



**Kauno technologijos universitetas**

Cheminės technologijos fakultetas

# **Veterinarinių biocidų kompozicijų kūrimas ir stabilumo tyrimas**

Baigiamasis magistro projektas

---

**Eigilė Mykolaitienė**

Projekto autorė

**doc. dr. Joana Bendoraitienė**

Vadovė

---

**Kaunas, 2021**



**Kauno technologijos universitetas**

Cheminės technologijos fakultetas

# **Veterinarinių biocidų kompozicijų kūrimas ir stabilumo tyrimas**

Baigiamasis magistro projektas

Taikomoji chemija (6211CX014)

---

**Eigilė Mykolaitienė**

Projekto autorė

**doc. dr. Joana Bendoraitienė**

Vadovė

**doc. dr. Odeta Baniukaitienė**

Recenzentė

---

**Kaunas, 2021**



**Kauno technologijos universitetas**

Cheminės technologijos fakultetas

Eigilė Mykolaitienė

## **Veterinarinių biocidų kompozicijų kūrimas ir stabilumo tyrimas**

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad:

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

Eigilė Mykolaitienė

*Patvirtinta elektroniniu būdu*

Eigilė Mykolaitienė. Veterinarinių biocidų kompozicijų kūrimas ir stabilumo tyrimas. Magistro baigiamasis projektas/ vadovė doc. dr. Joana Bendoraitienė; Kauno technologijos universitetas, Cheminės technologijos fakultetas.

Studijų kryptis ir sritis (studijų krypčių grupė): chemija, fiziniai mokslai.

Reikšminiai žodžiai: biocidas, dezinfekcija, stabilumas, pieno rūgštis, jodas.

Kaunas, 2021. 54 p.

### **Santrauka**

Veterinariniai biocidai – vienas iš dezinfekantų tipų, kuris skirtas gyvulių odos, laikymo patalpų, geriamojo vandens ir kt. dezinfekcijai. Šiame moksliniame darbe tiriami karvių tešmens odos dezinfekcijai skirti preparatai – vilgikliai, kurie ant karvės spenio paviršiaus suformuoja apsauginę plėvelę, neleidžiančią patogenams patekti į kanalą ir sukelti uždegimą. Sukurti veterinariniai karvių tešmenų vilgikliai su skirtingomis dezinfekuojančiomis aktyviosiomis medžiagomis – pieno rūgštimi ir jodu. Parinkti skirtingi natūralūs, pusiau-sintetiniai ir sintetiniai polimeriniai tirštikliai. Biocidiniai produktai turi išlaikyti pakankamą stabilumą visu galiojimo laikotarpiu. Dėl šios priežasties nustatytas kuriamų kompozicijų klampis, pH, specifinio laidumo rodiklių ir veikliųjų medžiagų koncentracijos stabilumas.

Eigilė Mykolaitienė. Development of Composition and Stability Study of Veterinary Biocidal Products. Master's Final Degree Project / supervisor doc. dr. Joana Bendoraitienė; Faculty of Chemical Technology, Kaunas University of Technology.

Study field and area (study field group): Chemistry, Physical Sciences.

Keywords: biocide, disinfection, stability, lactic acid, iodine.

Kaunas, 2021. 54 p.

### **Summary**

Veterinary biocides are the type of antimicrobial products for disinfection of animal skin, livestock housing, drinking water, etc. In this research disinfecting dips for dairy cattle udder are examined. Dips form a protective film on the surface of the teat that prevents pathogens from entering the teat canal and causing inflammation. Lactic acid and iodine were used to formulate two different veterinary hygiene products for cattle udder disinfection. Natural, semi-synthetic and synthetic polymers were selected to increase the viscosity of the disinfectants. Biocidal products must maintain sufficient stability throughout their shelf-life. Consequently, the stability of the viscosity, pH, specific conductivity parameters and concentration of active ingredients of the developed compositions have been determined.

## Turinys

<b>Lentelių sąrašas</b> .....	<b>8</b>
<b>Paveikslų sąrašas</b> .....	<b>9</b>
<b>Santrumpų ir terminų sąrašas</b> .....	<b>10</b>
<b>Įvadas</b> .....	<b>11</b>
<b>1. Literatūros apžvalga</b> .....	<b>12</b>
1.1. Dezinfekcijos procesas ir biocidinių produktų reglamentavimas .....	12
1.2. Dezinfekcijai naudojamos aktyviosios medžiagos .....	12
1.2.1. Alkoholai .....	13
1.2.2. Aldehidai .....	13
1.2.3. Chlorheksidinas .....	14
1.2.4. Jodas ir jodo junginiai .....	15
1.2.5. Pieno rūgštis .....	17
1.2.6. Peracto rūgštis .....	18
1.3. Dezinfekantuose naudojami tirštikliai .....	19
1.3.1. Guaro guma .....	19
1.3.2. Hidroksipropilmetilceliuliozė .....	20
1.3.3. Ksantano guma .....	21
1.3.4. Emulguojantys tirštikliai .....	23
1.4. Literatūros apibendrinimas ir mokslinių tyrimų pagrindimas .....	24
<b>2. Metodinė dalis</b> .....	<b>25</b>
2.1. Naudotos medžiagos .....	25
2.2. Tyrimų metodai .....	26
2.2.1. Kompozicijų paruošimas .....	26
2.2.2. Klampos matavimas .....	27
2.2.3. pH matavimas .....	28
2.2.4. Specifinio laidumo matavimas .....	28
2.2.5. Jodo kiekio nustatymas kompozicijose jodometrinio metodu .....	28
2.2.6. Spektroskopinė analizė .....	28
2.2.7. Furjė transformacijos infraraudonoji spektroskopija .....	29
2.2.8. Mikrobiologiniai tyrimai .....	29
2.2.9. Rezultatų tikslumo ir patikimumo įvertinimas .....	29
<b>3. Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas</b> .....	<b>31</b>
3.1. Tiriamų kompozicijų paruošimas ir jų savybės .....	31
3.2. Tirštiklių parinkimo ypatumai ir pritaikymas masinėje gamyboje .....	32
3.3. Tirštiklio pridėjimas į kompoziciją .....	33
3.4. Furjė transformacijos infraraudonosios spektroskopijos tyrimai .....	36
3.5. Kompozicijų su jodu spektrofotometriniai tyrimai .....	38
3.6. Stabilumo tyrimai .....	40
3.6.1. Temperatūros įtaka kompozicijų klampos stabilumui .....	41
3.6.2. pH stabilumas .....	44
3.6.3. Specifinio laidumo stabilumas .....	45
3.6.4. Kompozicijose esančio jodo kiekio kitimas .....	45
3.7. Tirštiklių pavojingumas, klasifikavimas .....	47
3.8. Kompozicijų mikrobiologinis tyrimas .....	48

3.9. Rekomendācijas .....	48
<b>Išvados .....</b>	<b>50</b>
<b>Literatūros sarakšas .....</b>	<b>51</b>

## Lentelių sąrašas

1 lentelė. Kompozicijoms paruošti naudotos medžiagos.....	25
2 lentelė. Mikrobiologinių tyrimų sąlygos .....	29
3 lentelė. 1.1–1.6 kompozicijų su pieno rūgštimi receptūros .....	31
4 lentelė. 2.1–2.5 kompozicijų su jodu receptūros .....	31
5 lentelė. Kompozicijų 1.1–2.5 pH reikšmių stabilumas.....	45
6 lentelė. 1.1–2.4 kompozicijose naudotų tirštiklių klasifikavimas .....	48



## Paveikslų sąrašas

1.1 pav. Glutaraldehido cheminė formulė .....	14
1.2 pav. Formaldehido cheminė formulė .....	14
1.3 pav. Chlorheksidino cheminė formulė.....	15
1.4 pav. Pieno rūgšties cheminė formulė.....	17
1.5 pav. Peracto rūgšties cheminė formulė.....	18
1.6 pav. Guaro gumos cheminė formulė.....	19
1.7 pav. Hidroksipropilmetilceliuliozės cheminė formulė .....	20
1.8 pav. Ksantano gumos cheminė formulė .....	22
1.9 pav. NaCl sąveika su aktyviosios paviršiaus medžiagos molekule .....	23
3.1 pav. Skirtingų mišinių klampos palyginimas, kai tirštiklis 2,2 '- (oktadec-9-enilimino) bisetanolis .....	35
3.2 pav. Vandeninės kompozicijos, kai tirštiklis 2,2 '- (oktadec-9-enilimino) bisetanolis .....	35
3.3 pav. Kompozicijos ir atskirų jos komponentų komponentų FT-IR spektrai .....	37
3.4 pav. Kompozicijų su jodu UV-Vis spektrai.....	38
3.5 pav. Kompozicijų su jodu atvaizdai. ....	39
3.6 pav. 1.1–1.5 kompozicijų klampos kitimas +4 °C temperatūroje .....	41
3.7 pav. 2.1–2.4 kompozicijų klampos kitimas +4 °C temperatūroje .....	42
3.8 pav. 1.1–1.5 kompozicijų klampos kitimas +20 °C temperatūroje .....	42
3.9 pav. 2.1–2.4 kompozicijų klampos kitimas +20 °C temperatūroje .....	43
3.10 pav. 1.1–1.5 (a) ir 2.1–2.4 (b) kompozicijų klampos stabilumas +40 °C temperatūroje .....	44
3.11 pav. Jodo hidrolizės lygtis .....	45
3.12 pav. 2.1–2.5 kompozicijose esančio jodo kiekio kitimas +4 °C.....	46
3.13 pav. 2.1–2.5 kompozicijose esančio jodo kiekio stabilumas +20 °C .....	46
3.14 pav. 2.1–2.5 kompozicijose esančio jodo kiekio stabilumas +40 °C .....	47

## Santrumpų ir terminų sąrašas

### Santrumpos:

**HPMC** – hidroksipropilmetilceliuliozė

**PAM** – paviršiaus aktyvioji medžiaga

**FT-IR** – Furjė transformacijos infraraudonoji spektroskopija

**HDPE** – didelio tankio polietilenas

**ECHA** - Europos cheminių medžiagų agentūros

## Įvadas

Patogenines ligas sukeliančių mikroorganizmų esančių aplinkoje naikinimo procesas vadinamas dezinfekcija. Tuo tikslu pasitelkiami biocidai, kurie pagal dezinfekavimo sritį yra skirstomi į atskiras rūšis [1]. Viena iš dezinfekantų rūšių – veterinariniai biocidai. Šios priemonės gali būti naudojamos paviršiams veterinarijos srityje ar gyvulių odai valyti ir dezinfekuoti. Biocidinių produktų tiekimą į rinką ir naudojimą apibrėžia Lietuvos teisės aktai ir Europos sąjungos reglamentai [2, 3]. Šiuose dokumentuose nurodoma, kokias veikliąsias medžiagas gamintojai gali pasirinkti skirtingų tipų dezinfekantų gamyboje.

Skirtingų veikliųjų medžiagų naudojimas biociduose užtikrina platų įvairių tipų dezinfekcijos spektrą. Veterinariniuose biociduose galima aptikti šias veikliąsias medžiagas: chlorheksidiną [4], jodą ar jo kompleksinius junginius [5], pieno rūgštį [6], peracto rūgštį [7]. Tačiau, šios cheminės medžiagos gali būti naudojamos skirtingų rūšių veterinariniuose biociduose – gyvūno odos arba paviršių dezinfekcijos produktams veterinarijos srityje. Pieno rūgštis ir jodas yra plačiai naudojami veterinarinėje odos dezinfekcijoje – karvių tešmenų dezinfekcijai prieš arba po melžimo proceso. Karvių tešmenų dezinfekcijai atlikti naudojami vilgikliai, kuriems keliami tam tikri reikalavimai. Vienas iš jų – vilgiklio klampumas. Užtepus šią priemonę ant odos, turi būti suformuojama vientisa plėvelė, kurios paskirtis – apsaugoti spenio kanalą nuo infekcijas sukeliančių mikroorganizmų patekimo [8]. Vilgiklių klampa reguliuojama pasirinkus skirtingų tipų tirštiklius. Priklausomai nuo norimų produkto savybių pasirenkami natūralūs, pusiau sintetiniai arba sintetiniai polimerai [9]. Svarbi veterinarinių biocidų – vilgiklių savybė – kompozicijos stabilumas visą produkto galiojimo laikotarpį [10]. Vilgiklis turi pasižymėti stabiliais fizikiniais–cheminiais rodikliais, veikliosios medžiagos koncentracija. Nesant pakankamam stabilumui biocidinis produktas gali prarasti dezinfekuojančias savybes.

**Darbo tikslas** - Sukurti antimikrobines gyvulių priežiūros priemones jodo ir pieno rūgšties pagrindu ir ištirti jų stabilumą esant skirtingoms aplinkos sąlygoms.

Šiam darbo tikslui pasiekti buvo sprendžiami šie **uždaviniai**:

1. Sukurti dviejų tipų kompozicijas – pieno rūgšties pagrindu ir jodo pagrindu.
2. Parinkti tinkamus tirštiklius ir jų koncentracijas.
3. Nustatyti sukurtų antimikrobinių kompozicijų stabilumą pagal klampos, specifinio laidumo, vandenilio jonų, jodo koncentracijos pokyčius.
4. Pagal stabilumą, sudėtį ir gamybos būdą parinkti geriausiomis savybėmis pasižyminčias dezinfekuojančias kompozicijas.

## 1. Literatūros apžvalga

### 1.1. Dezinfekcijos procesas ir biocidinių produktų reglamentavimas

Dezinfekcija – procesas, kurio metu visi patogeniniai organizmai, išskyrus sporas, yra pašalinami nuo dezinfekuojamo paviršiaus. Šis procesas dažniausiai atliekamas pasitelkiant chemines dezinfekavimo priemones arba sterilizavimą. Dezinfekcijos veiksmingumas priklauso nuo tam tikrų faktorių: objekto užterštumo organinės kilmės teršalais, mikrobino užterštumo tipo ir kiekio, dezinfekanto tipo ir poveikio trukmės, temperatūros ir pH vertės [1]. Dezinfekuojantys preparatai ir (ar) veikliosios medžiagos, skirtos sunaikinti, sulaukyti, nukenksminti, išvengti neigiamo poveikio ar kitokiu būdu kontroliuoti bet kurį kenksmingą organizmą cheminėmis arba biologinėmis priemonėmis yra vadinami biocidais [2].

Biocidiniai preparatų naudojimą Lietuvoje ir Europoje reglamentuoja Europos Sąjungos reglamentai ir Lietuvos Respublikos teisės aktai. Vienas iš pagrindinių biocidų sąvoką ir naudojimą apibrėžiančių dokumentų yra *Europos Parlamento ir Tarybos reglamentas (ES) Nr. 528/2012*, dėl biocidinių produktų tiekimo ir naudojimo. Šiuo dokumentu nustatomas biocidinių produktų naudojimo tikslas, apibūdinamos veikliosios medžiagos ir biocidinių produktų tipai, kurie naudojami žmonėms, gyvūnams, medžiagoms arba gaminiams dezinfekuoti [3]. Biocidinių produktų reglamentu siekiama suvienodinti reikalavimus, taikomus biocidiniams produktams visoje Europos Sąjungoje. Lietuvos Respublikoje biocidų rinka taip pat yra kontroliuojama Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro (LR SAM) įsakymu „Dėl biocidų autorizacijos ir registracijos nuostatų patvirtinimo“ [2]. Remiantis Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro (LR SAM) įsakymu „Dėl biocidų autorizacijos ir registracijos nuostatų patvirtinimo“ į rinką tiekiamus dezinfekantus ir bendrosios paskirties biocidinius produktus galima suskirstyti į kelis skirtingus tipus pagal paskirtį. 1 tipas – asmens higienos dezinfekantai, 2 tipas – buitinės paskirties ir visuomenės sveikatos priežiūrai skirti dezinfekantai bei kiti biocidai, šiam tipui priklauso ir algicidai, 3 tipas – veterinarinės higienos biocidai, 4 tipas – maisto ir pašarų dezinfekantai, 5 tipas – geriamojo vandens dezinfekantai [2].

Tiekiami į rinką biocidai turi atitikti ir kitus Europos Sąjungoje cheminiams preparatams galiojančius reglamentus. Vienas iš jų *Europos Parlamento ir Tarybos reglamentas (EB) Nr. 1272/2008* dėl cheminių medžiagų ir mišinių klasifikavimo, ženklinimo ir pakavimo, iš dalies keičiantis ir panaikinantis direktyvas *67/548/EEB* bei *1999/45/EB* ir iš dalies keičiantis *Reglamentą (EB) Nr. 1907/2006*. Šio reglamento tikslas – nustatyti, dėl kurių savybių cheminės medžiagos ir mišiniai turėtų būti klasifikuojami kaip pavojingi, kad būtų galima tinkamai identifikuoti cheminių medžiagų bei mišinių pavojingumą ir apie jį pranešti [11]. Dezinfekuojantys mišiniai taip pat turi atitikti *Europos Parlamento ir Tarybos Reglamentą (EB) Nr. 1907/2006* dėl cheminių medžiagų registracijos, įvertinimo, autorizacijos ir apribojimų (REACH), įsteigiantis Europos cheminių medžiagų agentūrą, iš dalies keičiantis *Direktyvą 1999/45/EB* bei panaikinantis *Tarybos reglamentą (EEB) Nr. 793/93*, *Komisijos reglamentą (EB) Nr. 1488/94*, *Tarybos direktyvą 76/769/EEB* ir *Komisijos direktyvas 91/155/EEB*, *93/67/EEB*, *93/105/EB* bei *2000/21/EB*. Šio reglamento principas – kontroliuoti aukštą žmonių sveikatos ir aplinkosaugos lygį, užtikrinti laisvą cheminių medžiagų judėjimą, taip pat didinti konkurencingumą ir skatinti inovacijas [12].

### 1.2. Dezinfekcijai naudojamos aktyviosios medžiagos

Įsigaliojus Europos Parlamento ir Tarybos reglamentui dėl biocidinių produktų tiekimo ir naudojimo, dezinfekantų gamintojų ir technologų buvo pareikalauta identifikuoti šiuose gaminiuose naudojamas

aktyviausias medžiagas. Į aktyviųjų medžiagų apibrėžimą patenka didelis kiekis cheminių medžiagų – nuo paprasčiausių neorganinių molekulių iki sudėtingų organinių kompleksų. Platus aktyviųjų dezinfekcinių medžiagų spektras užtikrina, kad, atsižvelgus į produkto fizikines ir chemines savybes, būtų užtikrinta įvairių tipų dezinfekcijos galimybė. Taip pat turi būti įvertinamas aktyviųjų ingredientų pavojingumas žmonių sveikatai bei aplinkai, jų veiksmingumo terpė, spalva ir kitos savybės. Ne mažiau svarbu atsižvelgti ir į mikrobiologines dezinfekcinių medžiagų savybes, nes kai kurios medžiagos gali naikinti tik tam tikrą mikroorganizmų rūšį. Didžioji dalis biocidiniuose produktuose naudojamų dezinfekcinių medžiagų nepasižymi aktyvumu prieš bakterijų sporas, taip pat yra vidutiniškai aktyvios prieš mikobakterijas, lipofobinius virusus ir grybelius. Biocidų aktyviosios medžiagos pagal cheminę struktūrą yra skirstomos į keletą kategorijų [13].

### 1.2.1. Alkoholiai

Viena iš dažniausiai naudojamų aktyviųjų medžiagų biocidiniuose produktuose – alkoholiai. Dažniausiai naudojamas etanolis, propan-2-olis. Alkoholiai pasižymi greitomis plataus veikimo antimikrobinėmis savybėmis prieš vegetatyvines bakterijas (įskaitant mikobakterijas), virusus, grybelius. Tačiau šio tipo dezinfekavimo priemonės nėra veiksmingos prieš bakterijų sporas. Dėl šių veiksmų alkoholiai plačiausiai yra naudojami greitai kietų paviršių bei odos dezinfekcijai. Nedidelės šių medžiagų koncentracijos gali būti naudojamos kitų veikliųjų medžiagų veiksmingumo sustiprinimui biocidiniuose produktuose [14].

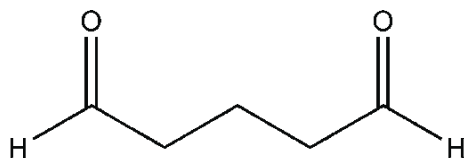
Mokslininkas Kampf'as teigia, jog etanolis plačiausiai yra naudojamas rankų dezinfekavimo priemonėse – skysčiuose, geliuose, putose. Dažniausiai tokio pobūdžio rankų dezinfekantai yra naudojami visuomenės sveikatos priežiūros įstaigose. Rankų dezinfekantuose etanolio naudojama koncentracija – 60–90 % [15]. Etanolis ir propan-2-olis yra naudojami visuomenės sveikatos įstaigose dezinfekcijai jau daugelį metų. Pastarieji tyrimai parodė, kad etanolis stabdo *Escherichia coli* bakterijų baltymų sintezę tiesiogiai veikdamas ribosomas ir RNR polimerazę. 60–70 % alkoholių tirpalai turi patvirtintą *in vitro* veiksmingumą prieš graužikų norovirusą, Ebola virusą ir kai kurias koronaviruso rūšis. Dezinfekcinės servetėlės, išmirkytos etilo alkoholio ar izopropanolio ir vandens mišiniuose gali būti naudojamos pirminei nedidelių paviršių ar priemonių dezinfekcijai [16]. Alkoholių veiksmingumas prieš mikroorganizmus gali būti paaiškinamas baltymų denatūracijos procesu [17].

Moksliškai yra įrodyta, kad absoliutusias alkoholis yra mažiau baktericidiškai veiksmingas nei alkoholio ir vandens mišinys. Tokio tipo dezinfekcinės priemonės yra plačiai aptartos įvairiuose straipsniuose bei informaciniuose leidiniuose [14–16]. Dezinfekantai su alkoholiu yra vieni iš labiausiai naudojamų antimikrobinų agentų įvairiose įstaigose, pramonėje ir buityje dėl kelių pagrindinių privalumų. Jie yra bespalviai, nepalieka žymių, yra toleruojamo kvapo, greitai veikia, yra mažai pavojingi žmogaus sveikatai ir pasižymi plačiu antimikrobinu veiksmingumu. Tačiau tokio pobūdžio baktericidiniai preparatai turi ir trūkumų – silpnai veikia lipofobinius virusus, nesunaikina bakterijų sporų, neveikia kartu su organinėmis medžiagomis, nepasižymi ir plaunamosiomis savybėmis, taip pat yra degūs.

### 1.2.2. Aldehidai

Vienas iš pagrindinių dezinfekuojančių aldehidinių agentų – glutaraldehidas (žr. 1.1 pav.). Šis aldehidas yra reaktyvus, gali dalyvauti reakcijose su įvairiais fermentais, tačiau nepakeičia jų struktūros. Optimaliausios glutaraldehido veikimo pH vertės svyruoja nuo 4 iki 9, o susidarę reakcijos

produktai yra stabilūs. Dezinfekuojančios priemonės su glutaraldehidu yra naudojamos žemos temperatūros dezinfekcijai sveikatos priežiūros įstaigose, veterinarijos srityje. Glutaraldehydas yra veiksmingas prieš daugelį bakterijų ir jų sporų, grybelių ir virusų [14]. Moksliniais tyrimais patvirtinta, kad dezinfekantai sudėtyje turintys glutaraldehydo, bakterijas gali sunaikinti per vieną minutę, bakterijų sporoms inaktyvuoti ekspozicijos laikas yra 3 valandos [18].

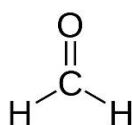


1.1 pav. Glutaraldehydo cheminė formulė

Glutaraldehydo turintys dezinfekantai yra rekomenduojami naudoti medicinos prietaisams, o ypač citoskopams, laboroskopams, artroskopams, anestiozologinei įrangai dezinfekuoti. Mokslininkai ištyrė, jog 2 % koncentracijos glutaraldehydo tirpalas pasižymi sporicidiniu aktyvumu, tačiau tokiam aktyvumui reikalingas ilgesnis ekspozicijos laikas. Ilgą laiką glutaraldehydo turintys dezinfekantai buvo naudojami ir endoskopams dezinfekuoti. Tačiau ilgai tai buvo uždrausta, dėl didelio šio reagento toksiškumo žmogaus organizmui [18].

Glutaraldehydo veikimas yra paremtas sąveika su išoriniame bakterijos ląstelės sluoksnyje esančiais deprotonizuotais aminorais. Šis agentas yra veiksmingesnis šarminėse terpėse labiau nei rūgštinėse. Esant aukštesnėms pH vertėms susirado daugiau reaktyvių sričių ant ląstelės išorinio paviršiaus. Su šiuo aktyvių sričių susidarymu gali būti siejamas ypač greitas šios medžiagos baktericidinis aktyvumas [14].

Aldehydų grupei taip pat priklauso formaldehydas – monoaldehydas (žr. 1.2 pav.), egzistuojantis vandenyje tirpiųjų garų pavidalu. Šis dezinfekcinis agentas yra ypač reaktyvus, jis gali dalyvauti *in vitro* reakcijose su baltymais, DNR, RNR.



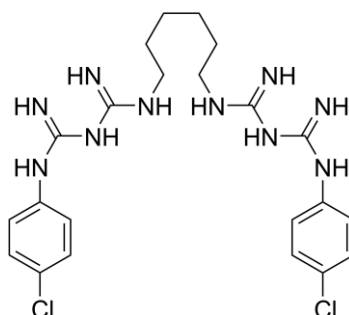
1.2 pav. Formaldehydo cheminė formulė

Formaldehydas dezinfekcijai ir sterilizacijai gali būti naudojamas skystos arba žemos temperatūros garų formoje. Šio tipo monoaldehydas pasižymi baktericidinėmis, sporicidinėmis, virucidinėmis savybėmis, tačiau pripažinta, jog jo ekspozicijos laikas yra ilgesnis nei glutaraldehydo [14]. Formaldehydas yra pripažintas toksiška medžiaga žmogaus organizmui, todėl jo panaudojimas biocidiniuose produktuose Europos Sąjungoje yra ribojamas biocidinių produktų reglamento. Maksimali leidžiama šio agento koncentracija Europoje gaminamuose ar importuojamuose produktuose yra – 0,2 %. Tačiau esant didesnei nei 0,05 % koncentracijai, ant etiketės turi būti nurodomas įspėjimas, kad produkto sudėtyje yra formaldehydo [19].

### 1.2.3. Chlorheksidinas

Chlorheksidinas (žr. 1.3 pav.) – vienas plačiausiai naudojamų biocidų antiseptiniuose produktuose, ypač skirtuose rankoms ar burnos ertmei dezinfekuoti. Ši medžiaga egzistuoja acetato, hidrochlorido

ir gliukonato druskos pavidalais. Chlorheksidinas yra katijoninė medžiaga, todėl ji yra nesuderinama su anijoninėmis aktyviosiomis paviršiaus medžiagomis. Chlorheksidiną derinant su nejoninėmis aktyviosiomis paviršiaus medžiagomis, gali būti sumažinamas jo antimikrobinis aktyvumas. Šios medžiagos aktyvumą taip pat sumažina fosfolipidai ir kitos organinės medžiagos [14].



**1.3 pav.** Chlorheksidino cheminė formulė

Mokslinėje publikacijoje teigiama, jog tam tikros bakterijų rūšys gali būti natūraliai atsparios chlorheksidino biocidiniam veikimui. Tai gali būti siejama su antiseptiko negebėjimu pasiekti bakterijos ląstelėje esančio taikinio srities [20].

Chlorheksidinas yra plačiai naudojamas rankų dezinfekantų formulėse, taip pat jis gali būti naudojamas ir paviršiams dezinfekuoti. Chlorheksidinas yra plačiai naudojamas odontologijoje. Šis antiseptikas įeina į burnos skalavimo skysčių, dantų higienos priemonių sudėtį. Mokslinėje publikacijoje nurodoma, jog chlorheksidinas gali padėti gydyti dantenų uždegimą, periodontitą. Antiseptikai su chlorheksidinu yra naudojami dantų implantavimo procedūrų metu, dantenų ir burnos gleivinės dezinfekcijai, taip pat kaip prevencinė priemonė prieš dantų ėduonį [21].

Antiseptikai savo sudėtyje turintys chlorheksidino yra plačiai paplitę veterinarijos srityje. Praktikoje dažnai naudojami antimikrobiniai šunų šampūnai į kurių sudėtį įeina 3 % chlorheksidino gliukonato. A. Loeffler'as pabrėžia, kad šunims naudojant chlorheksidino turintį šampūną, žymiai sumažėjo seborėjinis dermatitas ir kitos bakterinės odos ligos [4]. Luca Guardabass'as teigia, kad gyvūnų ausų dezinfekcijai gali būti naudojamas antiseptikas savo sudėtyje turintis 1,5 % chlorheksidino gliukonato [22]. Literatūroje teigiama, jog chlorheksidinas gali būti naudojamas ir gyvūnų odos dezinfekcijai. Kaip teigia Sara Rose Fitzpatrik, tokio pobūdžio antiseptikai plačiai paplitę karvių tešmenų dezinfekcijai prieš ir po melžimo [23]. Naudojant tokius dezinfekantus, tešmens kanalai yra apsaugomi nuo įvairių uždegimų ir mikroorganizmų patekimo į spenio kanalą.

#### **1.2.4. Jodas ir jodo junginiai**

Jodas ir jo junginiai nuo seniausių laikų buvo naudojami kaip dezinfekuojantys agentai medicinoje ir kitose srityse. Vienas iš pirmųjų jodo dezinfekcinių savybių panaudojimas – tai kvėpavimo takų infekcijų gydymas. Vėliau mokslininkas Lugol'as pastebėjo šio junginio efektyvumą gydant odos tuberkuliozę. Jodo tirpalas žaizdų dezinfekcijai naudojamas nuo XIX amžiaus [24]. Dezinfekantus jodo pagrindu, atsižvelgiant į naudojamą tirpiklį ir pagalbines medžiagas, galima skirstyti į tris pagrindines grupes: gryni vandeniniai tirpalai, alkoholiniai tirpalai, jodoforo kompleksai. Vandeniniuose jodo tirpaluose egzistuoja 9 skirtingos jodo pusiausvyrosios sistemos. Šiose sistemose susidaro 10 naujų jodo rūšių. Alkoholiniuose tirpaluose jodas su alkoholiais sudaro vidinius ir išorinius kompleksus. Jodoforų kompozicijos yra makromolekulių ir įvairių jodo darinių polimeriniai kompleksai.

Dezinfekcinėse priemonėse su jodu svarbus aspektas yra kompozicijos stabilumas. Jodo, kaip ir kitų halogenų tirpalai, nepasižymi stabilumu ir palaipsniui gali prarasti dezinfekuojančias savybes. Šį procesą lemia pakaitų reakcijos su kovalentiniu vandenilio atomu, kuris gali atsirasti iš tirpiklio, jodoforinių molekulių ar farmacinių priedų. Jodo dezinfekcinės savybės lemia sąveika su gyvais mikroorganizmais ir su juos supančia aplinka – negyvais mikroorganizmais, baltymais, amino rūgštimis. Jodo dezinfekcijos mechanizmą lyginant su chloro, procesas yra kur kas paprastesnis, nes jodas normaliomis sąlygomis nereaguoja su amino funkcinėmis grupėmis [25].

Vienas iš jodo dezinfekantų pritaikymo metodų – geriamojo vandens dezinfekcija. Šis mikrobiologinio išvalymo tipas yra nesudėtingas, efektyvus ir ekonomišką. Tačiau šis metodas yra ribojamas maksimalios jodo dozės, kuri kasdien gali patekti į žmogaus virškinimo sistemą. Geriamojo vandens dezinfekcija jodu ar jo tirpalais yra labai plačiai taikoma įvairiose srityse. Šis metodas buvo naudojamas vandens dezinfekcijai Pirmojo Pasaulinio karo metu, NASA šiuo metodu naudojosi dezinfekuojuodami geriamąjį vandenį skrydžių ir kosmosą metu. S. Punyani su komanda teigia, jog vienas iš dažniausiai naudojamų jodo junginių dezinfekcijai – ketvirtiniai amonio polimeriniai junginiai, prie kurių aktyvių ketvirtinių amonio funkcinų grupių prisijungę trijodido jonai. NASA praktikoje yra pritaikiusi jodo-polivinilpirolidono kompleksą. Naudojant šį kompleksą buvo galima reguliuoti jodo išsiskyrimą skrydžių metu, palaikant 2–3 mikrogramus molekulinio jodo ir 0,5–1,5 mikrogramus jodido. NASA taip pat išrado mikrobinę atbulinio vožtuvo sistemą – tai vandens tiekimas per sistemą, kurią sudaro polimero savo sudėtyje turinčio jodo prietaisas [26].

Jodo kompleksai plačiai naudojami odos ir chirurginei odos dezinfekcijai. Pastebėta, jog alkoholiniai ar vandeniniai jodo tirpalai sukelia odos sudirgimą ir palieka dėmes. Todėl buvo pradėtas naudoti jodo kompleksas – povidono jodas, kuris sudarytas iš molekulinio jodo ir polivinilpirolidono. Šis jodo kompleksas, kaip ir molekulinis jodas, pasižymi plačiu antimikrobinių savybių spektru ir yra plačiai naudojamas medicinoje ir veterinarinėje medicinoje. Povidono jodo kompleksas taip pat pasižymi kliniškai įrodytu mažu toksiškumu žmogui [27]. Labiausiai paplitęs 10 % vandeninis povidono-jodo tirpalas, tačiau praktikoje dėl greito džiovimo gali būti naudojami ir alkoholiniai tirpalai. Povidono-jodo tirpalai taip pat gali būti naudojami akies obuolio paviršiaus dezinfekcijai prieš chirurgines procedūras [28]. Medicinoje polividono-jodo kompleksas plačiai naudojamas žaizdoms dezinfekuoti, jų gijimui skatinti, pažeistos vietos atstatymui, drėgmės išsaugojimui. Mokslininkas Jamal Mohamed'as su komanda aprašė povidono-jodo komplekso panaudojimą plėvelę sudarančiuose geliuose [27]. Pastebėta, jog dėl itin lengvo šios medžiagos tirpumo alkoholyje, įvairios temperatūros vandenyje, polietilenglikolyje, alijošiaus ekstrakto ir meduje, galima suformuoti stabilias norimos konsistencijos kompozicijas, kurios pasižymėtų ne tik dezinfekcinėmis, bet ir gydomosiomis savybėmis.

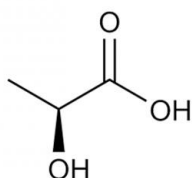
S. Frank su kolegomis ištyrė povidono-jodo komplekso aktyvumą *in vitro* prieš SARS-CoV. Sveikatos priežiūros įstaigose, ligoninėse pacientai ir personalas naudoja antiseptinius nosies purškalus, kurie gali sustabdyti viruso ląstelių patekimą į kvėpavimo takus. Mokslinėje publikacijoje teigiama, jog tokio pobūdžio nosies antiseptikai gali būti pagaminti povidono-jodo komplekso pagrindu. Šis kompleksas, naudojant 0,23 % koncentracijos tirpalą, pasižymėjo virucidiniu aktyvumu prieš SARS-CoV virusą. Mokslininkai teigia, jog 0,15 % koncentracijos šios medžiagos tirpalas gali būti naudojamas burnos dezinfekcijai. Dezinfekuojuodami šiuo būdu povidono-jodo tirpalas pasižymėjo virucidiniu aktyvumu esant 0,5 % koncentracijai, kai ekspozicijos laikas yra 14 s [5].



Jodas ir jo junginiai plačiai pritaikomi ir veterinarinėje medicinoje. Vienas iš plačiausiai paplitusių naudojimo būdų – karvių tešmenų dezinfekcija prieš ir po melžimo proceso [29]. Šiai dezinfekcijai atlikti gali būti naudojami įvairaus pavidalo antiseptikai. Tai gali būti putos, klampus skystis ir kt. Spenių dezinfekcija prieš melžimą yra reikalinga mikrobino užterštumo rizikos sumažinimui. Dezinfekantas užtepamas ant odos, gali būti veiksmingas sustabdant mastito sukėlėjų patekimą į spenio kanalą. R. Blowe'is su kolegomis nustatė, kad dezinfekuojant spenius prieš melžimą, mastito sukėlėjų *Streptococcus uberis* patekimą į kanalą galima sumažinti iki 41 % [29]. Vilgikliuose jodo pagrindu, optimaliausia aktyviosios medžiagos koncentracija – 0,5–1,0 %. Tokiuose produktuose esantys jodas ar kompleksiniai jodo junginiai, gali sukelti spenių odos dirginimą. Dėl šios priežasties į daugelį vilgiklių kompozicijų įeina odą drėkinantys komponentai. Vilgikliai jodo pagrindu turi būti naudojami tik tada, kai gyvulio oda yra švariai nuplauta ir nusausinta, ant jos neturi būti pieno likučių. Mokslininkas pastebė, jog dezinfekuojančių vilgiklių su jodu kompozicijų privalumas – ryški ruda jodo suteikiama spalva, dėl kurios dezinfekantas yra lengvai pastebimas ant odos.

### 1.2.5. Pieno rūgštis

Pieno rūgštis (2-hidroksipropano rūgštis) – tai nedidelės molekulinės masės organinė rūgštis (žr. 1.4 pav.). Šis junginys yra nekenksmingas aplinkai ir pasižymi antimikrobiniu aktyvumu. Pieno rūgšties naudojimas dezinfekciniais tikslais yra plačiai paplitęs maisto, kosmetikos, farmacijos ir chemijos pramonės šakose [30]. Amerikos aplinkos apsaugos agentūra yra pripažinusi pieno rūgštį kaip vieną iš natūralios kilmės saugių dezinfekcinių priemonių, kurias galima naudoti paviršių dezinfekcijai [31]. Pieno rūgštis yra klasifikuojama kaip smarkiai pažeidžianti akis. Tačiau atlikus tyrimus nepastebėta, jog šis biocidas sukeltų odos, virškinamojo trakto ar kvėpavimo takų dirginimą. Būtent dėl šių priežasčių pieno rūgštis yra pripažinta saugia aktyviaja medžiaga, kurią galima naudoti ir asmens higienos dezinfekcijos tikslais.



1.4 pav. Pieno rūgšties cheminė formulė

Literatūroje teigiama, jog L(+)-pieno rūgštis gali būti naudojama dezinfekcinių savybių turinčio muilo ir indų ploviklio gamyboje [30, 32]. Atliekant mokslinius tyrimus pastebėta, jog vandeniniai pieno rūgšties tirpalai buvo baktericidiškai aktyvūs esant 5 % koncentracijai. Tyrimo metu nuspręsta kompoziciją papildyti anijonine paviršiaus aktyviaja medžiaga – natrio laurilsulfatu. Ištyrus kompoziciją pastebėta, jog šie komponentai veikia sinergetiškai – baktericidinis aktyvumas pastebėtas ir esant 1 % pieno rūgšties koncentracijai.

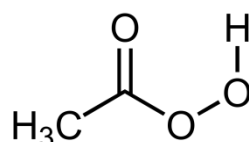
Pieno rūgštis yra plačiai naudojama veterinarijos srityje, kadangi pasižymi aktyvumu prieš *gram-teigiamas* ir *gram-neigiamas* bakterijas, nėra toksiška ar pavojinga medžiaga. Dažnai aptinkamas panaudojimo metodas – karvių tešmens dezinfekcija prieš ir po melžimo proceso. Komerciniuose tešmens dezinfekantuose yra naudojama skirtingos veikliosios medžiagos – vandenilio peroksidas, jodas, chlorheksidinas, tačiau šios antiseptinės medžiagos gali sukelti odos alerginę reakciją ar ją sudirginti. Todėl mokslininkas Rinrada Chotigarp'as nusprendė ištirti spenių vilgiklių pieno rūgšties

pagrindu, kuris pasižymėtų žemesniu kenksmingumu gyvulio odai. Autorius teigia, kad esant 5 % pieno rūgšties koncentracijai, pastebimas antibakterinis vilgiklio aktyvumas prieš *E. coli* [6].

Mokslininkas Kyle Brokken'as pieno rūgštį panaudojo plėvelę sudarantiems dezinfekuojantiems vilgikliams. Užtepus tokio tipo vilgiklio ant gyvulio odos, antimikrobinė kompozicija išdžiūsta, palikdama standžią, tačiau lanksčią plėvelę, kuri sudaro barjerą, neleidžiantį mikroorganizmams patekti į spenių kanalus. Tokiu būdu spenio kanalas yra apsaugomas nuo galimų infekcijų ar uždegimų. Plėvelė išlieka veiksminga iki pirmo odos plovimo. Šioje publikacijoje taip pat teigiama, jog dezinfekcine medžiaga pieno rūgštis pasirinkta dėl mažos gyvulių odos sudirginimo rizikos [33].

### 1.2.6. Peracto rūgštis

Peracto rūgštis (žr. 1.5 pav.) – acto rūgšties peroksidas, pasižymintis stipriomis oksidacinėmis ir dezinfekcinėmis savybėmis. Prekyboje yra prieinamos kelios komercinės šio junginio kompozicijos. Peracto rūgštis tirpale ištirpsta, suformuodama acto rūgštį ir vandenilio peroksidą. Praktikoje dezinfekcijai yra naudojama 150–200 ppm koncentracijos peracto rūgšties tirpalai. Vienas iš šios antiseptinės medžiagos privalumų – dezinfekciją galima atlikti žemoje temperatūroje [34].



1.5 pav. Peracto rūgšties cheminė formulė

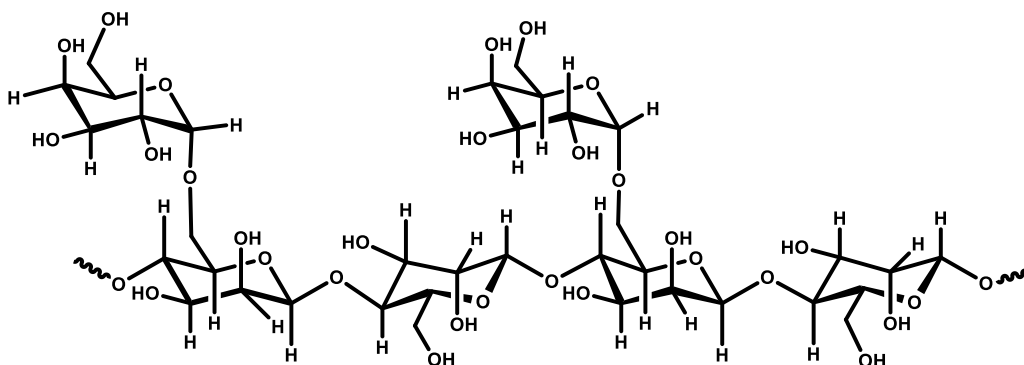
Literatūroje teigiama, kad peracto rūgštis baktericidinėmis savybėmis pasižymi esant 0,001 % koncentracijai, fungicidinėmis – 0,003 %, sporicidinėmis – 0,3 % [35]. Šis agentas pasižymi dezinfekcinėmis savybėmis, esant mažiausiai koncentracijai net ir garų fazėje. Peracto rūgšties antimikrobinis veikimas yra panašus į kitų peroksidų ir oksiduojančių agentų. Šios medžiagos dezinfekcinės savybės siejamos su išsiskiriančiu aktyviuoju deguonimi. Iširta, jog peracto rūgštis sutrikdo ląstelės citoplazminės membranos chemoosmotinę funkciją ir transportavimo per plazminę membraną procesus. Taip pat peracto rūgštis oksiduoja gyvybiškai svarbius fermentus, taip sutrikdydama jų veiklą.

Dėl plataus antimikrobinio veikimo spektro, peracto rūgštis yra pritaikoma daugelyje pramonės šakų. Šios medžiagos panaudojimas nuotekų dezinfekavimui tyrinėjamas nuo 1980 m. Peracto rūgštis yra efektyvus nuotekų vandens dezinfekantas, nes šis metodas nereikalauja brangios aparatūros. Taip pat, šis oksidatorius pasižymi antimikrobinėmis savybėmis net ir esant organiniam užterštumui. Pastebima, jog tokio pobūdžio antiseptiko vartojimas nuotekoms nukenksminti yra saugus aplinkai, nes proceso metu nesusidaro šalutinių produktų [34]. Mokslininkas K. Lemmer'as teigia, kad peracto rūgštis galėtų būti pritaikoma užterštų asmeninių apsaugos priemonių dezinfekcijai. Geriausi dezinfekcijos rezultatai buvo pasiekti padengiant asmeninių apsaugos priemonių paviršių 0,5–1 % peracto rūgšties ir paviršiaus aktyviosios medžiagos kompozicijos plėvele. Mikrobinio užterštumo pašalinimas pastebėtas jau po 1 minutės ekspozicijos [7]. Peracto rūgštis taip pat gali būti naudojama maisto pramonėje paviršiams dezinfekuoti. Tokio pobūdžio dezinfekcijai atlikti, gali būti naudojami 0,15–3,0 % koncentracijos medžiagos tirpalai. Literatūroje aprašomas peracto rūgšties naudojimas paviršių dezinfekcijai veterinarinėje srityje. R. Bohm'as aprašo peracto rūgšties tirpalų panaudojimą gyvulių laikymo vietų ir paviršių jose dezinfekciją peracto rūgšties tirpalais [36].

### 1.3. Dezinfekantuose naudojami tirštikliai

#### 1.3.1. Guaro guma

Guaro guma – tai polisacharidas, kuris gaunamas perdirbant guaro pupeles (žr. 1.6 pav.). Ši medžiaga yra naudojama maisto, farmacijos, popieriaus, tekstilės, kosmetikos ir kitose šakose. Tokį platų guaro gumos pritaikomumą lemia molekulės geba sudaryti vandenilinius ryšius su vandens molekule. Guaro guma gali būti naudojama kompozicijose kaip tirštiklis arba kaip kompoziciją stabilizuojantis agentas. Ši medžiaga – tai hidrofiliųjų karbohidratų kompleksas, kurio struktūra yra artima polimerams. Struktūrą sudarantys galaktozės fragmentai  $\beta$ -1,4 glikozidiniu ryšiu yra prijungti prie grandinės suformuotos iš manozės fragmentų. D-galaktozės fragmentai tarpusavyje yra susijungę 1,6-glikozidiniu ryšiu [37].



1.6 pav. Guaro gumos cheminė formulė

D. Mudgil'as teigia, jog guaro guma yra naudojama popieriaus patvarumui gerinti. Katijoniniai ir anijoniniai junginiai yra naudojami naftos ir dujų pramonės šakose, o ypač hidrauliniame skaldyme, kurio metu aukštas slėgis yra naudojamas akmens skaldymui. Šio proceso metu naudojamame skystyje guaro guma yra naudojama masės sutirštinimui [38].

Guaras yra žinomas kaip vienas iš didžiausių molekulinę masę turinčių vandenyje tirpių polimerinių junginių [39]. Pastebima, jog šis polimeras lengvai tirpsta vandenyje, tačiau yra netirpus angliavandenilių tirpikliuose, riebaluose, alkoholiuose, esteriuose ir ketonuose. Polimero grandinę apsupus vandens molekulėms, prie manozės prisijungę galaktozės fragmentai sąveikauja su vandens molekulėmis ir sudaro *intra*-molekulines grandines, kurios nulemia tirpalo tirštėjimo procesą. 1 % vandeninis guaro gumos tirpalas gali pasiekti 10 000 mPa·s klampą.

Guaro gumos tirpumas ir klampos sudarymo laipsnis didėja mažėjant dalelių dydžiui, pH ir kylant temperatūrai [39]. Svarbiausia šio tirštiklio charakteristika – gebėjimas išbrinkti ir suteikti tirpalui klampą žemoje temperatūroje. Guaro guma suformuoja klampią koloidinę dispersinę sistemą, kurios tirštumas priklauso nuo tirpimo trukmės, temperatūros, koncentracijos, pH ir joninės jėgos. Tirpalai, kurie ruošiami aukštoje temperatūroje su šiuo tirštikliu, pasiekia maksimalią klampą greičiau nei ruošiami žemoje temperatūroje. Tačiau per ilgą aukštos temperatūros poveikį gali sukelti guaro makromolekulių destrukciją ir stebėsimą klampos mažėjimo efektą.

Guaro gumos polimeras yra stabilus plačiame pH reikšmių intervale, kai tirpalai yra laikomi kambario temperatūroje. Stabilumas kintant pH intervalui siejamas su nejoniniu bekrūviu veikimo mechanizmu. Greitas tirštumo sumažėjimas pastebimas rūgštinėje terpėje, esant aukštai temperatūrai [40]. Q. Wang'as kartu su komanda atliko guaro gumos polimero tirpalų stabilumo tyrimą rūgštinėje

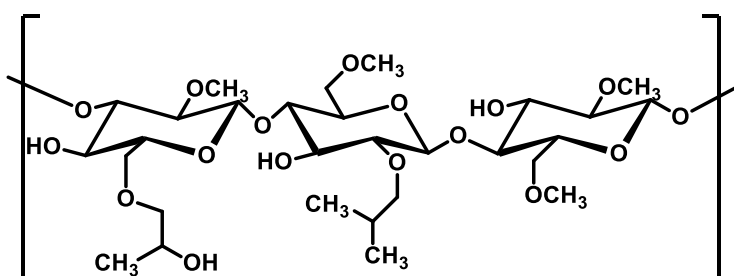
terpėje esant 25 °C, 37 °C ir 50 °C temperatūrai, esant 1,0–6,5 vandenilio jonų rodiklio reikšmėms. Mokslinio tyrimo metu išsiaiškinta, kad guaro gumos tirpalo klampa rūgštinėje terpėje visada yra mažesnė nei neutralioje, nepriklausomai nuo kitų sąlygų [41].

Guaro guma yra plačiai paplitęs maisto produktų stabilizatorius ir skaidulų šaltinis. Šio polimero naudojimas yra plačiai paplitęs ir pripažintas maisto produktų gamintojų ir vartotojų, nes tai ekonomišką, efektyvų ir natūralų priedą. Tirštiklis, dėl savybės prailginti tinkamumo vartoti laiką, yra plačiai naudojamas gėrimų pramonėje. Viena iš dažniausiai naudojamų sričių guaro gumos pritaikymui – pieno produktų pramonės šaka. Sūrio gamyboje šis polimeras yra naudojamas tekstūrai ir formai sukurti mažai riebumo turinčiuose produktuose. Guaro guma plačiai naudojama šaldytų produktų stabilizavimui. Ypač svarbų vaidmenį šis komponentas atlieka valgomųjų ledų gamybos procese, kuriame ne tik suteikia norimą produkto konsistenciją, bet ir užtikrina kompozicijos stabilumą [42].

Unikalios guaro gumos savybės lemia šio polimero panaudojimą kosmetikos srityje. Jis atlieka ne tik tirštiklio, bet ir apsauginės plėvelės sudarymo, emulsiklio, stabilizatoriaus vaidmenį odos ir plaukų priežiūros priemonėse – šampūnuose, losjonuose, kremuose, plaukų dažų formulėse ir kt. Dantų pastos gamyboje guaro guma suriša esančią vandeninę fazę ir sukuria dantų pastos takumą. Dėl šio komponento dantų pastos paspaudus iš lėto išteka iš plastikinės tūbelės. Guaro guma naudojama padengimo ir slydimo savybių pagerinimui, stabilumo išlaikymui skutimosi priemonių, putų kompozicijose. Kosmetikoje plačiai paplitusiose emulsijose guaro guma veikia kaip emulsiklis, kuris sustabdo aliejaus ir vandens fazių atsiskyrimą. Kosmetiniuose aerozoliuose šis komponentas sumažina išpurškiamų lašelių migraciją. Mokslinėje publikacijoje aprašoma galimybė guaro gumą naudoti ploviklių ir valiklių sudėtyje, dėl lengvo šios molekulės suderinamumo su aktyviosiomis paviršiaus medžiagomis [46].

### 1.3.2. Hidroksipropilmetilceliuliozė

Hidroksipropilmetilceliuliozė – bekvapė, beskonė balta medžiaga, dažniausiai naudojama granuliu, miltelių pavidalu (žr. 1.7 pav.). Dažniausiai gaunama sintetiniu būdu modifikuojant natūralų polimerą – celiuliozė. Hidroksipropilmetilceliuliozės sintezei naudojama šarminės prigimties natūrali celiuliozė, kuri yra pagaminama medienos pulpą veikiant 18 % koncentracijos natrio hidroksido tirpalu. Metil- ir hidroksipropil- eterių funkcinės grupės yra prijungiamos šarminės prigimties celiuliozei reaguojant su metil–chloridu ir propileno oksidu [43].



1.7 pav. Hidroksipropilmetilceliuliozės cheminė formulė

Hidroksipropilmetilceliuliozė yra hidrofilinė medžiaga, galinti ištirpti ne tik aukštos, bet ir žemos temperatūros vandenyje. Taip pat šis polimeras yra biologiškai suyantis, pasižymi biologiniu suderinamumu. Dėl šių medžiagos savybių, hidroksipropilmetilceliuliozė yra plačiai pritaikoma vaistų, dažų, kosmetikos, klijų, lakų ir tekstilės pramonės šakose. M. C. Silva teigia, jog polimero

vandeniniai tirpalai sudaro termiškai atsparius gelius, kurie pakaitinus ir atvėsinus, grįžta į pradinę būseną. Šis procesas yra sudėtingas ir iki galo neištirtas, tačiau publikacijoje teigiama, kad gali vykti dėl keleto skirtingų reiškinų kaitinimo ciklo metu. [44].

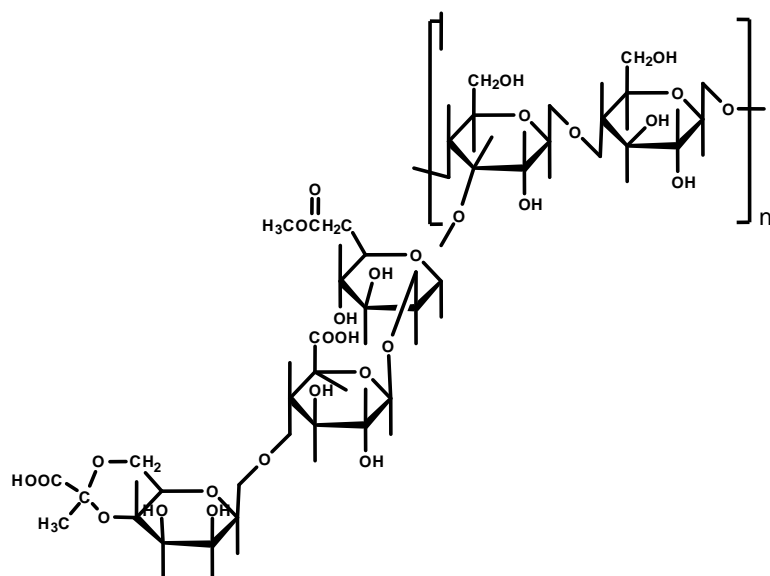
Hidroksipropilmetilceliuliozė plačiai naudojama plėvelės sudarymui kosmetikos ir maisto pramonės srityse. Šio polimero tirpalai suformuoja skaidrią, bekvapę, bespalvę plėvelę, kuri pasižymi cheminiu stabilumu ir gali užtikrinti ilgesnį produkto galiojimo laiką, sustabdant deguonies sąlytį su dengiamu paviršiumi. Nors šis polimeras nėra biocidinė medžiaga, tačiau papildžius kompoziciją papildomais antibakteriniais agentais, galima suformuoti stiprią biocidiškai aktyvią plėvelę. R. Ghadermaz'as mokslinėje publikacijoje teigia, kad hidroksipropilmetilceliuliozė gali būti pritaikyta vaisių ir daržovių paviršiaus padengimui plėvele. Atliktame moksliniame tyrime ieškoma, kokios papildomos medžiagos galėtų pagerinti šio polimero sudaromos plėvelės savybes ir dar geriau apsaugoti vaisius ir daržoves nuo neigiamo aplinkos poveikio. Formuojamos plėvelės plastiškumui pagerinti gali būti naudojamas glicerolis ir sorbitolis. Norint pagerinti antioksidacines dangos savybes, plėvelės sudėtį galima papildyti organiniais ekstraktais, dažikliais, sintetiniais antioksidantais [45]. Literatūroje plačiai aprašomas hidroksipropilmetilceliuliozės panaudojimas kosmetikos industrijoje. T. F. R. Alves'as šį polimerą priskiria prie pusiau sintetinių polimerų, kurie naudojami produkto tirštumo reguliavimui, galiojimo laiko prailginimui [9].

Jungtinis FAO ir PSO ekspertų komitetas įvertino hidroksipropilmetilceliuliozę ir kitas modifikuotas celiuliozes ir pripažino, jog remiantis moksliniais tyrimais šios medžiagos nėra mutageniškos ar kancerogeniškos, taip pat nesukelia poveikio reprodukcijai. Ūmaus toksiškumo tyrimų metu, nustatyta, jog hidroksipropilmetilceliuliozė nesukelia odos, akių dirginimo, nėra toksiška prarijus ar įkvėpus [43]. Europos cheminių medžiagų agentūros (ECHA) tinklapyje, nurodoma, kad pagal daugumą pateiktų pranešimų jokie fiziniai pavojai, pavojai sveikatai ar aplinkai nėra registruojami.

### 1.3.3. Ksantano guma

Ksantano guma – didelės molekulinės masės polisacharidas, kurį angliavandenilių fermentacijos metu išskiria bakterijos *Xanthomonas campestris*. Pramonėje ksantano polimeras yra gaunamas iš bakterijų aerobinės fermentacijos proceso metu. Bakterijos auginamos gerai vėdinamoje terpėje, aprūpinamos gliukoze, azoto junginiais ir kitais reikalingais elementais. Procesas vykdomas keliomis skirtingomis stadijomis. Fermentacijai pasibaigus, vykdomas tirpalo pasterizacijos procesas. Šis etapas yra reikalingas tam, kad būtų sunaikintos procese dalyvavusios bakterijos. Ksantano guma yra gaunama nusodinimo metodu, panaudojant etilo arba izopropilo alkoholį. Paskutiniame gamybos žingsnyje galutinis produktas yra išdžiovinamas, smulkinamas ir supakuojamas [46].

Ksantano gumos polimerinė grandinė yra sudaryta iš  $\beta$ -D-gliukozės fragmentų susijungusių 1,4 glikozidiniu ryšiu (žr. 1.8 pav.). Prie kas antro  $\beta$ -D-gliukozės fragmento prisijungusi trisacharido šoninė grandinė. Šią šoninę struktūrą sudaro du manozės fragmentai tarp kurių įsiterpė gulurono rūgšties fragmentas [47]. Ksantano guma turi antrinę struktūrą, kurią sudaro penkis kartus susukta spiralė. Šią struktūrą suformuoja nekovalentiniai ryšiai tarp ksantano gumos molekulinės fragmentų [48].



1.8 pav. Ksantano gumos cheminė formulė

Ksantano guma yra tirpi aukštos ir žemos temperatūros vandenyje. Medžiaga į vandeninį tirpalą turi būti dedama intensyviai maišant, tokiu būdu išvengiama sausų darinių susiformavimo, kurie prailgina tirpalo paruošimo laiką [49]. Šio polimero tirpalai pasižymi unikalia savybe išlaikyti stabilius klampos parametrus keliant temperatūrą. Ksantano gumos tirpalai yra jautrūs aukštomis ir žemoms pH reikšmėms. Polimerinių tirpalų klampos sumažėjimas pastebimas, kai pH reikšmė lygi 4. Tačiau atstačius tirpalo pH iki neutralios, klampa grįžta į pradinę būseną.

Dėl ypatingos ksantano gumos struktūros, šis polimeras yra plačiai pritaikomas daugelyje sričių. Mokslininkas B. Katzbauer'as aprašo ksantano gumos naudojimą maisto pramonėje pieno produktų stabilizavimui, padažų ir desertų gamyboje ksantano derva yra naudojama produktų klampai didinti. Ksantano guma yra ypatinga tuo, kad gali būti naudojama produktuose, kuriuose yra iki 50 % alkoholio.

Ksantano guma plačiai naudojama kosmetikos pramonėje [50]. Dėl ksantano gumos reologinių charakteristikų, šis polimeras gali būti pritaikomas šampūnų, dantų pastų, skysto muilo ir kitų kosmetikos produktų takumui pagerinti. Mokslinėje publikacijoje teigiama, kad produkto klampos reguliavimui pasirinkus ksantano polimerą, galima ne tik sukurti geromis reologinėmis savybėmis pasižymintį produktą, bet ir pagerinti produkto struktūros vientisumą, švelnumą. Literatūroje randama informacijos apie ksantano gumos panaudojimą ryžių sėlenų aliejaus kompozicijoje, kuri toliau naudojama nuo neigiamo saulės poveikio apsaugančiuose produktuose [48]. Buvo ištirtos 6 kompozicijos, panaudojant skirtingas ksantano polimero koncentracijas (0,0 %–1,0 %). Didinant polimero koncentraciją tirpale pastebėta, jog pH reikšmė nekinta. Atlikus tyrimą, teigiama, kad ksantano guma lemia geresnes mišinio fizikines, chemines ir reologines savybes.

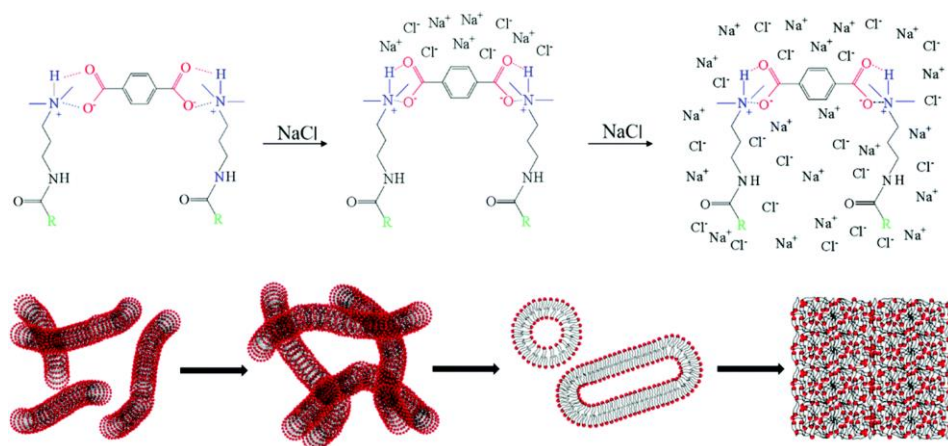
Ksantano guma pasižymi plačiai pritaikomomis rišamosiomis savybėmis. Ši polimero funkcija pritaikoma dantų pastų gamyboje. Literatūroje teigiama, kad ksantano guma gali būti svarbus ingredientas asmens sveikatos priežiūros ir biocidinėse priemonėse [48]. Dažniausiai tokio pobūdžio priemonėse ksantano guma naudojama produkto plėvelei sudaryti ant odos paviršiaus ir taip neleisti mikroorganizmams prasiskverbti į gilesnius odos sluoksnius.

### 1.3.4. Emulguojantys tirštikliai

Emulguojantys polimerai – tai medžiagos, kurių veikimas paremtas polimero brinkimu vandeninėje terpėje. Iš anksto neutralizuotas polimeras yra disperguojamas aliejaus fazėje. Į mišinį pridėdamas vandens, polimeras pradeda brinkti ir tirpti, vandeninėje fazėje polimero tinklas apsiverčia. Ilgainiui aplink kiekvieną disperguoto aliejaus lašelį suformuojamas makromolekulinis polimero tinklas. Pagrindinis šių polimerų privalumas – gebėjimas sudaryti gelio pavidalo emulsijas mišinio nešildant ir nenaudojant papildomos energijos. Taigi, šio tipo tirštikliai gali būti naudojami karščiui jautriose kompozicijose. Literatūroje randama informacijos apie papildomus komponentus emulguojančių polimerinių tirštiklių sistemose. Tai gali būti nejoninės emulguojančios medžiagos, kurios nepašizymi kenksmingomis savybėmis žmogaus organizmui [51].

Produktų klamos reguliavimui gali būti naudojamos paviršiaus aktyviosios medžiagos. Pridėjus tokio pobūdžio tirštiklio į tiršinamą produktą, formuojasi įvairios agregatinės struktūros: sferinės micelės, vikšro pavidalo micelės, plokščia pūslelių pavidalo struktūra ir kitos. Vikšro pavidalo micelės yra suformuotos iš viendimensinės sferinių molekulių struktūros, esant tam tikroms aplinkos sąlygoms. Didinant aktyviosios paviršiaus medžiagos koncentraciją, vikšro pavidalo micelės ima jungtis tarpusavyje ir suformuoja tridimensinę tinklinę struktūrą. Šis tinklas pasižymi panašiomis viskoelastinėmis savybėmis kaip ir polimerų tirpalai. Pastovus struktūros formavimasis ir nykimas palaiko dinaminę pusiausvyrą, dėl šios priežasties tokio pobūdžio sistemos yra vadinamos „gyvaisiais polimerais“ [52].

L. Xinxin'as mokslinėje publikacijoje aprašo skirtingų paviršiaus aktyviųjų medžiagų (PAM) tirštiklių klamos reguliavimą pasitelkiant neorganines druskas. Tyrimo metu buvo ištirtos PAM, sudaromos N-erukamidopropilą N,N-dimetilaminą derinant su o-ftalio rūgštimi, p-ftalio rūgštimi ir m-ftalio rūgštimi moliniu santykiu 2:1. Suformavus tris skirtingus medžiagų derinius, ištirta NaCl įtaka šiems tirpalams. Tyrimo rezultatai parodė, jog atitinkamai į tirpalus pridėjus 50 mM, 200 mM, 300 mM koncentracijos NaCl tirpalo, pasiekama maksimali tiršinamų kompozicijų klampa, kuri yra iki  $10^6$  mPa·s. Didinant NaCl koncentraciją iki 700 mM, pastebimas kompozicijų klamos sumažėjimas iki 10 mPa·s, taip pat gelsvos spalvos skaidrus gelis virsta į baltą susidrumstusį tirpalą. Į tam tikros koncentracijos PAM tirpalą patekus  $\text{Cl}^-$  jonų, tarp paviršiaus aktyviosios medžiagos „galvos“ grupių sumažėja elektrostatinis atostūmis (žr. 1.9 pav.), taigi molekulės suartėja, micelės agreguojasi, dalelės didėja – tokiu būdu sistema tampa klampesnė. Toliau didinant NaCl koncentraciją, tirpalas ima drumstis, susidaro paviršiaus aktyviųjų medžiagų nuosėdos [52].



1.9 pav. NaCl sąveika su aktyviosios paviršiaus medžiagos molekulėmis [52]

Šio tipo tirštikliai pasižymi unikalėmis reologinėmis savybėmis, taip pat plaunamosiomis savybėmis ir dėl šių priežasčių yra plačiai pritaikomi naftos gamyboje ir apdirbimo procesuose, farmacijos industrijoje, biologinėje inžinerijoje. Vienas iš PAM tirštiklio pavyzdžių bis-(2-hidroksietil)oleilamino tirpalas. D. Juhue'as aprašo bis-(2-hidroksietil)oleilamino panaudojimą rūgštinio ploviklio kompozicijoje, kuris skirtas valyti, dezinfekuoti bei kalkių nuosėdoms šalinti nuo su maistu besiliečiančių paviršių. Veiklioji ploviklio medžiaga metansulfoninė rūgštis, kuri derinama su tirštikliu ir papildoma aktyviaja paviršiaus medžiaga sudaro gelį, kuris remiantis tyrimų rezultatais išlieka stabilus 2 mėnesius [53].

#### **1.4. Literatūros apibendrinimas ir mokslinių tyrimų pagrindimas**

Atliekant literatūros analizę pastebėta, jog dezinfekcinių medžiagų panaudojimas plačiai paplitęs veterinariniuose biocidiniuose produktuose. Itin dažnai vartojamos veterinarinės dezinfekcijos priemonės – vilgikliai karvių tešmenims dezinfekuoti. Šios priemonės yra skirtos naudoti karvių tešmenų odos apsaugai nuo aplinkoje esančių mikrobus. Užtepęs produktą ant odos yra suformuojama klampi apsauginė plėvelė, kuri sudaro barjerą saugantį nuo mikroorganizmų patekimo į spenio kanalą [8]. Dažnai sutinkamos šio tipo dezinfekantų veikliosios medžiagos pieno rūgštis ir jodas [6, 29]. Svarbus tokio tipo dezinfekantų fizikinis–cheminis parametras – klampa, kuri turi būti pakankama, kad produktą užtepęs ant odos susidarytų nenutekantis lašas. Dezinfekantų kompozicijose gali būti naudojami įvairių tipų tirštikliai: natūralūs, pusiau sintetiniai arba sintetiniai polimerai [9]. Šiame moksliniame darbe nuspręsta ištirti visų tipų tirštiklių panaudojimą vilgiklių kompozicijose. Darbe analizuojami natūralūs tirštikliai – guaro ir ksantano gumos polimerai, pusiau sintetiniai – hidroksipropilmetilceliuliozė ir sintetiniai - riebalų rūgščių polidietanolamido ir hidrintų naftos produktų mišinys bei 2,2'- (oktadec-9-enilimino) bisetanolis.

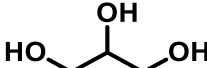
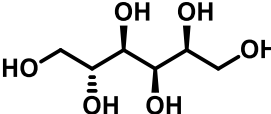
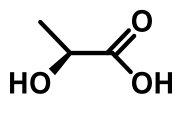
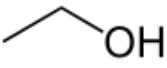
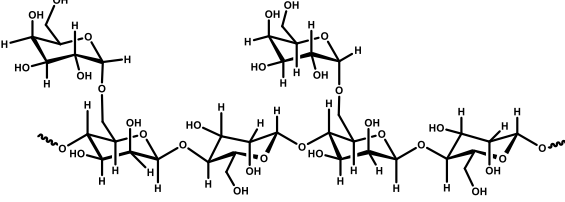
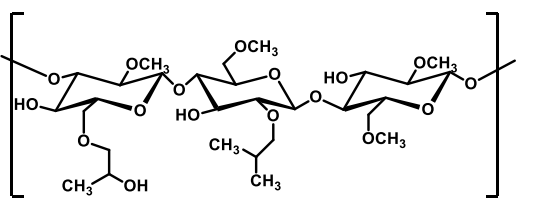
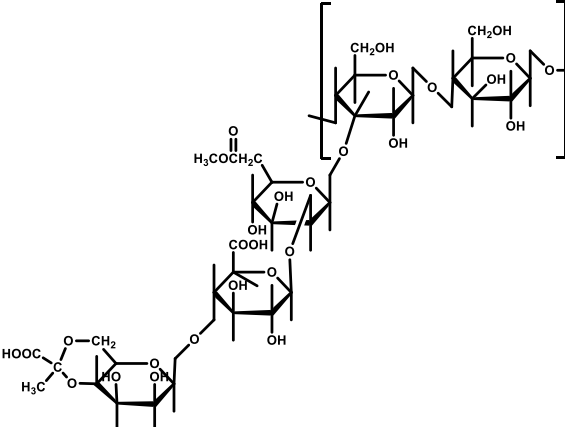
Darbo tikslas - sukurti antimikrobines gyvulių priežiūros priemones jodo ir pieno rūgšties pagrindu ir ištirti jų stabilumą esant skirtingoms aplinkos sąlygoms. Šiam darbo tikslui pasiekti buvo sprendžiami šie uždaviniai: sukurtos dviejų tipų kompozicijos su pieno rūgštimi ir jodu, parinkti tinkami tirštikliai ir jų koncentracijos, nustatytas sukurtų antimikrobinių kompozicijų stabilumas pagal klamos, specifinio laidumo, vandenilio jonų, jodo koncentracijos pokyčius, pagal stabilumą, sudėtį ir gamybos būdą parinktos geriausiomis savybėmis pasižyminčias dezinfekuojančios kompozicijos.



## 2. Metodinė dalis

### 2.1. Naudotos medžiagos

1 lentelė. Kompozicijoms paruošti naudotos medžiagos

Medžiagos prekybinis pavadinimas, tiekėjas	Cheminis junginys	Cheminio junginio formulė	CAS, molekulinė masė, grynumas	Pastabos
Glicerolis, UAB Margūnas	1,2,3-propantriolis		CAS Nr. 56-81-5 M=92 g/mol Grynumas – 100%	Odą minkštinantis priedas
Sorbitolas, UAB Oqema	2R,3S,4S,5-Heksan-1,2,3,4,5,6-heksolis		CAS Nr. 50-70-4 M= 182,17 g/mol	Drėkiklis
Sanilac Purac, UAB Algol Chemicals	L (+) – pieno rūgštis		CAS Nr. 79-33-4 M=90 g/mol Grynumas – 80 %	pH reguliavimas ir dezinfekuojanti medžiaga
Etanolis, AB MV Group Production	Etanolis		CAS Nr. 64-17-5 M=46 g/mol	Tirpiklis
Guaro guma, Esaflor HDR, UAB Oqema	2-hidroksipro-pilo eteris		CAS Nr. 39421-75-5 M=536.43 g/mol	Tirštiklis
Benecell E 10 M, UAB IMCD Baltics	Hidroksipro-pilmetilceliuliozė		CAS Nr. 9004-65-3 M=478.49 g/mol	Tirštiklis
Kelzan ST Plus, Biesterfield Chemia Specjalna Z.O.O.	Ksantano guma		CAS Nr. 11138-66-2 M= 181.21 g/mol	Tirštiklis

Solagum SH 210, UAB Celego LT	Riebalų rūgščių polidietanol-amido ir naftos apdorotos vandeniliu esant katalizatoriui mišinys		CAS Nr. 68603-38-3 CAS Nr. 64742-47-8 M=787.21 g/mol	Tirštiklis
Cecajel 210, UAB Binčis	2,2'-(oktadec-9-enilimino) bisetanolis		CAS Nr. 25307-17-9 M=355.6 g/mol	Tirštiklis
Alpicare COH/410, Tempokem SIA	Hidrintas ricinos aliejus		CAS Nr. 61788-85-0, M=375.864 g/mol	Emulsiklis, aktyvioji paviršiaus medžiaga
Akypo Gene Jod F, Biesterfield Chemia Specjalna SP Z.O.O.	Jodo (20 %) glikolio rūgšties etoksilato laurilo eterio tirpalas	$I_2$ 	CAS Nr. 7553-56-2 CAS Nr. 27306-90-7 M=288 g/mol;	Drėkiklis ir dezinfekuojanti medžiaga

## 2.2. Tyrimų metodai

### 2.2.1. Kompozicijų paruošimas

Kompozicijoms su pieno rūgštimi paruošti buvo naudojami 5 skirtingi tirštikliai. 1.1 kompozicija buvo ruošiama tirštikliu naudojant guaro gumą. Į indą įpilama 7 % glicerolio ir pridama 1,2 % tirštiklio miltelių. Maišoma tol, kol gaunama vienalytė masė. Į mišinį įpilamas pagal receptūrą apskaičiuotas distiliuoto vandens kiekis ir tirpalas uždarame inde brinkinamas 24 valandas kambario temperatūroje. Į išbrinkusią masę iš eilės dedamos likusios medžiagos – 1 % etanolio, 3 % sorbitolio, 6 % pieno rūgšties. Gauta klampi masė išmaišoma ir paliekama 24 valandoms kambario temperatūroje. Praėjus šiam laikui matuojami kompozicijos fizikiniai-cheminiai parametrai – klampa, pH, santykinis laidumas. 1.2 ir 1.3 kompozicijos paruošiamos analogišku metodu, tačiau naudojami skirtingi tirštikliai ir koncentracijos. Ruošiant 1.2 kompoziciją naudojama 1.7 % hidroksipropilmetilceliuliozės, 1.3 kompoziciją – 0,64 % ksantano gumos. Kompozicijoms reikalingas vandens kiekis apskaičiuojamas kiekvienai kompozicijai atskirai, atsižvelgiant į skirtingas tirštiklių koncentracijas. 1.4 kompozicijos paruošimui į indą, kuriame įpilamas pagal receptūrą apskaičiuotas distiliuoto vandens kiekis, pridamas skysto pavidalo tirštiklis, maišoma tol, kol tirpalas sutirštėja. Gauta klampi masė brinkinama uždarame inde 24 valandas kambario temperatūroje. Į išbrinkusią masę iš eilės dedamos likusios medžiagos – 1 % etanolio, 3 % sorbitolio, 6 % pieno rūgšties. Gauta klampi masė išmaišoma ir paliekama 24 valandoms kambario

temperatūroje. Praėjus šiam laikui matuojami kompozicijos fizikiniai–cheminiai parametrai – klampa, pH, santykinis laidumas. 1.5 kompozicija ruošiama į indą įpilant pagal receptūrą apskaičiuotą distiliuoto vandens kiekį, supilant 6 % pieno rūgšties. Tirpalas išmaišomas, supilama 3,3 % skystos tirštiklio masės. Maišoma tol, kol gaunamas skaidrus tirpalas. Toliau dalimis suberiama 8 % NaCl. Tirpalas maišomas tol, kol pastebimas sutirštėjimas. Į išbrinkusią masę iš eilės dedamos likusios medžiagos – 1 % etanolio, 3 % sorbitolio. Gauta klampi masė išmaišoma ir paliekama 24 valandoms kambario temperatūroje. Praėjus šiam laikui matuojami kompozicijos fizikiniai–cheminiai parametrai – klampa, pH, santykinis laidumas.

Kompozicijoms su jodu paruošti buvo naudojami 4 skirtingi tirštikliai. 2.1 kompozicija buvo ruošiama tirštikliu naudojant guaro gumą. Į indą įpilama 5 % glicerolio ir pridedama 1,2 % tirštiklio miltelių. Maišoma tol, kol gaunama vienalytė masė. Į mišinį įpilamas pagal receptūrą apskaičiuotas distiliuoto vandens kiekis ir tirpalas uždarame inde brinkinamas 24 valandas kambario temperatūroje. Į išbrinkusią masę iš eilės dedamos likusios medžiagos – 1,5 % hidrinto ricinos aliejaus, 2,8 % jodo komplekso. Gauta klampi masė išmaišoma ir paliekama 24 valandoms kambario temperatūroje. Praėjus šiam laikui matuojami kompozicijos fizikiniai–cheminiai parametrai – klampa, pH, santykinis laidumas, jodo kiekis. 2.2 ir 2.3 kompozicijos paruošiamos analogišku metodu, tačiau naudojami skirtingi tirštikliai ir koncentracijos. Ruošiant 2.2 kompoziciją naudojama 1.7 % hidroksipropilmetilceliuliozės, 2.3 kompoziciją – 0,64 % ksantano gumos. Kompozicijoms reikalingas vandens kiekis apskaičiuojamas kiekvienai kompozicijai atskirai, atsižvelgiant į skirtingas tirštiklių koncentracijas. 2.4 kompozicijos paruošimui į indą, kuriame įpilamas pagal receptūrą apskaičiuotas distiliuoto vandens kiekis pridedamas skysto pavidalo tirštiklis, maišoma tol kol tirpalas sutirštėja. Gauta klampi masė brinkinama uždarame inde 24 valandas kambario temperatūroje. Į išbrinkusią masę iš eilės dedamos likusios medžiagos – 1,5 % hidrinto ricinos aliejaus, 2,8 % jodo komplekso. Gauta klampi masė išmaišoma ir paliekama 24 valandoms kambario temperatūroje. Praėjus šiam laikui matuojami kompozicijos fizikiniai–cheminiai parametrai – klampa, pH, santykinis laidumas, jodo kiekis.

Gautas tam tikras kiekis kompozicijos padalinamas į tris dalis. Kiekviena dalis laikoma HDPE plastiko butelyje, uždarytame sandariu kamščiu. Kompozicijos laikomos esant +4 °C, +20 °C, +40 °C temperatūrose ir kas 30 dienų tiriami šių kompozicijų fizikiniai–cheminiai parametrai: matuojamas skysčių pH, klampa, specifinis laidumas, kompozicijose su jodu jodometriniu metodu nustatomas jodo kiekis.

### **2.2.2. Klamos matavimas**

Kiekvienos kompozicijos klamos reikšmė nustatoma praėjus 24 valandoms nuo pagaminimo ir stabilumo tyrimo metu 12 mėnesių kas 30 dienų. Paruoštų kompozicijų dinaminė klampa matuojama esant 20 °C temperatūrai rotaciniu VISCO 6800 viskozimetru. Tiriamoji kompozicija įpilama į specialią stiklinėlę iki žymos (100 ml). Stiklinėlė uždedama ant viskozimetro stovo. Prieš pradėdant matavimą įsitikinama, kad tiriamajame bandinyje nebūtų oro burbuliukų. Nustatomas apsisukimų skaičius (6 rpm) ir palaukiama kol nusistovės pastovus klamos rodmuo. Procedūra kartojama visoms paruoštomis kompozicijoms. Kompozicijų reikšmės buvo nustatytos kartojant tyrimą 3 kartus (n=3). Rezultatai pateikiami išvedus tyrimo metu gautų duomenų aritmetinį vidurkį.

### 2.2.3. pH matavimas

Kiekvienos kompozicijos pH reikšmė nustatoma praėjus 24 valandoms nuo pagaminimo ir stabilumo tyrimo metu 12 mėnesių kas 30 dienų. Matavimai vykdomi Oaktlon pH 510 Benchtop Meter prietaisu. Elektrodas prieš kiekvieną matavimą yra nuplaunamas distiliuotu vandeniu ir merkiamas į matuojamą klampų skystį. pH reikšmės matuojamos esant 20 °C temperatūrai. Įmerkus elektrodą, palaukiama kol nusistovės pastovi pH reikšmė, rezultatas užfiksuojamas. Po kiekvieno matavimo elektrodas yra nuplaunamas distiliuotu vandeniu. Procedūra kartojama visoms paruoštoms kompozicijoms. Kompozicijų reikšmės buvo nustatytos kartojant tyrimą 3 kartus (n=3). Rezultatai pateikiami išvedus tyrimo metu gautų duomenų aritmetinį vidurkį.

### 2.2.4. Specifinio laidumo matavimas

Kiekvienos kompozicijos specifinis laidumo reikšmė nustatoma praėjus 24 valandoms nuo pagaminimo ir stabilumo tyrimo metu 12 mėnesių kas 30 dienų. Matavimai vykdomi Mettler Toledo InLab 73X Series prietaisu. Elektrodas prieš kiekvieną matavimą yra nuplaunamas distiliuotu vandeniu ir merkiamas į matuojamą klampų skystį. Prieš pradėdant matavimą įsitikinama, kad tiriamajame bandinyje nebūtų oro burbuliukų. Specifinis laidumas matuojamas esant 20 °C temperatūrai. Po kiekvieno matavimo elektrodas yra nuplaunamas distiliuotu vandeniu. Procedūra kartojama visoms paruoštoms kompozicijoms. Kompozicijų reikšmės buvo nustatytos kartojant tyrimą 3 kartus (n=3). Rezultatai pateikiami išvedus tyrimo metu gautų duomenų aritmetinį vidurkį.

### 2.2.5. Jodo kiekio nustatymas kompozicijose jodometriniu metodu

2.1, 2.2, 2.3, 2.4 kompozicijose jodo kiekis nustatomas jodometriniu metodu [54]. Pirmiausia pasiruošiamas 0,1 M koncentracijos Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tirpalas. 250 ml kūginėje kolboje pasveriamas 10 g tiriamos kompozicijos. Kolbos turinys praskiedžiamas 100 ml distiliuoto vandens ir titruojamas 0,1 M Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tirpalu iki kol geltona spalva išblunka. Titravimui sunaudotas natrio tiosulfato kiekis V<sub>2</sub> toliau naudojamas skaičiavimams. Jodo kiekis (m<sub>2</sub>, g) apskaičiuojamas pagal 1.1 formulę:

$$m_2(g) = \frac{0,1 M \times V_2 \times m_1}{1 N \times V_1} \quad 1.1$$

čia: V<sub>1</sub> – 1000 ml; m<sub>1</sub> – medžiagos ekvivalento masė; V<sub>2</sub> – titravimui sunaudotas Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tūris, ml; m<sub>2</sub> – tiriamosios kompozicijos masė, g.

Jodo koncentracija (w, %) apskaičiuojama pagal 1.2 formulę:

$$w(\%) = \frac{m_2}{10 g} \times 100 \% \quad 1.2$$

### 2.2.6. Spektroskopinė analizė

2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5 kompozicijų šviesos sugerties spektrai užrašyti spektrofotometru JENWAY 6715 UV/VIS. Paruošiami 1 % koncentracijos mėginių tirpalai, 20 kartų praskiedžiant tiriamas kompozicijas. Bandinių spindulių sugertis matuota UV ir regimojoje spektro dalyje (200–800 nm bangos ilgis), spektrą užrašant 600 nm/min matavimo greičiu. Bandinių spektroskopinei analizei atlikti buvo naudojamos 10 mm kvarcinio stiklo kiuvetė.

### 2.2.7. Furjė transformacijos infraraudonoji spektroskopija

FT-IR spektroskopinės analizės metu buvo tiriami šių medžiagų arba mišinių spektrai: 1 – mėginams paruošti naudotos pieno rūgštis, 2 – 2,2’-(oktadec-9-enilimino) bisetanolis, 3 – vandens, pieno rūgštis ir 2,2 ’- (oktadec-9-enilimino) bisetanolio tirpalas, 4 – vandens, pieno rūgštis ir 2,2 ’- (oktadec-9-enilimino) bisetanolio ir NaCl tirpalas. Paminėtos medžiagos arba mišiniai charakterizuoti užrašant šių bandinių sausųjų likučių infraraudonuosius (IR) spektrus naudojant Furjė transformacijos IR spektrometrą FT–IR Frontier (Perkin Elmer, JAV). Atliekant FT–IR spektrometrinę analizę, naudojamas bangos ilgiui ir dažniui proporcingas dydis – bangos skaičius  $n$  ( $\text{cm}^{-1}$ ). Medžiagų ir jų mišinių spektrai užrašyti pagrindinėje IR spektro srityje nuo 4000 iki  $650 \text{ cm}^{-1}$ . Spektre matomos smailės gaunamos registruojant kompoziciją sudarančių vibracijas ir nustatomos esančios funkcinės grupės bei vykstantys kitimai joms sąveikaujant.

### 2.2.8. Mikrobiologiniai tyrimai

AB „Higėja“ užsakymu buvo atlikti kompozicijų su pieno rūgštimi ir jodu mikrobiologinio aktyvumo tyrimai. Kompozicijų aktyvumo ekspertizę atliko Nacionalinio Visuomenės Sveikatos centro laboratorija.

**2 lentelė.** Mikrobiologinių tyrimų sąlygos

Tyrimų sąlygos	Baktericidinis aktyvumas	Mielicidinis aktyvumas
Tiriami mikroorganizmai	<i>Enterococcus hirae</i> <i>Escherichia coli</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Candida albicans</i>
Temperatūra	20 °C	20 °C
Ekspozicijos laikas	5 min	5 min
Šviesos sąlygos	0,3 g/l galvijų albumino serumas	0,3 g/l galvijų albumino serumas

Baktericidinis kompozicijų aktyvumas ištirtas pagal LST EN 1276 – „Cheminiai dezinfekantai ir antiseptikai. Kiekybinis suspensijos tyrimas cheminių dezinfekantų ir antiseptikų, naudojamų maisto produktų gamyboje, pramonėje, buityje ir viešosiose zonose, baktericidiniui aktyvumui įvertinti“. Šis tyrimas atliekamas dezinfekantu veikiant bakterijų kultūras *Enterococcus hirae*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* užsakovo numatytais sąlygomis. Mielicidinis kompozicijų aktyvumas ištirtas pagal LST EN 1650 – „Cheminiai dezinfekantai ir antiseptikai. Kiekybinis suspensijos tyrimas cheminių dezinfekantų ir antiseptikų, naudojamų maisto produktų gamyboje, pramonėje, buityje ir viešosiose zonose, fungicidiniui arba mielių naikinimo aktyvumui įvertinti“. Šis tyrimas atliekamas dezinfekantu mielių kultūrą *Candida albicans*.

### 2.2.9. Rezultatų tikslumo ir patikimumo įvertinimas

Nustatant skirtingus kompozicijų fizikinius–cheminius parametrus buvo skaičiuojami atliktų trijų bandymų reikšmių aritmetiniai vidurkiai pagal formulę:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N};$$

čia:  $X_i$  – vieno matavimo vertė;  $N$  – matavimų skaičius

Norint nustatyti gaunamų rezultatų tikslumą, kiekvienai matavimų serijai apskaičiuojama vidutinė kvadratinė paklaida pagal formulę:

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

čia:  $X_i$  – vieno matavimo vertė;  $\bar{X}$  – aritmetinis vidurkis;  $N$  – matavimų skaičius

### 3. Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

#### 3.1. Tiriamų kompozicijų paruošimas ir jų savybės

Kompozicijos buvo ruošiamos pagal literatūroje aptinkamus duomenis. Pasirinktose gaminti kompozicijose naudojami komponentai yra vanduo, tirštiklis, antimikrobinu veiksmingumu pasižyminti aktyvioji medžiaga, drėkinamoji medžiaga. Žaliavos į kompoziciją pridedamos numatyta tvarka. Šio tyrimo metu buvo išbandyti 5 skirtingi tirštikliai, kurie tiekiami skirtingų gamintojų, pasižymi skirtingomis savybėmis. Naudojant skirtingus tirštiklius tyrimui buvo pagamintos 9 kompozicijos. Taip pat buvo paruoštos kompozicijos su pieno rūgštimi ir jodu nenaudojant tirštiklio, tam kad būtų galima stebėti ir įvertinti kompozicijos savybių kitimą be tirštiklio.

3 lentelė. 1.1–1.6 kompozicijų su pieno rūgštimi receptūros

Sudedamoji dalis/ Kompozicijos numeris	Kiekis, %					
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6
Glicerolis	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
Etanolis	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Sorbitolas	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3
Pieno rūgštis	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Guaro guma	1,2	-	-	-	-	-
Hidroksipropilmetilceliuliozė	-	1,7	-	-	-	-
Ksantano guma	-	-	0,64	-	-	-
Riebalų rūgščių polidietanolamido ir žibalo(naftos), valytos vandeniliu mišinys	-	-	-	2,5	-	-
2,2'-(oktadec-9-enilimino) bisetanolis	-	-	-	-	3,3	-
Natrio chloridas	-	-	-	-	8,0	-
Vanduo	Iki 100	Iki 100	Iki 100	Iki 100	Iki 100	Iki 100

4 lentelė. 2.1–2.5 kompozicijų su jodu receptūros

Sudedamoji dalis/ Kompozicijos numeris	Kiekis, %				
	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5
Glicerolis	5	5	5	5	5
Hidrintas ricinos aliejus	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Jodo kompleksas	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
Pieno rūgštis	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Guaro guma	1,2	-	-	-	-
Hidroksipropilmetilceliuliozė	-	1,7	-	-	-
Ksantano guma	-	-	0,64	-	-
Riebalų rūgščių polidietanolamido ir žibalo(naftos), valytos vandeniliu mišinys	-	-	-	2,5	-
Vanduo	Iki 100	Iki 100	Iki 100	Iki 100	Iki 100

Ruošiamose kompozicijose be drėkinančių, dezinfekuojančių, tirštinančių medžiagų dedama ir pagalbinių medžiagų. Pasirinktos drėkinančios medžiagos – glicerolis, sorbitolas, hidrintas ricinos aliejus. Šios medžiagos ypač dažnai aptinkamos veterinariniuose produktuose bei produktuose, kurie skirti naudoti ant nepažeistos žmonių odos paviršiaus. Dezinfekuojančiais agentais pasirinkta 80 % koncentracijos pieno rūgštis ir jodas. Jodas ruošiant kompozicijas yra naudojamas komplekso pavidalu kartu su nejonine paviršiaus aktyviaja medžiaga - glikolio rūgšties etoksilato laurilo eteriu. Šiame komplekse grynojo jodo kiekis – 20 %. Ruošiant kompozicijas naudojant šį jodo ir PAM kompleksą, užtikrinamas aukštas jodo stabilumas ir maksimalus dezinfekcinių savybių išlaikymo

rodiklis biocidiniuose produktuose. Šiems dezinfekantams paruošti naudojamas distiliuotas vanduo, o pagalbinis tirpiklis naudojamas denatūruotas etilo alkoholis.

Vienas iš svarbiausių tiriamų dezinfekantų kompozicijų komponentų – klampą reguliuojanti medžiaga. Tirštikliai gali būti skirstomi į sintetinius, pusiau sintetinius ir natūralius polimerus ir gali pasižymėti skirtingomis fizikinėmis–cheminėmis savybėmis [9]. Tyrime išbandomi visų trijų tipų tirštikliai. Guaro guma, ksantano guma – tyrime naudojami natūralios kilmės tirštikliai, kurie ištirpę vandenyje sudaro tankų hidrofilinių polimerinių tinklą ir susidaro didelę klampą turintis tirpalas. Tyrime taip pat naudojama hidroksipropilmetilceliuliozė (HPMC), kuri pagal struktūrą yra priskiriama pusiau sintetiniams polimerams. Visi šie tirštikliai buvo naudojami smulkių miltelių pavidalu. Tokio tipo tirštikliai pasižymi geromis plėvelę sudarančiomis savybėmis, o tai ypač svarbu sudarant veterinarinius tešmens odos apsaugos preparatus. Šiam moksliniam darbui atlikti pasirinkti du sintetinius tirštikliai. Vienas iš jų – riebalų rūgščių polidietanolamido su hidrintais naftos produktais mišinys. Šis tirštiklis suformuoja neskaidrią gelio pavidalo tekstūrą ir tuo išsiskiria iš kitų šiame tyrime naudojamų tirštiklių. Antras tyrime naudotas sintetinis tirštiklis – 2,2'-(oktadec-9-enilimino) bisetanolis, kuris kompoziciją sutirština tik kartu naudojant natrio chloridą. Kompozicijose 2.1–2.5 nedidelis pieno rūgšties kiekis yra naudojamas pH reguliavimui, todėl ji priskiriama pagalbinėms medžiagoms.

### **3.2. Tirštiklių parinkimo ypatumai ir pritaikymas masinėje gamyboje**

Norint pagaminti tyrimui reikalingas kompozicijas, visų pirma reikia išsiaiškinti kokia tirštiklio koncentracija yra reikalinga, kad būtų gaunamas parametras atitinkantis klampus tirpalas. Šioms kompozicijoms yra nustatytas tam tikras reikalingas tirštumas, kuriam esant produktas sudaro stabilią plėvelę ant tešmens paviršiaus. Dezinfekantams su pieno rūgštimi pageidaujamas tirštumas 8000–9000 mPa·s, o su jodu 6000–7000 mPa·s, priklausomai nuo produkto stabilumo kintant temperatūrai ir laikui. Toks klampus rodiklis reikalingas, kad ant karvės tešmens užtepus šias priemones susidarytų nenubėgantis lašas, kuris laikui bėgant sudžiūtų ir susidarytų patvarus karvės spenių barjeras, saugantis nuo uždegimines ligas sukeliančių mikroorganizmų.

Naudojamų tirštiklių koncentracijos buvo parinktos pagal gamintojų specifikacijose nurodytas ribas. Pirmiausia kompozicijoms paruošti buvo išbandyta guaro guma. Tiekėjo specifikacijoje nurodoma, jog guaro guma tirpalą pradeda tirštinti, kai pH yra ne aukščiau 6,0. Šio tyrimo atžvilgiu pH reikšmė atitinka, kadangi paruoštų kompozicijų pH vertė ne aukštesnė nei 3. Guaro gumos tiekėjas nurodo, jog norint pasiekti reikalingą 8000 mPa·s klampumą, priklausomai nuo kitų tirpaluose naudojamų komponentų, reikėtų naudoti 1–2 % šios medžiagos. Sudarant kompozicijų receptūras, įmonėje visada svarbu ne tik produkto kokybiškumas, stabilumas, bet ir ekonomiškumas. Dėl šios priežasties, vadovaujantis tiekėjo nustatytomis ribomis, bandymai pradėti atlikti nuo žemiausios koncentracijos ir ji vis didinama, kol bus pasiektas reikiama klampumo reikšmė ir bus sunaudotas mažiausias kiekis tirštiklio. Taigi, atliekant guaro gumos koncentracijos nustatymą, pirmiausia pagaminamos 1 % guaro gumos savo sudėtyje turinčios kompozicijos. Atlikus klampumo matavimus, nustatyta, jog gaunamas 1.1 kompozicijos klampumas 7348 mPa·s, 2.1 kompozicijos klampumas 4971 mPa·s. Atsižvelgus, jog 1 % tirštiklio koncentracija yra nepakankama, kad produktas atitiktų klampai keliamus reikalavimus, tyrimas vykdomas toliau. Tinkama klampumo reikšmė gaunama, kai kompozicijose naudojama 1,2 % guaro gumos koncentracija. Šiuo atveju gaunamas 1.1 kompozicijos klampumas 8518 mPa·s, 2.1 kompozicijos klampumas 6560 mPa·s.



Antras pasiūlytas tirštiklis – hidroksipropilmetilceliuliozė. Šios medžiagos tiekėjas specifikacijoje nurodo, jog norint pasiekti 7500–14000 mPa·s klampą, reikiamas tirštiklio kiekis yra 1,5–2,0 %. Hidroksipropilmetilceliuliozės naudojamas produktų tirštinimui nėra apribojamas griežtu pH intervalu. Nustatant reikiamą HPMC koncentraciją tiriamosiose kompozicijose, atliekami tokio paties pobūdžio tyrimai kaip ir ieškant guaro gumos koncentracijos. Taigi, tyrimų metu išsiaiškinta reikalinga HPMC koncentracija – 1,7 %. Naudojant šią koncentraciją gaunamas 1.2 kompozicijos klampumas 8790 mPa·s, 2.2 kompozicijos klampumas 6975 mPa·s.

Ksantano gumos specifikacijoje nurodomas koncentracijos intervalas yra platus – 0,5–2,5 %. Ištirti kiekvienos koncentracijos šiame intervale klampumą užtruktų daug laiko, tačiau įmonėje AB „Higėja“ ksantano guma plačiai vartojama rinkoje jau esančių produktų tirštinimui. Dėl šios priežasties reikalingos klamos koncentracijos intervalas buvo jau išbandytas ir nustatyta 0,64 % koncentracija. 1.3 kompozicijos klampumas 9172 mPa·s, 2.3 kompozicijos klampumas 6419 mPa·s.

Kitame tyrimų etape buvo išbandomi sintetiniai polimeriniai tirštikliai. Pirmasis jų – riebalų rūgščių polidietanolamido ir žibalo(naftos), valytos vandeniliu mišinys. Šio tirštiklio specifikacijoje tiekėjas nurodo, jog norint pasiekti 8000–10 000 mPa·s, siūlomas 2,5–3,0 % tirštiklio koncentracijos intervalas. Dokumente taip pat pateikiamas 2–13 pH reikšmės intervalas, o tai reiškia, jog šis tirštiklis veikia ypač plačiame pH reikšmių intervale. Pirmuoju bandymu yra ištiriama 2,5 % koncentracija. Nustatytas 1.4 kompozicijos klampumas 9335 mPa·s, 2.4 kompozicijos klampumas 7086 mPa·s. Toks klampumas atitiko įmonėje produktui keliamus reikalavimus ir buvo nuspręsta atlikti tolimesnius tyrimus naudojant 2,5 % tirštiklio koncentraciją.

Paskutinis išbandytas tirštiklis – 2,2'-(oktadec-9-enilimino)bisetanolis. Šis tirštiklis veikia kartu naudojant NaCl druską. Techninėje specifikacijoje nurodoma, jog norint pasiekti šiems produktams reikalingą klampą, reikia naudoti 2–3 % šio tirštiklio koncentraciją. Taip pat nenurodomas šiam tirštikliui reikalingas pH reikšmių intervalas, tačiau dokumente paminima, jog šis tirštiklis gali būti naudojamas ir stipriai rūgščios terpės tirštinimui. Šio tirštiklio panaudojimą apsunkina tai, jog reikia nustatyti reikiamą NaCl druskos kiekį, nes panaudojus per didelį šios medžiagos kiekį, produktas gali negrįžtamai prarasti klampumą, taip pat pastebimas nuosėdų susidarymas. Atlikus tyrimus pastebėta, kad kompozicijos 1.5 klampa 7286 mPa·s gaunama naudojant 3,3 % 2,2'-(oktadec-9-enilimino) bisetanolio ir 8 % NaCl. Bandant šį tirštiklį panaudoti kompozicijoje su jodu, rezultatai gaunami nesėkmingi.

### **3.3. Tirštiklio pridėjimas į kompoziciją**

Ruošiant tiriamus mėginius, svarbu išsiaiškinti kokia tvarka medžiagos turi būti pridedamos į tirpalą, kad būtų gaunamas vienalytis tirpalas, o dalelės būtų pasiskirsčiusios visame mėginio tūryje tolygiai. Vienas iš svarbiausių etapų – tirštiklio pridėjimas į kompoziciją. Kadangi šiame tyrime yra naudojami skirtingos prigimties – natūralūs, pusiau sintetiniai, sintetiniai polimerai ir skirtingų agregatinių būsenų tirštikliai, labai svarbu išsiaiškinti koku būdu geriausiai pridėti tirštiklį į kompoziciją. Ruošiant tirpalus kai naudojami kietos agregatinės būsenos tirštiklių milteliai – guaro guma, hidroksipropilmetilceliuliozė ir ksantano guma, pastebėta, jog miltelius tiesiogiai tirpinant vandenyje, reikalingas ilgas ir intensyvus maišymas. Tačiau net ir po 24 valandų polimerų brkinimo ir maišymo, pastebimas klampaus tirpalo nevientisumas. Tai lemia susidarančios tirštiklio dalelių gumulėliai, sudarydami kapsules, kurių vidinėje dalyje kaupiasi neištirpę tirštiklio milteliai, o paviršiuje susidaro glitus ištirpusio polimero sluoksnis. Tokias susidariusias kapsules sudėtinga

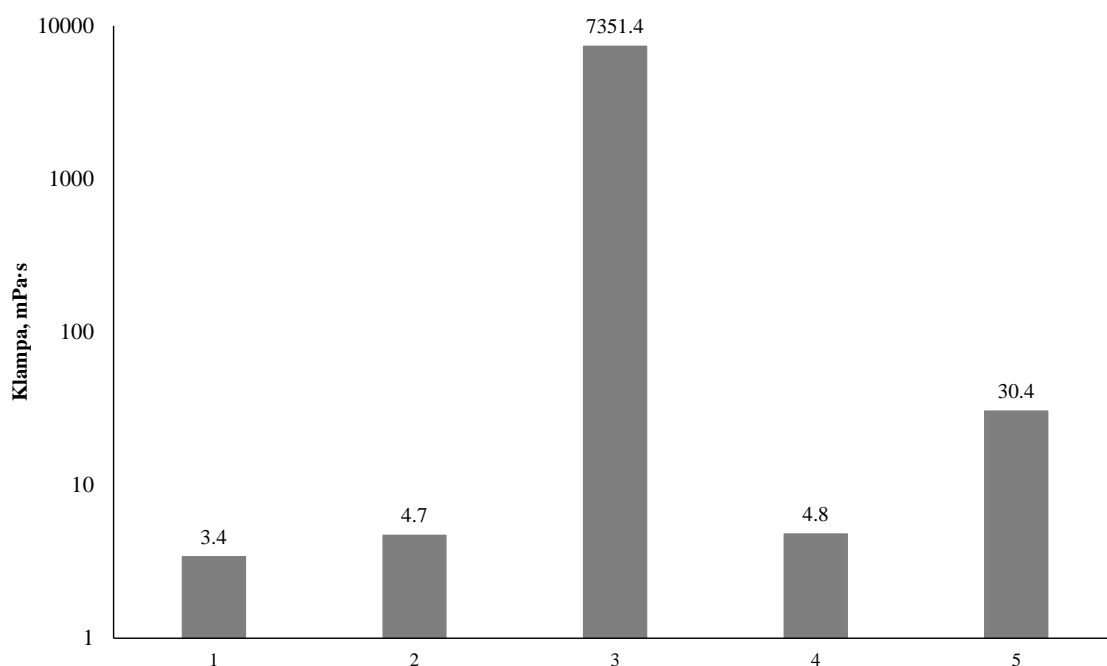
ištirpinti ir toks procesas sukelia problemų jį bandant pritaikyti gamyboje. Taigi, remiantis moksliniuose straipsniuose rasta informacija buvo nuspręsta tirštiklio miltelius pirmiausiai tolygiai paskirstyti glicerolyje ir tuomet šią masę tirpinti šiltame vandenyje [46]. Atlikus tyrimą pastebėjus, jog laboratorijoje tokiu būdu formuluojant kompozicijas pavyko išvengti sausų miltelių agregatų susidarymo, buvo nuspręsta šį metodą perkelti į dezinfekantų gamybą reaktoriuose dideliais kiekiais. Tokiu būdu patobulinus gamybos technologiją ir pridėdant miltelių pavidalo tirštiklius prieš tai juos sumaišius su gliceroliu masės santykiu, atitinkamai 1.1 kompozicijai – 1:6, 1.2 kompozicijai – 1:4, 1.3 kompozicijai – 1:11, reaktoriuje produktas buvo pagaminamas 3 kartus greičiau nei miltelius tirpinant vandenyje tiesiogiai.

Pasirinkto tirštiklio Solagum SH 210 privalumas yra paprastas ir patogus dozavimas į ruošiamą kompoziciją. Šis tirštiklis yra skysta emulsija, ji veikia plačiame pH reikšmių intervale, taip pat yra pilamas tiesiai į vandenį. Dėl šių priežasčių tokio pobūdžio tirštiklis yra patrauklus gamintojams, kurie nori greito produkto sutirštinimo proceso. Tirštiklį pilant į vandenį, pirmiausia pastebimas dribsnių pavidalo nuosėdų susidarymas, tačiau intensyviai maišant, nuosėdos dingsta ir pastebimas staigus tirpalo klampos padidėjimas.

Toliau nagrinėtas tirštiklio Cecajel 210, tirpalų paruošimas. Žinant, kad neorganinės druskos turi reikšmingą poveikį paviršiaus aktyviųjų medžiagų agregatų susidarymui, buvo tiriamas elektrolito (NaCl) poveikis PAM, esant karboksirūgšties priedui, šiuo atveju pieno rūgščiai. Buvo matuojama vandeninių mišinių klampa (žr. 3.1 pav.) ir vizualiai stebimas drumstumas (žr. 3.2 pav.). 2,2'-(oktadec-9-enilimino)bisetanolio (PAM), kuris yra pagrindinė Cecajel 210 produkto medžiaga, dozavimas į kompoziciją turi būti atliekamas, kai tirpalo pH yra rūgštinis. Pastebėta, kad jį įdėjus tiesiogiai į vandenį, gaunamas nevienalytis neskaidrus skystis (žr. 3.2 pav.,1). Taigi, pirmiausiai ruošiant kompozicijas į tam tikrą kiekį vandens buvo pridėdamos receptūroje nurodomas pieno rūgšties kiekis. Kai terpės pH pasiekia 2,6, iš lėto maišant supilamas tirštiklio tirpalas. Vėliau tirpale ištirpinami NaCl druskos kristalai. Pastebimas tirpalo klampos padidėjimas (žr. 3.2 pav.,4). Tolimesniuose tyrimuose buvo įrodytas visų šios kompozicijos komponentų svarba. Pasigaminus tirpalą 3, kuriame į vandenį supilamas tirštiklis ir pridėdamos NaCl, klampos padidėjimas nepastebimas, tirpalas tampa nehomogeniškas, pastebimi išsiskyre medžiagų sluoksniai (žr. 3.2 pav.,3). Tačiau į vandenį pirmiau pridėjus rūgšties tirpalą ir sumažinus pH reikšmę, pridėjus reikiamą kiekį NaCl, pastebėtas tirpalo klampos padidėjimas – 7351 mPa·s, gaunamas skaidrus tirpalas (žr. 3.1 pav., 3.2 pav.,4). NaCl priedo būtinybė šioje kombinacijoje įrodyta, kai į vandenį buvo supilama pieno rūgštis, 2,2'-(oktadec-9-enilimino)bisetanolis, tokios kompozicijos klampa maža – 4,7 mPa·s, tirpalas tapo nehomogeniškas, pastebimas išsisluosniavimas (žr. 3.1 pav., 3.2 pav.,2). Tyrimas patvirtino, kad stabilios klampios vandeninės kompozicijos ruošimui būtini visi trys komponentai: paviršinio aktyvumo medžiaga 2,2'-(oktadec-9-enilimino)bisetanolis, pieno rūgštis ir NaCl. Be pastarųjų dviejų komponentų PAM negalėtų atlikti savo funkcijos kaip tirštiklio – svarbi visa kompozicija.

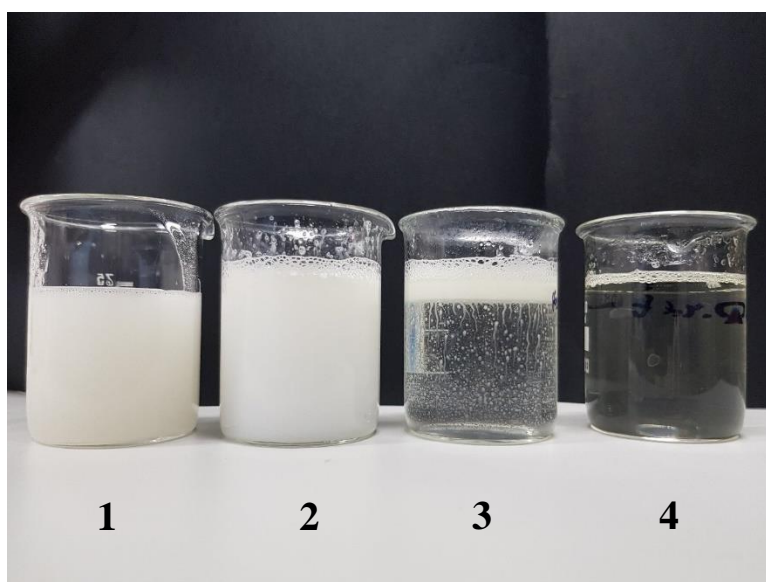
Baktericidinės kompozicijos ruošimui pieno rūgštį buvo bandoma pakeisti jodu, kai naudojamas tas pats tirštiklis - 2,2'-(oktadec-9-enilimino)bisetanolis. Visų pirma buvo pagamintas vandeninis jodo komplekso tirpalas, po to supilta PAM, tačiau tirpalo klampa nepadidėjo. Vėliau į tirpalą pridėdamos reikiamas kiekis NaCl kristalų ir stebimi klampos pokyčiai. Gautas nehomogeniškas mišinys, kuriame buvo pastebimos neištirpusios nuosėdos bei nepakitusi skysčio klampa. Šiuo atveju gali susidaryti netirpūs jodo-tretinio amino kompleksai. Dėl šių priežasčių 2,2'-(oktadec-9-enilimino)

bisetanolis tokio tipo mėginių nesutirština. Taigi, remiantis šiuo tyrimu, buvo nuspręsta šią kompoziciją atmesti.



**3.1 pav.** Skirtingų mišinių klampos palyginimas, kai tirštiklis 2,2'-(oktadec-9-enilimino)bisetanolis

3.1 paveiksle vaizduojamos vandeninės kompozicijos su: 1 – 2,2'-(oktadec-9-enilimino)bisetanolio ir natrio chlorido mišiniu, 2 – 2,2'-(oktadec-9-enilimino)bisetanolio ir pieno rūgšties mišiniu, 3 – 2,2'-(oktadec-9-enilimino)bisetanolio, pieno rūgšties ir natrio chlorido mišiniu, 4 – 2,2'-(oktadec-9-enilimino) bisetanolio ir jodo tirpalo mišiniu, 5 – 2,2'-(oktadec-9-enilimino)bisetanolio, jodo tirpalo ir natrio chlorido mišiniu.



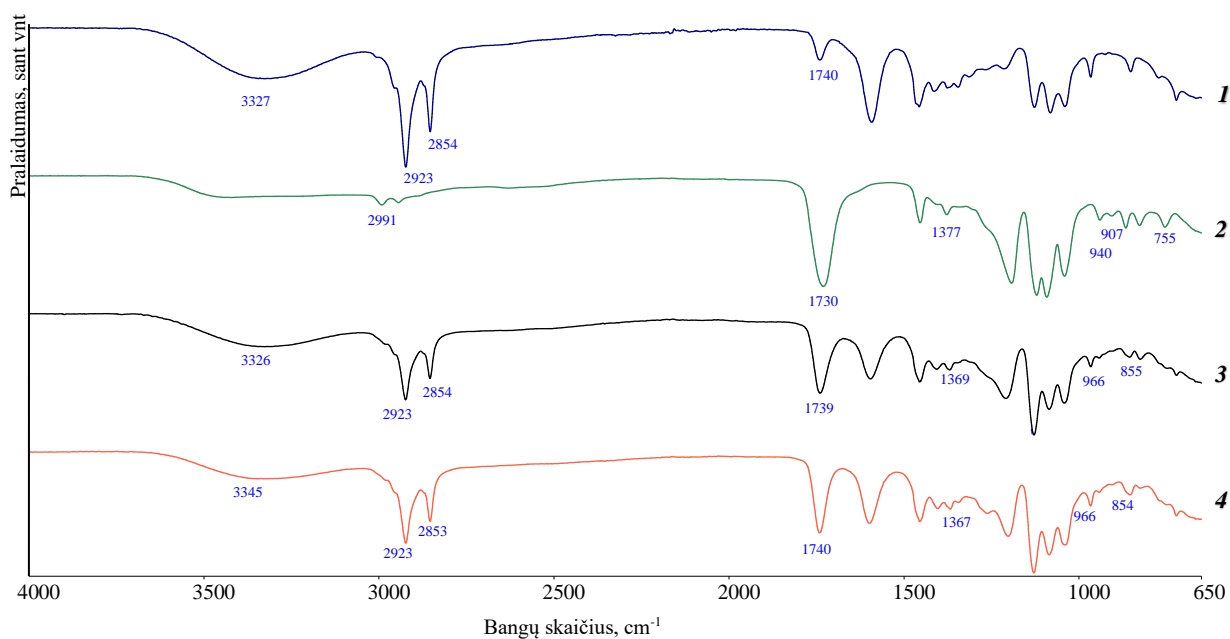
**3.2 pav.** Vandeninės kompozicijos su: 1 – 2,2'-(oktadec-9-enilimino) bisetanolio, 2 – 2,2'-(oktadec-9-enilimino) bisetanolio ir pieno rūgšties mišiniu, 3 – 2,2'-(oktadec-9-enilimino) bisetanolio ir natrio chlorido mišiniu, 4 – 2,2'-(oktadec-9-enilimino) bisetanolio, pieno rūgšties ir natrio chlorido mišiniu.

Tirpale esančios paviršinio aktyvumo medžiagos gali sudaryti įvairias agregatų struktūras, tokias kaip sferinės micelės, lazdelių formos micelės [52]. Keičiant kompozicijos sudėtį, koncentraciją gali susidaryti lazdelės formos micelės, kurios susipins tarpusavyje ir sudarys momentines trimates tinklo struktūras, todėl vandeniniai mišiniai gali tapti panašūs į polimero tirpalus, t.y. didelės klamos. Ankščiau aptartu atveju NaCl, būdamas elektrolitu, pakeičia pirminių PAM micelių difuzinio sluoksnio struktūrą. NaCl priedai didina tirpalo joninę jėgą - elektrolito jonai difuzinio sluoksnio jonus išstumia į micelių adsorbcinį sluoksnį bei ekranuoja krūvį turinčias grupes, todėl dalelių krūvis mažėja ir prasideda jų agregacija, susidarant kitos formos micelėms arba taip joms suartėjant, kad susidaro micelių tinklas. Kompozicijoje esanti pieno rūgštis gali dalyvauti sudarant kompleksams su 2,2'-(oktadec-9-enilimino) bisetanoliu, Kompleksai šiuo atveju stabilizuojami vandeniliniaus ryšiais tarp PAM molekulėje esančių hidroksigrupių ir tretinio amino bei pieno rūgšties karboksigrupės elektronų protono arba C=O deguonies atomo. Būtent dėka susiformavusių kompleksinių junginių micelių struktūros tampa stabilios, neišsėda, o dėl padidėjusios tirpalo joninės jėgos micelės turi galimybę sudaryti tinklines struktūras.

Iš kompozicijos eliminavus pieno rūgštį ir ją pakeitus jodu, vandeniliniai ryšiai tarp komponentų nesusidaro ir NaCl priedai, dalelių paviršiaus krūvį sumažina, prasideda negrįžtama micelių agregaciją ir koaguliacija.

#### **3.4. Furjė transformacijos infraraudonosios spektroskopijos tyrimai**

Kompozicijoje iš 2,2'-(oktadec-9-enilimino) bisetanolio, pieno rūgšties ir NaCl susiformuojančias sąveikas – tarpmolekulinius vandenilinius ryšius patvirtino FT-IR spektroskopinės analizės rezultatai (žr. 3.3 pav.) pagrindinėje IR spektro srityje nuo 4000 iki 650  $\text{cm}^{-1}$ . Buvo nagrinėjami keturių bandinių FT-IR spektrai: 1 – 2,2'-(oktadec-9-enilimino) bisetanolis, 2 – pieno rūgštis, 3 – pieno rūgšties, 2,2'-(oktadec-9-enilimino) bisetanolio ir NaCl mišinys, 4 – pieno rūgšties ir 2,2'-(oktadec-9-enilimino) bisetanolio mišinys.



- 1** - 2,2'-(oktadec-9-enilimino) bisetanolis  
**2** – pieno rūgštis  
**3** - 2,2'-(oktadec-9-enilimino) bisetanolis, pieno rūgštis, NaCl  
**4** - 2,2'-(oktadec-9-enilimino) bisetanolis, pieno rūgštis

### 3.3 pav. Kompozicijos ir atskirų jos komponentų komponentų FT-IR spektrai

Pieno rūgšties FT-IR spektre matome keletą karboksigrupėms  $\text{-COOH}$  būdingų smailių: intensyvi ties  $1730\text{ cm}^{-1}$ ,  $755\text{ cm}^{-1}$ ,  $2991\text{ cm}^{-1}$  priskiriama  $\text{C=O}$  ryšio svyravimams,  $960 - 900\text{ cm}^{-1}$  smailės būdingos  $\text{C-O-H}$  deformacijoms susidarant dimerams tarp pieno rūgšties molekulių dalyvaujant vandeniliniams ryšiams. Pieno rūgšties  $\text{-OH}$  grupėms priskiriama juosta  $1377\text{ cm}^{-1}$  ir plati juosta apie  $3000\text{ cm}^{-1}$  [55].

2,2'-(oktadec-9-enilimino) bisetanolio molekulė turi alifatinę grandinę, dvi hidroksigrupes ir tretinio amino grupę. 3.3 paveiksle 1, 3, 4 spektruose matomos visos 2,2'-(oktadec-9-enilimino) bisetanolio charakteringos smailės: alifatinės grandinės molekulėse ypač stipriai matomos ties  $2923\text{ cm}^{-1}$  ir  $2853\text{ cm}^{-1}$ , pastarąją smailę galima priskirti  $\text{CH}_2$  grupėms sujungtoms su N atomu. Kaip ir aukščiau pateiktame aprašyme galima aptikti OH grupių smailės.

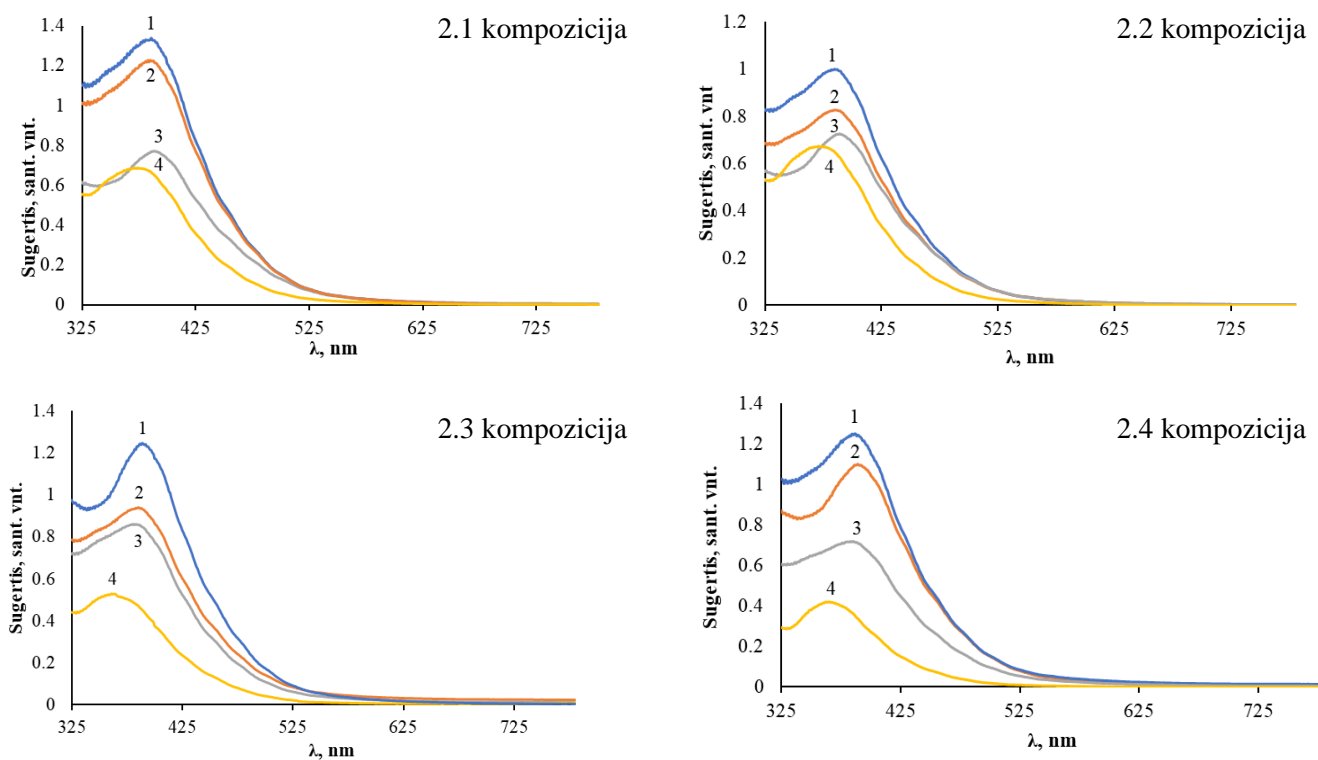
Įdomiausia buvo palyginti spektrus tarp pilnos kompozicijos iš visų trijų komponentų ir iš dviejų – PAM ir karboksirūgšties, kai nenaudojamas NaCl (žr. 3.3 pav. 3, 4 kreivės). Pastarojo mišinio FTIR spektro analizė patvirtina, kad komponentai sudaro vandenilinius ryšius:  $1369\text{ cm}^{-1}$ - tai vandeniliniams ryšiams  $\text{OH}\dots\text{O}$  būdinga smailė, kai sąveikauja PAM ir karboksirūgštis,  $3328\text{ cm}^{-1}$  plati juosta - vandeniliniams ryšiams  $\text{OH}\dots\text{O}$  ir  $\text{OH}\dots\text{N}$  tarp amino ir karboksirūgšties. Kai į šį vandeninį mišinį pridedama NaCl, nors klampa padidėja labai daug (žr 3.1 pav.), tačiau FTIR spektruose didelių pokyčių nematome, spektrai (žr. 3.3 pav, 3, 4) identiški, tačiau galima pastebėti daugelio juostų intensyvumo sumažėjimą, kuris gali būti paaiškinamas polinių ir joninių grupių krūvio ekranavimu bei dėl konformacinių kitimų susidarymu antrinių struktūrų, grįstų tiek hidrofobine sąveika tarp alifatinių molekulės dalių, tiek vandenilniais ryšiais tarp H atomo ir elektroneigiamų atomų O ir N.

Tačiau toliau didinat NaCl koncentraciją tirpale, mėginys praranda klampą, taip pat pastebimos iškritusios nuosėdos. Kadangi tyrime naudojamo jodo kompleksų sudėtiniuose junginiuose nėra

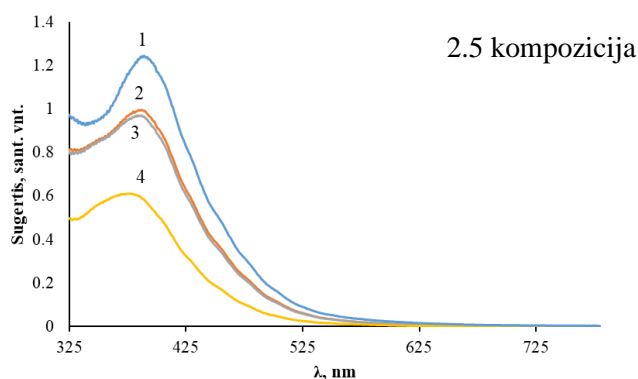
karboksi grupių, nevyksta agregacijos procesas inicijuojamas  $\text{Na}^+$  jonų. Dėl šios priežasties 2,2'-(oktadec-9-enilimino) bisetanolis tokio tipo mėginių nesutirština.

### 3.5. Kompozicijų su jodu spektrofotometriniai tyrimai

3.4 paveiksle pateikti UV ir regimosios (UV-Vis) spinduliuotės sugerties 2.1-2.4 kompozicijų jodo kompleksų tirpalų spektrai. Jodo ir jo kompleksų tirpalų spektruose yra stebimi tam tikri charakteringi spindulių sugerties maksimumai: 344-360 nm intervale signalas priskiriamas  $\text{I}_3^-$  jonams, 460 nm signalas priskiriamas  $\text{I}_2$  [56]. 3.4 paveiksle kompozicijų spektruose matoma jodo komponento charakteringoji smailė, kai bangos ilgis 390 nm. Taigi, galima teigti, jog naudojamoje žaliavoje – jodo ir PAM komplekse egzistuoja trijodido jonai. Ši išvada taip pat formuojama ir dėl to, kad tiriamieji mėginiai lengvai tirpo vandenyje, molekulinis jodas vandenyje nėra tirpus, vandeniniuose tirpaluose randami jodo kompleksai, tame tarpe, mažamolekulinis jodo kompleksas  $\text{I}_2 \cdot \text{I}^-$ . Spektruose pavaizduotos skirtingos kreivės atitinkančios kiekvienos kompozicijos UV-Vis analizės rezultatus. Spektre atvaizduota pradinės kompozicijos spektrai (žr. 3.4 pav. 1 kreivė), kurių intensyvumas nežymiai skyrėsi nuo kompozicijų, kurios 12 mėnesių buvo laikytos  $+4^\circ\text{C}$  (žr. 3.4 pav. 2 kreivė) ir  $+20^\circ\text{C}$  temperatūroje (žr. 3.4 pav. 3 kreivė). Šios analizės metu labiausiai išsiskyrė kompozicijų, kurios 12 mėnesių buvo laikytos  $+40^\circ\text{C}$  temperatūroje (žr. 3.4 pav. 4 kreivė). Pastebima, jog šie spektrai pasižymėjo mažiausiu trijodido jonams būdingo maksimumo intensyvumu.

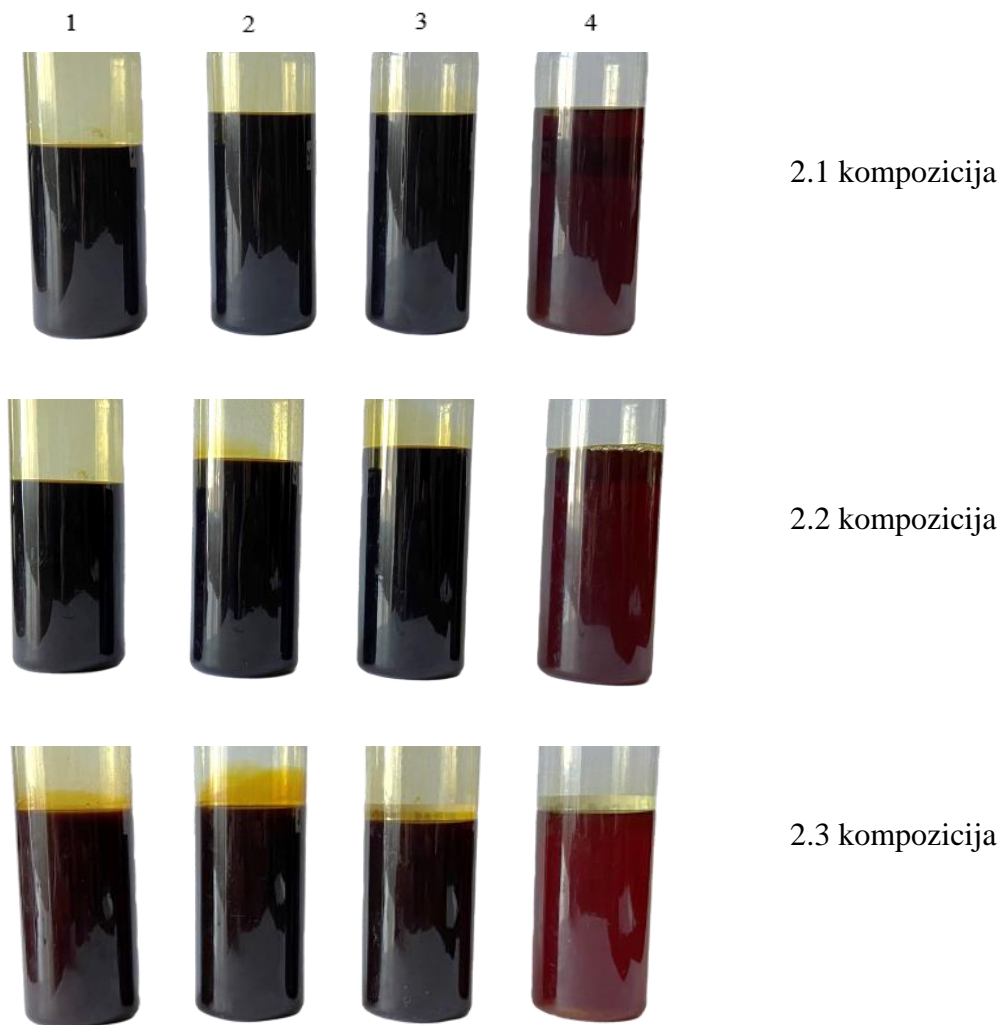


**3.4 pav.** Kompozicijų su jodu UV-Vis spektrai: 1 – Pradinė kompozicija, 2 – Kompozicijos po 12 mėnesių, laikymo temperatūra  $+4^\circ\text{C}$ , 3 – Kompozicijos po 12 mėnesių, laikymo temperatūra  $+20^\circ\text{C}$ , 4 – Kompozicijos po 12 mėnesių, laikymo temperatūra  $+40^\circ\text{C}$

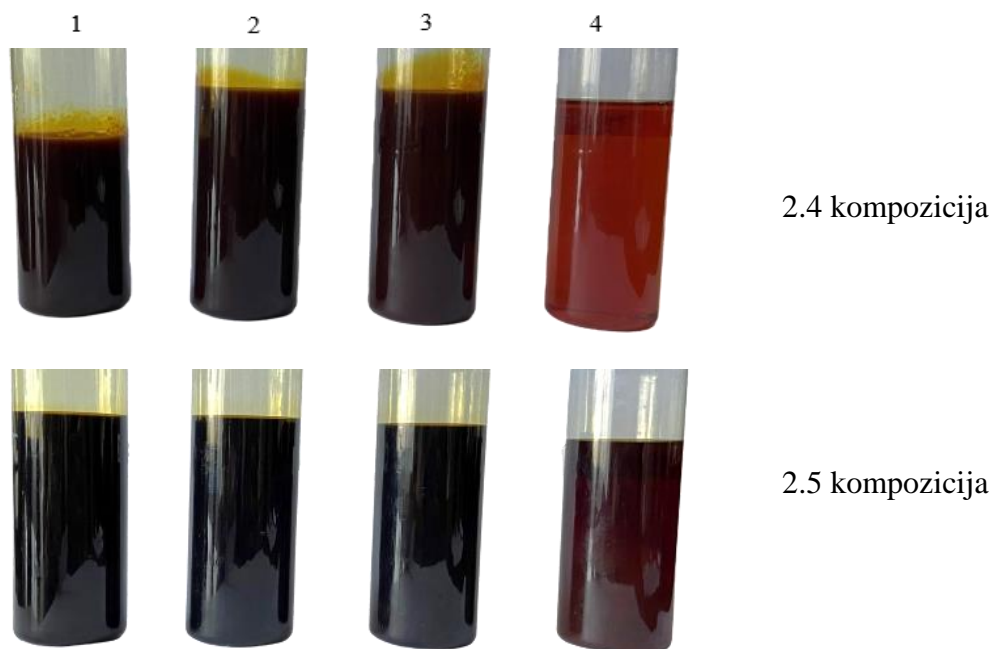


**3.4 pav. tęsinys** Kompozicijų su jodu UV-Vis spektrai: 1 – Pradinė kompozicija, 2 – Kompozicijos po 12 mėnesių, laikymo temperatūra +4 °C, 3 – Kompozicijos po 12 mėnesių, laikymo temperatūra +20 °C, 4 – Kompozicijos po 12 mėnesių, laikymo temperatūra +40 °C

Šių kompozicijų spalva (žr. 3.5 pav.) taip pat skiriasi nuo žemesnėse temperatūrose laikytų kompozicijų spalvos, pastebimas aukštoje temperatūroje laikomų kompozicijų jodui būdingos rudos spalvos intensyvumo mažėjimas.



**3.5 pav.** Kompozicijų su jodu atvaizdai: 1 – pradinė kompozicija, 2 – +4 °C temperatūroje 12 mėnesių laikyta kompozicija, 3 – +20 °C temperatūroje 12 mėnesių laikyta kompozicija, 4 – +40 °C temperatūroje 12 mėnesių laikyta kompozicija.



**3.5 pav. tęsinys** Kompozicijų su jodu atvaizdai: 1 – pradinė kompozicija, 2 – +4 °C temperatūroje 12 mėnesių laikyta kompozicija, 3 – +20 °C temperatūroje 12 mėnesių laikyta kompozicija, 4 – +40 °C temperatūroje 12 mėnesių laikyta kompozicija.

### 3.6. Stabilumo tyrimai

Pagrindinė priežastis, kodėl reikia atlikti stabilumo tyrimus biocidiniams produktams – užtikrinti dezinfekuojančių produktų kokybę viso galiojimo laiko metu. Neatsižvelgus į produkto stabilumą produkto naudojimo metu gali kilti įvairių nenumatytų problemų. Pirma, produkte esančios veikliosios medžiagos gali chemiškai pakisti ir produktas gali prarasti dezinfekuojančias savybes. Tai yra ypač svarbu biocidinių produktų rinkoje. Antra, produktas gali neišlaikyti pradinių fizikinių–cheminių savybių, kurios lemia darnų produkto veikimą. Pavyzdžiui, sumažėjusi klampa tešmens dezinfekcinėse priemonėse gali sukelti problemų, nes naudojant produktą klampa nebus pakankama, kad susiformuotų plėvelė ant odos, kuri ir užtikrina produkto dezinfekcinės savybes išlaikant aktyviausias medžiagas ten kur būtina. Stabilumo tyrimų svarba taip pat yra apibrėžta *Europos Parlamento ir Tarybos reglamento (ES) Nr. 528/2012*, III priedo 2 antraštinė dalies, kurioje teigiama, jog norint Europos Sąjungoje įregistruoti biocidinį produktą, būtina pateikti stabilumo laikant žemoje ir aplinkos temperatūroje tyrimų rezultatus, pagal kuriuos nustatoma biocidinio produkto galiojimo trukmė [3].

Šio tyrimo metu kompozicijų stabilumas buvo tirtas +4 °C, +20 °C ir +40 °C temperatūroje. +4 °C, +20 °C temperatūros pasirinktos remiantis biocidų reglamente numatytais reikalavimais stabilumo tyrimų temperatūrai. +40 °C temperatūra buvo pasirinkta norint įvertinti kokį laikotarpį produktai laikomi aukštesnėje nei +20 °C temperatūroje išlaiko stabilias fizikines–chemines savybes bei kaip pakinta produkto prekinė išvaizda. Tai yra svarbu dėl to, jog ne visi produktą perkantys vartotojai gali užtikrinti vėsius sąlygas biocidiniam produktui laikyti vasaros metu, tad yra svarbu nustatyti ar produktas gali išlikti stabilus.

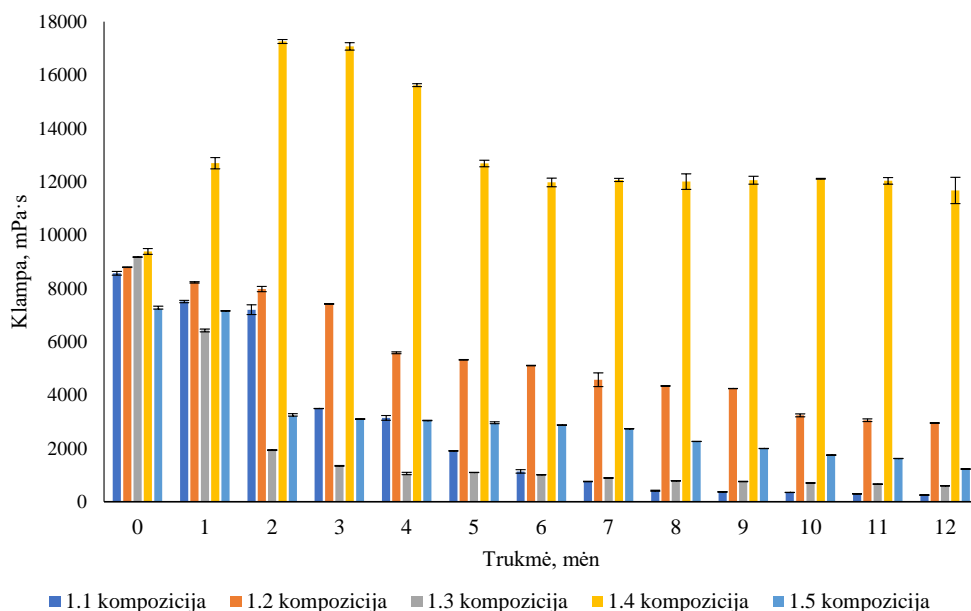
Šio tyrimo metu buvo atliktas realaus laiko stabilumo tyrimas, kuris paprastai yra atliekamas ilgesnį laiko periodą, kad būtų įmanoma nustatyti veikliųjų medžiagų ir fizikinių–cheminių savybių pokytį. Laikotarpis turėtų būti pakankamai ilgas, kad būtų galima užtikrinti biocidinio produkto tinkamumo



vartoti terminą. Realaus stabilumo tyrimo metu duomenys yra renkami tam tikru dažniu, kad būtų galima nustatyti, kuriame stabilumo tyrimo etape įvyko produkto pokyčiai. Atliktame tyrime 1.1–2.4 kompozicijų mėginiai stebėti 12 mėnesių laikotarpį. Tarpiniai sekamų parametru matavimai buvo atliekami kas mėnesį.

### 3.6.1. Temperatūros įtaka kompozicijų klampos stabilumui

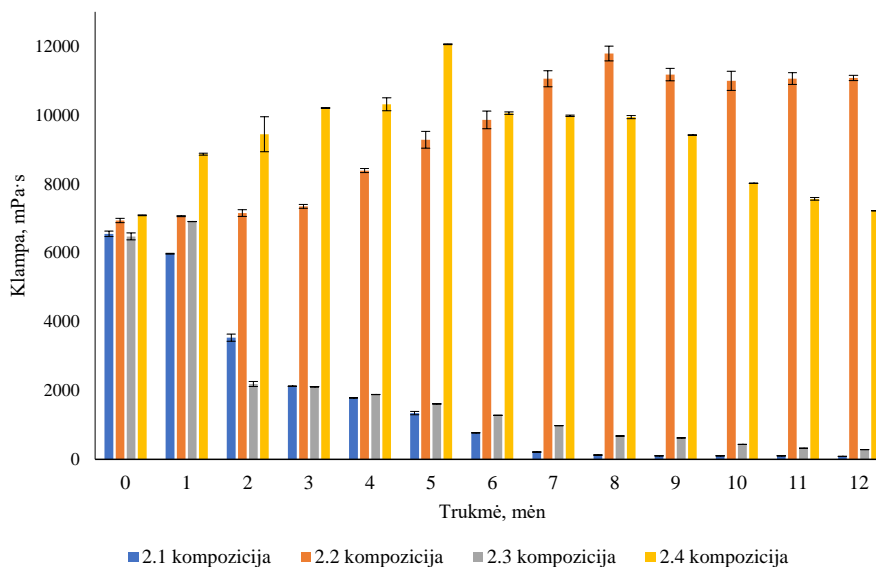
Stebint mėginius su pieno rūgštimi, kurie laikomi +4 °C temperatūroje, buvo matuojama klampos reikšmės kaita. 1.1 ir 1.3 kompozicijos laikant šioje temperatūroje klampos sumažėjimo dėsningumas buvo panašus. 1.1 kompozicijos klampa po 3 mėnesių sumažėjo iki 3492 mPa·s, o po 6 mėnesių klampos rodiklis buvo lygus 1099 mPa·s. 1.3 kompozicijos klampumas po 2 mėnesių sumažėjo iki 1937 mPa·s. Taigi galima teigti, jog kompozicijose naudojami natūralios kilmės polimerai neišlaikė stabilaus produkto klampos rodiklio net 6 mėnesių. 1.2 kompozicijos klampumas kito nuosekliai. Po 6 mėnesių šios kompozicijos klampumas buvo lygus 5104 mPa·s, o po 12 mėnesių klampos rodiklis buvo lygus 2951 mPa·s. Po 12 mėnesių gauta 1.2 kompozicijos reikšmė yra pakankama, kad produktas neprarastų dezinfekcinių savybių ir sudarytų plėvelę ant odos paviršiaus. 1.4 kompozicijos klampos kitimas skyrėsi nuo prieš tai aptartų, šio mėginio klampa po 1 mėnesio pradėjo didėti, o po 3 mėnesių buvo lygi 17011 mPa·s. Po 12 mėnesių stebėjimo klampa nukrito iki 11953 mPa·s, tačiau toks klampos rodiklis yra per didelis ir sumažina produkto veiksmingumą, kadangi susidaręs per klampus gelis nesudaro lašo. 1.5 kompozicijos klampumo reikšmė sumažėjo po 3 mėnesių, o po 12 mėnesių laikymo kompozicijos klampumas buvo lygus 1226 mPa·s. Išnagrinėjus gautus rezultatus galima teigti, kad geriausiai šaltoje aplinkoje stabiliausią kompozicijos klampos reikšmę išlaikė hidroksipropilmetilceliuliozė.



3.6 pav. 1.1–1.5 kompozicijų klampos kitimas +4 °C temperatūroje

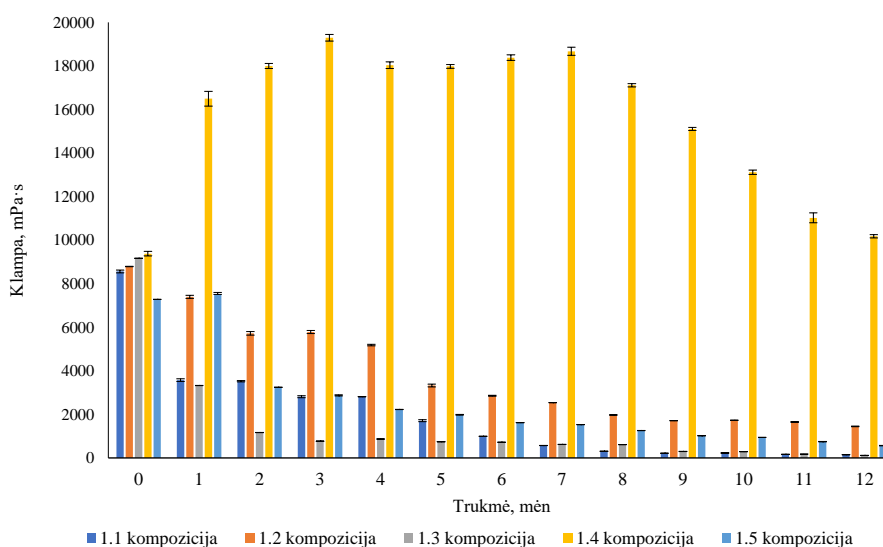
Analizuojant kompozicijų su jodu 2.1–2.4 klampos rezultatų kitimą, pastebima panaši tendencija, kuri matoma 1.1 ir 1.3 kompozicijose. Tirštikliais pasirinkus natūralius polimerus – guaro gumą ir ksantano gumą, pastebimas klampos sumažėjimas po pirmųjų stebėjimo mėnesių, o tuo tarpu naudojant pusiau sintetinius ar sintetinius tirštiklius klampos rezultatai išlieka stabilūs ar net didėja. 2.2 kompozicijos klampumo reikšmė didėjo, o po 12 mėnesių buvo lygi 11124 mPa·s. 2.4

kompozicijos klampa iki 6 mėnesio didėjo, o nuo šio laikotarpio pradėjo mažėti ir po 12 mėnesių šios kompozicijos klampa buvo artima pradinei reikšmei. Tačiau būtina įvertinti ne tik galutinį klamos stabilumo rezultatą, bet ir klamos stabilumą visą tyrimo laiką. Kadangi klampa nebuvo stabili, jos reikšmė iš pradžių didėjo, o po to mažėjo, taigi galima teigti, jog tokį produktą vartoti bus nepatogu ir klientai gali likti nepatenkinti nestabilios klamos produktu.



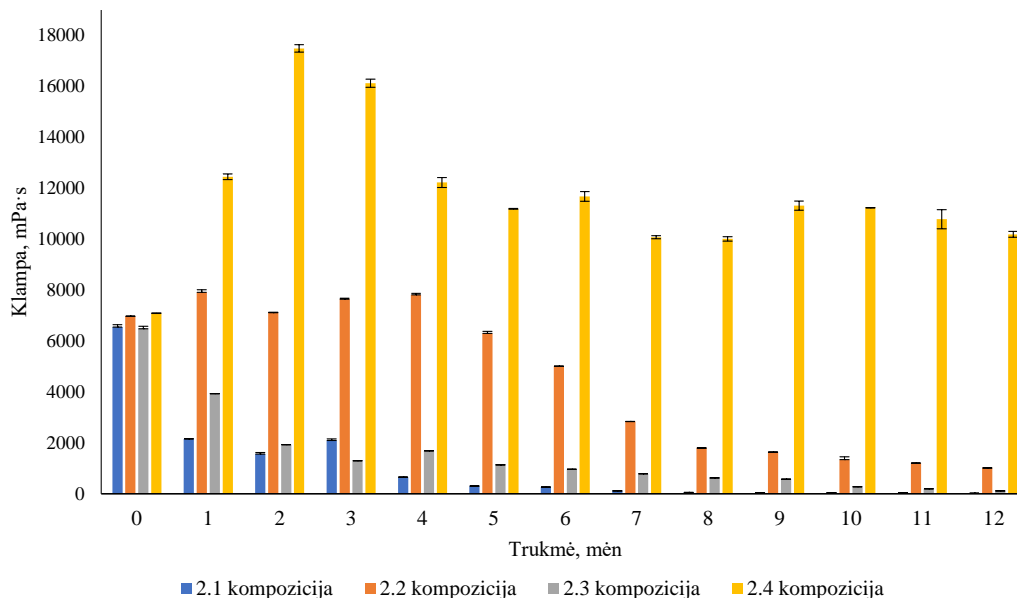
**3.7 pav.** 2.1–2.4 kompozicijų klamos kitimas +4 °C temperatūroje

Nagrinėjant 1.1–1.5 kompozicijų klamos stabilumą +20 °C temperatūroje pastebėta, jog tik 1.4 kompozicijos tirštumas nesumažėjo. Kompozicijų 1.1 ir 1.3 klamos sumažėjimas šioje temperatūroje pastebėtas po 1 mėnesio. 1.2 kompozicijos klampumas po 4 mėnesių buvo lygus 5180 mPa·s, tačiau nuo šio momento ėmė mažėti, po 12 mėnesių buvo lygus 1450 mPa·s. 1.4 kompozicijos klampumo reikšmės išliko nepastovios, po 1 mėnesio klampa buvo lygi 16696 mPa·s, po 12 mėnesių – 10223 mPa·s.



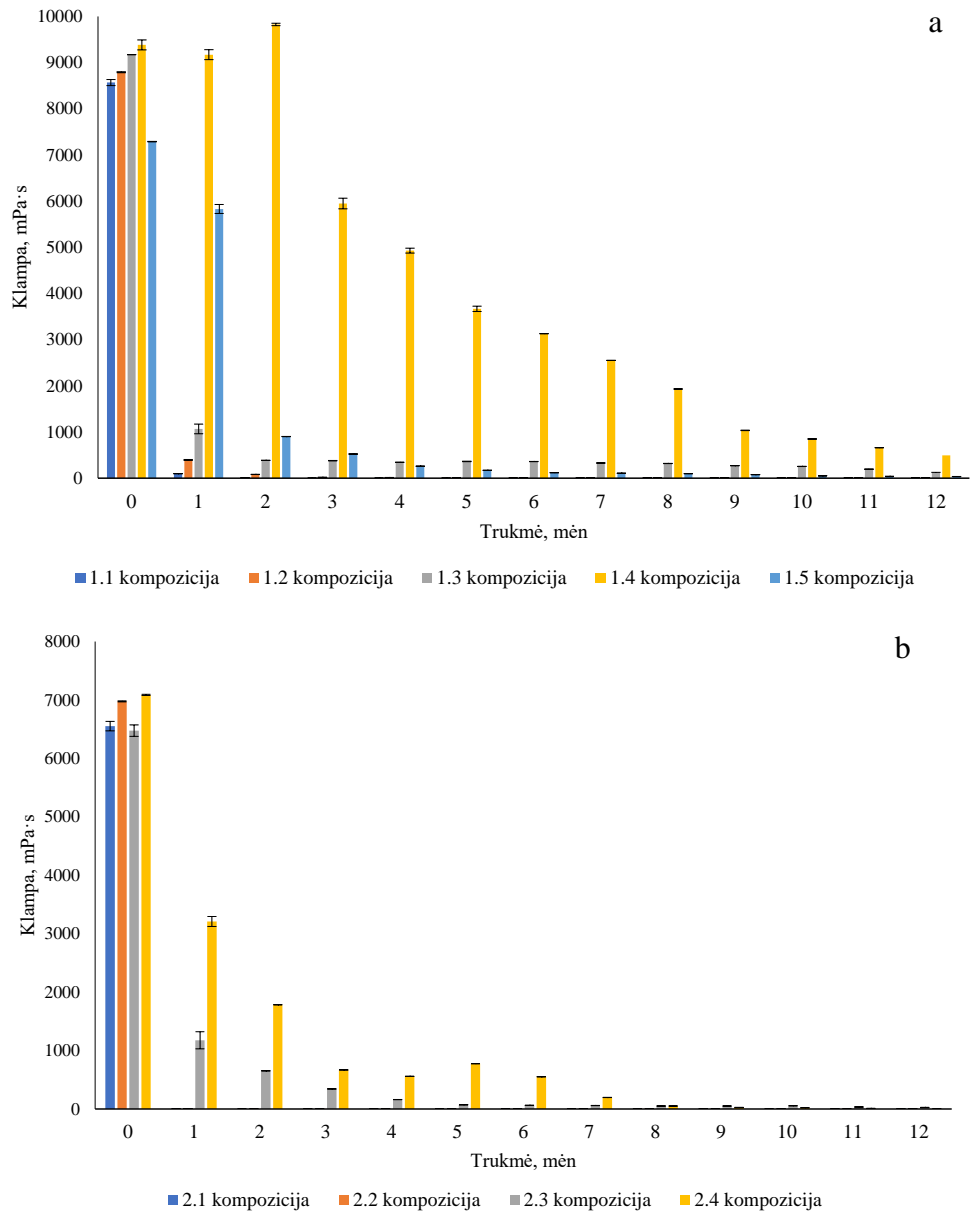
**3.8 pav.** 1.1–1.5 kompozicijų klamos kitimas +20 °C temperatūroje

Kompozicijų 2.1 ir 2.3 klampumo sumažėjimas pastebėtas po 2 mėnesių. 2.2 kompozicijos klampumas išliko stabilus iki 6 mėnesio, buvo lygus 5013 mPa·s, tačiau vėliau pradėjo mažėti ir po 12 mėnesių klampos reikšmė buvo lygi 1019 mPa·s. Stebint 2.4 kompoziciją, kaip ir mėginiuose su pieno rūgštimis, matomas produkto klampos reikšmės nestabilumas, po 3 mėnesių klampa pasiekia 17581 mPa·s, o nuo šio momento ima iš lėto mažėti, o po 12 mėnesių tampa lygi 10252 mPa·s.



**3.9 pav.** 2.1–2.4 kompozicijų klampos kitimas +20 °C temperatūroje

Atliekant mėginių klampos tyrimus +40 °C temperatūroje, stebimas panašus šio parametro kitimas. 1.1–1.3 ir 2.1–2.2 kompozicijų klampa visiškai sumažėja po 1 mėnesio išlaikymo šioje temperatūroje. Taigi, galima teigti, jog natūralūs ir pusiau sintetiniai polimerai netinkami kompozicijoms laikomos aukštoje temperatūroje tirstinti, kadangi klampos sumažėjimas pastebimas po pirmojo stebėjimo mėnesio. Sintetiniai tirštikliai pasižymėjo didesniu atsparumu laikymo temperatūrai. 1.4 kompozicijos klampumas tolygiai mažėjo visą laikotarpį, o po 12 mėnesių buvo lygus 492 mPa·s. 1.5 ir 2.4 kompozicijų klampumas išliko stabilus 2 mėnesius, tačiau po 3 mėnesių pastebėtas klampos sumažėjimas.



**3.10 pav.** 1.1–1.5 (a) ir 2.1–2.4 (b) kompozicijų klamos stabilumas +40 °C temperatūroje

### 3.6.2. pH stabilumas

Matuojant kompozicijų pH vertę pastebėta, kad šis dydis išlieka pakankamai stabilus. Stebint pokyčius laikant kompozicijas esant skirtingoms temperatūroms matoma, jog pH reikšmė sumažėja +40 °C temperatūroje, o laikant mėginius žemesnėje temperatūroje, pastebimas mažesnis šio parametro nukrypimas nuo pradinės reikšmės (žr. 5 lentelė). Taip pat galima teigti, jog pH sumažėjimas pastebimas mėginiuose su jodu, o mėginiuose, kurių sudėtyje yra pieno rūgštis, šis dydis išlieka labiau stabilus.

Tai galima paaiškinti molekulinio jodo hidrolize [57], kuri vyksta vandeniniuose tirpaluose, šie rezultatai koreliuoja su jodo kiekio nustatymu spektrofotometriniu būdu kai fiksuojamas  $I_3^-$  komplekso koncentracijos mažėjimas (žr. 3.5 skyrelį).



3.11 pav. Jodo hidrolizės lygtis

5 lentelė. Kompozicijų 1.1–2.5 pH reikšmių vertės

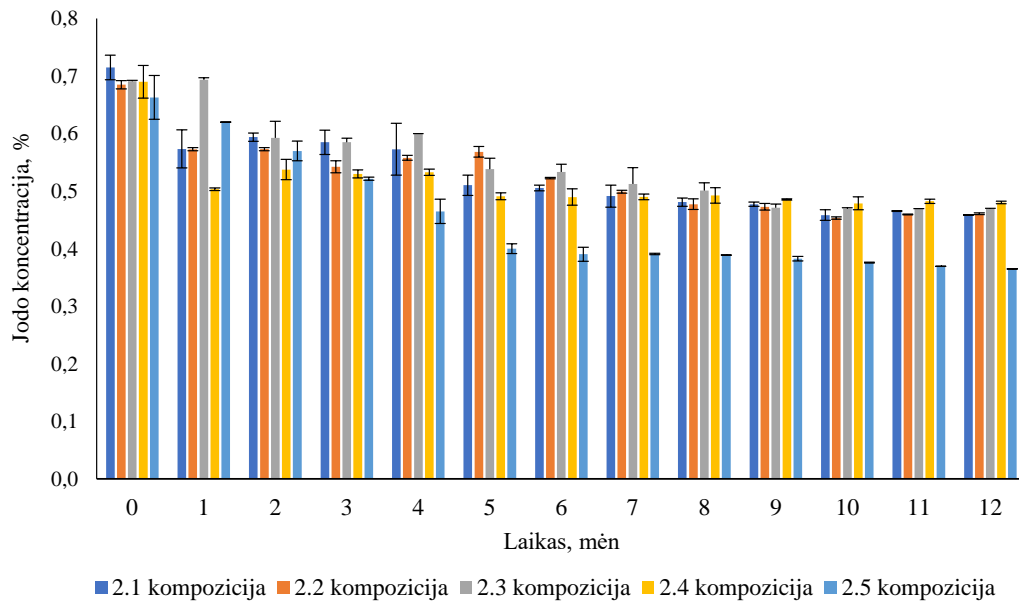
Kompozicija	Kompozicijų pH vertės laikant jas esant skirtingoms temperatūroms					
	+4 °C temperatūra		+20 °C temperatūra		+40 °C temperatūra	
	Pradinis	Po 12 mėnesių	Pradinis	Po 12 mėnesių	Pradinis	Po 12 mėnesių
1.1	2,13	2,10	2,13	2,14	2,13	2,17
1.2	2,19	2,25	2,19	2,20	2,19	2,24
1.3	2,23	2,30	2,23	2,21	2,23	2,13
1.4	2,25	2,21	2,25	2,20	2,25	2,41
1.5	2,94	2,71	2,94	2,81	2,94	2,88
1.6	2,61	1,88	2,61	1,98	2,61	1,71
2.1	2,47	2,16	2,47	2,15	2,47	1,76
2.2	2,60	2,19	2,60	2,16	2,60	1,78
2.3	2,64	2,24	2,64	2,08	2,64	1,61
2.4	2,50	2,25	2,50	2,32	2,50	2,60
2.5	2,50	1,80	2,50	1,85	2,50	1,55

### 3.6.3. Specifinio laidumo stabilumas

Atliekant tiriamųjų mėginių specifinio laidumo matavimus, reikšmingas šio parametro pokytis nebuvo pastebėtas. Tačiau galima įžvelgti tendencijas, kurios būdingos kompozicijoms su skirtingomis veikliosiomis medžiagomis. Kompozicijų 1.1–1.6 specifinis laidumas nežymiai mažėjo. 1.5 kompozicija išsiskyrė nebūdingai didele specifinio laidumo reikšme, kuri buvo lygi 7303 mS/cm, tačiau per visą stebėjimo laikotarpį, šios kompozicijos laidumas laikėsi stabilus, kaip ir kitų kompozicijų su pieno rūgštimi. Stebint 2.1–2.5 kompozicijų specifinio laidumo reikšmes, pastebėtas nežymus šio dydžio mažėjimas, kuris būdingas visoms stebėtoms kompozicijoms. Nagrinėjant mėginių specifinio laidumo reikšmes skirtingose temperatūrose, nebuvo pastebėta skirtumų, tad galima teigti, jog temperatūra neturi įtakos mėginių specifinio laidumo kitimui.

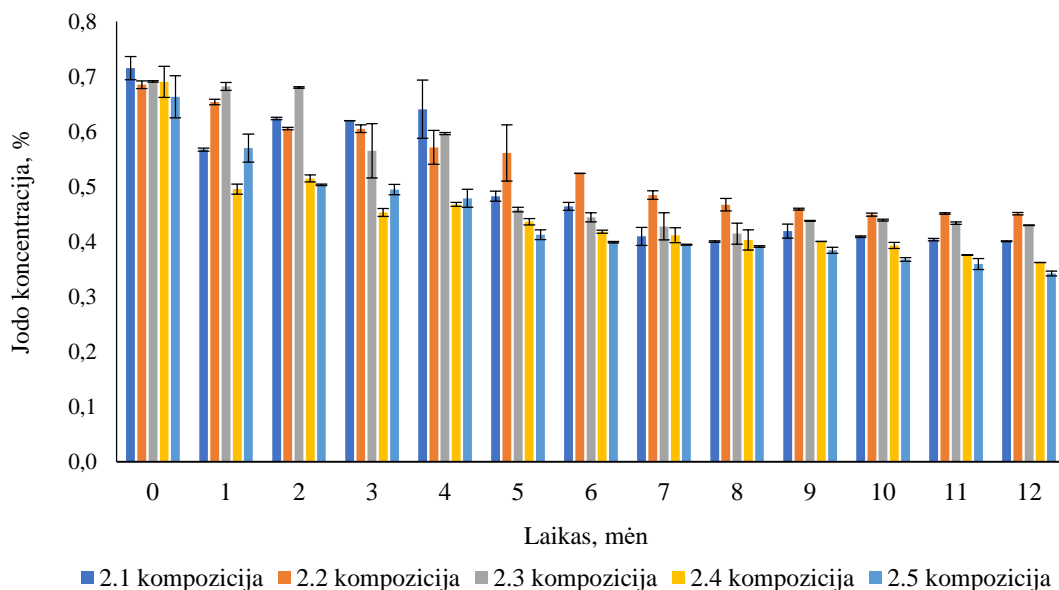
### 3.6.4. Kompozicijose esančio jodo kiekio kitimas

Norint išsiaiškinti 2.1–2.5 kompozicijų veikliosios medžiagos – jodo kiekį, kas mėnesį buvo matuojamas šios medžiagos kiekis. Remiantis kompozicijose naudoto jodo komplekso tirpumu vandenyje, galima teigti, jog šios žaliavos sudėtyje jodas yra trijodido jonų pavidale. Jodo kiekis kompozicijose buvo nustatomas jodometrinio metodu. Nustatytas kiekis pagaminto produkto buvo titruojamas 0,1 N koncentracijos Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tirpalu, remiantis sunaudotu titranto kiekiu apskaičiuojamas jodo kiekis. Jodometrinė analizė atliekama kas mėnesį ir matuojamas kompozicijose esančios veikliosios medžiagos kiekis ir pagal tai vertinamas jų stabilumas. Žemoje temperatūroje laikomų 2.1–2.4 kompozicijose esantis jodo keitėsi tolygiai, vidutiniškai šio komponento nuostolis buvo lygus 33 % (žr. 3.9 pav.). Didžiausio jodo kiekio neteko 2.5 kompozicija, kurios sudėtyje nebuvo tirštiklio.



**3.12 pav.** 2.1–2.5 kompozicijose esančio jodo kiekio kitimas +4 °C

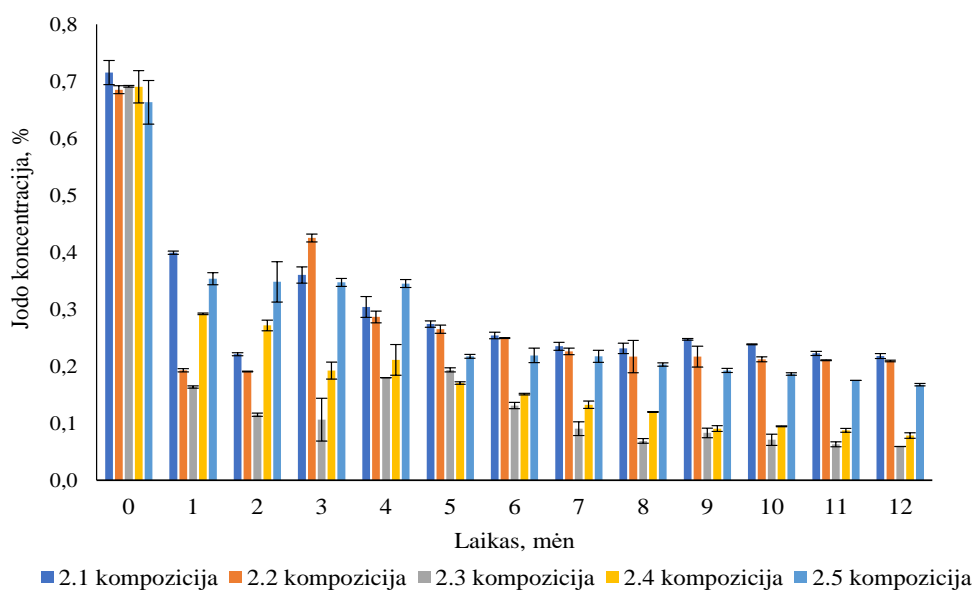
Mėginių laikytų kambario temperatūroje jodo kiekis taip pat mažėjo tolygiai (žr. 3.10 pav.). Stabiliausiai šioje temperatūroje jodą išlaikė 2.2 kompozicija, kuriai naudotas tirštiklis – hidroksipropilmetilceliuliozė. Daugiausiai jodo neteko kompozicija be tirštiklio, šios medžiagos kiekis mėginyje sumažėjo 48 %.



**3.13 pav.** 2.1–2.5 kompozicijose esančio jodo kiekio stabilumas +20 °C

Kompozicijos, kurios buvo laikomos +40 °C temperatūroje, neteko daugiau negu 70 % jodo (žr. 3.11 pav.). 2.2 kompozicijoje jodas sumažėjo 70 %, o 92 % jodo neteko 2.3 kompozicija, kurios sudėtyje naudota ksantano guma. Pastebimas mėginių spalvos intensyvumo sumažėjimas. Apibendrinant tyrimo rezultatus pastebėta, kad aukštoje temperatūroje laikytų mėginių sudėtyje po 12 mėnesių galutinis jodo kiekis daugiausiai skyrėsi nuo pradinės koncentracijos. Aukštoje temperatūroje priklausomai nuo temperatūros ir mėginių laikymo trukmės vyko mėginiuose esančio jodo hidrolizė.

Šiuo atveju dalis jodo pereina į jodido formą, kaip buvo pateikta anksčiau aprašytuose pH matavimo tyrimuose.





**3.14 pav.** 2.1–2.5 kompozicijose esančio jodo kiekio stabilumas +40 °C

### 3.7. Tirštiklių pavojingumas, klasifikavimas

Sudarinėjant cheminių mišinių receptūras, atsižvelgiama į galutinį produkto klasifikavimą. Jei įmanoma, stengiamasi išvengti žmogaus sveikatai ar aplinkai pavojų keliančių mišinių. Tam tikrais atvejais, norit pakeisti mišinio klasifikavimą, galima keisti sudėtinės dalis į nepavojingas ar sumažinti pavojingų komponentų koncentraciją. Cheminio mišinio klasifikavimas yra ypač svarbus veiksnys odai skirtuose vilgikliuose ir kituose odos paviršiui dezinfekuoti skirtuose produktuose. Todėl atliekant kompozicijose naudojamų tirštiklių vertinimą, atsižvelgiau į naudotų polimerų klasifikavimą pagal *Europos Parlamento ir Tarybos reglamentą (EB) Nr. 1272/2008*. Natūralūs ir pusiau sintetiniai polimerai – guaro guma, hidroksipropilmetilceliulioze ir ksantano guma pagal šį reglamentą klasifikuojami nebuvo, tad jie nepasižymėjo pavojumi žmogaus sveikatai ar aplinkai. Kompozicijose naudoti sintetiniai polimerai pasižymėjo tam tikrais keliamais pavojais, kurie pavaizduoti 6 lentelėje.

**6 lentelė.** 1.1–2.4 kompozicijose naudotų tirštiklių klasifikavimas

Tirštiklis	Signalinis žodis	Pavojingumo piktograma	Klasifikavimas ir ženklavimas pagal Reglamentą (EB) Nr. 1272/2008
Guaro guma	Nėra	Nėra	Neklasifikuojama
Hidroksipropilmetilceliuliozė	Nėra	Nėra	Neklasifikuojama
Ksantanto guma	Nėra	Nėra	Neklasifikuojama
Riebalų rūgščių polidietanolamido ir hidrinti naftos produktai	Pavojinga		H318: Smarkiai pažeidžia akis
2,2'-bis(4-(8-oktadec-9-enilimino)fenil)etanolis	Atsargiai		H315: Dirgina odą H319: Sukelia smarkų akių dirginimą. H410: Labai toksiška vandens organizmams, sukelia ilgalaikius pakitimus.

Taigi, sudarinėjant galutinę kompozicijos receptūrą atsižvelgiama ne tik į fizikinių-cheminių parametrų stabilumą, bet ir į produktą sudarančių medžiagų klasifikavimą pagal *Europos Parlamento ir Tarybos reglamentą (EB) Nr. 1272/2008*.

### 3.8. Kompozicijų mikrobiologinis tyrimas

Šio tiriamojo darbo metu analizuotiems karvių tešmenų vilgikliams itin svarbus baktericidinis ir mielicidinis aktyvumas. Norint išsiaiškinti šias produktų savybes, AB „Higėja“ užsakymu Nacionalinėje visuomenės sveikatos centro laboratorijoje buvo atlikti tyrimai pagal standartus EN 1276:2019 ir EN 1650:2019. Standarte aprašytu bandymo metodu siekiama įvertinti ar veiksmingi cheminiai dezinfekantai ar antiseptikai, siekiant sumažinti bandyme naudojamų gyvybingų mikroorganizmų skaičių. Atliekant baktericidinio efektyvumo tyrimą, buvo analizuojamas vilgiklių aktyvumas prieš bakterijas – *Enterococcus hirae*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, o atliekant mielicidinio efektyvumo tyrimą – prieš mieles – *Candida albicans*. Šie mikrobiologiniai tyrimai buvo pasirinkti atlikti švariomis sąlygomis. Tokiu atveju, standarte EN 1276 yra nurodoma tyrimams naudoti 0,3 g/l galvijų albumino serumą. Švarios sąlygos pasirinktos, nes produkto naudojimo instrukcijoje yra nurodoma prieš atliekant dezinfekciją šiais produktais, odą švariai nuplauti ir nusausti. Produkto aktyvumo prieš tyrime naudotus mikroorganizmus rodiklis yra išreiškiamas logaritmu. Vilgiklis laikomas baktericidiškai ir mielicidiškai aktyviu, jei tyrimo metu gauta logaritmo reikšmė viršija 5. Tiriant kompozicijas su pieno rūgštimi ir jodu pagal EN 1276 ir EN 1650 standartus produktai buvo pripažinti kaip baktericidiškai ir mielicidiškai aktyvūs, nes analizuojant mėginių veiksmingumą prieš mikroorganizmus buvo gautas  $\log R > 5$ .

### 3.9. Rekomendacijos

Atlikus mėginių stabilumo tyrimus ir įvertinus gautus rezultatus, tolimesnėje veterinarinių biocidų gamyboje tirštikliu nuspręsta naudoti hidroksipropilmetilceliuliozė. Atliekant tyrimų rezultatų analizę pastebėta, kad 1.2 ir 2.2 kompozicijos, laikant žemoje ir kambario temperatūroje išlaikę pakankamą stabilumą, šių mėginių pH ir specifinio laidumo rezultatai taip pat parodė kompozicijų stabilumą. Pastebėta, jog 2.2 kompozicija yra stabilesnė ir veikliosios medžiagos kiekio atžvilgiu. Taip pat galima teigti, jog šis tirštiklis yra saugus naudoti tokio pobūdžio produktuose, nes nesukelia



pavojaus žmogaus sveikatai ar aplinkai. Tiekiant galutinius veterinarinius biocidus į rinką, etiketėje nurodomas 12 mėnesių produkto galiojimo laikotarpis. Rekomenduojama produktus laikyti atokiau nuo tiesioginių saulės spindulių, sandarioje pakuotėje, ne aukštesnėje nei +20 °C. Remiantis atliktais tyrimais, šios sąlygos yra būtinos produkto stabilumui užtikrinti.

## Išvados

1. Nustačius tinkamas tirštiklių koncentracijas, sukurtos 6 kompozicijos su pieno rūgštimi ir 5 kompozicijos su jodu.
2. Kompozicijos, kuriose tirštikliu pasirinkta hidroksipropilmetilceliuliozė ir N,N-bis(hidroksietil) C<sub>16-18</sub> amidų ir angliavandenilių mišinys, buvo stabiliausios, jų klampa mažiausiai pakito laikant 12 mėnesių.
3. Ypač greitai klampa sumažėjo kompozicijose, kuriose naudotas ksantano gumos tirštiklis, jau po 2 mėnesių gauti 4 kartus mažesnės klamos kompozicijos.
4. Aukštesnėje temperatūroje kompozicijų stabilumas ir jodo kiekis mažėja sparčiau, o kompozicijų pH ir laidumas kito nežymiai
5. Pagal stabilumą, sudėtį ir gamybos būdą pasirinktos dvi geriausiomis savybėmis pasižyminčios vandeninės kompozicijos: 1.2, kurios sudėtyje yra glicerolio, etanolio, sorbitolio, pieno rūgšties, hidroksipropilmetilceliuliozės ir 2.2 - glicerolio, hidrinto ricinos aliejaus, jodo kompleksa, pieno rūgšties, hidroksipropilmetilceliuliozės.

## Literatūros sąrašas

1. WILLIAM A. RUTALA, APIC guideline for selection and use of disinfectants, *AJIC Am J Infect Control*, Vol. 24, No. 4, 1996, [žiūrėta: 2020-11-17], prieiga per doi: 10.1016/S0196-6553(96)90066-8.
2. Lietuvos Respublikos Sveikatos Apsaugos Ministro įsakymas „Dėl biocidų autorizacijos ir registracijos taisyklių patvirtinimo“ Nr. 421, 2020, [žiūrėta: 2020-11-17], prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt>.
3. Europos Parlamento ir Tarybos reglamentas (ES) Nr. 528/2012, dėl biocidinių produktų tiekimo ir naudojimo, [žiūrėta: 2020-11-15], prieiga per: <https://eur-lex.europa.eu>.
4. LOEFFLER A., COBB M. A., Comparisio of a chlorhexidine and a bonzoyl peroxide shampoo as sole treatment in canine superficial pyoderma, *Veterinary record*, vol 169, p. 249, 2011, [žiūrėta: 2020-12-15], prieiga per doi: 10.1136/vr.d4400.
5. FRANK S., BROWN S. M., In Vitro Efficacy of a Povidone-Iodine Nasal Antiseptic for Rapid Inactivation of SARS-CoV-2, *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.*, vol. 146, No. 11, p. 1054-1058, 2020, [žiūrėta: 2020-12-15], prieiga per doi: 10.1001/jamaoto.2020.3053.
6. CHOTIGARPA R., LAMPANG N. K., Antiseptic effect of natural teat dip containing lactic acid against mastitis-causing *Escherichia coli*, *Veterinary World*, vol. 12 (3), p. 397-401, 2019, [žiūrėta: 2020-12-20], prieiga per doi: 10.14202/vetworld.2019.397-401.
7. LEMMER K., HOWALDT S., Test methods for estimating the efficacy of the fast-acting disinfectant peracetic acid on surfaces of personal protective equipment, *Journal of Applied Microbiology*, vol. 123, p. 1168—1183, 2017, [žiūrėta: 2020-12-20], prieiga per doi: <https://doi.org/10.1111/jam.13575>.
8. GARVEY M., CURRAN D., Efficacy testing of teat dip solutions used as disinfectants for the dairy industry: Antimicrobial properties, *International Journal of Dairy Technology*, vol. 69, 2016, [žiūrėta: 2021-01-15], prieiga per doi: 10.1111/1471-0307.12344.
9. ALVES F. R., Applications of Natural, Semi-Synthetic, and Synthetic Polymers in Cosmetic Formulations, *Cosmetics*, vol. 7, p. 75, 2020, [žiūrėta: 2021-01-15], prieiga per doi: 10.3390/cosmetics7040075.
10. EUROPEAN CHEMICALS AGENCY, Guidance on the Biocidal Products Regulation, vol. 2, version 3.0, p. 67, 2018, ISBN: 978-92-9020-504-3, [žiūrėta: 2021-05-09].
11. Europos Parlamento ir Tarybos reglamentas (EB) Nr. 1272/2008 dėl cheminių medžiagų ir mišinių klasifikavimo, ženklavimo ir pakavimo, iš dalies keičiantis ir panaikinantis direktyvas 67/548/EEB bei 1999/45/EB ir iš dalies keičiantis Reglamentą (EB) Nr. 1907/2006, [žiūrėta: 2020-11-15], prieiga per: <https://eur-lex.europa.eu>.
12. EUROPOS PARLAMENTO IR TARYBOS REGLAMENTĄ (EB) Nr. 1907/2006 dėl cheminių medžiagų registracijos, įvertinimo, autorizacijos ir apribojimų (REACH), įsteigiantis Europos cheminių medžiagų agentūrą, iš dalies keičiantis Direktyvą 1999/45/EB bei panaikinantis Tarybos reglamentą (EEB) Nr. 793/93, Komisijos reglamentą (EB) Nr. 1488/94, Tarybos direktyvą 76/769/EEB ir Komisijos direktyvas 91/155/EEB, 93/67/EEB, 93/105/EB bei 2000/21/EB, [žiūrėta: 2020-11-15], prieiga per: <https://eur-lex.europa.eu>.
13. JEFFREY D.J., Chemicals used as disinfectants: active ingredients and enhancing additives, *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 1995,14 (1), 57-74, [žiūrėta: 2020-11-15], prieiga per doi: 10.20506/rst.14.1.828.
14. McDONNELL G., RUSSELL D. A., Antiseptics and Disinfectants: Activity, Action, and Resistance, *Clin. Microbiol. Rev.*, vol. 12, p. 147–179, 1999, [žiūrėta: 2020-11-17], prieiga per [cmr.asm.org](http://cmr.asm.org).

15. KAMPF G., Efficacy of ethanol against viruses in hand disinfection, *Journal of Hospital Infection*, vol. 98, No. 4, p. 331-338, 2016, [žiūrėta: 2021-01-17], prieiga per doi: 10.1016/j.jhin.2017.08.025
16. BOYCE M. J., Alcohols as Surface Disinfectants in Healthcare Settings, *Infect Control Hosp Epidemiol*, vol. 39, Issue 3, p. 323-328, 2018;1–6, [žiūrėta: 2020-12-18], prieiga per doi: 10.1017/ice.2017.301.
17. RUTALA W. A., Guideline for Disinfection and Sterilization in Healthcare Facilities, <https://www.cdc.gov/infectioncontrol/guidelines/disinfection>, 2008, [žiūrėta: 2020-12-15], prieiga per cdc.gov.
18. RUSSELL, HUGO, AYLIFFE'S, Principles and Practice of Disinfection, Preservation and Sterilisation, 38-43 p., [žiūrėta: 2020-12-15], ISBN: 978-1-444-33325-1.
19. KOMISIJOS DELEGUOTASIS REGLAMENTAS (ES) Nr. 1062/2014 dėl visų esamų veikliųjų medžiagų, kurių yra Europos Parlamento ir Tarybos reglamente (ES) Nr. 528/2012 nurodytuose biocidiniuose produktuose, sisteminio tyrimo darbo programos, [žiūrėta: 2020-12-30], prieiga per: <https://eur-lex.europa.eu>.
20. RUSSELL A.D., DAY M.J., Antibacterial activity of chlorhexidine, *Journal of Hospital Infection*, vol. 25, p. 229-238, 1993, [žiūrėta: 2020-12-15], prieiga per doi: 10.1016/0195-6701(93)90109-D.
21. KARPINSKI T.M., SZKARADKIEWICZ A.K., Chlorhexidine – pharmaco-biological activity and application, *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, vol. 19: p. 1321-1326, 2015, [žiūrėta: 2020-12-15], prieiga per [pubmed.ncbi.nlm.nih.gov](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov).
22. GUARDABASSI L., GHIBAUDO G., In vitro antimicrobial activity of a commercial ear antiseptic containing chlorhexidine and Tris–EDTA, *Veterinary Dermatology*, vol. 21, p. 282–286, 2009, [žiūrėta: 2020-12-15], prieiga per doi:10.1111/j.1365-3164.2009.00812
23. FITZPATRICK S. R., GARVEY M., Screening commercial teat disinfectants against bacteria isolated from bovine milk using disk diffusion, *Veterinary World*, vol. 12, p. 629-637, 2019, [žiūrėta: 2020-12-15], prieiga per doi: 10.14202/vetworld.2019.629-637.
24. SHIH L. C., The Use of Active Iodine as a Water Disinfectant, *Journal of the American Pharmaceutical Association*, Vol. XLVII, No. 6, 1958, [žiūrėta: 2020-12-15].
25. KAIHO T., Iodine Chemistry and Applications, 2015, p. 375-410, ISBN 978-1-118-46629-2, [žiūrėta: 2021-01-15].
26. PUNYANI S., NARAYANA P., Iodine based water disinfection: A review, *Journal of Scientific & Industrial Research*, Vol. 65, 2006, p. 116-120, [žiūrėta: 2020-12-15], prieiga per [researchgate.net](https://www.researchgate.net).
27. JAMAL M. A, PERINBAM K., Povidone iodine loaded film-forming topical gel and evaluation of its chemical stability, *Int. J. Res. Pharm. Sci.*, 11(1), 148-153, 2020, [žiūrėta: 2020-12-15], prieiga per doi: 10.26452/ijrps.v11i1.1799.
28. EDINGTON M., RAMAESH K., Virucidal benefits of povidone-iodine use on the ocular surface: a review, *al. BMJ Open Ophth*, vol. 5, Issue 1, 2020, [žiūrėta: 2021-02-17], prieiga per doi:10.1136/bmjophth-2020-000509,
29. BLOWEY R., EDMONDSON P., Teat disinfection in dairy herds, *In Practice*, 1996, vol. 18, p. 254-260, [žiūrėta: 2020-12-15], prieiga per doi: 10.1136/inpract.18.6.254.
30. STORTON M., EXARCHAKIS J., Lactic acid quantitation in hand dishwashing liquid using an HILIC-UV methodology, *J. Sep. Sci.*, vol. 33, p. 982–987, 2010, [žiūrėta: 2020-12-15], prieiga per doi: 10.1002/jssc.200900697.

31. U.S. Environmental Protection Agency Office of Pesticide Programs, Biopesticides registration action document L-Lactic Acid, 2009, [žiūrēta: 2020-12-15], prieiga per epa.gov.
32. LOPES A., Microbicidal and sanitizing soap compositions, *United States Patent*, Patent Number: 5,942,478, 1999, [žiūrēta: 2020-12-15], prieiga per patents.google.com
33. BROKKEN K., RANDOLPH S., Membrane-forming veterinary antibacterial teat dip, *United States Patent*, Patent Number: 4,945,110, 1990, [žiūrēta: 2020-12-20] , prieiga per patents.google.com
34. BATT C., BATT C. A., Encyclopedia of Food Microbiology 2nd Edition, p. 362, ISBN: 9780123847331, 2014, [žiūrēta: 2020-12-20].
35. KITIS M., Disinfection of wastewater with peracetic acid: a review, *Environment International*, vol. 30, p. 47–55, 2004, [žiūrēta: 2020-12-20], prieiga per doi:10.1016/S0160-4120(03)00147-8.
36. BOHM R., Disinfection and hygiene in the veterinary field and disinfection of animal houses and transport vehicles, *International Biodeterioration & Biodegradation*, vol. 41, Issues 3-4, p. 217-224, 1998, [žiūrēta: 2020-12-20], prieiga per doi: 10.1016/S0964-8305(98)00030-4.
37. CHIVERO. P, GOHTANI S., Effect of xanthan and guar gums on the formation and stability of soy soluble polysaccharide oil-in-water emulsions, *Food Research International* vol. 70, p. 7–14, 2015, [žiūrēta: 2021-01-15], prieiga per doi: 10.1016/j.foodres.2015.01.025.
38. MUDGIL D., BARAK S., Guar gum: processing, properties and food applications—A Review, *J Food Sci Technol*, vol. 51, Issue 3, p. 409-418, 2011, [žiūrēta: 2021-01-15], prieiga per doi:10.1007/s13197-011-0522-x.
39. WHISTLER R. L., BEMILLER J. N., Industrial gums. Polysaccharides and Their Derivatives, ISBN: 978-0-08-092654-4, 1993, [žiūrēta: 2021-01-15].
40. GUPTA S., VARIYAR S. P., Guar Gum: A Versatile Polymer for the Food Industry, *Biopolymers for Food Design*, p. 383-407, 2018, [žiūrēta: 2021-01-15], prieiga per doi:10.1016/B978-0-12-811449-0.00012-8.
41. WANG Q., ELLIS P. R., The stability of guar gum in an aqueous system under acidic conditions, *Food Hydrocolloids*, vol. 14, Issue 2, p. 129–134, 2000, [žiūrēta: 2021-01-15], prieiga per doi: 10.1016/S0268-005X(99)00058-2.
42. HAGHI A. K., RIBEIRO F. C. A, Applied Chemistry and Chemical Engineering, vol. 5, 2018, ISBN: 9781771885935, [žiūrēta: 2021-01-15].
43. BURDOCK G. A., Safety assessment of hydroxypropyl methylcellulose as a food ingredient, *Food and Chemical Toxicology*, vol. 45, Issue 12, p. 2341–2351, 2007, [žiūrēta: 2021-01-15], prieiga per doi:10.1016/j.fct.2007.07.011.
44. SILVA M. C., PINTO F. V., Aggregation and gelation in hydroxypropylmethyl cellulose aqueous solutions, *Journal of Colloid and Interface Science*, vol. 327, p. 333–340, 2008, [žiūrēta: 2021-01-15], prieiga per doi:10.1016/j.jcis.2008.08.056.
45. GHADERMAZI R., Effect of various additives on the properties of the films and coatings derived from hydroxypropyl methylcellulose—A review, *Food Sci Nutr.*, vol. 7, Issue 11, p. 3363-3377, 2019, [žiūrēta: 2021-01-15], prieiga per doi: 10.1002/fsn3.1206.
46. SWORN G., Xanthan Gum, *Handbook of hydrocolloids*, vol. 8, p. 187-203, 2009, [žiūrēta: 2021-01-15], ISBN 978-1-84569-587-3.
47. FEINER G., Meat Products Handbook: Practical Science and Technology (Woodhead Publishing in Food Science, Technology and Nutrition), 2006, ISBN: 9780849380105, [žiūrēta: 2021-01-15].
48. ELELLA A. H. M., Xanthan gum-derived materials for applications in environment and eco-friendly materials: A review, *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 2020, [žiūrēta: 2021-01-15], prieiga per doi: 10.1016/j.jece.2020.104702
49. KATZBAUER B., Properties and applications of xanthan gum, *Polymer Degradation and Smbility*, vol. 59, p. 81-84, 1998, [žiūrēta: 2021-01-15], prieiga per doi: 10.1016/S0141-3910(97)00180-8.

50. PETRI F. S., Xanthan gum: A versatile biopolymer for biomedical and technological applications, *J. Appl. Polym. Sci.*, vol. 132, Issue 23, 2015, [žiūrēta: 2021-01-15], prieiga per doi: 10.1002/app.42035.
51. GILBERT L., LOISEL V., Stretching properties of xanthan, carob, modified guar and celluloses in cosmetic emulsions, *Carbohydrate Polymers*, vol. 93, Issue 2, p. 644–650, 2013, [žiūrēta: 2021-01-15], prieiga per doi: 10.1016/j.carbpol.2012.12.028.
52. XINXIN L., PENGXIANG W., Effects of sodium chloride on rheological behaviour of the Gemini-like surfactants, *The Royal Society of Chemistry*, vol. 16, Issue 16, p. 4024-4031, 2020, [žiūrēta: 2021-01-15], prieiga per doi: 10.1039/d0sm00243g.
53. DIDIER J., Use of alkane sulfonic acid for descaling in the agri-food industry, *United States Patent Application Publication*, 2010, [žiūrēta: 2021-01-15], prieiga per patents.google.com
54. KRYLOVA V., KREIVIENĒ N., Vadovēlis Chemiņē analizē, 2002, [žiūrēta: 2021-01-15], ISBN: 9955092459
55. HONG Y. K., HONG W.H, Influence of Chain Length of Tertiary Amines on Extractability and Chemical Interactions in Reactive Extraction of Succinic Acid, *Korean J. Chem. Eng.*, vol. 21, no. 2, p. 488-493, 2004, [žiūrēta: 2021-05-15].
56. PAPADOPOULOU E. L., VALENTINI P., Antibacterial Bioelastomers with Sustained Povidone-Iodine Release, *Chemical Engineering Journal*, vol. 347, p. 19-26, 2018, [žiūrēta: 2021-01-15], prieiga per doi: 10.1016/j.cej.2018.04.091.
57. BUXTON G. V., MULAZZANI Q. G., On the hydrolysis of iodine in alkaline solution: A radiation chemical study, *Radiation Physics and Chemistry*, vol., 76, p. 932–940, 2007, [žiūrēta: 2021-05-15], prieiga per doi:10.1016/j.radphyschem.2006.06.009.