

POJAV PLESNI NA KRUHU IN NAMAZIH

Raziskovalna naloga z drugih področij – gospodinjstvo



Avtorja: Andraž Močnik in Tevž Kovačič, 9. b

Mentorici: Danica Volčini in Vilma Vrtačnik Merčun

Domžale, april 2022

VSEBINA

	Stran
Povzetek	3
Ključne besede	3
Zahvala	3
1 UVOD	4
1.1 Cilji raziskave	4
1.2 Metode dela	4
1.3 Hipoteze	5
2 TEORETIČNI DEL	5
3 EKSPERIMENTALNI DEL	10
3.1 Prvi eksperiment: shranjevanje kruha v različni embalaži	11
3.2 Drugi eksperiment: shranjevanje kruha z različnimi namazi	15
4 RAZPRAVA	17
4.1 Sklepne ugotovitve	17
4.2 Primerjava ugotovitev z literaturo	20
4.2 Preverjanje hipotez	22
5 ZAKLJUČEK	23
6 LITERATURA	23

Slika na naslovni strani: Rezine belega pšeničnega kruha z različnimi namazi šesti dan eksperimenta (foto: Andraž Močnik, Tevž Kovačič).

POVZETEK

Cilj raziskovalne naloge je bil ugotoviti, kako hitro splesni kruh z različnimi namazi in kruh v različnih embalažah. Izvedla sva dva osemdnevna eksperimenta. V prvem sva opazovala plesnenje različnih namazov na isti vrsti kruha (lešnikov namaz, namaz s topljenim sirom, pašteta, pašteta s česnom, marmelada in marmelada s česnom). V drugem eksperimentu sva opazovala spreminjanje treh vrst kruha (ajdovega, belega in koruznega), shranjenega v različnih embalažah (v papirnati vrečki, plastični posodi in plastični vrečki). S prvim eksperimentom sva ugotovila, da je plesnenje odvisno od vrste namaza in se zaradi različne sestave namaza pojavi v štirih do šestih dneh, prisotnost česna pa na plesnenje nima vpliva. Najprej, četrti dan eksperimenta, je bila plesen opazna na namazih s topljenim sirom in s pašteto. Po šestih dneh so bili že vsi namazi prepredeni s plesnimi, ki pa so bile različnih vrst. Po osmih dneh so bili vsi namazi zelo plesnivi in smrdelji. Ker je plesen za zdravje zelo škodljiva, je zelo pomembno, v kakšni embalaži živila hranimo. Zato sva z drugim eksperimentom ugotavljala rast plesni na različnih vrstah kruha, ki sva jih hranila v različni embalaži. Glede na rezultate drugega eksperimenta ugotavljava, da je kruh najbolje hraniti v papirnatih vrečkah, ker se v njih kruh izsuši, kar plesni onemogoča razvoj. Razvoj plesni omogoča visoka relativna vlažnost zraka, ki se ohranja v plastični embalaži. Zato shranjevanja kruha v plastični posodi ali v plastičnih vrečkah ne priporočava. Plesen na kruhu se v takšni embalaži razvije že četrti ali najkasneje šesti dan. Morda bi kruh lahko hranili v plastični posodi le za dan ali dva, saj v njej ostane bolj mehak.

Ključne besede: plesen, plesnenje, lešnikov namaz (Nutella), pašteta, marmelada, plesnenje kruha, ajdov kruh, bel kruh, koruzni kruh

ZAHVALA

Zahvaljujema se staršem, ker so prispevali denar za najina eksperimenta. S tem denarjem sva v trgovini nakupila vsa živila, ki sva jih potrebovala za najino raziskavo. Hvala tudi mentoricama za nasvete pri izdelavi raziskovalne naloge.

1 UVOD

Za raziskavo o pojavljanju plesni sva se odločila, ker sva enkrat na pultu opazila kruh, ki je bil močno plesniv. Vprašala sva se, kako bi lahko hranila kruh dalj časa, ne da bi postal plesniv. Razmišljala sva tudi, kako bi na razvoj plesni na kruhu vplivali namazi, s katerimi običajno mažemo rezine kruha. Nekje sva slišala tudi, da naj bi česen preprečeval plesnenje. Zanimalo naju je, ali lahko zaužijemo del rezine kruha v primeru, da plesniv del odrežemo stran. Vse to so bila vprašanja, ki so naju spodbudila, da sva začela to raziskavo.

1.1 CILJI RAZISKAVE

Najini raziskovalni vprašanji sta se glasili: **Kako hitro splesnijo različnimi namazi na kruhu?** in **Kako hitro splesni kruh, ki ga hranimo v različnih embalažah?**

V raziskavi sva želela odgovoriti na naslednja vprašanja:

1. Kateri namazi so bolj podvrženi plesnenju in kateri manj? Kako hitro splesnijo namazi z lešnikovim namazom (Nutella), topljenim sirom, pašteto in marmelado? Ali česen resnično zavira plesnenje namaza na kruhu?
2. Kako na plesnenje kruha vpliva embalaža, v kateri ga hranimo? Kakšne so razlike v razvoju plesni na kruhu, če ga shranjujemo v papirnati vrečki, v plastični posodi ali v plastični vrečki? Ali se spreminjanje in plesnenje kruha razlikuje glede na vrsto kruha?

1.2 METODE DELA

Naredila sva načrt, v katerem sva predvidela naslednje postopke raziskovalnega dela:

- Navaden bel kruh bova namazala z različnimi namazi in jih pustila na sobni temperaturi.
- Kruh bova namazala z marmelado, pašteto, lešnikovim namazom Nutella in topljenim sirom. Z marmelado in pašteto bova namazala po dve rezini kruha. Na eno rezino bova pod namaz dala sesekljan česen, na drugo pa ne. Rezine bova razmestila v plastično posodo tako, da se ne bodo dotikale med seboj, in jih pokrila s plastičnim pokrovom.
- Vsak dan bova opazovala plesnenje in merila temperaturo zraka. Spremembe in rast plesni bova tudi fotodokumentirala.
- Po osmih dneh opazovanja bova rezine kruha spet fotografirala in povzela zaključne ugotovitve.

Eksperiment je trajal osem dni. Ko sva prvi eksperiment zaključila, sva ugotovila nekatere pomanjkljivosti (npr. to, da se plesen lahko prenaša po zraku, če je pojavi v isti posodi). Zato sva naredila še za drugi eksperiment:

- Rezine treh vrst kruha (ajdovega, belega in koruznega) sva hranila v različni embalaži: v papirnati vrečki, plastični posodi in plastični vrečki.
- Rezine kruha so bile v različni embalaži pri sobni temperaturi osem dni.

- Po osmih dneh opazovanja sva rezine kruha spet fotografirala in povzela zaključne ugotovitve.

1.3 HIPOTEZE

Pred začetkom vsakega eksperimenta sva postavila hipotezo.

Hipoteza 1: Najdlje bo brez plesni zdržal kruh z namazom, ki vsebuje najmanj maščob in največ sladkorja. To pomeni, da bodo prej splesnili naslednji namazi: topljeni sir, pašteta, lešnikov namaz in najkasneje marmelada.

Hipoteza 2: Namaza, pod katerima je nasekljan česen, bosta začela plesneti kasneje.

Hipoteza 3: Najdlje bo brez plesni ostal bel kruh, shranjen v papirnati embalaži. Razlog za to je papirnata embalaža, ki prepušča zrak, zato se kruh izsuši in vsebuje manj vlage, ki je pogoj za plesenje. Belemu kruhu tudi ni dodana maščoba, kot je dodana ajdovemu in koruznemu kruhu (glede na sestavine proizvajalcev teh vrst kruha).

2 TEORETIČNI DEL

KAJ JE PLESEN?

Pred raziskovanjem sva poiskala nekaj literature o plesnih in plesenju. »Plesni so **velika skupina gliv, zgrajenih iz celic brez klorofila**. Poleg bakterij so v naravi najbolj razširjeni mikroorganizmi. So nitaste zgradbe (hife) in se v podlagi razraščajo mrežasto (micelij). Po splošni klasifikaciji jih delimo v plesni rastlin, plesni skladišč ter plesni kvarjenja.«¹ »Izvor plesni je ponavadi razpadajoč rastlinski material na površini tal.«²



Slika 1: Plesni so sestavljene iz koreninskega dela, paličic, ki se dvigajo nad površino, in spor, ki se nahajajo na koncu teh paličic.³

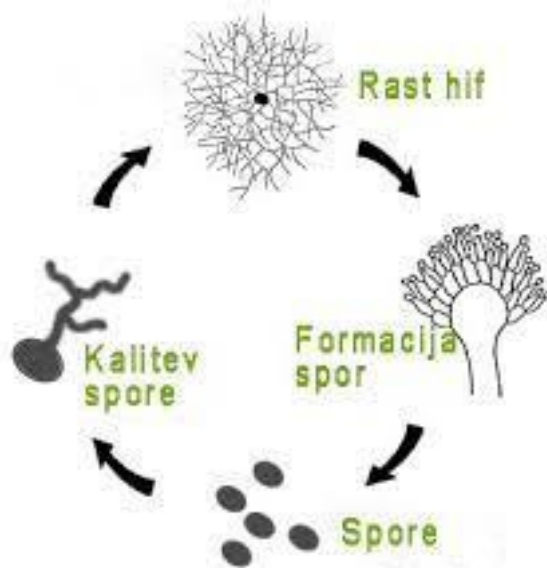
¹ Vida Nahberger Marčič: *Živilska mikrobiologija in biotehnologija, 1. del: Živilska mikrobiologija*, gradivo za 1. letnik višješolskega strokovnega živilskega programa, Izobraževalni center Piramida Maribor, višja strokovna šola, Ljubljana, 2008, str. 17.

² Vida Nahberger Marčič, 2008, str. 22.

³ Kaj se zgodi, če pojedete plesnivo živilo, <https://www.zdravo.si/plesen-kaj-se-zgodi-ce-jo-pojemo/> (16. 1. 2022).

»Plesni so večcelične glive, ki so razširjene povsod okrog nas - v notranjem in zunanjem okolju. Plesni v notranjem okolju rastejo pri različnih temperaturah in ravneh relativne vlažnosti. **Najnižja relativna vlažnost, pri kateri začnejo rasti kolonije plesni, je 75 %.** Povzročajo učinke na zdravje, prek alergijskih mehanizmov, strupenih učinkov mikotoksinov, so dražljivci sluzničnih membran in povzročajo okužbe dihal.«⁴

»Plesni so – laično rečeno – mikroskopske gobe, ki lahko zrastejo na hrani, lesu, papirju, tekstilu, rastlinah, zemlji, zidovih in še nekaterih drugih materialih. **Kjerkoli sta prisotna kisik in vlaga, lahko plesen raste,** tudi v žimnici. Obstaja mnogo vrst plesni, po nekaterih ocenah kar 300.000 ali še več. Različne vrste se lahko med seboj razlikujejo po videzu, pa tudi škodljivih učinkih na zdravje. /.../ Za razliko od bakterij plesni rastejo v strukturah, sestavljenih iz velikega števila celic. Da bi jih videli, ne potrebujemo mikroskopa. Sestavljene so **iz koreninskega dela**, ki sega globoko v hrano, **paličic**, ki se dvigajo nad površino in **spor**, ki se nahajajo na koncu teh paličic. Spore so tiste, ki dajo plesnim značilno barvo in jim omogočajo **prenašanje po zraku**. Plesni so sicer v naravi koristne, saj veljajo za **naravni razkrojevalec**. Ko na primer sadež splesni, se nato postopoma razkroji. Plesni najbolje uspevajo v toplih in vlažnih okoljih, doma sta to kopalnica in kuhinja. A to ne pomeni, da ne morejo »uspevati« tudi v neugodnejših razmerah, kot denimo v hladilniku. Poleg tega so v določeni meri **odporne na nekatere tradicionalne konzervanse, kot sta sol in sladkor**. Vse vrste plesni sicer niso slabe. Tako poznamo značilne plesnive sire, kot sta roquefort in gorgonzola, pa tudi antibiotik penicilin se pridobiva iz plesni *Penicilium*.«⁵



Slika 2: Razmnoževanje plesni. »Spore, ki so v zraku, se ob ustreznih pogojih začnejo kaliti in gradijo hife. Ob zadostni razvejanosti in prepletenosti skupaj tvorijo micelij, ki predstavlja telo plesni. Na hifah pa nastanejo nove spore, ki služijo za nadaljnje razmnoževanje. Že ob najmanjšem prepihu se dvignejo in lebdijo v zraku, podobno kot prah.«⁶

Čeprav so plesni v naravi koristne, saj imajo vlogo naravnega razkrojevalca, pa za shranjevanje živil predstavljajo težavo. »Plesni so od vseh mikrobnih kvarljivcev **najbolj razširjene in povzročajo največ škode** v živilski industriji. So prehransko nezahtevne, zato lahko rastejo tudi na papirju, lesu, usnju, tekstilu. Skoraj ni živila, razen sterilnih konzerv, ki ga plesni nebi

⁴ Plesni, NIJZ, <https://www.nijz.si/sl/plesni> (16. 1. 2022).

⁵ Kaj se zgodi, če pojedete plesnivo živilo, 21. december 2021, <https://www.zdravo.si/plesen-kaj-se-zgodi-ce-jo-pojemo/> (16. 1. 2022).

⁶ Razmnoževanje plesni, <http://slikopleskarstvo-kalineri.si/blog/blog/plesen/kaj-je-plesen/> (16. 1. 2022).

kontaminirale. ... **Za rast potrebujejo kisik**, zato rastejo na površini živil. Najbolje rastejo v kislem območju pH, vendar pa ne preraščajo samo kislih živil. Optimalna temperatura je **20 do 25°C**, čeprav so meje od 0 do 40°C. Plesni najpogosteje kvarijo rastlinska živila, sadje, zelenjavo, žitne izdelke in sire. Povzročajo spremembe, kot so tvorba barvil, zatohel vonj in okus. Mnoge tvorijo mikotoksine, ki ji prištevamo med zastrupljevalce živil.«⁷

»Večina plesni živi v **pH območju od 4,5 do 5,5**. Mikroorganizmi težko rastejo v bazičnem okolju, vendar za podaljšanje obstojnosti živil ne zvišujemo pH nad 7. /.../ Mikroorganizmi večino hranilnih snovi dobijo iz vodnih raztopin, ki jih obdajajo. Za rast nujno potrebuje **vodo**. V njihovih celicah je **80 do 90 % vode**.«⁸ »V živilski tehnologiji običajno vrednosti vode ne izražamo z vodno aktivnostjo, temveč kot vlago živil. /.../ Znano je namreč, da imajo **maščobe** minimalno kapaciteto vezave vode, prav tako celuloza; škrob in **sladkorji** pa veliko sposobnost vezave vode (Pokorn 1990, Jay 2005).«⁹

»Ravnotežje plina v okolju je pomembno za razvoj mikrobnih združb v živilu. Najpomembnejši je **parcialni tlak kisika**, ki vpliva tudi na oksidativni/redukcijski potencial živila. /.../ Še tako majhne količine kisika lahko v anaerobnem sistemu povzročijo razvoj aerobnih mikroorganizmov. **Z uporabo modificirane atmosfere** lahko podaljšamo rok obstojnosti živilom. Za skladiščenje sadja in zelenjave uporabljamo atmosfero s približno **10 % CO₂**, ki **zavira razvoj številnih plesni in bakterij**, ki povzročajo gnitje. Specifični inhibitorski učinek ogljikovega dioksida je odvisen od pH živila in temperature in je večji v živilih z večjim pH skladiščenih pri temperaturi hlajenja.«¹⁰ »Aerobno kvarjenje, povzročeno s plesnimi, je običajno omejeno na površino, kjer je dostop kisika neoviran. Če pa se pojavi na površini intenzivna bakterijska rast, se običajno razširi tudi v notranjost, zato so lahko prisotni toksini v globini živila.«¹¹

MANJ VLAŽNA IN TRDNA ŽIVILA SO VARNEJŠA

»Redka živila, med katerimi je tudi trdi sir, je po mnenju strokovnjakov povsem varno uživati, četudi se je na njih pred tem bohotila plesen. Pri živilih, ki vsebujejo malo vlage in so poleg tega zelo goste strukture, lahko plesen namreč preživi zgolj na površini in se ne more nevidno razmnožiti globlje pod površjem. /.../ Veliko bolj problematična pa so druga živila, pri katerih se plesen lahko razmnožuje tudi v predelih, ki so vam nevidni. Med takšna živila spada tudi **kruh**, zato je le-tega v primeru, da se na njem pojavi plesen, še kako priporočljivo zavreči. Poleg tega pri plesnivi hrani ni problematična le plesen, temveč se lahko v primeru, da zaužijete plesniv jogurt, okužite tudi s škodljivimi bakterijami, zaradi katerih boste imeli hude prebavne težave in drisko. Kjer se je razmnožila plesen, obstaja namreč visoko tveganje, da so se razmnožili tudi drugi mikrobi.«¹²

PLESNI SO STRUPENE ZA LJUDI IN ŽIVALI.

»**Mikotoksini so presnovni produkti nekaterih plesni**. Nastanejo med rastjo in se nabirajo v živilih in hranilnih podlagah, na katerih rastejo. **So strupeni za ljudi in živali**. /.../ Pojesti bi bilo treba veliko količino s plesnijo okuženega živila, da bi v telo vnesli dovolj strupa za nenadne težave. Pomembnejša so obolenja, ki so posledica uživanja manjših odmerkov daljši čas.

⁷ Vida Nahberger Marčič, 2008, str. 40.

⁸ Avrelija Gojkovič Kumperger, 2010, str. 21.

⁹ Vida Nahberger Marčič, 2008, str. 28.

¹⁰ Vida Nahberger Marčič, 2008, str. 31.

¹¹ Vida Nahberger Marčič, 2008, str. 34.

¹² N. J., Je plesniva hrana zdravju škodljiva?, 21. 12. 2018, <https://www.dominvrt.si/gospodinjstvo/plesniva-hrana.html> (16. 1. 2022).

Ta obolenja so različna obolenja jeter in razraščanja veziv. Enaka obolenja lahko povzročata tudi vdihovanje prahu, ki se dviga pri pretovarjanju plesnivih žitaric ali zemeljskih oreščkov. /.../ So rakotvorni (karcenogeni) in povzročajo raka na jetrih in ledvicah. Plesni, ki tvorijo aflatoksine, najdemo v tleh, prahu, na rastlinah in njihovih sadežih. /.../ Živila, ki jih je potrebno nadzirati glede prisotnosti aflatoksinov, so: zemeljski oreščki, lešniki, orehi, pistacije, mandlji, marelične in breskove koščice, kokosovi kosmiči, mak, sezam in žita.«¹³

»Če kruh hraniš v plastični vrečki, ali če makarone »pozabiš« v hladilniku kak teden, si se zagotovo že poglobljeje spoznal s plesnijo. Takšnih živil nikakor ne uživaj! Ljudje smo po naravi nagnjeni k temu, da ne mečemo hrane proč, vendar plesnive hrane nikoli ne jej. V telesu ti lahko naredi ogromno škode. Sir, ki ga obrežeš ali marmelada, ki ji odstraniš vidno plast plesni, ima lahko še vedno čisto dober okus. Česar pa ne moreš okusiti, so mikotoksini, ki jih je plesen (preden si jo odstranil) sprostil v notranjost živila. Najpogostejši med temi strupi so aflatoksini, ki nam zastrupljajo jetra. Na dolgi rok se uživanje take hrane lahko pokaže kot jetrni rak. Nekateri drugi mikotoksini lahko oslabijo delovanje imunskega sistema, škodljivo vplivajo na živčevje, ledvice in pljuča. /.../ Za plesen (in s tem tudi za mikotoksine) so najbolj dovzetna živila z veliko vsebnostjo vode, saj so mehkejša in zato se plesen zlahka in nevidno množi v notranjost. Posebej pazi pri: zelenjavi, sadju, marmeladah, mlečnih izdelkih, kruhu, paštetah itd.«¹⁴

KAKO ZMANJŠATI MOŽNOST, DA HRANA SPLESNI?

»**Plesen se prenaša po zraku**, zato je pri shranjevanju hrane pomembno, da živila med seboj ločimo, tako da jih damo v zaprte posode ali plastične vrečke. Sicer se lahko zgodi, da se plesen z enega živila prenese tudi na vsa ostala v bližini. Plesni na kruhu se lahko izognemo tako, da ga shranjujemo v **zračni embalaži** (npr. leseni škatli, vrečki iz naravnega blaga), s čimer zmanjšamo vlažnost, ki je eden od pogojev za nastanek plesni. Pokvarljivo hrano iz odprtih konzerv pretresemo v čiste plastične ali steklene posode in postavimo v hladilnik. Tudi sicer pokvarljive hrane ne puščamo na prostem, torej izven hladilnika, več kot dve uri. In seveda skrb za čistočo: s pogostim čiščenjem hladilnika in posode za kruh zmanjšamo možnost, da bi se spore plesni prenesle na živila. Ko enkrat opazimo znake plesni na določenem živilu, ga takoj zavrzemo, okolico (hladilnik, posodo) pa temeljito očistimo. S tem preprečimo, da bi se plesen prenesla še na druga živila.«¹⁵

Da bi preprečili rast plesni, priporočajo naslednje ukrepe:

- »Kruh shranjuj v papirnatih vrečkah. Če ga kupiš preveč in se bojiš, da se bo posušil, višek shrani v zmrzovalniku.
- Pri zajemanju živil iz lončka (marmelada, džem, jogurt) vedno uporabi čisto žlico.
- Sadje in zelenjavo shranjuj v suhem in hladnem prostoru.
- Orehe, mandlje, lešnike shranjuj na hladnem in zračnem prostoru.
- Redno čisti police hladilnika.«¹⁶

»Preprečevanje plesnivosti kruha:

- ustrezna higiena pri ohlajanju skladiščenju in transportu,
- filtracija zraka,

¹³ Avrelija Gojkovič Kumperger, 2010, str. 57–58.

¹⁴ Saša Vesel: Zakaj se moramo bati plesni? 5. decembra 2019, dostopno na povezavi: <https://www.student.si/lajf-je/hrana/zakaj-se-moramo-bati-plesni/?cn-reloaded=1> (16. 1. 2022).

¹⁵ Kaj se zgodi, če pojedete plesnivo živilo, 21. december 2021, <https://www.zdravo.si/plesen-kaj-se-zgodi-ce-jo-pojemo/> (16. 1. 2022).

¹⁶ Saša Vesel: Zakaj se moramo bati plesni? 5. decembra 2019, dostopno na povezavi: <https://www.student.si/lajf-je/hrana/zakaj-se-moramo-bati-plesni/?cn-reloaded=1> (16. 1. 2022).

- skladiščenje v hladnem in temnem prostoru,
- uporaba mikostatikov (Na in Ca propionat),
- uporaba acetata, oetne in propionske kisline.«¹⁷

Vida Nahberger Marčič navaja zanimivo preglednico o varovanju živil pred mikroorganizmi (MO).¹⁸

Tabela 5.1.: Metode varovanja (konzerviranja) živil (ICMSF, 1988)

metoda	pričakovan učinek
Čiščenje, pranje	zmanjša obremenitev z MO
Hladno skladiščenje (pod 8 °C)	upočasni rast kvarljivcev in patogenih MO
Zmrzovanje (pod -10 °C)	zavre rast vseh mikroorganizmov
Pasterizacija (60 – 80 °C)	ubija večino nesporogenih bakterij, plesni in kvasovk
Blanširanje (95 – 110 °C)	ubija površinske vegetativne bakterije, plesni in kvasovke
sterilizacija (nad 100 °C)	komercialna sterilizacija živil; ubija vse patogene bakterije
sušenje	ustavi rast vseh MO pri $a_w < 0.60$
soljenje	ustavi rast večine MO pri koncentraciji 10 %
kandiranje ali sladkanje	ustavi rast pri $a_w < 0.70$
kisanje	ustavi rast večine bakterij (učinek je odvisen od narave kisline)

Vir: Jay, 1992.

Da bi podaljšali obstojnost živil, dodajajo kemične konzervanse. Za zaviranje rasti plesni v kruhu tako uporabljajo propionsko kislino in soli, sorbično kislino in soli, natrijev diacetat, kemični konzervansi so še mlečna kislina, žveplasta kislina in soli idr.¹⁹

OD ČESA JE ODVISNA HITROST ODMIRANJA MIKROORGANIZMOV?

»**Hitrost odmiranja mikroorganizmov** in s tem učinkovitost toplotne obdelave je odvisna od več dejavnikov:

1. **vrste mikroorganizmov** (bakterijske celice odmirajo hitreje kot spore in kvasovke in plesni),
2. **kondicije posameznih mikroorganizmov** (mlade, hitro deleče celice so občutljivejše od starejših iste vrste),
3. **začetne kontaminacije z mikroorganizmi** (čim bolj je živilo kontaminirano, tem počasnejše je odmiranje in tem daljša toplotna obdelava je potrebna za uničenje),
4. **vodne aktivnosti živila** (mikroorganizmi so bolj toplotno labilni v živilih z visoko vodno aktivnostjo in jih hitreje uničimo s segrevanjem v tekočini),
5. **hranilne sestave živila** (znano je, da **maščobe** povečajo odpornost mikroorganizmov v živilu. Prisotnost soli ima na odpornost precej variabilen učinek, prisotnost **sladkorjev** pa odpornost poveča),

¹⁷ Avrelija Gojkovič Kumperger, 2010, str. 36.

¹⁸ Vida Nahberger Marčič, 2008, str. 60.

¹⁹ Vida Nahberger Marčič, 2008, str. 66.

6. **pH živila** (ima velik vpliv na preživetje mikroorganizmov. Vegetativne celice kažejo največjo odpornost pri pH 7, bakterijske spore pa pri pH 5,5. Na splošno velja, da **nizek pH neugodno vpliva na preživetje mikroorganizmov**, zato rabijo kislila živila krajši čas sterilizacije kot nevtralna živila), **7. načina toplotne obdelave** (ima velik vpliv na hitrost odmiranja mikroorganizmov v živilu. Vlažna toplota hitreje prodira v celice kot suha toplota« (Jay, 1991, Pokorn, 1990).²⁰

3 EKSPERIMENTALNI DEL

Izvedla sva dva eksperimenta, za katera sva potrebovala kruh in različne namaze. Zato naj najprej predstaviva sestavo kruha in namazov, ki sva jih v eksperimentih uporabila.



Slika 3: Kruh z različnimi namazi pred izvedbo prvega eksperimenta.

Lešnikovo-kakavov namaz Nutella (Nutella Ferrero, 400 g) se sestoji iz naslednjih sestavin: sladkor, palmino olje, lešniki 13 %, manj masten kakav v prahu 7,4 %, posneto mleko v prahu 6,6 %, sirotka v prahu, emulgator sojin lecitin, vanilin.²¹ Proizvajalec namaza je italijansko podjetje slaščic Ferrero. Distributer: Atlantic trade d. o. o., Kolinska ulica 1, 1000 Ljubljana.

Topljeni sir za mazanje (S-Budget, 16/1, 400g) se sestoji iz naslednjih sestavin: sir 36 %, voda, maslo, smetana 10 %, posneto mleko v prahu, emulgirne soli: polifosfati 6 %, natrijevi fosfati, difosfati, sladka sirotka v prahu, nejodirana sol 6 %, kislina: citronska kislina, nejodirana sol, citronska kislina.²² Proizvajalec oz. distributer namaza je podjetje SPAR Slovenija d. o. o., Letališka cesta 26, 1000 Ljubljana.

Pašteta Argeta: voda, kuhano kokošje meso 29 %, sončnično olje, mlečne beljakovine 3 %, kokošja mast, krompirjev škrob, zgoščen kokošji bujon, sojina moka, jedilna sol, začimbe, kvasni ekstrakt, ekstrakt paprike.²³

²⁰ Vida Nahberger Marčič, 2008, str. 61-62.

²¹ Sestavine lešnikovo-kakavnega namaza Nutella: <https://www.spar.si/online/nutella-ferrero-400g/p/21327> (14. 2. 2022).

²² Sestavine za topljeni sir: <https://www.spar.si/online/topljeni-sir-za-mazanje-s-budget-161-400g/p/378091> (19. 2. 2022).

²³ Sestavine za pašteto: <https://www.spar.si/online/kokosja-pasteta-argeta-95g/p/326008> (19.2.2022)

Domača marmelada iz jagod (namaz iz jagod, 70 % sadja, SPAR PREMIUM, 250 g) se sestoji iz naslednjih sestavin: jagode, sladkor, želirno sredstvo: pektin, limonin zgoščen sok, aronijin zgoščen sok²⁴. Proizvajalec oz. distributer namaza je podjetje SPAR Slovenija d. o. o., Letališka cesta 26, 1000 Ljubljana.

Ajdov kruh z orehi (Žito) se sestoji iz naslednjih sestavin: voda, pšenična polbela moka, ajdova moka, krompirjeva moka, orehi 14 %, rastlinska olja (sončnično, sojino in repično v spremenljivih deležih), maslo surovo, sladkor, jedilna sol, kvas, sredstvo za obdelavo moke: askorbinska kislina²⁵. Proizvajalec kruha je podjetje Žito d. o. o., Šmartinska cesta 154, 1000 Ljubljana.

Koruzni kruh (Pekarna SPAR) se sestoji iz naslednjih sestavin: pšenična moka, voda, koruzni drobljenec, koruzna moka, bučno seme (3 %), kvas, sončnično olje, jodirana sol, stabilizator: E412, sladkor, emulgator: E472e, sredstvo za uravnavanje kislosti: E450, sredstvo za obdelavo moke: askorbinska kislina, encimi²⁶. Proizvajalec kruha je Pekarna SPAR, distributer pa SPAR Slovenija d. o. o., Letališka cesta 26, 1000 Ljubljana.

Pšenični bel kruh (SPAR) se sestoji iz naslednjih sestavin: voda, pšenična bela moka, kvas, jedilna sol, emulgator: E472e, sredstvo za obdelavo moke: askorbinska kislina²⁷. Proizvajalec kruha je Pekarna SPAR. Pri namazih sva uporabila enak bel kruh kot pri drugem eksperimentu s kruhom.

Pri izvajanju eksperimentov sva pisala dnevnik opazovanja, ki ga predstavlja v nadaljevanju. Temperaturo zraka sva merila s sobnim termometrom.

3.1 PRVI EKSPERIMENT

DNEVNIK OPAZOVANJA

DAN 1: Sedaj je 22. 11. 2021, 16.50. Namazala sva šest rezin kruha ter jih dala v plastično posodo in pokrila. Posodo sva pustila na sobni temperaturi, ki je danes 23⁰C. Na prvi kruh sva namazala lešnikov namaz Nutella, na drugega topljeni sir, na tretjega sva dala sesekljan česen in ga prekrila z marmelado. Na četrto rezino kruha sva namazala samo marmelado, na peto rezino pa sesekljan česen in ga prekrila s pašteto. Na šesto rezino sva namazala samo pašteto. Namaze sva fotografirala (slika 3).

DAN 2: 23. 11. 2021, 15:59. Sobna temperatura je 24,5⁰C. Marmelada in pašteta sta postali že malo bolj nenavadni. Pašteta je bolj temna in na robovih spreminja barvo. Marmelada je postala bolj gosta. Česen zaenkrat ne vpliva na spreminjanje namazov. Sirni namaz je malo bolj trd, Nutellin lešnikov namaz je nekoliko potemnel. Vonj je pri vseh enak, kot je bil na začetku.

²⁴ Sestavine za marmelado: <https://www.spar.si/online/namaz-iz-jagod-70-sadja-spar-premium-250g/p/395441> (19. 2. 2022).

²⁵ Sestavine za ajdov kruh z orehi: <https://www.spar.si/online/ajdov-kruh-z-orehi-zito-400g/p/422108> (19. 2. 2022).

²⁶ Sestavine za koruzni kruh: <https://www.spar.si/online/koruzni-kruh-pekarna-spar-500g/p/471552> (19. 2. 2022).

²⁷ Sestavine za bel kruh: <https://www.spar.si/online/psenicni-beli-kruh-spar-1kg/p/270483> (19. 2. 2022).

DAN 3: 24. 11. 2021, 16.42. Sobna temperatura je 23,5⁰C. Obe pašteti sta postali še temnejši, še posebno na robovih namazov. Obe marmeladi sta še bolj gosti. Sirni namaz je postal trd in deloma izginja. Nutellin lešnikov namaz je še bolj potemnel. Vonj se je pri vseh čisto spremenil.

DAN 4: 25. 11. 2021, 16.25. Sobna temperatura je 24⁰C. Na obeh namazih s pašteto je opazna plesen. Rezini kruha s pašteto sta postali črnkasti, obe imata na enem koncu plesen z dlačicami. Nutellin lešnikov namaz je ostal enak kot prejšnji dan. Sirni namaz je ob robu dobil že malo plesni. Marmeladi sta ostali enaki.

DAN 5: 26. 11. 2021, 17.13. Sobna temperatura je 23,5⁰C. Oba namaza s pašteto sta po eni polovici površine že zelo plesnivi, prav tako tudi sirni namaz. Stanje obeh marmelad in Nutellinega lešnikovega namaza se ni spremenilo.

DAN 6: 27. 11. 2021, 16.19. Sobna temperatura je 23⁰C. Obe rezini kruha s pašteto sta po celotni površini plesnivi in to ne samo z belo plesnijo, ampak tudi s črno plesnijo. Plesniv je tudi namaz s topljenim sirom. Nutellin lešnikov namaz je postal trd, na robu je dobil malo plesni. Tudi oba namaza z marmelado sta na robu dobila malo plesni.

DAN 7: 28. 11. 2021, 14.38. Sobna temperatura je 23⁰C. Obe rezini kruha s pašteto sta še bolj kosmati in še bolj črni kot včeraj. Tudi sirni namaz je postal še bolj kosmat. Obe rezini z marmelado sta začeli plesneti, imata dobro vidno plesen. Tudi Nutellin lešnikov namaz je postal vidno plesniv.

DAN 8: 29. 11. 2021, 17.30. Sobna temperatura je 23⁰C. Obe rezini kruha s pašteto postajata še bolj črni. Rezini kruha, namazani z marmelado, sta večinoma že plesnivi. Nutellin lešnikov namaz je dobil plesen po vsej površini, podobno tudi topljeni sir, ki je dobil puhasto plesen.

Kakor je razvidno iz dnevnika osemdnevnega opazovanja eksperimenta, je bila sobna temperatura med 23⁰C in 24,5⁰C. Plesen je zato imela dobre pogoje za rast, še posebno tudi zato, ker so bile rezine kruha v zaprti plastični posodi, ki je v namazih in kruhu zadrževala vlago.

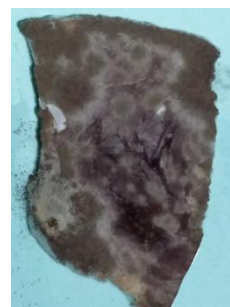
Plesenje kruha, namazanega z Nutellinim lešnikovim namazom



Slika 4: Nutellin lešnikov namaz prvi dan eksperimenta.



Slika 5: Nutellin lešnikov namaz šesti dan eksperimenta.



Slika 6: Nutellin lešnikov namaz zadnji, osmi dan eksperimenta.

Kakor prikazujejo fotografije, ki sva jih naredila na začetku, sredi (... dan) in na koncu eksperimenta, je Nutellin lešnikov namaz začel plesneti razmeroma pozno, šele šesti dan eksperimenta. Najprej je potemnel, potem je postal bolj trd in osušen, šesti dan pa je začel dobivati plesen, ki se je do osmega dne razširila po vsej površini. Plesen je bila večinoma sivkaste barve z belimi obrobami, deloma tudi temnejša, z malo dlačicami.

Plesnenje kruha s topljenim sirom



Slika 7: Namaz s topljenim sirom na začetku eksperimenta.



Slika 8: Namaz s topljenim sirom šesti dan eksperimenta.



Slika 9: Namaz s topljenim sirom osmi dan eksperimenta.

Namaz s topljenim sirom je najprej postal bolj trd in je deloma začel izginjati. Tretji dan je spremenil tudi vonj, četrti dan pa se je pokazala kosmata plesen, ki je zelo hitro napredovala. Postajala je vedno temnejša in gostejša, vedno bolj kosmata in puhasta.

Plesnenje kruha s pašteto



Slika 10: Namaz s pašteto na začetku eksperimenta.



Slika 11: Namaz s pašteto šesti dan eksperimenta.



Slika 12: Namaz s pašteto osmi dan eksperimenta.

Namaz s pašteto je že drugi dan potemnel, še posebno na robovih. Tretji dan se je potemnitev še stopnjevala, spremenil se je tudi vonj. Četrti dan se je pokazala črnkasta plesen, na enem koncu so bile že vidne dlačice. Peti dan se je plesen razširila do polovice površine, šesti dan pa po celotni površini. Plesen je bila bela, siva in črna. Sedmi dan je bila plesen še bolj temnosiva oz. črna in kosmata, del rezine pa je bil pokrit z belo plesnijo. Proces se je zadnji dan eksperimenta še stopnjeval.

Plesnenje kruha z namazom paštete s česnom



Slika 13: Namaz s pašteto in česnom na začetku eksperimenta.



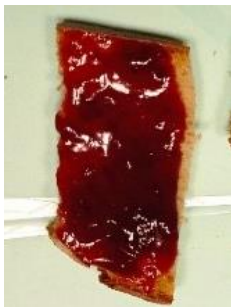
Slika 14: Namaz s pašteto in česnom šesti dan eksperimenta.



Slika 15: Namaz s pašteto in česnom osmi dan eksperimenta.

Podobno, kot namaz s pašteto, se je spreminjal tudi namaz s česnom in pašteto. Najprej je postajal temnejši, četrti dan je bila že opazna siva plesen, sem pa tja so bile opazne dlačice. Peti dan je bila polovica namaza že zelo plesniva s svetlejšo plesnijo, ki je šesti dan postala temnejša in je bila sedmi in osmi dan že skoraj črna. Del namaza je še prekrivala bela plesen. Ugotavljava torej, da bistvenih razlik med namazom s pašteto in namazom s česnom in pašteto ni bilo.

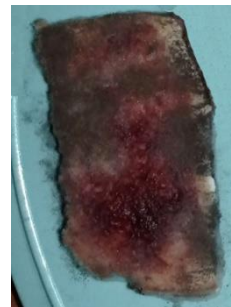
Plesenje kruha z marmeladnim namazom



Slika 16: Namaz z marmelado prvi dan eksperimenta.



Slika 17: Namaz z marmelado šesti dan eksperimenta.



Slika 18: Namaz z marmelado osmi dan eksperimenta.

Namaza z marmelado sta najprej postala bolj gosta in manj tekoča, tretji dan se jima je spremenil tudi vonj. Potem se marmelada dva dni ni spreminjala, dokler se šesti dan na robu ni pokazala plesen s črnimi dlačicami. Plesen je postajala vedno bolj vidna in je zadnji dan eksperimenta prekrila že celotno plast marmelade.

Plesenje kruha z namazom marmelade s česnom



Slika 19: Namaz s česnom in marmelado prvi dan eksperimenta.



Slika 20: Namaz s česnom in marmelado šesti dan eksperimenta.



Slika 21: Namaz s česnom in marmelado osmi dan eksperimenta.

Namaz z marmelado in česnom se je spreminjal enako, kot namaz z marmelado brez česna. Plesen se je pokazala šesti dan eksperimenta, osmi dan pa je že povsem prekrila plast marmelade s česnom. S tem sva ugotovila, da česen ne vpliva na plesenje marmelade. Ugotavljava pa, da marmelada plesni počasneje v primerjavi z drugimi namazi – verjetno zaradi velike vsebnosti sladkorja, ki je naravni konzervans.

3.2 DRUGI EKSPERIMENT

DNEVNIK OPAZOVANJA

DAN 1: 18. 1. 2022, 17:50. Sobna temperatura je 23⁰C. Vzela sva tri različne vrste kruha: ajdovega, belega in koruznega. Od vsakega hlebca kruha sva odrezala po tri rezine. Po eno rezino vsake vrste kruha sva zaprla v papirnato vrečko, po eno rezino v plastično vrečko in po eno rezino kruha v plastično posodo. Vse vrečke in posodo sva pustila na sobni temperaturi in spreminjanje kruha opazovala osem dni.

DAN 2: 19. 1. 2022, 18:15. Sobna temperatura je 22,5⁰C. Vsi kosi kruha so v enakem stanju kot prejšnji dan.

DAN 3: 20. 1. 2022, 16:55. Sobna temperatura je 23,5⁰C. Kruh v papirnatih vrečkah se je malo izsušil, ostali kruhi so še mehki.

DAN 4: 21. 1. 2022, 17:20. Sobna temperatura je 21,5⁰C. Kosi kruha v papirnatih vrečkah so se še bolj izsušili. Koruzni kruh v plastični vrečki ima majhno sled plesni, druge plesni še ni opaziti.

DAN 5: 22. 1. 2022, 18:05. Sobna temperatura je 22,5⁰C. Rezine kruha v plastični posodi in plastičnih vrečkah so se malo izsušili, kruh v papirnatih vrečkah se je izsušil do te mere, da je postal trd. Koruzni kruh v plastični vrečki ima malo plesni.

DAN 6: 23. 1. 2022, 17:46. Sobna temperatura je 22⁰C. Vsi kruhi v plastični posodi imajo že malo plesni. V plastični vrečki se je pri vseh rezinah kruha pokazala plesen, na koruznem kruhu pa se je še malo povečala. V papirnatih vrečkah se je kruh še bolj izsušil in postal še bolj trd.

DAN 7: 24. 1. 2022, 16:32. Sobna temperatura je 23⁰C. V plastični posodi so vsi kruhi dobili še malo več plesni. Največ plesni ima ajdov kruh, plesen je že malo puhasta. V plastičnih vrečkah imajo vse rezine kruha vidno plesen. V papirnatih vrečkah se je kruh izsušil in postal trd.

DAN 8: 25. 1. 2022, 17:45. Sobna temperatura je 22,5⁰C. V plastični posodi imajo vsi kruhi že kar nekaj plesni. V plastičnih vrečkah so vse rezine kruha dobile še več plesni. V papirnatih vrečkah pa nobena rezina kruha nima plesni, so pa postale vse zelo trde.

Sobna temperatura, na kateri je potekal eksperiment, se je gibala med 21,5⁰C in 23,5⁰C. Razmere za rast plesni so bile različne zaradi različnih vrste kruha in zaradi različne embalaže. Eksperiment je trajal osem dni.

Shranjevanje rezin kruha v papirnatih vrečkah



Slika 22: Ajdov kruh v papirnatih vrečkah prvi dan eksperimenta.



Slika 23: Bel kruh v papirnatih vrečkah prvi dan eksperimenta.



Slika 24: Koruzni kruh v papirnatih vrečkah prvi dan eksperimenta.



Slika 25: Ajdov kruh v papirnatih vrečkah po osmih dneh.



Slika 26: Bel kruh v papirnatih vrečkah po osmih dneh.



Slika 27: Koruzni kruh v papirnatih vrečkah po osmih dneh.

Ugotavlja, da so se rezine kruha, ki sva jih hranila v papirnatih vrečkah, sčasoma osušile in so postale vedno bolj trde. Zanimivo je, da se na njih do konca eksperimenta ni razvila nobena plesen. Bistvenih razlik med vrstami kruha nisva opazila.

Shranjevanje rezin kruha v plastični posodi



Slika 28: Ajdov kruh v plastični posodi prvi dan eksperimenta.



Slika 29: Bel kruh v plastični posodi prvi dan eksperimenta.



Slika 30: Koruzni kruh v plastični posodi prvi dan eksperimenta.



Slika 31: Ajdov kruh v plastični posodi po osmih dneh.



Slika 32: Bel kruh v plastični posodi po osmih dneh.



Slika 33: Koruzni kruh v plastični posodi po osmih dneh.

Rezine kruha v plastični posodi so do tretjega dneva ostale enake, mehke. Četrty dan sva opazila, da so se nekoliko osušile, šesti dan pa se je na njih že pokazala plesen, ki se je do osmega dne še razširila. Največ plesni sva opazila na ajdovem kruhu, pri katerem je plesen postala tudi puhasta. Sklepava, da je bilo v ajdovem kruhu največ vlage v primerjavi z belim in koruznim kruhom. Izrazito sivo-belo plesen sta dobila tudi koruzni in bel kruh. Ugotavljava, da bi v plastični posodi kruh lahko hranili le kratek čas, dan ali dva, največ tri.

Shranjevanje rezin kruha v plastičnih vrečkah



Slika 34: Ajdov kruh v plastični vrečki prvi dan eksperimenta.



Slika 35: Bel kruh v plastični vrečki prvi dan eksperimenta.



Slika 36: Koruzni kruh v plastični vrečki prvi dan eksperimenta.



Slika 37: Ajdov kruh v plastični vrečki po osmih dneh.



Slika 38: Bel kruh v plastični vrečki po osmih dneh.



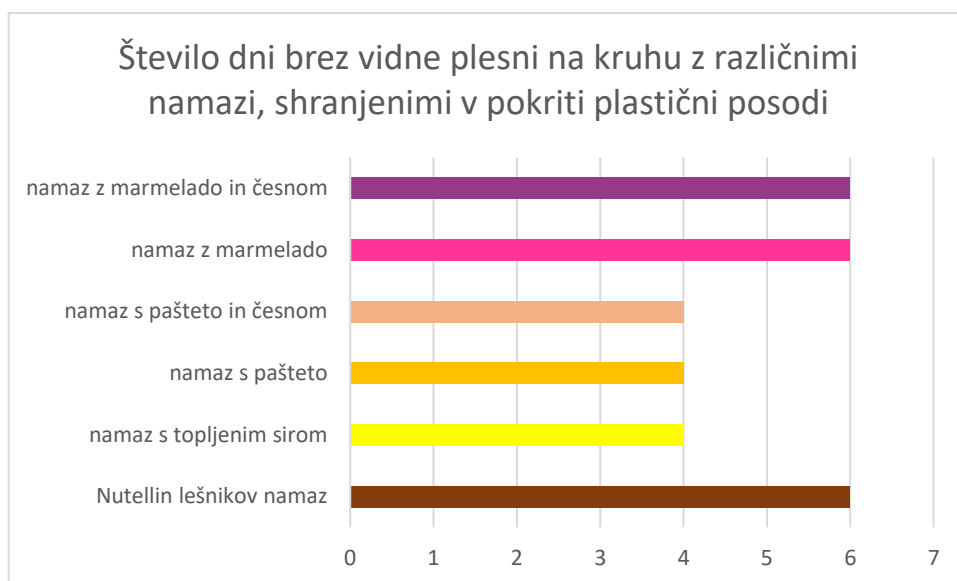
Slika 39: Koruzni kruh v plastični vrečki po osmih dneh.

Rezine kruha v plastični vrečki so se sprva spreminjale podobno, kot v plastični posodi. Najprej so ostale nespremenjene, še tretji dan so bile rezine kruha mehke in se niso izsušile. Četrty dan je bila na rezini koruznega kruha opazna sled plesni. Kasneje so se rezine nekoliko osušile, plesen pri koruznem kruhu pa se je širila. Šesti dan se je plesen pokazala pri vseh rezinah kruha. Na ajdovem kruhu je plesen postala najbolj temna, skoraj črna, pri belem in koruznem kruhu pa je bila plesen sivozelena.

4 RAZPRAVA

4.1 SKLEPNE UGOTOVITVE

S prvim eksperimentom sva ugotovila, da je plesnenje odvisno od vrste namaza. Plesen se je zaradi različne sestave namazov pojavila prej ali kasneje. Po šestih dneh pa so bili vsi namazi preprejeni s plesnimi, ki so bile različnih vrst. Po osmih dnevih so bili vsi namazi povsem plesnivi in smrdeči.



Slika 40: Plesen na namazih šesti dan eksperimenta.



Slika 41: Plesen na namazih osmi dan eksperimenta.

MANJODPORNNA ŽIVILA NA PLESEN

Najprej se je plesen pojavila na namazih s topljenim sirom in pašteto. Česen, ki je bil seseklan pod pašteto, ni zaviral plesnenja. Namaz s topljenim sirom je najprej postal bolj trd in prozoren, da je izgledalo, kakor da začinja izginjati. Tretji dan je spremenil vonj, četrti dan pa se je pokazala sivkasta kosmata plesen, ki je zelo hitro napredovala. Postajala je vedno temnejša in gostejša, vedno bolj kosmata in puhasta. Take vrste plesni na drugih namazih ni bilo. Meniva, da je hitra rast plesni posledica sestave topljenega sira. Ker je v topljenem siru veliko maščob (smetana, maslo, sir), se namaz ni izsušil, kar pa je, sklepara, zelo ustrezalo rasti plesni.

Namaz s pašteto je najprej potemnel, še posebno na robovih. Tretji dan se je potemnitev še stopnjevala, spremenil se je tudi vonj. Četrti dan se je pokazala črnikasta plesen, na enem koncu pa so bile vidne tudi dlačice. Zanimivo je, da je polovico rezine s pašteto prepredla skoraj črna plesen, drugo polovico pa bela plesen. Do konca eksperimenta se je ta proces le še stopnjeval. Hitro plesnenje je po najinem mnenju posledica enakih razlogov, kot sva jih opisala pri topljenem siru. Tudi v pašteti je veliko maščob (sončnično olje, kokošja mast), kar je preprečevalo izsušitev namaza. Zanimivo vprašanje je, zakaj sta namaz prerastli dve različni vrsti plesni. To si lahko razlagava tako, da je bilo plesnenje odvisno tudi od plesni na drugih namazih, ki so bili v isti plastični posodi.

ODPORNEJŠA ŽIVILA NA PLESEN

Bolj odporni proti plesni so bili sladki namazi, oba namaza z marmelado in lešnikov namaz. Z marmelado sta bili premazani dve rezini kruha, na eni je bil v spodnji plasti sesekljan česen. Tudi pri marmeladnem namazu sva ugotovila, da česen ne vpliva na rast plesni. Namaza z marmelado sta najprej postala bolj gosta, tretji dan se jima je spremenil tudi vonj. Potem se marmelada dva dni ni spreminjala, dokler se ni šesti dan na robu pokazala plesen s črnimi dlačicami. Plesen je postajala vedno bolj vidna in je zadnji dan eksperimenta prekrila že celotno plast marmelade. Meniva, da so za pozno plesnenje krive sestavine v marmeladi. Ker je v marmeladi veliko sladkorja, ki je naravni konzervans, sklepava, da sladkor nekoliko upočasnjuje rast plesni. Plesen, ki se je razvila na marmeladi, je drugačna od ostalih vrst plesni. Tekočino v marmeladi sta predstavljala limonin zgoščeni sok in aronijin zgoščeni sok, ki pa sta do določene mere izhlapela, zato se je marmelada najprej zgostila.

Lešnikov namaz Nutella je prav tako začel plesneti razmeroma pozno, šele šesti dan eksperimenta. Najprej je potemnel, potem je postal bolj trd in osušen, šesti dan pa je začel dobivati plesen, ki se je do osmega dne razširila po vsej površini. Plesen je bila večinoma sivkaste barve z belimi obrobami, deloma tudi temnejša, z malo dlačicami. Meniva, da je k takšnemu razvoju plesni pripomogla sestava lešnikovega namaza. V lešnikovem namazu je kar nekaj maščob (palmino olje, deloma tudi v lešnikih, kakavu in mleku v prahu), kar je pospeševalo plesnenje, sladkor pa ga je nekoliko zaviral.

Pomanjkljivosti prvega eksperimenta

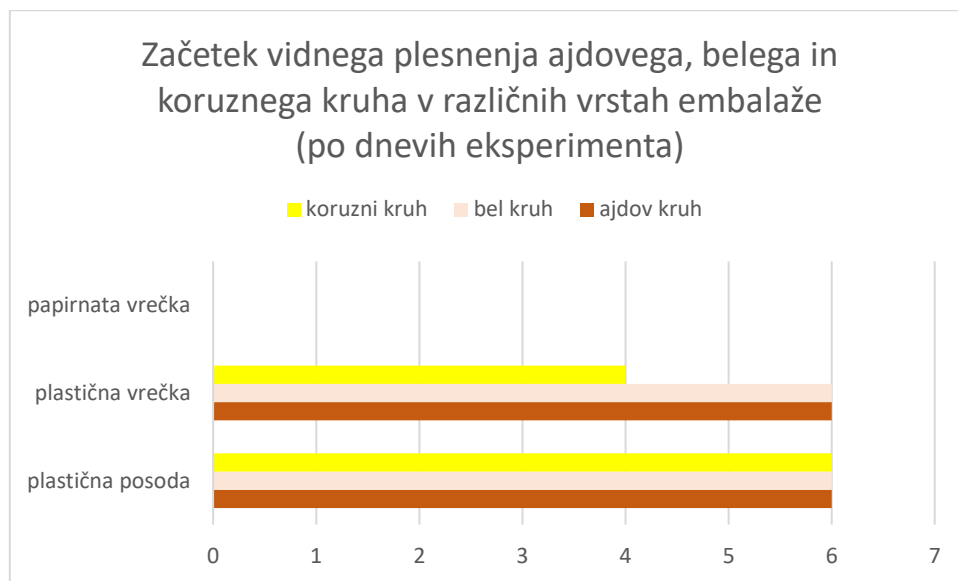
S prvim eksperimentom sva ugotovila tudi nekaj pomanjkljivosti. Ker na rast plesni zelo vpliva relativna vlažnost zraka²⁸, bi bilo zelo dobro, če bi lahko merila tudi to. Tokrat te možnosti nisva imela.

Druga pomanjkljivost prvega eksperimenta je bila v tem, da sva imela rezine kruha z različnimi namazi v isti plastični posodi. Zaradi spor, ki so sestavni del plesni, se je plesen lahko prenašala po zraku z enega namaza na drugega. Mogoče je, da bi marmeladni namaz ostal brez plesni še dalj časa, če v posodi ne bi bilo toliko plesni na drugih namazih.

Tretja pomanjkljivost eksperimenta je neupoštevanje možnosti, da bi se plesen na namaze razširila iz kruha pod njim. Zanimivo bi bilo preveriti, kako bi namazi plesneli, če ne bi bili namazani na kruhu. Po drugi strani pa so bili vsi namazi namazani na isto vrsto kruha, kar pomeni, da so imeli enake izhodiščne pogoje.

²⁸ Če govorimo o zračni vlažnosti, moramo razlikovati med **relativno in absolutno zračno vlažnostjo**. Pri različnih temperaturah lahko zrak sprejme različne količine vlage. Pri tem načeloma velja, da **večja temperatura pomeni, da zrak lahko sprejme več vlage**. Poleg tega za vsako temperaturo obstaja točka, pri kateri zrak ne more več sprejemati vlažnosti. To točko označujemo kot točko **nasičenosti ali rosišče**. /.../ Za razliko od relativne zračne vlažnosti **absolutna zračna vlažnost** opisuje natančno količino vlage v zraku v gramih vode na kilogram zraka (g/kg). Segrevanje v splošnem pomeni zmanjšanje relativne zračne vlažnosti, pri čemer vrednost absolutne vlažnosti ostane nespremenjena. Pravilna zračna vlažnost in higiensko neoporečen zrak, ki pri tem nastane, sta **potrebna za ljudi, živali, rastline in materiale**, za razvoj in raziskave, proizvodnjo, skladiščenje in shranjevanje. Ker suh zrak teži k temu, da bi sprejel več vlage, se ta odvaja iz okolice in ljudi, ki se v njej nahajajo. To povzroči srbečico kože, pekoče oči, glavobole in utrujenost. Optimalno območje za udobje je med 21 in 22 °C in relativno vlago **med 40 % in 60 %**. Kaj je relativna vlažnost zraka? <https://www.condair.si/know-how/relative-humidity> (18. 2. 2022).

Z drugim eksperimentom sva ugotavljala rast plesni na različnih vrstah kruha, ki sva jih hranila v različnih embalažah. Ker je plesen za zdravje zelo škodljiva, je zelo pomembno, v kakšni embalaži kruh hranimo. Glede na rezultate drugega eksperimenta zaključujemo, da je najbolje hraniti kruh v papirnatih vrečkah, saj se v tem primeru plesen na kruhu ne razvije. Kruh se v zračni embalaži postopoma osuši, odsotnost vlage pa onemogoča rast plesni. Plastična posoda in plastične vrečke za zrak niso prepustne, zato se v njih zadržuje vlaga, ki ustvarja ugodne pogoje za rast plesni. Ti dve embalaži se zato nista izkazali primerni za shranjevanje kruha. Morda bi kruh v plastični posodi lahko hranili le krajši čas, za dan ali dva, saj po drugi strani v taki embalaži dalj časa ostane mehak.



Koruzni kruh je v plastični vrečki razvil plesen že četrty dan shranjevanja, pri belem in ajdovem kruhu pa se je plesen pojavila šesti dan. Šesti dan so dobile plesen vse rezine kruha v plastični posodi. Zakaj se je plesen najprej pojavila na koruznem kruhu v plastični vrečki, je zelo zanimivo vprašanje. Proizvajalec med sestavinami za koruzni kruh navaja, da je v njem tudi voda in sončnično olje. Meniva, da se plesen v plastični vrečki razvije hitreje zato, ker je v njej manj zraka kot v plastični posodi, zato se namaz v njej manj izsuši in hitreje plesni. Ugotavljava pa, da so razlike med vrstami kruha. Vlaga, ki omogoča rast plesni, je bilo verjetno v najinem ajdovem kruhu z orehi in belem pšeničnem kruhu nekoliko manj, kot pa v koruznem kruhu. Plesen se na kruhu, ki je bil shranjen v papirnati vrečki, po osmih dneh sploh ni začela razvijati. Zato je najina glavna ugotovitev, da moramo hraniti kruh v zračni embalaži, ki kruh izsuši, kar onemogoča razvoj plesni.

4.2 PREVERJANJE UGOTOVITEV Z LITERATURO

V literaturi sva med drugim prebrala: »Najnižja relativna vlažnost, pri kateri začnejo rasti kolonije plesni, je 75 %.«²⁹ »Kjerkoli sta prisotna **kisik in vlaga**, lahko plesen raste, tudi v žimnici. /.../ Plesni so sicer v naravi koristne, saj veljajo za naravni razkrojevalec. /.../ Poleg

²⁹ Plesni, NIJZ, <https://www.nijz.si/sl/plesni> (16. 1. 2022).

tega so v določeni meri odporne na nekatere tradicionalne konzervanse, kot sta sol in sladkor.«³⁰
»**Za rast potrebujejo kisik**, zato rastejo na površini živil. Najbolje rastejo v kislem območju pH, vendar pa ne preraščajo samo kisljih živil. Optimalna temperatura je **20 do 25°C**, čeprav so meje od 0 do 40°C. /.../ Mnoge tvorijo mikotoksine, ki ji prištevamo med zastrupljevalce živil.«³¹ »**Hitrost odmiranja mikroorganizmov** in s tem učinkovitost toplotne obdelave je odvisna od več dejavnikov: /.../ **hranilne sestave živila** (znano je, da **maščobe** povečajo odpornost mikroorganizmov v živilu. Prisotnost soli ima na odpornost precej variabilen učinek, prisotnost **sladkorjev** pa odpornost poveča).³²

- Ugotavljava, da sta bila najina eksperimenta izvedena pri optimalni temperaturi za rast plesni. Kisik je bil pri obeh eksperimentih prisoten in ni omejeval za rast plesni. Omejevalo jo je le pomanjkanje vlage pri shranjevanju kruha v zračni embalaži, ker je vlaga izhlapela. Namaza z veliko maščob, kot sta topljeni sir in pašteta, sta splesnela najprej. Vloga maščob pri plesnenju je za naju še uganka. Glede na rezultate eksperimenta se je potrdilo, da sladkor rast plesni upočasni. V literaturi je zapis nekoliko nejasen, saj pravi: »znano je, da **maščobe** povečajo odpornost mikroorganizmov v živilu. Prisotnost soli ima na odpornost precej variabilen učinek, prisotnost **sladkorjev** pa odpornost poveča«. Meniva, da maščobe povečajo odpornost mikroorganizmov v živilu in zato rastejo hitreje. Velike količine sladkorja pa povečujejo odpornost živil tako, da se rast mikroorganizmov upočasni.

»Pri živilih, ki vsebujejo **malo vlage** in so poleg tega zelo goste strukture, lahko plesen preživi zgolj na površini in se ne more nevidno razmnožiti globlje pod površjem. /.../ Veliko bolj problematična pa so druga živila, pri katerih se plesen lahko razmnožuje tudi v predelih, ki so vam nevidni. Med takšna živila spada tudi kruh, zato je le-tega v primeru, da se na njem pojavi plesen, še kako priporočljivo zavreči.«³³

- Z raziskavo sva potrdila hitro rast plesni na kruhu, če so dani ustrezni pogoji, predvsem vlaga. Za zrak neprepustna plastična embalaža je vlago zadrževala, kar je pospešilo plesnenje kruha.

»**Plesen se prenaša po zraku**, zato je pri shranjevanju hrane pomembno, da živila med seboj ločimo, tako da jih damo v zaprte posode ali plastične vrečke. Sicer se lahko zgodi, da se plesen z enega živila prenese tudi na vsa ostala v bližini. Plesni na kruhu se lahko izognemo tako, da ga shranjujemo v **zračni embalaži** (npr. leseni škatli, vrečki iz naravnega blaga), s čimer zmanjšamo vlažnost, ki je eden od pogojev za nastanek plesni. /.../ In seveda skrb za čistočo: s pogostim čiščenjem hladilnika in posode za kruh, zmanjšamo možnost, da bi se spore plesni prenesle na živila.«³⁴

³⁰ Kaj se zgodi, če pojedete plesnivo živilo, 21. december 2021, <https://www.zdravo.si/plesen-kaj-se-zgodi-ce-jo-pojemo/> (16. 1. 2022).

³¹ Vida Nahberger Marčič, 2008, str. 40.

³² Vida Nahberger Marčič, 2008, str. 61-62.

³³ N. J., Je plesniva hrana zdravju škodljiva?, 21. 12. 2018, dostopno na povezavi: <https://www.dominvrt.si/gospodinjstvo/plesniva-hrana.html> (16. 1. 2022).

³⁴ Kaj se zgodi, če pojedete plesnivo živilo, 21. december 2021, <https://www.zdravo.si/plesen-kaj-se-zgodi-ce-jo-pojemo/> (16. 1. 2022).

- V prvem eksperimentu sva imela vse rezine kruha v isti posodi. Spore so bile v zraku, ki je bil v posodi, in so se prenašale z namaza na namaz znotraj plastične posode. Najbolj opazno je bilo to pri pašteti, ki je imela na eni polovici belo, na drugi pa črno plesen. Z drugim eksperimentom sva potrdila navedbe v literaturi, da se plesni na kruhu lahko izognemo, če ga hranimo v zračni embalaži.

»Še tako majhne količine kisika lahko v anaerobnem sistemu povzročijo razvoj aerobnih mikroorganizmov. **Z uporabo modificirane atmosfere** lahko podaljšamo rok obstojnosti živilom. ...«³⁵

- Z drugim eksperimentom sva potrdila, da je za plesnenje zadosti kisika že v majhni plastični vrečki. V vseh najinih primerih so bili glede prisotnosti kisika ugodni pogoji za rast plesni, saj kruh ni bil v modificirani atmosferi. Edini način, ki je preprečil rast plesni, je bila izsušitev kruha tako, da je relativna vlažnost v kruhu padla pod 75 %, zaradi česar se plesen ni mogla razvijati.

4.3 PREVERJANJE HIPOTEZ

Hipoteza 1: Najdlje bo brez plesni zdržal kruh z namazom, ki vsebuje najmanj maščob in največ sladkorja. To pomeni, da bodo prej splesnili naslednji namazi: topljeni sir, pašteta, lešnikov namaz in najkasneje marmelada.

- Hipoteza se je potrdila. Najdlje sta bila brez opazne plesni marmelada in lešnikov namaz, ker vsebujeta veliko sladkorja, ki v veliki koncentraciji nekoliko zavira rast plesni. Topljeni sir in pašteta pa sta splesnela najprej. Tako se je potrdilo, da je prisotnost maščob ugodna za rast mikroorganizmov, kot so plesni.

Hipoteza 2: Namaza, pod katerima je nasekljan česen, bosta začela plesniti kasneje.

- Hipoteza se ni potrdila. Česen pod namazom na plesnenje ni imel nobenega vpliva. Lahko bi z eksperimentom preverila, ali bi bilo mogoče drugače, če bi česen nasekljala po namazu.

Hipoteza 3: Najdlje bo brez plesni ostal bel kruh, ki je bil shranjen v papirnati embalaži. Razlog za to je papirnata embalaža, ki prepušča zrak, zato se kruh izsuši in vsebuje manj vlage, ki je pogoj za plesnenje. Belemu kruhu tudi ni dodana maščoba, kot je dodana ajdovemu in koruznemu kruhu (glede na sestavine proizvajalcev teh vrst kruha).

- Hipotezo sva potrdila in obenem ugotovila, da se plesen v papirnati embalaži ni razvila pri nobeni vrsti kruha, kar pomeni, da zračna embalaža preprečuje nastanek plesni tudi na bolj občutljivih vrstah kruha. Čeprav so v zraku skoraj povsod prisotne spore plesni, pa nizka relativna vlažnost preprečuje, da bi se plesen na kruhu začela razvijati.

³⁵ Vida Nahberger Marčič, 2008, str. 31.

4 ZAKLJUČEK

Z raziskovalno nalogo sva preverila nekatere navedbe o plesnenju živil, ki sva jih prebrala v literaturi. Najbolj razveseljiva pa je ugotovitev, da se plesni lahko izognemo, če kruh hranimo v ustrezni, čim bolj zračni embalaži.

Z raziskavo sva pridobila spoznanje o nevarnosti plesni za zdravje ljudi, saj moramo živila, ki so začela plesneti, zaradi nevidnih delov plesni (koreninskega dela in spor) v celoti zavreči. Pred raziskovanjem tudi nisva razmišljala o tem, v kakšnih pogojih se plesen razvija. Ker je plesen zelo škodljiva in na dolgi rok ljudem povzroča zdravstvene težave, bova v prihodnosti bolj pozorna na pojav plesni, pa tudi na načine shranjevanja živil, ki ji onemogočajo rast.

Raziskavo bi lahko nadaljevala ali izpopolnila s tem, da bi merila tudi relativno vlažnost zraka, ki je za rast plesni zelo pomembna. Tako bi ugotavljala, pri kateri višini relativne vlažnosti in temperaturi zraka plesen raste najhitreje. V raziskavo bi lahko vključila tudi druga živila, pri katerih bi primerjala sestavine in ugotavljala tudi, kako kislost oz. pH živila vpliva na hitrost plesnenja. Zanimivo bi bilo tudi preverjati, v kakšnih pogojih bi bilo potrebno hraniti živila, da se plesen ne bi razvijala. Poleg tega bi bilo zanimivo raziskovanje plesni z mikrobiološkega vidika tako, da bi ugotavljala vrste plesni, ki sva jih v najinih dveh eksperimentih lahko opazovala. Še posebej bi bila zanimiva raziskava s kemijskega vidika, npr. kako na razvoj plesni vplivajo maščobe, ogljikovi hidrati in druge sestavine živil.

6 LITERATURA

- Avrelija Gojkovič Kumperger: *Živilska mikrobiologija*, izobraževalni program: živilsko prehranski tehnik, modul: *Živilska mikrobiologija za mikrotehnologijo*. Izobraževalni center Piramida Maribor, Maribor, 2010.
- Vida Nahberger Marčič: *Živilska mikrobiologija in biotehnologija, 1. del: Živilska mikrobiologija*, gradivo za 1. letnik višješolskega strokovnega živilskega programa, Izobraževalni center Piramida Maribor, višja strokovna šola, Ljubljana, 2008.
- Vida Nahberger Marčič: *Živilska mikrobiologija in biotehnologija, Vaje iz mikrobiologije*, gradivo za 1. letnik višješolskega strokovnega živilskega programa. Izobraževalni center Piramida Maribor, višja strokovna šola, Ljubljana, 2008.
- Slovenski veliki leksikon P–Ž, urednika Marta Kocjan Barle, Drago Bajt, Ljubljana, Mladinska knjiga Založba, 2003-2005.

ELEKTRONSKI VIRI LITERATURE:

- Karmen Jordan: Nevidna plesen v hrani – razlog za nepojasnljive težave z zdravjem?, dostopno na povezavi: <https://www.bodieko.si/nevidna-plesen-v-hrani-razlog-za-nepojasnljive-tezave-z-zdravjem> (16. 1. 2022).
- Kaj je relativna vlažnost zraka? <https://www.condair.si/know-how/relative-humidity> (18. 2. 2022).
- Kaj se zgodi, če pojedete plesnivo živilo, 21. december 2021, dostopno na povezavi: <https://www.zdravo.si/plesen-kaj-se-zgodi-ce-jo-pojemo/> (16. 1. 2022).
- NIJZ, Nacionalni inštitut za javno zdravje: Plesni, 6. 4. 2016, dostopno na povezavi: <https://www.nijz.si/sl/plesni> (16. 1. 2022).
- N. J.: Je plesniva hrana zdravju škodljiva?, 21. 12. 2018, dostopno na povezavi: <https://www.dominvrt.si/gospodinjstvo/plesniva-hrana.html> (16. 1. 2022).
- Kako se plesen razvije, <http://slikopleskarstvo-kaliner.si/blog/blog/plesen/kaj-je-plesen/> (16. 1. 2022).
- Saša Vesel: Zakaj se moramo bati plesni? 5. decembra 2019, dostopno na povezavi: <https://www.student.si/lajf-je/hrana/zakaj-se-moramo-bati-plesni/?cn-reloaded=1> (16. 1. 2022).
- STA: Plesniva hrana: kaj z njo storiti?, 17. junij 2018, dostopno na povezavi: dostopno na povezavi: <https://www.zurnal24.si/zdravje/prehrana/plesniva-hrana-kaj-z-njo-storiti-311575> (16. 1. 2022).