

# Kylmäkuivaus

Uusivu-hankkeen seminaari 6.3.2018

# Kylmäkuivaus, pakkaskuivaus, tyhjökuivaus, lyofilisointi, kryo – Freeze drying, lyofilization, cryo

- Kylmäkuivaus on jään sublimoitumista jäätyneestä materiaalista eli veden muuttuminen kiinteästä olomuodosta höyryksi alipaineessa.
- Kuivaamisessa voidaan käyttää alhaisempia lämpötiloja
- Sopii lämpöherkän materiaalin kuivaukseen
- Pakkaskuivaus eli tyhjökuivaus



# Kylmäkuivaus

- Jäätyminen → primäärikuivaus (sublimoituminen = olomuodonmuutos suoraan kiinteästä kaasuksi) → sekundäärikuivaus (desorptio = pintaan nousevien atomien, molekyylien tai ionien vapautumista aineen pinnalle)
- Mahdollistaa uudet innovaatiot
- Kylmäkuivaus on hellävaraisin kuivaustapa, joka säilyttää parhaiten mm. aromit, vitamiinit sekä proteiinit sekä värit
- Ei kutista eikä koveta kuivattavaa materiaalia
- Sopii monille raaka-aineille esim. kasvikset, liha, kala
- Kuivattu jauhe säilyy stabiilina, jopa huoneenlämmössä
- Ei nesteen käsittelyä
- Kuivattu tuote on helposti ja nopeasti liuotettavissa uudelleen

## Nature Lyotech Oy, Espoo

- Kuivattavat tuotteet on ensin pakastettava, mielellään nopea jäädytys esim. kastaminen nestetyypeen, IQF tai tavallinen tehokas pakastuslaitteisto
- IQF – Individual Quick Frozen Freezer
  - Käyttää jäädyttämiseen nestemäistä typpeä
- Yrityksessä on pieni testauslaite sekä isompi, jolla voi kuivata n. 450 kg raaka-ainetta vuorokaudessa
- Kuivausohjelmat yli 200 tuotteelle
- Laitteistossa on testattu mm. lihaa, kalaa, äyriäisiä, marjoja, sieniä. Liha vaatii suojakaasun.
- Kuivauksen jälkeen tuotteet pakataan niin, että ne ovat suojassa ilman kosteudelta. Tuotteet ovat kevyitä. Rasvaiset tuotteet pakataan suojakaasuun.
- Energiaa kuivausprosessiin kuluu ~ 3 kk säilytys pakastimessa, sähkön hinta 453 vesikilon poistamiseen n. 20 €, ~ 4 senttiä/kg vettä
- 4 Tuotteen kuivaus hinnoitellaan rakeisuuden mukaan

## Nature Lyotech Oy



- Isommassa laitteessa tuotteet kuivataan alumiinisilla tarjottimilla, jotka pakataan vaunuihin, 27 kpl tarjottimia/vaunu, 5 vaunua/laite.
- Kova alipaine, lähellä 0 bar
- Tuote -20°C à -60°C
- Hukkalämmön voi hyödyntää
- Työ ja laitteisto keskeiset kustannustekijät.
- Kustannustehokkuus kasvaa kapasiteetin kasvaessa.
- Kuivauksen hinta riippuu raaka-aineesta, n. 4 €/kg, minimierä 75 kg pakastettuna ja sopivan kokoisina paloina

## Nature Lyotech Oy



- Pienempi laite, kuivaa 10 kg tuotetta n. 4-7 vuorokaudessa
- 100 €/erä
- Kustannukset alemmaksi kun laitteistojen koko kasvaa ja työvaiheet saadaan automatisoitua
- <http://lyotech.com/>

# European Advanced Cryogenic Technology Center, Basinstoke

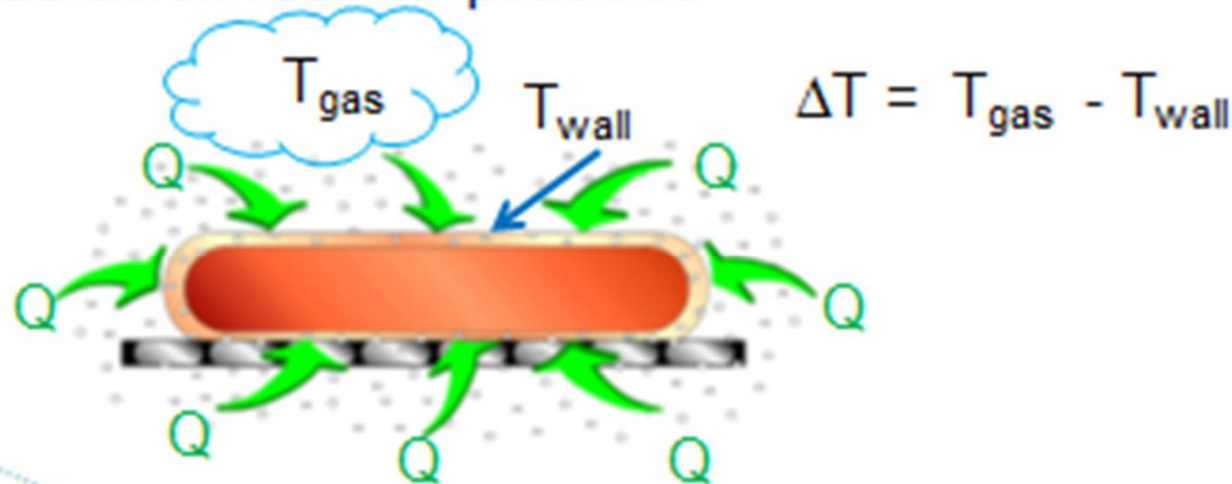
Air Products PLC [airproducts.co.uk](http://airproducts.co.uk)

Kryotekniikka (syväjäädystekniikka)

- Typen kiehumispiste on  $-196^{\circ}\text{C}$
- Etuja mm.
  - nopeus
  - massahävikin pieneneminen
  - rakenteen säilyminen, pienemmät jääkiteet
  - värien säilyminen
  - matalat investointikustannukset
- Menetelmän valinta
  - nestetyypen saatavuus
  - hinta n.  $0,1 \text{ €/kg} - 1 \text{ €/kg}$

# Maximizing Heat Transfer

- Increase gas velocity (e.g. using fans)
- Operate at the coldest practical temperature  
- Minimize  $T_{\text{gas}}$
- Maximize surface Area of product
- Minimize thickness of product





## Tunnel freezer



## Freshline Easy Freeze

- Pituus 6 m
- 200-600 kg/h
- Laitteen hinta n. 70 k€
- Nestetyppi suihkutetaan materiaaliin

4.10.2018

© Luonnonvarakeskus

# Freshline Batch Freezer



- Tuotekehitys, korkean lisäarvon tuotteet
- Pakastaa 100 kg 20 minuutissa
- Pinnan nopea jäähdytys à koneellinen viipalointi

10

- Esim. kastikesiivut, pintakuorutus, ...
- Hinta n. 20 k€

## Safe Chill System

- Hygieniakäsittely nestetyellä

## Fine Grinding ja Cryo Grinding

- Nestetyypeä injektoidaan sekoitettavan tai jauhettavan tuotteen sisään sekoituksen tai jauhamisen aikana
- Vaikeasti jauhautuvat, sitkeät aineet
- Injektointilaitteet voidaan asentaa norm. laitteisiin

## LIN requirement

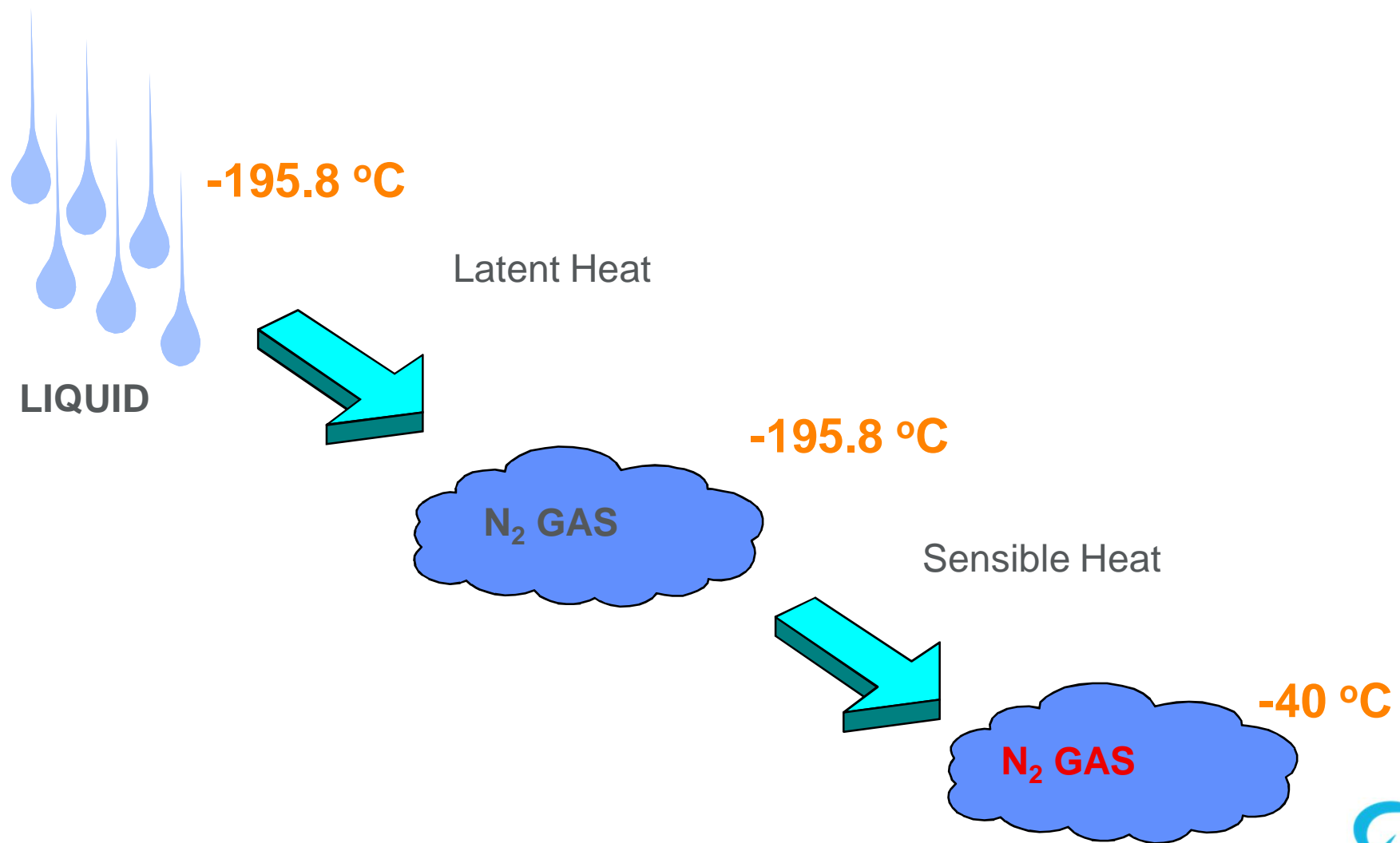
= kg LIN / kg food

$$= \text{(kJ/kg Food)} \div \text{(kJ/kg LIN)}$$

From  
Calorimetry  
or Calculation

?

# Thermodynamic Properties of LIN at 1bar a





## Demo

Jauhelihapihvi punnittiin ja lämpötila mitattiin

Pihvi upotettiin nestetyypeen. Astia asetettu vaa'alle

Nestetyppi alkoi kaasuuntua ja kiehua

Kun pihvi oli jäänyt, kaasuuntuminen pysähtyi

Pihvi nostettiin pois astiasta ja lämpötila mitattiin

Laskettiin nestetyypen massan muutos

Tulos: 100 g jauhelihapihvin jäädyttäminen +15 à -80 asteeseen kulutti  
380 g nestetyyppiä

# Sovelluskohteita

- Kasvikset, liha, kala
- Hedelmät, marjat
- Lemmikkieläintuotteet
- Hapettumisen estäminen

Kiitos!