

Infopäev

Külmkuivatamine



Peeter Laurson
peaspetsialist

Polli Aiandusuuringute Keskus, Eesti Maaülikool

31. juuli 2018 .a.

Aiandusklaster MTÜ



Päevakava

- 10.00-10.30 Külmuivatamine, suurepärase aiasaaduste töötlemise protsess nendes sisalduvate bioaktiivsete ainete maksimaalseks säilitamiseks. Külmuivatusseadmed.
- 10.30-10.50 Bioaktiivsed ained maasikas, vaarikas, must sõstras, viinamarjas, küüslaugus ja piparmündis.
- 10.50-11.10 Ülevaade maasika, vaarika, must sõstra, viinamarja, küüslaugu, õuna ja piparmündi külmuivatuskatsetest.
- 11.10-11.30 Pakendi valimine. Külmuivatatud marjade, puuviljade ja maitsetaimede pakendamiseks sobilikud pakendid.
- 11.30-12.00 Ülevaade pakendimessil IPAC-IMA 2018 kogutud informatsioonist.
- 12.00-12.30 Tutvumine Polli Aiandusuuringute Keskuse teadmispõhiste tervise- ja loodustoodete kompetentsikeskuse Plantvalor tehnoloogiaükuse ja laboritega.

Külmkuivatamine ehk lüofiliseerimine

See on kuivatamismeetod, mille käigus vesi eemaldatakse külmutatud materjalist jääkristallide sublimatsiooni teel.⁽¹⁾

Sublimatsiooniks nimetatakse tahke aine muutumist gaasiliseks ilma vahepealse veeldumiseta.

Jääkristallide sublimatsioonil aurustub jää ilma, et vahepeal moodustuks vesi.



Külmkuivatamise ajalugu

15. sajand: Inkade algupärane külmkuivatamise meetod. Põllukultuure hoiti Machu Picchu kõrgmägede külmas keskkonnas, kus need külmusid, vesi aurustus aeglaselt kõrgmäestiku madala õhurõhu kaasabil.



<https://www.kimkim.com/c/best-time-to-visit-peru>

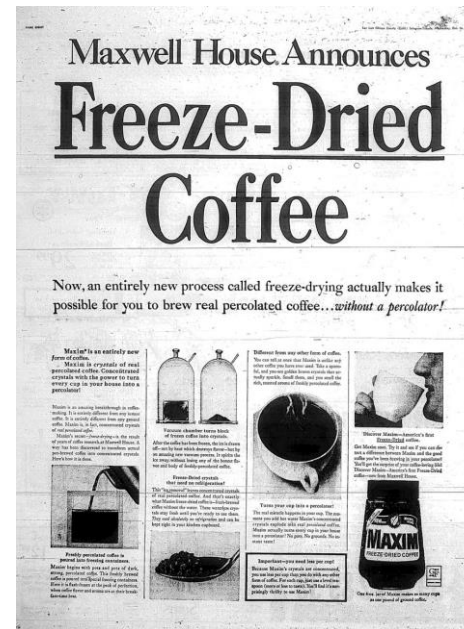
Teise maailmasõja ajal arendati esmakordselt välja tänapäevased külmuivatamise tehnikad.

Meetodit hakati kasutama vereplasma säilitamiseks ja ravimite valmistamiseks.



<http://history.amedd.army.mil/booksdocs/wwii/actvsurgconvoli/CH06.htm>

Toiduainete tööstuses hakati külmuivatamist arendama peale teist maailmasõda 1950-nendatel. 1960-nendatel arendati välja lahustuva kohvi valmistamine külmuivatamise teel.



NASA arendas juba 1960-nendatel külmuivatamise meetodil välja astronautide toitusid.

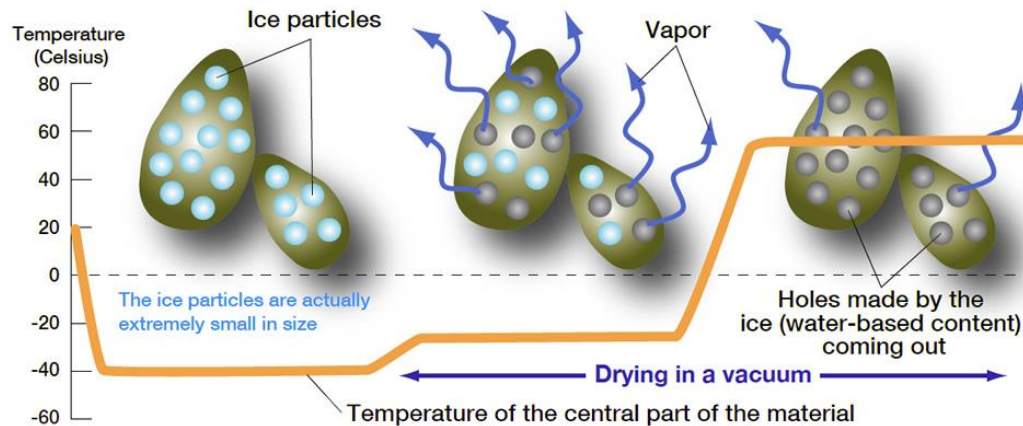
Külmkuivatusprotsessi läbiviimine

- Materjal külmutatakse
- Külmkumkuivatuskambris tekitatakse sügav vaakum
- Vaakumis läbiviidava sublimatsiooniprotsessi toimumise efektiivsust toetatakse lüofiliseeritava materjali soojendamisega

Külmkuivatamise protsessis eristatakse kolme etappi:

1. Külmutamine
2. Primaarne kuivamine
3. Sekundaarne kuivamine

■ Process of Vacuum Freeze Drying



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

Pane tähele!



Jahtumine ja külmumine on erinevad protsessid

Jahtumine ja külmumine

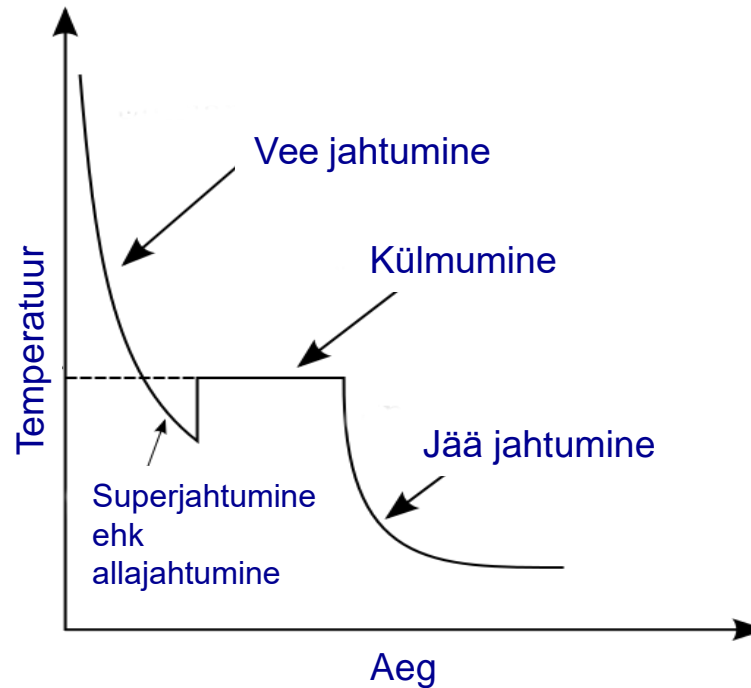
Vedeliku jahtumine on protsess, mille käigus materjali temperatuur alaneb termilise energia ülekandmisel jahutile faasisiirde temperatuurini või alla selle.

Allajahtumine (ülejahtumine, superjahtumine) on aine jahtumine alla temperatuuri, kus ta peaks siirduma teise faasi.

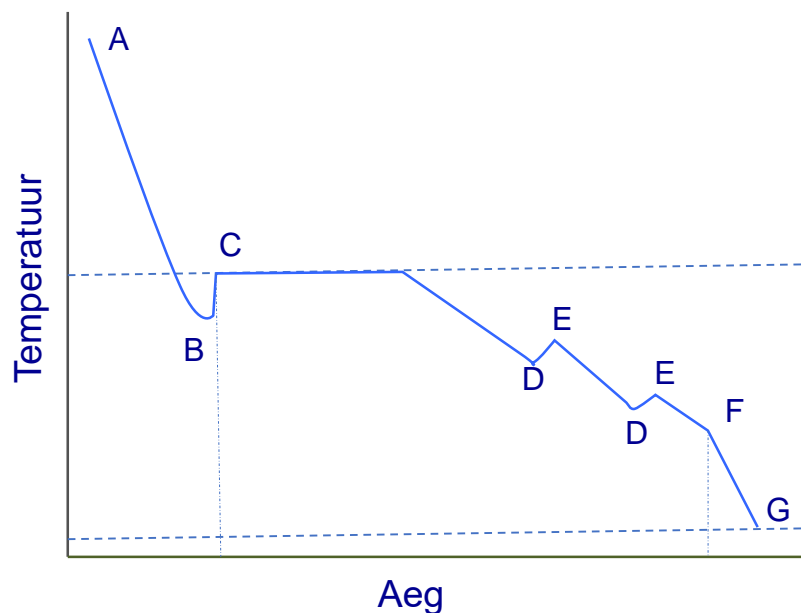
Faasisiiret jahtumisel ei toimu!

Külmumine ehk jäätumine on vee ja vesilahuste tahkesse olekusse ülemineku protsess, Tekivad jääkristallid

Vee jahtumine ja külmumine



Toiduaine jahtumine ja külmumine



- 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
- DF- üks lahustest jõuab küllastumiseni ja kristalliseerub. Varjatud soojuse vabanemine suurendab alles jäänud lahuse eutektilist temperatuuri
- FG- jätkub kristallisatsioon

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

Vee kristallumine ja klaasistumine

A- puhta vee molekulid on väga liikuvad

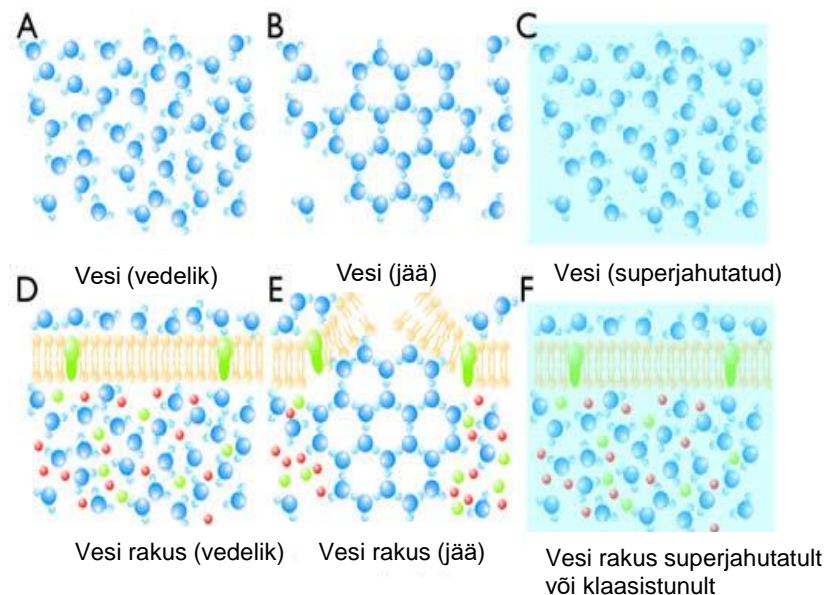
B- kui temperatuur langeb 0°C algab külmumistsentrite tekkimine ja kristallumine

C- külmumistsentrite tekkimiseni võib vesi jahtuda ka alla 0°C ehk allajahtuda

D- ka rakusisese 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/>

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

Külmutamismäärade klassifitseerimine

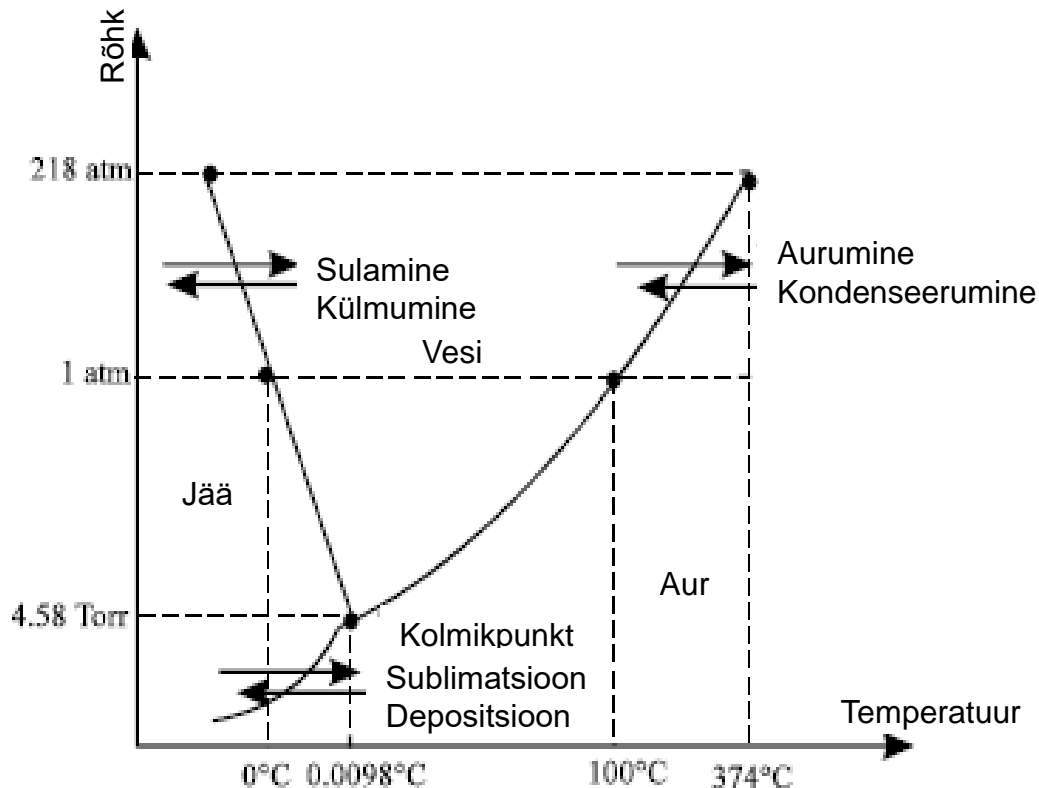
Kiirkülmutamine 50 °C /min (vedel lämmastik)

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

Aeglane külmutamine 0,14 °C/ min

Puhta vee rõhu-temperatuuri faasidiagramm

Sublimatsioon hakkab toimuma, kui aururõhk ja jääpinna temperatuur on madalamad kui kolmikpunktis (4,58 mm Hg, 0,01° C)



(4)

Materjali külmumistemperatuuri teadasaamise võimalused

- Teoreetilise termodünaamilise väärtuste alusel (tehnika- ja keemiaalane kirjandus)
- Küromikroskoobiga
- Diferentsiaalne skaneeriv kalorimeeter (DSC)
- Mõõtes toote temperatuuri ja elektrilist takistust külmuvas tootes (Rx %)

www.martinchrist.de

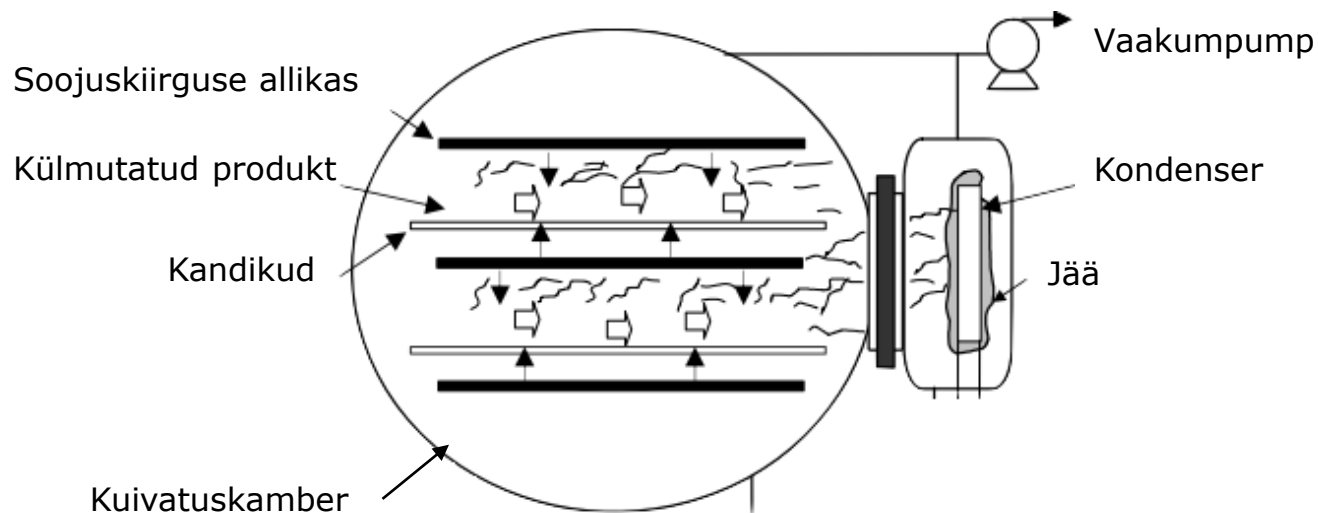
Primaarne kuivatusfaas

- Esmases kuivatusfaasis alandatakse kuivatuskambri rõhku mõne millibaarini ja alustatakse jäätunud materjali soojendamist, mis põhjustab sublimatsiooni protsessi.
- Eralduv veeaur püütakse kinni madalal temperatuuril (tavaliselt alla $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$) hoitavaal kondensaatorkehal.
- Soojendamisel tuleb silmas pidada, 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.

Sekundaarne kuivatusfaas

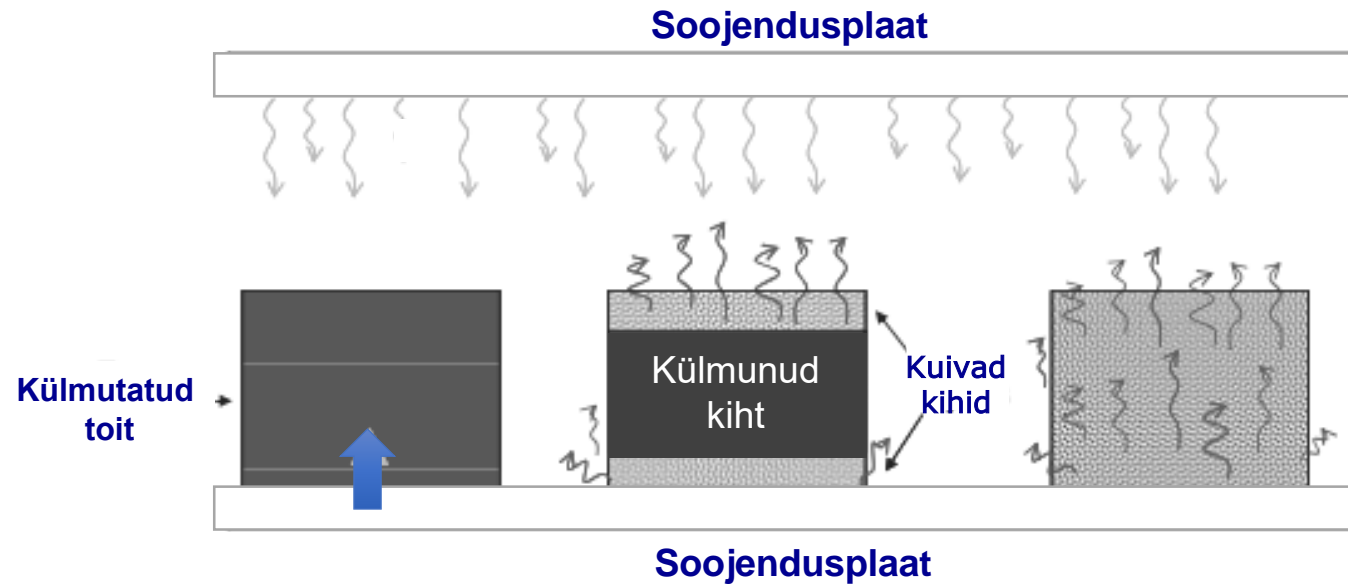
- Sekundaarse kuivatamise eesmärk on eemaldada materjalis absorbeerunud veemolekulid ehk jääkniiskus.
- Absorbeerunud vee eraldamiseks tõstetakse temperatuur kõrgemale kui primaarses etapis ja kuivamisprotsessi võimendamiseks suurendatakse ka vaakumi sügavust.
- Sekundaarne kuivatusfaas kestab 30-50%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

Külmkuivati skemaatiline esitus



(5)

Külmkuivatusfaasid



(6)

Külmkuivatamise positiivsed aspektid

- Vesi on kogu külmkuivatamise protsessi ajal tahkes olekus ning kaitseb toote esmast struktuuri, võimaldades säilitada toote algse kuju minimaalse mahu vähenemisega.

Enne



Pärast



- Kuna külmkuivatatav toode on jahutatud madalale temperatuurile ning temas puudub vedel vesi, peatuvad protsessi läbiviimisel halvenemist põhjustavad keemilised ja mikrobioloogilised reaktsioonid, mistõttu säilib toote algne kvaliteet.
- Külmkuivatamine võimaldab saada võrreldes traditsiooniliste kuivatusmeetodite kasutamisega parima kvaliteediga tooteid. (1)

Külmkuivatatud materjali eelised

- säilib võimalikult suurel määral originaalkuju, värv, maitse, tekstuur ja toitained
- kiire tagasi veetustamine
- kergekaalulisus, hõlpsasti käsitletav ja transporditav
- transportimise ja ladustamise ajal ei ole vaja hoida madalal temperatuuril
- pikk säilivusaeg

Peamised külmuivatavad tooted

- Kohv, tee ja muud ekstraktid ja vedelikud



Ginkgo Biloba Extract



<https://www.123rf.com>
<http://www.andybiotech.com>

Peamised külmuivatatavad tooted

- Köögiviljad, puuviljad ja marjad



<http://foodinjars.com/2016/04/harvest-right-home-freeze-dryer/>

Peamised külmuivatatavad tooted

- Liha, kala ja mereannid



<http://www.freeze-dry.com/services/bulk-freeze-dried-meat/>
<https://www.pinterest.com/pin/739716307516533203/>

Peamised külmuivatavad tooted

- Valmistoidud



<http://www.jjdean.com/ykebuo19135/19142OfaMIU/>

Peamised külmuivatatavad tooted

- Piimatooted (jäätis, jogurt)



<https://theepicenter.com/mountain-house-freeze-dried-neapolitan-ice-cream.html>
<https://harvestright.com/blog/delicious-freeze-dried-yogurt-drops/>

Peamised külmuivatatavad tooted

- Farmaatsiatooted



<https://www.gea.com/en/stories/freeze-drying-fundamentals.jsp>

Peamised külmuivatatavad tooted

- Värvained



<https://www.naturalis.no/>

<https://buddymantra.com/top-8-ways-clear-acne/>

<https://www.amazon.com/Organic-Freeze-Dried-Spirulina-Powder/dp/B011JAA69E>

Külmkuivatusseadmed

- Kodumajapidamisele



Hindade suurusjärg
2000-4000 EUR

<https://harvestright.com/>

Külmkuivatusseadmed

- Laboriseadmed

Hinnad algavad 4000 EUR ja hindade ülemine piir ületab 100 000EUR



<http://www.hinotek.com/lab/scientz-10n-ordinary-multi-pipeline-desktop-freeze-dryer/>
<https://www.spscientific.com/>
<http://secovina.com/en/may-dong-kho-thi-nghiem-sublimator-5-902999.html>

Külmkuivatusseadmed

Pilootsed tootmiseseadmed



<https://www.gea.com/en/news/trade-press/2018/new-freeze-dryers-pilot-plant-anuga-2018.jsp>
https://www.spscientific.com/Products/Freeze_Dryers/

Külmkuivatusseadmed

- Tsükkeltootmiseseadmed

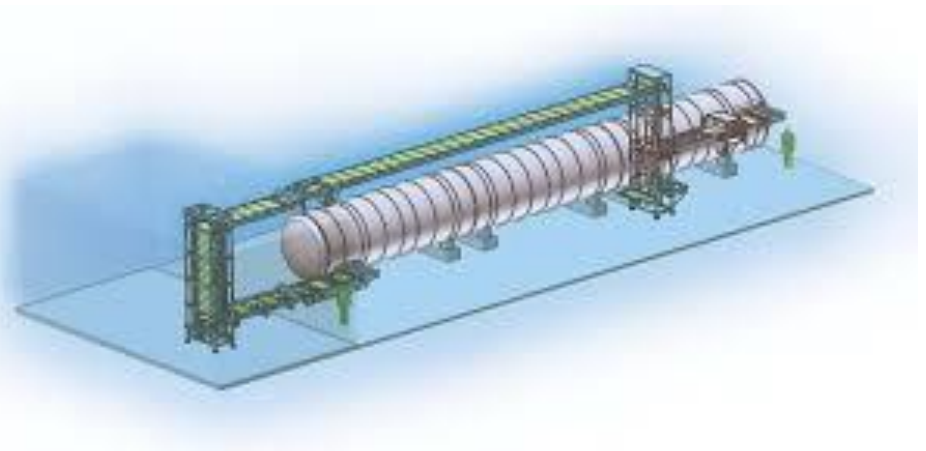


<https://www.gea.com/en/products/ray-freeze-dryer.jsp>

<http://coolvacuum.es/en/food-industry/>

Külmkuivatusseadmed

- Tootmisseadmed pideva tsükliga



<https://www.gea.com/en/products/conrad-freeze-dryer.jsp>

[http://www.christianberner.se/\\$-1/file/leverantorer/gea/dokument/frystorkning-conrad-en.pdf](http://www.christianberner.se/$-1/file/leverantorer/gea/dokument/frystorkning-conrad-en.pdf)

Bioaktiivsed ühendid

- Bioaktiivne ühend on keemiline ühend, millel on teatud regulatoorne toime organismide ainevahetuse protsessidele
- Tekivad taimedes nende sekundaarse ainevahetuse käigus ning ei ole vajalikud taimede igapäevaseks funktsioonide täitmiseks⁽⁷⁾
- Olenevalt bioaktiivsusest võib bioaktiivsete ühendite mõju inimesele olla nii positiivne kui negatiivne⁽⁸⁾

Vitamiinid

- Vitamiinid on asendamatud mikrotoitained, mis on mikrokogustes igapäevaselt vajalikud organismide füsioloogiliste protsesside toimimiseks
- Vitamiinid jaotatakse kaheks: vesilahustuvad ja rasv lahustuvad
- Tänapäevaks tuntakse üle 20 vitamiini

<https://www.meravita.ee/vitamiinid/>

Antioksidandid

Antiosüdandid-keemiline ühend, mille molekul on võimeline aeglustama või takistama teiste molekulide ja prooksidantide oksüdatsiooni.

Antioksidandid kaitsevad keharakke vabade radikaalide kahjustuste eest ja seetõttu kontrollivad ka vananemiskiirust

Antotsüaanid

Antotsüaanid on looduslikud, vees lahustuvad punased ja lillad mittetoksilised pigmendid

Antotsüaanid osalevad ka organismi kaitsmises närvisüsteemi ja südameveresoonkonna haiguste, vähi ning diabeedi eest

Polüfenoolsed ühendid

- Polüfenoolsed ühendid on antioksidandid ja vähendavad organismis vabade radikaalide kahjustavat toimet,
- Võitlevad vähirakkudega ning inhibeerivad angiogeneesi (vähki toitvate uute veresoonte kasvu)
- Kaitsevad nahka UV-kiirguse eest
- Toetavad ajutegevust, kaitsevad dementsuse eest
- Aitavad tagada normaalse veresuhkru taseme

Ellagitanniinid

- Antibakteriaalsed
- Lai vähivastane toimespekter (pahaloomuliste rakkude levimise vältimine või aeglustamine ümbritsevasse kudedesse; antimutageenne ja antioksideeriv toime)

Mõned bioaktiivsust iseloomustavad näitajad

	Antioksidantsus % DPPH; ABTS
Maasikas	35,1
Vaarikas	54,1
Must sõstar	81,2
Viinamari	24,5
Piparmünt	43,7
Küüslauk	51,5

	C vitamiini sisaldus mg/100g
Maasikas	58
Vaarikas	24
Must sõstar	181
Viinamari	10
Piparmünt	32
Küüslauk	31

	Ellagitanniin mg/100g
Maasikas	65-85
Vaarikas	95-175

	Polüfenoolide sisaldus mg/100g
Maasikas	148
Vaarikas	457
Must sõstar	670
Viinamari	182

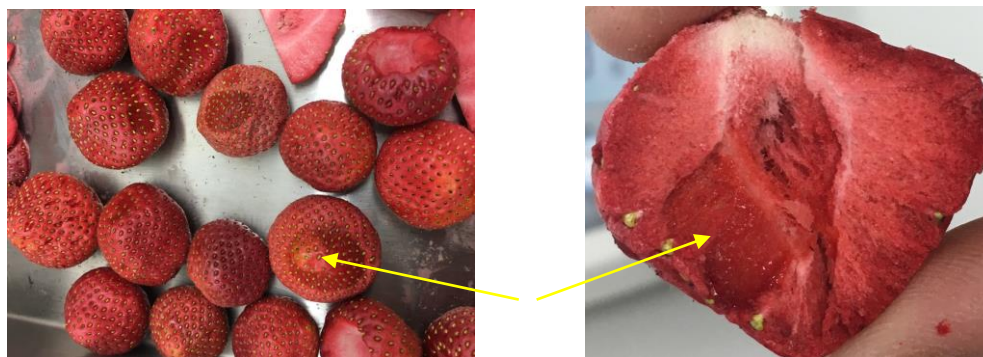
Ülevaade maasika, vaarika, must sõstra, viinamarja, küüslaugu, õuna ja piparmündi külmuivatuskatsetest

mai 2017 kuni juuli 2018

Maasika külmkuivatuskatsed



Maasika külmkuivatuskatsed



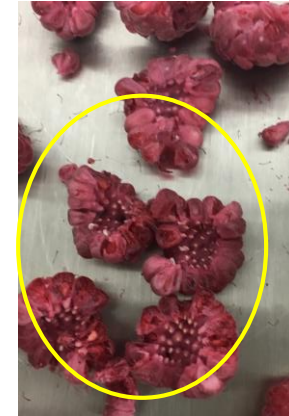
Maasika külmkuivatuskatsed



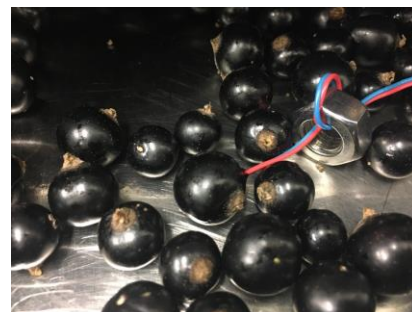
Maasika külmuivatuskatsed



Vaarika külmuivatuskatsed



Must sõstra külmuivatuskatsed



Viinamarjade külmuivatuskatsed



Viinamarjade külmuivatuskatsed



Õunte külmuivatuskatsed



Piparmündi külmuivatuskatsed



Küüslaugu külmuivatuskatsed



Pakendi valimine.

Külmkuivatatud marjade, puuviljade ja maitsetaimede pakendamiseks sobilikud pakendid.

Pakend

Pakendiks võib olla mistahes materjalist toode, mida saab kasutada hoidmiseks ja käitlemiseks

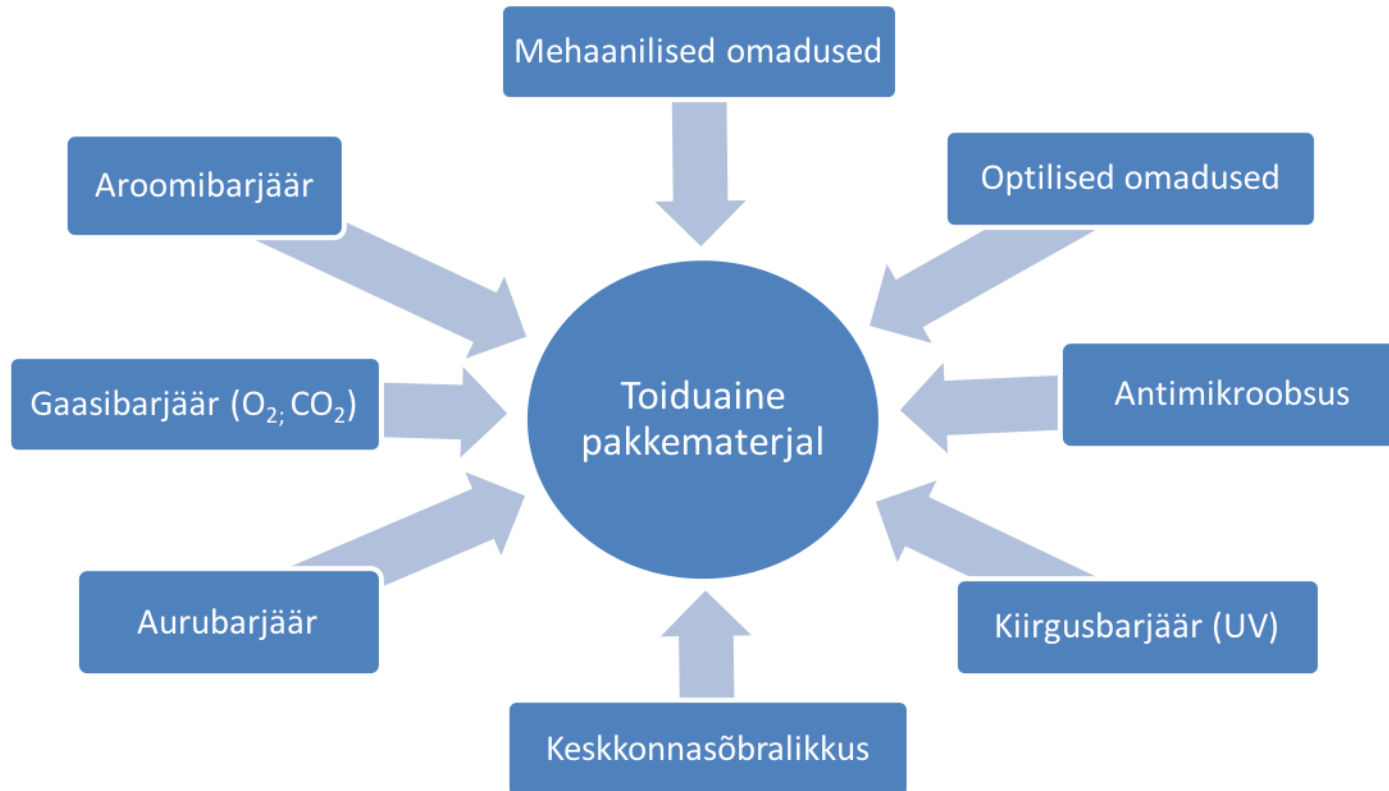


Toiduaine pakend

Toiduainete pakendite peamised ülesanded on tagada toiduaine kvaliteet ja kaitsta teda väliste mõjude ja kahjustuste eest nii ladustamisel kui transpordil.

Pakend peab olema ka teabekandjaks pakendatud tootele. (10)

Peamised omadused, millele toiduainete pakkematerjalide juures tähelepanu pööratakse



Toiduaine

võib säilitamisel ja transportimisel saada kahjustatud kahel peamisel viisil:

1. Füüsiliselt- löögi, vibratsiooni, surve, jms tagajärjel.
2. Keskkonnast tingitult- temperatuuri, valguse, niiskuse, mikroorganismide, jms tõttu.

Toiduainete pakendite peamised ülesanded on tagada toiduaine kvaliteet ja kaitsta teda väliste mõjude ja kahjustuste eest nii ladustamisel kui transpordil.

Toiduaine pakend peab tagama toidu piisava säilimise



<http://www.junksupply.com/>
<https://www.livescience.com/>
<https://global.kegworks.com/>
<https://www.amazon.com/Small-Plastic-Hinged-Container-Sandwich>
<https://www.amazon.com/USPak-Natural-Pouches-Window-Storage/dp/B01KIUULLE>

Külmkuivatatud toiduainete säilitamisel tuleb teada

Külmkuivatamine loob sobimatu keskkonna mikroorganismide eluks.

Ilma piisava koguse vee ja hapnikuta mikroorganismid kasvada ei saa .

Valguse ja soojuse mõju vähendades väheneb võimalus külmkuivatatud toote riknemiseks veelgi.

Külmkuivatatud tootel on kolm peamist vaenlast: vesi, hapnik ja valgus

TOOTE PIKAKS SÄILITAMISEKS ON OLULINE TAGADA:

- Kaitse niiskuse eest
- Kaitse hapniku eest
- Kaitse UV kiirguse toime eest

Pakkematerjali headust iseloomustavad kriteeriumid

WVTR ehk MVTR Veeauru ehk niiskuse ülekande määr
(Water and Moisture Vapor Transmission Rates)
Iseloomustab veeauru barjäärast läbivus $\text{g/m}^2/24\text{h}$

O_2TR ehk OTR Hapniku ülekande määr
(Oxygen Transmission Rate)
Iseloomustab hapniku barjäärast läbivus $\text{cc/m}^2/24\text{h}$

Kuivatatud toiduainete säilitamiseks sobivad pakkematerjalid mille
WVTR ja OTR on väiksem kui 1

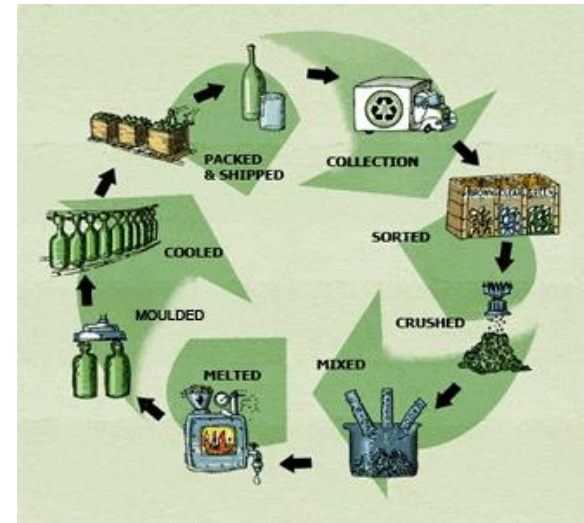


<https://www.webpackaging.com/>

- Klaasist ja metallist valmistatud pakendid omavad maksimaalseid barjääre, neil on head mehhaanilised omadused ning nad on taaskasutatavad.



<http://en.litasa.com/metal-packaging/>



<https://www.pinterest.com/>

- Klaasi ja metalli miinuseks pakkematerjalina kasutamisel on nende suhteliselt kõrge kaal.

Polümeersed kiled on erinevate barjääriomadustega ning neist väga väheste barjääriomadused on sellised, mis vastavad külmuivatatud toodete pikemaajalise säilitamise nõudmistele

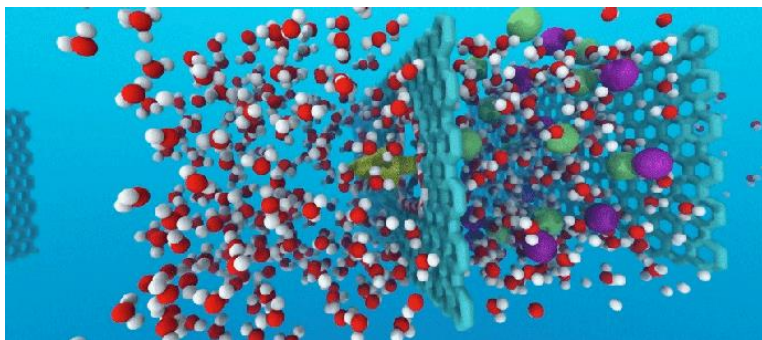
Parimate omadustega kilede saamiseks lamineeritakse materjalid kihtidena
Kilede OTR ja WVTR näitajad

Film	OTR	WVTR	Specification (μm)
PET	110	15	12
PET/PE	0.93 to 1.24	0.248 to 0.372	12/50
PET/PVDC/PE	0.33	0.132	12/4/50
PET/PVAL/PE	0.13	0.26 to 0.39	12/3/50
PET/EVOH/PE	0.06	0.134 to 0.268	12/5/50
PET/Al-met/PE	0.06 to 0.12	0.006 to 0.03	12/-/50
PET/SiO _x	0.006 to 0.06	0.0024 to 0.06	12/-
PET/Al-foil/PE	0	0	12/9/50

PE = polyethylene low density; PVDC = poly(vinylidene chloride); PVAL = poly(vinyl alcohol); EVOH = ethylene vinyl alcohol; Al-met = aluminum metallization; SiO_x = silicon oxide; Al-foil = aluminum foil.

http://www.ift.org/~/media/knowledge%20center/science%20reports/scientific%20status%20summaries/innovative%20food/table_1.jpg

- Inimkond arendab pidevalt välja uusi kergeid polümeerseid materjale eesmärgiga saavutada maksimaalse barjääriga kergeid ja vastupidavaid pakendeid mida on võimalik taaskasutada.

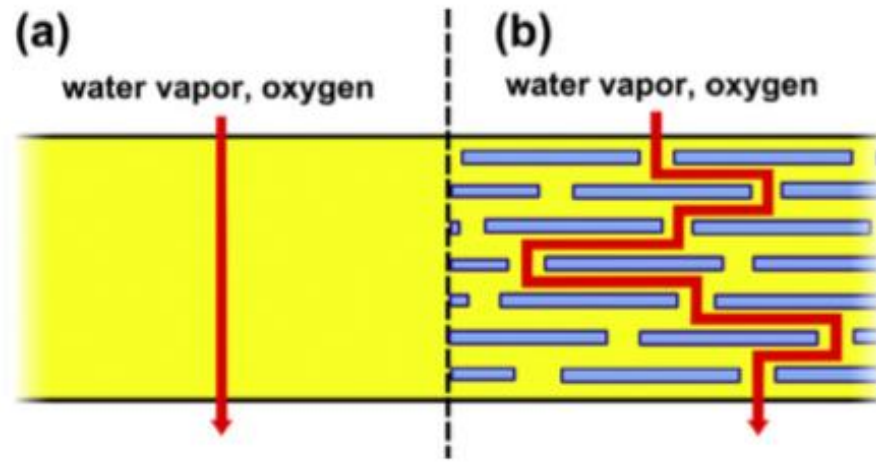


<https://ocw.mit.edu/>



<https://engineering.jhu.edu/>

Paisutatud savi nanoosakeste mõju polümeermaatriksile



(11)

- (a) gaasimolekulide difusiooni on kile orientatsiooniga risti
- (b) gaasimolekulid peavad liikuma ümber impregneerivate nanoosakeste

Külmkuivatatud toiduaine pikemaajaliseks säilitamiseks sobivad pakkematerjalid



<http://www.junksupply.com/>
<https://www.livescience.com/>
<https://global.kegworks.com/>
<https://www.amazon.com/Small-Plastic-Hinged-Container-Sandwich>
<https://www.amazon.com/USPak-Natural-Pouches-Window-Storage/dp/B01KIUULLE>

Purgid külmuivatatud toiduainete pakendamiseks

Klaaspurgid



<https://harvestright.com/blog/creating-a-winter-emergency-food-storage-plan/>

Plekkpurgid



<https://www.outdoorequipments.com/products/three-pack-augason-farms-freeze-dried-sliced-strawberries-non-gmo-6-4-oz-10-cans>

Pehmepakid külmuivatatud toiduainete pakendamiseks



<http://aranfarming.eu>



<http://www.meki.ee>



<http://www.mahekauplus.eu>



<https://astronaut.com>

Suurpakendid külmuivatatud toiduainete pakendamiseks



<https://tacticalgear.com>



<https://www.sportsmansguide.com>



<http://www.wisefoodsupply.com>

Toiduaine füüsilist kahjustust
on kerge visuaalselt kindlaks teha



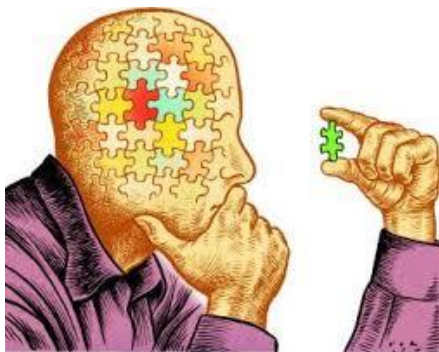
Kui toiduainet on hoitud valede
keskonnatingimustes, on seda
tihtipeale võimatu visuaalselt
tuvastada



<https://eggsupon-eggs.deviantart.com/>

Kaasaegne toiduainepakend vajadusel:

Mõteb meie eest

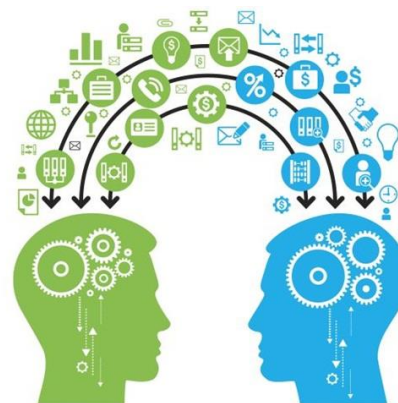


<https://bookboon.com/>

On võimeline toitu soojendama või külmutama

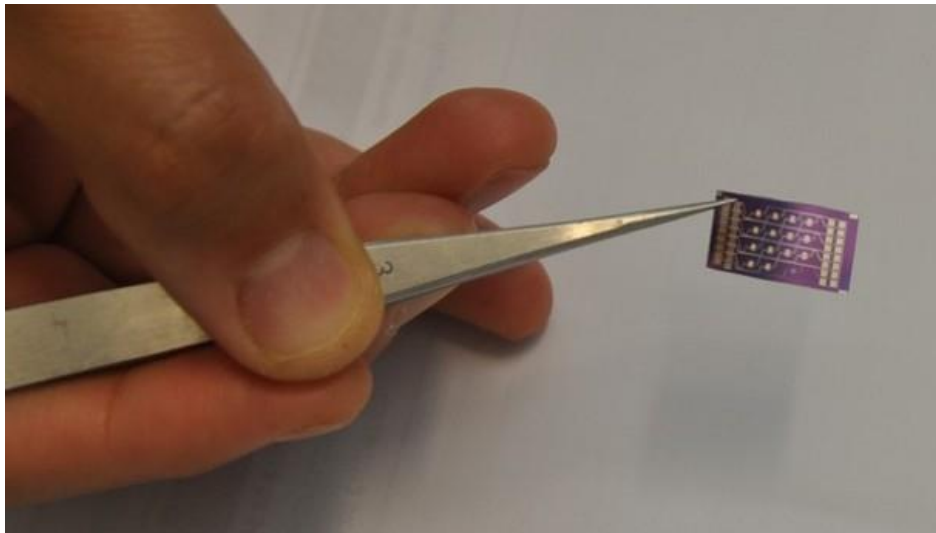


On hea - info jagaja, suhtleja



<http://www.automotive-fleet.com/>

Kallimate toodete nutikad pakendid on varustatud nanosensoritega, mis talletavad ja annavad pidevalt informatsiooni pakendis toimuva kohta.



Nanosensor with potential food safety use comes step closer 18-Jun-2013
A nanosensor that can detect airborne toxins in the food supply chain is to be further refined in a bid for commercial launch.
<http://www.foodqualitynews.com/R-D/Nanosensor-with-potential-food-safety-use-comes-step-closer>

Temperatuuri, aja, värskuse hindamise indikaatorite kasutamine on maailmas alles hoogu võtmas.

2017-2027 nähakse selliste indikaatoritele ligi 85% list kasutamise kasvu.



<http://www.coherentchronicle.com/>



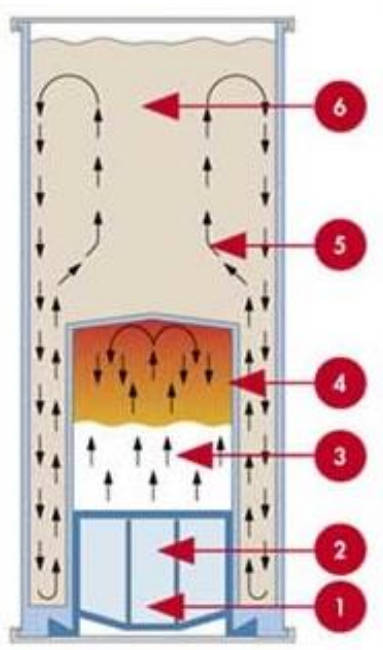
<http://www.tiptemp.com/>



<http://www.evidencia.com/>



Külmkuivatatud tootest sooja toidu või joogi valmistamine on nutikat pakendit kasutades imelihtne



1. Tarbija vajutab aktiveerimiseks nuppu
2. Vesi viiakse kokku CaO-ga
3. Algab CaO ja vee termiline reaktsioon
4. Koonus kuumeneb
5. Soojusvahetus purgi sisuga
6. Purgi sisu on 6-7 minutiga kuum



https://www.qualitydigest.com/aug05/articles/03_article.shtml
<http://newatlas.com/hot-can-self-heating-beverages/25646/>
www.hotcan.com

TRUETECH Self-Heating Technology toidu soojendamiseks kotis



TRUETECH Self-Heating Technology on patenteeritud Ameerika Ühendriikide relvajõudude poolt ja on kasutuses juba 1990 aastast

<https://heatermeals.com/how-self-heating-works/>

Toidu soojendamine suures pakendis



<http://comexcapital.com/rtefoods/>

Nutikas pakend külmuivatatud militaartstarbeliste toiduainete pakendamiseks



<https://tacticalfoodpack.com>

Snack Pack pakend võimaldab külmuivatatud toote hõlpsasti lisada jogurti pakendile



<https://www.hungryforever.com/drums-food-international-has-launched-epigamia-snack-packs/>

Ülevaade pakendimessil IPAC-IMA 2018 kogutud informatsioonist.



Messi küllastamise eesmärk oli saada ülevaade külmuivatatud toodete pakendiks sobivatest pakenditest, pakkematerjalidest ja vastavatest pakendifirmadest.

Quansheng Printing Factory



[Self-reliance zipper bag](#)



[Breathe valve coffee bag](#)



[Foil bag](#)

Address: No. 6, Jinlong Road, Dragon Industrial Zone, hut Town, Chaoan District, Chaozhou, Guangdong

Tel: +86-768-5813656

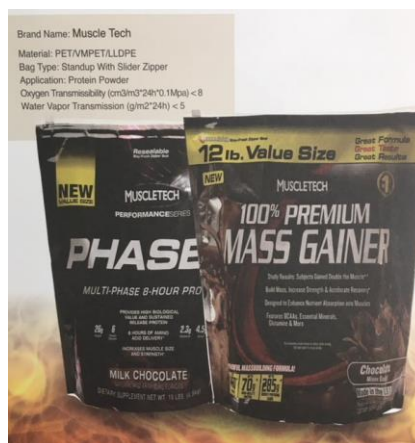
Mobile / Wechat: +86-13690012001

QQ: 3027574731

Fax: +86-768-5821161

E-mail : qsprinting@foxmail.com

XWpak



Address: 600# Lianying Road Songjiang Dist Shanghai, China
Tel: +86-21-57786060
phone/WhatsApp:
+86-17717617531
E-mail: info@xwpak.com

Mondi Consumer Packaging GmbH



BarrierPack Films

Group office
Marxergasse 4A
1030 Vienna
Austria
www.mondigroup.com
Tel: +43 1 790 13-0
Fax: +43 1 790 13-960

Guangdong weiya printing CO., Ltd



Guangdong Province Chaoan county
an Bu Zhen Mo Long Industrial Zone
info@weipack.com
www.weipack.com

Rongyi Plastic Packing Co.,Ltd



- Address:Wenli Industrial zone,Anbu town,Chaoan district, Chaozhou, Guangdong
- Country/Region:China
- Zip:515638
- Wechat: rongyipackaging

- Website:<http://www.rongyipacking.com>
- Bossgoo Showroom:<http://rongyipacking78.bossgoo.com>

Qingdao Rizone Plastic Products Co.,LTD



青岛日之容塑料制品有限公司

QINGDAO RIZONE PLASTIC PRODUCTS CO.,LTD

Tel: + 86 - 532 - 8775 - 3888

Fax: + 86 - 532 - 8775 - 3999

Zip code: 266109

Email: info@rizonepack.com

www.rizonepack.com

Guangdong Danqing Printing CO.,



www.packagingofchina.com



www.packagingofchina.com



www.packagingofchina.com

Add:Liulong industrial park,Chaoan county,Guangdong,China

Tel:0086-0768-5824558 5818125

whatapp:+86-15919563703

E-mail: sales@danqing.net / dan@danqing.net

China Web:<http://www.danqing.net>

<http://www.packagingofchina.com/>

English Web:<https://doypack.en.alibaba.com/>

Dongguan Huayuan Packaging Co., Ltd.



Add: Chashan Industrial Area, Chashan Town,
 Dongguan City, Guangdong Province, China
 Tel : +86-0769-88655288
 Fax: +86-0769-88655299
 Zip: 523373
 Email: sales@dghoyu.com

Guangdong chang xing packing industry co.,ltd.



Add: Left Side of Chaoshan Highway Hutou market, Chaozhou Guangdong China

Tel: +86-768-5924559

E-mail: cx1@ca-changxing.com

<http://www.ca-changxing.com>

<http://ca-changxing.en.alibaba.co>

Tasdeer-Holding Packaging Solutions



Capital Business Park
Building 6 - 4th Floor
26 July Corridor
Sheikh Zayed City
Egypt.
<http://www.tasdeer-holding.com/>

Fast sincere



No. 4 Jinzhuyuan Street, Changlong, Huangjiang Town, Dongguan City

Contact Information

Call us [+86 755 82595307](tel:+8675582595307)

Mail: Rachel@fastsincere.com

<http://www.flexiblepackagefactory.com>

Seade toidubatoonide valmistamiseks



GFT 0201 - 0401



Krüger & Salecker
Maschinenbau GmbH & Co. KG
Nieland 1
23611 Bad Schwartau
Germany
<https://kands.org>

Suur tänu kuulamise eest!



Euroopa Maaelu Arengu
Põllumajandusfond:
Euroopa investeeringud
maapiirkondadesse

Aiandusklaster MTÜ



Kirjandus

1. Ciużyńska A, Lenart A. Freeze-Drying - Application in Food Processing and Biotechnology - A Review. Polish J Food Nutr Sci. 2011.
2. Kasper JC, Friess W. The freezing step in lyophilization: Physico-chemical fundamentals, freezing methods and consequences on process performance and quality attributes of biopharmaceuticals. European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics. 2011.
3. Maldonado GP, Aguilera JM. CONSIDERATIONS OF ICE MORPHOLOGY AND DRIVING FORCES IN FREEZE CONCENTRATION.
4. Kuang-Cheng Yu, Chien-Cheng Chen, Pei-Cheng Wu. Research on Application and Rehydration Rate of Vacuum Freeze Drying of Rice. J Appl Sci [Internet]. 2011;11(3):535-41
5. Welte-Chanes J, Vergara-Balderas F, Pérez-Pérez E, Reyes-Herrera A. Fundamentals and new tendencies of freeze-drying of foods (Fundamentos y nuevas tendencias en la liofilización de alimentos).
6. Ratti C. Freeze-Drying Process Design. In: Handbook of Food Process Design. 2012.
7. Aksel, B. 2010. A brief review on bioactive compounds in plants. In: Bioactive compounds in plants - benefits and risks for man and animals. Oslo: The Norwegian Academy of Science and Letters, 11-17.
8. Guaadoui, A., Benaicha, S., Elmajdoub, N., Bellaoui, M. ja Hamal, A. 2014. What is a bioactive compound? A combined definition for a preliminary consensus. International Journal of Nutrition and Food Sciences, 3, 174-179.
9. Ismail T, Calcabrini C, Diaz AR, Fimognari C, Turrini E, Catanzaro E, et al. Ellagitannins in cancer chemoprevention and therapy. Toxins. 2016.
10. Coles R, Kirwan MJ, McDowell D. Food Packaging Technology. 2003;362.
11. Welte-Chanes J, Vergara-Balderas F, Pérez-Pérez E, Reyes-Herrera A. Fundamentals and new tendencies of freeze-drying of foods (Fundamentos y nuevas tendencias en la liofilización de alimentos).