



OSNOVNE JEDINICE

$$1 \text{ MPa} = 10 \text{ bar} \approx 10.20 \text{ atm} \approx 100 \text{ N/cm}^2$$

Tlakovi prilikom obrade kreću se i preko 1000 MPa (10000 bara)

Usporedbe radi, tlak u najdubljjoj točki Zemlje u Marijanskoj brazdi je 10x manji (svega 108.6 MPa).

IZOSTATSKI TLAK

- djeluje u svim točkama unutar cilindra istovremeno i istom silom (za razliku od npr. toplinskog tretiranja namirnica)

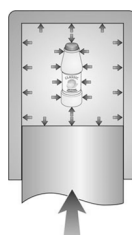
- po Le Chatelier-Braunovom zakonu djelovanje tlaka će uzrokovati promjenu volumena sustava

- sustav teži uravnoteženju, te sve reakcije (promjena faze, konformacije molekula...) u sustavu idu k smanjenju volumena. Ostale reakcije su inhibirane.

- Tekućine se također mogu tlačiti, ali do određene granice te će se volumen vode smanjiti za oko 15 % na 600 MPa

- Korištenjem fleksibilne ambalaže i zahvaljujući vodi u namirnicama moguće je provesti obradu visokim tlakom.

- Potpuno suhe namirnice (ili sa malim udjelom vode) bi se uništile



OSNOVNE KARAKTERISTIKE UREĐAJA



Obrada tekuće ili krute hrane

- u fleksibilnoj ambalaži (do 15 % elastičnosti)
- bez ambalaže



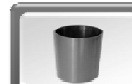
Tlak

- preko 1000 MPa
- obično 100-600 MPa u industriji



Temperatura

- Ispod 0 °C do preko 100 °C



Volumen

- od 0.1 mL do 687 L

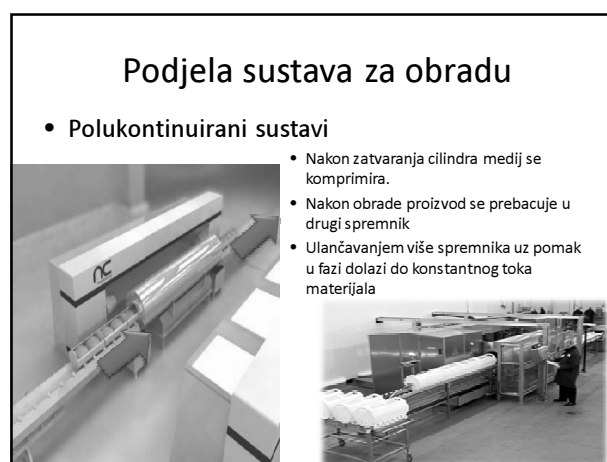
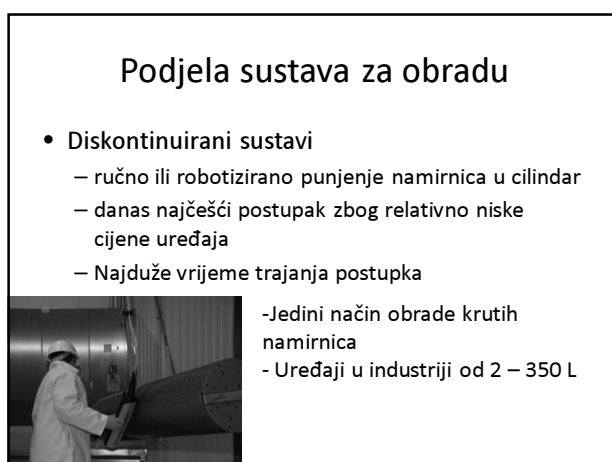
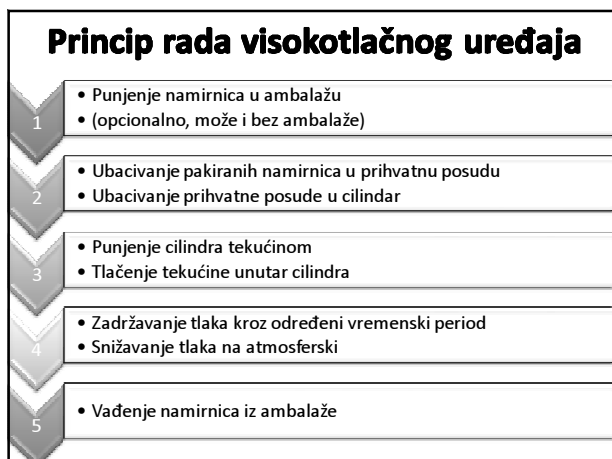
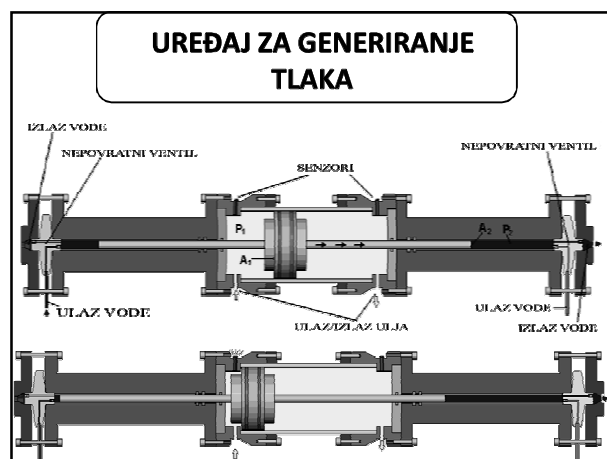
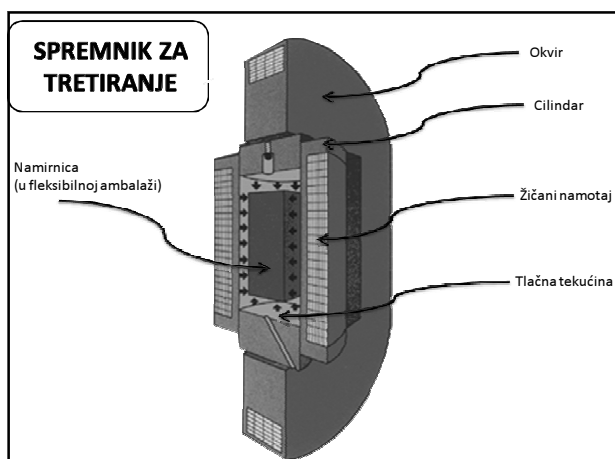
Uređaj se sastoji od:

spremnika za tretiranje

uređaja za generiranje tlaka

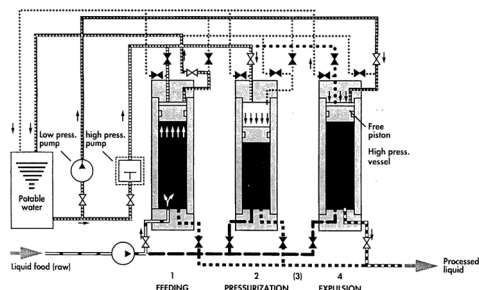
kontrolne jedinice



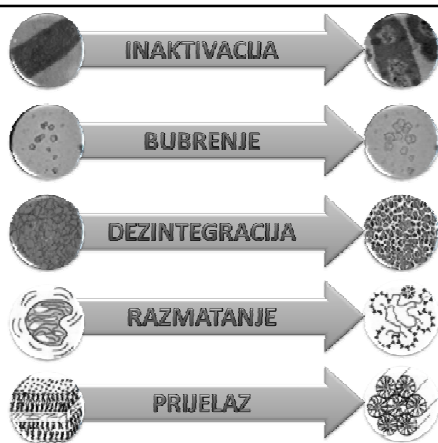
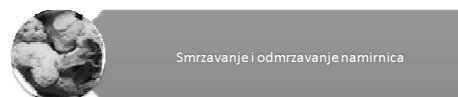
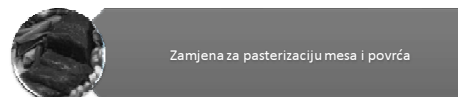
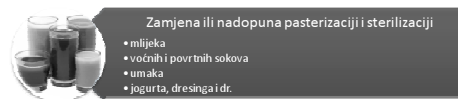


Podjela sustava za obradu

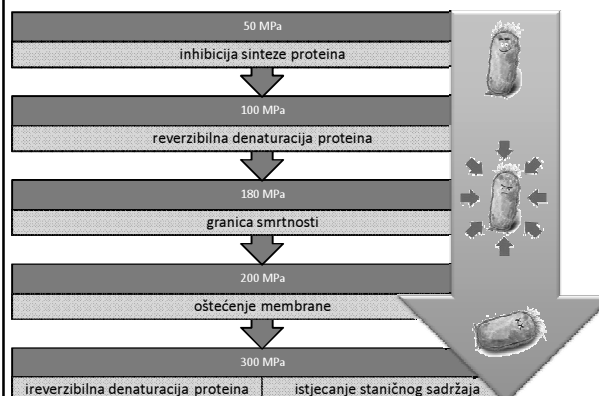
- Polukontinuirani sustavi za tekućine



Industrijska primjena uređaja za obradu visokim tlakom



UTJECAJ NA MIKROORGANIZME



Efikasno inaktivira mikroorganizme, ispitano na:

- rod *Escherichia* (400 MPa)
- rod *Listeria* (360 MPa)
- rod *Staphylococcus* (450 MPa)
- rod *Salmonella* (345 MPa)
- drugim patogenim i nepatogenim bakterijama
- Redukcija broja ili potpuno uništenje virusa, spora, plijesni, kvasaca, priona i dr.

DJELOVANJE NA SASTOJKE HRANE

VODA

- smanjuje se volumen za cca 15 % (pri 600 MPa)
- raste temperatura (oko 3 °C za svakih 100 MPa)
- ubrzava se samoionizacija vode, te se smanjuje pH (oko 0-3-0.5 za svakih 100 MPa)

DJELOVANJE NA SASTOJKE HRANE**PROTEINI**

- mijenja se konformacija
- djeluje na nekovalentne interakcije
- mijenja se hidratacija i volumen proteina

DJELOVANJE NA SASTOJKE HRANE**LIPIDI**

- reverzibilan fazni prijelaz lipida
- smanjenje specifičnog volumena
- posljedično dolazi do kristalizacije

UTJECAJ OBRADJE VISOKIM TLAKOM NA BOJU PREHRAMBENOG PROIZVODA

- promjene u proteinima mogu dovesti do promjene boje
- mioglobulin u mesu se može promijeniti (istiskivanje hema ili otpuštanje i oksidacija atoma željeza)
- zbog toga može doći do promjene boje svježeg mesa (ali ne i već kuhanog ili polukuhanog).
- na bijelom mesu, ribi i sl. nema promjena u boji

UTJECAJ OBRADJE VISOKIM TLAKOM NA TEKSTURU PREHRAMBENOG PROIZVODA

- fizička struktura namirnica sa većom količinom vode ostaje netaknuta
- kod namirnica koje sadrže neki plin može doći do istiskivanja plina iz namirnice, te nadomještanja s tekućinom
- dolazi do promjene oblika namirnice

UTJECAJ OBRADJE VISOKIM TLAKOM NA TEKSTURU PREHRAMBENOG PROIZVODA

- promjena u teksturi kod nekih namirnica je dobrodošla
- stvaraju se novi proizvodi
- povećava se funkcionalnost nekih sastojaka
- Mlijeko se bolje pjenu, Mozzarella sir ima bolju topljivost, i sl.

UTJECAJ OBRADJE VISOKIM TLAKOM NA ORGANOLEPTIČKA SVOJSTVA PREHRAMBENOG PROIZVODA

- produžuje se trajnost obrađenih proizvoda te se pri tome zadržavaju organoleptička svojstva
- panelisti nisu uspjeli razlikovati toplinski obrađeno meso od obrađenog HPP
- kod nekih namirnica dolazi do razlike u okusu, ali u prilog HP obrađenoj hrani

UTJECAJ OBRADJE VISOKIM TLAKOM NA PRINOS

- prinos je vrlo važni faktor za proizvođača prehrambenih proizvoda

-gubitak na masi je značajno manji kod namirnice obrađene visokim tlakom u usporedbi sa toplinskom obradom

-obrada traje puno kraće nego sterilizacija ili pasterizacija, te je uz to postupak (osim inicijalnog ulaganja) znatno jeftiniji

Upotreba visokog tlaka za smrzavanje i odmrzavanje namirnica

Primjena obrade visokim tlakom

Procesi potpomognuti tlakom (1 → 2 → 5 → 6)

- promjena faza odvija se pri konstantnom tlaku

Procesi s pomakom (1 → 2 → 3 → 7 → 8)

- fazna promjena posljedica je promjene (povišenja) tlaka

Procesi uzrokovani tlakom (1 → 2 → 3 → 4)

- početak faznog prijelaza je posljedica djelovanja visokog tlaka

- prijelaz se nastavlja odvijati pri konstantnom tlaku

