

Vähelevinud puuviljakultuuride tutvustus (sh kusalpuu ja ebaküdoonia)  
Esitluspäev Polli Aiandusuuringute Keskuses, 31. august 2021.a.

## Polli aiandusuuringute keskuses läbiviidud tootearendusprojektid (sh külmuivatamine) ning koostöövõimalused tootjatele

**Peeter Laurson**

Peaspetsialist, Polli Aiandusuuringute Keskus



Euroopa Liit  
Euroopa  
Regionaalarengu Fond



Eesti  
tuleviku heaks

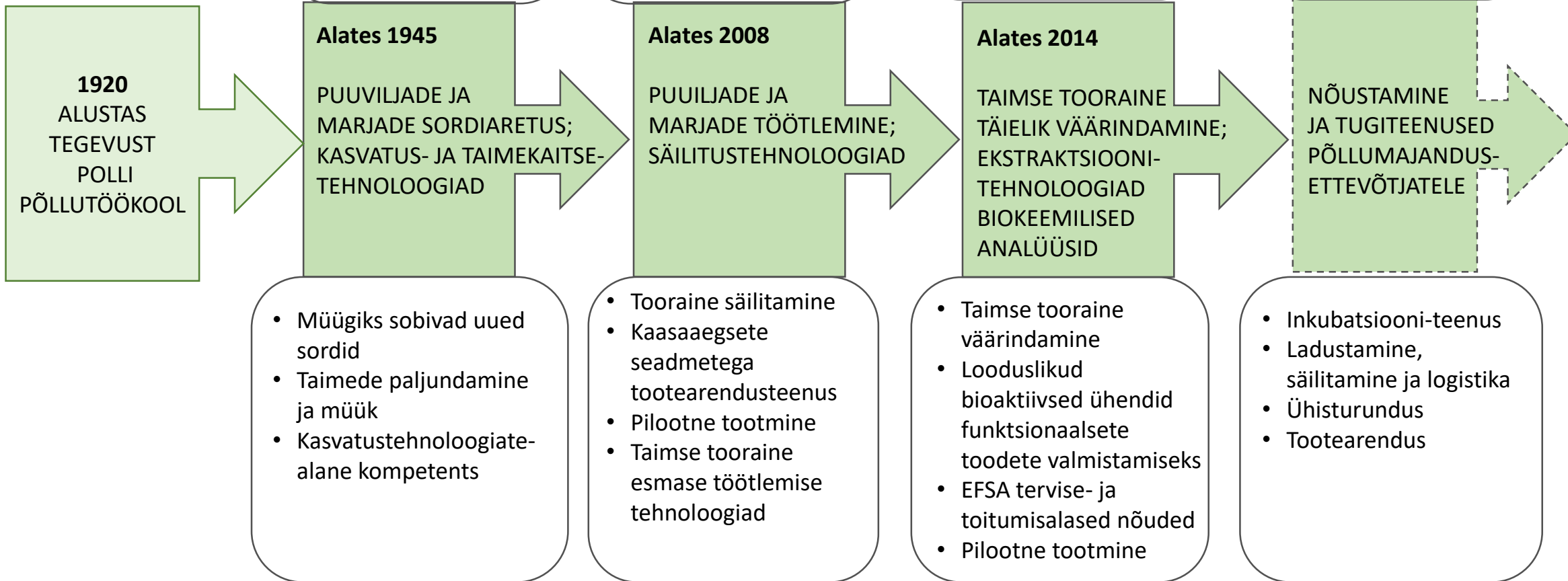


Maaelu Arengu Euroopa  
Põllumajandusfond:  
Euroopa investeringud  
maapiirkondadesse



**Eesti Maaülikool**  
Estonian University of Life Sciences

[www.emu.ee](http://www.emu.ee)



## Koostööpartner:

- Riigiasutustele ja KOV-idele – riiklikud teadusprogrammid (Maaeluministeeriumi sordiaretuse ja geneetilise ressursi säilitamise programm), piirkonna arengueeldused
- Ettevõtjatele – tootearendus, pilootne tootmine, tooraine säilitamine, koolitus, täiendõpe, õpiringid
- Teadus-arendusasutustele ning kõrgkoolidele – teaduskoostöö, välisteadlaste ja –doktorantide kaasamine, praktiline õpe, teadusuuringute teostamine, tehnoloogiakatsed, analüüsid
- Üldhariduskoolidele ja Kutseõppeasutustele –õppepäevad, praktiline õpe ja õppepraktika ekskursioonid
- Valdkondlikele ja piirkondlikele katuseorganisatsioonidele – seminarid, infopäevad
- Piirkonna elanikele – täiendkoolitus, hooajaline või püsiv töö, kvaliteetne tooraine, soodsad ettevõtluse alustamise tingimused

# Teaduskoostöö

## Geneetilise ressursi säilitamine ja sordiaretus

- Taimede geneetiliste ressursside Euroopa koostööprogramm (ECPGR)
- Eesti Taimakasvatuse Instituut
- Tallinna Tehnikaülikool
- Põllumajandusuuringute Keskus
- Läti Põllumajandusülikool (LLU)
- Aleksandras Stulginskise Ülikool (ASU)
- Leedu Põllumajanduse ja Metsanduse Uurimiskeskus (LAMMC)
- Inglismaa James Huttoni Instituut
- Poola Aiandusuuringute Instituut (InHort)
- Valgevene Teaduste Akadeemia (NASB)
- Soome Loodusvarade Instituut (Luke), projekt NordFruit
  - Norwegian institute of Bioeconomy Research (NIBIO)
  - Rootsi Põllumajandusülikool (SLU),
  - Kopenhaageni Ülikool (UCPH)

## Tooraine väärindamine

- EIP Agri fookusgrupp "Reducing food loss on the farm"
- ERA-Chair Valortech (EMÜ VLI ja PKI)
- Kaunase Tehnoloogiaülikool (KTU)
- Turu Ülikool (UTU)
- AS TFTAK
- Tallinna Tehnikaülikool
- Banati põllumajandusteaduste ja veterinaarmeditsiini ülikool (USAMVBT)

# IDEEST KÕRGE LISANDVÄÄRTUSEGA TOOTENI



IDEE arutelu,  
lahenduste analüüs



Sortide valik ja istikute  
paljundamine

Sordiaretuse  
ja geneetilise  
ressursi  
kollektsioon.  
Puukool

Tooraine esmasteks  
katsetusteks ja tootmiseks

Katseaiad,  
tooraine  
säilitamise  
teenus

Tootearendus  
Plantvalor laborid ja  
partnerite võrgustik



Pakend ja etikett  
Analüüsi-teenused,  
toitumisalane teave

Tootmisel tekkivate jääkide  
uurimine ja väärindamine

Nõustamine  
tootmisüksuse rajamisel

Plantvalor  
Valortech

Töötlemise teenus  
Esmane töötlemine,  
pastöriseerimine,  
villimine, pakendamine

Uuringud,  
kogemused  
ja partnerite  
võrgustik

Teadustugi uute toodetega  
turule sisenemisel

## Arendusprojektid – EAS-i innovatsiooni- ja arendusosakud

- **ONE OÜ ja VK VENDEL OÜ (2012-2013)** *Tootearendus kasemahlast*
- **Tervix OÜ (2013-2014)** *Põdrakanepi kuivekstrakti ja maitseõlide tootearendus*
- **Pringi OÜ (2016-2017)** *Valgugeel*
- **Tori Jõesuu Siidri- ja Veinitalu OÜ (2016-2017)** *Õunviljaliste puuviljade mahla bioaktiivsete näitajate hindamine uute toodete väljatöötamise eesmärgil*
- **Chaga (2017)** *Forestfood OÜ*
- **Tarmere TÜ (2018)** *Uudsete teaduspõhiste kanepitoodete arendus*
- **Nõgel Organics OÜ (2018)** *Kõrvenõgese ekstrakti põhise c-vitamiini seerumi tootearendus*
- **Sinomax OÜ (2018)** *Fermenteeritud köögiviljamahla retseptiarendus*
- **Nonna Organic OÜ (2018)** *Maapirni mahla ja kuivaine töötlemise protsessi täpsustamine ja tasuvusanalüüs*
- **Toores Jõud OÜ (2018)** *Toimeainete sisalduse ja keemilise koosluse muutused taimede termilisel töötlemisel ja kuivatamisel*
- **Pung OÜ (2019)** *Hariliku angervaksa (Filipendula ulmaria) ekstraktist jäätee laadse joogi arendamine ja kvaliteedi ning stabiilsuse selgitamine*
- **Mahlametsa OÜ (2019)** *Porgandi ja kõrvitsa mahlapressimise jääkide väärimine köögiviljajahudeks*

## Arendusprojektid – ettevõtjate finantseering ja ERDF

- **Puuvilja- ja marjasmuuti rikastamine vitamiinide ja mineraalidega. (2013-2014) Põltsamaa Felix AS**
- **Eesti Maaülikool (2016-2019) PlantValor taimse tooraine alase koostöö- ja innovatsioonivõimekuse tõstmine. Kompetentsikeskuste arendamise meede**
- **Eesti Maaülikool, Tallinna Ülikool, EST Agar AS, Vetik OÜ (2019) Läänemere punavetikast (*Furcellaria lumbricalis*) fükoerütriini eraldamise tehnoloogilise lahenduse väljatöötamine. Kompetentsikeskuste arendamise tõhusa koostöö meede**
- **Eesti Maaülikool, MK Loodusravi OÜ, Setomaa Liit MTÜ (01.06.2020-31.05.2023)**  
Kohalikul toorainel põhinevate kontsentraatide ja klaaritatud mahlade tootmise tehnoloogilised võimalused

# Arendusprojektid – PRIA toetusmeetmed

- **EMÜ Mahekeskus (2016-2020)** Teadmussiirde pikaajaline programm mahepõllumajanduse tegevusvaldkonnas – infopäevad, esitlustegevused ja õpiringid
- **EMÜ Aianduse õppetool (2016-2021)** Teadmussiirde pikaajaline programm aianduse tegevusvaldkonnas – infopäevad, esitlustegevused ja õpiringid
- **Seedri Puukool OÜ (2016-2022)** Uute puuviljakultuuride kasvatus-, koristus- ja töötlemistehnoloogiate arendamine. PRIA Uute toodete, tavade, protsesside ja tehnoloogiate arendamise toetus
- **FIE Raivo Teder (2017-2018)** Vaarikas *Rubus sp.* seemneõli töötlemistehnoloogia arendus. PRIA Uute toodete, tavade, protsesside ja tehnoloogiate arendamise toetus
- **MTÜ Aiandusklaster (2017-2019)** Aiakultuuride kasvatustehnoloogiate täiustamine. Innovaatiliste tootmisehnoloogiate arendamine aiandussektorile – Külmkuivatus. PRIA innovatsiooniklaster
- **MTÜ Aiandusklaster (2017-2021)** Aiakultuuride kasvatustehnoloogiate täiustamine. Innovaatiliste tootmisehnoloogiate arendamine aiandussektorile – musta sõstra kasvatustehnoloogia mõju bioaktiivsele koostisele. PRIA innovatsiooniklaster
- **MTÜ Taimsete Valkude Innovatsiooniklaster (2019-2022)** Taimsete valkude eraldamine, kontsentreerimine ja omaduste iseloomustamine. PRIA innovatsiooniklaster
- **MTÜ Taimsete Valkude Innovatsiooniklaster (2019-2022)** Põllukultuuride valik ja sobivus valkude eraldamiseks. PRIA innovatsiooniklaster
- **MTÜ Aiandusklaster (2019-2022)** Külmkuivatus. Külmkuivatamise eeltöötlemistehnoloogiate arendamine ja pressimisjääkide väärindamine. PRIA innovatsiooniklaster





Vähelevinud puuviljakultuuride tutvustus (sh kusalpuu ja ebaküdoonia)  
Esitluspäev Polli Aiandusuuringute Keskuses, 31. august 2021.a.

# Külmkuivatamise töötlemisvõimalustest Aiandusklastri MTÜ projektis



[www.emu.ee](http://www.emu.ee)  
**Eesti Maaülikool**  
Estonian University of Life Sciences

Külmkuivatamine on kuivatamismeetod mille käigus vesi eemaldatakse külmutatud materjalist jääkristallide sublimatsiooni teel st. tahke aine muundatakse gaasiliseks ilma vahepealse veeldumiseta. Jääkristallide sublimatsioonil aurustub jää ilma, et vahepeal moodustuks vesi.



**Eesti Maaülikool**  
Estonian University of Life Sciences

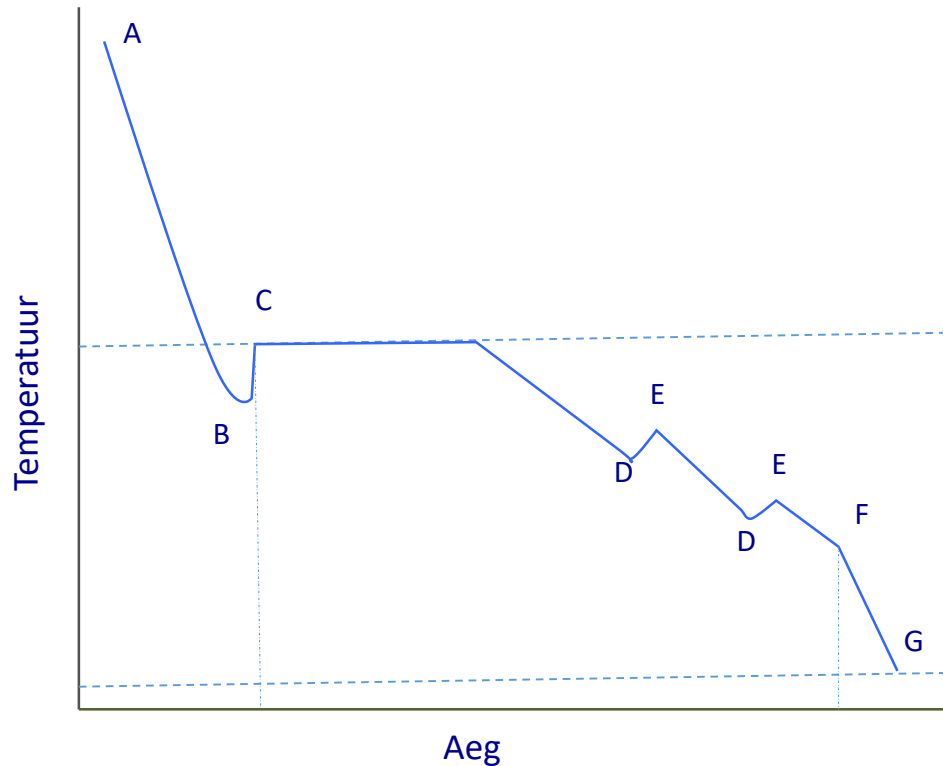
[www.emu.ee](http://www.emu.ee)

# Jahutamine ja külmumine

- Vedeliku jahtumine on protsess mille käigus materjali temperatuur alaneb, termiline energija ülekandmisel jahutile, faasisiirde temperatuurini või alla selle.
- Allajahtumine (ülejahtumine, superjahtumine) on aine jahtumine alla temperatuuri, kus ta peaks siirduma teise faasi.
- Faasisiiret jahtumisel ei toimu!
- Külmumine ehk jäätumine on vee ja vesilahuste tahkesse olekusse ülemineku protsess. Tekivad jää kristallid.



[www.emu.ee](http://www.emu.ee)  
**Eesti Maaülikool**  
Estonian University of Life Sciences



<https://www.marketizer.com/articles/freezing-foods-2685270.htm>

- AB- toiduaine jahutatakse, isegi alla külmumispunkti (alljahtumine) jääb vesi vedelaks
- BC- hakkavad moodustuma jääkristallid, temperatuur tõuseb kiiresti külmumistemperatuurini, vabaneb latentne soojus
- CD-toimub jääkristallide moodustumine, vee kontsentratsiooni vähenemisel suureneb lisandite kontsentratsioon ning külmumistemperatuur alaneb
- DE- üks lahustest jõuab küllastumiseni ja kristalliseerub. Varjatud soojuse vabanemine suurendab alles jäänud lahuse eutektilist temperatuuri
- FG- jätkub kristallisatsioon



**Eesti Maaülikool**  
Estonian University of Life Sciences

[www.emu.ee](http://www.emu.ee)

# Vee kristallumine ja klaasistumine

A- puhta vee molekulid on väga liikuvad

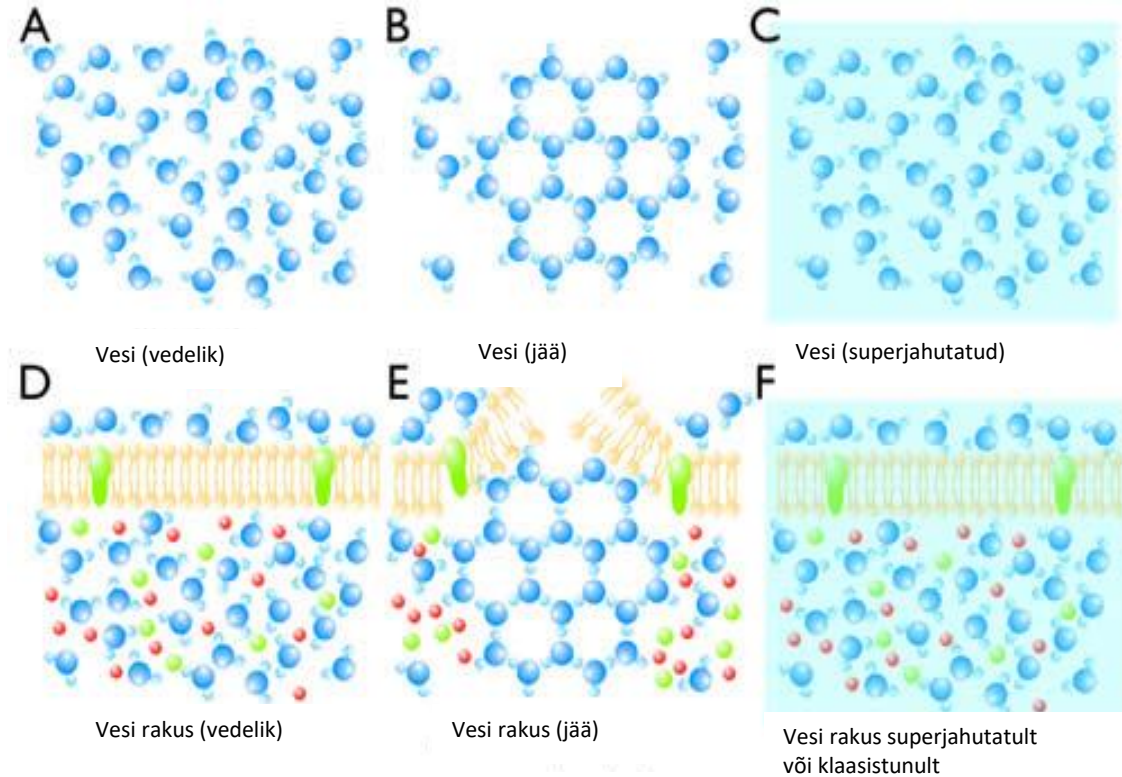
B- kui temperatuur langeb  $0^{\circ}\text{C}$  algab Kõlmumistsentrite tekkimine ja kristallumine

C- kõlmumistsentrite tekkimiseni võib vesi jahtuda ka alla  $0^{\circ}\text{C}$  ehk allajahtuda

D- ka rakusiseses vee molekulid on väga liikuvad vaatamata tsütosooli ehk rakuvedeliku olemasolule

E- jääkristallide moodustumine võib lõhkuda rakumembraani

F- suuremal rõhul võib raku sees olev vesi allajahtuda ning isegi klaasistuda. Rakumembraan jääb terveks



<https://advanced-microscopy.utah.edu/education/electron-micro/>



www.emu.ee  
**Eesti Maaülikool**  
Estonian University of Life Sciences

- Külmkuivatatava materjali jahutamise ja külmutamise tingimused avaldavad otsest mõju nii külmkuivatusprotsessi toimumise jõudlusele kui ka kuivanud materjali struktuurile, lahustuvusele, sisalduvale jääniiskusele ja kvaliteedile. <sup>(2)</sup>
- Aeglasel külmumisel tekivad suuremad jääkristallid kiiremal, aga väiksemad jääkristallid. <sup>(3)</sup>

Kiirkülmutamine 50 °C /min (vedel lämmastik)

Keskmise kiirusega külmutamine 1-1,5 °C /min so. 5 tundi -10 kraadil

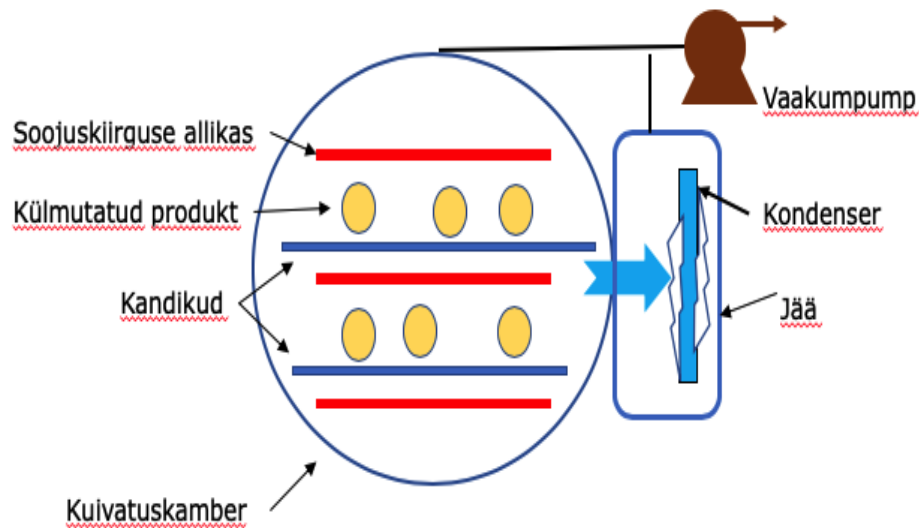
Aeglane külmutamine 0,14 °C/ min



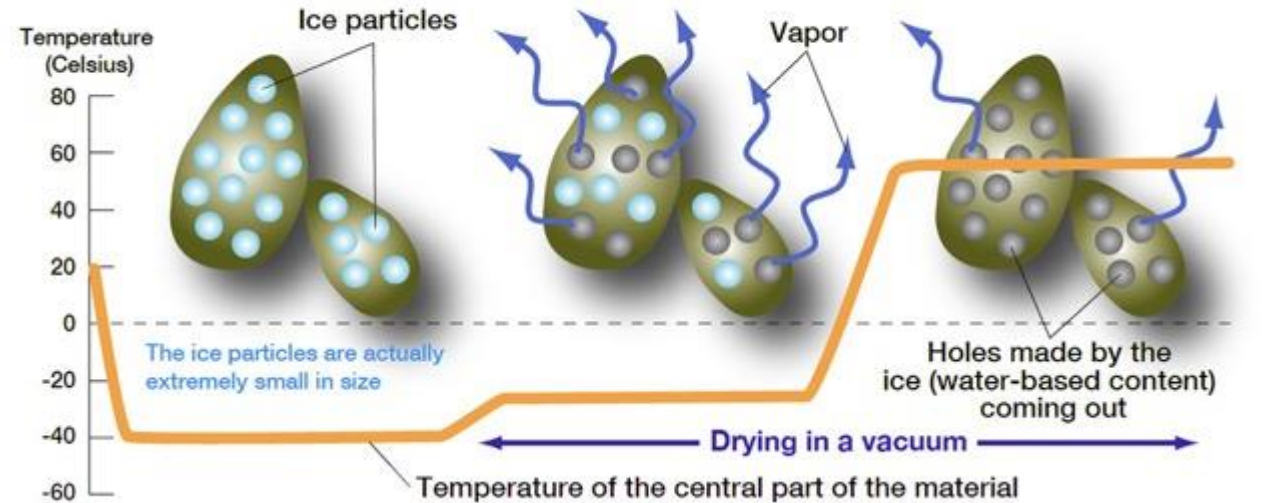
[www.emu.ee](http://www.emu.ee)  
**Eesti Maaülikool**  
Estonian University of Life Sciences

# Külmkuivatamise protsessis eristatakse kolme etappi:

1. Külmutamine
2. Primaarne kuivamine
3. Sekundaarne kuivamine



## Process of Vacuum Freeze Drying



<http://www.ulvac.com.sg>



**Eesti Maaülikool**  
Estonian University of Life Sciences

[www.emu.ee](http://www.emu.ee)

# Primaarne kuivatusfaas

- Esmases kuivatusfaasis alandatakse kuivatuskambri rõhku mõne millibaarini ja alustatakse jäätunud materjali soojendamist, mis põhjustab sublimatsiooni protsessi.
- Eralduv veeaur püütakse kinni madal temperatuuril (tavaliselt alla  $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) hoitavaal kondensaatorkehal.
- Soojendamisel tuleb silmaspidada, et lisatav soojus ei põhjustaks külmunud materjali sulamist. Samuti peab jälgima, et sublimeerumise intensiivsus oleks kooskõlas kondensaatorkeha võimega kondenseerida.
- Primaarses kuivatusfaasis eemaldatakse materjalist ligikaudu 90% sisalduvast veest.



**Eesti Maaülikool**  
Estonian University of Life Sciences

[www.emu.ee](http://www.emu.ee)



# Sekundaarne kuivatusfaas

- Sekundaarse kuivatamise eesmärk on eemaldada materjalis absorbeerunud veemolekulid ehk jääkniiskus.
- Absorbeerunud vee eraldamiseks tõstetakse temperatuur kõrgemale kui primaarses etapis ja kuivamisprotsessi võimendamiseks suurendatakse ka vaakumi sügavust.
- Sekundaarne kuivatusfaas kestab 30-50% primaarses kuivatusetapis kulunud ajast.
- Et vältida kuivatatava materjali õhuga kokku puutumist võib protsessi lõpus kuivatuskambris olev vaakum asendada inertgaasiga.



**Eesti Maaülikool**  
Estonian University of Life Sciences

[www.emu.ee](http://www.emu.ee)



# „ Külmkuivatus. Külmkuivatamise eeltöötlemistehnoloogiate arendamine ja pressimisjääkide väärindamine“

- Lähtuvalt marjade füüsikalistest ja keemilistest omadustest valitakse välja külmkuivatamiseks kõige sobivamad marjasordid.
- Katsetatakse milline marjade ja köögivilja mehaaniline eeltöötlustehnika oleks võimalik marjakestade füüsikalistest omadustest tingitud massivahetusbarjääri vähendada
- Uuritakse marjade ensüümidega töötlemise mõju marjakestade massivahetusbarjääri vähendamiseks.
- Uuritakse erinevate mahlade käitumist külmkuivatamisel, mahlade eeltöötlemise mõju külmkuivatusprotsessi kulgemisele. Eesmärk on saada voolavaid bioaktiivsete ainete rikkaid pulbreid.
- Pressijääkide väärindamiseks uuritakse marjade, puu- ja köögiviljade enne ja pärast kääritamist pressimisel tekkinud jääke, tehakse kindlaks neis leiduvaid bioaktiivseid ühendeid, ning katsetatakse nende eraldamist.



**Eesti Maaülikool**  
Estonian University of Life Sciences

[www.emu.ee](http://www.emu.ee)

Lähtuvalt marjade füüsikalistest omadustest valiti välja külmuivatamiseks kõige sobivamad marjasordid.

Valik tehti musta sõstra, karusmarja, vaarika, aroonia, maasika ja söödava kuslapuu sortide seast. Vilja tugevusest lähtuvalt valiti välja järgnevate kultuuride vastavad sordid:

Must sõstar: Pamjati Vavilova, Mairi, Asker

Karusmari: Nesluhhivski, Slivovõi, Kolobok, Polli esmik

Vaarikas: Polana, Glen Ample, Novokitaivska

Aroonia: Galicjanka, Viking, Ternookaja

Maasikas: Rapsody, Jewel, Jonsok

Söödav kuslapuu: Tomitška, Baktšarski Velikan, Tšulimskaja



[www.emu.ee](http://www.emu.ee)  
**Eesti Maaülikool**  
Estonian University of Life Sciences

Tervete marjade külmkkuivatamiseks ei piisa tihtipeale protsessiks õhema marjakestaga marjade sordipõhisest selekteerimisest.

Marjakestade massivahetusbarjääri vähendamise täiendavateks võimalusteks on:

1. Ensümaatiline töötlemine
2. Mehaaniline töötlemine



**Eesti Maaülikool**  
Estonian University of Life Sciences

[www.emu.ee](http://www.emu.ee)

## Ensümaatiline töötlemine



Kuigi ensümaatiline marjakestade eeltöötlemine andis positiivseid tulemusi, ei saa seda meetodit pidada sobivaks külmuivatamise protsessis kasutamisel.

Teadaolevail selleks otstarbeks sobivate ensüümide inaktiveerimine nõuab kõrgemaid temperatuure kui külmuivatamisprotsessis kasutatakse.



**Eesti Maaülikool**  
Estonian University of Life Sciences

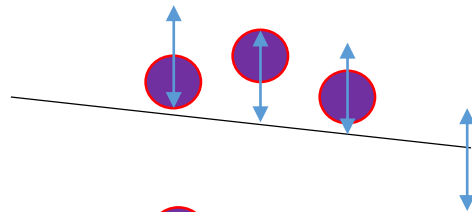
[www.emu.ee](http://www.emu.ee)

## Mehaaniline töötlemine

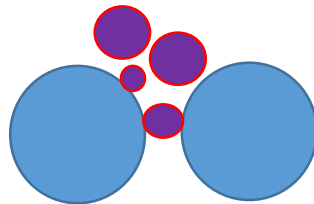
Väga head marjakestade massivahetusbarjääri vähendamist võimaldab marjade eelnev mehaaniline eeltöötlemine

Mehaanilist eeltöötlemist katsetati kolmel erineval viisil ning konstrueeriti erinevaid seadmeid.

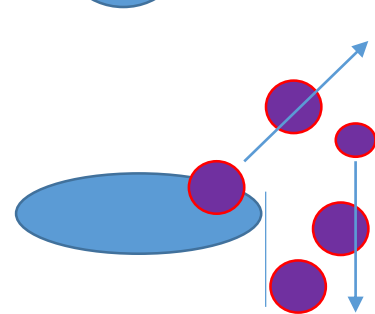
Marjade raputamine üle riivpinna



Marjade suunamine läbi riivtrumli



Marjade pörgatamine tsentrifugaal-riivilt





Euroopa Maailu Arengu  
Põllumajandusfond:  
Euroopa investeringud  
maajätkandusse



**Eesti Maaülikool**  
Estonian University of Life Sciences

[www.emu.ee](http://www.emu.ee)



Kõige parema tulemuse andis konstrueeritud seade milles marjade vigastamine toimus tsentrifugaal-riivi abil. Külmutatud marja kest õnnestus vigastada kontrollitult marja väljanägemist rikkumata.

Selline eeltöötlustehnika osutus piisavaks kestade füüsilisest omadusest tingitud massivaetusbarjääri vähendamiseks. Sellisel teel osutus võimalikuks külmuivatada tervelt marju, mille kestabarjäär seda varem ei võimaldanud. (must sõstar, aroonia, pihlakas, pohl, jõhvikas, atelpaju jne.)



**Eesti Maaülikool**  
Estonian University of Life Sciences

[www.emu.ee](http://www.emu.ee)

Ülevaade Polli Aiandusuurungute Keskuse  
Teadmistepõhiste tervise- ja loodustoodete kompetentsikeskuse  
PLANTVALOR tehnoloogiaüksuse võimalustest



[www.emu.ee](http://www.emu.ee)  
**Eesti Maaülikool**  
Estonian University of Life Sciences

## Teenused ja tootearendused

- **Konsultatsioonid.** Lihtsaid küsimusi mille puhul antakse nõu kuni 2 tundi tasuta või suunatakse infoallikani. Vajavad vahel kirjandusega tööd mille tulemusena koostatakse protokoll mis on tasuline.
- **Tehnoloogia ja tootearenduslikud ülevaated.** Tavaliselt teaduskirjanduse ja teiste infoallikate abil koostatakse ülevaated ettevõtjate vajadustest lähtuvalt.
- **Väikesemahulised katsed ja analüüsid.** Lühiajalised ja fokuseeritud katsete läbiviimine, või näidismaterjali valmistamine ettevõtja soovile.
- **Keskmise tegevuste mahuga tootearendused.** Ettevõtjal on selge visioon ja võimalus finantseerida tootearenduse loogikas tulenevaid hädavajalike tegevusi. Valdavalt ettevõtte omavahenditest finantseeritav.
- **Suuremad lisarahastusega tootearendused.** Innovatsiooni osakute tootearendusprojektid. Pikemaajalised ja süvitsi minevad tööd mis nõuavad kompleksseid tegevusi.

# Taimsete materjalide ülekritiline süsihappegaasi ekstraktsioon. (SFE, SFF)

## Võimalused

- Erinevate väärtuslike taimsete ekstraktide ja tootenäidiste valmistamine pilootses mahus kasutades nüüdisaegset tehnoloogiat
- Uudsete omadustega toiduliste tootete väljatootamine
- Tehnoloogia alane valdkondlik nõustamine



# Taimsete materjalide veeauru ja mikrolaine destillatsioon

## Võimalused

- Eeterlike õlide ja ekstraktide valmistamine laboratoorses mahus taimsetest materjalidest.
- Tooraine omaduste, ekstraktsiooni tingimuste ja protsessi analüüs
- Valdkondlik nõustamine



MHG ekstraktsioonil tomati lükopeeni rikas ekstrakt

# Taimsete materjalide vedelikekstraktsioon

## Võimalused

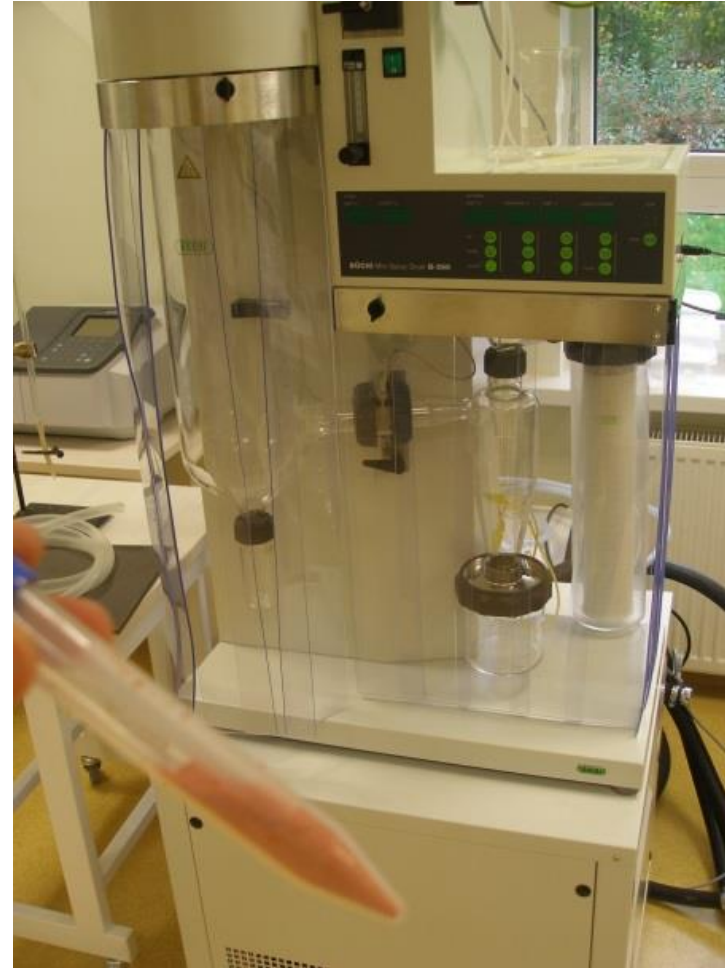
- Erinevate taimsete ekstraktide ja tinktuuride valmistamise uuringuid ja tootenäidiste valmistamine pilootses mahus
- Ekstraktsiooni tingimuste ja protsessi analüüs
- Valdkondlik nõustamine



# Pihustuskuivatamine

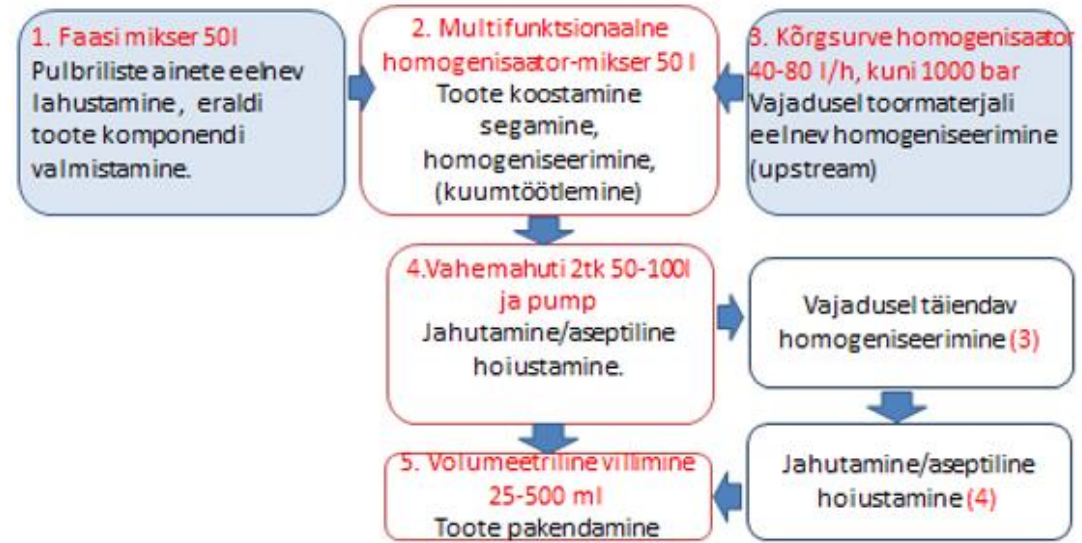
## Võimalused

- Vee- ja alkoholipõhiste kuivekstraktide valmistamine taimsetest ekstraktidest, mahladest , piimast jm. Tooteprototüüpide valmistamine
- Mikrokapsuleerimine.
- Pihustuskuivatamise tingimuste ja protsessi analüüs.



# Taimsete ekstraktide kasutamine toidumaatriksites

- Bioaktiivseid lisandeid sisaldavate homogeensete taimsete toodete arendamine, valmistamine ja pakendamine (50 l).
- Materjalide kõrgsurve ja rootor-staator homogeniseerimine ja mitmekomponentsete materjalide segamine
- Vedelike jäme- ja peenfiltreerimine
- Kuumtöötlemine vaakumi keskkonnas ja aseptiline jahutamine.
- Vedelate toiduliste toodete villimine ja pakendamine sachet tüüpi kilepakenditesse





# Taimsete ekstraktide kasutamine toiduks mittekasutavates matriksites

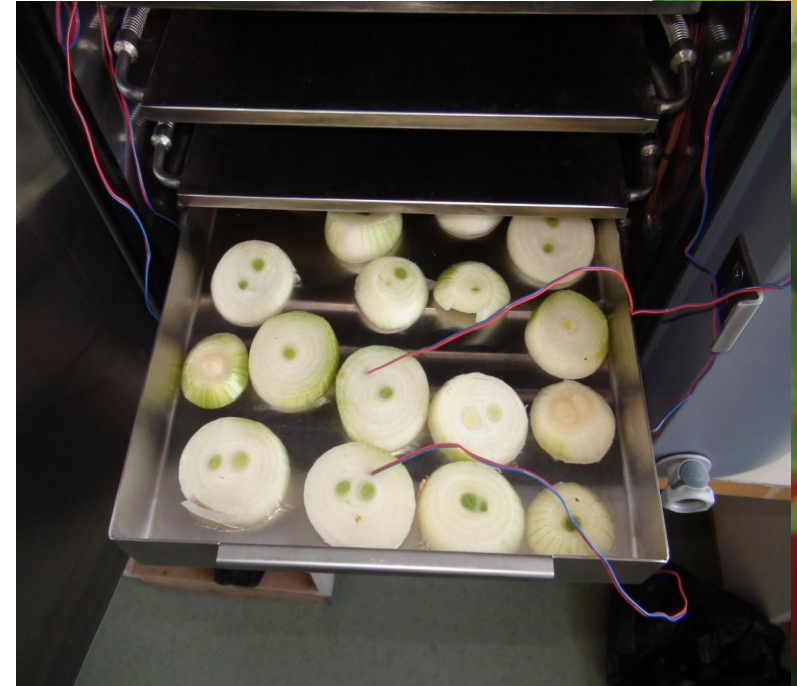
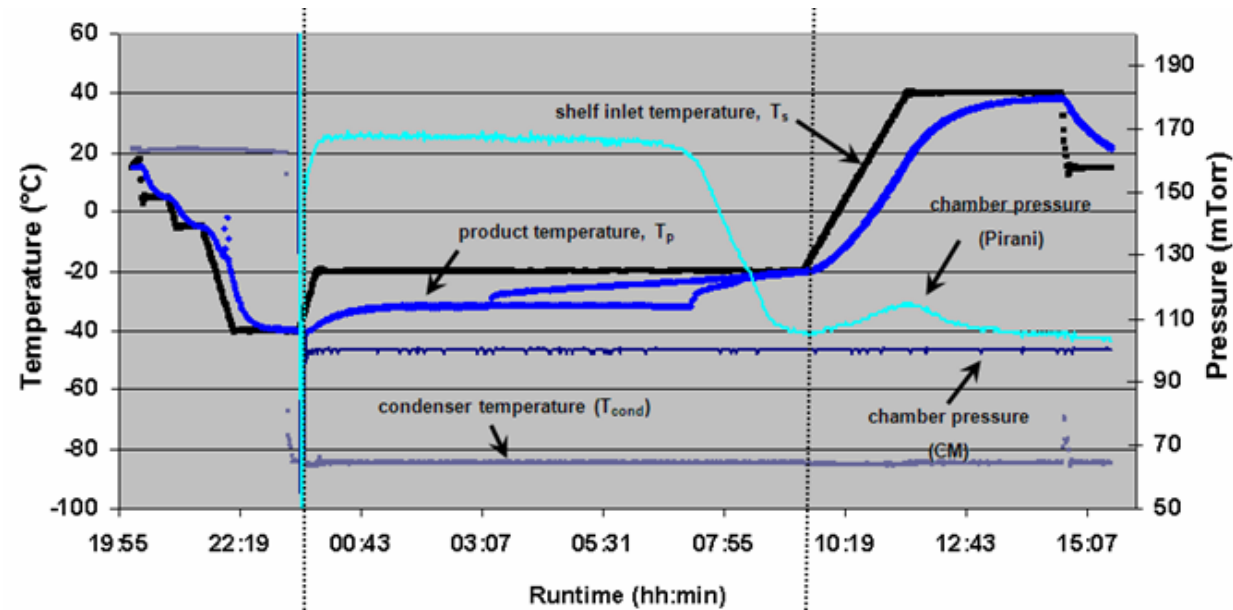
## Võimalused

- Taimseid ekstrakte sisaldavate kosmeetikatoodete retseptide arendamine laboratoorses mahus.
- Kosmeetikatoodete (kreemid, geelid) homogeniseerimine, segamine ja pakendamine
- Toodete viskoossuse, oksüdatiivse stabiilsuse määramine



# Taimsete materjalide külmkuivatamine

- Erinevate külmkuivatatud tootenäidiste valmistamine
- Külmkuivatuse tingimuste ja protsessi analüüs.
- Temperatuuritundlike ekstraktide kuivatamine, stabiliseerimine



# Täna tähelepanu eest!



[www.emu.ee](http://www.emu.ee)  
**Eesti Maaülikool**  
Estonian University of Life Sciences