

TALLINNA TERVISHOIU KÕRGKOO



Meditsiinitehnilise hariduse keskus

Farmatseudi õppekava

Ülle Vaht

**ISLANDI KÄOKÕRVA (*Cetraria islandica*) BIOAKTIIVSED ÜHENDID NING MÕJU  
INIMORGANISMILE**

Lõputöö

Tallinn 2026

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite töödest, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud. Luban Tallinna Tervishoiu Kõrgkoolil avalikustada oma lõputöö PDF-versiooni raamatukoguprogrammis.

Lõputöö autori allkiri

/allkirjastatud digitaalselt/

/kuupäev digitaalallkirjas/

Lubatud kaitsmisele.

Juhendaja Artur Jõgi, PhD

/allkirjastatud digitaalselt/

/kuupäev digitaalallkirjas/

## KOKKUVÕTE

Ülle Vaht (2026). Tallinna Tervishoiu Kõrgkool, meditsiinitehnilise hariduse keskus, farmatseudi õppekava. Islandi käokõrva (*Cetraria islandica*) bioaktiivsed ühendid ning mõju inimorganismile. Lõputöö on koostatud teoreetilise uurimusena, mille maht on 36 lehekülge, 38 kirjandusallikat, 6 joonist ja 2 tabelit.

Lõputöö eesmärgiks oli uurida islandi käokõrva (*Cetraria islandica*) kui ravimtaime koostist, selles sisalduvaid bioaktiivseid ühendeid ning selle mõju inimorganismile. Lisaks oli lõputöö ülesannete eesmärk määratleda käokõrva levik ning ajaloolised raviomadused, praegused ja tuleviku kasutusala. Lõputöö on teoreetiline uurimus ning selles põhineti teaduslikule, tõenduspõhisele erialasele kirjandusele. Allikate selekteerimisel keskenduti põhiliselt materjalile, mis oli ilmunud aastatel 2010-2026, osaliselt ka varem.

Islandi käokõrv on samblik, mida kasutatakse rahvameditsiinis hingamisteede ja seedesüsteemi vaevuste ning nahaprobleemide korral. Lisaks tarbiti seda üldise enesetunde ja heaolu parandamiseks. Ajal, kui ei olnud teadlik konkreetsetest bioaktiivsust avaldavatest ühenditest, saadi siiski mitmete tervisemurede korral abi islandi käokõrva teest, tõmmisest või mähisest.

Islandi käokõrva tänapäevase uurimise käigus on kaardistatud bioaktiivsuse eest vastutavad ühendid, samblikuained - fumaarprototsetraarhape, prototsetraarhape, protolihhesteriinhape ning usniinhape. Nende nelja ühendi ekstrakte ning ka islandi käokõrvast ekstraheeritud fraktsioone on uuritud nende võime poolest avaldada mõju inimorganismile. Positiivse mõjuna on demonstreeritud islandi käokõrva fraktsioonide ning samblikuainete antibakteriaalset, antiviraalset ning parasiitidevastast toimet. Lisaks on eelmainitud fraktsioonid ja ühendid tuntud ka antioksidantsete ning vähivastaste omaduste poolest. Negatiivse mõjuna võib islandi käokõrv atmosfääris leiduvate saasteainete endasse akumulatsioonide tõttu põhjustada teatud koguses manustamisel organismi normaalset talitlust häirivaid efekte. Tuleviku edasiarendusena on islandi käokõrv potentsiaalne ravimiarenduse juhtühend kui ka uuendtoidu tooraine.

**Võtmesõnad:** Islandi käokõrv, *Cetraria islandica*, bioaktiivsed ühendid, samblikuained.

## SUMMARY

Ülle Vaht (2026). Tallinn Health University of Applied Sciences, Medical Technology Education Centre, Curriculum of an Assistant Pharmacist. Bioactive compounds of *Cetraria islandica* and its effects on the human body. The thesis is composed as a theoretical study, consisting of 36 pages, 38 references, 6 figures and 2 tables.

The aim of this thesis is to examine the composition of Iceland moss (*Cetraria islandica*) as a medicinal herb, its bioactive compounds and its effect on the human body. The additional goal was to determine the moss's distribution, as well as historic uses, current and future applications. The thesis is theoretical and has been composed on the basis of evidence-based relevant scientific literature. Literature research focused on materials released in 2010-2026.

Iceland moss is a lichen which has been used in traditional folk medicine to alleviate issues relating to the respiratory tract, digestive system and skin. In addition, it was used as a means to improve general health and overall well-being. In a time where the specific bioactive compounds responsible for the medicinal benefits had not been discovered yet, Iceland moss was still used as healing tea, infusion or wrap for a plethora of different ailments.

In modern research, the compounds responsible for exhibiting Iceland moss's bioactivity have been investigated thoroughly. The compounds, also called lichen products, are the following: fumaric acid, protocetraric acid, protolichesterinic acid and usnic acid. These four compounds, as well as fractions extracted from Iceland moss have been investigated for their potential to influence the human body. As a positive influence, the aforementioned compounds and Iceland moss fractions have exhibited antibacterial, antiviral and antiparasitic activity. Additionally, the compounds and fractions are known for their effective antioxidant and antitumor attributes. As a negative impact, due to the fact that Iceland moss as a lichen tends to accumulate pollutants from the atmosphere, when ingesting a certain amount of Iceland moss, there is a risk of the pollutants disrupting the normal functioning of the human body. Regarding future applications, iceland moss is a promising lead compound in drug development as well as a potential source of novel food.

**Keywords:** *Cetraria islandica*, Iceland moss, bioactive compounds, lichen products.

## SISUKORD

KOKKUVÕTE .....	3
SUMMARY .....	4
SISSEJUHATUS .....	6
KESKSED MÕISTED .....	7
1. UURIMISTÖÖ METOODIKA .....	9
2. ÜLEVAADE KÄOKÕRVAST .....	11
2.1. Käokõrv kui samblik .....	11
2.2. Islandi käokõrv ja selle ajalugu .....	12
2.3. Islandi käokõrva ajaloolised raviomadused .....	13
3. ISLANDI KÄOKÕRV PRAKTILISES KASUTUSES .....	14
3.1. Islandi käokõrva keemiline koostis .....	14
3.2. Käokõrva ekstraktide valmistamine .....	16
3.3. Islandi käokõrva ühendite ning metaboliitide bioaktiivsused .....	16
3.3.1. Antibakteriaalsed, antiviraalsed ning parasiidivastased omadused .....	17
3.3.2. Oksüdatiivne stress ja antioksidantsed omadused .....	19
3.3.3. Vähivastased ning tsütotoksilised omadused .....	21
3.3.4. Võimalikud negatiivsed kõrvalmõjud .....	23
3.4. Tänapäevased tooted ning islandi käokõrva potentsiaalsed tuleviku kasutusala .....	25
4. ARUTELU .....	28
JÄRELDUSED .....	31
KASUTATUD KIRJANDUS .....	33

## SISSEJUHATUS

Tänapäevases ühiskonnas on tähtsal kohal teaduspõhine meditsiin, kuid siiski on oma koha säilitanud ka rahvameditsiin ning ravimtaimedel põhinevad abinõud ehk fütoteraapia. Ravimtaimi on läbi aegade kasutatud inimeste elukvaliteedi parandamiseks ning erinevate kaebuste leevendamiseks, täheldatud on nii antimikroobseid, põletikuvastaseid, antiseptilisi, antioksüdantseid kui ka vähivastaseid omadusi olenevalt konkreetsest taimest. Ühe näitena saab tuua käokõrva (*Cetraria*), mida kasutati ning kasutatakse siiani põhiliselt erinevate kurguvaevuste leevendamiseks. Kusjuures käokõrva põletikuvastast toimet on tuntud märkimisväärselt kauem kui on teada olnud seda toimet põhjustavad spetsiifilised bioaktiivsed ühendid. (Sánchez jt, 2022).

Käokõrv kuulub samblike hulka ning käokõrva liikidest on enim levinud islandi käokõrv (*Cetraria islandica*), mida leidub ka Eestis ning mis on antud lõputöö uurimisobjektiks. Käokõrva droogiks kasutatakse tavaliselt islandi käokõrva tallust ehk maapealset osa, mis on eelnevalt korjatud, puhastatud, kuivatatud ja vajadusel purustatud. Kurgu- ja hingamisteede vaevuste, nagu kõha, bronhiit, kopsupõletik, raviks valmistatakse islandi käokõrvast tõmmis, mida juuakse lonks-haaval näiteks enne kõhahoogu. Peale selle kasutatakse käokõrvast tehtud toonikut ka seedetegevuse toetamiseks, näiteks isutuse korral näljatunde tekitamiseks, siinkohal on eriti oluline just käokõrva droogi limajas mass. Ka nahalõhede, löövete ja haavade korral on soovitatud islandi käokõrva tõmmisega immutatud mähis kanda haigele kohale. (Meli jt, 2018).

Ajalooliselt tuntud ravimtaimi on teaduse ja meditsiini arenedes uuritud põhjalikumalt, et anda seletusi selle kohta, milline konkreetne osa või ühend taimest põhjustab teatud raviomadust. Ka islandi käokõrva koostist on analüüsitud ja kaardistatud, seletamaks ajalooliselt tuntud raviomadusi. Uuringute käigud tuvastatud ühendid on andnud seletuse fütoteraapias tuntud raviomadustele ning on andnud lootust, et ühenditel on lisaks võimalikud uudsed meditsiinilased rakendused, näiteks vähiravis. (Xu jt, 2016).

**Uurimisprobleem:** Fütoteraapia on säilitanud tänapäevase, teaduspõhise meditsiini kõrval ühiskonnas olulise koha ning näiteks islandi käokõrva kasutatakse siiani mitmete hingamisteede ja seedevaevuste leevendamiseks. Teaduse arenedes on hakatud uurima ja

kaardistama tuntud ravimtaimede keemilist koostis, et anda põhjendusi aastakümneid ja -sadu tuntud tervendavatele nähtustele. Ei piirduta ka ainult teada olevate raviomaduste seletamisega, vaid otsitakse tuvastatud ühenditele ka uudseid meditsiinilaseid kasutusi. Keemilise koostise määramine on olnud edukas, kuid ühendite koosmõju ning spetsiifilise farmatseutilise omaduse mehhanismi fikseerimine on keerukam protsess.

**Lõputöö eesmärgiks** on uurida islandi käokõrva kui ravimtaime koostist, selles sisalduvaid bioaktiivseid ühendeid ning selle mõju inimorganismile.

Eesmärgist lähtuvalt on püstitatud järgnevad **lõputöö ülesanded**:

- määratleda islandi käokõrva ajaloolised raviomadused, levik ning tänapäevased ja tuleviku kasutusala;
- tuvastada islandi käokõrva keemiline koostis ja selles sisalduvad bioaktiivsed ühendid;
- uurida islandi käokõrva bioaktiivsete ühendite positiivset ning negatiivset mõju inimorganismile.

## **KESKSED MÕISTED**

**Bioaktiivsed ühendid** (*bioactive compounds*) - kemikaalid, mida leidub toidus, taimedes ja muus looduslikus materjalis ning mis avaldavad mingit bioloogilist mõju organismis toimuvatele protsessidele, näiteks antioksidantset, põletikuvastast, antimikroobset või immunomoduleerivat mõju (Alvarez-Leite, 2025).

**Islandi käokõrv** (*Cetraria islandica*) - sambliku liik, mis kuulub käokõrva perekonda ning lapiksamblikuliste sugukonda. Islandi käokõrv on levinud üle maailma ning muuhulgas kasvab see looduslikult nii Islandil kui ka Eestis. Kasutatakse ravimtaimena põhiliselt hingamisteede või seedesüsteemi vaevuste leevendamiseks. (Sánchez jt, 2022; Trass & Randlane, 1994: 39).

**Samblik** (*lichen*) - seeneriiki kuuluv organism, mis koosneb kahest eraldiseisvast, kuid koosmõjul elutsevast organismist: seenest ehk mükobiondist ja fotosünteesivast organismist ehk fotobiondist, milleks on tavaliselt rohevetikas või tsüanobakter (Randlane & Saag, 2004: 8).

**Samblikuained** (*lichen products*) - samblikele omased ühendid, mis kuuluvad sekundaarsete metaboliitide hulka. Islandi käokõrva samblikuained on fumaarprototsetraarhape, prototsetraarhape, protolihhesteriinhape ja usniinhape. (Sánchez jt, 2022).

**Sekundaarsed metaboliidid** (*secondary metabolites*) - ained, mis on igale organismile omased ning eristavad ühte liiki teisest. Võrreldes primaarsete metaboliitidega (aminohapped, polüoolid, valgud, polüsuhkrud jne) ei ole sekundaarsed metaboliidid organismi elus hoidmiseks esmatähtsad, vaid annavad ökoloogilise eelise, eristumise või bioaktiivsuse. (Giordani jt, 2017; Sánchez jt, 2022).

## 1. UURIMISTÖÖ METOODIKA

Käesolev töö on valminud teoreetilise uurimusena, milles on põhinetud teaduslikule, tõendatavale erialasele kirjandusele. Usaldusväärse ning eetilise teoreetilise uurimuse läbiviimiseks lähtuti kirjandusmaterjali otsingul ning analüüsil neljast meditsiinieetika põhiprintsiibist: uuritavate isikuautonoomia säilitamine, mittekahjustamine, heategemine ning õiglus (Soosaar, 2016). Kuna antud töö on teoreetiline, hinnati töös kasutatud uuringute vastavust meditsiinieetika printsiipidele ning vastuolusid ei esinenud.

Kirjutamise käigus tugineti erinevate allikate analüüsile, võrdlusele ja seoste leidmisele. Kuna töö teema on võrdlemisi spetsiifiline ning saadavalolevate tõendus põhiste materjalide valik pigem kitsas, esitati antud töös võimalikult põhjalik ning mitmekülgne ülevaade olemasolevast kirjandusest ning selle põhilistest seisukohtadest. Kirjanduse ülevaate käigus käsitleti artikleid, mis kirjeldasid käokõrva, nimelt islandi käokõrva, levikut, keemilist koostist, bioaktiivseid ühendeid ning üldist mõju inimorganismile.

Kirjandusallikate otsimiseks kasutati andmebaase, mis on laialt levinud meditsiini ning loodusteaduste akadeemilises valdkonnas. Põhilisteks kasutatud andmebaasideks jäid *SciFinder*, *PubMed* ja *ScienceDirect*, kuid analüüsiti ka üldiselt otsingumootorist (Google) leitud artikleid ja informatsiooni. Otsing viidi läbi nii eesti kui ka inglise keeles, kuid rohkem vasteid andis antud teema kohta ingliskeelne otsing. Leidus ka sobivat eestikeelset materjali, mis ei olnud võrreldes ingliskeelse materjaliga nii ajakohane ega põhjalik, kuid sobis siiski lõputöös kasutamiseks.

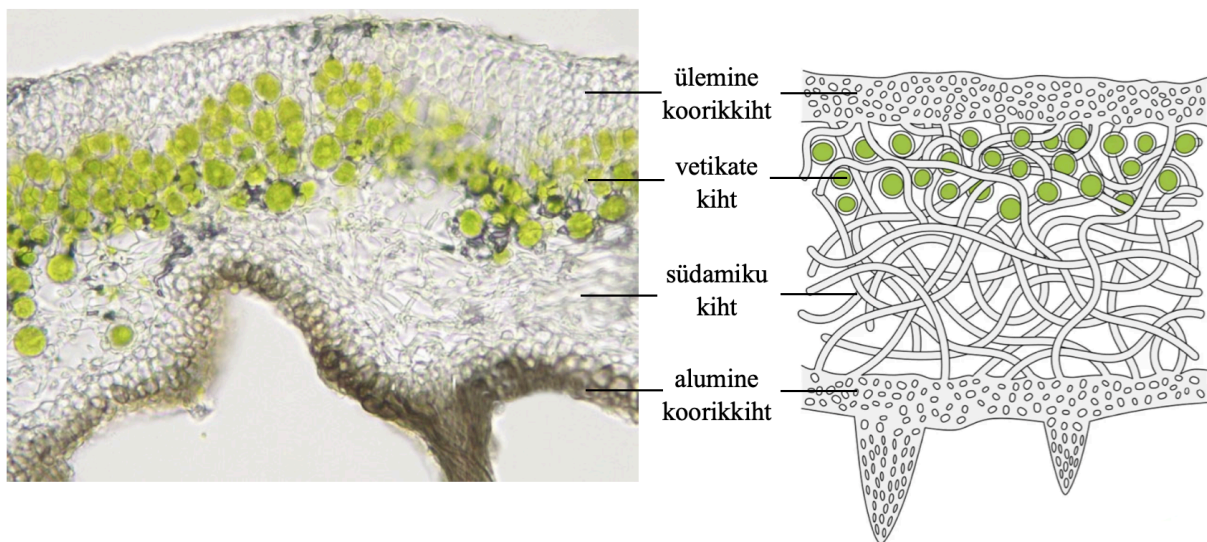
Otsingusõnadena kasutati järgnevaid eesti- ja ingliskeelseid märksõnu: käokõrv (*Cetraria*), islandi käokõrv (*Cetraria islandica*), farmatseutiline (*pharmaceutical*), ravimtoime (*medicinal effect*), bioaktiivsed ühendid (*bioactive compounds*) ning nende omavahelisi kombinatsioone. Andmebaasides sihtotsingut tehes määrati otsingule ka piiravad tunnused, milleks olid ilmumisaasta vahemikus 2010-2026, väljaande formaat artikli kujul (ka *review* artikkel) ning et materjali täistekst oleks vaba ligipääsuga. Sihtotsingu tulemusel leitud allikates leidis omakorda kasulikku kirjandusmaterjali, mida on töös kasutatud, kuid ei pruugi vastata sihtotsingu kriteeriumitele.

Uurimistö koostamisel ja kirjutamisel lähtuti Tallinna Tervishoiu Kõrgkooli kirjalike tööde koostamise ja vormistamise juhendist. Töös esitatud tekstile ning teiste autorite kasutatud materjalile viidati korrektselt ning kõik kasutatud kirjanduse ja illustreeriva materjali allikad toodi välja kasutatud kirjanduse loetelus. Kirjandusallikate vormistamisel kasutati viitamistarkvara Scribbr.

## 2. ÜLEVAADE KÄOKÕRVAST

### 2.1. Käokõrv kui samblik

Käokõrva (*Cetraria*) liigitatakse tihti ekslikult välimuse tõttu sammaltaimeks, kuigi tegelikult kuulub see samblike hulka. Samblik on seeneriiki kuuluv organism, mis koosneb kahest eraldiseisvast organismist: mükobiondist ehk seenest ja fotobiondist ehk fotosünteesivast komponendist. Mükobiont moodustab samblikust enamuse, seetõttu liigitatakse samblikke tavaliselt just seene komponendi järgi ning selle struktuur jaotub ülemiseks koorikkihiks, südamiku kihiks ning alumiseks koorikkihiks (vt **Joonis 1**). Fotobiont võib olla nii rohevetikas kui ka tsüanobakter, **Joonisel 1** toodud vetikate kiht. Iseloomu poolest on sambliku kahe komponendi suhe sümbiootiline, kuid sisaldab mingil määral ka parasitismi tunnuseid. (Randlane & Saag, 2004: 8).



**Joonis 1.** Näide sambliku sisemisest struktuurist. Vasakul pilt mikroskoobist (*Lichens: Hybrid Organisms ...*, 2019), paremal joonis (*Lichens Wildlife Gardening*, i.k.; kohandatud).

Läbi aegade on rahvameditsiinis tuntud käokõrva kui ravimtaime, kuid esimest korda kirjeldas seda 19. sajandi alguses Rootsi botaanik Erik Acharius. Leviku poolest võib käokõrva erinevaid liike leida üle terve maailma, igas maailmaosas ning ka paljudel saartel. (Sánchez jt, 2022). Käokõrv kuulub lapiksamblikuliste (*Parmeliaceae*) sugukonda ning on samblike perekond, milles eristatakse üle 10 liigi. Eestis on leitud vähemalt neli erinevat käokõrva liiki, millest levinuim on islandi käokõrv (*Cetraria islandica*) (Trass & Randlane,

1994: 39). Islandi käokõrv on tuvastatud mükobiondina liigid *Lichenopeltella cetrariicola* ja *Clypeococcum cetrariae*, fotobionte ei ole täpsemalt kirjeldatud (Trass & Randlane, 2004: 242, 351).

Kasvu poolest on islandi käokõrv aeglase kasvuga, kuid see-eest pika elueaga. Kuna samblikuna koosneb islandi käokõrv nii fotobiondist kui ka mükobiondist ehk seenest, siis saab käokõrv oma vajalikud toitained kätte peamiselt õhu kaudu. Seetõttu on islandi käokõrva talluse pindala suhteliselt suur ning samblikul puuduvad konkreetset juured. (Meli jt, 2018).

## 2.2. Islandi käokõrv ja selle ajalugu

Islandi käokõrv (vt **Joonis 2**) on üks tuntumaid käokõrva liike, millel on ka rahvameditsiinis tervist parandav maine ning mis on saanud oma nimetuse selle järgi, et kasvab lisaks muule maailmale ka Islandi tasandikel ja laavanõlvadel (Britannica, 2014). Ajalooliselt on islandi käokõrva kasutatud ravimtaimena tema põletikuvastase, sapiiritust turgutava ning haavu parandava toime pärast, lisaks on seda Põhjamaades näljaegadel lisatud leivajahule ja muudele toitudele, kuna sisaldab suurel määral süsivesikuid (*Assessment report on ...*, 2014; Trass & Randlane, 1994: 39).



**Joonis 2.** Islandi käokõrv (vasak: Köhler & Pabst, 1887; parem: *Natural dye store ...*, i.k.).

Kuna kirjanduses leidub käokõrvade liikidest kõige rohkem informatsiooni islandi käokõrva farmatseutiliste omaduste kohta, siis keskenduti antud töös just selle liigi meditsiinilistele omadustele ning eripäradele (Sánchez jt, 2022). Kogu islandi käokõrv on söödav, kuid ravimtaimena kasutatakse enamjaolt ainult sambliku maapealset osa ehk tallust. Islandi

käokõrva kogutakse käsitsi tavaliselt suvel, seejärel puhastatakse suuremast mullast ning muust ollusest ja siis kuivatatakse säilitamise jaoks. (Trass & Randlane, 1994: 39).

### **2.3. Islandi käokõrva ajaloolised raviomadused**

Islandi käokõrva on ravimtaimena kasutatud mitmete erinevate vaevuste leevendamiseks. Tänapäeval tuntakse käokõrva põhiliselt hingamisteid mõjutava ravimtaimena, kuid ajalooliselt on islandi käokõrv aidanud ka seedimis- ning nahaprobleemide korral. Käokõrva saab mitmel erineval moel tarbida ning tihti sõltubki ettenähtud kasutus selle ravimtaime valmistamisviisist. (Sánchez jt, 2022). Peale konkreetsete raviomaduste kasutati islandi käokõrva ka tervise heas seisukorra hoidmiseks, parendades inimese üldist enesetunnet (Freysdottir jt, 2008).

Kui kasutada islandi käokõrva hingamisteedega seotud kaebuste kõrvaldamiseks, on tavaline valmistada kuivatatud käokõrva purust tee või kangem tõmmis. Seejärel on ette nähtud joogi lonks-haaval tarbimine, näiteks enne kõhahoogu, et leevendada kurgus tuntavat kriipimist ja kähedust. Islandi käokõrva on tarbitud muuhulgas kuiva köha, bronhiidi, tuberkuloosi, kopsupõletiku, suu ning kurgu ärrituse ja muude taoliste hingamisteede vaevuste leevendamiseks. (Gülçin jt, 2002; Sánchez jt, 2022).

Seedehäirete parandamiseks on samuti saadud abi islandi käokõrvast. Käokõrvast valmistatud tooniku tarbimine on aidanud üldise isutuse vastu kui ka ravinud düsenteeriat, mao- ning kaksteistsõrmiksoole haavandeid, kõhukinnisust ning leevendanud neerude ja põiega seotud vaevuseid (Meli jt, 2018; Sánchez jt, 2022). Seedesüsteemi häirete leevendamisel on oluline roll just islandi käokõrvas sisalduvates limaainetes, mis aitavad niisutada seedetrakti ning tekitavad kaitsva limakihi. Ka hingamisteede vaevuste nagu näiteks köha leevendamisel on olulised käokõrva limaained. (Sánchez jt, 2022)

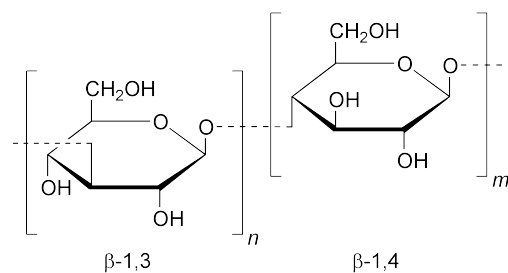
Lisaks on välispidisel kasutamisel täheldatud islandi käokõrva puhul selle ravivat toimet erinevate nahaprobleemide korral. Islandi käokõrva tõmmises immutatud mähist saab kasutada näiteks nahalõhede, löövete ja haavade korral, kandes mähist probleemsel kohal. Seejärel on täheldatud nahaprobleemi leevendust ning kiiremat paranemist. (Sánchez jt, 2022).

### 3. ISLANDI KÄOKÕRV PRAKTILISES KASUTUSES

#### 3.1. Islandi käokõrva keemiline koostis

Tulenevalt islandi käokõrva populaarsusest ravimtaimena on teaduse ning meditsiini arenedes hakatud uurima, mis täpselt põhjustab selle sambliku puhul täheldatud raviomadusi. Alates 19. sajandist on kaardistatud käokõrvade, eriti islandi käokõrva keemilist koostist ning avastatud ühendeid saab klassifitseerida kahte põhilisse gruppi: primaarsed metaboliidid ning sekundaarsed metaboliidid. (Gülçin jt, 2002; Sánchez jt, 2022).

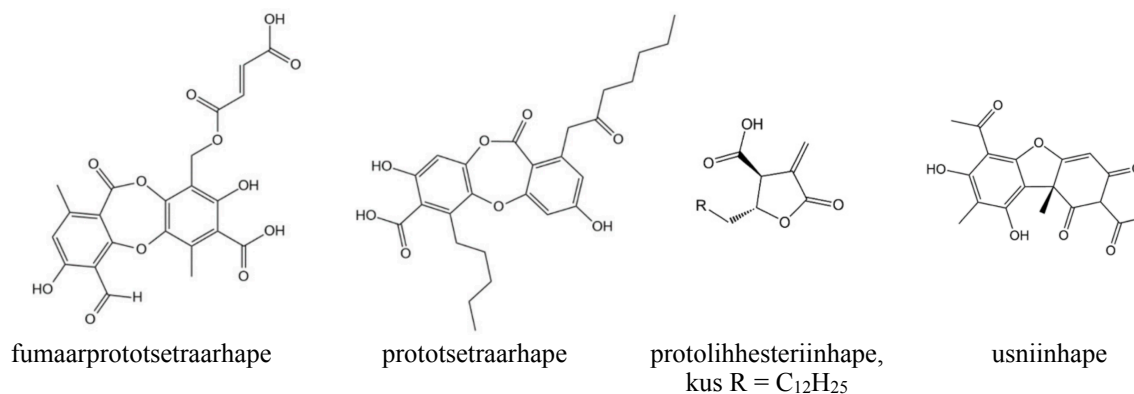
Primaarsed metaboliidid ei ole samblikele spetsiifilised, vaid on esmatahtsad igasuguse organismi eluks vajalike funktsioonide täitmiseks (nt süsivesikud, aminohapped, polüoolid, valgud jne). Islandi käokõrv sisaldab kuni 70% süsivesikuid, millest enamuse moodustab lihheniin (nimetatakse ka samblikutärkliseks, vt **Joonis 3**). Näljaegadel lisati näiteks leivajahule jahvatatud käokõrva just nimelt selle rohke süsivesikute sisalduse poolest. (Sánchez jt, 2022; Trass & Randlane, 1994: 39). Lisaks süsivesikutele leidub islandi samblikus veel süsivesinikke, põhiliselt 1,8-heptadekadeeni, erinevaid rasvhappeid (linool-, oleiin- ning linoleenhapet), fosfolipiide, steroole ja ka karotenoide (*Assessment report on ...*, 2014).



**Joonis 3.** Polüsahhariid lihheniini e samblikutärklise struktuur.

Sekundaarsed metaboliidid on aga ühendid, mis on igale organismile, k.a. samblikele, omased ning eristavad ühte liiki teisest. Islandi käokõrva sekundaarsed metaboliidid on fumaarprototsetraarhape (samblikust 2.6-11.5%), prototsetraarhape (0.2-0.3%), protolihhesteriinhape (0.1-1.5%) ning usniinhape (0.04%) - kokkuvõtvalt samblikuained (vt **Joonis 4**). (Sánchez jt, 2022). Need sekundaarsed metaboliidid on ainulaadsete bioloogiliste

omadustega ühendid, millel on erinevad bioaktiivsed rollid, näiteks antioksidantsus või seene-, mikroobi- või põletikuvastane omadus (Giordani jt, 2017).



**Joonis 4.** Islandi käokõrva sekundaarsete metaboliitide e samblikuainete struktuurid.

Lisaks metaboliitidele on kaardistatud ka islandi käokõrvas leiduvaid erinevaid keemilisi elemente, mis jagunevad kahte peamisesse gruppi: vajalikud elemendid (K, Ca, P, S, Cl, Mn, Fe, Cu, Zn, Ni, Br, I) ja mitte-vajalikud või toksilised elemendid (Al, Ti, Si, Rb, Sr, As, Cd, Sn, Pb) (Meli jt, 2018). Mõned elemendid saab islandi käokõrvas leidumise järgi kvantitatiivselt järjestada ka järgnevalt: N > Si > Ca > K > Fe > S > Mg > Na > P > Cl > Mn > Zn > Cu > B > Co > Mo; ning valitud elementide kontsentratsioonid on toodud **Tabelis 1** (Stadnytska jt, 2020). Keemilisi elemente esineb islandi käokõrvas ka looduslike radionukliidide kujul ehk elementide erinevate isotoopidena, nt <sup>238</sup>U, <sup>234</sup>U, <sup>230</sup>Th, <sup>210</sup>Po, <sup>232</sup>Th ja <sup>228</sup>Th (Meli jt, 2018).

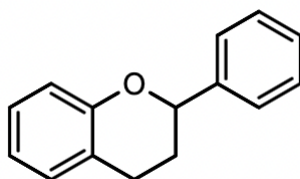
**Tabel 1.** Lõuna-Soomest korjatud islandi käokõrvas sisalduvate valitud elementide kontsentratsioonid (*Assessment report on ...*, 2014).

Element	Kontsentratsioon (mg/kg)
Plii (Pb)	30
Kaadmium (Cd)	0.30
Elavhõbe (Hg)	0.075
Arseen (As)	0.76
Kaltsium (Ca)	48
Magneesium (Mg)	270
Raud (Fe)	530

### 3.2. Käokõrva ekstraktide valmistamine

Bioaktiivsete ühendite kontekstis on islandi käokõrva komponentidest huvialuseks peamiselt sekundaarsed metaboliidid, millel võivad olla unikaalsed farmatseutilised omadused. Ajalooliselt on tehtud ravimtaimedest teed, tõmmiseid ja kompresse, sest lahustunud või vähemalt ainega immutatud preparaadid on efektiivsema toimega kui sama ühend kuival kujul. Analoogselt on ravimtaimedest bioaktiivsete ühendite eraldamiseks ehk ekstrakti valmistamiseks vajalik mingisugune lahustamise või solvateerimise protsess ning olenevalt ekstraheeritava aine omadustest ja kasutatavast lahustist võib saada erineva koostise ja toimeainegaprodukte (Manassov jt, 2023). Põhiliselt on ravimtaimede kontekstis tavaliselt lahustina kasutusel vesi või mõni alkohol (etanool, metanool), harvemal juhul muu orgaaniline ühend (Sánchez jt, 2022).

Peale kasutatud lahusti omaduste on oluline ka lahusti kontsentratsioon ja lahendus. Islandi käokõrvas leidub sekundaarsetest metaboliitidest veel klass polüfenoole nimega flavonoidid (vt **Joonis 5**), millel on täheldatud antioksidantseid omadusi. Flavonoidide eraldamiseks ning vastava islandi käokõrva ekstrakti valmistamiseks on optimaalseim lahusti 70% etanool-vesi lahus, sest nendel tingimustel on saadud ekstraktis kõige suurem fenoolide kontsentratsioon. Lisaks demonstreerib just see fraktsioon märkimisväärselt kõrgemaid antioksidantseid omadusi kui teistel vesi-etanool lahjendustel saadud ekstraktid. (Stadnytska jt, 2020).



**Joonis 5.** Flavonoidi põhistruktuur.

### 3.3. Islandi käokõrva ühendite ning metaboliitide bioaktiivsused

Islandi käokõrva kui ravimtaime puhul täheldatud raviomadused on sõltuvad samblikus sisalduvatest ühenditest ning metaboliitidest, mis omavad bioaktiivsust ning avaldavad

seetõttu inimorganismile farmakoloogilist mõju. Eksperimentaalselt on nii *in vitro* kui ka *in vivo* katsetega testitud erinevate islandi käokõrvast saadavate primaarsete ja sekundaarsete metaboliitide reaalsel mõju vähirakkudele, tavalistele kudedele, viirustele jne. (Sánchez jt, 2022). Järgnevas kolmes alapeatükis 3.3.1., 3.3.2. ja 3.3.3. on toodud ülevaade islandi käokõrva antiviraalsetest, antibakteriaalsetest, antioksidantsetest ja vähivastastest omadustest, mis on ühtlasi seotud ka islandi käokõrva ajalooliselt tuntud raviomadustega. Lisaks inimorganismi kontekstis positiivsetele omadustele on kirjeldatud peatükis 3.3.4. ka islandi käokõrva võimalikke negatiivseid kõrvalmõjusid inimorganismile.

### **3.3.1. Antibakteriaalsed, antiviraalsed ning parasiidivastased omadused**

Islandi käokõrva üheks üldisemaks ravimvõimeks on võidelda erinevate viiruste, seente ning bakterite vastu. Antibakteriaalsete omaduste poolest on käokõrval täheldatud antimikroobsust hulga Gram-positiivsete ja -negatiivsete bakterite suhtes. Laboris teostatud eksperimentaalsete katsete puhul on tegemist põhiliselt islandi käokõrvast ekstraheeritud lahuste omaduste uurimisega, mistõttu on antibakteriaalsete ning ka teiste raviomaduste kirjeldamisel oluliseks teguriks see, millise lahusti või lahustiseguga on ekstraheerimine tehtud. (Sánchez jt, 2022).

Nagu peatükis 3.2. kirjeldatud, kasutatakse lahustitena põhiliselt vett või siis alkoholid nagu etanool ja metanool vesisegusid. Harvematel juhtudel kasutatakse ekstraheerimiseks ka teisi orgaanilisi lahusteid või ühendeid. (Sánchez jt, 2022). *Helicobacter pylori*, levinud gastroenteriiti põhjustava bakteri suhtes uuriti islandi käokõrvast metanooli, atsetooni, vee ning ka petrolaatumiga (toorõli deparafineerimise saadus) eraldatud fraktsioone. Vee ning metanooli ekstraktid ei demonstreerinud *H. pylori* suhtes inhibeerivat toimet, kuid atsetooni ning eriti petrolaatumiga fraktsioonid näitasid tugevat inhibeerivat toimet. Islandi käokõrva petrolaatumiga ekstrakti puhul tuvastati, et tugeva antibakteriaalse toime põhjustajaks oli selles fraktsioonis rohkelt sisalduv protolihhesteriinhape. (Ingolfssdottir jt, 1997).

Metanooliga eraldatud islandi käokõrva fraktsiooni toimet uuriti veel *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli* ja *Proteus mirabilis* bakterite vastu (vt **Tabel 2**). Efektiivseimaks osutus islandi käokõrva metanooli ekstrakt *B. cereus* vastu, selle bakteri puhul oli ekstrakti bakterite minimaalseks inhibeerivaks kontsentratsiooniks (ingl

*minimum inhibitory concentration*, MIC) 0.31 mg/ml. Ülejäänud bakterite MIC väärtused jäid vahemikku 1.25-2.50 mg/ml. (Grujičić jt, 2014).

**Tabel 2.** Islandi käokõrva metanooli ekstrakti ning protolihhesteriinhappe efektiivsused valitud bakterite suhtes (Grujičić jt, 2014; Sánchez jt, 2022; Türk jt, 2003; kohandatud).

Bakter	Islandi käokõrva metanooli ekstrakti efektiivsus, MIC (mg/ml)	Protolihhesteriinhappe efektiivsus, MIC (µg/ml)
<i>Staphylococcus aureus</i>	1.25	-
<i>Bacillus subtilis</i>	0.63	7340
<i>Bacillus cereus</i>	0.31	-
<i>Escherichia coli</i>	2.50	7340
<i>Proteus mirabilis</i>	1.25	-
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	-	7340
<i>Listeria monocytogenes</i>	-	3670
<i>Helicobacter pylori</i>	-	20-60 <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Efektiivsuse MIC oleneb konkreetsest *H. pylori* tüvest.

Tuvastades protolihhesteriinhappe efektiivsust antibakteriaalse ühendina, on viidud läbi täiendavaid katseid konkreetset selle samblikuaine mikroobidevastasuse suhtes. **Tabelis 2** on lisaks toodud võrdlusena protolihhesteriinhappe efektiivsus *B. subtilis*, *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Listeria monocytogenes* ning *H. pylori* bakterite suhtes. Protolihhesteriin avaldas suurimat inhibeerivat toimet *H. pylori* suhtes (MIC 20-60 µg/ml). (Türk jt, 2003).

Lisaks antimikroobsele toimele on islandi käokõrva ekstraktidel täheldatud ka viirustevastast toimet. Nii vees kui ka etanoolis ekstraheeritud fraktsioonide tõhusust uuriti viirusega nakatatud loomse neerukoe peal ning tulemused näitasid vähest toksilisust rakukoe suhtes, kuid see-eest tõhusat viirusevastast toimet. Etanooli fraktsioon demonstreeris eriti tõhusat antiviraalsust inimese A-gripi (alamtüüp H3N2) ning lindude A-gripi (alamtüüp H5N1) viiruste vastu. (Makarevich jt, 2022).

Islandi käokõrvast eraldatud samblikuainete mõju on uuritud ka inimorganismis leiduvate parasiitide suhtes. *Trypanosoma brucei* on parasiit, mis põhjustab Aafrika trüpanosomiaasi ehk haigust nimega unetõbi. Islandi käokõrva nelja samblikuaine efektiivsust uuriti *T. brucei* parasiidi vastu ning lihhesteriinhappe ja eriti protolihhesteriinhappe puhul tuvastati nende ühendite märkimisväärne aktiivsus testorganismiks olnud parasiidi suhtes. MIC väärtused olid vastavalt lihhesteriinhappe puhul 12.5 µM ja protolihhesteriinhappe puhul 6.30 µM - viimase puhul piisas pea kaks korda väiksemast kontsentratsioonist, et avaldada parasiiti inhibeerivat mõju. (Igoli jt, 2014; Sánchez jt, 2022).

### **3.3.2. Oksüdatiivne stress ja antioksidantsed omadused**

Oksüdatiivset stressi iseloomustab tasakaalutus reaktiivsete osakeste ehk vabade radikaalide ja kaitsva antioksidantse aktiivsuse vahel. Pikaajalises oksüdatiivses stressis organismil võib välja kujuneda erinevaid kroonilisi ning degeneratiivseid haigusseisundeid, näiteks diabeet, Alzheimeri tõbi ja südameveresoonekonna haigused. Oksüdatiivse stressi vähendamiseks on abi väliste antioksidantide tarbimisest, mis vähendavad organismis reaktiivsete osakeste osakaalu või moduleerivad endogeenset ehk kehasisest antioksidantsüsteemi. Üheks paljulubavaks ühendite klassiks on fenoolid, mis on näidanud jõulist antioksidantsust ning mille efektiivsus on seotud struktuuris olevate hüdroksüülrühmade arvuga. (Sánchez jt, 2022).

Samblikud, ka islandi käokõrv, toodavad sekundaarsete metaboliitidena samblikuaineid, mis kuuluvad ühtlasi fenoolide hulka ning milles leidub mitmeid hüdroksüülrühmasid. Islandi käokõrvast erinevate lahustitega ekstraheeritud fraktsioonid on olnud antioksidantsete omaduste poolest uurimisobjektideks. (Sánchez jt, 2022). Metanooli, vee ning atsetooniga eraldatud fraktsioonidest oli metanooli fraktsioon kõige efektiivsemate antioksidantsete omadustega (Kosanić & Ranković, 2011). Näiteks demonstreeris islandi käokõrva metanooli fraktsioon suurt redutseerimise potentsiaali ning efektiivset vabade radikaalide kinnipüüdmist. Ühendi antioksidantset võimet hinnatakse erinevatel meetoditel, millest üheks on 2,2-difenüül-1-pikrüülhüdrasüüli (DPPH) radikaali elimineerimine; islandi käokõrva metanooli fraktsiooni DPPH elimineerimise kontsentratsioon, mille juures vähenes bioloogilise protsessi (siinkohal vaba radikaali tegevus) 50% võrra ehk IC<sub>50</sub> oli 680 µg/ml. (Grujičić jt, 2014).

Vees lahustunud islandi käokõrva fraktsiooni antioksidantne toime ei ole niivõrd intensiivne kui metanooli puhul, kuid siiski on sellel fraktsioonil olemas võime elimineerida vabu radikaale. Erinevate kontsentratsioonidega islandi käokõrva vees lahustunud fraktsioonid (50, 100 ja 250 µg ekstrakti) inhibeerisid linoolhappe peroksüdeerumist 96 kuni 100%. Vabad radikaalid põhjustavad erinevate ühendite, muuhulgas rasvhapete (nt linoolhappe) peroksüdeerumist, mis lagundab neid ühendeid ning omakorda võimendab organismis oksüdatiivset stressi. Peroksüdeerimise inhibeerimine islandi käokõrva vee fraktsiooni abil on seega efektiivne antioksidantne meetod. (Gülçin jt, 2002; Kosanić & Ranković, 2011). Lisaks demonstreeris islandi sambliku 100 µg kontsentratsiooniga vee fraktsioon rohkemat superoksiidi radikaali (O<sub>2</sub><sup>-</sup>) elimineerimise võimet kui referentsühendid butüleeritud hüdroksüanisool (BHA), butüleeritud hüdroksütolueen (BHT) ning kvartsetiin, mis on laialdaselt tuntud ning väga efektiivsed antioksidantsed ühendid (Gülçin jt, 2002).

Etanooli vesilahuse fraktsioon islandi käokõrvast on samuti antioksidantsete omadustega, mis varieeruvad olenevalt lahustite suhtest. DPPH radikaali elimineerimise IC<sub>50</sub> oli 70% etanooli fraktsiooni puhul 2.40 mg/ml ning 40% etanooli fraktsiooni puhul 2.45 mg/ml. Võrreldes metanooli fraktsiooniga on etanooli fraktsiooni antioksidantne võime madalam, kuid siiski olemas. (Stadnytska jt, 2020). Peale DHHP radikaali elimineerimise ning rasvhapete peroksüdeerumise inhibeerimise saab antioksidantse ühendi toimevõimet hinnata ka raud(III)ioonide redutseerimise antioksidantse võimekuse (ingl *ferric reducing antioxidant power*, FRAP) järgi. Islandi käokõrva etanooli fraktsioonidest osutus FRAP meetodil kõige antioksidantselt võimekamaks 96% etanooli fraktsioon, mille IC<sub>50</sub> oli 486 µmol/l. (Sánchez jt, 2022; Stadnytska jt, 2020).

Spetsiifilisemalt on viidud läbi uuringuid ka eraldatud samblikuainetega, et kaardistada islandi käokõrva antioksidantseid omadusi veelgi täpsemalt. Neljast samblikuainest on antioksidantsuse poolest silma jäänud fumaarprototsetraarhape. *In vivo* tehtud katsetes manustati hiirtele suukaudselt fumaarprototsetraarhapet kontsentratsioonis 50 mg/kg, mille tulemusel vähenes lipiidide peroksüdeerumine 81% võrreldes negatiivse kontrollgrupiga. (Xu jt, 2016).

Oksüdatiivse stressi vähendamine on oluline ka organismi jätkusuutlikkuse poolest, sest oksüdatiivset stressi maandades on võimalik vältida erinevate degeneratiivsete ning

krooniliste haiguste teket või võimendumist. Islandi käokõrva vee ekstraheeritud fraktsioonil on täheldatud oksüdatiivse stressi suhtes organismi kaitsvat mõju. Nimelt suurendas see fraktsioon antioksidantsete ensüümide nagu SOD, katalaas ja GPx aktiivsust ning omakorda vähendas lipiidi peroksüdeerumise biomarkeri MDA taset I tüüpi diabeediga inimese erütrotsüütides. Lisaks vähendas islandi käokõrva vee fraktsioon üldist oksüdatiivset stressi ning suurendas üldist antioksidantset võimet streptosotsiiniga esilekutsutud I tüüpi diabeediga hiirtel. (Sánchez jt, 2022).

### **3.3.3. Vähivastased ning tsütotoksilised omadused**

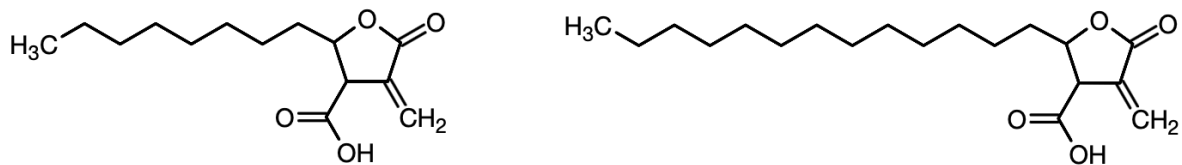
Samblikud kui alamad organismid on viimastel aastatel kogunud populaarsust looduslike alternatiividena ka keerulistematele ravimitele, nt vähiravimitele, tulenevalt samblikes leiduvate bioaktiivsete ühendite koostisest. Islandi käokõrva puhul on tuvastatud lisaks antimikroobsetele, -viraalsetele ning -oksidantsetele omadustele samuti võime inhibeerida mitmete kasvajate arengut, toetades samal ajal organismi immuunregulatsiooni. (Huang jt, 2023).

Kasvajarakkude metabolismi protsessi üheks oluliseks osaks on ensüümid, eriti rasvhappe süntaasid (ingl *fatty acid synthase*, FASN). FASN-id on oluline osa *de novo* lipogeneesis, esterdades süsivesikud, nt glükoosi, erinevateks triglütseriidideks. Mitmete kasvajate puhul on täheldatud, et FASN on suurenenud ekspressiooniga ehk nende ensüümide kontsentratsioon on kasvajarakus keskmisest suurem, võimaldades kasvajal kiiresti areneda. Samuti on FASN-i suurenenud ekspressioon märk agressiivsest ning halva raviprognosisega vähist, sest suurenenud *de novo* lipogeneesi toimel on kasvajakoe rakumembraan kiiresti taastuv, peroksüdeerumisele vastupidavam ning seega raskemini kahjustatav. FASN-i suurenenud ekspressiooni on täheldatud kopsu-, käärsoole-, aju-, eesnäärme- ning rinnavähi rakkude metabolismis. (Nuzzo jt, 2025).

Islandi käokõrva ekstraktide ning samblikuainete kasvjavastaseid omadusi on uuritud mitmetel erinevatel vähirakuliinidel. Metanooli ekstrakt oli efektiivse toimega inimese rinnavähi (MCF-7, IC<sub>50</sub> 19.51 µg/ml), maksavähi (HepG2, IC<sub>50</sub> 181.05 µg/ml), melanoomi (FemX, IC<sub>50</sub> 22.68 µg/ml) ja käärsoolevähi (LS174, IC<sub>50</sub> 33.74 µg/ml) vastu. Islandi käokõrva

etanooli ekstrakt demonstreeris samuti efektiivset toimet rinnavähi MCF-7 liini vastu,  $IC_{50}$  väärtusega 92.05  $\mu\text{g/ml}$ . (Sánchez jt, 2022). Kasvajavastaste mehhanismide täpsemal uurimisel on tuvastatud, et põhilist vähivastast toimet avaldab islandi käokõrva koostisest just protolihhesteriinhape (Ingólfssdóttir, 2000).

Struktuuri poolest sarnaneb protolihhesteriinhape ühe FASN inhibiitori, C75 struktuurile, illustreeritud **Joonisel 6**. Kui FASN-id on ensüümid, mis suurenenult ekspresseerituna propageerivad *de novo* lipogeneesi ja seeläbi iseloomustavad agressiivsemat ning ravile vähem alluvat kasvajat, siis on FASN inhibiitorid ühendid, mis vähendavad nende ensüümide ekspressiooni, mõjutades seega kasvajarakkude arenemise kiirust. (Bessadóttir jt, 2014, Nuzzo jt, 2025). Islandi käokõrvast isoleeritud samblikuaine protolihhesteriinhappega läbi viidud katsed on tõestanud, et see konkreetne samblikuaine on FASN-i inhibeeriva ehk ühtlasi vähiarengut pärssiva toimega (Bessadóttir jt, 2014).



**Joonis 6.** FASN inhibiitor C75 (vasak) ja protolihhesteriinhape (parem).

Rinnavähi rakuliinidega T-47D ja ZR-75-1 ning erütroleukeemia K-562 rakuliiniga teostatud katsetes põhjustas islandi käokõrvast isoleeritud protolihhesteriinhape kontsentratsiooniga 20  $\mu\text{g/ml}$  vähirakkudele morfoloogilisi muutuseid ning vähendas kasvajarakkude elujõulisust. Lisaks inhibeeris sama samblikuaine vähirakkude DNA sünteesi, T-47D liinil kontsentratsiooniga 3.8  $\mu\text{g/ml}$ , ZR-75-1 liini puhul oli efektiivseks kontsentratsiooniks 1.1  $\mu\text{g/ml}$  ja K-562 puhul 11.2  $\mu\text{g/ml}$ . (Karagöz & Karagöz, 2023; Sánchez jt, 2022). Oluline on täheldada, et kuigi protolihhesteriinhape demonstreeris katsetes vähivastaseid omadusi, ei avaldanud samblikuaine samal ajal tervetele rakkudele, näiteks lümfotsüütidele või naha fibroblastidele kahjustavat mõju (Ingólfssdóttir, 2000).

### 3.3.4. Võimalikud negatiivsed kõrvalmõjud

Igasuguse ravimühendi kasutamisel on oluline lisaks ravimtoimetele uurida ka potentsiaalseid kõrvalmõjusid, mida võivad tekitada tooraines sisalduvad elemendid ja ühendid. Nagu mainitud peatükis 2.1., puuduvad islandi käokõrval konkreetsed juured ning seega hangib samblik toitaineid peamiselt läbi õhu ning minimaalselt pinnasest. Seetõttu akumuleerub samblikes, ka islandi käokõrvas, atmosfääris sisalduvaid saasteaineid nagu erinevad orgaanilised ühendid, radionukliidid ning raskemetallid palju efektiivsemalt kui muus taimestik. Samblike tarbimisel võib seega olla terviseriskiks organismi suurenenud kokkupuude erinevate saasteainetega. (Meli jt, 2018).

Euroopa toiduohutusamet EFSA avaldas 2009. aastal kokkuvõtte taimedest, mida kasutatakse toiduks või toidulisandites, milles looduslikult sisalduvad ühendid võivad kujutada inimorganismile terviseriski ning ka islandi käokõrv oli nimekirjas olemas, kuid 2025. aasta uuendatud kokkuvõttes oli käokõrv eemaldatud (European Food Safety Authority, 2012; European Food Safety Authority, 2025). 2009. aasta kokkuvõttes oli probleemse kohana toodud esile islandi käokõrva omadus koguda ning kontsentreerida keskkonnast raskemetalle, lisaks käokõrva enda loomupärane usniinhappe sisaldus (European Food Safety Authority, 2012). Kuigi usniinhape kui sekundaarne metaboliit demonstreerib mingil määral antibakteriaalseid omadusi, siis on selle kasutamine ravimühendina riskantsem kui teiste samblikuainete puhul, sest usniinhape on hepatotoksiline ehk maksa kahjustavate omadustega, lisaks on see saasteaine dibensofuraani derivaat. (European Food Safety Authority, 2012; Xu jt, 2016).

Üheks saasteaineks taimestikis on erinevad looduslikud radionukliidid, mida esineb ka islandi käokõrvas ning sellest valmistatud ekstraktides erineval määral. Näiteks on  $^{232}\text{Th}$  sisaldus lehtkõogiviljas keskmiselt 0.15 Bq/kg (Bekrell, ingl *Becquerel* (Bq) - radioaktiivsuse mõõtühik, esindab ühe aatomituuma lagunemist sekundis) ning islandi käokõrvas leidub seda 0.15-0.48 Bq/kg kohta (*Becquerel (Bq)*, 2021; Meli jt, 2018).  $^{210}\text{Po}$  sisaldus lehtkõogiviljas on keskmiselt 0.04–74.0 Bq/kg, aga islandi käokõrvas 132-489 Bq/kg, mis ületab ühtlasi  $^{210}\text{Po}$  soovituslikku päevast kogust märkimisväärselt. Seega islandi käokõrva kasutamisel ravimtaimena on oht tarbida keskmisest rohkem radionukliide, mis võivad inimorganismi

normaalset talitlust mõjutada ja häirida. (Meli jt, 2018).  $^{210}\text{Po}$  näitel akumulereub see radionukliid inimkehas, eriti munasarjades ning loote ja platsenta kudedes. Madala tasemega kokkupuude (nt igapäevane islandi käokõrva tee tarbimine) võib avaldada pikaajalist bioloogilist mõju reproduktiivkudedele just rakke kahjustavate ning hävitavate alfaosakeste mõjul. (Seiler & Wiemels, 2012).

Ravimtaimede tarbimisel kujutavad lisaks radionukliididele ka raskemetallid võimalikku ohtu inimtervisele. Raskemetallid võivad bioakumuleeruda islandi käokõrvas samal põhjusel nagu radionukliidid - samblikul puuduvad põhjalikud juured ning toitainete hankimine toimub atmosfääri kaudu. Raskemetallidele on seatud kasutamiseviisi põhiselt konkreetsed piirnormid:  $\leq 10$  mg/kg ravimtaimedes, kuid  $\leq 3$  mg/kg toidulisandites (Meli jt, 2018). Raskemetallide sisaldus islandi käokõrvas jääb aga muidu tavaliselt alla piirnormati ning võrreldes toorainega on samblikust valmistatud tõmmistes, ekstraktides jne raskemetallide kontsentratsioon ka madalam (Giordani jt, 2017). Siiski on leitud analüüsitud proovides raskemetallidest peaaegu alati pliidi, mille kontsentratsioon on jäänud 3-10 mg/kg vahemikku, kuid kuna islandi käokõrva liigitatakse nii ravimtaimede (käsimüügiravimina) kui ka toidulisandite hulka, on kohati keeruline hinnata, kas konkreetne raskemetalli leid ületab piirnormati või mitte (Meli jt, 2018).

Peale selle, et ravimtaim võib sisaldada keskkonnast akumulereunud ühendeid, võib ka ravimtaim ise omada kompleksset mõju inimorganismile. Islandi käokõrva tarbimise puhul aga ei ole täheldatud üldist toksilisust inimorganismile või et see omaks teistsugust mõju kui tarbida seda koos mõne teise ravimiga. (Freysdóttir jt, 2008; Ingólfssdóttir, 2000). Ainukese võimaliku probleemikohana on teiste ravimite ja toidulisandite adsorptisoon, sest näiteks islandi sambliku tõmmise tarbimine aitab tekitada soolestikus kaitsva limakihi, mistõttu võib olla häiritud kindlate ühendite imendumine, tarbides islandi käokõrva nt koos ravimitega. (*Assessment report on ...*, 2014).

Ravimtaimede kõrvalmõjude hindamisel on oluline arvestada ka seda, mis põhjusel ning kui tihti tarbitakse seda. Näiteks kui kasutada islandi käokõrva igapäevase toidulaua osana (nt tee üks kord päevas), on kokkupuude kindlasti suurem kui kasutada seda haiguse ravimise eesmärgil paar korda aastas. Lisaks on uuringutes esitatud tulemused tihti konkreetses piirkonnas kasvava islandi käokõrva põhjal läbi viidud või mingis regioonis turul olevate

toodete analüüsil saadud, mis ei pruugi esindada kõiki islandi käokõrva tooteid ning eri maailmapaikades kasvava samblike individuaalseid keemilisi koostisi. (Meli jt, 2018). Veel mõjutab islandi käokõrva valmistoodete puhul sambliku töötlemise ning ekstraktide eraldamise meetod seda, mis ühendid ning millises kontsentratsioonis jõuavad need lõplikku tootesse (Giordani jt, 2017).

### **3.4. Tänapäevased tooted ning islandi käokõrva potentsiaalsed tuleviku kasutusala**

Tänapäeval turustatakse islandi käokõrva põhiliselt tervisetootte või toidulisandina. Erinevates apteekides võib leida näiteks kõhahiirupeid, losenge, puruteed, mis sisaldavad islandi käokõrva ning mis on mõeldud leevendama peamiselt hingamisteede vaevuseid, näiteks kurguärritust või kuiva kõha. (Apotheka, i.k.; Manassov jt, 2023). Põhiliselt piirdub islandi käokõrva kasutus hetkel käsimüügiravimina rahvameditsiinis tuntud omaduste pärast ning selle sambliku kasutamist näiteks kliinilises meditsiinis ei esine hetkel ulatuslikul määral. Siiski leidub kirjanduses täheldusi islandi käokõrva potentsiaalsete kasutusala kohta, milles võib lähitulevikus olla läbimurdeid. Üheks selliseks rakenduseks on islandi käokõrvas leiduvate samblikuainete kasutamine ravimiarenduses juhtühenditena, teisalt pakub islandi käokõrv teadlastele huvi uuendatavate toorainena. (Lu jt, 2025; Zhao jt, 2020).

Ravimiavastuses pannakse suurt rõhku uudsete toimeainete sünteesimisele ning tuvastamisele, sest veel avastamata ühendid võivad olla olulised ravimaks ja leevendamaks haiguseid või seisundeid, millel on seni puudunud efektiivne ravi. Uue ravimühendi tuvastamise eelduseks on bioloogilise sihtmärkmolekuli, tavaliselt ensüümi või retseptori, olemasolu, mida ravimühend mõjutama hakkab. Potentsiaalse ravimühendi ehk juhtühendi algsisendiks on ohtrate molekulide andmekogumid, mis põhinevad looduslikel või sünteetilistel molekulidel ning mida sõeludes on võimalik tuvastada ühilduvus vajaliku bioloogilise sihtmärkmolekuliga. (Zhou & Zhong, 2017). Islandi käokõrva koostisest on juhtühendite potentsiaaliga just samblikuained (Karagöz & Karagöz, 2023).

Tulenevalt islandi käokõrvale omastest samblikuainetest on islandi käokõrva ekstraktidel kaardistatud mitmekülgseid bioaktiivseid omadusi: antibakteriaalsus, antiviraalsus, parasiidivastatus, antioksidantsus ning vähivastatus (Sánchez jt, 2022). Näiteks käokõrva

vähivastased omadused tulenevad põhiliselt protolihhesteriinhappe võimest mõjutada ensüümide inhibeerimist ning seeläbi toimida antiproliferatiivselt ehk kasvaja koerakkude vohamist takistavana (Karagöz & Karagöz, 2023). Lihhesteriinhape on seevastu olnud paljulubav oma antimikroobsete omaduste poolest, eriti koosmõjul teiste antibiootikumidega, tugevdades aditiivsel või sünergistlikul moel tundlikkust traditsiooniliste antibiootikumide suhtes. Viimane on eriti märkimist väärt just metitsilliiniresistentse stafülokoki (MRSA) kontekstis, sest MRSA ei allu klassikaliste antibiootikumide ravikuurile. Kombineerides traditsioonilised antibiootikumid ja lihhesteriinhappe oli võimalik avaldada mitmekülgsel antimikroobset toimet, inhibeerides mikroobide valkude sünteesi ning rakuseina moodustumist, samal ajal avaldamata toksilist või surmavat mõju ravitavale organismile. (Lu jt, 2025).

Nähes islandi käokõrva ekstraktide laialdast bioaktiivset mõju on olemas potentsiaal, et islandi käokõrva looduslikus koostises leidub paljulubavaid juhtühendeid, mis on kasulikud ravimiarenduses. Lisaks võivad juba kaardistatud samblikuained olla efektiivsed ravimaks veel tuvastamata haigust või võivad samblikuained olla hoopis mõne muu, avastamata juhtühendi eellaseks.

Peale islandi käokõrvas leiduvatele põhjalikult kaardistatud samblikuainetele on ka ülejäänud islandi käokõrv oma koostise poolest huvipakkuv tooraine tulevikuks, seda näiteks toidutööstuses. Sisaldades suurel määral süsivesikuid, kiudaineid ning erinevaid mineraale ja vähesel määral rasva, on hakatud islandi käokõrva koostist ning toiteväärtust uurima ka uuendtoiduna (Zhao jt, 2020). Euroopa Liidu kontekstis on uuendtoit selline toit, mida ei ole enne 15. maid 1997. aastal konkreetsetes riigis suurel määral tarbitud. Kuigi islandi käokõrva on tuntud ja tarbitud aastasadu, ei ole selle kasutamine olnud suurel määral ega toidu vormis, vaid regulatsioonide kohaselt liigitatakse islandi käokõrv toidulisandi kategooriasse - see on mõeldud tavatoidu täiendamiseks ning on teatud ainete kontsentreeritud allikaks. (Põllumajandus- ja Toiduamet, 2025).

Uuendtoidu kandidaadina on käokõrv huvipakkuv just oma omaduste ning koostise poolest. Minevikus on mitmes regioonis kasutatud kuivatatud ning jahvatatud islandi käokõrva suppides, putrudes, leibades ja muudes küpsetistes, et suurendada keerulistel näljaegadel söökide toiteväärtust ning mitmekülgsust. Näiteks sisaldab islandi käokõrv peale põhiliseks

energiaallikaks olevate süsivesikute ja kiudaineid, mis aitavad toetada seedimisprotsessi ning ka mitmeid kasulikke mineraalaineid. Võrdluseks on leitud islandi käokõrvas kaltsiumi ja kaaliumi võrdlemisi palju ja naatriumi võrdlemisi vähe, kusjuures kaaliumi ja naatriumi suhe on kooskõlas soovituslike mineraalainete proportsioonidega, toetamaks organismisisest mineraalide tasakaalu ning normaalset vererõhku. (Sánchez jt, 2022; Zhao jt, 2020). Tulenevalt ka islandi käokõrva antimikroobsetest ning antioksüdantsetest omadustest võib selle sambliku lisamine toidu sisse potentsiaalselt aeglustada rikkumisprotsesse ning seeläbi looduslikult pikendada toidu säilivusaega (Zhao jt, 2020).

Islandi käokõrva laialdasem kasutus toiduainetööstuses võimaldaks muuta toite mikro- ja makrotoitainete poolest mitmekülgsemaks, kasutades selleks looduslikku toorainet. Lisaks, nagu ka eelnevalt mainitud, on käokõrval mitmeid tervist parandavaid ning tugevdavaid omadusi, mis kanduksid toitu edasi. (Zhao jt, 2020). Hetkeseisuga ei ole islandi käokõrv Eestis ega laiemalt Euroopa Liidus uuendtoidu nimekirjas, mistõttu pole võimalik antud hetkel lisada käokõrva tavatoitudesse, küll aga jätkub tarbimisvõimalus toidulisandi kujul. Islandi käokõrva kasutamiseks uuendtoiduna on vaja huvitatud osapoolel esitada Euroopa Komisjonile vastav taotlus ning toimik, milles oleks teaduslikult tõestatud uuendtoidu kasutamine ning ohutus. (Põllumajandus- ja Toiduamet, 2025).

#### 4. ARUTELU

Trass & Randlane (1994) on kirjeldanud islandi käokõrva kui samblikku, mida leidub peaaegu igas maailma nurgas, kaasaarvatud Eestis. Erinevates kultuurides on seda läbi aegade kasutatud efektiivse ravimtaimena hingamisteede vaevuste ning seedemurede korral, abi on saadud samblikust ka nahaprobleemide puhul. Sánchez jt (2022) seletavad, et olenevalt kasutusviisist saab korjatud, puhastatud ning kuivatatud islandi käokõrva tallusest valmistada joodavat teed, tõmmist, toonikut või mähist.

Keemilise koostise poolest saab islandi käokõrvas sisalduvaid ühendeid liigitada põhiliselt kahte klassi: primaarsed ja sekundaarsed metaboliidid. Trass & Randlane (1994) on toonud välja, et primaarsed metaboliidid ei ole samblikele spetsiifilised, vaid üldiselt esmatähtsad ühendid täitmaks organismi eluks vajalikke funktsioone. Primaarsete metaboliitide hulka kuuluvad muuhulgas aminohapped, valgud ja süsivesikud ning just rohkete süsivesikute sisalduse pärast (kuni 70%) on käokõrva kasutatud nt nälja ajal leivajahu lisandina. Sánchez jt (2022) toovad välja, et sekundaarsed metaboliidid on igale organismile omased ning võimaldavad eristada ühte liiki teisest. Islandi käokõrva puhul on põhilisteks sekundaarseteks metaboliitideks fumaarprototsetraarhape, prototsetraarhape, protolihhesteriinhape ning usniinhape, mida saab ühiselt nimetada samblikuaineteks ning mis omavad bioaktiivset toimet. Lisaks eeltoodud metaboliitidele sisaldub islandi käokõrvas veel hulk keemilisi elemente, ka radionukliide ja mineraale, seletavad nii Stadnytska jt (2020) ja Meli jt (2018).

Ajalooliselt tarbiti islandi käokõrva, nagu ka teisi ravimtaimi, erineval kujul, näiteks teena või tõmmisena. Manassov jt (2023) on toonud välja, et olenevalt sambliku lahustamise protsessist saab valmistada erineva koostise ning toimeainega lahuseid, nii tänapäevasemas labori kontekstis ekstraheerimise teel, aga ka käokõrva tee valmistamist saab vaadelda kui solvateerimise ja ekstraheerimise protsessi. Sánchez jt (2022) toetavad seda, kirjeldades põhilisi ekstraheerimiseks kasutatavaid lahuseid: vesi, metanool, etanool ning harvemal juhul teised orgaanilised ühendid.

Islandi käokõrva ekstraheeritud fraktsioonidest ning samblikuainetest on tehtud põhjalikke uuringuid ja analüüse, seletamaks islandi käokõrva bioaktiivseid omadusi. Grujičić jt (2014), Sánchez jt (2022) ning Türk jt (2003) on kirjeldanud islandi käokõrva metanooli fraktsiooni

ning protolihhesteriinhape efektiivsust mitme erineva hingamisteede ning seedesüsteemi vaevust põhjustava bakteri suhtes. Käokõrva metanooli ekstrakt demonstreeris märkimisväärset antibakteriaalset toimet *Bacillus cereus* vastu ning protolihhesteriinhape *Helicobacter pylori* suhtes. Viiruste vastast toimet kirjeldasid Makarevich jt (2022), kelle uuringus selgus, et etanooli fraktsioon avaldas eriti tõhusat viirusevastast mõju inimese A-grippi ning lindude A-grippi põhjustavate viirustüvede (vastavalt H3N2 ja H5N1) vastu. Igoli jt (2014) on kirjeldanud islandi käokõrva samblikuainete efektiivsust *Trypanosoma brucei* suhtes, mis põhjustab haigust unetõbi. Samblikuainetest avaldas tugevat mõju parasiidi vastu lihhesteriinhape ning eriti protolihhesteriinhape, inhibeerides parasiidi toimet. Kuigi islandi käokõrva antibakteriaalsed, antiviraalsed ning parasiidivastased omadused on kaardistatud, pole siiani suudetud määrata konkreetseid käokõrva bioaktiivsete ühendite mehhanisme eeltoodud efektiivsuste suhtes. Siiski on põhjust uskuda, et uuritud bioaktiivsed omadused on olnud ka ajalooliselt käokõrva kasutamise efektiivsuse põhjendusteks.

Sánchez jt (2022) toovad oma põhjalikus uuringus esile ka islandi käokõrva potentsiaali antioksidantsete ühendite allikana. Islandi käokõrva on peale konkreetsete vaevuste leevendamise kasutatud ka üldise tervise hoidjana ning enesetunde parandajana, kirjeldavad Freysdottir jt (2008). Gülçin jt (2002) on avaldanud, et võrreldes islandi käokõrva erinevaid fraktsioone avaldas metanooliga ekstraheeritud osa kõige intensiivsemat antioksidantset toimet, elimineerides väga efektiivselt vabu radikaale. Ka etanooli ning vee fraktsioonid islandi käokõrvast on arvestataval määral antioksidantsete omadustega, inhibeerides nii rasvhapete peroksüdeerumist kui redutseerides raud(III)ioone, kirjeldavad Gülçin jt (2002) ning Stadnytska jt (2020). Samblikuainetest on silma jäänud Xu jt (2016) uuringus fumaarprototsetraarhape, mis inhibeeris hiirtes lipiidide peroksüdeerumist 81%. Lisaks sellele kirjeldavad Sánchez jt (2022), et islandi käokõrva vee fraktsioon on suuteline maandama üldist oksüdatiivset stressi ning suurendama organismi enda antioksidantsete ensüümide aktiivsust, vähendades võimalike krooniliste ning degeneratiivsete haiguste võimendumist.

Huang jt (2023) on toonud välja, et lisaks eelmainitud omadustele on islandi käokõrva ekstraktidel võime mõjuda ka mitmete vähkkasvajate normaalsele talitlusele. Metanooli ekstrakt mõjus inimese rinnavähi, maksavähi, melanoomi ning käärsoolevähi vastu, kusjuures ka etanooli ekstrakt demonstreeris rinnavähi vastaseid omadusi, kirjeldavad oma uuringus

Sánchez jt (2022). Ingólfssdóttir (2000) on toonud esile islandi käokõrvast eraldatud protolihhesteriinhape, mis on ka Bessadóttir jt (2014) sõnul vähirakkude metabolismiks olulise ensüümi, rasvhappe süntaasi, inhibeeriva toimega. Kuivõrd põhjustab protolihhesteriinhape erinevatele vähirakkudele morfoloogilisi muutuseid, vähendab nende eluvõimet ning häirib DNA sünteesi, ei mõjuta aga Ingólfssdóttir (2000) sõnul see samblikuaine normaalsete, tervete rakkude tegevust, vaid on selektiivne kasvajate suhtes.

Peale positiivsete mõjude võivad ravimtaimed avaldada ka kahjulikku mõju. Kuna islandi käokõrval puuduvad konkreetset juured ning toitainete hankimine toimub õhust, kipuvad samblikes akumulereuma erinevad atmosfääris leiduvad saasteained, kirjeldavad Meli jt (2018). Võrreldes teiste toiduainetega on islandi käokõrvas mõne radionukliidi sisaldus suurem, näiteks  $^{232}\text{Th}$ , aga eriti  $^{210}\text{Po}$ . Keskmise lehtköögiviljaga võrreldes sisaldab islandi käokõrv 1.8 kuni 6.8 korda rohkem  $^{210}\text{Po}$  radionukliidi, mis võib pideval tarbimisel avaldada inimorganismi normaalsele talitlusele negatiivset mõju, eriti reproduktiivkudedele, avaldavad Meli jt (2018) ning Seiler & Wiemels (2012). Lisaks radionukliididele võivad islandi käokõrvas akumulereuda ka raskemetallid. Giordani jt (2017) on toonud välja, et tavaliselt jäävad raskemetallide väärtused islandi käokõrvas alla piirnõrmi, kuid Meli jt (2018) kirjeldavad, et peaaegu alati leidub analüüsitud proovides suurel määral pliid. Lisaks on Meli jt (2018) maininud, et kokkupuude on suuresti sõltuv tarbimise doosist ning tihedusest - lühiajalisel, harval islandi käokõrva tarbimisel ei pruugi avalduda negatiivseid kõrvalmõjusid.

Tänapäeval turustatakse islandi käokõrva põhiliselt toidulisandi või tervisetootena. Tulevikuarendustena saab välja tuua islandi käokõrva uus rakendamine ravimitööstuses juhtühendina või toiduainetööstuses uuendtoidu toorainena. Karagöz & Karagöz (2023) leiavad, et islandi käokõrva koostises leiduvad samblikuained võivad olla uute toimeainete leidmise allikaks. Lisaks kirjeldavad Zhao jt (2020), et arvestades islandi käokõrva omadusi, koostist ning mõju inimorganismile on see ahvatlev tooraine uuendtoidus rakendamiseks.

Kokkuvõttes leiab uurimistöö autor, et islandi käokõrva bioaktiivseid ühendeid on põhjalikult kaardistatud, kuid siiski esineb teatud lünkasid. Käokõrva farmakoloogiliste omaduste mõju inimorganismile on kindlasti vajalik edasine uurimissuund, eriti farmaatsia kontekstis ning tasub põhjalikumalt uurida juba tuntud raviomadusi kui ka potentsiaalselt uudseid kasutusalasid.

## JÄRELDUSED

Lõputöö tulemusena täideti eesmärk ning saadi järeldused püstitatud uurimisülesannetele:

- Islandi käokõrv kui samblik on levinud üle kogu maailma, kasvades muuhulgas tasandikel ja laavanõlvadel ning ka Eestis. Ajalooliselt on seda kasutatud erinevate hingamisteede vaevuste, seedesüsteemi murede ning nahaprobleemide korral. Lisaks kasutatakse seda ka üldise tervise hoidmiseks ning heaolu parandamiseks. Hingamisteedega seotud kaebuste puhul on islandi käokõrva tarbitud tee või tõmmisena ning see on aidanud leevendada kuiva kõha, bronhiiti, tuberkuloosi, kopsupõletikku ning suu ja kurgu ärritusi. Seedehäirete parandamiseks on islandi käokõrvast valmistatud tee või toonik, mille tarbimisel on leevendunud düsenteeria, kõhukinnisus, isutus, mao- ning kaksteistsõrmiksoole haavandid ja neerude ning põiega seotud vaevused. Islandi käokõrva tõmmises immutatud mähist on kasutatud nahalöövete, -lõhede, haavade ning haavandite korral paranemise kiirendamiseks. Tänapäeval turustatakse islandi käokõrva käsimüügiravimina tervisetootte või toidulisandi kujul, kuid kaks potentsiaalikat kasutusala on sellel samblikul ravimiarenduse juhtühendina ning uuendtoidu toorainena.
- Islandi käokõrva keemilist koostist saab liigitada kahte peamisesse gruppi: primaarsed ning sekundaarsed metaboliidid. Primaarsed metaboliidid on organismi elufunktsioonide täitmiseks olulised ühendid, nt valgud, polüoolid, aminohapped. Primaarsetest metaboliitidest on oluline süsivesik liheniin, mida leidub islandi käokõrvas kuni 70%. Sekundaarsed metaboliidid on organismile omased ühendid, mis eristavad ühte liiki teisest ning millel võivad olla bioaktiivsed omadused. Sekundaarsetest metaboliitidest on käokõrva puhul olulised fumaarprototsetraarhape, prototsetraarhape, protolihhesteriinhape ning usniinhape, mida saab nimetada ka samblikuaineteks. Eelmainitule lisaks sisaldab islandi käokõrv erineval määral keemilisi elemente, nii mineraale, radionukliide kui ka raskemetalle.
- Islandi käokõrva mõju inimorganismile on uuritud samblikust eraldatud fraktsioonide ja samblikuainete põhjal. Fraktsioone saab ekstraheerida vee, alkoholi või mõne muu orgaanilise lahustiga. Positiivsetest mõjudest omab islandi käokõrv antibakteriaalset toimet mitme seedesüsteemi ning hingamisteede vaevust põhjustava bakteri suhtes, näiteks

*Bacillus cereus* ning *Helicobacter pylori*. Efektiivset antiviraalset mõju omab islandi käokõrv inimese ning lindude A-gripi vastu (vastavalt tüved H3N2 ja H5N1). Lisaks on islandi käokõrv võimeline vähendama organismisiseselt oksüdatiivset stressi, elimineerides vabu radikaale. Islandi käokõrvast eraldatud ekstraktid ning eriti samblikuaine protolihhesteriinhape avaldavad erinevate vähirakkude (nt inimese rinna- või käärsoolevähi) normaalset metabolismi pärssivat mõju. Negatiivset mõju võib islandi käokõrv avaldada inimorganismile läbi selles akumulereeruvate radionukliidide ning raskemetallide, mis võivad häirida organismi normaalset talitlust.

## KASUTATUD KIRJANDUS

Alvarez-Leite, J. I. (2025). The role of bioactive compounds in human health and disease. *Nutrients*, 17(7), 1170. <https://doi.org/10.3390/nu17071170>

Assessment report on *Cetraria islandica* (L.) Acharius s.l., thallus. (2014). *European Medicines Agency* (EMA/HMPC/36866/2014). European Medicines Agency. [https://www.ema.europa.eu/en/documents/herbal-report/draft-assessment-report-cetraria-islandica-l-acharius-sl-thallus-first-version\\_en.pdf](https://www.ema.europa.eu/en/documents/herbal-report/draft-assessment-report-cetraria-islandica-l-acharius-sl-thallus-first-version_en.pdf) (15.12.2025)

*Becquerel (Bq)*. (09.03.2021). Nuclear Regulatory Commission. <https://www.nrc.gov/reading-rm/basic-ref/glossary/becquerel-bq>

Bessadóttir, M., Skúladóttir, E. Á., Gowan, S., Eccles, S., Ómarsdóttir, S., & Ögmundsdóttir, H. M. (2014). Effects of anti-proliferative lichen metabolite, protolichesterinic acid on fatty acid synthase, cell signalling and drug response in breast cancer cells. *Phytomedicine*, 21(12), 1717–1724. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2014.08.006>

Britannica, T. Editors of Encyclopaedia (17.03.2014). Iceland moss. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/science/Iceland-moss> (02.12.2025)

European Food Safety Authority. (2012). Compendium of botanicals reported to contain naturally occurring substances of possible concern for human health when used in food and food supplements. *EFSA Journal*, 10(5), 2663. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2012.2663>

European Food Safety Authority. (30.04.2025). *Compendium of botanicals*. <https://www.efsa.europa.eu/en/data-report/compendium-botanicals>

Freysdóttir, J., Ómarsdóttir, S., Ingólfssdóttir, K., Víkingsson, A., & Ólafsdóttir, E. (2008). In vitro and in vivo immunomodulating effects of traditionally prepared extract and purified compounds from *Cetraria islandica*. *International Immunopharmacology*, 8(3), 423–430. <https://doi.org/10.1016/j.intimp.2007.11.007>

Giordani, P., Minganti, V., Brignole, D., Malaspina, P., Cornara, L., & Drava, G. (2017). Is there a risk of trace element contamination in herbal preparations? A test study on the lichen *Cetraria islandica*. *Chemosphere*, 181, 778–785. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.04.140>

Grujičić, D., Stošić, I., Kosanić, M., Stanojković, T., Ranković, B., & Milošević-Djordjević, O. (2014). Evaluation of in vitro antioxidant, antimicrobial, genotoxic and anticancer activities of lichen *Cetraria islandica*. *Cytotechnology*, 66(5), 803–813. <https://doi.org/10.1007/s10616-013-9629-4>

Gülçin, İ., Oktay, M., Küfrevioğlu, Ö., & Aslan, A. (2002). Determination of antioxidant activity of lichen *Cetraria islandica* (L.) Ach. *Journal of Ethnopharmacology*, 79(3), 325–329. [https://doi.org/10.1016/s0378-8741\(01\)00396-8](https://doi.org/10.1016/s0378-8741(01)00396-8)

- Huang, X., Li, S., Ding, R., Li, Y., Li, C., & Gu, R. (2023). Antitumor effects of polysaccharides from medicinal lower plants: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 252, 126313. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.126313>
- Igoli, J., Gray, A., Clements, C., Kantheti, P., & Singla, R. (2014). Antitrypanosomal Activity & Docking Studies of Isolated Constituents from the Lichen *Cetraria islandica*: Possibly Multifunctional Scaffolds. *Current Topics in Medicinal Chemistry*, 14(8), 1014–1021. <https://doi.org/10.2174/1568026614666140324122323>
- Ingólfssdóttir, K., Hjalmarsdóttir, M. A., Sigurdsson, A., Gudjonsdóttir, G. A., Brynjólfssdóttir, A., & Steingrímsson, O. (1997). In vitro susceptibility of *Helicobacter pylori* to protolicheterinic acid from the lichen *Cetraria islandica*. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 41(1), 215–217. <https://doi.org/10.1128/aac.41.1.215>
- Ingólfssdóttir, K. (2000). Bioactive compounds from Iceland moss. In *Bioactive Carbohydrate Polymers* (pp. 25–36). [https://doi.org/10.1007/978-94-015-9572-8\\_3](https://doi.org/10.1007/978-94-015-9572-8_3)
- Karagöz, Y., & Karagöz, B. Ö. (2023). Lichens in pharmacological action: What happened in the last decade? *Eurasian Journal of Medicine*, 54(1), S195–S208. <https://doi.org/10.5152/eurasianjmed.2022.22335>
- Kosanić, M., & Ranković, B. (2011). Antioxidant and antimicrobial properties of some lichens and their constituents. *Journal of Medicinal Food*, 14(12), 1624–1630. <https://doi.org/10.1089/jmf.2010.0316>
- Köhler, F. E., & Pabst, G. (1887). *Köhler's Medizinal-Pflanzen in naturgetreuen Abbildungen mit kurz erläuterndem Texte : Atlas zur Pharmacopoea germanica, austriaca, belgica, danica, helvetica, hungarica, rossica, suecica, Neerlandica, British pharmacopoeia, zum Codex medicamentarius, sowie zur Pharmacopoeia of the United States of America* (1st ed.). <https://www.biodiversitylibrary.org/item/10836#page/3/mode/1up>
- Lichens: Hybrid organisms - Encyclopedia of the Environment*. (21.08.2019). Encyclopedia of the Environment. <https://www.encyclopedie-environnement.org/en/zoom/lichens-hybrid-organisms/>
- Lichens | Wildlife Gardening Forum*. (i.k.). <https://wlgf.org/wild-plants/lichens/>
- Lu, J., Tian, H., Liang, F., Xiang, Z., Liu, M., & Ding, H. (2025). Unearthing anti-MRSA agents from alpine lichens: discovery and characterization of bioactive compounds in *Cetraria islandica* from the snowy Cangshan region. *Frontiers in Microbiology*, 16, 1688435. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2025.1688435>
- Makarevich, E. V., Filippova, E. I., Sedel'nikova, N. V., Mazurkov, O. Yu., Protsenko, M. A., Shishkina, L. N., & Mazurkova, N. A. (2023). Anti-Influenza Activity of *Cetraria islandica* Lichen Extracts in In Vitro Experiments. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*, 175(2), 215–218. <https://doi.org/10.1007/s10517-023-05837-8>
- Manassov, N., Samy, M. N., Datkhayev, U., Avula, B., Adams, S. J., Katragunta, K., Raman, V., Khan, I. A., & Ross, S. A. (2023). Ultrastructural, Energy-Dispersive X-ray Spectroscopy,

Chemical Study and LC-DAD-QToF Chemical Characterization of *Cetraria islandica* (L.) Ach. *Molecules*, 28(11), 4493. <https://doi.org/10.3390/molecules28114493>

Meli, M. A., Desideri, D., Cantaluppi, C., Ceccotto, F., Feduzi, L., & Roselli, C. (2018). Elemental and radiological characterization of commercial *Cetraria islandica* (L.) Acharius pharmaceutical and food supplementation products. *Science of The Total Environment*, 613–614, 1566–1572. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.320>

Natural Dye Store. (i.k.). *Icelandic Moss Lichen (Cetraria islandica) Organic*. <https://naturaldyestore.com/products/icelandic-moss-lichen-cetraria-islandica-organic?srltid=AfmBOor39dYmbVrsTU9fCbHWwf7q9AbyGhIfBB158VND7UleF3gJFgAf>

Nuzzo, P. V., Rodrigues, S., Ribeiro, C. F., Teixeira, I. F., Fanelli, G. N., Bleve, S., Ravera, F., Pakula, H., Pederzoli, F., Nanus, D. M., & Loda, M. (2025). Targeting cancer metabolism: Therapeutic potential of the fatty acid synthase (FASN) inhibitors. *Critical Reviews in Oncology/Hematology*, 214, 104910. <https://doi.org/10.1016/j.critrevonc.2025.104910>

Otsing 'islandi käokõrv' andis vasted. Apoteeka. <https://www.apoteeka.ee/catalogsearch/result/?q=islandi+käokõrv> (17.04.2026)

Põllumajandus- ja Toiduamet. (17.07.2025). *Uued toidud ehk uuendtoit*. Põllumajandus- Ja Toiduamet. <https://pta.agri.ee/uued-toidud-ehk-uuendtoit#uuendtoidu-loa-taotl> (22.04.2026)

Randlane, T., & Saag, A. (2004). *Eesti pisisamblikud*. Tartu Ülikool.

Sánchez, M., Ureña-Vacas, I., González-Burgos, E., Divakar, P. K., & Gómez-Serranillos, M. P. (2022). The Genus *Cetraria* s. Str.—A Review of Its Botany, Phytochemistry, Traditional Uses and Pharmacology. *Molecules*, 27(15), 4990. <https://doi.org/10.3390/molecules27154990>

Seiler, R. L., & Wiemels, J. L. (2012). Occurrence of 210 PO and biological effects of Low-Level exposure: the need for research. *Environmental Health Perspectives*, 120(9), 1230–1237. <https://doi.org/10.1289/ehp.1104607>

Soosaar, A. (2016). *Meditiinietika*.

Stadnytska, N., Fito, I., Novikov, V., Jasicka-Misiak, I., & Wiczorek, P. P. (2020). Effect of extraction solvent on total phenolic content, total flavonoid content and antioxidant activity of *Cetraria islandica*. *International Journal of PharmTech Research*, 13(3), 198–205. <https://doi.org/10.20902/IJPTR.2019.130310>

Trass, H., & Randlane, T. (1994). *Eesti suursamblikud*.

Türk, A. Ö., Yılmaz, M., Kıvanç, M., & Türk, H. (2003). The Antimicrobial Activity of Extracts of the Lichen *Cetraria aculeata* and Its Protolichesterinic Acid Constituent. *Zeitschrift Für Naturforschung C*, 58(11–12), 850–854. <https://doi.org/10.1515/znc-2003-11-1219>

Xu, M., Heidmarsson, S., Olafsdottir, E. S., Buonfiglio, R., Kogej, T., & Omarsdottir, S. (2016). Secondary metabolites from cetrarioid lichens: Chemotaxonomy, biological activities

and pharmaceutical potential. *Phytomedicine*, 23(5), 441–459. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2016.02.012>

Zhao, Y., Wang, M., & Xu, B. (2020). A comprehensive review on secondary metabolites and health-promoting effects of edible lichen. *Journal of Functional Foods*, 80, 104283. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.104283>

Zhou, S., & Zhong, W. (2017). Drug Design and Discovery: Principles and applications. *Molecules*, 22(2), 279. <https://doi.org/10.3390/molecules22020279>