

Mikrobiološka analiza pekarskih proizvoda

Čabrajac, Ivona

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Tourism and Rural Development in Požega / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet turizma i ruralnog razvoja u Požegi**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:277:345759>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-25**



Repository / Repozitorij:

[FTRR Repository - Repository of Faculty Tourism and Rural Development Požega](#)



**FAKULTET TURIZMA I RURALNOG RAZVOJA U
POŽEGI**



Ivona Čabrajac, 0113146214

**MIKROBIOLOŠKA ANALIZA PEKARSKIH
PROIZVODA**

ZAVRŠNI RAD

Požega, 2023. godine.

FAKULTET TURIZMA I RURALNOG
RAZVOJA U POŽEGI

PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ PREHRAMBENA TEHNOLOGIJA

**MIKROBIOLOŠKA ANALIZA PEKARSKIH
PROIZVODA**

ZAVRŠNI RAD

IZ KOLEGIJA MIKROBIOLOGIJA HRANE

MENTOR: Helena Marčetić, dipl. ing.

STUDENTICA: Ivona Čabrajac

JMBAG studentice: 0113146214

Požega, 2023. godine

SAŽETAK

Žitarice pripadaju porodici jednogodišnjih biljaka koje potječu od trava. Osim ključne uloge u ljudskoj prehrani, žitarice se također koriste u hranidbi stoke i u raznim industrijskim procesima. U Hrvatskoj je zastupljenost žitarica još značajnija i čini preko 60 % ukupnih poljoprivrednih površina u zemlji. Od žitarica koje se uzgajaju u Hrvatskoj dominiraju kukuruz i pšenica. Žitarice se sastoje uglavnom od ugljikohidrata, osobito škroba, zajedno s proteinima, celulozom, nešto masti, vitaminima, mineralima i enzimima. Nakon žetve, površine zrna još uvijek zadržavaju dio prirodne mikroflore koju su posjedovale tijekom svog rasta. Kada su žitarice svježe požnjevene, pune su raznih mikroorganizama, uključujući i bakterije i spore plijesni. Ti mikroorganizmi mogu biti između nekoliko tisuća, pa čak i do milijun po gramu zrna. Stoga, cilj ovog rada bio je dokazati te analizirati određene vrste bakterija, plijesni i kvasaca u pekarskim proizvodima. Analiza je provedena na području Požeško-slavonske županije gdje je uzeto 8 uzoraka iz različitih objekata.

Ključne riječi: žitarice, bakterije, kvasci, plijesni

ABSTRACT

Grains belong to the family of annual plants that originate from grasses. In addition to their key role in human nutrition, grains are also used in livestock feed and in various industrial processes. In Croatia, the presence of cereals is even more significant and accounts for over 60% of the total agricultural land in the country. Of the grains grown in Croatia, corn and wheat dominate. Grains consist mainly of carbohydrates, especially starch, along with proteins, cellulose, some fat, vitamins, minerals and enzymes. After harvest, the surfaces of the grains still retain some of the natural microflora they possessed during their growth. When grains are freshly harvested, they are full of various microorganisms, including bacteria and mold spores. These microorganisms can be between several thousand and even up to a million per gram of grain. Therefore, the aim of this work was to prove and analyze certain types of bacteria, molds and yeasts in bakery products. The analysis was carried out in the Požega-Slavonia County, where 8 samples were taken from different facilities.

Keywords: grains, bacteria, yeast, mold

Sadržaj

1. UVOD	1
2. PREGLED LITERATURE	2
2.1. Mikrobiološki problemi brašna, žitarica i proizvoda od žitarica	2
2.2. Patogeni mikroorganizmi u proizvodima od žitarica	4
2.3. Bakterije iz roda <i>Enterobacteriaceae</i>	4
2.3.1. <i>Escherichia coli</i>	4
2.3.2. Bakterije iz roda <i>Salmonella</i>	6
2.3.3. Ostale enterobakterije	9
2.4. Aerobne sporogene bakterije	11
2.5. Kvasci	11
2.6. Plijesni	14
3. MATERIJALI I METODE	17
3.1. Zadatak	17
3.2. Materijali i metode	17
3.2.1. Priprema podloge za određivanje enterobakterija	18
3.2.2. Priprema podloge za određivanje <i>Salmonella spp.</i>	18
3.2.3. Priprema podloge za određivanje aerobnih sporogenih bakterija	18
3.2.4. Priprema podloge za određivanje kvasaca i plijesni	18
4. REZULTATI	20
5. RASPRAVA	23
6. ZAKLJUČAK	24
7. LITERATURA	25

1. UVOD

Žitarice i proizvodi od žitarica imaju golemu globalnu važnost kao vitalni izvori prehrane za ljude i životinje. Kada se žitarice žanju, površine zrna još uvijek sadrže ostatke izvorne prirodne flore koja je bila prisutna tijekom njihova rasta. Osim toga, površine zrna također mogu imati tragove nečistoća kao što su prljavština, insekti i drugi kontaminanti. Kada su žitarice svježe ubrane, sadrže znatnu količinu bakterija i spora plijesni, u rasponu od nekoliko tisuća do čak milijun po gramu. Plijesni imaju sposobnost bujanja u žitaricama, brašnu i drugim prehrambenim proizvodima koji su bogati žitaricama i imaju obilje vlage. S druge strane, kvasci, plijesni i bakterije mogu napredovati u hrani koja ima čak i višu razinu vlage.

Proces ribanja i pranja žitarica učinkovito eliminira određene bakterije. Tijekom procesa mljevenja većina mikroorganizama se uništava uz vanjske slojeve zrna. Brojnost organizama smanjuje se raznim postupcima mljevenja, pri čemu je izbjeljivanje posebno učinkovito. Tijekom procesa miješanja i kondicioniranja postoji mogućnost ponovne kontaminacije. Na površini svježe ispečenog kruha nema gotovo ništa živih mikroorganizama, ali je sama površina osjetljiva na kontaminaciju sporama bakterija i plijesni koje se prenose zrakom u postupcima hlađenja te prije samog pakiranja. Kvarenje je proces kod kojeg se hrana razgrađuje do granice kada više nije pogodna za ljudsku konzumaciju odnosno kada je njezina jestiva kvaliteta smanjena.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Mikrobiološki problemi brašna, žitarica i proizvoda od žitarica

Iako su žitarice slične voću i povrću, a biljnoga su podrijetla, one se od njih znatno razlikuju. Žitarice i proizvodi od žitarica normalno sadržavaju različite rodove bakterija, kvasaca i plijesni, posebnih vrsta koje ovise o uvjetima koji se susreću tijekom proizvodnje, tj. žetve, uskladištenja i prerade (Duraković, 2002).

Kada su žitarice, griz i brašno dobiveno od njih adekvatno pripremljeni i uskladišteni, njihov nizak sadržaj vlage trebao bi spriječiti rast bilo kakvih mikroba, uključujući plijesan. Međutim, ako sadržaj vlage premaši minimalni prag potreban za rast mikroba, ta će roba biti osjetljiva na takav rast. Kada je prisutnost vlage minimalna, stvaraju se uvjeti pogodni za stvaranje plijesni. Suprotno tome, veća količina vlage osigurava okruženje koje potiče rast kvasaca i bakterija. Iako sadržaj mikroba koji se nalazi u žitaricama, krupici i brašnu ne mora nužno rezultirati kvarenjem, količina i raznolikost mikroorganizama prisutnih u tim proizvodima izaziva zabrinutost zbog njihove upotrebe u proizvodnji brojnih drugih prehrambenih proizvoda.

Mikrobiološki utjecaj žitarica i brašna na pretpakiranu hranu ima značajnu važnost u smislu javnog zdravlja i mogućeg unošenja agenasa koji uzrokuju kvarenje. S obzirom na to da žitarice i brašno općenito prolaze kroz minimalnu obradu kako bi se očuvao njihov inherentni mikrobni sastav, velika je vjerojatnost da će sadržavati različite plijesni, kvasce i bakterije koje se mogu razmnožavati u povoljnim uvjetima vlage. Osim škroba koji nije lako dostupan brojnim organizmima, žitarice posjeduju šećer i dušikove spojeve koji se mogu lako iskoristiti, također sadrže minerale i dodatne tvari koje pomažu u rastu.

Nadalje, ako je zrno izloženo vlazi, amilaze će proizvesti veću količinu šećera, dok će proteinaze proizvesti veću količinu dušične hrane koja je lako probavljiva. Kada žitarice prolaze kroz faze čišćenja i pranja, a brašno kroz fazu prosijavanja, na taj način se znatno smanjuje koncentracija mikroba; usprkos tome, glavne vrste još uvijek mogu biti prisutne u brašnu koje je načinjeno od cjelovitog zrna, kao što je cjelovita pšenica ili heljda, kvarenje je u tom slučaju usporedivo s onim navedenim za žitarice i obroke od žitarica.

Štoviše, bijelo se pšenično brašno uobičajeno izbjeljuje oksidirajućim sredstvom, kao što su dušikov oksid, klor, nitrozil klorid ili benzoil peroksid u svrhu smanjenja mikroba na minimum.

Istraživanjem se tvrdi se da sadržaj vlage manji od 13 posto u brašnu sprječava rast i razvoj svih bakterija, no prema drugom istraživanju 15 posto sadržaja vlage omogućuje snažan razvoj plijesni, a preko 17 posto rast i razvoj plijesni te bakterija. Kad je bijelo brašno čak i blago vlažno, podložno je razvoju plijesni. Vrsta kvarenja koja se može pojaviti u tijestu od brašna teško je predvidjeti zbog varijacija u mikrobiološkom sadržaju svake šarže brašna. Kada su prisutne bakterije koje stvaraju kiselinu, one započinju kiselu fermentaciju. Zatim slijedi pojava alkoholnog vrenja ako su prisutni kvasci. Konačno, vrsta *Acetobacter* će dovesti do stvaranja octene kiseline. Dotična promjena sklonija je očitovanju u brašnu koje je tek mljeveno, za razliku od brašna koje je čuvano dulje vrijeme. To zauzvrat dovodi do smanjenja količine i raznolikosti prisutnih mikroorganizama. Kada nema mliječne kiseline i koliforma, pastu zakiseljuju mikrokoke. S druge strane, kada su vrste *Bacillus* odsutne, one se zamjenjuju proliferacijom ovih vrsta. To rezultira proizvodnjom mliječne kiseline, plina, alkohola, acetoina i malih količina estera i drugih aromatskih kemikalija.

Uobičajena pojava kod pasta od brašna je pojava izrazitog mirisa octene kiseline i estera. Tijesto koje se koristi u raznim vrstama pekarskih proizvoda prolazi kroz fermentacije koje rezultiraju proizvodnjom korisnih i, u nekim slučajevima, neophodnih modifikacija koje donose mikroorganizmi. Te su promjene presudne za stvaranje pojedinih sorti peciva. Kada se paste od brašna i tijesta podvrgnu svojoj tipičnoj kiseljoj fermentaciji djelovanjem mliječne kiseline i koliformnih bakterija, moguće je da ovaj proces postane pretjeran ako se dopusti da traje predugo. To može rezultirati viškom kiselosti u tijestu, kruhu te pecivima koja se od njega proizvode. Ako se proteolitičke bakterije previše razmnože tijekom tog razdoblja, to može dovesti do degradacije značajnog dijela bitnog kapaciteta tijesta za zadržavanje plina i rezultirati ljepljivom konzistencijom (Microbiologynote.com, url).



Slika 1. Žitarice (Opusteno.rs, url)

2.2. Patogeni mikroorganizmi u proizvodima od žitarica

Nekontroliran rast mikroorganizama u hrani uzrokuje kvarenja, a i čitav niz problema, uključujući znatne štete u prehrambenim proizvodima koji su prijeko potrebni kao sveopći nutrijenti. Važna preokupacija u mikrobiologiji namirnica jesu razvoj i razumijevanje procesa uključenih u kvarenje hrane tehnika za zaštitu produkata hrane. To je osobito potrebno za sprečavanje kontaminacije produkata hrane s ljudskim patogenima i radi kontrole mogućeg razmnožavanja mikroorganizama koji proizvode toksine (Duraković, 1991).

Briga o kontroli kvalitete u industriji hrane bitan je čimbenik u sprečavanju izbijanja bolesti koje nastaju uživanjem otrovane hrane. Osim toga, rast mikroba u hrani može promijeniti kakvoću proizvoda, uzrokujući znatne gospodarstvene štete u industriji hrane.

Kvarenje hrane definirano je kao svaka promjena hrane koja je pretvara u nepogodnu ili opasnu za potrošnju, a rast mikroba u hrani je, samo jedan proces koji može uzrokovati njezino kvarenje. Rast je patogenih mikroba u hrani je, nema sumnje, nepoželjan; on hranu može pretvoriti opasnu za uživanje, ali i ostale, mikrobima uzrokovane promjene u hrani, kao smanjivanje sadržaja nutrijenata, promjena okusa, mirisa, boje i kakvoće, mogu također učiniti hranu nepogodnom za ljudsku uporabu (Duraković i sur., 2002).

2.3. Bakterije iz roda *Enterobacteriaceae*

Porodica *Enterobacteriaceae* najčešće je promatran rod u kliničkim mikrobiološkim laboratorijima. Naziv ove skupine implicira da su mnogi njeni predstavnici autohtoni mikroorganizmi u probavnom sustavu sisavaca. S 51 rodom i preko 100 vrsta bakterija, porodica *Enterobacteriaceae* je opsežna. Kada su u pitanju probavne infekcije i intoksikacije, iz ove porodice značajne su sljedeće vrste: *Escherichia coli*, pripadnici rodova *Salmonella*, *Shigella*, *Yersinia*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Proteus*, *Citrobacter*, *Aerobacter* i *Serratia* (Marinculić et al., 2009).

2.3.1. *Escherichia coli*

Escherichia coli, vrsta bakterije, najistaknutija je vrsta bakterija koja se nalazi u crijevima i fecesu. U ljudskom organizmu ima ključnu ulogu u sprječavanju razmnožavanja patogenih bakterija u crijevima, kao i u sintezi određenih vitalnih vitamina putem metabolizma. Međutim, samo nekoliko sojeva *E. Coli* ima potencijal izazvati bolest kod ljudi, budući da

posjeduju mehanizme virulencije. Jedan od najštetnijih toksina koje proizvodi *Escherichia coli* je verotoksin koji može izazvati teška oštećenja crijevne sluznice. Ovaj se toksin također naziva i "shiga-like" toksin, budući da vrlo nalikuje toksinu bakterije *Shigella dysenteriae*. Sojevi *E. Coli* koji uzrokuju bolesti probavnog sustava kod ljudi klasificirani su kao enterovirulentni sojevi.

Enterovirulentni sojevi bakterije *Escherichia coli* dijele se u nekoliko skupina:

- enterohemoragijska *E.Coli* koja pripada serovaru O157:H7
- enterotoksična *E.Coli*
- enteropatogena *E.Coli*
- enteroinvazivna *E.Coli*
- enteroagregatna *E.Coli*
- adherentna *E.Coli*

Ime akutne bolesti koja je uzrokovana serovarem *E. Coli* O157:H7 naziva se hemoragijski kolitis. Infekcijska doza prilikom izbijanja bolesti je veoma mala. Bolest se javlja sa simptomima koji uključuju: snažne bolove u trbuhu, proljev koji je na početku vodenast, a nakon nekog vremena sadrži veće količine krvi. Povraćanje može također biti jedan od simptoma, no nije uvijek prisutno. Tjelesna temperatura oboljelog je normalna ili neznatno povišena. Sama bolest traje tek nekoliko dana, obično oko osam dana, a kod nekih oboljelih kao simptom javlja se samo vodenasti proljev. Bolest se dijagnosticira na način da se izravno iz fecesa oboljele osobe izdvaja serovar bakterije *E.Coli* O157:H7 ili drugog serovara koj također tvori verotoksin. Izvor moguće infekcije dokazuje se na način da se iz sumnjive hrane izdvaja isti serovar kao i iz fecesa oboljele osobe.

Hemolitički uremični sindrom, koji je karakteriziran hemolitičkom anemijom i zatajenjem bubrega, može se manifestirati kod oboljelih osoba, osobito djece. Bolest nosi potencijal da rezultira nepopravljivim i sveobuhvatnim zatajenjem bubrega. U starije populacije i onih s kompromitiranim imunološkim sustavom, bolest može biti popraćena hemoragičnim urinarnim sindromom, vrućicom, neurološkim simptomima i trombotičnom trombocitopeničnom purpurom. Među starijim pacijentima, bolest ima stopu smrtnosti od 50 %.

Hemoragijski kolitis je bolest koja može pogoditi ljude svih dobnih skupina, ali su njeni simptomi izraženiji kod male djece i starijih osoba. U brojnim slučajevima bolest uzrokuju nedovoljno pečeni, odnosno nedovoljno termički obrađeni hamburgeri. Međutim, izbijanja hemoragijskog kolitisa često su povezana s nepasteriziranim voćnim sokovima, sirovim

mlijekom i mliječnim proizvodima, zelenom salatom, dimljenom suhom salamom i mesom divljači (Marinculić et al., 2009).



Slika 2. Kolonije vrste *Escherichia coli* na XLD agaru nakon 24 sata inkubacije (Marinculić et al., 2009)



Slika 3. Kolonije vrste *Escherichia coli* na Rambach agaru nakon 24 sata inkubacije (Marinculić et al., 2009)

2.3.2. Bakterije iz roda *Salmonella*

Pripadnici roda *Salmonella* su Gram negativne, šapićaste te nesporogene bakterije koje se značajno ističu nekih posebnostima u svojoj klasifikaciji i nazvilju u odnosu na rodove drugih bakterijskih vrsta. Pokretne su, izuzev serotipa *Salmonella Gallinarum* i *Salmonella Pullorum* koji su nepokretni.

Predstavnik roda je *Salmonella enterica* koja se genotipski i fenotipski dijeli na šest podvrsta:

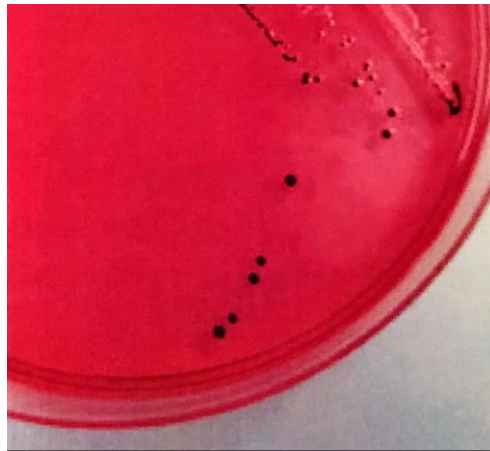
- *Salmonella enterica* subsp. *arizonae*
- *Salmonella enterica* subsp. *enterica*
- *Salmonella enterica* subsp. *diarizonae*
- *Salmonella enterica* subsp. *houtenae*
- *Salmonella enterica* subsp. *indica*
- *Salmonella enterica* subsp. *Salamae*

Podvrsta *Salmonella enterica* subsp. *enterica* obuhvaća gotovo sve salmonele značajne u humanoj i veterinarskoj medicini. Preko 2400 serovara ili serotipova identificirano je unutar vrste *Salmonella enterica* na temelju njihovih antigenih svojstava. Važno je spomenuti da je 69 % serovara koji su izolirani iz ljudi *Salmonella Enteritidis* ili *Salmonella Typhimurium*. Bolesti koje uzrokuju bakterije iz roda *Salmonella* nazivaju se salmoneloze. One pripadaju najčešćim bakterijskim infekcijama uopće. Salmonelozom mogu oboljeti sve dobne skupine, no puno teže i ozbiljnije simptome imaju djeca i starije osobe. Najučestaliji simptomi bolesti su povraćanje, bol u abdomenu, proljev te mučnina. Ti simptomi su praćeni uz opću slabost, bolove u mišićima, pospanost te groznicom. Obično traju oko 5 dana, no nakon što čovjek preboli bolest može biti kliconoša salmonele kraće ili duže vrijeme. Ako kliconoštvo traje duže od godinu dana, tada ga nazivamo „trajnim“ kliconoštvom. Kod djece mlađe od godinu dana, starijih osoba i imunokompromitiranih osoba može doći do značajnih komplikacija i bolesti kao što su sepsa, pa čak i smrt. Salmonele u čovjeka mogu izazvati dva oblika bolesti: trbušni tifus i netifusne salmoneloze.

Trbušni tifus uzrokuje *Salmonella Typhi*. Izvor zaraze je ili zaražena osoba ili nositelj klice. Uzročnik se izlučuje izmetom i mokraćom oboljelog, čime se kontaminiraju i hrana i voda. Učestalost ove vrste infekcije rijetka je u zemljama s visokim komunalnim standardom. U Hrvatskoj je trenutno manje značajna od netifusne salmoneloze. Ova klasifikacija obuhvaća *S. Paratyphi B (Schotmulleri)*, *S. Paratyphi A* i *S. Paratyphi C*. Međutim, *S. Paratyphi A* i *C* već nekoliko godina nema u Hrvatskoj.

Netifusne salmoneloze su danas najčešći oblik infekcije salmonelama u razvijenim zemljama. Serovari *S. Enteritidis* i *S. Typhimurium* najčešći su uzročnici salmoneloze, s 1500 do 2000 različitih serovara *Salmonella* koji također mogu uzrokovati bolest. Ovaj posebni oblik salmoneloze naziva se enterokolitis, inače poznat kao gastroenteritis u prošlosti. Obično se bolest prenosi konzumacijom zaražene hrane. Za neke salmonele, kao što su *Salmonella*

Choleraesuis, *S. Virchow* i *S. Dublin*, poznato je da uzrokuju bakterijemičnu bolest, također poznatu kao "salmonelna groznica" ili paratifusni sindrom, zbog svoje visoko invazivne prirode.



Slika 4. Kolonije vrste *Salmonella Enteritidis* na XLD agaru nakon 24 sata inkubacije (Marinculić et al., 2009)

Tipično, razdoblje inkubacije za bolest kreće se između 6 i 48 sati, pri čemu su infektivna doza i klinička slika ključni čimbenici. U slučajevima enterokolitisa, infektivna doza može biti u rasponu od 10^5 do 10^8 bakterijskih stanica. Na to mogu utjecati različiti čimbenici, uključujući dob, imunitet i zdravlje zaražene osobe, kao i specifični serovar salmonele. Poznato je da neki serovari uzrokuju teške bolesti, dok drugi ne izazivaju nikakve kliničke znakove oboljenja kod ljudi. Enterokolitis se razvija na način da salmonele ulaze u probavni trakt čovjeka kontaminiranom hranom, te potom prodiru iz lumena crijeva do epitela tankog crijeva gdje nastane upala. Bakterije iz porodice *Salmonella* tvore endotoksine, a pojedini drugi sojevi ove porodice koji su uzročnici enterokolitisa i proljeva tvore i citotoksin te egzotoksine koji su slični enterotoksinima bakterije *Escherchia coli*. Kronični znakovi enterokolitisa jesu: mučnina, povraćanje, proljev, visoka tjelesna temperatura, grčevi u trbuhu, glavobolja, a artritis (upala zglobova) se javlja kao komplikacija nakon tri (do četiri) tjedna nakon nastupanja znakova akutne bolesti. Akutni znakovi bolesti mogu nestati za 1 ili 2 dana, no mogu potrajati i puno dulje, što ovisi o zdravstvenom stanju oboljelog, o količini unesenih stanica, ali i o karakteristikama pojedinih serovarova.

Rizična hrana jesu jaja, meso peradi, sirovo meso, mlijeko i mliječni proizvodi, riba, kakao i čokolada, kremasti kolači, škampi, žablji bataci itd. (Marinculić et al., 2009).



Slika 5. Kolonije vrste *Salmonella Enteritidis* na Rambach agaru nakon 24 sata inkubacije (Marinculić et al., 2009)

2.3.3. Ostale enterobakterije

Osim *E. Coli*, bakterija roda *Salmonella*, infekcije povezane s hranom mogu biti izazvane i drugim rodovima bakterija koje pripadaju porodici *Enterobacteriaceae*:

- *Shigella*
- *Yersinia*
- *Enterobacter sakazakii*
- *Klebsiella*
- *Proteus*
- *Citrobacter*
- *Aerobacter*
- *Providencia*
- *Serratia*

Bakterije koje pripadaju rodu *Shigella* jesu štapičaste, Gram negativne bakterije koje ne tvore spore i nepokretne su. Ove bakterije se dijele u četiri skupine: A,B,C i D, te unutar tih skupina postoji čak preko 40 različitih serovarova. U A skupinu pripada veoma patogena *Shigella dysenteriae* tip 1. Ona se najčešće nalazi u vodama koje su kontaminirane humanim fecesom. Bolest uzrokovana šigelama naziva se akutna bacilna dizenterija još poznata kao šigelozna. Vrijeme inkubacije bolesti je veoma kratko te iznosi 12 do 50 sati. Simptomi koji se najčešće javljaju jesu: vrućica, proljev, bolovi u trbuhu te povraćanje. U stolici oboljelog može se pojaviti sluz, gnoj i krv. Bolesnik ima konstantnu napetost u abdomenu te zbog toga imaju potrebu na nužnik, tzv. imperativni proljev, također se javljaju „lažni pozivi“ na stolicu. Nije

neuobičajeno da pojedinačne stolice sadrže više mililitara sluzi pomiješane s krvlju. Nakon oporavka, većina pojedinaca izlučuje uzročnika putem fecesa samo kratko vrijeme. Međutim, manjina pojedinaca postaje nositelj i nastavlja izlučivati patogen dulje vrijeme. Rizična hrana je sirovo povrće, mlijeko i mliječni proizvodi, perad te salate (tuna, škampi, krumpir, makaroni, pileće meso). Hrana ne mora biti primarni izvor infekcije, već čovjek kliconoša koji dolazi u kontakt s hranom ili vodom.

Rod *Yersinia* je skup bakterija koje su Gram negativne. One su često izolirane iz različitih kliničkih uzoraka, kao što su rane, fecesi, ispljuvak te iz mezenterijskih limfnih čvorova. Normalno se ne nalaze u ljudskom fecesu, a infekcija kod ljudi javlja se uglavnom nakon konzumiranja hrane ili vode koja je kontaminirana animalnim izmetom. Čovjek na čovjeka prijenos je vrlo rijedak. Bolest koju uzrokuju ove bakterije naziva se jersinioza. Bakterije su pronađene kod mnogih životinja, uključujući sisavce, ptice, žabe, ribe, puževe, školjke i u tlu kontaminiranom životinjskim izmetom. Najčešći uzročnici infekcije kod ljudi su meso, mliječni proizvodi i voda. Svinje su glavni rezervoar za serotipove O:3 i O:4.

Enterobacter sakazakii klasificira se kao gram-negativni štap. Njegova sposobnost preživljavanja je značajna, budući da je vrlo otporan na isušivanje, što mu omogućuje da opstane u okolišu i hrani u prahu tijekom duljeg vremenskog razdoblja, preko 12 mjeseci. Može čak preživjeti u okruženjima s niskom temperaturom, poput hladnjaka. Konzumacija kontaminiranog mlijeka u prahu je najčešći način prijenosa, osobito među dojenčadi. Zaražena dojenčad može razviti intestinalnu nekrozu, bakterijemiju i upalu moždanih ovojnica i urinarnog trakta, a sve to ima visoku stopu smrtnosti, u rasponu od 40% do 80%. Hrana koja se smatra visokorizičnom za kontaminaciju uključuje formulu za dojenčad, mlijeko u prahu, rižu, povrće i začine.

Ostale enterobakterije mogu uzrokovati kronične ili akutne želučano-crijevne poremećaje. Najčešće se nalaze u okolišu, sirovom povrću te svježoj vodi. Također se mogu izdvojiti iz fecesa zdravog čovjeka bez da je imao ikakve simptome bolesti. Bolest koju uzrokuju ostale enterobakterije nemaju poseban naziv, nazivamo ju gastroenteritis ili upala želuca i crijeva. Gastroenteritis očituje se sa nekoliko simptoma koji uključuju povraćanje, mučninu, bol u trbuhu, vrućicu, drhtanje te vodenasti proljev koji može uzrokovati dehidraciju. Rizična hrana jesu sirove školjke i povrće te mliječni proizvodi. Ove bakterije nalaze se u tlu te na taj način kontaminiraju povrće, a školjke se najčešće kontaminiraju ispiranjem u vodi gdje su prisutne enterobakterije (Marinculić et al., 2009).

2.4. Aerobne sporogene bakterije

Bakterije koje posjeduju sposobnost stvaranja spora u nepovoljnom okruženju i bujanja u prisutnosti kisika poznate su kao aerobne sporogene bakterije. Primarni predstavnici ove skupine su vrste *Bacillus*. U kontekstu sigurnosti hrane, važno je napomenuti da neke vrste *Bacillus* imaju potencijal izazvati intoksikaciju (Zzjzdnz.hr, url).

Bakterije koje stvaraju spore i koje uspijevaju u aerobnim uvjetima mogu se otkriti u raznim ekološkim staništima, uključujući proizvodnju hrane. To su bakterije i roda *Bacillus* i drugi nedavno klasificirani rodovi kao što su *Geobacillus*, *Alicyclobacillus* i *Paenibacillus*. Zbog svoje otpornosti na fizičke i kemijske tretmane koji se primjenjuju u procesima proizvodnje hrane, osim što su sveprisutni, često su odgovorni za kontaminaciju prehrambenih proizvoda. Preživljavanje ovih bakterija u hrani i njihova sposobnost da uzrokuju kvarenje mogu se pripisati njihovoj izvanrednoj sposobnosti prilagodbe na promjenjive uvjete temperature, pH i izvora hranjivih tvari. Neke od ovih bakterija također mogu biti patogene za životinje. Konkretno, postoje razne vrste *Bacillus*, uključujući *B. cereus* i druge kao što su *B. licheniformis*, *B. subtilis* i *B. pumilus*, koje su povezane sa slučajevima gastroenteritisa koji se prenosi hranom (Carlin i Nguyen-The, 2013).

Bakterija *B.cereus* proizvodi endotoksin koji je povezan sa stanicom. Ovaj toksin se oslobađa kada se stanice razgrade nakon ulaska u probavni trakt. Postoje dvije različite bolesti koje su povezane s ovom bakterijom. Prvi tip, dijarealni sindrom se javlja unutar 8 do 16 sati nakon konzumiranja. Simptomi uključuju bolove u trbuhu, vodenasti proljev, a u rijetkim slučajevima povraćanje i mučninu. Trajanje ovog sindroma je kratko i traje 12 do 24 sata. Hrana koja se uobičajeno povezuje s prijenosom ovog sindroma uključuje puding, razne kreme i umake, juhe i slično. Drugi sindrom, emetički sindrom, sličan je intoksikaciji *S. aureusom*. Razdoblje inkubacije je vrlo kratko, traje samo 1 do 5 sati. Uobičajeni simptomi uključuju mučninu i povraćanje, a proljev je rijetka pojava. Budući da ove bakterije stvaraju spore, za sprječavanje njihovog razmnožavanja bitna je pravilna kontrola temperature. Vruću hranu je potrebno čuvati na temperaturama iznad 65 °C, ostatke treba podgrijati na više od 72 °C, a ohlađenu hranu treba brzo ohladiti na manje od 10 °C (Marshall, Dickson i Nguyen, 2016).

2.5. Kvasci

Prema morfološkom izgledu kvasci se potpuno razlikuju od ostalih gljiva – kudikamo su jednostavniji. Nasuprot plijesnima, kvasci dolaze kao jednostanične mikroskopske

nemicelijske gljivice; to nije precizna definicija jer neki rodovi kvasaca u tijeku rasta u specifičnim uvjetima, proizvode tvorevine nalik na micelij koje se nazivaju *pseudomiceliji*. Kvasci se od bakterija razlikuju prvenstveno po veličini stanica koje su obično velike pojedinačne promjera 5 - 8 mikrometara, za razliku od stanica kugličastih bakterija koje imaju promjer od 1 mikrometar. Stanice u kvasaca su kugličaste, elipsoidne ili izdužene.

Osnovna vrsta stanice koja se susreće je blastospora, a odgovorna je za nespolnu reprodukciju kroz proces pupanja. Tijekom tog procesa na vanjskoj površini roditeljske stanice formira se pup koji nastavlja rasti dok ne dosegne veličinu osnovne stanice. Kako pup raste, jezgra roditeljske stanice se dijeli, a jedna jezgra migrira u novonastali pup. Nakon što je proces pupanja završen, stanični materijal između matične stanice i pupa se razdvaja, a pup se zatim otkida.

Dok stanice kvasca obično ne razvijaju filamente, određeni rodovi mogu proizvesti izdužene stanice koje nalikuju hifama plijesni kada rastu u anaerobnim uvjetima. Ove izdužene stanice nazivaju se pseudohifama, a kada se spoje zajedno, tvore pseudomicelij. Poznato je da samo nekoliko vrsta iz roda *Trichosporon* proizvodi artrospore, a klamidospore isključivo stvara *Candida albicans*, vrsta od značajne dijagnostičke važnosti.

U procesu spolnog razmnožavanja kod kvasca se unutar stanice stvaraju minimalno četiri spore koje su nepokretne i imaju debele stanične stijenke. Stanična stijenka matične stanice služi kao askus, spremnik koji sadrži te spore. Spore koje nastaju tijekom spolnog razmnožavanja nazivaju se askospore, a prisutne su u većini kvasaca.

Kvasci su fakultativni anaerobi, što znači da mogu koristiti ili kisik ili neku vrstu organskog spoja kao svoj konačni akceptor elektrona. Kada je prisutno dovoljno kisika, kvasci će proći kroz aerobno disanje ugljikohidrata, što rezultira proizvodnjom ugljičnog dioksida i vode. U nedostatku kisika, kvasci će fermentirati ugljikohidrate i stvoriti etanol i ugljični dioksid. Na tome se temelji proces stvaranja piva, vina i kruha.

Vrste *Saccharomyces* sposobne su stvarati ugljični dioksid i etanol, što ih čini vrijednim resursom u proizvodnji vina, piva i kiselog tijesta. Kvasci pokazuju sposobnost da napreduju u različitim pH razinama, pa čak i u prisutnosti 18 % etanola. Mnogi sojevi kvasaca mogu rasti kada su izloženi 55 – 60 % saharoze. Tijekom rasta na različitim podlogama, kvasci proizvode različite pigmente koji variraju od blijedožute do ružičaste i crvene boje. Osim toga, neke artrospore i askospore pokazuju značajnu otpornost na toplinu, a artrospore se nalaze u nekim plijesnima sličnim kvascima (Duraković i Duraković, 2001)

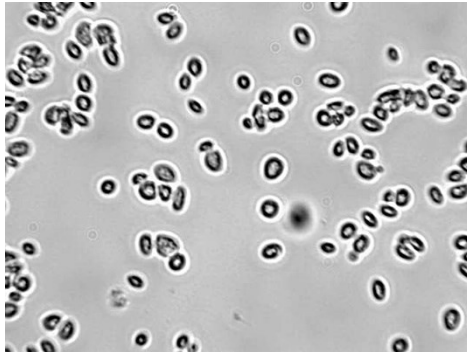
Unazad nekoliko godina kvasci su postali sve češći uzročnici štete u poljoprivrednim i prehrambenim lancima. Kvasci kao uzročnici kvarenja su prisutni u proizvodnji pekarskih,

mesnih te mliječnih proizvoda, fermentiranih pića, sokova, piva i vina. Štete koje uzrokuju kvasci mogu se lako predvidjeti zbog toga što se događaju kod proizvoda kod kojih je rast bakterija usporen ili zaustavljen. Dakle, kada nije prisutna takva kompeticija, stanice kvasaca će se razvijati i uzrokovati kvarenje. Proizvodi koji imaju niske pH vrijednosti, visoke kiselosti, s visokim udjelom šećera (više od 10 %) ili soli (više od 5 % natrijevog klorida) te proizvodi koji su konzervirani slabim organskim kiselinama poput benzojeve, octene i sorbinske, puno su podložniji kvarenju kvascima.

Najučestaliji simptomi kvarenja namirnica kvascima jesu: loš miris (sinteza etil-fenola), sluzavost i stvaranje plina. Proizvode koje kvasci kvare obuhvaćaju: pekarske proizvode, silažu, sjenažu, voćna pića i sokove, voćnu pulpu, voće, gazirana pića, alkoholna pića, konditorske proizvode, fermentirane mliječne proizvode i mesne proizvode.

Temeljito razumijevanje fiziologije, biokemije i genetike kvasaca koji uzrokuju kvarenje bitno je za regulaciju njihova rasta i aktivnosti. Rast roda *Saccharomyces* posebno je značajan u upravljanju kvalitetom hrane. Međutim, definiranje granica rasta i preživljavanja kao i kinetike inaktivacije za osnovne parametre kao što su temperatura, pH, koncentracija šećera i soli ostaje izazov za većinu kvasaca i zahtijeva marljivo i metodično istraživanje. Ipak, napredak tehnologije u proizvodnji hrane i pića dao je vrijedne informacije za sigurnu i kontroliranu proizvodnju. Ipak, prva linija obrane protiv kvarenja hrane je sprječavanje kontaminacije. Stoga je imperativ identificirati sve nepoželjne kvasce, uključujući one koje uzrokuju neželjene pojave pod određenim okolnostima.

Za razliku od ostalih mikroorganizama, kvasci su rjeđe povezani sa uzrokovanjem bolesti kod ljudi. Čovjek u svojoj prehrani konzumira određene količine biomase kvasaca u velikom broju namirnica kao što su kruh, sir, meso, pivo ili vino, bez ikakvog štetnog utjecaja na njegovo zdravlje. Kvasci nisu agresivni patogeni, no i dalje mogu uzrokovati neke bolesti u čovjeka. Rodovi *Candida albicans* i *Cryptococcus neoformans* najpoznatiji su patogeni rodovi kvasaca koji uzrokuju bolesti kod čovjeka. Uzrokuju različita oboljenja poput kožnih i respiracijskih problema, sistematskih infekcija te problema vezanih za živčani sustav (Kupdf.net, url).



Slika 6. *Saccharomyces cerevisiae* (Wineserver.ucdavis.edu, url)

2.6. Plijesni

Plijesni pripadaju velikoj skupini gljiva čije je tijelo građeno od gustog skupa cjevastih stanica koje nemaju klorofila te su obično bezbojne. Imaju nitastu građu, a same niti nazivaju se hifama te rastu u obliku isprepletene mase, koja se zajedničkim imenom zove micelij. Micelij se rasprostire po podlozi u obliku paučinaste ili prašnjave (pahuljaste) prevlake.

Dijele se prema općenitoj klasifikaciji na plijesni s polja, plijesni uznapredovalog kvarenja te plijesni u skladištima. Također, djelomično se identificiraju i klasificiraju na osnovi jesu li im hife septirane (pregrađene) ili nisu. Hife koje su septirane imaju poprečno pregrađene niti, koje se nazivaju septa, one hifu pregrađuju u pojedinačne stanične dijelove. Same septe imaju pore te na taj način omogućuje strujanje staničnih organela i citoplazme. Kod neseptiranih hifa ne postoji fizička granica prema kojoj bi se razlikovale pojedinačne stanice unutar hife. Većina hifa ima vegetativnu svrhu jer su odgovorne za aktivan rast i oblikovanje tijela plijesni u koloniju. Zračne hife, s druge strane, odgovorne su za nošenje reproduktivnih struktura i također pridonose stvaranju paučinaste strukture kolonije plijesni. Ove reproduktivne strukture, smještene na krajevima zračnih hifa, sadrže specijalizirane stanice poznate kao spore. Svaka spora ima sposobnost formiranja nove kolonije plijesni pod povoljnim uvjetima, što njihovu funkciju čini trostrukom: razmnožavanje, širenje i zaštita od okoliša. Plijesni tvore spolne i nespodne spore. Spodne spore se stvaraju u u spolnom ciklusu koji se odvija naizmjenično između diploidnog stadija (svaka od jezgri sadrži po dva para kromosoma) te haploidnog stadija (samo jedan par kromosoma u svakoj jezgri).

Proizvodnja nespodnih spora događa se kroz jednostavan proces stanične diobe bez oplodnje ili mejoze. Nekoliko ljudskih gljivičnih bolesti potaknuto je kontaktom s različitim vrstama nespodnih spora. Na temelju varijance u morfologiji spora mogu se identificirati specifične patogene plijesni. Vjeruje se da konidije ili konidospore čine najveću količinu spora.

Ove se spore formiraju na jedinstvenim hifama koje se skupljaju zajedno. Iako konidije nisu osobito izdržljive u teškim uvjetima, njihova lakoća omogućuje im da se lako rasprše kroz zračne struje, pridonoseći širenju plijesni. Konidije mnogih plijesni mogu zaraziti ljude, uzrokujući ozbiljne, zarazne bolesti (Duraković, 1991).

U zatvorenim prostorima spore plijesni mogu postati veliki problem jer njihova koncentracija ima tendenciju znatnog povećanja. Kao rezultat toga, pojedinci koji žive u područjima gdje je plijesan zahvatila zidove ili stropove imaju tendenciju apsorbiranja veće količine ovih spora od prosječne. Nije nemoguće da se kao rezultat ove izloženosti pojave ozbiljne zdravstvene posljedice. Mala veličina spora plijesni omogućuje im da vrlo lako uđu u organizam, često jednostavnim činom disanja. Zapravo, veliki broj ovih spora ima manje od 10 μ veličine. Važno je napomenuti da plijesni mogu uzrokovati značajno opterećenje i štetu ljudskom tijelu. U tijelo spore plijesni ulaze na različite načine. S jedne strane, mogu se udahnuti, a s druge strane se šire apsorpcijom pljesnive hrane u probavnom traktu. Plijesan često više utječe na unutarnje organe. Posebno su problematični njihovi metaboliti. Toksini koje proizvode mogu uzrokovati rak i oštećenje jetre. Osim toga, mogu pospješiti razvoj alergija. Tvari na površini plijesni odgovorne su za alergijske reakcije. To se naziva enolaza. Plijesni često imaju različite enzime enolaze. Nakon što tijelo postane alergično na plijesan, simptomi se obično pojavljuju kad god je gljivica prisutna.

Intoksikacija sporama plijesni može uzrokovati razne simptome. Ti simptomi uključuju: gastrointestinalne tegobe, promjene na koži, curenje iz nosa, astmu, konjuktivitis, migrene ili probleme sa zglobovima. Ako se pojede pljesniva hrana od simptoma se najuobičajnije javlja bol u želucu. Hranu koja ima pljesnive mrlje uvijek treba odlagati. Samo rezanje ili uklanjanje mrlja nije dovoljno, jer spore plijesni (vidljivi dio) ukazuju na to da se plijesan već proširila po cijeloj namirnici/proizvodu (Healthandmedicineinfo.com, url).

Tri su najčešće vrste plijesni koje rastu u zatvorenom prostoru. Svi oni mogu izazvati niz blagih do teških zdravstvenih komplikacija kod određenih ljudi: *Cladosporium*, *Penicillium*, *Aspergillus* (Homeimprovementcents.com, url).



Slika 7. Plijesni ([Ic.steadyhealth.com](http://ic.steadyhealth.com), url)

3. MATERIJALI I METODE

3.1. Zadatak

Zadatak ovog završnog rada bio je provesti mikrobiološku analizu pekarskih proizvoda na području Požeško – slavonske županije.

Uzorci su analizirani u mikrobiološkom laboratoriju te ispitivani na enterobakterije, aerobne sporogene bakterije, kvasce i plijesni.

Tablica 1. Kriterij ispitivanja

Pekarski proizvodi	Mikroorganizmi/njihovi toksini i metaboliti	Plan uzorkovanja		Kriteriji
		n	c	
(kruh, grisini, pereci, mlinci, prepečenci)	Aerobne sporogene bakterije	5	2	m= 10 cfu/g M=10 ² cfu/g
	<i>Enterobacteriaceae</i>	5	0	M<1 cfu/g
	Kvasci i plijesni	5	0	M=10 cfu/g

3.2. Materijali i metode

Za analize odabrano je 8 uzoraka različitih pekarskih proizvoda na području Požege i okolice te su analizirani na prethodno navedene mikroorganizme. Nakon prikupljanja uzorci se transportiraju u Zavod za javno zdravstvo u Požegi na laboratorijsku analizu. Kako bi se pripremili uzorci za test, prikupljeni uzorci se stavljaju u plastičnu vrećicu dizajniranu za sterilno uzorkovanje. Vrećica se čuva u hladnjaku do početka testa. Kako bi se osigurala točnost mikrobiološke analize, prikupljanje, prijevoz, rukovanje i skladištenje uzoraka mora se pridržavati smjernica navedenih u protokolu uzorkovanja. Ako je broj prisutnih bakterija u uzorku veći od dopuštenih, nužno je slijediti postupak razrjeđivanja opisan u Općim uvjetima i smjernicama za rad u mikrobiološkom laboratoriju koji uvažavaju specifikacije norme HRN EN ISO 8199:2018.

3.2.1. Priprema podloge za određivanje enterobakterija

Koristi se „Violet red glucose agar“ (VRBG). To je baza za pripremanje selektivne podloge za izolaciju i brojanje *Enterobacteriaceae* u prehrambenim proizvodima. Podloga se priprema na način da se odvaže i suspendira 41,5 g u 1000 mL hladne destilirane vode. Zatim, suspenzija se zagrijava do vrenja uz stalno miješanje kako bi se prah potpuno otopio. Suspenzija se ne autoklavira. Hladi se na temperaturu od 47 do 50 °C, promiješa, te distribuira u sterilne Petrijeve zdjelice (Arhiva zavoda za javno zdravstvo Požeško – slavonske županije).

3.2.2. Priprema podloge za određivanje *Salmonella spp.*

„Buffered peptone water“ ili peptonska voda, baza je za pripremu tekućeg medija koji se koristi za obogaćivanje za detekciju *Salmonelle spp.* u hrani i vodi. Odvaže se i suspendira 20 g u 1000 mL hladne destilirane vode. Suspenzija se zagrijava do potpunog otapanja te distribuira. Autoklavira se na 121 °C 15 minuta (Arhiva zavoda za javno zdravstvo Požeško – slavonske županije).

3.2.3. Priprema podloge za određivanje aerobnih sporogenih bakterija

Koristi se „Tryptic glucose yeast agar“. To je agar za brojanje ploča odnosno agar za standardne metode. Upotrebljava se za prebrojavanje živih organizama u mlijeku, vodi, hrani i mliječnim proizvodima (ISO 4833). Odvaže se i suspendira 23,5 g u 1000 mL hladne destilirane vode. Suspenzija se zagrijava do vrenja učestalim miješanjem do potpunog otapanja. Sterilizira se u autoklavu na 121 °C 15 minuta te hladi na temperaturu od 47 do 50 °C. Promiješa se te distribuira u sterilne Petrijeve zdjelice (Arhiva zavoda za javno zdravstvo Požeško – slavonske županije).

3.2.4. Priprema podloge za određivanje kvasaca i plijesni

Za pripremu selektivnog medija za izolaciju kvasaca i plijesni koristi se „Sabouraud dextrose agar caf 50“. Odvaže se i suspendira 65 g u 1000 mL hladne destilirane vode. Zagrijava se do vrenja učestalim miješanjem. Suspenzija se zatim sterilizira u autoklavu 15 minuta na 121 °C. Ohladi se na temperaturu od 47 do 50 °C. Veoma dobro se promiješa te distribuira u sterilne Petrijeve zdjelice (Arhiva zavoda za javno zdravstvo Požeško – slavonske županije).

Uzorci se nasađuju na način da se uzima 25 g uzorka za *Salmonellu* i 225 g peptonske vode te iz tog razrjeđenja nacjepljujemo podloge za uzgoj drugih bakterija. Ostatak se stavlja na predrazmnožavanje za *Salmonellu* 24 sata na 37 °C. Kod nasađivanja enterobakterija i aerobnih sporogenih bakterija uzima se 1 mL i sadi se na ploče otprilike 0,33 mL u svaku. Isto vrijedi i za kvasce i plijesni. Nakon pripreme samih podloga/bujona za rast mikroorganizama te nasađivanja uzoraka na iste, uzorci se stavljaju u termostat na inkubaciju. Uzorci za određivanje aerobnih sporogenih bakterija inkubiraju se 48 sati na temperaturu od 25 °C, enterobakterije 24 sata na 37 °C, a kvasci i plijesni 5 dana na 25 °C.

4. REZULTATI

Tablica 2. Rezultati analize - Lisnato pecivo sa nadjevom od višnje

Mikroorganizmi/njihovi toksini i metaboliti	REZULTAT	KRITERIJ
Aerobne sporogene bakterije	<10 cfu/g	10 cfu/g
<i>Enterobacteriaceae</i>	<1 cfu/g	<1 cfu/g
Kvasci	600 cfu/g	10 cfu/g
Plijesni	<10 cfu/g	10 cfu/g

Tablica 3. Rezultati analize - Somun

Mikroorganizmi/njihovi toksini i metaboliti	REZULTAT	KRITERIJ
Aerobne sporogene bakterije	<10 cfu/g	10 cfu/g
<i>Enterobacteriaceae</i>	<1 cfu/g	<1 cfu/g
Kvasci	<10 cfu/g	10 cfu/g
Plijesni	<10 cfu/g	10 cfu/g

Tablica 4. Rezultati analize - Pizza pecivo

Mikroorganizmi/njihovi toksini i metaboliti	REZULTAT	KRITERIJ
Aerobne sporogene bakterije	<10 cfu/g	10 cfu/g
<i>Enterobacteriaceae</i>	<1 cfu/g	<1 cfu/g
Kvasci	<10 cfu/g	10 cfu/g
Plijesni	<10 cfu/g	10 cfu/g

Tablica 5. Rezultati analize - Lisnato pecivo sa pizza nadjevom

Mikroorganizmi/njihovi toksini i metaboliti	REZULTAT	KRITERIJ
Aerobne sporogene bakterije	<10 cfu/g	10 cfu/g
<i>Enterobacteriaceae</i>	<1 cfu/g	<1 cfu/g
Kvasci	<10 cfu/g	10 cfu/g
Plijesni	<10 cfu/g	10 cfu/g

Tablica 6. Rezultati analize - Kroasan sa lješnjakom

Mikroorganizmi/njihovi toksini i metaboliti	REZULTAT	KRITERIJ
Aerobne sporogene bakterije	<10 cfu/g	10 cfu/g
<i>Enterobacteriaceae</i>	<1 cfu/g	<1 cfu/g
Kvasci	<10 cfu/g	10 cfu/g
Plijesni	<10 cfu/g	10 cfu/g

Tablica 7. Rezultati analize - Masna lepinja

Mikroorganizmi/njihovi toksini i metaboliti	REZULTAT	KRITERIJ
Aerobne sporogene bakterije	<10 cfu/g	10 cfu/g
<i>Enterobacteriaceae</i>	<1 cfu/g	<1 cfu/g
Kvasci	<10 cfu/g	10 cfu/g
Plijesni	<10 cfu/g	10 cfu/g

Tablica 8. Rezultati analize - Obično pecivo

Mikroorganizmi/njihovi toksini i metaboliti	REZULTAT	KRITERIJ
Aerobne sporogene bakterije	<10 cfu/g	10 cfu/g
<i>Enterobacteriaceae</i>	<1 cfu/g	<1 cfu/g
Kvasci	200 cfu/g	<10 cfu/g
Plijesni	<10 cfu/g	<10 cfu/g

Tablica 9. Rezultati analize - Kifla

Mikroorganizmi/njihovi toksini i metaboliti	REZULTAT	KRITERIJ
Aerobne sporogene bakterije	<10 cfu/g	10 cfu/g
<i>Enterobacteriaceae</i>	<1 cfu/g	<1 cfu/g
Kvasci	150 cfu/g	10 cfu/g
Plijesni	<10 cfu/g	10 cfu/g



Slika 8. Porasle kolonije kvasaca sa uzorka 8 (Izvor: autor)

5. RASPRAVA

U tablicama od 2 do 9 prikazani su rezultati mikrobiološke analize pekarskih proizvoda na području Požeško-slavonske županije. Uzorci su uzimani u razdoblju od siječnja do lipnja 2023. godine. Iz rezultata se može zaključiti da su uzorci lisnato pecivo s nadjevom od višnje, obično pecivo i kifla pozitivni na kvasce, odnosno da njihov broj ne odgovara dopuštenim kriterijima. Rezultati analize uzoraka somun, pizza pecivo, lisnato pecivo sa pizza nadjevom, kroasan sa lješnjakom i masna lepinja su zadovoljavajući, odgovaraju propisanim kriterijima, dakle, sigurni su za prodaju te konzumaciju potrošačasu zadovoljavajući, odgovaraju propisanim kriterijima, dakle, sigurni su za prodaju te konzumaciju potrošača.

U slučaju ovakvih nedopuštenih odstupanja od kriterija, Zavod je odgovoran obavijestiti vlasnike objekata o rezultatima analize te da takvi proizvodi nisu pogodni za prodaju.

Glavni razlog za održavanje mikrobiološke kvalitete pekarskih proizvoda može se pripisati dobroj praksi. Neophodno je uzeti u obzir učinke uporabe pri procjeni higijenskih svojstava svih sirovina za proizvodnju. Zanemarivanje ovih čimbenika bila bi velika pogreška. Ispravna uporaba proizvodne opreme i sve nedosljednosti koje se pojave, posebice one tehnološke prirode, ključni su elementi koje treba razmotriti. Fokus ovog zadatka nije samo na samom procesu već i na osiguravanju da se mjere čišćenja, pranja i dezinfekcije opreme provode s visokim stupnjem točnosti i potpunosti. Proizvodni pogon mora osigurati pravilnu raspodjelu prostora i održavanje osobne higijene cjelokupnog osoblja uključenog u proizvodni proces.

6. ZAKLJUČAK

Analizom podataka moguće je izvesti sljedeće zaključke:

- Postojanje mikroorganizama može dovesti do kvarenja žitarica, brašna i njima srodnih proizvoda. Štoviše, ako su prisutni patogeni mikroorganizmi, ovi proizvodi mogu postati izuzetno opasni za konzumaciju i predstavljati opasnost za ljudski život.
- Iako kvasci nisu agresivni patogeni, njihova prisutnost u nedopuštenim razmjerima je neprihvatljiva jer i dalje mogu uzrokovati određene bolesti i tegobe u čovjeka.
- Mikrobiološka ispravnost proizvoda ovisi o nekoliko ključnih čimbenika: korištenju prikladne proizvodne opreme, poštivanju osnovnih protokola čišćenja, pranja i dezinfekcije opreme i pogonskih prostorija te održavanju dobre prakse osobne higijene od strane osoblja. Ove su mjere ključne za osiguranje sigurnosti i kvalitete proizvoda.

7. LITERATURA

1. Arhiva zavoda za javno zdravstvo Požeško – slavonske županije
2. Carlin, F. i Nguyen-The, C. (2013). Pathogem update: Bacillus species. U: Sofos, J., ur., *Advances in Microbial Food Safety*. Volume 1. Philadelphia: Woodhead Publishing, str. 70-96
3. Ckn.pbf.hr, URL: <http://www.ckn.pbf.hr/index.php/hr/mikrobioloska-ispitivanja> [pristup: 19.8.2023]
4. Definiacijahrane.hr, URL: <https://definicijahrane.hr/definicija/hrana/zitarice/> [pristup: 3.9.2023.]
5. Duraković et al. (2002) *Moderna mikrobiologija namirnica*, knjiga prva. Zagreb: Kugler, str. 204-205
6. Duraković, S., Delaš, i F. Duraković, L. (2002) *Moderna mikrobiologija namirnica*, knjiga druga. Zagreb: Kugler, str. 213
7. Duraković, S. i Duraković, L. (2001) *Mikrobiologija namirnica – osnove i dostignuća*, knjiga treća. Zagreb: Kugler, str. 138-139
8. Duraković, S. (1991) *Prehrambena mikrobiologija*. Zagreb: Medicinska naklada, str. 71-75
9. Healthandmedicineinfo.com, URL: <https://hr.healthandmedicineinfo.com/schimmelpilze-S6K> [pristup: 3.9.2023.]
10. Homeimprovementcents.com, URL: <https://homeimprovementcents.com/hidden-mold-in-your-house-how-to-identify-treat-and-remove-mold-from-your-home/> [pristup: 3.9.2023.]
11. Kršev, Lj. (1986) *Mikrobiološki aspekti proizvodnje topljenih sireva*. Stručni rad. Zagreb: Prehrambeno – biotehnološki fakultet.
12. Kružić, D. (2022) *Mikrobiološka kontrola proizvoda od mesa*. Završni rad. Karlovac: Veleučilište u Karlovcu.
13. Kupdf.net, URL: https://kupdf.net/download/alkohol-i-kvasci-knjiga-grba-pdf_5901d261dc0d600b46959e7b_pdf [pristup: 28.8.2023.]
14. Microbiologynote.com, URL: https://microbiologynote.com/hr/kvarenje-%C5%BEitarica-i-proizvoda-od-%C5%BEitarica/#google_vignette [pristup: 19.8.2023.]
15. Marinculić et al. (2009) *Biološke opsanosti u hrani*. Hrvatska agencija za hranu, str. 33-46

16. Marshall, D. L., Dickson, J. S. i Nguyen, N. H. (2016). *Ensuring Food Safety in Insect Based Foods: Mitigating Microbiological and Other Foodborne Hazards*. U: Dossey, T. A.; Morales – Ramos, A. J.; Guadalupe Rojas, M., ur., *Insects as Sustainable Food Ingredients*. Cambridge: Academic press, str. 223-253
17. Opusteno.rs, URL: <https://opusteno.rs/zdrav-zivot-f28/zitarice-zasto-su-tako-vazne-t29407.html> [pristup:19.8.2023.]
18. Steadyhealth.com, URL: <https://ic.steadyhealth.com/health-problems-caused-by-mold> [pristup: 3.9.2023.]
19. Wineserver.ucdavis.edu, URL: <https://wineserver.ucdavis.edu/industry-info/enology/wine-microbiology/microscopy> [pristup:3.9.2023.]
20. Zdravozdravo.blogspot.com URL: <https://zdravozdravo.blogspot.com/2014/12/zitarice.html> [pristup: 3.9.2023.]
21. Zzjdnz.hr, URL.: <https://www.zzjdnz.hr/hr/o-nama/rjecnik-pojmova/961> [pristup: 28.8.2023.]

POPIS SLIKA:

Slika 1. Žitarice

Slika 2. Kolonije vrste *Escherichia coli* na XLD agaru nakon 24 sata inkubacije

Slika 3. Kolonije vrste *Escherichia coli* na Rambach agaru nakon 24 sata inkubacije

Slika 4. Kolonije vrste *Salmonella Enteritidis* na XLD agaru nakon 24 sata

Slika 5. Kolonije vrste *Salmonella Enteritidis* na Rambach agaru nakon 24 sata

Slika 6. *Saccharomyces cerevisiae*

Slika 7. Plijesni

Slika 8. Porasle kolonije kvasaca sa uzorka 8

POPIS TABLICA:

Tablica 1. Kriterij ispitivanja

Tablica 2. Rezultati analize - Lisnato pecivo sa nadjevom od višnje

Tablica 3. Rezultati analize - Somun

Tablica 4. Rezultati analize - Pizza pecivo

Tablica 5. Rezultati analize - Lisnato pecivo sa pizza nadjevom

Tablica 6. Rezultati analize - Kroasan sa lješnjakom

Tablica 7. Rezultati analize - Masna lepinja

Tablica 8. Rezultati analize - Obično pecivo

Tablica 9. Rezultati analize - Kifla

POPIS KRATICA I SIMBOLA:

mL – mililitar

% - postotak

°C – stupanj Celzijus

IZJAVA O AUTORSTVU RADA

Ja, **Ime i prezime studenta**, pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor završnog/diplomskog rada pod naslovom **Naslov rada** te da u navedenom radu nisu na nedozvoljen način korišteni dijelovi tuđih radova.

U Požegi, dan. mjesec godina.

Ime i prezime studenta

Monika Čalbrojac