



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
CHEMINĖS TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS**

Marija Kubiliutė

**SEPARUOTOS VARŠKĖS GAMYBOS TECHNOLOGIJA,
PALYGINANT PIENO RŪGŠTINĖS IR FERMENTINĖS SUTRAUKOS
VIRŠKINAMUMĄ *IN VITRO* SĄLYGOMIS**

Baigiamasis bakalauro projektas

Vadovas
Prof. dr. Daiva Leskauskaitė

KAUNAS, 2015

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
CHEMINĖS TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
MAISTO MOKSLO IR TECHNOLOGIJOS KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas

Doc. dr. Loreta Bašinskienė

**SEPARUOTOS VARŠKĖS GAMYBOS TECHNOLOGIJA,
PALYGINANT PIENO RŪGŠTINĖS IR FERMENTINĖS SUTRAUKOS
VIRŠKINAMUMĄ *IN VITRO* SĄLYGOMIS**

Baigiamasis bakalauro projektas

Maisto mokslo ir technologijos programa (kodas 621E40001)

Vadovas

Prof. dr. Daiva Leskauskaitė

Tiriamąo darbo vadovas

Prof. dr. Daiva Leskauskaitė

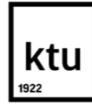
Recenzentas

Doc. Milda Keršienė

Projektą atliko

Marija Kubiliutė

KAUNAS, 2015



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Cheminės technologijos fakultetas

(Fakultetas)

Marija Kubiliūtė

(Studento vardas, pavardė)

Maisto mokslo ir technologijos programa, 621E40001

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

Baigiamojo projekto „Separuotos varškės gamybos technologija, palyginant rūgštinės ir fermentinės sutraukos virškinamumą *in vitro* sąlygomis“

AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

2015 m. birželio 2 d.

Kaunas

Patvirtinu, kad mano **Marijos Kubiliūtės** baigiamasis projektas tema „Separuotos varškės gamybos technologija, palyginant rūgštinės ir fermentinės sutraukos virškinamumą *in vitro* sąlygomis“ 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)

Kubiliūtė M. „Separuotos varškės gamybos technologija, palyginant rūgštinės ir fermentinės sutraukos virškinamumą in vitro sąlygomis“. Bakalauro baigiamasis projektas / vadovas *prof. dr. Daiva Leskauskaitė*; Kauno technologijos universitetas, Cheminės technologijos fakultetas, Maisto mokslo ir technologijos katedra.

Kaunas, 2015. 71 psl.

SANTRAUKA

Šio darbo tikslas – suprojektuoti liesos ir 7 % riebumo separuotos varškės gamybos liniją, kurios pajėgumas 10 t pieno/parą bei nustatyti pieno rūgštinės ir fermentinės koaguliacijos metu susidariusio gelio virškinamumą *in vitro* sąlygomis.

Darbo tikslams pasiekti buvo parinktos ir apibūdintos separuotos varškės gamybai naudojamos žaliavos, aprašytos jų juslinės, fizikinės – cheminės savybės, mikrobiologiniai rodikliai bei produkto maistinė vertė, išnagrinėti separuotos varškės gamybos metu vykstantys fizikiniai, cheminiai bei biocheminiai procesai, sudaryta separuotos varškės gamybos schema, pateikti technologinio proceso kokybės ir saugos reikalavimai, atlikti gamybai parinktų žaliavų, pagalbinių mežiagų ir technologinių įrengimų skiačiavimai bei sudarytas technologinio proceso etapų ir operacijų organizavimo grafikas. Darbe įvertintas pieno rūgštinės koaguliacijos ir fermentinės koaguliacijos metu susidariusių gelių virškinamumas *in vitro* sąlygomis.

Bakalauro baigiamojo darbo aiškinamasis raštas yra 71 puslapių apimties. Darbe yra 37 lentelės, 7 paveikslai, nagrinėti 44 literatūros šaltiniai. Darbo grafinę dalį sudaro A1 formato brėžinys su separuotos varškės gamybos technologine linija.

Kubiliūtė M. „Technology of separated curd production, assessing the digestibility of milk gels formed by acid and enzyme coagulations on the in vitro digestion model“. Final bachelor degree project / mentor *prof. dr. Daiva Leskauskaitė*; Kaunas university of technology, faculty of Chemical technology, department of Food Science and Technology.

Kaunas, 2015. P. 71

SUMMARY

The aim of the final bachelor degree project – to design fat-free and 7 % fat content separated curd production line with productivity of 10 t milk per day and to assess the digestibility of milk gels formed by acid and enzyme coagulations on the *in vitro* digestion model.

In order to achieve the aim of this work, the main characteristics of raw and subsidiary materials for separated curd production are presented, sensorial, physical-chemical and microbiological properties, and nutritional value of the final products are described, physical-chemical, biochemical and microbiological processes during the production of separated curd, the process control and safety requirements are presented and calculations of raw, subsidiary materials, products and technological equipment are made. In the research work, the digestibility of milk gels formed by acid and enzyme coagulation on the *in vitro* digestion model is evaluated.

The explanatory text of this work consists of 71 pages, including 37 tables, 7 pictures and 44 literature references. In graphical part, A1 format drawing with technological scheme for separated curd production is presented.

TURINYS

1. ĮVADAS	8
2. ŽALIAVŲ IR PAGALBINIŲ MEDŽIAGŲ CHARAKTERISTIKA.....	9
2.1. Žaliavos	9
2.2. Pagalbinės medžiagos.....	13
2.2. Fasavimo ir pakavimo medžiagos	15
3. NAGRINĖJAMO PRODUKTO CHARAKTERISTIKA.....	17
4. TIRIAMOJO DARBO REZULTATAI BEI IŠVADOS	20
4.1. Literatūros apžvalga	20
4.2. Tyrimo objektai ir metodai	21
4.3. Rezultatai	25
4.3.1. Klampos kitimas virškinimo metu	25
4.3.2. Sausųjų medžiagų kiekio virškinimo sultyse kitimas <i>in vitro</i> virškinimo metu	26
4.3.3. Azotinių medžiagų kiekio didėjimas virškinimo sultyse virškinimo metu.....	27
4.3.4. Elektroforezės rezultatai	28
4.4. Išvados.....	30
5. NAGRINĖJAMO PRODUKTO TECHNOLOGINIO PROCESO ETAPŲ IR OPERACIJŲ PARINKIMAS IR PAGRINDIMAS, ĮVERTINANT FIZIKINIUS, CHEMINIUS IR BIOCHEMINIUS POKYČIUS BEI NAUDOJANT INOVATYVIUS SPRENDIMUS.....	31
5.1. Pieno baltymai	31
5.2. Technologinės separuotos varškės gamybos operacijos.....	33
5.2.1. Žaliavos ir pagrindinių medžiagų priėmimas	35
5.2.2. Pieno pašildymas, separavimas, nugriebto pieno ir pasukų mišinio pasterizavimas ir atšaldymas	37
5.2.3. Mišinio užraugimas, fermento įdėjimas, rauginimas.....	38
5.2.4. Sutraukos maišymas, pašildymas	41
5.2.5. Sutraukos ataušinimas, separavimas, išrūgų atskyrimas, varškės atšaldymas.....	42
5.2.6. Grietinėlės paruošimas, įpylimas	43
5.2.7. Purenimas.....	43
5.2.8. Varškės fasavimas, pakavimas, laikymas, realizavimas.....	43
6. TECHNOLOGINIO PROCESO KOKYBĖS KONTROLĖ: KONTROLIUOJAMI RODIKLIAI, JUOS REGLAMENTUOJANTYS DOKUMENTAI	45
7. ŽALIAVŲ IR PAGALBINIŲ MEDŽIAGŲ SKAIČIAVIMAS.....	53
8. TECHNOLOGINIŲ ĮRENGIMŲ IR ĮRANGOS PARINKIMAS, SKAIČIAVIMAS IR JŲ DARBO GRAFIKAS	60
9. IŠVADOS.....	69
10. BIBLIOGRAFINIŲ NUORODŲ SĄRAŠAS	70

1. ĮVADAS

Pienas ir pieno produktai vartojami plačiai visame pasaulyje. ES pagaminta produkcija užima pagrindinę pasaulio pieno rinkos dalį. Svarbiausia gaminama produkcija – sūriai [1]. Žinoma be galo daug sūrių rūšių, viena iš jų - *soft cheese* (angl. minkštas sūris). Lietuvoje tokio gaminio atitikmuo yra separuota varškė. Šis produktas gaminamas pagal naują, uždaros gamybos technologiją (AB „Pieno žvaigždės“ filiale „Mažeikių pieninė“ separuotos varškės gamybos linija veikia nuo 2003 metų). Separuota varškė savo skoniu yra panaši į tradicinę Baltijos šalyse gaminamą varškę, tačiau skiriasi konsistencija, gamybos technologija.

Gaminyje yra daug pagrindinių nepakeičiamų amino rūgščių, biologiškai aktyvių aukštos kokybės baltymų, kalcio ir fosforo. Dėl pieno gamybai naudojamo šiluminio apdorojimo didelė dalis išrūgų baltymų, kurie dalyvauja organizmo imuninės sistemos veikloje (imunoglobulinai), sudaro kompleksus su kazeinu ir lieka varškėje. Separuota varškė yra tinkama žmonėms, kurie rūpinasi sveika mityba.

Separuotos varškės konsistencija vizualiai primena homogenizuotą varškę – separavimo metu sutraukos grūdėliai yra susmulkinami. Išanalizavus separuotos varškės gamybos technologiją nuspręsta produkto gamybos technologijoje įdiegti naujovę – aeravimą, kitaip purenimą. Aeravimas – procesas, kurio metu padidinamas gaminio tūris, į jį įplakant azoto dujas. Ši technologija daugiausiai naudojama konditerijoje, bet yra taikoma ir pieno pramonėje – purenami varškės desertai [2]. Į varškės gaminius dozuojama apie 16 % tūrio dujų, gaminio konsistencija tampa puri ir švelni, priimtinesnė vartotojui.

Separuota varškė gaminama pieną surauginant pienarūgščių bakterijų raugu, įdedant dalį proteolitinio fermento tvirtesnei sutraukai gauti. Rūgšties sukeltas poveikis pieno baltymams ir proteolitinį fermentų poveikis žaliavai akivaizdus – ir vienu ir kitu atveju gaunamas skirtingomis savybėmis pasižymintis gelis. Manoma, jog rūgštinė sutrauka yra virškinama lengviau nei fermentinė. Natyvinę būseną praradusių pieno baltymų virškinamumas gali būti tiriamas imituojant *in vitro* sistemoje virškinimo procesus, vykstančius gyvame organizme. Vartotojui svarbu, kad valgomas maistas būtų pilnavertis, neapsunkinantis virškinimo sistemos ir lengvai pasisavinamas.

Taigi šio **darbo tikslas ir uždaviniai:**

1. Suprojektuoti liesos ir 7 % riebumo separuotos varškės gamybos liniją, kurios pajėgumas 10 t pieno/parą
2. Nustatyti pieno rūgštinės koaguliacijos ir fermentinės koaguliacijos metu susidariusio gelio virškinamumą *in vitro* sąlygomis.

2. ŽALIAVŲ IR PAGALBINIŲ MEDŽIAGŲ CHARAKTERISTIKA

Varškei gaminti naudojamas liesas pienas, gautas iš žalio pieno separavimo būdu, pasukos, gautos mušant saldžios grietinėlės sviestą, grietinėlė, pienarūgščių ir aromatinių bakterijų raugai, šliužo fermentas, geriamasis vanduo. Visos naudojamos žaliavos turi turėti tiekėjų atitikties deklaracijas su nurodytais kokybės ir nekenksmingumo sveikatai rodikliais, kurie turi atitikti Lietuvos Respublikos galiojančių normatyvinių dokumentų bei teisės aktų reikalavimus [3].

2.1. Žaliavos

Žalias pienas

Separuota varškė gaminama iš lieso pieno, kuris gaunamas, atlikus separavimo procesą, iš žalio pieno. Žaliu karvių pienu vadinamas natūralus karvių pienas, kuris nebuvo pašildytas iki aukštesnės kaip 40 °C temperatūros ir neapdorotas kitu tos pat vertės efektyvumo metodu, be priedų, nepakeistos pirminės sudėties. Žalias pienas turi atitikti 2004 m. balandžio 29 d. Europos Parlamento ir Tarybos reglamento (EB) Nr. 853/2004 ir 2006 m. lapkričio 6 d. Komisijos reglamento (EB) Nr. 1662/2006, iš dalies keičiančio Europos Parlamento ir Tarybos reglamentą (EB) Nr. 853/2004 reikalavimus ir Lietuvos Respublikoje galiojančias pieno supirkimo taisykles [4].

Perdirbimui superkamas tik veterinariniu požiūriu sveikų karvių pienas (nesergančių tuberkulioze, brucelioze, klinikiniu mastitu, negydytų antibiotikais ir kitais vaistais, galinčiais patekti į pieną). Priimamas pienas vertinamas jusliškai bei kitais metodais, leidžiančiais nustatyti žalio pieno kokybės trūkumus. Žemiau pateiktoje lentelėje nurodyti žalio karvių pieno pirminiai kokybės ir kokybės rodikliai, reglamentuojamos normos, tyrimų periodiškumas bei atlikėjas.

1 lentelė. Žalio karvių pieno pirminiai kokybės ir kokybės rodikliai [4]

Rodiklio pavadinimas	Apibrėžimas ir norma	Tyrimo periodiškumas	Tyrimo atlikėjas
1	2	3	4
Žalio karvių pieno pirminiai kokybės rodikliai			
Spalva	Balta arba gelsvo atspalvio	Priimant kiekvieną pieno siuntą	Supirkėjas
Kvapas	Be specifinio pašarų ir kitų medžiagų kvapo. Žiemą ir pavasarį galimas silpnas pašarų kvapas	Priimant kiekvieną pieno siuntą	Supirkėjas
Konsistencija	Vienalytė, nesusaldyta, be gleivių, nuosėdų, baltymų dribsnių, sviesto kruopelių ir mechaninių priemaišų	Priimant kiekvieną pieno siuntą	Supirkėjas

1 lentelė. Tęsinys

1	2	3	4
Temperatūra	Pieno pardavimo metu – ne aukštesnė kaip 8 °C, išskyrus atvejus, kai pienas pristatomas per 2 val. po melžimo. Į pieno apdorojimo ir perdėbimo įmones atvežto pieno temperatūra neturi viršyti 10 °C	Priimant kiekvieną pieno siuntą, išskyrus atvejus, kai pienas pristatomas per 2 val. po melžimo	Supirkėjas
Skonis	Be specifinio pašarų ar kitų mediagų skonio. Žiemą ir pavasarį galimas silpnas pašarų prieskonis	Kilus įtarimui	Supirkėjas
Rgštingumas	Ne didesnis kaip 18 °T	Kilus įtarimui	Supirkėjas
Švarumas	Ne mažesnis kaip 1 grupės	Kilus įtarimui	Supirkėjas
Tankis	Ne mažesnis kaip 1027 kg/m ³ (esant 20 °C temperatūrai)	Kilus įtarimui	Supirkėjas
Neutralizuojančios ir inhibitorinės medžiagos	Turi nebūti	Kilus įtarimui	Supirkėjas
Žalio karvių pieno kokybės rodikliai			
Užterštumas bakterijomis, tūkst./cm ³ , ne daugiau kaip	100	Ne rečiau kaip du kartus per mėnesį: nuo 1 iki 15 ir nuo 16 iki 31 d.	Įgaliotoji laboratorija
Somatinių ląstelių skaičius, tūkst./cm ³ , ne daugiau	400	Ne rečiau kaip tris kartus per mėnesį, ne rečiau kaip po vieną kartą laikotarpiais: nuo 1 iki 15 ir nuo 16 iki 31 d.	Įgaliotoji laboratorija
Inhibitorinės (slopinančios) medžiagos	Turi nebūti	Ne rečiau kaip du kartus per mėnesį: nuo 1 iki 15 ir nuo 16 iki 31 d.	Įgaliotoji laboratorija
Pieno užšalimo temperatūra, °C, ne aukštesnė kaip	-0,515	Ne rečiau kaip vieną kartą per pusmetį	Įgaliotoji laboratorija

Pieno kokybės vertinimui taikomos šios viršutinės ribos: bendras bakterinis užterštumas 300 tūkst./cm³, somatinių ląstelių skaičius 600 tūkst./cm³ [5].

Pasukos

Pasukos – tai šalutinis pieno produktas, gautas gaminant sviestą iš grietinėlės. Pagal baltymų, laktozės, riebalų kiekį pasukos panašios į liesą pieną, tačiau jose yra žymiai daugiau fosfatidų (daugiausia lecitino), kurie svarbūs riebalų ir cholesterolio apykaitai [6]. Fosfatidai išsiskiria suirus riebalų rutulėlių apvalkalams sviesto mušimo proceso metu. Gaminant separuotą varškę iš pieno ir pasukų mišinio gaminys praturtinamas vartotojo sveikatai naudingomis medžiagomis.

Separuotos varškės gamybai naudojamos pasterizuotos 70÷74 °C temperatūroje, išlaikius 15÷20 s, pasukos, gautos mušant saldžios grietinėlės sviestą pagal gamybos techninę instrukciją, turi būti atšaldytos iki ne aukštesnės kaip 6 °C temperatūros ir laikytos sukaupimo rezervuare ne ilgiau kaip 24 valandas. Pasterizuotų pasukų jusliniai rodikliai pateikti žemiau esančioje lentelėje.

2 lentelė. Pasterizuotų pasukų jusliniai rodikliai [7]

Rodiklio pavadinimas	Charakteristika
Skonis ir kvapas	Grynas, būdingas pasukoms su išreikštu pasterizacijos prieskoniu. Be pašalinio skonio ir kvapo
Konsistencija	Vienalytis skystis be riebalų gumuliukų
Spalva	Balta su gelsvu atspalviu visoje masėje

Pasterizuotų pasukų fizikiniai ir cheminiai rodikliai nurodyti 3 lentelėje.

3 lentelė. Pasterizuotų pasukų fizikiniai ir cheminiai rodikliai [7,8]

Rodiklio pavadinimas	Norma
Riebalai, %, ne daugiau kaip	0,7
Sausosios neriebalinės medžiagos, %, ne mažiau kaip	7,0
Tankis, kg/m ³ , ne daugiau kaip	1027
Rūgštingumas, °T, ne daugiau kaip	20
Peroksidazės reakcija	Neigiama

Pasterizuotų pasukų mikrobiologiniai kriterijai turi atitikti komisijos reglamento (EB) Nr. 1441/2007 reikalavimus.

4 lentelė. Pasterizuotų pasukų mikrobiologiniai kriterijai [9]

Produktas	Mikroorganizmai	Mėginių ėmimo planas*		Ribos**	
		n	c	m	M
Pasterizuotas pienas ir kiti skysti pieno produktai	Enterobakterijos	5	2	<1 ksv/ml	5 ksv/ml
	<i>L. monocytogenes</i>	5	0	Turi nebūti 25 ml	

*n – mėginį sudarančių vienetų skaičius; c – mėginio vienetų, kurių vertės yra tarp m ir M skaičius.

**ksv – kolonijas sudarantys vienetai.

Raugas

Raugu vadinama mikroorganizmų kultūra, sukelianti rūgimą natūraliuose substratuose, turinčiuose angliavandenių, azotinių ir kitų maistinių medžiagų [10].

Varškės gamybai naudojamas gryną bakterijų kultūrų mezofilinis (substrato rauginimo temperatūra – 20÷30 °C) sausas (liofilizuotas) raugas **t10d**. Šis raugas sudarytas iš *Lactococcus*

lactis subsp. *Lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *Cremoris*, *Lactococcus lactis* biovar *Diacetylactis* pienarūgščių bakterijų kamienų.

Raugą sudarančios mikroorganizmų kultūros tinkamos gaminanti varškę rūgštiniu, rūgštiniu-fermentiniu ir separavimo būdais. Sutrauka gaunama per 8-11 val. (pH nukrinta iki 4,40-4,55). Bakterijų koncentracija produkte ne mažesnė kaip 10^{10} ksv/g [11]. Liofilizuoti raugai gali būti laikomi ne aukštesnėje kaip +4 °C temperatūroje [12]. Sauso raugo drėgnumas negali būti didesnis kaip 5 % [13].

5 lentelėje nurodytos naudojamo raugo mikrofloros kamienų fenotipinės bei technologinės savybės.

5 lentelė. Raugo mikrofloros savybės [10]

RŪŠIS			
Pavadinimas	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>Lactis</i> ,	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>Cremoris</i>	<i>Lactococcus lactis</i> biovar <i>Diacetylactis</i>
Kamieno tipas	ATCC 1435	ATCC 19257	NCDO 176
APLINKA	Žalias pienas ir pieno produktai	Žalias pienas ir pieno produktai	Žalias pienas ir pieno produktai
FENOTIPINĖS SAVYBĖS			
Morfologija	Apvalios išsidėsčiusios grandinėlių pavidalu	Apvalios ląstelės poromis arba trumpomis grandinėlėmis	Apvalios ląstelės poromis arba trumpomis grandinėlėmis
Katalazės reakcija	-	-	-
Augimo temperatūra	+19 °C; +40 °C; -45 °C;	+10 °C; +40 °C; -45 °C;	+10 °C; +40 °C; -45 °C;
Reakcija piene	+	+ (koaguliacija)	+ (lėta koaguliacija)
Pieno rūgšties izomerai	L(+)	L(+)	L(+)
TECHNOLOGINĖS SAVYBĖS			
Aktyvumas (organinių rūgščių gamyba)	Obligatiniai homofermentiniai ir citratneigiami; pieno rūgštis (0,5 – 0,7 %)	Obligatiniai homofermentiniai ir citratneigiami; pieno rūgštis (0,5 – 0,7 %)	Obligatiniai homofermentiniai ir citratneigiami; pieno rūgštis (0,3 – 0,6 %)
Proteolitinis aktyvumas	+	+	+
Lipolitinis aktyvumas	±(menkas)	±(menkas)	±(menkas)
Aromato/skonio gamyba	+(acetaldehidas, acetonas, diacetilas)	+(acetaldehidas, acetonas, diacetilas)	+(acetaldehidas, acetonas, diacetilas, acetoinas)
Dujų gamyba	-	-	+(CO ₂)
Polisacharidų gamyba	+(kai kurios rūšys)	+	±
Alkoholio gamyba	±(etanolio pėdsakai)	±(etanolio pėdsakai)	+(etanolis)
H ₂ O ₂ gamyba	+	+	+
Vitaminų gamyba	Nežinoma	Nežinoma	Nežinoma

Fermentas

Fermentai – tai biologiškai aktyvūs junginiai, kurie yra sintetinami gyvose organizmų ląstelėse ir dalyvauja metabolizmo reakcijose. Išskirti ir išgryninti fermentai naudojami maisto pramonėje [14]. Pieno fermentiniam traukinimui naudojamas šliužo fermentas. Jį sudaro du aktyvūs komponentai: chimozinas (> 80 %) ir pepsinas (iki 20%) [5].

Varškės gamybai parenkami natūralūs iš veršelio skrandžio pagaminti renino milteliai (gamintojas - RENCO, Naujoji Zelandija). Fermento preparato pieno sutraukimo pajėgumas –

1100 IMCU/1 g (IMCU – tarptautinis pieno sutraukimo vienetas), minimalus proteolitiškai aktyvaus komponento chimozino procentinis kiekis – 92 %. Fermento preparato milteliai turi būti laikomi 3 - 7 °C temperatūroje, sausoje, nuo tiesioginių saulės spindulių apsaugotoje vietoje.

Produkto specifikacijoje nurodyti reglamentuojami mikrobiologiniai rodikliai pateikiami 6 lentelėje.

6 lentelė. Fermento preparato mikrobiologiniai rodikliai [15]

Mikroorganizmai	Ribos*
Bendras mikroorganizmų skaičius	<1000 ksv/g
Bendras anaerobinių mikroorganizmų skaičius	<100 ksv/g
Mielės ir pelėsiai	<50 ksv/g
Laktobacilos	<50 ksv/g
Koliforminės bakterijos	Turi nebūti 5 g
Koagulazę gaminantys stafilokokai (<i>S. aureus</i>)	Turi nebūti 2,5 g
<i>Salmonella</i>	Turi nebūti 20 g
<i>L. monocytogenes</i>	Turi nebūti 20 g

*ksv – kolonijas sudarantys vienetai

2.2. Pagalbinės medžiagos

Vanduo

Didelis vandens kiekis sunaudojamas įrenginių, patalpų plovimui. Vanduo taip pat cirkuliuoja įrenginiuose kaip šaldymo arba šildymo agentas. Fermento tirpalo paruošimui naudojamas pasterizuotas 85 °C temperatūroje ir iki 34±2 °C temperatūros atšaldytas geriamasis vanduo. Geriamo vandens saugos ir kokybės reikalavimus nustato Lietuvos higienos norma HN 24 : 2003. Geriamasis vanduo turi atitikti šiuos mikrobinius, toksinius (cheminius) ir indikatorinius rodiklius (7 - 9 lentelės):

7 lentelė. Geriamojo vandens mikrobiniai rodikliai [16]

Rodiklio pavadinimas	Mėginio tūris, ml	Ribinis mikroorganizmų skaičius
Žarninės lazdelės (<i>E. Coli</i>)	100	0
Žarniniai enterokokai	100	0

8 lentelė. Geriamojo vandens toksiniai (cheminiai) rodikliai [16]

Rodiklio pavadinimas	Mato vienetas	Ribinė rodiklio vertė, ne daugiau kaip
1	2	3
Akrilamidas	µg/l	0,10
Stibis	µg/l	5,0
Arsenas	µg/l	10
Benzenas	µg/l	1,0

8 lentelė. Tęsinys

1	2	3
Benzpirenas	µg/l	0,010
Boras	µg/l	1,0
Bromatas	µg/l	25
Kadmis	µg/l	5,0
Chromas	µg/l	50
Varis	µg/l	2,0
Cianidai	µg/l	50
1,2-dicloretanas	µg/l	3,0
Epichlorhidrinas	µg/l	0,10
Fluoridas	µg/l	1,5
Švinas	µg/l	25
Gyvsidabris	µg/l	1,0
Nokelis	µg/l	20
Nitratas	µg/l	50
Pesticidai	µg/l	0,50
Aldrinas	µg/l	0,50
Dieldrinas	µg/l	0,030
Heptachloras	µg/l	0,030
Heptachlorepoksidas	µg/l	0,030
Kiti pesticidai	µg/l	0,10
Pesticidų suma	µg/l	0,50
Daugiacikliai aromatiniai angliavandeniliai	µg/l	0,10
Selenas	µg/l	10
Tetrachloretanas ir trichloretenas	µg/l	10
Halofromų suma	µg/l	150
Vinilo chloridas	µg/l	0,50

9 lentelė. Geriamojo vandens indikatoriniai rodikliai [16]

Rodiklio pavadinimas	Mato vienetas	Specifikuota rodiklio vertė
1	2	3
Aliuminis	µg/l	200
Amonis	mg/l	0,50
Chloridas	mg/l	250
Lūžinės klostridijos (<i>Clostridium perfringens</i>) ir jų sporos	Skaičius 100 ml vandens	0
Spalva	-	Priimtina vartotojams ir be būdingų pokyčių
	Mg/l Pt ($\lambda = 436 \text{ nm}$)	30
Savitasis elektrinis laidis	$\mu\text{S cm}^{-1}$ 20 °C temperatūroje	2500
Vandenilio jonų koncentracija	pH vienetai	6,5-7,5
Bendroji geležis	µg/l	200
Manganas	µg/l	50
Kvapo slenkstis	-	Priimtina vartotojams ir be būdingų pokyčių
Permanganato indeksas	mg/l O ₂	5,0
Sulfatas	mg/l	250
Natris	mg/l	500
Skonio slenkstis	-	Priimtina vartotojams ir be būdingų pokyčių

9 lentelė. Tęsinys

1	2	3
Koliforminės bakterijos	Skaičius 100 ml vandens	0
Bendroji organinė anglis	mg/l	Be nebūdingų žymių pokyčių
Drumstumas	-	Priimtina vartotojams ir be būdingų pokyčių
	DV pagal formaziną	4
Radiologiniai rodikliai		
Tričio tūrinis aktyvumas	Bq/l	100
Metinė defektinė dozė	mSv per metus	0,1

2.2. Fasavimo ir pakavimo medžiagos

Varškė fasuojama į hermetiškus polimerinių medžiagų indelius, ant kurių prilydomi aliuminio folijos dangteliai (pirminė pakuotė). Pirminės pakuotės su varškė sudedamos į antrines pakuotes - kartonines dėžes.

Fasavimo bei pakavimo medžiagos turi atitikti šiuose dokumentuose keliamus reikalavimus:

- Europos parlamento ir tarybos 2004 m. spalio 27d. reglamentas (EB) Nr. 1935/2004 dėl žaliavų ir medžiagų, skirtų liestis su maistu.
- Europos parlamento ir tarybos 2011 m. sausio 14d. reglamentas (ES) Nr. 10/2011 dėl plastikinių medžiagų ir gaminių, skirtų liestis su maisto produktais.
- Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2011 m. gegužės 2d. įsakymas Nr. V-417 „Dėl Lietuvos higienos normos HN 16:2011 „Medžiagų ir gaminių,, skirtų liestis su maistu, specialieji sveikatos saugos reikalavimai“.

Plastikiniai indeliai

Plastikiniai indeliai gaminami iš polimerinių medžiagų. Polimerinės medžiagos yra ilgai neyranchios. Atliekant kokybinę bei kokybinę analizę galima nustatyti kiek ir kokių elementų, funkcinių grupių yra plastike. Baris, kobaltas, varis, geležis, litis, manganas, cinkas - medžiagos linkusios difunduoti į aplinką, esant sąlyčiui su maistu – į produktą. 10 lentelėje nurodyti šių junginių maksimalūs leidžiami išsiskirti į maisto produktą kiekiai.

10 lentelė. Cheminių elementų kiekiai, leistini išsiskirti iš plastikinių medžiagų į maistą [17]

Cheminis junginys	Maksimalus leistinas kiekis mg/kg maisto produkto ar maisto modelinio tirpalo
Baris	1
Kobaltas	0,05
Varis	5
Geležis	48
Litis	0,6
Manganas	0,6
Cinkas	25

Aluminio folija

Plastikinių indelių uždarymui naudojami taškinio reljefo aliuminio folijos dangteliai. Tokio reljefo dangtelio spalva gamybos metu nesikeičia, jis yra atsparus aplinkos poveikiui (drėgmei, temperatūrai, tiesioginiams saulės spinduliams). Reljefas reikalingas tam, kad etiketavimo metu dangteliai nesukibtų [18].

Popierius ir kartonas

Popierius ir kartonas, skirtas liestis su maistu, (toliau – popierius) – tai medžiaga, susidedanti iš vieno ar daugiau sluoksnių, iš kurių nors vienas sluoksnis turi celiuliozės skaidulų. Popieriaus sudėtyje gali būti ne celiuliozinės kilmės skaidulų, plastikinių medžiagų, klijų, užpildų, pigmentų, dažų ir kitų priedų. Popierius gali būti impregnuojamas, padengiamas ar paruošiamas gamybos metu ar naudojamas gatavas. Jeigu medžiaga ar gaminys turi du ar daugiau sluoksnių, reikalavimai taikomi popieriaus sluoksniams, kurie neatskirti nuo maisto funkcinio barjeru. Popieriaus su spaudais pusė neturi liestis su maistu, paviršiuje neturi būti patogeninių mikroorganizmų. Didžiausi leidžiami iš popieriaus į maistą migruojančių medžiagų lygiai nurodyti 11 lentelėje [19].

11 lentelė. Medžiagų, išsiskiriančių iš popieriaus, didžiausi leidžiami lygiai [19]

Medžiagos pavadinimas	Medžiagų, migruojančių iš popieriaus, skirto liestis su sausais maisto produktais, kiekis, ne daugiau kaip (mg/kg popieriaus)	Medžiagų, migruojančių iš popieriaus, skirto liestis su drėgnais maisto produktais, kuriuose yra riebalų, kiekis, ne daugiau kaip (mg/kg popieriaus)	Medžiagų, migruojančių iš popieriaus, skirto maistui filtruoti ir virti, kiekis, ne daugiau kaip (mg/kg popieriaus)
Gyvsidabris	–	0,3	0,3
Kadmis	–	0,5	0,5
Chromas (šešiavalentis)	–	0,1	0,1
Švinas	–	3	3
Polichlorintieji bifenilai	2	2	0,5

3. NAGRINĖJAMO PRODUKTO CHARAKTERISTIKA

Varškė – baltymingas rauginto karvių ar kitų gyvulių pieno produktas, gautas surauginus pieną grynomis pieno rūgšties bakterijų kultūromis arba kartu su grynujų kultūrų raugu pridėjus pieną sutraukiančių fermentų ir kalcio chlorido, pašalinus dalį išrūgų, skirtas tiesiogiai vartoti arba varškės gaminiams gaminti [20].

Pagal riebumą varškė skirstoma į tokias kategorijas:

- riebi varškė, kurioje riebalų ne mažiau kaip 13 proc.;
- pusriebė varškė, kurioje riebalų mažiau kaip 13 proc., bet ne mažiau kaip 5 proc.;
- mažo riebumo varškė, kurioje riebalų mažiau kaip 5 proc., bet ne mažiau kaip 1 proc.;
- liesa varškė, kurioje riebalų mažiau kaip 1 proc. [20]

Šiame baigiamajame darbe projektuojama liesos (0,5 % riebumo) ir pusriebės (7 % riebumo) varškės gamybos technologija atskiruoju arba, kitaip vadinamu, separavimo būdu.

Separuota varškė - varškė, gaminama iš nugriebto pieno ir pasukų mišinio jį rauginant grynu pieno rūgšties bakterijų kultūromis, pridėjus pieną traukinančio fermento, separavimo metu pašalinant dalį išrūgų.

Pagaminta separuota varškė turi pasižymėti vartotojui priimtinais juslinėmis savybėmis. 12 lentelėje apibrėžtos pagrindinės juslinių rodiklių charakteristikos.

12 lentelė. Separuotos varškės jusliniai rodikliai [5]

Rodiklio pavadinimas	Charakteristika
Skonis ir kvapas	Pienarūgštis, švelnus su nežymiu pasterizacijos prieskoniu. Žiemą ir pavasarį gali būti silpnas pašarų prieskonis, nežymiai karstelėjusi
Konsistencija	Vienalytė. Galimas nežymus išsiskyrusių išrūgų kiekis
Spalva	Visos masės balta arba balta su kreminiu atspalviu

Siekiant užtikrinti produkto, iš kiekvienos partijos vienodumą, kas kart pagaminus varškę tikrinami jos fizikiniai ir cheminiai rodikliai, kurių normos pateiktos žemiau esančioje lentelėje. Esant neatitikimams, imamas korekcijos veiksmų (reguliuojamas separavimo greitis, grietinėlės srautas ir pan.)

3 lentelė. Separuotos varškės fizikiniai ir cheminiai rodikliai [3]

Rodiklio pavadinimas	Norma	
	liesa	7 % riebumo
Riebalų, %	Mažiau kaip 1,0	Ne mažiau kaip 7,0
Sausosios medžiagos, ne mažiau kaip, %	18,0	24,0
Aktyvusis rūgštingumas pH vienetais, ne mažiau kaip	4,3	4,3

Pastaba: kai kuriose varškės pakuotėse galimi $\pm 1,0\%$ riebalų ir neigimai 1,0% sausųjų medžiagų nuokrypiai.

Varškės mikrobiologiniai kriterijai turi atitikti HN 26 ir Komisijos reglamento (EB) Nr. 2073/2005 ir (EB) Nr. 1441/2007 reikalavimus.

14 lentelė. Separuotos varškės mikrobiologiniai kriterijai [5,21,22]

Produktas	Mikroorganizmai	Mėginių ėmimo planas *		Ribos **	
		n	c	m	M
Nokinti minkštieji sūriai (švieži sūriai) pagaminti iš pieno arba išrūgų, kurie buvo pasterizuoti arba termiškai apdoroti aukštesnėje temperatūroje.	Koagulazę gaminantys stafilokokai <i>(S. aureus)</i>	5	2	10 ksv/g	100 ksv/g
	Koliforminės bakterijos	5	2	10 ³ ksv/g	10 ⁴ ksv/g
	Pelėsiniai grybai	5	2	10 ³ ksv/g	10 ³ ksv/g
	<i>Salmonella</i>	5	0	Turi nebūti 25 g	
	<i>L. monocytogenes</i>	5	0	Turi nebūti 25 g	

*n – mėginį sudarančių vienetų skaičius; c – mėginio vienetų, kurių vertės yra tarp m ir M skaičius.

**ksv – kolonijas sudarantys vienetai.

Varškės mėginiai imami įvairiuose gamybos etapuose – po separavimo, prieš fasavimą, sufasavus. Tyrimai atliekami pagal standartuose nurodytas metodikas – koliforminės bakterijos nustatomos pagal LST EN ISO 4832:2006, mielės ir pelėsiai nustatomi pagal LST EN ISO 6611:2004, bendrasis salmonelių nustatymo metodas - LST EN ISO 6579, koagulazę gaminančių stafilokokų - LST EN ISO 6888-1, monocitogeninių listerijų (*Listeria monocytogenes*) aptikimas ir skaičiavimas - LST EN ISO 11290-1 [21].

Pašaliniai mikroorganizmai, kurie išvardinti 14 lentelėje, produktuose gali: rodyti netinkamas higienines gaminio gamybos sąlygas (koaguliazę gaminantys stafilokokai), būti panaudojami kaip orientaciniai, įdiegiant gamybos proceso vidinės kontrolės sistemas (koliforminės bakterijos, pelėsiniai grybai) bei pasižymėti patogeniškumu, sukeldami įvairius apsinuodijimus (*L. monocytogenes*, *Salmonella*).

Maistinė vertė

Pieno produktai, siekiant valgyti pagal sveikos mitybos principus, turi būti vartojami 2-3 kartus per dieną. Gaminiuose, tokiuose kaip varškė, be pagrindinių energijos šaltinių (baltymų, riebalų, angliavandenių), gausu kalcio, magnio, vitaminų A, D, B. Subalansuotas šių komponentų

santykis suteikia varškei tinkamas juslines savybes bei maksimalų reikalingų medžiagų pasisavinamumą, energinę vertę [23].

Energine verte vadinamas energijos kiekis, išreiškiamas kilokalorijomis (kcal), kuris organizme metabolizmo metu išsiskiria iš 100 g suvartotų produktų. Pagrindinių maisto medžiagų suteikiamų kilokalorijų skaičius [24]:

1 gramas angliavandenių – 4 kcal;

1 gramas riebalų – 9 kcal;

1 gramas baltymų – 4 kcal;

1 gramas alkoholio – 7 kcal.

Energinė vertė apskaičiuojama pagal formulę [5]:

$$E = (R \times 9) + (B \times 4) + (A \times 4) \quad (1)$$

Čia: E – pieno gaminių energinė vertė, kcal/100 g arba kJ/100 g (1 kcal = 4,1867 kJ)

R – riebalų kiekis, %;

B – baltymų kiekis, %

A – laktozės kiekis, %.

Žemiau esančioje lentelėje pateikiami maistingų komponentų kiekiai esantys separuotoje varškėje.

15 lentelė. Separuotos varškės 100g vidutinis maistingumas

Produkto maistingumas	Separuota varškė liesa	Separuota varškė 7% riebumo
Riebalai (R)	0,5	7,0
-iš kurių sočiųjų riebalų rūgščių	0,3	4,7
Angliavandeniai (A)	4,7	5,1
-iš kurių cukrų	3,1	3,1
Baltymai (B)	13,2	10,4
Druska*	0,1	0,1

*-druskos kiekį nulemia tik natūraliai produkte esantis natriis

Energinė vertė apskaičiuojama pagal formulę (1):

Varškė su pasukomis liesa: $E = (0,5 \times 9) + (13,2 \times 4) + (4,7 \times 4) = 76 \text{ kcal}$, t.y. 323 kJ

Varškė su pasukomis 7% riebumo: $E = (7,0 \times 9) + (10,4 \times 4) + (5,1 \times 4) = 125 \text{ kcal}$, t.y.

521 kJ

16 lentelė. Separuotos varškės 100 g energinė vertė

Produktas	Energinė vertė, kcal/100 g	Energinė vertė, kJ/100 g
Separuota varškė liesa:	76	323
Separuota varškė 7% riebumo	125	521

4. TIRIAMOJO DARBO REZULTATAI BEI IŠVADOS

4.1. Literatūros apžvalga

Vieni geriausių baltymų šaltinių – varškės ir fermentiniai sūriai. Abu gaminiai gaunami pakeitus pieno baltymo kazeino natyvinę būseną. Išskiriamos dvi kazeino gelio susidarymo rūšys. Rūgštinė sutrauka gaunama sumažėjus terpės pH iki kazeino izoelektrinio taško pH 4,6. pH mažėja dėl pienarūgščių mikroorganizmų išskiriamų organinių rūgščių, kurios gaunamos fermentuojant pieno cukrų laktozę. Kazeino micelės disperguojasi ir sudaro vandenyje netirpius agregatus, kurie sudaro erdvinį tinklą. Procesas, priklausomai nuo naudojamų mikroorganizmų kultūrų, gali užtrukti iki 15 valandų. Pagal kazeino micelių tarpusavio jungčių pobūdį rūgštinė pieno sutrauka yra koaguliacinės struktūros. Fermentinė sutrauka gaunama veikiant kazeiną aktyvių proteolitiniu fermentu. Kazeino proteolizė vyksta destabilizuojant micelinę kazeino struktūrą. Nutraukiama κ – kazeino silpniausia jungtis, esanti 106 – oje padėtyje (jungtis tarp fenilalaninio ir metionino). Baltymas skyla į hidrofobinį parakazeiną ir neigiamai įkrautą hidrolitinį gliukomakropeptidą. Suardomas micelių hidratinis apvaskalėlis, tarp kazeino komplekso dalelių labai sumažėja elektrostatinės atostūmio jėgos ir dispersinė sistema pasidaro nestabili. Micelės agreguojasi, procesas trunka 0,5 – 2 valandas. Fermentinė pieno sutrauka yra kondensacinės struktūros [5]. Žmogus apie 30 % energijos per dieną turi gauti iš baltymų. Organizmas pasisavina baltymų virškinimo produktus - aminorūgštis, kurios reikalingos ląstelėse vykstantiems sintezės procesams. Piene randamos beveik visos nepakeičiamos aminorūgštys.

Žmogaus virškinamajame trakte maisto produktų skaidymas iki monomerų vyksta keliais etapais. Burnoje produktas pirmiausia apdorojamas mechaniškai, t.y. sukramtomas, padidinamas paviršiaus plotas. Seilių liaukų išskiriami fermentai maltazė ir amilazė pradeda krakmolo skaidymą, čia pH 7,5 ÷ 8. Skrandyje pradedamas baltymų virškinimas, susidaro peptidai, aminorūgštys. Pagrindinis proteolitinis agentas – pepsinas. Šis fermentas aktyvus tik rūgščioje terpėje (skrandžio pH 2,0±0,2 nulemia esančios druskos rūgšties koncentracija). Virškinimo skrandyje fazėje baltymai nesuskaidomi iki galo, aminorūgštys gaunamos žarnyne – baltymus veikia pankreatino peptidazės. Substratai hidrolizuojami galutinai dvilikapirštėje žarnoje (pH 7). Kasos išskiriamose sultyse yra lipazės, kuri skaido tulžies druskų emulguotus riebalus iki glicerolio ir riebiųjų rūgščių, maltazės, suskaidančios krakmolo amilolitinio skilimo produktus iki gliukozės ir proteolitinio fermento tripsino. Mažamolekulinius junginius organizmas pasisavina pro žarnų sienelės [25].

Žinios apie maisto komponentų fizikinę elgesį virškinimo metu leidžia išstobulinti produktų apdorojimo metodus taip, jog individo organizmas pasisavintų maksimalų kiekį naudingų medžiagų per optimalų laiką. Maisto produktai, turintys tokią pačią cheminę sudėtį gali turėti skirtingą

struktūrą bei maistinę vertę. Produktų virškinamumui tirti naudojami įvairūs modeliai. Dažniausiai taikomas virškinamumo tyrimas modifikuotoje *in vitro* sistemoje naudojant dirbtines arba natūralias žmogaus virškinamojo trakto sultis. Peristaltiniai virškinamojo trakto judesiai imituojami bandinį maišant, eksperimentų metu palaikoma temperatūra artima žmogaus vidinei temperatūrai – 37 °C. Atlikta daug tyrimų, kuriuose tiriamas pieno produktų virškinamumas. Devle ir kolegos analizavo lieso pieno ir homogenizuoto riebaus pieno klampos kitimą virškinimo sistemoje *in vitro*. Didžiausias skirtumas pastebėtas virškinimo skrandyje etape, pH sumažinus iki 2 (pieno baltymai koaguliuoja sudarydami gelines struktūras). Nugriebtas pienas sudarė 30 % stipresnę gelį nei homogenizuotas riebus pienas. Aiškinama, jog smulkūs riebalų lašeliai švelniną gelio struktūrą ir todėl jo klampa yra mažesnė [26]. Rinaldi ir kolegos ištyrė skirtingos struktūros pieno produktų (tiršto jogurto ir skysto pieno) virškinamumo skirtumus. Įvertinta šiluminio apdorojimo įtaka virškinimui (lygintas sterilizuotas ir pasterizuotas pienas). Nustatyta, kad struktūra neturi didelės reikšmės virškinimui – svarbiausias terminis apdorojimas. Sterilizuoto pieno baltymai virškinami greičiau [27]. Riuox ir kolegos nagrinėjo pieno baltymų kazeino ir išrūgų baltymų santykių bei jogurto žaliavos terminio apdorojimo įtaką jogurto virškinamumo *in vitro* sistemoje savybėms. Nustatyta, kad skrandyje išrūgų baltymai atsparesni pepsino poveikiui nei kazeinas. Jogurto mikrostruktūros suardymui svarbus tik virškinimo skrandyje etapas. Visų bandinių suvirškinimo lygis tapo vienodas po 5 minučių virškinimo žarnyne etape ir nebetiko [28]. Virškinamumo tyrimai mėgintuvėlyje yra ganėtinai nauja tyrimų sritis, pieno produktų, gautų iš skirtingais būdais sutraukinto pieno, virškinamumo tyrimai iki šiol dar nebuvo niekur publikuoti.

Taigi šio tiriamojo **tyrimo tikslas** - palyginti fermentinės ir rūgštinės sutraukos virškinamumo skirtumus modelinėje *in vitro* sistemoje.

Tiksliui pasiekti keliami **tyrimo uždaviniai** :

1. Įvertinti pieno fermentinės ir rūgštinės sutraukos klampos kitimą virškinimo skrandyje ir plonosiose žarnose metu.
2. Nustatyti sausųjų medžiagų ir azotinių medžiagų kiekio kitimą dirbtinėse virškinimo sultyse pieno fermentinės ir rūgštinės sutraukos virškinimo metu.

4.2. Tyrimo objektai ir metodai

Tyrimą sudaro dvi dalys. Pirmoje dalyje tiriamas pieno fermentinės ir rūgštinės sutraukų klampos kitimas virškinimo metu taikant metodiką, kurioje imituojamas gyvame organizme išlaikomas skrandžio sulčių ir virškinamos medžiagos kiekių santykis. Antroje dalyje stebima sausųjų ir azotinių medžiagų migracija iš pieno fermentinės ir rūgštinės sutraukų imitacinio kšnio patalpinto dirbtinėse virškinimo sultyse.

Pieno sutraukos

Pieno rūgštinės ir fermentinės sutraukos virškinamumas vertinamas analizuojant panašios maistinės sudėties varškės ir fermentinį sūrį. Gaminiai pirkti vietiniame prekybos centre, jų sudėtis pateikta 17 lentelėje.

17 lentelė. Bandinių sudėtys

Gaminys	„Lietuviškas varškės sūris“	Fermentinis sūris „Valio Tilsit 29%“
Pieno sutraukos tipas gaminyje	Rūgštinė sutrauka	Fermentinė sutrauka
Baltymai, %	18	24
Riebalai, %	22	29
Angliavandeniai, %	2,8	0
Druska, %	Nenurodyta	1,5
Maistinė vertė 100 g, kcal	284	360

Virškinimo imitavimas *in vitro* modelyje

Dirbtinių skrandžio ir žarnų sulčių paruošimas

Kiekvieno individo fermentų aktyvumas burnos, skrandžio ar žarnyno sekretuose skiriasi, todėl tyrėjai eksperimentuose taip pat naudoja įvairios sudėties dirbtines virškinimo sultis. Šiame darbe dirbtinėms sultims pagaminti naudojami tokie fermentų kiekiai, kad jų proteolitinis ir lipolitinis aktyvumai atitiktų vidutines natūralių sulčių aktyvumų reikšmes, nustatytas ankstesnių tyrimų metu, naudojant *in vitro* modelius su natūraliomis žmonių virškinimo sultimis [29]. Dirbtinių sulčių cheminė sudėtis pateikta žemiau esančioje lentelėje.

18 lentelė. Virškinimo tirpalų sudėtis bei jų fermentų aktyvumas [29]

	DSST (Dirbtinės skrandžio sultys)	DPŽST (Dirbtinės plonosios žarnos sultys)
Fermentai/Pagrindiniai komponentai	6,9 g pepsino	1,36 g pankreatino 10,8 g tulžies druskų
Fiziologinio skysčio komponentai	2 g NaCl 7 ml HCl H ₂ O	174,2 ml 0,9 % NaCl 82,6 ml 0,15 M HCl 17,4 ml 2,0 M HCl 400,7 ml 0,15 M NaHCO ₃ 280 ml d. H ₂ O H ₂ O
Kiekis	1000 ml	1000 ml
pH	2	7
Proteolitinis aktyvumas	36±0,5 U/ml	17±0,2 U/ml
Lipazės aktyvumas	-	800±0,9 U/ml

DSST gaminimas: 2 g natrio chlorido (NaCl, Chempur, Pekarai, Lenkija) ir 7 ml druskos rūgštis ištirpinta 1 litre distiliuoto vandens ir pridėta 6,9 g pepsino (Pepsin A, 601 U/mg, P7000, Sigma-Aldrich Chemie GmbH, Dorsetas, Didžioji Britanija). pH koreguotas iki 2, naudojant 2,0 M HCl. Pagamintas DSST laikytas 4 °C temperatūroje. Tokio tirpalo proteolitinis aktyvumas 36±0,5 U/ml.

DPŽST gaminimas: sumaišyta 174,22 ml 0,9 % NaCl, 82,58 ml 0,15 M HCl, 17,42 ml 2,0 M HCl, 400,70 ml 0,15 M Na₂HCO₃ (Lach-ner, Neratovicè, Čekijos Respublika), 278,75 ml H₂O ir pridėta 1,36 g pankreatino (Pancreatin, 4xUSP, P1750, Sigma-Aldrich Chemie GmbH, Dorsetas, Didžioji Britanija) bei 278,75 g tulžies rūgščių druskų (Bile, B8381, Sigma-Aldrich Chemie GmbH, Šteinheimas, Vokietija). pH koreguotas iki pH 7, naudojant 4,0 M NaCl, vandens pripilta iki 1 l. DPŽST proteolitinis aktyvumas 17±0,2 U/ml, lipazės aktyvumas 800±0,9 U/ml.

Švieži DSST ir DPŽST tirpalai buvo ruošti kiekvieną kartą prieš pradėdant sutraukų virškinimo procesą.

Klampos kitimo matavimas *in vitro* virškinimo imitavimo metu

Virškinimo imitavimo procedūra (virškinimas) pasirinkta tokia, kad būtų kuo artimesnė natūraliam virškinimo procesui. Svarbiausiais kriterijais pasirinkta: pastovus temperatūros palaikymas, optimalus fermentams pH ir natūralius judesius atkartojantys apsisukimai. Virškinimo procesas suskirstytas į dvi dalis: virškinimas skrandyje (VS) ir virškinimas plonojoje žarnoje (VPŽ). Bandinys sumaišytas su DSST santykiu 4:1 pagal COST projekto INFOGEST pasiūlytą virškinimo proceso imitavimo procedūrą. Virškinimo skrandyje metu palaiptui per 15 min pH mažintas iki 2. Pasiekus pH 2, procesas tęstas dar 30 min (iš viso VS trukmė – 45 min). Po to sūrio - DSST mišinys sumaišytas su DPŽST santykiu 4:1. Santykis apskaičiuotas atsižvelgiant į likusios sūrio - DSST kiekį. pH koreguotas iki pH 7, virškinimas plonojoje žarnoje imituotas 30 min pH koreguotas 2,0 M HCl ir 4,0 M NaOH tirpalais. Bandymas atliktas reometro (Physica MCR 301) matavimo inde su maišykle (ST24-2D/2V-30/129), palaikant pastovią 37 °C temperatūrą. Maišyklė pakelta 2,0 mm nuo indo apačios, nustatytas pastovus jos sukimosi greitis – 100 aps/min. Matavimo indas užpildytas taip, kad bandinys siektų maišyklės viršų (dėta 8,0±0,1 g grūstuvėje susmulkinto sūrio, taip imituojant kramtymo burnoje procesą). Matavimo indo užpildymas didėja pridedant reikalingus imituoti virškinimo skrandyje ir plonosiose žarnose procesus dirbtinių virškinimo sulčių kiekius. Klampa fiksuota viso virškinimo imitavimo proceso metu kas 0,5 min, virškinimo proceso bendra trukmė – 75 min. Atlikti trys pakartojimai.

Sausųjų ir azotinių medžiagų kiekio kitimas *in vitro* virškinimo metu

Suformuotas 4 g imitacinis kąsnis iš smulkinto sūrio, kuris patalpintas į sietelį, pro kurio poras virškinimo sultyse ištirpusios medžiagos laisvai difunduoja į tirpalą. Nehidrolizuotos bandinio dalelės į virškinamąjį tirpalą nepatenka. Virškinimui imituoti paruošiami 8 sieteliai, į kuriuos įdėta po 4,0 ±0,0002 g virškinamo bandinio. Visi sieteliai cheminėse stiklinėse panardinami į 100 ml dirbtinių skrandžio sulčių (pH 2, sumažintas pilant 2,0 M HCl tirpalą). Stiklinės talpinamos į vandens vonią su purtykle (GFL 1092, Vokietija), kurioje palaikoma 37 °C temperatūra, purtoma 100 aps/min greičiu. Virškinimo skrandyje imitacija vykdoma 2 valandas, paimami 4 mėginiai (po 15, 30, 60 ir 120 min) Virškinimo plonosiose žarnose imitavimo procesas pradedamas į bandinius įpylus dirbtinių žarnų sulčių santykiu 4:1 (25 ml). pH koreguojamas 4,0 M NaOH tirpalu iki 7. Pirmas mėginys paimtas iškart pradėjus virškinimo žarnose etapą, kiti mėginiai paimti po 30, 60 ir 120 min. Paimti mėginiai buvo skubiai atšaldyti iki +6 ±1 °C temperatūros, siekiant sustabdyti vykstančius biocheminius procesus. Visuose mėginiuose nustatytas sausųjų medžiagų kiekis ir bendras azoto kiekis, t.y. nustatytos į virškinimo sultis iš suformuoto kąsnio išsiskyrusios medžiagos bei atlikta į virškinimo sultis išsiskyrusių azotinių junginių kokybinė analinė elektroforezės metodu.

Sausųjų medžiagų nustatytas kaitinant 5±0,5 g virškinimo sulčių 104 °C temperatūroje iki pastovios masės. Apskaičiuojama pagal formulę:

$$SM = 100 - \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m} \cdot 100, \% \quad (1)$$

Čia m – tuščio biusko svoris, g

m₁ – biusko svoris su bandiniu prieš džiovinimą, g

m₂ - biusko svoris su bandiniu po džiovinimo, g

Azotinių medžiagų koncentracija virškinimo sultyse nustatyta naudojant Kjeldalio metodą. 10±1 g bandinio mineralizuota, mineralizatas distiliuotas boro rūgštimi, distiliatas nutitruotas 0,1 N HCl. Azoto kiekis bandinyje apskaičiuojamas pagal formulę [30]:

$$N = \frac{0,0014 \cdot (V_1 - V_0) \cdot B \cdot 100}{m \cdot b} \quad (2)$$

čia 0,0014 – azoto kiekis, kurį sujungia 1 ml 0,1 N HCl, g

V₁ – 0,1 N HCl kiekis, sunaudotas iš distiliuojamo mineralizato išsiskyrusiam amoniakui sujungti, ml

V₀ – 0,1 N HCl kiekis, sunaudotas tuščiajam mėginiui titruoti, ml

B – mėginio, mineralizuoto Kjeldalio kolboje, praskiedimo tūris ml (B = 100)

b – distiliuoti paimtas mineralizato kiekis, ml (jeigu distiliuojamas visas mineralizuotas mėginys ($B = b$), šis dydis lygus m)

m – analizuoto mėginio masė, g

100 – daugiklis perskaičiuoti azotui, nustatytam mėginyje, į 100 g produkto.

Azotinių medžiagų analizė elektroforezės metodu

Į virškinimo sultis išsiskyrusių junginių kokybinė analizė buvo atlikta elektroforezės metodu frakcionuojant junginius natrio dodecilsulfato (SDS) poliakrilamido gelyje (PAGE). Bandiniai buvo praskiesti iki 0,7 mg/mL koncentracijos su ličio dodecilsulfato (LDS) buferiu. Paruošti elektroforezės bandiniai buvo centrifuguoti 15 s 13400 rpm greičiu ir pakaitinti 80 °C temp. 10 min. Atvėsinti bandiniai buvo dar kartą centrifuguoti ir patalpinti į NuPAGE 4–12 % Bis-Tris elektroforezės mini gelio (Invitrogen, Kalifornija, JAV) šulinėlius (5 µg). Elektroforezė buvo vykdyta naudojant XCell II Mini-Cell (Novex, Kalifornija, JAV) sistemą, užpildytą MOPS SDS buferiniu tirpalu, esant 200 V įtampai, 55 min iki kol dažo linija pasiekia frakcionuojančio gelio apačią.

Gelis buvo nudažytas poliakrilamido gelio dažu 0,1 % Coomassie brilliantinis mėlis R-250 (2 % konc. fosforo r., 15 % amonio sulfato, 17 % etanolio, 0,1 % Coomassie brilliantinio mėlio) 25 °C temp. nuolat purtant 12 val. Po nudažymo gelis buvo blukintas ultrafiltruotame vandenyje 1–1,5 val. ir nufotografuotas.

4.3.Rezultatai

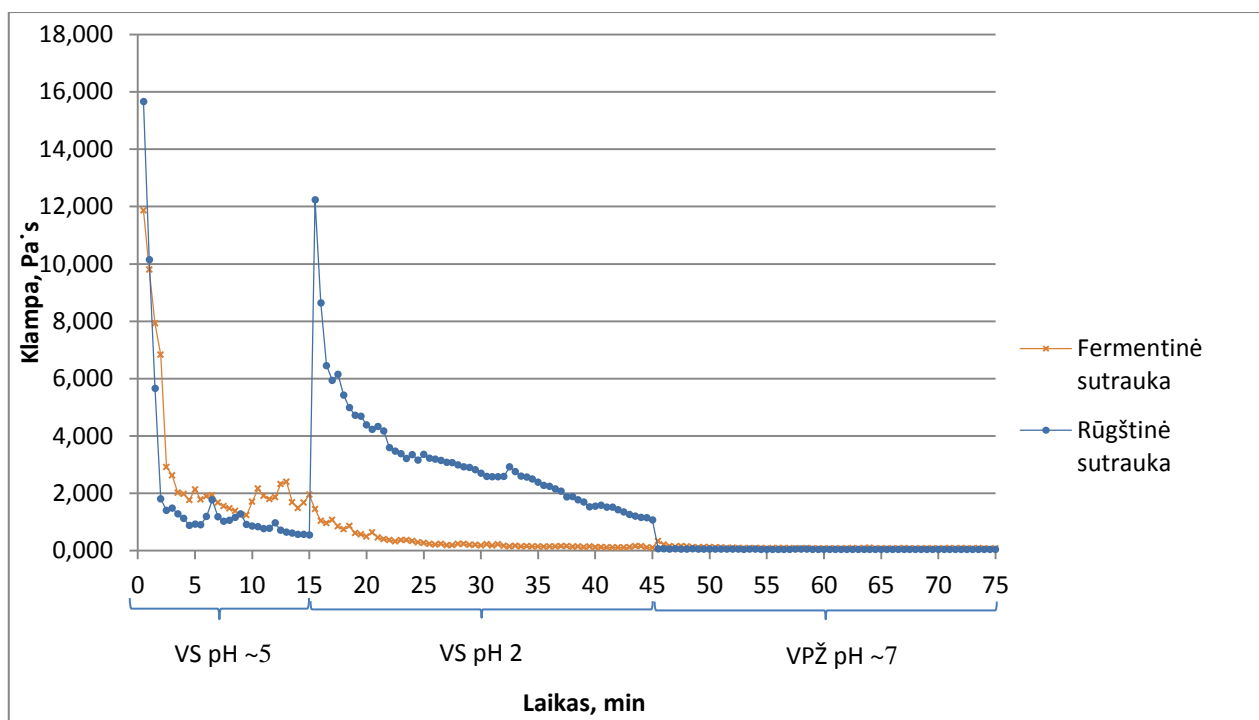
4.3.1.Klampos kitimas virškinimo metu

Vieniems realių skysčių sluoksniams pasislenkant kitų sluoksnių atžvilgiu, tarp jų atsiranda didesnės ar mažesnės trinties jėgos. Skysčių vidinė trintis vadinama klampa. Klampa - tai skysčių savybė priešintis vieno medžiagos sluoksnio pasislinkimui kito sluoksnio atžvilgiu, t.y. tekėjimui. Duomenys apie sutraukų klampą gali suteikti naudingos informacijos apie fermentinės ir rūgštinės sutraukų stabilumo pokyčius virškinimo metu.

Fermentinės sutraukos atveju klampa tolygiai mažėjo viso virškinimo proceso metu (1 pav.). Fermentinė sutrauka buvo palaipsniui ardoma, fermentams hidrolizuojant stambiamolekulinius junginius iki mažos molekulinės masės junginių ir sutrauka palaipsniui prarado struktūrą dėl ko klampa mažėjo. Nustatyta, kad klampa labiausiai sumažėja pirmomis virškinimo skrandyje minutėmis, kai fermentai pradeda skverbtis į bandinio matricą, pradinė sūrio struktūra suardoma. Rūgštinės sutraukos atveju nustatyta kiek kitokia tendencija. Pirmojo etapo metu klampa tolygiai

mažėjo, tačiau sumažinus virškinimo skrandžio etape terpės pH iki 2 15 – ają minutę, nustatytas staigus klamos padidėjimas, kuris tolygiai mažėjo viso virškinimo skrandyje etapo metu, o įpylus žarnų sulčių, klampa staiga sumažėjo ir praktiškai nesikeitė viso virškinimo plonosiose žarnose etapo metu.

Lyginant rūgštinės ir fermentinės sutraukos klamos pokyčius virškinimo metu matome, kad rūgštinės sutraukos klampa (15,667 Pa·s) virškinimo pradžioje buvo didesnė nei fermentinės sutraukos (11,867 Pa·s), tačiau jau antrą virškinimo minutę tampa mažesnė (rūgštinės - 5,660 Pa·s, fermentinės – 7,923 Pa·s). Tai galima paaiškinti tuo, jog rūgštinės sutraukos matrica yra suardoma greičiau. Galima daryti prielaidą, jog varškės sūris žmogaus organizme virškinamas lengviau. Kazeino molekulės rūgštinėje sutraukoje jau yra denatūravusios, todėl jos lengviau veikiamos proteolitinių fermentų. Abiejų sutraukų atveju klampa praktiškai nebekito virškinimo žarnose fazėje ir buvo $0,094 \pm 0,039$ Pa·s.

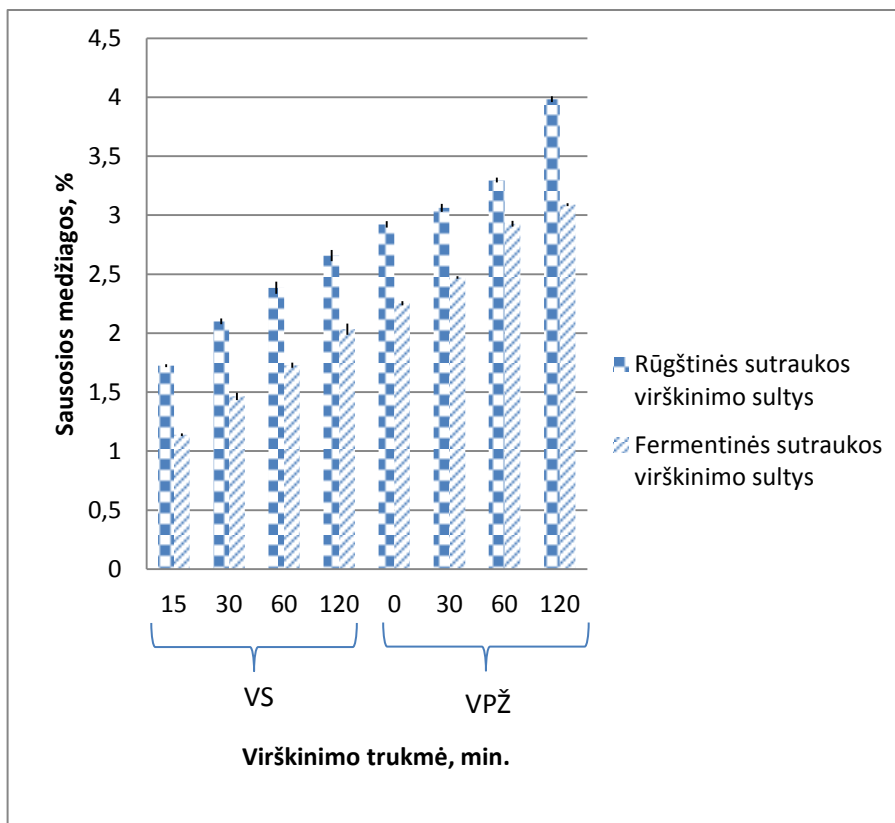


1 pav. Fermentinės ir rūgštinės sutraukos klamos kitimas virškinimo metu

4.3.2. Sausųjų medžiagų kiekio virškinimo sultyse kitimas *in vitro* virškinimo metu

Matuodami sausosios medžiagos kiekio kitimą virškinimo sultyse virškinimo proceso eigoje siekėme nustatyti, kaip fermentų skaldomi stambiamolekuliniai junginiai difunduoja iš virškinamos matricos į virškinimo sultis. Sausųjų medžiagų kiekio didėjimą virškinimo sultyse galima traktuoti kaip pradinio substrato suvirškinimo laipsnio didėjimą.

Sausųjų medžiagų koncentracija virškinimo sultyse tolygiai didėja tiek fermentinės tiek rūgštinės sutraukos virškinimo metu (2 pav.). Matoma, jog rūgštinės sutraukos virškinimo metu sausųjų medžiagų kiekis skirtinguose etapuose yra didesnis už fermentinės sutraukos $0,602 \pm 0,176$ %. Rūgštinės sutraukos sausųjų medžiagų vidutinė procentinė koncentracija virškinimo sultyse nutraukus virškinimo imitavimą – 3,98 %, fermentinės – 3,08 %. Atsižvelgiant į tai, kad rūgštinės sutraukos bandinyje buvo mažiau sausųjų medžiagų (17 lentelė) nei fermentinės, galima daryti prielaidą, jog rūgštinė sutrauka virškinama efektyviau.



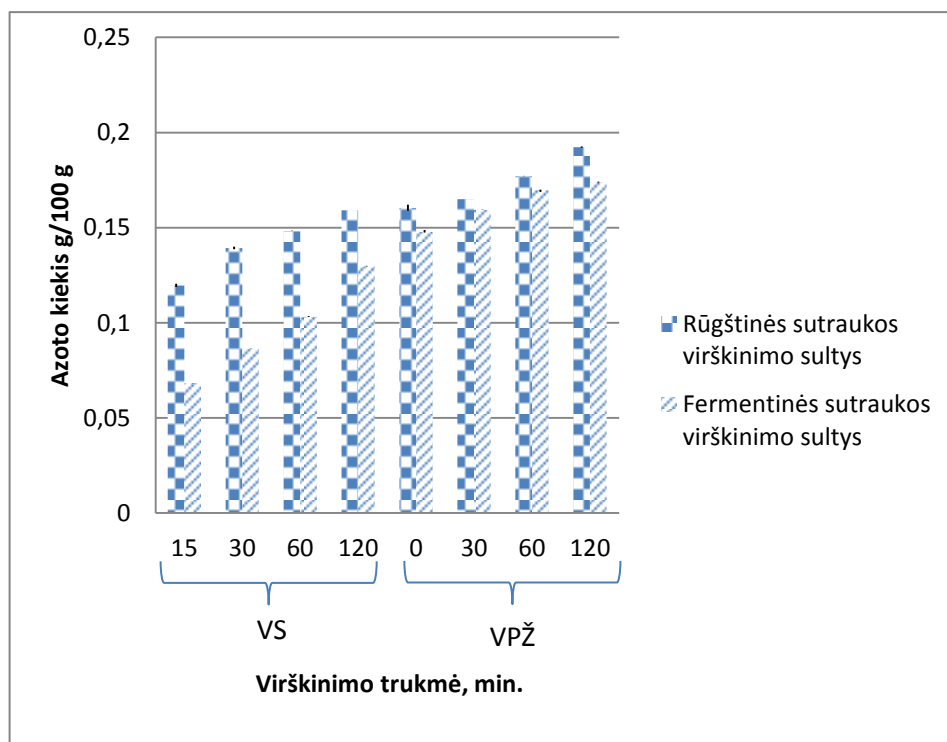
2 pav. Sausųjų medžiagų kiekio didėjimas virškinimo sultyse virškinimo metu

4.3.3. Azotinių medžiagų kiekio didėjimas virškinimo sultyse virškinimo metu

Azotinės medžiagos – įvairūs baltymų skilimo produktai: tiek įvairiamolekulinės masės peptidai tiek aminorūgštys. Kadangi skrandžio sultyse esantis pepsinas bei žarnyno sultyse esantys proteolitiniai fermentai palaipsniui virškina pieno baltymus, azotinių medžiagų koncentracijos virškinimo sultyse didėjimas galėtų būti analogiškas sausųjų medžiagų kiekio didėjimui.

Azotinių medžiagų koncentracijos tolygus didėjimas virškinimo sultyse sutraukų virškinimo metu akivaizdus (3 pav.). Rūgštinės sutraukos virškinimo sultyse, kaip ir tikėtasi, azotinių medžiagų kiekis virškinimo skrandyje metu didesnis nei fermentinės. Paskutiniame virškinimo etape azotinių medžiagų koncentracijos beveik susilygina – rūgštinės sutraukos virškinimo sultyse yra 0,19 g

azoto 100 g, fermentinės sutraukos virškinimo sultyse – 0,17 g azoto 100 g. kadangi rūgštinėje sutraukoje baltymų kiekis buvo mažesnis (18 %) nei fermentinėje (22 %), galima teigti, jog rūgštinės sutraukos baltymai hidrolizuojami sparčiau nei fermentinės.



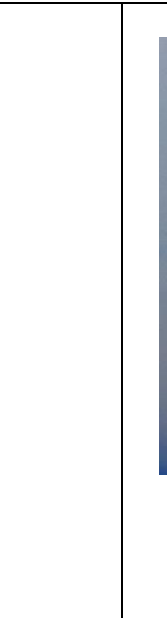







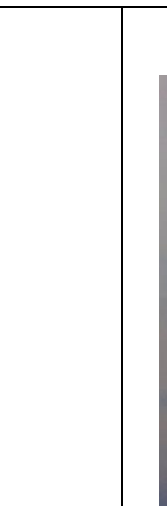


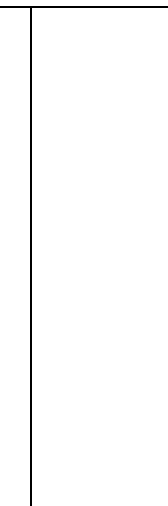




3 pav. Azotinių medžiagų kiekio didėjimas virškinimo sultyse virškinimo metu

4.3.4. Elektroforezės rezultatai

Anksčiau aptartus rezultatus apie azotinių medžiagų išsiskyrimą į virškinimo sultis patvirtina ir šių medžiagų kokybinės analizės rezultatai, gauti elektroforezės metodu. Žinoma, kad kazeino frakcijų molekulinė masė yra $11 \div 25$ kDa [31]. 19 lentelėje matoma, jog virškinimo pradžioje abiejuose bandiniuose vyrauja didesnės molekulinės masės azotiniai junginiai (kazeino frakcijos). Virškinimo žarnose etapo pabaigoje tiek fermentinės tiek rūgštinės sutraukos virškinimo sultyse matomas padidėjęs kiekis mažesnės molekulinės masės (<11 kDa) azotinių junginių (kazeino frakcijos hidrolizės produktų).

19 lentelė. Azotinių junginių molekulinės masės kitimo tendencijos

Mėginys	Azoto kiekis, %							
	Virškinimo skrandyje stadija				Virškinimo plonosiose žarnose stadija			
	15 min	30 min	60 min	120 min	0 min	30 min	60 min	120 min
Fermentinė pieno sutrauka	0,068	0,086	0,103	0,129	0,147	0,159	0,169	0,173
	SDS-PAGE rezultatai							
								
Rūgštinė pieno sutrauka	0,119	0,139	0,148	0,159	0,160	0,165	0,177	0,192
	SDS-PAGE rezultatai							
								

4.4. Išvados

1. Atliktas pieno fermentinės ir rūgštinės sutraukos virškinamumo palyginimas, imituojant virškinimo procesus skrandyje ir plonosiose žarnose *in vitro*, kurio rezultatai gali suteikti naudingos informacijos apie šių sutraukų virškinimo dinamiką žmogaus organizme.
2. Nustatyta, kad pieno rūgštinė sutrauka virškinama intensyviau nei fermentinė sutrauka. Tai parodė spartesnis rūgštinės sutraukos klampos mažėjimas virškinimo metu bei greitesnis sausųjų medžiagų ir azoto medžiagų difundavimas iš virškinamos sutraukos į virškinimo sultis lyginant su fermentine sutrauka.
3. Elektroforezės bandymo rezultatai rodo, jog rūgštinės koaguliacijos ir fermentinės koaguliacijos metu susidariusių gelių virškinamumo tendencijos panašios. Ilgėjant virškinimo trukmei daugėja mažamolekulinių azotinių junginių.

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

Lietuvos pieno perdirbimo įmonėse varškės ir jos produktų gamybai naudojami keturi gamybos būdai:

- Tradicinis rūgštinis būdas voniose: dvisienėse varškės voniose be mechaninių maišyklių arba sūrių voniose su maišyklėmis.
- Mechanizuotas būdas voniose su tinkliniai įdėklais;
- Mechanizuotomis linijomis JA9-OPT;
- Separavimo būdas [5].

Gaminant varškę bet kuriuo būdu svarbiausias etapas yra sutraukos gavimas. Ši operacija atliekama pieną rauginant atitinkamų bakterijų kultūrų raugu, kol gaunama tanki, geru aromatu ir skoniu pasižyminti sutrauka. Pieno baltymų gelis taip pat gali būti formuojamas į rauginamą mišinį įdedant aktyvų proteolitinį fermentą. Sutraukos susidarymo metu vyksta pagrindinio pieno baltymo kazeino struktūriniai pokyčiai, nulemiami cheminių ir biocheminių veiksnių.

Prieš aprašant separuotos varškės gamybos technologinio proceso fizikinius, cheminius ir biocheminius pagrindus, pateikiami duomenys apie pieno baltymus, kurie yra svarbiausia produkto sudedamoji dalis tiek technologiniu tiek maistiniu atžvilgiu.

5.1. Pieno baltymai

Piene baltymų randama vidutiniškai 3,3 %. Pieno baltymai skiriami į dvi pagrindines grupes – kazeinas (80 %) ir išrūgų baltymai (20 %). Jie gerai tirpsta vandenyje ir sudaro koloidinius tirpalus 20 lentelėje nurodyti vidutiniai baltymų frakcijų kiekiai piene. Pieno baltymai turi beveik visas baltymus sudarančias aminorūgštis (išskyrus glutaminą ir aspariginą) (21 lentelė).

20 lentelė. Baltymų procentinė sudėtis [32]

	Kiekis piene, g/l	Kiekis, % (bendro baltymų kiekio)
Bendras baltymų kiekis	33	100
Bendras kazeino kiekis	26	79,5
α s1 kazeinas	10	30,6
αs2 kazeinas	2,6	8,0
β kazeinas	9,3	28,4
κ kazeinas	3,3	10,1
Bendras išrūgų baltymų kiekis	6,3	1,3

20 lentelė. Tęsinys

α -laktoalbuminas	1,2	3,7
β -laktoglobulinas	3,2	9,8
Kraujo serumo albuminas	0,4	1,2
Imunoglobulinai	0,7	2,1
Proteozopeptonai	0,8	2,4

21 lentelė. Aminorūgščių kiekiai baltymuose (g /100 g baltymo) [14]

Aminorūgštis	Pieno baltymai	Kazeinas	Išrūgų baltymai
Nepakeičiamos aminorūgštys			
Fenilalaninas	5,3	5,1	4,2
Izoleucinas	6,2	5,7	7,0
Leucinas	10,4	10,5	11,8
Lizinas	8,3	8,2	,6
Metioninas	2,9	3,0	2,4
Treoninas	4,8	4,4	8,5
Triptofanas	1,5	1,5	2,1
Valinas	6,8	7,0	7,5
Pakeičiamos aminorūgštys			
Glicinas	2,2	2,1	3,5
Histidinas	2,8	3,0	2,4
Alaninas	3,7	3,1	5,5
Argininas	3,6	4,1	3,3
Asparto rūgštis	8,2	7,0	11,0
Cisteinas	0,8	0,3	3,0
Glutamo rūgštis	22,8	23,4	15,5
Prolinas	10,2	12,0	4,4
Serinas	5,8	5,5	5,5
Tirozinas	5,4	6,1	4,2

Pieno išrūgų baltymai nepakeičiamų aminorūgščių atžvilgiu yra vertingesni už kazeiną. Juose 10÷20 kartų daugiau sieros turinčių aminorūgščių. Globuliniams išrūgų baltymams būdinga α spiralinė polipeptidinių grandinių konfigūracija. Išrūgų baltymų izoelektrinis taškas kai pH 3.5 - 5.2, esant terpės pH 4,6 (kazeino izoelektrinis taškas) išrūgų baltymai nenusėda, todėl gaminant varškę lieka išrūgose. Išrūgų baltymai, ypač α -laktoalbuminas, yra šliužo fermentui atsparūs baltymai [5].

Kazeinas yra pagrindinis pieno baltymas, tipiškas fosfoproteidas, kuriame fosfatinės grupės esterine jungtimi sujungtos su aminorūgšties serino radikalais. Per šias fosfatinės grupes tarp kazeino submicelių susidaro kalcio fosfato tilteliai ir formuojasi kazeino-kalcio-fosfato kompleksas. Formuojantis kazeino molekulei, jos paviršiuje išsidėsto įvairios funkcinės grupės, kurios sąlygoja kazeino elektrinį krūvį, hidropolines savybes, cheminę sąveiką su kitais junginiais. Kazeinui būdingos labai ryškios hidrofiliškos savybės. Veikiant elektrostatinėms tarpusavio sąveikos jėgoms tarp polinių baltymų grupių ir vandens molekulės dipolių, pastarieji prisijungia prie jonizuotų kazeino grupių. Vykstant kazeino hidratacijai aplink baltymų molekulę, susidaro hidrostatinis apvalkalėlis, kuris apsaugo ir stabilizuoja baltymus. Hidrofiliškos kazeino savybės priklauso nuo jo struktūros, elektrinio krūvio, aplinkos pH ir kitų veiksnių [5].

Kazeino frakcijos (α_{s1} , α_{s2} , κ , β , γ) skiriasi tarpusavyje aminorūgščių kiekybine bei kokybine sudėtimi (22 lentelė), jautrumu Ca^{2+} jonams, hidrofobiškumu. α_{s1} , α_{s2} kazeinai koaguluoja paveikus maža Ca^{2+} koncentracija, pasižymi hidrofobiškumu, β kazeinas – amfifilinis baltymas, beveik nejautrus Ca^{2+} jonams. κ kazeinas – atspariausias Ca^{2+} jonų poveikiui, stabilizuoja kitas kazeino frakcijas, hidrofilinis [32].

22 lentelė. Kazeino savybės [5]

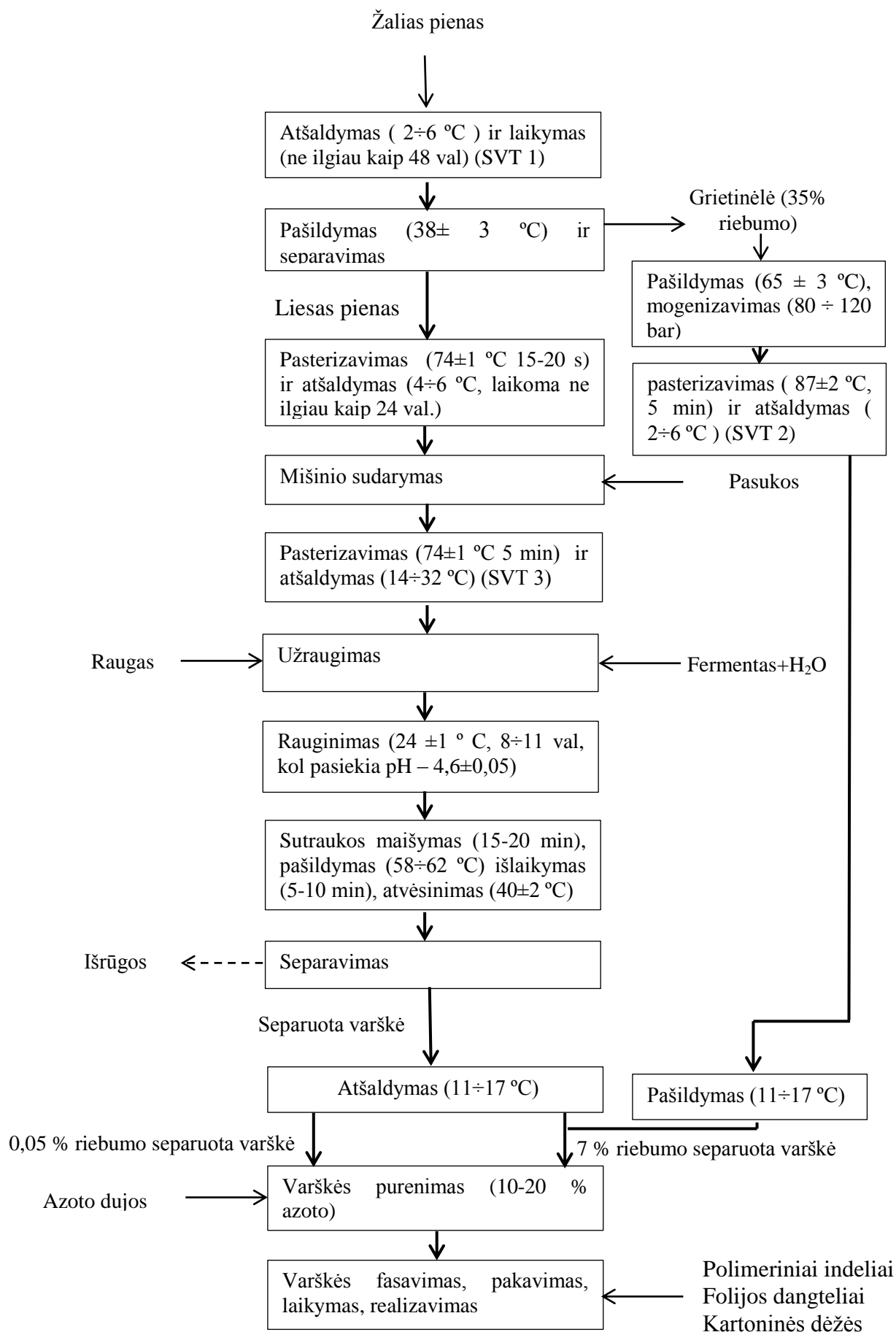
Rodiklis	Kazeinas			
	α_{s1}	β	κ	γ
Kiekis, % (bendro baltymų kiekio)	45÷55	25÷35	8÷15	3÷7
Molekulinė masė, vnt.	22000÷24000	24000	19000	12000÷21000
Izoelektrinis taškas	4,1	4,5	4,1	5,8÷6,0

5.2. Technologinės separuotos varškės gamybos operacijos

Pagrindinės technologinės operacijos, atliekamos gaminant separuotą varškę yra šios:

- žaliavų ir pagrindinių medžiagų priėmimas;
- pieno pašildymas, separavimas, nugriebto pieno ir pasukų mišinio pasterizavimas ir atšaldymas;
- mišinio užraugimas, fermento įdėjimas, rauginimas;
- sutraukos maišymas, pašildymas;
- sutraukos ataušinimas, separavimas, išrūgų atskyrimas, varškės atšaldymas;
- grietinėlės paruošimas, įpylimas;
- purenimas;
- varškės fasavimas, pakavimas, laikymas, realizavimas.

Šie etapai pavaizduoti separuotos varškės gamybos technologinėje schemoje (4 pav.).



4 pav. Separuotos varškės gamybos technologinė schema

5.2.1. Žaliavos ir pagrindinių medžiagų priėmimas

Pienovežiu į įmonę atvežamas pieno gaminių gamybai skirtas žalias pienas, kurio temperatūra, nuo pieno patekimo į supirkimo punktą iki atvežimo į įmonę, nebuvo aukštesnė kaip 10 °C. Įmonės laboratorijoje patikrinama pieno kokybė. Atitinkanti reikalavimus žaliava sukaupiama talpyklose, prieš tai nufiltravus, nustačius tūrį, ir atšaldžius iki ne aukštesnės nei +6 °C temperatūros.

Separuotos varškės gamybai naudojamas pasterizuotas lieso pieno ir pasukų mišinys. Liesas pienas mišiniui paruošiamas taikant įprastines pirmines pieno apdorojimo operacijas. Žalias pienas pirmiausia filtruojamas. Filtravimu vadinamas mechaninis procesas, kurio metu iš skysčių arba dujų filtru atskiriamos kietos dalelės. Pieno gaminių technologijose naudojami metaliniai filtrai, kurių skersmuo – 0,3 mm. Valymui skirtas pienas į filtrą tiekiamas siurblio sudarytu slėgiu [5].

Atskyrus mechanines priemaišas pienas siurbliu tiekiamas pro debitomatį, kuriame nustatomas pieno tūris, į šaldytuvą. Atšaldymas reikalingas pieno baktericidinei fazei prailginti. Sveikos karvės natūraliame ir mikrobiologiniu požiūriu švariame piene yra minimalus mikroorganizmų kiekis. Aseptinėmis sąlygomis gauto pieno, t.y. stropiai dezinfekuojant karvės tešmenį ir naudojant sterilią melžimo aparatūrą, 1 mililitre būna iki 5 tūkstančių mikroorganizmų. Tokio pieno pagrindinę mikrofloros dalį sudaro mikrokokai, psichrotrofinių bakterijų (pagrindinis atstovas – *Pseudomonas fluorescens*) jame būna mažai, o žarnyno mikrofloros (pagrindinis atstovas *E. Coli*) dar mažiau (ne mažiau kaip viena viename mililitre). Kurį laiką šie natūralaus pieno mikroorganizmai ir iš aplinkos patekus mikroflora šviežiame piene nesidaugina ir nesivysto. Baktericidinės fazės trukmė priklauso nuo pieno kokybės ir laikymo temperatūros; baktericidinę fazę galima prailginti pienu šaldant (23 lentelė) [5].

23 lentelė. Pieno baktericidinės fazės trukmės priklausomybė nuo temperatūros [5]

Temperatūra, °C	37	30	16÷18	13÷14	10	5	0
Trukmė, val.	2,0	2,3	7,6	18	24	36	48

Pagrindinės baktericidinės medžiagos, randamos ką tik pamelžtame piene yra baltyminės kilmės: imunoglobulinai, laktoferinas, laktoperoksidazė, lizocimas, N-acetil-β-D-gliukozaminazė. Jų kiekiai piene svyruoja priklausomai nuo karvių sveikatos būklės, amžiaus [33]. 24 lentelėje nurodyti paminėtų antimikrobinių medžiagų baktericidinio veikimo principai bei apytikslės koncentracijos karvių piene.

24 lentelė. Antimikrobinės medžiagos karvių piene [34, 35]

Medžiaga	Vidutinė koncentracija, g/l	Veikimo principas	Veikiami mikroorganizmai
Laktoferinas	0,2	Suriša mikroorganizmų augimui reikalingą geležį	Gram neigiamos koliforminės bakterijos, gram teigiamos, tokios kaip <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Bacillus species</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> ir kt. neveikia organizmui naudingų <i>Bifidobacterium</i> ir <i>Lactobacillus</i> rūšių bakterijų
Laktoperoksidazė	0,03	Pati laktoperoksidazė antimikrobinė savybių neturi, tačiau kartu su vandenilio peroksidu ir tiocionatu sudaro stiprią apsauginę sistemą, kuri pagrįsta bakterijoms gyvybiškai svarbių fermentų gamybos slopinimu	Įvairios patogeninės bakterijos, įskaitant <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Clostridium perfringens</i> (B, C ir D tipų) ir <i>Clostridium tyrobutyricum</i> , <i>E. coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> ir kt.
Lizocimas	0,12	Suardomos mikroorganizmų sienelės, nutraukiant glikozidinius ryšius tarp jas suarančių peptidoglikanų.	Lizuojamos <i>E. Coli</i> lazdelės veikiant kartu su imunoglobulinu A, salmonelės, esant askorbo rūgšties ir peroksido. Neigimai veikia bakterijų sporų vystimasi
N-acetil-β-D-gliukozaminazė	0,03	Veikia kaip inhibitorius kai kurių mikroorganizmų augimui. Veikliausias, kai tešmens audiniai pažeisti nuo mastito sukėlėjų	<i>Actionmyces pyogenes</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Strepto-coccus agalactiae</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ir kt.

Separuotos varškės gamybai naudojamos pasterizuotos, ne žemesnėje kaip 74 °C temperatūroje išlaikant 15-25 sekundes, atšaldytos iki 2÷6 °C temperatūros pasukos, gautos mušant saldžios grietinėlės sviestą. Pasukos iš sviesto skyriaus siurbliu tiekiamos į separuotos varškės gamybos skyrių, laikomos talpyklose ne ilgiau kaip 24 valandas.

Raugas ir fermento preparatas į įmonę atvežami ir laikomi gamintojo nurodytomis sąlygomis.

5.2.2. Pieno pašildymas, separavimas, nugriebto pieno ir pasukų mišinio pasterizavimas ir atšaldymas

Liesa separuota varškė gaminama iš pasterizuoto lieso pieno, kuris gaunamas separuojant žalią pieną. 7 % riebumo separuotai varškei gaminti panaudojama žalio pieno separavimo metu gauta 35 % grietinėlė.

Pieno pašildymui, separavimui, pasterizavimui naudojama mechaninio-šiluminio apdorojimo linija, kurioje pienas tolygiai šildomas regeneravimo principu, pasterizuojamas ir tolygiai atšaldomas iki reikalingos tolimesnio apdorojimo temperatūros.

Separavimas taikomas pieno lipidams atskirti nuo pieno plazmos. Pieną separuojant gaunamos dvi fazės:

- liesas pienas. Minimalus lieso pieno riebalų kiekis turi būti 0,05 %;

- grietinė. Tai pieno riebalų emulsija pieno plazmoje, stabilizuota pieno baltymais ir fosfolipidais. Optimalus grietinės riebumas - 35÷42 %.

Pieno išcentrinio apdorojimo (separavimo) optimali temperatūra yra 35-42 °C. Tokioje temperatūroje sumažėja pieno klampis, pagerėja lipidų mažų rutulėlių agregavimasis, padidėja skirtumas tarp pieno plazmos ir lipidų tankio. Visa tai padidina fazių perskyrimo efektyvumą. Separuojant šaltą pieną (10-20 °C temperatūroje), mažėja proceso našumas ir efektyvumas, o aukštesnėje temperatūroje (60-75 °C) ima tirpti piene esančios makro- ir mikroприємišos [5]. Dėl šių priežasčių prieš separavimą žalias pienas yra pašildomas iki 38±3 °C temperatūros.

Separavimo metu gautas liesas pienas ir grietinėlė pasterizuojami. Pasterizacija – šiluminio apdorojimo procesas, apsaugantis nuo patogeninių mikroorganizmų keliamų pavojų. Jos tikslas – sunaikinti žalio pieno patogeninius mikroorganizmus arba jų kiekį sumažinti iki sveikatai nepavojingo lygio. Pasterizavimo efektyvumas priklauso nuo kaitinimo temperatūros ir trukmės. Pasterizuojant ne tik naikinama mikroflora, bet pakinta ir cheminė pieno sudėtis bei fizikinės jo savybės. Kuo aukštesnė kaitinimo temperatūra ir ilgesnė trukmė, tuo žymesni pieno sudėties (daugiausiai baltymų ir druskų) pokyčiai. Patogeniniai pieno mikroorganizmai sunaikinami tokiais režimais: 71,7 °C temperatūroje išlaikant 15 sekundžių arba 62,7 °C temperatūroje išlaikant 30 minučių (nustatyta pagal atspariausią šilumai patogeninį mikroorganizmą *Mycobacterium tuberculosis*). Pasterizuoto pieno fosfatazės reakcija turi būti neigiama, o peroksidazės teigiama [36]

Minimalus ekvivalentinis baktericidinis temperatūros ir laiko kombinacijos efektas priklauso nuo produkto tipo, sausųjų medžiagų, riebalų kiekio, klamos. Daugiau sausųjų medžiagų ar riebalų turinčių produktų pasterizavimo režimai privalo būti griežtesni nei pieno. Grietinei ir pienui taikomi tokie pasterizacijos režimai (25 lentelė) [36]:

25 lentelė. Pieno ir grietinėlės pasterizacijos režimai [36]

Produktas	Pieno pasterizacijos režimai	
	Temperatūra, °C	Laikas, s
Liesas pienas	72-75	20
Grietinėlė, 35 % riebumo	85-87	15-30

Separuotos varškės gamybai paruošiamas mišinys iš lieso pieno ir pasukų. Mišinys pasterizuojamas 74 °C temperatūroje 5 min, antro šiluminio apdorojimo metu siekiama ne tik sunaikinti nepageidaujamą mikroflorą (likusias ar pakartotinai atsiradusias patogenines bakterijas bei kultūras, galinčias daugintis ir sukelti rūgimą, slopinti raugo bakterijų veiklą mišinio rauginimo metu) bet ir pakeisti mišinio komponentų fizikinę būklę. Šie pokyčiai turi įtakos raugintų gaminių konsistencijai, maistinei vertei. Vienas svarbiausių procesų įvykstančių pieno kaitinimo metu – išrūgų baltymų nusėdimas ant kazeino micelių.

Gaminant varškę rūgštiniu būdu pH nukritus iki 4,6, išrūgų baltymai nekoaguliuoja ir lieka išrūgose. Siekiant, kad varškėje liktų kuo daugiau baltymų, jie nusodinami prieš rauginimą, pieno mišinio terminio apdorojimo metu. Išrūgų baltymams būdinga α spiralinė polipeptidinių grandinių konfigūracija šildant pieną suardoma – nutraukiamos vandenilinės ir kitos α spiralinę konfigūraciją fiksuojančios nedidelė energijos jungtys, išsiskiria polipeptidinės grandinės ir tarp šių baltymų molekulių formuojasi naujos jungtys. Susidaro labai smulkios baltymų dalelės, kurios su kalcio fosfatu nusėda ant kazeino micelių [37].

Denatūruojantis išrūgų baltymams, jų micelių paviršiuje atsiranda laisvų funkcinų grupių (cisteino SH grupės, lizino ϵ aminogrupės, serino OH grupės ir kt., kurios pasidaro aktyvios ir keičia pieno savybes. Laisvos SH grupės slopina pieno oksidacinius procesus, mažina pieno oksidacinį-redukcinį potencialą, formuoja šildomo pieno (pasterizavimo) prieskonį [5].

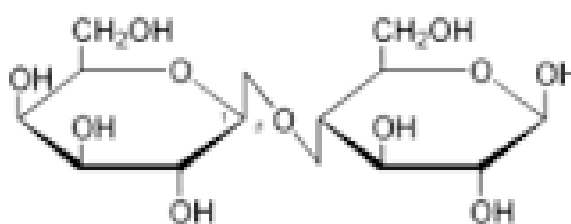
5.2.3. Mišinio užraugimas, fermento įdėjimas, rauginimas

Separuota varškė gaminama iš kondensacinės-koaguliacinės pieno mišinio sutraukos, kuri gaunama pieną traukinant fermentu ir rauginant atitinkamų pienarūgščių bakterijų raugu. Fermento dedamas kiekis – 2-4 g 1100 IMCU/g aktyvumo fermento 1 tonai rauginamo mišinio. Sukeliamas dalinis kondensacinis kazeino nusodinimas. Pagrindinį vaidmenį separuotos varškės gamybai skirtos sutraukos formavime atlieka pienarūgštės bakterijos (0,02 – 0,05 % mišinio masės sauso raugo) - produkuodamos pieno rūgštį sumažina terpės pH iki kazeino izoelektrinio taško (pH 4,6), gaunama koaguliacinė pieno sutrauka. Fermentinė – rūgštinė sutrauka pasižymi tvirtumu, lengvu išrūgų išskyrimu, pienarūgščių bakterijų išskirtų junginių suformuotu skoniu ir kvapu.

Rūgimas – organinių junginių (daugiausiai angliavandenių) biologinis skilimas, sukeltas raugų mikroorganizmų išskiriamais fermentais. Raugų mikroflora patekusi į rauginamą substratą, tinkamomis sąlygomis (aerobinėmis arba anaerobinėmis, esant optimaliai temperatūrai) greitai dauginasi ir sukelia rūgštinį arba alkoholinį rūgimą [10].

Pieno ir pasukų mišinio rauginimui naudojami mezofiliniai raugai yra sukomponuoti iš keleto pienarūgščių bakterijų kamienų, ir kiekvienas kamienas atlieka specifinį vaidmenį galutinio produkto konsistencijos ir skonio bei aromato formavime. Raugų mišiniuose dominuoja *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* ir *L. lactis* subsp. *cremoris* kamienai. Abu kamienai laktozę daugiausiai raugina į pieno rūgštį. Šie skonio bei aromato junginių beveik neišskiriantys kamienai vadinami "O tipo" raugais. *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* yra vienas iš skonio bei aromato junginius išskiriančių kamienų. Kamienai, priklausantys šiam porūšiui, raugina citratus ir išskiria skonio bei aromato junginius – egzopolisacharidus, diacetilą, etanolį, acetatą ir CO₂. Šis komponentas paprastai žymimas "D". *Leuconostoc* subsp. kamienai žymimi "L". Priklausomai nuo raugo sudėtyje esančių aromatą formuojančių kamienų tipo, raugai žymimi D, L ar DL [38].

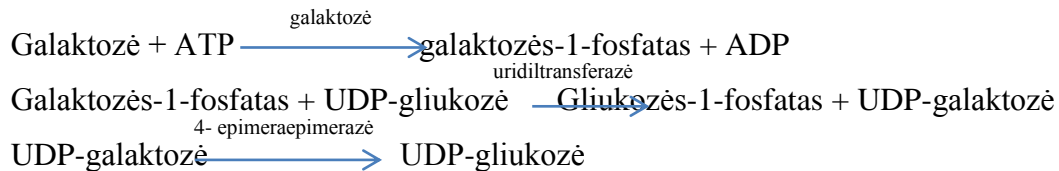
Pagrindinis mikroorganizmų metabolizuojamas substratas – laktozė (5 pav.). Laktozė pieno plazmoje yra ištirpusi 1,0-1,5 nm dydžio dalelėmis ir būna dviejų formų (pagal –OH grupės padėtį prie pirmojo anglies atomo gliukozėje: α (lydymosi temperatūra 223 °C) ir β (lydymosi temperatūra 252 °C) bei laisvos α -laktozės monohidrato formos (lydymosi temperatūra 202 °C). Nedideli laktozės kiekiai yra susijungę su kitais pieno angliavandeniais ir baltymais. Laktozė turi laisvą hidroksilą, todėl pasižymi redukuojančiomis savybėmis [10].



5 pav. Laktozė

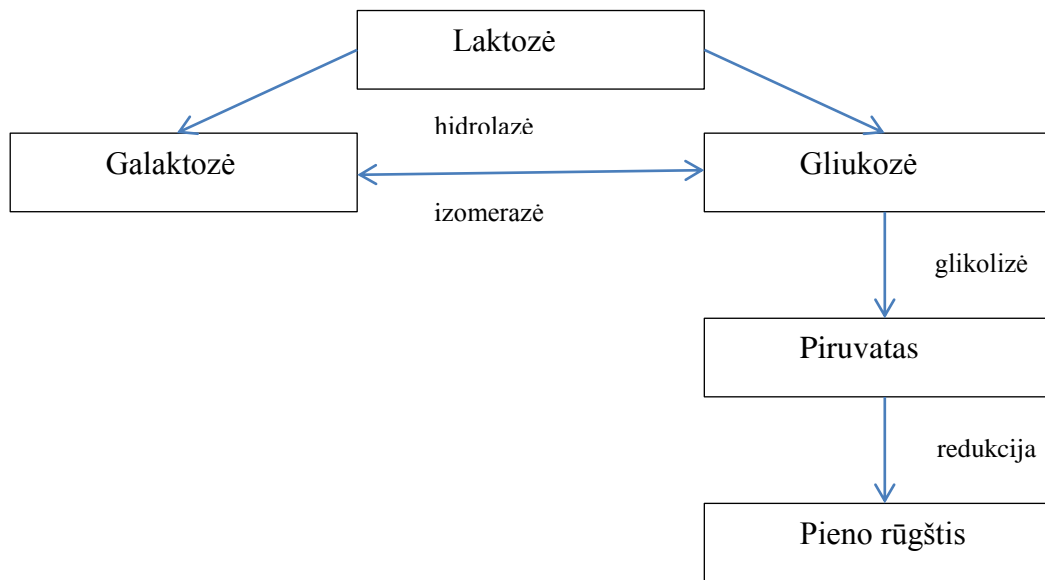
Hidrolizuojant laktozę susidaro D-galaktozė ir D-gliukozė. Laktozėje jos susijungia β -(1→4)-glikozidiniu ryšiu. Laktozės hidrolizę katalizuoja laktazė (pieno ar raugo bakterijų, mielių, pelėsinų grybų išskiriama laktazė vadinama β galaktozidaze) [39].

Laktozės hidrolizė yra pirmas rūgimo etapas. Tolimesniame rūgimo procese dalyvauja tik monosacharidas gliukozė, galaktozė tiesiogiai rūgimo procese nedalyvauja. Veikiant fermentui galaktozės-kinazei, monosacharidas galaktozė pereina į galaktozės-1-fosfatą, o šis, veikiant fermentui uridiltransferazei, izomerizuojasi į gliukozės-1-fosfatą. Veikiant fermentui 4-epimerazei, iš UDP-galaktozės susidaro UDP-gliukozė. Šis procesas vyksta pagal šią schemą:



Tolimesnis gliukozės rūgimas iki piruvato susidarymo vyksta anaerobiniu glikolizės būdu. Piruvato kitimas priklauso nuo pieno raugų mikrofloros išskirtų fermentų specifinio veikimo ir nuo aplinkos sąlygų. Galutiniai rūgimo produktai yra organinės rūgštys (pieno rūgštis, propiono rūgštis, acto rūgštis ir kt.), alkoholiai (etanolis), CO₂ dujos, H₂O bei kiti skonį ir kvapą formuojantys junginiai [10].

Žemiau pateikiama apibendrinta pieno rūgšties iš laktozės susidarymo schema:



6 pav. Pieno rūgšties susidarymo schema

Didėjant terpės vandenilio jonų koncentracijai ir artėjant prie kazeino izoelektrinio taško (maždaug jau nuo pH 5,2÷5,3), tarpusavyje susidurdamos kazeino micelės pradeda disperguotis ir sudaryti vandenyje netirpius, panašius į siūlus agregatus. Toliau artėjant prie kazeino izoelektrinio taško (pH 4,6÷4,7), agregavimosi procesai vyksta sparčiau ir pieno masėje susiformuoja erdvinis pieno baltymų tinklas. Šio tinklo kilpelėse įterpta dispersinė aplinka su visomis joje esančiomis pieno sudedamosiomis dalimis (išrūgų baltymais, lipidais, vitaminais, mineralinėmis medžiagomis ir kt.) [5].

Kazeino izoelektrinis taškas pasiekiamas kai terpėje susidaro vienodas teigiamų ir neigiamų krūvių kiekis. Tokioje aplinkoje vyksta baltymų makromolekulių konformaciniai pokyčiai, micelių viduje esančių organinių kalcio ir fosforo junginių tirpumas sumažėja, organinio kalcio-kazeino kompleksas demineralizuojasi, micelinė struktūra suyra [32].

Pagal kazeino micelių tarpusavio jungčių pobūdį rūgštinė pieno sutrauka yra koaguliacinės struktūros. Koaguliacinės struktūros dalelės palaikomos tarpmolekulinių jėgų, tarp dalelių yra ploni disperguotos medžiagos sluoksniai, ir todėl struktūra yra elastinga, plastiška. Koaguliacinėms struktūroms būdingi tiksotropijos, t.y. suardytos struktūros atsinaujinimas ir sinerezės – savaiminio sutraukos sutankėjimo, t.y. gelio suspaudimo ir dispersinės aplinkos išsipresavimo iš jos reiškiniai. Rūgštinės kazeino sutraukos reologinės ir struktūrinės savybės (elastingumas, plastiškumas, stangrumas, tamprumas, klampumas, pajėgumas išskirti išrūgas ir kt.) priklauso nuo raugų sudėties ir savybių, pieno sudėties ir savybių, jo šiluminio apdorojimo režimo, baltymų koaguliacijos būdo ir trukmės bei kitų veiksnių [5].

Separuotai varškei gaminti naudojamas mezofilinis raugas, taigi pienas rauginimo talpoje pašildomas iki 24 ± 1 °C. Pieno ir pasukų mišinį užraugus, jis 15 – 20 minučių maišomas, kad raugo mikroflora tolygiai pasiskirstytų.

Į rauginamą mišinį įdedama traukinančio fermento, jis ruošiamas 1 dalį fermento ištirpinant 50 dalių virinto atvėsint vandens. Fermento sukelta dalinė kazeino kondensacinė koaguliacija suteikia sutraukai tvirtumo.

Chimozinas suskaldo κ kazeino silpniausią peptidinę jungtį tarp 105 – oje padėtyje esančio fenilalanino ir 106 – oje metionino, atskirdamas hidrofobinį parakazeiną ir hidrolitinį gliukomakropeptidą. Atskilęs gliukomakropeptidas pasižymi stipriomis hidrofilinėmis savybėmis, įkrautas neigiamai. Micelių hidratatinis apvalakalėlis iš dalies suyra, dalelių atostūmio jėgos labai sumažėja ir dispersinė sistema pasidaro nestabili. Micelės pradeda agreguotis, sudarydamos erdvinę struktūrą. Ca^{2+} jonams jautrios frakcijos koaguliuoja, jungiasi tarpusavyje fosfatų – kalcio tilteliais [32].

Rauginimo pabaiga nustatoma matuojant rauginamo mišinio pH. Kai pH pasiekia 4,6, – rauginimas stabdomas maišant, esant būtinumui sutrauka gali būti atšaldyta iki ne mažiau 19 °C temperatūros. Naudojant parinktą raugą rauginimo procesas trunka 9-10 val.

5.2.4. Sutraukos maišymas, pašildymas

Gauta reikiamo rūgštingumo sutrauka maišoma nuolat, maišyklės greitis keičiamas. Pirmas 15 minučių maišoma greitai, po to maišyklės sukimosi greitis mažinamas, siekiant apsaugoti sutrauką nuo oro įplakimo. Maišymas turi užtikrinti sutraukos vienalytę konsistenciją. Maišymo metu suardomas sutraukos erdvinis tinklas.

Gerai išmaišyta sutrauka siurblio sudarytu slėgiu nukreipiama į šildytuvą, kuriame pašildoma iki 58-62 °C temperatūros, po to į vamzdinį išlaikytuvą, kuriame išlaikoma 5-10 min ir atšaldoma iki separavimo temperatūros (38-42 °C). Šildymo metu formuojasi varškės grūdeliai atsiskiriant

išrūgoms, nuo šio etapo priklauso galutinio produkto drėgmė. Šildymo metu žūva apie 90 % raugo mikrofloros [3].

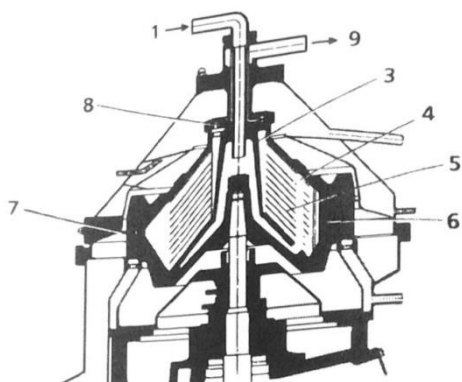
5.2.5. Sutraukos ataušinimas, separavimas, išrūgų atskyrimas, varškės atšaldymas

Sutrauka atvėsta iki separavimo temperatūros išlaikytuve. Separatoriai naudojami skysčiams iš jų mišinio atskirti arba tam tikrai medžiagai iš skysčių mišinių išskirti. Besisukančiame separatoriaus būgne susidaro išscentrinė jėga. Veikiant išscentrinei jėgai, per trumpą laiką atskiriamos išrūgos ir varškė. Dalelės, kurių tankis didesnis koncentruojasi šonuose (separuota varškė, tankis – 1,03 g/cm³), o kurių tankis mažesnis – arčiau būgno vidurio (išrūgos, tankis – 1,02 g/cm³). Norint gauti geriausią separuotos varškės išeią, svarbiausia parinkti optimalų būgno apskukų skaičių. Jis priklauso nuo separuojamos medžiagos cheminių ir fizikinių savybių, tokių kaip temperatūra, skystų ir neskystų dalelių kiekis.

Separavimo procesas separatoriuje (7 pav.) vyksta kaip parodyta 7 paveiksle.

Vienalytė sumaišyta mišinio sutrauka padavimo kanalu tiekama į įrenginį (1), iš kurio per skirstytuvą (3) patenka į lėkštės paketo (5) kilimo kanalus (4), kuriuose masė paskirstoma tarp įvairių lėkštės vietų. Lėkštės pakete išscentrinė jėga atskiria išrūgas ir varškę. Užpildytuvai (6) trukdo varškės segmentams susidaryti tarp purkštuvų. Purkštuvai (7) – nuolat perdeda varškę į koncentrato gaudytuvą. Varškė, pratekėjusi pro purkštuvų galvutes tampa vienalytė. Išrūgos teka vidiniais disko tarpais. Atskiriant išrūgas dėl griebtuvų (8) nesusidaro putos, jos siurblio sudarytu slėgiu pro atvamzdį (9) tiekiamos į sukauptimo talpą (iš sukauptimo talpos nukreipiamos į šaldytuvą, atšaldomos iki ne aukštesnės kaip 10 °C temperatūros)

Varškė šaldytuve atšaldoma iki 11÷ 17 °C temperatūros – sustabdoma pienarūgščių bakterijų veikla, formuojasi varškės tekstūra.



7 pav. Varškės separatoriaus principinė schema

5.2.6. Grietinėlės paruošimas, įpylimas

7 % riebumo varškei pagaminti naudojama 35 % grietinėlė, kuri gaunama separuojant žalią pieną, atitinkantį superkamam pienui keliamus reikalavimus. Grietinėlė homogenizuojama 80 ÷ 120 bar slėgiu, siekiant susmulkinti riebalų rutulėlius, kad jie tolygiai pasiskirstytų ir nesisluoksniuotų galutiniame gaminyje. Iki homogenizavimo temperatūros (65 ± 3 °C) grietinėlė pašildoma antroje plokštelinio grietinėlės pasterizatoriaus sekcijoje. Mechanškai apdorota grietinėlė pasterizuojama 87 ± 2 °C temperatūroje, siekiant sunaikinti žalingą mikroflorą, išlaikoma 5 min ir atšaldoma iki 6 °C. Prieš supylimą į liesą separuotą varškę grietinėlė pašildoma iki produkto temperatūros - $11 \div 17$ °C. Vienodų temperatūrų ingredientai išsimaišo geriausiai, produktas nesisluoksniuoja.

5.2.7. Purenimas

Purenimas – tai procesas, kurio metu padidinamas produkto tūris. Produktas yra maišomas, maišymo metu į jį tiekiamos azoto dujos (aeravimas). Azoto dujos naudojamos varškės gaminių purenimui, nes yra inertiškos, nekeičia gaminio skonio ir kvapo, nesukelia oksidacijos procesų, kurie būdingi riebalų turintiems produktams. Proceso metu įplakama azoto tiek, kad tūris padidėtų 10÷20 %. Separuota varškė tampa puri, lengva, švelnesnė ir teplesnė [40].

5.2.8. Varškės fasavimas, pakavimas, laikymas, realizavimas

Separuota varškė fasuojama į hermetinius polimerinius indelius, kurie skirti liestis su maistu. Prieš dozuojant į indelius produktą, jie dezinfekuojami, siekiant išvengti gaminio gedimo laikymo metu. Dezinfekuojama įpurškiant 3 % H₂O₂ tirpalą ir džiovinant 100÷140 °C temperatūroje. Indelių džiovinimo ir kaitinimo operacijose naudojamas sterilus oras, kuris gaunamas filtruojant orą hepafiltrais. Taip iš oro pašalinamos visos bakterijos, mielės, pelėsiniai grybai, virusai. Indeliai užklįjuojami folija, kuri sterilizuojama UV spinduliuote.

Pagal Europos parlamento ir tarybos reglamento (ES) Nr. 1169/2011 dėl informacijos teikimo apie maistą vartotojams, reikalavimus ant pakuotės žymima: maisto produkto pavadinimas (Separuota varškė su pasukomis, liesa, arba separuota varškė su pasukomis, 7 % riebumo); sudedamųjų dalių sąrašas, prieš kurį nurodyto žodžiai „sudedamosios dalys“, kuriame nurodytos visos maisto produkto sudedamosios dalys pagal svorį mažėjančia tvarka (nugriebtas pienas, pasukos, grietinėlė, pieno rūgšties bakterijų raugai); pažymimos alergizuojančios medžiagos (nugriebtas pienas, pasukos); nurodomas maisto produkto grynasis kiekis (180 g); minimalus tinkamumo vartoti terminas „Tinka vartoti iki ... (data)“; visos specialios laikymo ir vartojimo sąlygos (Laikyti (0 ... +6 °C) temperatūroje); įmonės pavadinimas ir adresas; vartojimo instrukcija, jei be jos būtų sudėtinga teisingai vartoti maisto produktą („Rekomenduojama prieš vartojant

išmaišyti“); maistingumo deklaracija (Maistingumas 100g: energinė vertė; riebalų, iš kurių sočiųjų riebalų rūgščių; angliavandenių, iš kurių cukrų; baltymų; druskos*. *-Druskos kiekį nulemia natūraliai produkte esantis natriis.) [41].

Pirminės pakuotės su varške sudedamos į antrines pakuotes – kartonines dėžes, po 6 vienetus, nukreipiamos brandinimui ir šaldymui. Varškė turi būti atšaldyta iki ne daugiau kaip 6 °C ne ilgiau kaip per 48 valandas. Varškė sandėliuojama, iš sandėlių gabenama visų rūšių transportu, palaikant žemą temperatūrą (ne daugiau kaip 6 °C). Pakuojant ir kraunant leidžiami trumpalaikiai temperatūros svyravimai ne daugiau kaip 3 °C [42]. Maisto produktai turi būti laikomi ir gabenami sąlygomis, atitinkančiomis bendruosius higienos reikalavimus [43].

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

Kiekviena maisto perdirbimo įmonė privalo turėti parengtas, įdiegtas ir veikiančias programas, kuriose numatytos sąlygos, priemonės ir elgsenos taisyklės, užkertančios kelią biologinei, cheminei ar fizinei taršai, užtikrinančios produkto saugą ir kokybę. Tokios programos vadinamos būtinosiomis ir skirtos valdyti veiksniams, galintiems turėti įtakos maisto saugai. Jų veikimo efektyvumą reikia nuolat tikrinti. Būtiniosios programos yra šešios: patalpų ir teritorijos priežiūra (teritorija, pastatai, sanitarijos sąlygos, vanduo), žaliavų ir medžiagų priežiūra (priėmimas, laikymas), įrangos priežiūra (įranga ir jos instaliavimas, eksploatavimas), personalo higienos priežiūra (kontrolė gamybos, migracijos kontrolė, higienos mokymas), sanitarija (valymas, graužikų ir vabzdžių kontrolė), produkcijos sulaikymas ir surinkimas (surinkimo iniciavimas, sulaikymas, perdirbimas) [36].

Maisto saugai ir kokybei užtikrinti nagrinėjami rizikos veiksniai (biologiniai, cheminiai, fizikiniai) (27 lentelė), susiję su maisto produktų gamybos procesais, transportavimu ir vartojimu. Biologiniai rizikos veiksniai – produkto mikrobiologinės savybės. Kontroluojama produkto mikroflora įvairiuose gamybos etapuose, siekiant išvengti patogeninių ir gadinančių gaminių mikroorganizmų. Viršijant mikrobinio užterštumo leidžiamas normas imamasi korekcijos veiksmų, tokių kaip papildomas terminis apdorojimas, dezinfekavimas ir pan. – rizika pašalinama arba sumažinama iki priimtino lygio. Cheminiai rizikos veiksniai – žaliavoje esantys junginiai, kurių leidžiamas kiekis griežtai reglamentuojamas, įvairūs plovimo medžiagų likučiai gamybinėje linijoje. Į įmonę priimama tik chemiškai nepavojinga žaliava, produktas tiekiamas į tam tikras talpas, vamzdynus prieš tai patikrinus plovimo efektyvumą indikatoriais ir užtikrinus, kad cheminiai rizikos veiksniai yra pašalinti. Fizikinė rizika atsiranda patekus mechaninėms priemaišoms, metalo skeveldroms ir pan. Saugai užtikrinti ir fizikiniams rizikos veiksniams eliminuoti naudojami filtrai, sulaikantys nepageidaujamas daleles, metalo detektoriai. Separuotos varškės gamyboje saugai ir kokybei užtikrinti svarbiausia mikrobiologinių rizikos veiksnių kontrolė.

Norint gauti kokybišką produktą labai svarbu kontroliuoti gaminamo produkto ir žaliavos juslines savybes ir fizikinius-cheminius (tokius kaip drėgmės, riebalų kiekis, baltymingumas, pasterizavimo efektyvumas ir pan.) parametrus. Kai kurie parametrai kontroliuojami kiekvienos partijos gamybos metu, kai kurie periodiškai – patikrinama ar aparatų, atliekančių operacijas, programose nėra atsiradę paklaidų. Esant neatitikimams imamasi korekcijos veiksmų – pavyzdžiui norimai varškės sausųjų medžiagų koncentracijai gauti gali būti keičiamas separatoriaus būgno apsisukimų skaičius, riebumui pasiekti - reguliuojamas grietinėlės padavimo srautas ir pan.

Juslinės, fizikinės cheminės ir mikrobiologinės kontrolės separuotos varškės gamybos linijoje organizavimo tvarka pateikta 26 lentelėje.

26 lentelė. Žaliavų, pagalbinių medžiagų, gamybos tarpinių produktų ir gautinių produktų kokybės ir saugos kontrolė [21, 22, 44]

Kontrolės objektas	Kontroliuojamas parametras	Kritinės ribos	Kontrolės metodas	Periodiškumas
1	2	3	4	5
Separuotos varškės gamybos žaliavos				
Žalias pienas	Jusliniai rodikliai	Pieno spalva turi būti balta arba gelsvo atspalvio, kvapas būdingas žaliajam pienui, konsistencija vienalytė, skonis būdingas pienui, be specifinio pašarų ar kitų medžiagų prieskonio	Juslinę analizę atlieka įgaliotas įmonėje asmuo	Kiekviena siunta
	Temperatūra	Ką tik į įmonę atvežto pieno - ne aukštesnė kaip 10 °C	Matuojama sukalibruotu skaitmeniniu termometru	Kiekviena siunta
	Rūgštingumas	Ne didesnis kaip 18 °T pH 6,7±0,05	Titruojamojo rūgštingumo nustatymo metodika (LST ISO 11869) pH-metras	Kiekviena siunta, laikant kas 3 val.
	Tankis	Ne mažesnis kaip 1027 kg/m ³	Matuojama aerometru	Kiekviena siunta
	Neutralizuojančios ir slopinančios (inhibitorinės) medžiagos	Turi nebūti	Spartieji inhibitorių mikrobiologiniai/fermentiniai nustatymo metodai (<i>Delvotest-SP-NT/ Delvo-X-PRESS, Penzym</i>)	Kiekviena siunta
	Užterštumas bakterijomis	Ne daugiau kaip 300 tūkst./cm ³	LST EN ISO 4833:2003	Kiekviena siunta
	Pieno užšalimo temperatūra	Ne aukštesnė kaip - 0,515	Matuojama krioskopu	Ne rečiau kaip vieną kartą per pusmetį
	Baltymai	2 ÷ 5 %	Kjedalio metodas (LST EN ISO 8968-1)	Kiekviena siunta
	Riebalai	2 ÷ 7 %	Rūgštinis Gerberio metodas nenugriebtam, nugriebtam ir pasterizuotam pienui (LST 2446)	Kiekviena siunta
Pasukos	Jusliniai rodikliai	Spalva balta su gelsu atspalviu, konsistencija venalytė, kvapas būdingas pasukoms su išreikštu pasteriacijos prieskoniu	Juslinę analizę atlieka įgaliotas įmonėje asmuo	Kiekviena siunta
	Riebumas	Ne daugiau kaip 0,7 %	Rūgštinis Gerberio metodas liesam pienui ir pasukoms (LST 1275-92)	Kiekviena siunta
	Sausosios neriebalinės medžiagos	Ne mažiau kaip 7,0 %	LST EN ISO 5537	Kiekviena siunta

26 lentelė. Tęsinys

1	2	3	4	5
	Rūgštingumas	Ne daugiau kaip 20 °T	Titruojamojo rūgštingumo nsutatymo metodika (LST ISO 11869)	Kiekviena isunta, laikant kas 3 val.
	Tankis	Ne mažiau kaip 1,027 kg/m ³	Matuojama aerometru	Kiekviena siunta
	Enterobakterijos <i>L. monocytogenes</i>	<1 ksv/ml Turi nebūti 25 g	LST EN ISO 11290-1; LST EN ISO 11290-1	Periodiškai, kilus įtarimui
	Peroksidazės reakcija	Neigiama	LST 3356:2009	Kiekviena siunta
Raugas Fermentas	Drėgnis	< 5 %	LST EN ISO 5550	Kiekviena siunta
	Enterobakterijos <i>L. monocytogenes</i>	<1 ksv/ml Turi nebūti 25 g	LST EN ISO 11290-1 LST ISO 5541-1	Kiekviena siunta
Vanduo	Žarninės lazdelės (<i>E. Coli</i>) Žarniniai enterokokai	Turi nebūti 100 ml	HN 24 : 2003	Periodiškai, kilus įtarimui
Separuotos varškės gamybos tarpiniai produktai				
Liesas pasterizuotas pienas	Jusliniai rodikliai	Kvapas būdingas pienui, be pašalinio kvapo ir skonio, konsistencija vienalytė, be mechaninių priemaišų ir baltymų dribsnių Spalva balta, melsvo atspalvio	Juslinę analizę atlieka įgaliotas įmonėje asmuo	Kiekviena partija
	Riebumas	0,05 ± 0,02 %	Rūgštinis Gerberio metodas liesam pienui ir pasukoms (LST 1275-92)	Kiekviena partija
	Fosfatazė	Reakcija neigiama	LST 3356:2009	Kiekviena partija po pasterizacijos
	Rūgštingumas	Ne daugiau kaip 18 °T	Titruojamojo rūgštingumo nsutatymo metodika (LST ISO 11869)	Kiekviena partija, laikant kas 3 val
	Tankis	Ne mažiau kaip 1030 kg/m ³	Matuojama aerometru	Kiekviena partija
	Mikrobiologiniai kriterijai: Bendras bakterijų skaičius	Ne daugiau kaip 200 tūkst. ksv/ml	LST EN ISO 4833:2003	Kiekviena partija
	Enterobakterijos Koliforminės bakterijos <i>S.Aureus</i>	Turi nebūti 25 g Turi nebūti 0,1 g Turi nebūti 1,0 g	LST EN ISO 11290-1 LST ISO 5541-1 LST EN ISO 6888-1	Periodiškai, kilus įtarimui
Grietinė	Jusliniai rodikliai	Būdingas grietinėlės skonis ir kvapas, spalva balta, galimas gelsvas atspalvis, konsistencija vienalytė	Juslinę analizę atlieka įgaliotas įmonėje asmuo	Kiekviena partija
	Riebumas	35±1 %	Rūgštinis Gerberio metodas LST 1275-92	Kiekviena partija
	Titruojamasis rūgštingumas	Ne daugiau kaip 14 °T	Titruojamojo rūgštingumo nsutatymo metodika (LST ISO 11869)	Kiekviena partija, laikymo metu kas 3 val.
	Bendras bakterijų skaičius	<500 tūkst. ksv/ml	LST EN ISO 4833:2003	Kiekviena partija, prieš pasterizavimą

26 lentelė. Tęsinys

1	2	3	4	5
Rauginamas mišinys	Aktyvusis rūgštingumas	pH 4,5±0,05	Matuojama pH-metru	Kiekviena talpykla užraugus, praėjus 8 val po užraugimo kas 0,5 val
Galutinis produktas				
Separuota varškė	Jusliniai rodikliai	Spalva turi būti balta, galimas gelsvas atspalvis, būdingas pienarūgštis kvapas, vienalytė konsistencija	Juslinę analizę atlieka įgaliotas įmonėje asmuo	Kiekviena partija
	Riebalai	<1 % 0,5 % riebumo separuotai varškei Ne mažiau kaip 7,0 % 7,0 % riebumo varškei	Rūgštinis Gerberio metodas varškei ir jos gaminiams (LST ISO 1275)	Kiekviena partija
	Sausosios medžiagos	Ne mažiau kaip 18,0 % 0,5 % riebumo separuotai varškei Ne mažiau kaip 24,0 % 7,0 % riebumo separuotai varškei	LST EN ISO 5537	Kiekviena partija
	Aktyvusis rūgštingumas	pH ne mažiau kaip 4,3	Aktyvusis rūgštingumas matuojamas pH-metru	Kiekviena partija
	Mikrobiologiniai kriterijai: Koliforminės bakterijos Mielės ir pelėsiai <i>Listeria monocytogenes</i> Patogeninės bakterijos, įskaitant <i>salmonella</i> <i>S. Aureus</i> <i>E. Coli</i>	<1 ksv/g <1 · 10 ³ ksv/g Turi nebūti 25 g Turi nebūti 25 g <1 · 10 ² ksv/g <1 · 10 ⁵ ksv/g <1 · 10 ³ ksv/g	LST ISO 5541-1; LST ISO 5541-2 LST ISO 6611:2004 LST EN ISO 11290-1; LST EN ISO 11290-1 LST EN ISO 6579 LST EN ISO 6888-1 LST EN ISO 16654	Kiekviena partija Periodiškai, kilus įtarimui

27 lentelė. Gamybos etapų analizė įvertinant rizikos veiksnius ir nustatant svarbius valdymo taškus [21, 22, 36, 41, 44]

Žaliavos/gamybos etapas	Potencialus RV	Ar RV pavojingas	Sprendimo pagrindimas	Valdymo priemonės rizikos veiksniams pašalinti	Ar ši pakopa yra SVT
Pieno priėmimas atšaldymas ir laikymas	B: patogeniniai mikroorganizmai C: Toksinai, inhibitorinės medžiagos F: Mechaninės priemonės	Taip Taip	Piene randami patogeniniai mikroorganizmai, dėl netinkamų galvijų laikymo, melžimo, pieno laikymo bei transportavimo sąlygų, <i>Esherichia coli</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Stafilococcus aureus</i> , salmonella, <i>Bacillus cereus</i> bei kt.. Galimas užkrėstumas pelėsiniais grybais ir mielėmis. Bakterinis užterštumas turi neviršyti 100 tūkst./cm ³ . Pakopa – SVT: esant per dideliu užterštumui gali nepakoti šiluminio technologinio apdorojimo sumažinti mo skaičiui iki nepavojingo lygio. Atšaldžius pieną iki tinkamos temperatūros – 6 °C prailginama pieno baktericidinė fazė Inhibitorinės medžiagos (ploviklių, antibiotikų likučiai) trukdo technologiniams procesams – turi nebūti. Normuojamos toksinų (aflatoksino M1, dioksinų) normos. Stafilokokų toksinų gamybos užkirtimui būtina temperatūros kontrolė. Pieno supirkimo punktuose superkamas tik švarus pienas, mechaninėms priemonėms atsirasti tikimybė maža, žaliava transportuojama uždaroje pienovežių cisternose. Priėmimo metu, prieš sukauptiant talpyklose, pienas prateka pro filtrus.	Biologiniai parametrai kontroliuojami laboratorijoje, priimant kiekvieną siuntą. Vykdoma nuolatinė temperatūros kontrolė Tikrinama kiekviena pieno siunta Tikrinama kiekviena siunta	B: Taip SVT 1 C: Taip SVT 1 F: Ne
Pašildymas ir separavimas	B: Patogeniniai mikroorganizmai C: Plovimo medžiagų likučiai	Taip	Būtinųjų programų laikymasis užkerta kelią mikrobiniam užteršimui ir mikroorganizmų dauginimuisi. Po mechaninė apdorojimo pienas bus pasterizuojamas, atsiradę mikroorganizmai bus sunaikinti, Įrenginių plovimo efektyvumas nuolat tikrinamas, esant neatitikimams, plovimo ir dezinfekavimo procesai kartojami	Būtiniosios programos laikymasis, plovimo instrukcijų laikymasis, plovimo medžiagų likučių kontrolė	B: Ne C: Ne
Pieno ir grietinėlės (atskirai) pasterizavimas Ir atšaldymas	B: patogeniniai mikroorganizmai C: Plovimo medžiagų likučiai F: įvairūs pašaliniai objektai	B: Taip C: Ne F: Ne	Netinkamas temperatūrinis režimas ir išlaikymo trukmė gali nesunaikinti vegetatyvinių mikroorganizmų. SVT – mikroorganizmų vegetatyvinėmis formomis užkrėsta grietinėlė arba pienas netinkami tolesniam perdirbimui. Dėl gaminių saugumo turi būti atliekamas pakartotinis pasterizavimas. Gamybos technologijoje numatyta antra pieno pasterizacija, todėl šis etapas SVT tik grietinėlei. Įrenginių plovimo efektyvumas nuolat tikrinamas, esant neatitikimams, plovimo ir dezinfekavimo procesai kartojami Pašaliniai objektai gali patekti nuo įrangos, iš aplinkos, nuo personalo, tačiau tikimybė maža, pienas apdorojamas uždaroje linijoje	Vykdoma nuolatinė temperatūros kontrolė, pasterizavimo efektyvumas nustatomas atiekant fosfatazės aktyvumo testą	B: Taip SVT 2 C: Ne F: Ne

27 lentelė. Tęsinys

Mišinio sudarymas	<p>B: patogeninių mikroorganizmų atsiradimas</p> <p>C: Plovimo medžiagų likučiai</p> <p>F: įvairūs pašaliniai objektai</p>	<p>B: Taip</p> <p>C: Ne</p> <p>F: Ne</p>	<p>Į pasterizuoto atšaldyto pieno talpyklą supilamas numatytas kiekis pasterizuotų atšaldytų pasukų. Numatomas minimalus užkrėtimas mikroorganizmais, tačiau tikimybė lieka. Mišinys bus pasterizuojamas 74±3 °C temperatūroje 5 min, visi galimi patogenai bus sunaikinti. Būtinųjų programų laikymasis užkerta kelią mikrobiniam užteršimui ir mikroorganizmų dauginimuisi</p> <p>Įrenginių plovimo efektyvumas nuolat tikrinamas, esant neatitikimams, plovimo ir dezinfekavimo procesai kartojami</p> <p>Pašaliniai objektai gali patekti nuo įrangos, iš aplinkos, nuo personalo, tačiau tikimybė maža, pienas apdorojamas uždaroje linijoje</p>	Būtiniosios programos laikymasis	<p>B: Ne</p> <p>C: Ne</p> <p>F: Ne</p>
Mišinio pasterizavimas	<p>B: patogeniniai mikroorganizmai</p> <p>C: Plovimo medžiagų likučiai</p> <p>F: įvairūs pašaliniai objektai</p>	<p>B: Taip</p> <p>C: Ne</p> <p>F: Ne</p>	<p>Pasterizuojama 74±3 °C temperatūroje 5 min, toks režimas praktiškai šimtu procentų užtikrina visų patogeninių formų sunaikinimą. Mišinys sudarytas iš pasterizuotų ar atšaldytų komponentų, kurie laikyti 6 °C temperatūroje ne ilgiau kaip 24 valandas. Antrinio šiluminio apdorojimo pagrindinė paskirtis – išrūgų baltymų nusodinimas. Paaiškėjus, jog sunaikinta ne visa žalinga mikroflora – pasterizacija kartojama.</p> <p>Įrenginių plovimo efektyvumas nuolat tikrinamas, esant neatitikimams, plovimo ir dezinfekavimo procesai kartojami</p> <p>Pašaliniai objektai gali patekti nuo įrangos, iš aplinkos, nuo personalo, tačiau tikimybė maža, pienas apdorojamas uždaroje linijoje</p>	<p>Vykdoma nuolatinė temperatūros kontrolė.</p> <p>Būtiniosios programos laikymasis</p>	<p>B: Taip SVT 3</p> <p>C: Ne</p> <p>F: Ne</p>
Atšaldymas iki rauginimo temperatūros, mišinio užraugimas ir rauginimas	<p>B: patogeninių mikroorganizmų atsiradimas</p> <p>C: Plovimo medžiagų likučiai</p> <p>F: įvairūs pašaliniai objektai</p>	<p>B: Taip</p> <p>C: Ne</p> <p>F: Ne</p>	<p>Pienas atšaldomas iki mezofilinio rauginimo temperatūros - 24±2 ° C, įdedamas raugas ir fermentas, kurių pašalinė mikroflora neviršija lestinų normų. (6 lentelė). Pradėjusios dauginti pieno rūgšties bakterijos slopina kitų mikroorganizmų vystymąsi, tikimybė, jog sutrauka bus užkrėsta patogeniniais mikroorganizmais maža.</p> <p>Įrenginių plovimo efektyvumas nuolat tikrinamas, esant neatitikimams, plovimo ir dezinfekavimo procesai kartojami</p> <p>Pašaliniai objektai gali patekti nuo įrangos, iš aplinkos, nuo personalo, tačiau tikimybė maža, pienas apdorojamas uždaroje linijoje</p>	Būtiniosios programos laikymasis, rūgštingumo ir temperatūros kontroliavimas	<p>B: Ne</p> <p>C: Ne</p> <p>F: Ne</p>

27 lentelė. Tęsinys

Sutraukos maišymas, pašildymas iki separavimo temperatūros	B: Patogeninių mikroorganizmų atsiradimas C: Plovimo medžiagų likučiai F: įvairūs pašaliniai objektai	B: Taip C: Ne F: Ne	Sutrauka maišoma ir pašildoma iki 58 ÷ 62 °C temperatūros, išlaikant 10 min išlaikymo sekcijoje masė atvėsta iki 40 ±2 °C temperatūros. Šiame gamybos etape nėra padidintos rizikos užkrėsti gaminamą produktą patogeniniais mikroorganizmais. Būtinųjų programų laikymasis, švari įranga užtikrina, kad produkte šiame žingsnyje neatsiras nei cheminio, nei fizikinio, nei biologinio taršos šaltinio. Visi procesai vyksta uždaroje linijoje.	Būtiniosios programos laikymasis	B: Ne C: Ne F: Ne
Separavimas, atšaldymas	B: Patogeninių mikroorganizmų atsiradimas C: Plovimo medžiagų likučiai F: įvairūs pašaliniai objektai	B: Taip C: Ne F: Ne	Laikantis būtinųjų programų išvengiama tiek biologinių, tiek cheminių, tiek fizikinių taršos šaltinių poveikio. Atšaldžius gaminį sustabdoma pienarūgščių bakterijų veikla.	Būtiniosios programos laikymasis	B: Ne C: Ne F: Ne
7 % varškės gamyba	B: patogeniniai mikroorganizmai	B: Taip	Į atšaldyta separuotą varškę įpilant pasterizuotą grietinėlę laikantis būtinųjų programų neturėtų iškilti patogeninių mikroorganizmų grėsmė. Naudojama tik gerai išplauta įranga ir linija yra uždara – cheminės ir fizikinės taršos tikimybė maža.	Būtiniosios programos laikymasis	B: Ne
Purenimas	B: Patogeninių mikroorganizmų atsiradimas	B: Taip	Laikantis būtinųjų programų išvengiama tiek biologinių, tiek cheminių, tiek fizikinių taršos šaltinių poveikio.	Būtiniosios programos laikymasis	B: Ne
Varškės fasavimas, pakavimas, laikymas ir realizavimas	B: patogeniniai mikroorganizmai C: Fasavimo taros medžiagos pereinančios į maistą F: pašaliniai objektai	B: Taip C: Ne F: Ne	Varškė fasuojama į polimerinių medžiagų indelius, kurie yra dezinfekuojami 3 % vandenilio peroksido tirpalu, kaitinami 140 ° C temperatūroje steriliu oru. Gaminys supilamas į sterilią tarą. Aliuminio folijos dangtelis prieš užlydant ant indelio apšvitinamas UV spinduliuote. Kadangi varškės linija iki pat sufasavimo yra uždara, tikimybė patekti pašaliniais objektams maža. Perkamos tik sertifikuotos pakavimo medžiagos, todėl cheminės rizikos taip pat nėra. Sufasuotas ir supakuotas gaminys turi būti laikomas ne aukštesnėje kaip 8 °C temperatūroje – užtikrinamas produkto saugumas iki realizavimo termino pabaigos.	Būtiniosios programos laikymasis, dezinfekavimo priemonių efektyvumo kontrolė, laikymo sąlygų kontrolė.	B: Ne C: Ne F: Ne

28 lentelė. Svarbūs valdymo taškai [21, 22, 36, 44]

Proceso žingsnis SVT	Kontroliuojamas rizikos veiksnys	Prevencinė priemonė	Kritinės ribos	Stebėjimo dažnis	Koregavimo veiksmai	Atsakomybė	Įrašų laikymo vieta
SVT 1 Pieno priėmimas, atšaldymas, laikymas	B: patogeniniai mikroorganizmai C: vaistų likučiai, plovimo medžiagos	Temperatūros ir laikymo rezervuaruose laiko kontrolė	Atvežto į įmonę pieno temperatūra neaukštesnė kaip 8°C (transportavimo metu ne aukštesnė 10 °C), atšaldytas iki ne daugiau kaip 6 °C temperatūros pienas laikomas ne ilgiau kaip 36 val.	Imami mikrobiologiniai bandiniai iš kiekvienos siuntos, temperatūra stebima ir kontroliuojama viso laikymo metu	Esant neatitikimams, pienas sulaukomas, išsiaiškinamos priežastys, pažeidus būtinąsias programas, darbuotojams pravedamas instruktažas. Atsakingas kokybės vadovas. Pienas su vaistų likučiais nepriimamas, atsakingas pieno priėmėjas (laboratorijos technikas)	Vieną kartą per mėnesį kokybės vadovas patikrina įrašus ir duomenis. Termometrų patikrinimo programa.	Įrašai žurnale. Tyrimų duomenys Laikomi kokybės kontrolės skyriuje
SVT 2 ir SVT 3 Grietinėlės ir mišinio pasterizavimas	B: patogeniniai mikroorganizmai	Laiko ir temperatūros kontrolė. Pasterizuoto pieno talpų žymėjimas	Ne mažiau 15 s t° ne žemesnė 72 ±2 °C Enterobakterijos turi nebūti 25 ml Koliforminių bakterijų turi nebūti 0,1 ml <i>S.Aureus</i> turi nebūti 1,0 ml Fosfatazės reakcija neigiama	Kiekvieną pamainą ir nuolatos kontroliuoti bei pildyti duomenų įrašų žurnalą.	Įvertinti nuokrypį, pašalinti problemą. Esant reikalui pranešti meistrui, pakartotinai pasterizuoti. Atsakingas pasterizavimo operatorius.	Kokybės vadovas tikrina duomenų įrašus; Termometrų tikrinimo programa. Fosfatazės testas.	Įrašai žurnale Laikomi gamybos skyriuje

7. ŽALIAVŲ IR PAGALBINIŲ MEDŽIAGŲ SKAIČIAVIMAS

Skaičiuojami žaliavų ir pagalbinių medžiagų kiekiai, reikalingi pagaminti liesai (0,5 % riebumo) ir 7 % riebumo separuotai varškei su pasukomis, perdirbant 10000 l pieno per parą.

29 lentelė. Žaliavų cheminė sudėtis

	Žalias pienas	Pasukos
Riebalai, %	3,40	0,70
Baltymai, %	3,00	3,00
Angliavandeniai, %	4,45	4,00
Sausosios medžiagos, %	10,85	7,7

1. Separuojant pieną gaunama 35 % riebumo grietinėlė. Lieso pieno ir grietinėlės kiekiai apskaičiuojami pagal formulę:

$$K_p \cdot R_p = K_g \cdot R_g + K_l \cdot R_l \quad (3)$$

Čia K_p , K_g , K_l - atitinkamai perdirbamo pieno, gautos grietinėlės ir lieso pieno kiekiai, l;
 R_p , R_g , R_l - atitinkamai perdirbamo pieno, gautos grietinėlės ir lieso pieno riebumai, %.

Žinant, kad K_g ir K_l suma lygi priimto pieno kiekiui K_p , sudaroma lygčių sistema:

$$\left\{ \begin{array}{l} K_g + K_l = 10\,000 \\ 10\,000 \cdot 3,40 = K_g \cdot 35,00 + K_l \cdot 0,05 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} K_g = 958,51 \text{ l} \\ K_l = 9041,49 \text{ l} \end{array} \right.$$

2. Apskaičiuojamas reikalingas pasukų kiekis K_{pas} , reikalingas pagaminti separuotos varškės gamybai skirtą mišinį, kuriame lieso pieno ir pasukų tūrių santykis – 4:1.

Skaičiuojama sudarant tokią proporciją:

$$\left\{ \begin{array}{l} K_l - 80 \% \\ K_{pas} - 20 \% \end{array} \right. \quad (4)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 9041,49 \text{ l} - 80 \% \\ K_{\text{pas}} - 20 \% \end{array} \right. \quad \text{iš čia gaunama, jog } K_{\text{pas}} = 9041,49 \cdot 20/80 = 2260,37 \text{ l}$$

3. Apskaičiuojama mišinio, skirto separuotos varškės gamybai tūris $K_{\text{mišinio}}$ ir masė $M_{\text{mišinio}}$.

Priimama, kad lieso pieno tankis ρ lygus 1,030 kg/l, pasukų tankis – 1,027 kg/l.

Mišinio komponentų tūriai perskaičiuojami į mases pagal formulę:

$$M = \rho \cdot K \quad (5)$$

Čia K – lieso pieno (K_l) arba pasukų (K_{pas}) kiekiai, naudojami mišiniui sudaryti, l;

ρ – lieso pieno arba pasukų tankis, kg/l.

Skaičiavimo rezultatai pateikiami 30 lentelėje.

30 lentelė. Separuotos varškės gamybai naudojamo mišinio masė $M_{\text{mišinio}}$ ir tūris $K_{\text{mišinio}}$

	Tūris, l	Masė, kg
Liesas pienas	9041,49	9312,73
Pasukos	2260,37	2321,40
Mišinys	11301,86	11634,13

4. Apskaičiuojami raugo (M_{raugo}) ir fermento (M_{fermento}) kiekiai, reikalingi 11634,13 kg mišinio surauginti.

Mišinys rauginamas įdedant 0,02 % masės sauso raugo. Raugo kiekis K_{raugo} apskaičiuojamas pagal formulę:

$$M_{\text{raugo}} = \frac{M_{\text{mišinio}} \cdot 0,02}{100} \quad (6)$$

$$M_{\text{raugo}} = 11634,13 \cdot 0,02/100 = 2,32 \text{ kg}$$

1000 kg mišinio naudojama 0,003 kg fermento preparato, kuris ištirpinamas 50 dalių virinto vandens. Fermento preparato kiekis $M_{\text{fermentopreparato}}$ apskaičiuojamas pagal formulę:

$$M_{\text{fermentopreparato}} = \frac{M_{\text{mišinio}} \cdot 0,003}{1000} \quad (7)$$

$$M_{\text{fermentopreparato}} = 11634,13 \cdot 0,003/1000 = 0,035 \text{ kg.}$$

Fermento tirpalui paruošti reikalingas vandens kiekis M_{vandens} apskaičiuojamas pagal formulę:

$$M_{vandens} = M_{fermentopreparato} \cdot 50 \quad (8)$$

$$M_{vandens} = 0,035 \cdot 50 = 1,75 \text{ kg.}$$

Fermento tirpalo masė $K_{fermento}$ apskaičiuojama pagal formulę:

$$M_{fermento} = M_{vandens} + M_{fermento\ preparato} \quad (9)$$

$$M_{fermento} = 1,75 + 0,035 = 1,79 \text{ kg.}$$

5. Apskaičiuojama sutraukos, gautos po rauginimo, masė $M_{sutraukos}$ pagal formulę:

$$M_{sutraukos} = M_{mišinio} + M_{raugo} + M_{fermento} \quad (10)$$

Čia $M_{mišinio/raugo/fermento}$ - atitinkamai rauginamo mišinio, mišiniui raugint naudojamų raugo ir fermento tirpalo masės, kg

$$M_{sutraukos} = 11634,13 + 2,32 + 1,75 = 11638,20 \text{ kg.}$$

6. Apskaičiuojamas liesos separuotos varškės kiekis V gaunamas iš 11638,20 kg sutraukos.

Varškės išeiga skaičiuojama vertinant riebalų (R), baltymų (B) bei bendrą sausųjų medžiagų (SM) balansą. 31 lentelėje pateikti lieso pieno, pasukų ir sutraukos sudėties rodikliai. Mišinyje esantys riebalų, baltymų ir sausųjų medžiagų kiekiai apskaičiuoti sumuojant liesame piene ir pasukose esančius kiekius.

31 lentelė. Sudėties rodikliai

	Masė, kg	Riebalai R, %	Baltymai B, %	SM, %	Riebalai R, kg	Baltymai B, kg	SM, kg
Liesas pienas	9312,73	0,05	3,0	10,85	4,65	279,38	1010,43
Pasukos	2321,40	0,7	3,0	7,7	16,25	69,64	178,75
Sutrauka	11638,20	0,18	3,00	10,21	20,90	349,02	1189,18

Pagrindinė separuotos varškės išeigai skaičiuoti naudojamos medžiagų balanso lygtys:

$$K_{B/R/SM\ \text{varškėje}} + K_{B/R/SM\ \text{išrūgose}} = K_{B/R/SM\ \text{mišinyje}} \quad (11)$$

$$K_{B/R/SM} = V/I \cdot M_{sutraukos} \cdot B/R/SM\%/100 \quad (12)$$

$$V + I = M_{sutraukos} \quad (13)$$

Varškės procentinė išeiga $V\%$ apskaičiuojama pagal formulę:

$$V_{\%} = \frac{V \cdot 100}{M_{\text{sutraukos}}} \quad (14)$$

Čia $K_{B/R/SM}$ - atitinkamai baltymų, riebalų arba sausųjų medžiagų kiekis, kg.

$V/I/M_{\text{sutraukos}}$ - atitinkamai liesos separuotos varškės, išrūgų arba mišinio masė, kg

$B/R/SM_{\%}$ - atitinkamai baltymų, riebalų arba sausųjų medžiagų procentinė dalis liesoje separuotoje varškėje, išrūgose arba mišinyje.

32 lentelėje pateikiami pagamintos liesos separuotos varškės ir išrūgų sudėties rodikliai.

32 lentelė. Separuotos varškės ir išrūgų sudėties rodikliai

	Liesa separuota varškė	Išrūgos
Riebalai R, %	0,5	0,1
Baltymai R, %	13,2	0,4
Sausosios medžiagos SM, %	18	8,28

Liesos separuotos varškės (V) ir išrūgų (I) išeigos (kg) apskaičiuojamos sudarant lygčių sistemas pagal lygtis (11), (12) ir (13). Procentinė varškės išeiga apskaičiuojama pagal (14) formulę.

a) Skaičiuojama pagal riebalų balansą

$$\begin{cases} R_{\% \text{ varškėje}} \cdot V + R_{\% \text{ išrūgose}} \cdot I = K_{R \text{ sutraukoje}} \cdot 100 \\ V + I = M_{\text{sutraukos}} \\ 0,5 \cdot V + 0,4 \cdot I = 20,90 \cdot 100 \\ V + I = 11638,20 \end{cases}$$

$V = 2317,94 \text{ kg}, I = 9320,26 \text{ kg}$

$$V_{\%} = 2317,94/11638,20 \cdot 100 = 19,91 \text{ t.y. } 20 \%$$

b) Skaičiuojama pagal baltymų balansą

$$\begin{cases} B_{\% \text{ varškėje}} \cdot V + B_{\% \text{ išrūgose}} \cdot I = K_{B \text{ sutraukoje}} \cdot 100 \\ V + I = M_{\text{sutraukos}} \\ 13,2 \cdot V + 0,4 \cdot I = 349,02 \cdot 100 \\ V + I = 11638,20 \end{cases}$$

$V = 2363,02 \text{ kg}, I = 9275,18 \text{ kg}$

$$V_{\%} = 2363,02/11638,20 \cdot 100 = 20,30; \text{ t.y. } 20 \%$$

c) Skaičiuojama pagal sausųjų medžiagų balansą

$$\begin{cases} SM\% \text{ varškėje} \cdot V + SM\% \text{ išrūgose} \cdot I = K_{SM} \text{ sutraukoje} \cdot 100 \\ V + I = M_{\text{sutraukos}} \\ 18 \cdot V + 8,28 \cdot I = 1189,18 \cdot 100 \\ V + I = 11638,20 \end{cases}$$

$$V = 2320,34 \text{ kg}, I = 9317,86 \text{ kg}$$

$$V\% = 2320,34/11638,20 \cdot 100 = 19,94; \text{ t.y. } 20 \%$$

Varškės išėigos skaičiavimo pagal medžiagų balanso lygtis apibendrinti rezultatai pateikti 33 lentelėje.

33 lentelė. Varškės kiekybinė ir procentinė išėiga

	Pagal riebalus	Pagal baltymus	Pagal sausas medžiagas	Vidurkis
V, kg	2317,94	2363,02	2320,34	2333,77
V, %	19,91	20,3	19,94	20,05

Įvertinus skaičiavimus, priimama, kad iš 10 000 l pieno pagaminama 2333,77 kg 0,5 % riebumo separuotos varškės.

Priimama, jog visų separuotos varškės gamybos metu susidarę nuostoliai yra 1 %. Tokiu atveju gautas realus 0,5 % riebumo separuotos varškės kiekis 2310,43 kg.

7. 7 % riebumo separuotos varškės gamyba.

Gaminamas 7 % riebumo varškės kiekis priklauso nuo užsakymų kiekio. Šiuo atveju priimama, jog užsakyta pagaminti vienodus liesos ir 7 % riebumo separuotos varškės kiekius.

7 % riebumo varškei gaminti naudojama 35 % grietinėlė, gauta pieno separavimo metu.

1000 kg ($V_{7\%}$) 7,00 % riebumo separuotos varškės pagaminti reikalingas 0,5 % riebumo separuotos varškės kiekis V_L ir 35,00 % riebumo grietinėlės kiekis G apskaičiuojamas pagal tokią lygčių sistemą:

$$\begin{cases} 0,50 \cdot V_{0,5\%} + 35,00 \cdot G = 7,00 \cdot 1000 \\ V_L + G = 1000 \end{cases} \quad (15)$$

$$V_L = 811,59 \text{ kg}, G = 188,41 \text{ kg}$$

Iš vieno liesos separuotos varškės masės vieneto gaunama $1+G/V_L = 1+188,41/811,59 = 1,23$ vienetas 7,00 % riebumo separuotos varškės.

Norint pagaminti vienodus kiekius, abiejų riebumų separuotos varškės, sudaroma lygčių sistema:

$$\begin{cases} V_{7\%} + V_L = V \\ V_{7\%} = 1,23 \cdot V_L \end{cases} \quad (16)$$

Čia $V_{7\%}$ - 7 % riebumo separuotos varškės masė, kg

V_L - 7 % riebumo varškės gamybai naudojamas liesos separuotos varškės kiekis, kg

V – bendras pagamintas liesos separuotos varškės kiekis, kg

Iš čia gauname, jog $V_L = 1036,07$ kg

7 % riebumo separuotai varškei gaminti bus naudojama 1036,07 kg 0,5 % riebumo separuotos varškės. Reikalingas grietinėlės kiekis G – apskaičiuojamas iš proporcijos:

811,59 kg – 188,41 kg

1036,07 kg – G kg

$$G = 1036,07 \cdot 188,41/811,59 = 240,52 \text{ kg}$$

Pagamintas 7 % riebumo varškės kiekis $V_{7\%} = V_L + G = 1036,07 + 240,52 = 1276,59$ kg

Likęs fasavimui 0,5 % riebumo varškės kiekis $V_{0,5\%} = V - V_L = 2310,43 - 1036,07 = 1274,36$ kg

Bendras pagamintos separuotos varškės kiekis $V_{\text{bendras}} = 1276,59 + 1274,36 = 2550,95$ kg

8. Skaičiuojamas separuotos varškės purenimui sunaudojamas azoto dujų kiekis N , l pagal formulę :

$$N = T_{\text{prod.}} - T_{\text{sep.}} \quad (17)$$

Priimama, jog separuotos varškės tankis ρ - 1,029 kg/l, tūris $T_{\text{sep.}}$ apskaičiuojamas pagal formulę (5) ir yra lygus 2624,93 l.

Purenant azotu tūris padidinamas 16 %, galutinio produkto bendras tūris $T_{\text{prod.}}$ apskaičiuojamas pagal formulę:

$$T_{\text{prod.}} = T_{\text{sep.}} \cdot 1,16 \quad (18)$$

$$T_{\text{prod}} = 2624,93 \cdot 1,16 = 3044,92 \text{ l.}$$

$$N = 3044,92 - 2624,93 = 420 \text{ l.}$$

9. Separuotos varškės fasavimas.

Separuota varškė fasuojama į 0,230 l talpos ($T_{\text{ind.}}$) polimerinius indelius po 0,180 kg, užimamas tūris ($T_{\text{užim.}}$) – 0,215 l (užpildymas – $T_{\text{užim}} / T_{\text{ind.}} \cdot 100 = 0,215 / 0,230 \cdot 100 = 93 \%$). Galutiniam produktui sufasuoti reikalingas polimerinių indelių skaičius skaičiuojamas pagal formulę:

$$IK = \frac{V_{0,5\%/7,0\%}}{0,18} \quad (19)$$

Čia IK – reikalingas polimerinių indelių kiekis, vnt;

$V_{0,5\%/7,0\%}$ - atitinkamai fasuojami liesos ir 7,0 % riebumo separuotos varškės kiekiai, kg

0,18 – separuotos varškės dozuotė į vieną polimerinį indelį, kg

Reikalingas aliuminio folijų dangtelių kiekis uždengimui lygus polimerinių indelių kiekiui.

Polimeriniai indeliai pakuojami po 6 į kartonines dėžes, kurios kraunamos į paletes.

Ant vienos paletės dedama 800 dėžių.

Priimama, kad separuotos varškės fasavimo metu susidarantys nuostoliai – 1,2 %.

Reikalingi apskaičiuoti fasavimo ir pakavimo medžiagų kiekiai pateikti 34 lentelėje.

34 lentelė. Reikalingas fasavimo ir pakavimo medžiagų kiekis

Separuota varškė	Kiekis, kg	Indelių kiekis, vnt	Folijos dangtelių kiekis, vnt	Kartoninių dėžių kiekis, vnt	Kiekis, kg	Indelių kiekis, vnt	Folijos dangtelių kiekis, vnt	Kartoninių dėžių kiekis, vnt	Palečių skaičius, vnt
0,5 % riebumo	1274,36	7079	7079	1180	1259,07	6995	6995	1166	1,5
7,0 % riebumo	1276,59	7092	7092	1182	1261,27	7007	7007	1168	1,5
Iš viso	2550,95	14171	14171	2362	2520,34	14002	14002	2334	3

10. Sudaroma bendra separuotos varškės gamybos medžiagų balanso lentelė.

35 lentelė. Bendra medžiagų balanso lentelė

	Kiekis prieš gamybą	Sunaudota (gauta) 0,5 % separuotos varškės gamybai	Sunaudota 7 (gauta) % separuotos varškės gamybai	Separuotos varškės gamybai sunaudotas kiekis iš viso	Likutis
Žalias pienas, l	10000	4950	5050	10000	0
Liesas pienas, kg	9312,73	4609,80	4702,93	9312,73	0
35 % riebumo grietinėlė, kg	958,51	0	240,52	240,52	717,99
Pasukos, kg	2321,40	1149,09	1172,07	2321,40	0
Gautos išrūgos	0	4612,34	4705,52	9317,86	9317,86

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

Technologiniai įrengimai parenkami pagal medžiagų judėjimo srautus, kurie apskaičiuojami pagal užsaiduotą proceso vyksmo laiką.

Procesų ciklą trukmės apskaičiuojamos įvertinant įrenginių paruošimo ir sutvarkymo po darbo trukmes, pagal formulę:

$$Z_c = Z_{par.} + Z_{vyksm.} + Z_{sutv.} \quad (20)$$

Čia Z_c – proceso ciklo trukmė, min

$Z_{par.}$, $Z_{išl.}$, $Z_{sutv.}$ – atitinkamai pasiruošimo, proceso vyksmo, susitvarkymo trukmės, min.

Medžiagų judėjimo srautai (reikalingi įrenginių našumai) apskaičiuojami pagal formulę:

$$M_s = \frac{M_c \cdot 60}{Z_{vyksm.}} \quad (21)$$

Čia M_s – transportuojamas srautas kg/val

M_c – transportuojamas žaliavos kiekis, kg

$Z_{vyksm.}$ – proceso vyksmo trukmė, min

Parinktų įrenginių išnaudojimo koeficientai apskaičiuojami pagal formulę:

$$N = \frac{N_{teor.}(V_{talp.})}{M_s(V_{m.})} \cdot 100 \% \quad (22)$$

Čia N – išnaudojimo (užpildymo) koeficientas, %

$N_{teor.}(V_{talp.})$ – teorinis įrenginio našumas, kg/val (teorinis talpos tūris m^3)

$M_s(V_{m.})$ - transportuojamas srautas, kg/val (medžiagos užimamas tūris, m^3)

Pieno priėmimas

Separuotos varškės gaminimui skirtas žaliavinio pieno kiekis – V_{pieno} 10 000 l. Į perdirbimo įmonę žaliava atvežama **autocisterna Scania R420 LB 4xHNB**, kurios darbinė talpa – 12 000 l. Cisternos užpildymo koeficientas $N = 10\,000/12\,000 \cdot 100 = 83,3\%$ pagal 22 formulę.

Pieno priėmimo ciklo trukmė $Z_{cpriemimo}$ cisternai apskaičiuojama pagal 20 formulę.

Priimama, kad $Z_{par.} = 5$ min, $Z_{priemvyksm.} = 30$ min, $Z_{sutv.} = 5$ min.

$Z_c = 5+30+5 = 40$ min

Siurblys pienui transportuoti paskaičiuojamas pagal cisternos išleidimo greitį $Z_{išl}$ (21 formulė).

$$M_{spriemimo} = 10000 \cdot 60/30 = 20\,000 \text{ kg/val}$$

Prenkamas **išcentrinis siurblys GEA TP-1540**, kurio projektini našumas - 25 000 kg/val (išnaudojimo koeficientas $N = 20000/25000 \cdot 100 = 80\%$ (22 formulė)).

Pagal paskaičiuotą priėmimo linijos įrenginių našumą $M_{spriemimo}$, parenkamas oro **atskirtuvas KKP-21-03, filtras 1ZT-3L, debitomatis SŽI-M** ir pieno **šaldytuvas OOL-25**.

Pienas sukaupiamas **sukaupimo talpoje su tarpusieniu Risto O-3000** (talpos tūris – 12090 l, užpildymo koeficientas $N = 10000/12090 \cdot 100 = 83,3 \%$ (22 formulė), kurioje palaikoma 6 °C temperatūra.

Pieno mechaninis – šiluminis apdorojimas

Apskaičiuojama pieno mechaninio – šiluminio apdorojimo ciklo trukmė $Z_{cmš}$ pagal 20 formulę.

Priimama, kad $Z_{par.} = 10 \text{ min}$, $Z_{mšvyksm.} = 30 \text{ min}$, $Z_{sutv.} = 10 \text{ min}$.

$$Z_{cmš} = 10+30+10 = 50 \text{ min}$$

Reikalingas mechaninio – šiluminio pieno apdorojimo linijos našumas $M_{smš} = 10\,000 \cdot 60/30 = 20\,000 \text{ l/val}$.

Prenkami trys **išcentriniai siurbliai GEA TP-1540**.

Pastoviam srautui užtikrinti parenkamas **plūdinis lygio reguliatorius Variospeed Kw 1.5**, kurio darbinis tūris 1,25 m³.

Pienas separuojamas **separatoriumi Tetra Centri Air Tight BM30**, kurio projektinis našumas 25 000 l/val (išnaudojimo koeficientas $N = 20000/25000 \cdot 100 = 80 \%$ (22 formulė)).

Pienas pasterizuojamas **plokšteliu pieno pasterizatoriumi Alfa laval CB 16**, kurio projektinis našumas – 36 200 l/val (išnaudojimo koeficientas $N = 20000/36200 \cdot 100 = 55$ (22 formulė)). Pasterizuotas ir atšaldytas liesas pienas ($K_1 = 9041,49 \text{ l}$) sukaupiamas tarpinėje **sukaupimo talpoje Risto O-4000**, kurioje palaikoma 6 °C temperatūra. Šioje talpoje sudaromas separuotos varškės gamybai reikalingas mišinys ($K_{mišinio} = 11301,86 \text{ l}$). Maksimali talpa – 15 870 l, užpildymo koeficientas $N = 11301,86/15870 \cdot 100 = 71 \%$ (22 formulė).

Į talpą išcentrinis siurbliu supilamas reikalingas kiekis pasukų ($K_{pas} = 2260,37 \text{ l}$). Pasukos iki gamybos laikomos **talpoje JA1-OCB-3** (maksimali talpa - 2,5 m³, užpildymas $N = 2260,37/2500 \cdot 100 = 90 \%$ (22 formulė)). Užsiduodama proceso trukmė $Z_{cpas.} = 10 \text{ min}$. Srauto greitis M_{spas} bei reikalingas siurblio našumas apskaičiuojamas pagal formulę (...) $M_{spas} = 2260,37 \cdot 60/10 = 13562,25$

l/val. Parenkamas **išcentrinis siurblys GEA TP-1020**, kurio našumas – 20 000 l/val (išnaudojimo koeficientas $N = 13562,25/20000 \cdot 100 = 70 \%$ (22 formulė)).

Grietinėlės terminis apdorojimas

Grietinėlės, gautos separuojant žalią pieną, kiekis $K_g = 958,51$ l. Žinant, jog separavimo trukmė $Z_{mšvyksm}$ lygi 30 min, nustatomas grietinėlės srautas M_{sgriet} iš separatoriaus (grietinėlės apdorojimo trukmė lygi separavimo trukmei). $M_{sgrie} = 958,51 \cdot 60/30 = 1917,02$ l/val (21 formulė). Grietinėlė teka į **plūdinį lygio reguliatorių Variospeed Kw 1.5**, iš jo **išcentrinis siurbliu JIAFULL SCM-16**, kurio maksimalus našumas $4,5 \text{ m}^3/\text{val}$ tiekama į homogenizavimo – pasterizavimo liniją. (Siurblio išnaudojimo koeficientas $N = 1917,02/4500 \cdot 100 = 43 \%$ (22 formulė)).

Grietinėlė homogenizuojama **homogenizatoriumi Tetra Alex 25** ir pasterizuojama **pasterizatoriumi Tetra Pak C6-SR-126**. Homogenizavimo – pasterizavimo linijos projektinis našumas – 5000 l/val. Grietinėlei tekant srautu M_{sgriet} 1917,02 l/val, linijos išnaudojimo koeficientas $N = 1917,02/5000 \cdot 100 = 36 \%$ (22 formulė))

Grietinėlė sukaupiama sukaupimo talpoje **Alfa Laval HCA-N**, kurios maksimali talpa 1200 l. (Užpildymo koeficientas $N = 1917,02/1200 \cdot 100 = 80 \%$ (22 formulė))

Lieso pieno ir pasukų mišinio pasterizavimas

Mišinio, kurio tūris $K_{mišinio} = 11301,86$ l, pasterizavimui naudojamas **plokštelinis pasterizatorius „Tetra Therm Lacta 10A“**, kurio projektinis našumas – $20 \text{ m}^3/\text{val}$.

Priimama, kad $Z_{par.} = 10$ min, $Z_{mišpastvyks.} = 40$ min, $Z_{sutv.} = 10$ min.

Tada mišinio pasterizavimo ciklas trunka $Z_{cmišpastvyks.} = 10 + 40 + 10 = 50$ min (20 formulė)

Apskaičiuojamas reikalingas pasterizatoriaus našumas $M_{smišpast} = 11\,301,86 \cdot 60/40 = 16\,952,8$ l/val. (21 formulė).

Parinkto pasterizatoriaus našumas – 20 000 l/val., išnaudojimo koeficientas $N = 16952,8/20000 \cdot 100 = 84,7 \%$ (22 formulė).

Mišiniui tiekti į pasterizatorių parenkami 2 **išcentriniai siurbliai GEA TP-1020**, kurių projektinis našumas – 20 000 l/val. (išnaudojimo koeficientas $N = 16952,8/20000 \cdot 100 = 84,7 \%$. (22 formulė)).

Mišinys sukaupiamas **tarpinėje talpoje Risto O-4000**, iš jos išcentrinis siurbliu tiekiamas į rauginimo rezervuarą, esantį separuotos varškės gamybos skyriuje.

Priimama, kad mišinys iš talpos į rauginimo rezervuarą transportuojamas per 30 min.

$Z_{mištranstvyks.} = 30$ min

Reikalingas išcentrinio siurblio našumas $M_{\text{smištrans}} = 11\,301,86 \cdot 60/30 = 22\,603,72$ l/val. Parenkamas 25 000 l/val našumo **išcentrinis siurblys GEA TP-1540**, numatomas išnaudojimo koeficientas $N = 22603,72 / 20000 \cdot 100 = 90,4$ % (22 formulė)

Separuotos varškės gamyba

Mišinys, skirtas separuotos varškės gamybai, rauginamas **Rauginimo rezervuare su tarpusieniu ir maišykle Tetra Tebel OST 6 CH, kurio maksimai talpa – 15 000 l**. Kadangi mišinio tūris $K_{\text{mišinio}} = 11301,86$ l, rauginimo rezervuaro užpildymo koeficientas $N = 1301,86/15000 \cdot 100 = 77$ % (22 formulė).

Raugas ir fermento tirpalas į rauginimo rezervuarą įdedami rankiniu būdu.

Priimama, kad rauginimo trukmė $Z_{\text{rauginimo}} = 10$ val.

Sutraukos paruošimas separavimui susideda iš sutraukos atvėsinimo ir maišymo bei pašildymo ir išlaikymo procesų.

Sutrauka maišoma ir vėsinama 20 min - $Z_{\text{sutr.maišymo}} = 20$ min.

Užsiduodama, kad sutraukos separavimo procesas $Z_{\text{sutr.separavimo}}$ truktų ne ilgiau kaip 3 valandas.

Žinant, kad sutraukos masė $M_{\text{sutraukos}} = 11638,20$ kg, paskaičiuojama, koku srautu $M_{\text{sseparavimo}}$ turėtų tekėti sutraukos srautas pagal 21 formulę.

$M_{\text{sseparavimo}} = 11638,20 \cdot 60/180 = 3880$ kg/val.

Taigi sutraukos masė trimis **išcentriniais siurbliais CTI AA-03** (projektinis našumas – 7000 kg/val) per **plūdinį lygio reguliatorių Variospeed Kw 1.5** tiekama į šilumokaitį $M_{\text{sseparavimo}} = 3880$ kg/val srautu. Siurblių išnaudojimo koeficientas $N = 3880/7000 \cdot 100 = 55$ % (22 formulė). Pašildymas ir išlaikymas $Z_{\text{paš.išl.}}$ trunka 5 min, tai nuolatinis procesas. Varškės separavimas pradedamas praėjus $Z_{\text{paš.išl.}}$ po sutraukos sumaišymo, termiškai apdorotai sutraukai patekus į įrenginį.

Varškė separuojama **separatoriumi Westfalia KDB 30-02-076**, kurio projektinis našumas – 7000 kg/val. Kadangi $M_{\text{sseparavimo}} = 3880$ kg/val, įrenginio išnaudojimo koeficientas $N = 3880/7000 \cdot 100 = 55$ % (22 formulė).

Gauta liesa separuota varškė (masė $V = 2333,77$ kg) iš separatoriaus **išcentrinio siurbliu JIAFULL SCM-16**, tiekama į **šaldytuvą Westfalia** (projektinis našumas 2000 kg/val), kuriame atšaldoma iki $11 \div 17$ °C temperatūros. Varškės srauto judėjimo trukmė lygi separavimo trukmei ir yra lygi $Z_{\text{sutr.separavimo}} = 3$ val. Apskaičiuojama, koks varškės srauto judėjimo greitis pagal 21 formulę. $M_{\text{svaršk.}} = 2333,77/3 = 778$ kg/val.

Varškė kaupiama **sukaupimo talpoje JA1-OCB-3**, kurios maksimali talpa talpa $2,5$ m³, užpildymo koeficientas $N = 2333,77/2500 \cdot 100 = 93$ % (22 formulė).

Liesos ir 7 % riebumo separuotos varškės fasavimas

Varškė pradeda fasuoti praėjus 0,5 val nuo separavimo pradžios.

Užsaiduodama, kad liesa separuota varškė ir 7 % riebumo separuota varškė turi būti sufasuotos per $Z_{\text{fasavimo}} = 3$ val. Kadangi pagal užsakymą pagaminti vienodi kiekiai liesos ir 7% riebumo separuotos varškės, priimama, kad abiejų rūšių gaminiai fasuojami po $Z_{\text{fasavimo}}/2 = 1,5$ val. ($Z_{\text{fas.1.v.}}$ ir $Z_{\text{fas.7%.v.}}$)

Varškė prieš fasavimą purenama azotu, naudojamas **purenimo aparatas Mandomix VB-25** (maksimalus srautas - $8 \text{ m}^3/\text{val}$)

Fasavimui parenkamas **fasavimo aparatu Waldner Dosomat 12.3AS**, kurio projektinis našumas – 10 000 indelių/val.

Pagamintos liesos varškės masė – $V_1 = 1274,36 \text{ kg}$, t.y. – 7079 indeliai.

Apskaičiuojamas indelių, sufasuojamų per 1 valandą kiekis: $7079/1,5 = 4719$ indelių. Fasavimo aparato išnaudojimo koeficientas N, pagal 22 formulę, lygus $4719/10000 \cdot 100 = 47 \%$.

Liesos separuotos varškės srauto greitis $M_{\text{sfasliesos}}$ apskaičiuojamas pagal 21 formulę : $M_{\text{sfasliesos}} = 1274,36 \cdot 1/1,5 = 849,60 \text{ kg/val}$. Transportavimui į fasavimo liniją parenkamas **išcentrinis siurblys JIAFULL SCM-16** (projektinis našumas kg/val , išnaudojimo koeficientas, pagal 22 formulę, $N = 849,60/4500 \cdot 100 = 20 \%$)

Sufasavus reikiamą kiekį liesos separuotos varškės, po $Z_{\text{per.}} = 0,2$ val. (per tą laiką pakeičiami dangteliai, indeliai, atidaromos reikalingos sklendės) į separuotos varškės judėjimo srautą **išcentrinis siurbliu JIAFULL SCM-16** pradeda tiekėti grietinėlė.

7% riebumo separuotai varškei pagaminti naudojama 1036,07 kg liesos separuotos varškės (V_L) ir 240,52 kg grietinėlės (G).

Žinant jog 7 % riebumo varškės fasavimas $Z_{\text{fas.7%.v.}}$ turi trukti 1,5 val, pagal 21 formulę apskaičiuojami liesos varškės ($M_{\text{sliedvarškų\%}}$) ir grietinėlės (M_{sG}) srautai.

$$M_{\text{sliedvarškų\%}} = 1036,07/1,5 = 690,7 \text{ kg/val}$$

$$M_{\text{sG}} = 240,52/1,5 = 160,3 \text{ kg/val.}$$

Srautai sumaišomi in-line **maišykle IN-FGR(r)-35 D** (maksimalus maišomas srautas – 5000 kg/val).

Pagamintos 7 % riebumo separuotos varškės masė $V_{7\%} = 1276,69 \text{ kg}$, t.y. – 7092 indeliai.

Apskaičiuojamas indelių, sufasuojamų per 1 valandą kiekis: $7092/1,5 = 4728$ indelių.

Fasavimo aparato išnaudojimo koeficientas N, pagal 22 formulę, lygus $4728/10000 \cdot 100 = 47 \%$.

Išrūgų atšaldymas ir sukaupimas

Apskaičiuota, jog separavimo metu iš sutraukos atskiriama 80 % išrūgų.

Separavimo procesui $Z_{\text{sutr.separavimo}}$ vykstant 3 valandas, lygiagrečiai kaupiamos išrūgos, jų kaupimo trukmė $Z_{\text{išr.kaupimo}} = Z_{\text{sutr.separavimo}} = 3 \text{ val.}$

Išrūgų tekėjimo srautas $M_{\text{sišrūgų}} 100 - 80 = 20 \%$ mažesnis nei separuojamos sutraukos srautas $M_{\text{sseparavimo}}$, kuris lygus 3880 kg/val. $M_{\text{sišrūgų}} = 3880 \cdot 0,80 = 3104 \text{ kg/val.}$

Išrūgoms į šaldytuvą tiekti ir atšaldyti parenkamas išcentrinis **siurblys CTI AA-03** ir 5000 kg/val našumo **šaldytuvas**. Išrūgos ($I = 9327,77 \text{ kg}$) sukaupiamos **talpoje Risto H-3000**, kurios talpa – 12 000 l. (Užpildymo koeficientas pagal 22 formulę $N = 9327,77 / 12090 \cdot 100 = 77 \%$).

36 lentelė. Technologinių įrengimų suvestinė

Eil. Nr.	Įrenginio pavadinimas	Kiekis	Tipas, markė	Našumas, talpa	Reikalingas galingumas kW	Gabaritai, mm			Pastaba
						Ilgis	plotis	Aukštis	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Autocisterna	1	Scania R420 LB 4xHNB	12 m ³	-	4670	2270	2270	
2	Oro atskirtuvas	1	KKP-21-03	25 m ³ /h	0,5	615	615	927	
3 8 10 13 23	Išcentrinis siurblys	5	GEA Westfalia TP-1540	25 m ³ /h	4	580	340	460	
4	Filtrai	1	1ZT-3L	25 m ³ /h	0,5	670	420	400	
5	Debitomatis	1	SŽI-M	25 m ³ /h	0,5	400	200	200	
6	Šaldytuvas	1	OOL-25	25 m ³ /h	1,5	1600	600	1650	
7	Pieno sukaupimo talpa	1	Risto O-3000	12,090 l	0,5	1885	1885	4670	
9 18 26 37	Lygio reguliatorius	4	Variospeed Kw 1.5	1,25 m ³	0,3	640	640	1245	
11	Separatorius	1	Tetra Centri Air Tight BM30	25 m ³ /h	25	1200	1200	1350	
30 33 38 40 43	Išcentrinis siurblys	5	JIAFULL SCM-16	4,5 m ³ /h	0,33	450	550	550	

36 lentelė. Tęsinys

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12	Plokštelinis pieno pasterizatorius	1	Alfa laval CB 16	36,2 m ³ /h	18	2000	300	1100	
14 22	Tarpinė sukaupimo talpa	2	Risto O-4000	15 870	0,5	1990	1990	5365	
16 17 19 21	Išcentrinis siurblys	4	GEA Westfalia TP-1020	20 000 l/h	2	400	455	520	
20	Pasterizatorius mišiniui	1	Tetra Therm Lacta 10A	20 m ³ /h	12	2000	350	1100	
24	Rauginimo rezervuaras	1	Tetra Tebel OST 6 CH	15000 l	1,5	2800	2800	3800	
28	Šilumokaitis su išlaikymo sekcija	1	GEA Westfalia TRM55	7000 l/val	6	1600	1000	1650	
29	Separatorius	1	GEA Westfalia KDB 30-02-076	7000 kg/val	30	1787	1500	1800	
31	Šaldytuvas	1	Gea Westfalia BLM3-04	2000 kg/val	2	3079	500	1170	
15 32	Sukaupimo talpa	2	JA1-OCB-3	2500 m ³	0,5	1314	1314	2520	
34	Maišyklė in-line	1	IN-FGR(r)-35 D	5 m ³ /val	2	1485	300	202	
35	Purenimo aparatas	1	Mandomix VB-25	8 m ³ /val	12	2000	1200	1500	
36	Fasavimo aparatas	1	Waldner Dosomat 12.3AS	10 000 ind/val	34	2500	3000	3140	
39	Homogenizatorius	1	Tetra Alex 25	5 000 l/h	65	1410	2240	1080	
41	Plokštelinis grietinėlės pasterizatorius	1	Tetra Pak C6-SR-126	5 000 l/h	5	2200	200	1200	
42	Grietinėlės sukaupimo talpa su tarpšieniu	1	Alfa Laval HCA-N	1200 l	0,5	1250	800	1300	
44	Išrūgų tarpinė sukaupimo talpa	1	Alfa Laval HCB-T1	10000 l	0,5	900	900	1800	
25 27 45	Išcentrinis siurblys	3	CTI AA-03	7000 kg/val	0,7	520	500	780	
46	Šaldytuvas	1	Alfa Laval GG75-002	5000 kg/val	1,5	2000	500	800	
47	Išrūgų sukaupimo talpa	1	Risto H - 3000	12 m ³	0,5	2560	1885	1885	

9. IŠVADOS

1. Suprojektuota 0,5 % riebumo ir 7 % riebumo separuotos varškės gamybos technologinė linija, kurios našumas 10 tonų žalio pieno per parą.
2. Apskaičiuota, kad iš 10 t žalio pieno gaunama 958,51 kg 35,0 % riebumo grietinėlės ir 9041,49 kg lieso pieno. 7 % riebumo separuota varškė gaminama 0,5 % riebumo separuotą varškę sumaišant su reikiamu kiekiu 35,0 % grietinėlės.
3. Apskaičiuota, jog perdirbant 10 tonų žalio pieno pagaminama 2333,77 kg 0,5 % riebumo separuotos varškės. Gamyba suderinta taip, kad būtų pagaminami vienodi kiekiai 0,5 % riebumo separuotos varškės ir 7 % riebumo separuotos varškės. Iš viso sufasuota po 1270 kg abiejų rūšių gaminio.
4. Apskaičiavus žaliavų ir pagalbinių medžiagų kiekius separuotos varškės gamybai bei apskaičiavus technologiniam procesui atlikti reikalingų įrengimų našumus, sudarytas darbo grafikas. Pagal šį grafiką gamybos procesas pradedamas 14:00 val, autocisterna atvežus žalią pieną. Įrenginių darbo laikai ir našumai suderinti taip, kad separuotos varškės gamyba vyktų be pertraukų. Paskutiniai produktai sufasuojami 11:00 val. Per likusias tris valandas dezinfekuojamos patalpos ir įrenginiai, pasirošama naujai gamybos partijai.
5. Separuota varškė gaminama pieną traukinat pienarūgščių bakterijų raugu (raugas sudarytas iš *Lactococcus lactis* subsp. *Lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *Cremoris*, *Lactococcus lactis* biovar *Diacetylacti* pienarūgščių bakterijų kamienų) dedant nedidelį kiekį 1100 IMCU/1g aktyvumo proteolitinio fermento (1000 kg mišinio 3 g fermento preparato). Fermentas sutraukai suteikia tvirtumo.
6. Atlikus pieno fermentinės ir rūgštinės sutraukos virškinamumo palyginimą, imituojant virškinimo procesus skrandyje ir plonosiose žarnose *in vitro*, nustatyta, kad pieno rūgštinė sutrauka virškinama intensyviau nei fermentinė sutrauka. Tai parodė spartesnis rūgštinės sutraukos klampos mažėjimas virškinimo metu bei greitesnis sausųjų medžiagų ir azoto medžiagų difundavimas iš virškinamos sutraukos į virškinimo sultis lyginant su fermentine sutrauka. Abiejų sutraukų atveju nustatyta, kad ilgėjant virškinimo trukmei daugėja mažamolekulinių azotinių junginių
7. Sudarytas separuotos varškės gamybos technologinio proceso kokybės kontrolės planas, kuriame nurodomi kontroliuojami rodikliai ir juos reglamentuojantys dokumentai. Identifikuoti svarbūs valdymo taškai: SVT 1 – pieno priėmimas, atšaldymas ir laikymas, SVT 2 ir SVT 3 – atitinkamai grietinėlės ir mišinio pasterizavimas.

10. BIBLIOGRAFINIŲ NUORODŲ SĄRAŠAS

1. http://ec.europa.eu/agriculture/milk/index_en.htm, žiūrėta 2015-05-16 16:40
2. <http://www.haas.com/en/technology/applications-technology-centers/aerated-products/>, žiūrėta 2015-05-16 15:30
3. AB „Pieno žvaigždės“ filialo „Mažeikių pieninė“ separuotos varškės technologinė instrukcija
4. Pieno supirkimo taisyklės, patvirtintos Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministro 2001 m. gegužės 9 d. įsakymu Nr.146 (Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministro 2009 m. gruodžio 10d. įsakymo Nr. 3D-963 redakcija)
5. Gudonis. A. *Pieno ir pieno produktų mokslas ir technologija*. Kaunas: Technologija, 2006. P. 315
6. <http://sveikadieta.lt/pasukos/157/>, žiūrėta 2015-04-01 14:00
7. AB „Pieno žvaigždės“ filialo „Mažeikių pieninė“ pasterizuotų pasukų gamybos instrukcija
8. Gudonis. A. *Pieno ir pieno produktų tyrimai*. Kaunas: Technologija, 2000. 132 p.
9. Komisijos reglamentas 2007 m. gruodžio 5d. (EB) Nr. 1441/2007 iš dalies keičiantis Komisijos reglamentą (EB) Nr. 2073/2005 dėl maisto produktų mikrobiologinių kriterijų
10. Gudonis. A. *Pieno raugų mikroflora*. Kaunas: Technologija 1996. 5, 48-50 p.
11. http://www.raugai.lt/?p=farm_start , žiūrėta 2015-04-05 13:00
12. <http://www.vijana.lt/lt/mikroorganizmu-kulturos/rauginancios-kulturos.html>, žiūrėta 2015-04-01 15:00
13. <http://www.ferment.lt/tehnologijos/grietines-gamybos-technologija>, žiūrėta 2015-03-20 12:00
14. Belitz H.-D., Grosch W., Schieberle P. *Food Chemistry*. Germany: Springer-Verlag 2009. 93, 500-504 p.
15. <http://www.hostgeni.com/host-info/renconz.com>, žiūrėta 2015-04-27 13:00
16. Lietuvos higienos norma HN 24 : 2003 „Geriamojo vandens saugos ir kokybės reikalavimai“ patvirtinta Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2003 m. liepos 23 d. įsakymu Nr. V-455
17. Europos Parlamento ir Tarybos 2011 m. sausio 14d. Reglamentas (ES) Nr. 10/2011 dėl plastikinių medžiagų ir gaminių, skirtų liestis su maisto produktais
18. <http://www.aurika.lt/lt/katalogas/produktai/maisto-produnktams-1/aliuminio-folijos-dangteliai>, žiūrėta 2015-03-22 12:00
19. Lietuvos higienos normos HN 16:2011 „Medžiagų ir gaminių, skirtų liestis su maistu, specialieji sveikatos saugos reikalavimai“ patvirtinta Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2011 m. gegužės 2 d. įsakymu Nr. V-417
20. Privalomieji varškės ir varškės gaminių kokybės reikalavimai, patvirtintos Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministro 2002 m. gruodžio 11 d. įsakymu Nr.448 (Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministro 2005 m. gegužės 6d. įsakymo Nr. 3D-259 redakcija)
21. Lietuvos Higienos norma HN 26:2006 „Maisto žaliavos ir produktai. Didžiausias leidžiamas mikrobinio užterštumo lygis“ patvirtinta Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2006 m. kovo 9 d. įsakymu Nr. V-168
22. Komisijos reglamentas 2005 m. lapkričio 15 d (EB) Nr. 2073/2005 dėl maisto produktų mikrobiologinių kriterijų
23. Sveikatos mokymo ir ligų prevencijos centras, Vilniaus universiteto medicinos fakultetas, Kauno medicinos universitetas *Sveikos mitybos rekomendacijos*. Vilnius, 2010. 10 p.
24. <http://www.de2.lt/naudinga-informacija/lentel%C4%97s/238-100-g-maisto-produnkt%C5%B3-sud%C4%97tis-ir-energetin%C4%97-vert%C4%97>, žiūrėta 2015-04-30 20:00
25. Petrauskas D. Virškinamojo trakto anatomija ir fiziologija. *Farmacija ir laikas*, 2005, Nr. 8, P. 30
26. Devle H., Naess-Andersen C. F., Rukke E. O., Vegarud G. E., Ekeberg D., Schuller R. B. Rheological Characterization of milk during digestion with human gastric and duodenal enzymes. *Annual Transactions of the Nordic Rheology Society*, 2012, Vol. 20, P. 102-108
27. Rinaldi L., Gauthier S. F., Britten M., Turgeon S. L. In vitro gastrointestinal digestion of liquid and semi-liquid dairy matrixes. *Food Science and Technology*, 2014, Vol. 20.
28. Riuox L. E., Sylvie L. Turgeon S. L. The ratio of casein to whey protein impacts yogurt digestion in vitro. *Food Digestion*, 2012, Vol. 3, P. 25-35

-
29. E.Malinauskytė, J. Ramanauskaitė, D. Leskauskaitė, Devold T. G., Schüller R. B., Vegarud G. E. Effect of human and simulated gastric juices on the digestion of whey proteins and carboxymethylcellulose-stabilised O/W emulsions. *Food Chemistry*, 2014, Vol.165, P. 104-112
 30. Paulauskienė A. *Maisto chemija. Laboratorinių darbų aprašymai*. Kaunas: Akademija, 2012. 24-25 p.
 31. Weloso A. C., Teixeira N., Ferrera I. M. Separation and quantification of the major casein fractions by reverse – phase high – liquid performance chromatography and urea – polyacrylamide gel electrophoresis. Detection of milk adulterations. *J. Chromatography A.*, 2002, Vol. 2. P. 209 – 218
 32. Professor H. Douglas Goff, Dairy Science and Technology Education Series, University of Guelph, Canada. 16 - 19 p.
 33. <http://livestocktrail.illinois.edu/dairynet/paperDisplay.cfm?ContentID=229>, žiūrėta 2015-03-25 19:00
 34. <http://livestocktrail.illinois.edu/dairynet/paperDisplay.cfm?ContentID=229>, žiūrėta 2015-03-25 19:30
 35. <http://manoukis.lt/mano-ukis-zurnalas/gyvulininkyste/3092-biologiskai-aktyvus-pieno-omponentai>, žiūrėta 2015 – 03 – 26 17:00
 36. Kulikauskienė M. *Kasdienių pieno produktų geros gamybos praktikos vadovas*. Kaunas: KTU spaustuvė, 2000. 23, 34 p.
 37. Lucey J.A., Munro P.A., Singh H. Effects of heat treatment and whey protein addition on the rheological. *International Dairy Journal*, 1999, Vol. 9, P. 275 – 279
 38. <http://www.baltvita.lt/index.php?id=47>, žiūrėta 2015-04-15 17:30
 39. Kadziauskas J. *Biochemijos pagrindai*. Vilnius: VU leidykla, 2012. 191 p.
 40. <http://www.haas.com/en/endproducts-processes/aerated-products-12/dairy-products-39/fresh-cheese-products-49/>, žiūrėta 2015-04-17 11:30
 41. Europos Parlamento ir Tarybos reglamentas 2011 m. spalio 25 d. (ES) Nr. 1169/2011 dėl informacijos apie maistą teikimo vartotojams
 42. Greitai gendančių maisto produktų laikymo taisyklės, Patvirtintos Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 1997 11 27 įsakymu Nr.69
 43. Lietuvos higienos normos HN 15:2005 „Maisto higiena“, patvirtinta Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2005 m. rugsėjo 1 d. įsakymu Nr. V-67
 44. R.Masteikienė *Maisto produktų mikrobiologija*, Kaunas: Technologija, 2002, 93 p.