



Kuivatamise meetodid ja mõju toote kvaliteedile.





# Kuivatamine

- Toiduainete konserveerimise meetod põhineb vee osalisel eraldamisel osmoosi, aurustumise või sublimatsiooni teel
- Toodete säilivus tagatakse veesisalduse vähendamisega toiduaines, mis takistab mikroorganismide kasvu ja biokeemilisi reaktsioone
- Väga energiamahukas  
Vee aurustumissoojus  $2,26 \text{ MJ/kg/100 } ^\circ\text{C}$   
atmosfäärirõhul  
Kuivatamine  $5\text{-}10 \text{ MJ/kg}$   
(Kuivatustehnika Poobus, A., Tiikma, T)
- Suur ajakulu 6-36 tundi
- Toodetel sõltuvalt niiskusesisaldusest pikk säilivus

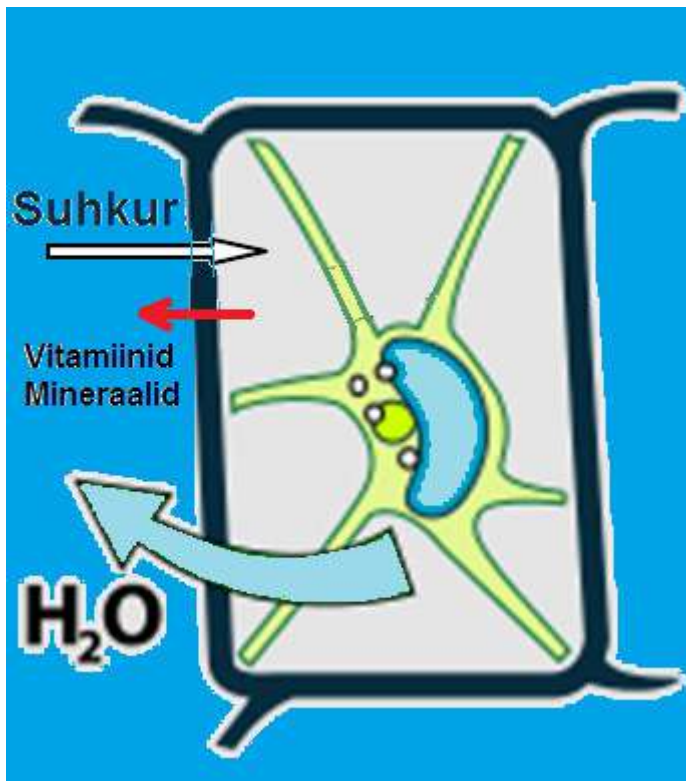


# Kuivatamise meetodid

- **Osmootiline kuivatamise meetod**- kasutatakse sagedasti eeltöötlusena enne soojuslikku puuviljade ja marjade kuivatamist. Meetod erineb oma olemuselt soojuslikest kuivatusviisidest, sest vesi eraldatakse puuviljadest ja marjadest loomuliku osmootsete rõhuerinevuste loomise teel.
- **Soojuslik kuivatamise meetod**-kulutatakse lisaenergiat puuviljades ja marjades sisalduva vee aurustamiseks. Selleks toimub kuivatusagensilt (õhk, kontaktpind, infrapuna- ja mikrolained) soojuse ülekanne ja levimine materjalis ning vee difusioon materjali pinnale, kus see aurustub.

# Osmootiline kuivatamine

- Osmoos-vee liikumine läbi terve selektiivse rakumembraani hüpertonilisesse (suhkur, sool) lahusesse



+

- Energia kokkuhoid 20-70 % (Kudra, 2009).  
2x (lahus 40° / kuivati 70° C) (Lenart and Lewicki 1988)
- Eraldab kuni 50% veest
- Paremini säilib värv, aroom ja struktuur

-

- Lisandub suhkrut tootesse

# Osmootiline meetod

## Mõjutavad tegurid

- Kontsentratsioon - 50-70%
- Lahuse omadused – molekulmass: maisisiirup, sahharoos (+sool), glükoos
- Lahuse kogus - 1:30 tööstuslikult (1:4)
- Lahuse liikumine – kiirendab vee eraldamist
- Temperatuur- 30-50 °C (suureneb membraani läbilaskvust, difusiooni, langetab viskoossust)
- Lahuse pH 3-6 – (max. pH 3, pektiini hüdrolüüs õuntel pH 2! ) (Contreras and Smyrl 1981)
- Menetlemise aeg - 3-5 tundi ( kiireim esimesel tunnil, tasakaal saavutatakse ca 20 tunni jooksul)
- Materjali suurus ja geomeetria - suurem pind kiirendab protsessi (ka suhkrut lisandub)
- Viljade füüsikalised ja biokeemilised omadused – parem poorsus /kiirem protsess
- Vaakum – kiireneb vee eraldamine
- Sort, küpsusaste – mõjutab oluliselt 25% (Hartel 1967)

# Osmotiline meetod

Table 1. Osmotic dehydrated fruits.

Raw material	Osmotic substances	Concentration of solute (%)
Pineapples	Saccharose	65
Bananas	Saccharose	65
	Saccharose	67 - 70
Blueberries	Saccharose	-
Pears	Glucose – Fructose syrup	60
	Starch syrup/Saccharose	70
Apples	Saccharose	59
	Fructose	60
	Glucose	51
	Starch syrup	70
	Fructose syrup	70
Berries	Saccharose	50
Mangoes	Sodium chloride	25
Apricots	Starch syrup/ Saccharose	70
Plums	Saccharic syrup	-
Cherries	Starch syrup / Saccharose	70
	Glucose / Saccharose	70

# Impregneerimine

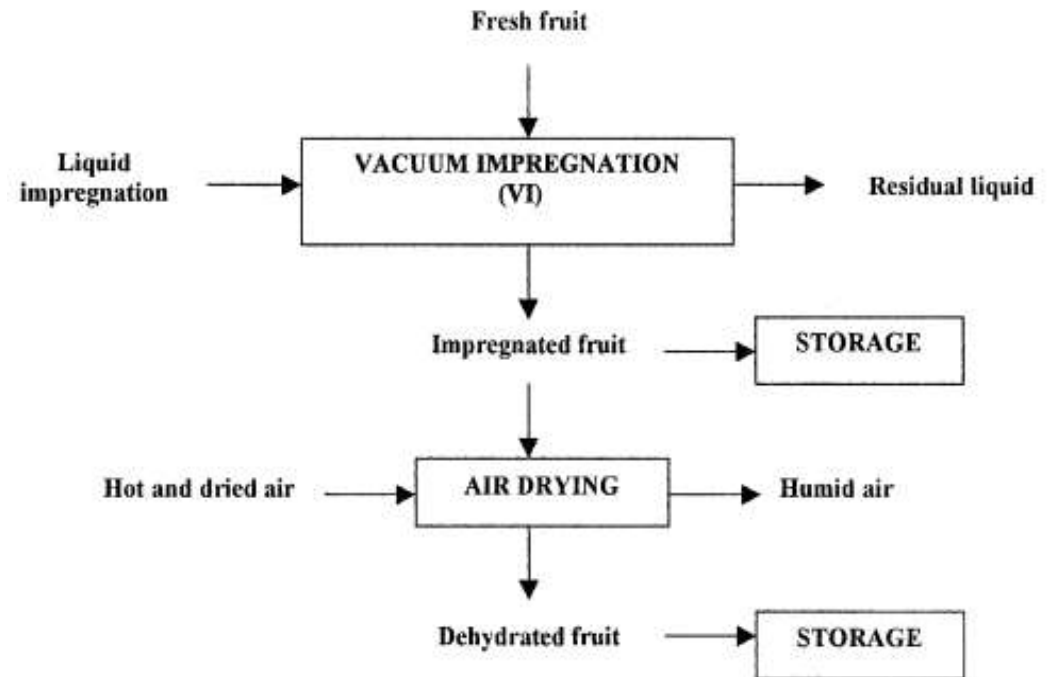


Fig. 1. Flow chart to produce probiotic-enriched dried fruit products.

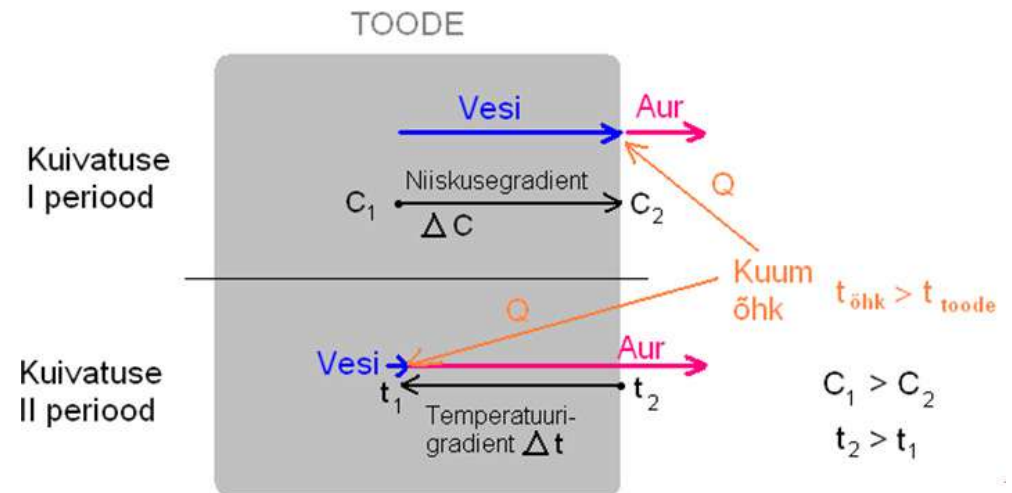
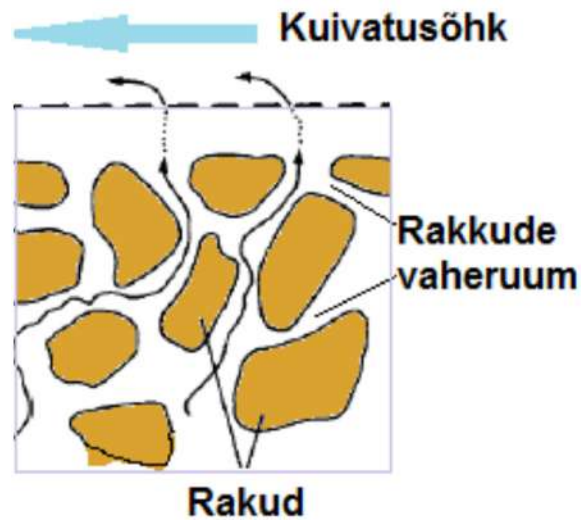


# Impregneerimine



- Vaakum 50 -600 mbar ,
- Temperatuur mitte üle 30 C
- Menetluse aeg: vaakum 10-120 min /imendumine üle 30 min
- Perspektiivsed poorsed materjalid: seened , õunad, baklažaan
- Saab lisada värvust, C-vit, probiootikume,

# Soojuslik kuivatamise meetod



Barrie Axtell, Drying food for profit. ITDG Publishing 2002

Tauno Mahla, EMÜ 2011

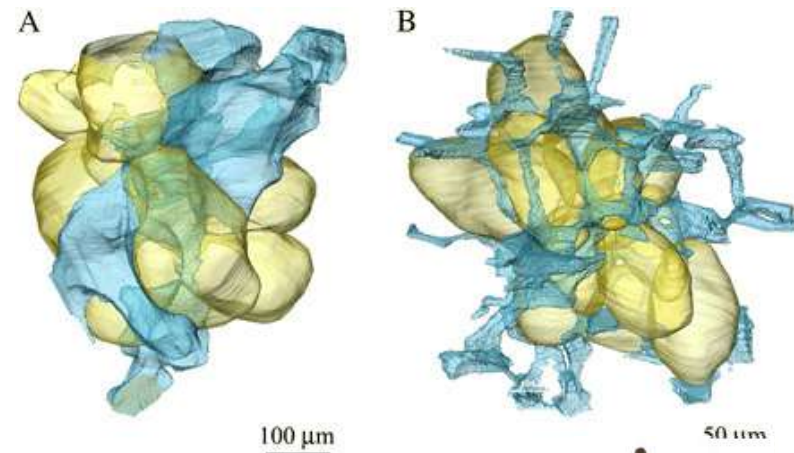
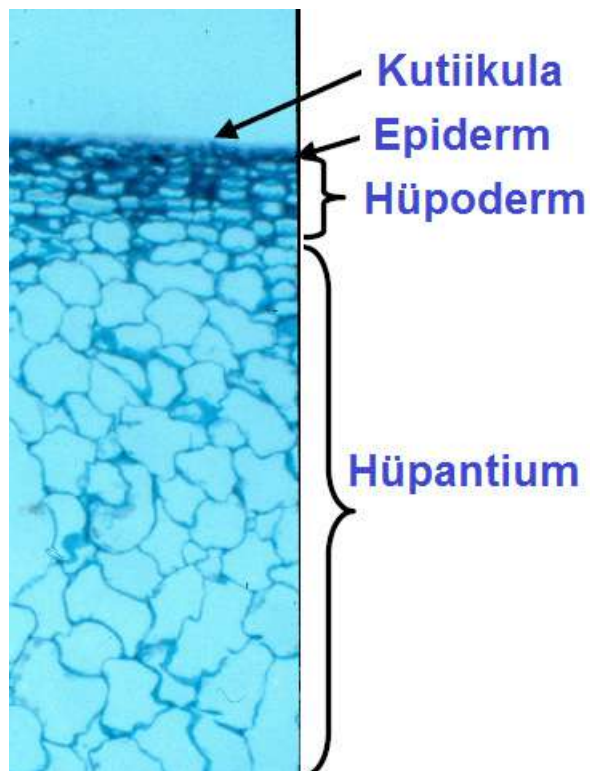
Kuivatusõhu liikumise kiirus 0,5 – 6 m<sup>3</sup>/sek/m<sup>2</sup>

# Viljade omadused

## Struktuur

Difusioon viljades  $m^2/sek$

- Õunad (värsked)  $0.9-28 \times 10^{-10}$  (Temp. 30-70° C)
- Maasikad (värsked)  $3.2-5.4 \times 10^{-10}$  (Temp. 55° C)  
(blanšeeritud)  $5.4-12.4 \times 10^{-10}$



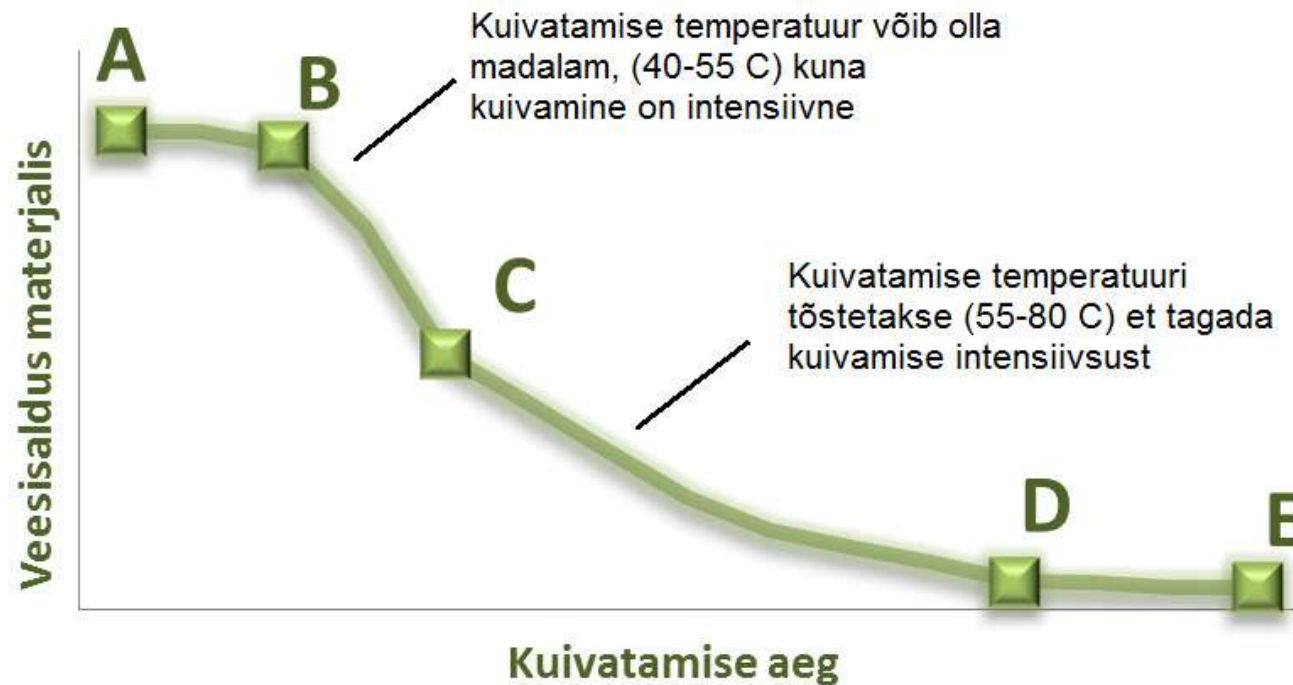
*Apple's inner structure in 3D*

*Credits: P. Verboven*



# Soojusliku kuivatamise kineetika

Barrie Axtell, Drying food for profit. ITDG Publishing  
2002



- A-B temperatuuri tõus materjali pinnal ja levimine materjali pinnakihis
- B-C ühtlase intensiivsusega kuivamisperiood
- C-D väheneva intensiivsusega kuivamisperiood
- D-E tasakaalulise niiskusesisalduse saavutamise periood

# Soojusliku kuivatamise kineetika

Table 1. Humidity content in apple slices and speed of water evaporation during drying.

Time (h)	Granny Smith		Idared		Jonagold	
	w (%)	$\Delta w/\Delta\tau$ (%/h)	w (%)	$\Delta w/\Delta\tau$ (%/h)	w (%)	$\Delta w/\Delta\tau$ (%/h)
0	86.8	0	84.6	0	85.0	0
1	74.6	12.2	80.2	4.4	76.8	8.2
2	61.1	13.5	67.3	12.9	59.4	17.4
3	35.9	25.2	38.9	28.4	48.0	11.4
4	17.6	18.3	34.5	4.4	28.2	19.8
5	16.5	1.1	21.2	13.3	20.6	7.6
6	9.5	7.0	12.3	8.9	10.9	9.7
7	9.0	0.5	9.8	2.5	10.4	0.5
8	7.6	1.4	8.5	1.3	7.7	2.7

w (%)-humidity content;  $\Delta w/\Delta\tau$  (%/h)-speed of water evaporation.

## Temperatuur puuviljade ja marjade konvektiivsel kuivatamisel

Kultuur	B-C	C-D	D-E
Õunad	45-60	70-80	60
Pirnid	45-60	kuni 80	50
Ploomid	45-55	kuni 85	60
Kirsid	45-50	kuni 75	
Maasikas	45-50	50-60	
Vaarikas	40-50	kuni 80	
Must sõstar	45-50	60-65	
Karusmarjad	40-50	kuni 80	
Mustikas	40-45	kuni 55	
Pihlakas, must aroonia	40-50	kuni 60	
Kibuvits	45-50 (100)	kuni 70	

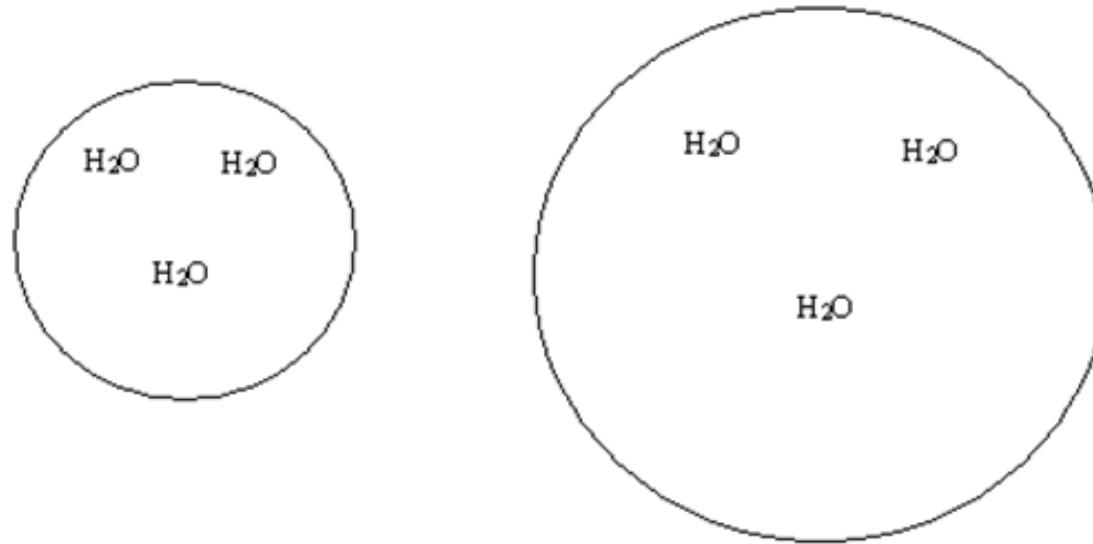
C°

## Temperatuuri mõju kuivamisel polüfenoolide sisaldusele

Temperatuur, C	Kuivamise aeg, tund	Polüfenoolide üldsisaldusmg/100 g dw
<b>Värsked õunad</b>	<b>0</b>	<b>224,82</b>
50 C	2	142,82
	7	127,79
	10	117,55
	14	98,09
60 C	2	156,73
	7	119,96
	10	96,15
	14	68,36
70 C	2	161,13
	7	99,28
	10	65,94
	14	43,02

# Temperatuur ja kuivatusõhk

Õhu soojenedes absoluutne niiskusesisaldus ei muutu, küll aga väheneb relatiivne niiskus.



Õhu relatiivne niiskus (RH) 60%  
Temperatuur 40 °

Õhu relatiivne niiskus (RH) 30 %  
Temperatuur 60 °

Kuivatusõhu temperatuur °C	Kuivatusõhu suhteline niiskus %	1kg kuivatusõhu teoreetiline võime siduda vett (g) küllastumiseni (RH 100%)
29	90	0.6
30	50	7,0
40	28	14.5
50	15	24.0

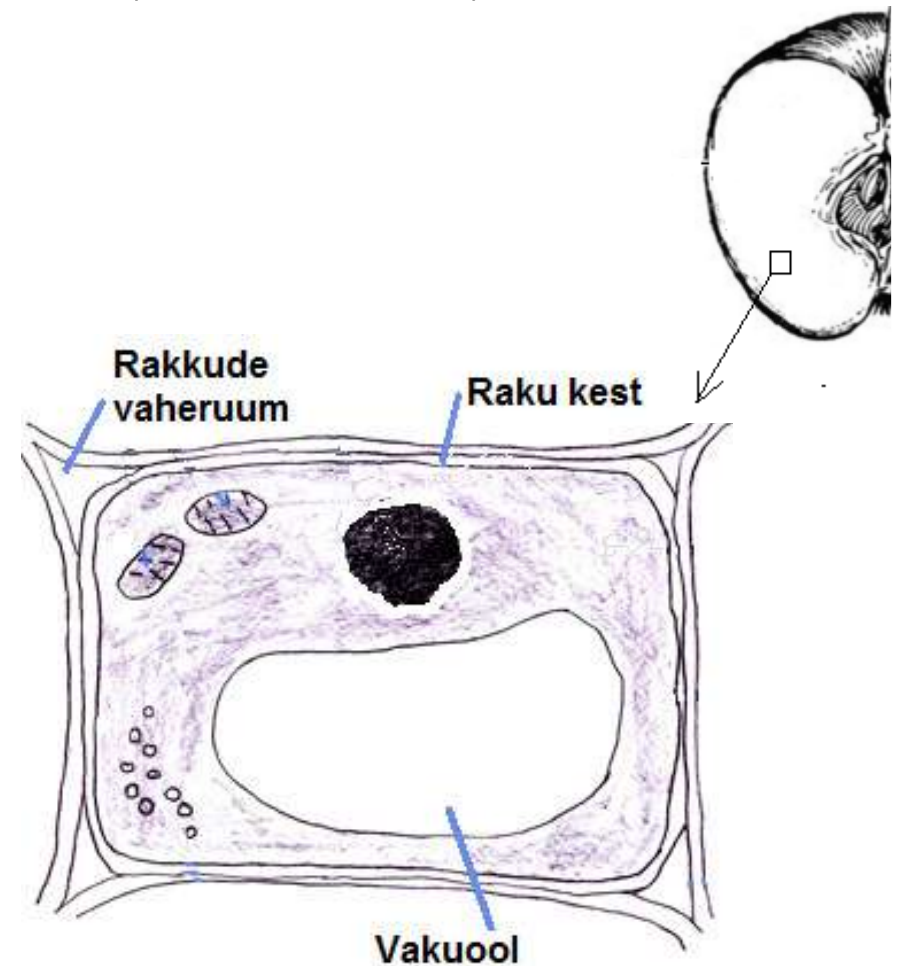


# Puuviljade ja marjade omadused

**Rohkelt** - vesi, süsivesikud, kiudained, vitamiinid, mineraalained, polüfenoolsed ühendid

**Vähe** – valgud, rasvad

Puuviljad ja marjad	Veesisaldus (%)
Õunad	75-90 %
Pirnid	80-89%
Ploomid	70-85%
Kirsid	80-86 %
Vaarikad	82-89%
Maasikad	85-92%
Mustikad	80-87%
Jõhvikad	86-88%
Must sõstar	78-87%



# Puuviljade ja marjade omadused

## Kõrge hapete sisaldus

Puuviljad ja marjad	Orienteeruv happesus pH
Õunad	3.0- 4.5
Pirnid	3.4-4.7
Ploomid	2.8-4.6
Kirsid	3.0-4.7
Vaarikad	3.0-4.0
Maasikad	3.0-4.0
Mustikad	3.0-4.5
Jõhvikad	2.3-3.0
Must sõstar	3.0-3.5

Haigustekitajad	Madalaim pH
<u>Staphylococcus aureus</u>	4.5
<u>Salmonella</u>	4.0
<u>Clostridium botulinum</u> , A and B	4.8
<u>Clostridium botulinum</u> E	5.0
<u>Clostridium perfringens</u>	5.0
<u>Vibrio parahaemolyticus</u>	4.8
<u>Bacillus cereus</u>	4.9

[http://aggie-horticulture.tamu.edu/commercial/food\\_processor/microbio.html](http://aggie-horticulture.tamu.edu/commercial/food_processor/microbio.html)

# Veesisalduse määramine toodetes

- Väikese kuivatiga- kuivatatakse konstantse kaalu saavutamiseni. Temp. 100-108 °C  
Alg- ja lõppkaalu vahe kaudu arvutatakse toodetes sisalduva vee protsent.

Meetod:

70 ± 1° C , vaakum ≤ 100 mm Hg, 6 tundi,

- (UN DETERMINATION OF THE MOISTURE CONTENT FOR DRIED FRUITS)

- Laboratoorselt - erinevad kuivatuskalud  
Halogeen, vaakum, infrapuna jt.



# Vee aktiivsus

Vee aktiivsuse väärtus ( $a_w$ ) näitab paremini vaba vee sisaldust tootes, mida mikroorganismid saavad kasutada elutegevuseks ja mis osaleb biokeemilistes reaktsioonides. Vee aktiivsuse indeks ( $a_w$ ) väärtused 0 kuni 1

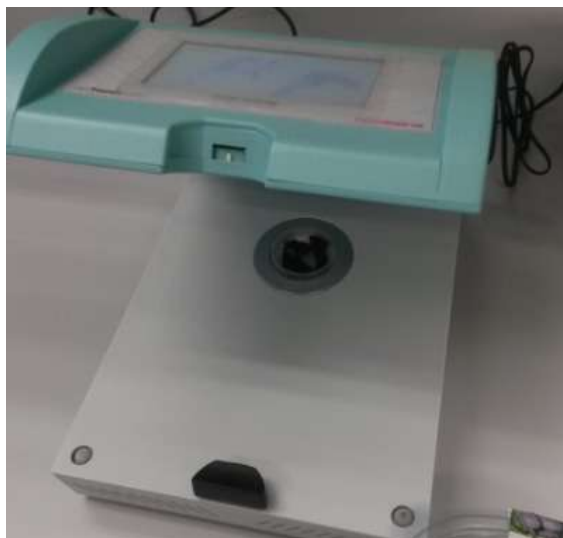
Veerikkad toiduained ( $a_w$ )  
üle 0.85

Keskmise niiskusesisaldusega  
toiduained ( $a_w$ ) 0.60 -0.85

Madala niiskusesisaldusega  
toiduained ( $a_w$ ) alla 0.60

Toode	$a_w$ väärtus
Värsked puuviljad ja köögiviljad	0.97 – 0.99
Värske liha	0.98-0.99
Leib	0.94 - 0.97
Jahu	0.76-0.87
Puuviljakook	0.73-0.83
<b>Kuivatatud puuviljad</b>	<b>0.40-0.80</b>
Kuivatatud liha	0.6-0.90
Suhkur	0.19

- Vee aktiivsus suureneb temperatuuri tõustes



- Vee aktiivsuse leidmiseks mõõdetakse ühesugusel temperatuuril veeauru rõhku toote pinnalt (P) ja puhta vee auru rõhk ( $P_0$ )
- Arvutatakse valemiga

$$a_w = P/P_0$$

Vee aktiivsust saab vähendada:  
 konservantide, suhkru, soola,  
 hapete lisamisel

Minimaalsed $a_w$ väärtused mikroorganismide kasvuks	$a_w$
<b>Bakterid</b>	<b>0.8-0.99</b>
<u><i>Clostridium botulinum</i></u> A, B	0.97
<u><i>Clostridium botulinum</i></u> E	0.97
<u><i>Pseudomonas fluorescens</i></u>	0.97
<u><i>Clostridium perfringens</i></u>	0.95
<u><i>Escherichia coli</i></u>	0.95
<u><i>Salmonella</i></u>	0.95
<u><i>Vibrio cholerae</i></u>	0.95
<u><i>Bacillus cereus</i></u>	0.93
<u><i>Listeria monocytogenes</i></u>	0.92
<u><i>Bacillus subtilis</i></u>	0.91
<u><i>Staphylococcus aureus</i></u>	0.86 <sup>[3]</sup>
<b>Hallitusseened</b>	<b>0.70</b>
<b>Pärmseened</b>	<b>0.75</b>
<b>Mikroorganismide kasv puudub</b>	<b>0.50</b>

# Veesisaldus kuivatatud viljades

- **Madala niiskusesisaldusega kuivatatud viljad**

Veesisaldus alla 15% (enamik tooted alla 10%)

Vee aktiivsus ( $a_w$ ) 0.4 - 0.5

Toote potentsiaalne säilivus 1-4 aastat



- **Keskmise niiskusesisaldusega kuivatatud viljad**

Veesisaldus 15-35 %

Vee aktiivsus ( $a_w$ ) 0.60 -0.70

Toote potentsiaalne säilivus 0,5-1aasta (lisaained)

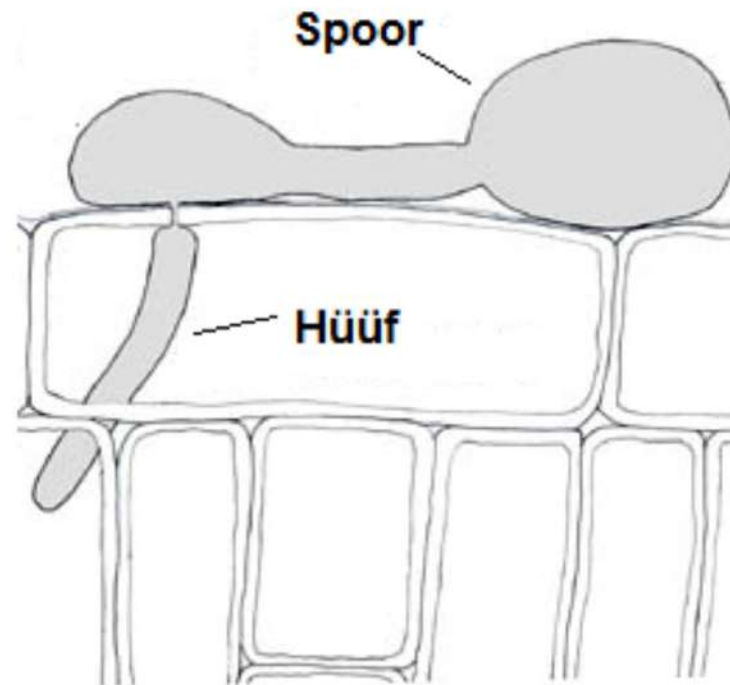


Minimaalne niiskusesisaldus mikroorganismide kasvuks

- Bakterid 20-30 %
- Pärmid, hallitusseened 10-15%

# Puuviljade ja marjade omadused

- Bakterid pH 7.0 (min. 4.0)  
Arenevad valdavalt adsidofiilsed bakterid
- Hallitusseened pH 4- 8,5 (kuni 1,5)  
Aspergillus, Penicillium
- Pärmseened pH 4-6



**Mükotoksiinid piirnormid 4µg/kg!!!**


Alatoksiinid B1, B2, G1,G2

Aflatoksiin B1

Ohratoksiin A \*

# Mikroorganismid kuivatatud puuviljades ja marjades

- Kuivatatud viljadel keskmiselt  $CFU/g < 10^3$   
(**Food microbiology: an introduction** By Thomas J. Montville, Karl R. Matthews)
- Vabariigi Valitsuse 25. mai 2000. a määruse nr 166 "Toidugruppide suhtes esitatavad mikrobioloogilised nõuded" muutmine)  
**KAOTANUD KEHTIVUSE !**
- KEHTIB (EÜ) nr 2073/2005



Bakterite üldarv	$10^5$
<i>Coli</i> -laadsed bakterid	$10^2$
<i>Escherichia coli</i>	0
Pärmseened	$10^2$
Hallitusseened	$m=10^3$
	$M=10^4$

CFU/g -kokkuleppeline ühik, mis väljendab minimaalset mikroobide hulka, mis on võimeline moodustama söötmel eraldiseisvaid pesi ehk kolooniaid (*CFU-colony-forming unit*)



# Standardid kuivatatud toodetele?

- **ISO 7701:1994**

<https://www.evs.ee/tooted/iso-7701-1994>

- **UNECE standard**

[http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trade/agr/standard/dry/Standards/16DriedApples\\_e\\_2012.pdf](http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trade/agr/standard/dry/Standards/16DriedApples_e_2012.pdf)

## **UNECE STANDARD DDP-16**

concerning the marketing and  
commercial quality control of

## **DRIED APPLES**

**2012 EDITION**



**UNITED NATIONS**  
New York and Geneva, 2012

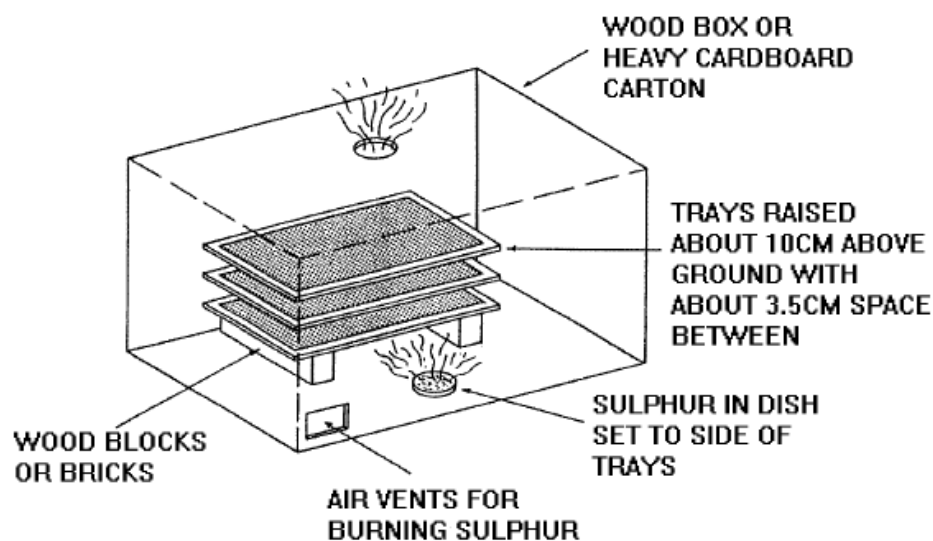
# Ensümaatiline pruunistumine

- Fenoolsete ühendite oksüdeerumine õhuhapnikuga mille toimetel tekib melaniin
- Pruunistumise takistamine: takistatud kui aw on alla 0.4
- Blanšeerimine 70-100°C, askorbiin- sidrunhappe lahus (alla 4 pH),
- Sulfitid E221, E222, E223, E224, E226, E227, E228



Fenoolsed ühendid + hapnik → Polüfenool-oksüdaas → kinoonid → melaniin

# Väävliühendite kasutamine



- Väaveldioksiidi ja sulfitite (E 220–224 ja E 226–228) puhul on piirnorm väljendatud väaveldioksiidina SO<sub>2</sub>, kõikidest võimalikest allikatest.
- Kui kogus ei ületa 10 mg/kg või 10 mg/l, loetakse ta toidus puudevaks.
- pirnid ja õunad, kokku 600 mg/kg;

Seadus: Toidus lubatud lisaainete loetelu ja piirnormid toidugruppide kaupa, lisaainete kasutamise tingimused ja viisid ning lisaainete märgistamise ja muul viisil teabe edastamise erinõuded ja kord<sup>1</sup> <https://www.riigiteataja.ee/akt/905492>



# Õunad

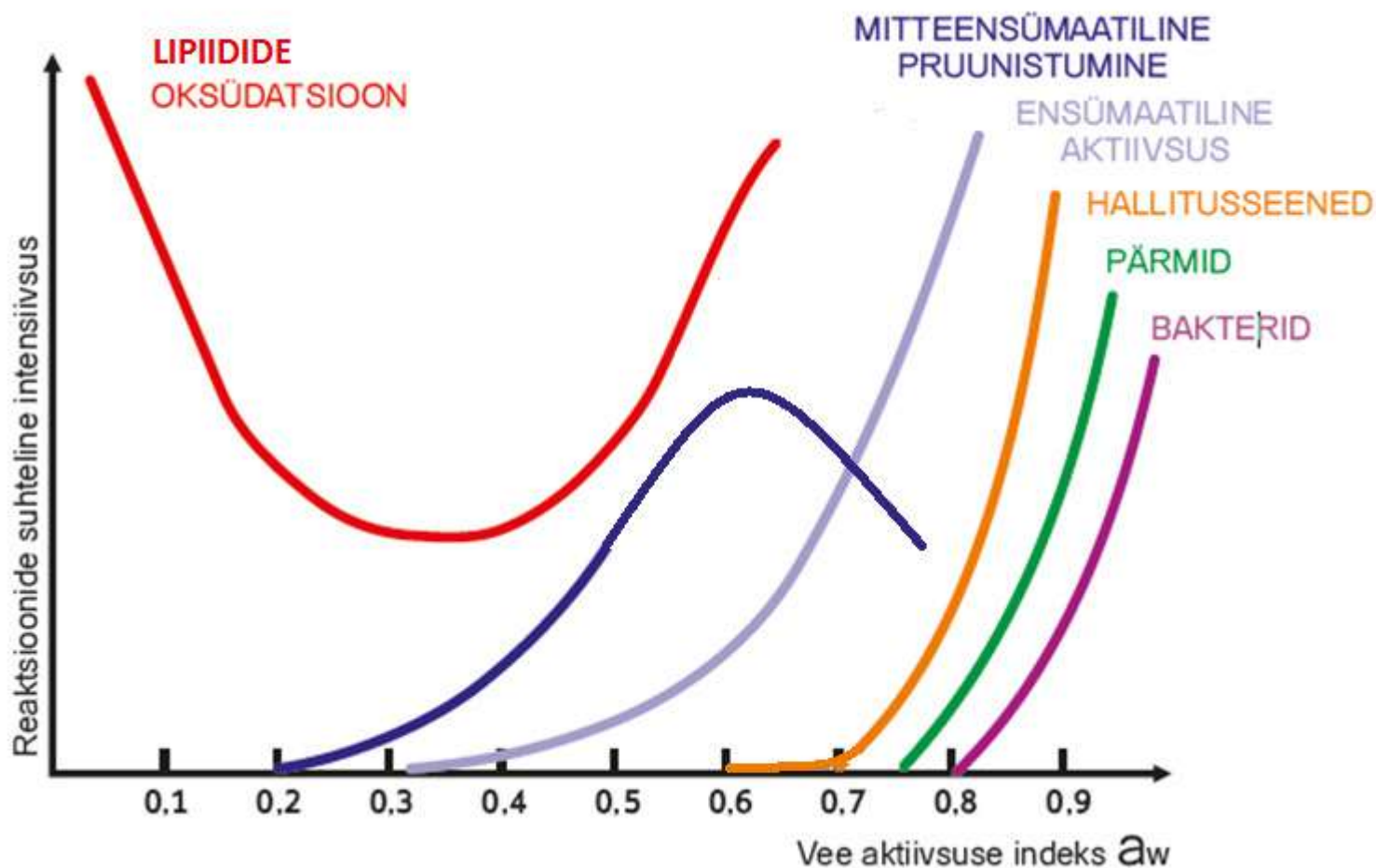
Tegevus	Mõõtmised	Väärtused
Õunte kaal enne kuivatamist	algkaal netto	1439 g
Pestud õuntelt eemaldati südamik ja viilutati koorega	viilu paksus jääkide kaal	4-5 mm 260g
Lisand	netto	ei
Kuivatamise temperatuur	temperatuur	40 C
Kassetivahetus	h	3 h
Kuivatamise aeg	kellaaeg	ca 6 tundi
Kaal	lõppkaal	164 g
Kuivatamise saagis	%	11,39%
Märkused: ebastandardised kuivatiste kaal 34 g		



# Mitte-ensümaatiline pruunistumine

- **Maillard'i reaktsioon** - pruunistumine leiab aset valkude koostises olevate aminohapete ja redutseerivate suhkrute reaktsioonil
  - reaktsioon max 15-30% , aw 0.5-0.8
  - kõrge temperatuur 50 C (ka toatemperatuuril)
  - pH (optimum: 6...7; toimib ka ~4...7)
- **Karamellistumine** – suhkrute pürolüüs (üle 100 °C) (vee eraldumine, isomeratisioon, polümeratsiooni protsess)
  - kõrgel temperatuuril (röstimisel)
- **Pruunistumise takistamine:**
  - Veesisalduse reguleerimine
  - Temperatuuri, pH langetamine
  - Vääveldioksiidi, sulfitite kasutamine

# Biokeemilised reaktsioonid ja mikroorganismide areng erinevatel vee aktiivsuse väärtustel



# Tootmisskeem



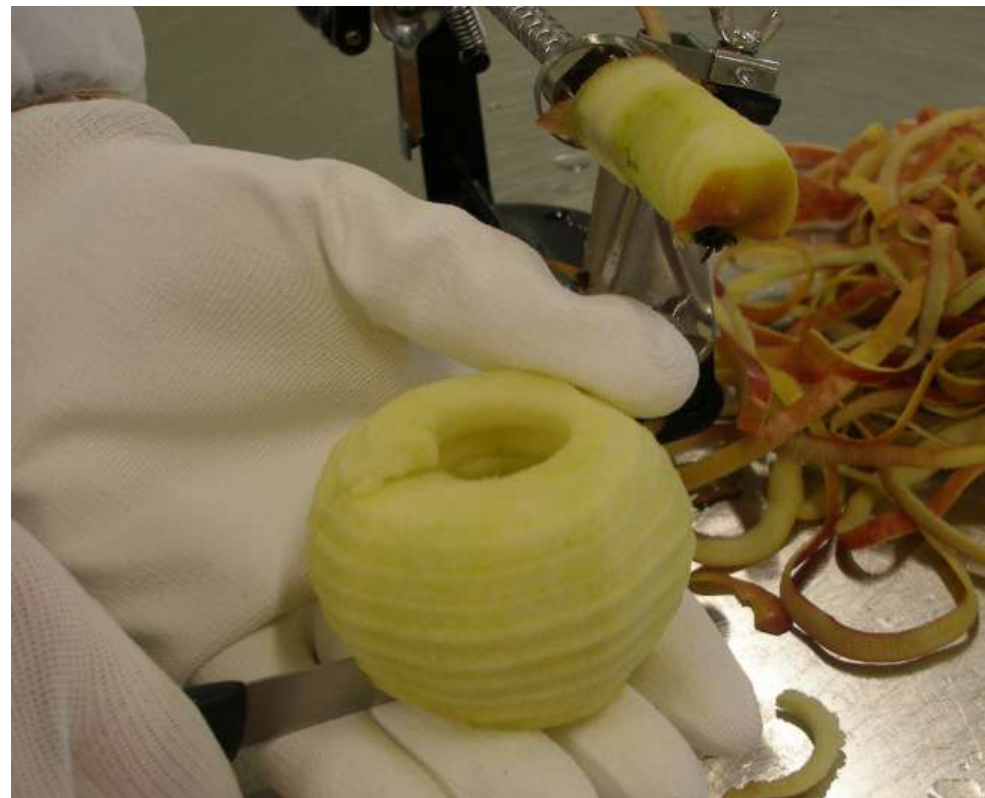
Õunte sorteerimine  
ja pesemine

Puuviljade  
ettevalmistamine

Kuivatamine

Peenestamine

Pakendamine





# Kuivatite klassifikatsioon

Ligi 50 erinevat kuivatitüüpi on praktilises kasutuses  
Kirjanduses käsitletakse üle 400 kuivati (Mujumdar 2008a)

Eeltöötlemise meetod	Töörežiimi järgi	Konstruktiooni tüüp	Soojuse ülekanne	Kambri rõhk	Kuivatusagents	Niiskuse eraldamine
Osmootiline kuivatamise meetod	Tsükel toimeline	Kamber	Konvektsioon	Atmosfääri	Õhk	Keskkonda
		Tunnel	Kontakt			
		Konveier	Radiatsiooniline	Vaakum	Põlemisgaas	Kondensatsioon
Blanšeerimine	Pidevtoimeline	Šaht	Kõrgsagedusvälja			
Külmutamine	Trummel	Ultraheli	Süvavaakum			
Ultraheli		Keevkiht	Akustiline	Ülekuumenenud aur	Silikageel	

# Solaarkuivatid

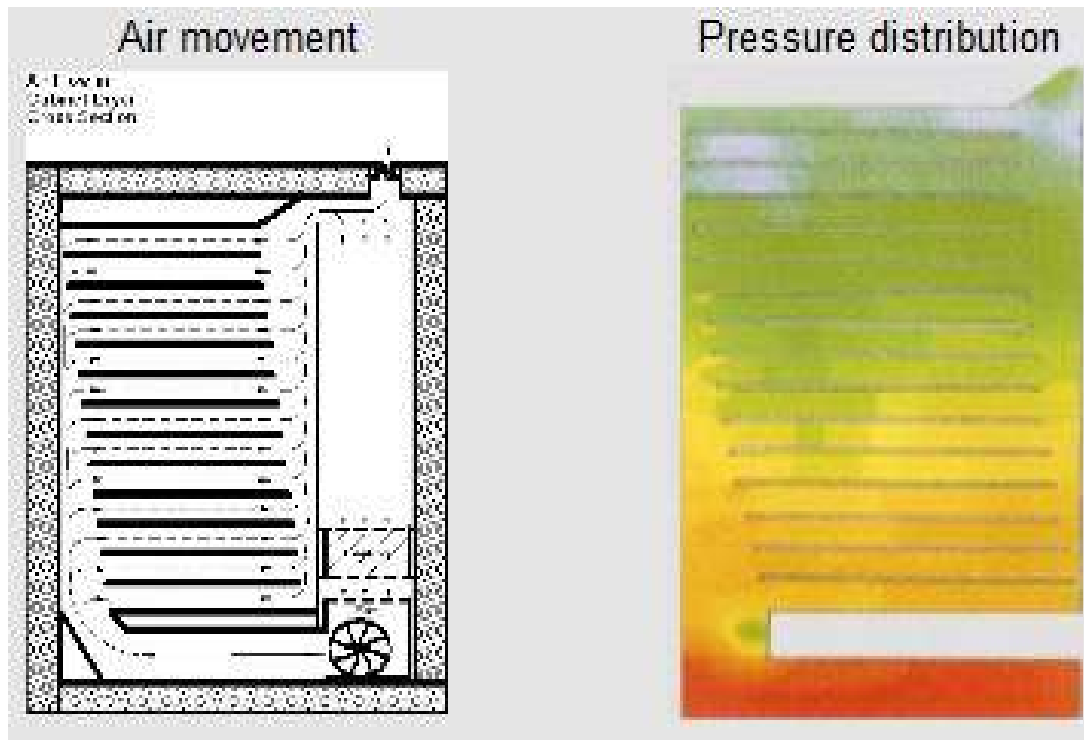
- Eelkõige lõunamaades Kohvioad (70% Colombia) , tee (Indoneesia), mango (Uganda), puuviljad ja maitseained (India)
- Eesti - ebapiisav kuivatusaeg, temp, RH.
- Probleemiks rikkumine ja hügieen
- Temperatuur kuni 43 - 60° C ?
- RH sõltub välisõhu niiskusest ja temp.
- Õhu liikumise kiirus 0.5 - 1.5 m/sek
- Vaba konvektsiooniga või sundventilatsiooniga
- Kuivatuskambri ja kollektori suhe **R=3**  
(Päikese kollektori pindala/kuivatuskambri maht)



# Konvektiivkuivatid

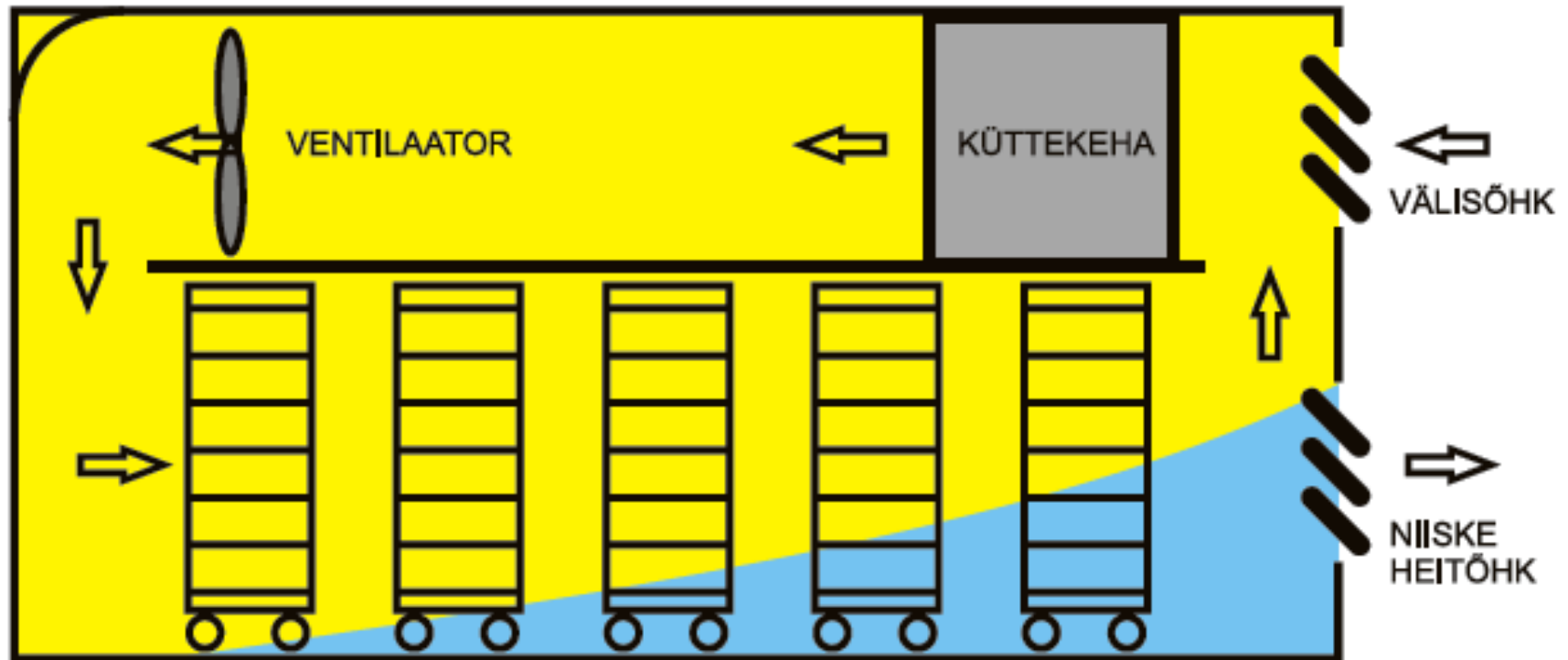
Kamber kuivatid 5000- 10 000 kJ/kg

- Puu ja köögiviljade väiketööstuslikuks kuivatamiseks (20-100 kg)
- Temperatuur, RH reguleeritav
- Õhu liikumine 0.5-1,25 m<sup>3</sup>/sek/m<sup>2</sup> kuivatuspinnale



- <http://www.innotech-ing.de/Innotech/english/Cabinetdryer.html>
- Kuivatustehnika, A. Poobus, T.Tiikma
- [http://www.unido.org/fileadmin/import/32148\\_34ClassificationofDryers.17.pdf](http://www.unido.org/fileadmin/import/32148_34ClassificationofDryers.17.pdf)

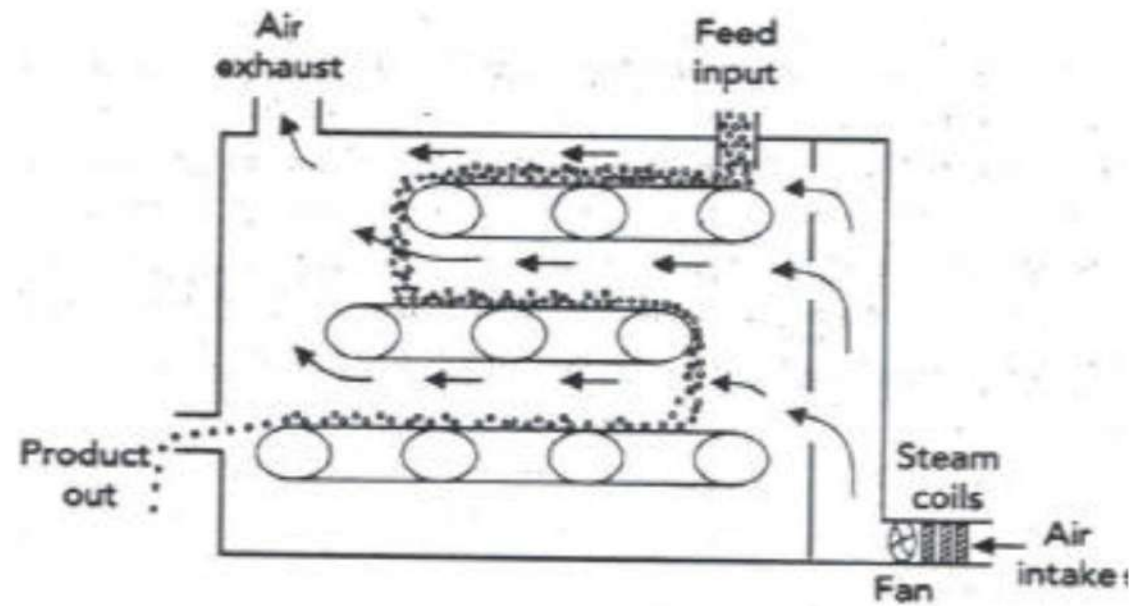
# Tunnelkuivatid



Niiskem piirkond

Tunnelkuivatid 4000- 9000 kJ/kg

Konveierkuivatid 5000- 10 000 kJ/kg



# Infrapunakuivatid

2,5-4 kWh/kg

- 2,5-200  $\mu\text{m}$
- Infrapunakiirus neeldub hästi tootes sisalduvas vees
- Tsükliline töörežiim
- Eeliseks on energia kokkuhoid, ning vitamiinide ja teiste bioaktiivsete ühendite parem säilimine toodetes



# Vaakumkuivatamine

(atmosfäärirõhk 760 Torr)

- Vaakum 35-450 Torr =  
puhta vee keemistemperatuur 29-86 °C
- Saab langetada kuivatamise temperatuuri
- Kuivatamisprotsess kiireneb
- Kõrge hind

Polli vaakum-infrapunakuivati

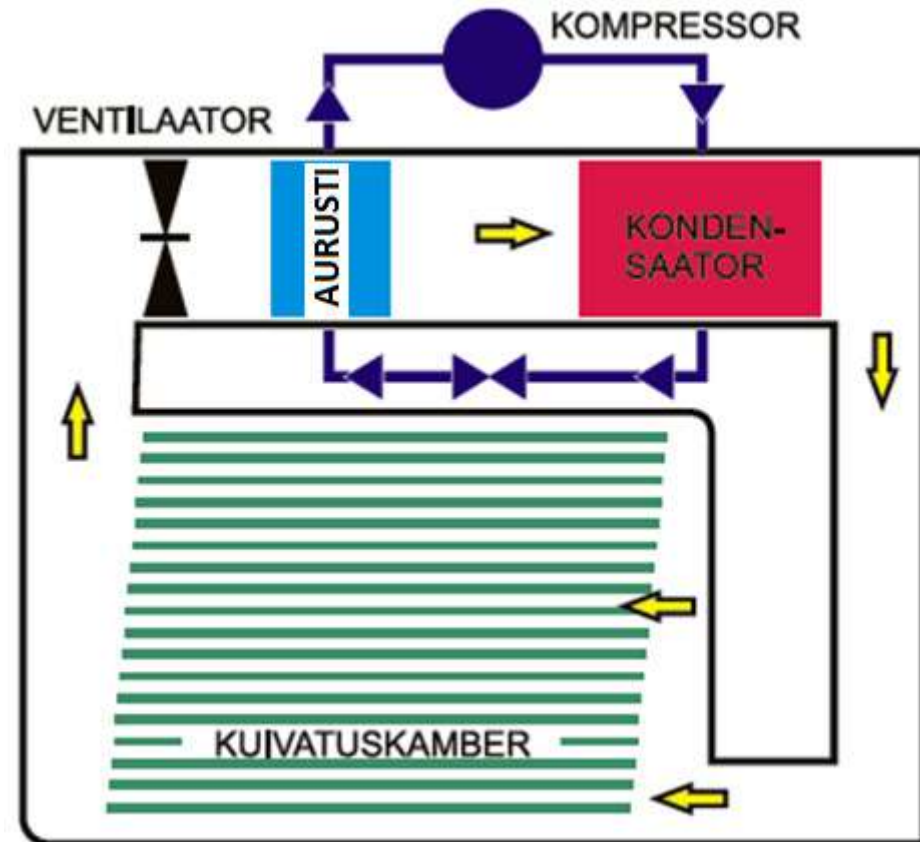
Tehnilised andmed:

- Kasulik pind 6m<sup>2</sup>
- Vaakum 0,4-0,7 kgs/cm<sup>2</sup> , (so. 294-514 Torr)  
= puhta vee keemispunkt **74,8- 89,2° C**
- Lubatud energiakulu 0.7-0.8 kW/h liitri vee aurustamiseks (?)



# Kondensatsioon kuivatid

- Madalam temperatuur 30-50° C
- Kuivatusõhku ei pea vahetama väliskeskkonnaga
- Niiskus kuivatusõhus kondenseeritakse külmal aurusti pinnal
- Madalam energiavajadus





# Kondensatsioon kuivatid



# Mikrolaine kuivatid

- Mikrolaine kiirguse laineala pikkust on 1mm kuni 1meetriini. Kuivatamiseks eelistatakse sagedust 915-2450 MHz.
- Tekitab tugeva aururõhu materjali sisekihtides
- Ülekuumenemise vältimiseks peab kuivatatav materjal liikuma magnetroni suhtes
- Kiire kuivamine
- Valdavalt kasutatakse kombineeritud teiste kuivatusmeetoditega või järelkuivatamiseks



# Pihustuskuivatid

- Sobib vedelatele (voolavatele) toodetele. sh. mahl, püreestatud / pastaks muudetud taimsed tooted, ekstraktid jne.
- Konvektiivne kuivatusmeetod – õhu suur tähtsus. Õhk (kuum ja kuiv) on nii soojuskandja kui veeauru vastuvõtja.
- Kiire kuivamine / suur tootlikkus / aurustusvõimsus. Pihustamine kindlustab ülisuure kontaktpinna kuuma õhu ja toote vahel.
- Pidev töö .Võimalus rakendada automatiseeritud ja mehhaniseeritud vooluliine. Saadava pulbri kõrge kvaliteet



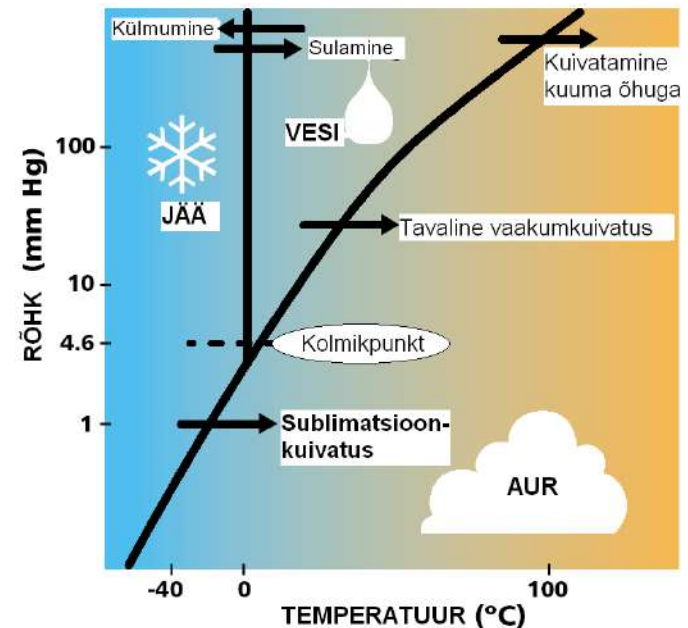
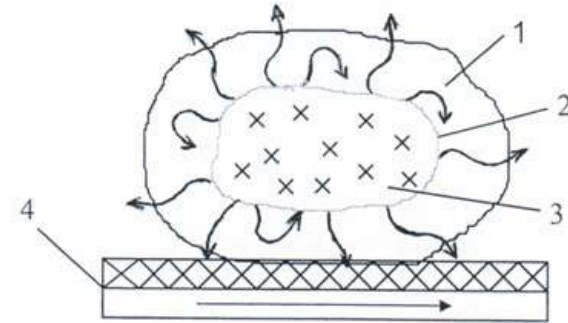
## PUUDUSED

- Pihustuskuivatite kallidus (alginvesteering ja hooldus)
- Suur soojusenergia ja elektrienergia kulu
- Suur tootmispinna ja kõrgete tootmisruumide vajadus
- Spetsiifilised ohutuse probleemid nii tootele, inimestele kui ka keskkonnale



# Külmkuivatus

- **Sublimatsioon** on oma olemuselt nii soojuslik (vajab toimumiseks soojusenergiat) kui massiülekaneprotsess (vee kandumine ühest faasist teise).
- Sublimatsioon on protsess, mille käigus aurustub vesi tahkest olekust, st. jää muutub otse veeauruks.
- Sublimeerumine saab toimuda sügavvaakumi tingimustes ja temperatuuril alla 0 °C (toode peab olema külmutatud).





# Poorsus erinevate kuivatite kasutamisel.

Magdalini Krokida and Zacharias Maroulis

<u>Material</u> Drying method/conditions	Moisture content (kg/kgdb)	Porosity	Reference
<b>2. Apple</b>			
Natural air drying, 50°C	0.1	0.2	Donsi et al. 1996
Forced air dr 50°C, RH:15%	0.1	0.1	
Vacuum drying, 50°C	0.1	0.4	
Freeze drying	0.1	0.8	
Air drying, 50-60°C, 0.1-2m/s	0.1	0.5-0.3	Ratti 1994
Osmotic deh. (15-45% sugars) (10-40°C)	3-5	0.2-0.4	Reppa et al. 1999
Osmotic deh. (50% sucroce 20°C)	3	0.35	Mavroudis et al. 1998
Air drying 70°C, RH:20-60%	0.1	0.65	Zogzas et al. 1994
Air drying, 70°C			Lozano et al. 1980
Vacuum drying, 80°C	0.1	0.5	Torreggiani et al. 1995
Air drying, 60°C 3m/sec RH: 10%	0.1	0.6	Sjoholm & Gekas 1995
Air drying, 70°C, 10%	0.1	0.6	Krokida et al. 1997
Vacuum drying, 30-900mbar		0.75-0.6	Krokida & Maroulis 1997
Osmotic dehydration glucose		0.5	Krokida et al. 1998c
Microwave drying		0.6	
Freeze drying		0.92-0.75	
<b>4. Blueberries</b>			
Air dried , 50°C	0.1	0.15	Yang & Atallah, 1985
Microwave oven dried	0.1	0.21	
Vacuum-oven dried, 40°C	0.1	0.45	
Freeze dried	0.1	0.70	
Air dried , 45°C	0.1	0.2	Raghavan & Venkatachalapathy, 1999
Microwave oven dried	0.1	0.21-0.2	

# Kuivatamisjärgne hoiustamine

- **Konditsioneerimine**- 4-10 päeva hoitakse materjali suurpakendis niiskusesisalduse ühtlustumiseks.
- **Sorteerimine** - suuruse või värvi alusel jaotatakse kvaliteediklassidesse. Vajadusel vilju peenestatakse või sõelutakse sobivasse fraktsiooni.
- **Rehüdreerimine**.- lisatakse puhast vett viljade niiskusesisalduse suurendamiseks
- **Pakendamine**- õhu ja niiskuskindlasse väike- või suurpakendisse, mis kindlustab toodetele määratud säilivusaja



# Pakendite niiskuse ja õhu läbilaskvus

WVTR (g/m<sup>2</sup>/day)  
(38°C, 90% RH)

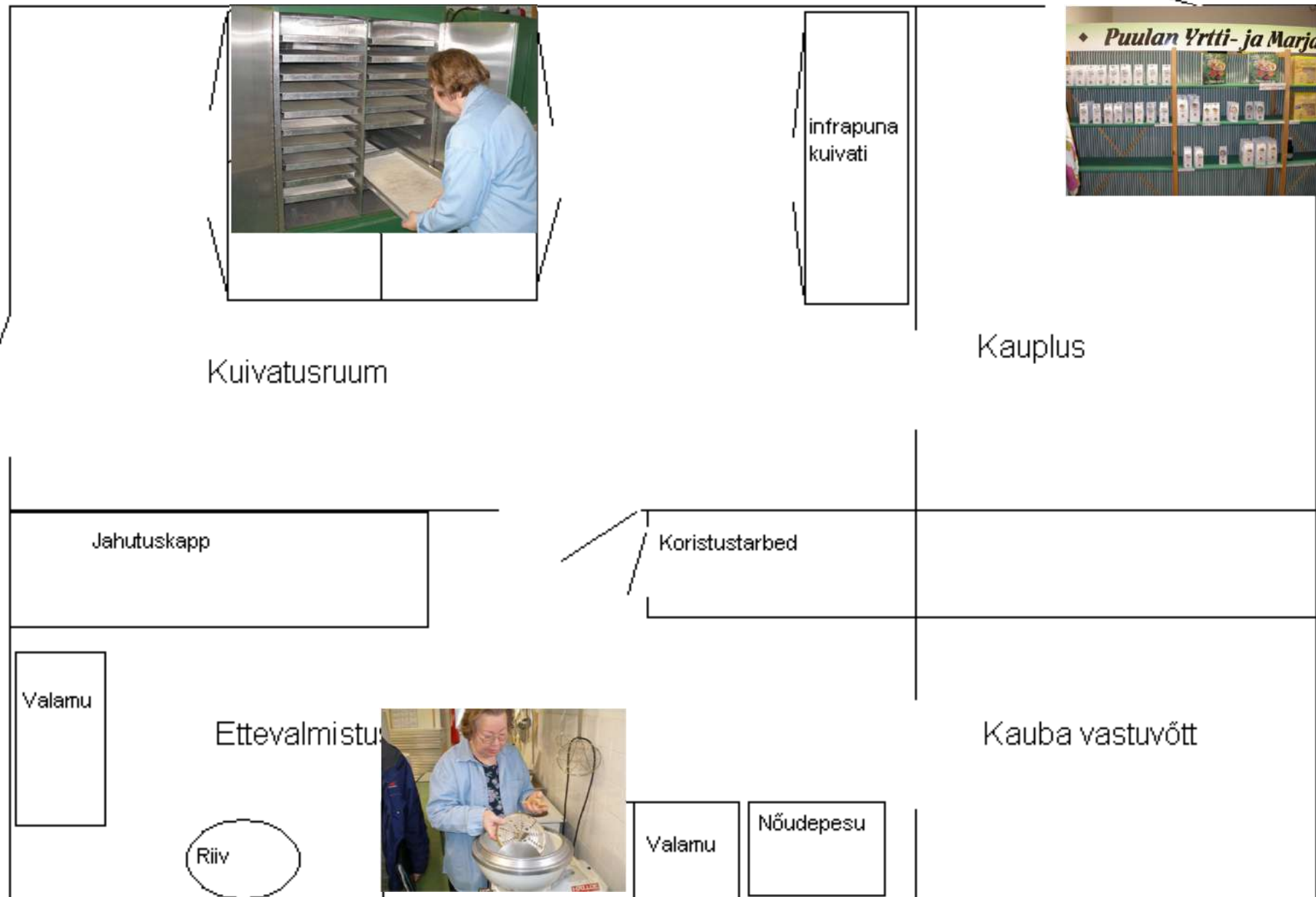
O<sub>2</sub>TR (cc/m<sup>2</sup>/day)  
(23°C, 60% RH)

Flour and flakes	10-50	>500
Muesli	10-50	>500
Crisp breads	5-10	>500
Dried fruits	5-10	>500
Tea	5-10	>500
Pasta	1-5	100-500
Bisquits	1-5	>500
Snacks (low fat)	1-5	50-100
Breakfast cereals	<1	>500
Snacks	<1	<1
Herbs and spices	<1	<1
Dehydrated soup mixes	<1	<1
Milk and cocoa powders	<1	<1
Coffee	<1	<1
Instant coffee	<1	<1

\* WVTR = water vapour transmission rate

O<sub>2</sub>TR = oxygen transmission rate

# Tootmisruumi skeem.



Tänan !

