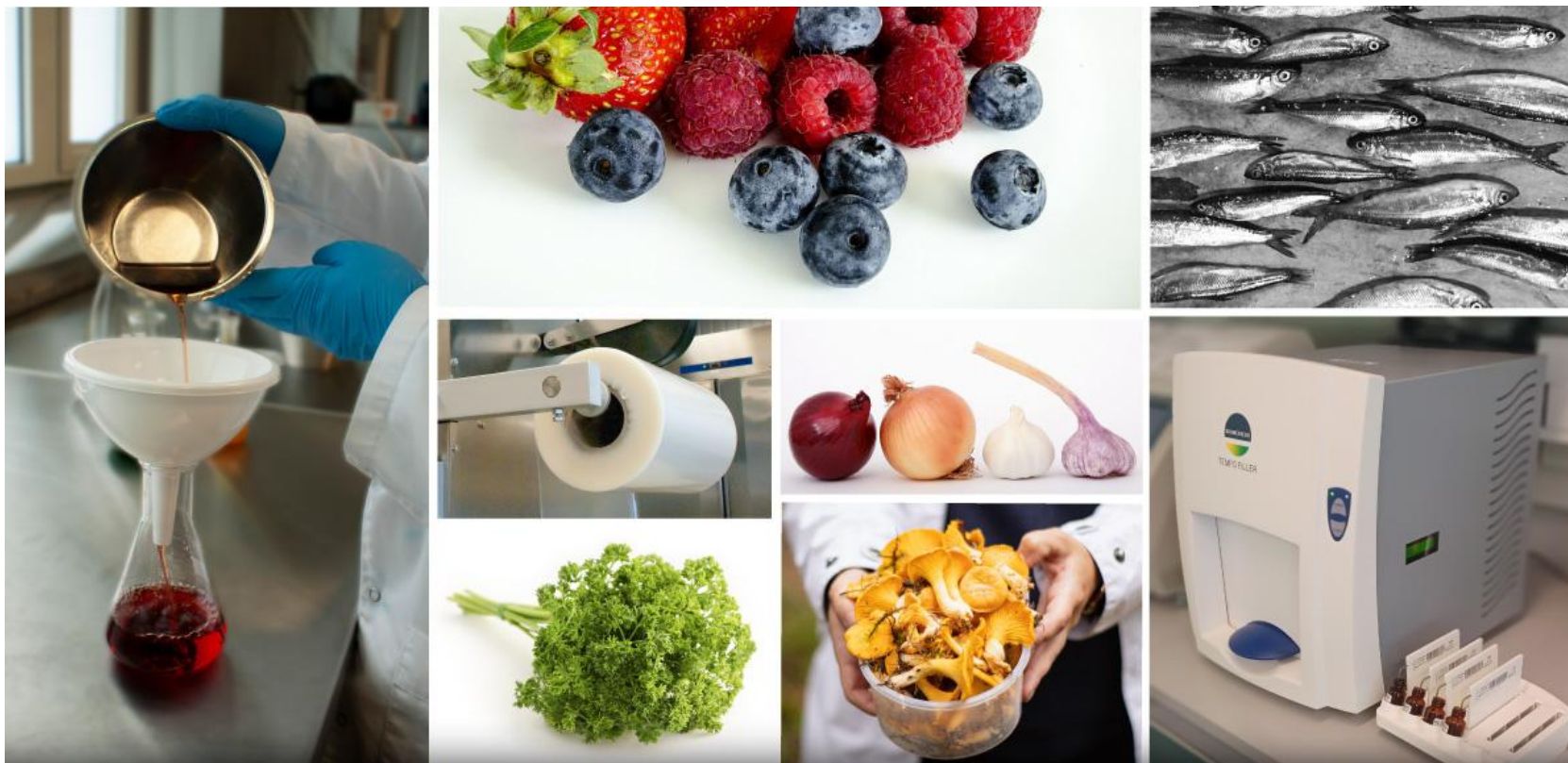




Euroopan unionin  
osarahoittama



Pohjois-Savon liitto



UNIVERSITY OF  
EASTERN FINLAND

**SAVGGROW**  
KEHITYSYHTIÖ

# Korkeapainekäsittely

Jesse Ojala & Ehsan Shad



Euroopan unionin  
osarahoittama



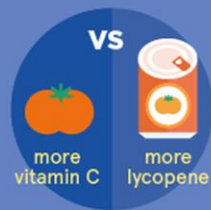
Pohjois-Savon liitto



## main reasons for food processing



increasing  
availability



altering  
antioxidant levels



convenience



tailoring to  
specific needs



food safety



increasing  
diversity



changing flavour  
& texture



reducing  
food waste



decreasing  
price



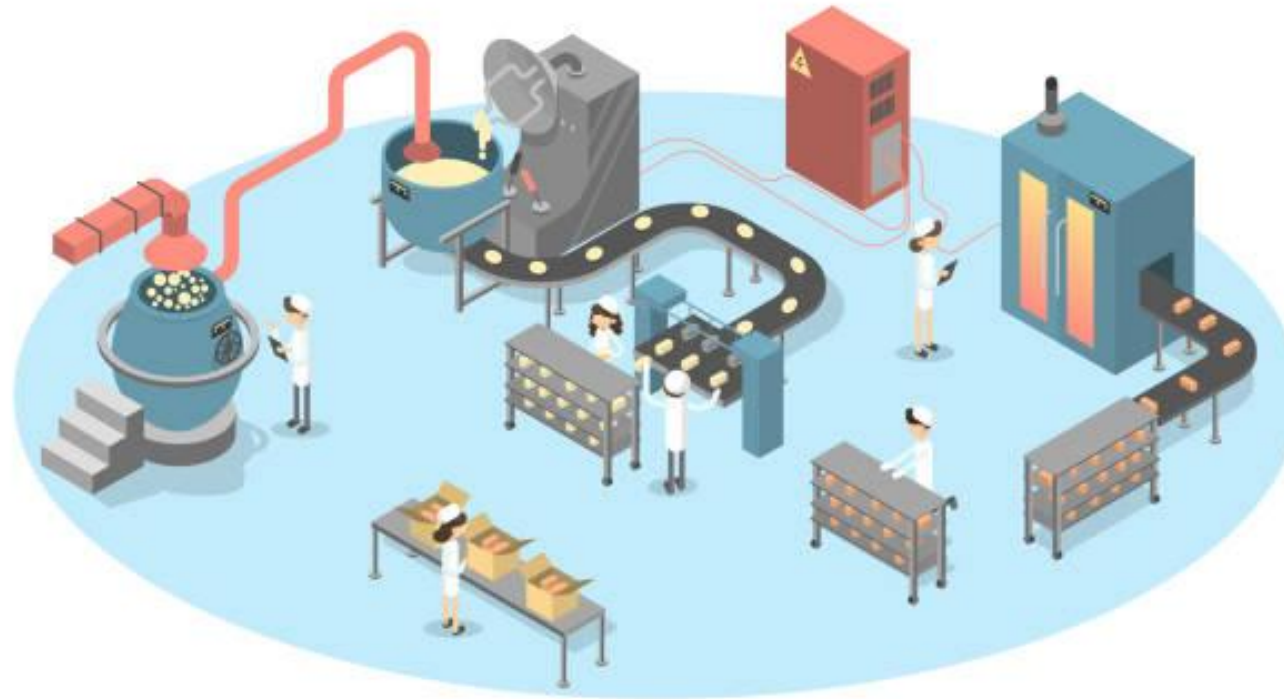
fortification &  
enrichment

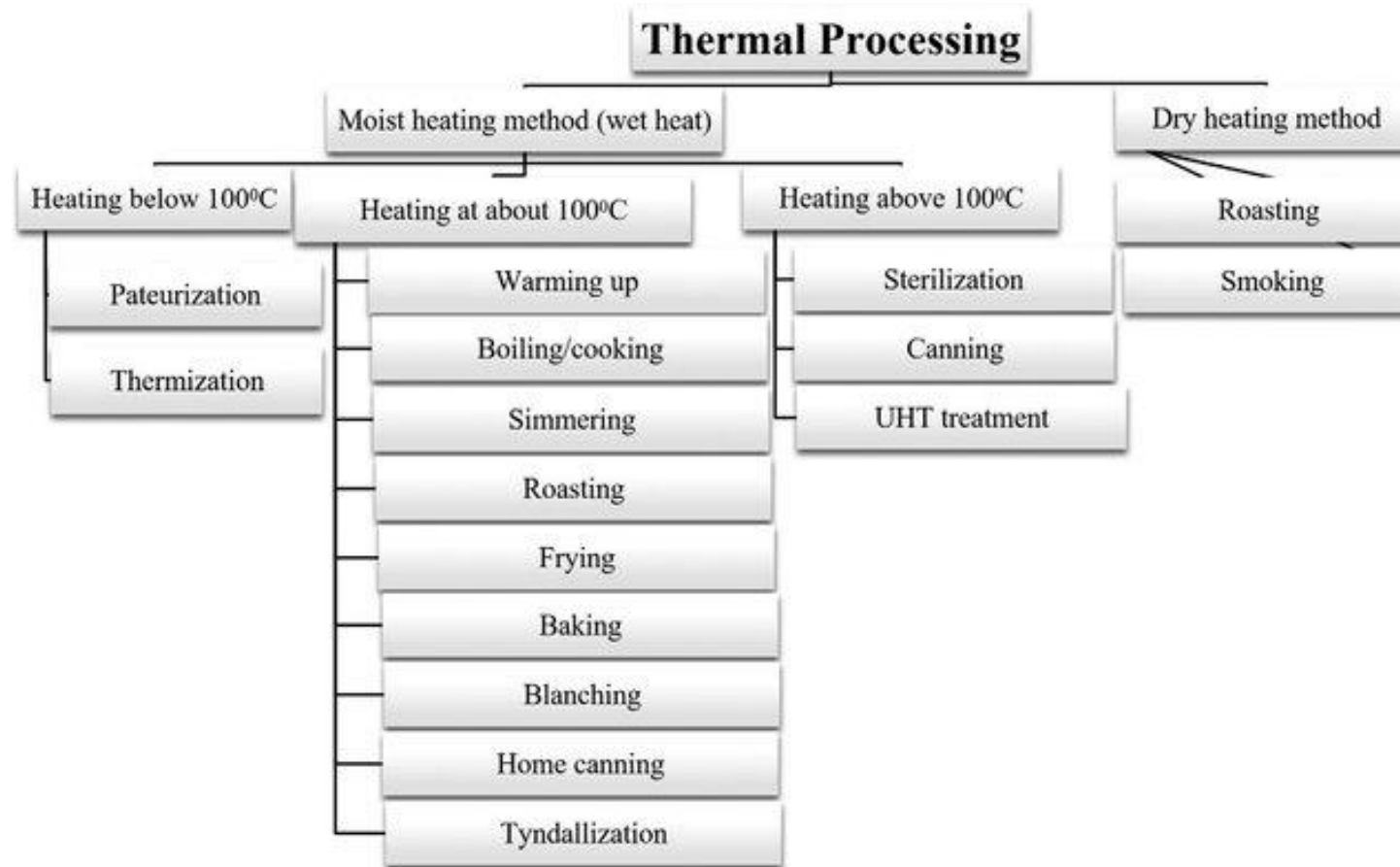


preserving  
nutritional quality



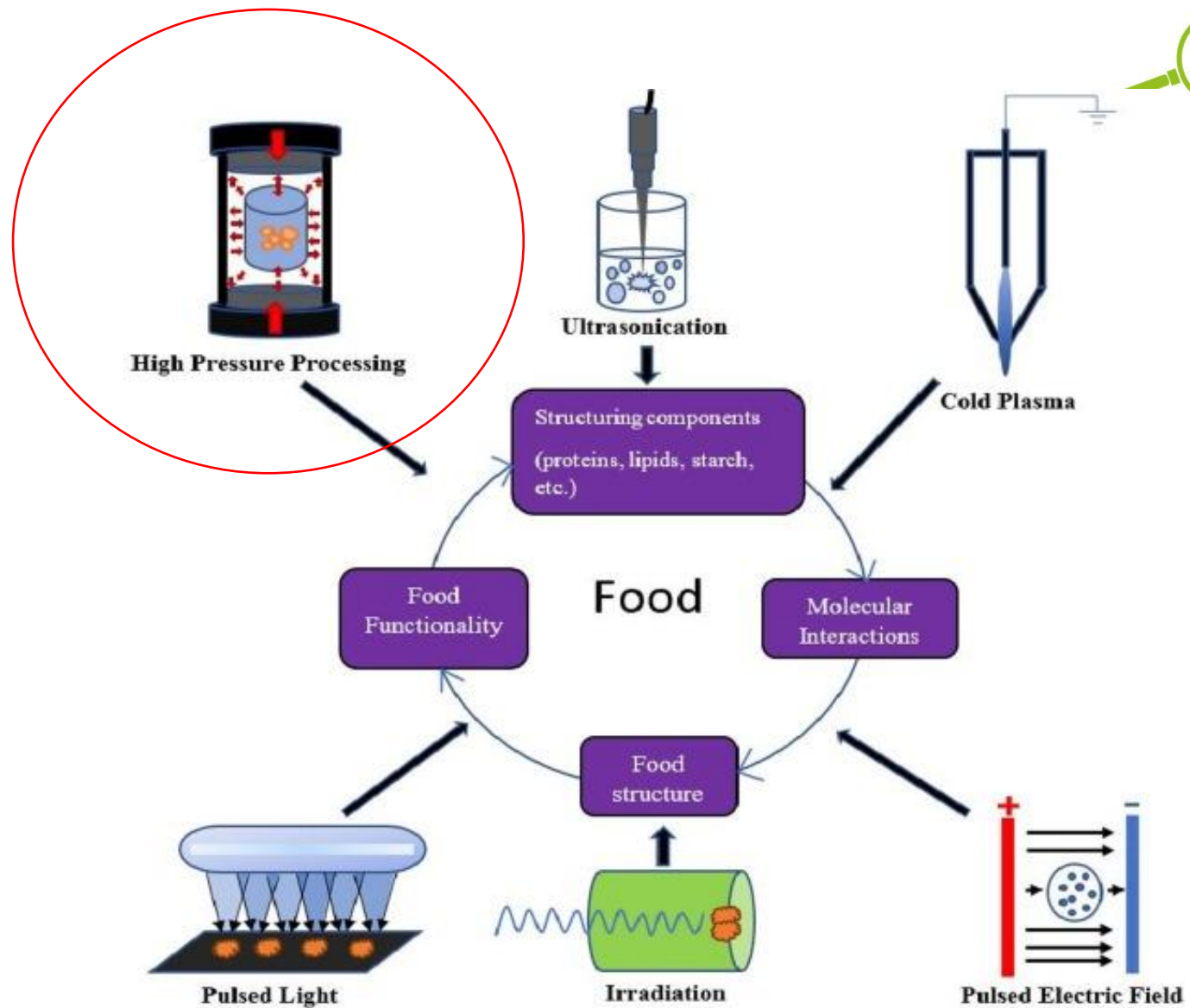
# Elintarvikkeiden Jalostus





Sruthy et al., 2022

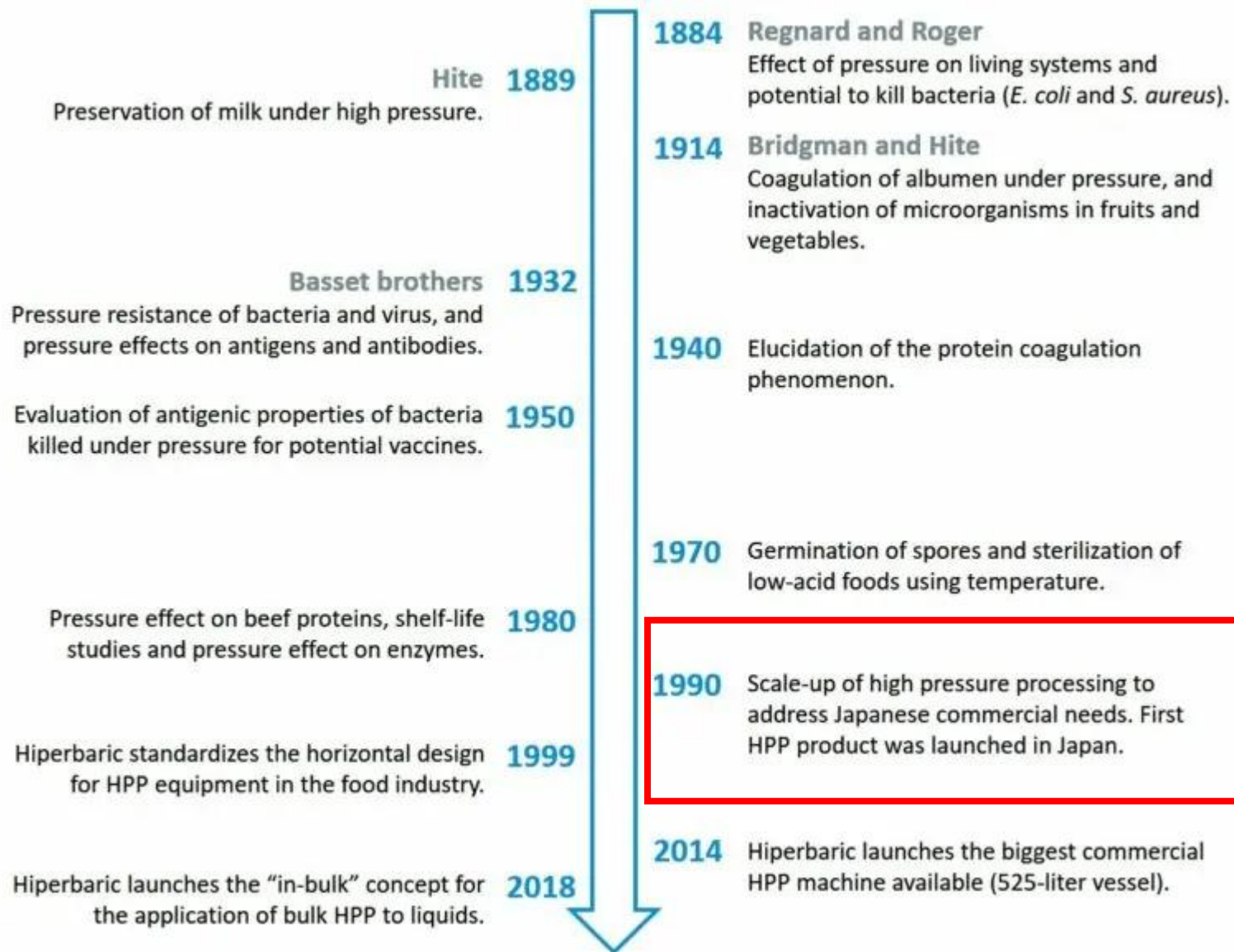
# Ei-lämpökäsittely



Barbhuiya et al., 2021



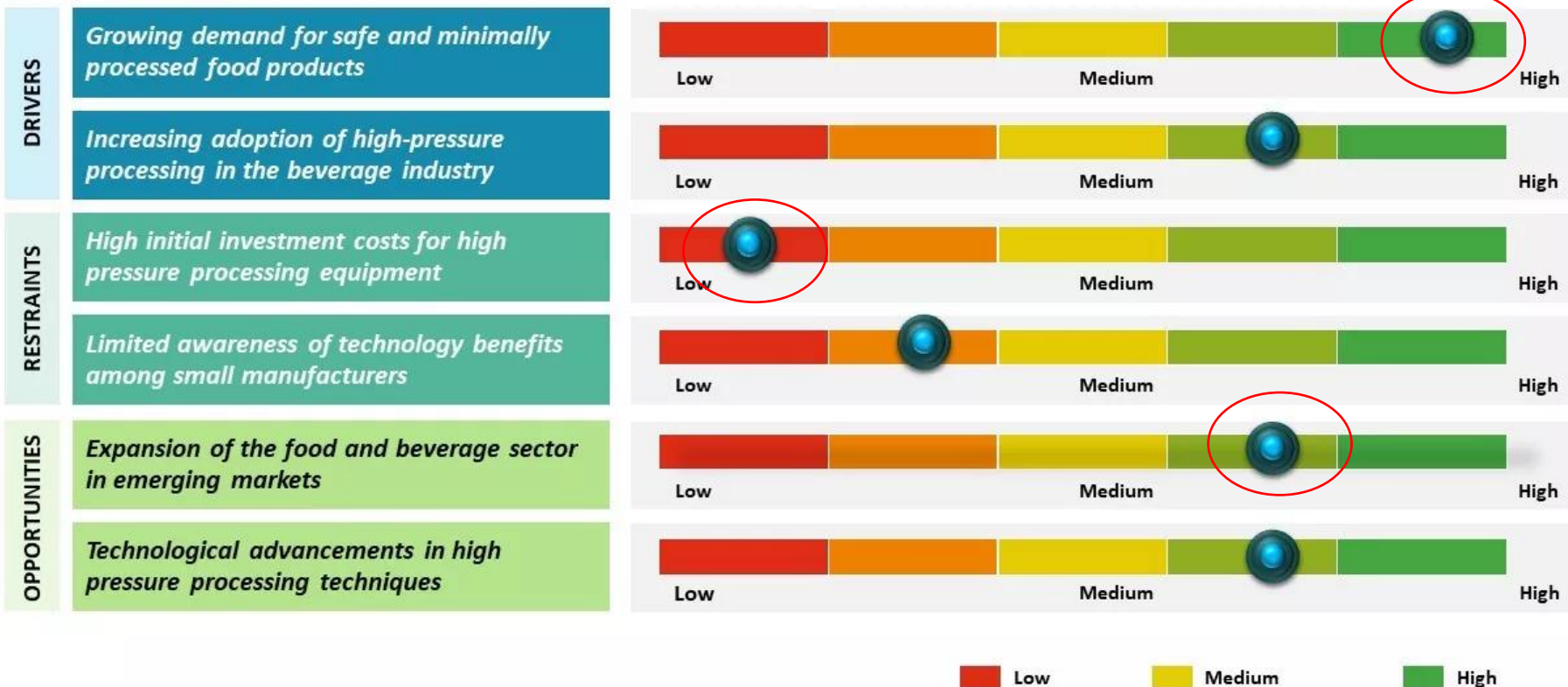
# Korkeapaine käsittely



# Impact Analysis of Key Factors

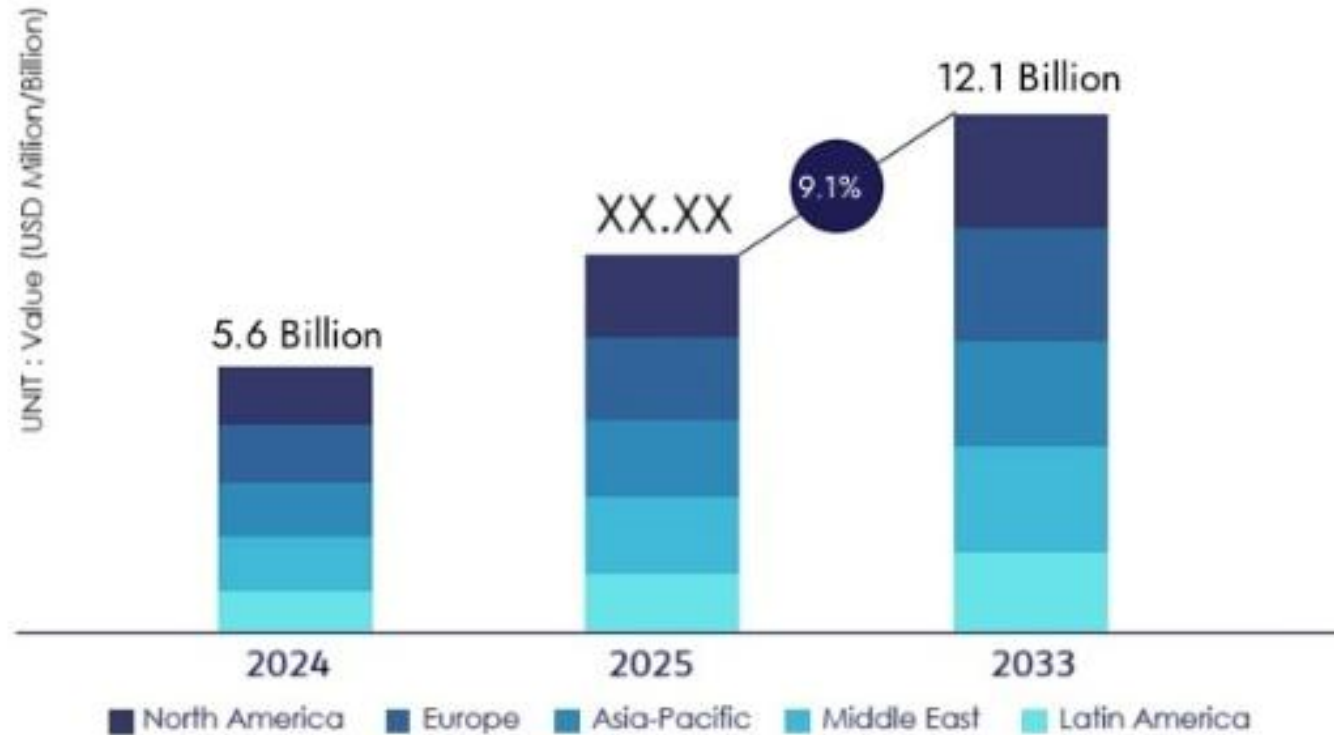
## Global High Pressure Processing Equipment Market

**COHERENT**  
MARKET INSIGHTS

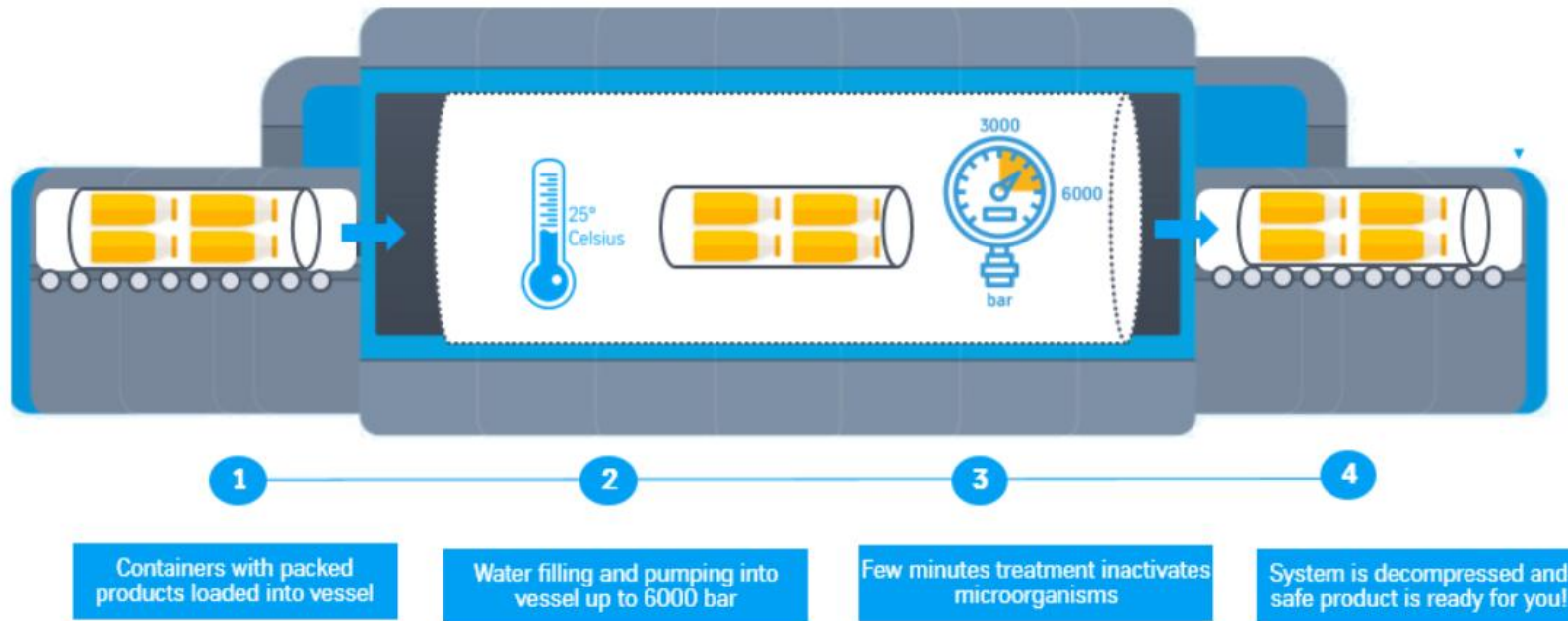


Source: Primary Research, Desk Research, Paid subscriptions, CMI Data Repository

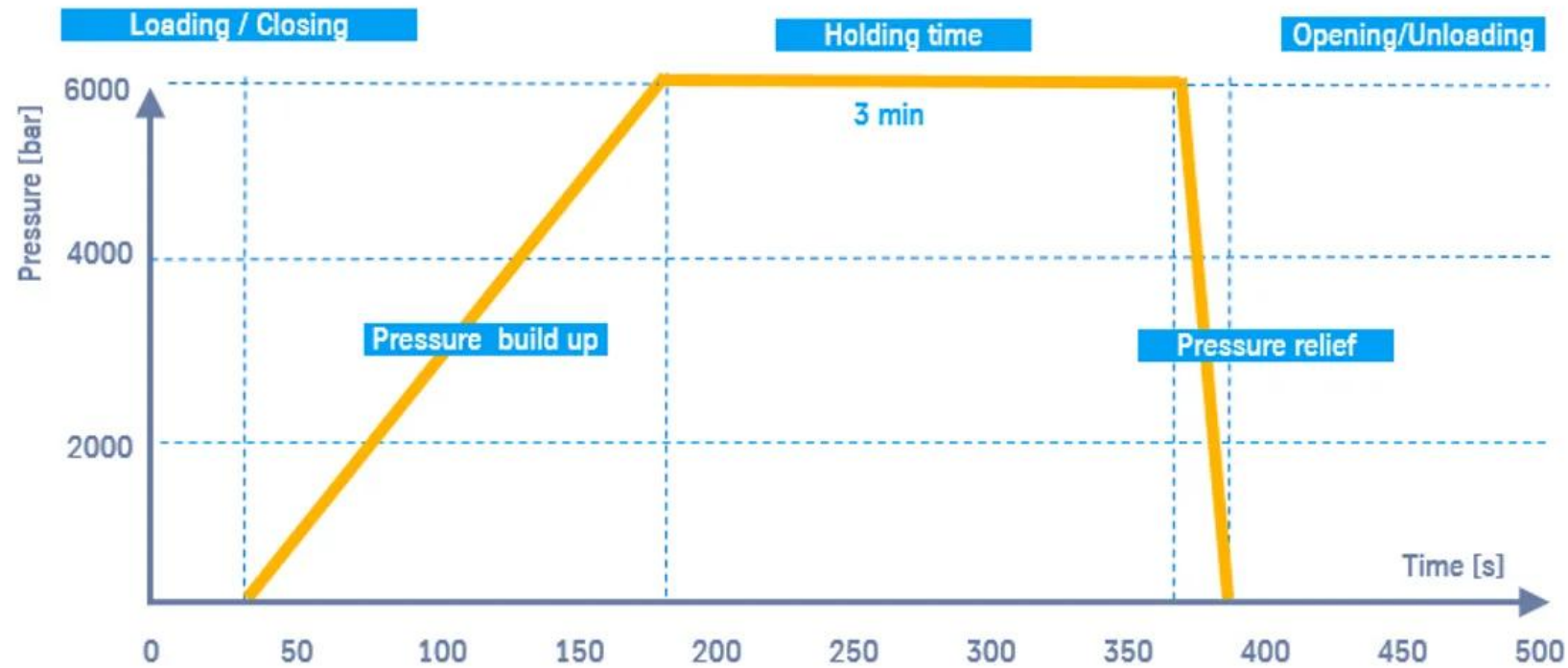
# HPP Elintarvikemarkkinoiden potentiaali

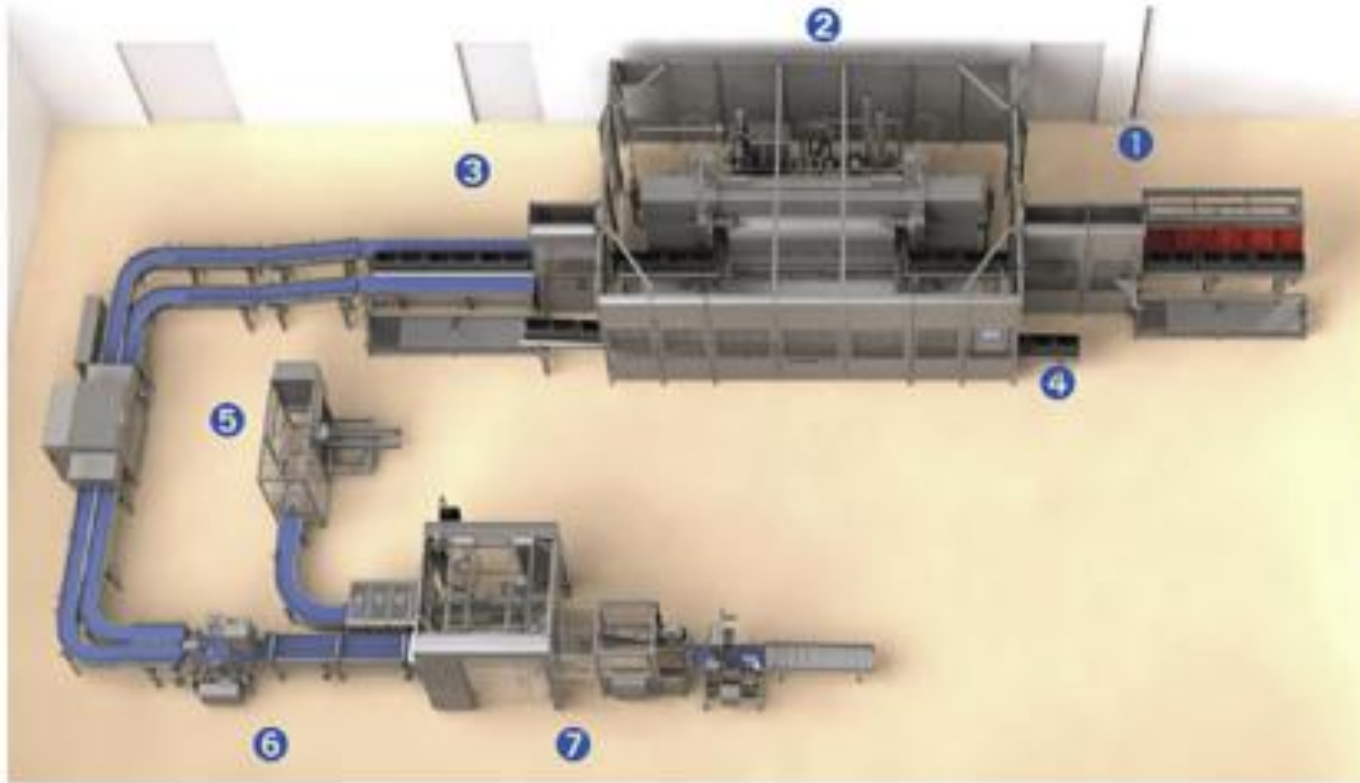


## How does High Pressure Processing work?



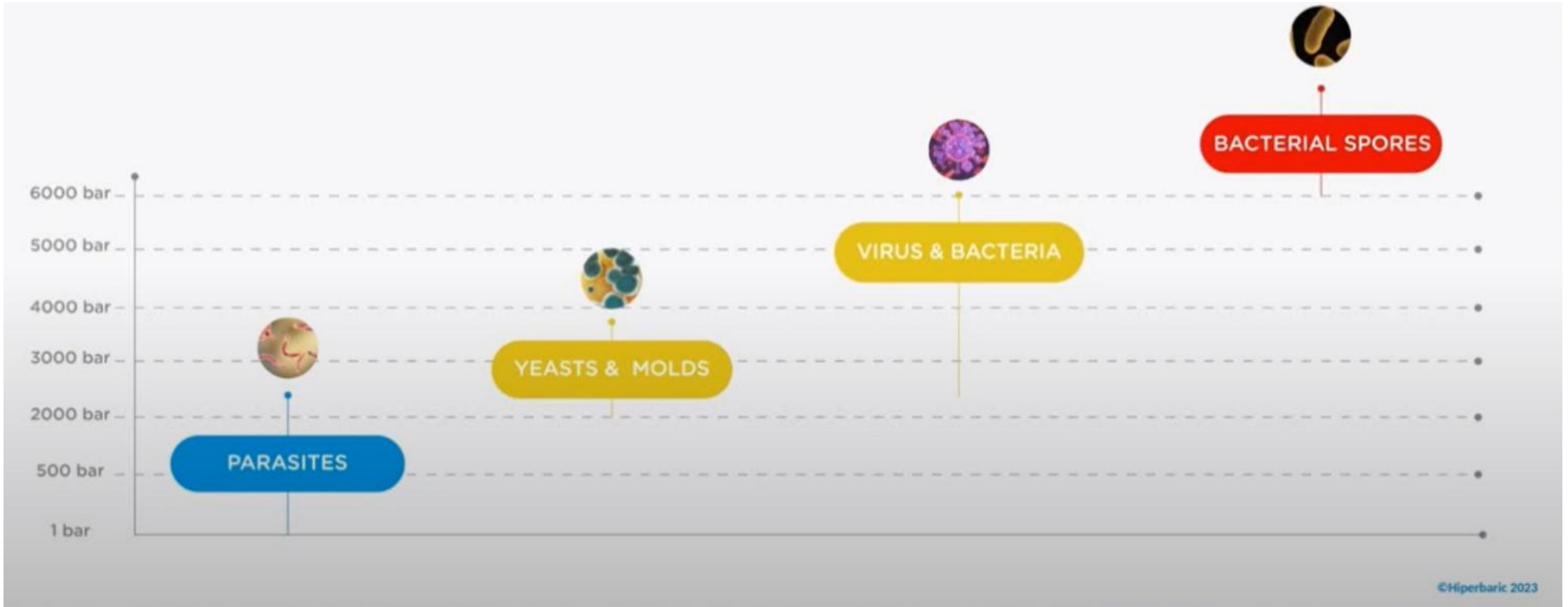
How long does a HPP cycle take?

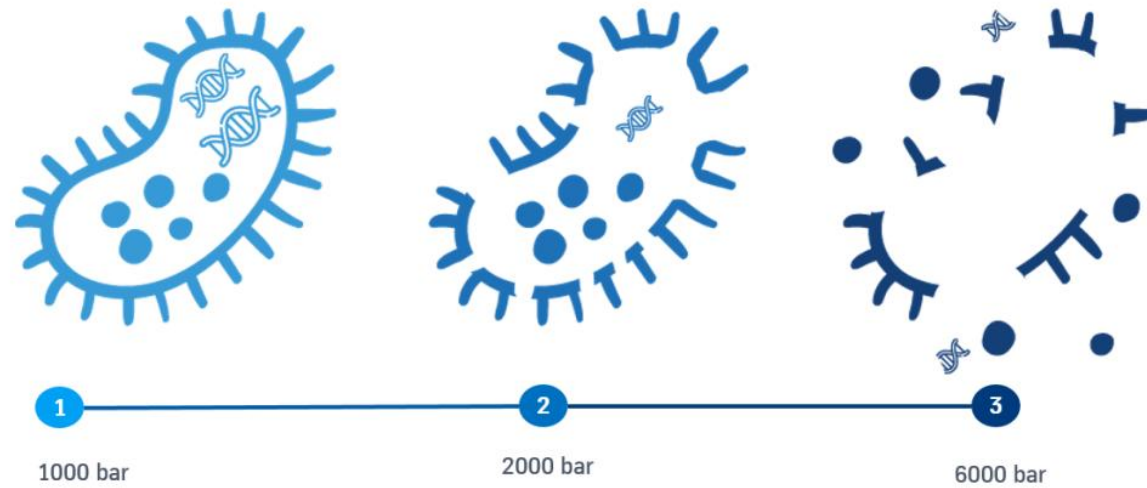




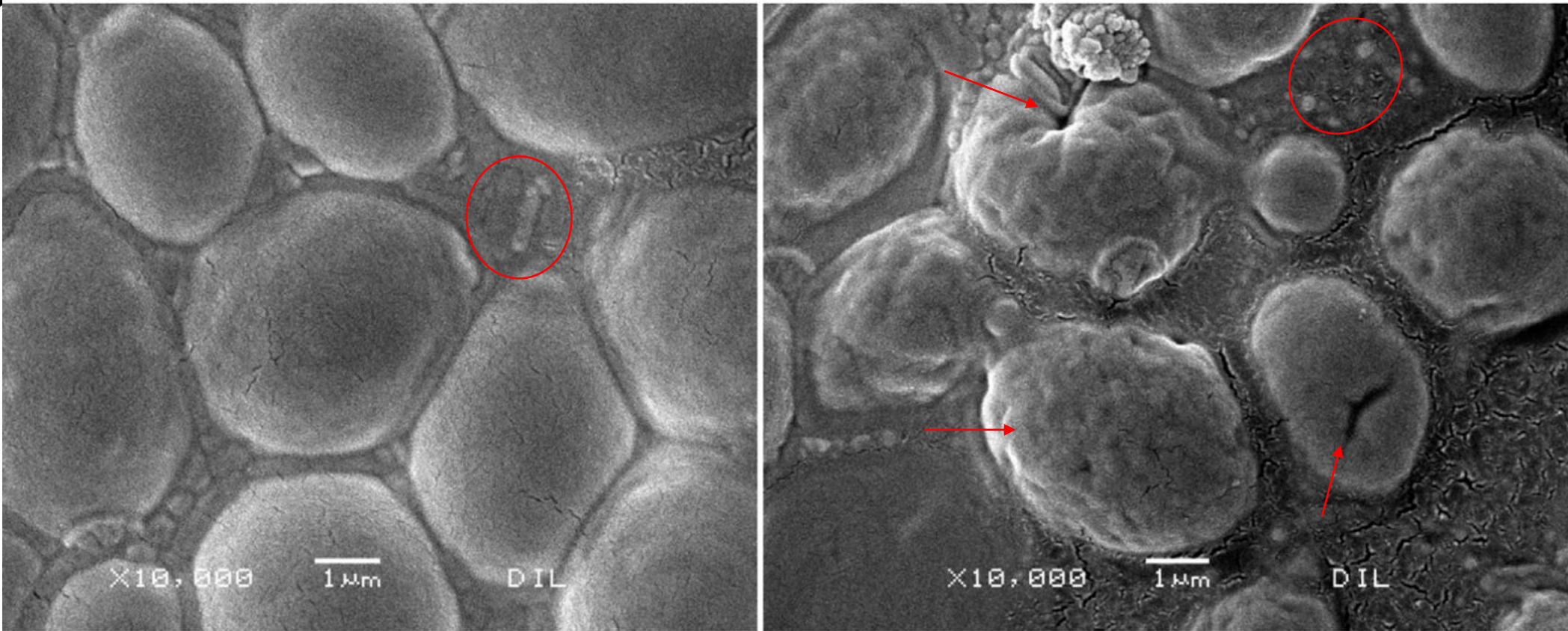
- (1) Loading of baskets
- (2) HPP processing
- (3) Unloading of baskets
- (4) Return conveyor for baskets
- (5) Drying of packs
- (6) Labelling of packs
- (7) End-of-line processing of packs

**Fig. 3.** A horizontal HPP production systems (Multivac, German).



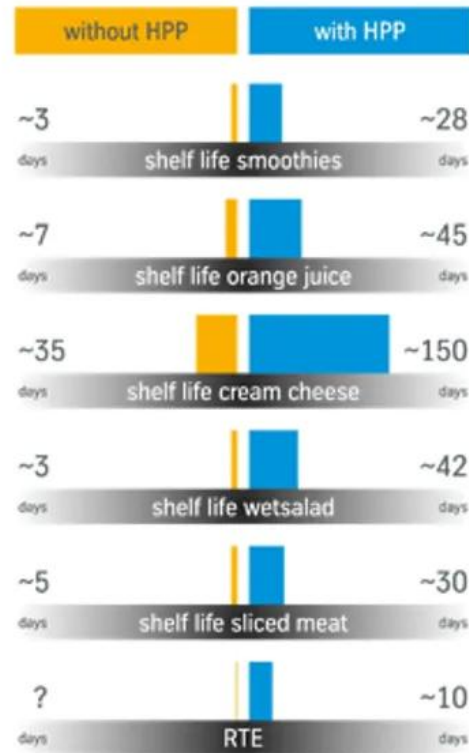


- HPP **compromises cellular functions** such as DNA replication, transcription, translation already at lower pressures ( $\leq 100$  MPa) which impairs bacterial growth.
- At higher pressures, microorganisms start suffering **lethal injuries** due to loss of cell membrane integrity and protein functionality.



Scanning electron microscopic images of *Saccharomyces cerevisiae* and *Listeria innocua*, untreated (left) and after HPP treatment (right) in Ringer's solution

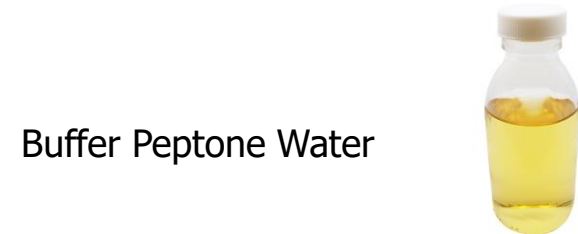
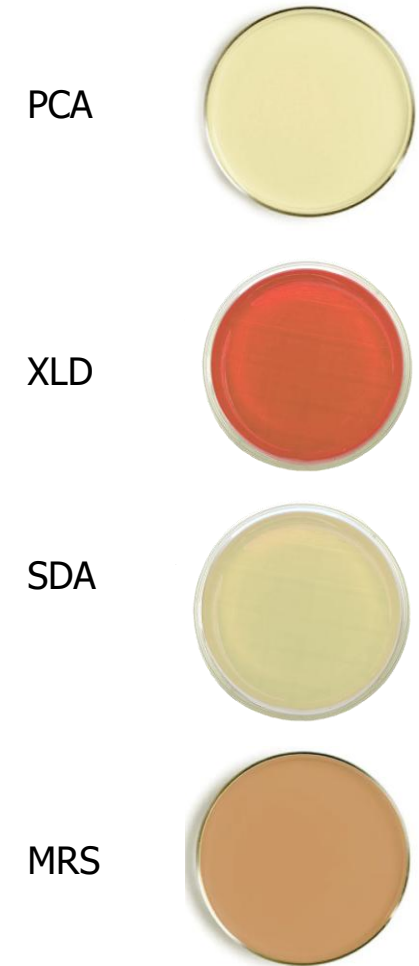
## How does HPP effect shelf life?





# Mikrobiologian tulokset



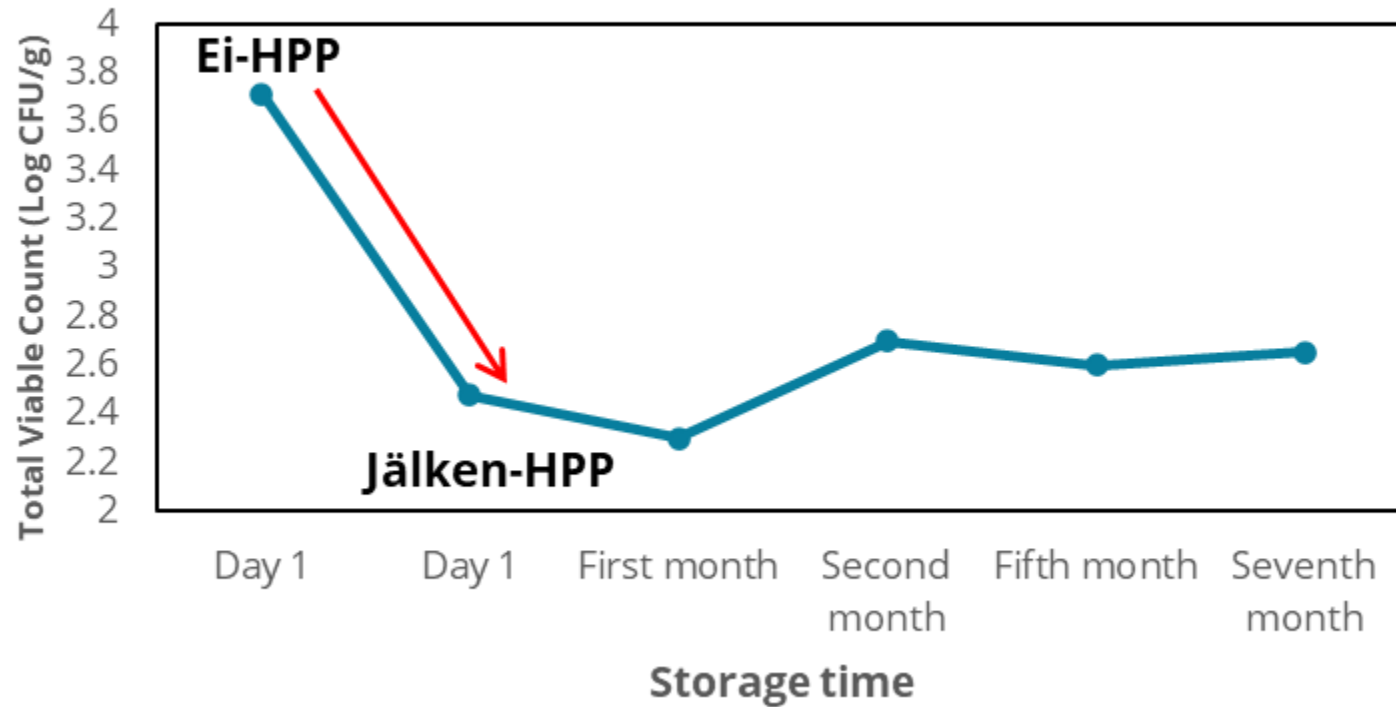


# Mikrobiologian tulokset

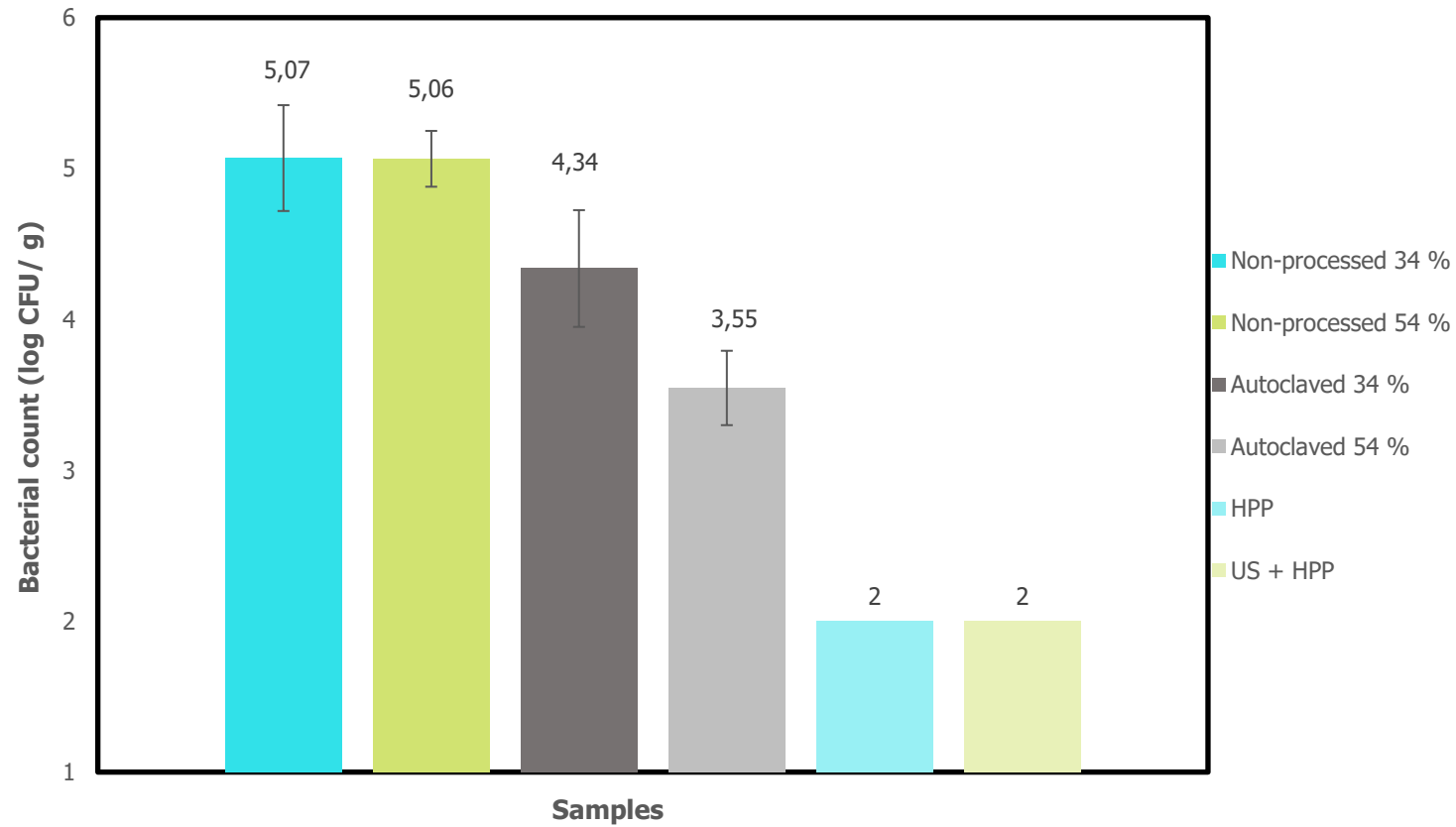
|                       | Ei-HPP-käsittelyä | HPP-käsitelty |         |         |         |         |         |
|-----------------------|-------------------|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Bacteria (CFU/gr)     | Day 1             | Day 1         | Month 1 | Month 2 | Month 4 | Month 6 | Month 8 |
| Total Viable Bacteria | 8450              | 2500          | 1900    | 3100    | 1000    | 1200    | 2300    |
| Staphylococcus spp.   | 400               | 300           | 300     | 300     | 200     | 550     | 600     |
| Bacillus spp.         | 600               | 300           | 400     | 400     | 200     | 400     | 10      |
| Enterobacteriaceae    | 400               | <100          | <100    | <100    | <100    | <100    | <100    |
| Coliform              | 400               | <100          | <100    | <100    | <100    | <100    | <100    |
| Yeast and Mold        | 1500              | <100          | <100    | <100    | <100    | <100    | <100    |
| Lactic Acid Bacteria  | <100              | <100          | <100    | <100    | <100    | <100    | <100    |

# Mikrobiologian tulokset

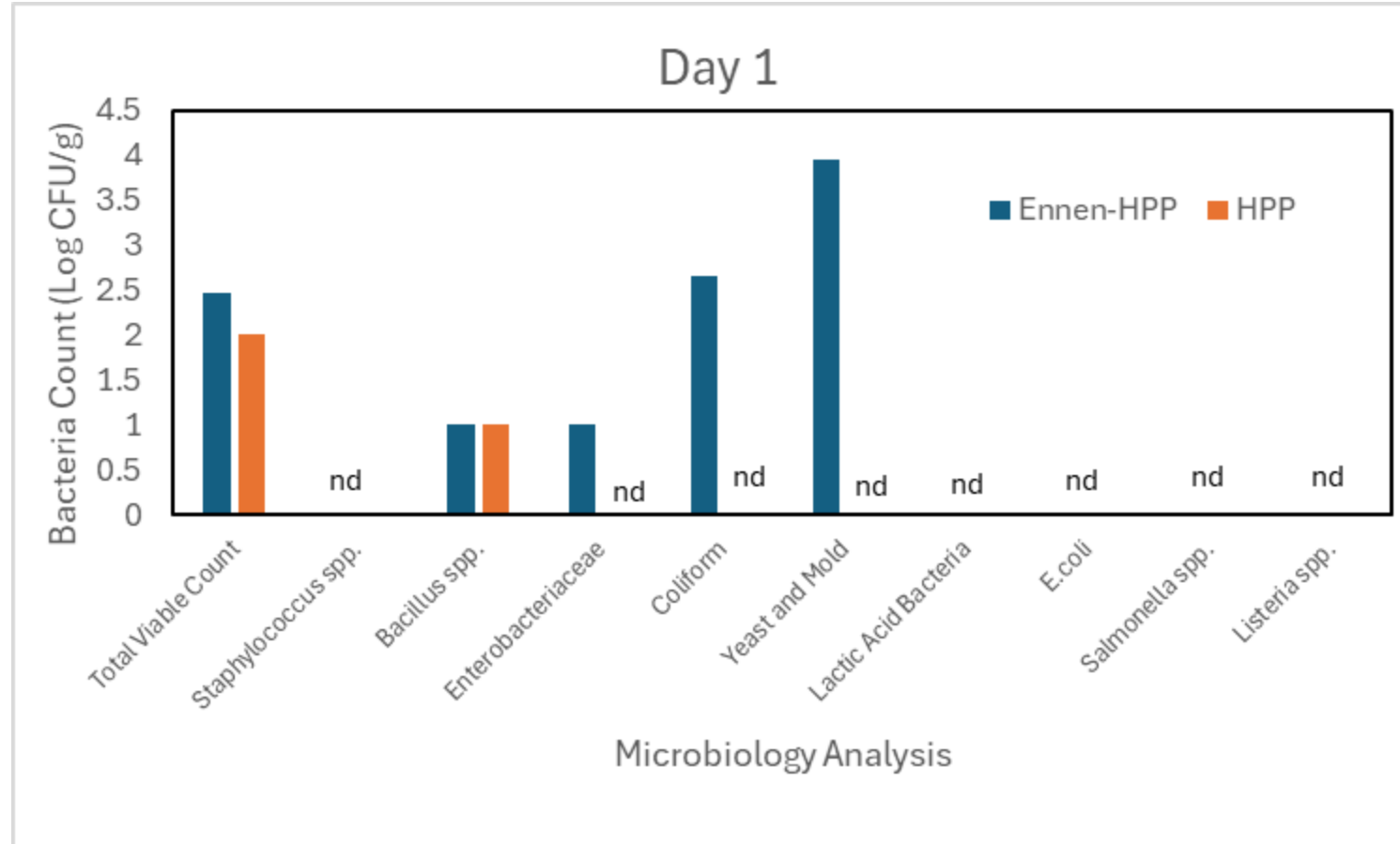
## Marjasmoothiet



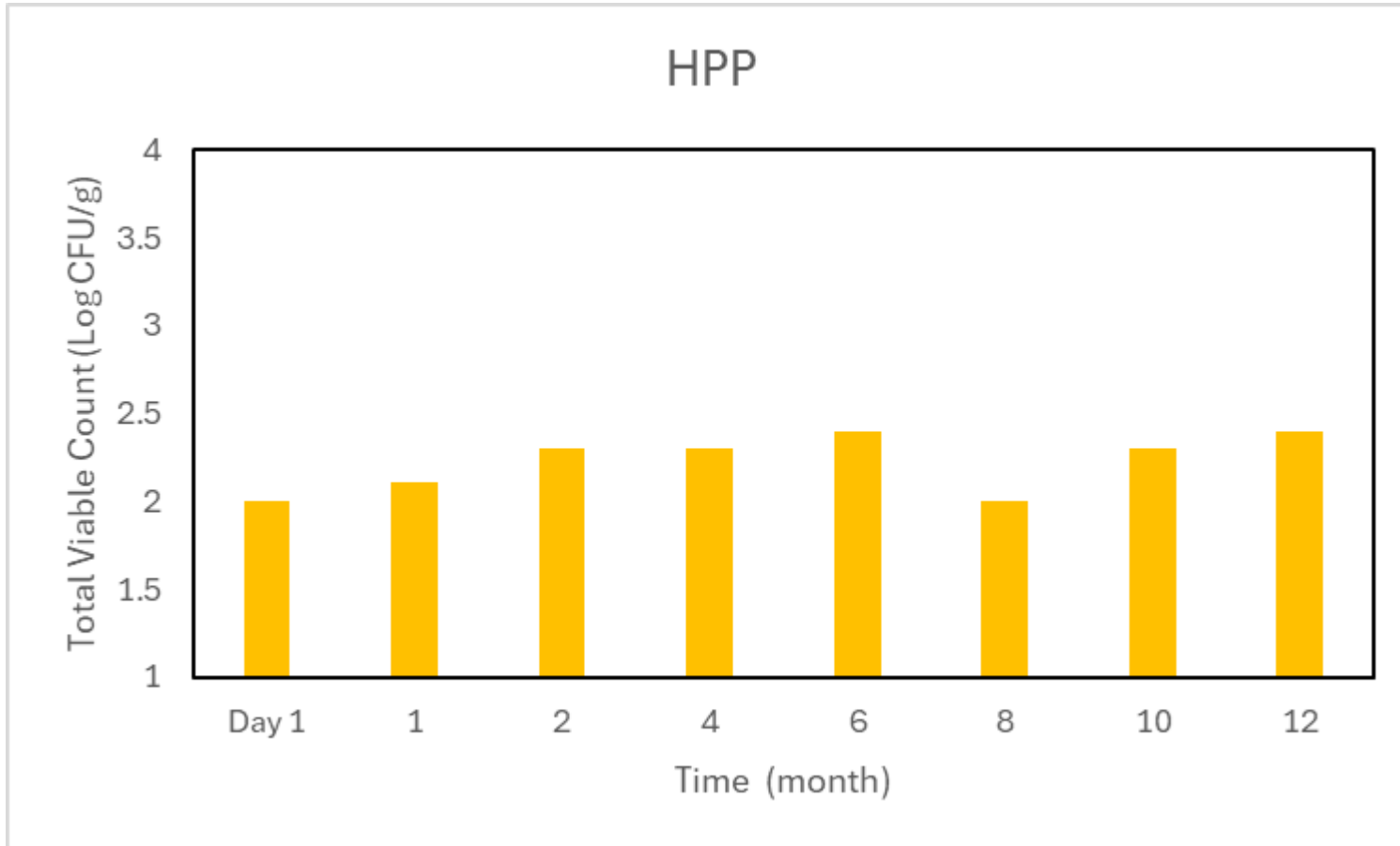
# Mikrobiologian tulokset



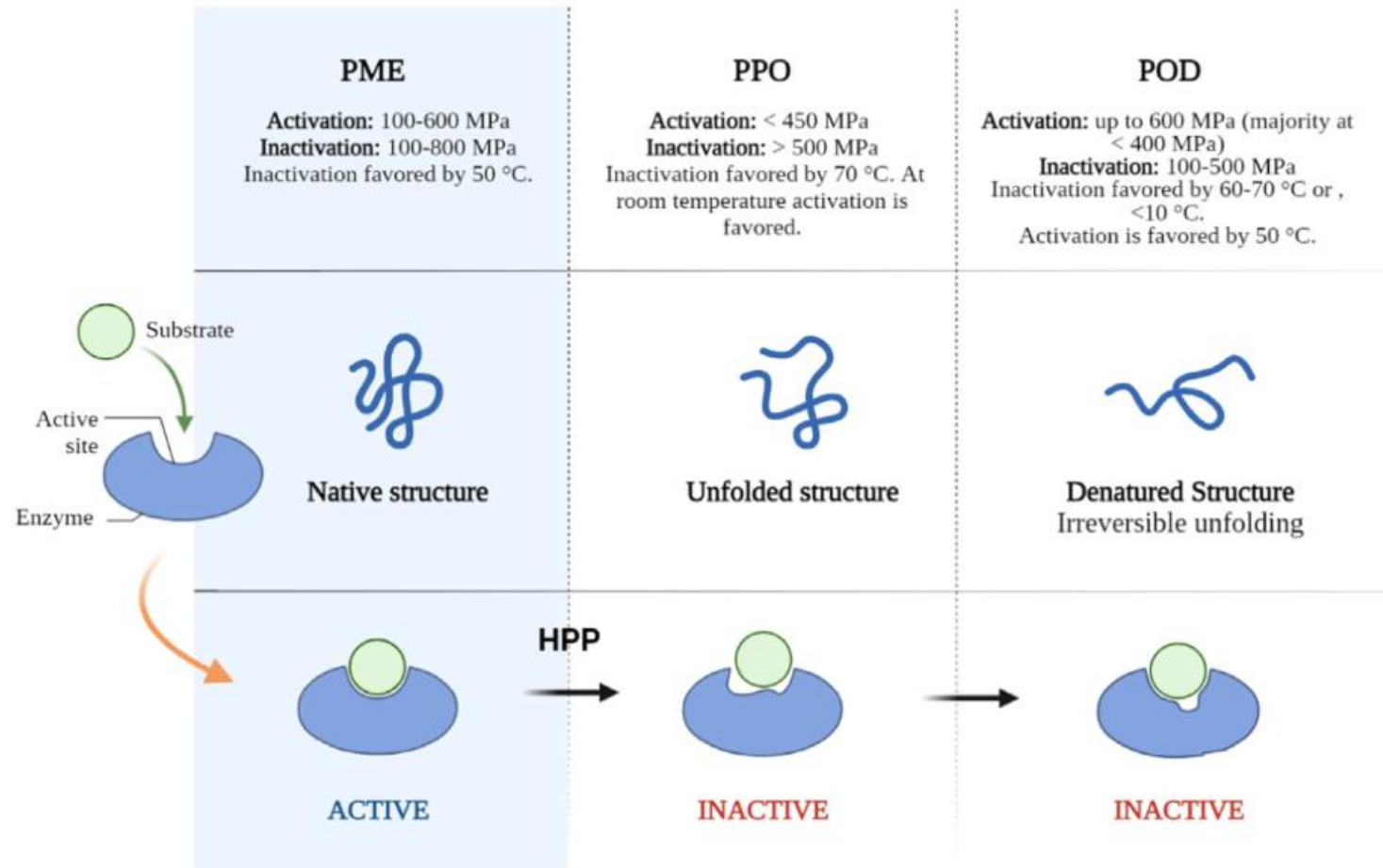
# Mikrobiologian tulokset



# Mikrobiologian tulokset



- **Pectin methylesterase (PME)**
- **Polyphenol oxidase (PPO)**
- **Peroxidase (POD)**



**Figure 1** Effect of high-pressure processing on enzymes of fruit beverages.



ELTUVA-hankkeen säilyvyyskokeet

# Korkeapaine- prosessointi (HPP)

Toripiha Oy

# Opit korkeapaine käsittelystä

Jesse Ojala & Ehsan Shad

Soveltuvuus HPP:hen?  
Säilyvyys HPP:n jälkeen?

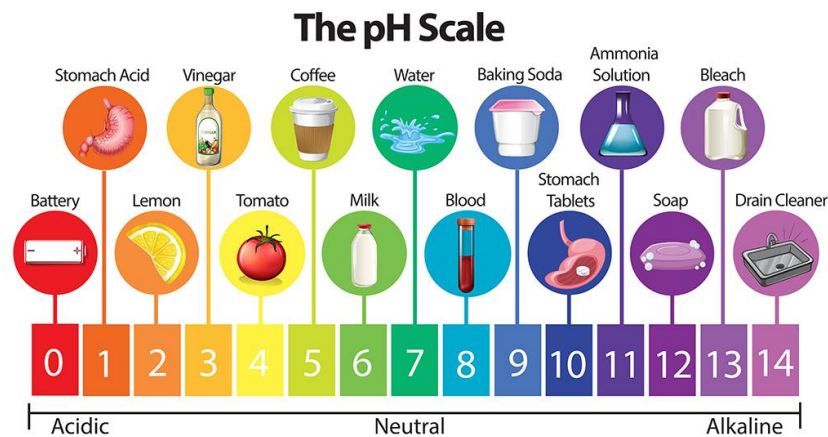


# HPP prosessiin soveltuvuus

## WATER ACTIVITY VALUES

| FOOD                         | TYPICAL WATER ACTIVITY ( $a_w$ ) |
|------------------------------|----------------------------------|
| Fresh meat                   | 0.98                             |
| Pasta                        | 0.50                             |
| Honey                        | 0.50-0.65                        |
| Dried fruits                 | 0.60-0.65                        |
| Fresh vegetables             | 0.97-0.99                        |
| Dried meat                   | 0.80-0.92                        |
| Marmalade, jams, and jellies | 0.75-0.80                        |
| Fresh fruits                 | 0.97-0.99                        |
| Most cheese varieties        | 0.93-0.96                        |
| Raisins                      | 0.51-0.56                        |
| Wheat flour                  | 0.72                             |
| Milk powder                  | 0.20                             |
| Potato crisp                 | 0.08                             |
| Biscuits                     | 0.20                             |
| Soy sauce                    | 0.80                             |

Korkea  $A_w$ -arvo



pH < 5



Öljy saattaa estää paineen vaikutusta raaka-aineeseen



BOTTLES



BAGS



BAG-IN-BOX



TUBS



FILM



CUPS



TRAYS



DOYPACKS



KEGS



POUCHES

# HPP käsittelyn pakkaukset

- Paineenkestävä pakkaus, useimmiten muovia
- Eri pakkauksilla ja muovilaaduilla eri ominaisuudet
  - Esim. PLA pullot (biohajoava) ei toimi

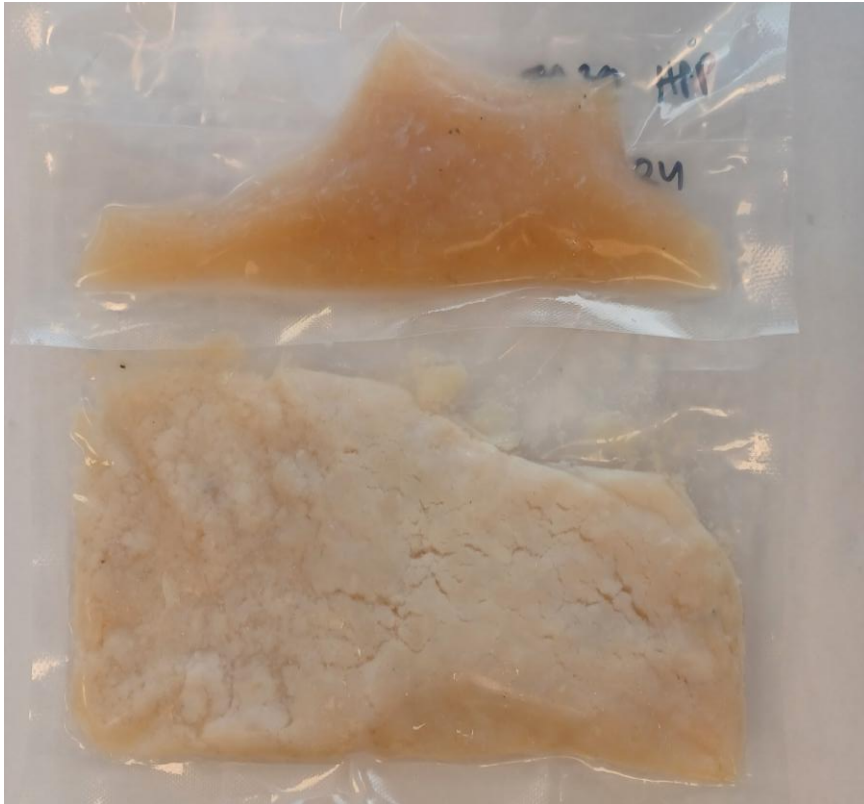


# Esimerkki: Kalamassa

- Lähtökysymykset:
  - HPP-käsittelyssä tapahtuvat **aistittavat muutokset**
  - **Rakenteen muutokset**
- Pakkausvaihtoehtoina: dyno, skin, vakuumpussi



# Esimerkki: Kalamassa

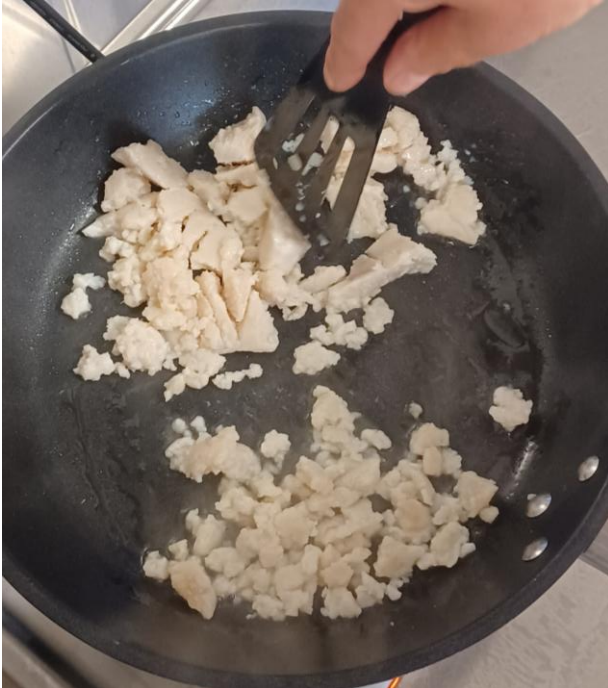


Pakatut HPP käsittelemätön (yllä) ja käsitelty (alla) kalamassa



Kuva 3. Haukimassan HPP-rakennetestit. Ylärivissä öljyssä eri suolapitoisuuksilla. Alarivissä vasemmalla 15% öljyssä ja alaoikealla HPP käsitelty massa ilman öljyä/suolaa.

# Esimerkki: Kalamassa

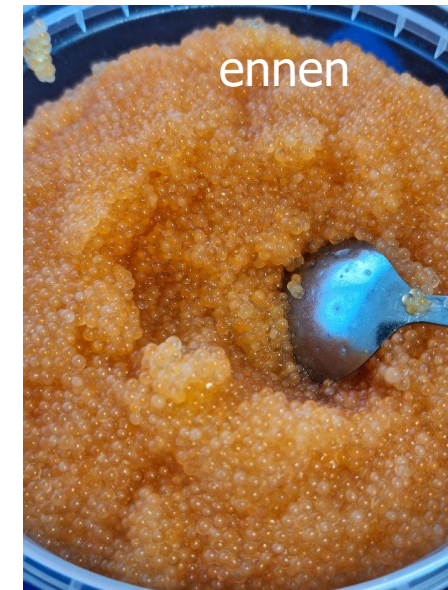


HPP käsitellyn (yllä) ja käsittelemättömän (alla) kalamassan käyttäytyminen pannulla kypsennettäessä



Kalapihvit HPP käsitellystä massasta

# Esimerkki: Mäti



- Muutokset:
  - Proteiinit denaturoituneet → värin muutos
  - Maku ja tuoksu miedontunut

# Kermainen mätikastike ennen ja jälkeen HPP:n



kastike ennen HPP-ajoa

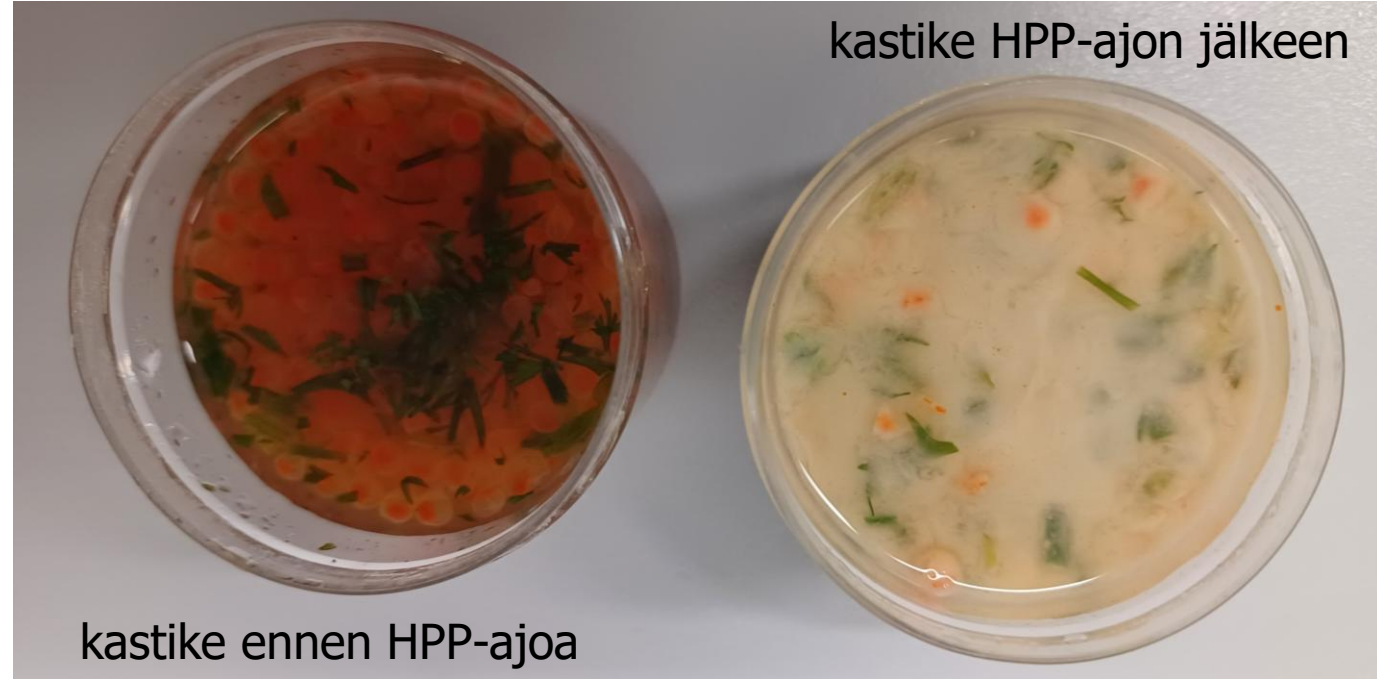


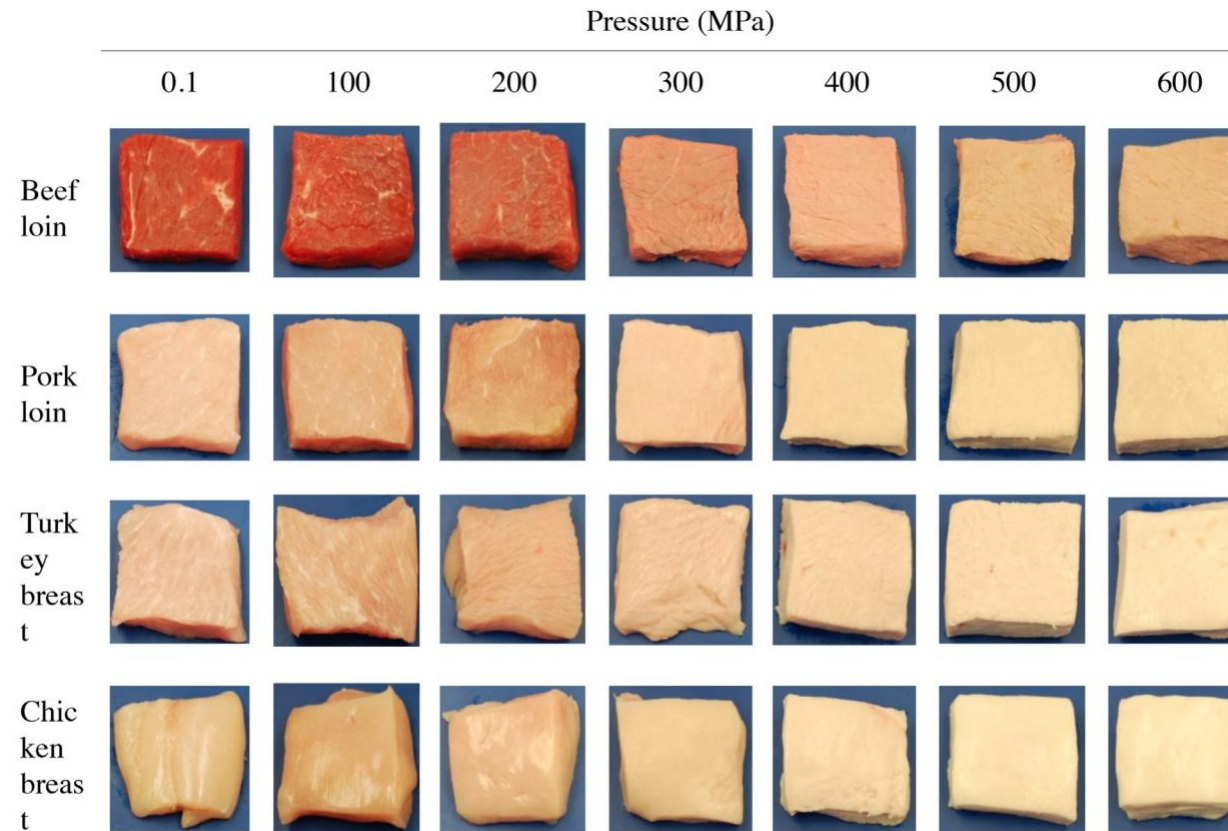
kastike ennen HPP-ajoa



kastike HPP-ajon jälkeen

# Kirkas mätikastike ennen ja jälkeen HPP:n





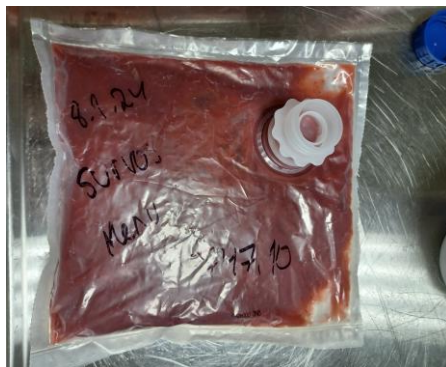
**FIGURE 4** Color changes of beef loin, pork loin, turkey breast, and chicken breast upon high-pressure processing at the specific pressure for 5 min at room temperature (20 °C)

# Esimerkki: marjatuotteet

Marjatuotteet **mikrobiologinen** säilyvyys



PET-pullo



Bag-in-box



Doypack

Marjatuotteet **aistinvarainen**  
säilyvyys: väri, maku ja rakenne

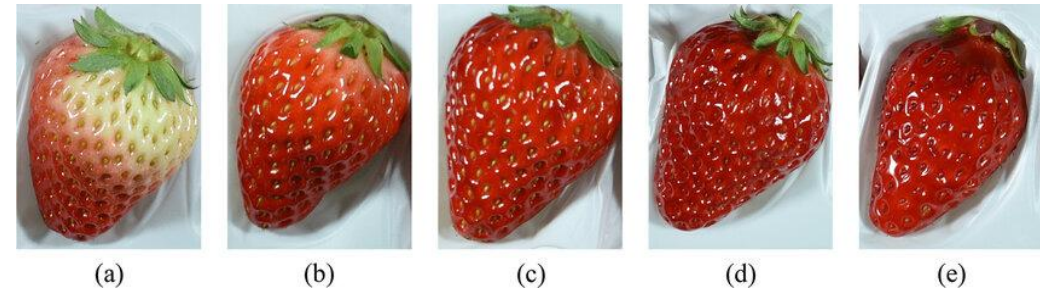
- PET-pullossa kaurajuomaan 6kk →
- Bag-in-box 9 kk →
- Doypack 10 kk →

- Mustikkakaurajuoma
  - 1kk → bacillus. Spp (pysyi samana 9kk)
- Mansikkapuolukkakaurajuoma
  - 9kk →
- Mustikkajuoma, mehupohjainen
  - 4 kk →

• 9 kk →

• 12 kk →

# Pektiinin aiheuttama geeliytyminen



Marjan kypsyysaste vaikuttaa

HPP **ei vaikuta** pektiinistä johtuvaan geeliytymiseen –  
geeli muodostuu käsittelystä huolimatta.

# Esimerkki: vaahdomainen rakenne HPP:ssa

- Eri makeutus/kuituvaihtoehtoja rakenteen tuojina
  - Syklodekstriini + sokeri/dekstroosi/polydekstroosi/sitruskuitu
  - Pastöroitu ja pastöroimaton



Valmistuspäivänä 6.11.24



1 kk jälkeen



2 kk jälkeen

# HPP & apuaineet

- Sakeuttamisaineet
  - Carob, ksantaani, maissi- ja perunatärkkelys, pektiini
  - Tärkkelyksistä parhaiten sopii **kylmäsaostuvat**
  - Mätikastikkeessa maissitärkkelys → väri **vaaleni**
- Väriaineet
  - Vegaanisessa jälkiruokatuotteessa luonnollinen väriaine
  - Violetti väri muuttui harmaaksi HPP:ssa
  - Punajuuren väri ei muuttunut HPP:ssa



# HPP soveltuvuus eri elintarvikkeille

## Päätulokset:

- HPP lisäsi merkittävästi useimpien tuotteiden säilyvyyttä
  - vaikutusta tehostaa alhainen pH, korkea vesipitoisuus ja muut säilyvyyttä edistävät ratkaisut HPP:n rinnalla
- HPP:n vaikutukset makuun, rakenteeseen ja väriin testattava tuotekohtaisesti