



Fermentacija medu – vzroki, prepoznavanje, preprečevanje in uporaba

Avtor: Valeria Malagnini

1. Uvod: od nabiranja nektarja do kozarca

Zgodba medu se začne s cvetjem, kjer čebele nabirajo nektar, sladkorno raztopino, sestavljeno iz saharoze, glukoze, fruktoze in vode (približno 70 %). Med povratkom v panj encim invertaza razgradi saharozo v glukozo in fruktozo. V panju si čebele delavke med seboj prenašajo nektar s trofalakso in ga obogatijo z encimi, kot je glukoza oksidaza, ki proizvaja vodikov peroksid in glukonsko kislino, ključni snovi za mikrobiološko stabilnost medu (Bogdanov et al., 2004). Hkrati se odvečna voda odstranjuje z aktivnim prezračevanjem v panju, pri čemer se vlažnost zmanjša pod 18 %. Ko je ta stopnja dosežena, čebele zaprejo celice z voščenimi pokrovc in tako zaključijo zorenje medu.

2. Zakaj med fermentira

Fermentacija medu je mikrobni proces, povezan predvsem s prisotnostjo osmotolerantnih kvasovk, zlasti iz rodu *Zygosaccharomyces*, ki lahko fermentirajo sladkorje v medu. Aktivacija teh kvasovk, ki so v medu sicer vedno prisotne, in s tem sprožitev fermentacije sta odvisni od več dejavnikov. Eden glavnih dejavnikov fermentacije je **»preostala vlaga«** v medu – če presega 18 %, postane med nestabilen in ob prisotnosti kvasovk zlahka začne fermentirati. V medu z manj kot 17 % vsebnostjo vode fermentacija ni mogoča, ko pa vsebnost vode v medu naraste in preseže 19 %, se verjetnost fermentacije znatno poveča. Nedavne študije so pokazale, da ima med, pridelan v **deževnem obdobju, višjo vsebnost vode** kot tisti, pridelan v sušnem obdobju (Marcolin et al. 2021; Lavinias et al. 2025), kar kaže, da imajo pri stabilnosti medu pomembno vlogo tudi okoljski pogoji. Drug vidik, ki ga je treba upoštevati, je ta, da je med higroskopska snov in je zaradi tega nagnjen k absorpciji vlage od zunaj, zato lahko med, pridelan z ustrezno stopnjo vlažnosti, vendar hranjen v vlažnem okolju, postane nestabilen in začne fermentirati. Fermentacija se lahko začne tudi, če pride do navzkrižne kontaminacije, če posoda ni čista ali če med pride v stik z mokrimi pripomočki. Drugi dejavnik, ki lahko sproži fermentacijo medu, je **kristalizacija**, pri kateri se med samim procesom sprosti voda, kar omogoči razmnoževanje naravno prisotnih kvasovk. Povezava med vsebnostjo vode in razmnoževanjem mikroorganizmov je torej neposredna in količinsko merljiva.

3. Kako prepoznati fermentirani med

Prepoznavanje temelji na vidni, vohalni in okušalni zaznavi.

- **Videz:** nastajanje mehurčkov, ločevanje faz (tekočina/usedlina), površinska pena. Pokrov na kozarcu se izboči in med začne iztekati.
- **Vonj:** sprva sadni, pozneje se pojavijo kisle, alkoholne, fermentirane sadne note, podobne jabolčniku.
- **Okus:** kiselkast, včasih nekoliko rezek.

Na analitični ravni so pokazatelji fermentacije vsebnost alkohola, pH pod 3,5 in visoka koncentracija živih kvasovk (> 1000 CFU/g) (Snowdon in Cliver, 1996).

4. Preprečevanje v praksi – od čebelnjaka do laboratorija

V čebelnjaku:

- **Pravi čas za točenje:** vse satne celice so zaprte.
- **Hitro točenje:** satja ne kopičite v vlažnih prostorih.
- **Zaščita pred onesnaževalci:** čisti in suhi pripomočki.

V laboratoriju:

- **Merjenje vlage:** uporaba refraktometrov (**oglejte si SLIKO**).
- **Sušenje:** pri vrednostih $> 18\%$ se uporabijo komore s prisilnim prezračevanjem ali razvlaževalniki zraka z majhnim toplotnim učinkom.
- **Shranjevanje:** v nepredušni embalaži, pri temperaturi pod $14\text{ }^{\circ}\text{C}$, v suhem in temnem prostoru.



Toplotna obdelava (pasterizacija) zavre delovanje kvasovk, vendar se pri tem spremenijo lastnosti medu. Druga možnost je inovativna obdelava z visokim hidrostatičnim tlakom, ki se je izkazala za učinkovito pri zmanjševanju mikrobne obremenitve, pri čemer ostanejo senzorične lastnosti medu nespremenjene (El Sheikha et al., 2024).

5. Uporaba fermentiranega medu

Fermentirani med (**oglejte si SLIKO**) sicer ni primeren za prosto prodajo, vendar ga je mogoče ponovno uporabiti:

Medica

Nadzorovana fermentacija medu z izbranimi sevi *Saccharomyces cerevisiae* in *Z. siamensis* omogoča proizvodnjo alkoholnih pijač z edinstvenim profilom okusa, kot so dokazali Kato et al. (2025). Dodajanje nekonvencionalnih kvasovk (npr. *Torulaspora delbrueckii*) obogati aromo z estri in aromatičnimi alkoholi (Barry et al., 2018).



Medeni kis

Medica se lahko s fermentacijo pretvori v očetno kislino in tako nastane izdelek, ki je zelo

cenjen v kulinariki. Nedavne študije so pokazale, da medeni kis ohrani polifenole in protimikrobne lastnosti (Chakraborty et al., 2023).

Slaščičarstvo

S pečenjem se fermentacijske arome ublažijo. Fermentirani med se lahko uporablja pri peki (sladek kruh, piškoti) ali glaziranju, kjer ostane vsebnost sladkorja primerna, vonj pa je prikrit.

6. Zaključki

Fermentacija medu predstavlja resno nevarnost. S poznavanjem mehanizmov, spremljanjem vlažnosti in sprejemanjem dobrih praks jo lahko preprečimo. Če do fermentacije pride, jo je mogoče izkoristiti za proizvodnjo izdelkov, ki jih potrošniki radi kupujejo.

Bibliografija

- Barry, J. P., et al. (2018). *Torulaspora delbrueckii strains from honeybee microbiome for honey fermentation*. Fermentation, 4(2), 22.
- Bogdanov, S., Ruoff, K., Persano Oddo, L. (2004). *Physico-chemical methods for the characterisation of unifloral honeys: a review*. Apidologie, 35(Suppl.1), S4-S17.
- Chakraborty, R., et al. (2023). *Bioactive vinegar from honey: production and properties*. Journal of Food Science, 88(2), 507-519.
- El Sheikha, A. F., et al. (2024). *Preservation of Honey Using High Hydrostatic Pressure*. Foods, 13(7), 989.
- Kato, T., et al. (2025). *Honey flavors formed via yeast fermentation*. Biosci Biotechnol Biochem. PMID: 40246700.
- Lavinas, F. C., et al. (2025). *Rainy and Dry Seasons Affect Meliponini Honey Properties*. Foods, 14(2), 305.
- Olofsson, T. C., & Vásquez, A. (2008). *Detection and identification of a novel lactic acid bacterial flora within the honey stomach of the honeybee*. Apidologie, 39(1), 15-20.
- Snowdon, J. A., & Cliver, D. O. (1996). *Microorganisms in honey*. Int. J. Food Microbiol, 31(1-3), 1-26.