

# INFLUENCE OF HIGH HYDROSTATIC PRESSURE ON TEXTURAL PROPERTIES, COLOUR AND MICROBIOLOGICAL SAFETY OF PICKLED VEGETABLES

## UTJECAJ VISOKOG HIDROSTATSKOG TLAKA NA TEKSTURNA SVOJSTVA, BOJU I MIKROBIOLOŠKU ISPRAVNOST UKISELJENOG POVRĆA

KARLOVIC, Sven; JEZEK, Damir; BOSILJKOV, Tomislav; BRNCIC, Mladen; TRIPALO, Branko; DUJMIC, Filip

**Abstract:** High hydrostatic pressure processing is efficient method for replacement of thermal pasteurization of foodstuff. Research is based on the investigation of microbiological safety of foodstuff treated using 200, 300 and 400 MPa. After conducted research, it can be concluded that this method is very efficient in inactivation of *E.Coli* (8log CFU drop at 400 MPa). There is minimal influence on textural properties (hardness drop about 8 % and elasticity 6 % at 400 MPa).

**Keywords:** high hydrostatic pressure, vegetables, texture, colour, *E.Coli*

**Sažetak:** Obrada visokim hidrostatskim tlakom do sada se pokazala kao efikasna metoda za zamjenu ili nadopunu klasičnoj toplinskoj pasterizaciji namirnica. Istraživanje se bazira na provjeri efikasnosti inaktivacije mikroorganizama pri različitim tlakovima (200, 300 i 400 MPa). Nakon provedenih mikrobioloških ispitivanja, konačan zaključak je da se metoda pokazala kao vrlo efikasna u inaktivaciji *E.Coli* (maksimalni pad za 8log CFU pri 400 MPa), uz minimalni utjecaj na tvrdoću (pad tvrdoće za 8 % pri maksimalnom tlaku od 400 MPa) i elastičnost (smanjenje elastičnosti za 6 % pri 400 MPa).

**Ključne riječi:** visoki hidrostatski tlak, povrće, tekstura, boja, *E.Coli*



**Authors' data:** Sven, **Karlovic**, asistent, dipl.ing. Prehrambeno – biotehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, skarlovi@pbf.hr; Damir, **Jezeck**, prof.dr.sc., redovni profesor, Prehrambeno – biotehnološki fakultet, djezek@pbf.hr; Tomislav, **Bosiljkov**, dr.sc., viši asistent, Prehrambeno – biotehnološki fakultet; Mladen, **Brcnic**, prof.dr.sc., izvanredni profesor; Branko, **Tripalo**, prof.dr.sc., redovni profesor, Prehrambeno – biotehnološki fakultet; Filip, **Dujmic**, dipl.ing., asistent,

## 1. Uvod

Uvađanje novih tehnologija u prehrambenu industriju nužno je potrebno kako bi se dobili novi proizvodi i poboljšali postojeći, te se tako održala prednost pred konkurencijom. Nove tehnologije također mogu donijeti ekonomsku i ekološku korist u vidu smanjenja potrošnje energije, vode, skraćivanja procesa obrade, produženja roka trajanja proizvoda, smanjenja otpada i dr. Visoki hidrostatski tlak je poznata tehnologija minimalne obrade namirnica koja se u posljednjih 10 godina intenzivno razvija, pri čemu se polagano probija u prehrambenu industriju zahvaljujući dobivanju visokokvalitetnih gotovih proizvoda [1]. S obzirom da dolazi do morfoloških promjena na stanicama mikroorganizama tretiranih visokim tlakom, tehnologija zamjenjuje ili nadopunjuje klasičnu toplinsku pasterizaciju tekućih i krutih namirnica poput ukiseljenog povrća [2]. Pri tome se osigurava mikrobiološka ispravnost gotovog proizvoda tijekom cijelog roka trajanja. Dobiveni proizvodi su nutritivno kvalitetniji jer se tijekom obrade ne koriste povišene temperature koje imaju negativni utjecaj na kemijski i nutritivni sastav proizvoda. Teksturna i druga organoleptička svojstva ostaju nepromijenjena, ili se minimalno mijenjaju u ovisnosti o primijenjenim tlakovima i željenom cilju. Visoki hidrostatski tlak nema značajan utjecaj niti na pigmente poput klorofila i karotenoida, što osigurava zadržavanje originalne boje ulazne sirovine [3]. Kako je po [4] današnji svjetski trend minimalno obrađena hrana i zelena tehnologija, sve navedene činjenice idu u prilog obradi visokim tlakom kao metodi kojom se među ostalim može obrađivati i povrće. Istraživanje će pokazati koji tlakovi su najpogodniji za obradu krastavaca, pri čemu je nužno zadovoljiti sve organoleptičke uvjete i istovremeno proizvesti mikrobiološki sigurnu hranu. Zbog zahtjeva o sigurnosti hrane nužno je da gotov proizvod zadovoljava sve mikrobiološke kriterije tijekom čitavog roka trajanja. Pri tome je nužno odrediti optimalni tlak koji je dovoljan za obradu namirnice, a da uz to ima minimalno djelovanje na njezina organoleptička svojstva. Istraživanje je provedeno kako bi se ustanovilo djelovanje visokog tlaka na određene mikroorganizme i teksturna svojstva obrađenih namirnica, kao i odredio minimalni tlak dovoljan za uspješnu obradu namirnica.

## 2. Materijali i metode

Posuda volumena 1,0 L puni se sa 0,5 L naljeva za konzerviranje povrća. U posudu se ubacuje 500 g krastavaca, te se do vrha puni sa naljevom za konzerviranje. Zatvorena plastična posuda sa uzorkom na sobnoj temperaturi ubacuje se u uređaj za obradu visokim hidrostatskim tlakom. Primijenjeni tlakovi bili su 200, 300 i 400 MPa, tijekom 4 minute. Teksturna svojstva neobrađenih i obrađenih uzoraka ispitivana su na instrumentalnom analizatoru teksture (TA.HDPlus, Stable Micro Systems, Velika Britanija). Cilindrična metalna sonda promjera 4 mm prodirala je u uzorak brzinom od 1 mm/s do dubine od 20 mm. Na temelju dobivene krivulje ovisnosti sile potrebne za prodiranje o prijednom putu sonde određeni su teksturni parametri. Tvrdća je po definiciji maksimalna sila potrebna za prodiranje u uzorak, te je izmjerena kao najviši vrh krivulje. Elastičnost je prijedni put sonde do trenutka

pucanja uzorka, te je izražena u mm. Određivanje boje uzorka vršilo se difuzno reflektirajućom spektrofotometrijom na kolorimetru CM-3500d (Konica-Minolta, Japan), pri čemu je odabrana maska otvora 8 mm kao optimalna s obzirom na veličinu uzorka. Na temelju spektralnog grafa određene su  $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$  vrijednosti za boju uzorka. Pri tome je iz dobivenih podataka izračunat  $\Delta E^*$  uz pomoć formule 1.

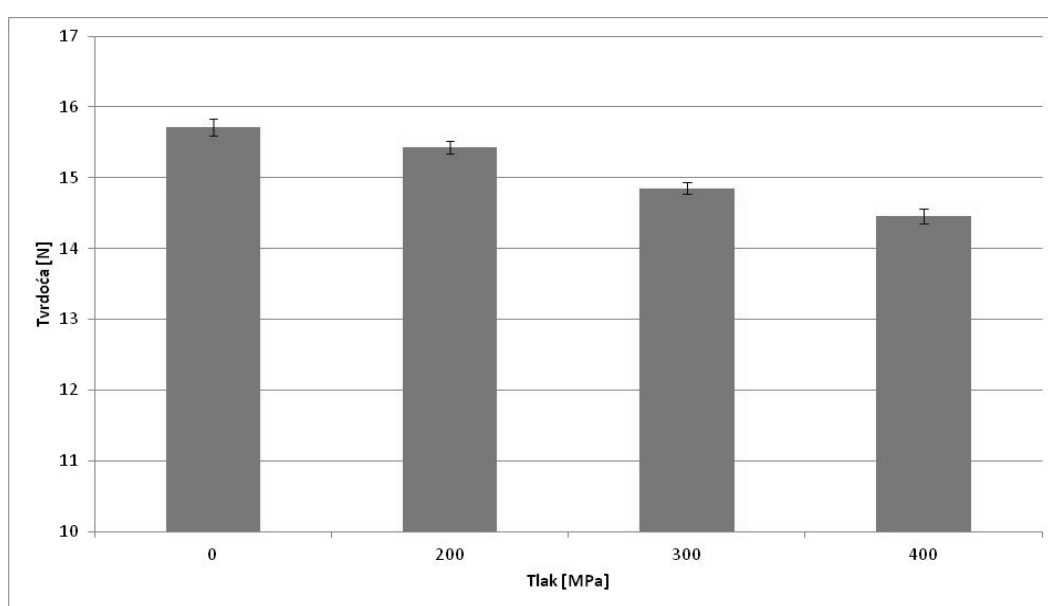
$$\Delta E^* = \sqrt{(L^* - L_{ref}^*)^2 + (a^* - a_{ref}^*)^2 + (b^* - b_{ref}^*)^2} \quad (1)$$

gdje su  $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$  parametri ispitivanog uzorka, te  $L_{ref}^*$ ,  $a_{ref}^*$  i  $b_{ref}^*$  parametri referentnog uzorka.

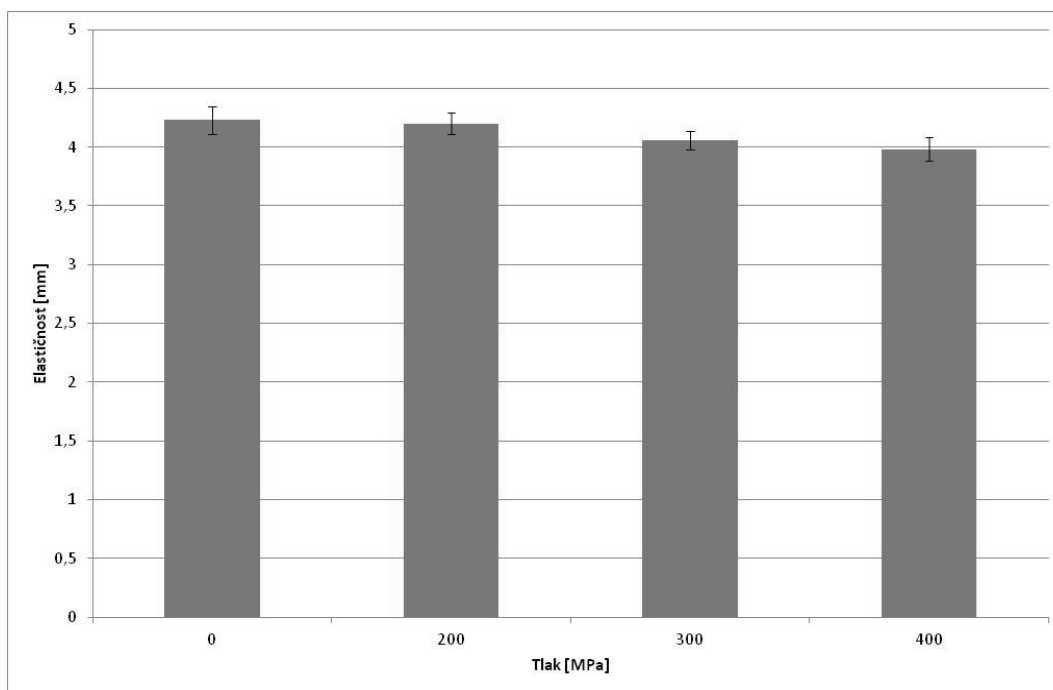
Uzorci su inokulirani sa  $10^8$  stanica *Escherihia Coli* po mL otopine. Provedeno je mikrobiološko ispitivanje odmah nakon obrade visokim tlakom. Sve analize provedene su na tri različita uzorka.

### 3. Rezultati i rasprava

Ispitivani teksturni parametri pokazali su da je utjecaj visokog hidrostatskog tlaka na tvrdoću i elastičnost namirnice minimalan. Sa slike 1. vidljivo je da se tvrdoća smanjuje sa povećanjem tlaka, do čega dolazi zbog utjecaja tlaka na stanične stjenke i mogućeg procesa denaturacije i renaturacije proteina. Moguća je i transformacija u staničnoj strukturi kao posljedica ubrzanja enzimskih i neenzimskih reakcija, čime se utječe na polimere stanične stjenke, kao što je to navedeno u [3]. Također dolazi do stlačivanja zraka unutar tretiranog proizvoda, pri čemu posljedično može doći i do smanjenja volumena. Nakon otpuštanja tlaka stanična matrica namirnice obično nije dovoljno elastična da se u potpunosti vrati u početno stanje. Iz tih razloga dolazi do minimalnih promjena i u elastičnosti, kao što je prikazano na slici 2. Kako ispitivano povrće sadrži izuzetno malu količinu zraka, promjene se nisu pokazale značajne, te su svi ispitivani tlakovi prikladni za korištenje.



Slika 1. Ovisnost tvrdoće ispitivanih uzoraka o primijenjenom tlaku.

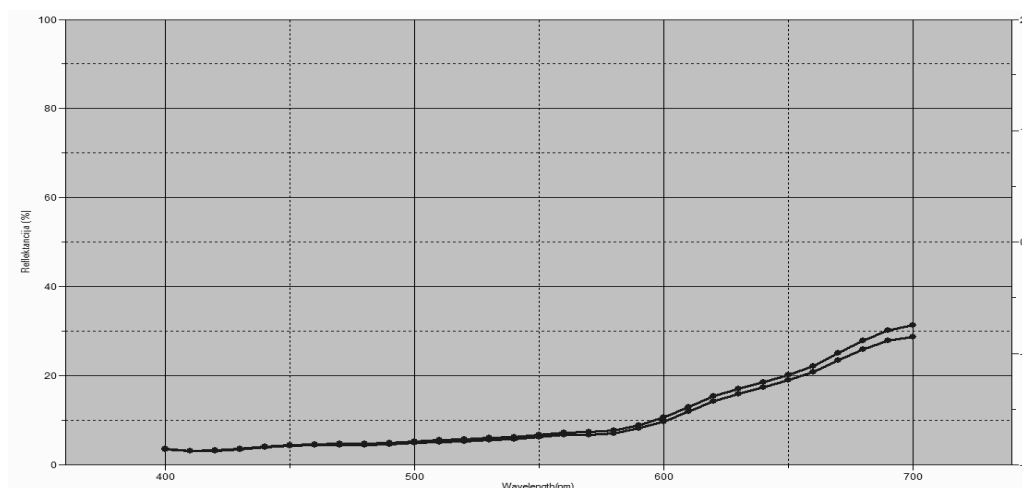


Slika 2. Ovisnost elastičnosti ispitivanih uzoraka o primijenjenom tlaku.

Boja ispitivanih uzoraka nije se bitnije mijenjala, pri čemu su razlike u boji prikazane u tablici 1. Rezultati pokazuju da je u svim ispitivanim slučajevima razlika manja od 0,5, a tek kod  $\Delta E$  većeg od 1,5 može se govoriti o oku vidljivoj razlici u boji. Iz toga se može zaključiti da ni iz tog aspekta nema prepreka da se koristi maksimalni ispitivani tlak. Razlika u boji između netretiranog uzorka i onog tretiranog maksimalnim tlakom vidljiva je tek na spektralnom dijagramu prikazanom na slici 3. Iako svi ispitani tlakovi zadovoljavaju početnu hipotezu o inaktivaciji mikroorganizama i utjecaju na teksturna svojstva, najboljim se pokazao minimalni ispitivani tlak. Na 200 MPa dolazi do najmanjih promjena u organoleptičkim svojstvima, pri čemu je za postizanje takvog tlaka potrebno i najmanje energije.

Tablica 1. Ovisnost promjene boje namirnice o tlaku kojim je tretirana.

Tlak [MPa]	$\Delta E$
0	0
200	$0,21 \pm 0,04$
300	$0,36 \pm 0,06$
400	$0,42 \pm 0,07$



Slika 3. Spektralni dijagram ispitivanih uzoraka, netretiranog i tretiranog sa 400 MPa.

Mikrobiološko ispitivanje pokazalo je da se nakon obrade sa 200 MPa broj bakterija smanjuje za 6 log CFU, te već takav uzorak zadovoljava zakonsku regulativu. Pri 300 MPa broj bakterija se također smanjio za 6 log CFU. Tek pri najvećem ispitivanom tlaku došlo je do potpunog uništenja svih prisutnih bakterija, pri čemu je broj bakterija bio ispod granice detekcije. Prema dobivenim rezultatima najveći tlak pokazao se dovoljno efikasnim u inaktivaciji ispitivanih mikroorganizama. Kombinacijom svih dobivenih rezultata očigledno je da je 400 MPa tijekom 4 minute uspješno inaktivirao sve prisutne mikroorganizme, uz minimalni utjecaj na tvrdoću, elastičnost i boju ispitivanih uzoraka.

#### 4. Zaključak

Na temelju dobivenih rezultata najefikasnijom se pokazala obrada maksimalnim tlakom od 400 MPa. Pri tome tlaku dolazi do najvećih promjena u boji i teksturnim svojstvima, ali su one i dalje dovoljno male da se mogu zanemariti. Iako su se i ostali ispitivani tlakovi pokazali efikasnim u inaktivaciji mikroorganizama, te je kod svih ispitanih proizvoda bila osigurana mikrobiološka ispravnost, najveći stupanj inaktivacije bio je pri maksimalnom tlaku.

#### 5. Literatura

- [1] Gao, Y.-L., Ju X.-R., Jiang, H.-H. (2006) Studies of inactivation of *Bacillus subtilis* spores by high hydrostatic pressure and heat using desing of experiments. *Journal of Food Engineering*, 77, 672-679.
- [2] Mackey, B.N., Manas, P. (2008) *High-Pressure Microbiology*, ASM Press, 1555814239, Washington DC.
- [3] Oey, I., Lille, M., Van Loey, A., Hendricx, M. (2008) Effect of high pressure processing on colour, texture and flavour of fruit and vegetable based food products: a review. *Trends in Food Science and Technology*, 19, 320-328.
- [4] Bosiljkov, T., Tripalo, B., Ježek, D., Brnčić, M., Karlović, S. (2010) Princip rada i primjena visokih tlakova u prehrambenoj industriji. *Kemija u industriji*, 59, 539-545.



Photo 054. Tobacco / Duhan