

Tema: Epidemiološki (Vogralikov) lanac – izvori zaraze, putovi prijenosa i mjere prekida prijenosa

MIKROKLIMA U DOSTAVNOJ TORBI: TEMPERATURA, VLAGA I RIZIK KONTAMINACIJE

1. Uvod

Dostavna torba (termobox) je zatvoren mikroprostor. Topli napitci i hrana mogu povisiti temperaturu i relativnu vlažnost (RH), što pogoduje kondenzaciji i duljem zadržavanju nečistoća. Time raste rizik križne kontaminacije (torba → ambalaža → ruke → osoba). Pregled UVA lampom može učiniti vidljivima rezidua* koje nisu dobro vidljive okom, ali ne dokazuje prisutnost bakterija.



Sl. 1. Termobox – dostavna torba s izolacijom spremnika za održavanje temperature hrane i pića.

1.1. Istraživačko pitanje

Smanjuje li prozračivanje dostavne torbe temperaturu i relativnu vlažnost te vrijeme provedeno pri visokoj RH ($\geq 90\%$) i je li pranje deterdžentom i vodom učinkovitije od brisanja vlažnim maramicama u uklanjanju rezidua vidljivih pod UVA lampom?

1.2. Hipoteze istraživanja

- H1. Vrući sadržaj u zatvorenoj torbi podiže RH prema zasićenju.
- H2. Prozračivanje 5 min brzo snižava RH i skraćuje vrijeme pri RH $\geq 90\%$.
- H3. Deterdžent s vodom uklanja više rezidua od vlažnih maramica.

1.3. Cilj istraživanja

Procijeniti potencijalni higijenski rizik za ljude pri dostavi hrane te utvrditi u kojoj mjeri dostavna torba može predstavljati kariku u križnoj kontaminaciji (torba → ambalaža → ruke → osoba), analizom mikroklimatike (t, RH), UVA-vidljivih rezidua i kvalitativnog indikatorskog uzgoja, uz procjenu učinkovitosti prozračivanja i čišćenja u smanjenju tog potencijala.

Specifični ciljevi:

1. Izmjeriti temperaturu (t) i relativnu vlažnost (RH) u tri uvjeta (U1 – suho, U2 – vlažno i vruće, U3 – prozračivanje).
2. Usporediti UVA tragove prije i nakon čišćenja.
3. Provesti indikatorski uzgoj nakon izlaganja podloga u torbi.

*Rezidua (lat. *residuum*: ostatak) označava trajno zaostalu tvar, produkt ili posljedicu.

2. Razrada teme

Povišena temperatura ubrzava umnažanje mnogih bakterija relevantnih za higijenu hrane, osobito u rasponu približno 4–60 °C ("opasna zona"), pri čemu je rast često najbrži oko 30–40 °C. Visoka relativna vlažnost u zatvorenoj torbi povećava vjerojatnost kondenzacije i vlaženja površina; na vlažnim površinama dostupnost vode je veća (viša vodna aktivnost), što pogoduje preživljavanju i razmnožavanju mikroorganizama.

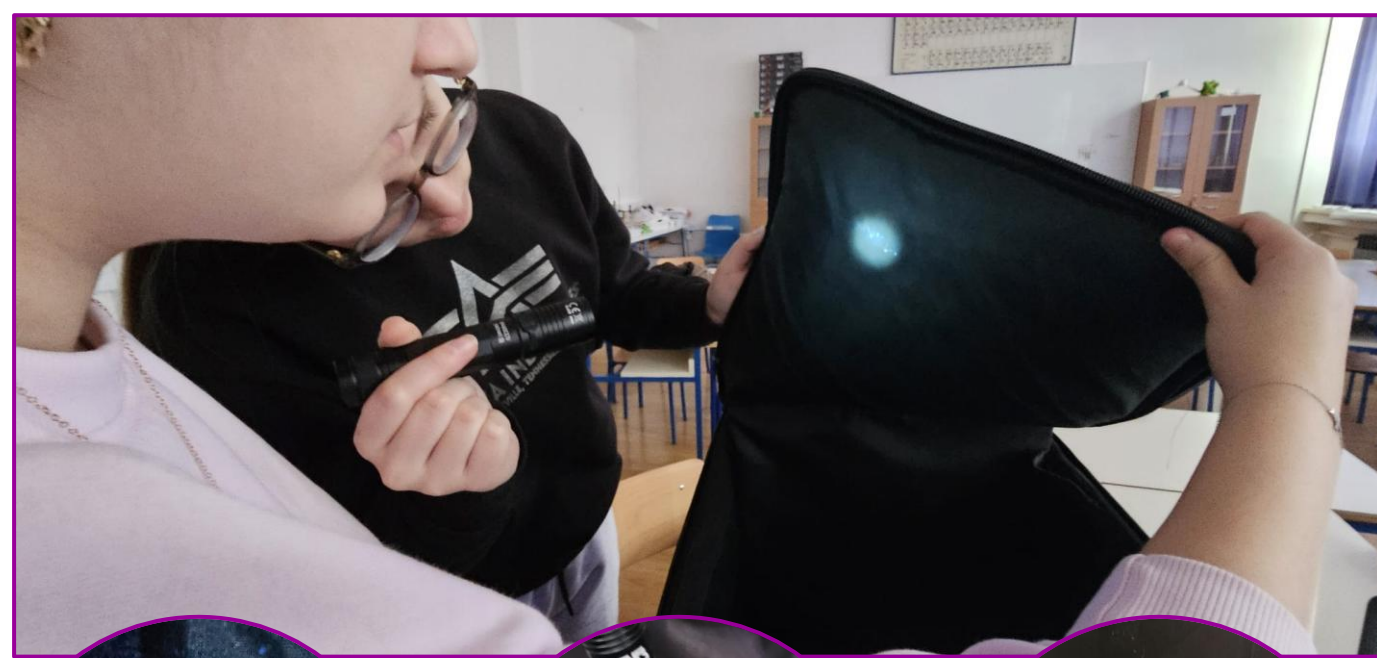
2.1. Prekid epidemiološkog (Vogralikovog) lanca

Do prijenosa zaraznog uzročnika dolazi samo ako su istodobno ispunjene sve karike Vogralikova lanca: prisutnost uzročnika u izvoru, učinkovit put prijenosa do čovjeka te mogućnost ulaska u organizam osjetljivog domaćina. Lanac se prekida uklanjanjem izvora i puta prijenosa, dok se prozračivanjem smanjuje relativna vlažnost i trajanje vlažnih uvjeta, čime se smanjuje vjerojatnost preživljavanja i razmnožavanja mikroorganizama u okolišu.

2.2. Metode istraživanja

Temperatura i relativna vlažnost mjerene su digitalnim senzorom (GlobiSens Labdisc) u unutrašnjosti dostavne torbe. Ispitana su tri uvjeta: U1 – bez hrane i pića, U2 – zatvorena torba s vrućim sadržajem, U3 – prozračivanje (otvorena torba 5 min). Učinkovitost čišćenja procijenjena je UVA lampom prije čišćenja, nakon brisanja vlažnim maramicama te nakon pranja deterdžentom i vodom. Indikatorski uzgoj proveden je izlaganjem hranjivih podloga u torbi (3 ponavljanja), uz inkubaciju na sobnoj temperaturi, bez inkubatora.

3. Rezultati istraživanja



Sl. 2. Pregled unutrašnjosti dostavne torbe UVA prije čišćenja

3.1. Pregled unutrašnjosti dostavne torbe UVA lampom prije čišćenja

Pregled unutrašnjosti torbe UVA svjetlom pokazao je prisutnost fluorescentnih tragova koji nisu jasno vidljivi golim okom. Ovi tragovi ukazuju na ostatke hrane i druge nečistoće zaostale na unutarnjim površinama torbe. UVA svjetlo ne dokazuje prisutnost mikroorganizama, ali jasno pokazuje potencijalna mjesta onečišćenja koja mogu sudjelovati u križnoj kontaminaciji ambalaže i ruku tijekom dostave hrane.

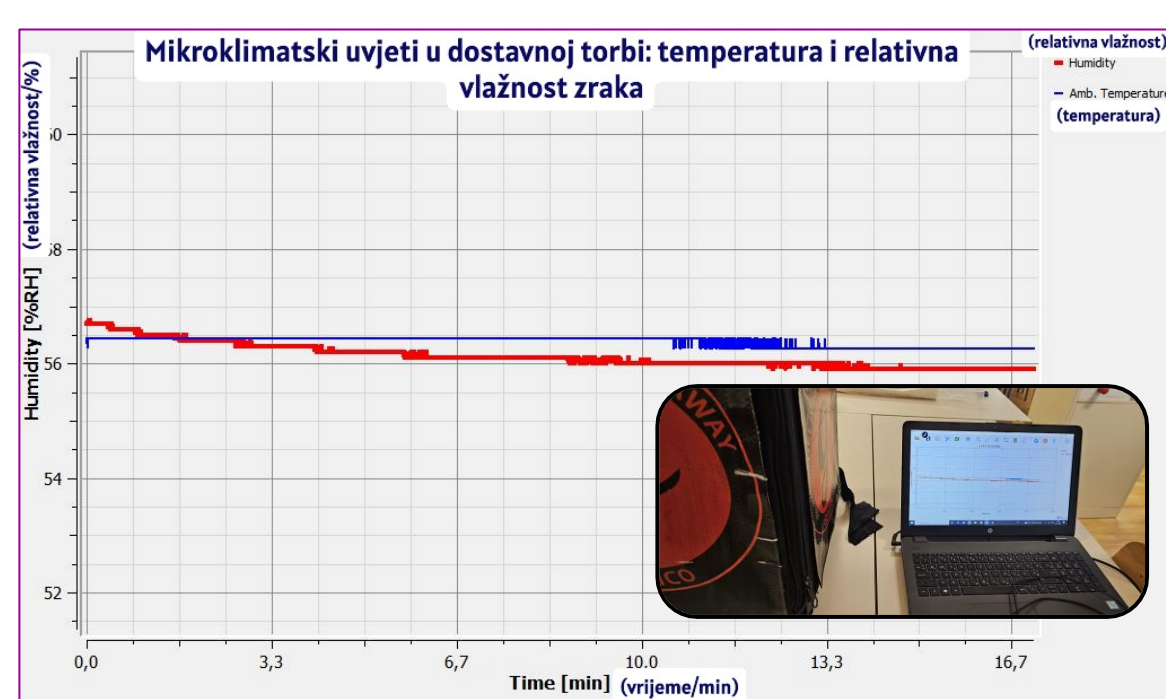


Sl. 5. Čišćenje vlažnim maramicama



Sl. 6. Čišćenje deterdžentom i vodom

3.2. Interpretacija grafa promjena relativne vlažnosti (RH) u dostavnoj torbi u tri uvjeta (U1, U2, U3)



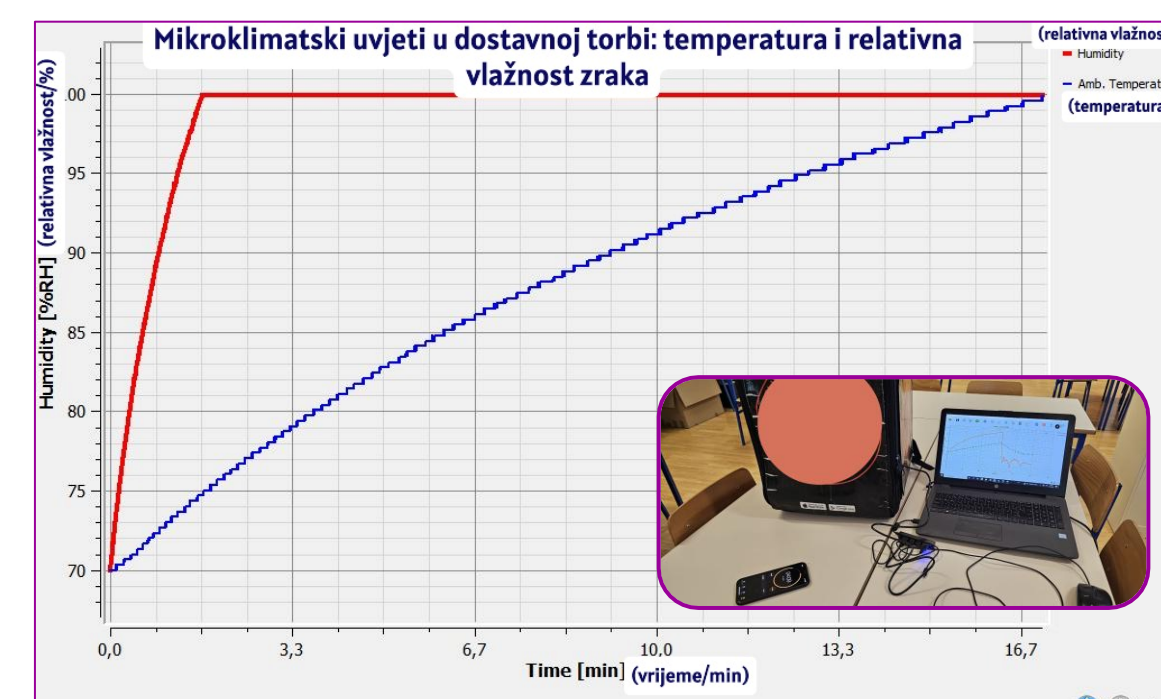
Graf. 1. U1 – Suhi uvjeti

Unutrašnjost torbe bez sadržaja (suhi uvjeti), Graf. 1.

RH je stabilna oko 56–57 %, a temperatura gotovo konstantna i bliska temperaturi prostora. Torba bez izvora topline i vlage ne stvara posebnu mikroklimu. U tim uvjetima nema pokazatelja za kondenzaciju ni za dugotrajno vlaženje površina.



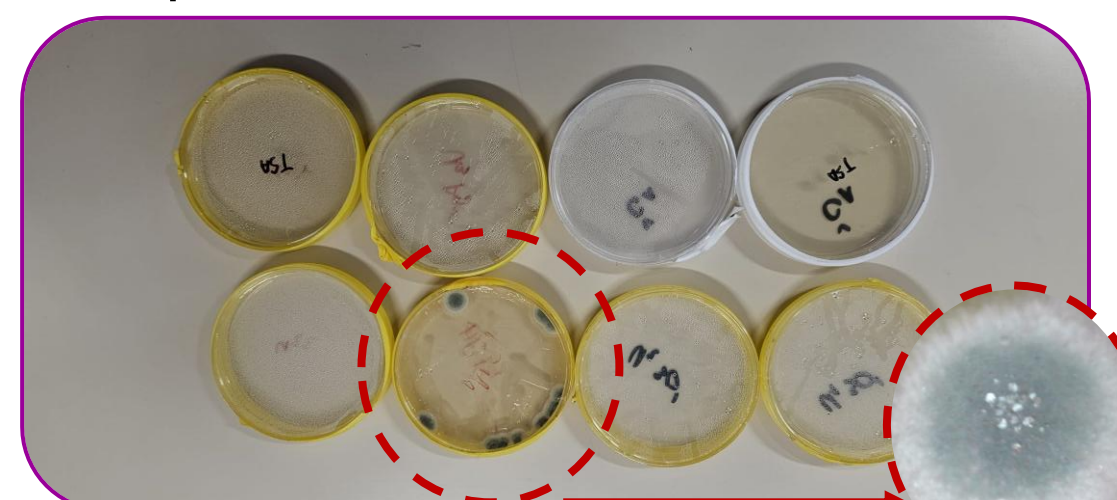
Sl. 3. Pregled hranjivih podloga



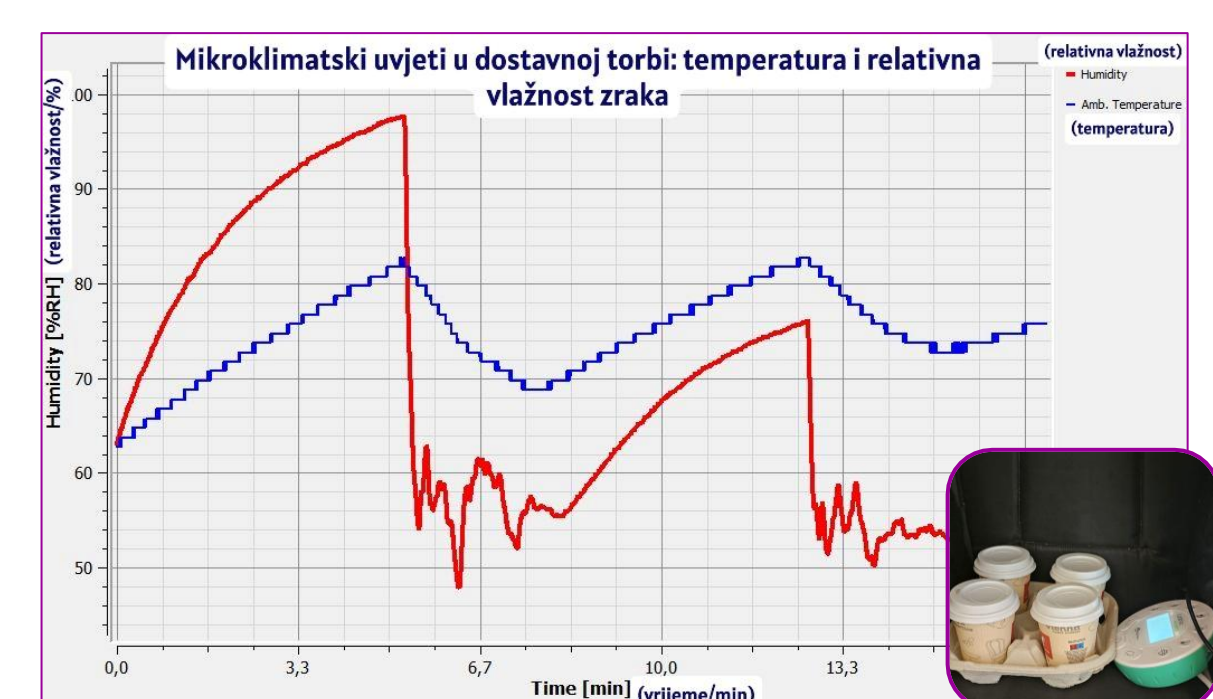
Graf. 2. U2 – Vlažno i vruće

Unutrašnjost torbe s vrućim sadržajem, Graf. 2.

RH vrlo brzo raste do $\approx 100\%$ i ostaje na razini zasićenja tijekom mjerenja. Temperatura postupno raste zbog toplog sadržaja u torbi. Takva kombinacija topline i zasićene vlage povećava vjerojatnost kondenzacije i zadržavanja vlage na unutarnjim površinama.



Sl. 4. Izgled hranjivih podloga (agar)



Graf. 3. U3 – Prozračivanje (aeracija) torbe

Unutrašnjost torbe s prozračivanjem, Graf. 3.

U početku RH i temperatura rastu, a otvaranjem torbe dolazi do naglog pada RH zbog izmjene zraka sa suhim zrakom prostora. Nakon zatvaranja RH ponovno raste, ali svaki ciklus prozračivanja značajno skraćuje vrijeme provedeno pri visokoj RH.

3.3. Izgled agara nakon izlaganja u dostavnoj torbi (sobna temperatura, bez inkubatora)

Na hranjivoj podlozi (Sl. 3 i 4) nakon izlaganja u dostavnoj torbi vidljiv je dominantan rast plijesni, dok bakterijske kolonije nisu uočene. Ovakav rezultat očekivan je u uvjetima sobne temperature i bez inkubatora, jer plijesni u takvim uvjetima često rastu brže i prekrivaju podlogu. Rezultat se koristi kao kvalitativni indikator prisutnosti mikroorganizama, a ne kao dokaz ili kvantifikacija bakterijskog onečišćenja.

3.4. Usporedba čišćenja dostavne torbe – provjera UVA lampom.

UVA pregled pokazao je da vlažne maramice (Sl. 5) smanjuju vidljive tragove, ali dio rezidua ostaje na unutarnjim površinama (osobito u plegovima i porama materijala). Pranje deterdžentom i vodom (Sl. 6) pod UVA lampom ostavlja znatno manje tragova, što upućuje na učinkovitije uklanjanje rezidua i manji potencijal za križnu kontaminaciju.



Sl. 7. Prekid Vogralikova lanca

4. Zaključak/hipoteze

- H1 potvrđena: Vrući sadržaj u zatvorenoj torbi podiže RH prema zasićenju ($\approx 100\%$).
- H2 potvrđena: Prozračivanje 5 min brzo snižava RH i smanjuje vrijeme pri RH $\geq 90\%$.
- H3 potvrđena: Deterdžentom i vodom se uklanja više UVA-vidljivih rezidua nego vlažnim maramicama.
- Indikatorski uzgoj na sobnoj temperaturi pokazao je dominantan rast plijesni, dok bakterijske kolonije nisu uočene, što upućuje na ograničenja metode bez inkubatora i bez kvantifikacije.
- Zaključno, kombinacija prozračivanja i temeljitog pranja s deterdžentom i vodom najučinkovitije smanjuje uvjete i tragove onečišćenja koji mogu pridonijeti križnoj kontaminaciji pri dostavi hrane.

5. Literatura

1. Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i ribarstva. (2025). Pravilnik o detaljnim pravilima uspostave sustava i postupaka temeljenih na načelima HACCP sustava (Narodne novine, br. 124/2025). <https://narodne-novine.nn.hr/>, pristupljeno, 14.11.2025.
2. Hrvatska obrtnička komora. (2019). HACCP vodič za ugostitelje. <https://www.hok.hr/cehovi-i-sekcije/haccp-vodic/vodic-dobre-higijenske-prakse-za-ugostitelje-i-haccp-vodic-za-ugostitelje>, pristupljeno, 14.11.2025.