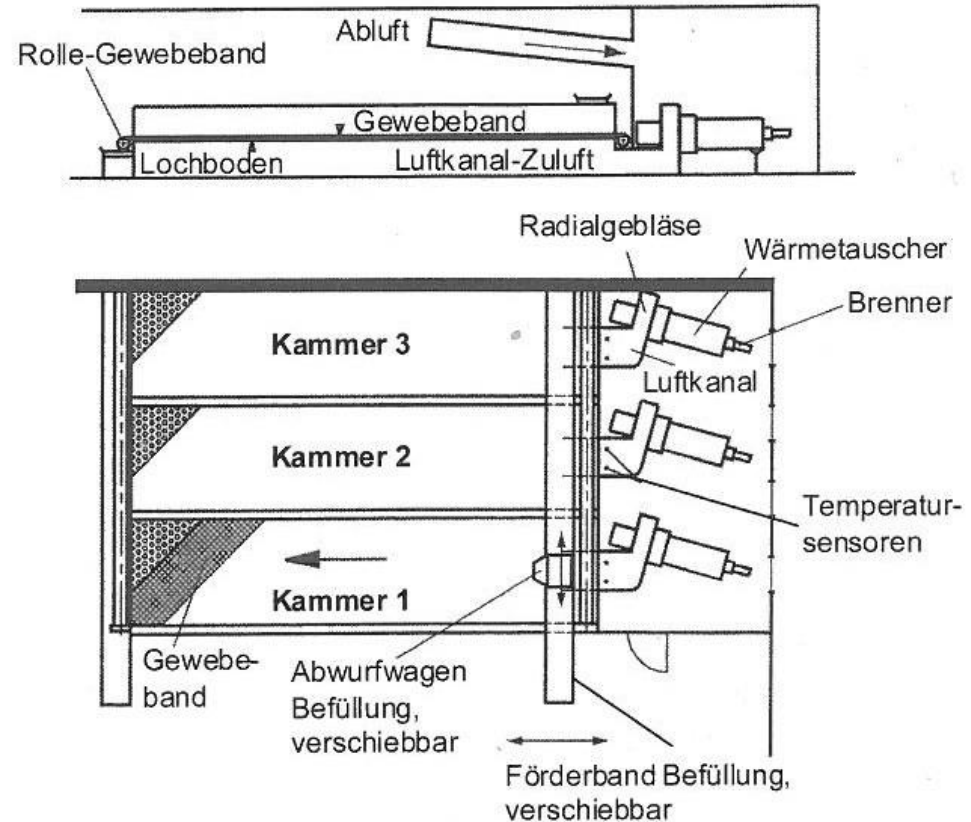
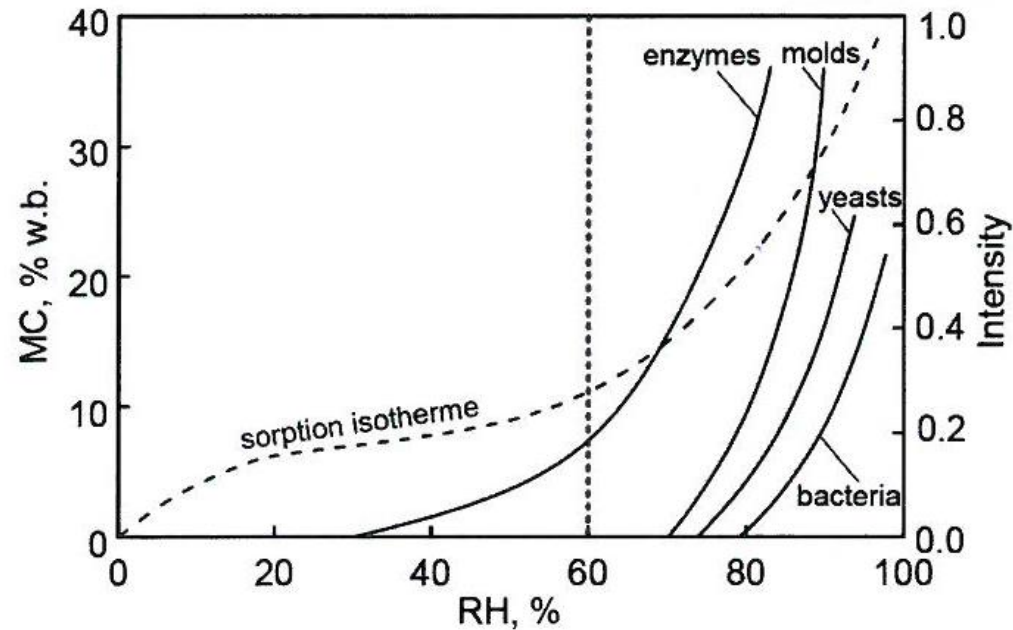


# Kuivauksen teoriaa ja käytäntöä

Jaana Väisänen, OAMK Arvopilotti-hanke 12.12.2016



Kuivauksessa pyritään saamaan tuote tilaan, jossa mikrobiologinen pilaantuminen estyy. Kuvassa MC = tuotteen kosteuspitoisuus (tuorepainosta), RH = ympäröivän ilman suhteellinen kosteus, Intensity = mikrobien aktiivisuus, sorption isotherme = tuotteen tasapainokosteus suhteessa ympäröivän ilman kosteustilaan.

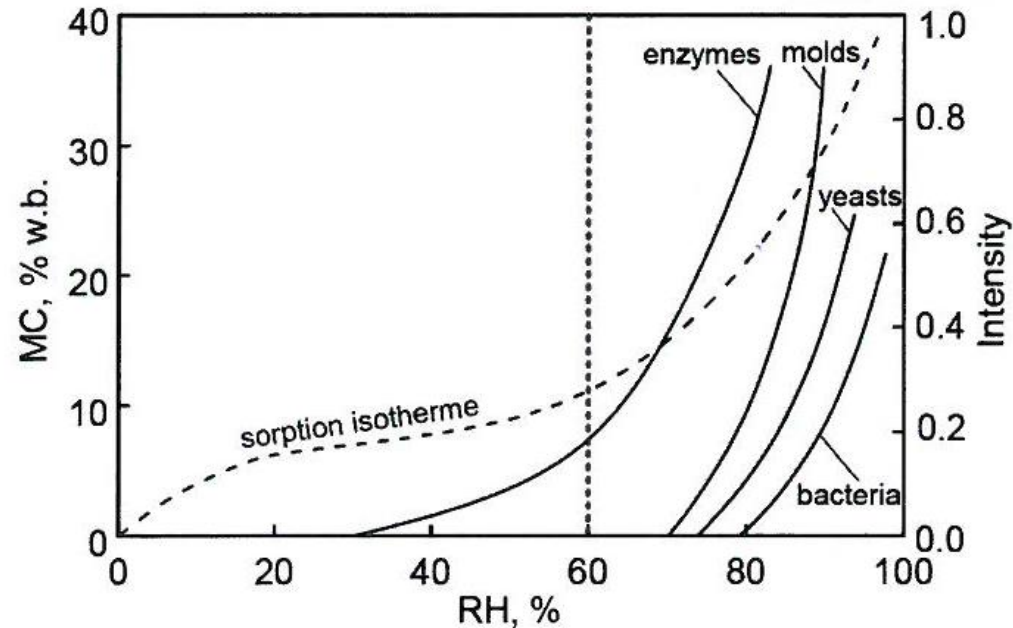


Yrttivaraston ilman RH:n tulisi olla tasainen, ja alle 60 %. Mikrobien elintoimintaa ei näissä olosuhteissa ole.

**Figure 1.** Moisture content MC of a plant material and intensity of activity of enzymes, molds, yeasts and bacteria vs. relative humidity RH of surrounding air, according to Heiss and Eichner (1990)

## Tuotteen tavoitekosteus saadaan alla olevasta käppyrästä myös!

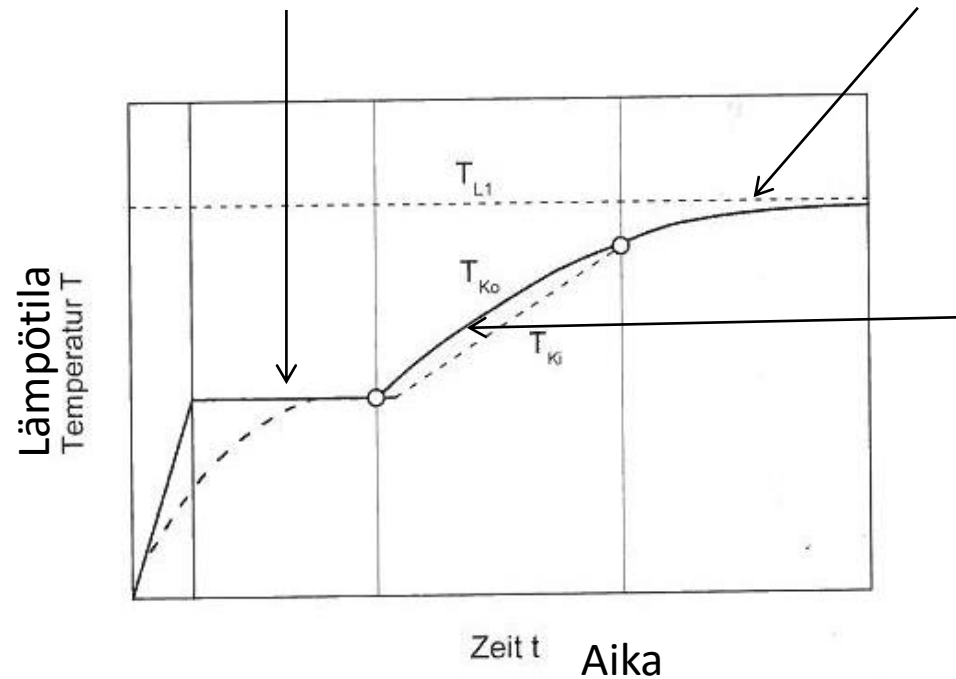
Huom! Eri tuotteilla sorption isotherm-käyrät ovat erilaisia. Joillakin yrteillä tavoitekosteus voi olla 9 %, toisilla 12 %



*Figure 1. Moisture content MC of a plant material and intensity of activity of enzymes, molds, yeasts and bacteria vs. relative humidity RH of surrounding air, according to Heiss and Eichner (1990)*

# Mitä kuivaamisessa tapahtuu?

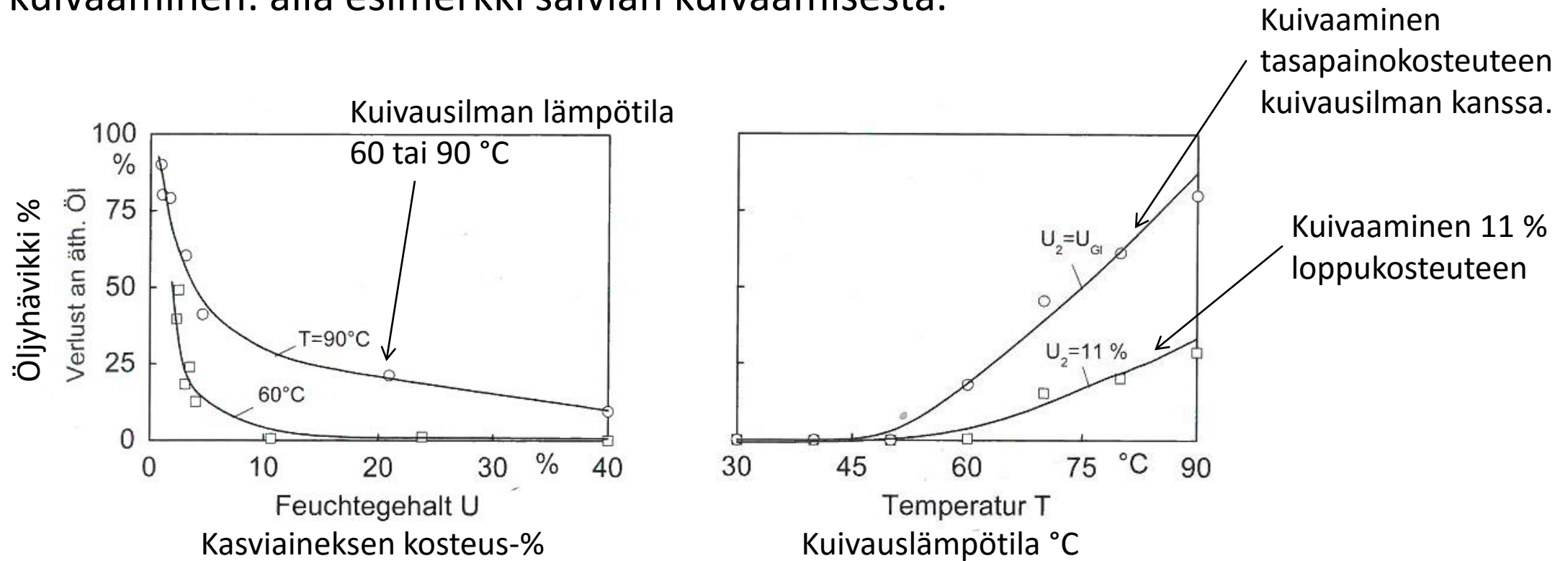
Kasviaineksen lämpötila pysyy tasaisena niin kauan kuin sen pinta on kostea, ja vettä haihtuu vapaasti



Lähestytään tasapainotilaa kuivausilman kanssa. Vettä poistuu diffuusiolla.

Kasviaineksen pinta on kuiva, ja vettä poistuu syvemmistä kerroksista

Eteeristen öljyjen haihtumista aiheuttavat liian korkea lämpötila ja liian kuivaksi kuivaaminen: alla esimerkki salvian kuivaamisesta.



## Kasviaineksen värin säilyvyys kuivauksessa riippuu...

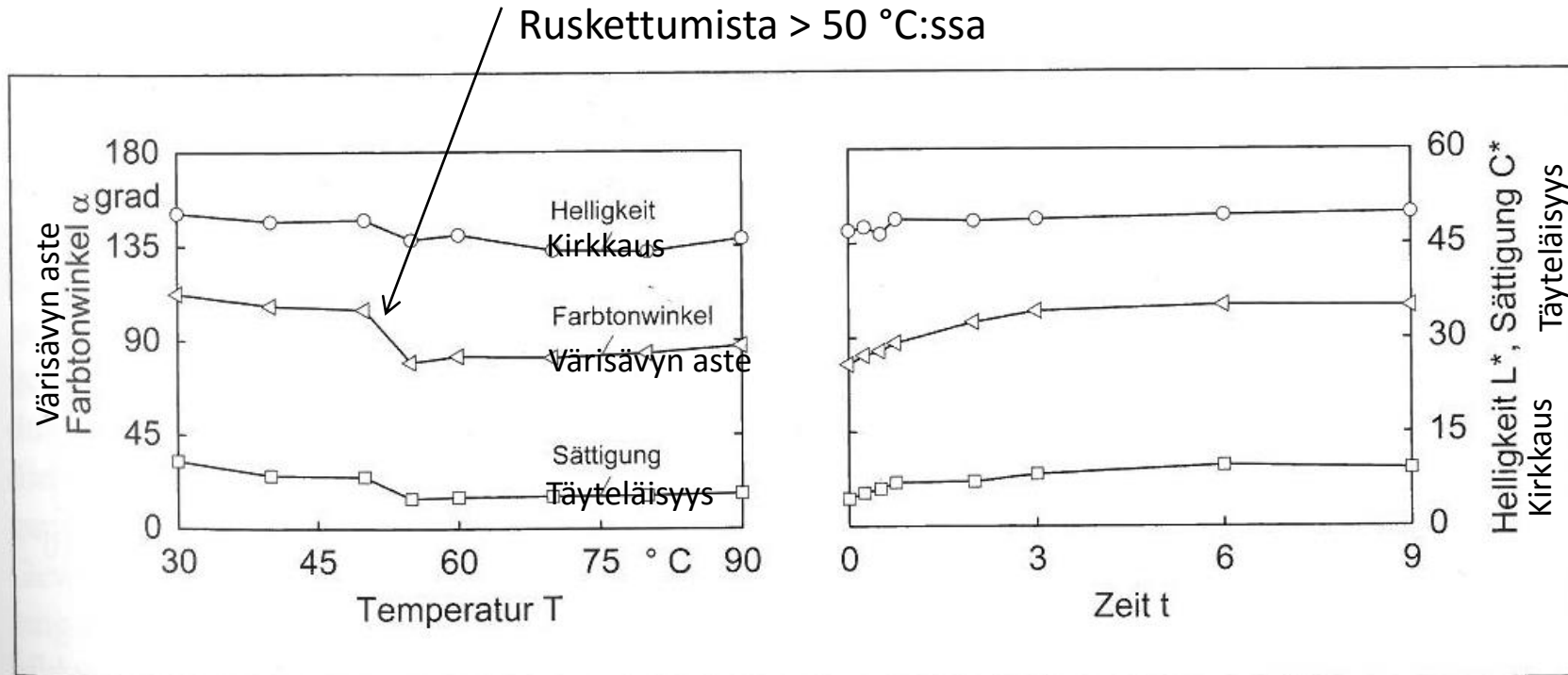
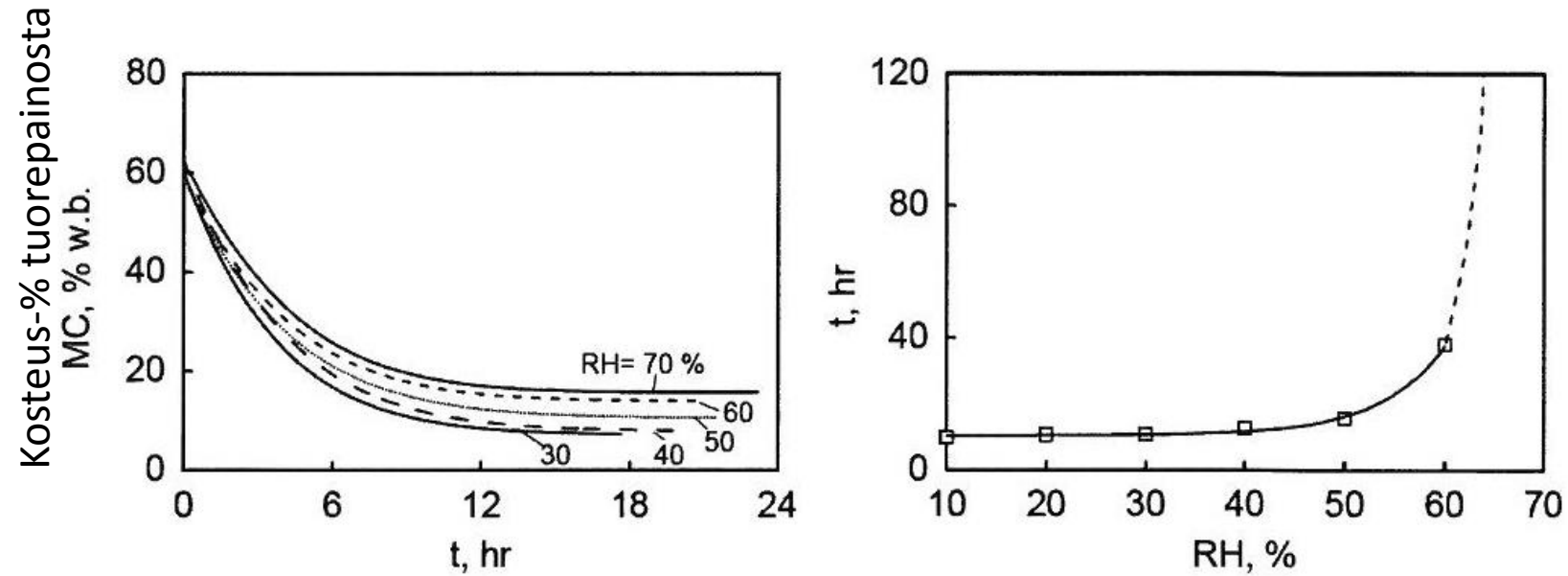


Abb. 8: Einfluss der Trocknung auf die Helligkeit  $L^*$ , Farbsättigung  $C^*$  und den Farbtonwinkel  $h$  von Salbeiblättern. Links: Einfluss der Trocknungstemperatur  $T$ . Rechts: Einfluss der Dauer der Vortrocknung bei 50 °C mit nachfolgender Endtrocknung bei 60 °C [12]

Kuivauslämpötilan vaikutus salvian väriin (vas).

Esikuivaamisen 50 °C vaikutus salvian väriin. Loppukuivaus 60 °C:ssa (oik.). Kuivaaminen 3 tuntia 50 °C:ssa riitti "kiinnittämään" salvian värin. Loppukuivaus 60 °C:ssa ei enää aiheuttanut värin ruskettumista. (Müller 1992).

## Kuivausilman suhteellisen kosteuden (RH) vaikutus kuivausaikaan



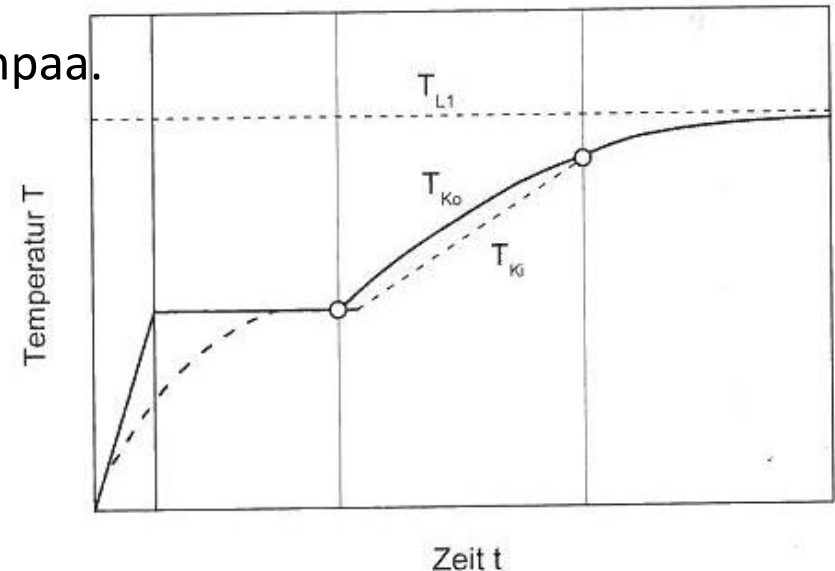
Salvian kuivaaminen 30 mm kerroksena 50°C lämpötilassa (vas.).

Kuivausajan riippuvuus kuivausilman suhteellisesta kosteudesta (oik.) (Müller 1992)

## Miten kuivattavan tuotteen kosteustilan voi arvioida, jotta ei tulisi kuivattua liikaa?

Lämpötila-anturi kuivattavan massan sisässä antanee suht' luotettavia tuloksia, ja lämpötilamittauksella voinee arvioida suuntaa-antavasti kosteuden suuruusluokkaa. Kun kasviaineksen lämpötila lähestyy tuloilman lämpötilää, niin ollaan jo lähellä tai jo liian pitkällä (?).

Kosteuden pikamittaus kasvimassasta on paljon haastavampaa. Pikamittarit mittaavat lähinnä ilman suhteellista kosteutta.





## Kasvimassan kosteustilan arviointimalli pohdittavaksi :

Jos kuivauksessa pystytään mittaamaan

- tuloilman kosteus ja lämpötila
- antamaan ilman puhallusvoimakkuus, ja
- kuivurissa olevan kasviaineksen määrä, ja lähtökosteus
- poistoilman suhteellinen kosteus
- poistoilman lämpötila
- ... ja kuivaukseen käytetty aika

→ Saadaan poistuneen veden määrä → Voidaan arvioida massan kosteustila?

Lämpötila ja RH-Antureita myynnissä esim. Clas Ohlssonilla á 15 – 75 €.



WVR:

AiroSensor 5 -aloituspakkaus

620-2402H

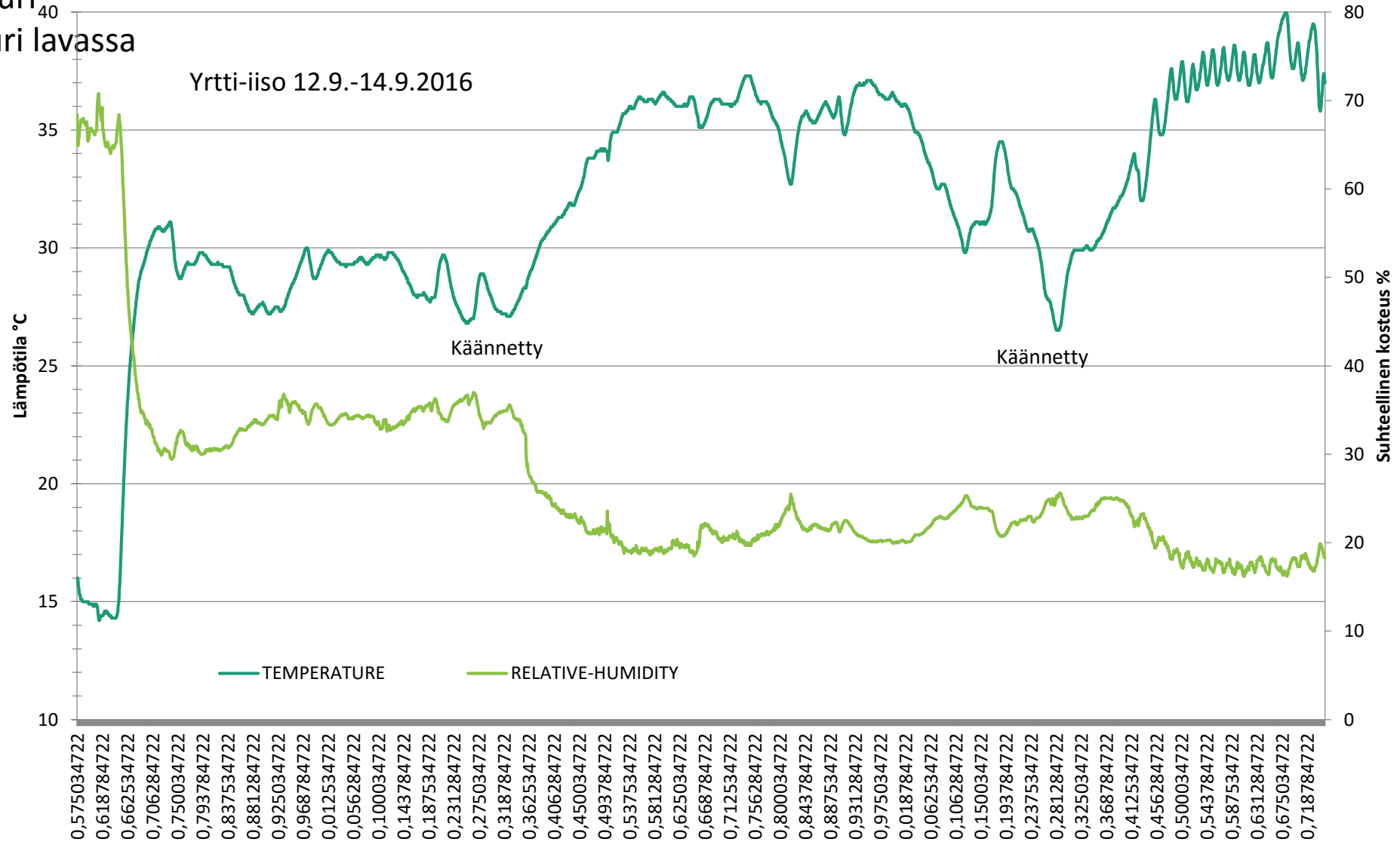
Tarjoushinta 280 € (alv 0%)

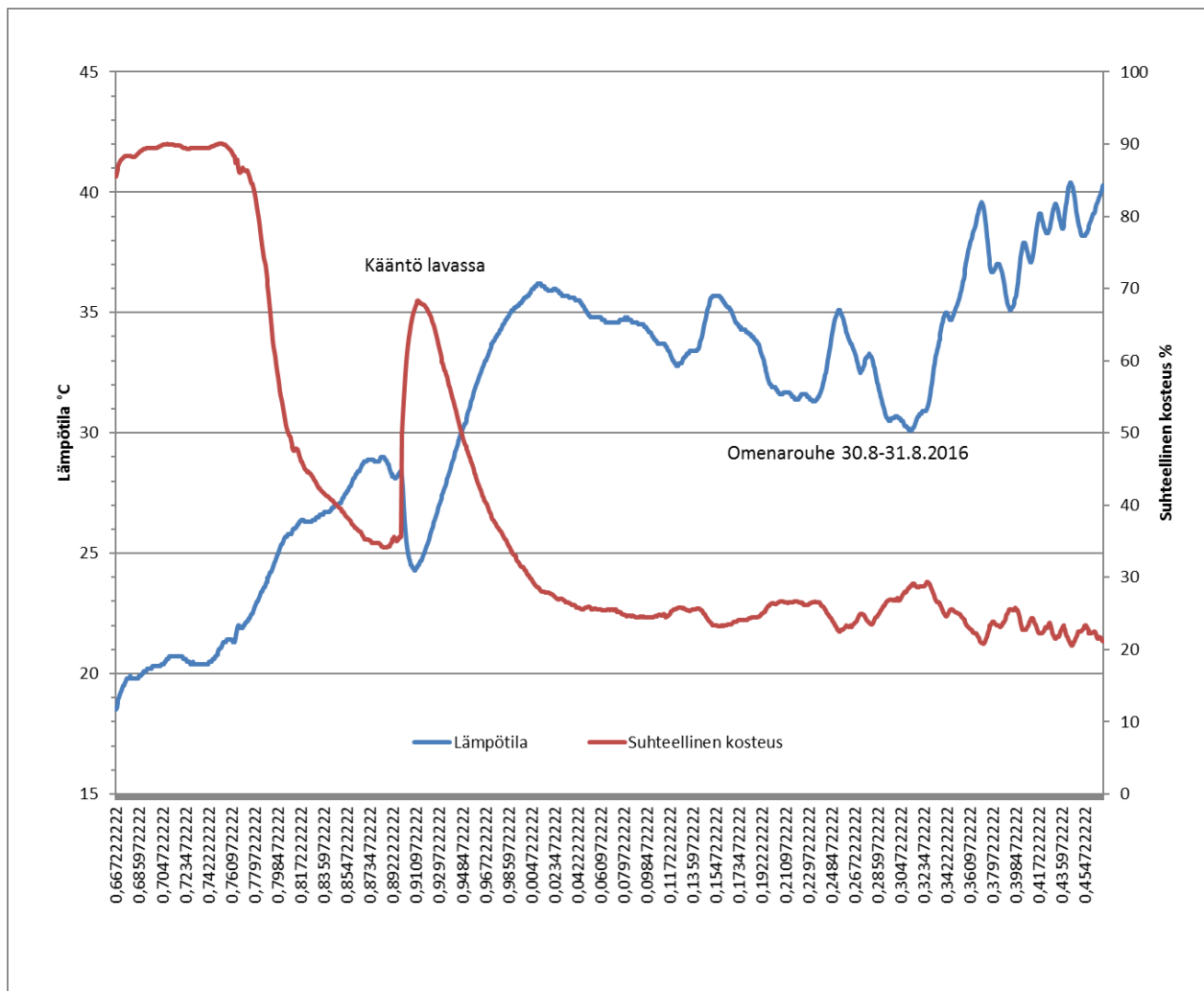
Kokemuksia mm. Hoikan Herkulla Joensuusta:

# Hoikan Herkku, Minna Rahkola-Sorsa

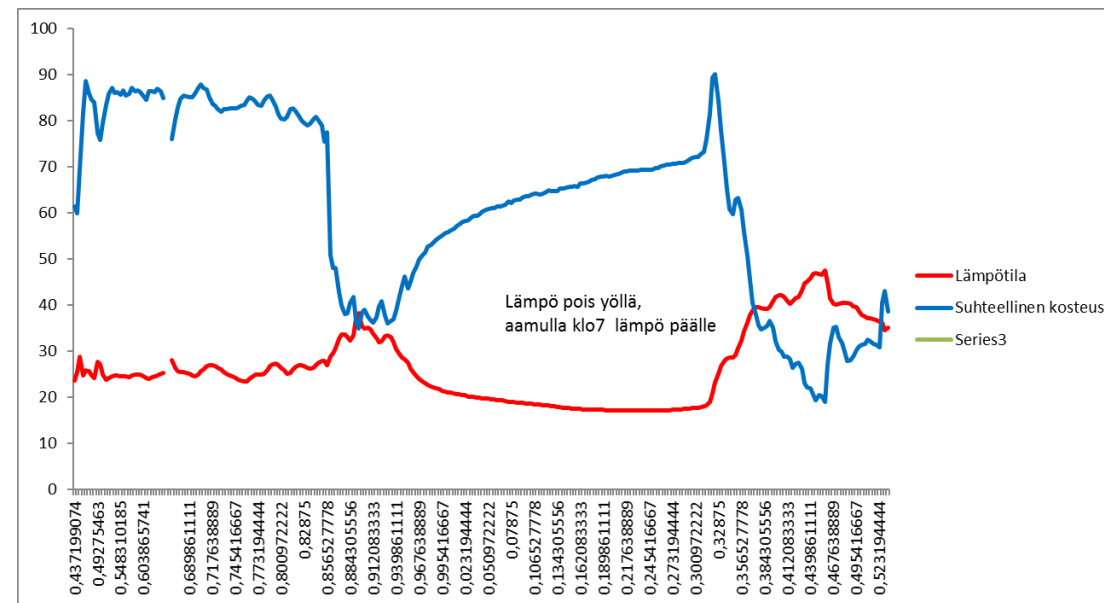
Lavakuivuri

Yksi anturi lavassa





Omenarouheen kuivaus 2016



Voikukkaheinän kuivaus 2016

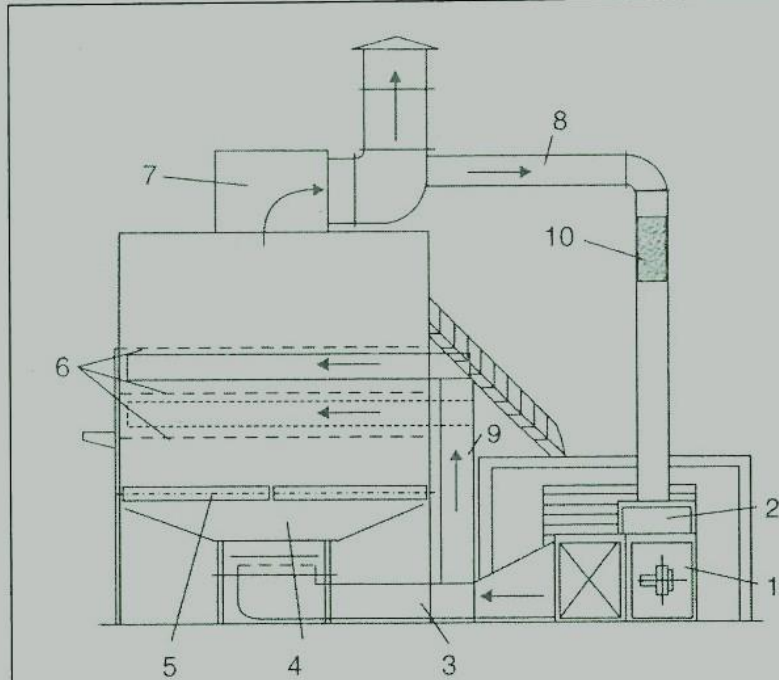
## Tutkimustuloksia ja kokemusperäistä tietoa eri yrttikasvien lämpötilarajoista



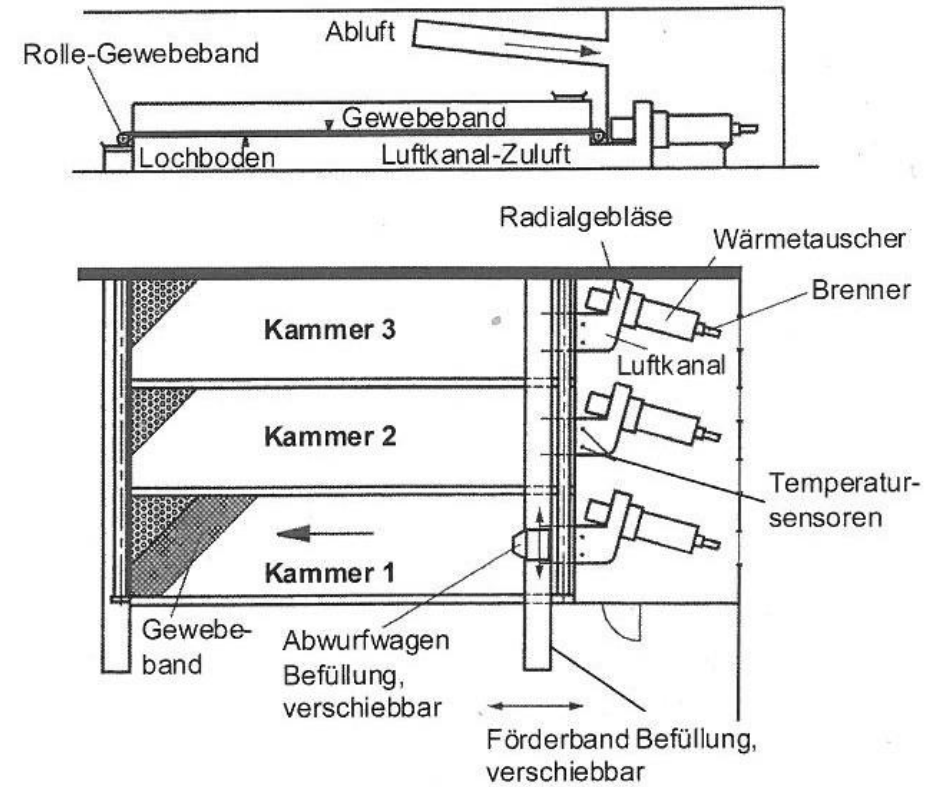
Kasvi	tavoite- kosteus %	tuotteen max lt °C	kuivausilman lt °C
Auringonhattu (Echinacea)			45
Basilika	10-12	40	
Heinäratamo	10	40; 50	45
Kamomilla	10 (12)	60; 45/60	50-60 lavakuiv
Kirveli	9-10	35; 45-55	60/50 hihna
Kehäkukka	12	40-45; 80	alussa 50-60; sitten alempi
Satureja, kynteli	10	40; 50	
Lipstikka	6-8	60	
Meirami	10 (11)	45; 50-60	
Mesiangervo: kukat lehdet			≤35
Mesiangervo; juuret			≤40

Kasvi	tavoite-kosteus %	tuotteen max It °C	kuivausilman It °C
Mäkikuisma	10	50; 60	70/60 hihna
Nokkonen	12	50; 60	
Piparminttu	8-9; 11	42-45	58/50/42-45 hihna
Peltokorte			40
Persilja	6	65-70	100/85/70-75 hihna
Puna-apila	8	60	70/60 hihna
Poimulehti			30-35
Rakuuna	6-8; 10;	45; 60-65	100/85/70 hihna
Rosmariini		35-45	≤42
Rohtovirmajuuri; juuret	10-12	35; 40-45	45
Siankärsämö		40-45	40-50
Salvia	10	35-40; 45	
Salkoruusu Althaea; juuret			35-40; 50
Sitruunamelissa	10	≤40	45/42 pudotusk

Kasvi	tavoite-kosteus %	tuotteen max It °C	kuivausilman It °C
Tilli		80-90	
-Optimiväri & aromi		40-45	
Timjami			32-34 lavakuiv.
Tulikukka	12		45-50
Voikukka; versot, juuret			50 / 40
Väinönputki		40-45	



- 1 Warmlufterzeuger
- 2 Zuluftventilator
- 3 Warmluftkanal
- 4 Luftverteilung
- 5 Trockengutaus-  
tragung
- 6 Kipphorden (Lochblech)
- 7 Abluftventilator
- 8 Umluftkanal
- 9 zusätzliche Warmluft  
für obere Horden
- 10 Filter im Umluftkanal



Pudotuskuivuri, jossa ilman kierrätys ja kolme pudotustasoa.

Kolmekamarinen lavakuivuri, jossa etuseinä siirrettävissä.