



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS**  
**CHEMINĖS TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS**

**Ignas Mačiūnas**

**EUROPINIO LAGERIO GAMYBOS TECHNOLOGIJA,  
IŠANALIZUOJANT ŠIUOLAIKINIUS ALAUS FILTRAVIMO METODUS**

Bakalauro baigiamasis projektas

**Vadovas**

Doc. dr. Rimantas Kublickas

**KAUNAS, 2015**

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

TVIRTINU

Katedros vedėjas  
(parašas) Doc. dr. Loreta Bašinskienė  
(data)

**EUROPINIO LAGERIO GAMYBOS TECHNOLOGIJA,  
IŠANALIZUOJANT ŠIUOLAIKINIUS ALAUS FILTRAVIMO METODUS**

Bakalauro baigiamasis darbas

**Maisto mokslo ir technologijos programa (kodas 621E40001)**

**Vadovas**

(parašas) Doc. dr. Rimantas Kublickas  
(data)

**Tiriamąo darbo vadovas**

(parašas) Doc. dr. Rimantas Kublickas  
(data)

**Recenzentas**

(parašas) Doc. Audrius Pukalskas  
(data)

**Projektą atliko**

(parašas) Ignas Mačiūnas  
(data)

**KAUNAS, 2015**



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Cheminės technologijos fakultetas

---

(Fakultetas)

Ignas Mačiūnas

---

(Studento vardas, pavardė)

Maisto mokslo ir technologijos programa, 621E40001

---

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

Baigiamojo projekto „Europinio lagerio gamybos technologija, išanalizuojant  
šiuolaikinius alaus filtravimo metodus“

**AKADEMINIO SĄŽININGUMO DEKLARACIJA**

20 15 m. Gegužės 19 d.  
\_\_\_\_\_  
Kaunas

Patvirtinu, kad mano **Ignas Mačiūno** baigiamasis projektas tema „europinio lagerio gamybos technologija, išanalizuojant šiuolaikinius filtravimo metodus“ 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)

Mačiūnas, I. Europinio lagerio gamybos technologija, išanalizuojant šiuolaikinius filtravimo metodus. Bakalauro baigiamasis projektas / vadovas doc. dr. Rimantas Kublickas; Kauno technologijos universitetas, Cheminės technologijos fakultetas, Maisto mokslo ir technologijos katedra.

Kaunas, 2015. 65 psl.

## **SANTRAUKA**

Europietiškas lageris – alus kilęs iš Vokietijos, kuriam gaminti yra naudojama žemutinio rūgimo mielės.

Alaus gamyboje naudojama pagrindinės žaliavos: vanduo, salyklos, apyniai ir mielės, kurių kiekiai, sudarant tinkamą receptūrą, nurodyti darbe. Nurodyta visų medžiagų naudojamų alaus gamyboje apibūdinimai ir savybės, taip pat išsamus technologinis alaus gamybos procesas atsižvelgiant į juslinius, fizikinius cheminius, mikrobiologinius rodiklius.

Darbe nurodyta europinio lagerio šviesaus ir tamsaus alaus gamybos technologija su joms reikalingais pagrindinių ir pagalbinių medžiagų kiekiais. Apskaičiuota, parinkta įranga ir talpyklos reikalingos šio tipo šviesaus ir tamsaus alaus gamybai, kurios apimtis iš viso siekia 540 000 litrų per metus.

Atliktas tiriamasis darbas, kurio esmė – apžvelgti ir išanalizuoti šiuolaikinius filtravimo metodus, taikytinus europinio lagerio gamybai. Atrinkta šiuo metu naudojami metodai, kurie turi potencialo išlikti ir tobulėti ateityje. Parinkta kiekvienam filtravimo etapui tinkamiausiais filtravimo būdas, lyginant juos tarpusavyje.

Bakalaurinis yra 65 puslapių apimties, jame yra 18 lentelių ir 1 paveikslas. Grafinėje dalyje pavaizduota projektuojamo europinio lagerio gamybinė linija.

## **SUMMARY**

European lager is a beer originated from Germany produced using bottom fermentation yeast.

Water, malt, hops and yeast are the main ingredients used in its production. The paper discusses the quantities to be used as well as provides in – depth description of the features of each physical, chemical and microbiological indicators.

The paper focuses on the production technology of light and dark European lager beer, analyzing the quantities of the main and the supporting ingredients. Based on the calculations, the most appropriate equipment for the manufacturing process is selected reaching the yearly capacity of 540 000 liters.

A research is conducted to overview the modern filtration methods used in European lager production. This part of paper mainly focuses on those methods which have the potential to continue in the future. A comparison is made allowing the selection of the most appropriate method for each step of filtration.

The paper is 65 pages long with 18 tables and 1 figure. The graphic part of the paper visualizes the engineered production line of European lager beer.

### **Užduotis**

1. Suprojektuoti 540 000 litrų per metus Europinio lagerio gamybos technologiją.
2. Teoriškai apžvelgti ir išanalizuoti šiuolaikinius alaus filtravimo metodus, taikintinus Europinio lagerio gamybai.

## TURINYS

|                                                                                                                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. ĮVADAS.....                                                                                                                                                                                       | 10 |
| 2. ŽALIAVŲ IR PAGALBINIŲ MEDŽIAGŲ CHARAKTERISTIKA.....                                                                                                                                               | 12 |
| 2.1. Vanduo .....                                                                                                                                                                                    | 12 |
| 2.2. Miežių salyklos.....                                                                                                                                                                            | 14 |
| 2.3. Apynių produktai .....                                                                                                                                                                          | 16 |
| 2.4. Mielės .....                                                                                                                                                                                    | 18 |
| 2.5. Pagalbinės medžiagos.....                                                                                                                                                                       | 20 |
| 3. NAGRINĖJAMAS PRODUKTO CHARAKTERISTIKA: JUSLINIAI, FIZIKINIAI<br>CHEMINIAI IR MIKROBIOLOGINIAI RODIKLIAI, MAISTINĖ VERTĖ.....                                                                      | 22 |
| 3.1. Projektuojamo alaus juslinės savybės, fizikiniai cheminiai rodikliai.....                                                                                                                       | 22 |
| 4. TIRIAMASIS DARBAS – TEORIŠKAI APŽVELGTI IR IŠANALIZUOTI<br>ŠIUOLAIKINIUS ALAUS FILTRAVIMO METODUS, TAIKINTINUS EUROPINIO<br>LAGERIO GAMYBAI .....                                                 | 24 |
| 4.1. Filtravimai naudojami alaus gamybos procese.....                                                                                                                                                | 24 |
| 4.2. Mentalo filtravimas prieš virimą .....                                                                                                                                                          | 24 |
| 4.3. Misos filtravimas prieš fermentaciją .....                                                                                                                                                      | 26 |
| 4.4. Alaus galutinis filtravimas.....                                                                                                                                                                | 27 |
| 4.5. Išvados .....                                                                                                                                                                                   | 33 |
| 5. NAGRINĖJAMO PRODUKTO TECHNOLOGINIO PROCESO ETAPŲ IR OPERACIJŲ<br>PARINKIMAS IR PAGRINDIMAS, ĮVERTINANT FIZIKINIUS CHEMINIUS IR<br>BIOCHEMINIUS POKYČIUS BEI NAUDOJANT INOVATYVIUS SPRENDIMUS..... | 34 |
| 5.1. Žaliavų ir pagalbinių medžiagų priėmimas ir saugojimas.....                                                                                                                                     | 34 |
| 5.2. Salyklos poliravimas ir malimas .....                                                                                                                                                           | 35 |
| 5.3. Mentalo paruošimas.....                                                                                                                                                                         | 36 |
| 5.4. Filtravimas .....                                                                                                                                                                               | 38 |
| 5.5. Misos virimas, nuskaidrinimas ir atšaldymas.....                                                                                                                                                | 39 |
| 5.6. Fermentacija .....                                                                                                                                                                              | 40 |
| 5.7. Brandinimas.....                                                                                                                                                                                | 42 |

|      |                                                                                                              |    |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.8. | Alaus filtravimas ir pasterizavimas .....                                                                    | 43 |
| 5.9. | Alaus išpilstymas ir saugojimas .....                                                                        | 44 |
| 6.   | TECHNOLOGINIO PROCESO KOKYBĖS KONTROLĖ: KONTROLIUOJAMI<br>RODIKLIAI, JUOS REGLAMENTUOJANTYS DOKUMENTAI ..... | 46 |
| 7.   | ŽALIAVŲ IR PAGALBINIŲ MEDŽIAGŲ SKAIČIAVIMAS .....                                                            | 50 |
| 7.1. | 100 kg salyklinių medžiagų skaičiavimai.....                                                                 | 50 |
| 7.2. | Skaičiavimai vienam virimui ir sąnaudos per metus .....                                                      | 55 |
| 7.3. | Pagalbinių filtravimo ir pilstymo medžiagų skaičiavimai.....                                                 | 56 |
| 8.   | TECHNOLOGINIŲ ĮRENGIMŲ IR ĮRANGOS PARINKIMAS, SKAIČIAVIMAS, JŲ<br>DARBO GRAFIKAS .....                       | 58 |
| 8.1. | Salyklinių medžiagų priėmimas ir laikymas .....                                                              | 58 |
| 8.2. | Salyklo valymas ir malimas.....                                                                              | 58 |
| 8.3. | Mentalo paruošimas.....                                                                                      | 59 |
| 8.4. | Filtravimas .....                                                                                            | 60 |
| 8.5. | Misos virimas, nuskaidrinimas ir atšaldymas.....                                                             | 60 |
| 8.6. | Fermentacija ir brandinimas .....                                                                            | 61 |
| 8.7. | Filtracija ir pasterizacija .....                                                                            | 62 |
| 8.8. | Alaus išpilstymas ir saugojimas .....                                                                        | 63 |
| 8.9. | Įrenginių organizavimo grafikas.....                                                                         | 63 |
| 9.   | IŠVADOS.....                                                                                                 | 65 |
| 10.  | BIBLIOGRAFINIŲ NUORODŲ SĄRAŠAS.....                                                                          | 66 |
| 11.  | PRIEDAI .....                                                                                                | 69 |



## 1. ĮVADAS

Alus – natūralus putojantis alkoholinis gėrimas, kurio etilo alkoholio koncentracija yra 0,5 - 12 %, todėl priskiriamas silpniesiems alkoholiniams gėrimams.

Yra manoma, kad pirmieji alūs buvo pagaminti atsitiktinai, kai miežiai buvo užpilti vandeniu ir palikti, dėl ko įvyko fermentacija. Seniausiu rašytiniu alaus receptu yra laikoma dalis poemos, parašytos 4 tūkst. metų prieš Kristų ant molinės plokštelės ir skirtos Ninkasi, šumerų alaus deivei [1]. Visame pasaulyje alus yra siejamas su įvairiais ritualais ir šventėmis, alus dažnai buvo teikiamas kaip didis atlygis. Europoje alus labiausiai paplito Romos imperijos laikais, ir anksčiau ar vėliau pasiekė visus žemyno kampelius ir išplito po visą pasaulį.

Populiarėjant alaus gamybai, ėmė kurtis vis daugiau alaus daryklų – bravorų. Taip pat pradėta naudoti įvairūs grūdai ir kitos medžiagos alui gaminti, todėl 1516 m., Vokietijoje buvo išleistas pirmasis įstatymas (Reinheitsgebot) apibūdinantis alaus grynumą. Šį įstatymą pasirašė Vilhelmas IV, ir jame nurodė, kad alus turi būti gaminamas iš miežių, apynių ir vandens. Šio įstatymo tikslas buvo uždrausti aludariams naudoti kitos rūšies grūdus, kurie buvo būtini duonos ir kitų maisto produktų gamybai [2]. Šis įstatymas neigiamai paveikė daugelį aludarystės įmonių, todėl XIX a., alaus grynumo įstatymas paskelbtas neprivalomu.

Nuo XIX a., Vokietijoje vėl buvo pradėta gaminti įvairaus tipo alų, tarp kurių išvirtas ir išlaikytas 3 – 5 % alkoholio tūrio alus buvo vadinamas *Lagerbier* – *Lager* tipo alus. Šiam alui gaminti yra naudojamos žemutinio rūgimo mielės, kurios po fermentacijos nusėda ant indo dugno, taip pat žema temperatūra ir ilgas išlaikymas. Visas žinias apie šio tipo alaus gamybą surinko alaus daryklos „Spaten“ savininkų sūnus *Gabriel Sedimayr*, keliaudamas po visą Europą. Tai leido sukurti geresnio skonio ir didesnio stabilumo alų. Šio tipo alus pradėjo sparčiai plisti po Europą, vis įgydamas šiokių tokių patobulinimų technologinėje ir naudojamų medžiagų srityje [3].

Tobulėjant gaminamo alaus receptūrai, kartu tobulėjo ir keitėsi gamybos technologijos, procesai, sąlygos ir normos. Alaus gamyba smarkiai išaugo iki šių dienų, dėl ko buvo sukurta ir alaus kokybę užtikrinančių reglamentų ir higienos normų, kurias privalo atitikti kiekviena įmonė. Vis didesnis dėmesys skiriamas sanitarinei, mikrobiologinei ir higienos kontrolei užtikrinti, taip pat ženklinimo, laikymo sąlygų ir naudojamų žaliavų kokybės laikymuisi. Receptūras sudarantys rūšio meistrai atlieka labai svarbų darbą – sudarinėja planą, kuriuo vadovaujantis yra naudojami atitinkami kiekiai, rūšys ir kokybė pagrindinių ir pagalbinių žaliavų, taip pat procesų trukmė ir sąlygos norint pagaminti aukščiausios rūšies alų. Itin svarbus yra salyklo ir vandens parinkimas, suteikiantys gaminamo alaus spalvą ir skonį, apyniai – nulemia kartumą ir aromatą, fermentacijos ir išlaikymo trukmė ir temperatūra įtakoja alaus stiprumą ir angliarūgštės kiekį.

Darbo tikslas – suprojektuoti 540 000 litrų per metus Europinio lagerio gamybos technologiją ir išanalizuoti šiuolaikinius alaus filtravimo metodus.

Darbo uždaviniai: remiantis norminiais dokumentais ir literatūros šaltiniais, parinkti ir apibūdinti gamyboje naudojamas žaliavas. Aprašyti produkto juslines ir fizikines, chemines savybes, mikrobiologinius rodiklius, maistinę vertę. Parinkti technologinio proceso etapus ir operacijas, remiantis biocheminiais ir fizikiniais cheminiais procesais. Pateikti tiriamo darbo rezultatus ir išvadas. Sudaryti technologinio proceso kokybės kontrolę, nurodant kontroliuojamus rodiklius ir juos reglamentuojančius dokumentus. Atlikti žaliavų ir įrengimų matematinius skaičiavimus. Nubrėžti technologinio proceso schemą A1 formato lape.

## 2. ŽALIAVŲ IR PAGALBINIŲ MEDŽIAGŲ CHARAKTERISTIKA

Europietiškas *lager* tipo alus yra dviejų rūšių, kurios skiriasi vizualiai ir skoniu. Europietiškas šviesusis arba blyškusis *lager* (*European Pale Lager*) yra kiek stipresnis (4 – 8 %) ir išlaikantis spalvą nuo šviesiai geltonos iki šviesiai bronzinės spalvos, šiek tiek karbonizuotas. Europietiškas tamsusis (*European Dark Lager*) yra vidutinio stiprumo (4,5 – 5,5 %) tamsaus aksomo spalvos su sodria puta. Tamsi spalva išgaunama šviesųjį salyklą sumaišius su karameliniu ar juodoju, gautus skrudinant įprastą miežių salyklą [4].

Gaminamo alaus technologijoje yra išskiriamos pagrindinės žaliavos ir pagalbines medžiagos, kokybiškam alui pagaminti. Pagrindinėms žaliavoms yra priskiriama grūdų salyklos, vanduo, apynių produktai, alaus mielės. Pagalbinės medžiagos gali būti nesalyklinės grūdinės ir cukrinės medžiagos, fermentiniai preparatai, maisto priedai. Visos šios medžiagos turi atitikti higienos normose ir reglamentuose nustatytas ribas ir būti priimanomos tik su kokybės pažymėjimais ir atitinkamais sertifikatais išduotais LR Sveikatos ministerijos kaip leidimas naudoti maisto pramonėje. Žaliavinės ir kitos medžiagos negali būti, arba ribojamas jų užterštumas cheminiais teršalais pagal higienos normą HN 54:2008 „Maisto produktai. Didžiausios leidžiamos teršalų ir pesticidų likučių koncentracijos“ [5]. Visos naudojamos medžiagos turi atitikti jiems nustatytus pavadinimus [6]. Naudojama aukščiausios rūšies žaliavinės medžiagos norit gaminti geriausios kokybės alų.

### 2.1. Vanduo

Vanduo alaus gamyboje yra viena iš svarbiausių sudedamųjų dalių, nes sudaro 80 - 90 % alaus tūrio. Vanduo turi būti skaidrus, bekvapis, bespalvis, bakteriologiškai švarus ir minkštas. Alaus gamyboje vanduo yra skirtingas priklausomai nuo technologinių operacijų kur jis yra naudojamas. Pagrindė yra techninis ir maistinis vanduo. Techninis vanduo naudojamas įrenginių išoriniam plovimui, sanitarinės būklės užtikrinimui, aplinkos valymui, temperatūros reguliavimui. Maistinis vanduo liečiasi su gaminamu produktu, taip pat yra jo sudedamoji dalis, todėl, kitaip nei techniniame vandenyje, jame turi būti garantuojamas leistinas žmogui kenksmingų medžiagų ir cheminių junginių kiekis (Priedai 1 lentelė). Maistinis – geriamasis vanduo naudojamas salyklui mirkyti, šlapiam malimui, mentalo ruošimui, garų sudarymui, mielių atmirkymui, taros praplovimui todėl privalo atitikti Lietuvos higienos normos HN 24:2003 „Geriamojo vandens saugos ir kokybės reikalavimai“, patvirtintos Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2003 m. liepos 23 d. įsakymu Nr. V-455 (Žin., 2003, Nr. 79-3606), reikalavimus [7]. Vandenyje gausu įvairių elementų, kurie turi didelę įtaką alaus

gamybos įrengimų būklei ir eksploatacijai, bei pačio alaus savybėms. Šie elementai turi skirtingą įtaką alaus skoniui, aromatui, fizikiniams rodikliams (Priedai 2 lentelė) ir pasireiškia įvairiose gamybos stadijose. Taigi norint užtikrinti vandens kokybę yra atliekami pagrindiniai 2 procesai: priemaišų pašalinimas ir dezinfekcija. Priemaišoms pašalinti priskiriami tokie procesai:

- Išankstinė filtracija – skirta pašalinti iš gaunamo vandens stambias priemaišas, purvą, susidariusias nuosėdas prieš patenkant į tolimesnius vandens kokybės gerinimo etapus.
- Filtracija – skirta stambioms molekulėms pašalinti, naudojant smėlio filtrą, ant kurio dėl gravitacijos išsėda nepratekėjusios dalelės.
- Koaguliacija – naudojama smulkų elementų pašalinimui į vandenį įvedant teigiamą krūvį turinčius jonus, kurie pritraukia neigiamai įkrautus jonus, dėl ko jie sulimpa, tampa didesniais ir gali būti nufiltruojami smėlio ar kitais filtrais.
- Sedimentacija – vandenyje tirpių dalelių pašalinimui skirtas būdas, kurio metu susijungia skirtingų krūvių jonai ir tampa netirpūs, išsėda ir gali būti pašalinami. Taip atskiriami magnio ( $Mg^{2+}$ ) ir kalcio ( $Ca^{2+}$ ) jonai suteikiantys vandeniui kietumą, kas trukdo pasiekti gaminamo alaus savybes, taip pat dėl vandenyje esančių elementų gali užsikimšti transportavimo vamzdynai.
- Oksidacija – didesniai geležies ( $Fe^{2+}$ ) kiekio pašalinimui naudojamas būdas. Jo metu į vandenį yra tiekama deguonis, kuris verčia tirpias  $Fe^{2+}$  druskas į netirpius  $Fe^{3+}$  hidroksidus, kurie nesunkiai pašalinami jiems išsėdus.
- Atvirkštinis osmosas – skirtas pašalinti natrio, kalcio, magnio ir daugelio kitų elementų priemaišas. Dėl veikiamo išorinio slėgio molekulės juda pro pusiau pralaidžią membraną iš didesnės koncentracijos į mažesnės koncentracijos tirpalą. Tokiu būdu švarus vanduo kaupiasi vienoje membranos pusėje, o nepageidaujamos priemaišos sulaikomos kitoje [8].
- Jonų mainai – procesas, kurio metu pašalinami nepageidaujami jonai, juos pakeičiant identišką krūvį turinčiais pageidaujamais jonais. Taip pašalinami kalcio, geležies, mangano ir magnio jonai, juos pakeičiant į vandenį minkštinančius natrio ir chloro jonus.
- Aktyvuotos anglies reakcijos – šių reakcijų metu daug mažyčių porų turinti anglis yra aktyvinama garais, anglies dioksidu ar deguonimi. Dėl reakcijų su aktyvinta anglimi, krūvio neturinčios dalelės yra pagriebiamos ir surišamos su jos molekule. Tokiu būdu pašalinama chloridas ( $Cl_2$ ), chloraminas ( $NH_2Cl$ ) ir kitos medžiagos suteikiančios gaminamam alui nepageidaujamą skonį.
- Virimas – naudojamas kuomet vanduo yra pernelyg šarminis ir kietas. Verdant iš vandens yra pašalinamas kalcio karbonatas ( $CaCO_3$ ), dėl ko vanduo tampa minkštesnis ir mažiau šarminis [9].

Vandens tolimesnis valymas naudojamas kada negalima garantuoti ar vanduo yra natūraliai švarus.

Dezinfekcijos procesai:

- Ozonavimas –naudojamas naikinti mikroorganizmus, neutralizuoti nepageidaujamą kvapą, taip pat geležies ir mangano pašalinimui, ypač kuomet jie randasi organiniuose junginiuose, kuriuos prieš tai reikia atskirti naudojant oksidaciją.
- Ultravioletinis (UV) spinduliavimas – šis metodas naudojamas naikinti pašalinę vandens mikroflorą, suardyti chloro perteklių nesudarant nepageidaujamų junginių.
- Chlorinimas – tai įvairių chloro junginių (pvz. natrio hipochloritas, chlorkalkės) naudojimas siekiant sterilizuoti vandenį, jame pašalinant pavojingus mikroorganizmus. Šis būdas labai paplitęs dėl kokybiško dezinfekavimo stipria oksidacija.
- Brominimas – tai alternatyva chlorui, tačiau jame vis tiek jo randama. Dezinfekcija vyksta dėl aktyvuotos bromo molekulės, tačiau reikia vengti saulės spindulių [10].

Reiktų prisiminti, kad alaus gamybai negalima naudoti pernelyg išgryninto, ar juolab distiliuoto vandens, nes miežių krakmolo virtimas į alkoholius ir anglies dioksidą priklauso nuo tokių metalų jonų likučių, kaip kalcis, varis ir cinkas. Taip pat skoninėms alaus savybės įtakos turi tokie komponentai, kaip bikarbonatai ir sulfatai.

## 2.2. Miežių salyklas

Salyklas – daigintų, fermentuotų ir išdžiovintų alui gaminti tinkamų salyklinių grūdų (miežių, kviečių ar kitų javų) produktas. Salyklas turi atitikti jam nustatytus reikalavimus ir normas pagal šiuos dokumentus:

- Dėl žemės ūkio ministro 2002 m. gruodžio 11 d. įsakymo nr. 487 “Dėl alaus apibūdinimo, gamybos ir prekinio pateikimo techninio reglamento patvirtinimo” pakeitimo, 2012 m. rugpjūčio 29 d. Nr. 3D-701 [6].
- Salykliniai miežiai. Supirkimo ir tiekimo reikalavimai, Lietuvos grūdų perdirbėjų asociacija, 2009 m [11].
- ES Komisijos 2011 m. balandžio 29 d. reglamentas (ES) Nr. 420/2011, kuriuo iš dalies keičiamas Reglamentas (EB) Nr. 1881/2006, nustatantis didžiausias leistinas tam tikrų teršalų maisto produktuose koncentracijas [12].
- Dėl Lietuvos higienos normos HN 54:2008 „Maisto produktai. Didžiausios leidžiamos teršalų ir pesticidų likučių koncentracijos“ (Žin., 2008, Nr.V-884) [5].

Grūdai, kuriuose yra susikaupę tam tikras amilolitinių, proteolitinių ir celiulitinių fermentų kiekis, būtinas krakmolo skaldymui ir tolimesniam alaus gamybos procese ekstraktui išgauti, yra dirbtinai daiginami nustatytoje temperatūroje ir drėgmėje. Salyklas alui suteikia spalvą ir aromatą. Alaus pramonėje priklausomai nuo norimos gauti alaus spalvos yra naudojami šviesūs ir tamsūs

salyklai, kurie gaminami skirtingomis drėgno ir temperatūros sąlygomis. Alaus spalva matuojama EBC (*European Brewery Convention*) vienetais, pagal kuriuos alus suskirstomas į šviesųjį, pusšviesųjį ir tamsųjį (Priedai 3 lentelė). Šiame darbe aprašomi *lager* tipo šviesusis ir tamsusis alus siekia atitinkamai 5,8 ir 19,1 EBC vienetus, todėl naudojami skirtingų tipų ir savybių salyklai (1 lentelė).

Salyklas alaus daryklose jau nebegaminamas, o joms pristatomas išdžiovintas norit sustabdyti jame chemines – biologines reakcijas, taip pat suteikti būdingo kiekvienai rūšiai aromato. Šiuo metu Lietuvoje salyklą gamina UAB „Kupiškio salykla“ Kupiškyje, UAB „Maltosa“ Švenčionėliuose ir UAB „Viking Malt“ Panevėžyje.

Salyklo gamyba prasideda atrenkant ir tikrinant miežių grūdus, kokybei užtikrinti grūdai gali būti valomi ir džiovinami. Tinkamos kokybės salykla yra supučiama į aruodus pagal rūšis. Alui gaminti naudojamo salyklo gamyba prasideda jo mirkymu trunkančio iki dviejų parų, taip didinamas grūdų drėgnumas ir gyvybingumas. Išmirkyti grūdai hidrotransporteriu perduodami daigintis į daigyklą. Grūdų daiginimo esmė – kuo labiau padidinti grūde besikaupiančių fermentų. Tai pasiekama grūdus aeruojant tam tikros drėgmės ir temperatūros oru. Po daiginimo grūdai turi būti išvalyti, dėl ko jie nusiunčiami į džiovyklą. Į džiovyklą tiekiamas nustatytos temperatūros oras, grūdai džiūsta, ryškėja skonis, kvapas ir aromatas. Sekantis etapas yra daigų nulaužimas. Į daigų nulaužimo įrenginius patenka išdžiovinti grūdai, kuriems yra pašalinami alui nemalonų skonį suteikiantys daigeliai. Atlikus šias operacijas grūdai atšaldomi, sveriami ir supučiama į aruodus, ten jie atsistovi ir tampa alaus gamybai tinkamu salyklu [13].

Projektuojamiems europinio *lager* tipo šviesiojo ir tamsiojo alaus gamybai naudojami salyklai:

- *Carahelllight (Weyermann)* – karamelinis salykla iš Vokietijos praturtinantis gaminamą alų ir suteikiantis stiprų aromatą, bei gilią sodrią spalvą.
- *Munich* – tikrasis Vokiškos kilmės salykla apdegintas aukštesnėje temperatūroje nei šviesusis, tačiau puikiai išlaikęs salyklinį skonį, aromatą ir pakankamą kiekį fermentų būtinų *lager* tipo alaus gamybai.
- *Biscuit (Dingemans)* – lengvai skrudintas salykla praturtintas žemiško, kepinto salyklo skonio ir aromato. Šis salykla lemia nuo šviesios iki vidutiniškai rudos spalvos atsiradimą. Taip pat alui prideda sudėtingo riešutinio skonio ir kepamos duonos aromato.
- *Lager (2 row)* – žemoje temperatūroje skrudintas salykla, užtikrinant jo šviesią spalvą, subtilų skonį ir didelę diastazę (amilazės aktyvumas). Šio salyklo diastazė suteikia galimybę į gaminamo alaus mentalą saugiai įtraukti didelius nesalyklinių grūdų kiekius.
- *Roasted Barley* – aukščiausios rūšies salykla iš D. Britanijos. Gaminamas iš nesalyklinių miežių, dėl ko yra sukuriamas sausas, skrudinto salyklo skonis ir aromatas su kavos

prieskoniu. Taip pat alui suteikia juodą spalvą su rubino atspalviais ir kreminę baltą putą. Naudojamas tik tamsiajam alui gaminti.

**1 lentelė.** Projektuojamo alaus gamybai naudojamo salyklo rūšys ir savybės

| Salyklas       | Savybės      |              |           |                    |
|----------------|--------------|--------------|-----------|--------------------|
|                | Kilmės šalis | Spalva, °EBC | Drėgmė, % | Ekstraktingumas, % |
| Carahell light | Vokietija    | 3            | 7         | 76                 |
| Munich         | Vokietija    | 8            | 3,3       | 78                 |
| Biscuit        | D. Britanija | 35           | 4,5       | 70                 |
| Lager (2 row)  | D. Britanija | 1            | 5         | 80                 |
| Roasted Barley | D. Britanija | 575          | 3         | 60                 |

### 2.3. Apynių produktai

Apyniai yra daugiamečiai kanapinių šeimos augalai su moteriškais žiedynais (spurgais). Spurguose yra lupulino, liaukučių sekreto, kuris leidžia sukurti aluje juntamą skonį ir aromatą. Apyniai dedami į misą gaminant alų siekiant suformuoti charakteringą skonį, aromatą, nuskaidrinti ir sudaryti standžią putą. Pagrindiniai apyniai yra paprastieji (*Humulus lupulus L.*), amerikietiškieji (*Humulus americanus Rydb.*), širdiniai (*Humulus cardifolius Mig.*) ir japoniškieji (*Humulus japonicus Siebold Zucc.*). Švieži apyniai turi apie 80 % drėgmės, kuri pašalinama kaitinant juos 105 – 107 °C temperatūroje vieną valandą norint naudoti komerciniams tikslams. Po džiovavimo apynių sudėtyje lieka drėgmės (10 %), celiuliozės (40 – 50 %), baltymų (15 %), pektinų (2 %), lipidų ir vašku (5 %), polifenolių (2 – 5 %), beta rūgščių (0 – 10 %), alfa rūgščių (0 – 22 %), aliejų (0,5 – 4 %) [14]. Svarbiausią reikšmę aludarystei turi apyniuose esantys ekstraktiniai aliejai ir taip vadinamos dervos (lipidai, aliejai, riebalai, vaškai, alfa, beta rūgštys), kurie tik dalinai ar išvis netirpsta vandenyje. Tačiau yra nustatyta, kad apynių sudėtyje yra ir 20 – 25 % vandenyje tirpių junginių, kurie ištirpsta virimo katile, tai – hidrokarbonatai, amino rūgštys, baltymai, polifenoliai ir neorganinės druskos [15].

Alfa ir beta rūgštys aptinkamos apyniuose sudaro karčiasias medžiagas. Alfa karčiosios apynių rūgštys (humulonai) yra vertingiausia karčiųjų medžiagų dalis, nes ji pasižymi antiseptiniu poveikiu ir didesniu kartumu negu beta karčiosios rūgštys. Pagal šių medžiagų kiekius, apynius teoriškai galima suskirstyti į karčiuosius (turinčius daug alfa karčiųjų rūgščių) ir aromatinius (turinčius mažai alfa karčiųjų rūgščių). Kartieji apyniai suteikia stipresnį kartumą gaminamam alui, taip pat gali jaustis ir papildomų vaisinių prieskonių. Alaus kartumas matuojamas tarptautine IBU (*International Bitterness Units*) skale nusakančia izohumulono kiekį miligramais viename litre alaus gaminio [16]. Antiseptinės apynių savybės pasireiškia virimo metu, kuomet alfa karčiosios rūgštys (ne daugiau 40 % jų kiekio) iš lėto transformuojasi į izo – alfa karčiasias rūgštis. Virimo metu taip pat atsiskleidžia ir aromatinių apynių teikiamos savybės.

Aromatas jaučiamas dėl apyniuose esančių aliejinių medžiagų, kurios sudaro apie 4 % viso apynio masės. Aromatinės medžiagos labai lakios ir gali greitai pasišalinti iš gaminamo alaus kartu su garais. Norint to išvengti aromatiniai apyniai dažniausiai dedami prieš pat virimo pabaigą arba jau vėstant misai.

Dabartiniu metu naudoti pilnus apynių spurgus yra nepatogu ir nepraktiška, todėl pradėta naudoti apynių produktai, kurie puikiai išlaiko ir perteikia alui specifines savybes, juos lengva dozuoti ir praktiška sandėliuoti. Apynių produktai gali būti:

- Džiovinami apynių spurgai – džiovinamų moteriškų vijoklinių apynių augalų (*Humulus lupulus*) žiedynai;
- Presuoti apyniai – produktai, gaunami iš džiovinamų apynių spurgų;
- Apynių granulės ir apynių milteliai – produktai, gaunami sumalus apynius, kuriuose išlieka visi natūralūs apynių komponentai. Populiariausi apynių produktai dėl efektyvių panaudojimo galimybių ir praktiškų laikymo sąlygų;
- Apynių milteliai su didesniu lupulino kiekiu – produktas, gaunamas sumalus apynius, iš kurių mechaniniu būdu buvo pašalinti lapeliai, žiedkočiai, pažiedlapiai ir stiebai. Didesnis lupulino kiekis suteikia ryškesnį kartumą gaminamam alui;
- Apynių ekstraktas – iš apynių ar apynių miltelių tirpikliu ar tirpikliais išskiriamas koncentruotas produktas. Aromato ir skoninės medžiagos yra ištirpinamos anglies dioksido pagalba, dėl ko susidaro tirštas aliejus vadinamas apynių ekstraktu. Ekstrakto naudojimas palengvina alaus gamybos procesą ir išvengiama netirpių medžiagų susidarymo ir nusėdimo virimo metu;
- Apynių produktų mišinys – dviejų ar kelių produktų mišinys;
- Apynių eterinis aliejus – eterinis aliejus, kurį sudaro lakieji apynių junginiai, suteikiantys apyniams būdingą kvapą. Eteriniai aliejai dėl didelio lakumo, į misą įvedami virimo pabaigoje;
- Izomerizuoti apynių produktai, pasižymintys stipriomis antiseptinėmis ir skoninėmis savybėmis;
- Izomerizuoti apynių milteliai – apynių milteliai, kurių beveik visos alfa rūgštys yra izomerizuotos. Alfa rūgštims izomeruoti naudojama nedidelis kiekis magnio oksido ir kaitinama neprileidžiant oro. Tai leidžia naudoti mažesnius izo – alfa rūgšties kiekius siekiant norimo kartumo lygio. Taip pat taupoma energija, nes misos virimas trunka trumpiau;
- Izomerizuotas apynių ekstraktas – apynių ekstraktas, kurio beveik visos alfa rūgštys yra izomerizuotos. Izomeracija atliekama taip pat kaip ir apynių miltelių, tik naudojamas neutralizuotas kalio hidroksidas padidinti apynių medžiagų tirpumą, taip sudarant tirpalą;



- Apynių natūralios kvapiosios medžiagos [6][9].

Projektuojamo šviesiojo ir tamsiojo europinio lagerio gamybai naudojami apyniai skiriasi savo savybėmis (2 lentelė) ir naudojami granuliu pavidale. Pasirinkta tokie apyniai:

- *Magnum* – Vokiški apyniai, naudojami nuo 1980 m., skirti sukurti stiprų kartumo jausmą, neįtakojant kitų apynių suteikiamo aromato. Šie apyniai patys neturi išskirtinio aromato, todėl priimami kaip švarūs kartieji apyniai, turintys labai gerą stabilumą laikymo metu;
- *Wye target* – Angliški apyniai, užauginti ir pradėti naudoti nuo 1972 m., kaip aromatiniai ir kartieji apyniai. Dėl alfa karčiųjų rūgščių šie apyniai alui suteikia švarų kartumą, tačiau papildomai jaučiamas ankstyvas unikalus vaistažolių charakteris. Jaučiamas žemiškas, mineralinis ir žolės aromatas ir skonis, suteikiantis alui savitumo;
- *Super styrians* – Slovėniškos kilmės apyniai, į misą dedami norint suteikti išskirtinį aromatą. Šie apyniai suteikia intensyvas ir labai malonias gėlių, pušų ir apynių aromatinės savybes. Apyniai pasižymi vidutinėmis išsilaikymo sąlygomis, netekdami iki 27 % savo savybių sandėliavimo metu;

**2 lentelė.** Projektuojamo alaus gamybai naudojamų apynių rūšys ir savybės

| Apinys                | Kilmės šalis | Savybės                  |                                 |                                 |                                    |
|-----------------------|--------------|--------------------------|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
|                       |              | Paskirtis                | Alfa karčiųjų rūgščių kiekis, % | Beta karčiųjų rūgščių kiekis, % | Aliejinių medžiagų kiekis, ml/100g |
| <i>Magnum</i>         | Vokietija    | Kartieji                 | 10 – 14                         | 4,5 – 7                         | 1,9 – 3                            |
| <i>Wye target</i>     | Anglija      | Kartieji/<br>aromatiniai | 8,5 – 13,5                      | 4,0 – 5,7                       | 1,2 – 1,8                          |
| <i>Super styrians</i> | Slovėnija    | Aromatiniai              | 7 – 9,5                         | 2,7 – 4,4                       | 0,9 – 1,6                          |

## 2.4. Mielės

Alaus mielės - Ascomycetes klasės mieliagrybinių (*Saccharomycetaceae*) šeimos mikroorganizmai, tinkami alaus misai fermentuoti [6]. Mielės tai fakultatyvūs anaerobai, kurios besidaugindamos gali sulipti į dribsnius ir iškilti į paviršių arba nusėsti į dugną, todėl alaus pramonėje jos atitinkamai vadinamos – viršutinio ir žemutinio rūgimo mielėmis. Viršutinio rūgimo mielės (*Saccharomyces cerevisiae*) fermentacijos metu esant palankiausiai 14 - 25°C temperatūrai suraugina trečdalį trisacharido rafinozės ir iškyla į rauginamo alaus paviršių. Žemutinio rūgimo mielės (*Saccharomyces carlsbergensis*) kitaip nei viršutinio rūgimo mielės suraugina visą rafinozę esant žemesnei 8 - 12 °C fermentacijos temperatūrai ir nusėda ant dugno.

Alaus gamyboje galima išskirti dvi fazes – karštąją ir šaltąją. Karštajai priskiriama malimas, maišymas ir virimas, kurių metu sudaromos maistinės atsargos mielėms gyvuoti ir daugintis. Šaltajai fazei priskiriama vėsinimas, fermentacija ir brandinimas, jų metu yra

įvedamos mielės į gausiai maistu aprūpintą gaminamo alaus terpę. Esant palankioms sąlygoms prasideda mielių fermentacija. Mielės pagrinde suteikia alui stiprumą vykdydamos alkoholinį rūgimą. Jų metabolizmo metu yra suskaidoma apie 50 – 80 % aluje susidariusių cukrų, kurie verčiami į anglies dvideginį (apie 46,3%), etanolį (apie 48,4%) ir naujai susidariusią mielių masę (apie 5,3 %). Kartu su išvardintais metabolizmo produktais, dėl mielių išskirtų junginių (ne daugiau 1 % nuo metabolizuojamo ekstrakto kiekio), susidaro aukštieji alkoholiai, esteriai formuojantys skonį ir aromatą, tačiau gali susidaryti ir aldehidai ir didesnės koncentracijos diacetilas suteikiantis alui nepageidaujamą sviestinį, irisinį kvapą bei skonį. Kuo ilgesnė fermentacija ir jos metu cukrų kiekis, tuo alus gaunamas stipresnis, todėl norint gauti norimos rūšies alų reikia sukurti galimybes riboti ar skatinti mielių veiklą, keičiant jų kiekį, erdvę, temperatūrą, terpės sąlygas, ar cukrų išskyrimą. Alaus stiprumas dėl mielių metabolizmo metu išskirtų alkoholių yra matuojamas faktine etilo alkoholio koncentracija tūrio procentais, paprastai vadinant – laipsniais. Taip Lietuvoje alus skirstomas į labai silpną, silpną, alų, stiprų ir labai stiprų (Priedai 4 lentelė).

Taip pat alaus pramonėje svarbi mielių flokuliacija. Flokuliacija yra mielių savybė sulipti. Dėl šios savybės mielės gali iškilti į paviršių ar nusėsti ant dugno fermentacijos pabaigoje. Prieš pat fermentacijos pabaigą mielių ląstelės agreguojasi į tūkstančių ląstelių grupes. Skirtingų mielių flokuliacija nėra vienoda, dėl ko gali įvykti išankstinė ar vėlyva flokuliacija. Jei mielės sulimpa ir nutrūksta fermentacija per anksti, susidaro pernelyg nuskaidrėjęs ir saldus alus. Esant vėlyvai ar net neįvykstant flokuliacijai, susidaro drumstas ir ryškaus mielių skonio alus. Gerinti flokuliaciją aludariai surenka jau iškilusiais ar išsėdusiais mieles iš fermentoriaus paliekant tik to nepadariusiais mieles. Paliktos mielės netenka galimybės daugintis kitoje alaus gamybos partijoje ir taip pašalinamos ir populiacijos. Mielės yra skirstomos į didelės, vidutinės ir mažos flokuliacijos gebos. Didelės flokuliacijos mielės pradeda agregotis ir nustoja fermentuotis po 3 – 5 dienų ir tinka šviesiems eliams gaminti dėl didesnės diacetilo koncentracijos ir mažesnio misos tirštumo mažėjimo. Vidutinės pradeda flokuliaciją po 6 -15 dienų ir puikiai tinka eliams ir lageriams gaminti, nes susidaro švarūs ir subalansuoto skonio ir aromato alūs. Žemos flokuliacijos tinka belgiškiems ir *Hefeweizen* tipo alums gaminti, tačiau labai apsunkina filtraciją ir trunka daugiau nei 15 dienų užbaigti fermentaciją.

*Lager* tipo alui gaminti yra naudojamos žemutinio rūgimo, vidutinės flokuliacijos *Saccharomyces carlsbergensis* mielės. Tai leidžia sukurti šio tipo alui būdingą švarumą, skonį ir aromatą. Mielės fermentuojasi ir išskiria metabolizmo produktus 9 – 12 dienų, po kurių nusėda į fermentoriaus dugną ir yra atskiriamos. Taip pat jos veikia kur kas lėčiau nei kitų tipų mielės ir gamina mažiau esterų ir fuzelių (aukštesniųjų alifatinių alkoholių, karboksirūgščių, aldehidų ir

ketonų mišinys). Dėl žemesnės fermentacijos temperatūros išlieka daugiau sieros junginių ir mielės absorbuoja mažiau diacetilo, kas gali turėti neigiamos įtakos gaminamam alui [17].

Projektuojamam alui naudojama WLP815 Belgijos *Lager* tipo skystos mielės su mažu sieros junginių išskyrimu. Mielės kilusios iš vakarų Belgijos, pasižymi 72 – 78 % misos tirštumo mažėjimu (atenuacija), vidutine flokuliacija ir 5 – 10 % (vidutinė) alkoholio tolerancija. Optimaliausia temperatūra mielėms veikti 10 – 12 °C.

## 2.5. Pagalbinės medžiagos

Pagalbinės medžiagos alaus gamyboje naudojamos norit pasiekti reikiamus atskiros alaus rūšies rodiklius, atlikti technologines operacijas, suteikti labiau išreikštą skonį, pagerinti fermentinę veiklą ir kontroliuoti vykstančius procesus. Į alų gali būti dedama nesalyklinės žaliavos, įtakojančios skonį, aromatą ir padedančios kontroliuoti mielių ir salyklo fermentaciją. Nesalyklinėms žaliavoms priskiriama:

- nesalyklinės grūdinės žaliavos:
  - grūdinės žaliavos, naudojamos alaus gamybai be išankstinio sudaiginimo;
  - ryžių, kukurūzų, žirnių ir kitos kruopos;
  - grūdų krakmolai arba grūdų krakmolo sirupai, gauti fermentavimo būdu;
- nesalyklinės cukrinės žaliavos:
  - įvairių rūšių cukrus, įskaitant invertuotąjį cukrų ir gliukozę;
  - negrūdinio krakmolo arba inulino sirupas, gautas fermentiniu būdu;
  - medus [6].

Cukrinės žaliavos plačiai naudojamos norit išgauti didesnę alaus stiprumą, naudojant mažiau salyklo ar trumpinant fermentacijos laiką pilnai aprūpinant mieles įvairiomis maistinėmis medžiagomis. Geresniam efektui išgauti yra naudojami cukraus sirupai. Tai gliukozės – fruktozės sirupai – koncentruoti, bespalviai, klampūs skysčiai, specialiai perdirbti iš cukraus. Naudojant sirupus lengviau ir greičiau pasiekiamas norimas alaus stiprumas, skaidrumas ir saldumas. Pieno rūgštis ar kalcio chloridas naudojamas misos pH vertei koreguoti pagal technologinėse instrukcijose nurodytus kiekius, tik turint kokybės ir saugos sertifikatus. Retai, bet yra atvejų, kuomet dėl norimos patrauklesnės alaus spalvos, geresnio skonio, ilgesnio galiojimo laiko ar tiesiog norit sutaupyti brangesnių žaliavinių medžiagų ir gamybos laiko, naudojama maisto priedai. Maisto priedas – bet kuri medžiaga, paprastai atskirai nevartojama kaip maisto produktas ir nevartojama kaip būdingas maisto produkto ingredientas, nepriklausomai nuo to, ar ji turi maistinę vertę, ir kurios sąmoningas dėjimas į maisto produktą pagal gamybos, perdirbimo, ruošimo, apdorojimo, pakavimo, transportavimo ar saugojimo technologiją reiškia ar gali reikšti, kad ji arba jos šalutiniai produktai tiesiogiai ar netiesiogiai

tampa tų maisto produktų komponentu. Maisto priedai turi būti registruoti Sveikatos apsaugos ministerijos nustatyta tvarka [18].

Pagalbinės technologinio proceso medžiagos – medžiagos, reikalingos tam tikroms alaus kokybės savybėms pasiekti ir išlaikyti bei technologijos operacijoms atlikti. Joms priskiriama skaidrinimo medžiagos, adsorbentai, stabilizatoriai, fermentai, filtravimo priedai ir kitos medžiagos [19]. Kizelgūras – mineralinė medžiaga – diatomito žemė. Tai netirpi, turinti neutralų skonį ir kvapą filtravimo medžiaga skirta atskirti netirpias daleles iš alaus masės. Kizelgūras pagal frakcijų stambumą skirstomas į: grubų, vidutinį, smulkų. Dėl savo porėtumo ir skirtingo pralaidumo ši medžiaga efektyviai naudojama kizelgūriniuose filtruose maksimaliai filtracijai [20]. Kaip kizelgūro karkasas jo sluoksniui palaikyti yra naudojama celiuliozės pluošto medžiaga – filtro kartonas. Alaus ir jo pusgaminių transportavimui vamzdiniais iš vieno gamybos agregato į kitą ir išpilstymui į tarą naudojamas anglies dioksidas, kuriuo sukuriamas vienodas slėgis. Anglies dioksidą gamina pačios aluje esančios mielės kaip šalutinį produktą, kuris gerina alaus kokybę, jį stabilizuoja ir suteikia natūralaus gazo bei sudaro putą, tačiau per didelis jo kiekis gali slopinti mielių vystymąsi ir dauginimąsi. Anglies dioksidas taip pat gali būti naudojamas siekiant papildomai karbonizuoti alų, jei šiame nesusidaro reikiamas jo kiekis, dėl nepakankamos fermentacijos ar kitų priežasčių. Be šių medžiagų naudojami ir fermentiniai preparatai - koncentruoti fermentų mišiniai, gerinantys sąlykle esančių fermentų veiklą ir leidžiantys lengviau kontroliuoti alaus gamyboje vykstančius procesus. Gali būti naudojamos tik Sveikatos apsaugos ministerijos įgaliotų institucijų leidžiamos pagalbinės technologinio proceso medžiagos.

### 3. NAGRINĖJAMAS PRODUKTO CHARAKTERISTIKA: JUSLINIAI, FIZIKINIAI CHEMINIAI IR MIKROBIOLOGINIAI RODIKLIAI, MAISTINĖ VERTĖ

#### 3.1. Projektuojamo alaus juslinės savybės, fizikiniai cheminiai rodikliai

Projektuojamam alui būdingi jusliniai ir fizikiniai – cheminiai rodikliai (3 lentelė) apibūdinami receptūrose ir randami alaus receptūros registre. Alaus kokybei užtikrinti yra nustatoma sausųjų medžiagų kiekis, faktinė etilo alkoholio koncentracija, spalva, pH vertė, putos aukštis ir patvarumas, anglies dioksido kiekis, galiojimo terminas.

**3 lentelė.** Projektuojamo alaus fizikiniai – cheminiai rodikliai

| Gaminys           | Fizikiniai – cheminiai rodikliai |                    |                    |                            |                           |                  |
|-------------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|----------------------------|---------------------------|------------------|
|                   | Spalva, EBC vnt.                 | Kartumas, IBU vnt. | Stiprumas, tūrio % | Sausųjų medžiagų kiekis, % | Tankis, kg/m <sup>3</sup> | Rūgštingumas, pH |
| Šviesusis Lageris | 6± 3                             | 26 ± 3             | 5 ± 1              | 11 ± 3                     | 1,03 – 1,06               | 4,0 – 4,8        |
| Tamsusis Lageris  | 37± 5                            | 28 ± 5             | 5 ± 1              | 11 ± 5                     | 1,03 – 1,06               | 4,0 – 4,8        |

Gatavo alaus rodikliai, tokie kaip skaidrumas, skonis ir kvapas turi atitikti būdingai alaus rūšiai keliamus reikalavimus. Turi būti lengvas, skaidrus, be nuosėdų, priemaišų, be vaisinių esterių ar diacetilo bei pašalinio kvapo ir skonio. Šviesiajam europietiškam lageriui būdinga nuo vaiskiai geltonos iki šviesios bronzinės spalvos, švelnus salyklo ir apynių derinys. Šis alus lengvai karbonizuotas ir jame neturi jaustis karamelės aromato. Tamsusis europinis lageris pasižymi turtingo rubino ar juodo aksomo spalva, sodria puta ir jaučiamas subtilus apynių kartumas [4]. Rūgštingumo nustatymui (pH vertei) naudojama 1M natrio šarmo tirpalo 100 cm<sup>3</sup> alaus [6]. Alaus galiojimo laikas nustatomas išpilstant alaus gaminius ir laikant specialiose 2 – 20 °C sąlygose. Gatavo produkto alkoholio kiekis nustatomas remiantis Lietuvos standartu LST 1572:2004 [21], spalvos nustatymui naudojama LST 1490:2006 [22], sausųjų medžiagų kiekis nustatomas sacharometru. Anglies dioksidas buteliuose turi būti ne mažesnis negu 3,5 g/l ir nustatomas manometriniu metodu.

Gaminamo alaus mikrobiologiniai kriterijai privalo atitikti Lietuvos higienos normos HN 26:2006 „Maisto produktų mikrobiologiniai kriterijai“ [23] ir komisijos reglamento (EB) nr. 1441/2007 „Dėl maisto produktų mikrobiologinių kriterijų“ nustatytas normas (Priedai 5 lentelė) [24]. Taip pat mikrobiologinių kriterijų nustatymas vykdomas norminiuose dokumentuose nurodytais metodais.

Projektuojamo 100 ml kiekio alaus energetinė vertė turi būti nuo 30 iki 40 kcal. Jame neturi būti riebalų, cholesterolio, kofeino, nitratų. Aptinkama baltymų (0,3 – 0,4 g), angliavandenių (2,3 – 2,9 g). Šviesiame aluje yra mažiau kalorijų ir angliavandenių, ko tamsiame yra daugiau. Aluje gausu mineralinių medžiagų, tokių kaip magnis (6 – 10 mg), kalcis (4 mg), fosforas (14 – 20 mg), natris (4 mg), kalis (26 – 27 mg), geležies, cinko ir seleno neaptinkama. Alus yra neblogas vitamino B šaltinis, randamas didelis kiekis B3 (0,3 mg), B6 (0,03 mg), šiek tiek mažiau randama B2 (0,02 mg) ir B12 (0,01 mg) [25].

#### **4. TIRIAMASIS DARBAS – TEORIŠKAI APŽVELGTI IR IŠANALIZUOTI ŠIUOLAIKINIUS ALAUS FILTRAVIMO METODUS, TAIKINTINUS EUROPINIO LAGERIO GAMYBAI**

**Tiriamąo darbo tikslas** –išanalizuoti šiuolaikinius alaus filtravimo metodus.

##### **4.1. Filtravimai naudojami alaus gamybos procese**

Filtravimas alaus pramonėje yra neišvengiamas ir būtinas procesas. Filtravimas reikalingas atskirti netirpias vandenyje dalis, taip didinant susidariusio ekstrakto koncentraciją aluje, taip pat jį šviesinant ir pasiekiant norimo gaminio savybes. Nepaisant kokios alaus rūšies gamyba vyksta, filtracija dažniausiai atliekama ne vieną kartą, tam naudojant skirtingą įrangą ir būdus. Europinio lagerio gamyboje išskiriami 3 pagrindiniai filtravimai, kurie yra neišvengiami norint pasiekti būdingas alaus savybes:

- mentalo filtravimas prieš virimą
- misos filtravimas prieš fermentaciją
- alaus galutinis filtravimas.

Visi išvardinti filtravimai pasižymi savitomis taikymo funkcijomis ir technologiniais proceso rodikliais.

##### **4.2. Mento filtravimas prieš virimą**

Pirmasis alaus gamybos procese su filtravimu susiduria mentalas. Mentale yra nemažai salyklojaus (netirpios vandenyje dalies), kurį pagrindė sudaro lukštai, daigai ir kitos neištirpusios salyklinių medžiagų dalys. Filtravimo tikslas šioje stadijoje yra salyklojaus atskyrimas, siekiant gauti kuo skaidresnę misą sudarytą tik iš tirpiųjų medžiagų ir kuo daugiau ekstrakto būtino tolimesniuose alaus gamybos etapuose. Šiame etape nėra daug skirtingų tradicinio filtravimo būdų, nes čia pagrindinė filtravimo medžiaga yra pats salyklojus. Salyklojus atlieka filtro vaidmenį, dėl jame įvairiai pasiskirsčiusių skirtingo dydžio dalelių.

Filtravimas vyksta mentalo filtravimo katile kaip paskutinis procesas prieš misos patekimą į virimo katilą.Šiuolaikiniai filtravimo katilai gaminami iš nerūdijančio plieno, su viduje įtaisytu maišikliu. Maišiklis yra besisukantis įrenginys katilo viduryje, iš kurio išeina kelios kryžminės sijos. Ant sijų statmenai katilo dugnui yra sumontuota filtravimo peiliai su išsikišančiomis metalinėmis plokštelėmis, kurie skirti pagerinti filtraciją ir neutralizuoti mentalo sluoksnio spaudimą susidariusį dėl gravitacijos ir misos tekėjimo. Katilo dugnas gali būti viengubas išgaubtas arba dvigubas. Dvigubo dugno katilo pirmasis dugnas yra lygus pro kurį

prateka išfiltruota misa, antrasis išgaubtas su jame įtaisytais vamzdžiais misai surinkti ir transportuoti.

Suleidus mentalą į filtravimo katilą, salyklojus dėka katile sumontuotų maišymo menčių po truputį leidžiasi į jo dugną, kur pasidengia maždaug vienodo storio sluoksniu. Kuomet didžioji dalis netirpių dalelių išsėda prasideda filtracija. Skystoji mentalo dalis teka pro sudarytą netirpių dalelių sluoksnį, kuriame smulkesnės dalelės pakimba ir nenuteka kartu su jau skaidria misa. Pro šias daleles tekėdamas skystis filtruojasi dideliame plote ir pasiekiamas pakankamai geras filtravimo efektyvumas. Šis būdas skirstomas į dvi stadijas:

- pirminės misos ištekėjimas
- salyklojaus apipurškimas

Misa savaime prasifiltravusi ir ištekėjusi iš užmaišymo katilo vadinama pirmine. Ši misa surenkama ir transportuojama į misos virimo katilą. Ištekėjus pirminei misai tirščiuose yra pasilikę dalis reikalingo ekstrakto, kuris dėl ekonominių sumetimų turi būti išgautas. Pilno ekstrakto išgavimui naudojama salyklojaus apipurškimas karštu vandeniu. Vanduo purškiamas nuo katilo viršaus ir tekėdamas pro tirščių sluoksnį ištirpina ir kartu su savimi nusineša ekstraktines medžiagas. Šis ekstrakto prisisotinęs vanduo vadinamas antrine misa ir taip pat tiekiamas į misos virimo katilą. Naudojamo vandens kiekis priklauso nuo pirminės misos kiekio, jos koncentracijos ir norimos gauti koncentracijos virimo katile. Vandens perteklius yra išgarinamas virimo metu, siekiant mažesnio misos praskiedimo laipsnio. Atitekančio mentalo iš užmaišymo katilo temperatūra siekia 75 – 78 °C, esant aukštesnei temperatūrai mažėja skysčio klampa, kas lemia greitesnę filtraciją. Tačiau gaminant europinius lagerius aukštesnės negu 78 °C siekiama išvengti, nes tuomet galima tikėtis vėlyvojo alfa amilazės cukrinimo proceso, kuris vyksta su sąlyga, kad ji nebuvo inaktyvuota esant 80 °C temperatūrai [26].

Be tradicinio filtravimo, galimas ir rečiau naudojamas plokštelinis filtrpreso principo filtravimas. Filtre yra keliolika plokštelių, kurių kiekviena sudaryta iš audinio ir filtravimo membranos. Šiuo būdu mentalas yra paduodamas į filtrą, kuriame dėl suslėgto oro ar mechaninio poveikio tirštas mentalas pereidamas pro membraną prasifiltruoja ir kitoje pusėje surenkama jau skaidri misa. Likusios netirpios medžiagos surenkamos audinyje ir vėliau pašalinamos. Filtravimas šiuo būdu turi tam tikrų privalumų:

- nedidelė pjovimo jėga užpildymo metu, kas gerina filtraciją
- naudojamas mažesnis apipurškiamo vandens kiekis, kas nulemia geresnę misos kokybę
- naudojama iki 160 plokštelių, kas didina filtravimo našumą (iki 15,5 tonų)
- trumpas apipurškimo laikas ir nereikalinga recirkuliacija, kas sutrumpina gamybos procesą.

Šiuolaikiniai filtrpresai skiriasi savo savybėmis nuo tradicinių filtravimo katilų (4 lentelė).



**4 lentelė. Filtrpreso ir tradicinio filtravimo katilo savybių palyginimas**

| Savybė                                      | Filtrpresas                       | Filtravimo katilas                        |
|---------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------|
| Ekstrakto produktyvumas                     | Apie 100 %                        | Apie 97,5 %                               |
| Apipurškiamo vandens kiekis                 | Mažas, didesnio tankio misa       | Didelis, mažesnio tankio misa             |
| Vieno ciklo trukmė                          | Apie 2 val, 12 užpylimų per dieną | Apie 3 – 4 val, 8 – 10 užpylimų per dieną |
| Dydis (10 tonų)                             | 3 x 12 m                          | 8 m diametro                              |
| Priežiūra                                   | Lengva, nedaug judančių dalių     | Sunkesnė, daugiau judančių dalių          |
| Gaminio kokybė, esant tinkamoms operacijoms | Gera, didesnis putos stabilumas   | Gera                                      |
| Filtravimo liekanos                         | Sausos, iki 65 % drėgmės          | Šlapios, iki 78 % drėgmės                 |

[27]

Kaip matyti iš palyginimo šiuolaikiniai filtrpresai yra pranašesnis už naudojamus tradicinius filtravimo katilus ir turi potencialą juos visiškai pakeisti ateityje, gamintojams siekiant didinti gaminamo alaus kokybę, mažinant išlaidas ir taupant laiką.

**4.3. Misos filtravimas prieš fermentaciją**

Misa filtruojama prieš fermentaciją, jau atlikus virimo procesą. Virimo metu susidaro vandenyje netirpūs junginiai ir lieka apynių likučiai, kurie fermentacijos metu yra nepageidaujami.

Vienas iš būdų atskirti nepageidaujamas liekanas yra filtravimas naudojant po virimo likusias apynių sėklas. Šis būdas panašus į mentalo filtravimą katile susidarant nuosėdų sluoksniui, tačiau jam naudoti privaloma naudoti nesmulkintus ir sveikus apynius. Misa po virimo suvaroma į apynių sėklų filtrą, kuriame apynių liekanos išsėda ant dugno ir sudaro tankų sluoksnį. Dėl sukurto slėgio misa tekėdama per apynių sluoksnį, netenka vandenyje netirpių dalelių ir likusių smulkesnių apynių liekanų. Švari misa transportuojama į šilumokaitį ir tiekama fermentacijai. Siekiant padidinti filtracijos efektyvumą ir sumažinti užsikimšimo galimybę, dažnai iš anksto sudaromas dirbtinis apynių sluoksnis pro kurį teka misa. Šio filtravimo būdo privalumai:

- lengva operacija
- pasiekiamas geresnis apynių aromatas gaminyje
- nedidelis deguonies patekimas, nes išvengiama misos taškymosi ir sudaromas vakuumas
- paprastas „įtekėjimo – ištekėjimo“ mechanizmas [28].

Kitas plačiausiai naudojamas būdas yra hidrociklono dar vadinamo virpulio naudojimas. Šis būdas labai populiarus dėl galimybės naudoti susmulkintus ar granuliuotus apynius alaus gamyboje. Virpulys sudarytas iš vertikalaus, cilindrinio indo į kurį paduodama misa. Misa

įpurškiama tangentiškai, dėl ko išgaunamas sūkurio efektas ir pasiekama 4 – 15 m/s greitis. Kuo didesnis greitis pasiekiamas, tuo geresnis atskyrimo efektas gaunamas. Siekiant kuo mažesnio deguonies patekimo misos įtekėjimo vamzdis projektuojamas  $1/3 - 1/4$  nuo virpulio dugno. Kuomet indas užsipildo misos sukimasis sulėtėja, jo metu dėl išcentrinės jėgos atskiriamos visos, į taisyklingą kūgį sušokusios, sunkesnės už misą netirpios dalelės. Virpulio efektyvumas yra nedidelis kuomet misos sunkis yra padidėjęs, nes tankio skirtumai tarp netirpių dalelių ir pačios misos sumažėja. Išskiriami tokie virpulio privalumai:

- mažas deguonies patekimas
- pasiekiamas didelis našumas
- nereikalauja daug priežiūros
- filtravimui tinka misa su susmulkintais, granuluotais apyniais [29].

Šiuo metu galimai pranašesnis už hidrocikloninį yra šaldymo ir nusistovėjimo būdas. Šiam būdai naudojama vertikali cilindrinė – kūginė talpa, kurioje vyksta natūralus misos dekantavimas (skysčio atskyrimas nuo nusistovėjusių nuosėdų). Talpa pripildoma iš apačios ir netirpios medžiagos išsėda ant kūginio dugno. Misa, kuri atskiriama nuo nuosėdų yra surenkama įvairiose talpos vietose įrengtais nuleidimo vamzdžiais. Pagrindinis šio būdo privalumas – visiškas deguonies patekimo užblokavimas. Talpa yra visiškai sandari ir misai patekti ir pasišalinti iš įrangos nereikalaujama deguonies, dėl ko gaunama deguonies neturinčios nuosėdos, kurios gali būti vėl perdirbtos dėl didesnio baltymų išskyrimo ar pakartotinio naudojimo. Natūralaus dekantavimo būdo privalumai:

- ribota kirpimo jėga, dėl švelnaus pripildymo į talpą
- mažos vandens sąnaudos
- visiškas deguonies išvengimas
- galimybė perdirbti geresnės kokybės netirpias medžiagas [30].

Apžvelgus kelis šiuolaikinius misos filtravimo būdus matyti, kad hidrociklono naudojimas yra pranašus dėl didelio greičio ir našumo gaunant geros kokybės produktą. Esant reikiamybei gauti ir perdirbti labai aukštos kokybės nuo misos atskirtas nuosėdas, hidrocikloną pralenkia lėtesnis ir mažesnio našumo dekantavimo būdas.

#### **4.4. Alaus galutinis filtravimas**

Po fermentacijos ir brandinimo ištekęs alus nukreipiamas į galutinius filtravimo įrenginius, kuriuose nulemiama vartojamo gaminio skaidrumas, mielių likučių kiekis ir tuo pačiu skoninės savybės. Europietiškas lageris nėra gyvas alus ir jam nėra būdingas drumstumas. Pasiiekti aukštą mielių, bei kitų netirpių liekanų pašalinimą galima naudoti net kelis filtravimo būdus.

Pirmiausiai vienas iš populiariausių šiuolaikinių filtravimo būdų yra filtrpreso ar rėminio filtro naudojimas. Filtrpresas yra horizontalus iš nerūdijančio plieno pagamintas įrenginys su jame viena po kitos įtaisytomis vertikaliomis stačiakampėmis plokštelėmis. Kiekviena plokštelė suprojektuota su filtravimo kartonais abiejose pusėse ir joms susispaudus susidaro tam tikros erdvės, kurios priklauso nuo naudojamų plokštelių kiekio. Visas plokšteles palaiko horizontalus metalinis rėmas, kuriuo jos gali slankioti. Plokštelių filtro kartonai yra užnešami specialia mineraline medžiaga – kizelgūru. Kizelgūras yra skirstomas pagal stambumą į smulkų (2 – 10 mikronų), vidutinį (10 – 20 mikronų) ir grubų (20 – 40 mikronų). Kizelgūras nėra tirpus, neturi pašalinio skonio ar kvapo, puikios mikrobiologinės būklės ir jame mažai pašalinių jonų (Al, Ca, Fe), tačiau gali būti kancerogeninio poveikio jį įkvėpus, taip pat negali būti panaudojamas iš naujo ir jo atsikratymas po naudojimo yra brangesnis dėl organinių likučių. Pro kizelgūrą teka alus dėka sudaryto 2,3 – 3 atm slėgio ir filtruojasi netekdamas netirpių dalelių ir mielių likučių, kurios pakimba ir neprateka pro kartonus. Didelis filtravimo efektyvumas ir našumas pasiekiamas, dėl plačiai pasiskirsčiusio skirtingo stambumo kizelgūro medžiagos ir reguliuojamų slėgio parametrų. Filtro kartonuose susikaupusių medžiagų pašalinimui, rėminio filtro plokštelės praskleidžiamos filtravimo pabaigoje. Šių filtrų plokštės pastoviai sąveikauja su deguonimi ir didelis dėmesys turi būti skiriamas norint tinkamai pašalinti tirščius susidariusius ant filtro kartonų. Taip pat gana dideli filtravimo medžiagų kiekiai turi būti naudojami efektyviam filtravimui. Privalumai:

- pasiekiamas labai sausas tirščių sluoksnis
- didelis našumas
- gera filtravimo kokybė [31].

Kizelgūro panaudojimas neapsiriboja tik rėminiame filtre, ši medžiaga taip pat naudojama patogiuose slėginiuose lakštinuose filtruose. Lakštiniai filtrai gali būti su horizontaliomis ar vertikaliomis lėkštėmis filtravimo procesui atlikti. Filtrai pasižymi dideliu atsparumu cheminėms medžiagoms, temperatūrų kaitai, bei aukštam slėgiui. Horizontalių plokščių lakštiniai filtrai yra vertikalūs nerūdijančio plieno įrenginiai su viduje prie pagrindinio tuščiavidurio veleno sumontuotomis lėkštėmis. Kiekviena lėkštė padengta filtravimo medžiaga – kizelgūru. Alus sudaromo slėgio pagalba paduodamas ant filtravimo lėkščių, kur vyksta intensyvus netirpių dalelių atskyrimas. Gautas filtratas (išfiltruotas alus) patenka į tuščiavidurį veleną, per kurį pasišalina iš įrenginio. Nuosėdos filtravimo pabaigoje yra nupučiamos nuo lėkščių į filtro dugną, kur jos pašalinamos. Didelis horizontalių plokščių privalumas yra srutų stabilus išlaikymas bet kokiomis sąlygomis. Vertikalių lėkščių filtrų veikimas panašus kaip ir horizontalių, tik skiriasi filtro orientacija ir struktūra. Visi elementai šio tipo filtre yra sumontuoti vertikalčiai, o pats įrenginio korpusas gali būti vertikalus ar horizontalus. Vienas vertikalių

plokščių privalumas lyginant su horizontaliomis yra nuosėdų pašalinimas nereikalaujant ypatingoms operacijoms, o pasitelkiant gravitaciją. Abiejų tipų lakštinių filtrų lėkščių išmontavimui reikia nemažai vietos, taip pat vykdant valymo ir sausinimo procedūras reikia intensyviai sekti sudaromą slėgį, dėl nuosėdų sluoksnio išlaikymo. Šių tipų filtrai išsiskiria tokiais privalumais:

- lengvas nuosėdų pašalinimas
- deguonies išvengimas
- didelis filtravimo plotas
- nedideli filtravimo medžiagų kiekiai
- nuosėdos nenuslęsta nuo lėkščių
- ideali tėkmės charakteristika
- didelis našumas [32].

Alaus gamyboje siekiant sterilaus filtravimo naudojami žvakiniai filtrai. Žvakiniai filtrai sudaryti iš indo, filtravimo elementų ir nuosėdų pašalinimo mechanizmo. Indas gali būti kūginiu ar lėkštiniu dugnu. Filtravimo elementai – žvakės, sudarytos iš vamzdelių padengtų kizelgūru ar kita filtravimo medžiaga. Alus suleidžiamas į žvakinio filtro indą, kuriame išdėstytos vertikalios žvakės. Dėl sukuriama slėgio alus traukiamas į žvakių vidų, o nuosėdos pasilieka jų išorėje ant filtruojamojo sluoksnio. Filtravimo pabaigoje prikibęs nuosėdų sluoksnis yra nupučiamas arba nubarstomas virbruojančiu mechanizmu į filtro dugną, kur yra pašalinamas iš aparato. Kaip ir kituose filtruose, filtravimo elementams išmontuoti reikalinga daug vietos, ir būtina sekti slėgio rodmenis siekiant išlaikyti tirščių sluoksnį ant žvakių. Privalumai:

- puikus nuosėdų pašalinimas
- reikalauja mažai vietos ant grindų
- pasiekiamas sterilumas
- deguonies išvengimas
- aukšta gaminio kokybė
- mažai judamų dalių
- mechaniškai paprastas, nes nėra sandarinimo liaukų ar guolių[32].

Siekiant sumažinti kizelgūro sunaudojimą ir suteikti geresnes filtravimo savybes naudojamiems įrenginiams šiuo metu yra naudojama specialios celiuliozės – *Fibroklar* ir FH 1500. *Fibroklar* yra labai smulkus filtro pluoštas iš specialios celiuliozės, kurios fibrų pluoštą įsodrina kizelgūras. Ši medžiaga leidžia tolygiau paskirstyti kizelgūrą filtravimo metu, ir dėl to pasiekiamas didesnis ekonominis efektas. Taip pat sudaromas stabilus kizelgūro sluoksnis, kas leidžia mažiau jo naudoti ilgesniam filtravimo procesui. Papildomam kizelgūro sluoksnio

stabilizavimui naudojama celiuliozė FH 1500. Ši celiuliozė yra miltelių pavidalo, turinti klįjuojamų savybių, kas suteikia ypatingai gerą sluoksniu sulipimą ir stabilumą [33].

Esant reikiamybei rinktis kizelgūro nereikalaujančius filtravimo būdus, tam puikiai tinka naujas vieno etapo sterilus alaus filtravimas nenaudojant filtravimo medžiagų (*Cross flow*). *Cross flow* filtravimas vyksta membranų pagalba, kurios gali būti pagamintos iš polipropileno, keramikos ar polivinilfluorido, pasižyminčiomis skirtingais privalumais (5 lentelė). Ši sistema yra tvirta alternatyva kizelgūriniam filtravimui, nes joje naudojamos membranos nesukelia pavojaus sveikatai, mažina alaus nuostolius ir mažiau teršia aplinką. Filtravimo sistema yra uždara, kurioje tiekiamas alaus srautas keliauja tangentiškai cilindriniais membranomis išklotais vamzdeliais. Dėl tangentiško judėjimo skystis vis sąveikauja su membranos sienelėmis ir pro jas prasiskverbia tik nuosėdų neturintis alus. Stambios dalelės keliauja srauto kryptimi ir surenkamos filtro pabaigoje.

**5 lentelė.** *Cross flow* sistemos membranų privalumai ir trūkumai

| Filtro membrana    | Privalumai                                                                                                             | Trūkumai                                                                                   |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Polipropilenas     | Didelis tekėjimo debitas<br>Gera filtrato kokybė<br>Atsparumas karščiui<br>pH tolerancija<br>Homogeninė porų struktūra | Hidrofobinė<br>Trumpas naudojimo laikas                                                    |
| Keramika           | Atsparumas karščiui<br>Lengva regeneracija<br>Aukšti operacijų slėgiai<br>Ekologiška                                   | Didelis svoris<br>Didelės naudojimo kainos                                                 |
| Polivinilfluoridas | Gera filtrato kokybė<br>Atsparumas cheminiam regentamams<br>Pigesnė medžiaga                                           | Mažas tekėjimo debitas<br>Neatsparus aukštiems operacijų slėgiams<br>Nelengva regeneracija |

[34]

Kitas kizelgūro nereikalaujantis būdas yra žvakinių filtravimo kasetių panaudojimas. Žvakinės kasetės naudojamos atskirai arba montuojamos į kitus įrenginius, jų būna skirtingų tipų:

- Sluoksniuotos ar plisuotos
- Filtravimo maišai
- *Marksman* kasetės
- *Utiplate High Flow*

Sluoksniuotos ir plisuotos kasetės yra vienpusės su uždaru smailėjančiu galu, gaminamos tik iš polipropileno. Sluoksniuotos sudarytos iš sluoksnišiais suprojektuotų filtravimo medžiagų, kuomet plisuotos sudarytos iš lygių klosčių. Kasetės savo struktūra sudaro galimybes lengvai

montuotis į tam skirtus filtravimo įrenginius ir taip išnaudojant didelį filtravimo plotą. Šiomis kasetėmis pasiekiamas ilgas tarnavimo laikas, didelis našumas, pastovus filtravimo medžiagos tankis ir mažas baltymų sulipimas [35].

Filtravimo maišai yra pagaminti visiškai be siūlių, vienu atviru galu, su vienodai nustatytais porų dydžiais, kas lemia didesnę filtravimo efektyvumą. Maišai montuojami į specialią metalinę konstrukciją, jų formai palaikyti. Dėl mikropluoštu padengtų sienelių pasiekiamas mažesnis slėgio kritimas ir paprastas filtro sunaikinimas baigus darbą. Taip pat dėl vienalytės medžiagos išvengiama skysčių apėjimas ir pasiekama aukšta gaminio kokybė [36].

*Marksman* kasetės yra filtravimo maišų alternatyva, apjungianti sluoksniuotų, plisuotų ir maišų tipo filtravimo kasečių savybių privalumus. Šios kasetės nenaudoja jokių spyruoklių ar suspaudimo plokštelių, dėl ko jų priežiūra ir pakeitimas palengvėja, taip pat sutaupoma laiko. Kasetės yra cilindro formos su vienu uždaru galu, filtravimas čia vyksta iš vidaus į išorę, kur viduje susikaupia pro filtro medžiagą nepraėjusios dalelės. *Marksman* kasetės gali būti naudojamos kaip papildoma operacija esant filtravimo maišams ar esant kritinėms filtravimo sąlygoms. Kasetės gali būti montuojamos į tuos pačius metalinius rėmus skirtus filtravimo maišams [37].

*Utipleat High Flow* polipropileningieji filtravimo elementai skirti efektyviam dalelių filtravimui esant dideliems debitams (iki 113 m<sup>3</sup>/val). Tai cilindrinis, vieno atviro galo, didelio skersmens filtras su plisuota geometrija. Plisuotos geometrijos ir didelio skersmens dėka šių filtrų sunaudojimas yra kur kas mažesnis nei standartinių kasečių esant tam pačiam srautui. Šiais filtrais pasiekama iki 30 % mažesnės operacijos išlaidos, ilgesnis tarnavimo laikas, pastovi filtrato kokybė ir didelio stabilumo struktūra [38].

Šiuo metu intensyviai ir kokybiškai filtravimui naudojamas giluminis filtravimo būdas. Šiam būdui yra sukurti uždaro sistemos filtro moduliai su viduje įmontuotais filtro kartonais. Filtro kartonas sudarytas iš aukšto grynumo celiuliozės, diatomito ir perlito. Kartonas su daugybe filtravimo kanalų yra apsuktas apie tuščiavidurę šerdį taip suteikiant geresnes filtravimo savybes. Alus slėgio pagalba patekęs į filtrą, filtruojasi ne tik statmenai iš viršaus į apačią, tačiau ir išilgai juo. Susidaręs tirščių sluoksnis po filtravimo yra praplaunamas prieš filtravimo kryptį, kas užtikrina ilgesnį tarnavimo laiką. Kaip bebūtų šie filtravimo moduliai turi būti privalomai keičiami, kas reikalauja ypatingo dėmesio sekant jų būseną. Taip pat pasiekiamas mažesnis našumas nei naudojant kitus filtravimo būdus. Pasiekiami privalumai:

- higieniška sistema
- mažas drumstimas dėl padidintos adsorbcijos gebos
- mažos valymo vandens ir chemikalų sąnaudos dėl kompaktiškumo
- lengvas modulių pakeitimas

- užima nedaug vietos [39].

Daugelyje naujai susikūrusių alaus daryklų plačiai paplito visiškai automatizuotos CFS (*Cluster Filter System*). Ši sistema gaminama iš nerūdijančio plieno, sudaryta iš kelių talpyklų ir daugybės vamzdžių alui paskirstyti. Sistemai būdingas membraninis filtravimo būdas, kurio metu suderinamas lėtas, švelnus srauto tekėjimas vykstant filtracijai ir greitas, stiprus tekėjimas esant skalavimui ir valymui. Suderinti skirtingų savybių srautus sistemos filtravimo elementai suskirstyti į blokus su atskiromis išėjimo angomis. Vykstant filtracijai visi blokai yra atviri, valymas, sterilizacija ir kokybės tikrinimas vykdomi blokas po bloko. Kokybės tikrinimui naudojama *in situ* programa blokų filtrams kartu su kokybės užtikrinimo programa skirta membraninėms kasetėms. Visa ši sistema yra uždara ir valdoma visiškai automatiškai, tačiau yra gana sudėtinga. Taip pat jos pagalba galima pasiekti gerus šalto sterilaus filtravimo rezultatus naudojant kaip paskutinę alaus gamybos stadiją prieš pilstymą. Privalumai:

- trumpa skalavimo trukmė
- ilgas tarnavimo laikas
- kintamas srauto tekėjimo greitis
- minimalios vandens sąnaudos
- visiškai automatizuota
- didelis biologinis saugumas
- atskirų blokų kokybės tikrinimas ir reguliavimas [40].

Alaus mielių ir kitų stambių dalelių atskyrimui, prieš išvardintus filtravimo metodus, naudojama separacija. Šiuo būdu atskiriamos tik stambios dalelės ir mielių likučiai išcentrinės jėgos pagalba tam sukonstruotoje centrifugoje – separatoriuje. Pagrindinis elementas yra besisukanti įgaubta centrifuga į kurią iš viršaus patenka alus, kuris paspartinamas prieš patekdamas į diskus. Separacija vyksta tarp diskų, kur alus keliauja link būgno centro ir pašalinamas slėgio pagalba. Sunkiosios dalelės yra surenkamos kūgio šonuose, kur su pertraukomis pašalinamos centrifugos ciklonu. Šis būdas gali būti naudojamas tik kaip pirminis, o ne vienintelis europinio lagerio alaus skaidrinimo būdas. Privalumai:

- sumažina privalomus tolimesnių operacijų filtravimo medžiagų kiekius
- sumažina valymo operacijų sąnaudas
- deguonies išvengimas
- padidėja aktyvių mielių pakartotinam naudojimui[41].

Apžvelgus galutinio alaus filtravimo būdus matyti, kad kiekvienas jų geba užtikrinti gerą gaminamo alaus kokybę, tačiau jų pasirinkimas gamyboje priklausys nuo pačios gamyklos galimybių. Didžiausiais našumais pasižymi kizelgūriniai rėminiai ir lakštiniai filtrai, tačiau jie užima daug vietos ir reikalauja nemažai filtravimo medžiagų sąnaudų. Norint išvengti tolimesnio

alaus pasterizavimo, ar sutrumpinti šį procesą, tam tinka sterilūs žvakiniai filtrai. Esant mažesnėms gamybos apimtims patogus naudoti mažesnio našumo, bet mažai valymo sąnaudų reikalaujantys giluminiai moduliniai filtrai. Visiškai vengiant kizelgūro, naudojama *Cross flow* sistemos ir įvairaus tipo filtravimo kasetės. Visiškai automatizuotose įmonėse tinkamos CFS sistemos su kokybės tikrinimo operacijomis. Siekiant sutaupyti filtravimo ir plovimo medžiagų, prieš šias operacijas patartina naudoti separatorius, ypač jei toliau naudojama tik vienas filtravimo būdas.

#### **4.5. Išvados**

Šiuolaikinėje alaus gamyboje yra pagrindiniai trys filtravimo etapai norint pagaminti kokybišką ir puikiomis savybėmis pasižymintį alų. Europiniams lageriams gaminti kiekviename iš etapų yra pasirinkimas naudoti skirtingus filtravimo būdus, kurie tarpusavyje skiriasi savo savybėmis. Išanalizavus naudojamus būdus daromos išvados, jog šiuo metu didžiausius pranašumus turi slėginiai, kizelgūriniai filtrpresai, lakštiniai filtrai ir hidrocikloniniai virpuliai dėl kokybiško darbo ir didelio našumo.



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

Alus gaminamas pagal patvirtintas technologines instrukcijas ir receptūras, taip pat laikantis reglamentų nuostatų ir maisto tvarkymą reglamentuojančių teisės aktų reikalavimų. Alaus gamybą galima suskirstyti į šias dalis:

- Žaliavų ir pagalbinių medžiagų priėmimas ir saugojimas
- Salyklo poliravimas ir malimas
- Mento paruošimas
- Mento filtracija
- Miso virimas
- Miso rauginimas
- Alaus brandinimas
- Alaus filtravimas
- Alaus pasterizavimas ir išpilstymas.

### 5.1. Žaliavų ir pagalbinių medžiagų priėmimas ir saugojimas

Žaliavos ir pagalbinių medžiagų priimamos pagal RVA SVT planą, žaliavų ir medžiagų priežiūros programą ir priėmimo procedūrą. Nėra priimamos žaliavos kurių galiojimo laikas yra pasibaigęs ir visos priimtose žaliavos registruojamos žaliavų žurnale. Žaliavų laikymas ir naudojimas turi griežtai laikytis gavimo eiliškumo ir pirmiausiai naudojamos tos žaliavos, kurios gautos anksčiausiai. Salyklas gaunamas specializuotomis automatinėmis, maišais ir yra supučiamas į aruodus su gera ventiliacija ir saugomas iki tolimesnio panaudojimo. Kitų žaliavų ir medžiagų laikymo sąlygos pateiktos lentelėje (6 lentelė).

**6 lentelė.** Priimtų žaliavų laikymo sąlygos

| Žaliavos pavadinimas | Laikymo sąlygos |                   |                                                                |
|----------------------|-----------------|-------------------|----------------------------------------------------------------|
|                      | Temp. °C        | Drėgmė, %         | Kiti reikalavimai                                              |
| Salyklas             | 0÷+20           | ne daugiau<br>75% | Gera ventiliacija                                              |
| Apynių produktai     | 0÷+5            | ne daugiau<br>75% | Sandėliuojami atskiroje gerai vėdinamoje,<br>šaltoje patalpoje |

|                              |        |                   |                                             |
|------------------------------|--------|-------------------|---------------------------------------------|
| Fruktozės- gliukozės sirupai | 28÷32  |                   | Sandariai uždarytoje, šildomoje talpoje     |
| Miežių rupiniai              | 0÷+20  | ne daugiau<br>75% | Ant padėklų, atitraukus nuo sienų, maišuose |
| Kalcio chloridas             | 0÷+20  | ne daugiau<br>75% | Ant padėklų, atitraukus nuo sienų, maišuose |
| Pieno rūgštis                | 0÷+20  | ne daugiau<br>75% | Plastmasiniuose bakeliuose                  |
| Fermentai                    | -10÷25 | ne daugiau<br>75% | Plastmasiniuose bakeliuose                  |
| Kizelgūras                   | 0÷+20  | ne daugiau<br>75% | Ant padėklų, atitraukus nuo sienų, maišuose |
| Filtro kartonas              | 0÷+20  | ne daugiau<br>75% | Ant padėklų, atitraukus nuo sienų, maišuose |
| Plastikiniai buteliai        | 0÷+20  | ne daugiau<br>75% | Ant padėklų, plastikiniuose maišuose        |
| Stiklo tara                  | 0÷+20  | ne daugiau<br>75% | Ant padėklų, plastikinėse dėžėse            |
| Etiketės                     | 0÷+20  | ne daugiau<br>75% | Kartoninėse dėžėse ant stelažų              |
| Klijai                       | 10÷+25 | ne daugiau<br>75% | Plastikiniuose bakeliuose                   |
| Kamšteliai                   | 0÷+20  | ne daugiau<br>75% | Kartoninėse dėžėse ant stelažų              |
| Plėvelė                      | 0÷+20  | ne daugiau<br>75% | Rulonais ant stelažų                        |

[42]

## 5.2. Salyklo poliravimas ir malimas

Salyklas iš aruodų yra paduodamas į poliravimo mašiną, kurioje pašalinamos priemaišos, šiukšlės ir dulkės. Išvalytas salyklos nukreipiamas į bunkerį. Iš bunkerio salyklos tiekiamas šlapio malimo malūnui, prieš tai specialiai mirkant. Salyklas yra 20 minučių mirkomas 45 °C temperatūroje ir paduodamas maltis iki tinkamo dydžio. Vienas malimas trunka 30 – 40 min., esant 45 °C temperatūrai. Gaminant 11 % sausųjų medžiagų turintį *lager* tipo alų į malamą salyklą suberiama dalis fermentų geresniam ekstraktyvumui išgauti. Šlapio malimo malūnas

naudojamas ne tik kokybiškai sumalti salyklą, bet ir pagreitinti salyklo užmaišymą išlaikant švaresnę darbo aplinką. Salyklas malamas kuo labiau susmulkinant grūde esančias medžiagas ir kuo mažiau pažeidžiant lukštą, kuris gerina filtraciją tolimesnėse operacijose.

### 5.3. Mentalo paruošimas

Sutraiškytas salyklas katile maišomas su alui virti skirtu vandeniu užmaišymo katile. Gaunama vienalytė tešlos pavidalo masė - mentalas. Mentalas ruošiamas tam, kad iš salyklo gauti kuo daugiau tirpių komponentų – ekstrakto. Salykle vandenyje tirpių medžiagų (cukrų, dalies baltymų, karčiųjų rūgščių, pektino) nėra daug, apie 15 %, praktiškai visas išgaunamas ekstraktas yra mentale veikiant fermentams. Pagrindiniai fermentai reikalingi išgauti ekstraktą yra alfa ir beta amilazės, kurios skaido krakmolą, sudarytą iš linijinio alfa 1,4-glikozidinėmis jungtimis sujungto polisacharido amilozės ir šakoto alfa 1,6-glikozidinėmis jungtimis sujungto polisacharido amilopektino. Alfa amilazė ardo alfa 1,4-glikozidines jungtis ir atskelia stambius fragmentus – dekstrinus. Beta amilazė ardo galines alfa 1,4-glikozidines jungtis atskeldamos dvi gliukozės molekules ir gaunama maltozė. Šiems fermentams veikti reikalingos palankios sąlygos, tai yra tinkama temperatūra ir terpės pH. Alfa amilazė optimaliausiai veikia esant 71 – 73 °C (dekstrininė pauzė) ir pH 5,8, o beta amilazė esant 60 – 65 °C (maltozinė pauzė) ir pH 5,4. Fermentams suskaldyti krakmolą iki reikiamo laipsnio maltozinėje ir dekstrininėje pauzėje išlaikoma tam tikrą laiką. Mentalo reikiamas rūgštingumas pasiekiamas įvedant pieno rūgštį ir kalcio chloridą, kurių *lager* tipo alui pilama atitinkamai apie 1 ir 5 litrus (kiekiai priklauso nuo mentalo pH), pasiekti 5,6 pH vertę. Taigi svarbiausias mentale vykstantis procesas yra krakmolo hidrolizė. Krakmolą šaltame vandenyje netirpsta, bet karštame sudaro kleisterį, kurį greitai veikia amilolitiniai fermentai ir verčia jį skystėti ir galiausiai susicukrina į dekstrinus ir maltozę. Optimalus maltozės ir dekstrinų santykis yra 4:1 ir priklauso nuo alfa ir beta amilazių veikimo trukmės ir pH.

Šiuo metu be salyklo krakmolo hidrolizei įvykdyti galima naudoti termiškai apdorotas nesalyklines medžiagas – miežių rupinius. Šių rupinių gamyba užsiima UAB „Naujasis Nevėžis“ įmonė įsikūrusi Lietuvoje. Miežių rupiniai yra terminio apdorojimo produktas iš aukščiausios kokybės miežių. Šie produktai atitinka visus žaliavoms keliamus reikalavimus naudojant alaus pramonėje, juos lengva transportuoti ir sandėliuoti. Produkto gamybai yra naudojamas aukštas slėgis, drėgmė ir temperatūra, todėl grūde esantys baltymai iš dalies denatūruoja ir krakmolą kleisterizuoja. Taip ši žaliava tampa lengvai prieinama fermentų veiklai. Termiškai apdoroti miežių rupiniai gali iš dalies ar net pilnai pakeisti salyklo naudojimą alaus pramonėje o už kitas nesalyklines žaliavas jie visa galva pranašesni. Jų ekstraktingumas siekia 80 – 84 %, tai prilygsta salyklui. Pakeičiant 30 – 50 % salyklo miežių rupiniais pasiekiamas didelis ekonominis efektas,

nes gaunama didesnė virimo išeiga, mažesnė ekstrakcinės žaliavos kaina ir svarbiausia gaunamo produkto kokybė ir savybės išlieka nepakitusios ir atitinka normas. Visos technologinės operacijos ir įranga alaus gamyboje išlieka ta pati, tačiau naudojant tik termiškai apdorotus miežių rupinius galima atsisakyti valymo, poliravimo ir malimo operacijų, bei jų įrenginių, kas sutaupo vietos ir gamybos kaštų. Pagal atliktus tyrimus, nustatyta, kad kol kas geriausia naudoti iki 30 % termiškai apdorotų miežių rupinių ir 70 % gryno salyklo, tuomet nereikia dėti papildomai alfa amilazių, nes krakmolui apcukrinti pilnai pakanka naudojamo salyklo. Taip pat jokių nukrypimų technologinių procesų metu nebuvo nepastebėta ir gauto produkto savybės išliko nepakitusios lyginant su alumi gauto vien tik iš salyklo. Rupiniai gali būti dozuojami kartu su salyklu arba atskirai, tiesiai į užmaišymo katilą, dėl jų savybės gerai tirpti vandenyje [43].

Užmaišymo katile yra naudojami du mentalo paruošimo būdai:

- infuzinis (užpylimo) mentalo paruošimas
- dekokcinis (virimo) vieno pavirinimo mentalo paruošimas.

Infuziniu būdu visas mentalas yra šildomas lėtai iki 75 – 78 °C temperatūros (priklausomai nuo receptūros) neleidžiant jam užvirti. Pirmiausiai mentalas šildomas iki 52 °C (temperatūra pasiekama per 5 min.) ir išlaikomas apie 20 minučių. Toliau per 10 – 15 min., mentalas pašildomas iki 63°C išlaikomas 30 – 40 minučių – maltozinė pauzė. Galiausiai per 10 – 15 min., pašildomas iki 72 °C ir išlaikomas 25 minutes – dekstrininė pauzė. Paskutinė pauzė yra išlaikoma iki pilno mentalo apcukrinimo, kurio kontrolė vykdoma su J<sub>2</sub> tirpalu (2 lašai mentalo su 1 lašu J<sub>2</sub> tirpalo turi nusidažyti geltona spalva). Pasiekus reikiamą apcukrinimą mentale esantys fermentai turi būti inaktyvuoti ir fermentinė veikla sustabdyta, tai įvykdoma pasiekus 76 °C temperatūrą.

Dekokciniam būdui naudojami du aparatai: mentalo užmaišymo bosas ir virimo katilas. Yra skiriama vieno, dviejų ir trijų pavirinimų dekokciniai būdai.

Trijų pavirinimų metu 35 – 38 °C mentalas yra kaitinamas iki 50 °C temperatūros ir paliekamas kuriam laikui. Temperatūrai pakelti dalis (1/3) mentalo yra virinama atskirame virimo katile ir paskui sumaišoma su užmaišymo bosome likusia dalimi. Toliau temperatūra pakeliama iki 62 – 65 °C ir 71 – 74 °C. Po kiekvienų pasiektų tarpinių temperatūrų intervalų mentalas išlaikomas siekiant sudaryti sąlygas įvykti atitinkamai proteolitinei, maltozinei ir dekstrininei pauzėms. Galiausiai fermentų veiklai sustabdyti mentalo temperatūra pakeliama iki 76 – 78°C.

Dviejų pavirinimų būdu mentalas jau pradedamas ruošti esant 50 °C ir po pirmo virimo jo temperatūra pasiekia 62 – 65 °C, o po antro 71 – 74 °C.

Vieno pavirinimo būdas panašus į infuzinį, kur 35 – 38 °C mentalas iš lėto šildomas iki 50 °C temperatūros ir išlaikomas. Po išlaikymo visas mentalas yra toliau šildomas iki 62 – 65 °C

temperatūros. Tik po antro išlaikymo yra imama 1/3 mentalo dalis ir tiekama į virimo katilą. Sugrąžinus pavirintą mentalo dalį, bendra temperatūra yra 71 – 74 °C.

Projektuojamam *lager* tipo alui gaminti tinkamiausias yra dekokcinio paruošimo būdas, kuris labiausiai tinka žemutinio rūgimo alaus misai gauti. Išskiriami tokie dekokcinio paruošimo privalumai:

- Taip gaminant mentalą, jis yra veikiamas ne tik fermentų, bet ir aukšta temperatūra virimo metu, todėl išvengiama nuostoliai esant prastesnei žaliavų kokybei
- Dėl virimo suyra grūdų ląstelių sienelės, tai palengvina fermentų priėjimą prie krakmolo ir gaunamas didelis efektyvumas
- Aukštos temperatūros reikalaujantys grūdai gali būti kaitinami atskirai viename iš dekokcinių pavirinimų
- Virimų metu iš grūdų gaunama daugiau išraiškingesnio skonio ir aromato
- Dalies mentalo virimas skatina karamelizacijos procesus, kas suteikia pilnesnį skonį bei aromatą, ko nepasiekama naudojant tamsų salyklą
- Dalis baltymų koaguliuoja, juos lengviau atskirti ir alus gaunamas skaidresnis
- Suteikia galimybę naudoti užmaišymo katilus, kurių negalima kaitinti, nes virimas vyksta atskirame inde [44].

Tamsiajam alui gaminti parinkta trijų pavirinimų dekokcinis būdas, nes kiekvieno pavirinimo metu susidaro vis daugiau melanoidinų – raudonai rudų, aromatinių junginių suteikiančių alui tamsią spalvą. Jie susidaro vykstant *Maillard* reakcijoms tarp amino rūgščių ir cukrų esant didesnei nei 90 °C temperatūrai. Kadangi kiekvieno iš pavirinimų metu dalies mentalo temperatūra siekia 102 °C susidaro pakankamas kiekis melanoidinų išraiškingai tamsiai spalvai ir aromatui suteikti. Šviesiajam alui gaminti parinkta vieno pavirinimo dekokcinis būdas dėl trumpesnio paruošimo laiko ir mažesnių energijos sąnaudų. Taip pat šviesiajam alui nereikalingas papildomas melanoidinų kiekis, todėl kiek įmanoma sumažinti jų susidarymą naudojamas tik vienas pavirinimas [45].

#### 5.4. Filtravimas

Mentalas, kuriame fermentai atliko savo darbą ir išsiskyrė kiek galima daugiau ekstrakto, turi būti filtruojamas. Filtracija reikalinga atskirti netirpias mentalo dalis (salyklojų) nuo misos – tirpalo su tirpiosiomis dalimis. Tam tikslui mentalas paduodamas į filtrpresą, kuriame temperatūra siekia 70 °C. Filtrpresas sudarytas iš keliolikos plokštelių, kurių kiekviena turi audinį ir filtruojančią membraną. Į audinį patenka tirštas mentalas, kuris dėl sukurto, maždaug 1,5 atm slėgio, skverbiasi per filtravimo membranas į kitą plokštelės pusę. Kitoje pusėje gaunama skaidri misa, kuri transportuojama tiesiai į virimo katilą. Filtrprese yra naudojamas

papildomas vanduo apipurkšti po filtracijos likusią masę, nes joje yra užsilikęs nedidelis kiekis ekstrakto. Naudojama 75 – 78 °C temperatūros vanduo ir purškiamas ant likusio salyklojaus. Vandens temperatūra negali siekti 80 ar daugiau laipsnių, nes tokiu atveju nebus įmanomas vėlyvas ištirpusio krakmolo apcukrinimas alfa amilaze, kurios inaktyvacijos temperatūra bus pasiekta filtruojant. Apipurkštas salykklas dar kartą spaudžiamas per membraną slėgio pagalba, pilnai išgauti reikalingą ekstraktą. Likęs salyklojus pašalinamas praskleidžiant plokšteles filtravimo pabaigoje. Praplovimui skirtas vanduo surenkamas į vandens surinkimo talpą ir gali būti tiekiamas į užmaišymo katilą ar mirkyti salykalui prieš drėgną malimą.

### 5.5. Misos virimas, nuskaidrinimas ir atšaldymas

Išfiltruota misa paduodama į virimo katilą, į kurį patenka pagal receptūrą apyniai, gliukozės - fruktozės sirupai, pieno rūgštis, kalcio chloridas. Verdama sandariame nerūdijančio plieno katile su vidiniu boileriu apie 90 minučių. Katilai gaminami iš austenitinio plieno (tankiausia plieno rūšis) lengvai valomi naudojant automatines programas, atsparūs stipriai ėdiems valymo agentams. Dėl plieno tvirtumo katilai ir vamzdžiai gaminami plonesni, dėl to jų šiluminis laidumas yra mažesnis nei kito metalo įrangos. Pagrindinis kaitinimo agentas virimo katile yra vidinis boileris. Sausi garai yra sukuriama žemame slėgyje, maždaug 148 °C temperatūroje. Garai kondensuodamiesi ant boilerio sienelių, perduoda šilumą virimo katilui, o kondensatas surenkamas ir garinamas naujai [26].

Sumažinti mikrobiologinę taršą, misos temperatūra negali nukristi žemiau 75 – 80 °C, todėl misa negali būti ilgai užlaikoma po filtracijos, o tiesiai tiekiama į virimo katilą. Kartu su misa yra sudedama dalis apynių, pirmiausia sudedama kartieji apyniai, paskui kartieji/aromatiniai ir galiausiai 30 min. prieš virimo pabaigą sudedama aromatinių apynių *Super styrians* granulės, kurių kiekis priklauso nuo alfa rūgšties kiekio jose ir misos išeigos. Pieno rūgšties ir kalcio chlorido priedas virimo metu leidžia sumažinti misos pH 0,1 – 0,2 vienetais, tai lemia švelnesnę spalvą, suteikia gaminamam alui švaresnį skonį ir aromatą, skatina baltymų ir taninų flokuliaciją. Virimo metu vyksta tokie pagrindiniai procesai:

- netenkama vandens pertekliaus, dėl to didėja ekstrakto koncentracija misoje ir ji tampa sterili, nes sunaikinamos vegetatyvinės formos mikrobai verdant 10 – 15 minučių;
- iš apynių į misą perteikiamas kartus būdingas skonis ir aromatas dėl alfa karčiųjų apynių rūgščių izomerazės ir padidėjusio tirpumo aluje;
- kartu su garais pasišalina nepageidaujami lakūs junginiai;
- virimo metu pasiekama tinkama temperatūra *Maillard* reakcijoms vykti, dėl ko gaunama norima tamsesnė misos spalva;
- denatūruoja ir inaktyvuoja likutiniai fermentai, taip stabilizuojasi misa;

- denatūruoja ir koaguliuoja baltymai, kurie susijungę su polifenoliais;

Virimo pabaigoje susidaro vandenyje netirpūs dribsniai ir apynių liekanos, kurios turi būti atskiriamos. Tam tikslui misa paduodama į nusodinimo kubilą (virpulį) ir išlaikoma 20 minučių. Virpulys sudarytas iš vertikalaus, cilindrinio indo į kurį paduodama karšta misa. Misa įpurškiama tangentiškai, dėl ko išgaunamas sūkurio efektas. Kuomet indas užsipildo misos sukimasis sulėtėja, jo metu dėl išcentrinės jėgos atskiriamos visos, į taisyklingą kūgį sušokusios, netirpios dalelės. Po nusodinimo skaidri misa per 60 min., suleidžiama ir aušinama plokšteliniu šilumokaičiu iki 7 – 10 °C temperatūros. Atšaldymas reikalingas apsaugoti misą nuo pašalinės mikrofloros, sustabdyti chemines reakcijas ir papildomai nusodinti likusias medžiagas. Atšaldymui naudojamas plokštelinis šilumokaitis sudarytas iš vertikaliai suspaustų nerūdijančio plieno plokštelių įspraustų į stipraus metalo rėmą [15]. Plokštelės turi 4 skyles kampuose, iš kurių susidaro kanalai joms susispaudus. Pro šiuos kanalus priešingomis kryptimis tiekiamas šaltas vanduo ir karšta misa. Vanduo ir misa plonais sluoksniais patenka šalia viena kitos esančias plokštelių ertmes ir juda vienas priešais kitą. Dėl plonų plokštelių šilumos laidumo vyksta šiluminiai mainai ir misa atšąla, o vanduo sušyla [46]. Plokšteliniai šilumokaičiai pasižymi kompaktiškumu, efektyvumu ir universalumu. Šilumokaitis yra uždaras, todėl į šaldomą misą nepatenka mikrobai iš aplinkos, taip pat palengvinamas valymas ir sterilizavimas. Po atšaldymo gautas vanduo gali būti naudojamas virimo ar kitose operacijose, o atšaldyta misa aeruojama. Misos aeracija yra deguonies įvedimas, būtinas norit užtikrinti gerą mielių fermentaciją tolimesniame etape. Deguonis tiekiamas į šaltą misą turi būti sterilizuojamas filtruojant arba naudojant UV spindulius, nes mikrobai patekę su oru gali išgyventi esant žemoms temperatūroms. Sterilizuotas deguonis tiekiamas burbuliukų forma, koreguojant slėgį, kurie patekę į misą joje ištirpsta. Pristotinta reikiamo kiekio deguonies misa tiekama fermentacijai [15].

## 5.6. Fermentacija

Skaidri, atšaldyta ir aeruota misa suleidžiama į fermentacijos talpas. Projektuojam alui parinkta cilindrinės konusinės talpos (CKT), kuriose palaikoma 7 – 10 °C temperatūra. Cilindrinės konusinės talpos gaminamos iš nerūdijančio plieno, jų aukštis dažniausiai 3 – 4 kartus didesnis nei skersmuo, iki 6000 hl talpos ir jose sudaromas aukštesnis slėgis. Europiniams lageriamas gaminti naudojama žemesnės talpos, kurių skersmens ir aukščio santykis mažiau nei 2:1, nes esant santykiui didesniau nei 3:1 galima susidaryti didesni kiekiai aukštesniųjų alkoholių esterų kaina. Tai lemia padidėjęs amino rūgščių sunaudojimas esant intensyvesniai cirkuliacijai, dėl spartaus anglies dioksido susidarymo. Taip pat didinant talpų dydį dvigubai ir daugiau didėja

eksploatacijos kaina nuo 35 %. Šios talpos lyginant su kitomis apvaliomis ar kvadratinėmis talpomis turi nemažai privalumų:

- mažesnė kaina (25 – 35 %);
- mažesnė eksploatacijos kaina (50 – 65 %);
- maži alaus nuostoliai;
- efektyvus indo tūrio panaudojimas;
- nedideli karčiųjų medžiagų nuostoliai;
- reikalauja nedaug vietos;
- išlaiko susidariusį anglies dioksidą;

CKT iš vidaus yra lygios ir be jokių išsikišimų, taip išvengiama nešvarumų užsilaikymo ir mikrobinio užterštumo. Reikiamai temperatūrai pasiekti ir pašalinti fermentacijos metu susidariusią šilumą talpose įrengta šaldymo sistema. Ši sistema suteikia galimybę gaminamam alui ne tik fermentuotis, bet ir brandintis tose pačiose talpose, sumažinant temperatūrą iki 0 °C ir išlaikant keletą dienų. Šaldymas gali būti tiesioginis ir netiesioginis. Tiesioginis – naudojant amoniako dujas, kurių šaldymo efektas pasireiškia dėl suskystintų dujų išsiplėtimo ir garavimo. Netiesioginis – cirkuliuojant šaldantį agentą, tokį kaip metilo spiritą, surinktą iš šaldymo įrenginio. Šaldymas taip pat reikalingas netirpių dalelių nusodinimui, nes fermentacijos metu nėra mechaninio maišymo.

Dėl putų ir anglies dioksido susidarymo CKT talpos negali būti pilnai užpildytos, pageidautina palikti 25 % visos talpos neužpildytos [15]. Rauginimui įvedama pagal receptūrą reikiamas kiekis žemutinio rūgimo *Saccharomyces carlsbergensis* mielės. Mielės yra dozuojamos į tekančios misos srautą, taip pasiekiamas greitesnis mielių priėjimas prie maistinių medžiagų. Mielių dėka vyksta alkoholinis rūgimas, kur rauginami cukūs ir susidaro svarbiausi metabolizmo produktai - alkoholiai ir angliarūgštė. Rūgimas išskirtas į keturias stadijas. Pirmoje rūgimo stadijoje (pakilimo), trunkančioje 1 – 1,5 paras, misos paviršiuje pasirodo balkšvos putos, tuomet mielės intensyviai pumpuruojasi ir misos ekstrakto mažėja po 0,2 – 0,5 % per parą. Antroji stadija (žemųjų garbanų) pasižymi alkoholinio rūgimo pradžia ir tankių kylančių putų susidarymu, trunka 2 – 3 paras, misa rūgštėja (pH 4,9 – 4,7) ir ekstrakto mažėja 0,2 – 1,5 % per parą. Trečiojoje (aukštųjų garbanų) stadijoje pasiekiamas didžiausias rūgimo intensyvumas ir temperatūra. Trunka 3 – 4 paras, susidaro putos didelėmis „garbanomis“ o ekstrakto mažėja po 1 – 1,8 % per parą. Paskutinėje (garbanų kritimo) stadijoje „garbanos“ nyksta ir puta nusėda, tai trunka 1 – 2 paras. CKT dugnas yra kūgio formos, kas leidžia maksimaliai surinkti išsėdusias mieles ir jas pašalinti. Nusėdusioms mielėms surinkti skirtos surinkimo talpos, kuriose didžiausia temperatūra yra 8 °C. Rauginimo metu didėja misos ir būsimo alaus stiprumas, pradeda formuotis puta, susidaro netirpūs agregatai, kurie išsėdami skaidriną misą. Baigus raugintis



gaunamas jaunas alus, jis atšaldomas, tikrinamas susifermentavimo laipsnis, pH ir skaidrumas. Esant tinkamai kokybei prasideda alaus brandinimas.

### 5.7. Brandinimas

Jaunas alus brandinasi tose pačiose cilindrinėse konusinėse talpose, kuriose yra atskirta išsėdusios mielės. Nebrandintas alus nėra skanus, drumstas, menko aromato, prisotintas nepageidaujamų junginių (acetaldehidais, vandenilio sulfidas, diacetilais), todėl vyksta jo išlaikymas žemoje 7 – 8 °C temperatūroje. Brandinimo talpos yra uždaros ir anglies dioksidas negali pasišalinti, tam talpyklose palaikomas 0,6 – 0,8 atm., slėgis. Pasiekus rauginimo sąlygas alus išlaikomas ir dėl to vyksta skaidrėjimas, nes žemoje temperatūroje susidaro netirpūs agregatai ir išsėda, dėl anglies dioksido susidaro standi putų, didėja stabilumas.

Vienas iš svarbiausių brandinimo kokybės rodiklių – vicinaldiketonų, iš jų svarbiausia diacetilo, kiekis. Diacetilais fermentacijos metu mielių išskiriamas junginys, kurio didesnės koncentracijos alui suteikia nepageidaujamą sviesto, iriso skonį. Jo kiekis galutiniame lagerio tipo aluje turėtų būti ne didesnis nei 0,1 mg/l. Diacetilui pašalinti CKT talpose sukurama didesnė temperatūra (14 – 16 °C), kurios metu diacetilo pirmtakai (2,3-pentadionas, alfa-acetolaktatas, alfa-acetohidroksibutiratas) yra skaidomi mielių. Mielės vicinaldiketonų grupės junginius suskaido iki mažesnės koncentracijos ribos, todėl brandinimo metu turi likti sveikų ir gyvybingų mielių šiam darbui atlikti. Kiti nepageidaujamų junginių kiekiai mažėja tolygiai su diacetilu, todėl užtenka sekti tik jo mažėjimą.

Likusių gyvybingų mielių veikla vadinama antrine fermentacija, kurios metu likusios 1 – 4 milijonai mielių ląstelių alaus mililitre skaido išlikusį ekstraktą (apie 1,1 %) [15]. Antrajai fermentacijai pradžią duoda įleistas nedidelis kiekis deguonies, kurio dėka mielės gali pradėti fermentuoti cukrus. Viso brandinimo metu alaus aromato puokštė ir skonis keičiasi. Aromatas kinta netolygiai, ir vieno komponentų sukeltas aromatas silpnėja greičiau nei kitų, kol pasiekiamas taškas, kuriame visi komponentai skleidžia panašaus intensyvumo aromatą ir sukuria harmoningą, būdingą alaus rūšiai kvapą. Tuo tarpu susijungiant naujiems dariniams alaus skonis ryškėja ir tampa savitas, pasiekiamas norimas apynių teikiamas kartumas. Norint vartotojui pateikti kuo aukštesnės kokybės alų, kiekviena partija verdama ir rauginama atskirai, nepridedant vandens išlaikymo metu.

Brandinimo pabaiga nustatoma tikrinant alaus rodiklius: stiprumą, diacetilo kiekį, sausųjų medžiagų kiekį, pH reikšmę, spalvą. Pasibaigus rauginimui alus perduodamas filtracijai.

## 5.8. Alaus filtravimas ir pasterizavimas

Subrandintas alus nėra visiškai skaidrus. Norint pašalinti mielių liekanas ir kitas drumstumą sukeliančias medžiagas alus stabilizuojamas ir filtruojamas.

Stabilizavimui naudojamas trumpas atšaldymas prieš filtraciją. Filtracijai naudojami lakštinis filtras ir kizelgūrinis plokštelinis filtras.

Alus stabilizuojamas norint išvengti nemikrobiologiškai sukeliama drumstumo. Medžiagos galinčios sukelti tokį drumstumą:

- beta – gliukanai, sukeliantys akiai nepastebimą drumstumą, bet nepalankiai išskaidantys šviesos spindulius;
- alfa – gliukanai, veikiantys panašiai kaip beta - gliukanai;
- pentozanai, gaunami iš pagalbinių grūdinių žaliavų;
- negyvos bakterijos iš salyklo;
- oksalatai iš kalcio trūkios misos;
- baltymų ir polifenolių junginiai [15];

Efektyvus nemikrobiologiską drumstumą sukeliančių medžiagų išsodinimo būdas yra trumpalaikis šaldymas. Šaldoma pasiekiant  $-1 - 1\text{ }^{\circ}\text{C}$  prieš pat filtravimo pradžią. Tai priverčia išsėsti nepageidaujamas medžiagas ir leidžia jas lengvai pašalinti filtravimo metu.

Filtravimui naudojamas lakštinis filtras yra indas su jame horizontaliai išdėstytomis metalinėmis plokštelėmis, kurių kiekvienos yra padengtos atitinkamo stambumo filtro medžiaga. Alus dėl sudaryto slėgio tiekiamas per indo viršų ir keliauja per filtruojančias plokšteles, dėl ko ant jų kaupiasi nuosėdos. Nuosėdos yra pašalinamos mechaniškai besisukančio disko pagalba, taip jos nužeriamos nuo plokštelių ir nukritusios palei indo sienelės surenkamos ir pašalinamos. Alus prasifiltravęs pro visas plokšteles nuteka į dugną, kuriame jis pašalinamas iš indo.

Dėl papildomo skaidrumo ir alaus švarumo yra naudojamas ir kizelgūrinis filtras. Rėminiame kizelgūriniame filtre alus dėl sukurto slėgio keliauja per filtro kartonus, suspaustus tarp rėmų, užpildytus atitinkamo porėtumo kizelgūro medžiaga. Kizelgūriniame filtre pasiekama iki 2,3 – 3 atm., slėgis, kuris negali būti žemesnis nei išlaikymo metu vengiant alaus putojimo. Filtravimo metu stebimas alaus skaidrumas per filtro langelį. Pirmos iš filtro ištekantio alaus porcijos surenkamos perdirbimui, toliau tekantis skaidrus alus be mielių liekanų yra tiekiamas į saikininus. Saikininuose alus išlaikomas 3 – 4  $^{\circ}\text{C}$  temperatūroje, juose sudaromas ne mažesnis nei 1,5 atm., slėgis dėl anglies dioksido išlaikymo. Po filtracijos alus įgauna prekinę išvaizdą ir išlaiko savo stabilumą. Toks alus siunčiamas į pasterizavimą.

Pasterizacija reikalinga užtikrinti mikrobiologinę kokybę ir prailginti galiojimo laiką. Tam naudojama srovinis pasterizatorius, kuriame alus yra pakaitinamas iki 72  $^{\circ}\text{C}$  temperatūros ir išlaikomas 1 minutę, po to iškart atšaldomas šaldomuoju skysčiu iki 0 – 3  $^{\circ}\text{C}$ . Alui pašildyti

naudojamas jau pasterizuotas alus, kuris tuo pačiu atvėsta, o temperatūrą pakelti iki reikiamos naudojamas karštas vanduo. Po visų šių procesų pasiekiamos visos alui būdingos savybės ir tokį alų galima pilstyti.

Norint užtikrinti alaus mikrobiologinį saugumą, atliekama patogeninių organizmų testas. Šiuo metu visiškai naujas yra polimerinių miltelių naudojimas, kuriamas *Fraunhofer* instituto kartu su GEN – IAL įmone. Polimeriniai milteliai sudaryti iš dalelių, kurių dydis siekia 100 – 200 mikronų ir dedami tiesiai į tiriamo alaus mėginį. Polimerai yra išsidėstę taip, kad jų paviršiai sąveikauja su mikroorganizmų membranomis ir prie jų tvirtai prikimba. Milteliai greitai susikaupia ant mikroorganizmų kolonijų ir jas padengia, kas leidžia jas nesunkiai pamatyti mikroskopu ar atskirti specialiais aparatais. Šis būdas yra patikimas ir užtrunka žymiai mažiau laiko, nei įprasti mikroorganizmų nustatymo būdai [47].

Dar viena naujovė yra maltozės kiekio nustatymas iš gaunamų mikroorganizmų pasitelkiant inovatyvius įrenginius. Šiuo projektu užsiima CSIRO mokslininkai, kurie jau sukūrė tam naudojamą biosensorių. Biosensoriaus pagalba galima tiksliai nustatyti maltozės ar salyklo cukrų koncentraciją naudojant baltymus randamus mikroorganizmuose, esančius aluje. Šių koncentracijų nustatymui iki šiol buvo naudojama itin specializuota ir brangi įranga. CSIRO pateiktas biosensorius naudodamas chemiluminiscenciją (išskirtos šviesos aptikimas ir registravimas iš vykstančių cheminių reakcijų) aptinka šviesos srautus gaunamus vykstant cheminėms reakcijoms tarpinėse mikroorganizmų membranose. Tarpinės membranos užpildytos daugiausiai tirpiaisiais jungiamaisiais baltymais, kuriuose aptinkama ir didelė dalis maltozės. Tyrimų pagalba nustatyta, jog biosensoriaus jautrumas suteikia galimybę pasiekti tokius pat tikslus maltozės koncentracijos nustatymo rodiklius kaip ir tiriant alaus mėginį esant dabartiniams brangesniems ir ilgesniems metodams. Su šiuo biosensoriumi ateityje tikimasi nustatyti ir kitus rodiklius, kaip amino rūgšties ir anglies dvideginio koncentracijas, kas leistų apjungti tyrimus į vieną aparatą [48].

### **5.9. Alaus išpilstymas ir saugojimas**

Po pasterizacijos alus išpilstomas į 0,5l rudo stiklo, 1l PET butelius ir 30l KEG statinaites. Stikliniai buteliai iš sandėlio yra paduodami praplovimui 25 – 30 °C temperatūros vandeniui ir į dvi šarmų vonias. Pirmojoje (atmirkymo) temperatūra siekia 40 – 45 °C, antrojoje (šarmų) 70 – 75 °C su atitinkami 1 % ir 1,5 – 2 % šarmų koncentracija. Buteliai vėl praplaunami šiltu, o po to šaltu vandeniui. Toliau seka brokavimo ekranas, kuriame nekokybiškai išplauti buteliai siunčiami pakartotinam plovimui. Švarūs ir pro brokavimo mašiną praėję buteliai siunčiami pilstymui, kur išpilstomas ir užsandinamas alus. Išpilstoma esant ne aukštesnei kaip 3 °C temperatūrai, naudojant pastovų ir perteklinį slėgį neleidžiant patekti orui ir prarasti

angliarūgštės. Taip sudaromos sąlygos pilnai užpildyti butelių tūrį ir neleisti alui užputoti. Į butelius pilstoma izobarinėse mašinose, kurių linijos sujungtos plokšteliniais transporteriais. Užsandinimui naudojami karūnkamščiai, kurie dezinfekuojami 2 % formalino tirpalu ir praplaunami vandeniu. Vėliau patikrinti nuo broko buteliai yra etiketuojami ir skaičiuojami mechaniniu skaitliuku. Išpilstymas į PET tarą vyksta taip pat kaip į stiklo, tik plastikiniai buteliai supakuojami po 6 vienetus. Pilstymui į KEG statines naudojamas užpildymo automatas. KEG statinės prieš pilstymą yra plaunamos 65 – 70 °C, dėl ko nereikalinga dezinfekcija. Statinių užsandinimui naudojami dezinfekuoti metaliniai kamščiai. Visas išpilstytas alus registruojamas apskaitos žurnaluose ir siunčiamas į gatavos produkcijos sandėlį.

## 6. TECHNOLOGINIO PROCESO KOKYBĖS KONTROLĖ: KONTROLIUOJAMI RODIKLIAI, JUOS REGLAMENTUOJANTYS DOKUMENTAI

Technologinio proceso (7 lentelė) ir gatavo produkto rodikliai (8 lentelė) yra kontroliuojami ir pagrindiniai kokybę reglamentuojančiuose dokumentuose yra išskiriami tokie parametrai ir jų nustatymo būdai:

- Jusliniai (nustatomi organoleptiškai):
  - skonis;
  - aromatas;
  - spalva;
  - skaidrumas;
  - puta;
- Fizikiniai – cheminiai:
  - alkoholio kiekis (tūrio %), distiliacijos metodas;
  - sausosios medžiagos (svorio %), naudojant sacharometrą 20 °C temperatūroje;
  - rūgštingumas (pH), naudojant pH metrą arba titruojant NaOH tirpalu;
  - anglies dioksido kiekis, naudojant manometrinį prietaisą;
  - spalva, lyginimo metodu naudojant jodo tirpalą;
  - stabilumas, drumstumo stebėjimas laikant 20 °C temperatūroje, tamsoje;

Taip pat kontroliuojama ir įrangos bei talpų plovimo tirpalai. Kiekvieną dieną pagal paruoštas instrukcijas ir metodikas tiriama jų koncentracija ir temperatūra. Kiekviena gamybos operacija tikrinama pagal RVASVT planą (priedai 6 lentelė) ir išskiriami svarbiausi valdymo taškai SVT (9 lentelė).

**7 lentelė.** Technologinio proceso kokybės kontrolė

| Kontrolės objektas | Kontroliuojamas parametras        | Kontrolės metodas                                                     | Periodiškumas                                | Norminis dokumentas      |
|--------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------|
| Salyklo sumalimas  | Sumalimo sudėtis                  | Vizualiai                                                             | Kas savaitę                                  |                          |
| Mentalo užmaišymas | 1. Temperatūra                    | Spiritinis termometras (0 – 100 °C matavimo ribos)                    | Kiekvienas užmaišymas                        |                          |
|                    | 2. Apcukrinimas                   | J <sub>2</sub> tirpalas                                               | Kiekvienas užmaišymas                        |                          |
| Karšta misa        | 1. Sausų medžiagų kiekis<br>2. pH | Sacharometru (10 – 20; 15 – 25 masės % matavimo ribos)<br>pH - metras | Kiekvienas virimas<br><br>Kiekvienas virimas | Įsakymas Nr. 3D-145 [49] |

|                      |                                          |                                                        |                                                                   |                          |
|----------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Šalta misa           | 1. pH                                    | Titravimas 1 M NaOH tirpalu                            | Kiekvienas virimas                                                | LST 1990:2007 [50]       |
|                      | 2. Sausų medžiagų kiekis                 | Sacharometru (10 – 20; 15 – 25 masės % matavimo ribos) |                                                                   | Įsakymas Nr. 3D-145 [49] |
| Mielės               | Bendras užterštumas                      | Mikroskopu                                             | Kiekvienai naujai mielių partijai (ne rečiau 2 kartus per mėnesį) | LST 6222:2001 [51]       |
| Fermentuoja mas alus | 1. Atšaldytos misos temperatūra          | Spiritiniu termometru (matavimo ribos 0-20°C)          | Kiekvienas virimas                                                |                          |
|                      | 2. Rauginamo alaus temperatūra           | Spiritiniu termometru (matavimo ribos 0-20°C)          | Kasdien                                                           |                          |
|                      | 3. Rauginamo alaus sausų medžiagų kiekis | Sacharometru (10 – 20; 0 – 10 masės % matavimo ribos)  | Kasdien                                                           | Įsakymas Nr. 3D-145 [49] |
| Jaunas alus          | 1. Nuleidimo temperatūra                 | Spiritiniu termometru (matavimo ribos 0-20°C)          | Kiekvienas kubilas                                                |                          |
|                      | 2. pH                                    | Titravimas 1 M NaOH tirpalu                            | Kiekvienas kubilas                                                | LST 1990:2007 [50]       |
| Pasterizacija        | Pasterizacijos temperatūra               | Termopora su savirašiu                                 | Kasdien                                                           |                          |

[42]

#### 8 lentelė. Gatavo produkto kokybės kontrolė

| Kontrolės objektas                   | Kontroliuojamas parametras  | Kontrolės metodas                       | Periodiškumas     | Norminis dokumentas |
|--------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------|-------------------|---------------------|
| Alus iš saikininko, prieš išpilstymą | 1. Alkoholio kiekis         | Distiliacijos metodas                   | Kiekviena partija | LST 1572:2004 [21]  |
|                                      | 2. Tikrojo ekstrakto kiekis |                                         | Kiekviena partija | LST 1572:2004 [21]  |
|                                      | 3. pH                       | Titravimas 1 M NaOH tirpalu             | Kiekviena partija | LST 1990:2007 [50]  |
|                                      | 4. Spalva                   | Lyginimo metodas naudojant jodo tirpalą | Kiekviena partija | LST 1490:1997 [22]  |
| Išpilstytas alus                     | 1. Alkoholio kiekis         | Distiliacijos metodas                   | Atsitiktinai      | LST 1572:2004 [21]  |
|                                      | 2. Tikrojo ekstrakto kiekis |                                         | Atsitiktinai      | LST 1572:2004 [21]  |
|                                      | 3. pH                       | Titravimas 1 M NaOH tirpalu             | Atsitiktinai      | LST 1990:2007 [50]  |
|                                      | 4. Spalva                   | Lyginimo metodas naudojant jodo tirpalą | Atsitiktinai      | LST 1490:1997 [22]  |
|                                      | 5. CO <sub>2</sub> kiekis   | Manometrinis metodas                    | Atsitiktinai      |                     |

|  |                              |                              |              |                         |
|--|------------------------------|------------------------------|--------------|-------------------------|
|  | 6. Ženklinimas               | Alaus ženklavimo reglamentas | Atsitiktinai | Įsakymas Nr. 3D-701 [6] |
|  | 8. Pripylimo lygio matavimas | Pripylimo instrukcija        | Atsitiktinai |                         |

[42]

**9 lentelė. SVT monitoringas ir korekcinės priemonės**

| Proceso žingsnis SVT            | Kontroliuojamas RV                                                                                      | Prevencinė priemonė                                                                                           | Kritinės ribos                                                                                                    | Stebėjimo dažnis          | Koregavimo veiksmai                                                             | Atsakomybė                                                               | Įrašų laikymo vieta        |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Pasterizacija SVT1              | Patogeniniai mikroorganizmai likę po gamybos operacijų                                                  | Alaus mėginio tikrinimas mikrobiologijos laboratorijoje                                                       | Pateiktos priedo 5 lentelėje, turi atitikti minimalius kokybės standartus                                         | Kiekvienas virimas        | Kokybės neatitikęs gaminyje blokuojamas ir šalinamas iš gamybos linijos         | Kokybės kontrolės vadovas, tikrina kiekvieno virimo kokybės rezultatus   | Kokybės kontrolės žurnalas |
| Taros priėmimas ir valymas SVT2 | Patogeniniai mikroorganizmai, valymo likučiai ir kitos priemaišos su pakartotinai naudojama stiklo tara | Butelių plovimas ir praplovimas, mikrobiologinis tikrinimas laboratorijoje ir pašalinių priemaišų detektorius | Mikroorganizmų kiekis turi atitikti minimalius kokybės standartus, plovimo likučių ir kitų priemaišų neturi likti | Kiekvieną butelių partiją | Kokybės neatitinkanti tara pakartotinai valoma arba šalinama iš gamybos linijos | Kokybės kontrolės vadovas, tikrina kiekvienos plovimo kokybės rezultatus | Kokybės kontrolės žurnalas |
| Taros fizinis tikrinimas SVT3   | Pakartotinai naudojamose stiklinės taros įtrūkimai ir                                                   | Butelių automatinis ir darbuotojų monitoringas                                                                | Neturi būti jokių taros pažeidimų                                                                                 | Kiekvieną butelių partiją | Kokybės neatitinkanti tara šalinama iš gamybos linijos                          | Kokybės kontrolės vadovas, tikrina kiekvie                               | Kokybės kontrolės žurnalas |

|                                               |                                                                               |                                                                                                          |                                                                                                                                  |                           |                                                                                                                          |                                                                                                                              |                                              |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
|                                               | nuskilimai                                                                    |                                                                                                          |                                                                                                                                  |                           |                                                                                                                          | nos<br>pamain<br>os<br>kokybės<br>s<br>rezultat<br>us                                                                        |                                              |
| KEG<br>taros<br>valymas<br>SVT4               | Patogenini<br>ai<br>mikroorga<br>nizmai ir<br>cheminiai<br>valymo<br>likučiai | KEG<br>plovimas ir<br>praplovimas,<br>kokybės<br>tikrinimas<br>mikrobiologi<br>jos<br>laboratorijoj<br>e | Neturi<br>likti<br>valymo<br>likučių,<br>mikroor<br>ganizma<br>i turi<br>atitikti<br>minimal<br>ius<br>kokybės<br>standart<br>us | Kas 24<br>KEG<br>statines | Kokybės<br>neatitinkanti<br>tara<br>pakartotinai<br>plaunama                                                             | Kokybės<br>s<br>kontrol<br>ės<br>vadova<br>s,<br>tikrina<br>kiekvie<br>nos<br>pamain<br>os<br>kokybės<br>s<br>rezultat<br>us | Koky<br>bės<br>kontr<br>olės<br>žurna<br>las |
| Išpilsty<br>mas<br>SVT5                       | Sporiniai<br>mikroorga<br>nizmai                                              | Sandarus<br>išpilstymas<br>žemoje<br>temperatūroj<br>e                                                   | Mikroor<br>ganizma<br>i turi<br>atitikti<br>minimal<br>ius<br>kokybės<br>standart<br>us                                          | Kiekvien<br>s virimas     | Kokybės<br>neatitinkantis<br>gaminys<br>blokuojamas<br>ir šalinamas<br>iš gamybos<br>linijos                             | Kokybės<br>s<br>kontrol<br>ės<br>vadova<br>s,<br>tikrina<br>kiekvie<br>no<br>virimo<br>kokybės<br>s<br>rezultat<br>us        | Koky<br>bės<br>kontr<br>olės<br>žurna<br>las |
| Vidinis<br>sistemos<br>valymas<br>CIP<br>SVT6 | Cheminiai<br>valymo<br>likučiai                                               | Tinkamas<br>valymo<br>įrenginių<br>sureguliuavim<br>as                                                   | Neturi<br>likti<br>valymo<br>likučių<br>vidinėje<br>gamybo<br>s<br>sistemoj<br>e                                                 | Kas<br>mėnesį             | Esant<br>kokybės<br>neatitikimam<br>s<br>perreguliuoja<br>ma valymo<br>sistema ir<br>vykdomas<br>pakartotinis<br>valymas | Kokybės<br>s<br>kontrol<br>ės<br>vadova<br>s,<br>tikrina<br>kiekvie<br>no<br>mėnesi<br>o<br>kokybės<br>s<br>rezultat<br>us   | Koky<br>bės<br>kontr<br>olės<br>žurna<br>las |



## 7. ŽALIAVŲ IR PAGALBINIŲ MEDŽIAGŲ SKAIČIAVIMAS

Norint pagaminti darbo užduotyje pateiktos 540 000 litrų per metus apimties europietiško *lager* tipo alaus, reikalinga sužinoti kiek tam bus sunaudota žaliavų ir pagalbinių medžiagų. Gaminti buvo pasirinkta dviejų rūšių lagerius: šviesųjį [Š] ir tamsųjį [T]. Lietuvoje ir visame pasaulyje dominuoja šviesiojo europietiško lagerio suvartojimas lyginant su tamsiuoju. Atsižvelgiant į alaus paklausą, 75% (405 000 l) projektuojamos apimties per metus skirta šviesiajam alui, o 25% (135 000 l) tamsiajam alui gaminti. Dėl skirtingos gamybos apimties, skirsis žaliavų ir pagalbinių medžiagų kiekiai.

### 7.1. 100 kg salyklinių medžiagų skaičiavimai

Apskaičiuoti visos gamybos sąnaudas naudojama žaliavų ir pagalbinių medžiagų kiekių, reikalingų aprūpinti 100 kg grūdinės įkrovos, skaičiavimai. Projektuojamiems šviesiajam ir tamsiajam alui gaminti naudojami skirtingi salyklinių medžiagų kiekiai taip pat norint sutaupyti suvartojamo salyklo pridėta termiškai apdorotų miežių rupinių po 20 % nuo visos įkrovos kiekio (10 lentelė). Gaminant bet kokios rūšies alų neišvengiamai susiduriama su gamybos nuostoliais technologinių procesų ir transportavimo metu (11 lentelė). Taip pat skaičiuojant ir siekiant norimos gamybos apimties be patiriamų nuostolių būtina atsižvelgti į naudojamų pagalbinių medžiagų kiekius ir norimo gauti produkto rodiklius (12 lentelė).

**10 lentelė.** Salyklinių medžiagų kiekiai ir savybės

| Salyklinė medžiaga | Salyklinės medžiagos kiekis<br>kg/100kg įkrovos |              | Spalva,<br>°EBC vnt | Drėgmė, % | Ekstraktingumas,<br>% |
|--------------------|-------------------------------------------------|--------------|---------------------|-----------|-----------------------|
|                    | Šviesusis [Š]                                   | Tamsusis [T] |                     |           |                       |
| Carahell light     | 43                                              | 38           | 3                   | 7         | 76                    |
| Munich             | 6                                               | 6            | 8                   | 3,3       | 78                    |
| Biscuit            | 1                                               | 1            | 35                  | 4,5       | 70                    |
| Lager (2 row)      | 30                                              | 30           | 1                   | 5         | 80                    |
| Roasted Barley     | -                                               | 5            | 575                 | 3         | 60                    |
| Miežių rupiniai    | 20                                              | 20           | 1                   | 3,1       | 82                    |

**11 lentelė.** Gamybos metu patiriami nuostoliai

| Patiriami nuostoliai                                                        | Nuostolio vertė, % |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Ekstrakto nuostoliai misos virimo metu                                      | 2,1                |
| Misos nuostoliai nuskaidrinimo ir atšaldymo metu (nuo karštos misos kiekio) | 5,2                |
| Nuostoliai pagrindinio rauginimo metu (nuo šaltos misos kiekio)             | 3,0                |

|                                                                          |     |
|--------------------------------------------------------------------------|-----|
| Nuostoliai brandinimo metu (nuo jauno alaus kiekio)                      | 1,0 |
| Nuostoliai filtravimo metu (nuo jauno alaus kiekio)                      | 1,9 |
| Nuostoliai alų išpilstant ir pasterizuojant (nuo filtruoto alaus kiekio) | 2,1 |

**12 lentelė.** Žaliavų norminiai kiekiai ir produkto savybės

| Žaliavų ir produkto charakteristikos                                   | Vertė |
|------------------------------------------------------------------------|-------|
| Priimta apynių norma $N_{ap}$ , g/dl                                   | 9,3   |
| Priimtas mielių kiekis $N_m$ , l/dal                                   | 0,85  |
| Pieno rūgšties sąnaudos $N_{p,r}$ , kg/100 kg grūdinės žaliavos        | 0     |
| Kalcio chlorido sąnaudos ml/100 l misos                                | 60    |
| Pirminė misos sausųjų medžiagų koncentracija $e$ , %                   | 11    |
| Alaus tankis 20 °C temperatūroje $d_m$ , kg/l                          | 1,038 |
| Karštos misos išsiplėtimo koeficientas $K$ , esant 100 °C temperatūrai | 1,03  |

Atsižvelgiant į 10 ir 11 lentelių pateiktais duomenimis skaičiuojamas išvalytų ir nupoliruotų salyklinių medžiagų išskiriamas ekstrakto kiekis verdant:

- Randama bendra salyklinių medžiagų drėgmė:

$$[\text{Š}] W_1 = \frac{43 \cdot 7\% + 6 \cdot 3,3\% + 1 \cdot 4,5\% + 30 \cdot 5,0\% + 20 \cdot 3,1\%}{100} = 5,373\%$$

$$[\text{T}] W_2 = \frac{38 \cdot 7\% + 6 \cdot 3,3\% + 1 \cdot 4,5\% + 30 \cdot 5,0\% + 5 \cdot 3\% + 20 \cdot 3,1\%}{100} = 5,173\%$$

- Tuomet bendras sausųjų medžiagų kiekis salyklinėje žaliavoje bus:

$$[\text{Š}] \sum Q_{s.m.1} = 100 - 5,373 = 94,627 \text{ kg}$$

$$[\text{T}] \sum Q_{s.m.2} = 100 - 5,173 = 94,827 \text{ kg}$$

- Randamas bendras ekstraktingumas:

$$[\text{Š}] E_1 = \frac{43 \cdot 76\% + 6 \cdot 78\% + 1 \cdot 70\% + 30 \cdot 80\% + 20 \cdot 82\%}{100} = 78,460\%$$

$$[\text{T}] E_2 = \frac{38 \cdot 76\% + 6 \cdot 78\% + 1 \cdot 70\% + 30 \cdot 80\% + 5 \cdot 60\% + 20 \cdot 82\%}{100} = 77,660\%$$

- Tuomet ekstraktinių medžiagų kiekis švariose salykinėse medžiagose bus:

$$[\text{Š}] \sum Q_{ekstr.1} = 94,627 \cdot \frac{78,460\%}{100} = 74,24 \text{ kg}$$

$$[\text{T}] \sum Q_{ekstr.2} = 94,827 \cdot \frac{77,660\%}{100} = 73,64 \text{ kg}$$

- Randame ekstraktinių medžiagų kiekius įvertinus nuostolius virimo metu:

$$\sum Q_{ekstr} = \frac{\sum Q_{ekstr} \cdot (100 - \text{nuos.})}{100}, \text{ čia } \text{nuos.} - \text{ ekstrakto nuostoliai misos virimo metu}$$

$$[\text{Š}] \Sigma Q_{\text{ekstr}} = \frac{74,24 \cdot (100 - 2,1)}{100} = 72,68 \text{ kg}$$

$$[\text{T}] \Sigma Q_{\text{ekstr}} = \frac{73,64 \cdot (100 - 2,1)}{100} = 72,09 \text{ kg}$$

Gavome kad į misą patenka 72,68 ir 72,09 kg ekstraktinių medžiagų atitinkamai gaminant šviesų ir tamsų alų. Toliau remiantis 11, 12 lentelių ir prieš tai apskaičiuotais duomenimis skaičiuojama tarpinių produktų ir galutinio alaus kiekiai iš 100 kg grūdinės įkrovos:

- Randama bendra misos masė:

$Q_{\text{miso}} = (\Sigma Q_{\text{ekstr}} \cdot 100) / e$ ; čia:  $e$  - pirminė misos sausųjų medžiagų koncentracija, %

$$[\text{Š}] Q_{\text{miso1}} = \frac{72,68 \cdot 100}{11} = 660,73 \text{ kg}$$

$$[\text{T}] Q_{\text{miso2}} = \frac{72,09 \cdot 100}{11} = 655,36 \text{ kg}$$

- Apskaičiuojami misos tūriai prie 20°C temperatūros:

$V_m = Q_{\text{miso}} / d_{\text{miso}}$ , čia:  $d_{\text{miso}}$  – misos tankis kg/l

$$[\text{Š}] V_m = \frac{660,73}{1,038} = 636,54 \text{ l} = 63,65 \text{ dal}$$

$$[\text{T}] V_m = \frac{655,36}{1,038} = 631,37 \text{ l} = 63,14 \text{ dal}$$

- Karštos misos kiekis:

$V_{k.m.} = V_m \cdot K$ , čia:  $K$  - karštos misos išsiplėtimo koeficientas  $K$ , esant 100 °C temperatūrai

$$[\text{Š}] V_{k.m.} = 63,65 \cdot 1,03 = 65,56 \text{ dal}$$

$$[\text{T}] V_{k.m.} = 63,14 \cdot 1,03 = 65,03 \text{ dal}$$

- Šaltos misos kiekis:

$V_{s.m.} = (V_{k.m.} \cdot (100 - 5,2)) / 100$ , čia: 5,2 - misos nuostoliai nuskaidrinimo ir atšaldymo metu (nuo karštos misos kiekio)

$$[\text{Š}] V_{s.m.} = \frac{65,56 \cdot (100 - 5,2)}{100} = 62,15 \text{ dal}$$

$$[\text{T}] V_{s.m.} = \frac{65,03 \cdot (100 - 5,2)}{100} = 61,65 \text{ dal}$$

- Jauno alaus kiekis:

$V_{j.al.} = V_{s.m.} \cdot (100 - 3,0) / 100$ , čia: 3,0 - nuostoliai pagrindinio rauginimo metu (nuo šaltos misos kiekio)

$$[\text{Š}] V_{j.al.} = \frac{62,15 \cdot (100 - 3,0)}{100} = 60,29 \text{ dal}$$

$$[T] V_{j.al.} = \frac{61,65 \cdot (100 - 3,0)}{100} = 59,80 \text{ dal}$$

- Subbrandinto ir nufiltruoto alaus kiekis:

$V_{s.n.} = V_{j.al.} \cdot (100 - (1,0 + 1,9)) / 100$ , čia: 1,0 ir 1,9 – nuostoliai atitinkamai brandinimo ir filtravimo metu (nuo jauno alaus kiekio)

$$[Š] V_{s.n.} = \frac{60,29 \cdot (100 - (1,0 + 1,9))}{100} = 58,54 \text{ dal}$$

$$[T] V_{s.n.} = \frac{59,80 \cdot (100 - (1,0 + 1,9))}{100} = 58,07 \text{ dal}$$

- Pagaminto (prekinio) alaus kiekis:

$V_{pag.al.} = V_{s.n.} \cdot (100 - 2,1) / 100$ , čia: 2,1 – nuostoliai alų išpilstant ir pasterizuojant (nuo filtruoto alaus kiekio)

$$[Š] V_{pag.al.} = \frac{58,54 \cdot (100 - 2,1)}{100} = 57,31 \text{ dal}$$

$$[T] V_{pag.al.} = \frac{58,07 \cdot (100 - 2,1)}{100} = 56,85 \text{ dal}$$

- Bendri skystos fazės nuostoliai  $\pi$  (karštos misos ir pagaminto alaus):

$$\pi = (V_{k.m.} - V_{pag.al.}) / V_{k.m.} \cdot 100$$

$$[Š] \pi = \frac{65,56 - 57,31}{65,56 \cdot 100} = 12,58 \%$$

$$[T] \pi = \frac{65,03 - 56,85}{65,03 \cdot 100} = 12,58 \%$$

- Reikalingas vandens kiekis 100 kg salyklinėms medžiagoms:

$$M_v = \frac{S}{100} \cdot \frac{100 - F_p}{F_p} \cdot R_v$$

Čia  $M_v$  – vandens kiekis, l; S – žaliavos kiekis (salyklinės medžiagos), kg;  $F_p$  – sausų medžiagų kiekis pradinėje misoje, %;  $R_v$  – salyklo ekstraktas, %;

$$[Š] M_v = \frac{100}{100} \cdot \frac{100 - 11}{11} \cdot 74,24 = 600,67 \text{ l}$$

$$[T] M_v = \frac{100}{100} \cdot \frac{100 - 11}{11} \cdot 73,64 = 595,81 \text{ l}$$

- Reikalingas apynių kiekis:

$$P_{ap} = \frac{N_{ap} \cdot V_{pag.al.}}{1000}, \text{ kg, čia: } N_{ap} \text{ – apynių norma, g/dal}$$

$$[Š] P_{ap} = \frac{9,3 \cdot 57,31}{1000} = 0,5329 \text{ kg} = 532,9 \text{ g}$$

$$[T] P_{ap} = \frac{9,3 \cdot 56,85}{1000} = 0,5287 \text{ kg} = 528,7 \text{ g}$$

Projektuojamame aluje parinkta naudoti 40 % Vokiškų *Magnum*, 30 % Angliškų *Wye target* ir 30 % Slovėniškų *Super styrians* visų dedamų apynių kiekio.

- Reikalingas mielių kiekis:

$$P_m = \frac{N_m \cdot V_{pag.al.}}{10}, \text{ l, čia: } N_m - \text{mielių norma, l/dal}$$

$$[Š] P_m = \frac{0,85 \cdot 57,31}{10} = 4,871 \text{ l}$$

$$[T] P_m = \frac{0,85 \cdot 56,85}{10} = 4,832 \text{ l}$$

Toliau skaičiuojama gamybos atliekų kiekiai gauti naudojant 100 kg grūdinės įkrovos:

- Susidarančio salyklojaus kiekis:

$$P_{salyklojaus} = 120 \text{ kg}$$

- Išsiskiriančio CO<sub>2</sub> kiekis:

$$P_{CO_2} = \frac{150 \cdot V_{pag.al.}}{1000}, \text{ kg, čia: } 150 - \text{CO}_2 \text{ išsiskyrimas, g/dal}$$

$$[Š] P_{CO_2} = \frac{150 \cdot 57,31}{1000} = 8,597 \text{ kg}$$

$$[T] P_{CO_2} = \frac{150 \cdot 56,85}{1000} = 8,528 \text{ kg}$$

Galčiausiai atliekami spalvos skaičiavimai, nuo kurių priklauso gaminamo alaus šviesumas:

Pagal x lentelės duomenis apskaičiuojama salyklo spalva:

$$\text{koef} = \text{misos konc.} / 10 = 11 / 10 = 1,1$$

$$[Š] \frac{43 \cdot 3 + 6 \cdot 8 + 1 \cdot 35 + 30 \cdot 1 + 20 \cdot 1}{100} \cdot 1,1 = 2,88 \approx 3 \text{ EBC vnt.}$$

Iš salyklo, kurio spalva 3 EBC vnt., pagaminto alaus spalva bus 3-5 EBC daugiau, pasirenkama gauta spalva – 6 EBC vnt.

$$[T] \frac{38 \cdot 3 + 6 \cdot 8 + 1 \cdot 35 + 30 \cdot 1 + 5 \cdot 575 + 20 \cdot 1}{100} \cdot 1,1 = 34,34 \approx 34 \text{ EBC vnt.}$$

Iš salyklo, kurio spalva 34 EBC vnt., pagaminto alaus spalva bus 3-5 EBC daugiau, pasirenkama gauta spalva – 37 EBC vnt.

## 7.2. Skaičiavimai vienam virimui ir sąnaudos per metus

Projektuojamų šviesiojo ir tamsiojo europietiško *lager* tipo alaus per metus kartu pagaminama 540 000 litrų. Pasirinkta šviesiam alui skirti 75 % visos metų gamybos apimties, tai sudaro 405 000 litrų per metus. Likę 25 % skirti tamsiojo europietiško lageriui, kurio gamybos apimtis siekia 135 000 litrų per metus. Alus verdamas kiekvieną mėnesį, tai lemia, kad per mėnesį galima tikėtis 33 750 l ir 11 250 l atitinkamai šviesaus ir tamsaus alaus. Dėl nevienodo apimties paskirstymo, mėnesio virimo grafikas paskirstomas skirtingai (13 lentelė).

**13 lentelė.** Projektuojamo alaus virimo grafikas

| Savaitė | Diena | Virimas            |                   |
|---------|-------|--------------------|-------------------|
|         |       | Šviesusis alus [Š] | Tamsusis alus [T] |
| 1       | 1     | +                  | -                 |
| 2       | 8     | +                  | -                 |
| 3       | 15    | -                  | +                 |
| 4       | 22    | +                  | -                 |

Verdama kiekvieną savaitę po 2 virimus per nustatytas dienas, tai reiškia kad iš viso bus atliekami 8 virimai per mėnesį. 6 virimai skirti šviesiam alui, 2 virimai tamsiam alui gaminti, tai suteikia sąlygas per vieną virimą gauti po 5 625 l kiekvienos rūšies prekinio alaus (14 lentelė). Įrenginių valymas ir dezinfekavimas vykdomas kiekvieną savaitę po, nustatytos virimo dienos, dviejų virimų.

**14 lentelė.** Europietiškojo lagerio alaus gamybos sąnaudos ir tarpinių produktų kiekiai

| Šviesusis europietiškas lageris [Š]                         |        |           |            |           |
|-------------------------------------------------------------|--------|-----------|------------|-----------|
| Žaliava/Tarpinis produktas                                  | 100 kg | 1 virimui | Per mėnesį | Per metus |
| Sąlyklinių medžiagų sąnaudos, $V_{\text{žal}}$ , t, iš jų:  | 0,100  | 0,981     | 5,886      | 70,632    |
| <i>Carahell light malt</i>                                  | 0,043  | 0,422     | 2,532      | 30,384    |
| <i>Munich malt</i>                                          | 0,006  | 0,059     | 0,354      | 4,248     |
| <i>Biscuit malt</i>                                         | 0,001  | 0,009     | 0,054      | 0,648     |
| <i>Lager (2 row) malt</i>                                   | 0,030  | 0,294     | 1,764      | 21,168    |
| Miežių rupiniai                                             | 0,020  | 0,196     | 1,176      | 14,112    |
| Apynių sąnaudos, $P_{\text{ap}}$ , kg, iš jų:               | 0,5329 | 5,230     | 31,380     | 376,560   |
| <i>Magnum</i>                                               | 0,2132 | 2,092     | 12,552     | 150,624   |
| <i>Wye target</i>                                           | 0,1599 | 1,569     | 9,414      | 112,968   |
| <i>Super styrians</i>                                       | 0,1599 | 1,569     | 9,414      | 112,968   |
| Miežių sąnaudos, $P_m$ , l                                  | 4,871  | 47,809    | 286,854    | 3442,25   |
| Vandens sąnaudos, $M_v$ , l                                 | 600,67 | 5895,607  | 35373,642  | 424483,7  |
| Išsiskiriančio $\text{CO}_2$ kiekis, $P_{\text{CO}_2}$ , kg | 8,597  | 84,380    | 506,280    | 6075,36   |
| Misos tūris, $V_m$ , l                                      | 636,5  | 6247,274  | 37483,644  | 449803,73 |
| Karštos misos tūris, $V_{k,m}$ , l                          | 655,6  | 6434,741  | 38608,446  | 463301,35 |

|                                                     |        |           |            |           |
|-----------------------------------------------------|--------|-----------|------------|-----------|
| Šalta misa, $V_{s.m}$ , l                           | 621,5  | 6100,048  | 36600,288  | 439203,46 |
| Jaunas alus, $V_{j.al}$ , l                         | 602,9  | 5917,488  | 35504,928  | 426059,14 |
| Subrandintas ir nufiltruotas alus, $V_{s.n}$ , l    | 585,4  | 5745,725  | 34474,35   | 413692,2  |
| Prekinis alus, $V_{pag.al}$ , l                     | 573,1  | 5625      | 33750      | 405000    |
| <b>Tamsusis europietiškas lageris [T]</b>           |        |           |            |           |
| Žaliava/Tarpinis produktas                          | 100 kg | 1 virimui | Per mėnesį | Per metus |
| Salyklinių medžiagų sąnaudos, $V_{žal}$ , t, iš jų: | 0,100  | 0,989     | 1,978      | 23,763    |
| <i>Carahell light malt</i>                          | 0,038  | 0,376     | 0,752      | 9,024     |
| <i>Munich malt</i>                                  | 0,006  | 0,059     | 0,118      | 1,416     |
| <i>Biscuit malt</i>                                 | 0,001  | 0,009     | 0,018      | 0,216     |
| <i>Lager (2 row) malt</i>                           | 0,030  | 0,297     | 0,594      | 7,128     |
| <i>Roasted Barley malt</i>                          | 0,005  | 0,049     | 0,098      | 1,176     |
| Miežių rupiniai                                     | 0,020  | 0,198     | 0,396      | 4,752     |
| Apynių sąnaudos, $P_{ap}$ , kg, iš jų:              | 0,5287 | 5,231     | 10,462     | 125,544   |
| <i>Magnum</i>                                       | 0,2115 | 2,092     | 4,184      | 50,208    |
| <i>Wye target</i>                                   | 0,1526 | 1,569     | 3,138      | 37,656    |
| <i>Super styrians</i>                               | 0,1526 | 1,569     | 3,138      | 37,656    |
| Mielių sąnaudos, $P_m$ , l                          | 4,832  | 47,810    | 95,620     | 1147,44   |
| Vandens sąnaudos, $M_v$ , l                         | 595,81 | 5895,221  | 11790,442  | 141485,3  |
| Išsiskiriančio $CO_2$ kiekis, $P_{CO_2}$ , kg       | 8,528  | 84,380    | 168,760    | 2025,12   |
| Misos tūris, $V_m$ , l                              | 631,4  | 6247,361  | 12494,722  | 149936,66 |
| Karštos misos tūris, $V_{k.m}$ , l                  | 650,3  | 6434,366  | 1268,732   | 15224,78  |
| Šalta misa, $V_{s.m}$ , l                           | 616,5  | 6099,933  | 12199,866  | 146398,39 |
| Jaunas alus, $V_{j.al}$ , l                         | 598,0  | 5916,886  | 11833,772  | 142005,26 |
| Subrandintas ir nufiltruotas alus, $V_{s.n}$ , l    | 580,7  | 5745,712  | 11491,424  | 137897,1  |
| Prekinis alus, $V_{pag.al}$ , l                     | 568,5  | 5625      | 11250      | 135000    |

### 7.3. Pagalbinių filtravimo ir pilstymo medžiagų skaičiavimai

Projektuojamam alui gaminti yra sunaudojama tam tikras kiekis pagalbinių filtravimo ir pilstymo medžiagų, be kurių nebūtų įmanoma gauti ir pateikti vartotojui aukštos kokybės gaminį. Filtravimo medžiaga yra įvairaus stambumo kizelgūras, kuris leidžia išgauti aukštą filtravimo efektyvumą. Kizelgūras naudojamas grubus, vidutinis ir smulkus. Bendras kizelgūro medžiagos kiekis filtre turi būti ne mažesnis nei  $1 \text{ kg/m}^3$ , kai filtravimo plotas  $9,2 \text{ m}^3$ . Taip pat kartu su kizelgūru į filtrą įnešama apie  $100 \text{ g/m}^3$  celiuliozės filtravimo medžiagai surišti ir adsorbento silikagelio. Kadangi projektuojama skirtingos apimties šviesaus ir tamsaus alaus gamyba, sunaudojamų pagalbinių filtravimo medžiagų kiekiai taip pat skirsis (15 lentelė).

**15 lentelė.** Sunaudojamų pagalbinių filtravimo medžiagų kiekiai

| Pagalbinė filtravimo medžiaga | Šviesusis europietiškas lageris [Š] |                |               |
|-------------------------------|-------------------------------------|----------------|---------------|
|                               | 1 virimui, kg                       | Per mėnesį, kg | Per metus, kg |
| Grubus kizelgūras             | 4,0                                 | 24             | 288           |

|                      |                                    |                |               |
|----------------------|------------------------------------|----------------|---------------|
| Vidutinis kizelgūras | 2,5                                | 15             | 180           |
| Smulkus kizelgūras   | 5,5                                | 33             | 396           |
| Celiuliozė           | 1,0                                | 6              | 72            |
| Silikagelis          | 2,0                                | 12             | 144           |
|                      | Tamsusis europietiškas lageris [T] |                |               |
|                      | 1 virimui, kg                      | Per mėnesį, kg | Per metus, kg |
| Grubus kizelgūras    | 4,0                                | 8              | 96            |
| Vidutinis kizelgūras | 2,5                                | 5              | 75            |
| Smulkus kizelgūras   | 5,5                                | 11             | 132           |
| Celiuliozė           | 1,0                                | 2              | 24            |
| Silikagelis          | 2,0                                | 4              | 48            |

Pagamintą alų pilstoma į 0,5 l daugkartinio naudojimo stiklinius butelius, 1 l PET butelius ir 30 l KEG statines (16 lentelė). Pagaminamo šviesiojo ir tamsiojo alaus apie 60 % nuo jų kiekio pilstoma į stiklinius butelius, kas atitinka 243 000 l šviesiojo ir 81 000 l tamsiojo prekinio alaus per metus. Stikliniai buteliai sandėliuojami dėžėse po 20 vienetų. Plastikiniams buteliams ir statinėms skirta po 20 % kiekvieno alaus gamybos apimtį, kas atitinka po 81 000 l šviesiojo ir 27 000 l tamsiojo prekinio alaus per metus. Dėl galimo broko pilstymo ir pakavimo medžiagų kiekiai padidinti 2 %.

**16 lentelė.** Sunaudojamų pilstymo ir pakavimo medžiagų kiekiai

| Pilstymo ir pakavimo medžiaga       | Šviesusis europietiškas lageris [Š] |                 |                |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------|----------------|
|                                     | 1 virimui, vnt                      | Per mėnesį, vnt | Per metus, vnt |
| Stikliniai buteliai 0,5 l           | 6885                                | 41310           | 495720         |
| Karūnkamščiai stikliniams buteliams | 6885                                | 41310           | 495720         |
| Etiketės stikliniams buteliams      | 6885                                | 41310           | 495720         |
| Dėžės stikliniams buteliams         | 344                                 | 2064            | 24768          |
| PET plastikiniai buteliai 1 l       | 1148                                | 6888            | 82656          |
| Kamšteliai PET tarai                | 1148                                | 6888            | 82656          |
| Etiketės PET tarai                  | 1148                                | 6888            | 82656          |
| Statinės 30 l                       | 191                                 | 1146            | 13752          |
|                                     | Tamsusis europietiškas lageris [T]  |                 |                |
|                                     | 1 virimui, vnt                      | Per mėnesį, vnt | Per metus, vnt |
| Stikliniai buteliai 0,5 l           | 6885                                | 13770           | 165240         |
| Karūnkamščiai stikliniams buteliams | 6885                                | 13770           | 165240         |
| Etiketės stikliniams buteliams      | 6885                                | 13770           | 165240         |
| Dėžės stikliniams buteliams         | 344                                 | 688             | 8256           |
| PET plastikiniai buteliai 1 l       | 1148                                | 2296            | 27552          |
| Kamšteliai PET tarai                | 1148                                | 2296            | 27552          |
| Etiketės PET tarai                  | 1148                                | 2296            | 27552          |
| Statinės 30 l                       | 191                                 | 382             | 4584           |



## 8. TECHNOLOGINIŲ ĮRENGIMŲ IR ĮRANGOS PARINKIMAS, SKAIČIAVIMAS, JŲ DARBO GRAFIKAS

### 8.1. Salyklinių medžiagų priėmimas ir laikymas

Gauti kokybišką alų, ir norint sklandžios jo gamybos būtina parinkti tinkamus technologinius įrengimus, pajėgius dirbti su naudojamais žaliavų kiekiais. Labai svarbu, kad įranga būtų pakankamo tūrio, galingumo ir patvarumo atlaikyti visas technologines ir saugojimo operacijas. Pirmiausia alaus gamyboje susiduriama su salyklu. Salyklas pristatomas transportavimo sunkvežimiais, jau išvalytas ir nupoliruotas. Salyklas supučiamas į aruodus, iš kurių suskirstoma į atskirus kiekvienai rūšiai bunkerius. Gaminti europietiškam šviesiajam ir tamsiajam lageriui iš viso naudojami 6 cilindriniai bunkeriai, kuriuose laikoma skirtingos rūšies salyklas ir miežių rupiniai. Atsižvelgiant į tai, kad priimtas bunkerio užpildymo koeficientas yra apie 0,8, o salyklinių medžiagų tankis maždaug  $500 \text{ kg/m}^3$  ir per mėnesį yra sunaudojama skirtingi kiekiai salykinės žaliavos parenkami skirtingos talpos „NERB GmbH“ bunkeriai (17 lentelė).

**17 lentelė.** Salyklinės žaliavos ir jos laikymo bunkerio parametrai

| Salyklinė žaliava          | Reikalingas kiekis per mėnesį, kg | Reikalingas minimalus bunkerio tūris, $\text{m}^3$ (įvertinus salyklo tankį) | Reikalingas bunkerio tūris, $\text{m}^3$ (įvertinus užpildymo koeficientą) | Parinktas bunkerio tūris, $\text{m}^3$ |
|----------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| <i>Carahell light malt</i> | 3284                              | 6,568                                                                        | 8,21                                                                       | 8,5                                    |
| <i>Munich malt</i>         | 472                               | 0,944                                                                        | 1,18                                                                       | 1,5                                    |
| <i>Biscuit malt</i>        | 72                                | 0,144                                                                        | 0,18                                                                       | 0,5                                    |
| <i>Lager (2 row) malt</i>  | 2358                              | 4,716                                                                        | 5,895                                                                      | 6,0                                    |
| <i>Roasted Barley malt</i> | 98                                | 0,196                                                                        | 0,245                                                                      | 0,5                                    |
| Miežių rupiniai            | 1572                              | 3,144                                                                        | 3,93                                                                       | 4,0                                    |

### 8.2. Salyklo valymas ir malimas

Priimtas salyklas yra išvalomas nuo pašalinių stambių priemaišų ir tiekiamas maltis. Transportuoti salyklą vertikalčiai į viršų nuo laikymo bunkerio apačios iki pirmojo valymo įrenginio naudojami kaušininiai elevatoriai. Naudojami „Milviteka“ gaminami elevatoriai, kurie pasižymi mažomis elektros sąnaudomis ir tylesniu darbu lyginant su kitais sraigtiniais ar pneumatiniiais transporteriais. Kaušininiai elevatoriai yra cinkuoto plieno lakšto korpusu ir greitai dylantys paviršiai padengti atspariu plastikui. Salyklas transportuojamas į kryžminį orinį separatorių, kuriame statmenai salyklo srauto tiekiamu oru atskiriama lengvesnė už salyklą frakcija. Sunkesnei už salyklą frakcijai atskirti naudojama akmenų atskirytuvai, su iškart ant jo transporterio įtaisytu magnetiniu būgniniu separatoriumi skirtu pašalinti metalo priemaišas.

Valymo įrenginiai ir transporteriai turi dirbti tokiu pačiu greičiu, siekiant didžiausio efektyvumo. Atsižvelgus į reikalingo salyklo kiekį parenkami 1 t/val našumo transporteriai ir valymo įrenginiai. Švarus salyklas atsveriamas ir nukreipiamas į švaraus salyklo bunkerį esantį virš malimo malūno. Transportuoti salyklą į bunkerį prieš malimą naudojami naujos kartos uždari ir lankstūs „Agritech“ transporteriai. Šie transporteriai gali būti nesunkiai komplektuojami esant vietos trūkumui dėl galimybės išlenkti įvairiais kampiais. Transporteriai yra cilindriniai (125 mm diametro) ir pagaminti iš didelio tankio PVC dangos, kurių viduje įtaisyta besisukanti spiralė salyklui transportuoti. Bunkeris švariam salyklui laikyti parenkamas atsižvelgiant į reikalingo salyklo vienam virimui kiekį. Vienam virimui sunaudojama iki 990 kg salyklinės medžiagos, tačiau naudojami termiškai apdoroti miežių rupniai (198 kg vienam virimui) nereikalauja malimo procedūros, todėl būtinas maltis salyklas siekia maždaug 790 kg vienam virimui. Priimant tai, jog vidutinis salyklo tankis yra  $500 \text{ kg/m}^3$ , minimaliai reikalingas  $1,58 \text{ m}^3$  švaraus salyklo bunkeris, todėl parenkama  $2 \text{ m}^3$ . Malimui naudojama „Apparatebau Nordhausen GmbH“ šešių valcų drėgno malimo malūnas, kurio našumas vienam virimui, esant 40 - 60 min trukmės mirkymo ir malimo procesams, turi siekti 1 t/val. Sumaltas salyklas yra sveriamas elektroninėmis svarstyklėmis, norint užtikrinti tinkamos receptūros alaus gamybos procesą. Svarstyklių našumas parenkamas kaip ir kitų transportavimo, valymo ir malimo įrenginių siekiant sklandžios ir neperstojamo gamybos proceso.

### 8.3. Mentalo paruošimas

Švarus ir sumaltas salyklas yra maišomas su vandeniu ir kaitinamas siekiant išgauti kuo daugiau alaus gamybai reikalingų medžiagų. Projektuojamam alui gaminti parinkta dekokcinio užmaišymo būdas mechaniškai išsiskiriantis tuo, kad naudojama du aparatai: mentalo užmaišymo bosas ir virimo katilas. Mentalo virimo katilas yra 1/3 karto mažesnis negu užmaišymo katilas, nes į jį patenka tik nedidelė užvirinimui skirta mentalo dalis. Abu katilai yra cilindriniai pagaminti iš nerūdijančio plieno su kūginiu dugnu ir sujungti vamzdžiais, kuriais mentalas teka iš vieno katilo į kitą. Taip pat abiejuose įtaisyti maišikliai, siekiant padidinti susimaišymo ir išsicukrinimo efektyvumą. Užvirinimo katile pasiekti iki  $102^\circ\text{C}$  temperatūrą yra įmontuotas atskiras vidinis kaitintuvas, taip pat kitaip nei užmaišymo katile, maišiklis yra galingesnis. Užmaišymo katilas, pastoviai palaikyti sudaromą temperatūrą, yra šildomas vandens garais. Užmaišymo ir virimo katilų parametrai projektuojamo alaus gamyboje surandami iš formulų. Užmaišymo katilo tūris apskaičiuojamas pagal formulę:  $V_k = 8 \cdot Q$ ,

čia  $V_k$  – katilo tūris,  $Q$  – maksimalus visų rūšių salyklo kiekis vienam virimui tonomis,  $8$  – katilo užpildymo koeficientas 1t salyklo ( $0,8 \text{ hl}$  tūrio/ $100 \text{ kg}$  salyklo).

$$V_k = 8 \cdot 0,990 = 7,92 \text{ m}^3$$

Parinkta 8 m<sup>3</sup> „Astra“ užmaišymo katilas ir 5,5 m<sup>3</sup> virinimo katilas, talpinantys atitinkamai 8000 l ir 5500 l mentalo.

Užmaišymo katilo aukščio ir skersmens santykis imamas 1:2. Todėl aukštį, pasižymime x, o skersmenį 2x ir apskaičiuojame nežinomąjį pagal lygtis:

$$\text{Užmaišymo katilas: } 3,14 \cdot \frac{(2x)^2}{4} \cdot x = 8$$

$$x = 1,366 \text{ m}$$

$$\text{Virimo katilas: } 3,14 \cdot \frac{(2x)^2}{4} \cdot x = 5,5$$

$$x = 1,205 \text{ m}$$

Gauname, kad užmaišymo katilo aukštis 1,366 m, o virimo katilo 1,205 m. Atitinkamai užmaišymo ir virimo katilų skersmenys yra 2,732 ir 2,410 m.

#### 8.4. Filtravimas

Filtracija reikalinga atskirti netirpias mentalo dalis (salyklojų) nuo tirpalo su tirpiosiomis dalimis. Tam tikslui mentalas paduodamas į filtrpresą. Filtrpresas sudarytas iš keliolikos plokštelių, kurių kiekviena turi audinį ir filtruojančią membraną. Į audinį patenka tirštas mentalas, kuris dėl sukurto, maždaug 1,5 atm slėgio, skverbiasi per filtravimo membranas į kitą plokštelės pusę. Kitoje pusėje gaunama skaidri misa, kuri transportuojama tiesiai į virimo katilą. Filtrpresas negali būti mažesnio našumo negu užmaišymo katilas, todėl parenkamas „Meura“ firmos 10 t/val našumo filtras. Filtracijos metu yra sunaudojama iki 2,2 l vandens misai apiplauti, kuris po to surenkamas į 6 000 l praplovimo vandens talpą.

Neišvengiamai po filtravimo susidaro netirpių dalelių, kurios turi būti surenkamos atskiroje talpoje. Salyklojaus susidaro 20 % daugiau nei naudojamų salyklinių medžiagų. Per parą atliekami du virimai, kurių metu sunaudojama iki 1980 kg salyklinės medžiagos. Gaunama 2380 kg salyklojaus, kuris esant 890 kg/m<sup>3</sup> tankiui užimtų maždaug 2,70 m<sup>3</sup>. Parenkama 3 m<sup>3</sup> talpa, kurios turinys privalomai ištuštinamas kiekvieną dieną.

#### 8.5. Misos virimas, nuskaidrinimas ir atšaldymas

Išfiltruota misa paduodama virti. Verdama sandariame, cilindrinės formos nerūdijančio plieno katile su vidiniu boileriu. Katilai gaminami iš austenitinio plieno, lengvai valomi naudojant automatines programas, atsparūs stipriai ėdiems valymo agentams. Dėl plieno tvirtumo katilai ir vamzdžiai gaminami plonesni, dėl to jų šiluminis laidumas yra mažesnis nei kito metalo įrangos. Pagrindinis kaitinimo agentas virimo katile yra vidinis boileris. Sausi garai yra sukuriama žemame slėgyje, maždaug 148 °C temperatūroje. Garai kondensuodamiesi ant

boilerio sienelių, perduoda šilumą virimo katilui, o kondensatas surenkamas ir garinamas naujai. Dėl putojimo galimybės verdant, virimo katilas naudojamas maždaug 20 % didesnis negu užmaišymo katilas. Kadangi užmaišymo katilo tūris 8 m<sup>3</sup>, virimo katilo tūris turi siekti 9,6 m<sup>3</sup>. Parenkamas 10 m<sup>3</sup> „JAASTRA-WAM“ virimo katilas, kurio parametrai apskaičiuojami formulėmis. Virimo katilo aukščio ir skersmens santykis imamas 1:2. Todėl aukštį, pasižymime x, o skersmenį 2x ir apskaičiuojame nežinomąjį pagal lygtis:

$$\text{Virimo katilas: } 3,14 \cdot \frac{(2x)^2}{4} \cdot x = 10$$

$$x = 1,471 \text{ m}$$

Gauname, kad virimo katilo aukštis 1,471 m, o skersmuo 2,942 m.

Virimo pabaigoje susidaro vandenyje netirpūs dribsniai ir apynių liekanos, kurios turi būti atskiriamos. Tam tikslui misa paduodama į nusodinimo kubilą (virpulį). Virpulys sudarytas iš vertikalaus, cilindrinio indo į kurį paduodama karšta misa. Misa įpurškiama tangentiškai, dėl ko išgaunamas sūkurio efektas. Kuomet indas užsipildo misos sukimasis sulėtėja, jo metu dėl išcentrinės jėgos atskiriamos visos, į taisyklingą kūgį sušokusios, netirpios dalelės. Parinkta „Meura“ firmos 11 m<sup>3</sup> virpulis, kuris 10 % didesnis už virimo katilą.

Po nusodinimo skaidri misa suleidžiama ir aušinama plokšteliniu šilumokaičiu. Atšaldymui naudojamas uždaras plokštelinis šilumokaitis sudarytas iš vertikaliai suspaustų nerūdijančio plieno plokštelių įspraustų į stipraus metalo rėmą. Plokštelės turi 4 skyles kampuose, iš kurių susidaro kanalai joms susispaudus. Per šiuos kanalus priešingomis kryptimis tiekiamas šaltas vanduo ir karšta misa. Vanduo ir misa plonais sluoksniais patenka šalia viena kitos esančias plokštelių ertmes ir juda vienas priešais kitą. Dėl plonų plokštelių šilumos laidumo vyksta šiluminiai mainai ir misa atšąla. Visa karšta misa (maždaug 6440 l) turi patekti į virpulį per 60 minučių, norint išvengti mikrobiologinės taršos ar alaus savybių pasikeitimo. Parinkta „Degong Equipment Technology Co“ firmos 6,5 m<sup>3</sup>/val našumo šilumokaitis.

## 8.6. Fermentacija ir brandinimas

Išfiltruota ir atšaldyta misa paduodama fermentacijai. Fermentacija negali vykti be pagrindinių jos sukėlėjų – mielių. Projektuojamam alui gaminti per parą sunaudojama apie 96 l mielių. Parinkta „KASPAR SCHULZ“ 100 l talpos mielių laikymo talpa, nepraleidžianti deguonies ir anglies dvideginio ir maksimaliai užtikrinanti mikrobiologinę švarą. Taip pat mielių dozavimui parinkta „Centec“ dozavimo sistema, kurios našumas siekia 3 hl/val.

Projektuojam alui fermentuotis ir brandintis parinkta cilindrinės konusinės talpos (CKT), kuriose palaikoma 7 – 10 °C temperatūra. Cilindrinės konusinės talpos gaminamos iš nerūdijančio plieno, europiniams lageriams gaminti CKT talpų aukštis dažniausiai 2 kartus

didesnis nei skersmuo, jose sudaromas aukštesnis slėgis. CKT iš vidaus yra lygios ir be jokių išsikišimų, taip išvengiama nešvarumų užsilaikymo ir mikrobinio užterštumo. Reikiamai temperatūrai pasiekti ir pašalinti fermentacijos metu susidariusią šilumą talpose įrengta šaldymo sistema. Dėl fermentacijos metu susidarančių putų ir anglies dioksido CKT talpos negali būti pilnai užpildytos, pageidautina palikti 25 % visos talpos neužpildytos. CKT dugnas yra kūgio formos, kas leidžia maksimaliai surinkti išsėdusias mieles. Per parą atliekami 2 tos pačios alaus rūšies virimai, kurių misa suleidžiama į vieną talpą fermentuotis ir brandintis, tai reiškia, kad per parą paruošiama apie 12 200 l šaltos misos. Parinkta 15,5 m<sup>3</sup> „JVNW“ firmos cilindrinės konusinės talpos, kuriose galima išlaikyti iki 15 500 l misos. Kadangi tose pačiose talpose vyksta ir brandinimas, reikalinga turėti daugiau šių talpų. Tamsaus alaus per mėnesį bus gaminama tik vieną parą, dėl ko šiam alui skiriama 1 CKT. Šviesiojo alaus gamyba užims 3 paras per mėnesį, ko pasekoje šio tipo alui skiriama 3 CKT. Iš viso fermentacijai ir brandinimui bus statomos 4 „JVNW“ cilindrinės konusinės talpos. Nusėdusioms mielėms surinkti yra statomos dvi talpos po 100 l, kuriose didžiausia temperatūra yra 8 °C.

### **8.7. Filtracija ir pasterizacija**

Iš subrandinto alaus pašalinti mielių liekanas ir kitas drumstumą sukeliančias medžiagas vykdoma filtracija. Filtracijai naudojami lakštinis filtras ir kizelgūrinis plokštelinis filtras. Lakštinis filtras yra indas su jame horizontaliai išdėstytomis metalinėmis plokštelėmis, kurių kiekvienos yra padengtos atitinkamo stambumo filtro medžiaga. Parinkta „IHI“ firmos plokštelinis filtras, kurio našumas siekia 70hl/h. Dėl papildomo skaidrumo ir alaus švarumo yra naudojamas ir kizelgūrinis filtras. Rėminiame kizelgūriniame filtre alus dėl sukurto slėgio keliauja per filtro kartonus, suspaustus tarp rėmų, užpildytus atitinkamo porėtumo kizelgūro medžiaga. Kizelgūriniame filtre pasiekama iki 2,3 – 3 atm., slėgis, kuris negali būti žemesnis nei išlaikymo metu vengiant alaus putojimo. Parinkta „H. StrassBurger GmbH + Co“ firmos 70 hl/val našumo kizelgūrinis filtras.

Skaidrus alus be mielių liekanų yra tiekiamas į saikininkus. Saikininkuose alus išlaikomas 3 – 4 °C temperatūroje, juose sudaromas ne mažesnis nei 1,5 atm., slėgis dėl anglies dioksido išlaikymo. Parenkamos dvi saikininkų talpos po 6000 l, nes po dviejų virimų gaunama maždaug 11 492 l subrandinto ir nufiltruoto alaus.

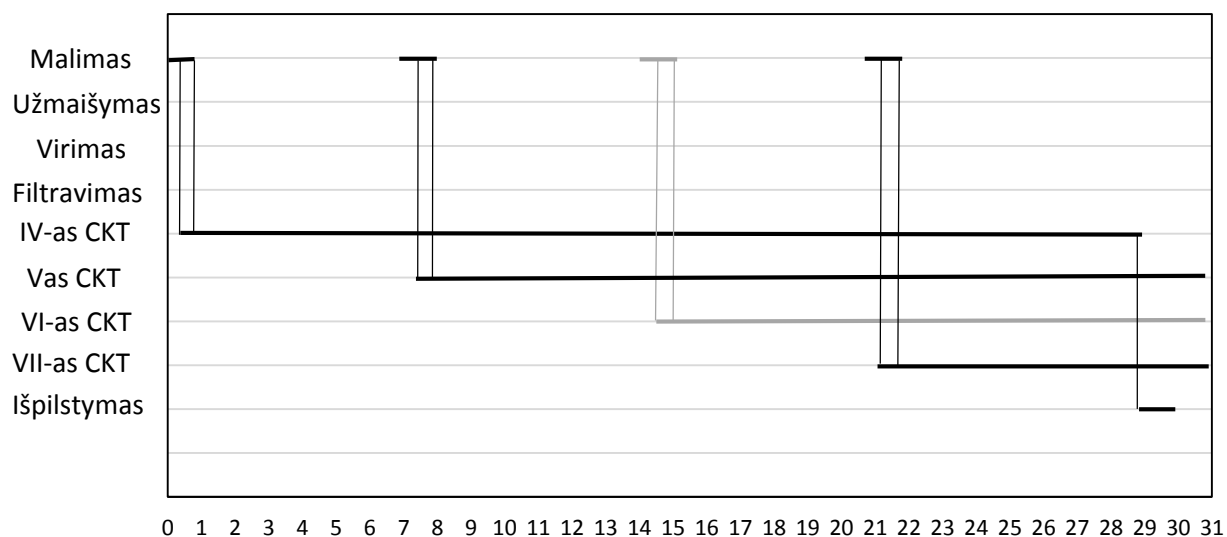
Pasterizacija reikalinga užtikrinti mikrobiologinę kokybę ir prailginti galiojimo laiką. Tam pasirinkta „Comac“ firmos srovinis pasterizatorius, kurio našumas siekia 40 hl/val.

### **8.8. Alaus išpilstymas ir saugojimas**

Po pasterizacijos alus išpilstomas į 0,5l rudo stiklo, 1l PET butelius ir 30l KEG statinaites. Vienos paros virimams yra sunaudojama 13 770 stiklinių butelių, 2296 PET butelių ir 382 statinės. Pageidautina, kad alus būtų išpilstytas per viena dieną, todėl parenkami atitinkamo našumo aparatai. Stikliniai buteliai iš sandėlio yra paduodami praplovimui, tam naudojama dviejų galų „Krones“ firmos butelių plovimo mašina, kurios našumas 30 000 – 135 000 butelių per valandą, su dviem plovimo voniomis. Toliau seka brokavimo ekranas „IRIS“, kuriame nustatomi nekokybiškai išplauti buteliai ir siunčiami pakartotinam plovimui. Švarūs ir pro brokavimo mašiną praėję buteliai siunčiami pilstymui, kur išpilstomas ir užsandarinamas alus. Išpilstymui pasirinkta „Krones“ pilstymo mašina tinkanti tiek stikliniams, tiek PET buteliams, mašinos našumas siekia iki 78 000 but/val (naudojama 3000 but/val). Užsandarinimui naudojama 3000 but/val „Closure Systems International“ firmos mašina, galinti užsandarinti stiklo, plastiko ir aliuminio butelius. Vėliau buteliai yra etiketuojami „Krones“ universalia moduline ir kartu rankovine mašina, galinčia apdirbti iki 72 000 butelių per valandą (naudojama 3000 but/val). Plastikiniai buteliai, be išvardintų operacijų, pakuojami po 6 į polietileninę pakuotę nuo 300 iki 2500 pak/val „Hermis“ firmos įrenginiu. Toliau buteliai yra paketuojami „Dan Palletiser“ mašina ant palečių. Stikliniams buteliams iškrauti iš dėžių ir į jas vėl sudėti naudojama „The Innopal“ firmos iškrovimo ir pakrovimo robotas. Pilstymui į KEG statines naudojamas „Comac“ firmos plovimo ir užpildymo automatas, kurio našumas 40 - 200 statinių/val.

### **8.9. Įrenginių organizavimo grafikas**

Apžvelgus visų projektuojamam alui gaminti įrenginių charakteristikas, nustatytas jų kiekis ir darbo grafikai. Pateiktas grafikas, pagal kurį vyks pagrindinės alaus gamybos operacijos (1 paveikslas) ir išsamesnės naudojamų įrenginių darbo grafikas vienam virimui (18 lentelė).



**1 pav.** Projektuojamo alaus gamybos įrenginių darbo grafikas

**18 lentelė.** Technologinių įrenginių darbo grafikas vienam virimui

| Eil Nr. | Įrenginio pavadinimas    | Darbo objektas     | Darbo trukmė, val | Pastabos                           |
|---------|--------------------------|--------------------|-------------------|------------------------------------|
| 1       | Kaušininis elevatorius   | Salyklas           | 1,0               | Atvešto salyklo transportavimas    |
|         |                          |                    | 0,25              | Transportavimas iš bunkerio        |
| 2       | Orinis separatorius      | Salyklas           | 0,25              | Lengvų priemaišų pašalinimas       |
| 3       | Akmenų atskirytuvai      | Salyklas           | 0,25              | Sunkių priemaišų pašalinimas       |
| 4       | Magnetinis separatorius  | Salyklas           | 0,28              | Metalo priemaišų pašalinimas       |
| 5       | Šlapio malimo malūnas    | Salyklas           | 0,3               | Salyklo malimas                    |
| 6       | Užmaišymo katilas        | Sumaltas salykklas | 2,3               | Mentalo užmaišymas                 |
| 7       | Filtrpresas              | Mentalas           | 0,5               | Netirpių medžiagų pašalinimas      |
| 8       | Virimo katilas           | Misa               | 1,5               | Misos virimas                      |
| 9       | Virpulis                 | Išvirta misa       | 0,27              | Netirpių medžiagų atskyrimui       |
| 10      | Šilumokaitis             | Išvirta misa       | 0,5               | Misos atšaldymas                   |
| 11      | CKT                      | Atšaldyta misa     | 683,0             | Misos fermentacija ir brandinimas  |
| 12      | Lakštinis filtras        | Alus               | 0,2               | Alaus netirpių dalelių pašalinimas |
| 13      | Kizelgūrinis filtrpresas | Alus               | 0,2               | Alaus netirpių dalelių pašalinimas |
| 14      | Pasterizatorius          | Alus               | 0,6               | Alaus pasterizacija                |
| 15      | Išpilstymas              | Alus               | 4,0               | Alaus išpilstymas                  |

## 9. IŠVADOS

1. Darbe yra suprojektuota šviesiojo ir tamsiojo europietiško lagerio alaus gamybos linija, kurios našumas 540 000 litrų alaus per metus. Gamybos linijoje įvertinti fizikiniai cheminiai ir biocheminiai pokyčiai.
2. Darbe yra apskaičiuoti žaliavų kiekiai, reikalingi projektuojamo alaus gamybai. Atsižvelgiant į juos parinkti gamyboje reikalingi įrengimai ir talpos.
3. Sudarytas technologinių procesų darbo organizavimo grafikas.
4. Darbe aprašytas tiriamasis darbas, kuriuo buvo teoriškai apžvelgta ir išanalizuota šiuolaikiniai alaus filtravimo metodai, taikytini europinio lagerio gamybai.
5. Grafinėje dalyje yra pateikiama technologinė europietiškojo lagerio alaus gamybos schema.



## 10. BIBLIOGRAFINIŲ NUORODŲ SĄRAŠAS

1. <http://www.alynas.lt/lt/apie-gyva-alu/naujas/>, žiūrėta 2015 02 09
2. <http://beergeek.lt/trumpoji-alaus-istorija/>, žiūrėta 2015 03 02
3. <http://lt.wikipedia.org/wiki/Lageras>, žiūrėta 2015 03 02
4. <http://www.aludariai.lt/lt/apie-alu/alau-stiliai/>, žiūrėta 2015 03 03
5. Dėl Lietuvos higienos normos HN 54:2008 „Maisto produktai. Didžiausios leidžiamos teršalų ir pesticidų likučių koncentracijos“ (Žin., 2008, Nr.V-884)
6. Dėl žemės ūkio ministro 2002 m. gruodžio 11 d. įsakymo nr. 487 “Dėl alaus apibūdinimo, gamybos ir prekinio pateikimo techninio reglamento patvirtinimo” pakeitimo, 2012 m. rugpjūčio 29 d. Nr. 3D-701.
7. Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2003 m. liepos 23 d. įsakymu Nr. V-455 Lietuvos higienos norma HN 24 : 2003 “Geriamojo vandens saugos ir kokybės reikalavimai”
8. [http://www.efiltrai.lt/lt/duomenu\\_baze/Atbulinis\\_Osmosas](http://www.efiltrai.lt/lt/duomenu_baze/Atbulinis_Osmosas), žiūrėta 2015 03 05
9. Roger Barth, PhD. 2013. The Chemistry Of Beer. The Science in the Suds. 330 p.
10. <http://www.spas.lt/Portalas/Baseino-Vandens-Prieziura/Dezinfekcija/>, žiūrėta 2015 03 05
11. Salykliniai miežiai. Supirkimo ir tiekimo reikalavimai, Lietuvos grūdų perdirbėjų asociacija, 2009 m.
12. ES Komisijos 2011 m. balandžio 29 d. reglamentas (ES) Nr. 420/2011, kuriuo iš dalies keičiamas Reglamentas (EB) Nr. 1881/2006, nustatantis didžiausias leistinas tam tikrų teršalų maisto produktuose koncentracijas
13. [http://www.maltosa.lt/lt/salyklo\\_gamyba,step.1](http://www.maltosa.lt/lt/salyklo_gamyba,step.1), žiūrėta 2015 03 09
14. Stan Hieronymus. 2012 m. For the love of hops. 252 p.
15. Dennis E. Briggs, Chris A. Boulton, Peter A. Brookes, Roger Stevens. 2004 m. Brewing Science and practice. 863 p.
16. <http://lt.wikipedia.org/wiki/Alus>, žiūrėta 2015 03 10
17. Chris White, Jamil Zainasfeff. 2010 m. Yeast: the practical guide to beer fermentation. 220 p.
18. <http://vmvt.lt/lt/maisto.sauga.ir.kokybe/maisto.priedai/>, žiūrėta 2015 03 12
19. <http://www.alutis.lt/news/news.php?id=711>, žiūrėta 2015 03 12
20. <http://www.visainfo.lt/pieno-ir-alaus-pramones-filtravimo-iranga-kizelgurinis-filtravimas-92547>, žiūrėta 2015 03 12
21. LST 1572:2004 „Alus. Etilo alkoholio koncentracijos, tikrojo ir pradinio ekstrakto nustatymas“

22. LST 1490:2006 „Alus. Spalvos nustatymas“
23. Lietuvos higienos norma HN 26:2006 „Maisto produktų mikrobiologiniai kriterijai,,
24. Komisijos reglamentas (EB) Nr. 1441/2007 iš dalies keičiantis Reglamentą (EB) Nr. 2073/2005 dėl maisto produktų mikrobiologinių kriterijų
25. <http://www.dieta.lt/maistoforas/produkto-sudetis/grupe/gerimai/produktas/alus-sviesus-35-tuurio-alkoholio/>, žiūrėta 2015 03 18
26. Bamforth C. W. 2006. Brewing new technologies. 484 p
27. [http://www.meura.com/uploads/pdf/MEURA%202001%20Hybrid\\_Technical%20Leaflet.pdf](http://www.meura.com/uploads/pdf/MEURA%202001%20Hybrid_Technical%20Leaflet.pdf), žiūrėta 2015 05 06
28. <http://indtec.co.uk/userfiles/file/Hop%20seed%20filters%202011.pdf>, žiūrėta 2015 05 06
29. <http://morebeer.com/brewingtechniques/library/backissues/issue1.4/barchet.html>, žiūrėta 2015 05 06
30. <http://www.westfalia-separator.com/products/decanter.html>, žiūrėta 2015 05 07
31. Rėminio kizelgūrinio filtro techninė instrukcija
32. <http://www.solidliquid-separation.com/pressurefilters/pressure.htm>, žiūrėta 2015 05 07
33. <http://www.vortogama.lt/filtration-materials-and-equipment/filter-aids>, žiūrėta 2015 05 08
34. <http://www.europeanbreweryconvention.org/PDF/2010/brewingsciencegroup2010/BSG%20EBC%20Paolo%20Fantozzi%20Germany%202010.pdf>, žiūrėta 2015 05 08
35. <http://www.pall.com/main/food-and-beverage/product.page?lid=gri78m2e>, žiūrėta 2015 05 08
36. <http://www.pall.com/main/industrial-manufacturing/product.page?lid=hw7uq77g>, žiūrėta 2015 05 08
37. <http://www.pall.com/main/industrial-manufacturing/product.page?id=20141002141345>, žiūrėta 2015 05 08
38. <http://www.pall.com/main/food-and-beverage/product.page?lid=gri78lw8>, žiūrėta 2015 05 08
39. <http://www.pall.com/main/food-and-beverage/product.page?id=52739>, žiūrėta 2015 05 08
40. [https://www.pall.com/pdfs/Food-and-Beverage/Pall\\_in\\_the\\_Brewery\\_Cluster\\_Filter\\_System\\_for\\_Cold\\_Sterile\\_Filtration.pdf](https://www.pall.com/pdfs/Food-and-Beverage/Pall_in_the_Brewery_Cluster_Filter_System_for_Cold_Sterile_Filtration.pdf), žiūrėta 2015 05 08
41. <http://www.alfalaval.com/solution-finder/products/brew-series/pages/howitworks.aspx>, žiūrėta 2015 05 06
42. Remiantis „Kauno alus“ technologine instrukcija.

43. <http://www.nevezis.lt/lt/naujienos/mieziu-rupiniai-alui.html>, žiūrėta 2015 03 17
44. <http://realbeer.com/spencer/FAQ/decoction.html>, žiūrėta 2015 03 19
45. <https://byo.com/bock/item/537-decoction-mashing-techniques>, žiūrėta 2015 03 19
46. <http://www.absoliuta.lt/ru/straipsniai/apie-lituotus-plokstelinius-silumokaicius.html>, žiūrėta 2015 03 19
47. <http://www.gizmag.com/beer-polymer/35461/>, žiūrėta 2015 05 11
48. [http://getfarming.com.au/pages/farming/articles\\_view.php?fId=9200020140401140546&cId=4](http://getfarming.com.au/pages/farming/articles_view.php?fId=9200020140401140546&cId=4), žiūrėta 2015 05 13
49. Dėl žemės ūkio ministro 2003 m. balandžio 8 d. įsakymo Nr. 3D-145 “Dėl grūdų sąlyginio krakmolingumo nustatymo taisyklių patvirtinimo”
50. LST 1990:2007 „Alus. Rūgštingumo nustatymas“
51. LST ISO 6222:2001 „Vandens kokybė. Kultivuojamųjų mikroorganizmų skaičiavimas. Kolonijų standžioje mitybos terpėje skaičiavimas“

## 11. PRIEDAI

**1 lentelė.** Geriamojo vandens toksiniai (cheminiai) rodikliai

| Rodiklio pavadinimas  | Mato vienetas | Ribinė rodiklio vertė, ne daugiau kaip | Reikalavimai analizės nustatymo metodui                                      |                       |                           |
|-----------------------|---------------|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------|
|                       |               |                                        | teisingumas, procentais                                                      | glaudumas, procentais | aptikimo riba, procentais |
| 1                     | 2             | 3                                      | 4                                                                            | 5                     | 6                         |
| 1. Akrilamidas        | µg/l          | 0,10                                   | Nustatoma pagal geriamojo vandens ruošimo ir tiekimo priemonės specifikaciją |                       |                           |
| 2. Stibis             | µg/l          | 5,0                                    | 25                                                                           | 25                    | 25                        |
| 3. Arsenas            | µg/l          | 10                                     | 10                                                                           | 10                    | 10                        |
| 4. Benzenas           | µg/l          | 1,0                                    | 25                                                                           | 25                    | 25                        |
| 5. Benzpirenas        | µg/l          | 0,010                                  | 25                                                                           | 25                    | 25                        |
| 6. Boras              | mg/l          | 1,0                                    | 10                                                                           | 10                    | 10                        |
| 7. Bromatas           | µg/l          | 25 (nuo 2008 m. gruodžio 26 d.–10)     | 25                                                                           | 25                    | 25                        |
| 8. Kadmis             | µg/l          | 5,0                                    | 10                                                                           | 10                    | 10                        |
| 9. Chromas            | µg/l          | 50                                     | 10                                                                           | 10                    | 10                        |
| 10. Varis             | mg/l          | 2,0                                    | 10                                                                           | 10                    | 10                        |
| 11. Cianidai          | µg/l          | 50                                     | 10                                                                           | 10                    | 10                        |
| 12. 1,2-dichloretanas | µg/l          | 3,0                                    | 25                                                                           | 25                    | 10                        |
| 13. Epichlorhidrinas  | µg/l          | 0,10                                   | Nustatoma pagal geriamojo vandens ruošimo ir tiekimo priemonės specifikaciją |                       |                           |
| 14. Fluoridas         | mg/l          | 1,5                                    | 10                                                                           | 10                    | 10                        |
| 15. Švinas            | µg/l          | 25 (nuo 2013 m. gruodžio 26 d.–10)     | 10                                                                           | 10                    | 10                        |
| 16. Gyvsidabris       | µg/l          | 1,0                                    | 20                                                                           | 10                    | 20                        |
| 17. Nikelis           | µg/l          | 20                                     | 10                                                                           | 10                    | 10                        |
| 18. Nitratas          | mg/l          | 50                                     | 10                                                                           | 10                    | 10                        |
| 19. Nitritas          | mg/l          | 0,50                                   | 10                                                                           | 10                    | 10                        |
| 20. Pesticidai        |               |                                        |                                                                              |                       |                           |

|                                                |      |                                        |                                                                              |    |    |
|------------------------------------------------|------|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----|----|
| 20.1. Aldrinas                                 | µg/l | 0,030                                  | 25                                                                           | 25 | 25 |
| 20.2. Dieldrinas                               | µg/l | 0,030                                  | 25                                                                           | 25 | 25 |
| 20.3. Heptachloras                             | µg/l | 0,030                                  | 25                                                                           | 25 | 25 |
| 20.4. Heptachlor-epoksidas                     | µg/l | 0,030                                  | 25                                                                           | 25 | 25 |
| 20.5. Kiti pesticidai                          | µg/l | 0,10                                   | 25                                                                           | 25 | 25 |
| 20.6. Pesticidų suma                           | µg/l | 0,50                                   | 25                                                                           | 25 | 25 |
| 21. Daugiakiliai aromatiniai angliavandeniliai | µg/l | 0,10                                   | 25                                                                           | 25 | 25 |
| 22. Selenas                                    | µg/l | 10                                     | 10                                                                           | 10 | 10 |
| 23. Tetrachloretenas ir trichloretenas         | µg/l | 10                                     | 25                                                                           | 25 | 10 |
| 24. Haloformų suma                             | µg/l | 150 (nuo 2008 m. gruodžio 26 d. – 100) | 25                                                                           | 25 | 10 |
| 25. Vinilo chloridas                           | µg/l | 0,50                                   | Nustatoma pagal geriamojo vandens ruošimo ir tiekimo priemonės specifikaciją |    |    |

**2 lentelė.** Jonų įtaka alaus savybėms

| Jonas        | Formulė                | Įtaka alaus savybėms                    |
|--------------|------------------------|-----------------------------------------|
| Bikarbonatas | $\text{HCO}_3^-$       | Didina pH                               |
| Kalcis       | $\text{Ca}^{2+}$       | Mažina pH                               |
| Chloridas    | $\text{Cl}^-$          | Didina saldumą, palaiko sulfatų balansą |
| Geležis      | $\text{Fe}^{2+}$       | Suteikia metalo, dygų skonį             |
| Oksonis      | $\text{H}_3\text{O}^+$ | Mažina pH, didina saldumą               |
| Magnis       | $\text{Mg}^{2+}$       | Reikalingas mielėms                     |
| Natris       | $\text{Na}^+$          | Didina saldumą, rūgštumą                |
| Sulfatas     | $\text{SO}_4^{2-}$     | Didina sausumą, kartumą                 |

**3. lentelė.** Alaus skirstymas pagal spalvą

| Alaus klasifikacija | Standartinis jodo vienetas | EBC vienetai |
|---------------------|----------------------------|--------------|
| Šviesusis           | Ne daugiau nei 1           | iki 15       |
| Pusšviesis          | 1 – 3,2                    | iki 38       |
| Tamsusis            | Daugiau nei 3,2            | 38 - 60      |

**4. lentelė.** Alaus skirstymas pagal stiprumą

|               |                                                        |
|---------------|--------------------------------------------------------|
| Alaus rūšis   | Faktinė etilo alkoholio koncentracija tūrio procentais |
| Labai silpnas | 0,5 – 1,2                                              |
| Silpnas       | 1,2 – 4,5                                              |
| Alus          | 4,5 – 6,0                                              |
| Stiprusis     | 6,0 – 8,5                                              |
| Labai stiprus | Daugiau nei 8,5                                        |

**5 lentelė.** Kitų maisto produktų mikrobiologiniai kriterijai

| Maisto produkto pavadinimas      | Mikroorganizmai                                        | Mėginio vienetų skaičius |   | Užterštumo riba  |            |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------|---|------------------|------------|
|                                  |                                                        | n                        | c | m                | M          |
| 1                                | 2                                                      | 3                        | 4 | 5                | 6          |
| Gaminiai tiesioginiam vartojimui | <i>B. cereus</i>                                       | 5                        | 2 | 1000 ksv/g       | 1000 ksv/g |
|                                  | Koagulazę gaminantys stafilokokai ( <i>S. aureus</i> ) | 5                        | 2 | 100 ksv/g        | 1000 ksv/g |
|                                  | <i>Salmonella</i>                                      | 5                        | 0 | 25 g neturi būti |            |

**6 lentelė.** RVASVT planas: europinio lagerio alus

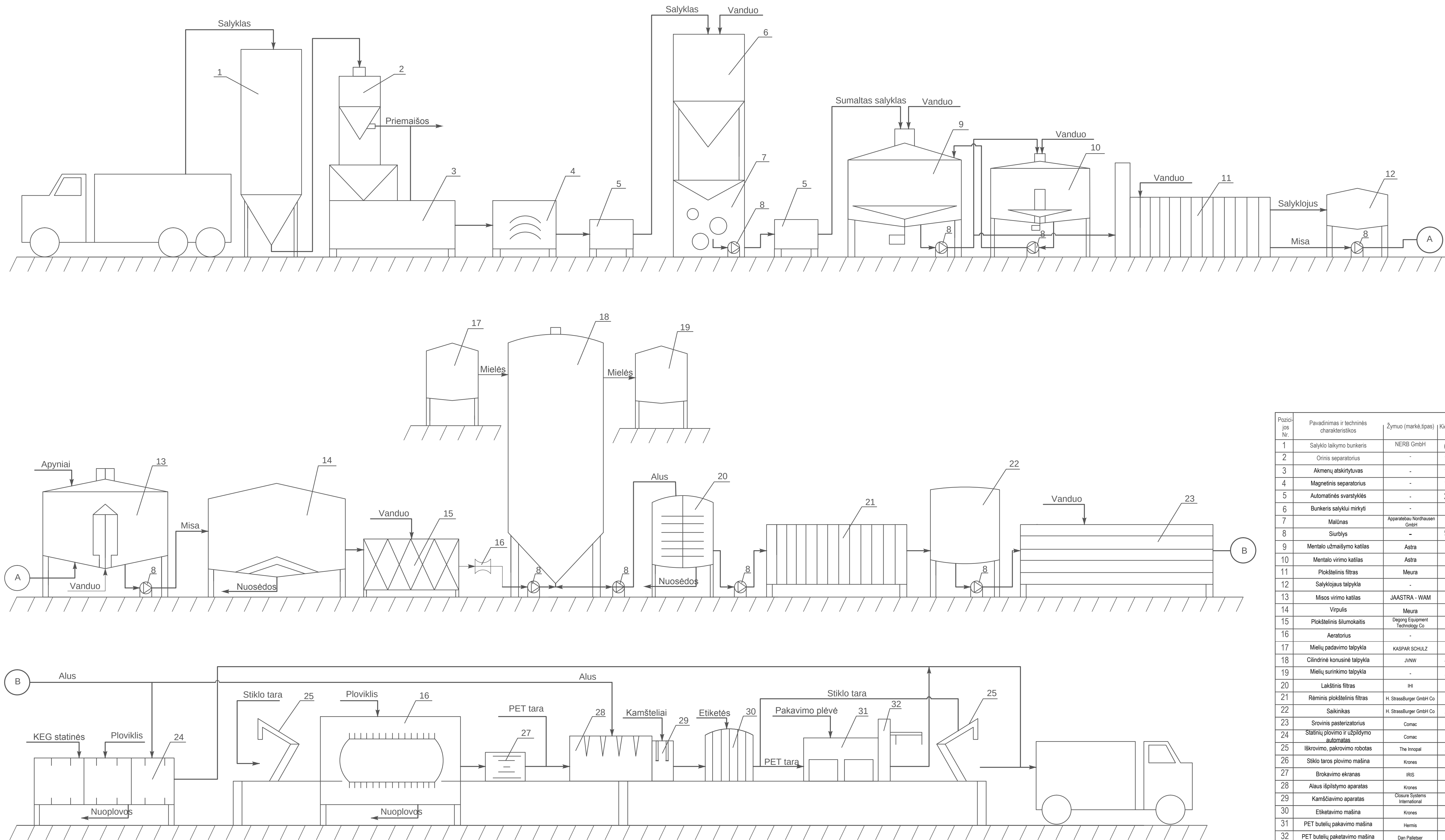
| Gamybos etapas     | Potencialus RV               | Sprendimo pagrindimas                                                                                                                                                                               | Valdymo priemonės                                            | SVT |
|--------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----|
| Žaliavų priėmimas  | Patogeniniai mikroorganizmai | Grūdinėje žaliavoje gali būti patogeninių mikroorganizmų, galinčių įtakoti tolimesnes gaminio savybes. Nėra SVT, nes jie pašalinami dėl temperatūrinio režimo tolimesnėse operacijose.              | Priimti tik kokybiškas žaliavas, kontroliuoti laboratorijoje | Ne  |
|                    | Metalo priemaišos            | Patekusios su žaliavom gali gadinti įrenginius. Nėra SVT, nes tolimesnėse operacijose naudojama daugkartinė filtracija.                                                                             | Tinkamas metalo detektoriaus sukalibravimas ir veikimas.     | Ne  |
| Salyklo malimas    | Patogeniniai mikroorganizmai | Šlapio malimo metu su vandeniu gali patekti patogeninių mikroorganizmų galinčių įtakoti tolimesnes gaminio savybes. Nėra SVT, nes jie pašalinami dėl temperatūrinio režimo tolimesnėse operacijose. | Tinkamas vandens filtravimas, kontroliuoti laboratorijoje.   | Ne  |
| Mentalo užmaišymas | Patogeniniai mikroorganizmai | Užmaišymo metu su vandeniu gali patekti patogeninių                                                                                                                                                 | Tinkamas vandens filtravimas, kontroliuoti                   | Ne  |

|                                |                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                        |                                          |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
|                                |                                                                                                          | mikroorganizmų galinčių įtakoti tolimesnės gaminio savybės. Nėra SVT, nes jie pašalinami dėl temperatūrinio režimo tolimesnėse operacijose.                                                                          | laboratorijoje.                                                        |                                          |
| Mentalo filtravimas            | Metalo priemaišos                                                                                        | Metalo priemaišos gali atsirasti dėl atplyšusių judamų katilo dalių. Nėra SVT, nes tolimesnėse operacijose naudojama daugkartinė filtracija.                                                                         | Tinkamas mentalo filtravimas.                                          | Ne                                       |
| Misos virimas                  | Patogeniniai mikroorganizmai                                                                             | Mikroorganizmai gali patekti su naudojamais apyniais. Nėra SVT, nes jie pašalinami dėl temperatūrinio režimo.                                                                                                        | Priimti tik kokybiškas žaliavas, kontroliuoti laboratorijoje.          | Ne                                       |
| Misos filtravimas              | Nėra                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                        | Ne                                       |
| Fermentacija ir brandinimas    | Patogeniniai mikroorganizmai                                                                             | Mikroorganizmai gali patekti su naudojamomis mielėmis. Nėra SVT, nes jie pašalinami dėl alkoholio koncentracijos ir pasterizacijos tolimesnėse operacijose.                                                          | Priimti tik kokybiškas žaliavas, kontroliuoti laboratorijoje.          | Ne                                       |
| Alaus filtravimas              | Nėra                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                        | Ne                                       |
| Alaus pasterizavimas           | Patogeniniai mikroorganizmai                                                                             | Mikroorganizmai patekę su žaliavomis ar vamzdynu. SVT, nes po šios operacijos alus tiekiamas vartojimui.                                                                                                             | Tinkama pasterizacijos temperatūra, tikrinama laboratorijoje.          | Taip                                     |
| Taros paruošimas ir tikrinimas | Patogeniniai mikroorganizmai<br><br>Metalo priemaišos<br><br>Cheminiai junginiai<br><br>Kitos priemaišos | Mikroorganizmai, metalo priemaišos ir cheminiai junginiai gali patekti iš aplinkos priimant tarą, ypač ją superkant daugkartiniam naudojimui. SVT, nes tara bus naudojama alaus vartojimui be tolimesnio apdorojimo. | Tinkamos valymo ir tikrinimo operacijos. Tinkamas detektorių veikimas. | Taip<br><br>Taip<br><br>Taip<br><br>Taip |
| Alaus išpilstymas              | Sporiniai mikroorganizmai                                                                                | Mikroorganizmai išsilaikę po pasterizacijos. SVT, nes po šios operacijos alus tiekiamas vartojimui.                                                                                                                  | Tikrinama laboratorijoje.                                              | Taip                                     |

|  |                              |                                                                                                         |                                                                              |      |
|--|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|------|
|  | Patogeniniai mikroorganizmai | Mikroorganizmai patekę nuo išpilstymo įrenginių. SVT, nes po šios operacijos alus tiekiamas vartojimui. | Tinkamas įrenginių veikimas, valymas ir priežiūra. Tikrinama laboratorijoje. | Taip |
|--|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|------|



Europinio lagerio alaus gamybos technologinė schema



| Pozicijos Nr. | Pavadinimas ir techninės charakteristikos | Žymuo (markė, tipas)           | Kiekis |
|---------------|-------------------------------------------|--------------------------------|--------|
| 1             | Salyklo laikymo bunkeris                  | NERB GmbH                      | 6      |
| 2             | Orinis separatorius                       | -                              | 1      |
| 3             | Akmenų atskirtuvas                        | -                              | 1      |
| 4             | Magnetinis separatorius                   | -                              | 1      |
| 5             | Automatinės svarstyklės                   | -                              | 2      |
| 6             | Bunkeris salykliui mirkyti                | -                              | 1      |
| 7             | Malūnas                                   | Apparatebau Nordhausen GmbH    | 1      |
| 8             | Siurblys                                  | -                              | 9      |
| 9             | Mentalo užmaišymo katilas                 | Astra                          | 1      |
| 10            | Mentalo virimo katilas                    | Astra                          | 1      |
| 11            | Plokštelinis filtras                      | Meura                          | 1      |
| 12            | Salyklojaus talpykla                      | -                              | 1      |
| 13            | Misos virimo katilas                      | JAASTRA - WAM                  | 1      |
| 14            | Virpulis                                  | Meura                          | 1      |
| 15            | Plokštelinis šilumokaitis                 | Degong Equipment Technology Co | 1      |
| 16            | Aeratorius                                | -                              | 1      |
| 17            | Mielių padavimo talpykla                  | KASPAR SCHULZ                  | 1      |
| 18            | Cilindrinė konusinė talpykla              | JNW                            | 4      |
| 19            | Mielių surinkimo talpykla                 | -                              | 2      |
| 20            | Lakštinis filtras                         | IHI                            | 1      |
| 21            | Rėminis plokštelinis filtras              | H. Strassburger GmbH Co        | 1      |
| 22            | Saikininkas                               | H. Strassburger GmbH Co        | 2      |
| 23            | Srovinis pasteurizatorius                 | Comac                          | 1      |
| 24            | Statinių plovimo ir užpildymo automatas   | Comac                          | 1      |
| 25            | Iškrovimo, pakrovimo robotas              | The Innopal                    | 2      |
| 26            | Stiklo taros plovimo mašina               | Krones                         | 1      |
| 27            | Brokavimo ekranas                         | IRIS                           | 1      |
| 28            | Alaus išpilstymo aparatas                 | Krones                         | 1      |
| 29            | Kamščiaavimo aparatas                     | Closure Systems International  | 1      |
| 30            | Etiketavimo mašina                        | Krones                         | 1      |
| 31            | PET butelių pakavimo mašina               | Hermis                         | 1      |
| 32            | PET butelių paketavimo mašina             | Dan Palletser                  | 1      |

|            |                                        |              |            |                                                                                         |  |  |
|------------|----------------------------------------|--------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| Grupė      | KTU cheminės technologijos fakultetas  |              |            | Bakalauro baigiamasis darbas                                                            |  |  |
| TBM 1/2    | Studentas                              | I. Mačiūnas  | 2015-06-04 | Europinio lagerio gamybos technologija, išanalizuojant šiuolaikinius filtravimo metodus |  |  |
|            | Vadovas                                | R. Kubickas  | 2015-06-04 |                                                                                         |  |  |
|            | Recenzent                              | A. Pukalskas | 2015-06-04 | Europinio lagerio technologinė linija. Mastelis 1:30                                    |  |  |
|            |                                        |              |            |                                                                                         |  |  |
|            |                                        |              |            | Laida<br>O                                                                              |  |  |
|            |                                        |              |            |                                                                                         |  |  |
| Pr. etapas | Maisto mokslo ir technologijos katedra |              |            | 2015-BBD-MMT                                                                            |  |  |
| BBD        | LT - 50254 Radvilėnų pl. 19            |              |            |                                                                                         |  |  |
|            |                                        |              |            | Lapas<br>1                                                                              |  |  |
|            |                                        |              |            | Lapų<br>1                                                                               |  |  |