



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
CHEMINĖS TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS

Karolina Gaigalaitė

***WEISSBIER* ALAUS IR ALAUS KOKTEILIŲ GAMYBOS TECHNOLOGIJA,
PALYGINANT UOGŲ KVAPIJŲ MEDŽIAGŲ BEI ETERINIŲ ALIEJŲ
LAKIŲJŲ JUNGINIŲ SUDĖTĮ**

Baigiamasis bakalauro projektas

Vadovas

Lekt. dr. Vaida Kitrytė

KAUNAS, 2015

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
CHEMINĖS TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
MAISTO MOKSLO IR TECHNOLOGIJOS KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas
Doc. dr. Loreta Bašinskienė

***WEISSBIER* ALAUS IR ALAUS KOKTEILIŲ GAMYBOS TECHNOLOGIJA,
PALYGINANT UOGŲ KVAPIJŲ MEDŽIAGŲ BEI ETERINIŲ ALIEJŲ
LAKIŲJŲ JUNGINIŲ SUDĖTĮ**

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

Vadovas

Lekt. dr. Vaida Kitrytė

Tiriamąo darbo vadovas

Lekt. dr. Vaida Kitrytė

Recenzentas

Doc. dr. Audrius Pukalska

Projektą atliko

Karolina Gaigalaitė

KAUNAS, 2015

Užduoties lapas



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Cheminės technologijos fakultetas

(Fakultetas)

Karolina Gaigalaitė

(Studento vardas, pavardė)

Maisto mokslo ir technologijos programa, 621E40001

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

Baigiamojo projekto „*Weissbier* alaus ir alaus kokteilių gamybos technologija, palyginant uogų kvapiųjų medžiagų bei eterinių aliejų lakiųjų junginių sudėtį“

AKADEMINIO SĄŽININGUMO DEKLARACIJA

20 ____ m. ____ d.

Kaunas

Patvirtinu, kad mano **Karolinos Gaigalaitės** baigiamasis projektas tema „*Weissbier* alaus ir alaus kokteilių gamybos technologija, palyginant uogų kvapiųjų medžiagų bei eterinių aliejų lakiųjų junginių sudėtį“ 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)

Gaigalaitė, K. *Weissbier* alaus ir alaus kokteilių gamybos technologija, palyginant uogų kvapiųjų medžiagų bei eterinių aliejų lakiųjų junginių sudėtį. Bakalauro baigiamasis projektas. Maisto mokslo ir technologijos programa (621E40001). Vadovas lekt. dr. Vaida Kitrytė. Kauno technologijos universitetas, Cheminės technologijos fakultetas, Maisto mokslo ir technologijos katedra.

Kaunas, 2015. 85 psl.

SANTRAUKA

Šio darbo tikslas – suprojektuoti 750000 litrų/metus našumo *Weissbier* alaus ir 50000 litrų/metus našumo alaus kokteilių gamybos linijas naudojant uogų kvapiąsias medžiagas ir palyginti kokteilio gamybai parinktų uogų kvapiųjų medžiagų bei hidrodistiliacijos metodu gauto eterinio aliejaus lakiųjų junginių sudėtį DC-LJD ir DC-MS metodais.

Darbo tikslams pasiekti buvo parinktos ir aprašytos *Weissbier* alaus ir alaus kokteilio pagrindinės ir pagalbinės medžiagos. Aprašytos projektuojamų produktų juslinės savybės, maistinė ir energinė vertė. Technologinio proceso operacijos buvo parinktos pagal fizikinius, cheminius ir biocheminius procesus vykstančius gamybos metu. Atlikti žaliavų, pagalbinių medžiagų, tarpinių produktų, gamybos atliekų ir technologinių įrengimų skaičiavimai bei pateikti technologinio proceso kontrolės ir saugos reikalavimai. Parinktas inovatyvus sprendimas –*Sidel* kompanijos PET buteliukai, kurie prailgina produkto galiojimo terminą iki 6 mėnesių (patenka mažiau nei 1 ppm deguonies ir net 16% daugiau yra išsaugoma anglies dioksido). Darbe aprašytas mokslinis tiriamasis darbas – spanguolių kvapiųjų medžiagų ir hidrodistiliacijos būdu gauto eterinio aliejaus lakiųjų junginių identifikavimas dujų chromatografijos su liepsnos jonizaciniu detektoriumi ir dujų chromatografijos-masių spektrometrijos metodais ir kokybinis sudėties palyginimas.

Bakalauro baigiamasis darbas yra 85 puslapių apimties. Darbe yra 39 lentelės ir 26 paveikslai, nagrinėti 93 literatūros šaltiniai. Darbo grafinę dalį sudaro A1 formato brėžinys su *Weissbier* alaus „*Weissbier Classic*“ ir alaus kokteilio „*Wheatberry*“ gamybos technologine schema

Gaigalaitė, K. Technology of *Weissbier* and beer cocktail production, comparing volatile compound composition of berry fruit flavourings and essential oils. Bachelor's Final Project. Study Programme of Food Science and Technology (621E40001). Supervisor lekt. dr. Vaida Kitrytė. Kaunas University of Technology, Faculty of Chemical technology, Department of Food Science and Technology. Kaunas, 2015. 85 pages.

SUMMARY

The aim of this bachelor's final project is to design *Weissbier* beer and beer cocktail production lines with productivities of 750000 l of beer per year and 50000 l of cocktail per year using berry flavourings and to compare volatile compound composition of selected berry fruit flavourings and essential oil, obtained by means of hydrodistillation, applying GC-FID and GC-MS methods.

To achieve the aim of this work, the main and auxiliary raw materials for *Weissbier* beer and beer cocktail productions were selected and presented and the sensory properties, nutritional and energy value of the final product were discussed. Also, main technological operations for *Weissbier* beer and beer cocktail productions were identified and occurring physical, chemical and biochemical processes were described. In addition, calculations of main and auxiliary raw materials, intermediate products, by-products and technological equipment were presented, and the process control and safety requirements are presented. As innovative solution was chosen PET bottles from company Sidel. These bottles can achieve a six-month shelf life (with less than 1 ppm of oxygen ingress and less than 17% of carbon dioxide loss). This project work also contains the research work, aimed to identify and compare the composition of volatile compounds of the selected berry fruit flavourings and essential oils, obtained by means of hydrodistillation, applying gas chromatography with flame ionization detection and gas chromatography/mass spectrometry methods.

Bachelor's final project contains 85 pages, 39 tables and 26 pictures. 90 literature sources were used to write this work. The graphical part contains A1 drawing with *Weissbier* beer „*Weissbier Classic*“ and beer shake „*Wheatberry*“ technological production line.

Turinys

IVADAS.....	9
I. ŽALIAVŲ IR PAGALBINIŲ MEDŽIAGŲ CHARAKTERISTIKA, JAS REGLAMENTUOJANTYS DOKUMENTAI.....	11
1.1. Pagrindinės <i>Weissbier</i> alaus gamybos žaliavos.....	11
1.1.1. <i>Grūdų salyklos</i>	11
1.1.2. <i>Vanduo</i>	15
1.1.3. <i>Apyniai</i>	17
1.1.4. <i>Mielės</i>	18
1.2. Pagrindinės alaus kokteilio gamybos žaliavos.....	19
1.2.1. <i>Weissbier alus</i>	19
1.2.2. <i>Cukrus</i>	20
1.2.3. <i>Citrinos rūgštis</i>	20
1.2.4. <i>Kvapiosios medžiagos ir dažikliai</i>	21
1.3. Pagalbinės alaus ir alaus kokteilio gamybos medžiagos.....	22
II. NAGRINĖJAMO PRODUKTO CHARAKTERISTIKA: JUSLINIAI, FIZIKINIAI, CHEMINIAI IR MIKROBIOLOGINIAI RODIKLIAI, MAISTINĖ VERTĖ.....	23
2.1. <i>Weissbier alus „Weissbier Classic“</i>	23
2.2. Alaus kokteilis „ <i>Wheatberry</i> “.....	24
III. TIRIAMOJO DARBO REZULTATAI BEI IŠVADOS IR/AR MOKSLINĖS TECHNINĖS LITERATŪROS ANALIZĖ.....	26
3.1. Literatūros apžvalga.....	26
3.2. Tyrimų objektai ir metodai.....	28
3.2.1. <i>Medžiagos ir priemonės</i>	28
3.2.2. <i>Distiliacija vandens garais (hidrodistiliacija)</i>	28
3.2.3. <i>DC-LJD analizė</i>	28
3.2.4. <i>DC-MS analizė</i>	28
3.2.5. <i>Identifikavimas</i>	29
3.2.6. <i>Statistinis duomenų įvertinimas</i>	29
3.3. Rezultatai ir jų aptarimas.....	29
3.4. Išvados.....	36
IV. NAGRINĖJAMO PRODUKTO TECHNOLOGINIO PROCESO ETAPŲ IR OPERACIJŲ PARINKIMAS IR PAGRINDIMAS, ĮVERTINANT FIZIKINIUS, CHEMINIUS IR BIOCHEMINIUS POKYČIUS IR NAUDOJANT INOVATYVIUS SPRENDIMUS.....	36
4.1. <i>Weissbier</i> alaus gamybos technologinio proceso fizikiniai, cheminiai ir biocheminiai pagrindai.....	36
4.1.1. <i>Salyklos gamyba, priėmimas, saugojimas, valymas ir malimas</i>	36
4.1.2. <i>Mentalo virimas ir filtravimas</i>	37
4.1.3. <i>Misos virimas</i>	39
4.1.4. <i>Misos filtravimas, atšaldymas, aeravimas</i>	41
4.1.5. <i>Fermentacija ir brandinimas</i>	41
4.1.6. <i>Separavimas, karbonizacija, išpilstymas, ženklinimas, laikymas ir realizacija</i>	46
4.1.7. <i>Šalutinių gamybos produktų utilizavimas</i>	46
4.2. Alaus kokteilio gamybos technologinio proceso fizikiniai, cheminiai ir biocheminiai pagrindai.....	46
4.2.1. <i>Cukraus sirupo ruošimas</i>	46
4.2.2. <i>Mišinio kupažavimas ir išlaikymas</i>	47
4.2.3. <i>Karbonizacija ir pasterizacija</i>	47
4.2.4. <i>Išpilstymas, ženklinimas, laikymas ir realizacija</i>	47
4.2.5. <i>Šalutinių gamybos produktų utilizavimas</i>	47
4.3. Technologinių naujovių apžvalga.....	47
4.4. <i>Weissbier</i> alaus ir alaus kokteilio gamybos technologinė schema.....	48

V. TECHNOLOGINIO PROCESO KOKYBĖS IR SAUGOS KONTROLĖ: KONTROLIUOJAMI RODIKLIAI, JUOS REGLAMENTUOJANTYS DOKUMENTAI.....	52
VI. ŽALIAVŲ, PAGALBINIŲ MEDŽIAGŲ SKAIČIAVIMAI.....	56
6.1. Alaus kokteilio gamybos skaičiavimai.....	56
6.1.1. <i>Metams, mėnesiui ir vienam kupažui reikalingų komponentų pagaminti reikalingų žaliavų bei pagalbinių technologinio proceso medžiagų sąnaudos</i>	57
6.2. <i>Weissbier</i> alaus gamybos skaičiavimai	60
6.2.1. <i>Skystos fazės nuostolių įvertinimas, žaliavų ir pagalbinių medžiagų skaičiavimai 100 kg sąlyklo</i>	61
6.2.2. <i>Vieno virimo, mėnesio ir metinės sąnaudos bei tarpinių produktų išeigos</i>	63
6.2.3. <i>Pagrindinių gamybos atliekų (sąlyklojaus) skaičiavimas</i>	66
6.2.4. <i>Prekinio alaus spalvos, alkoholio ir išsiskiriančio CO₂ kiekio skaičiavimai</i>	66
VII. TECHNOLOGINIŲ ĮRENGIMŲ IR ĮRANGOS PARINKIMAS, JŲ DARBO GRAFIKAS.....	67
7.1. <i>Weissbier</i> alaus gamyba.....	67
7.2. Alaus kokteilio gamyba.....	78
IŠVADOS.....	82
Bibliografinių nuorodų sąrašas.....	83

IVADAS

Nėra tiksliai žinoma, kada atsirado alus. Įvairūs šaltiniai nurodo skirtingą pirmojo alaus pagaminimo datą – nuo 7000 iki 10000 metų pr. Kr., tačiau istorikai sutaria, kad alus buvo sukurtas Mesopotamijoje. Alus atsirado atsitiktinumo dėka, kai mažame kaimelyje moterys pastebėjo, kad miežiai augantys laukuose tinka maistui, bet jie yra kieti ir kartūs. Jos užmerkė miežius vandenyje, kad šie bent kiek suminkštėtų. Užpiltas ant grūdų vanduo po kurio laiko tapo saldus. Grūdams sudygus išlindo maži daigeliai. Taip pat į indą su užmerktais miežiais iš aplinkos pateko mielės. Po kurio laiko, vanduo kuriame buvo grūdai surūgo t.y. tapo alumi [1]. Jau nuo pat alaus atsiradimo, didelis dėmesys buvo skiriamas šio gėrimo kokybei. 2000 m. pr. Kr. tuometinis Babilono karalius Hamurabis išleido įstatymą, pagal kurį netikusį alų pagaminęs ar vandeniu jį skiedęs aludaris turėjo būti baudžiamas mirties bausme – jis turėjo būti paskandintas savo paties pagamintame aluje [2].

Seniausiu rašytiniu alaus receptu yra laikoma dalis poemos, parašytos 4000 metų prieš mūsų erą ant molinės plokštelės ir skirtos Ninkasi, šumerų alaus deivei. Senovėje alus dažnai buvo skaninamas neįprastais priedais, pavyzdžiui: kiaušinio lukštų, krabų žnyplių, austrių kriauklelių milteliais. VIII – IX amžiuje Europoje alaus gamybai imta plačiai naudoti apynius, kurie suteikė gėrimo skonį, spalvą ir pailgino alaus saugojimo laiką. Vėliau buvo pradėta dar labiau rūpintis alaus kokybe. Maždaug XIV amžiaus pabaigoje alus tapo nacionaliniu Anglijos ir kitų Europos kraštų gėrimu. Alus buvo geriamas ir aukštuomenės, ir varguomenės. XIX amžiaus pradžioje anglų aludariai pradėjo gaminti alų, kurio buvo ilgas galiojimo laikas, o 1876 metais Louisas Pasteras paskelbė savo „Alaus studijas“, kuriose aprašė pasterizacijos procesą, apsaugantį alų nuo greito gedimo [3].

Šiuo metu rinkoje yra daug alaus rūšių. Alaus rūšys yra skirstomos pagal spalvą: šviesusis alus (>15 EBC vnt.), pusšviesis alus (15 – 38 EBC vnt.), tamsusis alus (<38 EBC vnt.); pagal etilo alkoholio koncentraciją: silpnasis alus (0,5 – 5,5 tūrio proc.), stiprusis alus (5,5 – 9,5 tūrio proc.), labai stiprus alus (<9,5 tūrio proc.); pagal naudojamas žaliavas ir gamybos ypatumus skirstomas: alus (gaminamas iš miežinio salyklo, vandens, apynių, mielių, kurios po fermentavimo ir brandinimo pašalinamos iš alaus), specialios technologijos alus (gaminamas iš įvairių salyklų mišinių, vandens, apynių, mielių ir nesalyklinių medžiagų) ir kaimiškas alus (gaminamas iš miežinio salyklo, vandens, apynių, kaimiškas alus nefiltruojamas) [4]. Viena iš daugelio alaus rūšių yra *Weissbier* (vok. baltas alus) alus. *Weissbier* alus yra vienas iš daugelio alaus stilių, kuriuos sukūrė Bavarijos aludariai. Pirmą kartą *Weissbier* alus buvo pagamintas 16 amžiaus pradžioje Bavarijos miškuose (netoli Čekijos). Šis pavadinimas kilo iš gelsvai baltos spalvos, kurią suteikia šviesus kvietinis salyklas, iš kurio šis alus ir yra gaminamas. Tipinis *Weissbier* alus turi labai charakteringą skonį, kurį suteikia įvairiomis proporcijomis naudojamos mielės ir kviečių salyklas [5].

Pradėjus gaminti įvairias alaus rūšis imta jį maišyti su kitais gėrimais, vaisių sultimis, žolelių antpilais, cukrumi ir net kiaušiniu. Taip atsirado alaus kokteiliai. Seniausias knygoje aprašytas alaus kokteilis *Flip* buvo paminėtas 1695 metais. Į kokteilio sudėtį įėjo alus, romas ir cukrus. Pašildydavo šį kokteilį įkaitinta iki raudonumo geležimi [6]. Šiuo metu alaus kokteilis Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministro įsakymu „Dėl alaus apibūdinimo, gamybos ir prekinio pateikimo techninio reglamento patvirtinimo“, yra apibrėžiamas kaip gėrimas, gaminamas iš alaus, aromatizuojant jį kvapiosiomis medžiagomis ir (arba) kvapiųjų žalių ekstraktais, ir (arba) antpilais, ir (arba) vaisių sultimis. Gėrimas gali būti saldinamas ir dažomas. Alus šiame gėrime turi sudaryti ne mažiau kaip 50 tūrio proc. [4].

Pagrindiniai alaus gamintojai Lietuvoje yra „Švyturys“, „Utenos alus“ (susijungė į „Švyturys-Utenos alus“ grupę), „Kalnapilis“, „Vilniaus tauras“ (susijungė į „Kalnapilio-Tauro grupę“), „Gubernija“, „Volfas Engelman“ ir „Rinkuškiai“. Šie gamintojai gamina tiek lagerio (žemutinės fermentacijos) ir elio (aukštutinės fermentacijos) alų. Lietuvos rinkoje tarp vartotojų yra populiariausias lagerio tipas (pilsneris,

šviesus (*helles*), Miuncheno, tarpsezoninis (*bock*)). Elio tipo alūs (kvietinis, belgiškas, *brown ale*) sudaro mažesnę rinkos dalį. Pagrindiniai kvietinio alaus gamintojai Lietuvoje yra „Volfas Engelman“, „Švyturys“, „Gubernija“ ir „Kauno alus“. Šis alus išsiskiria švelnių specifiniu vaisiniu skoniu bei aromatu ir tiršta, ilgai išliekančia puta. Kvietinis alus yra sezoninis alkoholinis gėrimas. Šį alų vartotojai renkasi šiltuoju metų laikotarpiu [7].

Alaus kokteiliai populiarėja Europos šalyse, Lietuva ne išimtis. Lietuvos rinkoje alaus kokteilių pasirinkimas yra ribotas. Pagrindiniai alaus kokteilio gamintojai Lietuvoje yra „Švyturys-Utenos alus“ („Utenos *Radler Orange*“ su apelsinų sultimis, „Utenos *Radler Lemon*“ su citrinų sultimis), „Volfas Engelman“ („*Meister Radler*“ su citrinų ir spanguolių sultimis, „*Beersshake*“ su tekilos-citrinų arba spanguolių-žaliųjų citrinų skoniu). Dažniausiai kokteiliai būna pagardinti citrusinių vaisių (citrinos, greipfutų, apelsinų) sultimis arba aromatizuoti kvapiosiomis medžiagomis, o alaus kokteilio gamyboje naudojamas šviesusis lagerio tipo alus. Augantys vartotojų poreikiai skatina naujų alaus kokteilių rūšių gamybą. Rinkoje susidariusį trūkumą būtų galima užpildyti pradedant alaus kokteilius gaminti iš elio tipo alaus, pavyzdžiui baltas alus, ir naudojant gamyboje uogų (spanguolių, vyšnių, aviečių, juodųjų serbentų) sultis arba kvapiąsias medžiagas.

Šio darbo tikslas – suprojektuoti 750000 litrų/metus našumo *Weissbier* alaus ir 50000 litrų/metus našumo alaus kokteilių gamybos linijas naudojant uogų kvapiąsias medžiagas bei palyginti alaus kokteilio gamybai parinktų uogų kvapiųjų medžiagų bei hidrodistiliacijos metodu gauto eterinio aliejaus lakiųjų junginių sudėtį DC-LJD ir DC-MS metodais. Darbo tikslui pasiekti suformuluoti šie uždaviniai: (1) parinkti ir apibūdinti *Weissbier* alaus ir alaus kokteilio gamybai naudojamas žaliavas ir pagalbines medžiagas; (2) aprašyti produkto juslines, fizikines – chemines savybes, mikrobiologinius rodiklius bei maistinę vertę; (3) palyginti alaus kokteilio gamybai parinktų uogų kvapiųjų medžiagų bei hidrodistiliacijos metodu gauto eterinio aliejaus lakiųjų junginių sudėtį DC-LJD ir DC-MS metodais; (4) parinkti ir aprašyti *Weissbier* alaus ir alaus kokteilio gamybos technologinio proceso etapus ir operacijas, įvertinant vykstančius fizikinius, cheminius bei biocheminius procesus bei naudojant inovatyvius sprendimus; (5) sudaryti technologinio proceso kokybės ir saugos kontrolės planą, nurodant kontroliuojamus rodiklius ir juos reglamentuojančius dokumentus; (6) atlikti *Weissbier* alaus ir alaus kokteilio gamybai parinktų žaliavų ir pagalbinių medžiagų skaičiavimus; (7) parinkti technologinius įrengimus, atlikti skaičiavimus bei sudaryti technologinio proceso operacijų bei įrengimų darbo organizavimo grafikus; (8) nubraižyti *Weissbier* alaus ir alaus kokteilio gamybos technologinio proceso schemą A1 formato lape.

I.ŽALIAVŲ IR PAGALBINIŲ MEDŽIAGŲ CHARAKTERISTIKA, JAS REGLAMENTUOJANTYS DOKUMENTAI

Remiantis Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministro įsakymu „Dėl alaus apibūdinimo, gamybos ir prekinio pateikimo techninio reglamento patvirtinimo“ (Alaus techninis reglamentas) , alaus ir alaus kokteilių gamyboje naudojamos žaliavos ir medžiagos skirstomos į [4]:

- pagrindinės žaliavos: salyklos, vanduo ir apynių produktai;
- alaus mielės;
- nesalyklinės žaliavos, kurios yra skirstomos į nesalyklines grūdines ir nesalyklines cukrines žaliavas. Nesalyklinės grūdinės žaliavos – grūdinės žaliavos alaus gamyboje naudojamos be išankstinio sudaiginimo, ryžių, kukurūzų, žirnių, avižų ir kitos kruopos, grūdų krakmolai ir grūdų krakmolo sirupai, gauti fermentavimo būdu. Nesalyklinės cukrinės žaliavos – įvairių rūšių cukrus, negrūdinio krakmolo arba inulino sirupas, gautas fermentiniu būdu, medus;
- netradicinės žemės ūkio kilmės žaliavos. Tai būtų tradiciškai nenaudojamos alaus gamyboje žaliavos, kaip vaisiai ir jų dalys, augalų dalys ir sėklos, uogų sirupai;
- maisto priedai ir kvapiosios medžiagos;
- pagalbinės technologinio proceso medžiagos. Tai medžiagos naudojamos alaus reikiamoms savybėms pasiekti ir technologinėms operacijoms atlikti. Pagalbinės technologinio proceso medžiagoms priskiriamos adsorbentai ir skaidrinimo medžiagos (kurios yra lengvai pašalinamos, ir aluje neliekant jokių arba liekant aluje tokioms liekanoms, kurios yra nepavojingos vartotojų sveikatai), stabilizatoriai, filtravimo proceso medžiagos, fermentai ir jų preparatai. Anglies dioksidas ir azotas naudojami alaus pusgaminių ir alaus kokteilių pusgaminių transportavimui vamzdiniais, išpilstymui į tarą. Taip pat anglies dioksidas naudojamas alaus ir alaus kokteilių gazavimui. Pieno rūgštis, kalcio sulfatas arba kalcio chloridas naudojami ruošiant vandenį alaus gamybai arba koreguojant misos pH. Cinko druskos pridedamos į misą, norint paskatinti mielių rūgimą (norma 20 mg/hl). Oras arba deguonis naudojamas misos aeravimui.

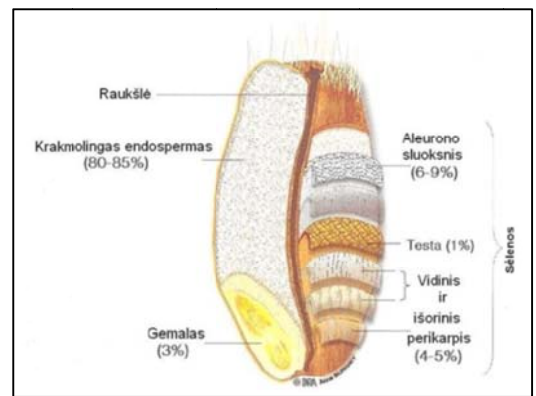
Alaus ir alaus kokteilio gamybos žaliavos turi atitikti galiojančių norminių dokumentų reikalavimus ir turėti atitikties deklaracijas, kuriose nurodomi jų kokybės ir saugos rodikliai. Visos gaunamos žaliavos saugojamos pagal gamintojo nurodytas rekomendacijas.

1.1. Pagrindinės *Weissbier* alaus gamybos žaliavos

1.1.1. Grūdų salyklos

Grūdų salykla – tam tikru būdu pagamintas salyklos iš alui gaminti tinkamų salyklinių grūdų (miežių, kviečių ir kitų javų). Tai grūdai, kurie salyklo gamybos metu sukaupė tam tikrą kiekį amilolitinių, proteolitinių ir celiuliozinių fermentų kiekį. Tik aukščiausios kokybės grūdai yra naudojami salyklo gamybai. Šie grūdai turi didelį krakmolo kiekį, vienodą branduolio dydį, mažą azoto kiekį ir didelį fermentinį aktyvumą. Fermentinis aktyvumas, tai grūde esančių fermentų gebėjimas suskaidyti dideles krakmolo molekules į mažesnės molekulines masės cukrus [8]. Kiekvienas grūdas susideda iš keturių pagrindinių dalių: luobelės, aleurono sluoksnio, gemalo ir endospermo (1 pav.) [9]. Kviečio grūdą nuo išorės poveikio saugo keli glaudžiai suaugę sluoksniai – aleurono sluoksnis, testa, vidinis ir išorinis perikarpiai. Šie sluoksniai yra vadinami luobelėmis. Tarp endospermo ir luobelių esantis sluoksnis vadinamas aleurono sluoksniu. Jis sudarytas iš baltymų grūdelių, tarp kurių pasiskirstęs krakmolai, E ir B grupės vitaminai, mineralinės medžiagos. Aleurono sluoksnyje taip pat kaupiamos tirpios ir netirpios skaidulinės medžiagos, antioksidantai ir biologiškai aktyvūs junginiai. Vidinėje grūdo dalis vadinama endospermas, jame sukauptos pagrindinės sudėtinės grūdo maistinės medžiagos – krakmolai ir baltymai.

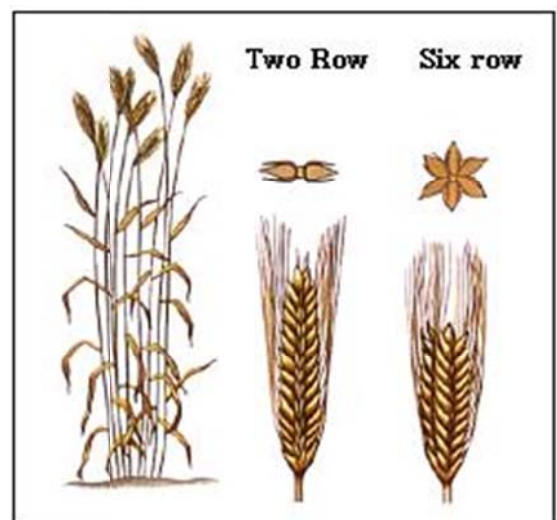
Ši anatominė grūdo dalis (dar vadinama miltiniu branduoliu) sudaro 80-85% viso grūdo. Gemalas tai biologiškai veikliausia grūdo dalis. Jį sudaro gyvų ląstelių audinys, iš kurio formuojasi būsimasis augalas. Gemale yra visų daigeliui reikalingų medžiagų: riebalų, baltymų, angliavandenių, mineralinių medžiagų (kalio, fosforo, magnio, geležies), E ir B grupės vitaminų bei fermentų. Šioje grūdo dalyje taip pat gausu polinesočiųjų riebalų rūgščių (linolio, linoleno), fosfatidų (lecitino).



1 pav. Grūdo sandara

Salyklo ruošimas susideda iš trijų etapų: mirkymo ir daiginimo, džiovinimo, kaitinimo [8]. Salyklo ruošimo procesas prasideda tada, kai grūdai per 38-46 valandas sugeria apie 50% vandens skaičiuojant nuo grūdų pradinio svorio. Tada grūdai yra nusauginami ir nukreipiami į daiginimo patalpas, kur yra palaikoma pastovi temperatūra (60-75°C) ir drėgmė. Daiginimo patalpose grūdai išbūna keturias dienas. Daiginimo metu yra aktyvinami fermentai, kurie pradeda skaidyti baltymus ir krakmolą, esančius grūdo branduolio centre. Sudaiginti grūdai (žaliasis salyklos) yra džiovinami 24-36 valandas iki 4% drėmės, esant 122-158°C temperatūrai. Kai kuriems salyklos tipams šis etapas yra paskutinis, tokie salyklai yra vadinami baziniais. Prieš džiovinimą, kai kurie salyklai yra kaitinami. Nuo kaitinimo trukmės ir temperatūros priklauso salyklos charakteristikos. Žemesnė temperatūra ir trumpesnis kaitinimas suteikia salyklui šviesią spalvą ir švelnesnį skonį. Ilgesnis kaitinimas ir aukštesnė temperatūra suteikia salyklui tamsią spalvą ir intensyvią aromatą bei skonį. Kaitinimo metu vyksta dvi cheminės reakcijos – karamelizacija ir Majaro reakcija. Karamelizacija - tai cukraus terminės polimerizacijos reakcijos pakaitinus iki didesnės nei 100°C temperatūros ir salyklui yra suteikiamas iriso, melasos ar razinų skonis. Majaro reakcija – tai yra cheminės reakcijos tarp amino grupių ir redukuojančių cukrų. Majaro reakcijos metu susidarę produktai salyklui suteikia duonos skonį, tamsėja salyklos spalva ir formuojasi salyklui charakteringas aromatas. Kaitinti salyklai yra vadinami specilizuotais.

Alaus gamyboje naudojami yra miežiai. Miežiai dažniausiai yra auginami šaltuose regionuose. Yra trijų tipų miežiai: dviejų-eilių, keturių-eilių ir šešių-eilių. Tik dviejų ir šešių-eilių miežiai (2 pav.) gali būti naudojami alaus gamyboje, tačiau pirmenybė yra teikiama dviejų-eilių miežiams. Šešių-eilių miežiai turi daugiau baltymų ir didesnę fermentinę aktyvumą, yra kietesni ir turi mažesnę angliavandenių kiekį nei dviejų-eilių miežiai. Miežiai alaus gamyboje naudojami, dėl trumpo daiginimo periodo, didelio krakmolo kiekio, mažo baltymų kiekio, dėl ko alus yra mažiau drumstas ir taip pat miežiai turi didelį fermentinę aktyvumą [10].



2 pav. Dviejų ir šešių-eilių miežiai

Taip pat projektuojamo *Weissbier* alaus gamyboje yra naudojamas kvietinis salyklos. Kviečiai, kaip ir miežiai yra skirstomi į kelias grupes. Kviečiai yra apibūdinami kaip kieti ir minkšti, kurie skiriasi branduolio tekstūra. Kieti kviečiai turi daugiau baltymų, reikia didesnės jėgos norint juos sumalti ir sumaltos dalelės yra rupesnės ir turi šiurkštesnį paviršių nei gauti miltai iš minkštų kviečių. Taip pat kviečiai yra skirstomi į baltus ir raudonus. Šį skirstymą nulemia grūdo luobelės spalva. Kviečiai dar yra skirstomi į rūšis pagal sėjos laiką: vasariniai kviečiai yra sėjami pavasarį, o žieminiai – vasaros pabaigoje.

arba rudenį. Dauguma minštųjų kviečių yra žieminiai, kurie turi mažesnę baltymų kiekį. Alaus gamyboje griežto nurodymo, kuriuos kviečius reikėtų naudoti nėra [11].

Kviečiai turi didesnę baltymų kiekį nei miežiai, dėl ko alus įgauna lengvą, gaivų, salsvą skonį, šviesią spalvą ir kremingą tekstūrą. Kviečiai turi pakankamą fermentinį aktyvumą skaldyti krakmolą, todėl kviečių salyklos gali būti naudojamas dideliais kiekiais. Miežiai ir kviečiai skiriasi dar ir tuo, kad kviečiai neturi miežiams būdingo lukšto. Grūdai taip pat yra skirtingos formos, kviečiai yra labiau apvalūs ir turi ryškų griovelį. Kviečiai turi didesnę baltymų kiekį, nei miežiai, dėl to kvietinio alaus puta yra stabilesnė, ilgiau išsilaiko. Kviečiai ir miežiai ne tik skiriasi baltymų kiekiu, bet ir pačiais baltymais. Kviečiuose esantis stambiamolekulinis baltymas gliutenas padeda susidaryti ir išlaikyti kvietinio alaus putos stabilumą [10]. Miežių ir kviečių cheminės sudėties palyginimas yra pateiktas 1 lentelėje [12].

1 lentelė. Miežių ir kviečių cheminė sudėtis

Rodikliai	Baltymai, %	Angliavandeniai, %	Riebalai, %	Drėgnis, %
Minkšti kviečiai	12,0	68,7	1,7	14,0
Kieti kviečiai	13,8	66,6	1,8	14,0
Miežiai	10,5	66,4	2,1	14,0

Pagal žemės ūkio ministro 2001 m. kovo 08 d. įsakymą Nr. 52 „Dėl privalomųjų grūdų, miltų ir kruopų kokybės reikalavimų“ salyklui naudojami grūdai turi atitikti šiuose reglamentuojančiuose dokumentuose keliamus [13]:

- *Teršalams:* Komisijos reglamentą (EB) Nr. 1881/2006 2006 m. gruodžio 19 d. nustatantis didžiausias leistinas tam tikrų teršalų maisto produktuose koncentracijas Žemės ūkio ministro 2000 m. lapkričio 20 d. įsakymo Nr.315 „Dėl karantininių organizmų, augalų, augalinių produktų ir kitų objektų sąrašų patvirtinimo ir 1998 12 28 įsakymo Nr.321 pripažinimo netekusiu galios“ (Žin.,2000,Nr. 102-3244).
- *Higienai:* HN 1521005 „Maisto higiena. Bendrieji reikalavimai“; HN 16:2004 „Medžiagos ir gaminiai, kontaktuojantys su maisto produktais. Bendrieji reikalavimai.“;
- *Ženkliniui:* Lietuvos Respublikos ūkio ministerijos 2002 05 15 įsakymu Nr. 137 „Dėl Lietuvos Respublikoje parduodamų prekių ženklinimo taisyklių patvirtinimo“ (
- *Ėminių ėmimui ir tyrimo metodams:* LST ISO 13690:2001 „Grūdai, ankštiniai ir jų malimo produktai. Ėminių ėmimas“; ISO 6639-1986[E](1-4) „Grūdai ir ankštiniai.Paslėpto užkrėstumo nustatymas “; LST 1592- 2000 „Grūdai. Kvapo ir spalvos nustatymo metodai“; Žemės ūkio ministro 1999 06 23 įsakymu Nr.275 patvirtintomis „Grūdų priemaišų nustatymo taisyklėmis“ (Žin., 1999, Nr. 57-1878).

Taip pat salykiniai miežiai turi atitikti Lietuvos grūdų perdirbėjų asociacijos įmonės standartą IST 121738915- 01:2009, kuriame yra aptariami salyklinių miežių supirkimo, tiekimo reikalavimai ir nurodyti kokybės reikalavimai (2 lentelė) [14].

2 lentelė. Superkamų salyklinių miežių ir kviečių kokybės rodikliai.

Rodiklio pavadinimas	Norma
Drėgnis, %	14,0
Baltymų kiekis sausosiose medžiagose, %	9,5-11,5
Daigumo energija, ne mažiau kaip, %	95
Daigumas, ne mažiau kaip, %	95
Stambūs grūdai, ne mažiau kaip, %	91
Smulkūs grūdai, ne daugiau kaip, %	2,0

2 lentelės tęsinys. Superkamų salyklinių miežių ir kviečių kokybės rodikliai.

Rodiklio pavadinimas	Norma
Priemaišų kiekis, ne daugiau kaip, %	3,0
tarp jų:	
kitų javų grūdų	2,0
šiukšlinių priemaišų	1,0
kenksmingųjų augalų sėklų	0,1
Pažeistų grūdų kiekis, ne daugiau kaip, %	8,0
tarp jų:	
plikagrūdžių	5,0
sudygusių	2,0
supelijusių	1,0
nesubrendusių (žalsvų)	1,0
skalsių	0,05
Veislės grynumas, ne mažiau kaip, %	95
Užkrėstumas grūdų kenkėjais	Neleidžiamas
Spalva	Būdinga salykliniams miežiams, įvairių atspalvių geltona
Kvapas	Būdingas salykliniams miežiams, be pelėsių, plėkų, salyklo ir pašalinių kvapų
Būklė	Sveiki, nekaistantys

Labai svarbu, kad grūdai naudojami salyklo gamybai ir pats salyklas būtų neapkrėsti mikotoksinais (pelėsinų grybų išskiriami kenskmingi junginiai). Pagal Komisijos reglamentą (EB) Nr. 1881/2006 2006 m. gruodžio 19 d. nustatantis didžiausias leistinas tam tikrų teršalų maisto produktuose koncentracijas [15] didžiausi mikotoksinų kiekiai neperdirbtuose ir perdirbtuose grūduose yra: aflatoksinas B₁ – 2,0 µg/kg, aflatoksinų suma (B₁, B₂, G₁, G₂) – 4,0 µg/kg, ochratoksinas A – 5,0 µg/kg, deoksinivalenolis – 1750 µg/kg, zearalenonas – 100 µg/kg. Kokybiško šviesaus, pusšviesio ir tamsaus miežinio salyklo bei kvietinio salyklo fizikiniai - cheminiai rodikliai pateikiami 3 lentelėje [16]. Kvietinio alaus gamybai naudojami salyklai yra pateikiami 4 lentelėje [17].

3 lentelė. Šviesaus, pusšviesio ir tamsaus miežinio bei kvietinio salyklo jusliniai ir fizikiniai- cheminiai rodikliai

Rodiklio pavadinimas:	Salyklo rūšis			
	Šviesusis	Pusšviesis	Tamsusis	Kvietinis
Jusliniai rodikliai				
Spalva	Nuo šviesiai geltonos iki geltonos, be žalių, juodų, raudonų dėmių			
Kvapas	Grynas, šviežias, be pelėsių, rūgščių, degėsių			
Skonis ir aromatas	Saldokas, miltingas		Aromatingas	Saldokas, miltingas
Švarumas	Neturi būti suskilusių, suspaustų, apipelijusių, kitų javų grūdų, piktžolių sėklų, dulkių, akmenų, daigų, lukštų.			
Fizikiniai- cheminiai rodikliai:				
Drėgmė, %, ne daugiau kaip	5	5	4	5
Ekstraktas, % sausose medžiagose, ne mažiau kaip	80	77	75	83
Baltymai, % sausose medžiagose, ne daugiau kaip	11	12	-	12,5
Trapumas, %, ne mažiau kaip	80	-	-	-
Stikliškumas, %, ne daugiau kaip	2,5	-	-	-
Ekstraktų skirtumas, ne daugiau kaip	2,0	3,0	-	-
Tirpus azotas, sausose medžiagose mg/ 100g	550- 750	-	-	-
Sucukrinimo trukmė, min, ne daugiau kaip	15	20	35	-
pH	5,6- 6,0	-	-	-
Spalva, EBC, ne daugiau kaip	4	8	15	-

4 lentelė. Kvietinio alaus gamybai naudojami salykilai

Salyklas	Apibūdinimas	Spalva, EBC vnt.	Tankis,	Ekstraktiškumas, %	Drėgnis, %
<i>Wheat Malt</i>	Suteikia alui saldų kvietinį skonį, primenantį duonos skonį.	2,5	1,039	84	5
<i>Munich Malt</i>	Salyklas turi gintarinį atspalvį. Suteikia lengvai saldų skonį.	25,2	1,037	80	4,5
<i>Pale Malt</i>	Salyklas yra džiovintas aukštesnėse temperatūrose nei šviesaus lagerio salyklas (Lager Malt). Suteikia alui skrudinto salyklo skonį.	6,5	1,037-1,038	79	4
<i>Carapils</i>	Salyklas didina putos susidarymą, pagerina alaus skonį, nesuteikdamas pašalinio, specifinio skonio ar spalvos.	1,3-3	1,033	74	6,5
<i>Vienna Malt</i>	Salyklas yra šviesesnis ir saldesnis nei Munich salyklas.	9,2	1,035	80-83	3,5-5
<i>Pilsen Malt</i>	Suteikia alui labai šviesią spalvą. Naudojamas kaip pagrindinis salyklas daugelyje alaus rūšių.	2,2	1,037	82	4

Salyklas, reikalingas projektuojamo *Weissbier* alaus gamybai, bus perkamas iš UAB „*Viking Malt*“. Projektuojamo *Weissbier* alaus gamybai bus naudojami *Wheat Malt*, *Munich Malt*, *Pilsen Malt* salykilai. Salyklas bus saugojamas silosuose, žemesnėje nei 20°C temperatūroje, esant 75% santykinei drėgmei.

1.1.2. Vanduo

Tai vienas pagrindinių elementų alaus gamyboje, aluje sudarantis apie 80-90% tūrio. Todėl jam skiriamas ypatingas dėmesys. Nuo vandenyje esančių jonų priklauso misos skonis ir ekstraktyvių medžiagų kiekis. Taip pat nuo vandens priklauso ir iš apynių gaunamų karčiųjų medžiagų kiekis. Be to, pats vanduo gali suteikti paruoštam alui pašalinį skonį ar aromatą. Vandenyje aptinkami jonai, jų leidžiamos koncentracijos ir įtaka alaus gamybai yra pateikta 5 lentelėje [18,19].

5 lentelė. Vandenyje esantys jonai ir jų koncentracijos

Jonai/ Leidžiama koncentracija	Įtaka alaus skoniui	Įtaka mentalo virimui, misos sudėčiai	Įtaka fermentacijai
K^+ 0,01-10 mg/l	Suteikia sūrų skonį	Labai tirpus	-
Fe^{+2}, Fe^{+3} 0,01-0,3 mg/l	Nemalonus rašalo skonis, esant mažesnei koncentracijai nei 0,05 mg/l	Padidina drumstumą ir taninų oksidaciją, esant didesniai koncentracijai nei 1 mg/l	Susilpnina mieles, esant koncentracijai didesnei nei 1 mg/l
Mn^{+2} 0,001-0,1 mg/l	Nemalonus metalo skonis.	-	Maži kiekiai reikalingi mielių metabolizmui
Cu^{+2} 0,001-0,1 mg/l	Nemalonus metalo skonis. Esant daugiau nei 1 mg/l sukelia alaus drumstumą.	-	Maži kiekiai reikalingi mielių metabolizmui. Didesnės koncentracijos sukelia mielių mutacijas.
Zn^{+2} 0,01-0,2 mg/l	-	-	Maži kiekiai reikalingi mielių metabolizmui. Gaugiau nei 1 mg/l yra toksiškas mielėms.
NH_4^+ 0,01-1 mg/l	Esant šiam jonui galima daryti išvadą, kad yra mikrobinis užterštumas, yra skaidomi organiniai junginiai	-	-
NO_3^- 0,1-1 mg/l	Suteikia nemalonų skonį	Koncentracija didesnė nei 10 mg/l rodo fekalinį užterštumą.	Gali būti suredukuotas iki nitrito misoje esančių gedimo bakterijų.

5 lentelės tęsinys. Vandenyje esantys jonai ir jų koncentracijos

Jonai/ Leidžiama koncentracija	Įtaka alaus skoniui	Įtaka mentalo virimui, misos sudėčiai	Įtaka fermentacijai
NO_2^{-2} 0,1-1mg/l	Koliforminės bakterijos suredukoja iš nitratų. Rodo užterštumą.		Toksiškas bakterijoms.
Silicio junginiai	-	Apsunkina mentalo filtravimą. Nusodina magnį ir kalcį.	Sukelia drumstumą.
Chloro junginiai 150-200 mg/l	Naudojamas vandens dezinfekavimui. Gali sudaryti chlorfenolius, kurie aptinkami tik esant koncentracijai 5 mg/l.		
Na^+ 10-70 mg/l	Pagerina alaus skonį, dideli kiekiai gali suteikti sūrų skonį.	-	-
SO_4^{-2} 10-50 mg/l	Suteikia sausą, kartų skonį.	Mažina misos pH.	-
Ca^{+2} 100-150 mg/l	Padidina alaus stabilumą	Padedą nusodinti baltymus	Svarbi maistinė medžiaga mielėms.
Mg^{+2} 10-30 mg/l	Didesnis kiekis nei 30 mg/l suteikia sausą, kartų skonį.	-	Maži kiekiai padidina mielių aktyvumą.
CO_3^{-2} 25-50 mg/l	-	Esant per mažiems karbonato kiekiams gaunama per rūgšti misa.	-

Vandens rodiklius reglamentuoja - 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). Šioje normoje yra reglamentuojami mikrobinio užterštumo rodikliai, toksiniai (cheminiai) rodikliai, indikatoriniai rodikliai, taip pat yra aprašytos geriamojo vandens mėginių, imamų programinei priežiūrai per kalendorinius metus, normos [20].

Jei vandenyje yra ištirpę daug jonų, kurie gali susijungti su kitais jonais esančiais vandenyje ir gali sudaryti nuosėdas, tai toks vanduo yra laikomas kietu. Vandens kietumas yra skirstomas į laikinąjį ir pastovųjį. Laikinas kietas vanduo turi daug bikarbonato jonų, HCO_3^- . Kaitinant tokį vandenį bikarbonato jonai veikiami karščio skyla į CO_3^{2-} , CO_2 ir vandenį. CO_3^{2-} jonai su vandenyje esančiais keliavalenčiais jonais sudaro netirpias druskas, kaip MgCO_3 , CaCO_3 , susidaro nuoviros. Susidarusios nuoviros yra labai pavojingos katiluose, kuriuose yra naudojamas garas, nes susidaręs nuovirų sluoksnis mažina laidumą ir garo katilas gali sprogti. Laikinasis kietumas gali būti pašalintas naudojant gesintas kalkes Ca(OH)_2 . Susidarusios nuosėdos yra pašalinamos filtravimu. Gesintose kalkėse OH^- jonai reagoja su bikarbonato jonais. Susidaro karbonato jonai ir vanduo. Susidarę karbonato jonai su Ca^{2+} sudaro netirpias druskas:



Pastovųjį kietumą sudaro kalcio ir magnio chloridai, sulfatai, nitratai. Virinant vandenį, šių druskų pašalinti negalima. Pastoviojo kietumo pašalinimui yra naudojama Na_2CO_3 . Vandenyje esantys katijonai (Ca^{2+} , Mg^{2+}) sudaro netirpius karbonatus (druskas), o vandenyje vietoj šių katijonų atsiranda Na^+ jonai. Kitas būdas pašalinti pastovųjį kietumą yra jonitų naudojimas, tai yra medžiagos, kurios gali pastovųjį kietumą sudarančius jonus pakeisti į Na^+ jonus. Jonitinę kolonėlę sudaro nejudrūs polimerai – anijonai R^- ir judrūs katijonai Na^+ . Kietam vandeniui tekant per šią kolonėlę, didesnę krūvį turintys jonai (Ca^{2+} , Mg^{2+}) išstuma iš kolonėlės Na^+ jonus. Jonitų kolonėlės regeneravimui yra naudojamas NaCl . Jei tirpale yra didelė Na^+ jonų koncentracija, jie sugeba iš jonitų kolonėlės išstumti daugiavalenčius jonus ir jonitų kolonėlė vėl yra tinkama naudojimui [21]. Pagal ištirpusių jonų kiekį vanduo yra skirstomas į kietumus: labai minkštas (<0,75 mmol/l); minkštas (0,75–1,5 mmol/l); vidutiniškai kietas (1,5–2,7 mmol/l); kietas (2,7–5,35 mmol/l); labai kietas (>5,35 mmol/l) [22]. Šviesių elių gamybai, yra naudojamas kietas vanduo 3,0-3,5 mmol/l.

Projektuojamo *Weissbier* alaus gamybai bus naudojamas UAB „Kauno Vandenių“ tiekiamas vanduo. Pagal 2014 rugsėjo 30 dienos [23] duomenis chlorido koncentracija vandenyje yra 29-45 mg/l, sulfato –

24-29 mg/l, geležies – 0,2 mg/l, mangano – 0,05 mg/l, vario – 0,012-0,013 mg/l, amonio – 0,04 mg/l, nitrito – 0,01 mg/l, bendrasis kietumas 2,9–3,3 mmol/l. Šios koncentracijos neviršija rekomenduojamų koncentracijų. Todėl UAB „Kauno Vandenu“ tiekiamas vanduo gali būti naudojamas projektuojamo alaus gamybai be papildomo apdorojimo.

1.1.3. Apyniai

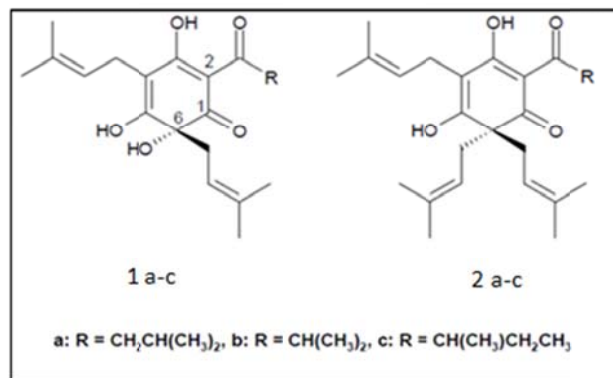
Apyniai – tai daugiamečiai vijokliniai augalai iš kanapinių (*Cannabaceae*) šeimos. Alaus gamybai yra naudojami *Humulus lupulus* apyniai. Alui gaminti naudojami tik neapvaisinti moteriškos giminės žiedai (spurgai), kurie šalia pirminių metabolitų, turi šimtus antrinių metabolitų – įvairių organinių junginių. Pagrindiniai junginiai, randami apynių spurguose yra pateikti 6 lentelėje (drėgmė – nuo 9 iki 12 %) [24].

6 lentelė. Vidutinė apynių spurgų sudėtis

Konponentai	%	Konponentai	%
α -rūgštys	2 – 19	Aminorūgštys	0,1
β -rūgštys	2 – 11	Baltymai	15
Eteriniai aliejai	0,5 – 3	Riebalai ir riebalų rūgštys	1 – 5
Polifenoliai	3 – 6	Pektinai	2
Monosacharidai	2 – 3	Celiuliozė	40 – 50

Didžiausias dėmesys alaus gamyboje yra skiriamas (1) dervoms, kuriose yra apynių rūgštys, (2) apynių eteriniams aliejams, (3) polifenoliniams junginiams [24]. Apynių rūgštys yra svarbiausia dervų sudedamoji dalis. Apynių rūgštys skirstomos į dvi grupes: α -rūgštys ir β -rūgštys. Šios silpnos organinės rūgštys yra tirpios vandenyje ir suteikia silpnai kartų skonį. α -Rūgštys yra skirstomos į humulonų (3 pav. 1a), kohumulonų (3 pav. 1b) ir adhumulonų (3 pav. 1c)

Taip pat ir β -rūgštys yra skirstomos į lupulonų (3 pav. 2a), kolupulonų (3 pav. 2b) ir adlupulonų (3 pav. 2c). α -Rūgštys yra labiau tirpios misoje nei β -rūgštys. Tirpumo palyginimas yra pateiktas 7 lentelėje. Misos virimo metu α -rūgštys izomerizuojasi į izo- α -rūgštis, kurios yra tirpesnės vandenyje. β -rūgštys neizomerizuojasi, todėl jų yra mažesnis tirpumas vandenyje. Izo- α -rūgštis alui suteikia malonų kartumą, padidina alaus putos stabilumą, taip pat stabdo gramteigiamų bakterijų augimą [24].



3 pav. α - ir β -rūgščių struktūra

7 lentelė. α - ir β -rūgščių tirpumas misoje

Temperatūra, °C	α -rūgščių tirpumas, mg/l	β -rūgščių tirpumas, mg/l
25	40	1
100	60	9

Apynių eterinį aliejų sudaro apie 300 junginių. Šie junginiai gali būti suskirstyti į angliavandenilių ir oksiduotąją frakcijas. Svarbiausi angliavandenilių frakcijos junginiai yra: β -mircenas, β -kariofilenas, α -humulenas ir β -farnesenas. Dauguma aromatinių apynių turi didelį kiekį α -humuleno, o mažą - β -mirceno. Oksiduotajai frakcijai priklauso daugelis oksiduotų terpenų, kaip linalolis, geraniolis, kurie skoniui didžiausią įtaką. Nuo 20 iki 30% misoje esančių polifenolių yra gaunama iš apynių. Polifenoliai atlieka natūralių antioksidantų vaidmenį, prailgina alaus laikymo trukmę. Didesnės molekulinės masės polifenoliai sudaro agregatus su baltymais, kurie vėliau nusėda. Taip pat šie junginiai yra svarbūs alaus

koloidiniui stabilumui. Stabilumo praradimo ženklas yra alaus susidrumstimas, kuris atsiranda nutrūkus ryšiams tarp polifenolių ir baltymų [24].

Apyniai yra dviejų rūšių: suteikiantys kartumą ir suteikiantys aromatą. Kartieji apyniai yra dedami iškart, kai misa užverda. Misa su apyniais yra verdama nuo 30 iki 60 minučių. Į visas alaus rūšis yra dedama karčiųjų apynių, nes be jų alus turėtų saldų skonį. Aromatiniai apyniai dedami, tada kai misa jau būna virusi 15-30 min [25]. Taip pat ir aromatiniai apyniai suteikia kartumą alui. Alaus gamyboje gali būti naudojamos kelios apynių formos. Visos naudojamos apynių formos turi savų trūkumų ir privalumų, kurie yra pateikti 8 lentelėje. Dažniausiai *Weissbier* alaus gamyboje naudojamos apynių rūšys ir jų apibūdinimai yra pateikti 9 lentelėje.

8 lentelė. Apynių produktų palyginimas [26]

Apynių forma	Privalumai	Trūkumai
Spurgai	Plaukioja misos paviršiuje, todėl lengva juos išgriebti. Švieži spurgai suteikia geriausią aromatą.	Patiriami misos nuostoliai virimo metu, nes spurgai sugeria dalį misos.
Presuoti apyniai	Geriau išlaiko šviežumą, nei spurgai. Savybės tokios pačios kaip ir spurgų.	Patiriami misos nuostoliai virimo metu, nes kaip ir spurgai, presuoti apyniai sugeria dalį misos.
Apynių granulės	Lengva sverti. Nesugeria misos. Patogus sandėliavimas.	Suteikia silpną skonį ir aromatą, nei spurgai ar presuoti apyniai.

9 lentelė. Dažniausiai *Weissbier* alus gamyboje naudojami apyniai [27]

Apyniai	Kilmė	Apibūdinimas	Alfa rūgščių kiekis, %	Beta rūgščių kiekis, %
<i>Centennial</i>	JAV	Veislė pirmą kartą buvo išvesta 1974 metais Vašingtone. Suteikia kartumą ir aromatą. Alus įgauna citrusų ir gėlių aromatą.	9,5–11,5	3,5–4,5
<i>Hallertau</i>	Vokietija	Auginami Bravarijos regione. Suteikia kartumą ir aromatą. Alus įgauna gėlių ir žemių aromatą.	3,5–5,5	3–4
<i>Hersbrucker</i>	Vokietija	Apyniai naudojami, dėl suteikiamo žemės, žolės aromato.	3–5,5	4–5,5
<i>Liberty</i>	JAV	Ši veislė buvo išvesta 1983 metais. Suteikia švelniai aštrų aromatą.	3–5	3–4
<i>Mt. Hood</i>	JAV	Veislė išvesta 1989 metais. Šie apyniai naudojami, dėl aštraus aromato.	4–6	5–7,5
<i>Strisselspalt</i>	Prancūzija	Veislė išvesta Elzaso regione. Suteikia alui vidutinį malonų aromatą.	3–5	3–5,5
<i>Perle</i>	Vokietija	Veislė išvesta 1978 metais. Ši veislė naudojama dėl intensyvaus aromato, taip pat suteikia ir kartumą.	5–7,5	3,5–5,5
<i>Tettnang</i>	Vokietija	Veislė yra kilusi iš Tetnango. Alui suteikia kartumą ir aromatą. Alus įgauna švelnų žolelių aromatą.	3,5–5,5	3,5–5
<i>Tradition</i>	Vokietija	Išvesta 1991 metais, veislė atspindi ligoms. Naudojama dėl kartumo ir aromato.	5–7	4–5
<i>Ultra</i>	JAV	Veislė išvesta 1983 metais. Naudojama dėl aštraus gėlių aromato.	4–5	3,6–4,7
<i>Vanguard</i>	JAV	Išvesta 1982 metais. Naudojama dėl aromatinių savybių.	5–6	5–7

Apynių tiekėjas bus „Hopsteiner“, Vokietija. Projektuojamo *Weissbier* alaus gamybai bus perkamos šios apynių veislės – *Perle* ir *Tettnang* (9 lentelė). Apynių granulės saugojamos nuo kontakto su deguoniu, tam kad būtų išsaugota kuo daugiau karčiųjų medžiagų. Sandėliuojama patalpoje, kurioje palaikoma 10°C temperatūra. Atidarius apynių granulių maišą, jų galiojimo terminas – 1 mėnuo.

1.1.4. Mielės

Mielės naudojamos alaus misai fermentuoti. Mielės yra *Sacharomycetaceae* šeimos atstovai, kurie yra skirti žemutinio rūgimo (*Saccharomyces carlsbergensis*) ir aukšutinio rūgimo (*Saccharomyces cerevisiae*) mieles. Tokią klasifikaciją lemia skirtingos mielių morfologinės, fiziologinės bei technologinės savybės (10 lentelė).

10 lentelė. Žemutinio ir aukšutinio rūgimo mielių palyginimas [4]

Rodikliai	Žemutinio rūgimo mielės	Aukšutinio rūgimo mielės
Rafinozės rauginimas	Suraugina visiškai	Suraugina trečdalį
Optimali veikimo temperatūra	8-12 °C	14-25 °C
Fermentavimo pabaiga	Nusėda ant aparato dugno	Pakyla į jauno alaus paviršių

Mielės yra nejudrūs vienaląsčiai organizmai, apie 10-15 µm diametro. Mielių ląstelę sudaro apvalkalėlis, citoplazminė membrana, citoplazma (ir joje esančios ribosomos, mitochondrijos, endoplazminis tinklas, lizosomos) ir dvigubą membraną turintis branduolis. Mielės gali daugintis pumpuravimu, skilimu pusiau, sporomis lytiškai ir nelytiškai arba kombinuotai. Alaus gamyboje naudojamos mielės dauginasi pumpuravimosi būdu. Kai yra palankios sąlygos (pakankamas kiekis maistinių medžiagų, gera aeracija), vykstant pumpuravimuisi mielių ląstelės sienelė išsigaubia, susidaro pumpuras. Pumpuruojantis branduolys pasidalina į kelias dalis, viena dalis pereina į naujai besiformuojančią ląstelę. Pumpurui augant, susijungimo vietoje su motinine ląstele susidaro sąsmauka. Atsiskyrus dukterinei ląstelei nuo motininės susidaro randelis. Per visa gyvavimą motininė ląstelė pumpuruojasi 25 – 30 kartų. [28] Mielių dauginimąsi galima suskirstyti fazėmis. Pirmoji fazė yra – lag fazė, kurios metu mielės prisitaiko prie naujos aplinkos, ląstelių skaičius nei didėja, nei mažėja, baigiantis lag fazei mielės po truputį pradeda daugintis. Antroji fazė – log fazė. Šios fazės metu mielės dauginasi geometrinės progresijos principais, t.y. ląstelių skaičius didėja intervalais. Log fazės pabaigoje mielių pumpuravimosi intensyvumas mažėja, nes mažėja maistinių medžiagų kiekis. Po log fazės seka stacionarioji fazė, kurios metu mielių ląstelių skaičius nekinta, nes kiek naujų ląstelių prisidaugina, tiek senų žūna. Paskutinė fazė yra žuvimo, jos metu ląstelių skaičius mažėja, nes sumažėja maistinių medžiagų ir ląstelės nebesugeba daugintis [29]. Projektuojamo *Weissbier* alaus gamybai yra naudojamos aukšutinio rūgimo mielės, *Saccharomyces cerevisiae*. Pagrindinės mielių rūšys naudojamos *Weissbier* alaus gamyboje pateikiamos 11 lentelėje [30].

11 lentelė. Dažniausiai *Weissbier* alaus gamyboje naudojamos mielės [30]

Mielių pavadinimas	Atenuacija, %	Sedimentacija	Optimali fermentacijos temperatūra, °C	Alkoholio tolerencija
WLP300 <i>Hefeweizen Ale Yeast</i>	72-76	Prasta	20-22	Vidutinė
WLP351 <i>Bavarian Weizen Yeast</i>	73-77	Prasta	19-21	Vidutinė
WLP410 <i>Belgian Wit II Ale Yeast</i>	70-75	Vidutinė	19-23	Vidutinė

Mielėms keliami reikalavimai: (1) neužkrėstos alui kenksmingomis bakterijomis; (2) ne mažiau 95% gyvų ląstelių; (3) gera fiziologinė būklė. Projektuojamo *Weissbier* alaus gamybai, bus naudojamos skystosios WLP300 *Hefeweizen Ale Yeast* mielės (11 lentelė), kurias tieks įmonė „White Labs“ (JAV). Mielės yra saugojamos šaldomose talpose, kur yra palaikoma 0,5 – 1,5°C temperatūra. Mielės naudojamos iki 10-os generacijos, nes vėliau prasideda mielių ląstelių išsigimimai, dėl ko gali fermentuojamas alus įgauti pašalinius, nemalonius skonius bei aromatą.

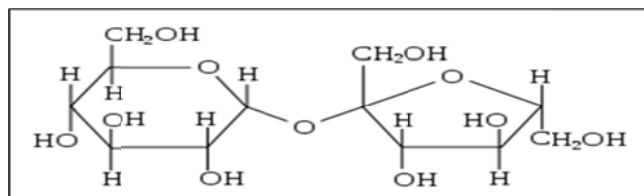
1.2. Pagrindinės alaus kokteilio gamybos žaliavos**1.2.1. *Weissbier* alus**

Viena iš pagrindinių alaus kokteilio žaliavų yra projektuojamas *Weissbier* alus. Į gaminamus alaus kokteilius, pagal Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministro įsakymas „Dėl žemės ūkio ministro 2012 m. gruodžio 11 d. įsakymo Nr. 487 "Dėl Alaus apibūdinimo, gamybos ir prekinio pateikimo techninio

reglamento patvirtinimo" pakeitimo" [4], alaus turi būti nemažiau nei 50%. *Weissbier* alaus jusliniai, cheminiai, mikrobiologiniai rodikliai ir maistinė vertė yra pateikti 2.1. poskyryje.

1.2.2. Cukrus

Cukrus, sacharozė (4 pav.) – vandenyje tirpstantis saldus disacharidas, sudarytas iš gliukozės ir fruktozės molekulių. Cukrus dažniausiai gaminamas iš cukrinių runkelių, cukranendrių. Pagrindinės cukraus cheminės ir fizikinės savybės pateiktos 12 lentelėje.



4 pav. Sacharozė

12 lentelė. Cukraus cheminės-fizikinės savybės [31]

Savybės	Vertė, apibūdinimas
Molekulinė masė	342 g/mol
Spalva	Bespalvis
Būseną	Kietas, kristalinis
Skonis	Saldus
Lydimosi temperatūra	185,5°C
Tirpumas	Labai tirpus vandenyje, metanolyje, silpnai tirpus etanolyje, visai netirpsta etilo eteryje.
Tankis	1,6 g/cm ³

Gamyboje naudojamas smulkusis baltas cukrus atitinkantis [32] Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministro 2007 m. liepos 9 d. įsakymą Nr. 3D-325 „Dėl Cukraus, skirto žmonėms vartoti, gliukozės ir invertuotojo cukraus sirupų bei tirpalų sudėties ir tyrimo metodų techninio reglamento patvirtinimo“ (Žin., 2007, Nr. 79-3201)

Cukraus sirupui naudojamo cukraus tiekėjas bus AB „*Nordic Sugar Kėdainiai*“ (Lietuva). Cukrus bus tiekiamas maišais po 50 kg. Maišai bus laikomi sandėliuose sudėti ant padų, atitraukus nuo sienų. Sandėlyje palaikoma 20°C temperatūroje, saugant nuo tiesioginių saulės spindulių.

1.2.3. Citrinos rūgštis

Citrinos rūgštis yra natūrali silpna organinė rūgštis, kuri yra randama daugelyje daržovių ir vaisių, ypač citrusiniuose vaisiuose. Taip pat citrinos rūgštį sintetina daugelis gyvų organizmų, nes ji yra Krebso ciklo produktas. Citrinos rūgštis į maisto produktus yra dedama konservuojančių savybių, pH reguliavimo. Komerciškai citrinos rūgštis yra gaminama auginant *Aspergillus niger* pelėsius ant sacharidų terpės ir jie kaip pašalinį produktą išskiria citrinos rūgštį [28]. Apie 50% pagamintos citrinos rūgšties yra naudojama kaip skonio ir kvapo stipriklis gėrimuose. Citrinos rūgštis suteikia rūgštų, gaivų skonį, subalansuoja saldumo ir rūgštumo santykį. Pagrindinės citrinos rūgšties cheminės, fizikinės savybės pateikiamos 13 lentelėje [31].

13 lentelė. Citrinos rūgšties cheminės-fizikinės savybės

Savybės	Vertė, apibūdinimas
Spalva	Bespalviai kristalai
Kvapą	Bekvapė
Skonis	Stipriai rūgštus
Lydymosi temperatūra	153°C
Tirpumas vandenyje	54,0% ištirpsta 10 °C; 59,2% ištirpsta 20 °C; 64,3% ištirpsta 30 °C; 68,6% ištirpsta 40 °C; 70,9% ištirpsta 50 °C; 73,5% ištirpsta 60 °C; 76,2% ištirpsta 70 °C; 78,8% ištirpsta 80 °C; 81,4% ištirpsta 90 °C; 84,0% ištirpsta 100 °C
Tirpumas kituose tirpikliuose	Labai tirpus etanolyje ir eteryje, netirpus benzene ir chloroforme.

Gamyboje naudojama citrinų rūgštis atitinkanti 2011 m. lapkričio 11 d. Komisijos reglamentas (ES) Nr. 1130/2011, kuriuo dėl sudaromo Sąjungos maisto prieduose, maisto fermentuose, maisto kvapiosiose medžiagose ir maistingosiose medžiagose leidžiamų naudoti maisto priedų sąrašo iš dalies keičiamas Europos Parlamento ir Tarybos reglamento (EB) Nr. 1333/2008 dėl maisto priedų III priedas (OL 2011 L 295, p. 178)

Citrinos rūgštis bus perkama iš UAB „Jogrida“ (Lietuva), rūgštis bus parduodama sufasuota maišuose po 25 kg. Maišai su citrinos rūgštimi bus laikoma sandėliuose sudėti ant padų, atitraukus nuo sienų. Sandėlyje palaikoma 20°C temperatūroje, saugant nuo tiesioginių saulės spindulių.

1.2.4. Kvapiosios medžiagos ir dažikliai

Maisto priedai – tai 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. Pagal ES nuostatus kiekvienas priedas yra žymimas E raide ir 3 skaitmenų numeriu. Tai reiškia, kad medžiaga yra patikrinta, yra saugi, nustatyti jos grynumo kriterijai, specifikacijos ir maisto priedo vartojimas nustatytomis normomis nekelia pavojaus vartotojo sveikatai [33]. Maisto produktuose naudojamus maisto priedus galima suskirstyti į šias grupes [34]: (1) mitybinę vertę padidinantys priedai: mineralai, vitaminai, aminorūgštys; (2) juslines maisto savybes pagerinantys maisto priedai: dažai, kvapiosios medžiagos, skonio sustiprintojai, tekstūrą pagerinantys maisto priedai; (3) maisto laikymo trukmę prailginantys priedai: antioksidantai, konservantai. Projektuojamo *Weissbier* alaus kokteilio gamyboje, bus naudojama juslines maisto savybes pagerinantys maisto priedai, t.y. maisto dažai ir kvapiosios medžiagos.

Į maisto produktus dedamos kvapiosios medžiagos yra skirtomos į šias grupes [34]: (1) natūralios kvapiosios medžiagos, kurios įeina į natūralių žaliavų sudėtį ir yra išgautos ekstrakcijos, distiliacijos ir sutirštinimo būdais; (2) sintetinės identiškos natūralioms kvapiosios medžiagos (tai medžiagos, į kurių sudėtį įeina vienas ir daugiau cheminiu būdu gautas, bet natūraliose žaliavose identifikuotas junginys); (3) sintetinės neaptiktos natūraliose žaliavose kvapiosios medžiagos (tai medžiagos, į kurių sudėtį įeina vienas ir daugiau cheminiu būdu gautas ir natūraliose žaliavose neidentifikuotas junginys). *Weissbier* alaus kokteilio gamybai parinktos natūrali spanguolių kvapiosioji medžiaga (detali informacija pateikta 2.2 poskyryje) pagrindinės fizikinės ir cheminės savybės pateiktos 14 lentelėje [35].

14 lentelė. Alaus kokteilio gamybai naudojamos spanguolių kvapiosios medžiagos fizikinės, cheminės ir juslinės savybės

Savybės	Vertė, apibūdinimas
Tankis, g/cm ³ (20°C)	0,820
Refrakcijos indeksas	1,365
Virimo temperatūra, °C	60,00
Alkoholio kiekis, % vol	92,5
Aromatas	Jaučiamas žolių, lapų, pušies, vaisių, gėlių aromatas

Į maisto produktus ir gėrimus dedami dažikliai yra skirstomi į natūralius ir sintetinius. Natūralūs dažikliai yra dažniausiai augalinės kilmės, gaunami žaliavas ekstrahuojant įvairiais tirpikliais. Pagrindinis natūralių dažiklių trūkumas – neatsparumas aplinkos poveikiui, t.y. pH, temperatūrai, šviesai). Į sintetinių maisto dažiklių sudėtį įeinantys junginiai yra struktūriškai identiški natūraliems pigmentams. Sintetiniai dažikliai yra atsparūs aplinkos veiksniams, yra intensyvių spalvų, gerai nudažo maisto produktus, spalva nepakinta, kintant aplinkos parametrams, šių dažų yra žema kaina [34]. Parenkama, jog projektuojamo *Weissbier* alaus kokteilio gamyboje bus naudojami natūralūs juodosios morkos dažai. Juodųjų morkų

sulčių koncentratas – tamsiai raudonos spalvos skystis, gautas vykdant atrinktų morkų sulčių ekstrakciją ir koncentraciją. Į koncentrato sudėtį įeina: juodųjų morkų ekstraktas, rūgštingumą reguliuojanti medžiaga citrinos rūgštis ir konservantas kalio sorbatas. Jei maisto produktuose yra naudojami šie dažai, tai etiketėje jie yra žymimi E163. Pagrindinės juodųjų morkų sulčių koncentrato savybės pateikiamos 15 lentelėje [35,36].

15 lentelė. Juodųjų morkų dažų rodikliai

Savybė		Apibūdinimas, vertė
Spalva	pH=3 pH=4 pH=5 pH=7	Nuo persikinės iki braškių raudonumo Raudona Raudonai violetinė Tamsiai violetinė
Stabilumas	Karštis Šviesa Rūgšti terpė	Labai geras Labai geras Labai geras
Gera tirpsta		Vandenyje, etanolyje, propilene, glikolyje
Dažų pH		2,5-4
Tankis (20°C)		1,15-1,30 g/ml
Kadmis		1 mg/kg
Arsenas		3 mg/kg
Švinas		10 mg/kg
Merkurijus		1 mg/kg
Angliavandeniai		40 g/100g
Baltymai		0,5 g/100g
Riebalai		0 g/100g
Bendras mikroorganizmų skaičius		300 KSV/g
Mielės		60 KSV/g
Pelėsiai		60 KSV/g
Patogeninės bakterijos		0 KSV/g

Kvapioji medžiaga turi atitikti [37] 2008 m. gruodžio 16 d. Europos Parlamento ir Tarybos Reglamentą (EB) Nr. 1334/2008 dėl kvapiųjų medžiagų ir aromatinių savybių turinčių tam tikrų maisto ingredientų naudojimo maisto produktuose ir ant jų ir iš dalies keičiantis Tarybos reglamentą (EEB) Nr. 1601/91, reglamentus (EB) Nr. 2232/96 ir (EB) Nr. 110/2008 bei direktyvą 2000/13/EB (OL 2008 L 354, p. 34);

Spanguolių kvapiosios medžiagos ir juodųjų morkų sulčių koncentrato gamintojas – *Rudolf Wild GmbH & Co.KG* (Vokietija), tiekėjas – UAB „SMS-Eligita“ (Lietuva). Spanguolių kvapioji medžiaga ir dažiklis pakuojami į 25 kg plastikinę tarą. Sandėliuojama 5-8°C temperatūroje, apsaugant nuo tiesioginių saulės spindulių. Spanguolių kvapiosios medžiagos sandėliavimo trukmė – 12 mėnesių, juodųjų morkų sulčių koncentrato – 6 mėnesiai, laikantis anksčiau minėtų sąlygų.

1.3. Pagalbinės alaus ir alaus kokteilio gamybos medžiagos

Pagalbinės technologinio proceso medžiagos – tokios medžiagos, kurios naudojamos tam tikroms alaus kokybės savybėms pasiekti bei technologinėms operacijoms atlikti. *Weissbier* alaus gamyboje naudojamos šios pagalbinės medžiagos: pieno rūgštis ir kalcio chloridas. Pieno rūgštis (E270) – rūgštingumą reguliuojanti medžiaga [38]. Su pieno rūgštimi yra reguliuojamas misos pH. Pieno rūgšties dedama tada, kai alaus misos pH yra per didelis. Kalcio chloridas naudojamas papildyti, alaus gamyboje naudojamą vandenį, mineralais. Kalcio chlorido pagalba yra pasiekiamas reikiamas mentalo ir misos pH, misa praturtinama kalcio jonais, kurie yra reikalingi fermentams, padeda koaguluoti baltymams ir taip pat kalcio jonai reikalingi mielių metabolizmui [39]. Pieno rūgštį ir kalcio chloridą tieks kompanija

„HomeBrewWest“ (Airija). Pieno rūgštis ir kalcio chloridas turi būti laikomas ne aukštesnėje nei 20°C temperatūroje, gerai vadinamose patalpose ir saugant nuo tiesioginių saulės spindulių.

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

2.1. Weissbier alus „Weissbier Classic“

Pagrindiniai projektuojamo Weissbier alaus „Weissbier classic“ jusliniai, cheminiai ir fizikiniai rodikliai pateikiami 16 lentelėje [40], vitaminų ir mineralinių medžiagų kiekiai yra pateikti 17 lentelėje. Projektuojamo Weissbier alaus energinė vertė apskaičiuojama pagal formulę:

$$E = 4 \cdot x_1 + 9 \cdot x_2 + 4 \cdot x_3 + 7 \cdot x_4 = 4 \cdot 0,4 + 9 \cdot 0 + 4 \cdot 2,6 + 7 \cdot 3,97 = 39,97 \text{ kcal/100g} \quad (1)$$

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

16 lentelė. Weissbier alaus jusliniai, fizikiniai ir cheminiai rodikliai, maistinė ir energinė vertės

Rodiklio pavadinimas	Vertė
Sausų medžiagų kiekis pirminėje misoje, % $\pm 0,3$	11,0
pH	4,0-4,8
Spalva, EBC vnt.	>8
Skaidrumas	Neskaidrus, drumstas, galimos mielių nuosėdos.
Spalva	Gelsvai baltas
Skonis ir aromatas	Gvazdikėlių, bananų, fenolio, rūgštus, kartus.
Etilo alkoholio kiekis	$5 \pm 0,5$ tūrio % 3,97 masės %
Angliavandeniai	2,6g/100g
Baltymai	0,4g/100g
Riebalai	0g/100g
Energinė vertė	39,79 kcal/100g

17 lentelė. Vitaminų ir mineralinių medžiagų kiekiai 100 ml alaus

Vitaminai	Kiekis, mg	Mineralinės medžiagos	Kiekis, mg
B ₁ (tiaminas)	0,013	Ca	7,2
B ₂ (Riboflavin)	0,042	Fe	0,056
B ₃ (niacinas)	0,555	Mg	7,2
B ₅ (pantoteno rūgštis)	0,051	F	16,8
B ₆ (piridoksinas)	0,048	K	25,6
B ₉ (folio rūgštis)	0,006	Na	4,4
B ₁₂ (kobalaminas)	0,016	Zn	0,044
		Cu	0,034
		Mn	0,023

Weissbier alaus skonis ir aromatas geriausiai atsiskleidžia supylus į specialią taurę su siaura apačia ir plačiu viršumi (5 paveikslas). Tokioje taurėje angliarūgštės burbuliukai lėtai išsiskirdami suformuoja tankią ir standžią alaus putą. Prieš degustuojant alų patartina jį atšaldyti tam, kad atidarius butelį, kuo mažiau išsiskirtų angliarūgštės. Alus į taurę pilamas taip: tuščia taurė uždedama ant butelio, kuris su stikline apverčiamas ir po truputį keliama į viršų. Taip alus pilamas, kad ant dugno esančios mielės tolygiai pasiskirstytų taurėje ir susiformuotų alui būdinga puta [41].



5 pav. Weissbier alaus taurė

Alaus sauga turi atitikti [42] 2005 m. lapkričio 15 d. Komisijos reglamento (EB) Nr. 2073/2005 dėl maisto produktų mikrobiologinių kriterijų (OL 2005 L 338, p. 1), su paskutiniais pakeitimais, padarytais 2011 spalio 27 d. Komisijos reglamentu Nr. 1086/2011 (OL 2011 L 281, p. 7), nuostatas. Aluje galima aptikti šiuos mikroorganizmus – *Salmonella*, *B. Cereus*, *E. Coli*. Alus nėra tinkama terpė augti ir daugintis mikroorganizmams, nes prieš pat išpilstant alus yra pasterizuojamas, aluje yra mažas kiekis deguonies, o didelis anglies dioksidas, taip pat yra etanolio. Todėl alus mikrobiologiniu požiūriu yra saugus produktas vartojimui.

Pagamintas *Weissbier* alus ženklinamas laikantis [43] Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministro įsakymo „Dėl žemės ūkio ministro 2002 m. gruodžio 11 d. įsakymo Nr. 487 "Dėl Alaus apibūdinimo, gamybos ir prekinio pateikimo techninio reglamento patvirtinimo" pakeitimo“ ir [43] HN 119:2002 "Maisto produktų ženklavimas" reikalavimų. Laikantis ankščiau nurodytų reikalavimų, *Weissbier* alaus priekinėje etiketėje bus nurodoma: alaus kategorija (šviesusis kvietinis alus); faktinė etilo alkoholio koncentracija, tūrio %, dešimtosiomis dalimis po kablelio (5,0 tūrio %); pavadinimas („*Weissbier Classic*“). Galinėje etiketėje bus nurodoma: sudedamųjų dalių sąrašas (vanduo, salyklos (miežinis ir kvietinis), apyniai, mielės); laikymo sąlygos (tara su alumi yra laikoma vėdinamuose, nuo saulės spindulių apsaugotose patalpose, kurių oro temperatūra yra 20-25 °C, o santykinė oro drėgmė ne didesnė kaip 85%); minimalus tinkamumo vartoti terminas (3 mėnesiai nuo išpilstymo datos); gamintojo pavadinimas ar firmos vardas ir adresas.

2.2. Alaus kokteilis „*Wheatberry*“

Remiantis pateikta bakalaurnio darbo užduotimi, 10 skirtingų alaus kokteilių bandinių (2,5 alk.tūrio %) buvo paruošti technologinės praktikos metu naudojant AB „Kauno Alus“ pagamintą kvietinį alų bei skirtingus cukraus sirupo, citrinų rūgšties, natūralių bei sintetinių uogų (aviečių, vyšnių ir spanguolių) kvapiųjų medžiagų (Gamintojas: *Rudolf Wild GmbH & Co.KG*, Vokietija. Tiekėjas: UAB „SMS-Eligita“, Lietuva) kiekius (18 lentelė). 100 ml alaus kokteilių bandiniai ruošiami sumaišant visus receptūroje nurodytus komponentus ir praskiedžiant gautą mišinį atšaldytu karbonizuoti stalo vandeniu iki reikiamo kiekio.

18 lentelė. *Weissbier* alaus kokteilių su uogų kvapiosiomis medžiagomis receptūros (2,5 tūrio%)

Nr.	Alaus kokteilis	Žaliavos pavadinimas	Dos.: kg:1000l	Cukrus, kg/1000l	Citrinos rūgštis, kg/1000l	Alus 5,0% , l/100 l
1.	Vyšnia I	Cherry Flavour I Black Carrot Juice	0,6 2,3	40	1,8	500
2.	Vyšnia II	Cherry Flavour II Black Carrot Juice	0,6 2,3	45	1,8	500
3.	Vyšnia III	Cherry Flavour III Black Carrot Juice	0,8 2,3	45	1,8	500
4.	Avietė I	Raspberry Flavour I Black Carrot Juice	0,5 0,7	45	1,8	500
5.	Avietė II	Raspberry Flavour II Black Carrot Juice	0,4 0,7	50	1,9	500
6.	Spanguolė I	Cranberry Flavour I Black Carrot Juice	0,4 1,2	45	2	500
7.	Spanguolė II	Cranberry Flavour II Black Carrot Juice	0,4 1,2	50	1,8	500
8.	Spanguolė III	Cranberry Flavour III Black Carrot Juice	0,5 1,2	50	1,9	500
9.	Vyšnia/Avietė	Cherry Flavour I Raspberry Flavour II Black Carrot Juice	0,6 0,3 1,6	50	1,6	500
10.	Vyšnia/Spanguolė	Cherry Flavour I Cranberry Flavour III Black Carrot Juice	0,6 0,3 1,6	50	2	500

Receptūrose nurodytas gryno cukraus bei citrinų rūgšties kiekis (kg/1000l). Alaus kokteilių gamybai naudojamas 60-80 % koncentracijos cukraus sirupas ir 10 % citrinų rūgšties tirpalas

Norint nustatyti, kuri kvapioji uogų medžiaga yra tinkamiausia alaus kokteilio gamybai buvo atlikta juslinė bandynių analizė, kurioje dalyvavo 10 vertintojų. Juslinės analizės metu buvo vertinami bandynių spalvos, skonio ir aromato intensyvumas, priimtinumas ir būdingumas gaminiui. Vertinimui pateikti bandyniai buvo vertinami 5 balų sistemoje (5-labai gerai, 4-gerai, 3-vidutiniškai, 2-patenkinamai, 1-blogai). Juslinės analizės metu, visi alaus kokteilio bandyniai buvo pateikiami vienu metu, vertintojas paeiliui degustavo bandynius ir vertinimus surašė į pateiktą anketą. Juslinės analizės rezultatai pateikiami 19 lentelėje.

19 lentelė. *Weissbier* alaus kokteilių su uogų kvapiosiomis medžiagomis juslinės analizės rezultatai

Juslinės charakteristikos	Alaus kokteilis									
	Nr. 1 Vyšnia I	Nr. 2 Vyšnia II	Nr. 3 Vyšnia III	Nr. 4 Avietė I	Nr. 5 Avietė II	Nr. 6 Spanguolė I	Nr. 7 Spanguolė II	Nr. 8 Spanguolė III	Nr. 9 Vyšnia / Avietė	Nr. 10 Vyšnia / Spanguolė
Spalva:										
Intensyvumas	3,88	3,88	4,00	2,25	3,13	3,86	3,73	3,25	3,63	3,50
Priimtumas	3,75	3,75	3,75	2,13	3,00	3,75	3,83	3,63	3,88	3,75
Būdinga gaminiui	4,00	3,88	4,13	2,38	3,13	3,86	4,00	3,88	4,00	3,88
Vidurkis	3,88	3,84	3,96	2,25	3,09	3,82	3,85	3,59	3,84	3,71
Skonis:										
Intensyvumas	3,13	3,63	3,88	3,75	3,38	3,63	3,88	3,13	3,50	3,88
Priimtumas	4,00	4,25	3,75	3,13	3,00	3,00	3,60	2,88	3,38	3,38
Būdinga gaminiui	3,63	3,88	3,63	3,38	3,00	3,25	3,78	3,00	3,63	3,88
Vidurkis	3,59	3,92	3,75	3,42	3,13	3,29	3,75	3,00	3,50	3,71
Aromatas:										
Intensyvumas	3,00	3,25	2,50	3,50	3,13	3,63	3,98	2,88	3,13	3,63
Priimtumas	3,63	3,50	3,13	3,63	3,13	3,38	4,00	2,75	3,88	3,63
Būdinga gaminiui	3,63	3,63	3,00	3,75	3,38	3,38	4,13	2,88	3,75	3,38
Vidurkis	3,42	3,46	2,88	3,63	3,21	3,46	4,04	2,84	3,59	3,55
Bendras vidurkis	3,63	3,74	3,52	3,10	3,14	3,53	3,88	3,14	3,64	3,66
Pastabos	Per stipriai jaučiamas alaus skonis. Per daug rūgštus.	Gerai subalansuotas gėrimo saldumas ir rūgštumas	Per silpnas vyšnių aromatas.	Spalva per blanki, panaši į praskiestą gėrimą. Gerai subalansuotas gėrimo saldumas ir rūgštumas	Rūgštus. Per silpnai jaučiamas alaus aromatas.	Nemalonus skonis ir aromatas.	Gerai subalansuotas gėrimo saldumas ir rūgštumas	Rūgštus. Per stipriai jaučiamas spanguolių aromatas	Per stipriai jaučiamas kartumas ir saldumas. Aromate nesijaučia uogų kvapo.	Rūgštus. Dominuoja vyšnių aromatas

Iš pateiktos 19 lentelės matome, kad geriausiomis juslinėmis savybėmis pasižymi bandinys **Nr.7 Spanguolė II**. Šio bandynio spalvos būdingumas gaminiui ir aromato priimtumas bei būdingumas gaminiui patenka į įvertinimo intervalą 4,00-4,13. O spalvos priimtumas, intensyvumas, aromato intensyvumas, skonio intensyvumas, priimtumas ir būdingumas gaminiui patenka į intervalą 3,60-3,98. Įvertinus gautus rezultatus, alaus kokteilis bus projektuojamas pagal 7 receptūrą. Projektuojamo *Weissbier* alaus kokteilio su natūralia spanguolių kvapiąja medžiaga fizikiniai, cheminiai ir jusliniai rodikliai pateikiami 20 lentelėje.

20 lentelė. Alaus kokteilio rodikliai

Rodiklio pavadinimas	Vertė
Skaidrumas	Neskaidrus, drumstas, nes alaus kokteilio gamybai naudojamas nefiltruotas alus.
Spalva	Tamsiai raudona
Skonis ir aromatas	Jaučiamas tiek spanguolių tiek alaus skonis bei aromatas. Malonus saldumo-rūgštumo balansas.
Etilo alkoholio kiekis	2,5 tūrio % 1,9 masės %
Angliavandeniai	6,5g/100g
Baltymai	0,3g/100g
Riebalai	0g/100g
Energinė vertė	40,5 kcal/100g

Projektuojamo alaus kokteilio energinė vertė apskaičiuojama pagal formulę:

$$E = 4 \cdot x_1 + 9 \cdot x_2 + 4 \cdot x_3 + 7 \cdot x_4 = 4 \cdot 0,3 + 9 \cdot 0 + 4 \cdot 6,5 + 7 \cdot 1,9 = 40,5 \text{ kcal/100g} \quad (2)$$

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

Alaus kokteilio sauga turi atitikti [42] 2005 m. lapkričio 15 d. Komisijos reglamento (EB) Nr. 2073/2005 dėl maisto produktų mikrobiologinių kriterijų (OL 2005 L 338, p. 1), su paskutiniais pakeitimais, padarytais 2011 spalio 27 d. Komisijos reglamentu Nr. 1086/2011 (OL 2011 L 281, p. 7), nuostatas. Alaus kokteilyje galima aptikti šiuos mikroorganizmus – *Salmonella*, *B. Cereus*, *E. Coli*. Alaus kokteilis nėra tinkama terpė augti ir daugintis mikroorganizmams, nes prieš pat išpilstant alaus kokteilis yra pasteurizuojamas, alaus kokteilyje yra mažas kiekis deguonies, o didelis anglies dioksidas, taip pat yra etanolio. Todėl alaus kokteilis mikrobiologiniu požiūriu yra saugus produktas vartojimui.

Pagamintas alaus kokteilis ženklinamas laikantis [43] Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministro įsakymo „Dėl žemės ūkio ministro 2002 m. gruodžio 11 d. įsakymo Nr. 487 "Dėl Alaus apibūdinimo, gamybos ir prekinio pateikimo techninio reglamento patvirtinimo" pakeitimo“ ir [44] HN 119:2002 "Maisto produktų ženklavimas" reikalavimų. Laikantis ankščiau nurodytų reikalavimų, alaus kokteilio priekinėje etiketėje bus nurodoma: kategorija (alaus kokteilis); faktinė etilo alkoholio koncentracija, tūrio %, dešimtosiomis dalimis po kablelio (2,5 tūrio %); pavadinimas („*Wheatberry*“). Galinėje etiketėje bus nurodoma: sudedamųjų dalių sąrašas (alus, vanduo, kvapioji medžiaga, dažiklis (E163), cukrus, citrinos rūgštis (E330)); laikymo sąlygos (tara su alaus kokteiliu yra laikoma vėdinamuose, nuo saulės spindulių apsaugotose patalpose, kurių oro temperatūra yra 20-25°C, o santykinė oro drėgmė ne didesnė kaip 85%); minimalus tinkamumo vartoti terminas (6 mėnesiai nuo išpilstymo datos); gamintojo pavadinimas ar firmos vardas ir adresas.

III. TIRIAMOJO DARBO REZULTATAI BEI IŠVADOS, MOKSLINĖS TECHNINĖS LITERATŪROS ANALIZĖ

3.1. Literatūros apžvalga

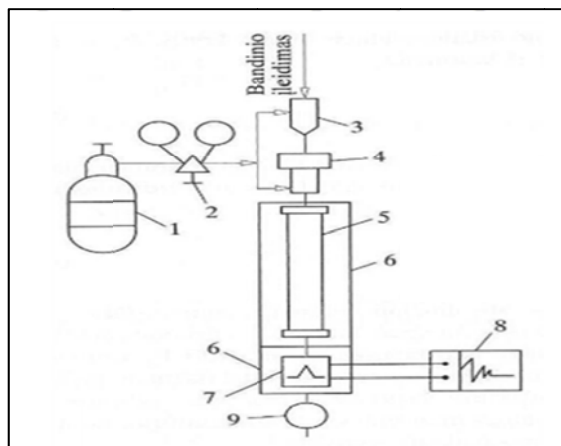
Spanguolė yra visžalis žemaūgis augalas, priklausantis *Vaccinium* genčiai, kuriai taip pat priklauso vaivoras, bruknės, mėlynės ir šilauogės. Spanguolės yra dviejų rūšių: amerikietiškos spanguolės (*Vaccinium macrocarpon*) ir europietiškos (*Vaccinium oxycoccos*). Amerikietiškos spanguolės yra didesnės nei europietiškos, tačiau jos turi silpnesni aromatą [45]. Spanguolės turi labai daug bioaktyvių junginių, antioksidantų, pasižymi priešuždegiminėmis ir antimikrobinėmis savybėmis, stabdo patogeninių bakterijų augimą, kaip *Escherichia coli* ir *Helicobacter pylori*. Taip pat spanguolės yra naudojamos šlapimo takų ir virškinimo trakto sutrikimams gydyti. Spanguolės stabdo navikų susidarymą. Šios uogos yra fenolinių junginių ir vitamino C šaltinis [46]. Vitaminas C atlieka antioksidanto vaidmenį, apsaugo

vandenyje tirpias medžiagas nuo oksidacijos, taip pat dalyvauja kai kurių aminorūgščių metabolizme [47].

Dėl aukščiau išvardintų savybių spanguolėmis yra stengiamasi praturtinti maistą. Vartojamos maiste spanguolės gali suteikti norimą raudoną spalvą bei aromatą. Aromatas tai yra kvapas, kuris yra būdingas gaminiui. Aromatą sudaro lakiųjų junginių mišiniai, kurie dažniausiai yra mažos molekulinės masės organiniai junginiai [48]. Pagrindinės lakiųjų junginių klasės yra šios – alkoholiai, aldehydai, dieniai, terpenai, organinės rūgštys, aromatiniai junginiai [45]. Kad žmogus galėtų pajusti aromatą, lakiųjų junginių koncentracijos maisto produktuose turėtų būti lygios arba didesnės nei slenkstinė koncentracija. Slenkstinė koncentracija – tai žemiausia koncentracija, kai junginys gali būti atpažįstamas uoslės organais [34]. Kramtymo metu vyksta daug pokyčių maiste. Maistas yra susmulkinamas, padidėja paviršiaus plotas, sudrėkinamas seilėmis, kuriose ištirpsta nelakieji komponentai, o lakieji yra išlaisvinami. Lakieji junginiai pasiekia nosies gleivinę, kur yra sužadindami nosyje esantys receptoriai, kurie siunčia signalus į smegenis. Lakiųjų junginių pajutimas priklauso nuo jų koncentracijos, tirpumo, maiste esančių kitų komponentų, aplinkos temperatūros ir drėgmės [48].

Lakieji junginiai iš maisto produktų gali būti išskirti šiais metodais – ekstrahavimo ir hidrodistiliavimo. Ekstrahavimas gali būti atliktas keliais būdais. Vykdyt skysčių – skysčių ekstrakciją abi fazės, tarp kurių pasiskirsto ekstrahuojama medžiaga, yra tarpusavyje nesimaišantys skysčiai. Viena iš fazių dažniausiai būna vanduo, kita – organinis tirpiklis. Šią ekstrakciją galima atlikti, jei ekstrahuojamos medžiagos yra tirpios organiniame tirpiklyje. Skysčių – skysčių ekstrakcija dažniausiai yra atliekama dalijamajame piltuve purtant vandinę ir organinę fazes. Po purtymo skysčiai paliekami dalijamajame piltuve ramybės būsenoje, tam kad skysčiai išsisluoksniuotų [49]. Vykdyt hidrodistiliaciją medžiaga (dažniausiai tai būna augalai ir jų dalys), iš kurios išskirinėjami lakieji junginiai, sudedama į kolbą, užpilama vandeniu ir kaitinama. Užvirus vandeniui ir prasidėjus garavimui lakieji junginiai išsilaisvina iš aliejaus liaukų. Vandens garų ir lakiųjų junginių mišinys kondensatoriuje yra atvėsintas netiesiogiai vandeniu. Iš kondensatoriaus atvėsintas distiliatas teka į separatorių, kur lakieji junginiai atsisikiria nuo vandens, dėl tankių skirtumo. Hidrodistiliacija trunka apie tris valandas. Vykdyt šį metodą, nėra pilnai iš medžiagos išskiriami lakieji junginiai [50]. Lakiųjų junginių mišiniai dažniausiai yra analizuojami dujų chromatografijos metodu. Chromatografo schema pavaizduota 6 paveiksle. Nešančiosios dujos tiekiamos iš baliono (1) per valymo įrenginį ir greičio reguliavimo – matavimo įrenginį (2). Per dozatorių (3) į sistemą įleidžiamas nedidelis kiekis analizuojamo lakiųjų junginių mišinio, kurį nešančiųjų dujų srautas neša į garintuvą (4), paskui į chromatografinę kolonėlę (5), kur termostatu (6) yra palaikoma reikiama temperatūra. Chromatografinėje kolonėlėje, analizuojamas lakiųjų junginių mišinys perskiriamas į atskirus komponentus, kurie išsidėsto nuosekliai, zonomis.

Pirmiausiai kolonėlėje adsorbuojasi lakiųjų junginių komponentas, kurio adsorbcijos geba didžiausia, o paskutinis, kurio mažiausia. Adsorbuoti lakieji junginiai iš kolonėlės išnešami tuo pačiu dujų srautu, pirmiausiai išnešamas komponentas, kurio adsorbcijos geba mažiausia, o paskutinis, kurio didžiausia. Iš kolonėlės išėję lakieji junginiai patenka į detektorius (7). Detektorius fiksuoja atskirus lakiųjų junginių mišinio komponentus, ištekantčius iš kolonėlės ir perduoda signalą registravimo įrenginiui (8), brėžiama chromatograma [51].



6 pav. Dujų chromatografo schema

Šio tiriamojo darbo tikslas – (1) nustatyti alaus kokteilio gamybai naudotų spanguolių kvapiųjų medžiagų (2.2 poskyris) lakiųjų junginių sudėtį dujų chromatografijos su liepsnos jonizaciniu detektoriumi (DC-LJD) ir dujų chromatografijos/masių spektrometrijos (DC-MS) metodais, (2) išskirti spanguolių eterinį aliejų pritaikius hidrodistiliacijos metodą, (3) palyginti kvapiųjų medžiagų ir eterinio aliejaus lakiųjų junginių sudėtį bei (4) palyginti gautus duomenis su kitų tyrėjų publikuotais duomenimis.

3.2. Tyrimų objektai ir metodai

3.2.1. Medžiagos ir priemonės

Spanguolių kvapiosios medžiagos (Rudolf Wild GmbH & Co.KG, Vokietija) gautos iš UAB „SMS-Eligita“ (Lietuva), C6 – C32 n-alkanai ir standartiniai junginiai (limonenas, > 95-98 %) – iš Sigma-Aldrich (Belgija), pentanas – iš Reacheme (Slovakija).

3.2.2. Distiliacija vandens garais (hidrodistiliacija)

Distiliacijai vandens garais buvo naudota 277,1132 g susmulkintų ir išdžiovintų (40 °C, 24 val.) spanguolių („ARIMEX“, Lietuva). Hidrodistiliacijos trukmė – 3 val. Eterinio aliejaus išeiga – 0,29 ml/100 g sausos žaliavos DC/LJD ir DC-MS analizei ruošiami kvapiųjų medžiagų bei eterinio aliejaus skiediniai pentane.

3.2.3. DC-LJD analizė

Spanguolių eterinio aliejaus ir kvapiųjų medžiagų lakiųjų junginių sudėties kokybinė analizė atlikta dujų chromatografu PerkinElmer Clarus500 (JAV) su liepsnos jonizacijos detektoriumi. Kolonėlė – Elite-5 (PerkinElmer, JAV; ilgis 30 m, vidinis skersmuo 0,25 mm, stacionarios fazės sluoksnis 0,25 µm). Kolonėlės temperatūrinė programa: nuo 50 °C, išlaikant 2 min ir keliant temperatūrą 5 °C/min greičiu iki 280 °C, išlaikant 10 min. Inžektoriaus temperatūra 260 °C; inžektuojamo bandinio kiekis - 1 µl; įleidimo srauto paskirstymas 1:10; nešančios dujos – helis; srauto greitis – 1,3 ml/min; detektoriaus temperatūra – 300 °C.

3.2.4. DC-MS analizė

Dujų chromatografijos – masių spektrometrijos (DC-MS) analizė atlikta GCxGC-TOFMS LECO Pegasus 4D system dujų chromatografu - masių spektrometru, turinčiu dvi kolonėles. Pirmoji kolonėlė BPX-5 (ilgis 30 m, vidinis skersmuo 0,25 mm, stacionarios fazės sluoksnis 0,25 µm) (SGE Analytical Science, Australija) sujungta su antrąja kolonėle, BPX-50 (ilgis 2 m, vidinis skersmuo 0,10 mm, stacionarios fazės sluoksnis 0,1 µm). Pirmosios kolonėlės temperatūrinė programa: nuo 50 °C keliant temperatūrą 5 °C/min greičiu iki 280 °C, išlaikant 10 min. Antrosios kolonėlės temperatūrinė programa: nuo 65 °C keliant temperatūrą 5 °C/min greičiu iki 295 °C. Inžektoriaus temperatūra 280 °C; inžektuojamo bandinio kiekis - 1 µl; įleidimo srauto paskirstymas 1:20; detektoriaus įtampa 1550 V, jonų šaltinio temperatūra 250 °C.

3.2.5. Identifikavimas

Tirtų spanguolių kvapiųjų medžiagų bei išskirto eterinio aliejaus lakiųjų junginių identifikavimas atliktas (1) NIST Mass spectral programa analizuojant masių spektrus, (2) apskaičiuojant komponentų linijinius (LI) bei Kovač (KI) sulaikymo indeksus pagal 1 ir 2 formules bei palyginant gautus rezultatus su literatūros šaltinių duomenimis ir (3) palyginant komponento bei standartinių junginių sulaikymo laikus DC-LJD chromatogramose. Junginių pasiskirstymas išreikštas % nuo bendro DC-LJD chromatogramos smailių ploto.

$$LI = 100n + 100 \frac{RT(X) - RT(Cn)}{RT(Cn+1) - RT(Cn)}, \quad (3)$$

$$KI = 100n + 100 \frac{\log RT(X) - \log RT(Cn)}{\log RT(Cn+1) - \log RT(Cn)}, \quad (4)$$

čia: LI – linijinis sulaikymo indeksas; KI – Kovač sulaikymo indeksas; n – anglies atomų skaičius; $RT(X)$ – tiriamo junginio sulaikymo laikas DC-LJD chromatogramoje; $RT(Cn)$ ir $RT(Cn+1)$ – etaloninių medžiagų (C_6 – C_{32} n-alkanai), kurios buvo injektuotos tokiomis pat sąlygomis, sulaikymo laikai DC-LJD chromatogramoje.

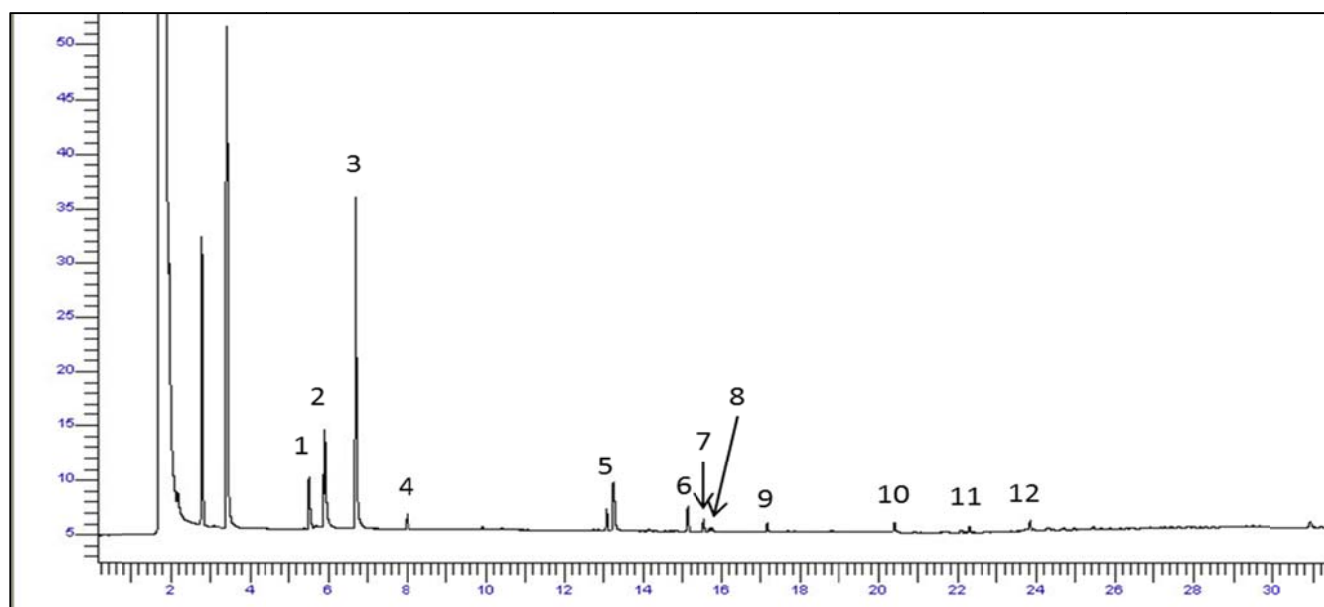
3.2.6. Statistinis duomenų įvertinimas

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

3.3. Rezultatai ir jų aptarimas

Komercinių spanguolių kvapiųjų medžiagų Nr.1, Nr.2, Nr.3 ir hidrodistiliacijos būdu išskirto džiovintų spanguolių eterinio aliejaus DC-LJD chromatogramos pateiktos atitinkamai 7, 8, 9 ir 10 paveiksluose, lakiųjų junginių sudėtis, išreikšta % nuo bendro DC-LJD chromatogramos smailių ploto – 21, 22, 23 ir 24 lentelėse.

DC-LJD metodu spanguolių kvapiojoje (sintetinėje) medžiagoje Nr.1 buvo nustatyta 16 junginių, o identifikuota – 12. Iš alkoholių klasės didžiausiais kiekiais buvo identifikuota: 2-heptanolis (45,40%), 2-heksanolis (21,53%). Iš karbonilinių junginių klasės didžiausiu kiekiu% nuo bendro chromatogramos smailių ploto buvo nustatytas (*E*)-2-heksenalis (7,24%); aromatinių junginių klasės – feniletilalkoholis (12,61%). Šie lakieji junginiai suteikia tokius aromatus: (*E*)-2-heksenalis – lapų, žolelių, vaisių; 2-heksanolis – vaisių; 2-heptanolis – grybų, medžio, žolių; feniletilalkoholis – gėlių, duonos, medaus [52]. Įvertinus spanguolių kvapiąją medžiagą Nr. 1 jusliškai stipriai jaučiamas nemalonus pelėsių, žemės aromatas. Kadangi net 45,40 % nuo bendro chromatogramos smailių ploto sudaro 2-heptanolis, jis yra dominuojantis lakusis junginys ir užgožia kitus lakiuosius junginius ir pagal jaučiamą nemalonų kvapą, galime spręsti, kad dominuojantis junginys yra 2-heptanolis.



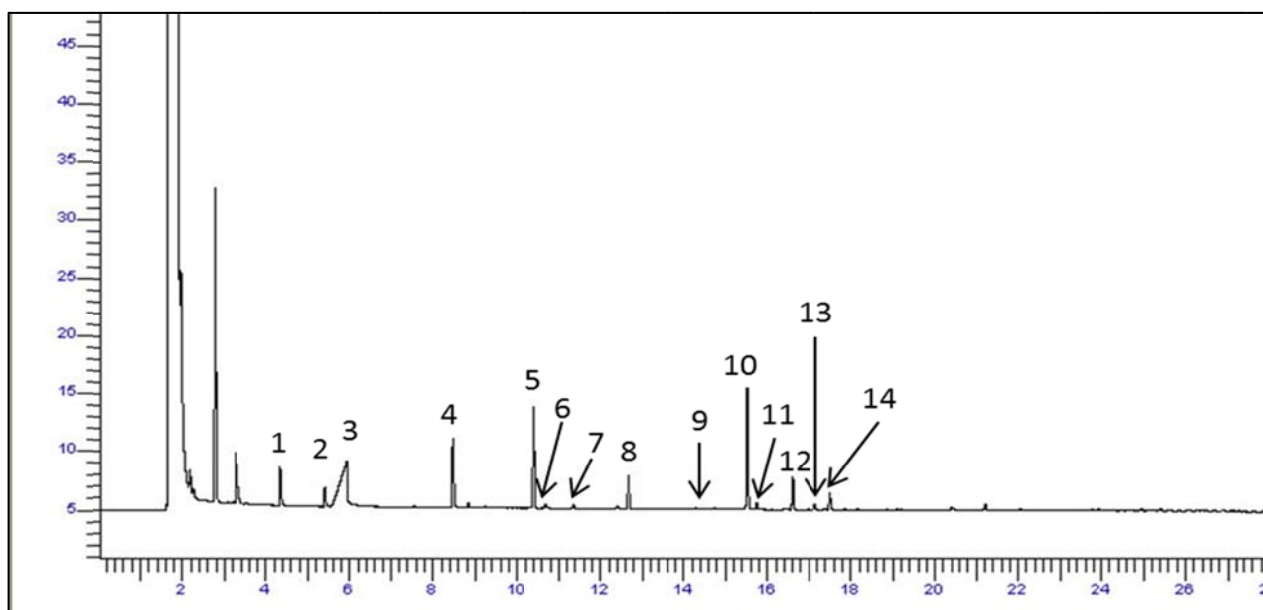
7 pav. Spanguolių kvapiosios medžiagos Nr.1 DC-LJD chromatograma

21 lentelė. Spanguolių kvapiosios medžiagos Nr.1 lakiųjų junginių sudėtis (% nuo bendro DC-LJD chromatogramos smailių ploto)

Nr.	Junginio pavadinimas	SL	LI _{eks}	LI _{lit} [53]	KI _{eks}	KI _{lit} [53]	% nuo bendro chromatogramos smailių ploto*
1	(E)-2-Heksenalis ^A	5,491	845	846	851	855	7,24±0,141 ^f
2	2-Heksanolis ^A	5,895	862	863	867	870	21,53±0,042 ^h
3	2-Heptanolis ^{A,B}	6,678	895	894	896	896	45,40±0,042 ⁱ
4	(E)-2-Heptenalis	7,993	940	947	945	954	1,90±0,007 ^d
5	Feniletilalkoholis ^{A,B}	13,068	1105	1106	1106	1108	12,61±0,283 ^g
6	1-Izopropil-4-metil-cikloheksen-1-olis ^{A,B} (4-Terpinenolis)	15,124	1172	1174	1174	1177	3,46±0,085 ^e
7	2-(4-metilcikloheks-3-en-1-il)-propan-2-olis ^{A,B} (α-Terpineolis)	15,543	1186	1186	1187	1188	1,61±0,000 ^{cd}
8	Metil-2-hidroksibenzoatas ^A (Metilsalicilatas)	15,759	1193	1190	1193	1191	0,85±0,064 ^a
9	5-Izopropenil-2-metil-2-cikloheksen-1-onas ^{A,B} (Karvonas)	17,161	1240	1239	1242	1243	1,14±0,035 ^{ab}
10	2-Metoksi-4-(2-propenil)-fenolis ^{A,B} (Eugenolis)	20,399	1353	1356	1355	1359	1,14±0,049 ^{ab}
11	(E)-4-(2,6,6-trimetilcikloheks-2-en-1-il)-but-3-en-2-onas ^{A,B} (E-α-Jononas)	22,284	1422	1428	1423	1430	0,82±0,042 ^a
12	(3E)-4-(2,6,6-trimetilcikloheks-1-en-1-il)-but-3-en-2-onas ^{A,B} (E-β-Jononas)	23,842	1481	1487	1482	1488	1,26±0,049 ^{bc}

SL: sulaikymo laikas; LI: linijinis sulaikymo indeksas; KI: Kovač sulaikymo indeksas; A: identifikuota pagal apskaičiuotus KI ir LRI; B: identifikuota pagal DC-MS spektrą; C: identifikuota pagal standartinio junginio SL. * Nurodytos vidutinės dviejų pakartojimų vertės. Skirtingos mažosios raidės prie skaičių tame pačiame stulpelyje nurodo reikšmingus verčių skirtumus (ANOVA ir Tukey's kriterijus, $p < 0.05$).

DC-LJD metodu spanguolių kvapiojoje medžiagoje (natūralioje) Nr.2 nustatyta - 16, identifikuota – 14. Iš alkoholių klasės didžiausiu kiekiu % nuo bendro chromatogramos smailių ploto buvo identifikuota: 2-heksanolis (28,32%), α-terpineolis (19,19%), limonenas (15,41%). Iš angliavandenilių klasės didžiausiu kiekiu % nuo bendro chromatogramos smailių ploto nustatytas 2,4-nonadienalis (5,09%); karbonilinių junginių – heksanalis (5,87%); aromatinių junginių – benzaldehidas (11,34%). Šie lakieji junginiai suteikia tokius aromatus: heksanalis – lapų, medžio, vaisių; 2-heksanolis – vaisių; benzaldehidas – migdolų, vaisių; α-terpineolis – pušų, medžio, gėlių; 2,4-nonadienalis – riešutų, medžio [52]. Įvertinus spanguolių kvapiąją medžiagą Nr. 2 jusliškai yra jaučiamas vaisių, riešutų malonūs aromatai, taip pat švelniai jaučiamas medžio, sakų aromatas.



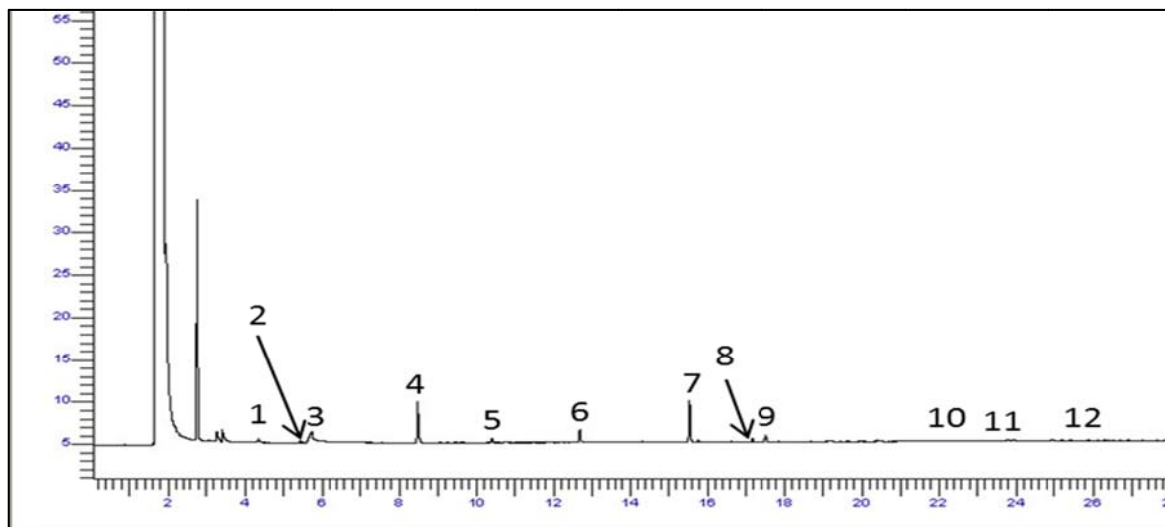
8 pav. Spanguolių kvapiosios medžiagos Nr.2 DC-LJD chromatograma

22 lentelė. Spanguolių kvapiosios medžiagos Nr.2 lakiųjų junginių sudėtis (% nuo bendro DC-LJD chromatogramos smailių ploto)

Nr.	Junginio pavadinimas	SL	LI _{eks}	LI _{lit} [53]	KI _{eks}	KI _{lit} [53]	% nuo bendro chromatogramos smailių ploto
1	Heksanalis ^A	4,324	797	801	796	801	5,87±0,014 ^d
2	(E)-2-Heksenalis ^A	5,390	841	846	847	855	2,71±0,014 ^b
3	2-Heksanolis ^A	5,907	863	863	867	870	28,32±0,064 ^h
4	Benzaldehidas ^A	8,449	956	952	960	960	11,34±0,099 ^e
5	1-metil-4-(1-metiletenil)-cikloheksenas ^{A,C} (Limonenas)	10,389	1020	1024	1022	1029	15,41±0,000 ^f
6	1,3,3-trimetil-2-oksobiciklo-[2,2,2]-oktanas ^A (1,8-Cineolis)	10,655	1028	1026	1031	1031	0,53±0,021 ^a
7	4-metil-1-(1-metiletil)-1,4-cikloheksadienas ^A (γ-Terpinenas)	11,336	1050	1054	1054	1059	0,42±0,028 ^a
8	Nonanalis ^A	12,652	1092	1100	1093	1100	4,74±0,346 ^c
9	1,7,7-trimetilbiciklo-[1,2,2]-heptan-2-onas ^A (Kamparas)	14,131	1144	1141	1146	1146	0,47±0,000 ^a
10	2-(4-metilcikloheks-3-en-1-il)-propan-2-olis ^{A,B} (α-Terpineolis)	15,507	1185	1186	1186	1177	19,19±0,233 ^g
11	Metil-2-hidroksibenzoatas ^A (Metilsalicilatas)	15,729	1192	1190	1193	1192	0,83±0,028 ^a
12	2,4-Nonadienalis ^A	16,595	1221	1220	1222	1221	5,09±0,007 ^c
13	4-metoksibenzaldehidas ^{A,B} (p-Anisaldehydas)	17,133	1239	1247	1241	1500	0,92±0,212 ^a
14	(E)-2-Dekenalis ^A	17,492	1252	1260	1254	1263	2,65±0,028 ^b

SL: sulaikymo laikas; LI: linijinis sulaikymo indeksas; KI: Kovač sulaikymo indeksas; A: identifikuota pagal apskaičiuotus KI ir LRI; B: identifikuota pagal DC-MS spektrą; C: identifikuota pagal standartinio junginio SL. * Nurodytos vidutinės dviejų pakartojimų vertės. Skirtingos mažosios raidės prie skaičių tame pačiame stulpelyje nurodo reikšmingus verčių skirtumus (ANOVA ir Tukey's kriterijus, $p < 0.05$).

DC-LJD metodu spanguolių kvapiojoje medžiagoje (natūralioje) Nr.3 nustatyta ir identifikuota 12 junginių. Iš alkoholių klasės didžiausiais kiekiais buvo identifikuota: α-terpineolis (30,04%), 2-heksanolis (14,39%). Iš karbonylinių junginių klasės didžiausiu % nuo bendro chromatogramos smailių ploto kiekiu identifikuota – nonanalis (8,43%); iš aromatinių junginių – benzaldehidas (30,13%). Šie lakieji junginiai suteikia tokius aromatus: 2-heksanolis – vaisių; benzaldehidas – migdolų, vaisių; nonanalis – vaško, apelsinų; α-terpineolis – pušų, medžio, gėlių [52]. Įvertinus spanguolių kvapiąją medžiagą Nr. 3 jusliškai yra jaučiamas vyšnių, kriaušių aromatas, taip pat jaučiasi šiek tiek pušies aromatas.



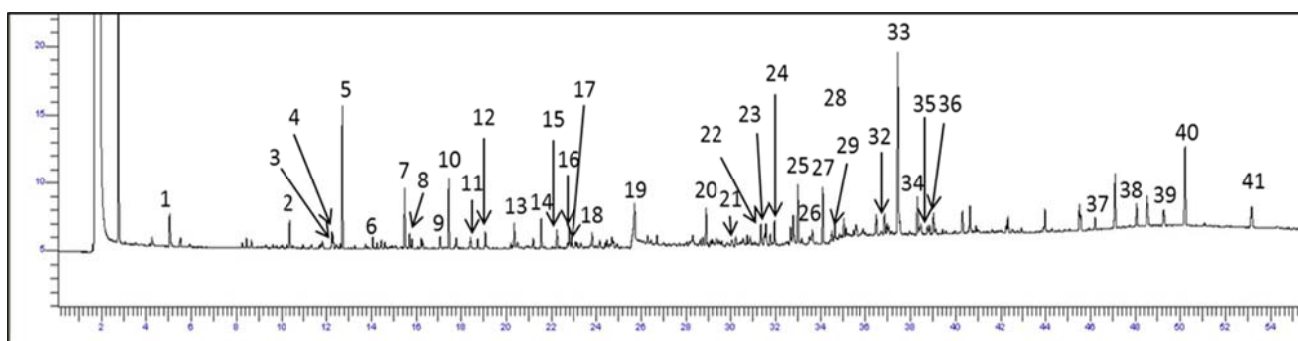
9 pav. Spanguolių kvapiosios medžiagos Nr.3 DC-LJD chromatograma

23 lentelė. Spanguolių kvapiosios medžiagos Nr.3 lakiųjų junginių sudėtis (% nuo bendro DC-LJD chromatogramos smailių ploto)

Nr.	Junginio pavadinimas	SL	LI _{eks}	LI _{lit} [53]	KI _{eks}	KI _{lit} [53]	% nuo bendro chromatogramos smailių ploto
1	Heksanalis ^A	4,342	798	801	797	801	2,12±0,247 ^a
2	(2 <i>E</i>)-Heksenalis ^A	5,420	842	846	848	855	1,40±0,000 ^a
3	2-Heksanolis ^A	5,730	856	863	861	870	14,39±0,453 ^c
4	Benzaldehid ^A	8,463	956	952	960	960	30,13±2,573 ^d
5	1-metil-4-(1-metiletenil)-cikloheksenas ^{A,C} (Limonenas)	10,402	1020	1024	1023	1029	2,20±0,233 ^a
6	Nonanalis	12,671	1093	1100	1094	1100	8,43±0,750 ^b
7	2-(4-metilcikloheks-3-en-1-il)-propan-2-olis ^{A,B} (α -Terpineolis)	15,526	1185	1186	1187	1188	30,04±2,630 ^d
8	4-metoksibenzaldehid ^{A,B} (p-Anisaldehydas)	17,153	1240	1247	1242	1250	2,25±0,219 ^a
9	(<i>E</i>)-2-Dekenalis ^A	17,515	1252	1260	1254	1263	4,76±0,120 ^{ab}
10	(3 <i>E</i>)-4-(2,6,6-trimetilcikloheks-1-en-1-il)-but-3-en-2-onas ^{A,B} (β -Jononas)	23,920	1484	1487	1484	1488	1,80±0,000 ^a
11	4,7-dimetil-1-(2-propanil)-1,2,3,5,6,8-heksahidronaftalenas ^{A,B} (δ -Kadinenas)	24,942	1524	1522	1524	1523	4,47±0,000 ^{ab}
12	(3 <i>Z</i>)-3Heksenilbenzoatas ^A	25,847	1560	1565	1561	1560	2,37±0,000 ^a

SL: sulaikymo laikas; LI: linijinis sulaikymo indeksas; KI: Kováč sulaikymo indeksas; A: identifikuota pagal apskaičiuotus KI ir LRI; B: identifikuota pagal DC-MS spektrą; C: identifikuota pagal standartinio junginio SL. * Nurodytos vidutinės dviejų pakartojimų vertės. Skirtingos mažosios raidės prie skaičių tame pačiame stulpelyje nurodo reikšmingus verčių skirtumus (ANOVA ir Tukey's kriterijus, (p < 0.05) .

DC-LJD metodu džiovintų spanguolių eteriniame aliejuje nustatyti 54 junginiai, o identifikuoti 41. Iš alkoholių klasės didžiausiu kiekiu % nuo bendro chromatogramos smailių ploto buvo identifikuota: fluorensadiolis (3,80%), α -terpineolis (3,42%). Karbonilinių junginių klasės: nonanalis (7,21%), (*E*)-2-dekenalis (3,79%), β -sinensalis (2,13%). Iš angliavandenilių junginių klasės didžiausiu kiekiu % nuo bendro chromatogramos smailių ploto identifikuotas – nonakozanas (5,55%); karboksirūgštys – linolo rūgštis (2,14%), esteriai – metillinoleatas (13,11%). Šie lakieji junginiai suteikia tokius aromatus: nonanalis – vaško, apelsinų; α -terpineolis – pušų, medžio, gėlių; (*E*)-2-dekenalis – vaško, žemių, grybų; β -sinensalis – apelsinų, vaško; linolo rūgštis – silpnas riebalų [52]. Spanguolių eteriniame aliejuje buvo aptikta medžiaga, kuri sudarė 4,14% nuo bendro chromatogramos smailių ploto, tačiau šios medžiagos nepavyko identifikuoti ir tuo pačiu nustatyti, kokį aromatą suteikia.



10 pav. Džiovintų spanguolių eterinio aliejaus DC-LJD chromatograma

24 lentelė. Džiovintų spanguolių eterinio aliejaus lakiųjų junginių sudėtis (% nuo bendro DC-LJD chromatogramos smailių ploto)

Nr.	Junginio pavadinimas	SL	LI _{eks}	LI _{lit} [53]	KI _{eks}	KI _{lit} [53]	% nuo bendro chromatogramos smailių ploto
1	(E)-2-Heksenalis ^A	5,620	851	850	856	859	1,89±0,007 ^{hi}
2	1-metil-4-(1-metiletenil)-cikloheksenas ^{A,B,C} (Limonenas)	10,377	1020	1024	1021	1029	1,41±0,007 ^{defg}
3	4-izopropil-1-metilcikloheksenas ^{A,B} (Terpinolenas)	12,252	1080	1086	1081	1088	0,88±0,007 ^{abc}
4	1-metil-4-(1-metiletil)-benzenas ^{A,B} (p-Cymenas)	12,311	1082	1089	1083	1089	0,70±0,000 ^a
5	Nonanalis ^{A,B}	12,717	1095	1100	1095	1100	7,21±0,035 ^m
6	4-izopropenil-1-metilcikloheksanolis ^{A,B} (Z)-β-Terpineolis	14,058	1137	1140	1140	11474	0,62±0,000 ^a
7	2-(4-metilcikloheks-3-en-1-il)-propan-2-olis ^{A,B} (α-Terpineolis)	15,478	1185	1186	1185	1188	3,42±0,134 ^j
8	Metil-2-hidroksibenzoatas ^A (Metilsalicilatas)	15,693	1191	1190	1191	1192	0,80±0,028 ^a
9	5-Izopropenil-2-metil-2-cikloheksen-1-onas ^{A,B} (Karvonas)	17,092	1239	1239	1240	1243	0,66±0,007 ^a
10	(2E)-Dekenalisis ^{A,B}	17,471	1250	1260	1253	1263	3,79±0,057 ^{jk}
11	2-izopropil-5-metilfenolis ^A (Timolis)	18,428	1284	1289	1284	1290	0,69±0,007 ^a
12	(2E,4E)-Dekadienalis ^{A,B}	19,076	1306	1315	1306	1316	0,81±0,021 ^{ab}
13	(2E)-Undekenalisis ^{A,B}	20,350	1351	1357	1353	1360	1,29±0,007 ^{bcdef}
14	Dodekanalis ^{A,B}	21,540	1394	1408	1394	1408	1,70±0,028 ^{fghi}
15	(4E)(2,6,6-trimetilcikloheks-2-en-1-il)-but-3-en-2-onas ^A (E-α-Jononas)	22,237	1421	1428	1421	1430	1,05±0,014 ^{abcde}
16	6,10-dimetilundeka-5,9-dien-2-one ^{A,B} (Geranilacetatas)	22,777	1441	1453	1442	1455	1,34±0,000 ^{cdefg}
17	3,7,11-trimetil-1,3,6,10-dedekatetraenas ^{A,B} (E)-β-Farnesenas	22,899	1445	1454	1447	1456	0,73±0,014 ^a
18	2-Tridekanonas ^{A,B}	23,825	1481	1495	1481	1496	0,78±0,021 ^a
19	Neidentifikuota	25,716	1556	-	1556	-	4,14±0,099 ^k
20	2,6-dimetil-10-metilen-2,6,11-dodekatrienalis ^{A,B} (β-Sinensalis)	28,883	1686	1699	1686	1699	2,13±0,113 ⁱ
21	Benzilbenzoatas ^{A,B}	30,230	1745	1759	1746	1760	0,63±0,014 ^a
22	Oktadekanas ^{A,B}	31,352	1795	1800	1795	1800	1,30±0,212 ^{cdef}
23	4,5-dimetil-1,2,3,4,4a,5,6,7-oktahidro-7-keto-3-izopropenil naftalenas ^{A,B} (Nootkatonas)	31,510	1801	1806	1802	1806	0,61±0,000 ^a
24	2-etilheksil-2-hidrobenzoatas ^{A,B} (2-Etilheksilsalicilatas)	31,570	1805	1807	1805	1807	1,32±0,035 ^{cdefg}
25	Flourensadiolis ^{A,B}	32,990	1871	1869	1871	1870	3,80±0,042 ^{jk}
26	7-etenil-1,2,3,4,4a,5,6,7,9,10,10a-dodekahidro-1,1,4a,7-tetrametil-[4aS-(4aα,4bβ,7β,10aβ)]-fenantrenas (Isopimaradienas) ^A	33,629	1901	1897	1901	1898	0,77±0,007 ^a
27	6,10,14-trimetilpentadeka-5,9,13-trien-2-onas ^{A,B} (Farnesilacetonas)	34,090	1923	1913	1923	1913	3,35±0,064 ^j
28	3,7,11,15-tetrametil-2-heksadeken-1-olis ^{A,B} (Fitolis)	34,491	1943	1942	1944	1943	0,69±0,071 ^a
29	7-etenil-1,1,4a,7-terametil3,4,4b,5,6,9,10,10a-oktahidro-2-fenantrenas ^{A,B} (Piramadienas)	34,623	1949	1948	1950	1949	1,08±0,014 ^{abcde}

24 lentelės tęsinys. Džiovintų spanguolių eterinio aliejaus lakiųjų junginių sudėtis (% nuo bendro DC-LJD chromatogramos smailių ploto)

Nr.	Junginio pavadinimas	SL	LI _{eks}	LI _{lit} [53]	KI _{eks}	KI _{lit} [53]	% nuo bendro chromatogramos smailių ploto
30	Oktildodekanas ^{A,B} (Eikosanai)	35,567	1995	2000	1995	2000	0,96±0,057 ^{abcd}
31	5β,8α,9β,10α,13α-kaur-16-enas ^{A,B} (Kaurenas)	36,498	2042	2030	2043	2031	1,28±0,064 ^{bcdef}
32	3,7,11,15-terametil-6,40,14-heksadekatrien-3-olis ^A ((6Z,10E)-Pseudofitolis)	36,864	2061	2058	2062	2059	1,47±0,049 ^{efgh}
33	Metil-9,12-oktadekadienoatas ^{A,B} (Metillinoleatas)	37,442	2091	2095	2091	2085	13,11±0,099 ^h
34	9,12-oktadekadieno rūgštis ^{A,B} (Linolo rūgštis)	38,303	2136	2132	2137	2133	2,14±0,092 ⁱ
35	9-oktadekeno rūgštis ^{A,B} (Oleino rūgštis)	38,448	2143	2141	2144	2142	0,74±0,000 ^a
36	9-12-15-oktadekatrieno rūgštis ^A (Linoleno rūgštis)	39,016	2174	-	2174	2154	1,41±0,014 ^{defg}
37	Heksakozanas ^{A,B}	46,196	2594	2600	2594	2600	0,67±0,057 ^a
38	Heptakozanas ^{A,B}	48,039	2714	2700	2713	2700	1,33±0,099 ^{cdefg}
39	Oktakozanas ^{A,B}	49,262	2791	2800	2791	2800	1,29±0,134 ^{bcdef}
40	Nonakozanas ^{A,B}	50,202	2851	2900	2850	2900	5,55±0,573 ^l
41	Trikontanai ^{A,B}	53,139	2996	3000	2993	3000	1,79±0,191 ^{ghi}

SL: sulaikymo laikas; LI: linijinis sulaikymo indeksas; KI: Kovač sulaikymo indeksas; A: identifiukuota pagal apskaičiuotus KI ir LRI; B: identifiukuota pagal DC-MS spektrą; C: identifiukuota pagal standartinio junginio SL. * Nurodytos vidutinės dviejų pakartojimų vertės. Skirtingos mažosios raidės prie skaičių tame pačiame stulpelyje nurodo reikšmingus verčių skirtumus (ANOVA ir Tukey's kriterijus, (p < 0.05) .

Pagal 25 apibendrinančią lentelę matome, kad visos trys kvapiosios medžiagos ir džiovintų spanguolių eterinis aliejus turi du bendrus junginius: (E)-2-heksenalis ir α-terpineolis, kurie suteikia medžio, žolelių, vaisių, gėlių aromatą [52]. Kvapiosios medžiagos labiausiai panašios savo sudėtimi yra Nr.2 ir Nr.3, kurios yra natūralios. Šios kvapiosios medžiagos turi 9 bendrus junginius – heksenalis, (E)-2-heksenalis, 2-heksanolis, benzaldehidai, limonenas, nonanalis, α-terpineolis, p-anisaldehydas, (E)-2-dekenalis. Džiovintų spanguolių eterinio aliejaus sudėtis labiausiai yra panaši į kvapiosios medžiagos Nr.2, bendri yra 6 junginiai – (E)-2-heksenalis, limonenas, nonanalis, α-terpineolis, metilsalicilatas, (E)-2-dekenalis. Sintetinė spanguolių kvapioji medžiaga Nr.1 su kvapiosiomis medžiagomis Nr. 2, Nr.3 ir spanguolių eterinių aliejumi turi tik po keturis bendrus junginius. Pagal aptiktų junginių kiekį panašiausios kvapiosios medžiagos yra Nr.1 ir Nr.2, abiejose kvapiosiose medžiagose buvo rasta po 16 junginių. Remiantis Hirvi T. ir kt. publikuotais duomenimis buvo tirtos Amerikietišku ir Europietišku spanguolių spaustos sultys ir nustatyti jų aromatą sudarantys lakieji junginiai dujų chromatografijos-masių spektrometrijos analizės būdu. Iš viso buvo nustatyta 70 lakiųjų junginių. Daugiau nei 35 junginiai ankstesniuose tyrimuose nebuvo nustatyti, kaip spanguolių aromatą sudarantys lakieji junginiai. Iš terpenų klasės didžiausiais kiekiais buvo identifiukuoti šie junginiai: limonenas (0,12 ppm); iš alkoholių klasės: α-terpineolis (2,1 ppm), 2-metil-1-butanolis (0,30 ppm), 1-butanolis (0,20 ppm); iš karbonylinių junginių klasės: acetoinas (0,12 ppm); iš karboksirūgščių: acto rūgštis (2,40 ppm), 2-metilbutano rūgštis (2,40 ppm), butano rūgštis (0,45 ppm); iš aromatinių junginių klasės: benzilo alkoholis (4,70 ppm), 2-feniletilalkoholis (0,44 ppm), 2-(4-hidroksifenil)-etanolis (0,29 ppm), fenolis (0,25 ppm), benzaldehidai (0,15 ppm) [54]. Palyginus gautus didžiausius kiekius junginių, sudarančių spanguolių aromatą su kitų tyrėjų duomenimis matoma, kad iš alkoholių klasės sutampa tik α-terpineolis ir iš aromatinių junginių klasės benzaldehidai, 2-feniletilalkoholis. Tiriamojo darbo metu nei komercinėse kvapiosiose medžiagose, nei eteriniame džiovintų spanguolių aliejuje nebuvo rasta 2-metil-1-butanolio, 1-butanolio, benzilo alkoholio, 2-(4-hidroksifenil)-etanolio, fenolio.

25 lentelė. Atliktos dujų chromatografijos – masių spektrometrijos apibendrinantys duomenys

Junginys	Spanguolių kvapioji medžiaga Nr. 1	Spanguolių kvapioji medžiaga Nr. 2	Spanguolių kvapioji medžiaga Nr. 3	Džiovintų spanguolių eterinis aliejus	Aromato apibūdinimas [55]	Detekcijos slenkstinė vertė vandenyje (d), ppb [56, 57]	Pajutimo slenkstinė vertė vandenyje (r), ppb [56]	Kiekis spanguolėse (mg/kg) [54, 58]
Heksanalis	-	+	+	-	Žolės, lapų, vaisių, medžių	4,5-5	7-45	3
(E)-2-Heksenalis	+	+	+	+	Lapų, vaisių, žolelių	17	2-11	0,2
2-Heksanolis	+	+	+	-	Žolelių, vaisių, fuzelių	2500	2-10	-
Benzaldehidas	-	+	+	-	Riešutų, migdolų, vaisių, vyšnių	350-3500	10-88	0,15
Limonenas	-	+	+	+	Citrinų, apelsinų	10	13-45	0,12
Nonanalis	-	+	+	+	Vaško, rožių, apelsinų žievelės	1	10-30	0,04
α -Terpineolis	+	+	+	+	Pušies, medžio, alyvų, gėlių, citrusų	330-350	2-88	2,1
Metilsalicilatas	+	+	-	+	Mentolio, mėtinis	40	46-88	0,04
Karvonas	+	-	-	+	Duonos, kmynų	50	86	0,06
p-Anisaldehydas	-	+	+	-	Kumarino, medžio, anyžio, vanilės	50-200	-	0,1
(E)-2-Dekenalis	-	+	+	+	Vaško, žemių, kalendros, grybų	0,3-0,4	10-32	0,2
(E)- β -Jononas	+	-	+	-	Vaisių, uogų, gėlių	1	-	-

3.4. Išvados

1. Atlikus alaus kokteilio gamybai naudotų spanguolių kvapiųjų medžiagų lakiųjų junginių sudėtį dujų chromatografijos su liepsnos jonizaciniu detektoriumi (DC-LJD) ir dujų chromatografijos/masių spektrometrijos (DC-MS) metodais, kvapiojoje medžiagoje Nr. 1 buvo nustatyti buvo nustatyta 16 junginių, o identifikuota – 12. Dominuojantys junginiai kvapiojoje medžiagoje Nr.1 – 2-heptanolis (45,40%), 2-heksanolis (21,53%), feniletilalkoholis (12,61%). Kvapiojoje medžiagoje Nr. 2 – nustatyta – 16 junginių, o identifikuota – 14. Dominuojantys junginiai – 2-heksanolis (28,32%), α -terpineolis (19,19%), limonenas (15,41%). Kvapiojoje medžiagoje Nr. 3 – nustatyta ir identifikuota 12 junginių. Dominuojantys junginiai – benzaldehidas (30,13%), α -terpineolis (30,04%), 2-heksanolis (14,39%).
2. Hidrodistiliacijos metodu iš 100 g džiovintų spanguolių žaliavos buvo išskirta 0,29 ml eterinio aliejaus, kuriame DC-LJD ir DC-MS metodais buvo aptikti 54 lakieji junginiai, iš kurių 41 identifikuotas, iš kurių svarbiausi – metillinoleatas (13,11%), nonanalis (7,21%), nonakozanas (5,55%).
3. Kokybine lakiųjų junginių sudėtimi į spanguolių eterinį aliejų yra panašesnė natūrali spanguolių kvapioji medžiaga Nr.2 (6 bendri junginiai). Kvapiosios medžiagos labiausiai panašios savo sudėtimi yra Nr.2 ir Nr.3, kurios yra natūralios (9 bendri junginiai).
4. Visos trys kvapiosios medžiagos ir džiovintų spanguolių eterinis aliejus turi du bendrus junginius – (*E*)-2-heksenalis (lapų, vaisių, fuzelių) ir α -terpineolis (pušies, medžio, alyvų, citrusų). Džiovintų spanguolių eterinio aliejaus sudėtis labiausiai yra panaši į kvapiosios medžiagos Nr.2, bendri – 6 junginiai.

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

4.1. *Weissbier* alaus gamybos technologinio proceso fizikiniai, cheminiai ir biocheminiai pagrindai

Gaminant projektuojamą *Weissbier* alų, bus vykdomi šie etapai: (1) žaliavų ir medžiagų gavimas, priėmimas ir saugojimas; (2) salyklo valymas ir malimas; (3) mentalo užmaišymas, virimas ir filtravimas; (4) misos virimas su apyniais, skaidrinimas, atšaldymas ir aeravimas; (5) alaus mielių paruošimas ir laikymas; (6) alaus misos fermentavimas mielėmis; (7) mielių atskyrimas iš sufermentuotos misos; (8) jauno alaus brandinimas; (9) alaus skaidrinimas ir stabilizavimas šaldant iki minusinės temperatūros; (10) alaus separavimas; (11) alaus karbonizavimas; (12) alaus pasterizavimas; (13) alaus pilstymas ir ženklinimas; (14) produkcijos sandėliavimas [4].

4.1.1. *Salyklo gamyba, priėmimas, saugojimas, valymas ir malimas*

Grūdą sudaro gemalas, kuris yra kartu sujungtas su maisto šaltiniu – krakmolinu endospermiu, ir yra apsuptas kelių apsauginių sluoksnių. Endospermą sudaro mažos ir didelės krakmolo dalelės, kurias sujungia baltymų kompleksas. Endosperme randama truputis fermentų, tačiau pagrindiniai fermentai, reikalingi hidrolizei, negali būti susintetinti endosperme. Gemalas sintetina seriją hormonų, kurie aleurono sluoksnyje skatina arba slopina fermentų sintezę. Tam kad gemalas galėtų pradėti, šių hormonų sintezę, grūdas turi būti pakankamos drėgmės. Salyklui naudojami grūdai dažniausiai būna 10-13% drėgmės, o gemalas – 18-20% drėgmės.

Salyklo ruošimo metu grūdai turi būti mirkomi iki 42-46% drėgmės. Mirkymas trunka apie 48-72 valandas, 14-18°C temperatūroje. Prasideda fermentų aktyvinimas, kurie pradeda endosperme esančio krakmolo sintezę. Pirmiausiai yra aktyvinami proteolitiniai fermentai, o paskutiniai – amilazės. Amilazės skaldo endosperme esantį krakmolą ir apsauginius sluoksnius, dėl to palengvėja malimas ir ekstraktinių medžiagų išgavimas iš salyklo. Proteolitiniai fermentai hidrolizuoja stambias baltymų molekules į smulkesnes, dėl to sumažėja alaus drumstumas ir taip pat susidaro amino rūgštys, kurios reikalingos mielėms. Mirkymo metu tik 5-10% endosperme esančio krakmolo yra suhidrolizuojama. Pasibaigus salyklo mirkymui, prasideda kitas etapas – daiginimas, kuris trunka apie 4-6 dienas 16-20°C temperatūroje. Mirkymo metu stambiamolekuliniai baltymai yra suskaldomi į mažas, tirpias molekules, kurios kaupiasi gemale ir yra naudojamos kaip maisto medžiaga, padedanti sudygti daigeliui. Susiformuoja šaknys ir ūgliukas.

Po daiginimo seka džiovinimas. Džiovinimas atliekamas 50-220°C temperatūroje, 24-36 valandas. Džiovinimo metu drėgmės kiekis salykle sumažinamas iki 5%, taip yra sustabdomi visi grūde vykstantys metabolizmai. Džiovinimo procesas turi būti atliekamas labai atsargiai. Mirkymo ir daiginimo metu susidarę fermentai yra labai jautrūs temperatūrai, ypač esant didesniems drėgmės kiekiams. Todėl džiovinimas pradamas esant žemoms temperatūroms (apie 50°C). Kai maždaug pusę esančios drėgmės iš grūdo yra pašalinama, tik tada galima pakelti džiovinimo temperatūrą. Kaitinimo metu formuojasi salyklo spalva. Angliavandenių ir baltymų skilimo produktai (cukrūs ir aminorūgštys) jungiasi į spalvą sudarančius junginius – melanoidinus. Kuo aukštesnė džiovinimo temperatūra, tuo tamsesnės spalvos salyklas susidaro. Taip pat džiovinimo metu formuojasi ir salyklui būdingas skonis [59].

Salyklas į gamyklą bus transportuojamas specialiais sunkvežimiais. Atvežta žaliava turi turėti kokybės sertifikatus. Gamybos laboratorijai davus leidimą, salyklas gali būti iškrautas. Salyklas iš sunkvežimio yra transportuojamas į silosus, kur yra palaikoma 20°C ir 75% drėgmė. Salyklas iš siloso transporterio ir elevatoriaus pagalba paduodamas į sijotuvą, kuriame atskiriamos priemaišos, kurios yra didesnės arba mažesnės nei salyklas. Salyklo dydžio priemaišos lieka neatskirtos. Atskirtos priemaišos supilamos į maišus. Tada salyklas nukreipiamas į akmenų atskirtuvą. Išvalytas nuo akmenų salyklas yra sveriamas ir nukreipiamas valymui nuo magnetinių priemaišų. Išvalytas ir susvertas salyklas nukreipiamas į malūną [16].

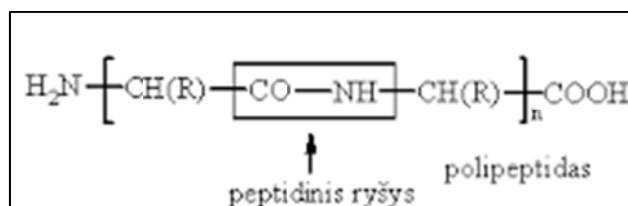
Malimo tikslas – susmulkinti krakmolingą salyklo endospermą, kad jį lengviau galėtų hidrolizuoti salykle esantys fermentai. Malimo būdai yra keli – sausasis ir šlapiasis. Malimas turi būti atliktas tokiomis sąlygomis, kad kuo mažiau būtų pažeisti lukštai, kurie yra reikalingi mentalo filtravimo metu. Malimo metu gaunamos tokios frakcijos: lukštai (25%), stambios kruopos (33%), smulkios kruopos (20%), smulkesnės kruopos (6%), miltai (16%). Mažiausiai pažeidžiami lukštai yra drėgno malimo metu, nes grūdai yra sudrėkinami, lukštai tampa elastingesni ir mažiau pažeidžiami [60]. Projektuojamai gamybai yra pasirenkamas šlapiasis malimo būdas. Šlapiojo malimo malūną sudaro trys valcų poros. Pirmieji malūno valcai salyklą paskirsto tolygiai į drėkinimo kamerą, kur salyklas apipurškiamas vandeniu. Antra valcų pora (rifliuota) pertrina salyklo grūdus. [16].

4.1.2. Mento virimas ir filtravimas

Sumaltas salyklas yra sumaišomas su vandeniu, tam kad būtų suaktyvinti fermentai, kurie pradėtų krakmolo hidrolizę į fermentuojamus cukrus, baltymus į amino rūgštis ir mažus peptidus, riebalus į laisvas riebalų rūgštis ir sterolius. Tam kad prasidėtų hidrolizė turi būti vykdomas šildymo ir išlaikymo režimas, kuris priklauso nuo gaminamo alaus rūšies.

Mento virimo metu yra laikomasi griežtų temperatūrinių režimų, turi būti išlaikomos tam tikros temperatūrinės pauzės. Pirmiausiai yra vykdoma proteolitinė pauzė 45-55°C temperatūroje. Šioje temperatūroje aktyviausiai veikia fermentai proteazės, kurios skaido baltymų peptidinius ryšius (11 pav.)

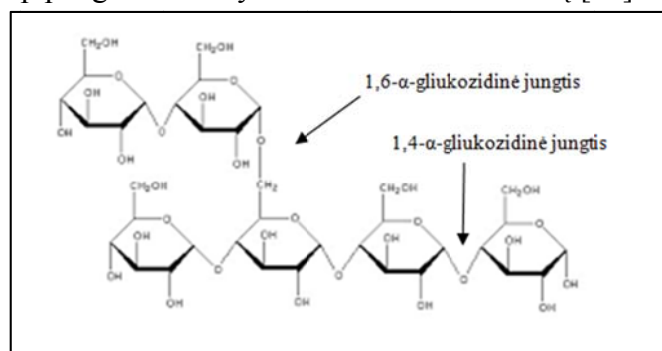
ir yra gaunami maži peptidai arba aminorūgštys [60]. Baltymų hidrolizės produktai turi įtakos alaus fermentacijai, skoniui, spalvai, putai. Taip pat proteolitinės pauzės metu yra skaidomi β-gliukanai. Nepakankama β-gliukanų hidrolizė padidina mentalo klampumą. Todėl pasunkėja misos ir alaus filtracijos procesai [61]. Po proteolitinės pauzės vykdoma maltozinė pauzė 62-65°C temperatūroje. Šioje temperatūroje prasideda krakmolo sucukrinimas, aktyviausiai veikia β-amilazė, o silpniau veikia α-amilazė.



11 pav. Peptidinis ryšys

β-Amilazė katalizuoja krakmolo hidrolizę nuo neredukuojančio galo. Šis fermentas hidrolizuoja 1,4-α-gliukozidines jungtis (12 pav.) ir atskelia maltozę, taip pat gali susidaryti mažas kiekis dekstrinų [60].

Paskutinė mentalo virimo pauzė – dekstrininė pauzė 71-73°C temperatūroje. Šioje temperatūroje inaktyvuojama yra β-amilazė, o aktyviausiai veikia α-amilazė, kuri hidrolizuoja krakmolo 1,4-α-gliukozidines jungtis ir atskelia dekstrinus. Taip pat mentalo virimo metu veikia ir fermentas dektrinazė, kuri hidrolizuoja 1,6-α-gliukozidines jungtis (12 pav.) [58]. Pasibaigus dekstrininei pauzei mentalo temperatūra pakeliama iki 76-78°C temperatūros, tam kad visi fermentai būtų inaktyvuoti ir paduodamas į filtracijos katilą [60].



12 pav. Krakmolo 1,4-α-gliukozidines jungtis ir 1,6-α-gliukozidines jungtis

Mentalo virimo metu į skystąją fazę pereina nemažai įvairių cukrų: gliukozės, maltozės, maltotriozės ir dekstrinai. Procentiniai cukrų kiekiai pateikti 26 lentelėje [59].

26 lentelė. Cukrų kiekiai

Cukrūs	Procentinė sudėtis, %	Cukrūs	Procentinė sudėtis, %
Gliukozė	10-15	Maltozė	50-60
Fruktozė	1-2	Maltotriozė	15-20
Sacharozė	1-2	Dekstrinai	20-30

Mentalo virimas gali būti vykdomas dviem būdais – infuziniu arba dekokciniu. Verdant mentalą infuziniu būdu, visas mentalas virimo katile yra virinamas pasiekiant ir išlaikant ankščiau minėtas pauzes (proteolitinė, maltozinė, dekstrininė). Šis virimo būdas yra dažniausiai naudojamas aukštutinio rūgimo alaus rūšims gaminti. Verdant mentalą dekokciniu būdu reikalinga aparatūra yra virimo katilas ir užmaišymo bosas. Iš užmaišymo boso dalis mentalo (apie 1/3) yra pumpuojama į virimo katilą, kur yra pasiekama virimo temperatūra. Tada užvirintas mentalas gražinamas į užmaišymo katilą ir sumaišomas su nevirintu mentalu, taip yra pakeliama bendra mentalo temperatūra iki reikiamų pauzių. Pagal naudojamų mentalo virimų skaičių, dekokcinis metodas gali būti skirtomas į vieno, dviejų arba trijų pavirinimo būdus. Dekokcinis būdas dažniausiai yra naudojamas žemutinio rūgimo alui gaminti [61]. Projektuojamo *Weissbier* alaus gamybai bus naudojasm infuzinis mentalo virimo būdas, nes šio alaus fermentacija yra naudojamos aukštutinio rūgimo mielės. Po virimo mentalas iš virimo katilo į filtracijos kubilą paduodamas siurbliu. Mentalo filtravimo metu yra atskiriamos kieta (lukštai, grūdų kitos dalys) ir skysta (ekstraktas, su ištirpusiomis medžiagomis) fazės. Tam, kad mentalas filtracijos katile pasiskirstytų tolygiai, dirba maišyklė. Suleidus mentalą, prasideda filtracija. Vykdoma cirkuliacija tol, kol nusistovi salyklojaus sluoksnis ir misos drumstumas yra 30-35 EBC. Pirminė misa nutraukiama virš salyklojų paliekant apie 1 cm misos sluoksnį. Pirminė misa nukreipiama į virimo katilą. Pabaigus pirminės misos

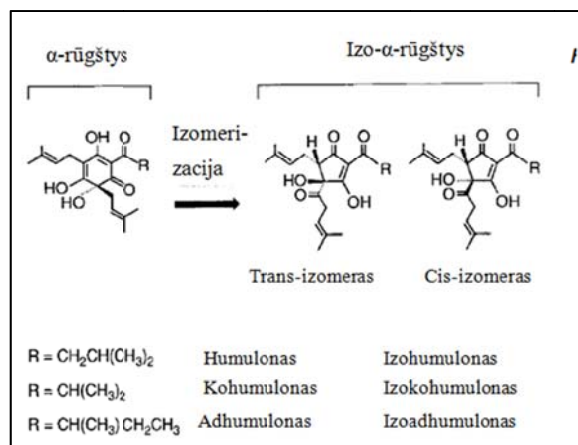
filtracijai, vykdomas salyklojų praplovimas vandeniu, kurio temperatūra 78°C. Taip pat vėl vykdoma cirkuliacija, kol pasiekiamas misos drumstumas 30-35 EBC. Nuskaidrėjusi misa pumpuojama į virimo katilą. Salyklojai vandeniu praplaunami 2-4 kartus. Paskutinio praplovimo metu vandens sausų medžiagų kiekis turi būti 0,4-0,5%. Praplovimo metu vykdomas filtracijos sluoksnio purenimas tam, kad geriau būtų išplautos ekstraktas [16].

4.1.3. Misos virimas

Į misos virimo katilą suleidus pirminę misą, įjungiamas kaitinimas. Baigus suleisti praplovimo vandenis, misa užverdama. Misai verdant sudedami apynių produktai. Virimo pradžioje ir pabaigoje pamatuojamas misos pH. Po virimo misos pH turi būti 5,2. Jei pH yra per aukštas, reikia pilti pieno rūgštį. Virimas trunka 60-90 min. Pagrindiniai misos virimo metu vykstantys procesai [61]:

- α -rūgščių izomerizacija;
- baltymų koaguliacija;
- misos sterilizacija ir fermentų inaktyvacija;
- aromatinių junginių formavimasis (Majaro reakcija);
- spalvos formavimasis;
- nepageidaujamų lakiųjų junginių pašalinimas;
- misos rūgštėjimas.

Misos virimo metu iš apynių išsiskiria α -rūgštys. α -Rūgštys yra skirstomos į tris grupes – humulonas, kohumulonas ir adhumulonas (bendras pavadinimas humulonai). Vykstant virimui išsiskyrusios α -rūgštys izomerizuojasi į izo- α -rūgštis (13 pav.). Šios rūgštys yra tirpesnės nei humulonai ir taip pat suteikia kartesnę skonį alui. Pasibaigus virimui, neizomerizavusios α -rūgštys yra pašalinamos iš misos kartu su apyniais. Apie 50% α -rūgščių izomerizuojasi. Kiekviena izo- α -rūgštis turi cis- ir trans- formas. Visos šešios izo- α -rūgščių formos skiriasi kartumo intensyvumu [59].



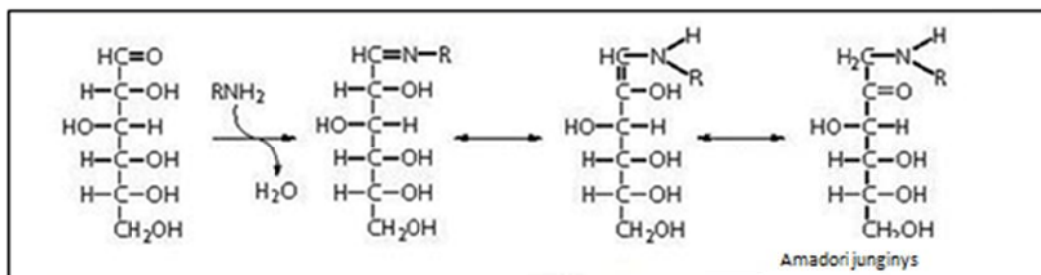
13 pav. α -rūgščių izomerizacija

Misos virimo metu didelės molekulinės masės baltymai koaguliuoja. Nepakankama baltymų koaguliacija turi neigiamą įtaką mielių veiklai, nepasiekiamas reikiamas pH fermentavimo metu, dėl to alus gali įgauti nemalonų kartų skonį. Likę baltymai gali reaguoti su polifenoliais ir sukelti nepageidaujamą alaus drumstumą ir sutrumpinti sandėliavimo laiką. Tačiau, kai kurie baltymai (kaip gliadinas ir gliuteninas) yra reikalingi tam, kad susiformuotų reikalinga alaus puta. Baltymų koaguliacijai didžiausią įtaką turi misos pH. Baltymai geriausiai koaguliuoja izoelektriniame taške, kuriame molekulės neturi krūvio. Izoelektrinis taškas kiekvienam baltymui yra individualus. Misos virimo metu pH turi būti apie 5 ($\pm 0,1-0,2$) [62].

Net ir trumpas virimo laikas pakankamai sterilizuoja misą, sunaikinama likusi salyklo ir apynių mikroflora. Taip pat misos virimo metu inaktyvuojami likę fermentai. Dažniausiai po mentalo virimo lieka aktyvi α -amilazė, kurios inaktyvavimui užtenka trumpo virimo laiko [61].

Saldi misa verdama su apyniais arba be jų tamsėja. Tai vyksta dėl nefermentinio rudavimo, kurio metu vyksta reakcijos tarp aminių, amino rūgščių ir karbonilinių junginių, ypač tarp redukuojančių cukrų. Pigmentas gautas nefermentinio rudavimo metu vadinamas melanoidinu, o galutinis produktas yra karamelė, o vykstanti reakcija vadinama – Majaro reakcija. Majaro reakcija pradeda vykti salyklo kaitinimo metu ir tęsiasi misos virimo metu. Todėl tamsus ir karamelinis salyklas turi daugiau

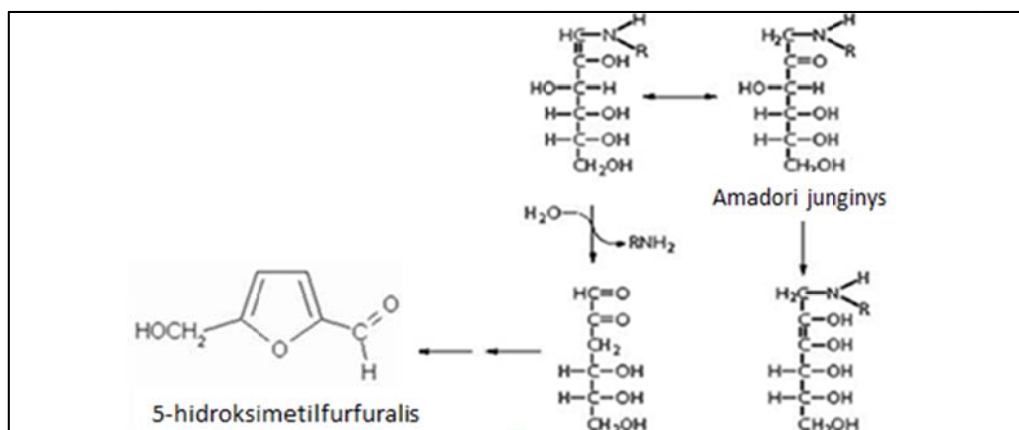
melanoidino, nei šviesusis salyklos. Buvo apytikriai nustatyta, kad viena trečioji alaus spalvos susidaro salyklos kaitinimo metu, o likusi dalis spalvos susiformuoja misos virimo metu, santykis gali svyruoti, dėl naudojamų įvairių salyklos proporcijų. Be to, Majaro reakcijos metu išsiskiria nemažai lakiųjų junginių, kurių slenkstinė pajutimo koncentracija yra žema ir gali padaryti įtaką galutiniam alaus skoniui [59]. Majaro reakcija prasideda nuo redukuojančių cukrų sąveikos su aminorūgštimis ar peptidais. Vyksta persigrupavimas į Amadori junginį [63]. Reakcija parodyta 14 paveiksle.



14 pav. Gliukozės reakcija su amino rūgštimi

Kuo didesnės molekulinės masės cukrūs yra, tuo lėčiau vyksta sąveika su aminorūgštimis. Pentozės, kaip ribozė, reaguos greičiau nei heksozės (gliukozė, fruktozė) ar disacharidai (sacharozė, laktozė). Aminorūgštis lizinas (su dviem amino grupėmis) reaguos greičiau ir sudarys tamsesnę spalvą. O cisteinas (turintis sieros), suteiks specifinį skonį, o spalvai turės mažiau įtakos.

Sekantis Majaro reakcijos etapas priklauso nuo Amadori junginio izomero. Jei Amadori junginys deamininasi, gaunami svarbūs skonį suteikiantys junginiai furfuralis ir hidroksimetilfurfuralis. Furfuralis susidaro reaguojant pentozėms, o hidroksimetilfurfuralis – heksozėms. Kitas reakcijos vyksmas galimas persigrupuojant Amadori junginiui ir taip prasideda rudavimo reakcijos. Hidroksimetilfurfuralio bei Amadori junginio persigrupavimas pavaizduotas 15 paveiksle.



15 pav. Hidroksimetilfurfuralio susidarymas ir Amadori junginio persigrupavimas

Po Amadori persigrupavimo galimos trijų tipų reakcijos:

- dehidratacijos reakcijos;
- hidrolizė, kurios produktais gaunami tokie junginiai kaip diacetilas, pyruvataldehidas;
- Štekerio skilimo reakcijos.

Šių reakcijų metu susidaro produktų mišinys, turintis skonį suteikiančių medžiagų bei pigmentą melanoidiną [64]. Esant neutraliai arba silpnai rūgštinei terpei, furfuralis ir heterocikliniai junginiai dalyvauja melanoidino susidaryme. Melanoidinai veikia antioksidiskai, jie panaikina hidroksilo radikalus, vandenilio peroksidą, superperoksidus ir taip pat turi įtakos alaus putos susidarymui [62].

Verdant misą vyksta fenoliniai pokyčiai. Misoje esantys flavonoliai yra klasifikuojami į: paprastus flavonolius (katechinas, epikatechinas, dimeriniai ir trimeriniai flavonoliai), polimerinius flavonolius (flavonolių oksidacijos produktai) ir kompleksinius flavonolius. Paprastieji flavonoliai yra jautrūs laisvų radikalų reakcijoms. Šių reakcijų metu formuojasi polimeriniai flavonoliai, kurie pasižymi raudonai-ruda splava. Kuo didesnė polimerinių flavonolių molekulinė masė, tuo stipresnės dažančios savybės [62].

Mentalo virimo metu susiformuoja nepageidajamas lakusis junginys – metilmetioninas. Iš šio junginio susiformuoja dimetilsulfidas, kuris suteikia nepageidaujamą skonį bei aromatą galutiniam alui. Metilmetionino virtimas į dimetilsulfidą vyksta esant 100°C ir 30-70 min. Dimetilsulfidas yra labai lakus junginys ir gali būti pašalinamas virimo metu su garais. Todėl norint pašalinti dimetilsulfidą, reikia parinkti optimalų virimo laiką ir temperatūrą, nes esant per žemai virimo temperatūrai ar per trumpam virimo laikui, misoje liks per didelis dimetilsulfido kiekis [64].

Virimo metu, misa truputi parūgštėja (apie 0,1-0,3 pH vienetais), nes susidaro melanoidinai, išsiskiria apynių karčiosios rūgštys, įvyksta kalcio bei magnio jonų sąveika su fosfatais ir nusėda šarminiai fosfatai [61]. Misos virimui gali būti naudojama tokia įranga – virimo katilas su kaitinimo marškiniais ir katilas su vidiniu šildymu. Pirmu atveju katilą gaubia šildymo marškiniai, į kuriuos paduodami suslėgti vandens garai. Katilas su vidiniu šildymu naudojamas, verdant didelius kiekius misos. Dažniausiai kaitinimo elementas yra įtaisomas katilo viduryje, tam kad vyktų turbulentinis virimas [64]. Projektuojamo *Weissbier* alaus gamybai parenkamas katilas su kaitinimo „marškiniais“.

4.1.4. Misos filtravimas, atšaldymas, aeravimas

Po virimo misa yra filtruojama, atskiriami apyniai ir denatūravę baltymai. Išvirta alaus misa paduodama į hidrocikloną tangentialiai. Veikiant sukamajam judėjimui susidaro hidrodinaminės jėgos. Sunkesnės dalelės sunešamos į hidrociklono dugno vidurį ir susidaro nuosėdų kūgis.

Hidrociklone nuskaidrėjusi misa atšaldoma priešsroviniam plokšteline šilumokaityje iki 16-18°C. Šilumokaityje yra dvi šaldymo zonos. Pirmoje zonoje 90-99°C laipsnių misa atšaldoma vandeniui, kurio temperatūra 15-25°C, o misa atšala iki 20-25°C. Sušilęs iki 75-82°C temperatūros vanduo surenkamas į rezervuarą ir yra panaudojamas mentalo ruošimui, salyklojų praplovimui, tarų plovimui. Antroje šilumokaicio zonoje misa atšaldoma iki 16-18°C. Atšaldymas yra vykdomas tam, kad misos temperatūra būtų optimali mielių veiklai. Misos šaldymo metu gali atsirasti nuosėdų - iškrenta baltymai ir šiek tiek lipidų.

Po atšaldymo misa yra aeruojama tam, kad mielės augtų aktyviau. Alaus misa aeruojama padavimo į fermentacijos talpą metu iki 5-12 mg/l deguonies. Aeracijos mazgas eina po misos šilumokaicio. Ištirpusios medžiagos misoje (cukrūs, druskos ir t.t.) mažina deguonies tirpumą misoje, todėl sunkiai vyksta misos aeracija. Jei bus aeruojama karšta arba šilta misa, prasidės misos komponentų oksidacija, dėl to gali pakisti skonis ir patamsėti alaus spalva. Aeruojant atšaldytą misą, padidėja mikrobinio užterštumo rizika, todėl aeracijai naudojamas deguonis turi būti sterilizuotas arba filtruotas [62].

4.1.5. Fermentacija ir brandinimas

Mielių augimui ir jų veiklai reikia azoto (gauna iš amino rūgščių, kurios susidaro hidrolizuojantis salyklo baltymams mentalo ir misos virimo metu), taip pat mielėms reikia ir angliavandenių [56]. Angliavandeniai misoje sudaro apie 90-92% sausųjų medžiagų. Į misą iš salyklo pereina angliavandeniai, kaip sacharozė, fruktozė, gliukozė, maltozė, maltotriozė ir šiek tiek dekstrinų. Fermentuojami cukrūs sudaro apie 70-80% iš visų angliavandenių. Trys pagrindiniai fermentuojami cukrūs yra gliukozė, maltozė ir maltotriozė. Maltozės misoje yra gausiausiai, sacharozės ir fruktozės aptinkama mažiau. Misoje esantys angliavandeniai yra sufermentuojami tam tikra tvarka. Pirmiausiai sufermentuojama

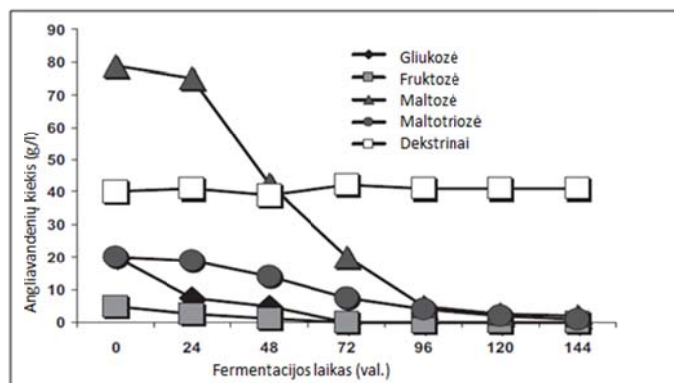
fruktozė, tada maltozė ir galiausiai maltotriozė. Tik sufermentavus 60% misoje esančios gliukozės, prasidės maltozės fermentacija [61].

Angliavandenių esančių misoje kiekio pokyčiai fermentavimo metu parodyti 16 paveiksle [60]. Alkoholio fermentacijos kokybė priklauso nuo mielių gebėjimo panaudoti misoje esančius cukrus. Nuo šio gebėjimo labai priklauso gaminamo alaus galutinė kokybė. Mielės *S. Cerevisiae* monosacharidus tiesiogiai transportuoja per ląstelių membraną, naudojamos heksozę transportuojančius baltymus. Disacharidas maltozė ir trisacharidas

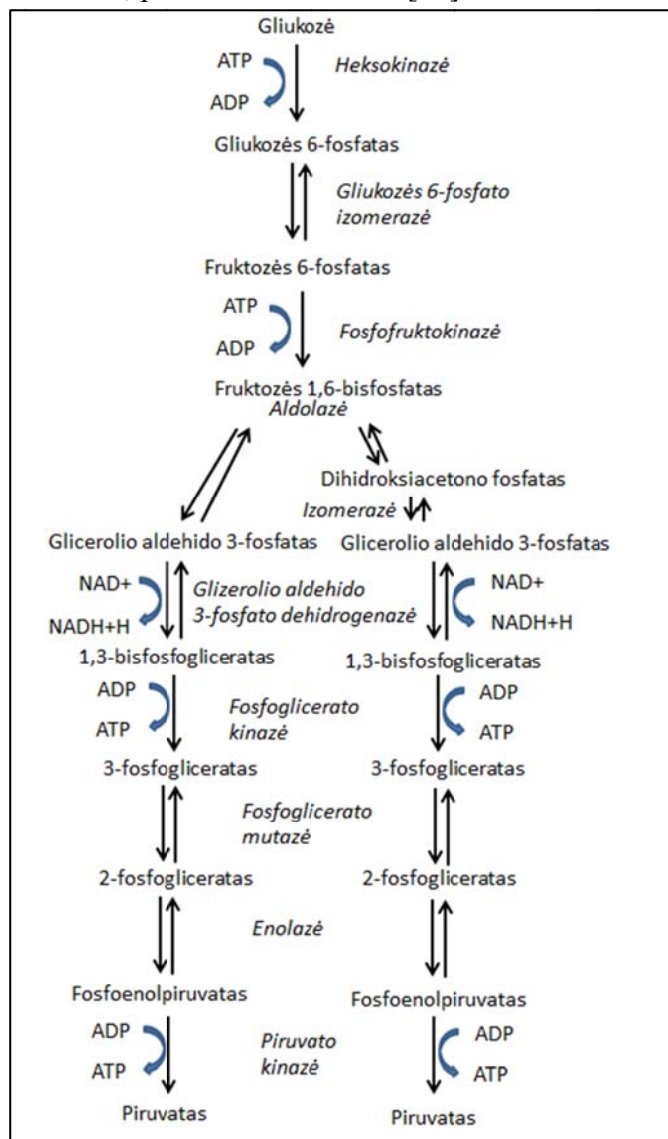
maltotriozė transportuojami į mielių ląstelės citoplazmą, kur jie yra atitinkamai hidrolizuojami į dvi arba tris gliukozės molekules. Misoje esančią maltotriozę mielės hidrolizuoja mažiausiai. Dėl nepilnai hidrolizuotos maltotriozės padidėja mikrobiologinis stabilumas, pakinta alaus skonis [61].

Susidariusios gliukozės molekulės yra skaidomos glikolizės metu. Glikolizė yra daugiastadis fermentinis procesas, kurio metu gliukozė yra suskaidoma iki piruvo rūgšties ir dalis energijos sukaupiama ATP ir NADH forma. Aerobinėms sąlygom piruvo rūgštis oksiduojama iki CO₂ ir H₂O. Anaerobinėms sąlygom mielėse piruvo rūgštis paverčiama etanoliu. Glikolizė yra dešimties reakcijų seka, kuri vyksta mielių ląstelių citozolyje ir susideda iš dviejų stadijų [65]: (1) gliukozė suskaidoma į dvi glicerolio aldehido 3-fosfato molekules, (2) dvi glicerolio aldehido 3-fosfato molekulės suskaidomos iki dviejų piruvo rūgšties molekulių.

Pirmos stadijos metu yra sunaudojamos dvi ATP molekulės, per antrą susidaro keturios ATP. Taigi vykstant vienos gliukozės molekulės oksidacijai susidaro dvi ATP. Glikolizės schema pavaizduota 17 paveiksle. Pirmiausiai gliukozė yra fosforilinama ir gaunamas gliukozės 6-fosfatas. Reakciją katalizuoja fermentai – heksokinazė arba gliukokinazė. Šie fermentai bendrai yra vadinami kinazėmis, jie perneša fosforilgrupę nuo ATP ant substrato, šiuo atveju ant gliukozės. Veikiant gliukozės 6-fosfato izomerazei, gliukozės 6-fosfatas izomerizuojasi į fruktozės 6-fosfatą. Fosfofruktokinazė katalizuoja fruktozės 6-fosfato fosforilinimą.



16 pav. Angliavandenių kiekio pokyčiai fermentavimo metu

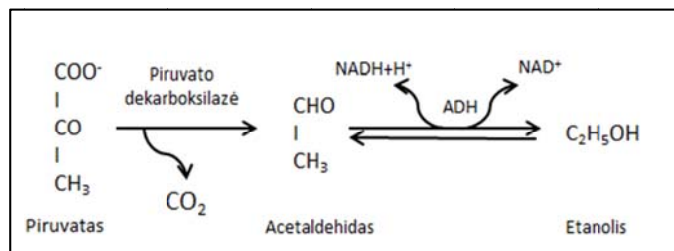


17 pav. Glikolizės schema

Fosforilgrupė ATP pernešama ant fruktozės 6-fosfato C-1 hidroksigrupės. Susidaro fruktozės 1,6-bisfosfatas. Susidaręs fruktozės 1,6-bisfosfatas skaidomas į dvi triozes – glicerolio aldehido 3-fosfatą ir dihidroksiacetono fosfatą. Reakcijos metu iš substrato (fruktozės 1,6-bisfosfatas) turinčio šešis anglies

atomus, susidaro dvi molekulės turinčios po tris anglies atomus. Glicerolio aldehido 3-fosfatas susidaro iš fruktozės 1,6-bisfosfato C-4,5,6, o dihidroksiacetono fosfatas susidaro iš C-1,2,3. Iš susidariusio glicerolio aldehido 3-fosfato ir dihidroksiacetono toliau skaidomas tik glicerolio aldehido 3-fosfatas. Fermentas triožės fosfato izomerazė katalizuoja dihidroksiacetono fosfato vartimą glicerolio aldehido 3-fosfatu, tarp triožių nusistovi pusiausvyra. Toliau glikolizės skaidymo reakcijų substratas yra – glicerolio aldehido 3-fosfatas. Glicerolio aldehido 3-fosfato dehidrogenazė katalizuoja glikozinę oksidacijos – redukcijos reakciją. Dalyvaujant NAD^+ ir fosforo rūgšiai, glicerolio aldehido 3-fosfatas oksiduojasi iki fosfoglicerolio rūgšties, prisijungia dar vieną fosforo rūgšties molekulę ir susidaro 1,3-bisfosfogliceratas. Fosfoglicerato kinazė katalizuoja reakciją, fosforilgrupę pernešama nuo 1,3-bisfosfoglicerato ant ADP. Susidaro ATP ir 3-fosfogliceratas. Fosfoglicerato mutazė katalizuoja 3-fosfoglicerato vartimą į 2-fosfogliceratą. Fosforo grupę pernešama nuo C-3 ant C-2. 2-fosfogliceratas dehidratuojamas iki fosfoenolpiruvato veikiant enolazei. Fosforo grupę nuo fosfoenolpiruvato katalizuojama piruvato kinazės pernešama ant ADP, susidaro ATP ir piruvatas

Esant anaerobinėms sąlygom mielėse piruvatas virsta etanolu (alkoholinis rūgimas), pavaizduota 18 paveiksle [65]. Pirmiausiai veikiant piruvato dekarboksilazei, piruvatas dekarboksilinamas. Susidaro acetaldehidas ir CO_2 . Vėliau acetaldehidą redukuoja NADH iki etanolio, katalizuojant fermentui alkoholio dehidrogenazei (ADH) [65].



18 pav. Piruvato vartimas etanolu

Yra keturios alaus rūgimo stadijos: (1) Pradinė. Fermentuojama misa prisotina CO_2 . Intensyviai pumpuruojasi mielės, susidaro fermentuojamo alaus paviršiuje šviesi putelė. Vyksta mielių aerobinis kvėpavimas. Ši stadija trunka 1-1,5 paros; (2) Žemųjų garbanų. Nebevyksta aerobinis kvėpavimas. Prasideda alkoholinis rūgimas. Iš fermentuojamos misos į paviršių iškeliama putas sudarantys komponentai, susidaro tvirtos putų bangos. Stadija trunka apie 1-2 paras. (3) Aukštųjų garbanų. Mielių veikla intensyviausia. Pasiekiamas maksimalus putų aukštis. Ši stadija trunka apie 2-3 paras. (4) Mielių nusėdimo stadija. Alus skaidrėja, mielių veikla slopsta. Puta krinta, sutankėja. Trunka apie 1-2 paras. [66]

Mielės fermentacijos metu išskiria labai daug ir įvairių skonį bei aromatą suteikiančių junginių. Pagrindiniai junginiai yra: aukštesnieji alkoholiai (fuzeliai), esteriai, organinės rūgštys, vicinaldiketonai. Fermentacijos metu mielės išskirti aukštesnieji alkoholiai (fuzeliai) sudaro didžiąją dalį lakiųjų junginių. Daugiau nei 35 aukštesnieji alkoholiai yra rasti aluje. Pagrindiniai aukštesnieji alkoholiai randami aluje, pateikiami 27 lentelėje. Aukštesnieji alkoholiai yra klasifikuojami į alifatinius (n-propanolis, izobutanolis, 2-metilbutanolis, 3-metilbutanolis) ir į aromatinius (2-feniletanolis, tirozolis) aukštesniuosius alkoholius. Alifatiniai aukštesnieji alkoholiai suteikia alkoholio aromatą alui ir pagerina skonines savybės. Aromatinis alkoholis 2-feniletanolis turi saldų aromatą, kuris pagerina alaus kvapą. O tirozolis yra nepageidautinas. Aukštesnieji alkoholiai yra sintetinami mielių fermentacijos metu kataboliniu arba anaboliniu keliu. Kataboliniu keliu, mielės naudoja aminorūgštis esančias misoje ir jas transaminina iki α -keto rūgščių. α -keto rūgštys vėliau dekarboksilinamos iki aldehydų ir vėliau redukuojamos iki aukštesniųjų alkoholių. Anaboliniu keliu, aukštesnieji alkoholiai yra sintetinami iš α -keto rūgščių. Sąlygos skatinančios mielių augimą – didelis kiekis maistinių medžiagų (aminorūgščių, lipidų, cinko) ir tinkama temperatūra, padidina aukštesniųjų alkoholių susidarymą. Aukštesniųjų aromatinių alkoholių sintezė yra jautri temperatūros pokyčiams. Amino rūgščių sudėtis turi didžiausią įtaką aukštesniųjų alkoholių susidarymui. Iš misoje esančio valino susintetinamas izobutanolis, iš izoleucino – amilo alkoholis, iš leucino – izoamilo alkoholis [61].

27 lentelė. Pagrindiniai aukštesnieji alkoholiai aluje

Junginys	Skonio slenkstinė koncentracija (mg/l)	Aromatas arba skonis	Aukštutinės fermentacijos koncentracijos diapozonas (mg/l)
n-Propanolis	600-800	Alkoholio	20-45
Izobutanolis	100-200	Alkoholio	10-24
2-Metilbutanolis	50-70	Alkoholio	80-140
3-Metylbutanolis	50-60	Fuzelių, aštrus	80-140
2-Feniletanolis	45-75	Rožių, saldus	35-50
Tirozolis	10-20	Kartus, cheminis	8-12

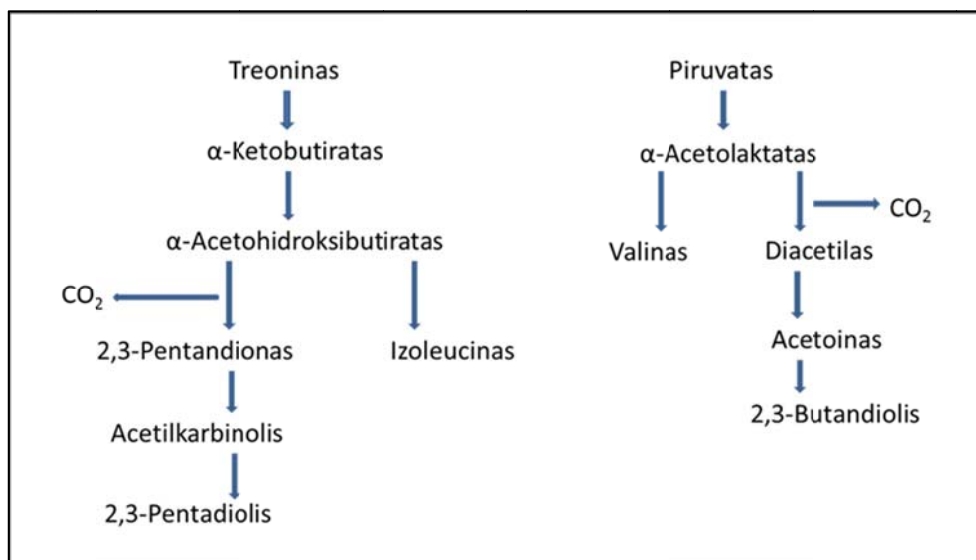
Esteriai yra vieni iš svarbiausių junginių, kurie alui suteikia skonį. Esteriai alaus aromatą ir skonį papildo vaisių arba gėlių tonais. Svarbiausi esteriai aptinkami aluje pateikiami 28 lentelėje. Esterių skonio slenkstinės koncentracijos yra mažesnės nei aukštesniųjų alkoholių. Esterių susidarymas yra susijęs su naudojamų mielių padermėmis ir taip pat kokiomis sąlygomis yra vykdoma fermentacija – temperatūra, slėgis, koncentracijos azotinių junginių, anglies turinčių medžiagų, ištirpusio deguonies ir riebalų rūgščių kiekio. Esteriai yra sintetinami ir mielių augimo fazėje (60%) ir taip pat esant stacionariai fazei (40%). Esteriai sintetinami mielių ląstelėje vykstant reakcijai tarp riebalų rūgščių acilo-kofermento A ir alkoholio [61]: $R'OH + RCO - ScoA \rightarrow RCOOR' + CoASH$

28 lentelė. Pagrindiniai esteriai aluje.

Junginys	Skonio slenkstinė koncentracija (mg/l)	Aromatas
Etilo acetatas	20-30	Vaisių
Izoamilo acetatas	0,6-1,2	Bananų, kriaušių
Etilo heksanoatas	0,17-0,21	Obuolių, anyžių
Etilo oktanoatas	0,3-0,9	Obuolių
2-Feniletilo acetatas	3,8	Rožių, medaus

Svarbios organinės rūgštys aluje yra acetatas, laktatas, sukcinatas, piroglutamatas, malatas, citratas. Jie keičia alaus skonį, kai jų koncentracija aluje viršija slenkstines skonio pajutimo koncentracijas ir taip pat šios rūgštys turi įtakos alaus pH. Šių rūgščių pradinės medžiagos į misą pereina iš žaliavų (salyklo, apynių) ir yra susintetinamos tik fermentacijos metu. Organinės rūgštys yra sintetinės mielių ląstelių aminorūgščių sintezės arba angliavandenių metabolizmo metu. Taip pat šios rūgštys yra pertekliniai produktai, gauti nepilno Kребso ciklo metu vykstant fermentacijai. Piruvato išskirimas yra glaudžiai susijęs su mielių augimu. Maksimali piruvato koncentracija pasiekama tada, kai yra maksimalus mielių kiekis, tada piruvatą pasisavina mielės ir jį susintetina iki acetato, dar vykstant ankstyvajai fermentacijai. Piruvato redukcijos produktas yra laktatas, kurio didžiausi kiekiai pasiekiami vykstant aktyviausiai fermentacijai [61].

Vicinaldiketonai yra ketonai turintys dvi keto grupes. Fermentacijos metu, vicinaldiketonai yra išskiriami kaip šalutiniai produktai vykstant amino rūgščių metabolizmui (izoleucino, leucino ar valino) ir aukštesniųjų alkoholių sintezei. Vicinaldiketonai alui suteikia pašalinį sviesto aromatą. Svarbiausi vicinaldiketoniniai junginiai yra diacetilas (2,3-butandionas) ir 2,3-pentandionas. Diacetilas yra svarbesnis junginys, nes jo slenkstinė koncentracija yra 0,1-0,15 mg/l ir apytikriai dešimt kartų mažesnė nei 2,3-pentandiono [61]. Abu diketonai yra susintetinami vykstant amino rūgščių biosintezei. Diacetilas (2,3-butandionas) yra susijęs su valinu, o 2,3-pentandionas su izoleucinu. (19 pav.). Susidarius aluje diacetilui ir 2,3-pentandionui mielės išskiria fermentus, kurie diacetilą suredukuoja iki acetoino ir vėliau iki 2,3-butandiolio, 2,3-pentandiono iki 2,3-pentandiolio, kurie nesuteikia skoniui alui. Vicinaldiketonų redukcija vyksta tiek fermentacijos, tiek brandinimo metu [61].



19 pav. Amino rūgščių biosintezė, vicinaldiketonų susidarymas

Fermentacija gali būti vykdoma atviru ir uždaru būdu. Atvira fermentacija vykdoma fermentavimo baseinuose, kurių išorę gaubia „šaldomieji marškiniai“, kurių pagalba yra palaikoma reikiama alaus fermentacijos temperatūra. Uždaru būdu fermentacija vykdoma cilindriname – kūginiame tanke (CKT). Tai yra uždara talpa, kurią taip pat gaubia „šaldomieji marškiniai“ [64]. Projektuojamo *Weissbier* alaus fermentacija bus vykdoma CKT. Fermentacija bus vykdoma palaikant 16-18°C temperatūrą, 7 dienas.

Po fermentacijos yra vykdomas brandinimas. Brandinimo metu mielės nusėda, adsorbuoja dalį nelakiųjų junginių, vyksta putų sudarančių junginių redukcija iš baltymų, taip pat pašalinami nepageidaujami lakieji junginiai. Svarbiausias nepageidaujamas lakusis junginys, kurį reikia pašalinti yra diacetilą. Labai svarbu, kad aluje jo koncentracija būtų mažiau nei 0,1 mg/l. Diacetilą gali būti panaikinamas keliais būdais. Baigiantis fermentacijai yra vykdoma diacetilo pauzė, kurios metu yra pakeliama fermentuojamo alaus temperatūra iki 20°C, taip yra suaktyvinamos mielės ir greičiau suredukuoja vicinaldiketonus. Taip pat diacetilo kiekį galima sumažinti, brandinimo metu pridėjus fermento α -acetolaktato dekarboksilazės, kuri iškarto α -acetolaktatą dekarboksilina iki acetoino. Kitas būdas sumažinti diacetilo kiekį aluje, tai fermentacijai naudoti genetiškai modifikuotas mielių padermes [67]. Brandinimo metu, taip pat yra pašalinamas vandenilio sulfidas, kuris alui suteikia nepageidaujamą supuvusių kiaušinių skonį ir aromatą. Vandenilio sulfidas, kuris neįeina į aminorūgščių sudėtį, yra išskiriamas mielių augimo fazėje. Alaus gamyboje naudojamos mielės vandenilio sulfido didesnius kiekius išskiria, kai yra vitamino B₅ (pantoteno rūgšties) trūkumas. Pantoteno rūgštis aktyvina kofermentą A, kuris yra atsakingas už vandenilio sulfido metabolizmą į metioniną. Fermentacijos pabaigoje ir šilto brandinimo metu (apie 12°C temperatūroje) vandenilio sulfidas yra suvartojamas mielių [58]. Pagrindinis iš aldehydų išskiriamų mielių yra acetaldehidas, kuris alui suteikia pašalinį žalių obuolių skonį. Acetaldehido sintezė yra glaudžiai susijusi su mielių augimu. Maksimali acetaldehido koncentracija pasiekama, kai mielės yra augimo fazės pabaigoje. Fermentacijos ir brandinimo metu pačios mielės suredukuoja acetaldehidą. Norint, kad kuo daugiau būtų pašalinta acetaldehido, reikia stebėti, kad kuo daugiau būtų aktyvių mielių. Taip pat fermentacijai naudojant greitai nusėdančias mieles, gali susidaryti dideli kiekiai acetaldehido [61]. Alaus brandinimas gali vykti arba brandinimo tankuose, arba toliau vykti CKT, kur alus buvo fermentuojamas. Projektuojamas *Weissbier* alus bus brandinamas CKT palaikant 12°C temperatūra 14 dienų. Vėliau alus bus atvėsintas iki -1,5 – -0,5°C temperatūros ir išlaikomas 7 dienas.

4.1.6. Separavimas, karbonizacija, pasterizacija, išpilstymas, ženklavimas, laikymas ir realizacija

Prieš išpilstymą *Weissbier* alus yra separuojamas. Alus iš CKT siurbliu paduodamas į separatorių. CKT ištuštinimo metu palaikomas pastovus 0,7 bar slėgis. Separatoriuje veikiant išcentrinėms jėgoms atskiriamos stambios disperguotos dalelės (didžioji dalis mielių). Separuotas alus paduodamas į saikininkus. Projektuojamas *Weissbier* alus nėra filtruojamas. Kadangi nėra pašalinamos mielės, alus įgauna visai kitas juslines savybės. Jaučiamas gvazdikėlių, bananų, fenolio skonis ir aromatas. Taip pat alus yra drumstas, todėl jaučiamas pilnumo jausmas burnoje geriant šį alų. Be to nefiltruotame aluje lieka ir dalis baltymų, kurie dalyvauja susidarant standžiai ir tvirtai alaus putai. Po separavimo vykdomas projektuojamo *Weissbier* alaus karbonizacija iki 5 mg/l. Iš separuoto alaus saikininkų alus vamzdiniais, CO₂ priešslėgio pagalba, transportuojamas į srautinį pasterizatorių. Pasterizavimas vykdomas 72°C temperatūroje, esant 12 bar slėgiui, 30-60 sekundžių [16]. Dalis pasterizuoto alaus paduodama į buferinę talpą, iš kurios nukreipiamas į užpildymo įrenginį, o dalis nukreipama į kupažavimo talpą, kur yra gaminamas alaus kokteilis. Prieš išpilstymą tuščia tara yra plaunama, dezinfekuojama ir nukreipama į užpildymo įrenginį. Pilstymo metu svarbu alų apsaugoti nuo sąlyčio su oru, nes patekęs į alų deguonis gali pradėti aluje esančių komponentų oksidaciją, taip pat gali patekti ore esančių mikroorganizmų, dėl to gali pakisti alaus juslinės savybės. Po išpilstymo buteliai yra užkemšami karūnkamščiais ir nukreipiami į etiketavimo mašiną, kur yra užklijuojamos etiketės ir uždedama data. Prekinė tara su alumi yra laikoma vėdinamuose, nuo saulės spindulių apsaugotose patalpose, kurių oro temperatūra yra 20-25°C, o santykinė oro drėgmė ne didesnė kaip 85%.

4.1.7. Šalutinių gamybos produktų utilizavimas

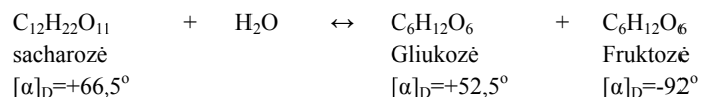
Po alaus gamybos likęs salyklojus yra parduodamas gyvulius auginantiems ūkiams. Salyklojus yra naudojamas gyvulių šėrimui. Salyklojus šeriamas šviežias, džiovintas arba silosuotas. Atidirbusios mielės parduodamos maisto papildus gaminančioms įmonėms. Gamybos metu susidariusios plastikinės taros, kartono, stiklinių butelių dūžio atliekos yra parduodamos UAB „Ekobazė“, kuri užsiima atliekų rūšiavimu ir perdirbimu.

4.2. Alaus kokteilio gamybos technologinio proceso fizikiniai, cheminiai ir biocheminiai pagrindai

Gaminant projektuojamą alaus kokteilį, bus vykdomi šie etapai: (1) cukraus sirupo virimas; (2) žaliavų dozavimas į kupažavimo talpą; (3) mišinio kupažavimas; (4) kupažo išlaikymas ir korekcija; (5) kupažo karbonizacija ir pasterizacija; (6) alaus kokteilio pilstymas ir ženklinimas; (7) produkcijos sandėliavimas.

4.2.1. Cukraus sirupo ruošimas

Alaus kokteilio gamyboje nebus naudojamas kristalinis cukrus, o jau paruoštas cukraus sirupas. Cukraus sirupas naudojamas tam, kad esant tom pačioms medžiagų agregatinėms būsenoms, lengviau ir tolygiau pasikirsto komponentai, taip pat sutaupomi gamybos kaštai. Alaus kokteilio gamyboje bus naudojamas 66-68% cukraus sirupas. Į virimo aparatą suleidžiamas vanduo ir pasiekiamas 60-70°C temperatūra. Užvirus vandeniui yra įjungiamas maišyklė ir lėtai supilamas cukrus. Supilus visą cukrų maišant jis yra ištirpinamas. Ištirpus išjungiamas maišyklė, leidžiama tirpalui užvirti ir paverdamas 5-10 minučių. Sacharozė – cukrinių runkelių ar cukranendrių cukrus. Ji sudaryta iš D-gliukozės ir D-fruktozės, surišų 1,2-glikozidiniu ryšiu. Kadangi sacharozės molekulėje nėra laisvo hemiacetalinio hidroksilo, todėl ji yra neredukuojantis disacharidas. Sacharozės tirpalams nebūdinga mutarotacija. Sacharozėje esantis 1,2-glikozidinis ryšys nėra patvarus, todėl lengvai vyksta hidrolizė, keičiasi poliarizacijos plokštumos sukimo kampas. Dešiniojo sukimo sacharozė virsta gliukozės ir fruktozės kairiojo sukimo mišiniu. Šis reiškinys vadinamas inversija, o susidaręs gliukozės ir fruktozės mišinys – invertuotu cukrumi. Nusistovi pusiausvyrą [31]:



4.2.2. Mišinio kupažavimas ir išlaikymas

Alaus kokteilis daromas sumaišant nustatytus kiekius: alaus, vandens, kvapiosios medžiagos, dažų, cukraus sirupo ir citrinos rūgšties, t.y. atliekamas kupažavimas. Kupažavimo metu visi alaus kokteilių sudarantys komponentai dozuojami į kupažavimo talpą ir yra intensyviai maišomi kupažavimo talpoje įtaisytos maišyklės. Tam kad kupažavimo talpoje nevyktų putojimas, yra palaikomas pastovus 0,2 bar priešslėgis. Maišymas atliekamas tam, kad tolygiai pasiskirstytų visi komponentai. Po maišymo, seka kupažo išlaikymas, kurio metu formuojasi ir nusistovi alaus kokteilio juslinės savybės. Pasibaigus išlaikymui, kupažo mėginys pateikiamas laboratorijai. Laboratorijoje tikrinamas alaus kokteilio etilo alkoholio kiekis, cukraus kiekis, citrinos rūgšties kiekis, spalvos intensyvumas, aromato stiprumas. Jei laboratorija pateikia neigiamas išvadas yra atliekama alaus kokteilio kupažo korekcija.

4.2.3. Alaus kokteilio karbonizacija, pasterizacija, špilstymas, ženklinimas, laikymas ir realizacija

Prieš išpilstymą alaus kokteilis yra karbinuojamas iki 3,0-3,5 mg/l angliarūgštės. Tada alaus kokteilis nukreipiamas į pasterizaciją. Alaus kokteilio išpilstymui yra naudojama ta pati linija, kaip ir alui. Kaip alaus pilstyme, taip ir alaus kokteilio pilstyme reikia vengti sąlyčio su oru, nes gali prasidėti alaus kokteilių sudarančių komponentų oksidaciniai procesai, taip pat gali patekti ore esantys mikroorganizmai, dėl ko gali pablogėti alaus kokteilio kokybė. Po išpilstymo buteliai yra užkemšami karūnkamščiais ir nukreipiami į etiketavimo mašiną, kur yra užklijuojamos etiketės ir uždedama data. Prekinė tara su alaus kokteiliu yra laikoma vėdinamuose, nuo saulės spindulių apsaugotose patalpose, kurių oro temperatūra yra 20-25°C, o santykinė oro drėgmė ne didesnė kaip 85%.

4.2.4. Atliekų utilizacija

Gamybos metu susidariusios plastikinės taros, kartono atliekos yra parduodamos UAB „Ekobazė“, kuri užsiima atliekų rūšiavimu ir perdirbimu.

4.3. Technologinių naujovių apžvalga

Plastikinę tarą gaminantį kompanija „Sidel“ (Šveicarija), norėdama, kad alų ir alaus gaminius gaminančios įmonės stiklinę tarą pakeistų į plastikinę, sukūrė naujo dizaino butelius (2014 06 30) (20 pav.). Šie buteliai atrodo kaip stikliniai, neturi plastikiniai tarai būdingo su iškilumais dugno. Šie buteliai turi dugną su įdubimu, kurį turi kiekvienas tradicinis stiklinis butelis. Taip pat ši tara yra užkemšama karūnkamščiais, dėl ko ji tampa dar panašesnė į stiklinę. Šie buteliai sveria apie 28 gramus, tai yra apie 86% lengvesnis nei stikliniai. Jie atlaiko pasterizaciją (20 pasterizacijos vienetų) ir po jos nepakeičia savo savybių.



20 pav. „Sidel“ kompanijos PET buteliai

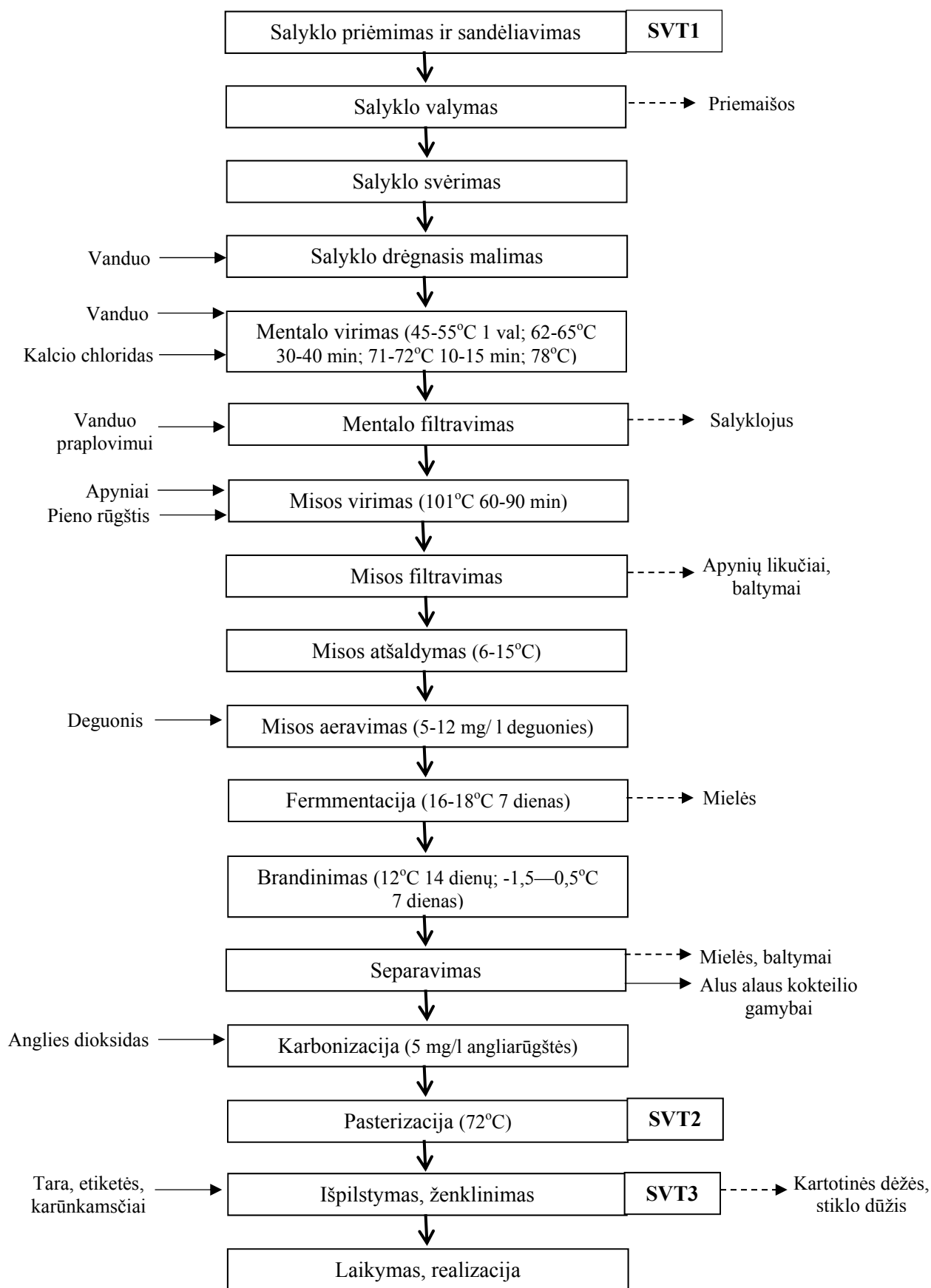
Taip pat naudojama dujų barjero technologija, prailgina supilstyto alaus galiojimo terminą net iki 6 mėnesių, nes į buteliuko vidų patenka mažiau nei 1ppm deguonies ir net 16% daugiau yra išsaugoma anglies dioksido [68]. Kompanija „Sidel“ skatina gėrimų gamintojus savo produkciją pilstyti į plastikinę

tarą, nes plastikas aplinkosauginiu atžvilgiu yra pranašesnis nei stiklas. Plastiką suvartoja maždaug per 500 metų, o stiklas per 900 metų. Didžioji energijos dalis yra gaunama iš neatsinaujinančių išteklių. Perdirbant stiklą sutaupoma tik 35% energijos, o perdirbant plastiką sutaupoma 70%. Taip pat kaip ir stiklas plastikas yra tvirtas, nepraleidžia mikroorganizmų, nereaguoja su maistu, yra inertiškas.

4.4. *Weissbier* alaus ir alaus kokteilio gamybos technologinė schema

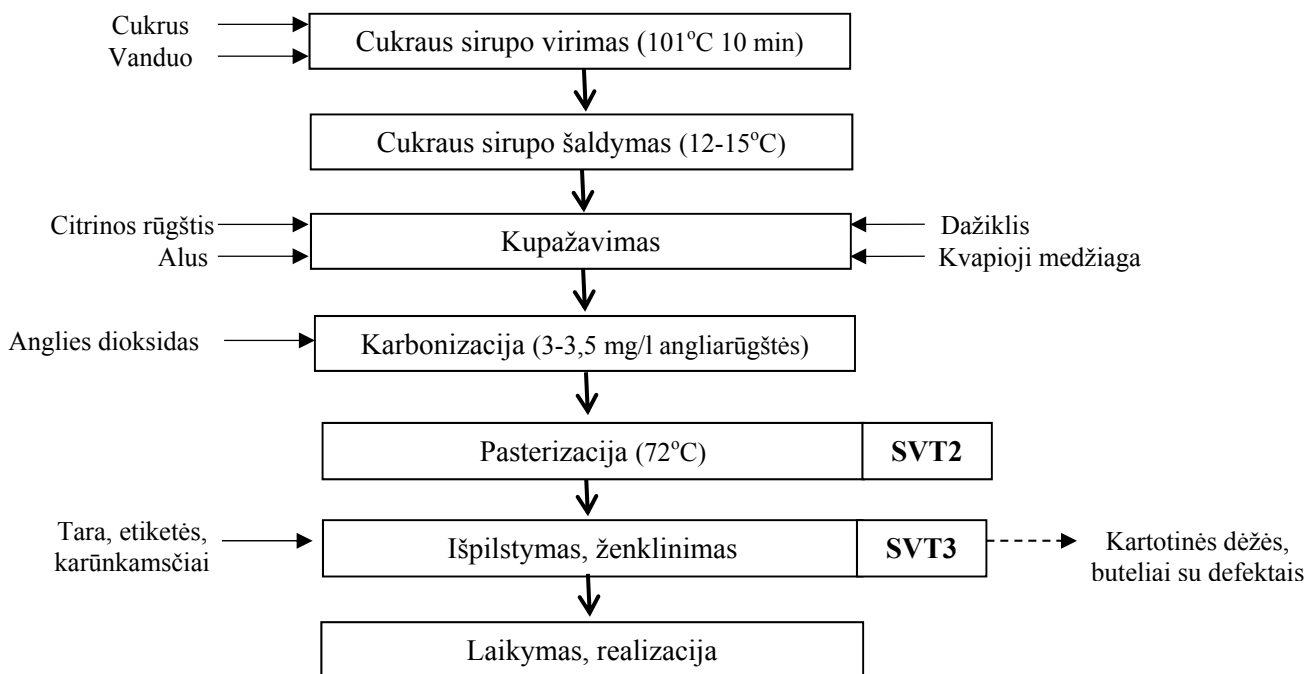
Remiantis 4.1 ir 4.2 poskyryje aprašytais *Weissbier* alaus „*Weissbier Classic*“ ir alaus kokteilio „*Wheatberry*“ gamybos metu vykstančiais fizikiniais, cheminiais ir biocheminiais procesais, sudaromos šių produktų gamybos technologinės schemas (atitinkamai 21 ir 22 pav.). Projektuojamų gaminių technologinės schemas A1 formato lape yra pateiktos darbo grafinėje dalyje. *Weissbier* alaus „*Weissbier Classic*“ ir alaus kokteilio „*Wheatberry*“ gamybos operacijų organizavimo grafikai yra pateikti 23 pav.

Salyklas į gamyklą yra atvežamas sunkvežimiais. Kaušiniu elevatoriumi (1) iš sunkvežimio salyklas transportuojamas ir sandėliuojamas silosinio tipo bunkeriuose (2), iš kurių kaušiniu elevatoriumi (3) yra nukreipiamas į sijotuvą (4), kur yra atskiriamos priemaišos, kurių dydis yra mažesnis arba didesnis nei salyklo. Išvalytas nuo priemaišų salyklas nukreipiamas siurbliu (9a) į akmenų atskirtuvą (5). Po to salyklas nukreipiamas siurbliu (9a) sverimui elektroninėmis svarstyklėmis (6). Susvertas salyklas transportuojamas siurbliu (9a) į metalinių priemaišų (7) ir siurbliu (9a) transportuojamas į šlapiojo malimo malūną (8). Iš malūno sumaltas salyklas siurbliu (9a) transportuojamas į susmulkintos žaliavos bunkerį (10). Sumaltas drėgnas salyklas yra sveriamas svarstyklėmis (6) ir siurbliu (9b) nukreipiamas į užmaišymo katilą (11), kur yra nukreipiamas vanduo ir dozuojamas kalcio chloridas. Užmaišymo katile mentalo temperatūra pakeliama iki 45-55°C ir išlaikoma tokioje temperatūroje 60 min., tada temperatūra pakeliama iki 62-65°C ir išlaikoma 30-40 min., po to temperatūra pakeliama iki 71-72°C ir išlaikoma 10-15 min., galiausiai temperatūra pakeliama iki 78 °C ir mentalas iš užmaišymo katilo siurbliu (9c) yra transportuojamas į filtracijos katilą (12). Suleidus mentalą, prasideda filtracija. Vykdoma cirkuliacija, tol kol nusistovi salyklojaus sluoksnis, per kurį ir yra vykdoma filtracija, nuleidžiama pirminė misa, o įvykdžius salyklojų praplovimą nuleidžiama antrinė misa. Filtracija trunka apie 90 minučių. Filtracijos katile likęs salyklojus sandėliuojamas salyklojų laikymo talpoje (13) ir nukreipiamas į utilizaciją. Nuskaidrinta misa siurbliu (9c) transportuojama į misos virimo katilą (14). Misa virimo katile verdama 60 minučių 101°C temperatūroje, virimo metu dozuojami pieno rūgštis ir apyniai. Kartieji apyniai dozuojami praėjus 15 min. nuo virimo pradžios, o aromatiniai apyniai dozuojami likus 10 min. iki virimo pabaigos. Pasibaigus virimui misa su apyniais siurbliu (10c) transportuojama į virpulį (15) tangentialiai baltymų ir netirpių dalelių nusodinimui (trukmė – 20 min). Iš virpulio misa siurbliu (9c) nukreipama į plokštelinį šilumokaitį (16), kur misa per 35 min. atšaldoma iki 16-18°C, surenkama į buferinę talpą (17). Iš buferinės talpos misa siurbliu (9c) transportuojama į aeratorių (18), kur yra prisotinama deguonies iki 5-12 mg/l ir siurbliu (9c) nukreipama į CKT (19), kur yra siurbliu (9b) dozuojamos mielės iš mielių dauginimo talpų (20). CKT misa yra fermentuojama 7 dienas 16-18 °C. Pasibaigus fermentacijai (t.y. po 7 dienų) mielės iškraunamos į dauginimo talpas (20). Mielės po 10-os generacijos, nebenaudojamos gamybai ir yra utilizuojamos. Sufermentuota misa (jaunas alus) yra brandinamas CKT talpose 14 dienų 12°C, o po to atšaldžius iki -1,5 – -0,5°C išlaikomas 7 dienas. Po brandinimo alus iš CKT siurbliu (9c) transportuojamas į separatorių (21), kur veikiant išcentrinėms jėgoms atskiriamos stambios disperguotos dalelės (didžioji dalis mielių, koaguliavę baltymai), kurios yra nukreipiamos į utilizaciją. Po separacijos dalis alaus yra surenkamas saikininkuose (22), o kita dalis alaus nukreipama į alaus skirto alaus kokteilio gamybai buferinę talpą (26). Iš saikininkų (22) siurbliu (9c) tekėdamas alus prateka per karbonizatorių (23), kur alus yra karbonizuojamas iki 5 mg/l anglirūgštės, ir siurbliu (9c) yra nukreipiamas į pasterizatorių (24). Pasterizatoriuje alus yra pakaitinamas iki 72°C išlaikant 30 sekundžių.



21 pav. Weissbier alaus „Weissbier classic“ gamybos technologinė schema

Pasterizuotas alus surenkamas saikininkuose (25). Iš saikininko siurbliu (9c) alus tiekiamas į butelių plovimo, pilstymo ir kamščiavimo įrenginį (27), tada buteliai yra etiketuojami etiketavimo įrenginyje (28). Alus yra išpilstomas į 0,5 l talpos stiklinę tarą. Pripildyti ir apipavidalinti buteliai yra tikrinami įrenginiu (29), kur yra patikrinamas butelių užpildymo lygis, etikečių priklijavimo tikslumas. Gatava produkcija yra nukreipiama į sandėlį, kur stikliniai buteliai su alumi yra pakuojami į kartotines dėžes po 20 butelių.



22 pav. Alaus kokteilio „*Wheatberry*“ gamybos technologinė schema

Cukrus iš cukraus laikymo talpos (30) siurbliu (9d) nukreipiamas svėrimui (31) ir tiekiamas į cukraus sirupo virimo katilą (32), kur jau yra vanduo pašildytas iki 60-70°. Cukraus sirupo virimo metu susidariusios putos nutraukiamos siurbliu (9e). Karštas sirupas siurbliu (9e) nukreipiamas atšaldymui (iki 20°C) (33), cukraus sirupas atšaldomas per 7 minutes. Atšaldytas sirupas siurbliu (9e) pumpuojamas per saikininką (34) į kupažavimo talpą (35), į kurią yra paduodamas alus iš buferinės talpos (26), dozuoja kvapioji medžiaga, dažiklis ir citrinų rūgštis. Kupažavimas trunka 60 minučių. Po kupažavimo seka alaus kokteilio išlaikymas apie 24 valandas. Po išlaikymo alaus kokteilis siurbliu (9f) nukreipiamas į karbonizatorių (23), kur alaus kokteilis karbonizuojamas iki 3-3,5 mg/l anglirūgštės ir pasterizatorių (24), kur alaus kokteilis pasterizuojamas iki 72°C išlaikant 30 sekundžių. Alaus kokteilio išpilstymui, naudojama ta pati butelių plovimo, pilstymo ir kamščiavimo linija (27), kaip ir alui. Alaus kokteilis bus pilstomas į 0,33 l plastikinę tarą. Apipavidalinta ir patikrinta patikros įrenginiu (29) tara su alaus kokteiliu nukreipiama į sandėlį, kur yra pakuojama į kartotines dėžutes po 4 butelius.

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

Produktai turi būti gaminami tik iš kokybiškų žaliavų. Jei žaliavos bus prastos kokybės, tai ir galutinis produktas neatitiks kokybės reikalavimų. Gaunamos žaliavos turi būti tikrinamos ar atitinka norminių dokumentų reikalavimus ir turėti atitikties deklaracijas. Taip pat gamybos metu gali atsirasti nukrypimų nuo leistinų ribų, todėl viso gamybos proceso metu yra būtina kontrolė.

Weissbier alaus „*Weissbier Classic*“ ir alaus kokteilio „*Wheatberry*“ naudojamų žaliavų kokybės parametrai, gamybos metu kontroliuojamos ribos ir galutinių produktų kontroliuojami parametrai pateikiami atitinkamai 29, 30 ir 31 lentelėse. O svarbūs valdymo taškai pateikti 32 lentelėje.

29 lentelė. *Weissbier* alaus „*Weissbier Classic*“ ir alaus kokteilio „*Wheatberry*“ naudojamų žaliavų kontroliuojami kokybės parametrai

Bandinys	Parametras	Kritinės ribos	Metodas, reglamentuojantys dokumentai	Periodiškumas
<i>Weissbier</i> alaus „ <i>Weissbier Classic</i> “				
Salyklas	Drėgmė, % <i>Wheat malt</i> <i>Pilsen malt</i> <i>Munich malt</i>	5 4 4,5	Analytica EBC 4.2	Kiekvienai partijai
	Ekstraktingumas, % <i>Wheat malt</i> <i>Pilsen malt</i> <i>Munich malt</i>	84 82 80	Analytica EBC 4.5.1	Kiekvienai partijai
	Spalva, EBC vnt. <i>Wheat malt</i> <i>Pilsen malt</i> <i>Munich malt</i>	2,5 2,2 25,2	Analytica EBC 4.7.1	Kiekvienai partijai
	Baltymai, % <i>Wheat malt</i> <i>Pilsen malt</i> <i>Munich malt</i>	12,5 11,0 11,2	Kjeldalio metodas	Kiekvienai partijai
	Sucukrinimo trukmė, min <i>Wheat malt</i> <i>Pilsen malt</i> <i>Munich malt</i>	≤20 ≤15 ≤30	Analytica EBC 4.5.1	Kiekvienai partijai
	Ekstraktų skirtumas	2-3	Analytica EBC 4.5.2	Kiekvienai partijai
	Šiukšlingumas, %	3	Analytica EBC 3.11.2	Kiekvienai partijai
	pH	5,6-6,1	Analytica EBC 8.17	Kiekvienai partijai
Vanduo	Kietumas, mmol/l	3,0-3,5	Kompleksometrinis titravimas, HN 24:2003	Prieš kiekvieną mentalo užmaišymą
Apyniai	α-rūgščių kiekis, % <i>Tettnang</i> <i>Perle</i>	3,5-5,5 5-7,5	ASBC MoA metodas	Kiekvienai partijai
Mielės	Gyvų ląstelių skaičius, %	>95	Mikroskopavimas	Prieš kiekvieną fermentaciją
	Užkrėstumas mikroorganizmais	0	Mikroskopavimas	Prieš kiekvieną fermentaciją

29 lentelės tęsinys. *Weissbier* alaus „*Weissbier Classic*“ ir alaus kokteilio „*Wheatberry*“ naudojamų žaliavų kontroliuojami kokybės parametrai

Bandinys	Parametras	Kritinės ribos	Metodas, reglamentuojantys dokumentai	Periodiškumas
Alaus kokteilio „ <i>Wheatberry</i> “				
Kvapioji medžiaga	Tankis, g/cm ³	0,82	Areometras	Kiekvienai partijai
Dažiklis	Sausųjų medžiagų kiekis, %	50-57	Refraktometrinis	Kiekvienai partijai
	pH	3,5-4	pH matuoklis	Kiekvienai partijai
Cukrus	Poliarizuotumas, °S	>99,7	79/796/EEC	Kiekvienai partijai
	Invertuotojo cukraus kiekis, %	<0,04	Matavimas pagal masę	Kiekvienai partijai

30 lentelė. *Weissbier* alaus „*Weissbier Classic*“ ir alaus kokteilio „*Wheatberry*“ gamybos metu kontroliuojami kokybės parametrai

Procesas	Parametras	Kritinės ribos	Metodas	Periodiškumas
<i>Weissbier</i> alaus „ <i>Weissbier Classic</i> “				
Mentalo virimas	Temperatūra ir išlaikymo laikas	45 – 55°C 1 val 62 – 65°C 30 – 40 min 71 – 72°C 10 – 15 min 78°C	Spiritinis termometras	Kiekvieną kartą vykdant mentalo virimą
Mentalo filtravimas	Mentalo temperatūra, °C	76-78	Spiritinis termometras	Kiekvieną kartą vykdant mentalo virimą
	Pirminės miso sausųjų medžiagų kiekis, %	>13	Refraktometrinis	Kiekvieną kartą vykdant filtraciją
	Antrinės misos sausųjų medžiagų kiekis, %	0,4-0,5	Refraktometrinis	Kiekvieną kartą vykdant filtraciją
Misos virimas	pH	5,2	pH matuoklis	Kiekvieną kartą verdant misą
Misos atšaldymas	Temperatūra, °C	16-18	Spiritinis termometras	Kiekvieną kartą atšaldžius misą
	Sausų medžiagų kiekis, Plato vnt.	13±0,3	Analytica EBC 8.3	Kiekvieną kartą atšaldžius misą
	pH	5,4-5,6	LST EN 1132:1998	Kiekvieną kartą atšaldžius misą
	Drumstumas, EBC vnt.	30-35	LST EN 1490:2006	Kiekvieną kartą atšaldžius misą
	Kartumas, IBU	21-23	Analytica EBC 8.8	Kiekvieną kartą atšaldžius misą
Misos aeravimas	Deguonies kiekis, mg/l	5-10	Pagal prietaiso instrukciją	Kiekvieną kartą atšaldžius misą
Fermentavimas	Temperatūra	16-18	Spiritinis termometras	Visą fermentacijos laiką
	VDK, mg/l	<0,1	Analytica EBC 9.24.1	Kiekvienos CKT talpos
Brandinimas	Temperatūra	12°C 14dienių -1,5 – -0,5°C 7 dienas	Spiritinis termometras	Visą brandinimo laiką
	Realus sufermentavimas, %	65-70	Analytica EBC 9.7	Kiekvienos CKT talpos
	Pradinis ekstraktas, °P	14-15	LST 1572:2004 Analytica EBC 9.2.3	Kiekvienos CKT talpos
	Matomas ekstraktas, °P	2-3	LST 1572:2004 Analytica EBC 9.2.3	Kiekvienos CKT talpos
	Spalva, EBC vnt.	2-4	LST 1490:2006	Kiekvienos CKT talpos
	Kartumas, IBU	18-20	Analytica EBC 9.8	Kiekvienos CKT talpos

30 lentelės tęsinys. *Weissbier* alaus „*Weissbier Classic*“ ir alaus kokteilio „*Wheatberry*“ gamybos metu kontroliuojami kokybės parametrai

Procesas	Parametras	Kritinės ribos	Metodas	Periodiškumas
Separavimas	Milių kiekis, ląst./ml	$2 \cdot 10^6$	Mikroskopavimas	Po kiekvieno separavimo
Karbonizavimas	Angliarūgštės kiekis, mg/l	5	Pagal prietaiso instrukciją	Po kiekvieno karbinizavimo
Pasterizacija	Temperatūra ir laikas	72°C išlaikant 30-60 s	Spiritinis termometras	Visa pastericazijos laiką
Pilstymas, tuščių butelių kontrolė	Užkrėstumas kimroorganizmais	0	Sėjimas į terpę	Kartą per savaitę
Alaus kokteilio „ <i>Wheatberry</i> “				
Cukraus sirupas	Sausų medžiagų kiekis, %	67-68	Refraktometrinis	Kiekviena kartą išvirus sirupą
Kupažavimas	Alkoholio kiekis, tūrio %	$2,5 \pm 0,5$	LST 1527:2004	Po kiekvieno kupažavimo
Karbonizavimas	Angliarūgštės kiekis, mg/l	3-3,5	Pagal prietaiso instrukciją	Po kiekvieno karbinizavimo
Pasterizacija	Temperatūra ir laikas	72°C išlaikant 30-60 s	Spiritinis termometras	Visa pastericazijos laiką
Pilstymas, tuščių butelių kontrolė	Užkrėstumas mikroorganizmais	0	Sėjimas į terpę	Kartą per savaitę

31 lentelė. *Weissbier* alaus „*Weissbier Classic*“ ir alaus kokteilio „*Wheatberry*“ kontroliuojami kokybės parametrai.

Bandinys	Parametras	Kritinės ribos	Metodas	Periodiškumas
Alus iš butelio	Alkoholio kiekis, tūrio %	$5 \pm 0,5$	LST 1527:2004	Po kiekvieno pilstymo
	pH	4,0-4,3	LST EN 1132:1998	Po kiekvieno pilstymo
	Kartumas, IBU vnt.	12-16	Analytica EBC 9.8	Po kiekvieno pilstymo
	Angliarūgštės kiekis, mg/l	4-5	Pagal prietaiso instrukciją	Po kiekvieno pilstymo
	Degunies kiekis, mg/l	5-10	Pagal prietaiso instrukciją	Po kiekvieno pilstymo
	Kiekis butelyje, l	0,5	Analytica EBC 11.3.2	Po kiekvieno pilstymo
Alaus kokteilis iš butelio	Alkoholio kiekis, tūrio %	$2,5 \pm 0,5$	LST 1527:2004	Po kiekvieno pilstymo
	Cukraus kiekis, perskaičiuotas į invertuotąjį, g	$7,5 \pm 0,5$	Titravimas	Po kiekvieno pilstymo
	Titruojamas rūgštingumas, perskaičiuotas į citrinų rūgštį, g	$0,18 \pm 0,2$	Titravimas	Po kiekvieno pilstymo
	Angliarūgštės kiekis, mg/l	3,0-3,5	Pagal prietaiso instrukciją	Po kiekvieno pilstymo

Maisto kokybė, tai ne tik produkto maistinė ir energinė vertė, tai kartu yra ir maisto sauga, kurią reglamentuoja įvairūs norminiai dokumentai ir reglamentai. Labai svarbu, kad vartojamas maistas būtų saugus, kad produktus vartojant įprastomis ar gamintojo iš anksto nustatytomis vartojimo sąlygomis, nebūtų jokios rizikos vartotojų sveikatai ar gyvybei. Saugus maistas, tai toks maistas, kuriame nėra didesnių nei leidžia higienos normos, reglamentai, standartai cheminių, fizikinių, teršalų. Tam kad būtų lengviau kontroliuoti produkto gamybą, produkto saugumą ir kokybę yra sudaromi rizikos veiksnių analizės svarbių valdymo taškų sistema (RVASVT), kurios laikantis yra pagaminami saugūs vartotojams produktai. RVASVT remiasi šešiais principais [69].

32 lentelė. Weissbier alaus ir alus kokteilio suvestinis SVT planas

Proceso žingsnis SVT	Kontroliuojamas rizikos veiksnys	Prevencinė priemonė	Kritinės ribos	Stebėjimo dažnis	Koregavimo veiksmai	Atsakomybė	Įrašų laikymo vieta
Weissbier alaus „Weissbier classic“							
Salyklo sandėliavimas SVT1	C: Mikotoksinai, sunkieji metalai (Pb, Cd)	Sandėliavimo patalpų temperatūros ir drėgmės kontrolė.	Aflatoksinais – 4,0 µg/kg Ochratoksinas A – 5,0 µg/kg Deoksinivalenolis – 1750 µg/kg Zearalenonas – 100 µg/kg Pb – 0,2 mg/kg Cd – 0,1 mg/kg	Kiekviena atvežta partija	Partijos atmetimas, sunaikinimas	Atsakingas laboratorijos asmuo	Laboratorija
	F: Pašalinės priemonės	Laikytis tvarkos sandėliavimo talpose	3%	Kiekviena atvežta partija	Pašalinama salyklo valymo metu	Atsakingas laboratorijos asmuo	Laboratorija
Pasterizacija SVT2	M: Mikrobinis užterštumas	Laikytis griežto pasterizavimo režimo	Neturi būti	Tikrinimas po kiekvieno pasterizavimo	Pakartotina pasterizacija	Atsakingas laboratorijos asmuo	Laboratorija
Stiklinių butelių kontrolė SVT3	C: Ploviklių likučiai	Laikytis griežto plovimo režimo	Neturi būti	Tikrinimas po kiekvieno plovimo	Pakartotinas plovimas	Atsakingas laboratorijos asmuo	Laboratorija
	F: Pašaliniai objektai	Pašalinami plovimo metu	Neturi būti	Tikrinimas po kiekvieno plovimo	Buteliai vėliau tikrinami brokatoriumi	Pilstyimo linijos operatorius	
	M: Mikrobinis užterštumas	Laikytis griežto plovimo režimo	Neturi būti	Tikrinimas po kiekvieno plovimo	Pakartotinis plovimas	Atsakingas laboratorijos asmuo	Laboratorija
Alaus kokteilis „Wheatberry“							
Pasterizacija SVT2	M: Mikrobinis užterštumas	Laikytis griežto pasterizavimo režimo	Neturi būti	Tikrinimas po kiekvieno pasterizavimo	Pakartotina pasterizacija	Atsakingas laboratorijos asmuo	Laboratorija
PET butelių kontrolė SVT3	C: Ploviklių likučiai	Laikytis griežto plovimo režimo	Neturi būti	Tikrinimas po kiekvieno plovimo	Pakartotinas plovimas	Atsakingas laboratorijos asmuo	Laboratorija
	F: Pašaliniai objektai	Pašalinami plovimo metu	Neturi būti	Tikrinimas po kiekvieno plovimo	Buteliai vėliau tikrinami brokatoriumi	Pilstyimo linijos operatorius	
	M: Mikrobinis užterštumas	Laikytis griežto plovimo režimo	Neturi būti	Tikrinimas po kiekvieno plovimo	Pakartotinis plovimas	Atsakingas laboratorijos asmuo	Laboratorija

1. Išanalizuoti rizikos veiksnius (RV), kurie yra susiję su produkto gamybos etapas, parinkti priemonės nustatytiems rizikos veiksniams. Rizikos veiksnys, tai maisto produkte esantis cheminis, fizikinis ar mikrobiologinis veiksnys, galintis pakenkti vartotojo sveikatai. Cheminiai rizikos veiksniai – tai įvairūs pesticidų, herbicidų likučiai, sunkieji metalai, radioaktyvios medžiagos, valymo ir plovimo medžiagos, mikroskopinių grybų, pelėsių, vėžiagyvių toksinai. Mikrobiologiniai – tai patogeniniai mikroorganizmai, parazitai. Fizikinis rizikos veiksnys – tai bet kokia pašalinė medžiaga, kuri gali sukelti pavojų žmogaus sveikatai (plaukai, akmenukai, stiklo šukės, siūlai, metalo gabaliukai ir kt.).
2. Nustatyti svarbius valdymo taškus (SVT). SVT – tai maisto produkto gamybos etapas, kuriame valdymas taikomas tam, kad būtų užkirstas kelias rizikai, kuri kelia grėsmę maisto produkto saugai, rizika būtų pašalinta arba sumažinama iki reglamentuojamų normų.
3. Nustatyti kiekvieno SVT kritinės ribas. Kritinė riba – tai iš anksto nustatyta kiekvienam SVT taikomai kontrolės priemonei reikšmė ir parodanti leidžiamo nuokrypio dydį.
4. Nustatyti kiekvieno SVT monotoringo (stebėsenos) planą. Monotoringas yra planinis stebėjimas arba matavimas, kuriuo yra įvertinama, ar SVT yra kontroliuojamas ir yra užrašomi duomenys, kad produktas yra saugiai gaminamas. Monotoringu yra laiku pastebima, kai SVT nėra valdomas. Visi atliekami matavimai turi būti atliekami greitai, nes gamybos procesas greitai eina ir laiko ilgiems tyrimams nėra, todėl mikrobiologiniai tyrimai yra atliekami retai.
5. Nustatomi koregavimo veiksmai. Koregavimo veiksmai – tai yra procedūros, kurių pagalba pastebėjus, kad yra peržengiamos kritinės ribos, yra grąžinama kontrolė.
6. Nustatomos patikrinimo procedūros. Taip yra patikrinama ar RVASVT veikia efektyviai.

Projektuojamo *Weissbier* alaus ir alaus kokteilio suvestinė RVASVT, nurodanti tik svabius valdymo taškus yra pateikta 29 lentelėje.

Taip pat, kad būtų visiškai užtikrinta produktų kokybė, reikia griežtai laikytis higienos ir sanitarijos plano. Valymui ir dezinfekavimui yra naudojami tik maisto pramonei skirti plovikliai ir dezinfekcinės priemonės, kurios privalo būti naudojamos pagal gamintojo rekomendacijas, nurodytas saugos duomenų lapuose. Tara, kurioje yra laikomi plovikliai ir dezinfekcinės medžiagos yra aiškiai pažymėtos ir laikomos atskirai nuo žaliavų, produkcijos. Pasirenkant valymo priemonę yra atsižvelgiama į taršos pobūdį, ploviklio savybes bei jo suderinamumą su paviršiais, yra parenkama optimali valymo tirpalo temperatūra, koncentracija ir procedūros laikas.

VI. ŽALIAVŲ IR PAGALBINIŲ MEDŽIAGŲ SKAIČIAVIMAS

Skaičiavimo tikslas – nustatyti, kiek žaliavų (*Weissbier* alui: vandens, salyklo, apynių, mielių; ir alaus kokteilio: cukraus, citrinos rūgšties, aromatinių medžiagų), pagalbinių technologinio proceso medžiagų (pieno rūgšties, kalcio chlorido) ir pakavimo medžiagų (butelių, etikečių, kamščių, dėžių) bus sunaudota ir kiek tarpinių produktų bei gamybos atliekų susidarys gaminant numatytą *Weissbier* alaus ir alaus kokteilio kieki.

6.1. Alaus kokteilio gamybos skaičiavimai

Remiantis suformuluota bakalaurnio darbo užduotimi, projektuojamoje alaus kokteilio linijoje per metus turi būti pagaminama 50000 litrų 2,5% alaus kokteilio.

Parenkama, kad:

- Maišymo cechas dirbs 12 mėn./metus;
- Alaus kokteiliui gaminti per mėnesį bus atliekamas 2 maišymai (kupažavimai).

Įvertinant išpilstymo nuostolius (L_{10}) patiriamus alaus kokteilio gamybos metu yra pagaminami šie alaus kokteilio kiekiai:

$$1. \text{Per metus pagaminamo kupažo kiekis: } V_{a.k.}^{metai} = 50000 \cdot \frac{(100 + L_{10})}{100}, l, (5)$$

čia: $V_{a.k.}^{metai}$ - per metus pagaminamo kupažo kiekis, l; L_{10} – nuostoliai alaus kokteilio išpilstymo metu, %.

$$V_{a.k.}^{metai} = 50000 \cdot \frac{(100 + 1)}{100} = 50500 l$$

$$2. \text{Kas mėnesį pagaminto kupažo kiekis: } V_{a.k.}^m = \frac{V_{a.k.}^{metai}}{n_m}, l; V_{a.k.}^m = \frac{50500}{12} = 4209 l, (6)$$

čia: $V_{a.k.}^m$ - kas mėnesį pagaminamo kupažo kiekis, l; n_m – alaus kokteilio išpilstymo dažnis (mėn./metus).

$$3. \text{Vieno kupažavimo metu pagaminamo kupažo kiekis: } V_{a.k.}^v = \frac{V_{a.k.}^m}{n_v}, l; V_{a.k.}^v = \frac{4209}{2} = 2105 l, (7)$$

čia: $V_{a.k.}^v$ - vieno kupažavimo metu pagaminamo kupažo kiekis, l; n_v – maišymų skaičius per mėnesį

6.1.1. Metams, mėnesiui ir vienam kupažui reikalingų alaus kokteilio komponentų pagaminti reikalingų žaliavų bei pagalbinių technologinio proceso medžiagų sąnaudos

Žinant per metus, mėnesį ir vieno kupažavimo metu pagaminamą kupažo kiekį ir gamybos metu patiriamus nuostolius, yra apskaičiuojamas mėnesiui, metams ir vienam kupažavimui reikalingas žaliavų kiekis. Pagrindiniai kupažo fizikiniai – cheminiai rodikliai yra pateikti 33 lentelėje. Skaičiavimams reikalingi rodikliai ir atskirais gamybos etapais patiriami nuostoliai yra pateikti 34 lentelėje, o pagrindiniai alaus kokteilio reikalingų žaliavų rodikliai pateikti 35 lentelėje.

33 lentelė. Pagrindiniai alaus kokteilio fizikiniai – cheminiai rodikliai

Pagrindiniai rodikliai	Vertė
Komponentų kiekis pagal receptūrą reikalingas $V_{pav,v}$, 100 l kupažo pagaminti:	
<i>Weissbier</i> alus (5 tūrio %), l	50
Cukraus sirupas (BRIX=67), kg	7,5
Citrinos rūgštis, kg	0,18
Aromatas „Cranberry Flavour“, kg	0,04
Dažai „Black Carrot Juice“, kg	0,12
Etilo alkoholio kiekis, tūrio %	2,5

34 lentelė. Atskirais alaus kokteilio gamybos etapais patiriami nuostoliai

Nuostoliai	Vertė, %
Nuostoliai cukraus transportavimo į virimo katilus metu, L_1	1
Nuostoliai citrinos r. transportavimo į virimo katilus metu, L_2	1
Nuostoliai vandens transportavimo į virimo katilus metu (cukraus sirupo, citrinos r. tirpalo gamybai), L_3	1
Nuostoliai transportuojant cukraus sirupą, L_4	2,5
Nuostoliai transportuojant citrinos rūgštį, L_5	1
Nuostoliai alaus padavimo metu kokteilių gamybai, L_6	1
Nuostoliai minkštinto vandens padavimo į kupažavimo talpą metu, L_7	1
Nuostoliai dažų padavimo metu, L_8	0,7
Nuostoliai aromatų padavimo metu, L_9	1,5
Nuostoliai alaus kokteilio išpilstymo metu, L_{10}	1

35 lentelė. Pagrindiniai alaus kokteilio gamybai reikalingų žaliavų rodikliai

Pagrindiniai rodikliai	Vertės
Cukraus norma, sirupo gamybai $N_{cuk.}$, kg/l	1,67
Vandens norma cukraus sirupo gamybai $N_{cuk.s.v.}$, l/kg	0,6
Cukraus sirupo tankis (20°C) $q_{sir.}$, kg/l	1,35
Citrinos rūgšties tankis $q_{c.r.}$, kg/l	1,665
Dažų tankis $q_{daž.}$, kg/l	1,25
Kvapiosios medžiagos tankis $q_{arom.}$, kg/l	0,82

$$1. \text{I kupažavimo talpą dozuojamo cukraus sirupo kiekis: } P_{sir}^{metai} = \left(\frac{V_{a.k.}^{metai} \cdot P_{sir}}{V_{pav.v.}} \right) \cdot \frac{100 + L_4}{100}, kg, \quad (8)$$

čia: P_{sir} – į kupažavimo talpą paduodamo cukraus sirupo kiekis, reikalingas 100 l kupažo pagaminti, kg; $V_{a.k.}^{metai}$ – per metus pagaminamo kupažo kiekis, l; L_4 – nuostoliai transportuojant cukraus sirupą į kupažavimo talpą, %.

Metams:

Vienam mėnesiui:

Vienam kupažavimui:

$$P_{sir}^{metai} = \left(\frac{50500 \cdot 7,5}{100} \right) \cdot \frac{100 + 2,5}{100} = 3882 kg \quad P_{sir}^m = \frac{3882}{12} = 324 kg \quad P_{sir}^v = \frac{324}{2} = 162 kg$$

a) Į maišymo talpą dozuojamo cukraus kiekis, cukraus sirupo gamybai:

$$P_{cuk.}^{metai} = \left(N_{cuk.} \cdot \frac{P_{sir}^{metai}}{q_{sir}} \right) \cdot \frac{100 + L_1}{100}, kg, \quad (9)$$

čia: P_{sir}^{metai} – į maišymo talpą paduodamo cukraus sirupo kiekis, reikalingas per metus pagaminamam kupažo kiekiui, kg; N_{sir} – cukraus norma cukraus sirupo gamybai, kg/l; q_{sir} – cukraus sirupo tankis (20°C), kg/l; L_1 – nuostoliai cukraus transportavimo į virimo katilą metu, %.

Metams:

Vienam mėnesiui:

Vienam kupažavimui:

$$P_{cuk.}^{metai} = \left(1,67 \cdot \frac{3882}{1,35} \right) \cdot \frac{100 + 1}{100} = 4850 kg \quad P_{cuk.}^m = \frac{4852}{12} = 404 kg \quad P_{cuk.}^v = \frac{404}{2} = 202 kg$$

b) Į maišymo talpą dozuojamo vandens kiekis, cukraus sirupo gamybai

$$V_{c.s.v.}^{metai} = \left(P_{sir}^{metai} \cdot N_{c.s.v.} \right) \cdot \frac{(100 + L_3)}{100}, l, \quad (10)$$

čia: $V_{c.s.v.}^{metai}$ – į maišymo talpą paduodamo vandens kiekis, reikalingas cukraus sirupui, kurio reikia per metus pagaminamam kupažo kiekiui, kg; $N_{c.s.v.}$ – vandens norma, cukraus sirupo gamybai, kg/l; L_3 – nuostoliai vandens transportavimo į virimo katilus metu, %.

Metams:

Vienam mėnesiui:

Vienam kupažavimui:

$$V_{c.s.v.}^{metai} = (3882 \cdot 0,6) \cdot \frac{100 + 1}{100} = 2353 l \quad V_{c.s.v.}^m = \frac{2353}{12} = 196 l \quad V_{cuk.}^v = \frac{196}{2} = 98 l$$

2. Į kupažavimo talpą dozuojamos citrinos rūgšties kiekis:

$$P_{c.r.t.}^{metai} = \left(\frac{V_{a.k.}^{metai} \cdot P_{c.r.}}{V_{pav.v.}} \right) \cdot \frac{100 + L_5}{100}, kg, \quad (11)$$

čia: $P_{c.r.t.}$ – į kupažavimo talpą paduodamos citrinų rūgšties kiekis, kurio reikia per metus pagaminamam kupažo kiekiui, kg; $V_{a.k.}^{metai}$ – per metus pagaminamo kupažo kiekis, l; L_5 – nuostoliai transportuojant citrinos rūgšties tirpalą į kupažavimo talpą, %.

Metams:

Vienam mėnesiui:

Vienam kupažavimui:

$$P_{c.r.}^{metai} = \left(\frac{50500 \cdot 0,18}{100} \right) \cdot \frac{100 + 1}{100} = 92 kg \quad P_{c.r.}^m = \frac{92}{12} = 8 kg \quad P_{c.r.t.}^v = \frac{8}{2} = 4 kg$$

3. Į kupažavimo talpą dozuojamo aromato kiekis

$$P_{arom.}^{metai} = \left(\frac{V_{a.k.}^{metai} \cdot P_{arom.}}{V_{pav.v.}} \right) \cdot \frac{100 + L_9}{100}, kg, \quad (12)$$

čia: $P_{arom.}$ – į kupažavimo talpą paduodamo citrinos rūgšties tirpalo kiekis, reikalingas 100 l kupažo pagaminti, kg; $V_{a.k.}^{metai}$ – per metus pagaminamo kupažo kiekis, l; L_9 – nuostoliai transportuojant aromatą į kupažavimo talpą, %.

Metams:

Vienam mėnesiui:

Vienam kupažavimui:

$$P_{arom.}^{metai} = \left(\frac{50500 \cdot 0,04}{100} \right) \cdot \frac{100 + 1,5}{100} = 20,5 kg \quad P_{arom.}^m = \frac{20,5}{12} = 1,7 kg \quad P_{arom.}^v = \frac{1,7}{2} = 0,85 kg$$

4. Į kupažavimo talpą dozuojamų dažų kiekis

$$P_{daž}^{metai} = \left(\frac{V_{a.k.}^{metai} \cdot P_{daž}}{V_{pav.v.}} \right) \cdot \frac{100 + L_8}{100}, kg, \quad (13)$$

čia: $P_{daž}$ - į kupažavimo talpą paduodamų dažų kiekis, reikalingas 100 l kupažo pagaminti, kg; $V_{a.k.}^{metai}$ - per metus pagaminamo kupažo kiekis, l; L_8 – nuostoliai transportuojant dažus į kupažavimo talpą, %.

Metams:

Vienam mėnesiui:

Vienam kupažavimui:

$$P_{daž}^{metai} = \left(\frac{50500 \cdot 0,12}{100} \right) \cdot \frac{100 + 0,7}{100} = 61 \text{ kg}$$

$$P_{daž..}^m = \frac{61}{12} = 5 \text{ kg}$$

$$P_{cdaž..}^v = \frac{5}{2} = 2,5 \text{ kg}$$

5. Kupažavimui reikalingo Weissbier alaus kiekis:

$$V_{al}^{metai} = \left(\frac{V_{a.k.}^{metai} \cdot P_{al}}{V_{pav.v.}} \right) \cdot \frac{100 + L_6}{100}, l, (14)$$

čia: V_{al}^{metai} - į kupažavimo talpą paduodamo Weissbier alaus kiekis reikalingas per metu - s pagaminamam kupažo kiekiui, l;

$V_{a.k.}^{metai}$ - per metus pagaminamo kupaži kiekis, l; L_6 – nuostoliai alaus padavimo metu, %.

Metams:

Vienam mėnesiui:

Vienam kupažavimui:

$$P_{al.}^{metai} = \left(\frac{50500 \cdot 50}{100} \right) \cdot \frac{100 + 1}{100} = 25503 \text{ l}$$

$$P_{al..}^m = \frac{25503}{12} = 2125 \text{ l}$$

$$P_{al.}^v = \frac{2125}{2} = 1063 \text{ l}$$

6. Kupažavimui reikalingo vandens kiekis:

Pagal receptūrą 100 l kupažo paruošti reikalingas vandens kiekis:

$$V_{van..} = 100 - \left(P_{al} + \frac{P_{sir}}{q_{sir}} + \frac{P_{c.r.}}{q_{c.r.t.}} + \frac{P_{arom}}{q_{arom}} + \frac{P_{daž}}{q_{daž}} \right), l, (15)$$

čia: P_{al} – „Weissbier“ alaus kiekis 100 l kupažo, l; P_{sir} – cukraus sirupo kiekis 100 l kupažo, kg; $P_{c.r.}$ – citrinos rūgšties kiekis 100 l kupažo, kg; P_{arom} – aromato kiekis 100 l kupažo, kg; $P_{daž}$ – dažų kiekis 100 l kupažo, kg; q_{sir} – cukraus sirupo tankis (20°C), kg/l; $q_{c.r.t.}$ – citrinos rūgšties tirpalo tankis (20°C), kg/l; q_{arom} – aromato tankis, kg/l; $q_{daž}$ – dažų tankis, kg/l.

$$V_{min.v.} = 100 - \left(50 + \frac{7,8}{1,35} + \frac{1,8}{1,039} + \frac{0,04}{0,82} + \frac{0,12}{1,25} \right) = 42,5 \text{ l}$$

$$V_{van}^{metai} = \left(\frac{V_{a.k.}^{metai} \cdot V_{min.v.}}{V_{pav.v.}} \right) \cdot \frac{100 + L_7}{100}, l, (16)$$

čia: V_{van}^{metai} - į kupažavimo talpą paduodamo vandens kiekis, reikalingas per metus pagaminamam kupažo kiekiui, l; L_7 – nuostoliai vandens transportavimo metu į kupažavimo talpą, %.

Metams:

Vienam mėnesiui:

Vienam kupažavimui:

$$V_{van}^{metai} = \left(\frac{50500 \cdot 44,2}{100} \right) \cdot \frac{100 + 1}{100} = 22544 \text{ l}$$

$$V_{van}^m = \frac{22544}{12} = 1879 \text{ l}$$

$$V_{van}^v = \frac{1879}{2} = 940 \text{ l}$$

7. Prekinio alaus kokteilio kiekis

$$V_{prek.a.k.}^{metai} = \frac{V_{p.a.k.}^{metai} \cdot (100 - L_{10})}{100}, l, (17)$$

čia: $V_{prek.a.k.}^{metai}$ - prekinio alaus kokteilio kiekis pagaminamas per metus, l; L_{10} – nuostoliai alaus kokteilio išpilstymo metu, %.

Metams:

Vienam mėnesiui:

Vienam kupažavimui:

$$V_{prek.a.k.}^{metai} = \frac{50500 \cdot (100 - 0,1)}{100} = 50000 \text{ l}$$

$$V_{prek.a.k.}^m = \frac{50000}{12} = 4167 \text{ l}$$

$$V_{prek.a.k.}^v = \frac{4167}{2} = 2084 \text{ l}$$

8. Butelių kiekis:

Alaus kokteilis bus pilstomas į 0,33 l plastikinius butelius. Išpilstytas alaus kokteilis bus pakuojamas į kartonines dėžes po 4 vienetus. Atsargos koeficientas (dėl galimų nuostolių) – 1,02. Etikečių skaičius parenkamas dvigubai didesnis nei reikalingas butelių skaičius (priekinė ir galinė etiketės), o kamsčių skaičius parenkamas į pagalbą reikalingą butelių skaičių.

$$P_{but}^m = \frac{V_{a.k.}^m}{V_{but}} \cdot 1,02, \text{ vnt.}, (18); P_{but}^{metai} = P_{but}^m \cdot n_m, \text{ vnt.}, (19)$$

čia: P_{but}^m - per mėnesį pagaminto alaus kokteilio kiekiui reikalingas butelių kiekis, vnt.; V_{but} – butelių tūris, l; 1,02 – atsargos koeficientas; P_{but}^{metai} - per metus pagaminto alaus kokteilio kiekiui išpilstyti reikalingas butelių kiekis, vnt.; n_m – išpilstymų dažnis per metus

$$\text{Vienam mėnesiui: } P_{but}^m = \frac{4209}{0,33} \cdot 1,02 = 13010 \text{ vnt.}$$

$$\text{Metams: } P_{but}^{metai} = 13010 \cdot 12 = 156120 \text{ vnt.}$$

$$\text{Vienam kupazavimui: } P_{but}^v = \frac{P_{but}^m}{2} = \frac{13010}{2} = 6505 \text{ vnt.}$$

$$\text{9. Dėžių kiekis: } P_D^m = \frac{P_{but}^m}{4}, (20); P_D^{metai} = P_D^m \cdot 12, (21)$$

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

$$\text{Vienam mėnesiui: } P_D^m = \frac{13010}{4} = 3253 \text{ vnt.}$$

$$\text{Metams: } P_D^{metai} = 3253 \cdot 12 = 39036 \text{ vnt.}$$

$$\text{Vienam kupazavimui: } P_D^v = \frac{P_D^m}{2} = \frac{3253}{2} = 1627 \text{ vnt.}$$

Gaminamo alaus kokteilio linijos žaliavų, pagalbinių medžiagų ir pakavimo medžiagų balansas pateikiamas 36 lentelėje.

36 lentelė. Alaus kokteilio gamybos linijų žaliavų, tarpinių produktų ir pakavimo medžiagų balansas

Žaliavos, medžiagos, tarpiniai produktai	1 kupazui	Per mėnesį	Per metus
Žaliavos, tarpiniai produktai:			
Citrinos rūgštis, kg	4	8	92
Cukrus, kg	202	404	4850
Vanduo: Cukraus sirupui, l	98	196	2353
Kupazavimui, l	640	1879	22544
Aromatas, kg	0,85	1,7	20,5
Dažai, kg	2,5	5	61
Alus, l	1063	2125	25503
Cukraus sirupas, kg	162	324	3882
Pakavimo medžiagos			
Plastikiniai buteliai, 0,33l	6505	13010	156120
Kamsčiai, vnt.	6505	13010	156120
Etiketės, vnt.	13010	26020	312240
Dėžės, vnt.	1627	3253	39036
Kupazas, l	2105	4209	50500
Prekinis alaus kokteilis:	2084	4167	50000

6.2. Weissbier alaus gamybos skaičiavimai [70]

Remiantis suformuluota bakalaurnio darbo užduotimi, projektuojamoje Weissbier alaus linijoje per metus turi būti pagaminta 750000 litrai alaus.

Parenkama, kad:

- Alus bus išpilstomas ir pristatomas du kartus per mėnesį,
- Virimo cechas dirbs 12 mėn./metus. Alui pagaminti per mėnesį bus verdamas dvi dienas po 4 virimus.

$$\text{Per metus subrandinamo alaus kiekis: } V_{iš.a.}^{metai} = \frac{750000 \cdot (100 + L_{16})}{100}, l; (22)$$

Čia: $V_{iš.a.}^{metai}$ - per metus išpilstomo alaus kiekis, l; L_{16} – nuostoliai alaus išpilstymo metu, %.

$$V_{i\text{š.a.}}^{\text{metai}} = \frac{750000 \cdot (100 + 1)}{100} = 757500 \text{ l}$$

50000 l per metus našumo laus kokteilio gamybos linijai reikalingas 5% stiprumo *Weissbier* alaus kiekis – 25000 l, kuris yra sumuojamas prie bendro per metus pagaminamo alaus kiekio. Apskaičiuojama, kad bendroje sumoje per metus turi būti pagaminama:

$$V_{p.a.}^{\text{metai}} = 757500 + \frac{25000 \cdot (100 + 1)}{100} = 782750 \text{ l}$$

Kas mėnesį subrandinamo alaus kiekis: $V_{p.a.}^m = \frac{V_{p.a.}^{\text{metai}}}{n_m}, \text{ l}, (23); \quad V_{p.a.}^m = \frac{782750}{12} = 65229 \text{ l}$

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

Per mėnesį yra atliekami du brandinimai, tai per vieną brandinimą subrandinamo alaus kiekis:

$$V_{p.a.}^{m2} = \frac{65229}{2} = 32615 \text{ l}$$

Per vieną virimo dieną atliekami 4 virimai, tai per vieną virimą išverdamas alaus kiekis:

$$V_{p.a.}^v = \frac{V_{p.a.}^m}{n_v}, \text{ l}, (24); \quad V_{p.a.}^v = \frac{65229}{8} = 8154 \text{ l}$$

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

6.2.1. Skystos fazės nuostolių įvertinimas, Žaliavų ir pagalbinių medžiagų skaičiavimai 100 kg salyklo

Skystos fazės nuostoliams įvertinti yra apskaičiuojama, kiek tarpinių produktų bei prekinio ir kokteilių gamybai reikalingo *Weissbier* alaus, kurio pagrindiniai fizikiniai – cheminiai rodikliai yra pateikti 37 lentelėje, bus gaunama iš 100 kg grūdinės žaliavos (salyklo). Skaičiavimams reikalingi salyklų rodikliai ir atskirais alaus gamybos etapais patiriami nuostoliai yra pateikti 38 ir 39 lentelėse.

37 lentelė. Pagrindiniai prekinio alaus fizikiniai – cheminiai rodikliai

Pagrindiniai rodikliai	Vertės
Pirminė misos sausųjų medžiagų koncentracija, %	12,58
Ekstraktinių medžiagų kiekis, %	75,6
Alaus tankis 20°C temp. d_m , kg/l	1,051
Mielų norma N_m , l/l	0,01
Apynių norma N_{ap} , g/l	1,2
Karštos misos išsiplėtimo koeficientas K (100 °C)	1,04

38 lentelė. Pagrindiniai salyklo fizikiniai – cheminiai rodikliai

Pagrindiniai rodikliai	Wheat Malt	Pilsen Malt	Munich Malt
Salyklo kiekis pagal receptūrą A_{sal} , kg/100 kg įkrovos	50	40	10
Drėginis w, %	5	4	4,5
Ekstraktumas E, %	84	82	80
Spalva C, EBC vnt.	2,5	2,2	25,2
Tankis, g/cm ³	1,039	1,037	1,037

39 lentelė. Atskirais alaus gamybos etapais patiriami nuostoliai

Nuostoliai	Vertė, %
Ekstrakto nuostoliai misos virimo metu, L_{11}	1,8
Vandens nuostoliai mentalo užmaišymo ir misos virimo metu, L_{12}	10
Misos nuostoliai nuskaidrinimo ir atšaldymo metu, L_{13}	6
Nuostoliai pagrindinio rauginimo metu, L_{14}	2,3
Nuostoliai brandinimo ir separavimo metu, L_{15}	2,7
Nuostoliai alų išpilstant ir pasterizuojant, L_{16}	1

1. Bendras sausųjų medžiagų kiekis: $Q_{sm} = \sum Q_{s.m.}^n, \text{ kg}, (25)$

Salyklo sausųjų medžiagų kiekis: $Q_{s.m.}^n = \frac{A_{sal} \cdot (100 - w)}{100}, \text{ kg}, (26)$

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

Wheat salyklas: $Q_{s.m.}^W = \frac{50 \cdot (100 - 5)}{100} = 47,5 \text{ kg}$; *Pilsen salyklas:* $Q_{s.m.}^P = \frac{40 \cdot (100 - 4)}{100} = 38,4 \text{ kg}$

Munich salyklas: $Q_{s.m.}^M = \frac{10 \cdot (100 - 4,5)}{100} = 9,55 \text{ kg}$

$\sum Q_{s.m.}^n = 47,5 + 38,4 + 9,55 = 95,45 \text{ kg}$

2. Bendras ekstraktyvių medžiagų kiekis: $Q_{ekstr.} = \sum Q_{ekstr.}^n, \text{ kg}, (27)$

Salyklo ekstraktyvių medžiagų kiekis: $Q_{ekstr.}^n = \frac{Q_{s.m.}^n \cdot E^n}{100}, \text{ kg}, (28)$

Įvertinus ekstrakto nuostolius: $Q_{e.n.} = \frac{\sum Q_{ekstr.}^n \cdot (100 - L_{11})}{100}, \text{ kg}, (29)$

čia: $Q_{ekstr.}$ – ekstraktyvių medžiagų kiekis salykle, kg; E – salyklo ekstraktumas, %; L_{11} – ekstrakto nuostoliai misos virimo metu, %.

Wheat salyklas: $Q_{ekstr.}^W = \frac{47,5 \cdot 84}{100} = 39,9 \text{ kg}$; *Pilsen salyklas:* $Q_{ekstr.}^P = \frac{38,4 \cdot 82}{100} = 31,49 \text{ kg}$

Munich salyklas: $Q_{ekstr.}^M = \frac{9,55 \cdot 80}{100} = 7,64 \text{ kg}$

$\sum Q_{ekstr.}^n = 39,9 + 31,49 + 7,64 = 79,03 \text{ kg}$;

$Q_{e.n.} = \frac{79,03 \cdot (100 - 1,8)}{100} = 77,61 \text{ kg}$

3. Vandens kiekis: $V_{H_2O} = \frac{S}{100} \cdot \left(\frac{100 - e}{e} \right) \cdot R, \text{ l}, (30)$

Salyklo ekstraktas: $R = \sum \frac{E_{sal.}^n \cdot A_{sal.}^n}{100}, \text{ \%}, (31)$

Įvertinus vandens nuostolius gamybos metu: $V'_{H_2O} = V_{H_2O} \cdot \left(\frac{100 + L_{12}}{100} \right), \text{ l}, (32)$

čia: V_{H_2O} – vandens kiekis 100 kg salyklo, l; S – salyklo kiekis, kg; R – salyklo ekstraktas, %; L_{12} – vandens nuostoliai mentalo užmaišymo ir virimo metu, %.

$R = \frac{84 \cdot 50}{100} + \frac{82 \cdot 40}{100} + \frac{80 \cdot 10}{100} = 82,8\%$; $V_{H_2O} = \frac{100}{100} \cdot \left(\frac{100 - 12,58}{12,58} \right) \cdot 82,8 = 575,4 \text{ l}$

$V'_{H_2O} = 575,4 \cdot \left(\frac{100 + 10}{100} \right) = 633 \text{ l}$

4. Užmaišo tūris: $V_{užm.} = V'_{H_2O} + \sum \frac{M_{sal.}^n}{\rho_{sal.}^n}, \text{ l} \quad (33)$

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

$V_{užm.} = 633 + \frac{50}{1,039} + \frac{40}{1,037} + \frac{10}{1,037} = 729 \text{ l}$

5. Misos masė: $M_m = \frac{\sum Q_{e.n.} \cdot 100}{e}, \text{ kg}, (34)$ $M_m = \frac{77,61 \cdot 100}{12,58} = 617 \text{ kg}$

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

6. Misos tūris:
$$V_m = \frac{M_m}{\rho_m}, l, (35)$$

Įvertinus karštos misos išsiplėtimo koeficientą: $V_{k.m.} = V_m \cdot K, l, (36)$

Įvertinus nuskaidrinimo ir atšaldymo nuostolius: $V_{s.m.} = \frac{V_{k.m.} \cdot (100 - L_{13})}{100}, l, (37)$

čia: V_m – misos tūris, l; ρ_m – misos tankis, kg/l; $V_{k.m.}$ – karštos misos tūris, l; K – misos išsiplėtimo koeficientas; $V_{s.m.}$ – šaltos misos tūris, l; L_{13} – misos nuostoliai nuskaidrinant ir atšaldant, %.

$$V_m = \frac{617}{1,051} = 587l \quad V_{k.m.} = 587 \cdot 1,04 = 610l \quad V_{s.m.} = \frac{610 \cdot (100 - 6)}{100} = 573l$$

7. Jauno alus tūris: $V_{j.a.} = \frac{V_{s.m.} \cdot (100 - L_{14})}{100}, l, (38); \quad V_{j.a.} = \frac{573 \cdot (100 - 2,3)}{100} = 560l$

čia: $V_{j.a.}$ – jauno alaus tūris, l; L_{14} – nuostoliai rauginimo metu, %.

8. Subbrandinto ir separuoto alaus tūris: $V_{s.a.} = \frac{V_{j.a.} \cdot (100 - L_{15})}{100}, l, (39); \quad V_{s.a.} = \frac{560 \cdot (100 - 2,7)}{100} = 545l$

čia: $V_{s.a.}$ – subbrandinto ir separuoto alaus tūris, l; L_{15} – nuostoliai brandinimo ir separavimo metu, %.

9. Pagaminto alaus tūris: $V_{p.a.} = \frac{V_{s.a.} \cdot (100 - L_{16})}{100}, l, (40); \quad V_{p.a.} = \frac{545 \cdot (100 - 1)}{100} = 540l$

čia: $V_{p.a.}$ – pagaminto alaus tūris, l; L_{16} – nuostoliai alų išpilstant ir pasterizuojant, %.

10. Skystos fazės nuostoliai: $\pi = \frac{V_{k.m.} - V_{p.a.}}{V_{k.m.}} \cdot 100, \%, (41); \quad \pi = \frac{610 - 540}{610} \cdot 100 = 11,48\%$

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

Apskaičiuojamas koks kiekis žaliavų ir pagalbinių medžiagų reikalingas 100 kg salyklo:

1. Apynių kiekis: $P_{ap} = N_{ap} \cdot V_{a.p.}, kg, (42)$

čia: P_{apT} – *Tettnang* apynių kiekis, P_{apP} – *Perle* apynių kiekis kg; N_{apT} – *Tettnang* apynių norma, N_{apP} – *Perle* apynių norma, g/l.

$$P_{apT} = 0,6 \cdot 540 = 324g = 0,324kg; \quad P_{apP} = 0,6 \cdot 540 = 324g = 0,324kg$$

2. Mielių kiekis: $P_{miel.} = N_{miel.} \cdot V_{p.a.}, l, (43); \quad P_{miel.} = 0,01 \cdot 540 = 5,4l$

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

3. CaCl₂ kiekis: $P_{CaCl_2} = V_{k.m.} \cdot N_{CaCl_2}, ml, (44); \quad P_{CaCl_2} = 610 \cdot 0,6 = 366ml$

čia: P_{CaCl_2} – CaCl₂ kiekis, ml; N_{CaCl_2} – CaCl₂ norma ml/l misos ($N_{CaCl_2}=0,6$ ml/l misos)

4. Pieno rūgšties kiekis: $P_{p.r.} = V_{k.m.} \cdot N_{p.r.}, g, (45);$

$$P_{p.r.} = 610 \cdot 0,18 = 109,8g$$

čia: $P_{p.r.}$ – pieno rūgšties kiekis, g; $N_{p.r.}$ – pieno rūgšties norma, g/l misos ($N_{p.r.}=0,18$ g/l misos)

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

Apskaičiavus skystos fazės nuostolius *Weissbier* alaus rūšiai, atliekami vieno virimo, mėnesio, metų žaliavų ir pagalbinių technologinio proceso medžiagų sąnaudų bei tarpinių produktų išeigų skaičiavimai.

1. Karštos misos kiekis

Vieno virimo metu pagamintos karštos misos kiekis: $V_{k.m.}^v = \frac{V_{k.m.}^m}{n}, l, (46)$

Kas mėnesį pagamintos karštos misos kiekis: $V_{k.m.}^m = \frac{V_{p.a.}^m}{1 - \frac{\pi}{100}}, l, (47)$

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

Vienam mėnesiui:

$$V_{k.m.}^m = \frac{65229}{1 - \frac{11,48}{100}} = 73688l$$

Vienam virimui:

$$V_{k.m.}^v = \frac{73688}{8} = 9211l$$

Metams:

$$V_{k.m.}^{metai} = 73688 \cdot 12 = 884256l$$

Tarpinių produktų skaičiavimai:

Vieno virimo metu pagaminamo tarpinio produkto kiekis: $V_{t.p.}^v = \frac{V_{t.p.}^v \cdot V_{k.m.}^v}{V_{k.m.}^m}, l, (48)$

Kas mėnesį pagaminamo tarpinio produkto kiekis: $V_{t.p.}^m = V_{t.p.}^v \cdot n_v, l, (49)$

Per metus pagaminamo tarpinio produkto kiekis: $V_{t.p.}^{metai} = V_{t.p.}^m \cdot n_m, l, (50)$

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

2.Šaltos misos kiekis:

Vienam virimui:

$$V_{s.m.}^v = \frac{573 \cdot 9211}{610} = 8652l$$

Vienam mėnesiui:

$$V_{t.p.}^m = 8652 \cdot 8 = 69216l$$

Metams:

$$V_{t.p.}^{metai} = 69216 \cdot 12 = 830592l$$

3.Jauno alaus kiekis:

Vienam virimui:

$$V_{s.m.}^v = \frac{560 \cdot 9211}{610} = 8456l$$

Vienam mėnesiui:

$$V_{t.p.}^m = 8456 \cdot 8 = 67648l$$

Metams:

$$V_{t.p.}^{metai} = 67648 \cdot 12 = 811776l$$

4.Separuoto alaus kiekis:

Vienam virimui:

$$V_{s.m.}^v = \frac{545 \cdot 9211}{610} = 8230l$$

Vienam mėnesiui:

$$V_{t.p.}^m = 8230 \cdot 8 = 65840l$$

Metams:

$$V_{t.p.}^{metai} = 65840 \cdot 12 = 790080l$$

Bendras salyklo kiekis skaičiuojamas nuo karštos misos kiekio pagal (51), (52), (53) formules, o kitos žaliavos ir pagalbinės medžiagos skaičiuojamos pagal bendras formules:

Vienam virimui reikalingas žaliavos kiekis: $i_{žaliav.}^v = \frac{i_{žaliav.} \cdot M_{sal.}^v}{M_{sal.}}, kg, l, (51)$

Vienam mėnesiui reikalingas žaliavos kiekis: $i_{žaliav.}^m = i_{žaliav.}^v \cdot n_v, kg, l, (52)$

Metams reikalingas žaliavos kiekis: $i_{žaliav.}^{metai} = i_{žaliav.}^m \cdot n_m, kg, l, (53)$

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

5.Salyklo kiekis:

Wheat:

Vienam virimui:

$$M_W^v = \frac{50 \cdot 1510}{100} = 755 kg$$

Vienam mėnesiui:

$$M_W^m = 755 \cdot 8 = 6040 kg$$

Metams:

$$M_W^{metai} = 6040 \cdot 12 = 72480kg$$

Pilsen:

Vienam virimui:

$$M_P^v = \frac{40 \cdot 1510}{100} = 604 kg$$

Vienam mėnesiui:

$$M_P^m = 604 \cdot 8 = 4832 kg$$

Metams:

$$M_P^{metai} = 4832 \cdot 12 = 57984kg$$

Munich:

Vienam virimui:

$$M_M^v = \frac{10 \cdot 1510}{100} = 151 kg$$

Vienam mėnesiui:

$$M_M^m = 151 \cdot 8 = 1208kg$$

Metams:

$$M_M^{metai} = 1208 \cdot 12 = 14496kg$$

Iš viso:

Vienam virimui:

$$M_{sal}^v = \frac{100 \cdot 9211}{610} = 1510 kg$$

Vienam mėnesiui:

$$M_{sal}^m = 1510 \cdot 8 = 12080 kg$$

Metams:

$$M_{sal}^{metai} = 12080 \cdot 12 = 144960kg$$

6.Vandens kiekis:

Vienam virimui:

Vienam mėnesiui:

Metams:

$$V_{H_2O}^v = \frac{633 \cdot 1510}{100} = 9558l$$

$$V_{H_2O}^m = 9558 \cdot 8 = 76464l$$

$$V_{H_2O}^{metai} = 76464 \cdot 12 = 917558l$$

7. Užmaišo tūris:

Vienam virimui:

Vienam mėnesiui:

Metams:

$$V_{užm}^v = \frac{729 \cdot 1510}{100} = 11008l$$

$$V_{užm}^m = 11008 \cdot 8 = 88064l$$

$$V_{užm}^{metai} = 88064 \cdot 12 = 1056768l$$

8. Apynių kiekis:

Vienam virimui:

Vienam mėnesiui:

Metams:

$$P_{ap.T}^v = \frac{0,324 \cdot 1510}{100} = 5kg$$

$$P_{ap.T}^m = 5 \cdot 8 = 40kg$$

$$P_{ap.T}^{metai} = 40 \cdot 12 = 480 kg$$

$$P_{ap.P}^v = \frac{0,324 \cdot 1510}{100} = 5kg$$

$$P_{ap.P}^m = 5 \cdot 8 = 40kg$$

$$P_{ap.P}^{metai} = 40 \cdot 12 = 480 kg$$

9. Mielių kiekis:

Vienam virimui:

Vienam mėnesiui:

Metams:

$$P_m^v = \frac{5,4 \cdot 1510}{100} = 82l$$

$$P_m^m = 82 \cdot 8 = 656l$$

$$P_{tm}^{metai} = 656 \cdot 12 = 7872l$$

10. $CaCl_2$ kiekis

$CaCl_2$ kiekis skaičiuojamas įvertinus karštos misos kiekius pagal (51), (52), (53) formules.

Vienam virimui:

Vienam mėnesiui:

Metams:

$$P_{CaCl_2}^v = \frac{0,366 \cdot 9211}{610} = 5,5l$$

$$P_{CaCl_2}^m = 5,5 \cdot 8 = 44l$$

$$P_{CaCl_2}^{metai} = 44 \cdot 12 = 528l$$

11. Pieno rūgšties kiekis:

Vienam virimui:

Vienam mėnesiui:

Metams:

$$P_{p.r.}^v = \frac{0,110 \cdot 9211}{610} = 1,66 kg$$

$$P_{p.r.}^m = 1,66 \cdot 8 = 13,30 kg$$

$$P_{p.r.}^{metai} = 13,30 \cdot 12 = 159,6 kg$$

12. Butelių skaičius:

$$P_{but}^{metai} = \frac{V_{p.a.}^m}{V_{but}} \cdot 1,02, \text{ vnt.}, (54);$$

$$P_{but}^m = \frac{P_{but}^{metai}}{n_m}, (55)$$

čia: P_{but}^m - per mėnesį pagaminto alaus kiekiui išpilstyti reikalingas butelių kiekis, vnt.; V_{but} - butelių tūris, l; 1,02 – atsargos koeficientas (dėl galimų nuostolių); P_{but}^{metai} - per metus pagaminto alaus kiekiui išpilstyti reikalingas butelių kiekis, vnt.; n_m - išpilstymų dažnis per metus.

Weissbier alus bus pilstomas į 0,5 l stiklinius butelius. Išpilstytas alaus bus pakuojamas į kartonines dėžes po 20 vienetų. Atsargos koeficientas (dėl galimų nuostolių) – 1,02. Etikečių skaičius parenkamas dvigubai didesnis nei reikalingas butelių skaičius (priekinė ir galinė etiketės), o kamsčių skaičius parenkamas į pagal reikalingą butelių skaičių.

$$P_{but}^{metai} = \frac{757500}{0,5} \cdot 1,02 = 1545300 \text{ vnt.}; \quad P_{but}^m = \frac{1545300}{12} = 128775 \text{ vnt.}$$

$$13. \text{Dėžių kiekis: } P_D^m = \frac{P_{but}^m}{20}, (56);$$

$$P_D^{metai} = P_D^m \cdot 12, (57)$$

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

$$P_D^m = \frac{128775}{20} = 6439 \text{ vnt.}$$

$$P_D^{metai} = 6439 \cdot 12 = 77268 \text{ vnt.}$$

Weissbier gamybos linijos žaliavų, tarpinių produktų, pagalbinių ir pakavimo medžiagų balansas pateiktas 40 lentelėje.

40 lentelė. Weissbier gamybos linijos žaliavų, tarpinių produktų, pagalbinių ir pakavimo medžiagų balansas

Žaliavos, medžiagos, tarpiniai produktai, alus	100 kg	1 virimui	Per mėnesį	Per metus
Žaliavos:				
Salyklas, t	0,1	1,510	12,8	145,0
Wheat	0,05	0,755	6,0	72,5
Pilsen	0,04	0,604	4,8	58,0
Munich	0,01	0,151	1,2	14,5
Vanduo, l	633	9558	76464	917558
Apyniai, kg	0,65	10	80	960
Tettnang	0,324	5	40	480
Perle	0,324	5	40	480
Mielės, l	5,4	82	656	7872

40 lentelės tęsinys. Weissbier gamybos linijos žaliavų, tarpinių produktų, pagalbinių ir pakavimo medžiagų balansas

Žaliavos, medžiagos, tarpiniai produktai, alus	100 kg	1 virimui	Per mėnesį	Per metus
Pagalbinės technologinio proceso ir pakavimo medžiagos				
CaCl ₂ kiekis, l	0,366	5,5	44	528
Pieno rūgštis, kg	0,110	1,66	13,30	159,60
Stikliniai buteliai, vnt 0,5l	–	–	128775	1545300
Kamsčiai, vnt	–	–	128775	1545300
Etiketės, vnt.	–	–	257550	3090600
Dėžės, vnt.	–	–	6439	77268
Tarpiniai produktai				
Karšta misa, l	610	9211	73688	884256
Šalta misa, l	573	8652	69216	830592
Jaunas alus, l	560	8456	67648	811776
Separuotas alus, l	545	8230	65840	790080
Subrandinamas alus, l	540	8154	65229	782750
Prekinis alus, l	-	-	-	750000

6.2.3. Pagrindinių gamybos atliekų (salyklojaus) skaičiavimas

1. Salyklojaus kiekis gaunamas iš 100 kg salyklo:

$$Q_{\text{salyklojaus}} = \frac{100 - E - w}{100} \cdot A_{\text{sal}}, \text{ kg}, (58); \sum Q_{\text{salyklojaus}} = Q_{\text{salyklojaus}}^W + Q_{\text{salyklojaus}}^R + Q_{\text{salyklojaus}}^M, \text{ kg}, (59)$$

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

$$Q_{\text{salyklojaus}}^W = \frac{100 - 84 - 5}{100} \cdot 50 = 5,5 \text{ kg}; \quad Q_{\text{salyklojaus}}^P = \frac{100 - 82 - 4}{100} \cdot 40 = 5,6 \text{ kg}$$

$$Q_{\text{salyklojaus}}^M = \frac{100 - 80 - 4,5}{100} \cdot 10 = 1,55 \text{ kg}$$

$$\sum Q_{\text{salyklojaus}} = 5,5 + 5,6 + 1,55 = 12,65 \text{ kg}$$

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

$$\text{Vienam virimui: } Q_{\text{salyklojaus}}^v = \frac{Q_{\text{salyklojaus}} \cdot V_{k.m.}^v}{V_{k.m.}}, \text{ kg}, (60)$$

$$\text{Vienam mėnesiui: } Q_{\text{salyklojaus}}^m = Q_{\text{salyklojaus}}^v \cdot n_v, \text{ kg}, (61)$$

$$\text{Metams: } Q_{\text{salyklojaus}}^{\text{metai}} = Q_{\text{salyklojaus}}^m \cdot n_m, \text{ kg}, (62)$$

$$\text{Vienam virimui: } Q_{\text{salyklojaus}}^v = \frac{12,65 \cdot 9211}{610} = 191 \text{ kg}$$

Vienam mėnesiui: $Q_{salyklojus}^m = 191 \cdot 8 = 1528 \text{ kg}$
 Metams: $Q_{salyklojus}^{metai} = 1528 \cdot 12 = 18338 \text{ kg}$

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

1. Spalva: $Spalva_{EBC} = 1,4922 \cdot (MCU^{0,6859})$, (63); $MCU = \frac{\sum M_{sal} \cdot C_{sal}}{V_{p.a.}}$, (64)

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

$$MCU = \frac{(50 \cdot 2,5 + 40 \cdot 2,2 + 10 \cdot 25,2) \cdot 2,205}{540} = 1,90; \quad Spalva_{EBC} = 1,4922 \cdot (1,90^{0,6859}) = 2,36 \text{ EBC vnt.}$$

2. Alkoholio kiekis $P_{alk} = \frac{1,05}{0,79} \cdot \left(\frac{SG_1 - SG_2}{SG_2} \right) \cdot 100$, tūrio %, (65); $P_{alk} = \frac{1,05}{0,79} \cdot \left(\frac{1,051 - 1,013}{1,013} \right) \cdot 100 = 4,99$

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

3. CO₂ kiekis: $P_{CO_2} = V_{p.a.} \cdot N_{CO_2}$, (66); $P_{CO_2} = 540 \cdot 15 = 8100 \text{ g}$

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

VII. TECHNOLOGINIŲ ĮRENGIMŲ IR ĮRANGOS PARINKIMAS, JŲ DARBO GRAFIKAS

7.1. Weissbier alaus gamyba

Projektuojamo *Weissbier* alaus „*Weissbier Classic*“ gamybai reikalinga įranga montuojama pagrindinėse gamybinėse patalpose. *Weissbier* alaus gamybos technologinio proceso skyriai: (1) salyklo priėmimo skyrius; (2) salyklo valymo ir malimo skyrius; (3) virimo skyrius; (4) fermentavimo ir brandinimo skyrius; (5) alaus separavimo, karbonizavimo ir pasterizavimo skyrius; (6) pilstymo skyrius. Įrengimų darbo grafikas pavaizduotas 24 ir 25 paveiksluose. Įrenginių našumai (t/h, l/h, m³/h) skaičiuojami įvertinus įeinančio/išeinančio srauto kiekį ir įrengime atliekamos operacijos trukmes.

I. Salyklo priėmimo skyrius

Kaušinis elevatorius salyklo transportavimui iš autotransporto į silosinio tipo bunkerius. Iš autotransporto salyklas transportuojamas į silosinio tipo bunkerius kaušiniu elevatoriumi. Parenkama, kad *Munich* salyklo pusės metų atsargas (7,248t) kaušinis elevatorius transportuos 25 min. Tai kaušinio elevatoriaus našumas lygus: $M_{tr} = \frac{7,248t \cdot 60}{25 \text{ min}} = 17,4t/h$

Salyklo transportavimui į silosinio tipo bunkerius parenkamas kompanijos *Xinxiang Casen Industrial Commerce Corporation* [71] (Kinija) kaušinis elevatorius, kurio našumas – 20 t/h. Šio elevatoriaus išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{17,4t/h}{20t/h} = 0,9$

Transportuojant *Pilsen* salyklo mėnesio atsargos (4,832t) elevatorius dirbs: $t_d = \frac{4,832 \cdot 60}{17,4} = 17 \text{ min}$

Transportuojant *Wheat* salyklo mėnesio atsargos (6,040t) elevatorius dirbs: $t_d = \frac{6,040 \cdot 60}{17,4} = 21 \text{ min}$

Silosinio tipo bunkeriai. Norint parinkti salyklų sandėliavimo talpų tūrius, pirmiausiai reikia apskaičiuoti, kokį tūrį užima salyklas, įvertinus jo tankį ir atsargos koeficientą: $V = \frac{(Q_{sal.} / \rho_{sal.tankis})}{0,8}, m^3$,

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

Wheat salyklo mėnesio atsargos (6,040t) užima tokį tūrį: $V_w = \frac{(6040/1039)}{0,8} = 7,267 m^3$

Pilsen salyklo mėnesio atsargos (4,832 t): $V_p = \frac{(4832/1037)}{0,8} = 5,824 m^3$

Munich salyklo pusės metų atsargos (7,248 t) $V_M = \frac{(7248/1037)}{0,8} = 8,737 m^3$

Salyklų sandėliavimui parenkami silosinio tipo bunkeriai iš kompanijos *Henan Hualuo Agricultural Machinery Co., Ltd* (Kinija) [72] katalogo. *Wheat* salyklo sandėliavimui parenkamas silosas, kurio talpa – 9,27 m³, skersmuo – 1830 mm, aukštis – 5500 mm. Siloso išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{7,267m^3}{9,27m^3} = 0,8$

Pilsen salyklui parenkamas silosas, kurio talpa – 8,01 m³, skersmuo – 1830 mm, aukštis – 5000 mm. Siloso išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{5,824m^3}{8,01m^3} = 0,7$

Munich salyklui sandėliuoti parenkamas silosas, kurio talpa – 10,96 m³, skersmuo – 1830 mm, aukštis – 6200 mm. Šio siloso išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{8,737m^3}{10,96m^3} = 0,8$

Kaušinis elevatorius. Iš siloso salyklas transportuojamas į valymo sistemą kaušiniu elevatoriumi. Parenkama, kad *Wheat* salyklą reikalingą vienos dienos virimams (3,02 t) kaušinis elevatorius transportuos 12 min. Tai kaušinio elevatoriaus našumas lygus: $M_{ir} = \frac{3,02t \cdot 60}{12 \text{ min}} = 15t/h$

Salyklo transportavimui parenkamas kompanijos *Wuhan DingXin Mechanical&Electric Equipment Co., Ltd* (Kinija) [73] kaušinis elevatorius, kurio našumas – 18 t/h. Šio elevatoriaus išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{15t/h}{18t/h} = 0,8$

Transportuojant salyklą *Pilsen* reikalingą vienos dienos virimams (2,416 t) elevatorius dirbs:

$$t_d = \frac{2,416 \cdot 60}{15} = 10 \text{ min}$$

Transportuojant *Munich* salyklą reikalingą vienos dienos virimams (0,604 t) elevatorius dirbs:

$$t_d = \frac{0,604 \cdot 60}{15} = 3 \text{ min}$$

Bendrai kaušinis elevatorius dirbs 25 min.

II. Salyklo valymo ir malimo skyrius

Sijotuvai. Salyklo valymui parenkamas sijotuvai, kad *Wheat* salyklo kiekį reikalingą vienos dienos virimams (3,02 t) išvalys per 10 min. Tai sijotuvo našumas lygus: $M_{sij} = \frac{3,02t \cdot 60}{10 \text{ min}} = 18,1t/h$

Valant salyklą *Pilsen* reikalingą vienos dienos virimams (2,416 t) sijotuvai dirbs:

$$t_d = \frac{2,416 \cdot 60}{18,1} = 8 \text{ min}$$

Valant salyklą *Munich* salyklą reikalingą vienos dienos virimams (0,604 t) sijotuvą dirbs:

$$t_d = \frac{0,604 \cdot 60}{18,1} = 2 \text{ min}$$

Bendrai sijotuvą dirbs 20 min.

Iš kompanijos *Kunzel* (Vokietija) katalogo [74] parenkamas sijotuvą, kurio našumas 22,5 t/h, korpuso ilgis 2750 mm, plotis – 2170 mm, aukštis – 1450 mm. Šio sijotuvo išnaudojimo koeficientas:

$$K = \frac{18,1 \text{ t/h}}{22,5 \text{ t/h}} = 0,8$$

Akmenų atskirtuvas. Salyklo valymui parenkamas akmenų atskirtuvas, kad *Wheat* salyklo kiekį reikalingą vienos dienos virimams (3,02 t) išvalys per 17 min. Tai sijotuvo našumas lygus:

$$M_{ats.} = \frac{3,02 \text{ t} \cdot 60}{17 \text{ min}} = 10,7 \text{ t/h}$$

Valant salyklą *Pilsen* reikalingą vienos dienos virimams (2,416 t) akmenų atskirtuvas dirbs:

$$t_d = \frac{2,416 \cdot 60}{10,7} = 14 \text{ min}$$

Valant *Munich* salyklą reikalingą vienos dienos virimams (0,604 t) akmenų atskirtuvas dirbs:

$$t_d = \frac{0,604 \cdot 60}{10,7} = 4 \text{ min}$$

Bendrai akmenų atskirtuvas dirbs 35 min.

Iš kompanijos *Kunzel* (Vokietija) katalogo [74] parenkamas akmenų atskirtuvas, kurio našumas – 13 t/h, ilgis – 1455 mm, plotis – 3075 mm, aukštis – 1370 mm. Šio akmenų atskirtuvo išnaudojimo koeficientas lygus: $K = \frac{10,7}{13} = 0,8$

Elektroninės svarstyklės. Išvalytas nuo priemaišų salyklas yra sveriamas elektroninėm svarstyklėmis po 30 kg. Salyklas bus sveriamas pirktomis iš UAB „Deska“ (Lietuva) [75] elektroninėm pramoninėm svarstyklėm (tipas AFWD150). Šios svarstyklės maksimaliai gali sverti 50 kg, plotis – 420 mm, ilgis – 520 mm.

Magnetinių priemaišų atskirtuvas. Salyklo valymui parenkamas magnetinių priemaišų atskirtuvas, kad *Wheat* kiekį reikalingą vienos dienos virimams (3,02 t) išvalys per 10 min. Tai atskirtuvo našumas lygus:

$$M_{mag.} = \frac{3,02 \text{ t} \cdot 60}{10 \text{ min}} = 18,1 \text{ t/h}$$

Valant salyklą *Pilsen* reikalingą vienos dienos virimams (2,416 t) magnetinių priemaišų atskirtuvas

dirbs: $t_d = \frac{2,416 \cdot 60}{4,5} = 8 \text{ min}$

Valant *Munich* salyklą reikalingą vienos dienos virimams (0,604 t) magnetinių priemaišų atskirtuvas

dirbs: $t_d = \frac{0,604 \cdot 60}{18,1} = 2 \text{ min}$

Bendrai magnetinių priemaišų atskirtuvas dirbs 20 min.

Iš kompanijos *Dongyang Tianli Electromagnetic Equipment Co., Ltd* (Kinija) [76] katalogo parenkamas magnetinių priemaišų atskirtuvas, kurio našumas – 22 t/h, ilgis – 3058 mm, plotis – 1530 mm, aukštis – 1375 mm. Šio magnetinių priemaišų atskirtuvo išnaudojimo koeficientas:

$$K = \frac{18,1 \text{ t/h}}{22 \text{ t/h}} = 0,8$$

Šlapiojo malimo malūnas. Salyklo valymui parenkamas šlapiojo malimo malūnas, kad *Wheat* salyklo kiekį reikalingą vienos dienos virimamas (3,02 t) sumals per 16 min. Tai malūno našumas lygus:

$$M_{mal.} = \frac{3,02t \cdot 60}{16 \text{ min}} = 11,3t / h$$

Malant salyklą *Pilsen* reikalingą vienos dienos virimamas (2,416 t) malūnas sumals per:

$$t_d = \frac{2,416 \cdot 60}{11,3} = 13 \text{ min}$$

Malant *Munich* salyklą reikalingą vienos dienos virimams (0,604 t) malūnas dirbs dirbs:

$$t_d = \frac{0,151 \cdot 60}{4,5} = 2 \text{ min}$$

Bendrai malūnas dirbs 33 min.

Iš kompanijos *Kunzel* (Vokietija) [71] katalogo parenkamas šlapiojo malimo malūnas (6 valcų), kurio našumas – 14 t/h, ilgis – 2200 mm, plotis – 2676 mm, aukštis – 2540 mm. Šio malūno išnaudojimo

koeficientas: $K = \frac{11,3}{14} = 0,8$

Sumalto salyklo laikymo talpos. Sumalto salyklo laikymo talpų bunkeriai parenkami tokie, kad juose tilptų vienos dienos keturių virimų norma. *Wheat* salyklo kiekį reikalingą vienos dienos keturiems virimams (3,02 t) laikyti reikalinga talpa, kuri gali talpinti (įvertinus atsargos koeficientą 1,1):

$$m_w = 3,02 \cdot 1,1 = 3,3t$$

Pilsen salyklo kiekį reikalingą vienos dienos keturiems virimams (2,416 t) laikyti reikalinga talpa, kurios tūris lygus (įvertinus atsargos koeficientą 1,1): $m_p = 2,416 \cdot 1,1 = 2,7t$

Munich salyklo kiekį reikalingą vienos dienos keturiems virimams (0,604 t) laikyti reikalinga talpa, kurios tūris lygus (įvertinus atsargos koeficientą 1,1): $m_p = 0,604 \cdot 1,1 = 0,66t$

Sumalto salyklo laikymui parenkama iš kompanijos *Goldenest Machinery (Qingdao) Inc* (Kinija) [77] katalogo. *Wheat* sumalto salyklo sandėliavimui parenkama talpa, kurios talpa – 5 t, skersmuo – 1800 mm,

aukštis – 5200 mm. Talpos išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{3,3t}{5t} = 0,7$

Pilsen sumalto salyklo sandėliavimui parenkama talpa, kurios talpa taip pat – 5 t, skersmuo – 1800 mm, aukštis – 5200 mm. Talpos išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{2,7t}{5t} = 0,55$

Munich sumalto salyklo sandėliavimui parenkama talpa, kurios talpa – 1 t, skersmuo – 600 mm, aukštis – 1500 mm. Talpos išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{0,66t}{1t} = 0,7$

III. Virimo skyrius

Mentalo užmaišymo katilas. Norint parinkti mentalo užmaišymo katilo tūrį, pirmiausiai reikia apskaičiuoti, kokį tūrį užima salyklos, įvertinus jo tankį, vandens kiekį ir atsargos koeficientą:

$$V = \frac{(Q_{sal.} / \rho_{sal. \text{ tankis}}) + V_{H_2O}}{0,75}, m^3; \quad V = \frac{(1510/1038) + 9558}{0,75} = 12746 l$$

Čia: $Q_{sal.}$ – salyklo kiekis, kg; $\rho_{sal. \text{ tankis}}$ – salyklo tankis, kg/m³; 0,75 – atsargos koeficientas; V_{H_2O} – vandens kiekis reikalingas mentalo užmaišymui

Mentalo užmaišymo katilas parenkamas UAB "JAASTRA-WAM" (Lietuva) [78] mentalo virimo katilas. Šio katilo talpa – 16000 l, skersmuo – 3000 mm, aukštis – 3500 mm. Šio katilo išnaudojimo koeficientas, kai užmaišo tūris vienam virimui lygus – 11008 l, lygus: $K = \frac{12746}{16000} = 0,8$

Mentalo užmaišymas trunka 2 valandas (120 min)

Filtracijos kubilas. Mentalas po užmaišymo yra filtruojamas. *Weissbier* alaus gamybai yra parenkamas UAB "JAASTRA-WAM" (Lietuva) [78] mentalo filtravimo kubilas. Šio kubilo talpa yra – 16000 l, skersmuo – 4500 mm, aukštis – 2900 mm. Šio kubilo išnaudojimo koeficientas, kai yra filtruojama apie 12746 l mentalo, yra: $K = \frac{12746}{16000} = 0,8$

Mentalo filtravimas trunka 1,5 valandos (90 min).

Salyklojaus laikymo talpa Po mentalo filtracijos likęs salyklojus bus sandėliuojamas salyklojų laikymo talpoje. Talpoje bus laikomas 4 virimų salyklojus – 764 kg. Salyklojaus vidutinis tankis yra 961 kg/m³.

Keturių virimų salyklojus užims tūris: $V = \frac{m}{\rho} = \frac{764}{961} = 0,795 \text{ m}^3$

Salyklojus bus saugojamas pagal specialų užsakymą pagamintoje talpoje, gamintojas – USA TANK (JAV) [79]. Talpos tūris – 1 m³, diametras – 1200 mm, aukštis – 1130 mm. Talpos išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{0,795}{1} = 0,8$

Misos virimo katilas. Po mentalo filtravimo vyksta misos virimas su apyniais. *Weissbier* alaus gamybai yra parenkamas UAB "JAASTRA-WAM" (Lietuva) [78] misos virimo katilas. Šio katilo talpa – 16000 l, Skersmuo – 3550 mm, aukštis – 4150 mm. Katilo išnaudojimo koeficientas, kai yra verdama 9211 l misos, yra: $K = \frac{9211}{16000} = 0,6$

Misa verdamas 1 valandą (60 minučių).

Virpulis Išvirta misa su apyniais yra atskiriama nuo apynių priemaišų. *Weissbier* alaus gamybai yra parenkamas UAB "JAASTRA-WAM" (Lietuva) [78] virpulis. Šio virpulio talpa – 16000 l, skersmuo – 3750 mm, aukštis – 2950 mm. Virpulio išnaudojimo koeficientas, kai yra filtruojama apie 9211 l misos, yra: $K = \frac{9211}{16000} = 0,6$

Virpulis dirba 20 minučių.

Plokštelinis šilumokaitis. Misos atšaldymui parenkamas plokštelinis šilumokaitis, kuris 9211 l = 9,211 m³ misos atšaldytų per 35min. Tai plokštelinio šilumokaičio našumas lygus:

$$M_{plok.} = \frac{9,211 \text{ m}^3 \cdot 60}{35 \text{ min}} = 15,8 \text{ m}^3 / h$$

Gamybai parenkamas kompanijos *Jiangsu Yuanzhuo Equipment Manufacturing Co., Ltd.* (Kinija) [80] plokštelinis šilumokaitis, kurio našumas – 18 m³/h, plotis – 111 mm, aukštis – 310 mm, ilgis – 808 mm. Šio šilumokaičio išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{15,8 \text{ m}^3 / h}{18 \text{ m}^3 / h} = 0,8$

Atvėsintos misos buferinė talpa. Atvėsinta misa (8652 l) kaupiama buferinėje talpoje. Buferinė talpa parenkama iš kompanijos *J.B. Collitt Engineering* [81] katalogo. Talpos tūris – 10000 l, skersmuo – 2286 mm, ilgis – 3260 mm. Talpos išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{8652 \text{ l}}{10000 \text{ l}} = 0,9$

IV. Fermentavimo ir brandinimo skyrius

Aeratorius. Misos aeravimui parenkamas aeratorius, kuris 8652 l misos prisotintų deguonių per 60 min. Tai aeratoriaus našumas lygus: $M_{aer.} = \frac{8,652m^3 \cdot 60}{60 \text{ min}} = 8,652m^3 / h$

Iš kompanijos *Lehui* katalogo [82] parenkamas aeratorius, kurio našumas 10,0 m³/h, ilgis – 800 mm, plotis – 300 mm, aukštis – 500 mm. Šio aeratoriaus išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{8,652m^3 / h}{10m^3 / h} = 0,9$

Fermentavimo ir brandinimo talpa. Vienoj CKT bus fermentuojami ir brandinami du vienos dienos virimai, tai yra 17304 l alaus. Fermentuojant *Weissbier* alų, CKT gali būti užpildyta maksimaliai 60%. Tai minimali CKT talpa turi būti – 27687 l. *Weissbier* alaus fermentacija ir brandinimui parenkamos keturios CKT kompanijos „*Rodina-Haskovo*” – JSC (Bulgarija) [83]. Šių CKT talpa – 30000 l, skersmuo – 2890 mm, aukštis – 6800 mm. Šios talpos išnaudojimo koeficientas lygus: $K = \frac{17304l}{30000l} = 0,6$

Mielių laikymo, dozavimo talpa. Mielių tūris reikalingas keturiems virimams:

$$V_{miel} = 328 \cdot 1,1 + 34608 \cdot 0,015 = 878 \text{ l}$$

Mielių laikymui yra parenkama UAB „*JAASTRA-WAM*” (Lietuva) [78] talpa. Šios talpos tūris – 0,95 m³, skersmuo – 1000 mm, aukštis – 2990 mm. Talpos išnaudojimo koeficientas:

$$K = \frac{0,878m^3}{0,95m^3} = 0,9$$

V. Alaus separavimo, karbonizavimo ir pasterizavimo skyrius

Alaus separavimas. Alaus separavimui parenkamas separatorius, kuris 34608 l alaus separuos 30 min.

Tokio separatoriaus našumas: $M_{sep.} = \frac{34,608m^3 \cdot 60}{30 \text{ min}} = 69,2m^3 / h$

Subrandinto alaus separavimui parenkamas *ANDRITZ* kompanijos (Austrija) [84] separatorius. Šio separatoriaus našumas – 90 m³/h, aukštis – 2010 mm, plotis – 1850 mm, ilgis – 2010 mm. Šio separatoriaus išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{69,2m^3 / h}{90m^3 / h} = 0,8$

Separuoto alaus buferinė talpa alaus gamybai. Separuotas alus (32920 l) kaupiamas 4 buferinėse talpose, kiekvienoje talpje alus užims – 8230 l. Buferinės talpos parenkamos iš kompanijos *J.B. Collitt Engineering* katalogo [81]. Talpos tūris – 10000 l, skersmuo – 2286 mm, ilgis – 3260 mm. Talpos išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{8230l}{10000l} = 0,8$

Karbonizatorius. Alaus karbonizavimui parenkamas karbonizatorius, kuris 32920 l alaus karbonizuos per 80 min. Tai karbonizatoriaus našumas lygus: $M_{karb.} = \frac{32,920m^3 \cdot 60}{80 \text{ min}} = 24,69m^3 / h$

Separuoto alaus karbonizavimui parenkamas kompanijos *STEINFURTH* (Vokietija) [85] karbonizatorius. Šio karbonizatoriaus našumas – 30 m³/h, ilgis – 300 mm, aukštis – 160 mm, plotis – 100 mm. Šio karbonizatoriaus išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{24,69m^3 / h}{30m^3 / h} = 0,8$

Pasterizatorius. Alaus pasterizavimui parenkamas pasterizatorius, kuris 32920 l alaus pasterizuos per 50 min. Tokio pasterizatoriaus našumas: $M_{past.} = \frac{32,920m^3 \cdot 60}{50 \text{ min}} = 40m^3 / h$

Parenkamas kompanijos *CENTEC* (Vokietija) [86] pasterizatorius. Šio pasterizatoriaus našumas – 50 m³/h, plotis – 1500 mm, aukštis – 1500 mm, ilgis – 2000 mm. Pasterizatoriaus išnaudojimo koeficientas:

$$K = \frac{40m^3 / h}{50m^3 / h} = 0,8$$

Pasterizuoto alaus buferinė talpa. Pasterizuotas alus (32920 l) kaupiamas 4 buferinėse talpose, kiekvienoje talpje alus užims – 8230 l. Buferinės talpos parenkamos iš kompanijos *J.B. Collitt Engineering* katalogo [81]. Talpos tūris – 10000 l, skersmuo – 2286 mm, ilgis – 3260 mm. Talpos išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{8230l}{10000l} = 0,8$

VI. Pilstymo skyrius

Butelių plovimo, užpildymo ir kamščiavimo mašina. Butelių plovimo, užpildymo ir kamščiavimo mašina 64388 butelius (pusei mėnesiui reikalingų butelių) apdoro per 150 min. Tai tokios mašinos našumas lygus: $M_{pilst.} = \frac{64388 \text{ but.} \cdot 60}{150 \text{ min}} = 25755 \text{ but.} / h$

Butelių plovimui, užpildymui ir kamščiavimui parenkama kompanijos *Zhangjiagang City Royal Machinery Co., Ltd* (Kinija) [87] mašina. Šio aparato našumas – 30000 butelių per valandą, ilgis – 6500 mm, plotis – 4500 mm, aukštis – 3400 mm. Mašinos išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{25755 \text{ but.} / h}{30000 \text{ but.} / h} = 0,9$

Butelių etiketavimo mašina. Butelių etiketavimo mašina 64388 butelius apdoro per 150 min. Tai tokios mašinos našumas lygus: $M_{et.} = \frac{64388 \text{ but.} \cdot 60}{150 \text{ min}} = 25755 \text{ but.} / h$

Butelių etiketavimui parenkama kompanijos *Shanghai Peiyu Machinery Manufacturing Co., Ltd* (Kinija) [88] mašina. Šio aparato našumas – 30000 butelių per valandą, ilgis – 2590 mm, plotis – 2580 mm, aukštis – 2300 mm. Mašinos išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{25755 \text{ but.} / h}{30000 \text{ but.} / h} = 0,9$

Butelių brokavimo mašina. Butelių etiketavimo mašina 63750 butelius apdoro per 150 min. Tai tokios mašinos našumas lygus: $M_{brok.} = \frac{64388 \text{ but.} \cdot 60}{150 \text{ min}} = 25755 \text{ but.} / h$

Butelių brokavimui parenkama kompanijos *Guangzhou Vanta Packing Machinery Co* (Kinija) [89] brokavimo mašina, kurios našumas 35000 but./h, ilgis – 1900 mm, plotis – 1500 mm, aukštis – 1950 mm. Brokavimo mašinos išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{25755 \text{ but.} / h}{35000 \text{ but.} / h} = 0,7$

VII. SiurbLIAI

SiurbLIAI salyklo transportavimui į valymo sistemą ir sumalto salyklo transportavimui į sumalto salyklo laikymo talpą. Parenkama, kad *Wheat* salyklo kiekį reikalingą keturiems dienos virimams (3,02t) siurblys transportuos 10 min. Reikalingas salyklo kiekis perskaičiuojamas į tūrio vienetų:

$$V_w = \frac{m}{\rho} = \frac{3020 \text{ kg}}{1039 \text{ kg} / m^3} = 2,9m^3$$

$$\text{Siurblio našumas yra: } M_{tr} = \frac{2,9m^3 \cdot 60}{10 \text{ min}} = 17,4m^3 / h$$

Šio našumo siurblys, reikalingą keturiems dienos virimams *Pilsen* salyklą (2,416t) transportuos:

$$V_P = \frac{m}{\rho} = \frac{2416 \text{ kg}}{1037 \text{ kg/m}^3} = 2,3 \text{ m}^3; \quad t_d = \frac{2,3 \cdot 60}{17,4} = 8 \text{ min}$$

Munich salyklo reikalingą kiekį keturiems dienos virimams (0,604t) transportuos:

$$V_M = \frac{m}{\rho} = \frac{604 \text{ kg}}{1037 \text{ kg/m}^3} = 0,6 \text{ m}^3; \quad t_d = \frac{0,6 \cdot 60}{17,4} = 3 \text{ min}$$

Bendrai siurblys dirbs 21 min

Iš kompanijos *GEA Tuchenhausen* (Vokietija) [90] katalogo parenkamas siurblys, kurio našumas – 20

$$\text{m}^3/\text{h}. \text{ Šio siurblio išnaudojimo koeficientas : } K = \frac{17,4 \text{ m}^3 / \text{h}}{20 \text{ m}^3 / \text{h}} = 0,9$$

Siurblys sumaltos žaliavos transportavimui į užmaišymo katilą. Parenkama, kad *Wheat* salyklo kiekį reikalingą vienam dienos virimui siurblys transportuos 10 min. Reikalingas salyklo kiekis

$$\text{perskaičiuojamas į tūrio vienetų: } V_w = \frac{2,9 \text{ m}^3}{4} = 0,73 \text{ m}^3$$

$$\text{Siurblio našumas yra: } M_{sr} = \frac{0,73 \text{ m}^3 \cdot 60}{10 \text{ min}} = 4,38 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Šio našumo siurblys, reikalingą vienam dienos virimui *Pilsen* salyklą transportuos:

$$V_P = \frac{2,3 \text{ m}^3}{4} = 0,58 \text{ m}^3; \quad t_d = \frac{0,58 \cdot 60}{4,38} = 8 \text{ min}$$

Munich salyklo reikalingą kiekį vienam dienos virimui transportuos:

$$V_M = \frac{0,6 \text{ m}^3}{4} = 0,15 \text{ m}^3; \quad t_d = \frac{0,15 \cdot 60}{4,38} = 3 \text{ min}$$

Bendrai siurblys dirbs 21 min

Iš kompanijos *GEA Tuchenhausen* (Vokietija) [90] katalogo parenkamas siurblys, kurio našumas –

$$6,3 \text{ m}^3/\text{h}. \text{ Šio siurblio išnaudojimo koeficientas : } K = \frac{4,38 \text{ m}^3 / \text{h}}{6,3 \text{ m}^3 / \text{h}} = 0,7$$

Siurblys mentalo padavimui į filtracijos katilą Parenkama, kad 12746 l = 12,476 m³ mentalo siurbliui į

$$\text{katilus paduos per 12 min. Tai siurblių našumai yra: } M_{siurb.} = \frac{12,476 \text{ m}^3 \cdot 60}{12 \text{ min}} = 62,4 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Išcentrinis siurblys parenkamas iš kompanijos *GEA Tuchenhausen* (Vokietija) [90] katalogo, šio

$$\text{siurblio našumas – } 75 \text{ m}^3/\text{h}. \text{ Šio siurblio išnaudojimo koeficientas : } K = \frac{62,4 \text{ m}^3 / \text{h}}{75 \text{ m}^3 / \text{h}} = 0,8$$

Siurbliui misos padavimui į misos virimo katilą, virpulį, plokštelinį šilumokaitį, aeratorių ir CKT Parenkama, kad 9211 l = 9,211 m³ misos siurblys į virimo katilą ir virpulį paduos per 10 min. Tai siurblių

$$\text{našumai yra: } M_{siurb.} = \frac{9,211 \text{ m}^3 \cdot 60}{10 \text{ min}} = 55,3 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Išcentrinis siurblys parenkamas iš kompanijos *GEA Tuchenhausen* (Vokietija) katalogo [90], šio

$$\text{siurblio našumas – } 75 \text{ m}^3/\text{h}. \text{ Šio siurblio išnaudojimo koeficientas : } K = \frac{55,3 \text{ m}^3 / \text{h}}{75 \text{ m}^3 / \text{h}} = 0,7$$

Siurbliui mielių transportavimui į ir iš mielių laikymo talpos

Mielų kiekis reikalingas keturiems dienos virimams 328 l transportuojamas 5 min. Tokio siurblio

$$\text{našumas: } M_{\text{siurb.}} = \frac{0,328 \text{ m}^3 \cdot 60}{5 \text{ min}} = 3,9 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Mielų sumaišytų su misa kiekis, reikalingas vienam virimui ($878/4=220$ l) bus transportuojamas:

$$t_d = \frac{0,22 \cdot 60}{3,9} = 4 \text{ min}$$

Prenkamas siurblys iš kompanijos *GEA Tuchenhausen* (Vokietija) katalogo [90], šio siurblio

$$\text{našumas} - 6,3 \text{ m}^3/\text{h}. \text{ Šio siurblio išnaudojimo koeficientas: } K = \frac{3,9 \text{ m}^3 / \text{h}}{6,3 \text{ m}^3 / \text{h}} = 0,6$$

Siubliai alaus transportavimui į separatorių, saikininus, karbonizatorių, pasterizatorių ir į išpilstymo liniją. Šiais siurbliais bus transportuojamas 32920 l=32,92 m³ į aparatus per 30 min. Tai tokių siurblių

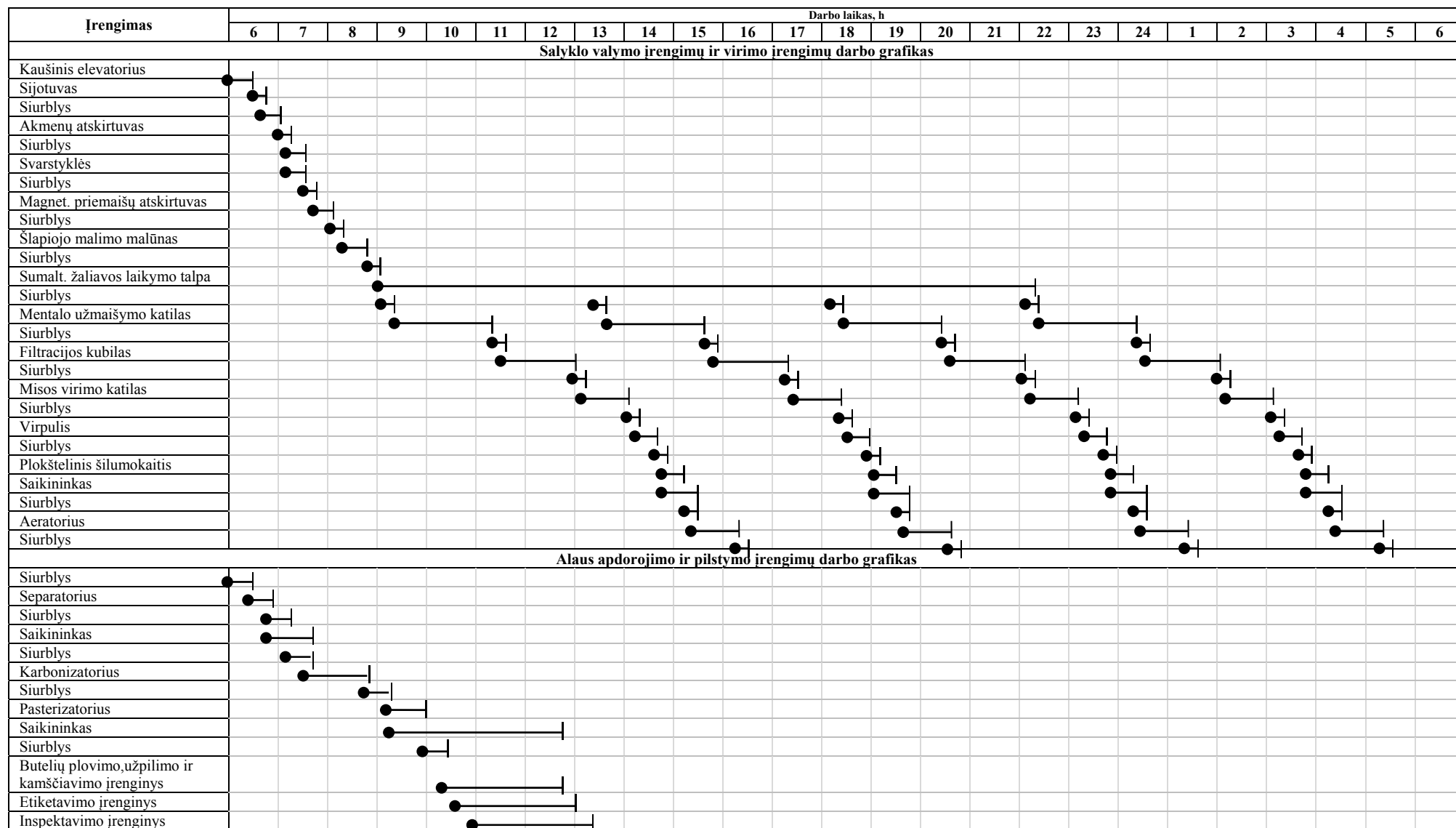
$$\text{našumas yra: } M_{\text{siurb.}} = \frac{32,92 \text{ m}^3 \cdot 60}{30 \text{ min}} = 65,8 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Išcentrinis siurblys prenkamas iš kompanijos *GEA Tuchenhausen* (Vokietija) katalogo [90], šio

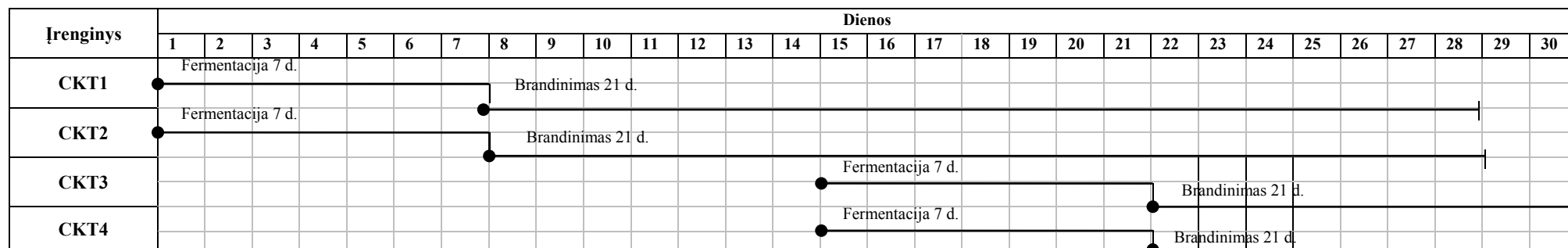
$$\text{siurblio našumas} - 75 \text{ m}^3/\text{h}. \text{ Šio siurblio išnaudojimo koeficientas: } K = \frac{65,8 \text{ m}^3 / \text{h}}{75 \text{ m}^3 / \text{h}} = 0,9$$

38 lentelė. Alaus gamybai naudojami įrengimai, jų našumai ir gabaritiniai matmenys

Eil. Nr.	Įrenginio pavadinimas	Kiekis	Našumas	Gabaritiniai matmenys, mm			
				Ilgis	Plotis	Aukštis	Diametras
1.	Kaušinis elevatorius	1	20 t/h				
2.	Silosas	1	-	-	-	5500	1830
3.	Silosas	1	-	-	-	5000	1830
4.	Silosas	1	-	-	-	6200	1830
5.	Kaušinis elevatorius	1	18 t/h	-	-	-	-
6.	Sijotuvai	1	22,5 t/h	2750	2170	1450	-
7.	Akmenų atskirtuvai	1	13 t/h	1455	3075	1370	-
8.	Elektroninės svarstyklės	2	-	520	420	350	-
9.	Magnetinių priėmėjų atskirtuvai	1	22 t/h	3058	1530	1375	-
10.	Šlapiojo malimo malūnas	1	14 t/h	2200	2676	2540	-
11.	Sumalto slyklo laikymo talpa	2	-	-	-	5200	1800
12.	Sumalto slyklo laikymo talpa	1	-	-	-	1500	600
13.	Mentalo užmaišymo katilai	2	-	-	-	3500	3000
14.	Filtracijos kubilai	1	-	-	-	2900	4500
15.	Slyklojų laikymo talpa	1	-	-	-	1130	1200
16.	Misos virimo katilai	1	-	-	-	4150	3550
17.	Virpulis	1	-	-	-	2950	3750
18.	Plokštelinis šilumokaitis	1	18 m ³ /h	808	111	310	-
19.	Buferinė talpa	9	-	3260	-	-	2286
20.	Aeratorius	1	10 m ³ /h	800	300	500	-
21.	CKT	4	-	-	-	10985	3000
22.	Mielų laikymo, dozavimo talpa	1	-	-	-	2990	1000
23.	Separatorius	1	90 m ³ /h	2010	1850	2010	-
24.	Karbonizatorius	1	30 m ³ /h	300	160	100	-
25.	Pasterizatorius	1	50 m ³ /h	2000	1500	1500	-
26.	Plovimo, užpildymo, kamščiavimo įrenginys	1	30000 but./h	6500	4500	3400	-
27.	Etiketavimo įrenginys	1	30000 but./h	2590	2580	2300	-
28.	Inspektavimo įrenginys	1	35000 but./h	1900	1500	1950	-
29.	Siurblys	5	20 m ³ /h	-	-	-	-
30.	Siurblys	3	6,3 m ³ /h	-	-	-	-
31.	Siurblys	10	75 m ³ /h	-	-	-	-



24 pav. Salyklo valymo, virimo įrenginių, alaus apdorojimo ir pilstymo įrenginių darbo grafikas



25 pav. Fermentavimo ir brandinimo įrengimų darbo grafikas

7.2. Alaus kokteilio gamyba

Projektuojamo alaus kokteilio „Wheatberry“ gamybai reikalinga įranga montuojama pagrindinėse gamybinėse patalpose. Alaus kokteilio gamybos technologinio proceso skyriai: (1) cukraus sirupo virimo skyrius; (2) kupažavimo skyrius; (3) karbonizavimo ir pasterizavimo skyrius; (4) pilstymo skyrius. Įrengimų darbo grafikas pavaizduotas 26 paveiksle.

Įrenginių našumai (t/h, l/h, m³/h) skaičiuojami įvertinus įeinančio/išeinančio srauto kiekį ir įrengime atliekamos operacijos trukmes.

I. Cukraus sirupo virimo skyrius

Cukraus laikymo talpa Talpoje bus sandėliuojamas cukraus kiekis, reikalingas mėnesiui pagaminti cukraus sirupui (404 kg). Cukraus tankis yra 1586,2 kg/m³. Tai cukraus užimama talpa yra:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{404}{1586,2} = 0,26 \text{ m}^3$$

Talpa yra parenkama iš gamintojo *Hangzhou Huihe Machine Factory Co., Ltd.* katalogo[91] Projektuojamos talpos tūris 0,4 m³, diametras – 800 mm, aukštis – 800mm. Talpos išnaudojimo koeficientas: $K = \frac{0,26}{0,4} = 0,7$

Elektroninės svarstyklės/ Cukrus yra sveriamas elektroninėm svarstyklėmis po 30 kg ir nukreipiamas į sirupo virimo katilą. Cukrusbus sveriamas pirktomis iš UAB „Deska“ (Lietuva) [75] elektroninėm pramoninėm svarstyklėm (tipas AFWD150). Šios svarstyklės maksimaliai gali sverti 50 kg, plotis – 420 mm, ilgis – 520 mm.

Cukraus sirupo virimo katilas. Vienam kupažavimui, pagaminti cukraus sirupui, reikia 202 kg cukraus, kuris užima tokį tūrį: $V = \frac{m}{\rho} = \frac{202}{1586,2} = 0,13 \text{ m}^3 = 130 \text{ l}$

Vienam kupažavimui pagaminti cukraus sirupui, reikalinga 98 l vandens. Sudėjus cukraus ir vandens tūrius gauname, kad šie komponentai užima tokį tūrį:

$$130 + 98 = 228 \text{ l}$$

Cukraus sirupo virimui parenkamas kompanijos *DC Norris & Company* (Didžioji Britanija) [92] virimo katilas, kurio talpa – 300 l, diametras – 800 mm, aukštis – 908 mm. Katilo išnaudojimo koeficientas lygus: $K = \frac{228}{300} = 0,8$

Cukraus sirupas verdamas 15 min

Cukraus sirupo šilumokaitis. Parenkama, kad 162 kg cukraus sirupo atšaldys per 7 min. Tokio

$$\text{šilumokaičio našumas: } M_{\text{šilum.}} = \frac{162 \text{ kg} \cdot 60}{10 \text{ min}} = 972 \text{ kg/h} = 0,972 \text{ t/h}$$

Iš katalogo *Temptek* parenkamas šilumokaitis, kurio našumas 1,5 t/h, ilgis – 939 mm, plotis – 482 mm, aukštis – 635. Tokio šilumokaičio išnaudojimo koeficientas lygus:

$$K = \frac{0,972 \text{ t/h}}{1,5 \text{ t/h}} = 0,6$$

Cukraus sirupo laikymo talpa. Išvirtas cukraus sirupo 162 kg, esant sirupo tankiui 1,35 kg/l, užima tokį

$$\text{tūrį: } V = \frac{m}{\rho} = \frac{162}{1,35} = 120 \text{ l}$$

Cukraus sirupas laikomas talpoje pagal specialų užsakymą, gamintojas – *J.B. Collitt Engineering* [81]. Projektuojamos talpos tūris 150 l, diametras – 500 mm, aukštis – 9000 mm. Talpos išnaudojimo

$$\text{koeficientas: } K = \frac{120}{150} = 0,8$$

II. Kupažavimo skyrius

Alaus skirto alaus kokteilio gamybai buferinė talpa

Alaus skirto alaus kokteilio gamybai reikalingas tūris – 1063 l saugojami buferinėje talpoje. Talpos gamintojas *J.B. Collitt Engineering* [81]. Šios talpos tūris 1500 l, diametras – 1066 mm, aukštis – 1850

$$\text{mm. Talpos išnaudojimo koeficientas: } K = \frac{1063}{1500} = 0,7$$

Alaus kokteilio kupažavimo talpa. Vienu kartu bus kupažuojama 2105 l alaus kokteilio. Kupažavimo talpa parenkama iš kompanijos *Zhejiang Mingchen Machinery Machinery Co., Ltd.* (Kinija) [92] maišymo talpa, kurios tūris – 3000 l, diametras – 1410 mm, aukštis – 2000 mm. Šios talpos išnaudojimo

$$\text{koeficientas lygus: } K = \frac{2105}{3000} = 0,7$$

Kupažavimas truks 60 min.

III. Karbonizavimo ir pasterizavimo skyrius

Alaus kokteilio pilstymui naudojama ta pati karbonizavimo, pasterizavimo ir pilstymo linija. Aparatai dirba tokiais pat našumais, kaip ir gaminant alų. Todėl aparatų išnaudojimo koeficientai išlieka tokie patys ir tik keičiasi atliekamų procesų trukmės.

Karbonizatorius. Karbonizatoriaus našumas 24,69 m³/h. Karbonizatorius karbonizuodamas 2105 l=2,105 m³ dirbs: $t_d = \frac{2,105 \cdot 60}{24,69} = 6 \text{ min}$

Pasterizatorius. Pasterizatoriaus našumas 40 m³/h. Aparatas pasterizuodamas 2105 l=2,105 m³ dirbs: $t_d = \frac{2,105 \cdot 60}{40} = 4 \text{ min}$

IV. Pilstymo skyrius

Butelių plovimo, užpilimo ir kamščiovimo mašina. Buteliai plaunami, užpilami ir kamščiuojami mašina, kurios našumas 25755 but./h. Mašina 6505 butelių (tai butelių skaičius reikalingas vieno kupažavimo metu pagaminamo alaus kokteiliui išpilstyti) apdoros per: $t_d = \frac{6505 \cdot 60}{25755} = 16 \text{ min}$

Butelių etiketavimo mašina. Buteliai etiketuojami mašina, kurios našuma 25755 but./h. Mašina 6505 butelius etiketuos: $t_d = \frac{6505 \cdot 60}{25755} = 16 \text{ min}$

Butelių brokavimo mašina. Butelius brokuos mašina, kurios našumas 25755 but./h. Mašina 6505 butelius etiketuos: $t_d = \frac{6505 \cdot 60}{25755} = 16 \text{ min}$

V. Siurbliai

Siurblys cukraus transportavimui į sirupo virimo katilą. Į virimo katilą bus transportuojamas cukraus kiekis, reikalingas pagaminti cukraus sirupui vienam kupažavimui 202 kg (0,13 m³). Cukrus į virimo katilą bus tiekamas 5 min. Tokio siurblio našumas: $M_{siurb.} = \frac{0,13 m^3 \cdot 60}{5 \text{ min}} = 1,56 m^3 / h$

Parenkamas iš kompanijos *GEA Tuchenhausen* (Vokietija) katalogo[90], šio siurblio našumas – 3,12 m³/h. Šio siurblio išnaudojimo koeficientas : $K = \frac{1,56 \text{ m}^3 / \text{h}}{3,12 \text{ m}^3 / \text{h}} = 0,5$

Siurblys išvirto cukraus sirupo transportavimui į šilumokaitį, saikininką ir kupažavimo talpą. Parenkama, kad 120 l=0,21 m³ cukraus sirupo, siurblys į kupažavimo talpą transportuos 5 min. Tai siurblio našumai yra: $M_{siurb.} = \frac{0,21 \text{ m}^3 \cdot 60}{5 \text{ min}} = 2,5 \text{ m}^3 / \text{h}$

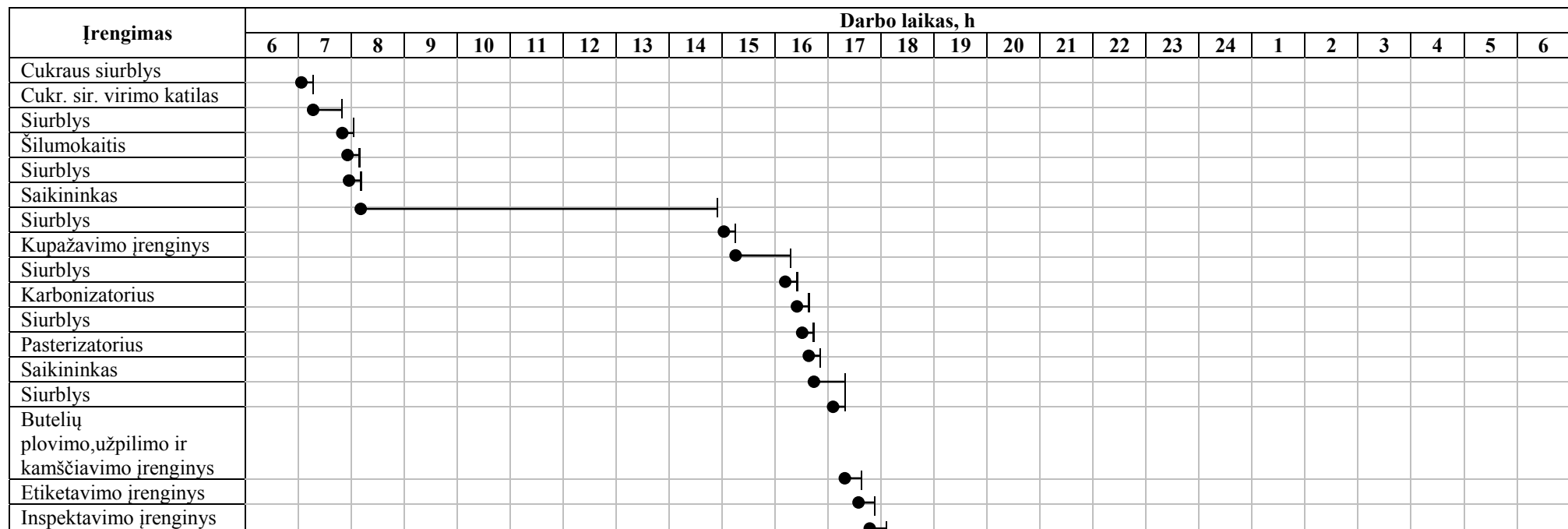
Parenkamas iš kompanijos *GEA Tuchenhausen* (Vokietija) [90]katalogo, šio siurblio našumas – 3,12 m³/h. Šio siurblio išnaudojimo koeficientas : $K = \frac{2,5 \text{ m}^3 / \text{h}}{3,12 \text{ m}^3 / \text{h}} = 0,8$

Siurblys kupažo transportavimui. Kupažą (2105 l) siurblys į išpilstymo liniją paduos per 10 min. Tokio siurblio našumas: $M_{siurb.} = \frac{2,105 \text{ m}^3 \cdot 60}{10 \text{ min}} = 12,6 \text{ m}^3 / \text{h}$

Parenkamas iš kompanijos *GEA Tuchenhausen* (Vokietija) katalogo [90], šio siurblio našumas – 15,9 m³/h. Šio siurblio išnaudojimo koeficientas : $K = \frac{12,6 \text{ m}^3 / \text{h}}{15,9 \text{ m}^3 / \text{h}} = 0,8$

39 lentelė. Alaus kokteilio kupažavimui ir cukraus sirupo virimui naudojami įrengimai, jų našumai ir gabaritiniai matmenys

Eil. Nr.	Įrenginio pavadinimas	Kiekis	Našumas	Gabaritiniai matmenys, mm			
				Ilgis	Plotis	Aukštis	Diametras
1.	Cukraus laikymo talpa	1	-	-	-	800	800
2.	Svarstyklės	1	-	520	420	350	-
3.	Cukraus sirupo virimo katilas	1	-	-	-	908	800
4.	Šilumokaitis	1	939	482	482	635	-
5.	Sirupo laikymo talpa	1	-	-	-	900	500
6.	Kupažavimo talpa	1	-	-	-	2000	1410
7.	Siurblys	5	3,12 m ³ /h	-	-	-	-
8.	Siurblys	1	15,9 m ³ /h	-	-	-	-



26 pav. Cukraus sirupo, alaus kokteilio gaminimo ir pilstymo įrenginių darbo grafikas

IŠVADOS

1. *Weissbier* alus bus gaminamas iš trijų rūšių salyklos – *Wheat Malt*, *Munich Malt*, *Pilsen Malt*. Alaus skoninėms savybėms ir aromatui suteikti bus naudojami dviejų rūšių apyniai: *Perle* ir *Tettnang*. Alaus fermentacija ir brandinimas bus vykdoma cilindrinėse konusinėse talpose (CKT), fermentacijai naudojamos skystosios mielės WLP300 *Hefeweizen Ale Yeast*. Alaus kokteiliui gaminti bus naudojamas pilnai subrandintas *Weissbier* alus. Alaus kokteilio pasaldinimui bus verdamas cukraus sirupas (BRIX=67), o saldumo rūgštumo subalansavimui naudojama citrinos rūgštis. Alaus kokteilio skonio ir aromato suteikimui naudojama spanguolių natūrali kvapioji medžiaga, o raudonos spalvos suteikimui – juodųjų morkų dažai.
2. *Weissbier* alus yra gelsvai baltos spalvos, neskaidrus, drumstas, galimos mielių nuosėdos. Šiam alui būdingas gvazdikėlių, bananų, fenolio skonis bei aromatas. *Weissbier* alaus stiprumas – 5 tūrio %, energinė vertė – 39,79 kcal/100g produkto. Alaus kokteiliui būdinga tamsiai raudona spalva ir drumstumas, nes kokteilio gamybai yra naudojamas nefiltruotas alus, jaučiamas tiek spanguolių tiek alaus skonis bei aromatas. Alaus kokteilio stiprumas – 2,5 tūrio %, energinė vertė – 40,5 kcal/100g.
3. Nustatinėjant spanguolių kvapiųjų medžiagų ir džiovintų spanguolių eterinio aliejaus (gauto hidrodistiliacijos būdu) lakiųjų junginių sudėtį dujų chromatografijos su liepsnos jonizaciniu detektoriumi (DC-LJD) ir dujų chromatografijos/masių spektrometrijos (DC-MS) metodais, buvo nustatyta, kad visos trys kvapiosios medžiagos ir džiovintų spanguolių eterinis aliejus turi du bendrus junginius: (*E*)-2-heksenalis ir α -terpineolis. Kvapiosios medžiagos labiausiai panašios savo sudėtimi yra Nr.2 ir Nr.3, kurios yra natūralios. Šios kvapiosios medžiagos turi 9 bendrus junginius – heksenalis, (*E*)-2-heksenalis, 2-heksanolis, benzaldehidas, limonenas, nonanalis, α -terpineolis, p-anisaldehydas, (*E*)-2-dekenalis. Džiovintų spanguolių eterinio aliejaus sudėtis labiausiai yra panaši į kvapiosios medžiagos Nr.2, bendri yra 6 junginiai - (*E*)-2-heksenalis, limonenas, nonanalis, α -terpineolis, metilsalicilatas, (*E*)-2-dekenalis.
4. Aprašyti *Weissbier* alaus ir alaus kokteilio gamybos metu vykstantys fizikiniai, cheminiai ir biocheminiai procesai. Parinkta technologinė naujovė – PET buteliukai, kurie atrodo kaip stikliniai. Šie buteliukai yra lengvi, gali atlaikyti pasterizaciją, prailgina produkto vartojimo laiką, nes į buteliuko vidų patenka mažiau deguonies ir yra išsaugojama daugiau anglies dioksido.
5. Sudarytas projektuojamo *Weissbier* alaus „*Weissbier Classic*“ ir projektuojamo alaus kokteilio „*Wheatberry*“ gamybos technologinio proceso kokybės kontrolės planas, kur yra nurodomi kontroliuojami rodikliai ir kritinės ribos. Alaus gamybos metu yra sekami šie svarbūs valdymo taškai – salyklos sandėliavimas, alaus pasterizavimas ir išpilstymas. Alaus kokteilio gamyboje sekami svarbūs valdymo taškai: pasterizavimas ir išpilstymas.
6. 750000 litrų *Weissbier* alaus „*Weissbier Classic*“ pagaminti per metus reikia 145,0 t salyklos, 917558 l vandens, 960 kg apynių, 7872 l mielių. 50000 litrų alaus kokteilio „*Wheatberry*“ per metus pagaminti reikia 25503 l *Weissbier* alaus, 22544 l vandens, 92 kg citrinos rūgšties, 4850 kg cukraus, 20,5 kg aromato, 61 kg dažų.
7. Per metus pagaminama 750000 l *Weissbier* alaus ir 50000 l alaus kokteilio. Suprojektuota gamybos linija veikia taip, kad *Weissbier* alus pilstomas į 0,5 l stiklinius butelius, o alaus kokteilis į 0,33 l plastikinius buteliukus. *Weissbier* alus ir alaus kokteilis bus pristatomas vartotojams du kartus per mėnesį.
8. Grafinėje dalyje pateikta *Weissbier* alaus „*Weissbier classic*“ ir alaus kokteilio „*Wheatberry*“ gamybos technologinė linija A1 formato lape.

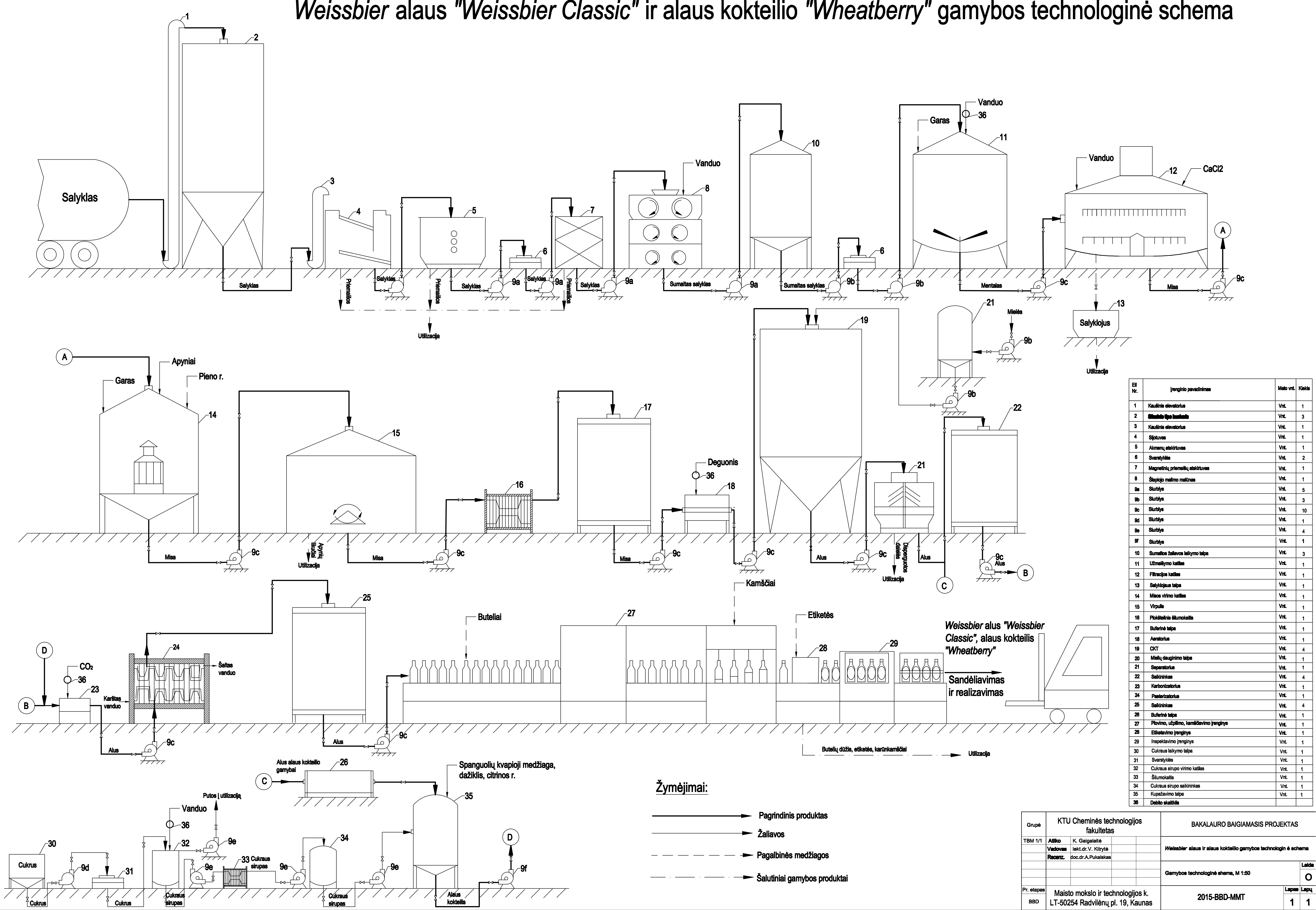
Bibliografinių nuorodų sąrašas

1. TAMANG, J. P. Fermented Foods and Beverages of the World. USA, 2010
2. <http://www.pilsena.lt/lt/apie-alu/>; Žiūrėta 2015-02-02
3. CAMPBELL-PLATT, G. Food science and technology. 2009
4. Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministro įsakymas „Dėl žemės ūkio ministro 2012 m. gruodžio 11 d. įsakymo Nr. 487 "Dėl Alaus apibūdinimo, gamybos ir prekinio pateikimo techninio reglamento patvirtinimo" pakeitimo“
5. <http://www.germanbeerinstitute.com/weissbier.html>; Žiūrėta 2015-02-02
6. <http://www.craftbeer.com/craft-beer-muses/holiday-craft-beer-cocktails>; Žiūrėta 2015-02-02
7. 2012 Beer Style Guidelines. Brewers Association, 2012
8. PIDDOCKE, M and others. Beer brewing, Applications of Metabolic Engineering. 2009
9. DELCOUR, J and others. Principles of Cereal Science and Technology. JAV, 2010;
10. <http://byo.com/grains/item/328-brewing-with-wheat>; Žiūrėta 2015-02-08
11. <http://www.onlygrainmills.com/a-wide-variety-of-ingredients-6-types-of-wheat/>; Žiūrėta 2015-02-02
12. CORKE, H. and others. Encyclopedia of grain science. Amsterdam, 2004;
13. Žemės ūkio ministro 2001 m. kovo 08 d. įsakymą Nr. 52 „Dėl privalomųjų grūdų, miltų ir kruopų kokybės reikalavimų“
14. Lietuvos grūdų perdirbėjų asociacijos įmonės standartą IST 121738915- 01:2009
15. Komisijos reglamentas (EB) Nr. 1881/2006 2006 m. gruodžio 19 d. nustatantis didžiausias leistinas tam tikrų teršalų maisto produktuose koncentracijas
16. AB „Volfas Engelman“ archyvas
17. <http://www.northernbrewer.com/>; Žiūrėta 2015-02-18
18. http://www.morebeer.com/articles/treating_homebrew_water; Žiūrėta 2015-02-19
19. <http://beersmith.com/blog/2008/08/24/brewing-water-hard-or-soft/>; Žiūrėta 2015-02-22
20. Vandens rodiklius reglamentuoja - 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)
21. GREGOIRE S. and others. Chemical precipitation: water softening. USA, 2007 ;
22. http://www.personalas.ktu.lt/~ralabu/2_2_Vanduo_neakiv_13.pdf; Žiūrėta 2015-03-02
23. http://www.kaunovandenys.lt/lt/gyventojams/jusu_vanduo/kokybe/; Žiūrėta 2015-02-27
24. HEYERICK, Arne. Unraveling the mechanism of the lightstruck flavour of beer. 2010
25. BAMFORTH, C. W. Brewing new technologies. USA, 2006
26. <http://www.howtobrew.com/section1/chapter5-2.html>; Žiūrėta 2015-03-02
27. http://www.beertutor.com/articles/hops_guide.shtml; Žiūrėta 2015-03-10
28. MASTEIKIENĖ, Regina Rita. Maisto produktų mikrobiologija. 1 dalis. Kaunas, 2006
29. BOULTON, C. and others. Brewing yeast and fermentation. UK, 2001
30. <http://www.whitelabs.com/beer/pro/listings>; Žiūrėta 2015-03-22
31. BALTRUŠIS, R. ir kiti. Organinė chemija 2. Vilnius, 1999
32. Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministro 2007 m. liepos 9 d. įsakymą Nr. 3D-325 „Dėl cukraus, skirto žmonėms vartoti, gliukozės ir invertuotojo cukraus sirupų bei tirpalų sudėties ir tyrimo metodų techninio reglamento patvirtinimo“ (Žin., 2007, Nr. 79-3201)
33. <http://vmvt.lt/lt/maisto.sauga.ir.kokybe/maisto.priedai/>; Žiūrėta 2015-03-22
34. Doc. dr. A. Pukalskas. Maisto chemija ir analizė 2, paskaitų konspektas.
35. *Rudolf Wild GmbH & Co.KG* (Vokietija) gaminio specifikacijų aprašas
36. <http://www.foodcolor.com/black-carrot-color>; Žiūrėta 2015-03-28
37. Europos Parlamento ir Tarybos Reglamentą (EB) Nr. 1334/2008 dėl kvapiųjų medžiagų ir aromatinių savybių turinčių tam tikrų maisto ingredientų naudojimo maisto produktuose ir ant jų ir iš dalies keičiantis Tarybos reglamentą (EEB) Nr. 1601/91, reglamentus (EB) Nr. 2232/96 ir (EB) Nr. 110/2008 bei direktyvą 2000/13/EB (OL 2008 L 354, p. 34)
38. <https://maistologija.wordpress.com/2010/08/06/pieno-rugstis/>; Žiūrėta 2015-03-22

39. https://bsgcraftbrewing.com/Resources%5CCraftBrewing%5CPDFs%5CProduct_Spec_and_Data_Sheets%5CProduct_Data_Sheets/BrewersCalciumChloride_PL.pdf; Žiūrėta 2015-04-02
40. <http://www.myfitnesspal.com/food/calories/erdinger-urweisse-weissbier-wei-bier-1-bottle-500ml-79364288>; Žiūrėta 2015-04-05
41. <http://www.germanbeerinstitute.com/weissbier.html>; Žiūrėta 2015-04-03
42. Komisijos reglamento (EB) Nr. 2073/2005 dėl maisto produktų mikrobiologinių kriterijų (OL 2005 L 338, p. 1), su paskutiniais pakeitimais, padarytais 2011 spalio 27 d. Komisijos reglamentu Nr. 1086/2011 (OL 2011 L 281, p. 7), nuostatas
43. Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministro įsakymo „Dėl žemės ūkio ministro 2002 m. gruodžio 11 d. įsakymo Nr. 487 "Dėl Alaus apibūdinimo, gamybos ir prekinio pateikimo techninio reglamento patvirtinimo" pakeitimo“
44. HN 119:2002 "Maisto produktų ženklavimas"
45. BERGER, Ralf Gunter. Flavours and Fragrances. Germany, 2007
46. Ihsan Iswaldi ISWALDI, R. and others. Characterization by high-performance liquid chromatography with diode-array detection coupled to time-of-flight mass spectrometry of the phenolic fraction in a cranberry syrup used to prevent urinary tract diseases, together with a study of its antibacterial activity. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis. 2012
47. RUSE, K. And others. The Effect of Drying Conditions on the Presence of Volatile Compounds in Cranberries. International Journal of Biological, Food, Veterinary and Agricultural Engineering. 2012
48. PEARSON, Kris S K. The Effect of Dispersion Mechanisms on Aroma Delivery. 2005
49. VIČKAUSKAITĖ V. Ekstrakiniai mėginio paruošimo dujų chromatografinėi analizei metodai. Vilnius, 2008
50. HANDA, S. S. And others. Extraction technologies for medicinal and aromatic plants. United Nations Industrial Development Organization and the International Centre for Science and High Technology, 2008
51. DUKŠTIENĖ, N. ir kiti. Fizikocheminės analizės laboratoriniai darbai. Kaunas, 2011
52. <http://www.flavornet.org/flavornet.html>; Žiūrėta 2015-04-15
53. ADAMS, R.P. Identification of essential oil components by gass chromatography/mass spectrometry, 4th ed. USA
54. HIRVI, T. And others. The Aroma of Cranberries.
55. <http://www.thegoodscentscompany.com/>; Žiūrėta 2015-04-18
56. <http://leffingwell.com/odorthre.htm>
57. SIEGMUND, G. and others. Odor Thresholds of Microbially Induced Off-Flavor Compounds in Apple Juice. Agricultural and food chemistry. 2006
58. Council of Europe, Committee of Experts on Flavouring Substances. Chemically-defined flavouring substances. Hardcover, 2000
59. BAMFORTH, C. Beer. Tap into the art and science of brewing. Oxford, 2003
60. STEWART, G.G. Biochemistry of brewing. UK, 2013
61. WILLAERT, R. The beer brewing process: wort production and beer fermentation. Belgium, 2007
62. BRIGGS, D.E. and others. Brewing science and practice. England, 2004
63. Prof. dr. D. Leskauskaitė. Maisto chemija ir analizė 1, paskaitų konspektas.
64. Goldammer, T. The Brewer's Handbook. A Complete Book to Brewing Beer. JAV, 2008
65. KADZIAUSKAS, J. Biochemijos pagrindai. Vilnius, 2012
66. Doc. dr. R. H. Kublickas. Paskaitų konspektas
67. PRIEST, G. And others. Brewing microbiology. USA, 2003
68. <http://www.sidel.com/services/packaging/packaging-and-preform-design/pet-beer-bottle>; Žiūrėta 2015-04-25
69. JASUTIENĖ, I. Maisto kokybės ir saugos valdymas. Kaunas, 2013
70. Калунянц, К. А., Колчева, Р. А. и др. Дипломное проектирование заводов по производству пива и безалкогольных напитков. Учебник для вузов. Москва, 1987. 272 с.
71. http://www.alibaba.com/product-detail/Link-chain-bucket-elevator-for-grain_1836008790.html; Žiūrėta 2015-05-02

72. http://www.alibaba.com/product-detail/Small-Grain-Silos_651594180.html; Žiūrėta 2015-05-10
73. http://www.alibaba.com/product-detail/Bucket-Elevator_576374231.html ; Žiūrėta 2015-05-3
74. <http://www.kunzel.de>; Žiūrėta 2015-05-15
75. <http://deska.lt/Prekiu-katalogas/Elektronines-svarstyklės/Prekybines/AFW-SERIJS-SVARSTYKLES-SU-STOVU-INDIKATORIUI>; Žiūrėta 2015-05-09
76. http://www.alibaba.com/product-detail/-TIANLI-High-Quality-Grain-Magnetic_2003494627.html; Žiūrėta 2015-05-12
77. http://www.alibaba.com/product-detail/small-steel-silo-for-sale_60160142098.html; Žiūrėta 2015-05-06
78. http://jaastrawam.lt/alaus_daryklos.html; Žiūrėta 2015-05-20
79. <http://usatanksales.com/contact.html>; Žiūrėta 2015-05-08
80. <http://jsyojo.en.made-in-china.com/product/fScxCKwoAgkQ/China-Alfa-Laval-CB26-Perfect-Replacement-ZI26-Brazed-Plate-Heat-Exchanger.html>; Žiūrėta 2015-05-16
81. <http://www.jbcollitt.com.au/wp-content/uploads/2014/09/Buffer-Tanks-Standard-Sizes1.pdf>; Žiūrėta 2015-05-13
82. http://www.alibaba.com/product-detail/Wort-Aeration-System-of-100HL-Craft_60211682236.html; Žiūrėta 2015-05-04
83. <http://www.rodinahaskovo.com/rodina/en/products/r-fermentation/20-vertical-fermenter-with-conical-bottom.html>; Žiūrėta 2015-05-04
84. <http://www.andritz.com/se-downloads-separators-beverages.pdf>; Žiūrėta 2015-05-03
85. <http://www.steinfurth.de/page,carbonation-systems,carbofresh,0,0,12,0,en.htm>; Žiūrėta 2015-05-07
86. http://www.centec.de/_data/products/FPS-E.pdf; Žiūrėta 2015-05-12
87. http://www.alibaba.com/product-detail/beer-glass-bottle-washing-filling-capping_1063132370.html; Žiūrėta 2015-05-19
88. http://www.alibaba.com/product-detail/1000-30000-BPH-Automatic-Rotary-Self_60096139463.html; Žiūrėta 2015-05-05
89. <http://vantapack.sale.remastersys.com/pz5188156-full-bottle-inspector-system-applied-in-inspecting-bottle-appearance-cap-and-label-reach-42000-bph.html>; Žiūrėta 2015-05-12
90. <http://www.tuchenhagen.com/components/pumps.html>; Žiūrėta 2015-05-02
91. http://www.alibaba.com/product-detail/Sugar-Storage-Tank_1862046821.html Žiūrėta 2015-05-15
92. <http://www.dcnorris.com/downloads/brochures/kettle-systems-brochure-112.pdf>; Žiūrėta 2015-05-05
93. http://www.alibaba.com/product-detail/Mixing-Tank-Storage-Tank-Mixing-Vessel_60043533757.html ;Žiūrėta 2015-05-08

Weissbier alaus "Weissbier Classic" ir alaus kokteilio "Wheatberry" gamybos technologinė schema



Grupė		KTU Cheminės technologijos fakultetas			BAKALAURO BAIGIAMASIS PROJEKTAS		
TBM 1/1	Atliko	K. Gaigalaitė			Weissbier alaus ir alaus kokteilio gamybos technologinė schema		
	Vadovavo	lekt.dr.V. Kitytė					
	Recomenz.	doc.dr.A.Pukalskas			Gamybos technologinė schema, M 1:50		
Pr. etapas	Maisto mokslo ir technologijos k.				2015-BBD-MMT		
BBD	LT-50254 Radvilėnų pl. 19, Kaunas						
					Lapas	Lapų	
					1	1	