad neatsiranda misos nuostolių. Apynių aliejus – 100% eterinis apynių aliejus, gaunamas ekstrahuojant apynius vandens garais. Švieži apyniai (žali, ką tik nuimti apyniai) alui suteikia intensyvių skonį ir aromatą. Tačiau jie nėra tokie koncentruoti kaip džiovinti spurgai, todėl reikia didesnio jų kiekio [33]. Šviežių apynių cheminė sudėtis pateikta 11-oje lentelėje.

11 lentelė. Komponentai esantys apyniuose, jų kiekis %.

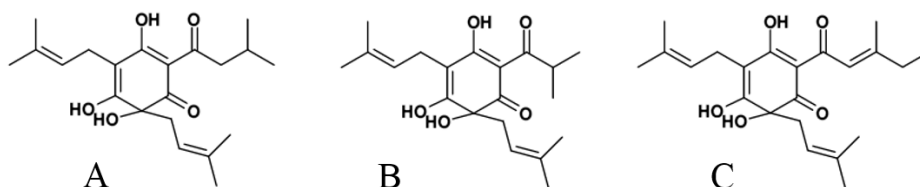
Komponentai	Kiekis %	Komponentai	Kiekis %
Celiuliozė-ligninas	40,0-50,0	Pektinai	2,0
Monosacharidai	2,0	Polifenoliai ir taninai	3,0-6,0
Baltymai	15,0	α -Rūgštys	2,0-17,0
Aminorūgštys	0,1	β -Rūgštys	2,0-10,0
Riebalai ir riebalų rūgštys	1,0-5,0	Mineral. medžiagos	8,0
Aliejai	0,5-3,0	Vanduo	8,0-12,0

Svarbiausi junginiai, dėl kurių apyniai naudojami alaus gamyboje yra apynių dervos, eteriniai aliejai, ir apynių polifenoliniai junginiai. Apynių dervos yra sudarytos iš kietųjų ir minkštųjų dervų. Pagrindinis komponentas kietosiose dervose yra ksantohumulonas (3 pav.).



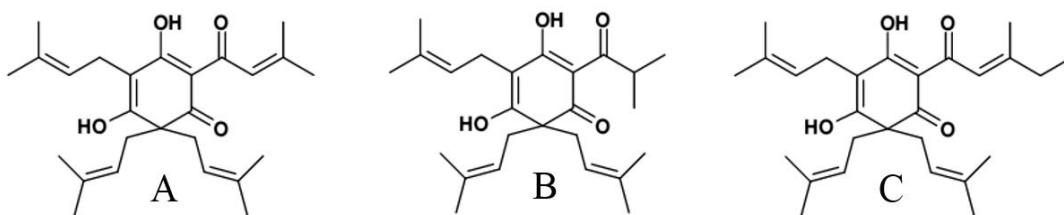
3 pav. Pagrindinis kietųjų apynių dervų komponentas – ksantohumulonas

Minkštosios apynių dervos yra žymiai labiau ištirtos ir žinoma, kad jose yra vieni svarbiausių komponentų – α ir β rūgštys. Pagrindinės α -rūgštys yra humulonas, kohumulonas, adhumulonas (4 pav. A, B, C). α -Rūgštys suteikia alui kartumo. Kad šios rūgštys suteiktų kartų skonį, virimo metu jos turi izomerizuotis. Izomerizacija yra cheminis procesas, kuriame junginiai nepakeisdami sudėties pakeičia struktūrą. α -Rūgščių izomerizacija detaliau aptarta šio darbo 4.1.3 poskyriuje. α -Rūgštys taip pat pasižymi antiseptinėmis savybėmis, neleidžia daugintis bakterijoms, padidina mielių gebėjimą daugintis ir fermentuoti misą.



4 pav. Pagrindinės α -rūgštys: humulonas (A), kohumulonas (B), adhumulonas (C)

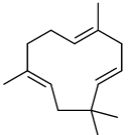


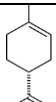
Pagrindinės β -rūgštys yra lupulonas, kolupulonas, adlupulonas pateiktos 5 pav. (A, B, C). β - Jų suteikiamas kartumas yra žymiai stipresnis nei α -rūgščių, tačiau dėl nedidelio tirpumo, dideli kiekiai į alų nepatenka, todėl šios rūgštys turi mažesnę poveikį alaus kartumui nei α -rūgštys. β -Rūgštys misos virimo metu nesiiomerizuoja, tačiau ilgai fermentuojant, brandinant, išlaikant alų jos gali pradėti oksiduotis taip suteikdamos itin nemalonų kartumą. Kaip ir α -rūgštys, β -rūgštys turi antimikrobinę savybę [34,35].



5 pav. Pagrindinės apynių β -rūgštys: lupulonas (A), kolupulonas (B), adlupulonas (C)

Apynių eteriniai aliejai suteikia alui skonį ir aromatą. Pagrindiniai eteriniai aliejai ir jų savybės pateikiamos 12-oje lentelėje. Polifenoliniai junginiai turi stiprių antioksidacinių savybių, sudarydami kompleksus su baltymais, padeda misos nuskaidrėjimo procese, prailgina alaus galiojimo trukmę.

12 lentelė. Pagrindiniai apynių eterinių aliejų komponentai ir jų savybės.

Komponentas	Cheminė formulė	Savybės
Humulenas		Norint išgauti geriausią skonį, apyniai su dideliu humuleno kiekiu turi būti pridėti baigiant virti misą, nes ilgo virimo metu jis skyla.
Mircenas		Net ir įdėjus virimo pabaigoje apynius su dideliu mirceno kiekiu, jis sukurs charakteringą citrusinio aromato alų.
Kariofilenas		Suteikia aštrų prieskonį.
Limonenas		Suteikia citrusinį prieskonį.

Pagal α -rūgščių, β -rūgščių ir eterinių aliejų kiekį yra skiriami kartieji ir aromatiniai apyniai. Kartieji apyniai dažniausiai dedami misos virimo pradžioje. Aromatiniai apyniai dažniausiai įvedami paskutinėmis misos virimo minutėmis, kad aromatas ilgo virimo metu neišgaruotų. *Oatmeal stout* alaus gamyboje dažniausiai naudojamų apynių sudėtis ir savybės yra pateiktos 13-oje lentelėje [36, 37]. Projektuojamo *Oatmeal stout* gamyboje bus naudojamos karčiųjų apynių *Admiral* ir aromatinių apynių *Fuggle* granulės.

13 lentelė. *Oatmeal stout* alaus gamyboje naudojamų apynių sudėtis ir savybės

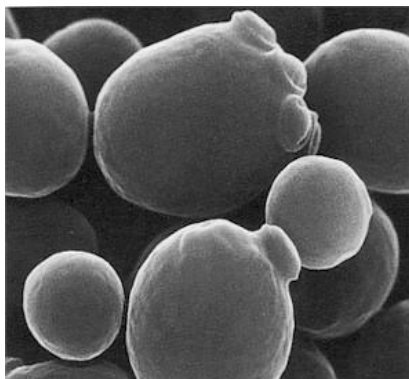
Apyniai	α -rūgštys, %	β -rūgštys, %	Kohumulonas, %	Aliejus, ml/100 g	Savybės
<i>Admiral</i>	13 – 16,2	4.8 – 6,1	37 – 45	1 – 1.7	Pasižymi kartumu
<i>Amarillo</i>	8 – 11	6 – 7	21 – 24	1.5 – 1.9	Citrusinis, gėlių aromatas
<i>Cascade</i>	4.5 – 7	4.5 – 7	33 – 40	0.7 – 1.5	Gėlių, citrusų skonis
<i>Chinook</i>	12 – 14	3 – 4	29 – 34	1,5 – 2,7	Aštrus, greipfrutų skonis
<i>Columbus</i>	14 – 18	4.5 – 5.5	30 – 35	1.5 – 2	Maloniai aštrus aromatas
<i>Fuggle</i>	3,5 – 5,5	2 – 3,1	23 – 33	0,7 – 1,4	Malonus, švelnus, tvirtas apynių aromatas
<i>Golding</i>	4.5 – 6,5	1,9 – 2,8	28 – 32	0,4 – 1	Švelnus apynių aromatas
<i>Magnum</i>	12 – 14	4.5 – 5.5	24 – 25	1.9 – 2,3	Didelis α – rūgščių kiekis

Apynių tiekėjas – „Hopsteiner®“ (Vokietija). Apynių granulės laikomos aliuminio folijos įpakavime, ištraukus deguonį, norint sumažinti oksidacijos aktyvumą, kurios metu apyniuose mažėja karčiųjų medžiagų kiekis. Apynių granulės sandėliuojamos saugojimo patalpoje, 10°C temperatūroje. Esant didesnei temperatūrai greičiau vyksta apynių senėjimo procesas. Atidaryti granulių maišai turi būti sunaudojami per kelias dienas [13].

1.4. Alaus mielės

Alaus mielės – tai *Ascomycetės klasės*, *Sachoromycetaceas šeimos* mikroorganizmai, tinkami alaus misai fermentuoti. Pagal morfologines, fiziologines bei technologines savybes mielės skirstomos į žemutinio (*Saccharomyces carlsbergensis*) bei viršutinio rūgimo mieles (*Saccharomyces cerevisiae*) [11]. Žemutinio rūgimo mielės fermentuojant alaus misą visiškai suraugina rafinozę (rafinozė skaidoma į fruktozę ir melibiozę, o melibiozė, veikiamą fermento melibiazės – į galaktozę ir gliukozę), geriausiai veikia 8-12°C temperatūroje ir pasibaigus fermentavimui paprastai nusėda ant fermentavimo talpos dugno.

Viršutinio rūgimo mielės fermentavimo metu suraugina apie trečdalį rafinozės (neturi fermento melibiazės), geriausiai veikia 14-25°C temperatūroje ir, pasibaigus fermentavimui, paprastai pakyla į jauno alaus paviršių. Viršutinio rūgimo mielės išsiskiria savo ląstelių mažu dydžiu bei silpnu sugebėjimu flokuluoti [38]. Būtent dėl savo mažo dydžio šios mielės kartu su anglies dioksidu iškeliamos į misos paviršių. *Oatmeal stout* tipo alaus gamyboje naudojamos viršutinio rūgimo mielės (6 pav).



6 pav. Viršutinio rūgimo (*Saccharomyces cerevisiae*) mielės

Mielės dauginasi tiek lytiniu, tiek nelytiniu būdu. Nelytinis dauginimasis vyksta arba pumpuravimu arba ląstelės dalijimusi. Pumpuravimo metu motininė ląstelė dalijasi ir duoda pradžia dukterinėms ląstelėms, kurios yra mažesnės už motininę ląstelę. Kai dukterinės ląstelės subręsta, išaugina savo dukterines ląsteles. Dukterinės ląstelės nuo motininės ląstelės neatsiskiria – taip susidaro ląstelių grandinė. Kai vyksta dauginimasis dalijimosi būdu ląstelės pasidalija į dvi vienodas dukterines ląsteles. Iš pradžių dalijasi į dvi dalis ląstelės branduolio medžiaga. Po to per ląstelės vidurį išauga ląstelės sienelė. Taip susidaro dvi ląstelės, kurios išsiskiria ir pradeda savarankišką gyvenimą. Lytinis dauginimasis įvyksta, kai susilieja dvi mielių ląstelės. Abi ląstelės, kurios lytiškai yra diferencijuotos, išaugina trumpas ataugėles. Jos suartėja. Sudaro jungiamąjį - konjugacinį kanalėlį. Per jį suartėja ląstelių branduoliai su juose esančia genetinė - paveldimąja medžiaga. Jie susilieja. Įvyksta lytinis aktas. Naujasis darinys dalijasi 2 ar 3 kartus. Pasigamina dažniausiai 4 ar 8 sporos, vadinamos askosporomis. Kiekviena askospora toliau jau dauginasi pumpuravimu [39].

Mielių cheminė sudėtis priklauso nuo mielių rasės, maitinimosi sąlygų. Mielių sausosios medžiagos sudaro apie 25% jų masės [40]. Jose nemažai baltymų, kuriuos sudaro skirtingos aminorūgštys (asparaginas, treoninas, serinas, glutaminas, prolinas, glicinas, alaninas, valinas, metioninas, izoleucinas, leucinas, tirozinas, fenilalaninas, histidinas, lizinas, argininas). Alaus mielių riebalus sudaro 25% stearino ir 75% palmitino rūgščių. Savo sudėtimi alaus mielių baltymai yra panašūs į gyvulinės kilmės baltymus [41]. Mielėse yra geležies, vario, mangano, cinko, sieros. Mielių gebėjimą fermentuoti misą apibūdina: prieš tai buvusi fermentacija (misos sudėtis, mielių kiekis ir jų rūšis, fermentavimo temperatūra, fermentavimo laikas, prisotinimas deguonimi, mielių norma, mielių nuėmimo būdas), mielių saugojimas po nuėmimo (trukmė, temperatūra, maišymas), mielių generacija (pirma generacija, senos generacijos), infekcija (bakterijos, laukinės mielės). Mielės naudojamos iki 10 generacijos. Mielių ląstelės įvertinamos pagal jų fermentavimo aktyvumą (cukrų pasisavinimo greitis, CO₂ išskyrimas, etanolio išskyrimo greitis, šilumos išsiskyrimas), gyvybingumą, sugebėjimą daugintis, deguonies pasisavinimą. Pasirenkant atitinkamą mielių štamą negalima pamiršti apie mielių alui suteikiamą specifinį skonį [13]. Stout gamyboje naudojamos mielių rūšys pateikiamos 14-oje lentelėje.

14 lentelė. *Stout* alaus gamyboje naudojamos mielių rūšys ir jų savybės


Mielės	Flokuliacija	Atenuacija, %	Fermentavimo temperatūra, °C
<i>American Ale</i> 1056	Žema/vidutinė	73-77	16-22
<i>American Ale</i> II 1272	Vidutinė	72-76	16-22
<i>British Ale</i> 1098	Vidutinė	73-75	17-22
<i>British Ale</i> II 1335	Aukšta	73-75	17-24
<i>Irish Ale</i> 1084	Vidutinė	71-75	17-22
<i>London Ale</i> III 1318	Aukšta	71-75	18-23

Projektuojamo *Oatmeal stout* gamyboje bus naudojamos skystos *Irish Ale 1084* mielės. Tiekėjas – *Wyeast Laboratories, Inc.* (JAV). Skystos mielės yra labai jautrios šviesos ir šilumos poveikiui, tad turi būti laikomos šaldytuve. Mielų galiojimo laikas yra apie 6 mėnesiai, nes per mėnesį net ir laikant šaldytuve miršta apie 20% mielių ląstelių [42].

1.5. Nesalyklinės grūdinės žaliavos

Nesalyklinės grūdinės žaliavos – grūdinės žaliavos, naudojamos alaus gamybai be išankstinio sudaiginimo, ryžių, kukurūzų, žirnių ar kitos kruopos, grūdų krakmolos ar krakmolo sirupai, gauti fermentavimo būdu [11]. Alaus gamyboje užmaišymo metu naudojama iki 30% šių priedų. *Oatmeal Stout* alaus gamyboje naudojami avižų dribsniai. Pagal įvairias receptūras avižų dribsnių gali būti dedama nuo 5 iki 30%. Daugiau nei 30% dėti nerekomenduojama, nes atsiranda papildomas, nemalonus kartumas, padidėja tankis. Pagal projektuojamo *Oatmeal stout* alaus receptūrą avižinių dribsnių (*Flaked oats*) bus dedama 9,8 %. Avižiniai dribsniai yra gaminami iš avižų kruopų, kurios pirmiausia yra išvalomos nuo priemaišų, kondicionuojamos, tada suspaudžiamos presu. Dribsnių paruošimo metu įvyksta krakmolo kleistrerizacija, todėl avižų dribsniai gali būti dedami tiesiai į mentalo užmaišymo katilą, kartu su sumaltu salyklu. Dribsnius malti nėra būtina, bet galima tai daryti, jei taip bus lengviau juos įvesti į gamybą. Avižų dribsniai suteikia saldų skonį alui, net ir naudojant mažais kiekiais [43]. Avižų dribsnių (*Flaked oats*) rodikliai pateikiami 15-oje lentelėje.

15 lentelė. Projektuojamo *Oatmeal stout* alaus gamyboje naudojamų avižinių dribsnių (*Flaked oats*) rodikliai

Žaliava	Drėgnis w, %	Ekstraktingumas, %	Spalva, EBC vnt.	Tankis g/cm ³	Išvaizda
Avižiniai dribsniai (<i>Flaked oats</i>)	9	70	3,8	1,033	

Avižinių dribsnių (*Flaked oats*) tiekėjas – „*Castle Malting*®“ (Belgija). Jie sandėliuojami palaikant vidutinę, ne aukštesnę nei 22°C temperatūrą, drėgmės kiekis negali viršyti 35%. Laikant tinkamomis sąlygomis galioji trukmė yra iki 2 metų [30].

1.6. Nesalyklinės cukrinės žaliavos

Nesalyklinės cukrinės žaliavos – įvairių rūšių cukrūs, įskaitant invertuotąjį cukrų ir gliukozę, negrūdinio krakmolo sirupas, gautas fermentiniu būdu, natūralus medus [11]. Šios žaliavos naudojamos sufermentuojamo ekstrakto kiekiui padidinti. Remiantis pateikta bakalaurinio darbo užduotimi, *Oatmeal stout* alaus su medaus priedu gamybai bus naudojamas poliflorinis (daugiarūšis) pievų medaus.

Medus – saldi medžiaga, naminių bičių (*Apis mellifera*) gaminama iš augalų nektaro, augalų gyvųjų dalių išskyrų arba ant augalo gyvųjų dalių likusių augalais mintančių vabzdžių išskyrų, kurias bitės surenka, perdirba, papildydamos specifinėmis savo medžiagomis, sunėša į korius,

padaeda išgarinti drėgmę ir palieka koriuose subręsti [44]. Medus pagal gamybos būdą yra skirstomas į natūralų ir dirbtinį medų. Natūralus bičių medus – bičių surinktas ir perdirbtas augalų nektaras bei lipčius. Medų bitės pagamina iš žieduose surinkto nektaro. Bičių apdirbtas nektaras supilamas į korius, subręsta ir gaunamas medus. Dirbtinis medus yra gaminamas iš cukraus pridodant natūralaus medaus ir medaus esencijos [45]. Natūralaus medaus klasifikacija [44]:

1. Pagal botaninę kilmę:

- Žiedų medus. Medus gautas iš augalų nektaro. Žiedų medus gali būti monoflorinis (vienarūšis) – medus sunėštas iš vienos rūšies augalų žiedų nektaro (liepų, grikių, dobilų). Poliflorinis (daugiarūšis) medus sunėštas iš įvairių pievų žydinčių augalų, miško ir vaismedžio žiedų nektaro.
- Lipčiaus medus. Medus gautas iš augalais mintančių vabzdžių išskyrų, likusių ant augalų gyvųjų dalių arba iš augalų gyvųjų dalių.

2. Pagal gamybos būdą:

- Korinis medus – medus, užakuotame koryje.
- Medus su korio gabaliukais – medus, kuriame yra korinio medaus gabaliukų.
- Nuvarvėjęs medus – nuo korių nuvarvėjęs medus.
- Išsuktas medus – medus, gaunamas medsukyje sukant atakuotus korius be perų.
- Išspaustas medus – medus, gaunamas presuojant korius be perų.
- Filtruotas medus – medus iš kurio pašalintos žiedadulkės.
- Konditerinis medus – medus, naudojamas kaip sudedamoji dalis kituose maisto produktuose. Gali būti pakaitintas arba pradėjęs fermentuotis, todėl gali turėti pašalinį skonį ar kvapą nebūdingą natūraliam medui.

Medų sudaro vanduo (apie 81%) ir sausosios medžiagos (apie 19%). Cukraus kiekiui įtakos turi dirva ir klimato sąlygos bei žiedų amžius. Meduje yra žmogaus organizmui reikalingų mineralinių medžiagų: geležies, kalio, kalcio, magnio, natrio, vitaminų B₁, B₂, C, PP ir pantoteno rūgšties [45]. Pagrindiniai medaus sudėties rodikliai pateikiami 16-oje lentelėje.

16 lentelė. Medaus sudėties rodikliai

Rodiklis	Vertė
Fruktozės ir gliukozės kiekis nektaro meduje	Ne mažiau kaip 60g/100g
Bendras sacharozės kiekis	Ne daugiau kaip 5g/100g
Bendras drėgmės kiekis	Ne daugiau kaip 20 %
Bendras vandenyje netirpių medžiagų kiekis	Ne daugiau kaip 0,1g/100g
Bendras laisvųjų rūgščių kiekis	ne daugiau kaip 50 mekv/kg (miliekvivalentų kilograme);
Bendras hidroksimetilfurfurolo kiekis meduje	Ne daugiau kaip 40 mg/100g

Alaus gamyboje galima rinktis bet kokios rūšies medų, priklausomai nuo pageidaujamo gauti skonio. Dažniausiai naudojamos medaus rūšys aptartos ir palygintos 17-oje lentelėje.

17 lentelė. Alaus gamyboje naudojamo medaus rūšys ir jų savybės.

Medaus rūšis	Įtaka
Dobilų, liucernų medus	Suteikia lengvą aromatą alui. Yra šviesios spalvos, tad tinkami daugeliui šviesių alaus rūšių.
Aviečių, šalavijų medus	Turi specifinį, šiems augalams būdingą skonį, ypač tinkami naudoti eliams.
Mėlynių, pievų medus	Yra tamsesnė nei anksčiau išvardinti, turintys stiprų vaisių paskonį, puikiai dera su šviesiais eliais ir stautais.
Grikių medus	Yra tamsiausios spalvos ir stipriausio skonio iš visų, tinkamas stautams ir porteriams.

Projektuojamo *Oatmeal stout* alaus su medaus priedu gamybai bus naudojamas poliflorinis (pievų) medus, kurio pagrindiniai fizikiniai ir cheminiai rodikliai yra pateikti 18-oje lentelėje. Poliflorinio (pievų) medaus juslinės savybės:

- Spalva. Medaus spalvinė gama gana plati (7 pav.) ir išmatuojama pagal *Pfund* skalę [46]. Pagal šią skalę pievų medaus spalva svyruoja nuo labai šviesios gintaro spalvos iki šviesios gintaro spalvos. Matuojant spalvą *Pfund* skalėje sužinomas ir optinis tankis. Pievų medaus optinis tankis (0,595 - 1,389).



7 pav. Pievų medaus spalva pagal *Pfund* skalėje [47]

- Kvapas – priklauso nuo meduje esančių eterinių aliejų. Kvapas silpsta kai medus pradeda rūgti, yra kaitinamas, ilgai laikomas. Pievų medui būdingas lengvas, saldus kvapas.
- Skonis – visų bičių medaus rūšių skonis maloniai saldus su silpnu rūgštumo prieskoniu, kuris priklauso nuo botaninės kilmės.
- Konsistencija – medaus konsistencija priklauso nuo medaus cheminės sudėties, laikymo trukmės, laikymo sąlygų, kristalizacijos laipsnio. Šviežias medus yra skystas. Vėliau prasideda kristalizacijos procesas, medaus klampumas padidėja. Medaus kristalizacija yra natūralus procesas ir nebloginą medaus sudėties [48].

18 lentelė. Projektuojamo *Oatmeal Stout* alaus gamybai naudojamo poliflorinio (pievų) medaus fizikiniai ir cheminiai rodikliai

Rodiklis	Vertė
Bendras drėgmės kiekis	17,5 %
Bendras fruktozės ir gliukozės kiekis	85,4 %
Bendras sacharozės	1,5 %
HMF (hidroksimetilfurfurolo) kiekis	6,7 mg/100 g
Prolino kiekis	350 mg
Elektrinis laidumas	0,23 mS/cm

Medus turi būti laikomas stiklinėje sandariai uždarytoje taroje, tamsioje, švarioje, gerai ventiliuojamoje patalpoje, apsaugotoje nuo nuodingų, dulkančių ir kvapus skleidžiančių medžiagų, 10-15°C temperatūroje, oro drėgmė turi būti ne didesnė kaip 60-70%. Medaus galiojimo laikas iki 1 metų [45]. Medus bus perkamas iš UAB „Medaus pirkliai“ (Lietuva).

1.7. Pagalbinės medžiagos






Projektuojamo *Oatmeal stout* alaus gamybai naudojamos šios pagalbinės medžiagos: kalcio chloridas, pieno rūgštis, kizelgūras. Kalcio chloridas apsaugo fermentus nuo suardymo, reikalingas baltymų koaguliacijai virimo katilė, mielių nusėdimui fermentacijoje. Esant nepakankamai kalcio jonų koncentracijai, aluje susidaro kalcio oksalato kristalai. Pieno rūgštis reikalinga pH terpeje reguliavimui (pH vertė labai svarbi fermentų veikimui mentalo užmaišymo procese, o vėliau ir

fermentacijoje) [13]. Kalcio chlorido ir pieno rūgšties tiekėjas – „Home Brew West“, Airija. Kizelgūras (diatomitinė žemė) pagamintas iš prieš milijonus metų jūros dugne suakmenėjusių dumblių. Dėl savo porėtumo ir skirtingo pralaidumo ši filtravimo medžiaga yra viena iš efektyviausių ir naudojama kizelgūriniuose filtruose daugelyje pramonės šakų. Ji netirpi, turi neutralų skonį ir kvapą. Ši filtravimo medžiaga taip pat yra ir labai gryna. Natūralioje būsenoje kizelgūras yra sudarytas iš daugiau nei 80-90% beveik visiškai inertiško silicio oksido (SiO₂). Kizelgūro tiekėjas – UAB „Tumosa ir partneriai“ (Vilnius, Lietuva). Visas pagalbines alaus gamybos medžiagas reikia laikyti sausoje, gerai vėdinamoje patalpoje, originaliose pakuotėse, saugoti nuo tiesioginių saulės spindulių ir karščio [49].

II. NAGRINĖJAMO PRODUKTO CHARAKTERISTIKA: JUSLINIAI, FIZIKINIAI CHEMINIAI IR MIKROBIOLOGINIAI RODIKLIAI, MAISTINĖ VERTĖ

Remiantis pateikta bakalaurinio darbo užduotimi, per metus bus pagaminama 500000 litrų *Oatmeal Stout* alaus „*Oatmeal Stout Classic*“ ir 250000 litrų alaus su poliflorinio (daugiarūšio) pievų medaus priedu „*Oatmeal Stout Honey*“. *Oatmeal Stout* alus – tai *ale* stiliaus (viršutinės fermentacijos) alus, išsiskiriantis savo skoniu, aromatu ir išvaizda. [50]. *Oatmeal stout* tipo alus geriamas atšaldytas iki 7-12 °C temperatūros. Šiam alui degustuoti skirti taurių pavyzdžiai pateikti 19-oje lentelėje.

19 lentelė. *Stout* tipo alaus degustacinės taurės

Taurė	Įtaka alaus juslinėms savybėms
	Didelė, storo stiklo taurė. Dėl siauro taurės dugno anglies dioksido burbuliukai lėtai išsiskiria ir tolygiai pasiskirsto aluje.
	Praplatėjimas taurės viršuje leidžia susidaryti itin tvirtai ir stabiliai putai.
	Didelis bokalo plotas leidžia pasisklaidyti anglies dioksido burbuliukams, taip iškart atskleidžiant visą alaus aromatą.
	Taurės forma sulaiko kvapiuosius alaus junginius, leidžia jiems atsiskleisti palengva.
	Ypatinga taurės forma palengva atskleidžia <i>Stout</i> alaus sudėtingą aromatą, viršuje susiformuoja būdinga standi, kreminė puta.

Projektuojamo *Oatmeal stout* alaus „*Oatmeal stout Classic*“ ir alaus su poliflorinio (daugiarūšio) pievų medaus priedu „*Oatmeal Stout Honey*“ fizikiniai, cheminiai bei jusliniai rodikliai pateikiami 20-oje lentelėje, maistinė ir energinė vertės – 21 lentelėje.

20 lentelė. *Oatmeal stout* alaus „*Oatmeal stout Classic*“ ir alaus su poliflorinio (daugiarūšio) pievų medaus priedu „*Oatmeal Stout Honey*“ fizikiniai, cheminiai ir jusliniai rodikliai

Rodikliai	„ <i>Oatmeal Stout Classic</i> “	„ <i>Oatmeal Stout Honey</i> “
Sausųjų medžiagų kiekis pradinėje misoje (pradinis ekstraktas), masės proc.	12	12
Faktinė etilo alkoholio koncentracija	4,8	4,8
Spalva EBC vnt.	19	19

20 lentelė. Tęsinys

Rodikliai	„Oatmeal Stout Classic“	„Oatmeal Stout Honey“
pH vertė arba rūgštingumas, cm ³ 1M NaOH tirpalo 100 cm ³ alaus;	5,2	5,2
anglies dioksido kiekis buteliuose, g/dm ³ ;	4,8	4,8
Skonis	Skonis saldus, salykklais ir avižiniai dribsniai suteikia riešutų, šokolado, kavos skonį. Apynių kartumas turėtų būti vidutinis, derėti su parinktais salyklais. Vaisių ir diacetilo skonio turi nesijausti. Alus su medumi yra saldesnis.	
Aromatas	Lengvas skrudintų grūdų kvapas, su kavos prieskoniu. Stipriausią aromatą suteikia salyklai, Lengvas avižų kvapas nėra privalomas, bet labai pageidaujamas. Alus su medumi turi švelnų medaus aromatą.	
Išvaizda	Nuo tamsiai rudos iki juodos spalvos, stora, tvirta, standi kreminė – rudos spalvos puta. Tirštas, gali būti šiek tiek drumstas nors ir yra filtruojamas	

Alaus gamybos procese laikantis nustatytų procesų sąlygų, taisyklingai vykdant sanitarines programas patogeninių mikroorganizmų augimas gali būti kontroliuojamas, nes jų augimą riboja pH, apyniai, maisto medžiagų trūkumas, deguonies trūkumas, didelis angliarūgštės kiekis, didelis alkoholio kiekis, žema temperatūra, be to alus yra pasterizuojamas, žūva visa nepageidaujama mikroflora. Nesilaikant mentalo užmaišymo, misos virimo temperatūrų, blogai išplovus katilus gali augti misą gadinantys mikroorganizmai, tokie kaip pienarūgštės bakterijos (*Lactobacillus*) gaminančios pieno rūgštį ir diacetilą, actarūgštės bakterijos (*Acetobacter*), koliforminės bakterijos (*Escherichia coli*), *Hafnia*, *Pectinatus* gamina pieno, acto rūgštis, sieros junginius, laukinės mielės. Nekontroliuojant šių m/o dauginimosi sumažėja pH, sulėtėja fermentacija, atsiranda pašalinis skonis, alus susidrumščia. *Hafnia* gali būti nuimta kartu su mielėmis, sugadinti tolimesnes fermentacijas. *Hafnia* gamina sulfidą, aukštesnius alkoholius, diacetilą – visi šie junginiai suteikia alui nemalonų, nepageidaujamą, sunkų specifinį skonį ir kvapą. Energinga fermentacijos pradžia stabdo m/o dauginimąsi, nes mielėms intensyviai veikiant greičiau suvartojamas deguonis, krinta pH [13].

Oatmeal stout alaus „Oatmeal stout Classic“ ir alaus su poliflorinio (daugiarūšio) pievų medaus priedu „Oatmeal Stout Honey“ maistinė ir energetinė vertė pateikiama 21-oje lentelėje.

21 lentelė. *Oatmeal stout* alaus „Oatmeal stout Classic“ ir alaus su poliflorinio (daugiarūšio) pievų medaus priedu „Oatmeal Stout Honey“ maistinė ir energetinė vertė

Rodiklis	Oatmeal Stout Classic	Oatmeal Stout Honey
Alkoholio koncentracija	4,8	4,8
Riebalai	0 g	0 g
Angliavandeniai	23,9 g	24,8
Baltymai	7,7 g	7,7004
Kalorijos	160 kcal (669 kJ)	164 kcal (686 kJ)

Alaus energinė vertė apskaičiuojama pagal formulę:

$$E = 4 * x_1 + 9 * x_2 + 4 * x_3 + 7 * x_4, kcal \quad (1)$$

čia: x_1, x_2, x_3, x_4 – baltymų, riebalų, angliavandenių, alkoholio kiekiai 100 g produkto, %.

$$E_{O.S.C} = 4 * 7,7 + 9 * 0 + 4 * 23,9 + 7 * 4,8 = 160, kcal$$

$$E_{O.S.H} = 4 * 7,7004 + 9 * 0 + 4 * 24,8 + 7 * 4,8 = 164, kcal$$

Alus ženklina pagal Lietuvos higienos normos HN119:2002 „Maisto produktų ženklinimas“ [51]. Alaus etiketėje ar kitu būdu pateikiamame apibūdinime turi būti ši privalomoji informacija: alaus kategorija (alus); grynasis kiekis, litrais (*Oatmeal Stout Classic* – 0,5 l ir *Oatmeal Stout Honey*

– 0,33 l); faktinė etilo alkoholio koncentracija, tūrio proc. (*Oatmeal stout Classic* – 4,8 %; ir *Oatmeal Stout Honey* – 4,8%); sudedamųjų dalių (ingredientų) sąrašas (*Oatmeal stout Classic* – vanduo, miežių salyklas, apyniai; *Oatmeal Stout Honey* – vanduo, miežių salyklas, apyniai, medus); gamintojas ir kilmės šalis (Lietuva); minimalus tinkamumo vartoti terminas; laikymo sąlygos [11]. Etikečių pavyzdžiai projektuojamiems gaminiams pateikti 8 pav.



A B
8 pav. Pavyzdinės „*Oatmeal stout Classic*“ (A) „*Oatmeal Stout Honey*“ (B) etiketės

III. TIRIAMOJO DARBO REZULTATAI IR IŠVADOS

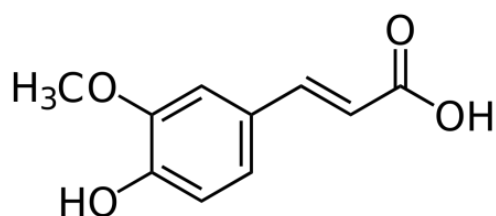
3.1. Literatūros apžvalga

Salyklojus yra kietos atliekos gaunamos alaus daryklose po mentalo užmaišymo, atskyrus misą. Salyklojaus sudėtis gali kisti priklausomai nuo miežių veislės, salyklo tipo, salyklo paruošimo ir mentalo užmaišymo sąlygų ir alaus rūšies. Salyklojus yra sudarytas iš baltymų (apie 31% sauso produkto masės), pentozanų (apie 19%), lignino (apie 16%) krakmolo ir β-gliukanų (12%), celiuliozės (9%), riebalų (9%) ir pelenų (4%). Šios alaus gamybos atliekos dažniausiai panaudojamas kaip pašaras gyvuliams, nes turi daug baltymų ir skaidulinių medžiagų [52]. Pašaras gali būti naudojamas tiek šlapias salyklojus iškart iš gamyklos, tiek kaip sausas priedas. Pritaikius atitinkamas apdorojimo operacijas salyklojus gali būti panaudojamas kuro, popieriaus, statybinių medžiagų gamyboje, kaip absorbentas [53]. Salyklojuje taip pat yra vitaminų – biotino (0,1 ppm), cholino, folio rūgšties (0,2 ppm), niacino (44 ppm), pantoteno rūgšties (8,5 ppm), riboflavino (1,5 ppm), tiamino, piridoksino (0,7 ppm); mineralų – kalcio, kobalto, vario, geležies, magnio, mangano, fosforo, kalio, seleno, natrio, sieros – visų koncentracijos neviršija 0,5 proc.; amino rūgščių – leucino, valino, alanino, serino, glicino, glutamino ir aspartamo rūgščių, tirozino, prolino, treonino, arginino, lizino. Taip pat, priklausomai nuo pradinės salyklo sudėties galima rasti ir cisteino, histidino, izoleucino, metionino, fenilalanino, triptofano [54]. Dėl šių priežasčių salyklojus taip pat gali būti panaudojamas ir maisto pramonėje, pavyzdžiui, kaip priedas užkandžių, pilno grūdo duonos, biskvitų ar kitus kepinių gamyboje. Tačiau, šiuo atveju yra svarbu įvertinti salyklojaus spalvą bei baltymų kiekį ir šių parametru įtaką tešlos reologinėms savybėms ir gaminio juslinėms charakteristikoms.

Salyklojus, atskyrus misą, turi 77-81% drėgmės. Dėl didelio drėgmės ir fermentuojamų cukrų kiekio salyklojus yra nestabili ir greitai gendanti medžiaga. Yra pasiūlyta keletas metodų kaip salyklojų išlaikyti nesugedusį ilgesnį laiką: sumaišius salyklojų su vandeniniais pieno, skruzdžių ar acto rūgščių tirpalais, supakavus į plastikinę tarą nepakitusios kokybės salyklojų galima išlaikyti iki 3 mėnesių. Kitas būdas – džiovinimas. Džiovinimo metu ne tik išsaugomos visos teigiamos salyklojaus savybės, bet ir sumažėja jo tūris, dėl ko jį yra lengviau transportuoti. Gali būti taikomas paprastas džiovinimas (ne aukštesnėje nei 60°C, nes ją viršijus atsiranda papildomas, nemalonus skonis) arba liofilizacija (džiovinimas šalčiu). Norint panaudoti salyklojų kepinių prieduose jis turi

būti išdžiovintas ir sumaltas [19]. Salyklojaus cheminė sudėčiai nustatyti yra atlikta nemažai tyrimų, tačiau mikrobiologiniu atžvilgiu žinoma ne daug. Dėl didelio drėgmės, angliavandenių, baltymų kiekio salyklojus yra gera terpė mikroorganizmas augti, bet tačiau tik tokiu atveju jei jis ilgai bus neapdorotas (išdžiovintas, atšaldytas). Jei atskyrus salyklojų jis greitai bus apdorotas, jei buvo naudotas neužkrėstas salykklas ir jei gamykloje taisyklingai laikomasi higienos taisyklių, pavojus dėl užterštumo patogenais atsirasti neturėtų [55].

Salyklojus taip pat yra geras fenolinių junginių (įskaitant fenolines rūgštis ir flavanoidus) šaltinis, kurie, kartu su arabinoksilanais, baltymų izoliatais, įvairiais fermentacijos ir hidrolizės produktais produktais bei fitosteroliais, gali būti panaudoti kaip natūralūs maisto priedai, turintys antioksidacinių savybių [56]. Antioksidantai – medžiagos, kurios prailgina maisto produktų galiojimo terminą ir apsaugo juos nuo gedimo, kurį sukelia oksidacija, pavyzdžiui, riebalų gaižumo ir spalvos pakitimų [57]. Antioksidantai yra skiriami į pirminius (sulėtina arba stabdo iniciacijos žingsnį, nutraukia grandininę reakciją ir antrinius (daugiafunkciniai antioksidantai, galintys veikti laisvųjų radikalų reakcijų stadijas) [58]. Laisvuojamu radikalumu vadinama bet kuri atomų ar molekulių rūšis, turinti nesuporuotų elektronų. Laisviesiems radikalams būdingas didelis cheminis reaktyvumas (jie linkę prisijungti arba atiduoti elektronus – redukuotis arba oksiduotis). Antioksidantai atiduoda laisviesiems radikalams savo elektronus, taip juos neutralizuodami. Daugelis iš maisto produktų sudėtinių komponentų, tokių kaip lipidai, baltymai, pigmentai, aromatiniai junginiai, šviesos, deguonies, metalų jonų poveikyje oksiduojasi. Oksidacija yra pagrindinė maisto skonį, spalvą, tekstūrą gadinanti priežastis, be to maistas netenka mitybinės vertės arba netgi gali tapti nuodingas. Dažniausiai, siekiant išvengti ir/ar kontroliuoti oksidacinio gedimo procesų eigą, maisto produktai yra gaminami papildomai pridedant natūralių ir/ar sintetinių antioksidantų. Pagrindiniai maisto pramonėje naudojami sintetiniai antioksidantai yra butilhidroksitoluenas (BHT, naudojamas kramtomosios gumos, riebalų gamyboje), butilhidroksianizolis (BHA, naudojamas kramtomosios gumoje, traškučiuose, sriubose, padažuose, bulvių ir konditerijos gaminiuose, aliejuje, riešutuose, neleidžiamas kūdikių maiste), propilgalatas (PG, naudojamas sriubose, padažuose, bulvių gaminiuose, kramtomosios gumoje, pieno milteliuose, aliejuje, margarine), tertbutilhidrochinonas (TBHQ). Maisto produktuose šie antioksidantai gali būti naudojami tiek vieni, tiek mišiniuose, tačiau bendras jų kiekis negali viršyti 200 mg/l ar 200 mg/kg [57]. Kadangi pastaruoju metu yra pateikiama duomenų apie sintetinių antioksidantų neigiamą poveikį žmogaus sveikatai (pvz., kraujotakos sutrikimai, padidėjęs cholesterolio kiekis, kancerogeninis poveikis) [59], todėl šie maisto priedai yra vis mažiau pageidaujami vartotojų ir vis dažniau siekiama juos pakeisti natūraliais antioksidantais, pvz. vitaminu E, glutationu, askorbo rūgštimi, β-karotenais, seleno ir įvairiais fenoliniais junginiais [60]. Fenoliniai junginiai, kurių molekulinė struktūra būdinga nuo vieno iki kelių aromatinių žiedų su viena arba keletu funkcinėmis hidroksilo grupėmis, skirstomi į 5 klases [61, 62]: fenolinės rūgštys (hidroksibenzenkarboksirūgštys ir hidroksicinamono rūgštys), flavonoidai (flavonoliai, flavonai, flavanoliai, flavanonai, antocianidinai, izoflavonoidai), stilbenai, kumarinai ir taninai Grūduose daugiausia fenolinių junginių yra sukaupiama aleurono sluoksnyje, tačiau jų randama ir gemale [62, 63]. Vienas svarbiausių fenolinių junginių randamų salyklojuje – ferulio rūgštis (9 pav.). Ferulio rūgštis turi daug fiziologinių funkcijų, įskaitant antioksidacinę, antimikrobinę, priešūždegiminę, priešvėžinę aktyvumą. Ši rūgštis taip pat apsaugo nuo koronarinės ligos, mažina cholesterolio kiekį. Dėl šių savybių ferulio rūgštis vis plačiau naudojama maisto, vaistų, kosmetikos pramonėse [62].



9 pav. Ferulio rūgštis

Augaluose fenoliniai junginiai dažniausiai randami konjuguoti su įvairiais mono- ar polisacharidais. Grūduose sujungti fenoliniai junginiai sudaro nuo 55 iki 89%. Netirpios formos fenoliniai junginiai yra kovalentiniais ryšiais prisijungę prie sienelių struktūrinių komponentų tokių kaip celiuliozė, hemiceliuliozė, ligninas, pektinai. Šie junginiai turi svarbią reikšmę grūdai augant, nes sudaro barjerą, kuris apsaugo gemalą nuo kenksmingų vabzdžių [64]. Yra įvairių sujungtų fenolinių junginių ekstrakcijos būdų. Dažniausiai naudojamas būdas gauti laisvos formos fenolinius junginius – šarminė ir/ar rūgštinė hidrolizė (svarbiausi parametrai proceso optimizavimui: rūgšties/šarmo koncentracija, laikas, temperatūra). Rūgštinės hidrolizės metu nutraukiami glikozidiniai ryšiai, atsiranda tirpių cukrų, tačiau esteriniai ryšiai praktiškai lieka nepažeisti. Jei rūgštinė hidrolizė vykdoma aukštoje temperatūroje, gaunami fenolinių junginių nuostoliai. Šarminės hidrolizės metu fenoliniai junginiai yra išekstrahuojami geriau, išvengiama jų nuostolių. Šarminė hidrolizė nutraukia esterinius ryšius, jungiančius fenolines rūgštis prie ląstelių sienelių. Fenolinių junginių išskirimui galima taikyti inovatyvius pagreitinotos ekstrakcijos skirtingo poliškumo tirpikliais būdus. Proceso efektyvumas priklauso nuo ekstrakcijos laiko, temperatūros, pasirinkto tirpiklio. Kitos hidrolizės ir ekstrakcijos rūšys – hidrolizė, naudojant ultragarsą ar infraraudonuosius spindulius. Šių elektromagnetinių bangų pagalba karštis pasiekia bandinio vidurį ir nutraukia fenolinių junginių (flavonoidų, taninų) kovalentinius ryšius. Hidrolizė gali būti vykdoma ir elektriniame lauke. Skleidžiant didelės įtampos elektrinius pulsus, didėja augalų audinių poringumas, lengviau nutraukiami ryšiai tarp fenolinių junginių ir sienelės audinių [64].

Su ląstelių sienelių struktūriniais komponentais sujungti fenoliniai junginiai gali būti išskiriami ir apdorojant slyklojų įvairiais fermentiniais preparatais, pavyzdžiui, Viscozyme®L (sudėtinis fermentinis karbohidrazės preparatas, į kurio sudėtį įeina celiulazė, hemiceliulazė, ksilaninė galinčios hidrolizuoti augalų sienelėse esančius polisacharidus). Fermento aktyvumas priklauso nuo jo kiekio, inkubacijos periodo, temperatūros, pH. [65]. Fermentinis Viscozyme®L preparatas yra plačiai naudojamas išskirti ekstraktus iš daržovių, uogų, grūdų. Skaidydamas krakmolą nesudarančius polisacharidus, krakmolą tampa lengviau hidrolizuojamas, o vėliau ir fermentuojamas. Sumažina celiuliozinių ekstraktų klampumą, tampa lengviau juos tirti [66]. Šio tiriamojo darbo tikslas – įvertinti pagrindinių alaus gamybos atliekų – slyklojaus – apdorojimo fermentiniu preparatu Viscozyme®L galimybes nustatant skystosios frakcijos (ekstrakto) išėigą bei, pritaikius QUENCHER procedūrą, kietosios frakcijos *in vitro* radikalų sujungimo gebą DPPH ir ABTS metodais, geležies (Fe^{3+}) redukcinę gebą FRAP metodu ir bendrą fenolinių junginių kiekį Folin-Ciocalteu's metodu bei (2) palyginti gautus rezultatus su kitų tyrėjų duomenimis.

3.2. Tyrimų objektai ir metodai

3.2.1. Medžiagos ir priemonės

2,2-Difenil-1-pikrilhidrazilhidratas (DPPH, laisvasis radikalas, 95%), 6-hidroksi-2,5,7,8-tetrametilchroman-2-karboksirūgštis (TROLOKSAS, 97%), Folin & Ciocalteu's fenolinis reagentas

(2N), galo rūgštis (99%), mikrokristalinė celiuliozė (20 µm) ir Viscozyme®L (fermentinis aktyvumas > 100 FBGU/g) gauti iš Sigma-Aldrich (Belgija), FeCl₃·6H₂O (> 99 %) ir natrio acetatas (> 99 %) iš Acros Organics (Belgija), 2,4,6-tri(2-piridil)-s-triazinas (TPTZ) iš Fluka Analytical (Belgija), 2,2-azino-bis(3-etilbenzotriazolin-6-sulfoninės rūgšties)diamonio druska (ABTS, >98%), NaCl, KCl, Na₂HPO₄ ir K₂S₂O₈ iš Merck (Vokietija), KH₂PO₄ iš Jansen Chimica (Belgija), Na₂CO₃ (98%, bevandenis) iš RPL (Belgija), druskos rūgštis (35 – 38%) iš Chempur (Lenkija), acto rūgštis (99,8%) iš Lacnner (Čekija), metanolis iš Reacheme (Slovakija). Antioksidaciniam aktyvumui matuoti naudotos skaidrios Brand GMBH + Co KG (Vokietija) mikrolėkštelės.

3.2.2. Fermentinė hidrolizė ir bandinių paruošimas analizei

Prieš analizę salyklojaus mėginys (UAB „Švyturys-Utenos alus“, Klaipėda, Lietuva) buvo liofilizuotas (-50 °C, 0,5 mbar) sublimacinėje džiovykloje (Zirbus, Vokietija) ir susmulkintas iki 0,2 mm dydžio dalelių Retsch 2M 200 malūnu. Fermentinei hidrolizei atlikti į 250 ml centrifugavimo mėgintuvėlius buvo pasverta 10 g salyklojaus, įpilta 100 ml 0,05 mol/l natrio acetato buferinio tirpalo (pH 3,5) ir 0,6 ml Viscozyme®L (Fermento/Substrato santykis = 6% v/w arba 72 FBGU/10 g salyklojaus). Lygiagrečiai ruošti: kontrolinis bandinys 1 (10 g salyklojaus + 100 ml dist.H₂O), kontrolinis bandinys 2 (10 g salyklojaus + 100 ml buferinio tirpalo), tuščias bandinys 1 (100 ml buferinio tirpalo + 0,6 ml Viscozyme®L) ir tuščias bandinys 2 (100 ml buferinio tirpalo). Bandiniai buvo purtyti (800 rpm) 40°C temperatūroje 420 min (7 val.), išlaikyti 10 min. 90-100°C vandens vonioje fermentui inaktyvuoti, atšaldyti ir centrifuguoti (9000 aps./min., 10 min.). Atskirtų skystosios ir kietosios frakcijų bandiniai buvo liofilizuoti (-110 °C, 0,5 mbar) sublimacinėje džiovykloje ir laikyti šaldiklyje (-20 °C) iki analizės. Fermentu apdoroto bei kontrolinių bandinių skystosios frakcijos (ekstrakto) išgavos (g/100 g SM) buvo nustatytos gravimetriškai (± 0.001 g), įvertinus atitinkamus tuščių liofilizuotų bandinių svorius.

Antioksidacinio aktyvumo tyrimams kietosios frakcijos bandiniai buvo paruošti pagal Serpen *ir kt.* (2007) „QUENCHER“ metodiką [67]. Sumaišius 500 mg tiriamosios medžiagos su 500 mg mikrokristalinės celiuliozės buvo gautas pradinis mišinys, kurio koncentracija – 500 µg tiriamosios medžiagos/mg mišinio. Priklausomai nuo bandinių aktyvumo bendro fenolinių junginių kiekio (Folin-Ciocalteu’s), geležies (III) redukcijos (FRAP) bei DPPH ir ABTS radikalų sujungimo gebos nustatymo testuose, tyrimams buvo naudoti įvairūs pradinio mišinio skiediniai, kurių koncentracijos kito nuo 1 iki 20 µg tiriamosios medžiagos/mg mišinio (22 lentelė).

22 lentelė. Antioksidacinio aktyvumo metuose naudotos bandinių koncentracijų ribos

Bandiniai	Bandinių koncentracija, µg/mg mišinio			
	FC	FRAP	DPPH	ABTS
Salyklojus	100	50	50	10
Salyklojus + H ₂ O	100	50	50	10
Salyklojus + Buferis	100	50	50	10
Salyklojus + Viscozyme L	100	50	50	10

3.2.3. Bendro fenolinių junginių kiekio nustatymas Folin-Ciocalteu’s metodu

Bendras fenolinių junginių kiekis yra išmatuojamas pagal modifikuotą Singleton, Orthofer ir Lamuela-Raventos (1999) metodiką [68] ir išreiškiamas galo rūgšties ekvivalentais (GRE, mg galo rūgšties/g bandinio). Į mėgintuvėlius dedama 10 mg pradinio mišinio skiedinio (100 µg tiriamosios medžiagos/mg mišinio; 22 lentelė) arba 10 mg mikrokristalinės celiuliozės (kontroliniam bandiniui), įpilama 0,15 ml dist.H₂O ir 0,75 ml Folin-Ciocalteu’s tirpalo (0,1 ml Folin-Ciocalteu’s fenolinio reagento (2N)/ml dist. H₂O) ir, po 3 min. reakcijos, 0,6 ml Na₂CO₃ (75 g/l). Galo rūgšties

kalibracinei kreivei paruošti 10 mg mikrokristalinės celiuliozės sumaišoma su 0,15 ml galo rūgšties tirpalo (0-80 $\mu\text{g/ml}$ dist.H₂O) arba dist. H₂O (kontroliniam bandiniui), 0,75 ml Folin-Ciocalteu‘s tirpalo ir 0,6 ml Na₂CO₃ (75 g/l). Bandiniai purtomi 120 min., centrifuguojami (14000 aps./min., 5 min.), 0,3 ml centrifugato įpilama į mikrolėkštelę ir FLUOstar Omega reader (BMG Labtech, Ofenburgas, Vokietija) spektrofotometru matuojamas optinis tankis ($\lambda=760$ nm). Visi eksperimentai buvo kartoti po 4 kartus. Absorbcijos pokytis skaičiuojamas pagal 1 formulę, GRE vertė – pagal 2 ir 3 formules:

$$\Delta Abs_{FC} = A_B - A_0 \quad (2)$$

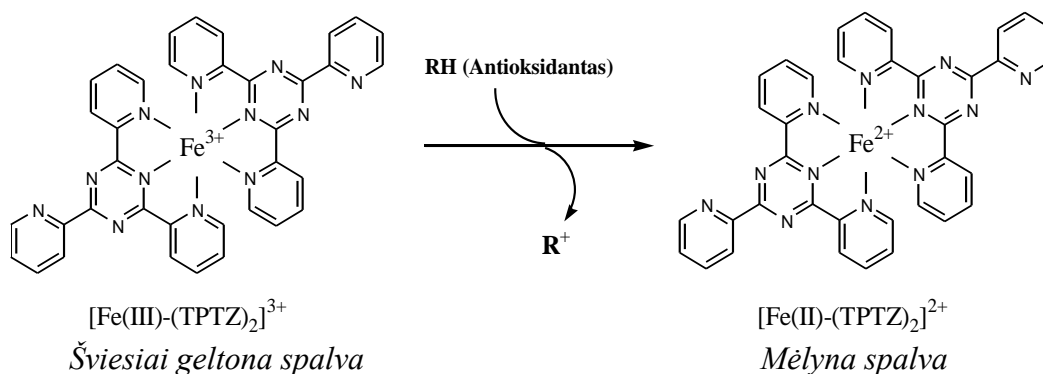
$$A_{FC} = x = \frac{y - 0,0016}{0,009} = \frac{\Delta Abs - 0,0016}{0,009} \quad (3)$$

$$GRE = \frac{0,15 \cdot A_{FC}}{c}, \text{ mg galo rūgšties/g bandinio} \quad (4)$$

čia: A_B – medaus bandinio optinis tankis; A₀ – kontrolinio bandinio optinis tankis; c – tiriamosios medžiagos kiekis 10 mg skiedinio, mg; A_{FC} – galo rūgšties koncentracija ($\mu\text{g/ml}$), skaičiuojama iš kalibracinės kreivės duomenų [$y = 0,009x + 0,0016$ ($R^2 = 0,9997$)].

3.2.4. Redukcinės gebos nustatymas FRAP metodu

Antioksidantų geba redukuoti geležies-2,4,6-tripiridil-s-triazino ([Fe(III)-(TPTZ)₂]³⁺) kompleksą į intensyviai mėlynos spalvos [Fe(II)-(TPTZ)₂]²⁺ kompleksą (10 pav.) yra išmatuojama spektrofotometriškai ($\lambda=593$ nm) pagal modifikuotą Benzie ir Strain (1996) metodiką [69]. Fe³⁺ jonų redukcinė geba yra išreiškiama Trolokso (vandenyje tirpi vitamino E forma) ekvivalentų antioksidaciniu aktyvumu (TEAG_{FRAP}, mg Trolokso/g bandinio).



10 pav. ([Fe(III)-(TPTZ)₂]³⁺ komplekso reakcijos su antioksidantu mechanizmas.

FRAP tirpalas ruošiamas sumaišant 10 ml TPTZ (10 mmol/l 40 mM HCl) tirpalo, 10 ml FeCl₃·6H₂O (20mM) ir 100ml 300 mM natrio acetato buferinio tirpalo (pH=3,6). Į mėgintuvėlius dedama 10 mg pradinio mišinio skiedinio (50 μg tiriamosios medžiagos/mg mišinio; 22 lentelė) arba 10 mg mikrokristalinės celiuliozės (kontroliniam bandiniui), įpilama 0,05 ml metanolio, 0,150 ml dist. H₂O ir 1,5 ml FRAP tirpalo. Kalibracinei kreivei paruošti 10 mg mikrokristalinės celiuliozės sumaišoma su 0,05 ml Trolokso tirpalo (0-700 $\mu\text{mol/l}$ metanolio) arba metanolio (kontroliniam bandiniui), 0,150 ml dist. H₂O ir 1,5 ml FRAP tirpalo. Bandiniai purtomi 37 °C 120 min., centrifuguojami (14000 aps./min., 5 min.), 0,3 ml centrifugato įpilama į mikrolėkštelę ir FLUOstar Omega reader (BMG Labtech, Ofenburgas, Vokietija) spektrofotometru matuojamas optinis tankis ($\lambda=593$ nm). Visi eksperimentai buvo kartoti po 4 kartus. Absorbcijos pokytis skaičiuojamas pagal 4 formulę, TEAG_{FRAP} vertė – pagal 5 ir 6 formules:

$$\Delta Abs_{FRAP} = A_B - A_0 \quad (5)$$

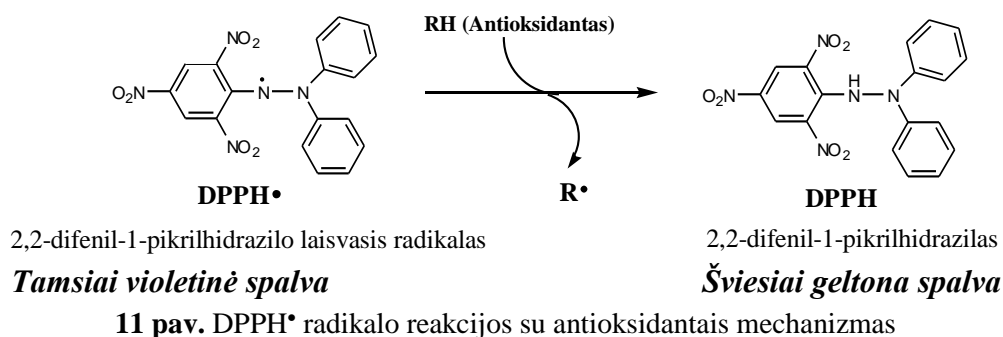
$$A_{FRAP} = x = \frac{y + 0,0167}{0,001} = \frac{\Delta Abs + 0,0167}{0,001} \quad (6)$$

$$TEAG_{FRAP} = \frac{0,05 \cdot A_{FRAP} \cdot 250,29}{c \cdot 1000}, \text{ mg Trolokso/g bandinio} \quad (7)$$

čia: A_B – mišinio su antioksidantu optinis tankis; A_0 – kontrolinio bandinio optinis tankis; c – tiriamosios medžiagos kiekis 10 mg skiedinio, mg; A_{FRAP} – Trolokso koncentracija (μM), skaičiuojama iš kalibracinės kreivės duomenų [$y = 0,001x - 0,0167$ ($R^2 = 0,9980$)].

3.2.5. Radikalų sujungimo gebos nustatymas DPPH metodu

DPPH• laisvųjų radikalų sujungimo geba išmatuojama spektrofotometriškai pagal modifikuotą Brand-Williams, Cuvelier ir Berset (1995) metodiką [70] ir išreiškiama Trolokso ekvivalentų antioksidaciniu aktyvumu ($TEAG_{DPPH}$, mg Trolokso/g bandinio). 2,2-Difenil-1-pikrilhidrazilhidratas (DPPH) yra stabilus, poliniuose organiniuose tirpikliuose (pvz., metanolyje, etanolyje) tirpus azoto radikalas. Bandymų metu reakcijose su antioksidantais, galinčiais atiduoti vandenilio joną ar elektroną, DPPH• radikalas yra redukuojamas (11 pav.), o spalvos pokytis (iš intensyvios violetinės į geltoną) išmatuojamas spektrofotometru esant 515-520 nm bangos ilgiui.



Į mėgintuvėlius dedama 10 mg pradinio mišinio skiedinio (50 μg tiriamosios medžiagos/mg mišinio; 22 lentelė) arba 10 mg mikrokristalinės celiuliozės (kontroliniam bandiniui), įpilama 0,5 ml metanolio ir 1 ml darbinio DPPH• tirpalo [$\sim 89,7 \mu\text{mol/l}$ metanolio, $A_{517} = 0,800 \pm 0,005$ ($\lambda = 517 \text{ nm}$)]. Kalibracinei kreivei paruošti 10 mg mikrokristalinės celiuliozės sumaišoma su 0,5 ml Trolokso tirpalo (0-60 $\mu\text{mol/l}$ metanolio) arba metanolio (kontroliniam bandiniui) ir 1 ml darbinio DPPH• tirpalo. Bandiniai purtomi tamsoje 120 min., centrifuguojami (14000 aps./min., 5 min.), 0,3 ml centrifugato įpilama į mikrolėkštelę ir FLUOstar Omega reader (BMG Labtech, Ofenburgas, Vokietija) spektrofotometru matuojamas optinis tankis ($\lambda = 517 \text{ nm}$). Visi eksperimentai buvo kartoti po 4 kartus. DPPH radikalo sujungimo geba skaičiuojama pagal 7 formulę, $TEAG_{DPPH}$ vertė – pagal 8 ir 9 formules:

$$DPPH_{\text{sujungimas}} = \left[\frac{A_0 - A_B}{A_0} \right] * 100, \% \quad (8) \quad A_{DPPH} = x = \frac{y - 3,1887}{1,4495} = \frac{DPPH_{\text{sujungimas}} - 3,1887}{1,4495} \quad (9)$$

$$TEAG_{DPPH} = \frac{0,5 \cdot A_{DPPH} \cdot 250,29}{c \cdot 1000}, \text{ mg Trolokso/g bandinio} \quad (10)$$

čia: A_0 – kontrolinio bandinio optinis tankis; A_B – mišinio su antioksidantu optinis tankis; c – tiriamosios medžiagos kiekis 10 mg skiedinio, mg; A_{DPPH} – Trolokso koncentracija (μM), skaičiuojama iš kalibracinės kreivės duomenų [$y = 1,5567x - 1,8754$ ($R^2 = 0,9981$)].

3.2.6. Radikalų sujungimo gebos nustatymas ABTS^{•+} metodu

ABTS^{•+} laisvųjų radikalų sujungimo geba išmatuojama spektrofotometriškai pagal modifikuotą Re ir kt. (1999) metodiką [71] ir išreiškiama Trolokso ekvivalentų antioksidaciniu aktyvumu ($TEAG_{ABTS}$, mg Trolokso/100 g medaus). Stabilūs ABTS^{•+} radikalai gauti sumaišius 50 ml ABTS^{•+}

tirpalo (2 mmol/l fosfatinio PBS buferinio tirpalo, ruošiamo 1 l dist H₂O ištirpinant 8,18 g NaCl, 0,27 g KH₂PO₄, 1,42 g Na₂HPO₄ ir 0,15 g KCl (pH = 7,4)) su 200 µl K₂S₂O₈ tirpalo (70 mmol/l dist.H₂O) ir išlaikant gautą mišinį tamsoje 16-18 val. Darbinis ABTS^{•+} tirpalas ruošiamas praskiedžiant koncentruotą mišinį PBS buferiniu tirpalu iki 0,700±0,005 absorbcijos vertės 734 nm bangos ilgyje. Į mėgintuvėlius dedama 10 mg pradinio mišinio skiedinio (10 µg tiriamosios medžiagos/mg mišinio; 22 lentelė) arba 10 mg mikrokristalinės celiuliozės (kontroliniam bandiniui), įpilama 0,025 ml metanolio ir 1,5 ml darbinio ABTS^{•+} tirpalo. Kalibracinei kreivei paruošti 10 mg mikrokristalinės celiuliozės sumaišoma su 0,025 ml Trolokso tirpalo (0-1000 µmol/l metanolio) arba metanolio (kontroliniam bandiniui) ir 1,5 ml darbinio ABTS^{•+} tirpalo. Bandiniai purtomi tamsoje 120 min., centrifuguojami (14000 aps./min., 5 min.), 0,3 ml centrifugato įpilama į mikrolėkštelę ir FLUOstar Omega reader (BMG Labtech, Ofenburgas, Vokietija) spektrofotometru matuojamas optinis tankis (λ=734 nm). Visi eksperimentai buvo kartoti po 4 kartus. ABTS^{•+} radikalo sujungimo geba skaičiuojama pagal 10 formulę, TEAG_{ABTS} vertė – pagal 11 ir 12 formules:

$$ABTS^{\bullet+} \text{ sujungimas} = \left[\frac{A_0 - A_B}{A_0} \right] * 100, \% \quad (11) \quad A_{ABTS} = x = \frac{y + 0,6129}{0,0652} = \frac{ABTS_{sujungimas} + 0,6129}{0,0652} \quad (12)$$

$$TEAG_{ABTS} = \frac{0,025 \cdot A_{ABTS} \cdot 250,29}{c \cdot 1000}, \text{ mg Trolokso/g bandinio} \quad (13)$$

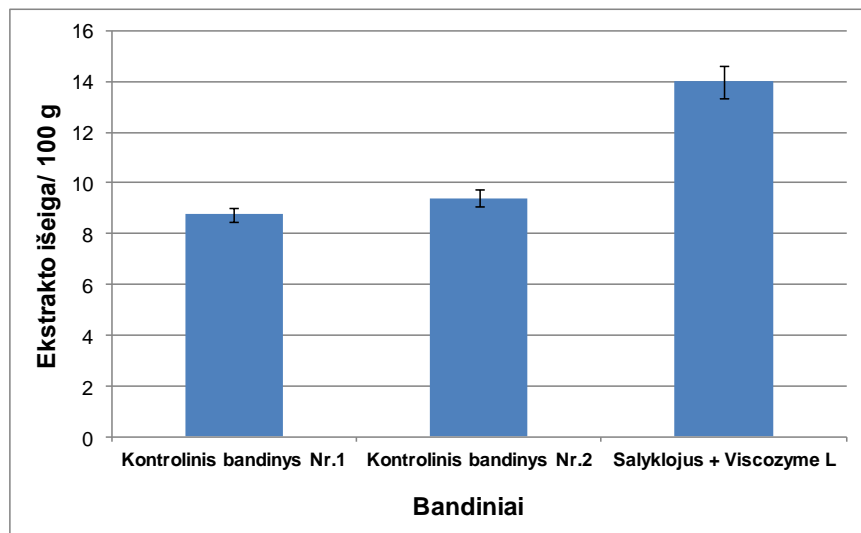
čia: A₀ – kontrolinio bandinio optinis tankis; A_B – mišinio su antioksidantu optinis tankis; c – tiriamosios medžiagos kiekis 10 mg skiedinio, mg; A_{ABTS} – Trolokso koncentracija (µM), skaičiuojama iš kalibracinės kreivės duomenų [y = 0,0652x – 0,6129 (R² = 0.9984)].

3.2.7. Statistinis duomenų įvertinimas

Vidutinės vertės ir standartiniai nuokrypiai apskaičiuoti MS Excel 2007 programa. Statistinis duomenų apdorojimas atliktas GraphPad Prism 6.1 (2012) programa pritaikius vienfaktorinės dispersinės analizės (ANOVA) modelį ir Tukey's testą statistiškai reikšmingiems skirtumams (p < 0,05) nustatyti.

3.3. Rezultatai ir jų aptarimas

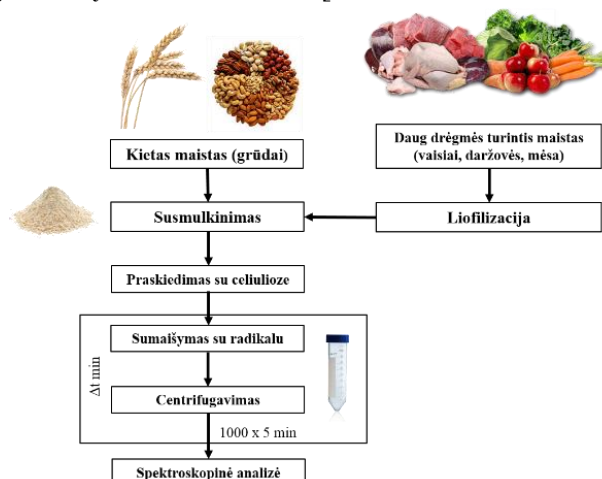
Siekiant įvertinti pagrindinių alaus gamybos atliekų – salyklojaus – apdorojimo fermentiniu preparatu Viscozyme®L galimybes buvo nustatyta tiriamojo ir kontrolinių bandinių skystosios frakcijos (ekstrakto) išeigos (12 pav.). Iš gautų rezultatų matyti, kad fermentiniu preparatu apdoroto salyklojaus išeiga (13,99 g/100 g) buvo 60% (t.y. ~4,9 g/100 g) didesnė nei tirtų kontrolinių bandinių Nr.1 (salyklojus + H₂O) ir Nr. 2 (salyklojus + buferinis tirpalas). Galima pažymėti, jog kontrolinio bandinio Nr.2 ekstrakto išeiga buvo apie 7% didesnė nei kontrolinio bandinio Nr.1, tačiau šis skirtumas nebuvo statistiškai reikšmingas. Yra atlikta tyrimų, siekiant sužinoti kiek ekstrakto gaunama iš įvairių produktų, panaudojant fermentinį preparatą Viscozyme®L. Pavyzdžiui, atliekant fermentinę hidzolizę su avižomis gauta 9,74 ± 0.42/100 g ekstrakto [72], iš palmių išspaudų (aliejaus pramonė) išskirta 12,74 ± 0.96/100g ekstrakto [73], po fermentinės hidrolizės su kviečių išspaudomis (etanolio gamyba) gauta 14,19/100g ekstrakto [74].



12 pav. Fermentu Viscozyme®L apdoroto (72 FBGU/10 g žaliavos; 40 °C, 7 val., pH 3,5) salyklojaus bei kontrolinių bandinių Nr.1 (salyklojus + H₂O) ir Nr.2 (salyklojus + buferinis tirpalas) skystosios frakcijos (ekstrakto) išgavos (g/100 g SM)

Yra daug tiesioginių ir netiesioginių būdų įvertinti bioaktyvių junginių antioksidacinį aktyvumą. Preliminarūs augalinių žaliavų antioksidacinio aktyvumo tyrimai atliekami *in vitro* analitiniais metodais. *In vitro* modelinėse sistemose fenolinių junginių kaip potencialių antioksidantų savybės įvertinamos sąlyginai paprastose ir kontroliuojamų parametrų sąlygose [61]. Dažniausiai yra tiriama vandenyje tirpių medžiagų antioksidacinis aktyvumas, tačiau naudojant įvairius tirpiklius ekstraktinėms medžiagoms išgauti bioaktyvūs junginiai gali būti paveikti neigiamai, taip pat dalis šių junginių grūduose yra sujungti su sienelių polisacharidais todėl antioksidacinis aktyvumas tinkamai gali būti neįvertintas. Siekiant išvengti šių nesklaidumų, netirpių maisto komponentų antioksidacinis aktyvumas gali būti įvertintas pritaikius QUENCHER procedūrą įvairiems *in vitro* antioksidacinio aktyvumo, pvz. DPPH ir ABTS radikalų surišimo gebos, geležies redukcinės gebos (FRAP) bei bendro fenolinių junginių kiekio (Folin – Ciocalteu's), nustatymo testams.

Taikant QUENCHER procedūrą (13 pav.), nereikia atskiro antioksidacinio aktyvumu pasižyminčių junginių ekstrakcijos iš matricos etapo, nes netirpios mėginio dalies sąveika su, pavyzdžiui, DPPH radikalais, vyksta kietosios ir skystosios frakcijų skiriamąjoje riboje, o tirpūs (išekstrahuojami) junginiai tuo pačiu metu dalyvauja skysčio – skysčio sąveikos reakcijose. Taip pat, QUENCHER procedūra nepriklauso nuo reakcijos mechanizmo ir gali būti naudojamas su visais antioksidacinio aktyvumo įvertinimo testais [75].



13 pav. QUENCHER procedūros paruošimo etapai [76]

Siekiant nustatyti salyklojaus apdorojimo fermentiniu preparatu Viscozyme®L galimybes buvo nustatyta tiriamojo ir kontrolinių bandinių kietosios frakcijos bendras fenolinių junginių kiekis (BFJK) ir geležies (Fe³⁺) redukcinė geba (FRAP) (23 lentelė). Iš pateiktų rezultatų matyti, jog fermentiniu preparatu apdoroto salyklojaus bendras fenolinių junginių kiekis yra ženkliai (iki 2 kartų) didesnis nei kontrolinių bandinių (atitinkamai, 2,41 ir 2,85 mg galo rūgšties/g bandinio) ir 1,2 karto didesnis nei neapdoroto salyklojaus. Taip pat, kontrolinių bandinių BFKJ vertės (1,15-1,59 mg galo rūgšties/g bandinio) buvo šiek tiek mažesnės nei neapdoroto salyklojaus. Panašios tendencijos pastebėtos ir vertinant bandinių geležies (Fe³⁺) redukcinę gebą FRAP metodu. TEAG_{FRAP} vertės mažėjo šia tvarka: Salyklojus + Viscozyme®L > Kontrolinis bandinys Nr.1 > Salyklojus (neapdorotas) > Kontrolinis bandinys Nr.2. (23 lentelė). Buvo atlikta tyrimų, kuriuose nustatyta, kad bendras fenolinių junginių kiekis salyklojuje priklauso nuo salyklo rūšies. Pavyzdžiui, iš šviesaus salyklo gautame salyklojuje BFJK vertė siekia 20 mg galo rūgšties/g, iš tamsaus – apie 16 mg galo rūgšties/g.

23 lentelė. Fermentu Viscozyme®L apdoroto (72 FBGU/10 g žaliavos, 40 °C, 7 val., pH 3,5) salyklojaus bei kontrolinių bandinių kietųjų frakcijų bendras fenolinių junginių kiekis (BFJK) ir geležies jonų (Fe³⁺) redukcinė geba (FRAP), išreikšti galo rūgšties ekvivalentais (GRE, mg galo rūgšties/g bandinio) ir Trolokso ekvivalentų antioksidacine geba (TEAG, mg Trolokso/g bandinio)

Bandiniai	GRE, mg galo rūgšties/g	TEAG _{FRAP} , mg Trolokso/g
Salyklojus (neapdorotas)	5,22 ± 0,37 ^b	14,18 ± 0,63 ^{ab}
Kontrolinis bandinys Nr.1 (Salyklojus + H ₂ O)	4,07 ± 0,46 ^a	16,23 ± 0,64 ^{bc}
Kontrolinis bandinys Nr.2 (Salyklojus + buf. tirpalas)	3,63 ± 0,37 ^a	13,45 ± 1,01 ^a
Salyklojus + Viscozyme®L	6,48 ± 0,58 ^c	18,25 ± 1,72 ^c

Nurodytos vidutinės keturių pakartojimų vertės. Skirtingos raidės prie skaičių tame pačiame stulpelyje nurodo reikšmingus verčių skirtumus (ANOVA ir Tukey's kriterijus, $p < 0.05$).

Siekiant įvertinti salyklojaus apdorojimo fermentiniu preparatu Viscozyme®L galimybes buvo nustatyta tiriamojo ir kontrolinių bandinių kietosios fazės DPPH ir ABTS radikalų sujungimo geba (24 lentelė). Iš gautų rezultatų matyti, kad neapdoroto salyklojaus ir salyklojaus apdoroto fermentiniu preparatu DPPH radikalų sujungimo geba praktiškai nesiskiria (skirtumas 0,14 mg Trolokso/g). Kontrolinių bandinių Nr.1 ir Nr.2 DPPH radikalų sujungimo geba yra pastebimai mažesnė nei salyklojaus apdoroto fermentiniu preparatu (atitinkamai ~8% ir ~24%). Įvertinant ABTS radikalų sujungimo gebą, didžiausiu aktyvumu pasižymėjo fermentiniu preparatu apdorotas salyklojus (47,81 mg Trolokso/g). Šio bandinio aktyvumas už kontrolinio bandinio Nr.1, kontrolinio bandinio Nr.2 ir neapdoroto salyklojaus atitinkamai yra didesnis ~49%, ~24% ir 25%. ABTS radikalų sujungimo gebos rezultatai mažėja šia tvarka: Salyklojus + Viscozyme®L > Kontrolinis bandinys Nr.2 > Salyklojus (neapdorotas) > Kontrolinis bandinys Nr.1. Remiantis kitų tyrėjų publikuotais duomenimis, salyklojaus radikalų sujungimo geba (DPPH, ABTS) taip pat priklauso nuo alui gaminti panaudoto salyklo rūšies. Pavyzdžiui salyklojaus iš šviesaus salyklo TEAG vertės DPPH ir ABTS testuose atitinkamai lygios 17 ir 37 mg Trolokso/g, iš tamsaus salyklo – 11 ir 34 mg Trolokso/g [77].

24 lentelė. Fermentu Viscozyme®L apdoroto (72 FBGU/10 g žaliavos, 40 °C, 7 val., pH 3,5) salyklojaus bei kontrolinių bandinių kietųjų frakcijų DPPH[•] and ABTS^{••} radikalų sujungimo geba, išreikšta Trolokso ekvivalentų antioksidacine geba (TEAG, mg Trolokso/g bandinio)

Bandiniai	TEAG _{DPPH} , mg Trolokso/g	TEAG _{ABTS} , mg Trolokso/g
Salyklojus (neapdorotas)	6,31 ± 0,27 ^c	36,06 ± 3,03 ^b
Kontrolinis bandinys Nr.1 (Salyklojus + H ₂ O)	5,67 ± 0,41 ^b	24,53 ± 2,51 ^a

24 lentelė. Tęsinys

Bandiniai	TEAG _{DPPH} , mg Trolokso/g	TEAG _{ABTS} , mg Trolokso/g
Kontrolinis bandinys Nr.2 (Salyklojus + buf. tirpalas)	4,70 ± 0,12 ^a	36,60 ± 2,36 ^b
Salyklojus + Viscozyme®L	6,17 ± 0,62 ^{bc}	47,81 ± 2,14 ^c

Nurodytos vidutinės keturių pakartojimų vertės. Skirtingos raidės prie skaičių tame pačiame stulpelyje nurodo reikšmingus verčių skirtumus (ANOVA ir Tukey's kriterijus, $p < 0.05$).

3.4 Išvados

- Įvertinus pagrindinių alaus gamybos atliekų – salyklojaus – apdoravimo fermentiniu preparatu Viscozyme®L galimybes nustatant skystosios frakcijos (ekstrakto) išeią, gauta, kad apdoroto salyklojaus išeią yra apie 60 % didesnė nei kontrolinių bandinių ir neapdoroto salyklojaus.
- Fermentiniu preparatu apdoroto salyklojaus kietosios frakcijos *in vitro* DPPH ir ABTS radikalų sujungimo geba (TEAG_{DPPH}=6,31 mg Trolokso/g; TEAG_{ABTS}=47,81 mg Trolokso/g) yra atitinkamai 16 ir 33% didesnė nei kontrolinių bandinių.
- Fermentiniu preparatu apdoroto salyklojaus kietosios frakcijos geležies (Fe³⁺) redukcinė geba (TEAG_{FRAP}=18,25 mg Trolokso/g) bei bendras fenolinių junginių kiekis (TPC=6,48 mg galo rūgštis/g) yra ženkliai (iki 2 kartų) didesni nei kontrolinių bandinių ir 1,2 karto didesnis nei neapdoroto salyklojaus.
- Gauti rezultatai rodo, kad Viscozyme®L sudėtyje esančių fermentų pagalba (celiulazė, ksilanazė) buvo suardyta salyklojaus celiuliozinė ląstelių sienelė (celiulazė skaido celiuliozę į gliukozę ir celobiozę), išlaisvinta daugiau junginių (suardžius celiuliozę nutraukiami kovalentiniai ryšiai, kuriais prie ląstelės sienelės dažniausiai būna prijungti fenoliniai junginiai) sudarančių didesnę ekstrakto kiekį, bei turinčių didesnę antioksidacinę aktyvumą nei paprastas salyklojus, salyklojus su vandeniu, salyklojus su buferiu.

IV. NAGRINĖJAMO PRODUKTO TECHNOLOGINIO PROCESO ETAPŲ IR OPERACIJŲ PARINKIMAS IR PAGRINDIMAS, ĮVERTINANT FIZIKINIUS CHEMINIUS IR BIOCHEMINIUS POKYČIUS BEI NAUDOJANT INOVATYVIUS SPRENDIMUS

4.1. Oatmeal stout ir alaus su medaus priedu gamybos technologinio proceso fizikiniai, cheminiai ir biocheminiai pagrindai

Alaus gamybos procesas apima šias pagrindines operacijas: (1) žaliavų ir medžiagų gavimas, priėmimas ir saugojimas; (2) salyklo valymas ir malimas; (3) mentalo užmaišymas ir filtravimas, (4) misos virimas, nuskaidrinimas, atšaldymas, aeracija (5) fermentacija ir brandinimas, (6) kupažo paruošimas, (7) filtracija ir karbonizacija, (8) pasterizacija ir išpilstymas [11].

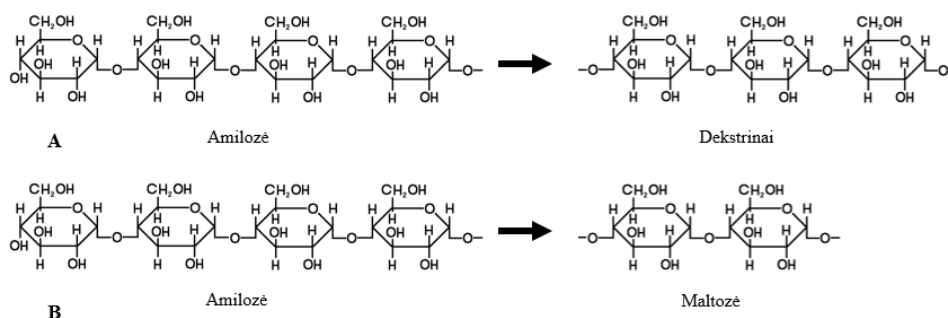
4.1.1. Salyklo valymas ir malimas

Salyklas gamykloje neruošiamas o jau perkamas paruoštas (procesai, vykstantys salyklo paruošimo metu, aprašyti I skyriaus 1.2 poskyryje). Salyklas pristatomas autotransportu ir sandėliuojamas silosuose. Jei perkamas mažas salyklo kiekis, jis būna sufasuotas maišuose, juose ir laikomas. Sandėliuojama palaikant vidutinę, ne aukštesnę nei 22°C temperatūrą, santykinė oro drėgmė negali viršyti 35%. Salyklas valomas magnetiniu priemaišu atskirtuvu (atskiriamos metalo

priemaišos), oriniu separatoriumi (nutraukiamos dulkės, atskiriami sutrupėję grūdai, lukštai, pašalinės priemaišos), akmenų atskirtuvu (atskiriamos už salyklą sunkesnės priemaišos, akmenys). Atliekos neturi sudaryti daugiau nei 1,5 % salyklo masės. Išvalyti grūdai sveriami svarstyklėmis po to yra malami šlapio malimo malūne. Drėkinama purškiant 40° C vandenį. Ši vandens temperatūra negali būti viršyta, nes tai turės neigiamos įtakos užmaišymo, misos ir alaus filtravimo procesui dėl salykle esančių baltymų skaldančių fermentų suirimo. Esant nepakankamai fermentų koncentracijai užmaišymo katile krakmolas ir baltymai nėra pilnai suskaidomi, tai apsunkina filtravimą, gaunamas didesnis alaus drumstumas, gaunamas mažas misos sufermentavimo laipsnis, padidėjęs misos klampumas pailgina filtravimo procesą, gaunami ekstrakto nuostoliai. Drėgmės koncentracija padidinama 0,7-1,5 %. Nuo tokio vandens kiekio sudrėksta tik lukštas, o grūdo endospermas išlieka nesudrėkęs, kietas, tinkamas malimui. Drėgnas lukštas mažiau sužalojamas, mentalo filtravimo katile sudaro filtravimo sluoksnį. Gaunama didesnė misos išėiga, skaidresnė misa, filtracija vyksta efektyviai. Salyklo malimo tikslas yra atskirti lukštus nuo grūdo ir sumalti endospermą. Malimo procesas turi būti kuo efektyvesnis siekiant gauti maksimalią išėigą: lukštai (15 – 20 %), stambios kruopos (15 – 20 %), smulkios kruopos (35 %), miltai (20 – 30 %). Sumaltas salyklas patenka į sumaltų žaliavų bunkerį, kuriame turi būti laikomas kuo trumpiau, nes drėgname salykle prasideda oksidacijos procesai, galintys pakenkti alaus stabilumui [13, 16, 78].

4.1.2. Mentalo užmaišymas ir filtravimas

Iš sumalto salyklo ir vandens yra užmaišomas mentalas. Pagrindinis mentalo užmaišymo tikslas yra krakmolo hidrolizė, kad būtų gautas pakankamas kiekis fermentuojamų cukrų. Užmaišius mentalą, salyklo paruošimo metu susidarę fermentai pradeda veikti. Mentalo užmaišymas yra stipriai kontroliuojamas procesas, nes amilazių ir proteazių fermentai optimaliausiai veikia skirtingose temperatūrose. Mentalas ruošiamas užpylimo (infuziniu) ir pavirinimo (dekokciniu) būdais. Ruošiant užpylimo būdu, visas mentalas yra šildomas iki 45–50 °C temperatūros, joje išlaikomas apie 1 val. Ši temperatūra yra optimali proteazėms peptidazėms ir gliukanazėms veikti (tai dažnai vadinama baltymine pauze). Išlaikius valandą, mentalas pašildomas iki 62–63°C ir išlaikomas 30–40 min (sucukrinimo pauzė). Ši temperatūra yra optimali α - ir β -amilazėms veikti, vyksta krakmolo sucukrinimas. α – amilazė skaldo krakmolo (amilozės ir amilopektino) (1,4) ryšius į didelius fragmentus, gaunami dekstrinai (14 pav. A), β -amilazė atskelia po dvi gliukozės molekules, gaunama maltozė (14 pav. B).



14 pav. Amilozės skaldymas α -amilaze į dekstrinus (A) ir β -amilaze į maltozę.

Paskui mentalas pašildomas iki 75°C temperatūros, joje išlaikomas 10–15 min. ir nukreipiamas į filtravimo bosus. Toks temperatūros pakėlimas yra reikalingas inaktyvuoti daugeliui fermentų, kurie veikė mentalo užmaišymo metu: β – amilazė yra visiškai inaktyvuojama, α – amilazė dar gali veikti. Mentalą ruošiant pavirinimo būdu, skiriami vieno, dviejų, trijų pavirinimo būdai. Vieno

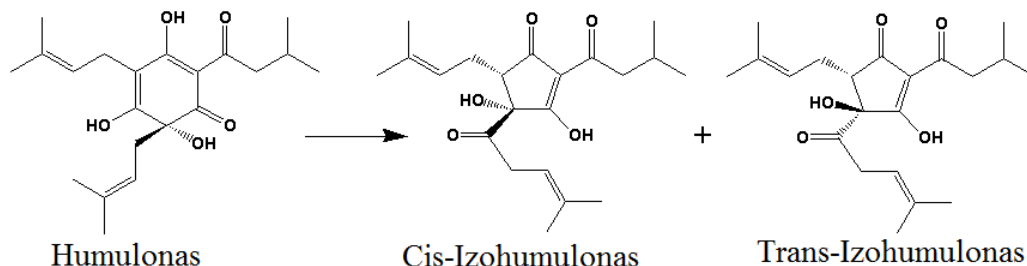
paviršinimo būdas labai panašus į užpylimo būdą – 35-38°C mentalas yra po truputį kaitinamas iki 50°C temperatūros ir palaikomas, paskui visas mentalas pakaitinamas iki 62-65°C temperatūros. Tada imama dalis mentalo ir varoma į virimo katilą. Gražinus mentalą, jo temperatūra siekia 71-74°C. Šis metodas labiausiai tinka gaminant šviesų alų. Dviejų virimų būdu mentalas pradedamas ruošti 50°C temperatūroje. Po pirmojo virimo jo temperatūra pakyla iki 62–65°C, o po antrojo – iki 71-74°C. Klasikinis mentalo paruošimo būdas yra trijų paviršinimų. Mentalas pradedamas ruošti 35°C temperatūroje. Viena trečioji tiršto mentalo dalis leidžiama į virimo katilą, iš lėto šildoma iki virimo ir išlaikoma. Gražinus į mentalo bosą virintą dalį, viso mentalo temperatūra pakyla iki 50–55°C. Tada vėl 1/3 tiršto mentalo leidžiama į virimo katilą ir užvirinama. Gražinus antrą kartą virintą dalį, mentalo masės temperatūra pakyla iki 62–65°C. Pagaliau, gražinus trečią kartą pavirintą mentalo dalį, temperatūra pakyla iki 71-73°C, joje vėl kurį laiką išlaikoma. Po to pasiekiamas visos masės 76-80°C temperatūra, suardomi fermentai ir mentalas varomas į filtravimo bosus. Šis būdas trunka ilgiausiai, bet daugiausia taikomas tamsiam alui gaminti [23]. Mentalo paruošimo metu svarbu suskaidyti β–gliukanus, nes jei liks nesuskaidyti, padidins misos tankį ir sulėtins filtravimą per salyklojaus sluoksnį, taip pat blogiau bus išskirti cukrūs. Nesuskaidyti gliukanai taip pat apsunkina ir alaus filtravimą. Geram β–gliukanų suskaidymui mentalo užmaišymo metu turi būti aktyvūs fermentai β–gliukanazė ir pentozanazė. Mentalo paruošimo metu veikiant fermentams turi būti gauta pakankamai cukrų, amino rūgščių ir peptidų fermentacijai. Šio proceso metu ne visas krakmolas yra hidrolizuojamas [16]. Ruošiant alų infuziniu būdu reikalingas tik užmaišymo katilas. Užmaišymo katile mentalas maišomas viduje esančių menčių pagalba. Užmaišymo katilai šildomi garu, per vamzdelius, esančius garo marškiniuose, supančiuose korpusą [13]. Ruošiant dekokciniu būdu reikalingas užmaišymo katilas ir virimo katilas. Virimo katile mentalas verdamas, ir gražinamas į užmaišymo katilą, kur yra nevirtas mentalas. Projektuojamoje *Oatmeal Stout* alaus gamyboje yra parenkamas užpylimo (infuzinis) metalo ruošimo būdas. Tai pagrindinis būdas aukštutinio rūgimo alaus misai gaminti.

Po paruošimo mentalas yra filtruojamas. Filtravimo tikslas – misos atskyrimas nuo kietosios dalies ir praplovimas maksimaliai išplaunant ekstraktą. Filtruojama yra filtravimo katiluose, kurie turi sietus ir besisukančias mentis. Erdvė po filtravimo sietais užpildoma 78° C temperatūros vandeniu, taip kad vanduo virš sietų būtų 1,5–2 cm. Iš užmaišymo katilo pumpuojamas mentalas, daroma apie 8 min. recirkuliacija, tada galima pradėti filtruoti misą. Skiriamos dvi misos filtravimo stadijos: (1) pirmosios misos surinkimas ir (2) ekstrakto išplovimas iš salyklojaus. Pirmos misos turi būti surenkama kuo daugiau, kuo didesnė ekstrakto dalis surenkama pirmos misos surinkimo metu tuo didesnė išeiga. Nesurinkus pakankamai ekstrakto sunkiau išplauti salykloją, praplovimui reikia naudoti daugiau vandens, paskui daugiau vandens reikia išgarinti. Pirmosios misos surinkimo pabaigoje pradedamas dozuoti 78° C temperatūros vanduo praplovimui. Tokios temperatūros vanduo sumažina misos klampumą, ekstraktas surenkamas greičiau. Vis dar aktyvus α–amilazės fermentas skaidantis krakmolo likučius. Būtina išlaikyti 78°C ar mažesnę temperatūrą, kad neliktų nesuskaidytų krakmolo likučių, kurie gali patekti į misą. Misos surinkimo siurblio debitas reguliuojamas pagal slėgių skirtumą. Praplautas salyklojaus sluoksnis išmetamas į salyklojaus bunkerį, misa transportuojama į virimo katilą [13].

4.1.3. Misos virimas, nuskaidrinimas, atšaldymas ir aeracija

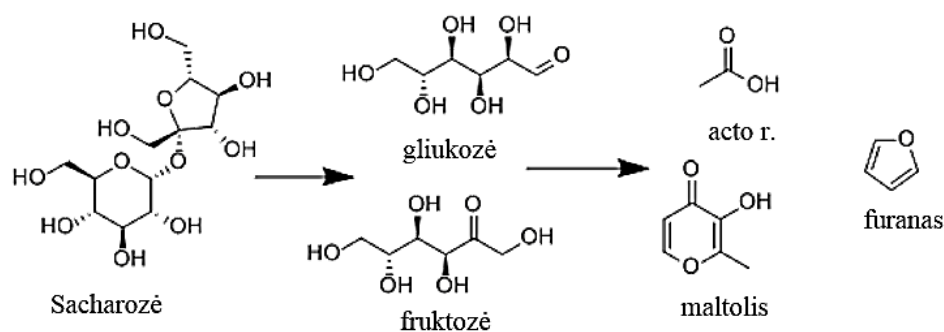
Misa yra verdama 1,5-2 val. dozuojant karčiuosius ir aromatinius apynius. Misos virimo metu vyksta šie procesai [80]:

- Misos sterilizacija, fermentų inaktyvacija, ekstraktyvių medžiagų (cukrūs, peptidai) sukcentravimas (virimo metu vandens perteklius turi būti išgarintas kad misa būtų gaunama reikiamo tankio) ir misos pH sumažėjimas.
- Baltymų denatūracija ir nusėdimas. Baltymų nusėdimas yra labai svarbus, nes jei jie nebus pašalinami alus bus drumstas.
- Apynių α -rūgščių izomerizacija į izo- α -rūgštis (15 pav.) ir kartaus skonio suteikimas alui.



15 pav. Humulono izomerizacija

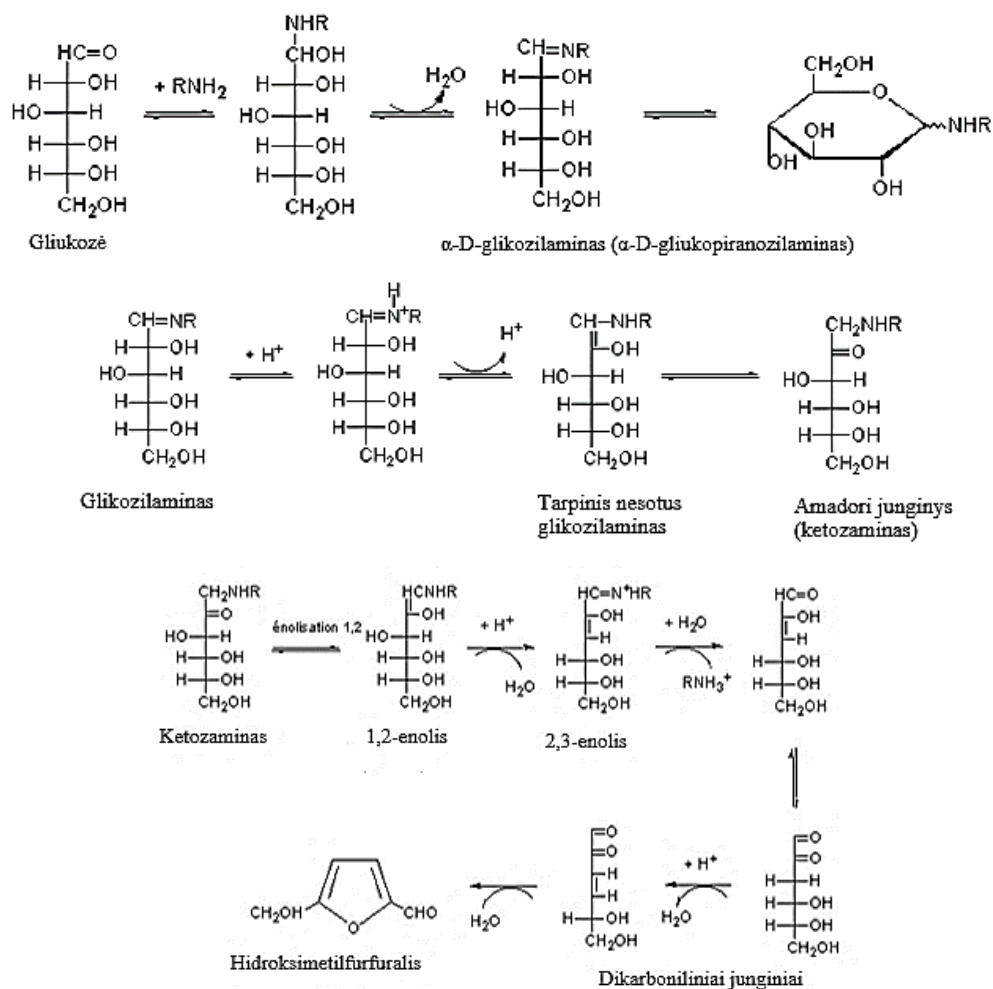
- Apynių aromatinių junginių ekstracija. Apynių aromatą bei papildomą skonį suteikia juose esantys eteriniai aliejai, β -rūgštys. Taip pat apyniai pasižymi kaip konservuojančios medžiagos. Apyniuose esantys taninai sudaro kompleksus su baltymais ir taip padeda juos pašalinti.
- Nepageidaujamų lakiųjų medžiagų pašalinimas. Vienas iš nepageidaujamų junginių, kurio nelieka po misos virimo yra dimetilsulfidas (DMS). DMS suteikia kukurūzų ar grietinėlės skonį. Virimo metu S – metilmetioninas gautas iš salyklo skyla į DMS, kuris virimo metu labai greitai panaikinamas. Jei virimas nėra intensyvus, jei misa lėtai atšaldoma arba jeigu naudojamas prasto kokybės salyklas DMS gali patekti į alų.
- Nefermentinio parudavimo reakcijos. Virimo metu misos spalva bei aromatas formuojasi ir dėl vykstančių nefermentinio parudavimo Majaro ir cukrų karamelizacijos reakcijų (16 pav.). Karamelizacija – tai cukraus terminis irimas pakaitinus cukraus tirpalą iki didesnės nei 100°C temperatūros. Kylant temperatūrai, didėja ir karamelizacijos lygis, kuris priklauso nuo rūgštingumo.



16 pav. Karamelizacijos reakcija

Tačiau svarbiausias spalvos atsiradimo faktorius yra Majaro (*Maillard*) reakcijos, kurių metu aukštoje temperatūroje redukuojantys cukrūs reaguoja su amino rūgštimis, gautomis vykdant mentalo užmaišymą. Reakcija vyksta stadijomis. Pradžioje gliukozei, fruktozei reaguojant su pirmine aminorūgšties, proteino ar peptido aminogrupe susidaro N-pakeisti glikozilaminai. Šios reakcijos yra grįžtamos. Amino grupė prisijungia prie karbonilo grupės, atsikyla vandens molekulė ir linijinė naujo junginio forma virsta cikline. 2-ame etape

glikozilaminai persigrupuoja susisidarant ketozaminams (Amadori persigrupavimas). Ketozaminai yra gana patvarūs junginiai. 3-iajame etape reaguojant Amadori junginiui su antrąja gliukozės molekule vyksta jo antrasis persigrupavimas ir susidaro diketozaminas. 4-ame etape antrojo ir trečiojo etapo junginiai skyla, netekdami vandens molekulių. Amino komponentas gali atsikilti arba ne. Ketozaminas pradžioje enolizuoja virsdamas 1,2-enoliu arba 2,3-enoliu. Jie gali dehidratuotis ir atskilus amino komponentui virsti hidroksimetilfurfuraliu arba metilkarbonilo junginiais. Šie dalyvauja polimerizavimosi ir kondensavimosi reakcijose. Kondensuojantis enoliams ir jų skilimo produktams susidaro rudos spalvos melanoidinai (17 pav.) [81].



17 pav. Majaro (Maillard) reakcijos mechanizmas

Kai misos virimas baigiamas, ji nuskaidrinama, atskiriami denatūravę baltymai, apyniai. Po nuskaidrinimo misa yra atvėsinama, aeruojama ir perduodama fermentacijai. Misa nuskaidrinama turbulenciniame katile. Jame išlaikoma 15-20 min., 11°C temperatūroje. Per šį laikotarpį baltyminės nuosėdos nusėda turbulencinio katilo centrinėje dalyje. Per trumpai išlaikius – neatskiriami baltymai, jie apsunkina mielių veiklą (pailgėja fermentavimo laikas). Po išlaikymo misa atšaldoma iki $5-10^\circ\text{C}$ temperatūros. Misos padavimo į fermentaciją metu būtina išvengti temperatūros šokų, nes tai pristabdo arba sustabdo fermentaciją. Sulėtėjusios fermentacijos metu mielės žūva ir pradeda irti, mielių irimo produktai ypač kenkia alaus kokybei [16, 25, 78].

Misa aeruojama steriliai išvalytu oru arba grynu deguonimi (deguonis reikalingas mielėms daugintis), 10 – 12 mg/l prisotinta deguonies misa pumpuojama į fermentacijos skyrių. Prisotinimas

deguonimi priklausu nuo sausų medžiagų koncentracijos, temperatūros, slėgio. Prie mažesnės s.m koncentracijos ir temperatūros, prie didesnio slėgio, deguonies tirpumas yra geresnis. Per didelę deguonies koncentracija – daugiau prisidaugins mielių, fermentacija bus greitesnė nei numatyta, dėl aktyvesnės mielių veiklos padidės aukštesniųjų alkoholių kiekis, alaus skonis bus nesubalansuotas. Esant per daug energingai fermentacijai su putomis pasišalina karčiosios medžiagos ir alus gali nebeatitikti specifikacijos. Per maža deguonies koncentracija – taip pat skatina aukštesniųjų alkoholių susidarymą. Fermentacija bus nebaigta, bus mažesnis sufermentavimo laipsnis, nes pasigamins mažai mielių ląstelių. Mirusių mielių ląstelių irimo produktai kenkia alaus stabilumui [13].

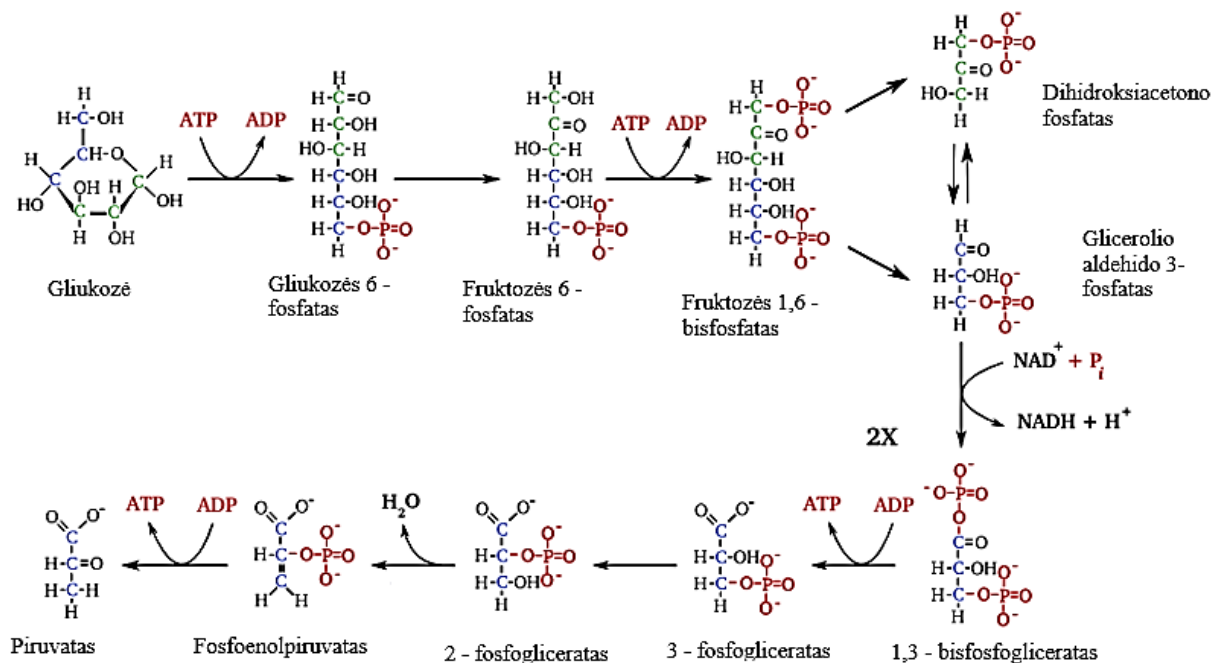
4.1.4. Fermentacija ir brandinimas

Fermentacija – procesas, kurio metu mielės skaldo fermentuojamus cukrus iki alkoholio ir angliarūgštės. Procesą sudaro mielių kultūros paruošimas fermentacijai, pagrindinis fermentavimas ir išlaikymas (brandinimas). Fermentacija gali būti uždara arba atvira. Uždara fermentacija vykdoma cilindrinėse konusinėse talpose, atvira fermentacija – atviruose nerūdijančio plieno baseinuose. Tiek uždaros, tiek atviros talpos turi šaldymo marškinius, kad būtų palaikoma reikalinga temperatūra. Dažnai šaldymo agentu pasirenkamas propilenglikolis. Projektuojamo *Oatmeal stout* alaus gamyboje pasirenkama uždara fermentacija cilindrinėse konusinėse talpose (CKT). Skiriamos alaus rūgimo stadijos:

1. Pakilimo (pradinė, pabalimo). Mielės aktyviai dauginasi, misos viršuje susidaro šviesi putos. Vyksta aerobinis kvėpavimas, išsiskiria šiluma. Stadija trunka iki 1,5 paros.
2. Žemųjų garbanų. Vyksta anaerobinis kvėpavimas, aktyviai skiriasi angliarūgštė, vyksta alkoholinis rūgimas, pH nukrinta iki 4,7. Misos paviršiuje susidaro tvirtos, lūžtančios bangos putos, vadinamos garbanos. Stadijos trukmė 1–2 paros.
3. Aukštųjų garbanų. Mielės fermentuoja intensyviausiai, pasiekiami maksimali viso proceso temperatūra, būtina vėsinti, kad temperatūra per daug nepakiltų. Susidaro didžiausios putų garbanos. Rauginės ir karčiosios medžiagos suteikia putų viršų rudą spalvą. Stadija trunka 2–3 paras.
4. Mielių nusėdimo stadija (garbanų kritimo stadija). Putos krinta, sutankėja, sulimpa. Alus skaidrėja, nes mielės nebe taip audringai raugina. Trunka 1–2 paras.
5. Dekės stadija. Rauginimas nebevyksta, pageidaujama nugriebti susikaupusią purvinų putų dekę, nes kitaip jauno alaus skonis gali pasikeisti. Alaus pH 4,3–4,4. Jei pH žemesnis, tai ženklas, jog galėjo pakliūti pašalinių veiklių bakterijų.

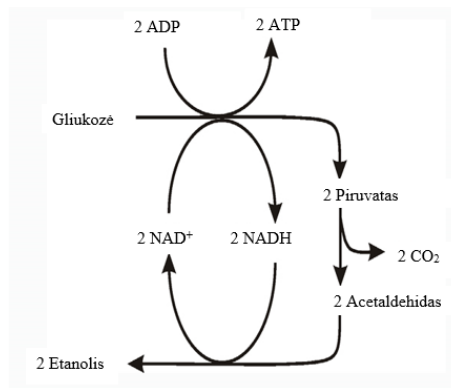
Misos sudėtis: fermentuojami cukrūs sudaro apie 70% (monosacharidai – gliukozė, fruktozė; disacharidai – sacharozė, maltozė; trisacharidai – maltotriozė); nefermentuojami cukrai sudaro nuo 18 iki 26% (dekstrinai, pentozanai); baltymai, peptidai, amino rūgštys sudaro 3–5%, mineralinės medžiagos – apie 2%, taip pat sudėtyje yra apynių dervų, polifenolių, lipidų, vitaminų. [švyturio gamyklos technologinė instrukcija]. Iš pradžių fermentacija vyksta aerobinėmis sąlygomis. Šioje stadijoje gliukozė skyla į anglies dioksidą ir vandenį. Šis biocheminis procesas išskiria didelį energijos kiekį ir leidžia mielėms greitai daugintis, bei didinti biomasę. Šioje stadijoje alkoholis nepagaminamas. Fermentacijos pradžioje vyksta nesočiųjų riebalų rūgščių ir sterolių sintezė iš glikogeno (mielių ląstelių viduje sukauptas angliavandenis), jie yra būtini ląstelės sienelės komponentai taip pat užtikrina normalų mielių ląstelių populiacijos augimą fermentacijos metu. Antroji stadija vyksta anaerobinėmis sąlygomis. Alkoholinis rūgimas vyksta ląstelės viduje. Kad mielės galėtų panaudoti cukrų, jis turi pereiti į mielės ląstelės vidų jos nepažeisdamas, arba

hidrolizuotis mielės ląstelės išorėje, ir tada pereiti į ląstelės vidų. Maltozė ir maltotriozė pereina į ląstelės vidų iš karto (ląstelės viduje maltozė ir maltotriozė yra hidrolizuojami iki gliukozės vienetų, veikiant α -gliukozidazės sistemai), o sacharozė ir dekstrinai yra pirmiau hidrolizuojami (invertazė hidrolizuoja sacharozę, gliukoamilazė hidrolizuoja dekstrinus). Hidrolizės produktai patenka į ląstelės vidų. Svarbus metabolinis skirtumas tarp monosacharidų, tokių kaip gliukozė ir fruktozė ir disacharidų, tokių kaip maltozė ir maltotriozė pasisavinimo yra toks, kad maltozės ir maltotriozės įsisavinimui reikalinga energija (aktyvioji pernaša), o gliukozės ir fruktozės įsisavinimui energija nereikalinga (pasyvioji pernaša). Maltozė ir maltotriozė yra pagrindiniai cukrūs misoje, tad mielės turi būti teisingai parinktos, kad galėtų šiuos cukrus panaudoti. Misoje svarbus ne tik cukrų kiekis, tačiau ir tirpios azotinės medžiagos (TAM). Tirpios azotines medžiagas sudaro amino rūgštys, peptidai ir amonio jonai. Tirpios azotines medžiagas reikalingos mielių augimui, didesniai fermentacijos efektyvumui ir geresniam cukrų įsisavinimui. TAM yra būtinas naujų mielių amino rūgščių susidarymui, struktūrinių ir fermentinių baltymų sintezei. TAM taip pat turi įtakos alaus skoninių junginių susidarymui (aukštesniems alkoholiams, esteriams) [16, 78, 79]. Alkoholinio rūgimo metu cukrūs yra suskaidomi iki gliukozės, vyksta glikolizė iki piruvo rūgšties (18 pav).



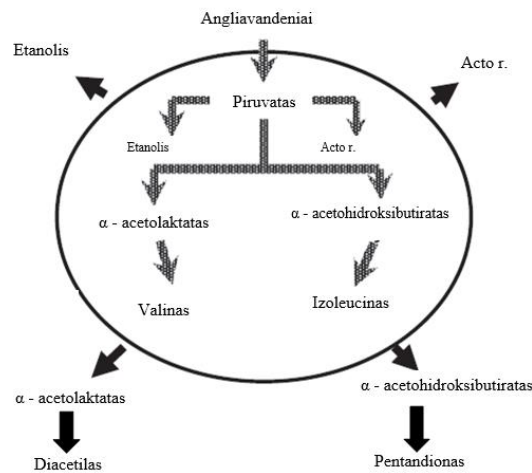
18 pav. Glikolizė

Piruvo rūgštis, veikiant piruvato dekarboksilazei, yra dekarboksilinama. Susidaro acetaldehidai ir CO_2 . Acetaldehidą redukuoja NADH iki etanolio, katalizuojant fermentui alkoholio dehidrogenazei (ADH). Šis procesas yra egzoterminis (išskiriama šiluma). Apibendrinta alkoholinio rūgimo schema pateikta 19 pav. [82]. Fermentacijos metu susidaro ne tik etilo alkoholis, tačiau ir aukštesnieji alkoholiai, esteriai, aldehidai, diacetilas, anglies dioksidas.



19 pav. Alkoholinio rūgimo schema.

Dviejų vicinaldiketonų (diacetilo – 2,3-butandiono ir 2,3-pentandiono) koncentracijos misos fermentacijos metu yra labai svarbios, nes jie suteikia nepagaidaujamą sviesto ar pasenusio pieno skonį. Vicinaldiketonai susidaro kaip šalutiniai produktai valino ir izoleucino sintezės metu. α -Acetolaktatas ir α -acetohidroksibutiratas yra išskiriami į fermentuojamą misą. Jie atlieka oksidacinį dekarboksilinimą ir suformuoja diacetilą ir 2,3-pentandioną. Tolesnės fermentacijos metu vicinaldiketonai yra pakartotinai įsisavinami mielių ir iš diacetilo yra suformuojami 3-hidroksibutanonas ir 2,3-butandiolis, o iš 2,3-pentandiono yra suformuojamas 2,3-pentandiolis. Šių suformuotų junginių koncentracijos aluje gali būti aukštesnės. Diacetilo koncentracija labai didėja kylant temperatūrai ir pasiekia maksimumą esant 11-12°C temperatūrai.



20 pav. Vicinaldiketonų susidarymas fermentacijos metu

Tik intensyviai šaldant mielės priverstos suvartoti savo išskirtą produktą. Tirpių azotinių medžiagų koncentracija ir amino rūgščių įvairovė misoje lemia acetohidroksi rūgščių susidarymą [16]. Siekiant sutrumpinti diacetilo pauzę, greičiau sumažinti jo kiekį gali būti naudojami fermentai, kurių pagrindinis sudedamasis komponentas yra α -acetolaktatdekarboksilazė. Diacetilas jaučiamas aluje kai jo koncentracija viršija 0,1 mg/l. Aukštesniųjų alkoholių koncentracija yra didžiausia kai tirpių azotinių medžiagų kiekis sumažėja iki minimalios ribos. Aukštesnieji alkoholiai yra vadinami fuzeliais. Dažniausiai randami aukštesnieji alkoholiai yra n-propanolis, izobutanolis, 2-metilbutanolis, 3-metilbutanolis. Be vicinaldiketonų, aukštesniųjų alkoholių susidaro ir svarbiausia alaus skonį formuojančių junginių grupė – esteriai. Aluje aptinkama daugiau nei 100 jų. Daugiausia randama etilo acetato (10-20 ppm), kitų esterių koncentracijos neviršija 1 ppm. Esteriai susidaro

etanolio, ar aukštesniųjų alkoholių esterifikacijos metu. Kai alus pasiekia tam tikrą surauginimo laipsnį, o diacetilo koncentracija sumažėja iki 0,15-0,18 tada pereinama į fermentavimo pabaigos fazę. Fermentacijos pabaigoje mielės iškyla į paviršių ir yra pašalinamos [16, 25, 79]. Išlaikymo (brandinimo) metu susiformuoja norimas alaus skonis ir aromatas, nes mažėja jauno alaus aromatą sudarančių medžiagų (diacetilo, aldehydų, sieros junginių, kadangi likusios aluje mielės šias medžiagas suskaldo ir išsiskiria išlaikyto alaus aromatą sudarančias medžiagas (aukštesnius alkoholius, esterius). Taip pat, šio proceso metu nusėda baltymai, mielės, užtikrinamas alaus stabilumas. *Ale* alaus rūšys brandinamos palyginti šiltoje aplinkoje 12–20°C temperatūroje. Šiltomis brandinimo sąlygomis „žalio“ alaus skonis ir aromatas, priklausomai nuo alaus rūšies, mielių padermės, misos sudėties, pirminės fermentacijos sąlygų, yra pašalinami per 1-2 savaites. Svarbiausi junginiai pasikeičiantys brandinimo metu ir suteikiantys alui pageidaujamas savybes yra diketonai (ypač diacetilas), sieros junginiai, aldehydai ir lakiosios riebalų rūgštys (25 lentelė).

25 lentelė. Junginiai esantys aluje brandinimo metu ir jų savybės.

Junginys	Savybės
Diketonai	Diacetilas ir 2,3 – pentadionas visada yra pagaminami fermentacijos metu. Brandinant alų 2 – 3 dienas 14 – 16 °C temperatūroje diacetilo kiekis aluje yra ženkliai sumažinamas. Acetolaktatas ir acetohidroksibutiratas yra išskiriami mielių ir oksidacinio dekarboksilinimo metu „žaliame“ aluje paverčiami vicinaldiketonais. Acetohidroksi rūgščių kiekis aluje priklauso nuo mielių padermės, jų aktyvumo, augimo.. Jei aluje lieka daug vicinaldiketonų reiškia mielių štamai yra parinktas neteisingai, arba alus fermentacijai buvo atšaldytas per stipriai ir mielės nebegali veikti. Laiku pašalinti vicinaldiketonus yra labai svarbu alaus gamyklai, nes jei užtrunka pašalinamas, tada vėluojama filtruoti, o galiausiai ir išpilstyti ir pristatyti vartotojams.
Sieros junginiai	Jie yra labai svarbūs alaus skoniui, nors jų koncentracija ir yra nedidelė. Nepageidaujamos vandenilio sulfido koncentracijos yra sumažinamos šalto išlaikymo metu (laikoma 5 – 7 dienas). Vandenilio sulfido koncentracija priklauso nuo treonino, metioninio proporcijų gautų pirminės fermentacijos metu. Daugiausia DMS atsiranda misos virimo metu vykstant S – metilmetionino (SMM) konversijos metu. DMS kiekis gali padidėti fermentacijos metu vykstant dimetilsulfoksidu (DMSO) redukcijai. Pageidaujama DMS koncentracija aluje priklauso nuo jo rūšies. Jaučiamas skonio slenkstis yra 35 – 40 µg/l.
Acetaldehidai	Ypač gali paveikti alaus skonį. Acetaldehidai atsiranda vykstant etanolio oksidacijai. Brandiname aluje jo kiekis gali padidėti jei į brandinimo talpas fermentuotas alus buvo perduotas neatsakingai ir į jį galėjo patekti deguonis. Brandinimui acetaldehido koncentracija sumažėja iki 2 – 7 mg/l. Didesnės jo koncentracijos suteikia žalių obuolių skonį. Jei acetaldehido koncentracija viršija 35 mg/l alus bus itin prastos kokybės.
Lakiosios riebalų rūgštys	Mažai anglių atomų turinčių riebalų rūgščių sintezė, vykdoma mielių, pasibaigia prasidėjus alaus brandinimui. 8 anglies atomų riebalų rūgščių koncentracija padidėja fermentacijos metu, o brandinimo metu yra pakeičiamos į 10 anglies atomų riebalų rūgštis. Gliceridai ir fosfolipidai yra sintetinami brandinimo metu ir yra alaus senėjimo proceso rodiklis. Jei brendimo temperatūra per ilgai yra palaikoma per aukšta gali padidėti kaprino rūgšties koncentracija, o tai yra nepageidaujama [83].

4.1.5. Kupažo su poliflorinio (pievų) medaus priedu paruošimas

Kupažavimo tikslas – sumaišyti medų su alumi. Medų į alaus gamybą galima įvesti skirtingais gamybos etapais: arba misos virimo metu, arba į jau subrandintą alų. Nuo įvedimo laiko, taip pat medaus rūšies ir kiekio priklausys ir medaus suteikiamos juslinės savybės alui. Įvedus medaus priedą misos virimo metu (misos virimo pabaigoje) medus netenka savo skonio, aromato ir antioksidacinių savybių, tačiau yra inaktyvuojami visi meduje esantys mikroorganizmai. Įvedus medų misos virimo metu, jame esantys monosacharidai bus sufermentuoti alaus mielių, dėl ko gali padidėti alkoholio kiekis aluje, taip pat gali atsirasti nepageidaujamo skonio ar kvapo junginių. Alaus su poliflorinio (daugiarūšio) pievų medaus priedu „Oatmeal Stout Honey“ gamybos technologinėje linijoje parenkamas medaus dozavimas į jau subrandintą alų. Medus yra ištirpinamas nedideliame iki 30°C pašildytame subrandinto alaus kiekyje ir įvedamas į likusį alų prieš pat separavimo procesą. Įvedus medų prieš separavimą yra išvengiama jo cukrų sufermentavimo, alkoholio kiekio padidėjimo, išlieka visos medaus pageidaujamos savybės, suteikiamas saldus skonis alui.

4.1.6. Filtracija ir karbonizacija

Filtracija – procesas, kurio metu filtras atskiria filtratą nuo filtravimo likučių. Filtracija būna: paviršinė – dalelės nepatenka per filtravimo priemonės poras ir yra sulaikomos paviršiuje; susidaro sluoksnis, kuris pastoviai didėja, filtracija tampa geresnė, tačiau pralaidumas labai sumažėja. Giluminė filtracija – naudojant labai porėtą filtravimo medžiagą dalelės nesulaikomos paviršiuje, dalis patenka per sluoksnį, dalis – pasilieka. Filtravimo metu filtras yra padengiamas miltelių pavidalo kizelguru (tai pirmuonių organizmų fosilijos, turinčios silicio dioksido). Orui išstumti pastoviai dozuojama angliarūgštė. Geras filtravimo efektas pasiekiamas naudojant tris filtravimo sluoksnius. Visada pradėjus filtruoti naują CKT talpą, turi būti padidintas kizelgūro dozavimas. Iš CKT talpų alus nukreipiamas į filtravimo skyrių. Pirmiausia alus patenka į separatorių. Separavimo tikslas – atskirti didžiąją dalį mielių, kitas suspensines daleles. Mielių ląstelių skaičius po separavimo yra ne didesnis kaip $2 \cdot 10^6$ ląst./ml. Separatorius automatiškai išmeta sukauptas mieles. Iš separatoriaus alus nukreipiamas į plokštelinį šilumokaitį atšaldymui. Šaldoma yra tam, kad iškristų dar nekoaguliavę baltymai, nesufermentuoti cukrūs, mielių ląstelės, kitos alaus stabilumą mažinančios medžiagos. Atšaldytas alus patenka į kizelgūro filtra, kur galutinai nufiltruojamos visos likusios nuosėdos, taip pašalinamas drumstumas ir užtikrinamas alaus koloidinis stabilumas, todėl būtina filtruoti prie žemiausios įmanomos temperatūros. Iš filtro alus paduodamas į karbonizatorių. Karbonizuojama iki kol CO₂ kiekis yra ne mažiau 4,5 g/l visam alui. Angliarūgštės prisotintas alus tiekiamas į saikininkus [13].

4.1.7. Pasterizacija ir išpilstymas

Alus prieš patenkant jam į pilstymą yra pasterizuojamas pasterizatoriuje. Pasterizacijos tikslas yra išlaikyti kuo ilgesnį alaus pastovumą butelyje, nepakeičiant jo skonio. Reikalingas pasterizacijos laikas ir temperatūra nustatomi atsižvelgiant į likusio ekstrakto kiekį ir mikrobiologinį alaus užterštumą. Kuo ilgesnį laiką išlaikoma pasterizacijos temperatūra, tuo labiau pakeičiamos alaus skoninės savybės. Nerekomenduojama pasterizuoti ilgiau kaip 1 minutę. Tai reiškia, kad optimaliausia pasterizacijos temperatūra yra 69-72°C esant pastoviai alaus srovei [13]. Pasterizuotas alus patenka į saikininkus.

Išplauti ir alaus išpilstymui paruošti buteliai yra patikrinami inspektavimo mašina specialių kamerų ir daviklių pagalba patikrina ar švariai išplauti buteliai, ar nėra juose pašalinių daiktų ar nėra nuskeltas kakliukas, ar nėra likę likutinio vandens plovimo tirpalo. Brokuoti buteliai (nuskelti, su pašaliniais objektais ar ploviklių likučiais) buteliai yra išbrokuojami o geri siunčiami alaus pripildymui. Vakuomo pagalba iš butelio pašalinamas oras ir paduodama angliarūgštė. Angliarūgštė į butelį paduodama, kad alus galėtų vienodu greičiu savitaka patekti į butelį ir pylimo metu neputotų. Po slėgimo suvienodinimo butelis savitaka užsipildo alumi, o iš butelio išstumiamas CO₂. Deguonies pašalinimui iš butelio kakliuko naudojamas karšto vandens įpurškimas aukštu slėgiu. Labai svarbu, kad būtų pašalintas deguonies, nes jam kontaktuojant su alumi prastėja jo kokybė, keičiasi skonis, kas yra visiškai nepageidaujama. Pripildyti buteliai užkamščiuojami, patikrinamas pripylimo lygis, užklijuojamos etiketės. Apipavidalinti buteliai tiekiami į produkcijos sandėlį. [13].

4.1.8. Šalutinių gamybos produktų utilizavimas

Visos žaliavos bei medžiagos turi būti utilizuojamos atsižvelgiant į aplinkosaugos reikalavimus, dažniausiai jos parduodamos antriniam panaudojimui. Šiukšlės teritorijoje turi būti pilamos į konteinerius su dangčiu. Šiukšles turi išvežti tik spec. paskirties automašina kiekvieną dieną. Maisto

ir kitokios atliekos neturi būti kaupiamos, o išvežamos kasdien. Salyklojai surenkami ir laikomi bunkeriuose, įrengtuose ant kieto paviršiaus aikštelės su nuolydžiu ir kanalizacija. Salyklojai, poliravimo atliekos ir baltyminės nuosėdos iš misos nuskaidrinimo atiduodami gyvuliams šerti, arba į maisto pramonę. Mielės, nebetinkamos gamybai, atiduodamos įmonei UAB "EKOPRODUKTAS", kuri iš panaudotų mielių gamina sausų mielių papildus, tinkamus vartoti žmonėms. Blogesnės kokybės mielės, nebetinkamos papildų gamybai su salyklojumi atiduodamos gyvulių pašaro gamybai. Stiklo dūžis, popieriaus ir kartono atliekos surenkamos į spec. konteinerius ir atiduodamos į sąvartyną [13].

4.2 Technologinių naujovių apžvalga

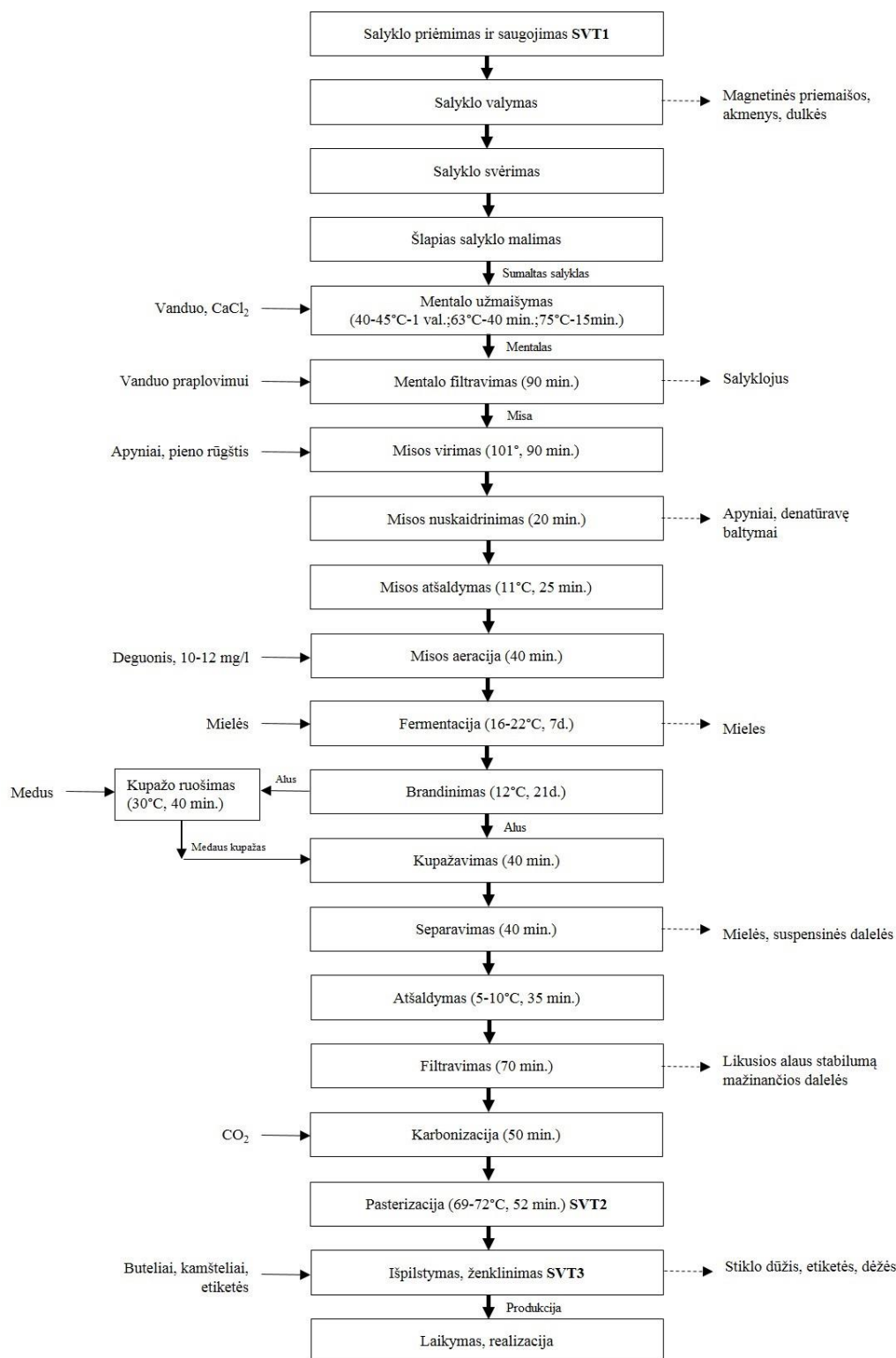
Naudojant polimerų technologiją yra sukurti *LiquiLoc*® aukštos kokybės sintetiniai klijai skirti etikečių klijavimui ant stiklinių butelių. Naudojant šiuos kljus galima klijuoti etiketes ant šaltų ir drėgnų stiklinių butelių, sausų stiklinių butelių, plastikinių butelių, taip pat galima klijuoti ir plono metalo etiketes. Naudojant šiuos kljus galima sumažinti etikečių kljavimo laiką, nes jos itin greitai prilimpa. Pastebima nauda ir iš ekonominės pusės, šių kljų reikia sunaudoti 15-30 % mažiau nei įprastų, nepakenkiant prilipimo kokybei. Šių kljų pritaikymui išpilstymo skyriuje nereikia įrenginėti naujos įrangos, jie yra pritaikomi įprastinėms net ir didelio našumo etiketavimo mašinoms. Kljai pasižymi itin aukštu sukibimu su bet kokios rūšies buteliais. Taip pat galima naudoti ne tik bet kokios rūšies butelius, bet ir bet kokios rūšies etiketes – visos jos prilimpa itin gerai. Dar vienas kljų privalumas yra toks, kad išsiliejus juos labai lengvai galima nuo įrengimų nuvalyti šaltu vandeniu. Kljus galima ilgai saugoti, jiems neprarandant savo kokybės ir lipnumo – net ir išlaikyti 6 mėnesius jie nepakeičia savo pradinių savybių. Pagrindinė sudedamoji *LiquiLoc*® kljų dalis yra polimeras PD 2189 NS – balta nepermatoma emulsija, lydymosi temperatūra 35°C. turi anijoninių grupių, laikant normaliomis sąlygomis išlieka stabilus, su niekuo nereaguoja. Neturi toksiško poveikio žmogaus sveikatai, mažą toksišką poveikį turi vandens augmenijai, dėl savo anijoninių grupių, nes veikia kaip chelatas, sujungiantis naudingas maisto medžiagas reikalingas augimui. Dirbant su šiais kljais nėra taikoma jokių papildomų saugos apribojimų, nėra reikalinga konkreti speciali asmens apsaugos įranga [84, 85].

Parinkto inovatyvaus sprendimo – naujos kartos sintetinių etikečių kljų – skaičiavimai:

1 m² etikečių reikia 25 g paprastų kljų. Vienos etiketės dydis yra ~ 10700 mm². 1 m² apytiksliai sudaro 94 etiketės, tad vienai etiketei reikalingas kljų kiekis yra 0,27 g. Vienam buteliui apipavidalinti reikia 2 etikečių – 0,54 g kljų. Naujos kartos sintetinių etikečių kljų reikia 30% mažiau nei įprastų, tad vienam buteliui apipavidalinti jau reikėtų nebe 0,54 g, o 0,38 g kljų.

4.3. Oatmeal stout ir alaus su medaus priedu gamybos technologinė schema

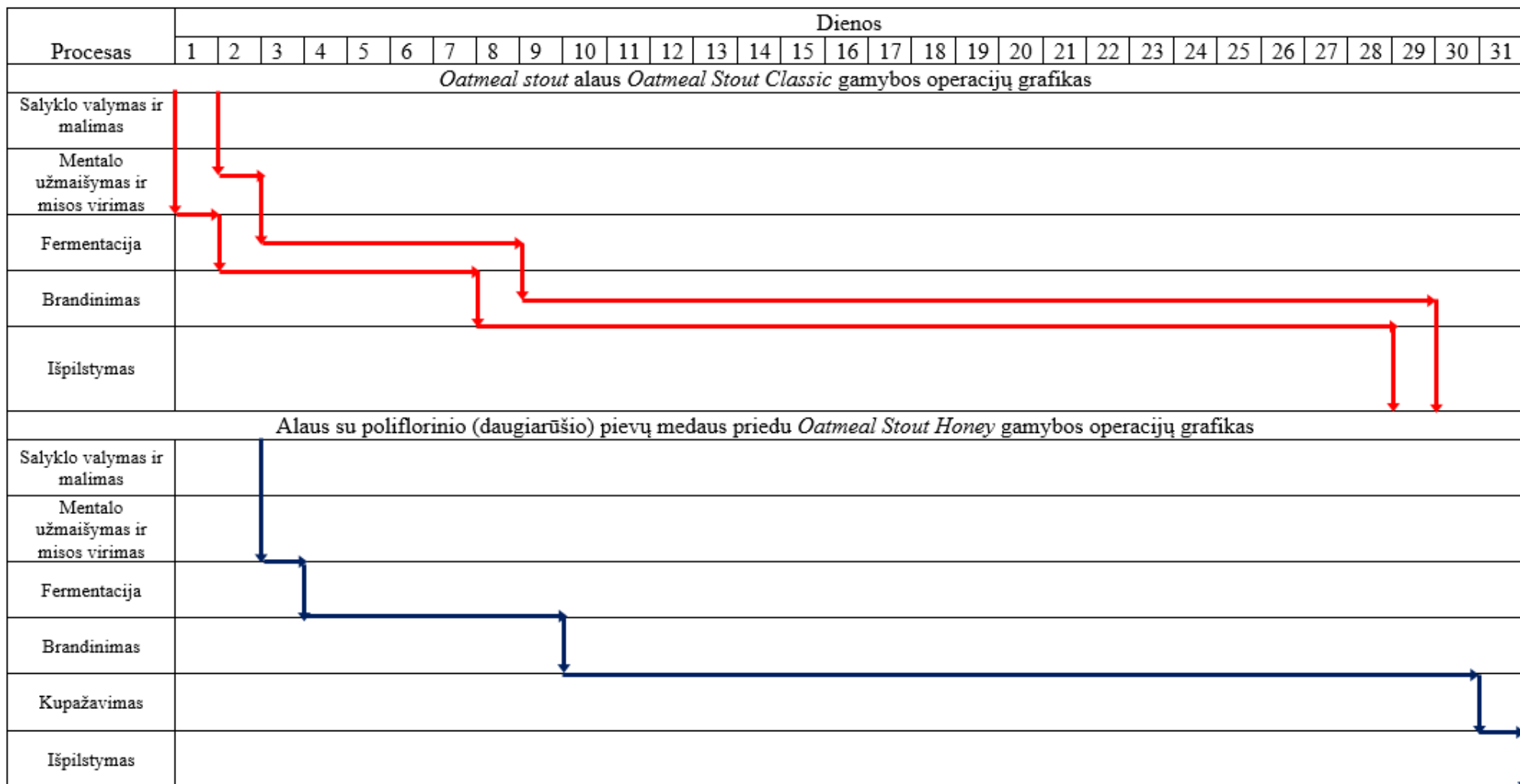
Remiantis 4.1 ir 4.2 poskyryje aprašytais *Oatmeal stout* alaus „*Oatmeal Stout Classic*“ ir alaus su polifloriniu (pievų) medaus priedu „*Oatmeal Stout Honey*“ gamybos metu vykstančiais fizikiniais, cheminiais ir biocheminiais procesais, sudaromos šių produktų gamybos technologinė schema (21 pav.). Projektuojamų gaminių technologinės schemos A1 formato lape yra pateiktos darbo grafinėje dalyje. *Oatmeal stout* alaus „*Oatmeal Stout Classic*“ ir alaus su poliflorinio (daugiarūšio) pievų medaus priedu „*Oatmeal Stout Honey*“ gamybos operacijų grafikas pateiktas 22 pav.



21 pav. Oatmeal stout alaus *Oatmeal Stout Classic* ir alaus su poliflorinio (daugiarūšio) pievų medaus priedu *Oatmeal Stout Honey* gamybos technologinė schema

Salyklas yra pristatomas autotransportu ir kaušiniu elevatoriumi (1) tiekiamas į sandėliavimo silosus (2). Iš silosų salyklas kaušiniu elevatoriumi (3) transportuojamas į magnetinių priemaišų atskirtuvą (4) iš jo siurbliu (5a) orinį separatorių (6) iš orinio separatoriaus siurbliu (5a) transportuojamas į akmenų atskirtuvą (7), kur išvalomos priemaišos. Atskirtos priemaišos nukreipiamos utilizacijai. Išvalytas salyklas transportuojamas siurbliu (5a) į svarstykles (8), kur ya sveriamas. Pasvertas salyklas siurbliu (5a) nukreipiamas ir malamas šešių valcų drėgno malimo malūne (9). Sumalti salyklai siurbliu (5a) transportuojami į sumaltų žaliavų bunkerius (10). *Pale ale*

(2 row), *Crystal 60L, Chocolate, Roasted barley* salyklai ir nesalyklinės žaliavos *Flaked oats* siurbliu (5b) pumpuojami į svarstyklės (7) kur yra pasveriami ir siurbliu (5b) nukreipiami į mentalo užmaišymo katilą (11), kur sumaišomi su vandeniu. Užmaišas 1 valandą maišomas 40-45°C temperatūroje. Temperatūra keliama iki 62-63 °C ir joje išlaikoma 40 min. Išlaikius, temperatūra keliama iki 75 °C ir joje dar išlaikoma 15 min. Rankomis dozuojamas kalcio chloridas. Iš užmaišymo katilo paruoštas mentalas siurbliu (5c) pumpuojamas į mentalo filtravimo katilą (12), kur nufiltravus pirminę misą, tiekiamas vanduo salyklojaus praplovimui. Mentalo filtravimas užtrunka 90 min. Atskirtas salyklojus iškraunamas į salyklojaus surinkimo talpą (13), nufiltruota misa siurbliu (9 C) transportuojama į misos virimo katilą (14). Į misos virimo katilą rankomis dozuojama pieno rūgštis ir apyniai, misa verdama 90 min. Nuo virimo pradžios praėjus 10 min. dozuojami kartieji apyniai, iki virimo pabaigos likus 20 min. dozuojami aromatiniai apyniai. Išvirta misa siurbliu (9 C) pumpuojama į turbulencinį katilą (15). Misos nuskaidrinimas trunka 20 min. Po išlaikymo turbulenciniame katile, misa siurbliu (5c) pumpuojama į plokštelinį šilumokaitį (16), kur per 25 min. yra atšaldoma iki 11 °C temperatūros. Atšaldyta misa surenkama į buferinę talpą (17). Iš buferinės talpos misa siurbliu (5c) transportuojama į aeratorių (18), kur per 40 min. yra prisotinama deguonies. Aeruota misa savitaka teka į cilindrinės konusines talpas (CKT) (19). Į mielių laikymo talpą siurbliu (5d) pumpuojamos mielės. Iš mielių laikymo talpos (20) mielės transportuojamos į CKT. Fermentuojama 16-22 °C temperatūroje 7 dienas. Pasibaigus fermentacijai atidirbusios mielės yra surenkamos į mielių laikymo talpą (20). Fermentavimo talpose, nuėmus mieles 12 °C temperatūroje 3 savaites vyksta brandinimas. Alaus su poliflorinio (daugiarūšio) pievų medaus priedu „*Oatmeal Stout Honey*“ gamyboje medus siurbliu (5e) yra transportuojamas į medaus laikymo talpą (21). Medus iš laikymo talpos savitaka vamzdynu tiekiamas į kupažo ruošimo talpą (22) kur siurbliu (5f) yra tiekiamas dalis subrandinto alaus. Medaus ir alaus sumaišymas vyksta 40 min., 30 °C temperatūroje. Paruoštas kupažas siurbliu (5f) yra pumpuojamas į kupažavimo talpą (23), į kurią iš CKT siurbliu (5c) tiekiamas likęs alaus kiekis. Subrandintas alus ir kupažas maišomas 40 min. Alus su medaus kupažu siurbliu (5c) transportuojamas į separatorių (24). *Oatmeal stout* alaus „*Oatmeal Stout Classic*“ gamyboje subrandintas alus iš CKT siurbliu (5c) tiekiamas į separatorių (24), kur per 40 min. atskiriamos disperguotos dalelės. Iš separatorius savitaka alus patenka į plokštelinį šilumokaitį (25), kur per 35 min. yra atšaldomas iki 5-10°C. Atšaldytas alus patenka į kizelgūro filtrą (26), kur per 70 minučių yra nufiltruojamas, rankomis dozuojamas kizelgūras. Atskirtos likusios alaus stabilumą mažinančios medžiagos nukreipiamas utilizacijai. Panaudotas kizelgūras taip pat utilizuojamas. Iš kizelgūro filtro alus savitaka patenka į karbonizatorių (27), kur per 50 min. yra prisotinamas CO₂. Iš karbonizatoriaus alus transportuojamas į saikininkus (28). Iš saikininkų alus siurbliu (5c) pumpuojamas į srautinį pasterizatorių (29), 69-72 °C temperatūroje išlaikomas ne ilgiau kaip 1 min. Pasterizuotas alus surenkamas į saikininkus (28). Iš saikininkų alus siurbliu (5c) transportuojamas į išpilstymo skyrių. Buteliai transporteriu (30) tiekiami į plovimo mašiną (31). Išplauti buteliai transporteriu (30) tiekiami į inspektavimo mašiną (32). Patikrinti buteliai transporteriu (30) ir alus siurbliu (5c) iš saikininkų transportuojami į pripylimo, kamščiavimo, etiketavimo mašiną (33). *Oatmeal stout* alus „*Oatmeal Stout Classic*“ pilstomas į 0,5 l butelius, alus su poliflorinio (daugiarūšio) pievų medaus priedu „*Oatmeal Stout Honey*“ pilstomas į 0,33 l butelius. Pripilti, užkamščiuoti, su etiketėmis buteliai transporteriu (30) tiekiami į inspektavimo mašiną (34). Blogai pripilti, nuskilę buteliai, etiketės yra nukreipiami utilizacijai. Iš brokavimo mašinos buteliai transporteriu (30) tiekiami į butelių pakavimo į dėžes mašiną (35), dėžės surišamos į paletes ir nukreipiamos į produkcijos sandėlį.



22 pav. *Oatmeal stout* alaus „*Oatmeal Stout Classic*“ ir alaus su poliflorinio (daugiarūšio) pievų medaus priedu „*Oatmeal Stout Honey*“ gamybos operacijų grafikas

V. TECHNOLOGINIO PROCESO KOKYBĖS IR SAUGOS KONTROLĖ: KONTROLIUOJAMI RODIKLIAI, JUOS REGLAMENTUOJANTYS DOKUMENTAI

Alaus gamyboje naudojamų žaliavų kokybę užtikrina jas tiekiantis gamintojas, žaliavos gaunamos su kokybės deklaracijomis, tačiau papildomai yra patikrinamos gamyklos laboratorijoje. Alaus gamyboje naudojamų žaliavų ir technologinio proceso kokybės kontrolė pateikta 26-oje lentelėje.

26 lentelė. Alaus gamyboje naudojamų žaliavų ir technologinio proceso kokybės kontrolė

Kontrolės objektas	Rodiklis	Kritinės ribos	Metodas	Periodiškumas
<i>Žaliavos ir pagalbines medžiagas</i>				
Salyklas	Drėgmė, %	Priklausomai nuo sąlyklo: 2 row pale ale – 4; Crystal 60L – 5; Chocolate – 3; Roasted barley – 5;	Džiovinimo ir svėrimo metodu. ISO 712-1985 [86]	Kiekviena partija
	Ekstraktingumas, %	Priklausomai nuo sąlyklo: 2 row pale ale – 83; Crystal 60L – 72; Chocolate – 72; Roasted barley – 61;	IOB, EBC metodais.	
	Spalva EBC vnt.	Priklausomai nuo sąlyklo: 2 row pale ale – 4; Crystal 60L – 159; Chocolate – 1266; Roasted barley – 799;	Matuojama spektrofotometru [13].	
	Tirpių ir netirpių baltymų kiekis, %	Priklausomai nuo sąlyklo: 2 row pale ale – 11,7; Crystal 60L – 159; Chocolate – 1266; Roasted barley – 799;	Kjeldalio metodas [87]	
Vanduo	pH	Neutralus (6-7)	pH-metru	Kiekvieną dieną
	Kietumas	3-3,6 mmol/l	Spalviniais indikatoriais, kompleksometrinio titravimu, fotometru [88].	
	Bendra mineralinių medžiagų sudėtis	Įvairių mineralų sudėtis pateikia 1.1 skyriuje 6-oje lentelėje	Įvairiais metodais nustatoma laboratorijoje.	
Apyniai	α -rūgštys	Priklauso nuo apynių rūšies	Matuojama spektrofotometru [13].	Kiekviena partija
Mielės	Mielių kultūros grynumas	Neturi būti pašalinės kultūros požymių	Mielių išvaizda įvertinama mikroskopu	Kiekviena partija
Medus	Sacharozės kiekis	ne daugiau 5g/100g	Medaus kokybė nustatoma vadovaujantis analizės metodais medaus sudėčiai nustatyti [89]	Kiekviena partija
	Fruktozės ir gliukozės kiekis	ne daugiau 60g/100g		
	Drėgmės kiekis	ne daugiau 20		
	Netirpių medžiagų kiekis	ne daugiau 0,1g/100g		
	Hidroksimetilfurfurolo kiekis	ne daugiau kaip 40mg/kg		

26 lentelė. Tęsinys

Kontrolės objektas	Rodiklis	Kritinės ribos	Metodas	Periodiškumas
Technologinio proceso kontrolė				
Salyklo sumalimo laipsnis	Sumaltų dalelių dydis	Sumalimas %: Lukštai(26%) stambios kruopos(35%) Smulkios kr.(21%) smulkesnes kr.(7%) miltai(11%)	Patikrinama vizualiai, matoma ar kurios nors frakcijos gaunama daugiau nei reikia [13].	Kilus įtarimui, kad malama ne taip.
Mentalo užmaišymas	Apcukrinimo laipsnis	-	Jodometrinio testu [13]	Kiekvieno užmaišymo metu
	pH	5,2-5,7	pH-metru [13]	
	Užmaišymo ir išlaikymo temperatūra	40-45°C, 1 val. 63°C, 40 min. 75°C, 15 min.	Spiritinis termometras [86]	
Misos virimas	Ekstraktinių medžiagų kiekis	12,2%	Matuojama sacharometru [13].	Kiekvieno virimo metu
	pH	5,2-5,4	Indikatorinės pH juostelės, pH-metru.	
	Kartumas, IBU	28	Analytica EBC 8.8 [90]	
Misos atšaldymas	Temperatūra	11°C	Spiritinis termometras	Kiekvieno atšaldymo metu
Misos aeracija	Deguonies kiekis	10-12 mg/l	Elektrocheminiu metodu.	Kiekvienos aeracijos metu
Fermentacija ir brandinimas	Pirminis ekstraktas,	12° P	Matuojama sacharometru [13].	Iš kiekvienos CKT talpos
	Alkoholio kiekis	4,8 tūrio %	Distiliacijos ir svėrimo metodu [86]	
	Sufermentavimo laipsnis	65-70%	Sužinomas įvertinant pradinį ir galutinį tankį Analytica EBC 9.7 [90]	
	Kartumas, IBU	18-20	Analytica EBC 9.8 [90]	
	Skonis	Būdingas šios rūšies alui	Nustatomas jausliškai	
	Mielių kiekis	50 – 200 tūkst. mielių/1 ml alaus		
	VDK	<0,1 mg/l	Analytica EBC 9.24.1 [90]	
	Temperatūra	16-22° 12°C	Spiritinis termometras	
Alaus separavimas	Mielių skaičius	2*10 ⁶ miel. ląst.	-	Po kiekvienos separacijos
Alaus atšaldymas	Temperatūra	4-10°C	Spiritinis termometras	Kiekvieno atšaldymo metu
Filtruotas alus	Tikrasis ekstraktas	3°P	LST1572:2004 nurodytais metodais.	Kiekviena partija
	Alkoholis	4,8	LST1572:2004 nurodytais metodais.	
	Spalva	43-79 EBC	Nustatoma spektrofotometriškai.	
Pasterizacija	Temperatūra	69-72 °	Termometras	Kiekvienos pasterizacijos metu
Pilstymas	Mikroorganizmų skaičius	0	Daromi mėginių sėjimai	Kartą per savaitę
	Butelių pripylimo paklaida	3%	Vizualiai	Viso pilstymo metu

26 lentelė. Tęsinys

Kontrolės objektas	Rodiklis	Kritinės ribos	Metodas	Periodiškumas
Alus iš butelių	Tikrasis ekstraktas	3°P	LST1572:2004 nurodytais metodais.	Kiekviena partija
	Alkoholis	4,8	LST1572:2004 nurodytais metodais	
	pH	4,0-4,3	LST EN 1132:1998	
	Spalva	43-79 EBC ±3	Nustatoma spektrofotometriškai.	
	CO ₂	4,5 g/l	Pagal aparatūros parametrus	
	O ₂	0,2 mg/ml	Elektrocheminiu metodu	
	Kartumas	25-40 (IBU's)	Analytica EBC 9.8	
	VDK	<0,1 mg/l	Analytica EBC 9.24.1	
	Skonis	Būdingas šios rūšies alui	Jusliškai	

Kokybės užtikrinimas neapsiriboja vien tik nustatomais žaliavų, tarpinių produktų, galutinio produkto rodikliais. Visiškai produkto kokybę apibūdina penki rodikliai: skonis ir aromatas; mitybos fiziologiniai rodikliai (energetinė vertė); higieniniai rodikliai, saugumas (mikrobinis, cheminis, fizikinis užterštumas); cheminės savybės (sudėtis, atsparumas laikymui); fizikinės savybės (klampumas, spalva). Gaminio ir gamybos proceso saugumui užtikrinti gamykloje yra įdiegiama RASVT (rizikos veiksnių analizė, svarbūs valdymo taškai) sistema. Tai visame pasaulyje paplitęs metodas kurio esmė yra išankstinis biologinių, cheminių ir fizinių rizikos veiksnių (RV) išaiškinimas ir prevencija, o ne galutinio produkto kontrolė ir tyrimas. RASVT sistema yra taikoma nuo žaliavų priėmimo iki galutinio produkto pagaminimo. Sėkmingam šios sistemos įdiegimui turi būti laikomasi patalpų, teritorijos, įrangos, žaliavų, sanitarijos, higienos programų. RASVT sistemos esmė yra rizikos veiksnių identifikavimas, svarbių valdymo taškų nustatymas, jų kritinių ribų nustatymas, SVT stebėjimo sistemos įdiegimas, korekcijos veiksmų nustatymas, atsiradus SVT nukrypimams, RASVT sistemos tikrinimo procedūrų nustatymas, visų saugą užtikrinančių procedūrų dokumentų parengimas. Svarbus valdymo taškas (SVT) yra bet kuris produkto gamybos etapas, kuriame taikomi veiksmai, siekiant užkirsti kelią, maisto saugumui iškilusiai rizikai, pašalinti ar sumažinti ją iki priimtino lygio. SVT taškų analizė Oatmeal stout ir alaus su medumi gamyboje pateikta 27-oje lentelėje.

Svarbiausias kokybės faktorius yra švara. Švarios turi būti ne tik tos įrengimų dalys, kurios yra gerai prieinamos ir matomos, bet ir tos, kurios yra sunkiai pasiekiamos. Bakterijos gali daugintis visur, kur yra likę cukraus, misos ar alaus likučių. Kad būtų išvengta produkto užteršimo, visa įranga ir reikmenys turi būti švarūs, reguliariai valomi ir, kai būtina, dezinfekuojami. Baigus darbą ir, kai būtina, dažniau įranga, grindys, latakai, pagalbinės konstrukcijos yra švariai išvalomos. Valymo procesą sudaro nešvarumų ir likučių pašalinimas, plovimas (produktą liečiantys paviršiai plaunami tam skirtais maisto įrangos plovikliais), skalavimas ir dezinfekavimas. Ypatingas dėmesys plaunant įrengimus ir linijas turi būti skirtas vamzdinių sujungimų, alkūnių, vožtuvų, kurie gali būti infekcijos šaltinis, plovimui. Montuojant naujus įrengimus reikia stebėti vamzdinių nuolydžius, vengti šurkščių vidinių paviršių, drenažo vamzdinę įrengti žemiausiose talpų vietose, įvairius matavimo daviklius įmontuoti taip, kad juos būtų lengva nuplauti. Po plovimo neturi likti ploviklių ir dezinfektantų likučių ant paviršių, kurie liečiasi su gaminamu produktu įvairiose gamybos stadijose.

27 lentelė. SVT suvestinė lentelė

Proceso žingsnis SVT	Kontroliuojamas rizikos veiksnys	Prevencinė priemonė	Kritinės ribos	Stebėjimo dažnis	Koregavimo veiksmai	Atsakomybė	Įrašų laikymo vieta
1. Salyklo sandėliavimas SVT1	C: mikotoksinai, sunkieji metalai (Pb, Cd).	Laikytis rekomenduojamos sandėliavimo temperatūros ir drėgmės.	Aflatoksinai 2-4 µg/kg Ochratoksinas A 3-5 µg/kg Deoksinivalenolis 150-1250 µg/kg Zearalenonas 75-100 µg/kg Švinas 0,20 mg/kg Kadmis 0,10 mg/kg	Kiekviena partija	Nenaudoti gamyboje salyklo, kurio užkrėstumas mikotoksinais arba sunkiaisiais metalais viršija normą.	Tiekėjas, Laboratorija	Laboratorija
	F: pašalinės priemaišos		ne daugiau 3 %		Priemaišos pašalinamos salyklo valymo metu.		
	M: nėra						
2. Pasterizacija SVT2	C: nėra						
	F: nėra						
	M: mikrobinis užterštumas	Laikytis pasterizacijos temperatūros ir trukmės	Turi nelikti	Po kiekvienos pasterizuotos partijos	Pakartotinai pasterizuoti	Laboratorija	Laboratorija
3. Butelių plovimas ir kontrolė SVT3	C: ploviklių likučiai	Laikytis butelių plovimo tvarkos Gerai išplauti Laikytis plovimo sanitarijos programos	Turi nelikti	Kiekviena išplauta butelių partija	Buteliai pakartotinai plaunami	Pilstymo linijos operatorius	Laboratorija
	F: pašaliniai objektai				Buteliai išbrokuojami		
	M: mikrobinis užterštumas				Buteliai plaunami pakartotinai, tikrinama sanitarijos programa		

Plovimo mikrobiologinės kontrolės duomenys fiksuojami laboratorijos žurnale. Valant ir dezinfekuojant patalpas bei įrangą būtina imtis visų atsargumo priemonių, kad nebūtų užterštas gaminamas produktas. Patalpoms ir komunikacijoms valyti turi būti skirta atskira ženklinta įranga, priemonės, geriamojo vandens reikalavimus atitinkantis šaltas ir, jei reikia, karštas vanduo. Kiekvienas gamybos skyrius turi sukomplektuotą plovimo inventorių. Automatinėse plovimo stotyse (CIP) ant plovimo talpų turi būti rašomas tirpalo pavadinimas ir koncentracija.

Grauzikų ir vabzdžių naikinimą reikia atlikti taip, kad nebūtų užterštos žaliavos ir medžiagos alaus gamyboje. Tai turi atlikti specialiai apmokyti asmenys pagal įgaliotos institucijos rekomendacijas. Spec. tarnyba įsipareigoja profilaktiniais tikslais stebėti ir priklausomai nuo objekto užkrėtimo savo darbo jėga ir dezinfekcinėmis priemonėmis atlikti naikinimo darbus. Naikinimo priemonės yra įteisintos. Alaus gamybos skyriuose neturi būti paukščių. Kenkėjų pasirodymas fiksuojamas kenkėjų stebėjimo žurnale. Apie atliktus darbus daromi įrašai kenkėjų kontrolės darbų atlikimo žurnale. Kenkėjų kontrolės efektyvumas tikrinamas atsakingam įmonės asmeniui stebint grauzikų pasirodymą praėjus 7-12 dienoms po deratizacijos, vabzdžių – priklausomai nuo panaudotos veikliosios medžiagos ir kontroliuojamų vabzdžių rūšies 1 parai iki 2 mėn. po dezinfekcijos [13].

VI. ŽALIAVŲ IR PAGALBINIŲ MEDŽIAGŲ SKAIČIAVIMAS

Skaičiavimo tikslas – nustatyti kiek žaliavų (vandens, salyklo, apynių, alaus mielių), pagalbinių technologinio proceso medžiagų (kizelgūro, pieno rūgšties, CaCl_2 bei pakavimo medžiagų (buteliai, etiketės, kamščiai, dėžės) bus sunaudota ir kiek tarpinių produktų bei gamybos atliekų susidarys gaminant nustatytą alaus kiekį. Remiantis suformuluota bakalaurinio darbo užduotimi, per metus turi būti pagaminta 500000 litrų *Oatmeal stout* alaus ir 250000 litrų alaus su medumi. Parenkama, jog:

- *Oatmeal Stout Classic* alus išpilstomas ir pristatomas vartotojui 1 kartą per mėnesį.
- *Oatmeal Stout Honey* išpilstomas ir pristatomas vartotojui 1 kartą per mėnesį.
- Virimo cechas dirbs 12 mėn./metus. *Oatmeal Stout Classic* alui pagaminti per mėnesį bus atliekami 8 virimai (1 ir 2 mėnesio dienas) *Oatmeal Stout Honey* – 4 virimai (3 mėnesio dieną).

$$1. \text{ Kas mėnesį pagaminamo alaus kiekis } \quad V_{p.a}^m = \frac{V_{p.a}^{metai}}{n_m}, l \quad (14)$$

čia: $V_{p.a}^{metai}$ - per metus pagaminamo alaus kiekis, l; n_m - alaus išpilstymo dažnis (mėn./metus).

$$\text{„Oatmeal Stout Classic“: } V_{p.a}^m = \frac{500000}{12} = 41667 \text{ l}$$

$$\text{„Oatmeal Stout Honey“: } V_{p.a}^m = \frac{250000}{12} = 20834 \text{ l}$$

$$2. \text{ Vieno virimo metu pagaminamo alaus kiekis } \quad V_{p.a}^v = \frac{V_{p.a}^m}{n_v}, l \quad (15)$$

čia: $V_{p.a}^m$ - per mėnesį pagaminamo alaus kiekis, l; n_v - virimų sk. per mėnesį.

$$\text{„Oatmeal Stout Classic“: } V_{p.a}^v = \frac{41667}{8} = 5209 \text{ l}$$

$$\text{„Oatmeal Stout Honey“: } V_{p.a}^v = \frac{20834}{4} = 5209 \text{ l}$$

$$3. \text{ Karštos misos kiekis } \quad V_{k.m} = \frac{V_{p.a}}{1 - \frac{\pi}{100}}, l \quad (16)$$

čia: $V_{k.m}$ – karštos misos tūris, l; $V_{p.a}$ – pagaminto alaus kiekis, l; π – skystos fazės nuostoliai, %

6.1. Žaliavų ir pagalbinių medžiagų skaičiavimai 100 kg salyklo, skystos fazės nuostolių įvertinimas

Skystos fazės nuostoliams įvertinti yra apskaičiuojama, kiek tarpinių produktų bei prekinio „Oatmeal Stout Classic“ ir „Oatmeal Stout Honey“ alaus, kurių pagrindiniai fizikiniai – cheminiai rodikliai yra pateikti 29 lentelėje, bus gaunama iš 100 kg grūdinės žaliavos (salyklo). Skaičiavimams reikalingi salyklų rodikliai ir atskirais alaus gamybos etapais patiriami nuostoliai yra pateikti 28-oje, 29-oje ir 30-oje lentelėse.

28 lentelė. Pagrindiniai prekinio alaus fizikiniai – cheminiai rodikliai

Pagrindiniai rodikliai	Oatmeal stout alus	Alus su medumi
Pirminė misos sausųjų medžiagų koncentracija, %	12,19	12,19
Ekstraktinių medžiagų kiekis, %	74,8	74,8
Alaus tankis 20°C temperatūroje d_m , kg/l:	1,049	1,049
Mielių norma N_m , l/l	0,01	0,01
Karčiųjų apynių norma N_{ap} , g/l	1,43	1,43
Aromatinių apynių norma N_{ap} , g/l	0,95	0,95
Karštos misos išsiplėtimo koeficientas K (100°C)	1,04	1,04

29 lentelė. Pagrindiniai salyklo fizikiniai – cheminiai rodikliai

Pagrindiniai rodikliai	Pale Ale Malt (2 Row)	Crystal 60L	Chocolate Malt	Roasted Barley	Flaked Oats
Salyklo kiekis pagal receptūrą A_{sal} , kg/100 kg įkrovos: Oatmeal Stout Classic/Oatmeal Stout Honey	78	4,9	4,9	2,9	9,3
Drėgnis, w	4	5	3	5	9
Ekstraktینگumas E	83	72	72	61	70
Spalva C, EBC vnt.	4	159	1266	799	3,8
Tankis, g/cm ³	1,039	1,034	1,034	1,029	1,033

30 lentelė. Atskirais gamybos etapais patiriami nuostoliai

Nuostoliai	Vertė, %
Ekstrakto nuostoliai misos virimo metu L_1	1,8
Vandens nuostoliai mentalo užmaišymo ir misos virimo metu, L_2	10
Misos nuostoliai nuskaidrinimo ir atšaldymo metu, L_3	6
Nuostoliai pagrindinio rauginimo metu, L_4	2,3
Nuostoliai brandinimo ir filtravimo metu, L_5	2,7
Nuostoliai alų išpilstant ir pasterizuojant, L_6	4

1. Bendras sausųjų medžiagų kiekis.

$$Q_{s.m} = \sum_{s.m}^n Q, \text{ kg} \quad (17)$$

$$Q_{s.m}^n = \frac{A_{sal} \cdot (100-w)}{100}, \text{ kg} \quad (18)$$

čia: $Q_{s.m}^n$ – sausųjų medžiagų kiekis salykle, kg; A_{sal} – salyklo dalis, %; w – salyklo drėgmės kiekis, %

„Oatmeal Stout Classic“ / „Oatmeal Stout Honey“:

$$2 \text{ row pale ale: } Q_{s.m}^{Pa} = \frac{78 \cdot (100-4)}{100} = 74,88 \text{ kg}; \quad \text{Crystal 60L: } Q_{s.m}^{Cr} = \frac{4,9 \cdot (100-5)}{100} = 4,66 \text{ kg};$$

$$\text{Chocolate: } Q_{s.m}^{Ch} = \frac{4,9 \cdot (100-3)}{100} = 4,75 \text{ kg}; \quad \text{Roasted barley salyklas: } Q_{s.m}^{Ro} = \frac{2,9 \cdot (100-5)}{100} = 2,76 \text{ kg}$$

$$\text{Flaked oats: } Q_{s.m}^{Fl} = \frac{9,3 \cdot (100-9)}{100} = 8,46 \text{ kg}$$

$$\sum_{s.m}^n Q = 74,88 + 4,66 + 4,75 + 2,76 + 8,46 = 95,51 \text{ kg}$$

2. Bendras ekstraktyvių medžiagų kiekis: $Q_{ekstr} = \sum_{ekstr}^n Q, \text{ kg}$ (19)

Salyklo ekstraktyvių medžiagų kiekis: $Q_{ekstr.}^n = \frac{Q_{s.m}^n * E^n}{100}, \text{ kg}$ (20)

Įvertinus ekstrakto nuostolius: $Q_{e.n} = \frac{\sum_{ekstr.}^n Q * (100 - L_1)}{100}, \text{ kg}$ (21)

čia: Q_{ekstr} – ekstraktyvių medžiagų kiekis salykle, kg; E – salyklo ekstrakingumas, %; L_1 – ekstrakto nuostoliai misos virimo metu, %.

„Oatmeal Stout Classic“/ „Oatmeal Stout Honey“:

2 row pale ale: $Q_{ekstr.}^{Pa} = \frac{74,88 * 83}{100} = 62,15 \text{ kg}$ Crystal 60L: $Q_{ekstr.}^{Cr} = \frac{4,66 * 72}{100} = 3,36 \text{ kg}$

Chocolate: $Q_{ekstr.}^{Ch} = \frac{4,75 * 72}{100} = 3,42 \text{ kg}$ Roasted barley: $Q_{ekstr.}^{Br} = \frac{2,76 * 61}{100} = 1,68 \text{ kg}$

Flaked oats: $Q_{ekstr.}^{Fl} = \frac{8,46 * 70}{100} = 5,92 \text{ kg}$

$$\sum_{ekstr.}^n Q = 62,15 + 3,36 + 3,42 + 1,68 + 5,92 = 76,53 \text{ kg}$$

$$Q_{e.n} = \frac{76,53 * (100 - 1,8)}{100} = 75,15 \text{ kg}$$

3. Vandens kiekis: $V_{H_2O} = \frac{S}{100} * \left(\frac{100 - e}{e}\right) * R, \text{ l}$ (22)

Salyklo ekstraktas: $R = \sum \frac{E_{sal}^n * A_{sal}^n}{100}, \%$ (23)

Įvertinus vandens nuostolius gamybos metu: $V'_{H_2O} = V_{H_2O} * \left(\frac{100 + L_2}{100}\right), \text{ l}$ (24)

čia: V_{H_2O} – vandens kiekis 100 kg salyko, l; S – salyko kiekis, kg; R – salyko ekstraktas, %; L_2 – vandens nuostoliai mentalo užmaišymo ir misos virimo metu, %.

„Oatmeal Stout Classic“/ „Oatmeal Stout Honey“:

$$R = \frac{83 * 78}{100} + \frac{72 * 4,9}{100} + \frac{72 * 4,9}{100} + \frac{61 * 2,9}{100} + \frac{70 * 9,3}{100} = 80,075 \%$$

$$V_{H_2O} = \frac{100}{100} * \left(\frac{100 - 12,19}{12,19}\right) * 80,075 = 577 \text{ l}$$

$$V'_{H_2O} = 577 * \left(\frac{100 + 10}{100}\right) = 635 \text{ l}$$

4. Užmaišo tūris $V_{užm.} = V'_{H_2O} + \sum \frac{M_{sal}^n}{\rho_{sal}^n}, \text{ l}$ (25)

čia: $V_{užm.}$ – užmaišo tūris, l; M_{sal} – salyko masė, kg; ρ_{sal} – sumalto salyko tankis kg/l.

„Oatmeal Stout Classic“/ „Oatmeal Stout Honey“:

$$V_{užm.} = 635 + \frac{78}{1,039} + \frac{4,9}{1,034} + \frac{4,9}{1,034} + \frac{2,9}{1,029} + \frac{9,3}{1,033} = 732 \text{ l}$$

5. Misos masė $M_m = \frac{\sum Q_{e.n} * 100}{e}, \text{ kg}$ (26)

čia: M_m – misos masė, kg; e – pirminės misos sausųjų medžiagų koncentracija, %.

„Oatmeal Stout Classic“/ „Oatmeal Stout Honey“:

$$M_m = \frac{75,15 * 100}{12,19} = 617 \text{ kg}$$

6. Misos tūris $V_m = \frac{M_m}{\rho_m}, \text{ l}$ (27)

Įvertinus karštos misos išsiplėtimo koeficientą: $V_{k.m} = V_m * K, \text{ l}$ (28)

Įvertinus nuskaidrinimo ir atšaldymo nuostolius: $V_{š.m} = \frac{V_{k.m} * (100 - L_3)}{100}, \text{ l}$ (29)

čia: V_m – misos tūris, l; ρ_m – misos tankis, kg/l; $V_{k.m}$ – karštos misos tūris, l; K – misos išsiplėtimo koeficientas ($K=1,04$); $V_{š.m}$ – šaltos misos tūris, l; L_3 – misos nuostoliai nuskaidrinant ir atšaldant.

„Oatmeal Stout Classic“/ „Oatmeal Stout Honey“:

$$V_m = \frac{617}{1,049} = 588 \text{ l}$$

$$V_{k.m} = 588 * 1,04 = 612 \text{ l}$$

$$V_{š.m} = \frac{612 * (100 - 6)}{100} = 575 \text{ l}$$

7. Jauno alaus tūris

$$V_{j.a} = \frac{V_{s.m} * (100 - L_4)}{100}, l \quad (30)$$

čia: $V_{j.a}$ – jauno alaus tūris, l; L_4 – nuostoliai rauginimo metu, %.

„Oatmeal Stout Classic“/ „Oatmeal Stout Honey“:

$$V_{j.a} = \frac{575 * (100 - 2,3)}{100} = 562 l$$

8. Subrandinto ir filtruoto alaus tūris

$$V_{f.a} = \frac{V_{j.a} * (100 - L_5)}{100}, l \quad (31)$$

čia: $V_{f.a}$ – subrandinto ir filtruoto alaus tūris, l; L_5 – nuostoliai brandinimo ir filtravimo metu, %

„Oatmeal Stout Classic“/ „Oatmeal Stout Honey“:

$$V_{f.a} = \frac{562 * (100 - 2,7)}{100} = 547 l$$

9. Pagaminto alaus tūris

$$V_{p.a} = \frac{V_{f.a} * (100 - L_6)}{100}, l \quad (32)$$

čia: $V_{p.a}$ – pagaminto alaus tūris, l; L_6 – nuostoliai alų išpilstant ir pasterizuojant, %.

„Oatmeal Stout Classic“/ „Oatmeal Stout Honey“:

$$V_{p.a} = \frac{547 * (100 - 4)}{100} = 525 l$$

10. Skystos fazės nuostoliai

$$\pi = \frac{V_{k.m} - V_{p.a}}{V_{k.m}} * 100, l \quad (33)$$

čia: $V_{k.m}$ – karštos misos tūris, l; $V_{p.a}$ – pagaminto alaus tūris, l.

„Oatmeal Stout Classic“/ „Oatmeal Stout Honey“:

$$\pi = \frac{612 - 525}{612} * 100 = 14,22\%$$

11. Apynių kiekis

$$P_{ap} = N_{ap} * V_{p.a}, kg \quad (34)$$

čia: P_{ap} – apynių kiekis, kg; N_{ap} – apynių norma, g/l.

„Oatmeal Stout Classic“/ „Oatmeal Stout Honey“:

$$P_{k.ap} = 1,43 * 525 = 750,75 g = 0,75 kg \quad P_{ar.ap} = 0,95 * 525 = 498,75 g = 0,5 kg$$

12. Mielių kiekis

$$P_{miel} = N_{miel} * V_{p.a}, kg \quad (35)$$

čia: P_{miel} – mielių kiekis, kg; N_{miel} – mielių norma, g/l.

„Oatmeal Stout Classic“/ „Oatmeal Stout Honey“:

$$P_{miel} = 0,01 * 525 = 5,25 l$$

13. Medaus kiekis („Oatmeal Stout Honey“):

$$P_{medaus} = V_{j.a} * N_{medaus}, kg \quad (36)$$

čia: P_{medaus} – reikalingas medaus kiekis, kg; $V_{j.a}$ – jauno alaus kiekis, l; N_{medaus} – medaus norma kg/l ($N_{medaus} = 0,011$ g/l jauno alaus).

$$P_{medaus} = 562 * 0,011 = 6,182 kg$$

14. CaCl₂ kiekis

$$P_{CaCl_2} = V_{k.m} * N_{CaCl_2}, ml \quad (37)$$

čia: P_{CaCl_2} – CaCl₂ kiekis, ml; N_{CaCl_2} – CaCl₂ norma, ml/l misos.

„Oatmeal Stout Classic“/ „Oatmeal Stout Honey“:

$$P_{CaCl_2} = 612 * 0,6 = 367,2 ml$$

1. Pieno rūgšties kiekis

$$P_{p.r} = V_{k.m} * N_{p.r}, g \quad (38)$$

$P_{p.r}$ – pieno rūgšties kiekis, g; $N_{p.r}$ – pieno rūgšties norma, g/l misos.

„Oatmeal Stout Classic“/ „Oatmeal Stout Honey“:

$$P_{p.r} = 612 * 0,18 = 110,16 g$$

2. Kizelgūro kiekis

$$P_{kizelgūro}^i = N_{kizelgūro}^i * V_{p.a}, g \quad (39)$$

čia: $P_{kizelgūro}^i$ – smulkaus, vidutinio, stambaus kizelgūro kiekis, g; $N_{kizelgūro}^i$ – kizelgūro norma, g/l; $N_{kizelgūro}^S = 0,25$ g/l – stambus kizelgūras; $N_{kizelgūro}^V = 0,18$ g/l – vidutinis kizelgūras; $N_{kizelgūro}^{Sm} = 0,97$ g/l – smulkus kizelgūras; $V_{p.a}$ –

pagaminto alaus kiekis, l.

„Oatmeal Stout Classic“/ „Oatmeal Stout Honey“:

$$P_{kizelgūro}^S = 0,25 * 525 = 131,25g = 0,131 kg$$

$$P_{kizelgūro}^V = 0,18 * 525 = 94,5 g = 0,095 kg$$

$$P_{kizelgūro}^{Sm} = 0,97 * 525 = 509,25g = 0,509 kg$$

6.2. Vieno virimo, mėnesio ir metinės žaliavų sąnaudos bei tarpinių produktų išeigos

Apskaičiuojamus skystos fazės nuostolius *Oatmeal stout* ir alaus su medumi rūšims, atliekami vieno virimo, mėnesio, metų žaliavų ir pagalbinių technologinio proceso medžiagų sąnaudų bei tarpinių produktų išeigų skaičiavimai.

1. Karštos misos kiekis

$$\text{Kas mėnesį pagamintos karštos misos kiekis: } V_{k.m}^m = \frac{V_{p.a}^m}{1 - \frac{\pi}{100}}, l \quad (40)$$

$$\text{Vieno virimo metu pagamintos karštos misos kiekis: } V_{k.m}^k = \frac{V_{k.m}^m}{n}, l \quad (41)$$

čia: π – skystos fazės nuostoliai; n – virimų skaičius.

„Oatmeal Stout Classic“:

Vienam mėnesiui:

$$V_{k.m}^m = \frac{41667}{1 - \frac{14,22}{100}} = 48574 l$$

Vienam virimui:

$$V_{k.m}^{1v} = \frac{48574}{8} = 6072 l$$

Metams:

$$V_{k.m}^{metai} = 48574 * 12 = 582888 l$$

„Oatmeal Stout Honey“:

Vienam mėnesiui:

$$V_{k.m}^m = \frac{20834}{1 - \frac{14,22}{100}} = 24288 l$$

Vienam virimui:

$$V_{k.m}^{1v} = \frac{24288}{4} = 6072 l$$

Metams:

$$V_{k.m}^{metai} = 24288 * 12 = 291456 l$$

Tarpinių produktų skaičiavimai

$$\text{Vieno virimo metu pagamintos tarpinio produkto kiekis: } V_{t.p.}^{1v} = \frac{V_{t.p.} * V_{k.m}^{1v}}{V_{k.m}}, l \quad (42)$$

$$\text{Kas mėnesį pagaminamas šaltos misos kiekis: } V_{t.p.}^m = V_{t.p.}^{1v} * n_v, l \quad (43)$$

$$\text{Per metus pagaminamas šaltos misos kiekis: } V_{t.p.}^{metai} = V_{t.p.}^m * n_m, l \quad (44)$$

čia: $V_{t.p.}^{1v}$, $V_{t.p.}^m$, $V_{t.p.}^{metai}$ – tarpinio produkto kiekis, pagaminamas iš 100 kg salyklo/virimui/mėnesiui/metams, l.

2. Šaltos misos kiekis

„Oatmeal Stout Classic“:

Vienam virimui:

$$V_{s.m}^{1v} = \frac{575 * 6072}{612} = 5705 l$$

Vienam mėnesiui:

$$V_{s.m}^m = 5705 * 8 = 45640 l$$

Metams:

$$V_{s.m}^{metai} = 45640 * 12 = 547680 l$$

„Oatmeal Stout Honey“:

Vienam virimui:

$$V_{s.m}^{1v} = \frac{575 * 6072}{612} = 5705 l$$

Vienam mėnesiui:

$$V_{s.m}^m = 5705 * 4 = 22820 l$$

Metams:

$$V_{s.m}^{metai} = 22820 * 12 = 273840 l$$

3. Jauno alaus kiekis

„Oatmeal Stout Classic“:

Vienam virimui:

$$V_{j.a}^{1v} = \frac{562 * 6072}{612} = 5576 l$$

Vienam mėnesiui:

$$V_{j.a}^m = 5576 * 8 = 44608 l$$

Metams:

$$V_{j.a}^{metai} = 44592 * 12 = 535296 l$$

„Oatmeal Stout Honey“:

Vienam virimui:

$$V_{j.a}^{1v} = \frac{562 * 6072}{612} = 5576 l$$

Vienam mėnesiui:

$$V_{j.a}^m = 5576 * 4 = 22304 l$$

Metams:

$$V_{j.a}^{metai} = 22312 * 12 = 267648 l$$

4. Filtruoto alaus kiekis

„Oatmeal Stout Classic“:

Vienam virimui:

$$V_{f.a}^{1v} = \frac{547 * 6072}{612} = 5427 l$$

Vienam mėnesiui:

$$V_{f.a}^m = 5427 * 8 = 43416 l$$

Metams:

$$V_{f.a}^{metai} = 43416 * 12 = 520992 l$$

„Oatmeal Stout Honey“

Vienam virimui:

$$V_{f.a}^{1v} = \frac{547 \cdot 6072}{612} = 5427 \text{ l}$$

Vienam mėnesiui:

$$V_{f.a}^m = 5427 \cdot 4 = 21708 \text{ l}$$

Metams:

$$V_{f.a}^{metai} = 21708 \cdot 12 = 260496 \text{ l}$$

Vienam virimui reikalingas žaliavos kiekis: $i_{žaliavos}^v = \frac{i_{žaliavos}^m \cdot M_{sal}^v}{M_{sal}}, \text{ kg, l}$ (45)

Vienam mėnesiui reikalingas žaliavos kiekis: $i_{žaliavos}^m = i_{žaliavos}^v \cdot n_v, \text{ kg, l}$ (46)

Metams reikalingas žaliavos kiekis: $i_{žaliavos}^{metai} = i_{žaliavos}^v \cdot n_m, \text{ kg, l}$ (47)

čia: $i_{žaliavos}^v / i_{žaliavos}^m / i_{žaliavos}^{metai}$ – žaliavos (pagalbinės medžiagos) kiekis reikalingas 100 kg salyklo/virimui/mėnesiui/metams, kg (l).

5. Salyklo kiekis

„Oatmeal Stout Classic“:

Vienam virimui:

$$M_{sal}^v = \frac{100 \cdot 6072}{612} = 992 \text{ kg}$$

Vienam mėnesiui:

$$M_{sal}^m = 992 \cdot 8 = 7936 \text{ kg}$$

Metams:

$$M_{sal}^{metai} = 7904 \cdot 12 = 95232 \text{ kg}$$

2 row pale ale

Vienam virimui:

$$M_{Pa}^v = \frac{78 \cdot 992}{100} = 774 \text{ kg}$$

Vienam mėnesiui:

$$M_{Pa}^m = 774 \cdot 8 = 6192 \text{ kg}$$

Metams:

$$M_{Pa}^{metai} = 6176 \cdot 12 = 74304 \text{ kg}$$

Crystal 60L

Vienam virimui:

$$M_{Cr}^v = \frac{4,9 \cdot 992}{100} = 49 \text{ kg}$$

Vienam mėnesiui:

$$M_{Cr}^m = 49 \cdot 8 = 392 \text{ kg}$$

Metams:

$$M_{Cr}^{metai} = 392 \cdot 12 = 4704 \text{ kg}$$

Chocolate

Vienam virimui:

$$M_{Ch}^v = \frac{4,9 \cdot 992}{100} = 49 \text{ kg}$$

Vienam mėnesiui:

$$M_{Ch}^m = 49 \cdot 8 = 392 \text{ kg}$$

Metams:

$$M_{Ch}^{metai} = 392 \cdot 12 = 4704 \text{ kg}$$

Roasted Barley

Vienam virimui:

$$M_{Ro}^v = \frac{2,9 \cdot 992}{100} = 29 \text{ kg}$$

Vienam mėnesiui:

$$M_{Ro}^m = 29 \cdot 8 = 232 \text{ kg}$$

Metams:

$$M_{Ro}^{metai} = 232 \cdot 12 = 2784 \text{ kg}$$

Flaked oats

Vienam virimui:

$$M_{Fl}^v = \frac{9,3 \cdot 992}{100} = 92 \text{ kg}$$

Vienam mėnesiui:

$$M_{Fl}^m = 92 \cdot 8 = 736 \text{ kg}$$

Metams:

$$M_{Fl}^{metai} = 776 \cdot 12 = 8832 \text{ kg}$$

„Oatmeal Stout Honey“:

Vienam virimui:

$$M_{sal}^v = \frac{100 \cdot 6072}{612} = 992 \text{ kg}$$

Vienam mėnesiui:

$$M_{sal}^m = 992 \cdot 4 = 3968 \text{ kg}$$

Metams:

$$M_{sal}^{metai} = 3956 \cdot 12 = 47616 \text{ kg}$$

2 row pale ale:

Vienam virimui:

$$M_{Pa}^v = \frac{78 \cdot 992}{100} = 774 \text{ kg}$$

Vienam mėnesiui:

$$M_{Pa}^m = 774 \cdot 4 = 3096 \text{ kg}$$

Metams:

$$M_{Pa}^{metai} = 3088 \cdot 12 = 37152 \text{ kg}$$

Crystal 60L

Vienam virimui:

$$M_{Cr}^v = \frac{4,9 \cdot 992}{100} = 49 \text{ kg}$$

Vienam mėnesiui:

$$M_{Cr}^m = 49 \cdot 4 = 196 \text{ kg}$$

Metams:

$$M_{Cr}^{metai} = 196 \cdot 12 = 2352 \text{ kg}$$

Chocolate

Vienam virimui:

$$M_{Ch}^v = \frac{4,9 \cdot 992}{100} = 49 \text{ kg}$$

Vienam mėnesiui:

$$M_{Ch}^m = 49 \cdot 4 = 196 \text{ kg}$$

Metams:

$$M_{Ch}^{metai} = 196 \cdot 12 = 2352 \text{ kg}$$

Roasted Barley

Vienam virimui:

$$M_{Ro}^v = \frac{2,9 \cdot 992}{100} = 29 \text{ kg}$$

Vienam mėnesiui:

$$M_{Ro}^m = 29 \cdot 4 = 116 \text{ kg}$$

Metams:

$$M_{Ro}^{metai} = 116 \cdot 12 = 1392 \text{ kg}$$

Flaked oats

Vienam virimui:

$$M_{Fl}^v = \frac{9,3 \cdot 992}{100} = 92 \text{ kg}$$

Vienam mėnesiui:

$$M_{Fl}^m = 92 \cdot 4 = 368 \text{ kg}$$

Metams:

$$M_{Fl}^{metai} = 776 \cdot 12 = 4416 \text{ kg}$$

6. Vandens kiekis

„Oatmeal Stout Classic“

Vienam virimui:

$$V_{H_2O}^v = \frac{635 \cdot 992}{100} = 6300 \text{ l}$$

Vienam mėnesiui:

$$V_{H_2O}^m = 6300 \cdot 8 = 50400 \text{ l}$$

Metams:

$$V_{H_2O}^{metai} = 50352 \cdot 12 = 604800 \text{ l}$$

„Oatmeal Stout Honey“:

Vienam virimui:

$$V_{H_2O}^v = \frac{635 \cdot 992}{100} = 6300 \text{ l}$$

Vienam mėnesiui:

$$V_{H_2O}^m = 6300 \cdot 4 = 25200 \text{ l}$$

Metams:

$$V_{H_2O}^{metai} = 25200 \cdot 12 = 302400 \text{ l}$$

7. Užmaišo tūris

„Oatmeal Stout Classic“

Vienam virimui:

$$V_{užm} = \frac{732 \cdot 992}{100} = 7262 \text{ l}$$

Vienam mėnesiui:

$$V_{užm}^m = 7262 \cdot 8 = 58096 \text{ l}$$

Metams:

$$V_{užm}^{metai} = 58096 \cdot 12 = 697152 \text{ l}$$

„Oatmeal Stout Honey“

Vienam virimui:

$$V_{užm} = \frac{732 \cdot 989}{100} = 7262 \text{ l}$$

Vienam mėnesiui:

$$V_{užm}^m = 7262 \cdot 4 = 29048 \text{ l}$$

Metams:

$$V_{užm}^{metai} = 29048 \cdot 12 = 348576 \text{ l}$$

8. Apynių kiekis

Karčiųjų apynių kiekis:

„Oatmeal Stout Classic“:

Vienam virimui:

$$P_{ap}^v = \frac{0,75 \cdot 992}{100} = 7,44 \text{ kg}$$

Vienam mėnesiui:

$$P_{ap}^m = 7,44 \cdot 8 = 59,52 \text{ kg}$$

Metams:

$$P_{ap}^{metai} = 59,52 \cdot 12 = 714,24 \text{ kg}$$

„Oatmeal Stout Honey“:

Vienam virimui:

$$P_{ap}^v = \frac{0,75 \cdot 992}{100} = 7,44 \text{ kg}$$

Vienam mėnesiui:

$$P_{ap}^m = 7,44 \cdot 4 = 29,76 \text{ kg}$$

Metams:

$$P_{ap}^{metai} = 29,76 \cdot 12 = 357,12 \text{ kg}$$

Aromatinių apynių kiekis:

„Oatmeal Stout Classic“:

Vienam virimui:

$$P_{ap}^v = \frac{0,5 \cdot 992}{100} = 4,96 \text{ kg}$$

Vienam mėnesiui:

$$P_{ap}^m = 4,96 \cdot 8 = 39,68 \text{ kg}$$

Metams:

$$P_{ap}^{metai} = 39,68 \cdot 12 = 476,16 \text{ kg}$$

„Oatmeal Stout Honey“:

Vienam virimui:

$$P_{ap}^v = \frac{0,5 \cdot 992}{100} = 4,96 \text{ kg}$$

Vienam mėnesiui:

$$P_{ap}^m = 4,96 \cdot 4 = 19,84 \text{ kg}$$

Metams:

$$P_{ap}^{metai} = 19,84 \cdot 12 = 238,08 \text{ kg}$$

9. Mielių kiekis

„Oatmeal Stout Classic“:

Vienam virimui:

$$P_m^v = \frac{5,25 \cdot 992}{100} = 52 \text{ l}$$

Vienam mėnesiui:

$$P_m^m = 52 \cdot 8 = 416 \text{ l}$$

Metams:

$$P_m^{metai} = 416 \cdot 12 = 4992 \text{ l}$$

„Oatmeal Stout Honey“:

Vienam virimui:

$$P_m^v = \frac{5,25 \cdot 992}{100} = 52 \text{ l}$$

Vienam mėnesiui:

$$P_m^m = 52 \cdot 4 = 208 \text{ l}$$

Metams:

$$P_m^{metai} = 208 \cdot 12 = 2496 \text{ l}$$

10. Medaus kiekis („Oatmeal Stout Honey“):

Medaus kiekis apskaičiuojamas įvertinus jauno alaus kiekį: $P_{med.}^v = \frac{P_{medaus} \cdot V_{j.a.}^v}{V_{j.a.}}$, kg (48)

čia: P_{medaus} – medaus kiekis, reikalingas 100 kg grūdinės žaliavos, kg; $P_{med.}^v$ – sirupo kiekis reikalingas vienam virimui, kg; $V_{j.a.}^v$ – jauno alaus kiekis vienam virimui, l; $V_{j.a.}$ – jauno alaus tūris, l.

Vienam virimui:

Vienam mėnesiui:

Metams:

$$P_{med.}^v = \frac{6,182 \cdot 5576}{562} = 62 \text{ kg} \quad P_{med.}^v = 62 * 4 = 248 \text{ kg} \quad P_{med.}^{metai} = 248 * 12 = 2976 \text{ kg}$$

11. Kizelgūro kiekis

Vienam virimui:

$$P_{kizelgūro}^{i/v} = \frac{P_{kizelgūro}^i * V_{p.a}^v}{V_{p.a}}, g \quad (49)$$

$$\text{Mēnesiui: } P_{kizelgūro}^{i/m} = P_{kizelgūro}^{i/v} * n_v, g \quad (50)$$

$$\text{Metams: } P_{kizelgūro}^{i/m} = P_{kizelgūro}^{i/m} * n_m, g \quad (51)$$

„Oatmeal Stout Classic“:

Vienam virimui:

$$P_{kizelgūro}^{S/v} = \frac{0,131 \cdot 5209}{525} = 1,3 \text{ kg}$$

$$P_{kizelgūro}^{V/v} = \frac{0,095 \cdot 5209}{525} = 0,94 \text{ kg}$$

$$P_{kizelgūro}^{Sm/v} = \frac{0,509 \cdot 5209}{525} = 5,05 \text{ kg}$$

Vienam mėnesiui:

$$P_{kizelgūro}^{S/m} = 1,3 * 8 = 10,4 \text{ kg} \quad P_{kizelgūro}^{S/metai} = 10,4 * 12 = 124,8 \text{ kg}$$

$$P_{kizelgūro}^{V/m} = 0,94 * 8 = 7,52 \text{ kg} \quad P_{kizelgūro}^{V/metai} = 7,52 * 12 = 90,24 \text{ kg}$$

$$P_{kizelgūro}^{Sm/m} = 5,05 * 8 = 40,4 \text{ kg} \quad P_{kizelgūro}^{Sm/metai} = 40,4 * 12 = 484,8 \text{ kg}$$

Metams:

„Oatmeal Stout Honey“:

Vienam virimui:

$$P_{kizelgūro}^{S/v} = \frac{0,131 \cdot 5209}{525} = 1,3 \text{ kg}$$

$$P_{kizelgūro}^{V/v} = \frac{0,095 \cdot 5209}{525} = 0,94 \text{ kg}$$

$$P_{kizelgūro}^{Sm/v} = \frac{0,509 \cdot 5209}{525} = 5,05 \text{ kg}$$

Vienam mėnesiui:

$$P_{kizelgūro}^{S/m} = 1,3 * 4 = 5,2 \text{ kg} \quad P_{kizelgūro}^{S/metai} = 5,2 * 12 = 62,4 \text{ kg}$$

$$P_{kizelgūro}^{V/m} = 0,94 * 4 = 3,76 \text{ kg} \quad P_{kizelgūro}^{V/metai} = 3,76 * 12 = 45,12 \text{ kg}$$

$$P_{kizelgūro}^{Sm/m} = 5,05 * 4 = 20,2 \text{ kg} \quad P_{kizelgūro}^{Sm/metai} = 20,2 * 12 = 242,4 \text{ kg}$$

Metams:

12. CaCl₂ kiekis

„Oatmeal Stout Classic“:

Vienam virimui:

$$P_{CaCl_2}^v = \frac{0,367 \cdot 6072}{732} = 3,0 \text{ l}$$

Vienam mėnesiui:

$$P_{CaCl_2}^m = 3,0 * 8 = 24 \text{ l}$$

Metams:

$$P_{CaCl_2}^{metai} = 24 * 12 = 288 \text{ l}$$

„Oatmeal Stout Honey“:

Vienam virimui:

$$P_{CaCl_2}^v = \frac{0,367 \cdot 6072}{732} = 3,0 \text{ l}$$

Vienam mėnesiui:

$$P_{CaCl_2}^m = 3,0 * 4 = 12 \text{ l}$$

Metams:

$$P_{CaCl_2}^{metai} = 12 * 12 = 144 \text{ l}$$

13. Pieno rūgštis kiekis

„Oatmeal Stout Classic“:

Vienam virimui:

$$P_{P.r}^v = \frac{0,110 \cdot 6072}{612} = 1 \text{ kg}$$

Vienam mėnesiui:

$$P_{P.r}^m = 1 * 8 = 8 \text{ kg}$$

Metams:

$$P_{P.r}^{metai} = 8 * 12 = 96 \text{ kg}$$

„Oatmeal Stout Honey“:

Vienam virimui:

$$P_{P.r}^v = \frac{0,110 \cdot 6072}{612} = 1 \text{ kg}$$

Vienam mėnesiui:

$$P_{P.r}^m = 1 * 4 = 4 \text{ kg}$$

Metams:

$$P_{P.r}^{metai} = 4 * 12 = 48 \text{ kg}$$

14. Butelių kiekis

$$P_{but.sk.}^m = \frac{V_{p.a}^m}{V_{but.sk.}} * 1,02, vnt. \quad (52)$$

$$P_{but.sk.}^{metai} = P_{but.sk.}^m * n_m \quad (53)$$

čia: $P_{but.sk.}^m$ – per mėnesį reikalingas butelių kiekis alaus išpilstymui, vnt; $V_{but.sk.}$ – butelių tūris, l; 1,02 – butelių nuostoliai pilstymo linijoje, nuostoliai, prieš tiekiant juos į liniją. Įvertinant nuostolius; $P_{but.sk.}^{metai}$ – metams reikalingas butelių kiekis alaus išpilstymui, vnt.

Norint suskaičiuoti butelių kiekį reikalingą alui išpilstyti, pirmiausia reikia įvertinti pilstymo nuostolius (1%). Įvertinus pilstymo nuostolius, reikia įvertinti ir butelių nuostolius pilstymo linijoje, juos transportuojant iki linijos. (2%). Oatmeal stout alus „Oatmeal Stout Classic“ bus pilstomas į 0,5 l stiklinius butelius ir pakuojamas į kartonines dėžes po 20vnt. Alus su pievų (polifloriniu) medumi „Oatmeal Stout Honey“ bus pilstomas į 0,33 l talpos stiklinius butelius ir pakuojami į

kartonines dėžes po 6 vnt. Etikečių reikia 2 kartus daugiau nei butelių (priekinė ir galinė etiketės), karūnkamščių skaičius parenkamas pagal reikalingą butelių skaičių.

„Oatmeal Stout Classic“:

$$P_{but.sk.}^m = \frac{41667 \cdot 1,01}{0,5} \cdot 1,02 = 85851 vnt. \quad P_{but.sk.}^{metai} = 85851 \cdot 12 = 1030212 vnt.$$

„Oatmeal Stout Honey“:

$$P_{but.sk.}^m = \frac{20834 \cdot 1,01}{0,33} \cdot 1,02 = 65040 vnt. \quad P_{but.sk.}^{metai} = 65040 \cdot 12 = 780480 vnt.$$

15. Dėžių kiekis

$$P_D^m = \frac{P_{but}^m}{dėž.kiek.} \quad (54)$$

$$P_D^{metai} = P_D^m \cdot 12 \quad (55)$$

čia: P_D^m – mėnesiui reikalingas dėžių kiekis, vnt; P_D^{metai} – metams reikalingas dėžių kiekis, vnt.

Oatmeal Stout Classic

$$P_D^m = \frac{83334}{20} = 4167 vnt.$$

$$P_D^{metai} = 4167 \cdot 12 = 50001 vnt.$$

Oatmeal Stout Honey

$$P_D^m = \frac{63134}{6} = 10523 vnt.$$

$$P_D^{metai} = 10523 \cdot 12 = 126276 vnt.$$

Oatmeal stout alaus „Oatmeal Stout Classic“ ir alaus su pievų medumi „Oatmeal Stout Honey“ gamybos linijos žaliavų, tarpinių produktų, pagalbinių medžiagų, pakavimo medžiagų balansas, pateikiamas 31-oje lentelėje.

6.3. Pagrindinių gamybos atliekų (salyklojaus) skaičiavimas

1. Salyklojaus kiekis gaunamas iš 100 kg salyklo:

$$Q_{salyklojus} = \frac{100-E-w}{100} \cdot A_{sal}, kg \quad (56)$$

$$\sum Q_{salyklojus} = Q_{salyklojus}^{Pa} + Q_{salyklojus}^{Cr} + Q_{salyklojus}^{Ch} + Q_{salyklojus}^{Ro} + Q_{salyklojus}^{Fl}, kg \quad (57)$$

čia: $Q_{salyklojus}$ - salyklojaus kiekis, kg; E – salyklo ekstraktiškumas, %; w – salyklo drėgmė, %; A_{sal} – salyklo masės kiekis 100 kg grūdų, kg.

„Oatmeal Stout Classic“ / „Oatmeal Stout Honey“

$$2 row pale ale: Q_{salyklojus}^{Pa} = \frac{100-83-4}{100} \cdot 78 = 10,14 kg$$

$$Crystal 60 L: Q_{salyklojus}^{Cr} = \frac{100-72-5}{100} \cdot 4,9 = 1,127 kg$$

$$Chocolate: Q_{salyklojus}^{Ch} = \frac{100-72-3}{100} \cdot 4,9 = 1,225 kg$$

$$Roasted barley: Q_{salyklojus}^{Ro} = \frac{100-61-5}{100} \cdot 2,9 = 0,986 kg$$

$$Flaked oats: Q_{salyklojus}^{Fl} = \frac{100-70-9}{100} \cdot 9,3 = 1,953 kg$$

$$\sum Q_{salyklojus} = 10,14 + 1,127 + 1,225 + 0,986 + 1,953 = 15,431 kg$$

2. Salyklojaus kiekis gaunamas 1 virimo metu, per mėnesį, per metus:

Vienam virimui:

$$Q_{salyklojus}^v = \frac{Q_{salyklojus} \cdot V_{k.m}^v}{V_{k.m}}, kg \quad (58)$$

$$\text{Vienam mėnesiui: } Q_{salyklojus}^m = Q_{salyklojus}^v \cdot n_v, kg \quad (59)$$

$$\text{Metams: } Q_{salyklojus}^{metai} = Q_{salyklojus}^m \cdot n_m, kg \quad (60)$$

„Oatmeal Stout Classic“:

$$\text{Vienam virimui: } Q_{salyklojus}^v = \frac{15,431 \cdot 6072}{612} = 153 kg$$

$$\text{Vienam mėnesiui: } Q_{salyklojus}^m = 153 \cdot 8 = 1224 kg$$

$$\text{Metams: } Q_{salyklojus}^{metai} = 1224 \cdot 12 = 14688 kg$$

„Oatmeal Stout Honey“:

$$\text{Vienam virimui: } Q_{\text{salyklojus}}^v = \frac{15,431 \cdot 6072}{612} = 153 \text{ kg}$$

$$\text{Vienam mėnesiui: } Q_{\text{salyklojus}}^m = 153 \cdot 4 = 612 \text{ kg}$$

$$\text{Metams: } Q_{\text{salyklojus}}^{\text{metai}} = 612 \cdot 12 = 7344 \text{ kg}$$

6.4. Prekinio alaus spalvos, alkoholio ir išsiskiriančio CO₂ kiekio skaičiavimai

1. Spalva

$$Spalva_{EBC} = 1,4922 \cdot (MCU^{0,6859}) \quad (61)$$

$$MCU = \frac{\sum M_{\text{sal}} \cdot C_{\text{sal}}}{V_{p.a.}} \quad (62)$$

čia: MCU – salyklo spalvos vienetai; C_{sal} – salyklo spalva, EBC vnt; M_{sal} – salyklo masės dalis 100 kg salyklo, lbs; V_{p.a.} – prekinio alaus tūris, l.

„Oatmeal Stout Classic“/ „Oatmeal Stout Honey“

$$MCU = \frac{(78 \cdot 4 + 4,9 \cdot 159 + 4,9 \cdot 1266 + 2,9 \cdot 799 + 9,3 \cdot 3,8) \cdot 2,205}{525} = 40,5$$

$$Spalva_{EBC} = 1,4922 \cdot (40,5^{0,6859}) = 19 \text{ EBC vnt.}$$

2. Alkoholio kiekis

$$P_{\text{alk}} = \frac{1,05}{0,79} \cdot \left(\frac{SG_1 - SG_2}{SG_2} \right) \cdot 100, \text{ tūrio \%} \quad (63)$$

čia: P_{alk} – alkoholio kiekis, tūrio %; SG₁ – pradinis alaus tankis, kg/l; SG₂ – galutinis alaus tankis, kg/l; 1,05 – etanolio kiekis g gaunamas išsiskyrus 1 g CO₂; 0,79 – etanolio tankis, kg/l.

„Oatmeal Stout Classic“/ „Oatmeal Stout Honey“

$$P_{\text{alk}} = \frac{1,05}{0,79} \cdot \left(\frac{1,049 - 1,012}{1,012} \right) \cdot 100 = 4,86 \text{ tūrio \%}$$

3. CO₂ kiekis:

$$P_{CO_2} = V_{p.a.} \cdot N_{CO_2} \quad (64)$$

čia: P_{CO₂} – išsiskiriančio CO₂ kiekis, g; N_{CO₂} – CO₂ kiekio norma, g/l (N_{CO₂} = 15 g/l)

„Oatmeal Stout Classic“/ „Oatmeal Stout Honey“:

$$P_{CO_2} = 525 \cdot 15 = 7875 \text{ [91]}$$

31 lentelė. Oatmeal stout alaus „Oatmeal Stout Classic“ ir alaus su pievų medumi „Oatmeal Stout Honey“ gamybos linijos žaliavų, tarpinių produktų, pagalbinių ir pakavimo medžiagų balansas

Žaliavos, medžiagos, tarpiniai produktai, alus	Oatmeal stout alus Oatmeal Stout Classic				Alus su pievų medumi Oatmeal Stout Honey			
	100 kg	1 virimas	Mėnesis	Metai	100 kg	1 virimas	Mėnesis	Metai
Žaliavos:								
Salyklas, t	0,1	0,992	7,94	95,23	0,1	0,992	3,97	47,62
<i>Pale Ale Malt (2 Row)</i>	0,078	0,774	6,19	74,30	0,078	0,774	3,10	37,15
<i>Crystal 60L</i>	0,0049	0,049	0,39	4,70	0,0049	0,049	0,20	2,35
<i>Chocolate Malt</i>	0,0049	0,049	0,39	4,70	0,0049	0,049	0,20	2,35
<i>Roasted Barley</i>	0,0029	0,029	0,23	2,78	0,0029	0,029	0,12	1,39
<i>Flaked Oats</i>	0,0093	0,092	0,74	8,83	0,0098	0,092	0,37	4,42
Vanduo, l	635	6300	50400	604800	635	6300	25200	302400
Kartieji apyniai, kg	0,75	7,44	59,52	714,24	0,75	7,44	29,76	357,12
Aromatiniai apyniai, kg	0,5	4,96	39,68	476,16	0,5	4,96	19,84	238,08
Mielės, l	5,25	52	416	4992	5,25	52	208	2496
Medus, kg					6,182	62	248	2976
Pagalbinės technologinio proceso ir pakavimo medžiagos								
Kizelgūras, kg								
<i>Stambus</i>	0,13	1,3	10,4	124,8	0,13	1,3	5,2	62,4
<i>Vidutinis</i>	0,10	0,94	7,52	90,24	0,10	0,94	3,76	45,12
<i>Smulkus</i>	0,51	5,05	40,4	484,8	0,51	5,05	20,2	242,4
CaCl ₂ kiekis, l	0,37	3,0	24	288	0,37	3,0	12	144
Pieno rūgštis, kg	0,11	1,0	8,0	96	0,11	1,0	4,0	48
Stikliniai buteliai								
0,5 l	-	-	85851	1030212	-	-	-	-
0,33 l	-	-	-	-	-	-	65040	780480
Kamščiai, vnt.	-	-	85851	1030212	-	-	65040	780480
Etiketės, vnt.	-	-	171702	2060424	-	-	13008	1560960
Dėžės, vnt.	-	-	4167	50001	-	-	10523	126276
Tarpiniai produktai								
Misa, l	588				588			
Karšta misa, l	612	6072	48574	582888	612	6072	24288	291456
Šalta misa, l	575	5705	45640	547680	575	5705	22820	273840
Jaunas alus, l	562	5576	44608	535296	562	5576	22304	267648
Filtruotas alus	547	5427	43416	520992	547	5427	21708	260496
Prekinis alus, l	525	5209	41667	500000	525	5209	20834	250000

VII. TECHNOLOGINIŲ ĮRENGIMŲ IR ĮRANGOS PARINKIMAS, SKAIČIAVIMAS, JŲ DARBO GRAFIKAS

„Oatmeal Stout Classic“ ir „Oatmeal Stout Honey“ gamybai reikalinga įranga montuojama pagrindinėse patalpose. Alaus gamybos technologinio proceso skyriai: žaliavų laikymo skyrius (1), salyklo valymo ir malimo skyrius (2), užmaišymo ir virimo skyrius (3), fermentavimo ir brandinimo skyrius (4), išpilstymo skyrius (5). Įrengimų našumai (t/h, m³/h) yra skaičiuojami įvertinus įeinančio/išeinančio srauto kiekį ir įrengime atliekamos operacijos trukmės.

Salyklo sandėliavimas

Kaušinis elevatorius. Iš autotransporto salyklai *Pale ale (2 row)*, *Crystal*, *Chocolate*, *Roasted barley* ir nesalyklinės žaliavos *Flaked oats* į sandėliavimo silosus yra transportuojami kaušiniu elevatoriumi. Didžiausią salyklo kiekį vienam mėnesiui (*Pale ale (2 row)* – 8,94 m³) elevatorius transportuoja per 20 minučių. Reikalingas kaušinio elevatoriaus našumas: $M_{tr} = \frac{8,94 \text{ m}^3 \cdot 60}{20 \text{ min.}} = 26,82 \text{ t/h}$; (63)

Kitų salyklų transportavimo laikas apskaičiuojamas naudojant pasirinkto našumo kaušinių elevatorių (26,82 m³/h):

Roasted barley: $t = \frac{6,09 \text{ m}^3 \cdot 60}{26,82} = 14 \text{ min.}$; *Crystal*, *Chocolate* salyklai: $t = \frac{6,82 \cdot 60}{26,82} = 15 \text{ min.}$;

Flaked oats nesalyklinėms žaliavoms: $t = \frac{6,41 \cdot 60}{26,82} = 14,5 \text{ min.}$;

Parenkamas *Songling* kompanijos (Kinija) kaušinis elevatorius, kurio našumas yra 32 m³/h [92].

Išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{26,82 \text{ m}^3}{32 \text{ m}^3} = 0,84$

Silosai. Parenkant talpas salyklo sandėliavimui, reikia apskaičiuoti talpos tūrį įvertinant salyklo

kiekį, jo tankį ir atsargos koeficientą: $V_{talpos} = \frac{Q_{salyklo}}{\rho_{salyklo} \cdot 0,8}, \text{ m}^3$ (64)

čia: $Q_{salyklo}$ – salyklo kiekis kg; $\rho_{salyklo}$ – salyklo tankis kg/m³; 0,8 – atsargos koeficientas.

- Mėnesio *Pale Ale (2 row)* salyklo atsargoms laikyti reikalingos talpos tūris yra:

$$V_{talpos} = \frac{9288 \text{ kg}}{\frac{1039 \text{ kg/m}^3}{0,8}} = 11,17 \text{ m}^3$$

Salyklui sandėliuoti parenkamas *POUL TECH* firmos (Kinija), grūdų sandėliavimo silosas. Jo talpa – 13,7 m³; skersmuo – 2750 mm; aukštis – 6100 mm [93].

Išnaudojimo koeficientas, laikant 1 mėnesio salyklo atsargas yra: $K = \frac{11,17 \text{ m}^3}{13,7 \text{ m}^3} = 0,82$

- 6 mėnesių *Flaked oats* nesalyklinėms žaliavoms laikyti reikalingas talpos tūris yra:

$$V_{talpos} = \frac{6624 \text{ kg}}{\frac{1033 \text{ kg/m}^3}{0,8}} = 8,02 \text{ m}^3$$

Nesalyklinėms žaliavoms sandėliuoti parenkamas *Prive SA* firmos (Prancūzija), konusinis sandėliavimo bokštas. Jo talpa – 11,5 m³; skersmuo – 2680 mm; aukštis – 1810 mm [94].

Išnaudojimo koeficientas, laikant 6 mėnesių nesalyklinių žaliavų atsargas yra: $K = \frac{8,02 \text{ m}^3}{11,5 \text{ m}^3} = 0,7$

- Metinėms *Crystal 60L* ir *Chocolate* salyklo atsargoms laikyti reikalingi talpų tūriai yra:

$$V_{talpos} = \frac{7056 \text{ kg}}{\frac{1034 \text{ kg/m}^3}{0,8}} = 8,53 \text{ m}^3$$

Salyklams sandėliuoti parenkami 2 *Prive SA* firmos (Prancūzija), konusiniai grūdų saugojimo bokštai. Jų talpa po – 11,5 m³; skersmuo – 2680 mm; aukštis – 1810 mm [94]. Išnaudojimo koeficientas, laikant metines salyklo atsargas yra: $K = \frac{8,53 m^3}{11,5 m^3} = 0,74$

- 18 mėnesių *Roasted barley* salyklo atsargoms laikyti reikalingas talpos tūris yra:

$$V_{talpos} = \frac{6264 kg}{\frac{1029 kg/m^3}{0,8}} = 7,61 m^3$$

Salyklui sandėliuoti parenkamas *Prive SA* firmos (Prancūzija), konusinis grūdų saugojimo bokštas. Jo talpa – 11,5 m³; skersmuo – 2680 mm; aukštis – 1810 mm [94]. Išnaudojimo koeficientas, laikant 18 mėnesių salyklo atsargas yra: $K = \frac{7,61 m^3}{11,5 m^3} = 0,66$

Salyklo valymas ir malimas

Kaušinis elevatorius. Iš silosų salyklai *Pale ale (2 row)*, *Crystal*, *Chocolate*, *Roasted barley* ir nesalyklinės žaliavos *Flaked oats* į valymo įrenginius yra transportuojami kaušiniu elevatoriumi. Didžiausią salyklo kiekį 4 virimams (*Pale ale (2 row)* – 3,096 t.) elevatorius transportuoja per 10 minučių. Reikalingas elevatoriaus našumas yra: $M_{tr} = \frac{3,096 t \cdot 60}{10 min.} = 18,6 t/h$;

Salyklų transportavimo laikas naudojant pasirinkto našumo elevatorių (18,6 t/h):

$$\text{Roasted barley salyklui: } t = \frac{0,116 t \cdot 60}{18,6 t/h} = 22 s.; \quad \text{Crystal, Chocolate salyklui: } t = \frac{0,196 t \cdot 60}{18,6 t/h} = 38 s.;$$

$$\text{Flaked oats nesalyklinėms žaliavoms: } t = \frac{0,368 t \cdot 60}{18,6 t/h} = 1,2 min.$$

Parenkamas *CASEN/HEXIE* kompanijos (Kinija), TDTG modelio kaušinis elevatorius, kurio našumas 7 t/h [95]. Išnaudojimo koeficientas, transportuojant 1 virimo salyklo kiekį yra: $K = \frac{4,6 t/h}{7 t/h} = 0,66$

Magnetinių priemaišų atskirtuvas. Visiems salyklams ir nesalyklinėms žaliavoms valyti yra reikalingas magnetinis priemaišų atskirtuvas. Didžiausias salyklo kiekis 4 virimams (*Pale ale (2 row)* – 3,096 t) nuo magnetinių priemaišų yra išvalomas per 40 minučių. Magnetinio priemaišų atskirtuvo našumas: $M_{magn.} = \frac{3,096 t \cdot 60}{40 min.} = 4,6 t/h$

Salyklų ir nesalyklinių žaliavų valymo laikas naudojant pasirinkto našumo magnetinį priemaišų atskirtuvą (4,6 t/h) yra:

$$\text{Roasted barley salyklas: } t = \frac{0,116 t \cdot 60}{4,6 t/h} = 24 s.; \quad \text{Crystal, Chocolate salyklai: } t = \frac{0,196 t \cdot 60}{4,6 t/h} = 39 s.;$$

$$\text{Flaked oats nesalyklinėms žaliavoms: } t = \frac{0,368 t \cdot 60}{4,6 t/h} = 1,2 min.$$

Parenkamas *Yueyang Dalishen Electromagnetic Machinery Co., Ltd.* (Kinija) kompanijos, DLS-100 modelio magnetinių priemaišų atskirtuvas. Jo ilgis – 2700 mm; plotis – 2200 mm; aukštis – 2560 mm; magnetinio paviršiaus plotis – 1300 mm; našumas – 7 t/h. [96].

Išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{4,6 t/h}{7 t/h} = 0,66$

Orinis separatorius. Visas salyklas ir nesalyklinės žaliavos valomos oriniu separatoriumi. Orinis separatorius didžiausią salyklo kiekį 4 virimams (*Pale ale (2 row)* – 3,096 t) išvalo per 48 minutes.

Orinio separatoriaus našumas yra: $M_{orin.} = \frac{3,096 t \cdot 60}{48 min.} = 3,9 t/h$

Salyklų ir nesalyklinių žaliavų valymo laikas naudojant pasirinkto našumo orinį separatorių (3,9 t/h) yra:

Roasted barley savyklui: $t = \frac{0,116 \cdot t \cdot 60}{3,9 \text{ t/h}} = 27 \text{ s.};$

Crystal, Chocolate savyklai: $t = \frac{0,196 \cdot t \cdot 60}{3,9 \text{ t/h}} =$

1 min.;

Flaked oats nesavyklinėms žaliavoms: $t = \frac{0,368 \cdot 60}{3,9 \text{ t/h}} = 2 \text{ min.}$

Parentamas *SYNMEC* firmos (Kinija) 5XZ-5 modelio orinis separatorius. Aukštis – 3900 mm; plotis – 1700 mm; ilgis – 1750 mm; našumas yra 5 t/h [97]. Išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{3,9 \text{ t/h}}{5 \text{ t/h}} = 0,78$

Akmenų atskirtuvas. Visas savyklas ir nesavyklinės žaliavos valomos akmenų atskirtuvu. Akmenų atskirtuvas didžiausią savyklo kiekį 4 virimams (Pale ale (2 row) – 3,096 t) išvalo per 60 minučių. Akmenų atskirtuvo našumas yra: $M_{akm.} = \frac{3,096 \cdot t \cdot 60}{60 \text{ min.}} = 3,1 \text{ t/h}$

Savyklų ir nesavyklinių žaliavų valymo laikas naudojant pasirinkto našumo akmenų atskirtuvą (3,1 t/h) yra:

Roasted barley savyklas: $t = \frac{0,116 \cdot 60}{3,1 \text{ t/h}} = 34 \text{ s.};$

Crystal, Chocolate savyklui: $t = \frac{0,196 \cdot t \cdot 60}{3,1 \text{ t/h}} = 1$

min.;

Flaked oats nesavyklinėms žaliavoms: $t = \frac{0,368 \cdot t \cdot 60}{3,1 \text{ t/h}} = 2 \text{ min.}$

Parentamas *Wuhan DingXin Mechanical & Electric Equipment Co., Ltd* kompanijos (Kinija) TZQY75/65 modelio akmenų atskirtuvas. Aukštis – 1240 mm; ilgis – 1360 mm; plotis – 2640 mm; našumas – 4 t/h [98]. Išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{3,1 \text{ t/h}}{4 \text{ t/h}} = 0,78$

Svarstyklės. Išvalytas savyklas turi būti pasvertas. Parentamos elektroninės pramoninės ECW12I15 modelio svarstyklės, kurių tiekėjas yra UAB „Deska“ (Lietuva). Maksimali apkrova – 150 kg; ilgis – 490mm; plotis – 500 mm [99];

Šešių valcų malūnas. Pasvertas savyklas ir nesavyklinės žaliavos yra tiekiamos į drėgno malimo šešių valcų malūną. Didžiausią savyklo kiekį 4 virimams (Pale ale (2 row) – 3,096 t) malūnas sumala per 15 minučių. Reikalingas malūno našumas: $M_{mal.} = \frac{3,096 \cdot t \cdot 60}{15 \text{ min.}} = 12,38 \text{ t/h.}$

Savyklų ir nesavyklinių žaliavų sumalimo laikas naudojant pasirinkto našumo drėgno malimo malūną (12,38 t/h) yra:

Roasted barley savyklui: $t = \frac{0,116 \cdot t \cdot 60}{12,38 \text{ t/h}} = 56 \text{ s.};$ *Crystal, Chocolate* savyklui: $t = \frac{0,196 \cdot t \cdot 60}{12,38 \text{ t/h}} = 1,5 \text{ min.};$

Flaked oats nesavyklinėms žaliavoms: $t = \frac{0,368 \cdot 60}{12,38 \text{ t/h}} = 3 \text{ min.}$

Parentamas *KÜNZEL* firmos 6 valcų malūnas. Ilgis – 2676 mm; plotis – 2200 mm; aukštis – 2500 mm; našumas 14 t/h [100]. Išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{12,38 \text{ t/h}}{14 \text{ t/h}} = 0,88$

Sumaltų žaliavų bunkeris. Sumalti savyklai, kol bus maišomas mentalas, tiekiami į susmulkintų žaliavų bunkerį. Žaliavų bunkeriuose laikomi vienos dienos (4 virimų) sumaltas savyklas. Kiekvienam sumaltam savyklui įrengiama atskira laikymo talpa. 2 row pale ale savyklui reikalingos talpos tūris yra:

$$V_{talpos} = 1,1 \cdot \frac{3096 \text{ kg}}{1039 \text{ kg/m}^3} = 3,28 \text{ m}^3$$

Parentama talpa, kurios tūris yra 5 m³, aukštis – 3000 mm; skersmuo – 1500 mm. Išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{3,28 \text{ m}^3}{5 \text{ m}^3} = 0,66$

Roasted barley savyklui reikalingos talpos tūris yra: $V_{talpos} = 1,1 \cdot \frac{116 \text{ kg}}{1029 \text{ kg/m}^3} = 0,12 \text{ m}^3$

Parentama talpa, kurios tūris yra 0,15 m³, aukštis – 1000 mm; skersmuo – 440 mm. Išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{0,12 \text{ m}^3}{0,15 \text{ m}^3} = 0,8$

Chocolate, Crystal 60L salyklui reikalingos talpos tūris yra: $V_{talpos} = 1,1 * \frac{196 \text{ kg}}{1034 \text{ kg/m}^3} = 0,21 \text{ m}^3$

Parenkama talpa, kurios tūris yra $0,3 \text{ m}^3$, aukštis – 1000 mm; skersmuo – 620 mm. Išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{0,21 \text{ m}^3}{0,3 \text{ m}^3} = 0,7$

Flaked oats nesalyklinėms žaliavoms reikalingos talpos tūris yra: $V_{talpos} = 1,1 * \frac{368 \text{ kg}}{1033 \text{ kg/m}^3} = 0,39 \text{ m}^3$

Parenkama talpa, kurios tūris yra $0,5 \text{ m}^3$, aukštis – 2000 mm; skersmuo – 1788 mm. Išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{0,39 \text{ m}^3}{0,5 \text{ m}^3} = 0,78$

Sumaltų žaliavų bunkerius pagal specialų užsakymą gamina kompanija *The Storage Bunker (JAV)* [101].

Užmaišymo ir virimo skyrius

Svarstyklės. Sumaltas salyklas turi būti pasvertas. Parenkamos elektroninės pramoninės ECW12I15 modelio svarstyklės, kurių tiekėjas yra UAB „Deska“ (Lietuva). Maksimali apkrova – 150 kg; ilgis – 490mm; plotis – 500 mm [99];

Mentalo užmaišymo katilas. Sumaltas salyklas ir vanduo infuziniu būdu užmaišomi mentalo užmaišymo katile. Reikalingas katilo tūris apskaičiuojamas pagal formulę:

$$V_{katilo} = \frac{\frac{Q_{salyklo}}{\rho_{salyklo}} + V_{H_2O}}{0,75} \quad (64)$$

čia: $Q_{salyklo}$ – salyklo kiekis t; $\rho_{salyklo}$ – salyklo tankis t/m^3 ; V_{H_2O} – vandens kiekis reikalingas vienam užmaišymui, m^3 .

$$V_{katilo} = \frac{\frac{0,992 \text{ t}}{1,033 \text{ t/m}^3} + 6,3 \text{ m}^3}{0,75} = 9,68 \text{ m}^3$$

Pagal apskaičiuotą tūrį parenkamas UAB „*Jaastrawam*“ (Lietuva) firmos mentalo užmaišymo katilas. Skersmuo – 2400 mm; aukštis – 3160 mm; tūris – 10 m^3 [102]. Išnaudojimo koeficientas užmaišant mentalą vienam virimui: $K = \frac{9,68 \text{ m}^3}{10 \text{ m}^3} = 0,97$

Mentalo filtravimo katilas. Paruoštas mentalas yra filtruojamas atskiriant salyklojų ir misą. Filtravimui parenkamas UAB „*Jaastrawam*“ (Lietuva) firmos filtravimo katilas, kurio skersmuo – 3550mm; aukštis – 2700 mm; tūris – 10 m^3 [102]. Išnaudojimo koeficientas filtruojant mentalą vienam virimui: $K = \frac{7,262 \text{ m}^3}{10 \text{ m}^3} = 0,73$

Salyklojaus laikymo bunkeris. Atskirtam salyklojui laikyti reikalingas bunkeris. Bunkeryje bus laikomos vienos dienos salyklojaus atliekos: per vieną virimą jo susidaro 153 kg, per dieną atliekami 4 virimai, tad salyklojaus susidarys 612 kg per dieną. Salyklojaus tankis yra apie 961 kg/m^3 . Tad salyklojaus užimamas tūris yra $0,64 \text{ m}^3$. Salyklojui sandėliuoti parenkamas *VetterTec* firmos bunkeris. Bunkerio skersmuo – 880 mm; aukštis – 1500 mm; tūris – $0,9 \text{ m}^3$ [103]. Išnaudojimo koeficientas laikant vienos dienos salyklojų: $K = \frac{0,64 \text{ m}^3}{0,9 \text{ m}^3} = 0,71$

Misos virimo katilas. Atskirta misa nuo salyklojaus yra verdama su apyniais. Misos virimo katilas parenkamas įvertinant laisvąjį tūrį. Vieno virimo metu pagaminama 6072 l misos.

$$V_{vir.kat.} = \frac{6,072 \text{ m}^3}{0,75} = 8,096 \text{ m}^3$$

Misai virti parenkamas UAB „*Jaastrawam*“ (Lietuva) misos virimo katilas, kurio talpa yra 10 m^3 ; skersmuo – 3000 mm; aukštis – 3600 mm [102]. Išnaudojimo koeficientas vieno misos virimo metu: $K = \frac{8,096 \text{ m}^3}{10 \text{ m}^3} = 0,81$

Turbulencinis katilas. Su apyniais išvirta misa turi būti nuskaidrinamas. Misai nuskaidrinti parenkamas UAB „Jaastrawam“ (Lietuva) turbulencinis katilas (virpulis), kurio talpa yra 10 m^3 , skersmuo – 3150 mm; aukštis – 2700 mm. [102]. Išnaudojimo koeficientas nuskaidrinant vieno virimo misą: $K = \frac{6,072 \text{ m}^3}{10 \text{ m}^3} = 0,61$

Plokštelinis šilumokaitis. Išvirta, nuskaidrinta misa yra atšaldoma. Tam įrengiamas plokštelinis šilumokaitis. Vieno virimo misos kiekį 6072 l ($6,072 \text{ m}^3$) šilumokaitis atšaldo per 25 minutes. Reikalingas plokštelinio šilumokaičio našumas yra: $M_{sil.} = \frac{6,072 \text{ m}^3 * 60}{25 \text{ min.}} = 14,6 \text{ m}^3 / \text{h}$
Parenkamas B3-60-20 modelio plokštelinis šilumokaitis, jo ilgis – 530 mm, plotis – 750 mm; aukštis – 750 mm; našumas – $22 \text{ m}^3 / \text{h}$ [104]. Išnaudojimo koeficientas šaldant vieno virimo misą yra: $K = \frac{14,6 \text{ m}^3 / \text{h}}{22 \text{ m}^3 / \text{h}} = 0,67$

Atvėsintos misos buferinė talpa. Atvėsinta misa yra laikoma buferinėje talpoje. Vieno virimo metu susidaro 5705 l ($5,705 \text{ m}^3$) misos. Parenkama *Boilernova* firmos (Italija) buferinė talpa, kurios aukštis – 2500 mm; diametras 1900 mm; tūris – 7 m^3 [105]. Išnaudojimo koeficientas laikant vieno virimo šaltą misą: $K = \frac{5,705 \text{ m}^3}{7 \text{ m}^3} = 0,82$

Misos aeratorius. Misa iš buferinės talpos, prieš fermentaciją turi būti aeruojama. Misai aeruoti parenkamas aeratorius, kuris $5,705 \text{ m}^3$ misos prisotina deguonimi per 40 minučių. Aeratoriaus našumas: $M_{aer.} = \frac{5,705 \text{ m}^3 * 60}{40 \text{ min.}} = 8,6 \text{ m}^3 / \text{h}$.
Parenkamas *Lehui* kompanijos (Kinija), LHPWAS100 modelio aeratorius, kurio našumas – $10 \text{ m}^3 / \text{h}$, ilgis – 800 mm; plotis – 1000 mm; aukštis – 750 mm [106]. Išnaudojimo koeficientas aeruojant vieno virimo šaltą misą: $K = \frac{8,6 \text{ m}^3}{10 \text{ m}^3} = 0,86$

Fermentavimo ir brandinimo skyrius

Cilindrinės konusinės talpos (CKT). Fermentacija ir brandinimas vyksta cilindrinėse konusinėse talpose (CKT). Per dieną bus atliekami 4 virimai, tad vienoje CKT turi tilpti 22820 l (4 virimai po 5705 l) fermentacijai paruošos misos. Kiekvienoje talpoje turi likti 25 % laisvo tūrio, tai reikalingas talpos tūris yra 28525 l . Dėl ilgo brandinimo laiko, reikalingos trys CKT talpos, kuriose tilptų trijų dienų virimai. Parenkamos *Rodina-Haskovo* – JSC kompanijos (Bulgarija) CKT, kurių talpos yra po 40000 l ; skersmuo – 2890 mm; aukštis – 8300 mm. [107]. Vienos talpos išnaudojimo koeficientas fermentuojant ir brandinant 4 virimų misą: $K = \frac{28525 \text{ l}}{40000 \text{ l}} = 0,71$

Mielių laikymo talpa. 4 virimų misai sufermentuoti reikalingas mielių kiekis apskaičiuojamas taip: $V_{miel.} = 208 \text{ l} * 1,1 + 22820 \text{ l} * 0,015 = 571,1 \text{ l}$
čia: 208 l – paskaičiuotas mielių kiekis, reikalingas 4 virimams; $1,1$ – įvertinamos 10 % mielių atsargos; 22820 l – 4 virimų misos kiekis; $0,015$ – 1,5 % šaltos misos kiekis sumaišomas su mielėmis.

Mielėms laikyti parenkamas *Jaastrawam* (Lietuva) mielių saugojimo rezervuaras, kurio tūris yra – $0,95 \text{ m}^3$, skersmuo – 1000 mm; aukštis – 2990 mm [102]. Rezervuaro išnaudojimo koeficientas:

$$K = \frac{0,571 \text{ m}^3}{0,95 \text{ m}^3} = 0,6$$

Oatmeal Stout Honey gamyboje po brandinimo alus yra sumaišomas su medumi.

Medaus laikymo talpa. 4 virimų subrandintam alui reikia 248 kg medaus. Įvertinus medaus tankį (1350 kg/m^3) medaus tūris yra $0,184 \text{ m}^3$. Medaus laikymui parenka talpa, kurią gamins *The*

Storage bunker (JAV) jos tūris yra $0,2 \text{ m}^3$, aukštis – 1000 mm; skersmuo – 500 mm [101].

Išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{0,184 \text{ m}^3}{0,2 \text{ m}^3} = 0,92$

Kupažo ruošimo talpa. Medus iš medaus laikymo talpos kupažo talpoje sumaišomas su 10% subrandinto alaus (4 virimų subrandintas alus yra 22304 l, tai 10 % nuo šio kiekio bus 2230,4 l). Medus ir subrandintas alus užima $2,42 \text{ m}^3$ tūrį. Parenkama *Zhejiang Mingchen Machinery Machinery Co., Ltd* kompanijos (Kinija) sumaišymo talpa. Jos tūris – 3 m^3 ; aukštis – 2000 mm; skersmuo – 1620 mm [108]. Talpos išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{2,42 \text{ m}^3}{3 \text{ m}^3} = 0,8$

Kupažavimo talpa. Iš kupažo paruošimo talpos į kupažavimo talpą yra tiekiamas paruoštas alaus ir medaus kupažas, iš CKT tiekiamas likęs subrandinto alaus kiekis. Kupažavimo talpoje alus maišomas ir išlaikomas. Reikalinga kupažavimo talpa kurioje tilptų $20,073 \text{ m}^3$ subrandinto alaus ir $2,42 \text{ m}^3$ medaus kupažo (iš viso $22,5 \text{ m}^3$). Parenkama *Lanji* kompanijos (Kinija) talpa, kurios tūris – 30 m^3 , aukštis – 3000 mm; skersmuo – 3500 mm [109]. Išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{22,5 \text{ m}^3}{30 \text{ m}^3} = 0,75$

Alaus separatorius. Sufermentuotas ir subrandintas 4 virimų alus (22304 l) yra separuojamas. Šis procesas užtrunka 40 minučių. Separatoriaus našumas yra: $M_{sep.} = \frac{22,304 \text{ m}^3 * 60}{40 \text{ min.}} = 33,5 \text{ m}^3 / \text{h}$.

Pasirenkamas *ANDRITZ SEPARATION* firmos (Austrija) separatorius. Jo našumas – $40 \text{ m}^3 / \text{h}$, aukštis – 1850 mm; ilgis – 1950 mm; plotis – 1500 mm [110]. $K = \frac{33,5 \text{ m}^3}{40 \text{ m}^3} = 0,84$

Plokštelinis šilumokaitis. Po separacijos alus yra atšaldomas plokšteliniame šilumokaityje. 22304 l alaus yra atšaldoma per 35 minutes. Reikalingas šilumokaičio našumas yra: $M_{sep.} = \frac{22,304 \text{ m}^3 * 60}{35 \text{ min.}} = 38,2 \text{ m}^3 / \text{h}$

Parenkamas *BAVI* kompanijos (Kinija) BVP50 modelio plokštelinis šilumokaitis. Jo našumas – $45 \text{ m}^3 / \text{h}$, ilgis – 800 mm; plotis – 750 mm; aukštis – 750 mm [111]. Išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{38,2 \text{ m}^3}{45 \text{ m}^3} = 0,85$

Kizelgūro filtras. Atšaldytas alus yra filtruojamas kizelgūro filtru. Alus filtruojamas 70 minučių. Filtro našumas: $M_{filtr.} = \frac{22,304 * 60}{70} = 19,1 \text{ m}^3 / \text{h}$

Parenkamas *Taizy* firmos (Kinija) TZ-1 modelio filtras. Jo našumas – $25 \text{ m}^3 / \text{h}$; ilgis – 2500 mm; plotis – 800 mm; aukštis – 1500 mm [112]. Filtro išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{19,1 \text{ m}^3 / \text{h}}{25 \text{ m}^3 / \text{h}} = 0,76$

Alaus karbonizatorius. Alus po filtravimo yra karbonizuojamas. Karbonizavimas vyksta 50 minučių. Reikalingas karbonizatoriaus našumas yra: $M_{karb.} = \frac{21,708 * 60}{50 \text{ min.}} = 26,1 \text{ m}^3 / \text{h}$.

Pasirenkamas *STEINFURTH* firmos (Vokietija) karbonizatorius. Našumas – $30 \text{ m}^3 / \text{h}$; ilgis – 300 mm; aukštis – 250 mm; plotis – 500 mm [113]. Išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{26,1 \text{ m}^3 / \text{h}}{30 \text{ m}^3 / \text{h}} = 0,87$

Saikininkai. Karbonizuotas alus surenkamas į saikininkus, kurie gaminami pagal užsakymą. Talpas gamins *Taco hydronic systems & components* (Kanada). Parenkamos trys talpos. Talpos tūris – 10 m^3 , aukštis – 3000 mm, skersmuo – 2090 mm [114]. Kiekvienoje talpoje alus užims po $7,24 \text{ m}^3$.

Talpos išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{7,24 \text{ m}^3}{10 \text{ m}^3} = 0,72$

Alaus pasterizatorius. Alus prieš išpilstymą turi būti pasterizuotas. 4 virimų alaus kiekis (21708 l) bus pasterizuotas per 52 minutes. Reikalingas pasterizatoriaus našumas: $M_{past.} = \frac{21,708 \text{ m}^3 * 60}{52 \text{ min}} = 25 \text{ m}^3/\text{h}$

Parenkamas *Eco-FLASH* firmos srovinis plokštelinis pasterizatorius, jo našumas – 32 m³/h; ilgis – 2700 mm; plotis – 1200 mm; aukštis – 900 mm [115]. Išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{25 \text{ m}^3/\text{h}}{32 \text{ m}^3/\text{h}} = 0,78$

Saikininkai. Pasterizuotas alus surenkamas į saikininkus, kurie gaminami pagal užsakymą. Talpas gamins *Taco hydronic systems & components* (Kanada). Parenkamos trys talpos. Talpos tūris – 10 m³, aukštis – 3000 mm, skersmuo – 2090 mm [114]. Kiekvienoje talpoje alus užims po 7,24 m³.

Talpos išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{7,24 \text{ m}^3}{10 \text{ m}^3} = 0,72$

Alaus išpilstymo skyrius

Butelių plovimo mašina. Prieš užpildant butelius alumi jie yra plaunami. 4 alaus virimams (21708 l) išpilstyti reikia 42926 0,5 l vnt. butelių (Oatmeal stout alus). Alui su medaus priedu reikia 65040 vnt. 0,33 l butelių. 0,5 l buteliai išplaunami per 140 minučių. Reikalingas mašinos našumas: $M_{but.} = \frac{42926 * 60}{140 \text{ min.}} = 18413 \text{ but./h.}$

Pasirinkto našumo plovimo mašina alui su medumi išpilstyti reikalingus butelius išplaus per:

$$t = \frac{65040 \text{ but.} * 60}{18413 \text{ but./h}} = 212 \text{ min.}$$

Parenkama *Shanghai OK Machinery Co* kompanijos, CGF50/50/12 modelio plovimo mašina. Našumas 24000 but./h; ilgis – 2200 mm; plotis – 2100 mm; aukštis – 2200 mm [116].

Išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{18413 \text{ but.}}{24000 \text{ but.}} = 0,77.$

Išplautų butelių inspektavimo mašina. Išplauti buteliai turi būti patikrinti, ar neliko ploviklių likučių, ar nėra pašalinių objektų. Paduodama 42926 0,5 l vnt. išplautų butelių (Oatmeal stout alus). Taip pat alaus su medaus priedu gamyboje paduodama 65040 vnt. 0,33 l išplautų butelių. 0,5 l buteliai patikrinami per 140 minučių. Reikalingas mašinos našumas: $M_{but.} = \frac{42926 * 60}{140 \text{ min.}} = 18413 \text{ but./h.}$

Pasirinkto našumo inspektavimo mašina alaus su medaus priedu išpilstymui reikalingus butelius patikrins per: $t = \frac{65040 \text{ but.} * 60}{18413 \text{ but./h}} = 212 \text{ min.}$

Parenkama *BULL MULTICON EBI* kompanijos, inspektavimo mašina. Našumas 25000 but./h; ilgis – 2030 mm; aukštis – 1200 mm [117].

Išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{18413 \text{ but.}}{24000 \text{ but.}} = 0,77.$

Butelių pripylimo, kamščiavimo, etiketavimo mašina. Išplauti patikrinti buteliai tiekiami į butelių pripylimo mašiną. 4 alaus virimams (21708 l) išpilstyti reikia 42926 0,5 l vnt. butelių (Oatmeal stout alus). Alui su medaus priedu reikia 65040 vnt. 0,33 l butelių. 0,5 l buteliai pripilami, užkamščiuojami, etiketuojami per 140 minučių. Reikalingas mašinos našumas:

$$M_{but.} = \frac{42926 * 60}{140 \text{ min.}} = 18413 \text{ but./h.}$$

Pasirinkto našumo pripylimo, kamščiavimo, etiketavimo mašina alaus su medumi butelių apipavidalinimas užtruks:

$$t = \frac{65040 \text{ but.} * 60}{18413 \text{ but./h}} = 212 \text{ min.}$$

Parenkama *BZ* firmos (Kinija), BZ-450 modelio pilstymo-kamščiavimo-etiketavimo mašina. Našumas 21000 but./h; ilgis – 2500 mm; plotis – 2100 mm; aukštis – 2000 mm [118].

Išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{18413 \text{ but.}}{21000 \text{ but.}} = 0,88$

Butelių brokavimo mašina. Pripilti buteliai turi būti patikrinami inspektavimo mašinos.

Buteliai patikrinami per 140 minučių. Brokavimo mašinos našumas: $M_{\text{brok.}} = \frac{42962 \text{ but.} * 60}{140 \text{ min.}} = 18413 \text{ but./h}$

Alaus su medumi buteliai bus patikrinti per šį laiką: $t = \frac{65040 \text{ but.} * 60}{18413 \text{ but.}} = 212 \text{ min.}$

Parenkama *Krones Linatronic* kompanijos brokavimo mašina, kurios našumas 25000 b/h; aukštis – 1900 mm; ilgis – 1990 mm; plotis – 1200 mm [119]. Išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{18413 \text{ but.}}{25000 \text{ but.}} = 0,74$.

Butelių pakavimo į dėžes mašina. Vieno išpilstymo metu gaunami 41667 Oatmeal stout alaus buteliai. Jie pakuojami į kartonines dėžes po 20 vnt. Reikalingas dėžių kiekis yra: 2084 dėžės.

Dėžės supakuojamos per 30 min. Reikalingas našumas: $M_{\text{dėž.}} = \frac{2084 * 60}{30 \text{ min.}} = 4168 \text{ dėž./h.}$

Alaus su medumi buteliai (0,33 l) pakuojami į dėžes po 6 vnt. Reikalingas dėžių kiekis yra 10523 vnt. dėžių. Dėžės bus supakuojamos per 100 min. Reikalingas našumas: $M_{\text{dėž.}} = \frac{10523 \text{ but.} * 60}{100} = 6314 \text{ dėž./h.}$

Parenkama *JIADÉ* kompanijos (Kinija) JDZ-120P modelio butelių į dėžes pakavimo mašina. Jos našumas yra 7200 dėž./h. Ilgis – 2700mm; plotis – 1140 mm; aukštis – 1800 mm [120].

Išnaudojimo koeficientai: $K = \frac{4168 \text{ dėž.}}{7200 \text{ but.}} = 0,58$; $K = \frac{6314 \text{ dėž.}}{7200} = 0,87$

Transporteriai

Transporteriai reikalingi tiekti butelius į plovimo mašiną, iš plovimo mašinos į inspektavimo mašiną, iš jos – į pripylimo-kamščiavimo-etiketavimo mašiną, iš jos – į brokavimo mašiną, iš brokavimo mašinos – į dėžes. Parenkami vienodo našumo transporteriai t.y 19000 but./h. Jų darbo laikas:

$t = \frac{42962 \text{ but.} * 60}{19000 \text{ but.}} = 137 \text{ min.}$ transportuojant Oatmeal stout alaus butelius;

$t = \frac{65040 \text{ but.} * 60}{19000 \text{ but.}} = 206 \text{ min.}$ transportuojant alaus su medumi butelius.

Parenkami *FE PHARMATECH* kompanijos (Kinija) juostiniai transporteriai. Transporterio našumas – 27000 but./h [121]. Išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{19000 \text{ but.}}{27000 \text{ but.}} = 0,7$

Siurbliai

Siurbliai salyklui iš magnetinių priemaišų atskirtuvo transportuoti į orinį separatorių, iš jo į akmenų atskirtuvą, iš akmenų atskirtuvo į svarstyklės, iš svarstyklių į malūną, sumaltam salyklui iš 6 valcų malūno nukreipti į sumaltų žaliavų bunkerius. Didžiausią sumalto salyklo kiekį (2 row pale ale – 2,98 m³) siurblys paduoda per 5 minutes, reikalingas siurblio našumas yra:

$M_{\text{siurb.}} = \frac{2,98 \text{ m}^3 * 60}{5 \text{ min.}} = 35,76 \text{ m}^3/\text{h}$

Kitų savyklų transportavimo laikas yra:

Roasted barley savyklas: $t = \frac{0,11 \text{ m}^3 * 60}{35,76 \text{ m}^3/\text{h}} = 19 \text{ s.};$

Crystal, Chocolate savyklui: $t = \frac{0,19 \text{ m}^3 * 60}{35,76 \text{ m}^3/\text{h}} =$

32 s.;

Flaked oats nesalyklinėms žaliavoms: $t = \frac{0,36 * 60}{35,76 \text{ m}^3/\text{h}} = 1 \text{ min.}$

Parenkami 5 *GEA Tuchenhausen* kompanijos (Vokietija) VPSH72 modelio rotoriniai siurbliai, kurių našumas yra po 50 m³/h [122]. Išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{35,76 \text{ m}^3/\text{h}}{50 \text{ m}^3/\text{h}} = 0,72$

Siurblys paduoti sumaltam salyklui iš žaliavų bunkerio į svarstyklės, iš jų į užmaišymo katilą. Didžiausią salyklo kiekį reikalingą vienam užmaišymui (2 row pale ale – 0,74 m³) siurblys paduoda per 5 min. Reikalingas siurblio našumas: $M_{siurbli.} = \frac{0,74 m^3 * 60}{5 min.} = 8,88 m^3/h$.

Kitų savyklų transportavimo laikas yra: *Roasted barley salyklas*: $t = \frac{0,028 m^3 * 60}{8,88 m^3/h} = 19 s$;

Crystal, Chocolate savyklui: $t = \frac{0,047 m^3 * 60}{8,88 m^3/h} = 32 s$;

Flaked oats nesalyklinėms žaliavoms: $t = \frac{0,089 * 60}{8,88 m^3/h} = 1 min$.

Parenkami 2 *GEA Tuchenhausen* kompanijos (Vokietija) VPSH72 modelio rotoriniai siurbliai, kurių našumas yra po 12,24 m³/h [122]. Išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{8,88 m^3/h}{12,24 m^3/h} = 0,73$

Siurbliai mentalo padavimui iš užmaišymo katilo į filtravimo katilą, nufiltruotai misai paduoti į virimo katilą.

7262 l (7,262 m³) mentalo siurbliai į ir iš filtravimo katilą paduos per 8 min. Reikalingi siurblių našumai: $M_{siurbli.} = \frac{7,262 m^3 * 60}{8 min.} = 54,5 m^3/h$

Parenkami 2 *Debem* firmos (Italija), MB180 modelio išcentriniai siurbliai, kurių našumai yra 75 m³/h [123]. Išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{54,5 m^3/h}{75 m^3/h} = 0,73$

Siurbliai išvirtai misai paduoti į virpulį, į plokštelinį šilumokaitį, iš buferinės talpos į aeratorių. Išvirta misa (6072 l) į virpulį, vėliau į šilumokaitį, paskui iš buferinės talpos į aeratorių siurbliais paduodama per 7 minutes. Reikalingi siurblių našumai: $M_{siurbli.} = \frac{6,072 m^3 * 60}{7 min.} = 52,01 m^3/h$

Parenkami 3 *Debem* firmos (Italija), MB180 modelio išcentriniai siurbliai, kurių našumai yra 75 m³/h [123]. Išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{52,01 m^3/h}{75 m^3/h} = 0,7$

Siurblys paduoti mielėms į mielių laikymo talpą. 4 virimų misai sufermentuoti reikalingas mielių kiekis yra 208 l. Mielės paduodamos per 3 minutes. Reikalingas siurblio našumas yra: $M_{siurbli.} = \frac{208 l * 60}{3 min.} = 4160 l/h$.

Parenkamas *Debem* kompanijos (Italija) MB80 modelio išcentrinis siurblys, kurių našumas yra 6000 l/h [123]. Išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{4160 l/h}{6000 l/h} = 0,69$

Siurblys paduoti alui iš CKT į separatorių.

Iš CKT 4 virimų subrandintas alus (22304 l) į separatorių siurbliu paduodamas per 20 min. Reikalingas siurblio našumas: $M_{siurbli.} = \frac{22,304 m^3 * 60}{20 min.} = 66,9 m^3/h$

Parenkamas *Debem* firmos (Italija), MB180 modelio išcentrinis siurblys, kurio našumas yra 75 m³/h [123]. Išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{66,9 m^3/h}{75 m^3/h} = 0,89$

Siurbliai paduoti alui iš saikininkų į pasterizatorių, iš saikininkų į išpilstymo skyrių.

Filtruotas, karbonizuotas alus savitaka patenka į saikininkus, iš jų – siurbliu į pasterizatorių, iš pasterizatoriaus savitka į saikininkus, iš jų – siurbliu į išpilstymo skyrių. 21708 l alaus į pasterizatorių, į pilstymo skyrių siurbliais paduodama per 20 minutes. Reikalingas siurblio našumas:

$$M_{siurbli.} = \frac{21,708 m^3 * 60}{20 min.} = 65,12 m^3/h$$

Parenkami 2 *Debem* firmos (Italija), MB180 modelio išcentriniai siurbliai, kurio našumai yra po 75 m³/h [123]. Išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{65,12 m^3/h}{75 m^3/h} = 0,87$

Oatmeal Stout Honey gamyboje reikalingi šie siurbliai:

Siurblys paduoti medui į medaus laikymo talpą. 4 virimų alui reikalingas medaus kiekis yra 0,184 m³. Medus paduodamas per 5 minutes. Reikalingas siurblio našumas yra:

$$M_{siurb.} = \frac{0,184 \text{ m}^3 \cdot 60}{5 \text{ min.}} = 2,2 \text{ m}^3/\text{h}$$

Parenkamas *GEA Tuchenhausen* kompanijos (Vokietija) VPSH32 modelio rotorinis siurblys, kurio našumas yra po 3,16 m³/h [122]. Išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{3,68 \text{ m}^3/\text{h}}{3,16 \text{ m}^3/\text{h}} = 0,71$

Siurblys paduoti dalį alaus iš CKT į kupažo ruošimo talpą. Į kupažo ruošimo talpą reikia paduoti 10% subrandinto alaus kiekio t.y 2230,4 l (2,2304 m³). Alus paduodamas per 4 minutes.

Reikalingas siurblio našumas yra: $M_{siurb.} = \frac{2,2304 \cdot 60}{4 \text{ min.}} = 33,05 \text{ m}^3/\text{h}$. Parenkamas *Debem* firmos (JAV), MB155 modelio išcentrinis siurblys, kurio našumas yra 45 m³/h [123]. Išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{33,05 \text{ m}^3/\text{h}}{45 \text{ m}^3/\text{h}} = 0,73$

$$K = \frac{33,05 \text{ m}^3/\text{h}}{45 \text{ m}^3/\text{h}} = 0,73$$

Siurblys paduoti paruoštą kupažą į kupažavimo talpą. Į kupažavimo talpą reikia paduoti 2,42 m³ paruošto kupažo. Kupažas paduodamas per 4 minutes. Reikalingas siurblio našumas yra: $M_{siurb.} = \frac{2,42 \cdot 60}{4 \text{ min.}} = 36,3 \text{ m}^3/\text{h}$. Parenkamas *Debem* firmos (JAV), MB155 modelio išcentrinis siurblys, kurio našumas yra 45 m³/h [123]. Išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{36,3 \text{ m}^3/\text{h}}{45 \text{ m}^3/\text{h}} = 0,81$

Siurblys paduoti alui iš CKT į kupažavimo talpą. Iš CKT likęs (dalis paduota į kupažo ruošimo talpą) 4 virimų subrandintas alus (20073,6 l) į kupažavimo talpą siurbliu paduodamas per 20 min. Reikalingas siurblio našumas:

$M_{siurb.} = \frac{20,073 \text{ m}^3 \cdot 60}{20 \text{ min.}} = 60,22 \text{ m}^3/\text{h}$. Parenkamas *Debem* firmos (Italija), MB180 65-32 modelio išcentrinis siurblys, kurio našumas yra 75 m³/h [123]. Išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{60,22 \text{ m}^3/\text{h}}{75 \text{ m}^3/\text{h}} = 0,8$

Siurblys paduoti alui iš CKT į kupažavimo talpą. Iš CKT likęs (dalis paduota į kupažo ruošimo talpą) 4 virimų subrandintas alus (20073,6 l) į kupažavimo talpą siurbliu paduodamas per 20 min. Reikalingas siurblio našumas:

$M_{siurb.} = \frac{20,073 \text{ m}^3 \cdot 60}{20 \text{ min.}} = 60,22 \text{ m}^3/\text{h}$. Parenkamas *Debem* firmos (Italija), MB180 65-32 modelio išcentrinis siurblys, kurio našumas yra 75 m³/h [123]. Išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{60,22 \text{ m}^3/\text{h}}{75 \text{ m}^3/\text{h}} = 0,8$

Siurblys paduoti kupažuotą alų į separatorių. Alus su medumi užima 22,5 m³ tūrį. Siurbliu į separatorių yra paduodamas per 20 min. Reikalingas siurblio našumas yra: $M_{siurb.} = \frac{22,5 \text{ m}^3 \cdot 60}{20 \text{ min.}} = 67,5 \text{ m}^3/\text{h}$

Parenkamas *Debem* firmos (Italija), MB180 modelio išcentrinis siurblys, kurio našumas yra 75 m³/h [122]. Išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{67,5 \text{ m}^3/\text{h}}{75 \text{ m}^3/\text{h}} = 0,932$ -oje lentelėje pateikta suvestinė įrengimų lentelė, 23-ame, 24-ame, 25-ame pav. pateiktas įrengimų darbo laiko grafikas.

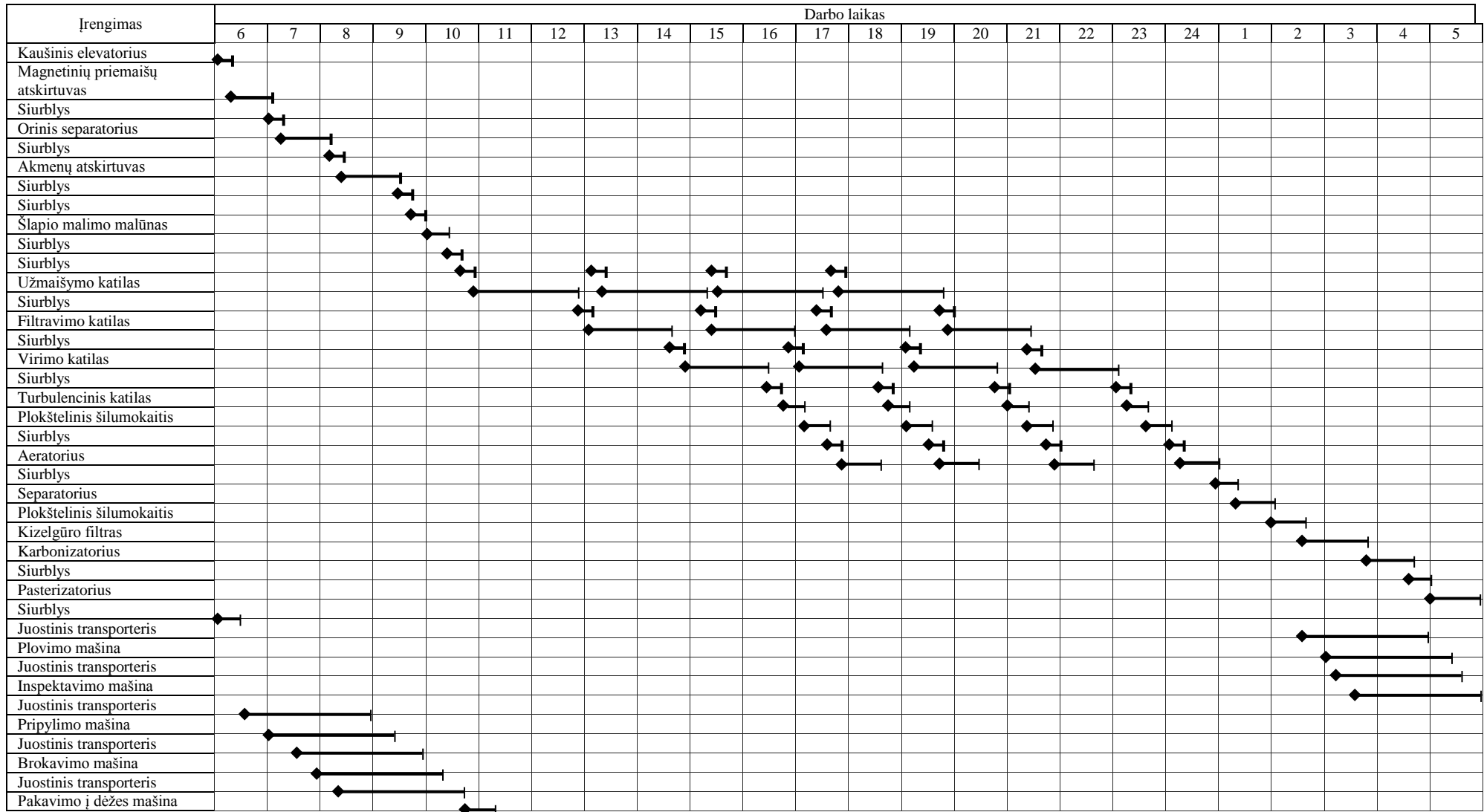
Išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{67,5 \text{ m}^3/\text{h}}{75 \text{ m}^3/\text{h}} = 0,932$ -oje lentelėje pateikta suvestinė įrengimų lentelė, 23-ame, 24-ame, 25-ame pav. pateiktas įrengimų darbo laiko grafikas.

32 lentelė. Suvestinė įrengimų lentelė

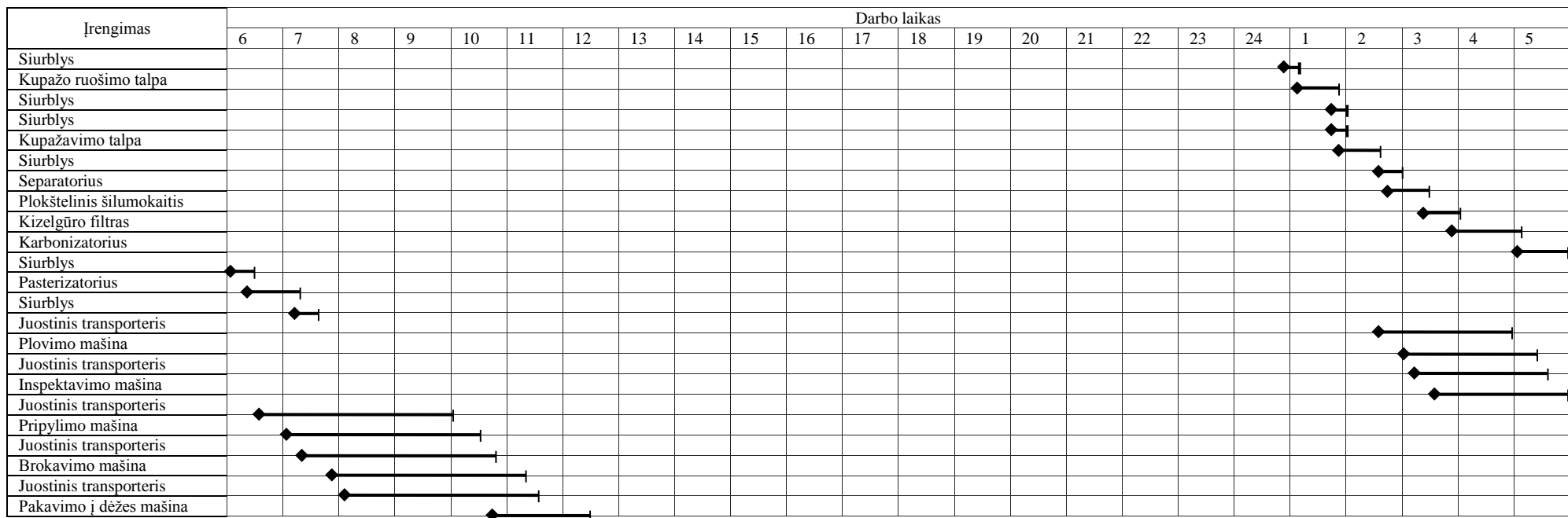
Eil. nr.	Įrengimas	Kiekis vnt.	Našumas/talpa	Ilgis, mm	Plotis, mm	Aukštis, mm	Skersmuo, mm
1.	Kaušinis elevatorius	1	32 m ³				
2.	Silosas	1	13,7 m ³	-	-	6100	2750
3.	Silosas	4	11,5 m ³	-	-	1810	2680
4.	Kaušinis elevatorius	1	7 t/h	-	-	-	-
5.	Magnetinių priemaišų atskirtuvas	1	7 t/h	2700	2200	2560	-
6.	Orinis separatorius	1	5 t/h	1750	1700	3900	-
7.	Akmens atskirtuvas	1	4 t/h	1360	2640	1240	-
8.	Elektroninės svarstyklės	2	-	500	500		-
9.	6 valcų malūnas	1	14 t/h	2676	2200	2500	-
10.	Sumaltų žaliavų bunkeris	1	5 m ³	-	-	3000	1500
11.	Sumaltų žaliavų bunkeris	1	0,15 m ³			1000	440
12.	Sumaltų žaliavų bunkeris	2	0,3 m ³			1000	620
13.	Sumaltų žaliavų bunkeris	1	0,5 m ³			2000	1788

32 lentelė. Tęsinys

Eil. nr.	Įrengimas	Kiekis vnt.	Našumas/talpa	Ilgis, mm	Plotis, mm	Aukštis, mm	Skersmuo, mm
14.	Mentalo užmaišymo katilas	1	10 m ³	-	-	3160	2400
15.	Mentalo filtravimo katilas	1	10 m ³	-	-	2700	3550
16.	Salyklojaus laikymo bunkeris	1	0,9 m ³	-	-	1500	880
17.	Misos virimo katilas	1	10 m ³	-	-	3600	3000
18.	Turbulencinis katilas	1	10 m ³	-	-	2700	3150
19.	Plokštelinis šilumokaitis	1	22 m ³ /h	530	750	750	-
20.	Misos buferinė talpa	1	7 m ³	-	-	2500	1900
21.	Aeratorius	1	10 m ³ /h	800	1000	750	-
22.	CKT	3	40000 l	-	-	8300	2890
23.	Mielių laikymo talpa	1	0,95 m ³	-	-	2990	1000
24.	Medaus laikymo talpa	1	0,2 m ³	-	-	1000	500
25.	Kupažo ruošimo talpa	1	3 m ³	-	-	2000	1620
26.	Kupažavimo talpa	1	30 m ³	-	-	3000	3500
27.	Separatorius	1	40 m ³ /h	1950	1500	1850	-
28.	Plokštelinis šilumokaitis	1	45 m ³ /h	800	750	750	-
29.	Kizelgūro filtras	1	25 m ³ /h	2500	800	1500	-
30.	Karbonizatorius	1	30 m ³ /h	300	500	250	-
31.	Saikininkai	6	10 m ³	-	-	3000	2090
32.	Pasterizatorius	1	32 m ³ /h	2700	1200	900	-
33.	Plovimo mašina	1	24000 but./h	2200	2100	2200	-
34.	Inspektavimo mašina	1	25000 but./h	2030	-	1200	-
35.	Pripylimo-kamščiavimo-etiketavimo mašina	1	21000 but./h	25000	2100	2000	-
34.	Brokavimo mašina	1	25000 but./h	1990	1200	1900	-
36.	Juostiniai butelių transporteriai	5	27000 but./h	-	-	-	-
37.	Salyklo siurbLIAI	5	50 m ³ /h	-	-	-	-
38.	SiurbLIAI iš sumaltų žaliavų bunkerio	2	12,24 m ³ /h	-	-	-	-
49.	Mentalo, misos, alaus siurbLIAI	10	75 m ³ /h	-	-	-	-
50.	Mielių siurblys	1	6000 l/h	-	-	-	-
40.	Medaus siurblys	1	3,6 m ³ /h	-	-	-	-
41.	Alaus siurblys kupažo ruošimui, paruoštam kupažui	2	45 m ³ /h	-	-	-	-



23 pav. Oatmeal stou alaus „Oatmeal Stout Classic“ ir alaus su medaus priedu „Oatmeal Stout Hney“ įrengimų darbo laiko grafikas



24 pav. Alaus su medaus priedu „Oatmeal Stout Honey“ apdorojimo po subrandinimo įrengimų darbo laiko grafikas



25 pav. CKT talpų darbo laikas

IŠVADOS

1. *Oatmeal stout* alus bus gaminamas iš *Pale ale 2 row*, *Crystal 60 L*, *Chocolate*, *Roasted barley* miežių salyklių, nesalyklinių žaliavų *Flaked oats*. Gamyboje bus naudojamas kietas vanduo. Misos virimo metu bus naudojami dviejų rūšių apyniai – kartieji *Admiral* ir aromatiniai *Fuggle*. Alaus fermentacija ir brandinimas bus vykdoma cilindrinėse konusinėse talpose (CKT), fermentacijai naudojamos skystosios *Irish Ale 1084* mielės. Iš subrandinto *Oatmeal stout* alaus bus gaminamas alus su poliflorinio (daugiarūšio) pievų medaus priedu.

2. *Oatmeal stout* alaus skonis yra vidutiniškai saldus, avižų dribsniai suteikia riešutų, grūdų skonį, skrudinti grūdai suteikia salstelėjusį šokolado, kavos skonį. Avižų dribsnių kvapas nėra privalomas, bet labai pageidaujamas. *Oatmeal stout* spalva yra nuo tamsiai rudos iki juodos, kreminės spalvos puta. *Oatmeal stout* alus yra tirštas ir drumstas. Alkoholio kiekis – 4,8 tūrio %, energetinė vertė – 160 kcal/100 g produkto. Alus su poliflorinio (daugiarūšio) pievų medaus priedu yra tokios pat konsistencijos, turi aromatą, skonį būdingą *Oatmeal stout* alui, lengvai jaučiamas medaus kvapas ir saldus skonis. Alkoholio kiekis – 4,8 tūrio %, energetinė vertė – 164 kcal/100 g produkto.

3. Įvertinant pagrindinių alaus gamybos atliekų – salyklojaus – apdorojimo fermentiniu preparatu Viscozyme®L galimybes nustatant skystosios frakcijos (ekstrakto) išėigą bei, pritaikius QUENCHER procedūrą, kietosios frakcijos *in vitro* radikalų sujungimo gebą DPPH ir ABTS metodais, geležies (Fe^{3+}) redukcinę gebą FRAP metodu ir bendrą fenolinių junginių kiekį Folin-Ciocalteu's metodu buvo gauti tokie rezultatai: fermentiniu preparatu apdoroto salyklojaus išėiga yra apie 60 % didesnė nei kontrolinių bandinių ir neapdoroto salyklojaus; fermentiniu preparatu apdoroto salyklojaus kietosios frakcijos *in vitro* DPPH ir ABTS radikalų sujungimo geba ($TEAG_{DPPH}=6,31$ mg Trolokso/g; $TEAG_{ABTS}=47,81$ mg Trolokso/g) yra atitinkamai 16 ir 33% didesnė nei kontrolinių bandinių; fermentiniu preparatu apdoroto salyklojaus kietosios frakcijos geležies (Fe^{3+}) redukcinė geba ($TEAG_{FRAP}=18,25$ mg Trolokso/g) bei bendras fenolinių junginių kiekis ($TPC=6,48$ mg galo rūgšties/g) yra ženkliai (iki 2 kartų) didesni nei kontrolinių bandinių ir 1,2 karto didesnis nei neapdoroto salyklojaus.

4. Baigiamajame bakalauro darbe aprašyti *Oatmeal stout* alaus ir alaus su poliflorinio (daugiarūšio) pievų medaus priedu gamybos metu vykstantys fizikiniai, cheminiai ir biocheminiai procesai. Parinkta technologinė naujovė – sintetiniai klijai skirti klijuoti etiketes ant butelių. Šie klijai gali būti klijuojami ant drėgnų ir šaltų butelių, yra lengvai pašalinami nuo įrengimų, Klijai pasižymi itin geru sukibimu su bet kokios rūšies buteliais, pastebima ir nauda iš ekonominės puses – šių klijų sunaudojama iki 30% mažiau nei įprastinių.

5. Sudarytas projektuojamo *Oatmeal stout* alaus „*Oatmeal Stout Classic*“ ir projektuojamo alaus su poliflorinio (daugiarūšio) pievų medaus priedu „*Oatmeal Stout Honey*“ žaliavų, gamybos technologinio proceso, galutinio produkto kokybės kontrolės planas, kur yra nurodomi kontroliuojami rodikliai ir kritinės ribos. SVT taškai šių produktų gamyboje yra salyklo sandėliavimas, pasterizacija ir alaus pilstymas į butelius.

6. 500000 litrų *Oatmeal stout* alaus „*Oatmeal Stout Classic*“ pagaminti per metus reikia 95,2 t salyklo, 604800 l vandens, 714 kg karčiųjų apynių, 357 kg aromatinių apynių, 4992 l mielių. 250000 litrų alaus su poliflorinio (daugiarūšio) pievų medaus priedu „*Oatmeal Stout Honey*“ per metus pagaminti reikia 47,6 t salyklo, 302400 l vandens, 476 kg karčiųjų apynių, 238 kg aromatinių apynių, 2496 l mielių, 2976 kg medaus.

7. Suprojektuota gamybos linija veikia taip, kad *Oatmeal Stout* alus pilstomas į 0,5 l stiklinius butelius, o alus su poliflorinio (daugiarūšio) pievų medaus priedu į 0,33 l stiklinius butelius. Abiejų rūšių alus bus pristatomas vartotojui kartą per mėnesį.

8. Grafinėje dalyje pateikta *Oatmeal stout* alaus „*Oatmeal Stout Classic*“ ir alaus su poliflorinio (daugiarūšio) pievų medaus priedu „*Oatmeal Stout Honey*“ gamybos technologinė linija A1 formato lape.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

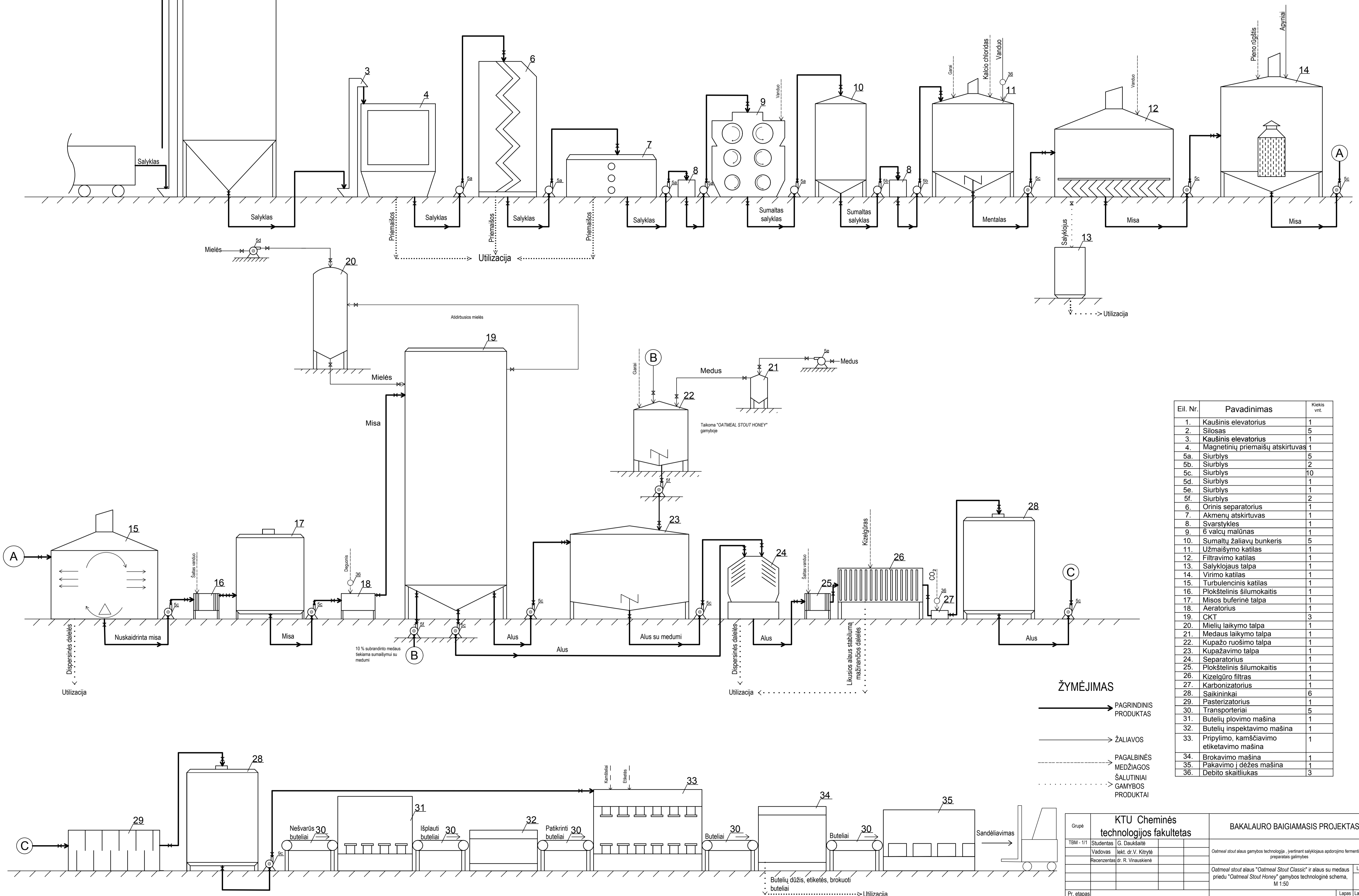
1. Čekanavičius L. Kaip alus suko istorijos ratą. *Vyno žurnalas* Nr. 3
<http://www.vynozurnalas.lt/index.php?&page=87>; Žiūrėta 2015-03-18
2. <http://beergeek.lt/paprociai-ir-tradicijos/>; Žiūrėta 2015-04-17
3. HORNSEY I.S. A history of beer and brewing. 2003. ISBN: 978-0-85404-630-0
4. <http://www.straipsniai.lt/ru/Intercourse/page/6236>; Žiūrėta 2015-04-17
5. http://www.humuluspulvus.lt/index.php?option=com_content&view=article&id=144:kuo-skiriasi-alaus-rys&catid=39:apie-al&Itemid=73&lang=en; Žiūrėta 2015-04-15
6. <http://dundulio.lt/archives/383>; Žiūrėta 2015-03-18
7. <http://lt.wikipedia.org/wiki/Stautas>; Žiūrėta 2015-03-15
8. <http://beer.about.com/od/commercialbeers/a/adjuncts.htm>
<http://beer.about.com/od/commercialbeers/a/adjuncts.htm>; Žiūrėta 2015-04-18
9. <http://byo.com/grains/item/94-adjuncts-explained>; Žiūrėta 2015-04-18
10. <http://dundulio.lt/produkcija>; Žiūrėta 2015-04-30
11. Lietuvos respublikos žemės ūkio ministro įsakymas. Dėl alaus apibūdinimo, gamybos ir prekinio pateikimo techninio reglamento patvirtinimo pakeitimo. 2012 m. rugpjūčio 29 d. Nr. 3D-701 Vilnius;
12. Lietuvos respublikos sveikatos apsaugos ministro įsakymas. Dėl Lietuvos higienos normos HN 24:2003 geriamojo vandens saugos ir kokybės reikalavimai patvirtinimo 2003 m. liepos 23 d. Nr. V-455 Vilnius;
13. Švyturio archyvinė medžiaga; Žiūrėta 2015-03-10
14. http://www.personalas.ktu.lt/~egidonis/6_vandens%20kietumas_EG.pdf; Žiūrėta 2015-04-18
15. <http://www.vektrena.lt/katijonitai-ir-anijonitai-ju-fizines-bei-chemines-savybes>; 2015-04-18
16. BRIGGS D.E.; BOULTON C.A.; BROOKES P.A.; STEVENS R. *Brewing Science and Practise*, 2004. 81-84 psl.; 30-37 psl.; 195-207 psl.; 101-182 psl.;
17. http://www.kaunovandenys.lt/lt/gyventojams/jusu_vanduo/kokybe/; Žiūrėta 2015-04-20
18. PUKALSKAS A. Naujausių mokslinių pasiekimų maisto produktų biotechnologijos srityje mokslinė studija "Maisto gamybos biotechnologija", 2007
19. MUSSATTO S.I.; DRAGONE G.; ROBERTO I.C. Brewers' spent grain: generation, characteristics and potential applications. *Journal of Cereal Science* 2006, 1 – 14 psl.
20. JUODEIKIENĖ G. Paskaitų medžiaga. Grūdų perdirbimo technologija. Grūdų sandara ir cheminė sudėtis. 2014.
21. BALTRUŠIS R.; DIENYS G.; MICKEVIČIUS V.; ŠAČKUS A.; VAINILAVIČIUS P. *Organinė chemija*. 2 dalis. 1999 m., Vilnius 238-241 psl.
22. BAMFORTH C. BEER. Ta into the art and science of brewing. 2003, 49-53 psl.
23. KUBLICKAS R.H. Paskaitų konspektas. Fermentacija. 2014
24. <http://www.dzuljetosblogas.lt/index.php/tinklarastis/svecio-irasas-astuonios-paros-ir-miezio-grudas-tampa-salyklu/199>; Žiūrėta 2015-03-25
25. STEWART G.G. *Biochemistry of Brewing*, 2013. 291-317 psl.
26. <http://www.beeradocate.com/beer/101/malts/>; Žiūrėta 2015-04-18
27. <http://www.aperfectpint.net/Brewing%20Grains.pdf>; Žiūrėta 2015-04-18
28. Lietuvos grūdų perdirbėjų asociacijos įmonės standartas ĮST 121738915- 01:2009
29. Komisijos reglamentas (EB) Nr. 1881/2006. Nustatantis didžiausias leistinas tam tikrų teršalų maisto produktuose koncentracijas. 2006 m. gruodžio 19 d.
30. <http://www.castlemalting.com/CastleMaltingMalts.asp?P=105&Language=English>; Žiūrėta 2015-03-26
31. Žurnalas „Mano ūkis“. Paprastasis apynys, turintis nepaprastų savybių. 2012.
32. STEENACKERS B.; COOMAN L.D.; DE VOS D. Chemical transformations of characteristic hop secondary metabolites in relation to beer properties and the brewing process: A review *Food Chemistry* (2015) 742–756 psl.
33. BAMFORTH C.W. *Brewing new technologies*, 2006. 68-99 psl.
34. BROWN D. A brief history of hop and its uses.
35. DE KEUKELEIRE D., *Fundamentals of beer and hop chemistry*, 2000. 108-111 psl.
36. <https://byo.com/resources/hops>; Žiūrėta 2015-03-28
37. <http://beerlegends.com/hops-varieties>; Žiūrėta 2015-03-28
38. POLAINA. J. *Brewer's Yeast: Genetics and Biotechnology*. Argiculture and food production. 2002.
39. BOULTON C.; QUAIN D. *Brewing Yeast and Fermentation*, 2001. 143-217 psl.
40. WHITE C.; ZAINASHEFF J. *Yeast: The Practical Guide to Beer Fermentation*. 2010, ISBN-0937381969
41. <http://www.ekoproduktas.com/alaus-mieles-10/lt/>; Žiūrėta 2015-03-24
42. https://www.wyeastlab.com/com_b_yeaststrain.cfm; Žiūrėta 2015-04-30
43. Briess. Malt & Ingredients Co. Product information. Oat Flakes; Žiūrėta 2015-04-17
44. Lietuvos respublikos žemės ūkio ministro įsakymas. Dėl medaus techninio reglamento patvirtinimo. 2003 m. rugpjūčio 12 d. Nr. 3D-333. Vilnius
45. <http://www.bitininkas.lt/MEDUS.htm>; Žiūrėta 2015-03-24
46. http://sizes.com/units/pfund_scale.htm; Žiūrėta 2015-03-24
47. <http://uaglobalinc.com/multiflower-honey/#!prettyPhoto>; Žiūrėta 2015-03-24

48. <http://vmvt.lt/lt/as/vartotojas/maisto.produktai/medus/>; Žiūrėta 2015-03-24
49. <http://www.tumosa.lt/#!kizelguras/c1gqy>; Žiūrėta 2015-03-27
50. Brewers association beer style guidelines. 2012, 9-10 psl.
51. Lietuvos respublikos sveikatos apsaugos ministro įsakymas.Dėl Lietuvos higienos normos HN 119:2002 maisto produktų ženklinimas tvirtinimo. 2002 m. gruodžio 24 d. Nr. 677. Vilnius
52. SANTOS, M.; JIMENEZ, J.J.; BARTOLOME, B.; GOMEZ – CORDOVES, C.; DEL NOZAL, M.J. Variability of brewer's spent grain --within a brewery. *Food chemistry*, 2003, 17 – 21 psl.
53. MUSSATTO S.I.; DRAGONE G.; ROBERTO I.C. Brewer's spent grain: generation, characteristics and potential applications. *Journal of Cereal Science* 2006, 1 – 14 psl.
54. NIEMI P.; MARTINS D.; BUCHERT J.; FAULDS C.B. Pre-hydrolysis with carbohydrases facilitates the release of protein from brewer's spent grain. *Bioresource Technology* 136 (2013) p. 529–534
55. ROBERTSON J.A.; I'ANSON K. J.A.; TREIMO J.; FAULDS C.B; BROCKLEHURST T.F. EIJSINK V.G.H; WALDRON K.W. Profiling brewers' spent grain for composition and microbial ecology at the site of production. *LWT - Food Science and Technology* 43 (2010) p. 890–896
56. MENESES N. G. T.; MARTINS S.; TEIXEIRA J. A.; MUSSATTO S.I. Influence of extraction solvents on the recovery of antioxidant phenolic compounds from brewer's spent grains. *Separation and Purification Technology*, 2013, 152 – 158 psl.
57. Europos parlamento ir tarybos reglamentas (EB) Nr. 1333/2008. Dėl maisto priedų. 2008 m. gruodžio 16 d.
58. PUKALSKAS A. Paskaitų konspektas. Antioksidantai. 2014
59. Organic consumers association. <https://www.organicconsumers.org/scientific/synthetic-antioxidants-can-harm-your-health>; Žiūrėta 2015-04-21
60. BAMDAD F.; WU J.; CHEN L. Effects of enzymatic hydrolysis on molecular structure and antioxidant activity of barley hordein. *Journal of Cereal Science* 54 (2011) 20-28psl.
61. http://vddb.laba.lt/fedora/get/LT-eLABa-0001:E.02~2012~D_20120918_151438-68335/DS.005.0.01.ETD; Žiūrėta 2015-04-21
62. MUSSATTO S.I; DRAGONE G.; ROBERTO I.C., Ferulic and p-coumaric acids extraction by alkaline hydrolysis of brewer's spent grain. *Industrial Crops and Products* 25 (2007) 231–237psl.
63. NACZK M., SHAHIDI F. Phenolics in cereals, fruits and vegetables: Occurrence, extraction and analysis. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 41 (2006) 1523–1542 psl.
64. BEATRIZ A. ACOSTA-ESTRADA, JANET A. GUTIÉRREZ-URIBE, SERGIO O. SERNA-Saldívar. Bound phenolics in foods, a review. *Food Chemistry* 152 (2014) 46–55 psl.
65. JING LIU, XIAO GUAN, DAQI ZHU, JUN SUN. Optimization of the enzymatic pretreatment in oat bran protein extraction by particle swarm optimization algorithms for response surface modeling. *LWT - Food Science and Technology* 41 (2008) 1913–1918]
66. National centre of biotechnology education. <http://www.ncbe.reading.ac.uk/ncbe/materials/enzymes/viscozyme.html>; Žiūrėta 2015-04-21
67. SERPEN, A.; CAPUANO, E.; FOGLIANO, V.; GÖKMEN, V. A new procedure to measure the antioxidant activity of insoluble food components. *Journal of Agricultural Food and Chemistry*, 2007, 55, p.7676-7681
68. SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTOS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin–Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 1999, 299, p. 152–178.
69. BENZIE, I. F. F.; STRAIN, J. J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of 'antioxidant power': The FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 1996, 239, p.70-76.
70. BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*, 1995, 28, p. 25-3
71. RE, R.; PELLEGRINI, R. N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 1999, 26, p.1231–1237.
72. GUAN X.; YAO H. Optimization of Viscozyme L-assisted extraction of oat bran protein using response surface methodology. *Food Chemistry* 106 (2008) p. 345–351
73. LING T.P.; MASKAT M.Y.; ILLIAS R.M.; BADRI K.; JAHIM J.; HASSAN O.; MAHADI N.M. Optimization of pretreatments for the hydrolysis of oil palm empty fruit bunch fiber (EFBF) using enzyme mixtures. *Biomass and bioenergy* 56 (2013) p. 137-146
74. SØRENSEN H.R.; PEDERSEN S.; VIKSØ-NIELSEN A.; MEYER A.S. Efficiencies of designed enzyme combinations in releasing arabinose and xylose from wheat arabinoxylan in an industrial ethanol fermentation residue. *Enzyme and Microbial Technology* 36 (2005) p. 773–784
75. KITRYTE V.; ANDRIUS ŠADUIKIS A.; VENSKUTONIS P.R. Assessment of antioxidant capacity of brewer's spent grain and its supercritical carbon dioxide extract as sources of valuable dietary ingredients. *Journal of Food Engineering*, 2014
76. VURAL GOKMENA V.; SERPENA A.; FOGLIANO V. Direct measurement of the total antioxidant capacity of foods: the 'QUENCHER' approach. *Trends in Food Science & Technology* 20 (2009) p. 278-288

77. MOREIRA M.M.; MORAIS S.; CARVALHO D.O.; BARROS A.A.; DELERUE-MATOS C.; GUIDO L.F. Brewer's spent grain from different types of malt: Evaluation of the antioxidant activity and identification of the major phenolic compounds. *Food Research International* 54 (2013) p. 382–388
78. BERING L. C. The biochemistry of brewing.
79. STANBURY P. Principles of fermentation technology, 2003.
80. GOLDAMMER T. The Brewers Handbook, 2008.
81. LESKAUSKAITĖ D. Paskaitų konspektas. 2013;
82. KADZIAUSKAS J. Biochemijos pagrindai. 2012, Vilnius.
83. MASSCHELEIN C.A. The biochemistry of maturation.
84. <http://www.hbfuller.com/north-america/products-solutions/brands-and-affiliates/liquiloc2/>; Žiūrėta 2015-05-02
85. http://www.nicnas.gov.au/_data/assets/pdf_file/0013/10138/PLC779FR.pdf; Žiūrėta 2015-05-02
86. Kauno alus archyvinė medžiaga; Žiūrėta 2015-05-20
87. <http://morebeer.com/brewingtechniques/bmg/noonan.html>; Žiūrėta 2015-05-20
88. http://www.zidinio.vilnius.lm.lt/projektas/metodai_pr.html; Žiūrėta 2015-05-20
89. Patvirtinta Lietuvos respublikos žemės ūkio ministro 2000 m. sausio 10 d. įsakymu nr. 5 (Lietuvos respublikos žemės ūkio ministro 2005 m. lapkričio 28 d. įsakymo nr. 3d – 545. Analizės metodai medaus sudėčiai nustatyti
90. <http://analytica-ebc.com/index.php?mod=contents&scat=16>; Žiūrėta 2015-05-18
91. Калунянц, К. А., Колчева, Р. А. и др. Дипломное проектирование заводов по производству пива и безалкогольных напитков. Учебник для вузов. Москва, 1987. 272 с.
92. http://www.alibaba.com/product-detail/Small-grain-bucket-elevator-in-machinery_527633132.html?s=p, Žiūrėta 2015-05-18
93. http://www.alibaba.com/product-detail/Silo_60224471938.html; Žiūrėta 2015-18
94. http://www.bokstuva.lt/saugykla/failai/2014/Prive_buketlas.pdf; Žiūrėta 2015-05-10
95. http://www.alibaba.com/product-detail/Link-chain-bucket-elevator-for-grain_1836008790.html; Žiūrėta 2015-05-02
96. http://www.alibaba.com/product-detail/Double-Vertical-Ring-High-Gradient-Magnetic_331026150.html?s=p; Žiūrėta 2015-05-02
97. http://www.alibaba.com/product-detail/Paddy-Air-Table-Separator-for-grain_60102657425.html; Žiūrėta 2015-05-04
98. http://www.alibaba.com/product-detail/TZQY54-45-small-combined-machine-for_1954552153.html?s=p; Žiūrėta 2015-05-17
99. <http://deska.lt/Prekiu-katalogas/Elektronines-svarstyklės/Pramonines/ECW-SERIJS-SIENINES-SVARSTYKLES>; Žiūrėta 2015-05-17
100. <http://www.kunzel.de/cms/en/components/grist-mills.html>; Žiūrėta 2015-05-17
101. <http://www.storagebunker.com/self-storage/MA/Medford/4277>; Žiūrėta 2015-05-14
102. http://jaastrawam.lt/alaus_daryklos.html; Žiūrėta 2015-05-04
103. http://www.vettertec.de/downloads/vt_WetSpentGrains.pdf; Žiūrėta 2015-05-14
104. <http://el.sprendimas.net/%C5%A1ilumokai%C4%8Diai-plok%C5%A1teliniai-plokstelinis-silumokaitis-B3-60-20>; Žiūrėta 2015-05-17
105. <http://www.elmitra.lt/preke/vs-2000-buferine-talpa-boilernova.3870/>; Žiūrėta 2015-05-18
106. http://www.alibaba.com/product-detail/Heavy-Duty-China-CE-Certificated-stainless_60194448868.html?s=p; Žiūrėta 2015-05-18
107. <http://www.rodinahaskovo.com/rodina/en/products/r-fermentation/20-vertical-fermenter-with-conical-bottom.html>; Žiūrėta 2015-05-18
108. http://www.alibaba.com/product-detail/400L-mixing-tank-with-agitator-mixing_1343906984.html; Žiūrėta 2015-05-18
109. http://www.alibaba.com/product-detail/High-quality-large-capacity-stainless-steel_1462961869.html?s=p; Žiūrėta 2015-05-18
110. <http://www.andritz.com/se-downloads-separators-beverages.pdf>; 2015-05-18
111. http://www.alibaba.com/product-detail/BAVI-Air-Conditioning-Condenser-Energy-Saving_495675629.html?s=p; 2015-05-18
112. http://www.alibaba.com/product-detail/stainless-steel-kieselguhr-filter-for-brewery_1620125567.html; 2015-05-18
113. <http://www.steinfurth.de/page%2ccarbonation-systems%2csteinfurth-ics-210%2c0%2c0%2c12%2c0%2cen.htm>; 2015-05-18
114. https://www.taco-hvac.com/hydronic_systems.html; 2015-05-18
115. http://www.mbaa.com/districts/michigan/events/Documents/2011_03_10PasteurizationTechnologies.pdf; 2015-05-18
116. http://www.alibaba.com/product-detail/automatic-glass-bottle-washing-machine_854670010.html; 2015-05-18
117. http://www.bbull.com/ainternet/Prospekte_e/a84P_EBI_e.pdf
118. http://www.alibaba.com/product-detail/Labeling-Machine-Labeling-Equipment-Labeling-System_60119835921.html?s=p
119. <http://www.bidonequipment.info/pdf%20files/KRONES%20Linatronic%20735.pdf>; 2015-05-18
120. http://www.alibaba.com/product-detail/JDZ-120P-Fully-Automatic-Bottle-Box_60227362043.html?s=p
121. <http://www.directindustry.com/prod/khs/chain-conveyors-horizontal-bottle-21322-110189.html>; 2015-05-18

122. http://www.tuchenhagen.com/fileadmin/GEA_Tuchenhagen/Global/PDFs/VARIFLOW/Fa_2083_program_overview_VPSH_d_e.pdf; 2015-05-18
123. http://www.dominga.lt/uploads/files/19/category_file_file_19_1312811811.pdf

OATMEAL STOUT ALAUS "OATMEAL STOUT CLASSIC" IR ALAUS SU MEDAUS PRIEDU "OATMEAL STOUT HONEY" GAMYBOS TECHNOGINĖ SCHEMA



Eil. Nr.	Pavadinimas	Kiekis vnt.
1.	Kaušinis elevatorius	1
2.	Silosas	5
3.	Kaušinis elevatorius	1
4.	Magnetinių prietaisų atskirtuvas	1
5a.	Siurblys	5
5b.	Siurblys	2
5c.	Siurblys	10
5d.	Siurblys	1
5e.	Siurblys	1
5f.	Siurblys	2
6.	Orinis separatorius	1
7.	Akmenų atskirtuvas	1
8.	Svarstyklės	1
9.	6 valčių malūnas	1
10.	Sumaltų žaliavų bunkeris	5
11.	Užmaišymo katilas	1
12.	Filtravimo katilas	1
13.	Salyklojus talpa	1
14.	Virimo katilas	1
15.	Turbulencinis katilas	1
16.	Plokštelinis šilumokaitis	1
17.	Misos buferinė talpa	1
18.	Aeratorius	1
19.	CKT	3
20.	Mielių laikymo talpa	1
21.	Medaus laikymo talpa	1
22.	Kupažo ruošimo talpa	1
23.	Kupažavimo talpa	1
24.	Separatorius	1
25.	Plokštelinis šilumokaitis	1
26.	Kizelgūro filtras	1
27.	Karbonizatorius	1
28.	Saikininkai	6
29.	Pasterizatorius	1
30.	Transporteriai	5
31.	Butelių plovimo mašina	1
32.	Butelių inspektavimo mašina	1
33.	Pripilimo, kamščiavimo etiketavimo mašina	1
34.	Brokavimo mašina	1
35.	Pakavimo į dėžes mašina	1
36.	Debito skaitliukas	3

ŽYMĖJIMAS

- PAGRINDINIS PRODUKTAS
- ŽALIAVOS
- - - - - PAGALBINĖS MEDŽIAGOS
- · · · · ŠALUTINIAI GAMYBOS PRODUKTAI

Grupė	KTU Cheminės technologijos fakultetas	BAKALAURO BAIGIAMASIS PROJEKTAS
TBM - 1/1	Studentas G. Daukšaitė Vadovas lekt. dr. V. Kitlytė Recenzentas dr. R. Vnauškievičius	Oatmeal stout alaus gamybos technologija, įvertinant salyklojus apdorojimo fermentais paruoštas gamybas Oatmeal stout alaus "Oatmeal Stout Classic" ir alaus su medaus priedu "Oatmeal Stout Honey" gamybos technologinė schema, M 1:50
Pr. etapas	Maisto mokslų ir technologijos katedra LT-50254 Radvilėnų pl. 19, Kaunas	Laido Lapų
BBP	2015 - BBD - MMT	1 1