

# Pivo: proizvodnja i utjecaj konzumacije na zdravlje

---

**Antoljak, Luka**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2024**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University North / Sveučilište Sjever**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:907665>

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

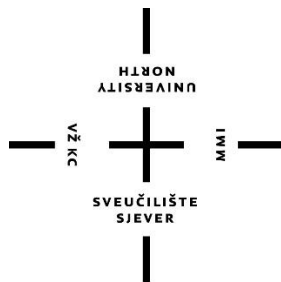
*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-12**



*Repository / Repozitorij:*

[University North Digital Repository](#)





**Sveučilište  
Sjever**

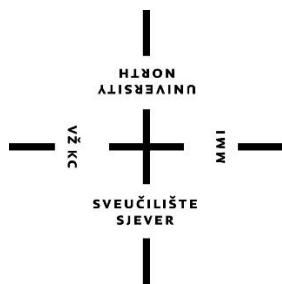
**Završni rad br. XX/MM/2015**

**Pivo: proizvodnja i potencijalni učinci na zdravlje**

**Luka Antoljak, 0336045248**

Koprivnica, rujan 2024. godine





**Sveučilište  
Sjever**  
Odjel za Prehrambenu tehnologiju

Završni rad br. XX/MM/2015

**Pivo: proizvodnja i potencijalni učinci na zdravlje**

**Student**

Luka Antoljak, 0336045248

**Mentor**

doc.dr.sc. Dunja Šamec

Koprivnica, rujan 2024. godine

# Prijava završnog rada

## Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL

Odjel za prehrambenu tehnologiju

STUDIJ preddiplomski stručni studij Prehrambena tehnologija

PRISTUPNIK Luka Antoljak

MATIČNI BROJ 336045248

DATUM 20.08.2024.

KOLEGIJ Funkcionalna svojstva hrane

NASLOV RADA Pivo: proizvodnja i utjecaj konzumacije na zdravlje

NASLOV RADA NA

ENGL. JEZIKU Beer: Production and the Impact of Consumption on Health

MENTOR Dunja Šamec

ZVANJE Doc.dr.sc

ČLANOVI POVJERENSTVA 1. Ivana Dodlek Šarkanj, predavač, predsjednica

2. izv. prof. dr.sc. Bojan Šarkanj, član

3. doc.dr.sc. Dunja Šamec, mentorica

4 izv. prof. dr.sc. Natalija Uršulin Trstenjak, zamjena člana

5.

## Zadatak završnog rada

BROI

66/PREH/2024

ZADATAK URUČEN 20.08.2024.

POTPIS MENTORA

SVEUČILIŠTE  
SJEVER

Istražiti proces proizvodnje piva, uključujući korištene sirovine i tehnologije, te analizirati utjecaj njegove konzumacije na ljudsko zdravlje. Rad treba obuhvatiti pregled pozitivnih i negativnih zdravstvenih učinaka umjerene i prekomjerne konzumacije piva, kao i povezanost s određenim bolestima.

## Sažetak

Pivo je prehrambeni proizvod koji spada u kategoriju slabih alkoholnih pića. Proizvodi se od početka povijesti ljudi prije 6000 godina, a prvi ga proizvode Sumerani na području Mezopotamije. Proizvodnju piva usavršili su redovnici u srednjem vijeku, a oni prvi i dodaju hmelj u njega kao vrstu konzervansa.

Za proizvodnju piva koriste se četiri osnovne sirovine, a to su voda, ječmeni slad, hmelj i kvasac. Vodu možemo nazvati najvažnijim sastojkom piva jer njena svojstva utječu na kvalitetu piva, a količina dodane vode može odrediti količinu piva i alkoholni udio u pivu. Ječmeni slad otpušta fermentabilne šećere u sladovinu iz kojih nastaje alkohol. Karakterističan gorak okus piva i biljnu aromu daje hmelj koji se u počecima proizvodnje dodavao kao konzervans. Za nastajanje alkohola u pivu su zaslužni kvasci koji svojom fermentacijom proizvode alkohol i ugljikov-dioksid.

Proizvodnja piva skup je složenih tehnološki postupaka koji se mogu svrstati u tri osnovna koraka: proizvodnja sladovine, fermentacija sladovine te filtriranje i punjenje ambalaže. U procesu proizvodnje sladovine otpuštaju se fermentabilni šećeri iz ječmenog slada, dodaje se hmelj za gorčinu i aromu te se dobivena vodena otopina prokuhava kako bi se sterilizirala i pročistila. Nakon što se sladovina prokuha potrebno ju je ohladiti u što kraćem vremenu, u ohlađenu sladovinu na određenoj temperaturi dodaje se kvasac s čime započinje proces fermentacije sladovine. Fermentacija traje 3 do 12 dana i završava kada su kvasci potrošili fermentabilne šećere i pretvorili ih u alkohol i ugljični-dioksid. Dobiveno mlado pivo odležava kako bi se pročistili okusi i aroma, nakon čega se pročišćava filtriranjem. Zrelo i pročišćeno pivo je spremno za konzumaciju.

Pivo konzumirano u umjerenim količinama ima pozitivan utjecaj na ljudsko zdravlje jer sadrži spojeve kao što su polifenoli te vitamine i minerale. Štetnost konzumacije alkoholnih pića dobro je poznata i istražena, a pozitivni učinci se još istražuju.

**Ključne riječi: procesi proizvodnje, slad, hmelj, pivo, pozitivni učinci piva na zdravlje, polifenoli**

## **Abstract**

Beer is a food product that belongs to the category of light alcoholic beverages. It has been produced since the beginning of human history, 6000 years ago. The first people that produced beer were Sumerians on the territory of Mesopotamia. Production of beer was perfected by monks in the Middle Ages, they were also the first to add hops into beer as a preservative.

To produce beer, four main ingredients are needed, which are water, malt, hops and yeast. Water can be called the most important ingredient because its properties affect the quality of beer, the amount of added water can determine the amount of beer and alcohol content in beer. Malt excretes fermentable sugars into wort, from which alcohol is produced. The characteristic bitter taste of beer and herbal aroma come from hops, which were in the beginning used as a preservative. In the process of fermentation, yeast produces alcohol and carbon dioxide.

Beer production is a set of complex technological processes that can be separated into three main steps: wort production, wort fermentation and beer filtration with bottle filling. In the process of wort production, fermentable sugars are extracted from malt, hops are added for bitterness and aroma after which wort is boiled to become sterile and clean. After boiling, wort is cooled in as short as possible time and into the cooled wort yeast is added with which the process of fermentation begins. Usually, fermentation lasts 3 to 12 days and ends when yeast has transformed all fermentable sugars into alcohol and carbon dioxide. Produced "young" beer is then laid off so the taste and aroma are cleaned, after which the beer is filtrated. Filtered beer is ready for consumption.

Beer consumed in moderate amount has a positive impact on human health because it contains compounds such as polyphenols, vitamins and minerals. The harm of alcohol consumption is well known and researched, while positive impacts are still in research.

**Key words: process of production, malt, hops, beer, positive impact of beer on human health, polyphenols**



## **Popis korištenih kratica**

# Sadržaj

1.	Uvod .....	6
2.	Povijest proizvodnje piva.....	8
3.	Proizvodnja piva.....	10
3.1.	Sirovine .....	10
3.1.1.	Voda.....	12
3.1.2.	Ječmeni slad.....	12
3.1.3.	Hmelj.....	13
3.1.4.	Pivski kvasac.....	13
4.	Procesi proizvodnje piva.....	14
4.1.	Proizvodnja sladovine.....	15
4.1.1.	Vaganje i mljevenje ječmenog slada.....	15
4.1.2.	Ukomljavanje.....	15
4.1.3.	Hmeljenje i kuhanje sladovine.....	16
4.1.4.	Hlađenje sladovine.....	16
4.2.	Fermentacija sladovine.....	17
4.2.1.	Vrenje mladog piva.....	17
4.2.2.	Odležavanje mladog piva.....	18
4.3.	Filtracija i punjenje ambalaže.....	19
4.3.1.	Filtracija piva.....	19
4.3.2.	Dorada piva.....	19
4.3.3.	Pasterizacija.....	19
4.3.4.	Punjenje ambalaže.....	20
5.	Učinci piva na ljudsko zdravlje.....	22
5.1.	Pozitivni učinci piva na ljudsko zdravlje .....	22
5.1.1.	Polifenoli u pivu.....	23
5.1.2.	Vitamini B skupine u pivu .....	25
5.2.	Potencijalni negativni učinci piva na ljudsko zdravlje .....	26
6.	Zaključak.....	27
7.	Literatura.....	29

## 1. Uvod

Pivo, još nazvano i tekućim kruhom je pjenušavo, slabo alkoholno piće karakterističnog gorkog okusa i arome hmelja, proizvedeno alkoholnim vrenjem pивske sladovine uz pomoć pivskih kvasaca *Saccharomyces cerevisiae*, a rjeđe uz pomoć drugih mikrobnih kultura. Pivo se proizvodi i konzumira od početka ljudske povijesti te je nadživjelo brojne civilizacije, a u srednjem vijeku se konzumiralo češće nego voda zbog loših higijenskih uvjeta te se je imalo važnu ulogu u duhovnim obredima i kulturnom razvoju društva [1].



*Slika 1. različite vrste piva (Klix, Spoj kvasca, hmelja, slada i vode: Zna li koje vrste piva preporučuju nutricionisti?) [1]*

Danas je pivo treće najčešće konzumirano piće u svijetu, poslije vode i čaja, a pripada mu titula najčešće konzumiranog alkoholnog pića u svijetu. Vodeći proizvođači piva u svijetu su Kina, SAD i Brazil, a proizvodnja piva tijekom godina kontinuirano raste. Količina proizvedenog piva na svjetskoj razini 1998. godine iznosila je 1,3 milijardi hektolitara, a do 2017. godine se povećala na 1,95 milijardi hektolitara [2].

Pri proizvodnji piva koriste se četiri osnovna sastojka: voda, ječmeni slad, hmelj i kvasac. Upotrebom ovih sastojaka i niza precizno kontroliranih tehnoloških procesa proizvodi se pivo. Proizvodnja piva može se svrstati u tri osnovne faze na proizvodnju sladovine, fermentaciju sladovine te filtriranje i punjenje ambalaže proizvedenog piva. Tijekom proizvodnje sladovine nastaje vodena otopina bogata fermentabilnim šećerima koji se u procesu fermentacije pretvaraju u etilni alkohol i ugljikov-dioksid te tvari arome dolaze do izražaja. Po završetku fermentacije pivo se doraduje i pročišćava nakon čega je spremno za konzumaciju.

Postoje brojne vrste i recepti piva koji se razlikuju u svojim senzorskim karakteristikama i udjelu alkohola na koje utječu vrsta i količina korištenog ječmenog slada, hmelja i kvasca. Također senzorske karakteristike i kvalitetu piva određuju i uvjeti proizvodnih procesa kao što su vrijeme i temperatura tijekom obrade i fermentacije.

Mnogo je dokaza da pivo može imati pozitivne učinke na ljudsko zdravlje zbog prisustva polifenola i vitamina koji mogu pozitivno utjecati na kardiovaskularni i probavni sustav. No zbog alkohola u svom sastavu ima negativan utjecaj na ljudsko zdravlje ukoliko se konzumira u velikim količinama.

## 2. Povijest proizvodnje piva

Povijest proizvodnje piva počinje prije 6000 godina, no ne može se sa sigurnošću odrediti kad točno. Najstariji dokaz proizvodnje piva pripisuju se Sumeranima, narodu koji je živio na području južne Mezopotamije između rijeka Eufrat i Tigris. Ne zna se kako je došlo do prve proizvodnje piva, no pretpostavlja se da je netko slučajno zametnu namočeni kruh koji je nakon nekog vremena fermentirao te je vjerojatno nastala toksična pljesniva masa. Tako je i proces fermentacije otkriven slučajno. Sumerani su uspjeli ponoviti proces fermentacije, pročistiti nastali proizvod te postali prvi narod koji se bavio pivarstvom, a čak 40 % ukupne količine žitarica koristili su za proizvodnju piva. Proizvedeno pivo smatrali su „božanskim pićem“ te su ga nudili bogovima [3].

Prvi cjeloviti, pisani recept piva datira iz 1800. godine prije nove ere, a spominje se u „Himni Ninkasi“, kćeri vrhovnog sumerskog boga Enkija - „gospodar Zemlje“. Prema sumerskoj mitologiji Ninkasi je nastala iz blistave, svježe vode kako bi zadovoljila žeđ i umirila srca ljudi, a prvi puta se spominje 2800. godine prije Krista. Sumerani prvo pivo nazivaju „sikaru“, a himna sadrži pohvalu pivskoj božici. Posljednji stihovi himne govore o gotovom pivu pripremljenom za narod: „Ninkasi, ti si ona koja nalijeva čisto pivo u naše posude, to je žubor Tigrisa i Eufrata.“

3000 godina prije Krista pivo se spominje u epu o Gilgamešu napisanom u Mezopotamiji u kojem govori o raspoznavanju primitivnog i kulturnog čovjeka na osnovi konzumacije kruha i piva. Da bi primitivni čovjek postao kulturnim morao je naučiti jesti kruh te piti pivo s kojim bi isprao sve svoje primitivne osobine dok je kulturni čovjek znao čemu služe kruh i pivo. Stvaranje kulturnog čovjeka u epu o Gilgamešu odnosi se na lik poludivljeg čovjeka Enkida koji je nakon što je naučio jesti kruh i popio sedam vrčeva piva, „jer je to običaj na zemlji“, nakon čega je postao razgovorljiv te počeo pjevati od radosti i tako postao čovjekom.

2000. godine prije Krista, Babilonci, nasljednici Sumerana imali oko 20 različitih vrsta piva koja su radili od žitarica kao što su krupnik i ječam te njihove mješavine. Babilonci su svoje pivo prodavali čak i u Egiptu.

Proizvodnja piva pojavljuje se i Egiptu, a na njegovu važnost upućuje i činjenica da postoji hijeroglif koji simbolizira pivo. Za proizvodnju piva koriste nepečeno tijesto za kruh, a ovaj način proizvodnje zadržao se i do današnjih vremena kod seljaka u okolini rijeke Nil.

U Rimskom carstvu došlo je do pada proizvodnje piva jer su Rimljani odredili da će novo piće bogova biti vino. Od tada na prostoru Rimskog carstva se pije isključivo vino, a pivo se smatra barbarskim pićem.

Nekoliko stotina godina poslije Krista pivo postaje komercijalni proizvod što potvrđuje pronađena krigla nekog starog pivara, kod grada Trier, na jugozapadu Njemačke.

Prvih nekoliko stoljeća u novoj eri za proizvodnju kruha i piva bile su zadužene isključivo žene, no ubrzo njih u srednjem vijeku zamjenjuju samostanski redovnici. Redovnici su konzumirali pivo jer se smatralo da tako ne krše post, a svakom je redovniku bilo dozvoljeno da popije 5 l piva dnevno. S vremenom su redovnici počeli proizvoditi više piva od onog koliko im je bilo potrebno pa su ga počeli prodavati. Redovnica, znanstvenica i travarica Hildegard von Bingen otkrila je da se rok trajanja piva produljuje dodavanjem hmelja, čime je uvelike pridonijela razvoju buduće pivske industrije pa su tako redovnici prvi koji su koristili hmelj u proizvodnji piva. Redovnici su razvili, u ono vrijeme, savršenu tehnologiju proizvodnje piva te povećali svoju proizvodnju i prodaju. Redovnici nisu davali porez na prodano pivo stoga su imali niske cijene i veliku potražnju, no kako je došlo do pada prodaje piva s porezom srednjovjekovna vlastela se pobunila što je rezultiralo zatvaranjem brojnih redovničkih pubova [3].

1516. godine bavarski vojvoda Wilhelm IV. izdaje zakon o čistoći njemačkog piva u kojem govori da se za dobivanje piva smije koristiti samo ječam, hmelj i čista voda dok se kvasac ne spominje jer se u ono vrijeme još nije znalo za njegovo postojanje. Ovaj zakon o čistoći njemačkog piva najstariji je zakon o hrani na svijetu.

Proizvodnja piva unaprijedila se izumom parnog stroja 1765. godine te izumom hladnjaka 1873. godine. Opće poznato je bilo da su za proizvodnju kvalitetnog piva potrebne određene temperature. Niže temperature potrebne za proizvodnju piva obično su se pojavljivale u zimskom periodu godine pa je proizvodnja bila vremenski ograničena, no hladnjaci su omogućili proizvodnju kvalitetnog piva tijekom cijele godine. Prvi sustavi hlađenja primijenili su se u pivovari u Münchenu.

Još jedan značajan napredak u proizvodnji piva označio je Louis Pasteur u 19. stoljeću kada je razjasnio procese pasterizacije koji se široko upotrebljavaju u proizvodnji piva te upoznao svijet s kvašćevim gljivicama zaslužnima za fermentaciju. U današnje vrijeme skoro u potpunosti se ne koriste drvene bačve već se koriste metalni spremnici zbog lakšeg čišćenja i održavanja mikrobiološki sigurnih uvjeta za proizvodnju piva.

### 3. Proizvodnja piva

Proizvodnja piva je skup složenih procesa koji se mogu podijeliti na proizvodnju sladovine, fermentaciju sladovine te filtraciju i punjenje ambalaže. Ovi postupci, pravilno provedeni, rezultiraju s dobivanjem piva, pjenušavog alkoholnog pića gorkog okusa i arome hmelja. Pivo nastaje fermentacijom pivske sladovine koju provodi kvasac, nakon čega u dobiveno „mlado“ pivo dodajemo ugljikov-dioksid i ostavljamo ga da dozrije [1].

U proizvodnji piva također je važno obratiti pažnju na odabir kvalitetnih i tehnološki ispravnih sirovina kako ne bi došlo do greške tokom nekog od proizvodnih procesa.

Pri proizvodnji piva koriste se četiri osnovna sastojka: voda, ječmeni slad, hmelj i kvasac. U industrijskoj proizvodnji piva najveće troškove predstavlja nabava ječmenog slada, no kako bi se smanjili troškovi proizvodnje koriste se razne zamjene kao što su neslađene žitarice i drugi izvori škroba te šećera.

Najveći svjetski proizvođači piva su Kina, SAD, Brazil, Rusija, Njemačka, Meksiko, Japan, Velika Britanija i Poljska, dok su najveći svjetski potrošači piva Česi (142 l/stanovniku). Hrvatska godišnje proizvede oko 4.000.000 hl piva, a godišnja potrošnja po stanovniku iznosi 82 l [2].

#### 3.1. Sirovine

Za proizvodnju piva potrebne su četiri osnovne sirovine, to su voda, ječmeni slad, hmelj i kvasac, a još se može koristiti 600 dodatnih sastojaka.



Slika 3.1 Četiri osnovna sastojka za proizvodnju piva (Gospodarski list: Proizvodnja piva: Kako proizvesti pivo?) [2]

Kada pomiješamo i prokuhamo vodu, ječmeni slad i hmelj dobivamo kominu bogatu fermentabilnim šećerima i aromama hmelja u koju dodajemo kvasac koji započinje fermentaciju.

Prilikom proizvodnje količina vode određuje količinu dobivenog piva, a njena svojstva određuju i svojstva piva. Ječmeni slad određene tehnološke kvalitete osigurava potrebnu količinu fermentabilnih šećera i enzima potrebnih za fermentaciju. Hmelj se koristi kako bi se postigla gorčina i aroma u okusu i mirisu piva, a on sprječava i kvarenje piva. Prilikom fermentacije sladovine bitno je osigurati stabilne uvjete za rast i razmnožavanje kvasca kako bi dobili kvalitetan i postojan proizvod.

Osim upotrebe četiri osnovna sastojka prema Pravilniku o pivu (NN 141/13):

Članak 4.

„Za proizvodnju piva dozvoljeno je koristiti sljedeće sastojke:

1. ječmeni i/ili pšenični slad;
2. neslađene žitarice i proizvodi od žitarica;
3. karamelni slad i drugi sladovi za bojenje;
4. prženi ječam i pšenica;
5. prženi ječmeni i pšenični slad;
6. šećeri i ostali saharidi, šećerni i škrobni sirupi;
7. hmelj i proizvodi od hmelja;
8. voda;
9. mikrobne kulture;
10. prehrambeni aditivi;
11. ugljikov dioksid i dušik;
12. voćna pulpa, voćna kaša, koncentrirana voćna kaša, vodeni ekstrakt voća.“ [4]

Članak 5.

„U pivo je dozvoljeno dodavanje aroma, bilja, biljnih ekstrakata i svih drugih tvari koje mogu imati određene hranjive ili fiziološke učinke osim vitamina i minerala.

Dozvoljeno je miješanje piva s voćnim sokovima, voćnim nektarima, osvježavajućim bezalkoholnim pićima, vinima, voćnim vinima, alkoholnim pićima te jakim alkoholnim pićima.“[4]

Kvalitetne sirovine i uvjeti proizvodnje piva osiguravaju kvalitetan proizvod.



### 3.1.1. Voda

Voda je najvažnija sirovina u proizvodnji piva i sastavlja 85-95 % piva. Za proizvodnju piva voda mora biti pitka, bistra, bez okusa i mirisa, ne smije sadržavati mikrobiološke kontaminacije i organska onečišćenja. Ne smije imati veliku količinu mineralnih soli, a pogotovo karbonata i sulfata koji povećavaju tvrdoću vode. Tvrda voda pogoršava okus piva [5].

Većina kemijskih i biokemijskih reakcija se odvija brže i bolje pri nižoj pH vrijednosti. Soli kalcija i magnezija snižavaju, dok veći udio karbonat i bikarbonat povećavaju pH vrijednost.

Meka voda ili srednje tvrda voda najpogodnije su za proizvodnju piva, stoga prije početka proizvodnje piva vodu je potrebno smekšati. Određena tvrdoća vode koristi se za proizvodnju određenih vrsta piva.

Geografski i kroz povijest gledano možemo primijetiti da različita područja imaju različitu tvrdoću vode, a s njom i različite vrste piva. Područja s mekom vodom poznata su po lager pivima, dok su područja s tvrdom vodom prepoznatljiva po ale pivima.

Kakvoća vode za proizvodnju piva nekoliko je puta veća od kakvoće vode za piće.

### 3.1.2. Ječmeni slad

Ječmeni slad jedan je od osnovnih i količinski najzastupljenijih sirovina poslije vode u proizvodnji piva. Pivski ječmeni slad nastaje klijanjem sjemenki pivskog ječma. Sjemenke ječma se prskaju u močioniku do 42-48 % vlage, nakon čega se ostavlja da proklije kroz 5 dana. Na klijali ječmeni slad suši se do udjela vlage manjeg od 5 % s čime se omogućava trajnost i skladištenje dobivenog ječmenog slada. Skup ovih postupaka naziva se slađenje [5].

Pivski ječam na klijava se kako bi se povećala njegova iskoristivost i osigurali enzimi potrebni za hidrolizu fermentabilnih šećera. Najviše ekstrakta nastaje iz endosperma zrna, a pljevica zrna olakšava filtraciju ječmenog slada iz komine.

Ječmeni slad je zaslužan za boju piva te kako sadrži škrob daje i fermentabilne šećere iz kojih nastaje alkohol u pivu. Može se podijeliti u bazne sladove koji daju većinu fermentabilnih šećera u komini, tamne koji se dobivaju prženjem ječmenog slada i daju tamnu boju piva te miris i okus kave i kaka. Upotrebljavaju se i specijalni sladovi koji daju dodatne karakteristike pivu. Pšenični slad koristi se pri proizvodnji pšeničnog piva.

Kako bi se smanjili troškovi proizvodnje često se koriste i neslađene sirovine kao što su kukuruz, riža, zob, saharoza i dr.

Da bi proizveli 1 litru standardnog piva potrebno je ostvariti 12 % ekstrakta u sladovini za što je potrebno 180 do 190 g ječmenog slada [6].

### 3.1.3. Hmelj

Hmelj se dodaje u kominu prilikom kuhanja kako bi pivo dobilo gorčinu u okusu i biljnu aromu u mirisu. U početku upotrebe hmelja koristio se kao konzervans koji čuva pivo od kvarenja. Za proizvodnju piva koriste se samo ženski neoplođeni cvjetovi hmelja bogati eteričnim uljima i hmeljnim kiselinama.

Gorčinu pivu daju  $\alpha$ - kiseline od kojih su najznačajniji humulon, kohumulon i adhumulon,  $\alpha$ -kiseline tijekom kuhanja prelaze u izo-  $\alpha$ - kiseline koje su topive u vodi. Aromatična svojstva piva dolaze iz  $\beta$ - kiselina od kojih su najznačajniji lupulon, kolupulon i adlupulon te oni ne mijenjaju oblik tijekom kuhanja [5].

Hmelj se može podijeliti na gorke sorte i aromatične sorte. Količina gorčine ovisi o količini dodanog gorkog hmelja i dužini kuhanja. Kod dužeg kuhanja hmelja dobivamo veću gorčinu piva. Hmelj za aromu najčešće se dodaje na kraju prokuhavanja komine ili tijekom fermentacije mladog piva, tako aroma postaje najizraženija.

Hmelj se najčešće upotrebljava i skladišti u obliku peleta.

### 3.1.4. Pivski kvasac

Kvasci spadaju u skupinu jednostaničnih mikroorganizama iz carstva gljiva koji razgrađuju fermentabilne šećere. Kao produkt fermentacije nastaju alkohol (etanol) i ugljikov-dioksid. U proizvodnji piva kvasac mora proizvesti dovoljno alkohola i pivu dati ugodan miris i okus. Kvasac u različitim uvjetima fermentacije daje različita svojstva mirisa i okusa.

Kvasci u pivarstvu dijele se prema mjestu fermentacije na hranjivom mediju. U industriji najčešće su korišteni kvasci donjeg ili hladnog vrenja pri čemu se fermentacija odvija između 6 °C i 18 °C te se kvasac na kraju fermentacije nalazi na dnu posude. Kvasci gornjeg ili toplog vrenja na kraju fermentacije se nalaze na vrhu posude i fermentiraju pri temperaturi od 15 °C do 25 °C.

Za proizvodnju piva najčešće se koriste kvasci sojeva *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces carlsbergensis* i *Saccharomyces pastorianus*. Da bi sladovina pravilno fermentirala potrebno je nacijepiti 1 litru sladovine s 0,5 – 1 g suhog kvasca kojeg pivovare najčešće uzgajaju same [5].

## 4. Procesi proizvodnje piva

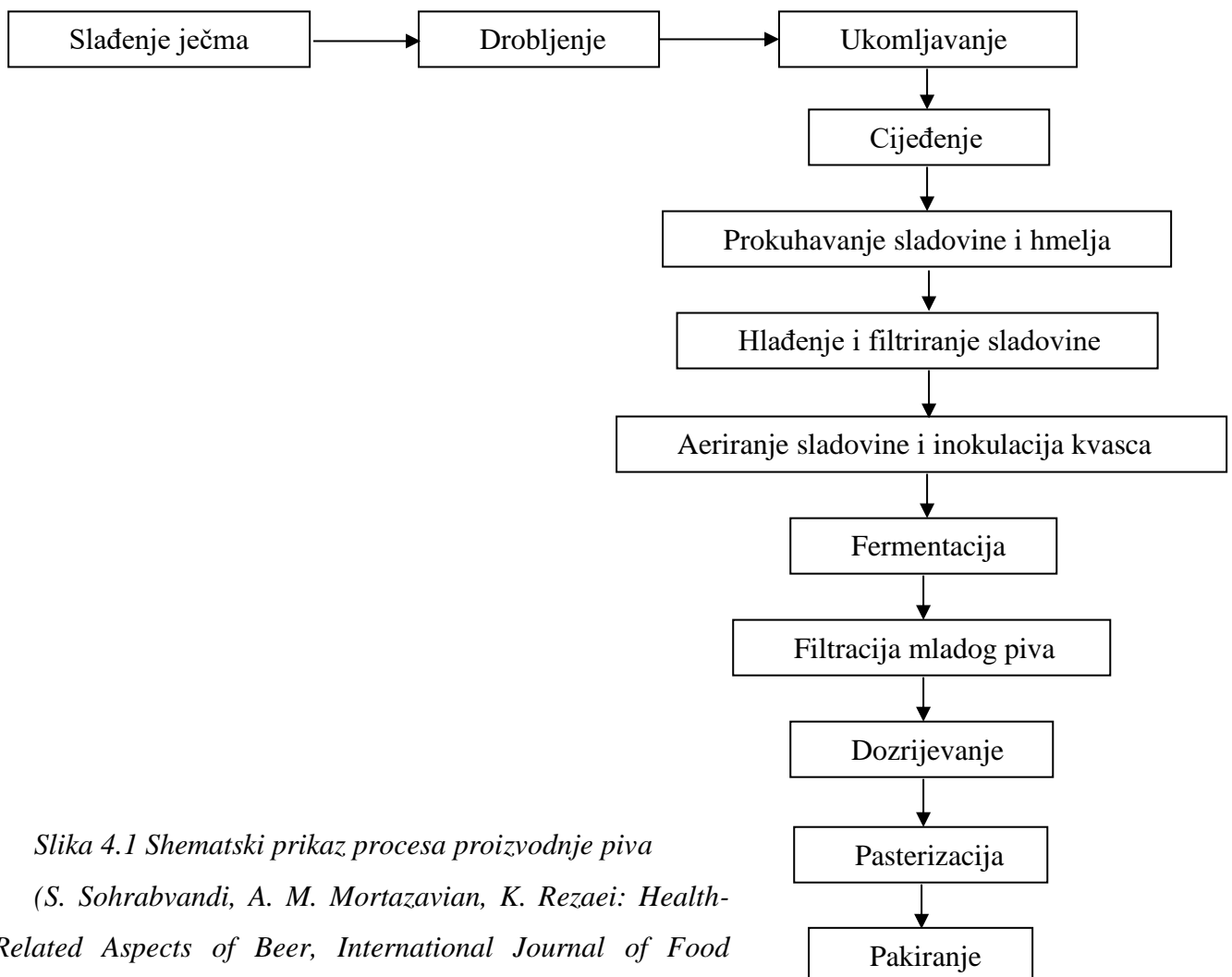
Proizvodnja piva je skup tehnoloških i biokemijskih procesa koji se mogu ugrubo svrstati u tri kategorije: proizvodnja sladovine, fermentacija sladovine te filtracija i punjenje ambalaže.

Tijekom proizvodnje sladovine u procesu ukomljavanja komine ječmenog slada izlučuje se što više ekstrakta odnosno fermentabilnih šećera i enzima. Dobivena otopina vode, fermentabilnih šećera i enzima već se može nazvati sladovinom. U sladovinu za proizvodnju piva najčešće se dodaje hmelj koji daje karakterističan okus i miris piva.

Dobivena sladovina se prokuhava kako bi se sterilizirala i pročistila, a zatim se hladi i stvaraju uvjeti za rast i fermentaciju kvasaca. Pivska sladovina fermentira u određenim uvjetima i nastaje mlado pivo (alkoholno piće) [1].

Mlado pivo dozrijeva i dorađuje se, a zatim je spremno za konzumaciju i prodaju.

Za proizvodnju dobrog piva potrebni su kvalitetni sastojci i precizno kontrolirani uvjeti i procesi proizvodnje.



(S. Sohrabvandi, A. M. Mortazavian, K. Rezaei: *Health-Related Aspects of Beer, International Journal of Food Properties*, 2012. ) [3]

## **4.1. Proizvodnja sladovine**

### **4.1.1. Vaganje i mljevenje ječmenog slada**

Prvi korak u proizvodnji sladovine je priprema pivskog ječmenog slada. Ječmeni slad se najprije važe prema recepturi piva, količina ječmenog slada određuje udio ekstrakta u sladovini, a s time i količinu alkohola u finalnom proizvodu.

Također je potrebno ječmeni slad usitniti kako bi otvorili zrno ječma te se pospješila ekstrakcija škroba i enzima sadržanih u endospermu zrna. Mljevenje ječmenog slada provodi se velikom preciznošću kako bi dobili sipku sirovinu koja propušta vodu u svom međuprostoru, ali dovoljno sitnu kako bi se osigurala dobra ekstrakcija škroba i enzima. Za mljevenje ječmenog slada najčešće se koristi mlin za drobljenje. Krupni ječmeni slad propušta se između dva valjka koji imaju grube plohe, kada zrnje ječmenog slada dođe između dva valjka ono se drobi i tako se otvara zrno i izlaže njegov endosperm. Nakon usitnjavanja ječmenog slada započinje proces ukomljavanja [7].

### **4.1.2. Ukomljavanje**

U procesu ukomljavanja usitnjeni ječmeni slad dodaje se u vruću vodu u posudu koja se naziva komovnjak. Kada ječmeni slad stupi u kontakt s vodom dolazi do otpuštanja škroba u vodu te prelaska škroba u škrobni lijepak, vodo topljivi oblik podložan amilolitičkoj razgradnji. Škrob se razgrađuje do jednostavnih šećera, a proteini do aminokiselina. Ukomljavanje se najčešće provodi u trajanju od 90 minuta. Komina se zadržava pri temperaturi od 45 – 55 °C prilikom čega dolazi do razgradnje proteina, nakon čega se postiže temperatura između 60 – 65 °C gdje nastaje maltoza. Do potpunog šećerenja u sladovini dolazi pri temperaturi od 70 – 75 °C, a završetak ukomljavanja se postiže pri temperaturi od 78 °C [5].

Postizanje željene temperature komine prilikom ukomljavanja može se dobiti pomoću dva načina zagrijavanja, infuzijskim i dekokcijskim postupkom. Infuzijski postupak se odnosi na zagrijavanje cjelokupne komine i daje se prednost zadržavanju pri temperaturi između 60 – 65 °C.

Ovim načinom zagrijavanja ostvaruje se veća koncentracija fermentabilnih šećera što daje sladovinu sa višim stupnjem prevrenja i manjim sladnim okusom piva. U dekokcijskom postupku zagrijava se samo dio komine, ali na višoj temperaturi, nakon čega se dodaje ostatak vode kako bi dobili kominu pravilne temperature te se zadržala željena volumna količina i alkoholna količina gotovog piva. U ovom postupku ukomljavanje se provodi pri temperaturi od 70 do 78 °C s čime

nastaje više dekstrina koji zadržava više sladnog okusa u pivu, no daje piva nižeg alkoholnog udjela.

Nakon dobivane komine bogate fermentabilnim šećerima potrebno je odvojiti u vodi netopljive tvari. U vodi netopljive tvari, odnosno pivski trop odvaja se cijedenjem iz čega dobivamo čistu pivsku sladovinu s visokim udjelom ekstrakta (16 - 20 %). Da bi se ječmeni slad maksimalno iskoristio pivski trop se ispiru vrućom vodom s čime se ispiru zaostao ekstrakt, nakon ispiranja u sladovini dolazi do smanjenja koncentracije ekstrakta u finalnoj otopini. Pivski trop se ostavlja kako bi se ocijedio kroz određeno vrijeme, a nakon što je iskorišten pivski ječmeni slad se često koristi kao hrana za životinje [1].

#### **4.1.3. Hmeljenje i kuhanje sladovine**

Filtrirana sladovina se zagrijava dok ne počne vrjeti s čime započinje proces hmeljenja i kuhanja sladovine, kuhanje sladovine najčešće traje 60 minuta. Od trenutka kada sladovina počine vriti može se dodati hmelj u sladovinu. Hmelj za gorčinu piva s većim vremenom kuhanja daje veću gorčinu u pivu, a hmelj za aromu piva dodaje se nakon kuhanja ili tijekom fermentacije sladovine jer se arome iskuhavanjem gube. Hmelj za gorčinu piva dodaje se tijekom kuhanja kako bi gorke tvari  $\alpha$ -kislone iz netopivog oblika prešle u topivi, izo oblik. Količina gorčine u pivu se određuje odabirom vrste hmelja i udjela  $\alpha$ -kiselina u njemu. Hmelj, najčešće u obliku peleta, važe se prema recepturi piva i dodaje u vrelu sladovinu u kojoj se kuha određeno vrijeme.

Pivska sladovina se ne kuha samo zbog dodavanja hmelja već i zbog sljedećih procesa: sterilizacije sladovine, stvaranja i taloženja kompleksa protein – polifenol, ekstrakcije i transformacije gorkih tvari dodanog hmelja, uparavanja vode, denaturacije enzimskog kompleksa, bojenja sladovine, promjene kiselosti sladovine, stvaranja reducirajućih tvari i smanjenja sadržaja dimetilsulfida [1].

#### **4.1.4. Hlađenje sladovine**

Nakon kuhanja zahmeljenu sladovinu je potrebno ohladiti u čim kraćem vremenu kako ne bi došlo do mikrobiološke kontaminacije te kako bi se dodao kvasac na njemu odgovarajućoj temperaturi. Hlađenje sladovine se vrši pomoću izmjenjivača topline koji odvedu toplinu iz sladovine. Željena temperatura sladovine je najčešće između 5 – 15 °C, ovisno vrsti kvasca kojom se najepljuje sladovina. Kvasci donjeg vrenja preferiraju niže temperature dok kvasci gornjeg vrenja preferiraju više temperature [5].

## 4.2. Fermentacija sladovine

Fermentacija ili glavno vrenje najvažniji je proces u proizvodnji piva. Fermentacija je biokemijski proces pri kojem mikroorganizmi (kvasci) razgrađuju fermentabilne šećere (glukoza, maltoza, fruktoza, saharoza) i kao nusprodukt daju etanol i ugljikov-dioksid te još neke nusprodukte, no u manjoj koncentraciji. Biokemijske reakcije tijekom fermentacije izazivaju kvalitativne i kvantitativne promjene sastojaka sladovine i mladog piva. Mlado pivo počinje nastajati onoga trena kada je sladovina stupila u kontakt s kvasce, odnosno u trenu kada je započela fermentacija. U industriji piva za fermentaciju sladovine se najčešće koriste kvasci rodova *Saccharomyces cerevisiae* za piva gornjeg vrenja i *Saccharomyces pastorianus* za piva donjeg vrenja [5].

### 4.2.1. Vrenje mladog piva

Filtriranu i ohlađenu sladovinu prije naciepljivanja kvascem je potrebno aerirati da bi se pospješilo razmnožavanje i rast kvasca. Fermentacija sladovine se odvija u specijaliziranoj posudi koja se naziva fermentor, ovaj dio opreme pruža anaerobne i mikrobiološki sigurne uvjete za vrenje piva te propušta višak nastalog ugljikovog-dioksida u okolinu. U sladovinu pripremljenu ovim postupcima dodaje se kvasac.

Kada se doda kvasac potrebno je održavati temperaturu okoline i sladovine konstantnom, a ona ovisi o vrsti kvasca. Kod fermentacije ili vrenja piva za kvasce gornjeg vrenja održava se temperatura od 6 do 15 °C, a za kvasce donjeg vrenja od 15 °C do 25 °C. Kvasci donjeg vrenja nakon fermentacije skupljaju se na dnu fermentora, dok se kvasci gornjeg vrenja skupljaju na površini mladog piva. Fermentacija piva najčešće traje između 3 i 12 dana, ovisno o vrsti piva i uvjetima fermentacije.

Stadij vrenja piva može se odrediti praćenjem karakteristika pjene koja nastaje na vrhu sladovine. U početku fermentacije nastaje fina, bijela pjena, zatim sloj fine pjene raste i rubovi postaju smeđi. U trenu kada ugljikov-dioksid počinje izlaziti u obliku velikih mjehura pjena je najviša i gruba, ovo su znakovi najintenzivnijeg vrenja. Kako se stupanj fermentacije smanjuje pjena počinje opadati i u potpunosti poprima smeđu boju i naposljetku pjena izgleda poput prljavo-smeđe, rahle deke koja je znak završetka fermentacije [5].



*Slika 4.2 Fermentacija piva visokog intenziteta (Hoću pivo: Fermentacija) [4]*

Vrenje piva se prekida hlađenjem na temperaturi između 2 – 4 °C prije nego što svi fermentabilni šećeri pređu u etanol i ugljikov-dioksid te kako bi se istaložila većina kvasca i neželjenih komponenti u pivu.

#### **4.2.2. Odležavanje mladog piva**

Nakon fermentacije dobiveno mlado pivo odlazi na odležavanje ili dozrijevanje. Ostatak ekstrakta pod tlakom dovire i povećava udio ugljikova dioksida, a okus i boja se pročišćavaju i stabiliziraju te se uklanjaju čestice koje uzrokuju koloidnu nestabilnost. Tijekom odležavanja pivo se i bistri, kvašćeve stanice i čestice smanjene topljivosti se talože na dnu spremnika, a smatra se gotovim kada koncentracija kvašćevih stanica ne prelazi  $2 \times 10^6$  stanica/ml . Taloženje se najbrže i najbolje odvija pri nižim temperaturama, a u proizvodnji piva najmanje traje 7 dana pri temperaturi od 0 °C [1].

### **4.3. Filtracija i punjenje ambalaže**

#### **4.3.1. Filtracija piva**

Filtracija piva se provodi s ciljem dobivanja stabilnog proizvoda bez vidljivih promjena do isteka minimalnog roka upotrebljivosti te kako bi dobili bistri i privlačan proizvod za potrošače. Filtriranje piva je tehnološki proces tijekom kojega se izdvajaju kvaščeve stanice i suspendirane čestice od tekuće faze. Filtriranje u tehnologiji piva se razlikuje na osnovi načela razdvajanja suspenzoida od tekuće faze, površinska i dubinska filtracija. Površinska filtracija se zasniva na načelu sita, s mehaničkim razdvajanjem prema razlici promjera pora filtracijskog sredstva i suspenzoida dok dubinska filtracija funkcionira na učinku separacije s obzirom na zadržavanje čestica suspenzoida u unutrašnjosti filtracijskog sredstva. Naplavni filtracijski uređaji su najčešće korišteni u tehnologiji proizvodnje piva te odvajaju krutu od tekuće faze separiranjem pomoću karakterističnog pomoćnog filtracijskog sredstva koje se naplavljuje na perforirani nosač ili na ploče od gustog tkanja [5].

#### **4.3.2. Dorada piva**

Filtrirano pivo najčešće je potrebno doraditi, a dorada obuhvaća procese kao što su karbonizacija, razrjeđivanje piva te dodavanje boje, gorkih sastojaka i stabilizatora pjene. Pivo spremno za konzumaciju sadrži 4 g ugljikovog-dioksida po 1 l piva [5].

#### **4.3.3. Pasterizacija piva**

Nakon proizvodnje piva određenog standarda potrebno ga je pasterizirati kako ne bi došlo do kvarenja proizvoda te kako bi mu se produžio rok trajanja. U procesu pasterizacije pivo se zagrijava do određene temperature (najviše do 90 °C) i zadržava na njoj dok se ne saniraju neželjeni mikroorganizmi. Tijekom pasterizacije uništavaju se svi patogeni mikroorganizmi, uzročnici kvarenja piva kao što su „divlji“ kvasci i bakterije. Za pasterizaciju piva najčešće se koriste tunelski postupak pri čemu se pivo u ambalaži izlaže temperaturi potrebnoj za inaktivaciju mikroorganizama i protočna pasterizacija kod koje se tanak sloj tekućine provodi kroz područje visoke temperature u relativno kratkom vremenu nakon čega se puni u ambalažu [5].



#### 4.3.4. Punjenje ambalaže

Proces punjenja ambalaže bitno je odraditi što brže i u anaerobnim uvjetima kako bi se izbjegla mikrobiološka kontaminacija te oksidacija piva, tlak na pivo tijekom punjenja mora biti konstantan, a kompletno postrojenje za punjenje mora zadovoljavati vrhunske higijensko-sanitarne standarde. Pivo se puni u limenke, PET ambalažu, staklene boce i bačve. Od ukupno proizvedenog piva 2/3 se pune u staklene boce koje mogu biti povratne i nepovratne, no najbolja ambalaža za spremanje piva su limenke jer nepropuštaju svjetlo koje može uzrokovati neželjene promjene piva te su lakše i jednostavnije za transport tijekom prerade (nisu lomljive).

Prije punjenja boce iz povrata je potrebno oprati te provjeriti da ne sadrže oštećenja, nečistoće i ostatke insekata, boje te sredstva za pranje. Pranje boca se provodi u perilicama koje istovremeno bocu peru iz unutrašnje i vanjske strane. Najčešće korištena sredstva za pranje boca su lužine natrijevog-hidroksida te razni aditivi. Boce koje ne zadovoljavaju postavljene kriterije automatski se skidaju s procesne linije.

Osnovni princip punjenja ambalaže je punjenje pod povišenim tlakom. Izobarometrijski uređaji rade na načelu rastakanja piva u okruženju jednakog tlaka u stroju za punjenje i boci, pa se pivo puni na načelu razlike u visini. Diferencijalno-tlačni uređaji rastaču pivo na načelu razlike tlakova u stroju za punjenje i boci. Boce moraju biti jednako i čim više napunjene kako ne bi došlo do oksidacije. U pogonu za punjenje ambalaže najčešće se nalazi i sustav za zatvaranje boca kako bi se boca čim prije zatvorila i smanjila mogućnost mikrobiološke kontaminacije. Za zatvaranje boca koriste se krunski zatvarači s 21 zubom koji se mehanički utiskuju na grlo boce. Na zatvorenu ambalažu se lijepi etiketa s podacima o proizvodu, a zatim se na nju otiskuje podatak o roku trajnosti [1].



*Slika 4.3 Punjenje ambalaže (ARZ: Kako je počela proizvodnja piva ) [5]*

Prema Pravilniku o općem deklariranju ili označavanju hrane, članak 6., deklaracija zapakirane hrane mora sadržavati sljedeće podatke:

- „1. naziv hrane pod kojim se hrana prodaje (u daljnjem tekstu: naziv hrane);
2. popis sastojaka;
3. količinu određenih sastojaka ili kategoriju sastojaka;
4. neto količinu (količinu punjenja) za zapakiranu hranu;
5. rok valjanosti (rok upotrebe);
6. uvjete čuvanja i uporabe, gdje je to potrebno, odnosno ako mogu utjecati na trajnost hrane;
7. naziv i adresu proizvođača ili onoga koji hranu pakira i/ili stavlja na tržište,
8. za uvozne proizvode pored naziva i adrese proizvođača i naziv i adresu sjedišta uvoznika, te zemlju podrijetla,
9. pojedinosti o mjestu podrijetla ako bi propust takva navođenja mogao krivo navoditi potrošača o pravom podrijetlu,
10. uputu za uporabu gdje je to potrebno radi pravilnog korištenja,
11. stvarnu jakost alkohola po volumenu, za pića koja sadrže više od 1,2 vol % alkohola.

Deklaracija hrane mora, pored podataka propisanih ovim Pravilnikom, sadržavati i druge podatke i pojedinosti koje se odnose na tu hranu, ukoliko je to propisano posebnim propisima.“[8]

Napunjena i označena ambalaža, odnosno finalni proizvod se stavlja u nosiljke i pakira na palete kako bi se olakšalo rukovanje tijekom transporta. Takav oblik proizvoda spreman je za skladištenje i daljnju distribuciju.

## 5. Učinci piva na ljudsko zdravlje

### 5.1. Pozitivni učinci na ljudsko zdravlje

Konzumacija piva u umjerenim količinama ima brojne pozitivne učinke na ljudsko zdravlje. Nekim pozitivnim učincima pridonosi udio alkohola u pivu dok na druge utječu kemijski sastavi koji nastaju iz ječmenog slada i hmelja. Valja naglasiti da se svakako pozitivni učinci povezuju s umjerenom konzumacijom piva. Štetnost alkohola u velikim količinama na čovjekovo zdravlje dobro je poznata i istražena dok se pozitivni učinci alkohola u umjerenim količinama još istražuju[9].

Istraživanja su utvrdila da pivo, odnosno alkohol konzumiran u umjerenim količinama pridonosi smanjenju vjerojatnosti od obolijevanja od kardiovaskularnih bolesti. Ispitanici koji su konzumirali pivo u umjerenim količinama, 270 do 750 ml piva dnevno, imali su smanjenu vjerojatnost od oboljenja od srčanih bolesti. Alkohol u organizmu smanjuje taloženje „lošeg“ kolesterola u krvnim žilama tako što povećava udio lipoproteina visoke gustoće u krvi, odnosno povećava udio „dobrog“ kolesterola. Konzumiranje piva, pogotovo u društvu, smanjuje razinu stresa koji utječe na zdravlje srca. Gorke tvari iz hmelja imaju sedativan učinak koji također može biti blagotvoran za organizam. Umjereni konzumacija slabih alkoholnih pića, kao što je pivo, pozitivno utječe na zdravlje želuca tako što smanjuje mogućnost zaraze sluznice želuca s bakterijom *Helicobacter pylori* koja uzrokuje čir želuca te druge gastrointestinalne smetnje [9].

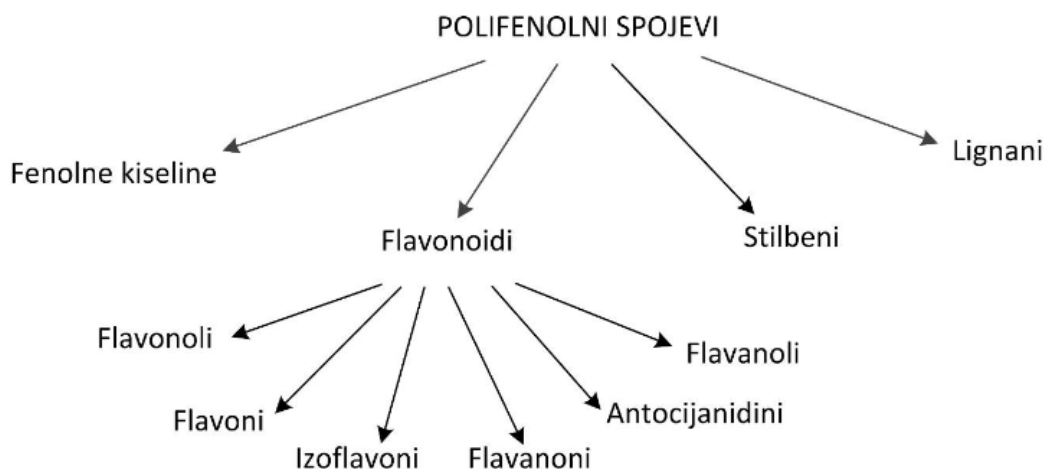
Pivo je proizvod koji se dobrim djelom stvara iz ječmenog slada i hmelja te pivu daju velik udio polifenolnih spojeva i antioksidansa. Polifenoli i antioksidansi pozitivno utječu na kognitivne sposobnosti te smanjuju mogućnost demencije u starijoj dobi. Antioksidansi smanjuju oksidativni stres mozga koji je povezan s neurodegenerativnim bolestima. Za izoflavonoide u pivu se smatra da imaju potencijalni antikancerogeni učinak, no njihova je količina 20 puta manja od efektivne doze. U manjim količinama pojavljuje se silicijska kiselina koja pomaže pri izlučivanju aluminija iz organizma i pri radu bubrega te smanjuje rizik od bubrežnih kamenaca. Silicij u pivu pojačava brzinu i kvalitetu formiranja novih kosti, a mala količina etanola sprječava gubitak koštanog tkiva [10].

Redovito konzumiranje piva u umjerenim količinama smanjuje vjerojatnost pojave bolesti uzrokovanih manjkom vitamina, kao što su beriberi i druge neurološke bolesti. Niski udio alkohola iz piva stimulira apetit, olakšava pražnjenje crijeva kod starijih osoba te poboljšava kognitivne sposobnosti [11].

Kako bi pivo imalo pozitivan učinak na ljudski organizam bitno je zadržati umjerenu konzumaciju jer pretjerana konzumacija alkohola može imati brojne negativne zdravstvene posljedice, kao što su povećan rizik od ovisnosti, bolesti jetre te brojne druge zdravstvene probleme.

### 5.1.1. Polifenoli u pivu

Polifenoli u pivu dolaze iz biljnih sirovina, oko 30 % polifenola u pivu dolazi iz hmelja dok je ostatak iz ječmenog slada. Hmelj sadrži velike količine polifenola (do 4 %) u usporedbi s ječmom (do 0,1 %) no zbog velike količine ječma u proizvodnji piva više polifenola nastaje iz ječma [12]. Polifenolni spojevi prirodno su prisutni u svim biljkama te u njima imaju ulogu signalnih molekula, sudjeluju u hormonskoj regulaciji rasta biljaka, štite ih od infekcija mikroorganizmima, djeluju kao zaštitni agensi od UV zračenja, privlače oprašivače te pridonose pigmentaciji biljaka. U namirnicama i proizvodima biljnog podrijetla pridonose gorčini, boji, okusu, mirisu i oksidativnoj stabilnosti. Kako su sveprisutni u namirnicama biljnog podrijetla, uz vitamine i minerale, polifenoli imaju važnu ulogu u prevenciji bolesti ljudi zbog svojih protuupalnih, protualergijskih i protukancerogenih djelovanja. Iz skupine polifenola flavonoidi su se pokazali kao najjači antioksidansi, a utvrđeno je osamnaest flavonoida koji imaju veću antioksidacijsku sposobnost od vitamina C i E. Antioksidacijska učinkovitost očituje se u sposobnosti uklanjanja reaktivnih kisikovih i dušikovih molekula te inhibiranju enzima koji pomažu oksidacijski stres. Pivo sadrži različite vrste polifenola, a najviše fenolne kiseline, flavona, flavonola, proantocijanida te tanina posebno u tamnim pivima [12].



Slika 5.1 Vrste polifenolnih spojeva (Vukomanović Katarina: Usporedba dviju metoda za određivanje ukupnih polifenola u pivu ) [6]

Polifenoli također utječu na smanjenje brojnih bakterija usne šupljine te s time sprječavaju razvoj raznih patoloških stanja kao što su disbioza, infekcije, karijes, displazija, parodontitis te imunoloških nepravilnosti. Mnoge studije su potvrdile da prirodni spojevi poput polifenola imaju inhibicijski učinak na neke oralne patogene mikroorganizme [13].

Polifenoli koji dolaze iz ječmenog slada i hmelja aktivni su spojevi koji pozitivno utječu na razvoj korisnih bakterija u gastrointestinalnom sustavu. Konzumacijom bezalkoholnog piva izbjegavaju se negativni učinci etilnog alkohola na ljudski organizam i mikrofloru probavnog sustava te se povećava broj polifenola koji stižu do probavnog sustava gdje pozitivno utječu na mikrofloru.

U istraživanju između ispitanika koji su konzumirali bezalkoholno i ispitanika koji su konzumirali alkoholno pivo u količini od 355 ml dnevno i u vremenu od 30 dana. Zapažen je utjecaj na mikrofloru probavnog sustava kao i na funkcionalnost  $\beta$  stanica gušterače i glukoze u krvi. Mikroflora probavnog sustava postala je raznolikija, pogotovo u pogledu vrsta bakterija, a najvjerojatnije zbog polifenola u pivu jer je ova promjena zapažena kod potrošača bezalkoholnog piva. Alkoholno pivo nije imalo pozitivne učinke na mikrofloru probavnog sustava te je imalo negativan utjecaj na šećer u krvi i funkcionalnost  $\beta$  stanica [13].

Dnevna konzumacija bezalkoholnog piva kod žena koje doje djecu, u količini od 660 ml rezultirala je poboljšanjem antioksidativnosti i plazme majčinog mlijeka u usporedbi s dojiljama koje nisu konzumirale pivo u vremenskom razdoblju od 30 dana nakon poroda. Alkoholno pivo nije testirano iz očitih razloga [14].

Konzumiranjem 500 ml bezalkoholnog piva dnevno, kroz 45 dana, kod žena u post menopauzi došlo je do smanjenja nekoliko indikatora oksidacije proteina u organizmu te redukcije količine kolesterola. Ova zapažanja ukazuju na korisne učinke u borbi protiv kroničnih upala niskog stupnja i prevenciji metaboličkih poremećaja tijekom konzumiranja bezalkoholnog piva kroz duža vremenska razdoblja [14]. ]. Ti pozitivni učinci primijećeni kod bezalkoholnog piva povezani su sa prisustvom polifenola i ostalih komponenata a ne alkohola.

Polifenoli su spojevi koji sadrže jedenu ili više hidroksilnih skupina vezanih na jedan ili više fenolnih prstenova, a imaju zaštitnu ulogu u biljkama te su prisutni u biljnoj prehrani. Polifenoli imaju sposobnost redukcije reaktivnih kisikovih i dušikovih molekula, a s time reduciraju i oksidaciju. Hidroksilne skupine na prstenovima fenolnih spojeva vežu reaktivne kisike te blokiraju dodatni kisik za ostale reakcije. Polifenoli ostvaruju svoje prirodno antioksidativno djelovanje hvatanjem slobodnih radikala s prijenosom vodikovih atoma s aktivnih hidroksilnih skupina polifenola na slobodne radikale.

Sprječavanjem oksidacije stanica i njihovog odumiranja smanjuje se rizik od bolesti kao što su dijabetes, kardiovaskularne i degenerativne bolesti, rak te različiti upalni procesi, a popravljaju se sva zdravstvena stanja vezana uz biomarkere plazme [13].

Brojne bolesti vezane uz starenje posljedica su oksidacijskog stresa. Prekomjernim stvaranjem reaktivnog kisika i dušika nastaje oksidacija, a ona uzrokuje štetu na staničnim dijelovima kao što u lipidi, proteini i nukleinske kiseline. Zbog narušavanja strukture stanica dolazi do disfunkcije stanica, a potom nastaju poremećaji vezani uz starenje i smrt organizma. Polifenoli su antioksidansi koji uspijevaju ukloniti reaktivne kisike i dušike, sprječavaju oksidaciju te usporavaju starenje i bolesti vezane uz starenje.

Polifenoli zbog svog antioksidativnog djelovanja pozitivno utječu na kognitivne sposobnosti te smanjuju mogućnost demencije u starijoj dobi. Antioksidansi smanjuju oksidativni stres mozga koji je povezan s neurodegenerativnim bolestima.

Nekoliko istraživanja je potvrdilo da polifenoli produljuju životni vijek nekih vrsta, kao što je npr. kvasac [13].

### **5.1.2. Vitamini B skupine u pivu**

Vitamin B ima funkcionalnu ulogu u raznim organima i tjelesnim sustavima, a popis organa i sustava u kojima ima važnost se povećava. Konzumiranjem piva povećava se unos vitamina B1 i B2, a posebno vitamina B6 i B12. Zapaženo je da osobe koje konzumiraju pivo imaju 30 % više vitamina B u organizmu od onih koji ga ne konzumiraju [15].

Vitamin B u pivo nastaje kao nusprodukt kvasaca tijekom fermentacije. Da bi unijeli vitamine B skupine potrebno je konzumirati pivo u umjerenim količinama jer unošenje visokih količina alkohola u organizam troši više vitamina nego što smo ih unijeli. Vitamini B skupine mogu utjecati na očuvanje zdravlja tako što stvaraju energiju, pospješuju normalnu funkciju živčanog sustava, reguliraju hormone, utječu na mentalno zdravlje te na zdravlje srca i imunološkog sustava. Ukoliko želimo sa sigurnošću da alkohol neće uništiti unesene vitamine putem piva unijeti vitamine B skupine može se konzumirati bezalkoholno pivo [16].

## 5.2. Potencijalni negativni učinci piva na zdravlje

Iako pivo konzumirano u umjerenim količinama može imati pozitivan učinak na ljudsko zdravlje, ako se konzumira u prevelikim količinama može imati negativne posljedice, najčešće zbog konzumiranja velikih količina alkohola.

Konzumiranje alkohola u prekomjernim količinama povećava rizik od pojave raka usta, ždrijela, grkljana, jednjaka, jetre, debelog crijeva i dojke. Iako alkohol konzumiran u umjerenim količinama smanjuje vjerojatnost nastanka demencije konzumiran u prekomjernim količinama povećava vjerojatnost od nastanka demencije i depresije. Ono pivo koje je pakirano u aluminijskim limenkama može imati povećani udio aluminijskih i ostalih metala u svome sastavu zbog kiselosti piva ako nije korišten kvalitetan aluminij. Postoji mogućnost direktne povezanosti između prisutnosti aluminijskih u tkivu i pojave neurodegenerativnih poremećaja [11].

„Pretjerani unos energije kao što je alkohol može potrošače predisponirati za pretilost, posebno kod osjetljivih pojedinaca. Potrošači koji piju visokoalkoholna (jaka) piva skloniji su pretilosti od onih koji konzumiraju piva slabije alkoholne jačine.“[11]

Zbog alkohola u pivu, kao i u ostalim pićima, može doći do povećanja koncentracije mokraćne kiseline u plazmi krvi. Zbog većeg udjela purina u pivu, nasuprot drugih alkoholnih pića pivo uzrokuje najviše povećanje mokraćne kiseline u plazmi, no zamijećeni su i slučajevi u kojima pivo smanjuje udio mokraćne kiseline u plazmi krvi. Nad ovom pojavom potrebno je provesti dodatna istraživanja [11].

Konzumiranje alkohola u velikim količinama uzrokuje povećanje krvnog tlaka te ima negativan utjecaj na probavni sustav i učestalost hepatitisa te uzrokuje ciroze jetre. Zbog visokog udjela zaostalih šećera i niske pH vrijednosti konzumiranje piva u velikim količinama ima negativan utjecaj na zdravlje zubi.

Pivo može sadržavati velike količine biogenih amina koji mogu uzrokovati trovanje hranom. Neki od simptoma trovanja su glavobolja, respiratorne smetnje, ubrzani rad srca, crvenilo lica, svrbež, oticanje, proljev, povraćanje i nekoliko poremećaja povezanih s alergijama [11].

## 6. Zaključak

Pivo se proizvodi od početka ljudske povijesti, stoga ga možemo nazvati jednim od najstarijih prehrambenih proizvoda te je imalo vjerski i kulturološki značaj u brojnim civilizacijama i društvima. Jedno je od omiljenih pića u svijetu zbog svoje sposobnosti da umanjuje žeđ, osvježava i daje energiju potrošaču piva jer sadrži ugljikov-dioksid i alkohol.

Pivo se proizvodi iz osnovnih sirovina kao što su voda, ječmeni slad, hmelj i kvasac pri čemu se odvija niz tehnoloških i biokemijskih procesa. Kako se pivo proizvodi u velikim količinama, bitno je da se proizvodni procesi dobro i precizno kontroliraju da bi se proizvelo pivo željene kvalitete te da ne bi došlo do kvarenja i gubitaka u proizvodnji piva.

Ukoliko se pivo konzumira u umjerenim količinama biokemijski spojevi koje sadrži mogu imati pozitivno djelovanje na ljudski organizam. Utvrđeno je da pomažu kardiovaskularni i probavni sustav, utječu na kognitivne sposobnosti te na neurodegenerativne bolesti na osnovi sprječavanja oksidacije stanica, a s time i njihovog odumiranja. Pivo također sadrži neke od minerala i vitamina potrebnih za pravilno funkcioniranje ljudskog organizma, a posebno vitamine B6 i B12.

Ukoliko se pivo konzumira s ciljem unošenja blagotvornih tvari u organizam savjetuje se korištenje bezalkoholnog piva jer alkohol u velikim količinama troši unesene elemente i tvari, no i pivo s alkoholom konzumirano u umjerenim količinama djeluje na pozitivan način.





## IZJAVA O AUTORSTVU

Završni/diplomski/specijalistički rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, *Luka Antoljak* (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog rada pod naslovom *Pivo: proizvodnja i potencijalni učinci na zdravlje* (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:  
*Luka Antoljak*

(vlastoručni potpis)

Sukladno članku 58., 59. i 61. Zakona o visokom obrazovanju i znanstvenoj djelatnosti završne/diplomske/specijalističke radove sveučilišta su dužna objaviti u roku od 30 dana od dana obrane na nacionalnom repozitoriju odnosno repozitoriju visokog učilišta.

Sukladno članku 111. Zakona o autorskom pravu i srodnim pravima student se ne može protiviti da se njegov završni rad stvoren na bilo kojem studiju na visokom učilištu učini dostupnim javnosti na odgovarajućoj javnoj mrežnoj bazi sveučilišne knjižnice, knjižnice sastavnice sveučilišta, knjižnice veleučilišta ili visoke škole i/ili na javnoj mrežnoj bazi završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice, sukladno zakonu kojim se uređuje umjetnička djelatnost i visoko obrazovanje.

## 7. Literatura

Internet izvori:

- [1] V. Glivar: Tehnološki proces proizvodnje piva i zaštita na radu u tvornici „Heineken Hrvatska“, Završni rad, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2016
- [2] J. Conway: World beer production, 2019.
- [3] <https://nellacro.wordpress.com/2015/03/23/povijest-piva/>
- [4] Zakon o hrani, članak 94., stavak 2., Pravilnik o pivu
- [5] Materijali iz kolegija Suvremeni procesi u proizvodnji slada i piva
- [6] P. M. Malcev: Tehnologija slada i piva, Beograd, 1967.
- [7] S. Gaćeša: Tehnologija slada sa sirovinama za tehnologiju piva, Poslovna zajednica industrije piva i slada Jugoslavije, Beograd, 1979.
- [8] Zakon o hrani, članak 55., stavak 1., Pravilnik o općem deklariranju ili označavanju hrane
- [9] C. W. Bamforth: Nutritional aspects of beer, Nutrition Research, 2002.
- [10] V. Marić, Z. Nadvornik: Pivo tekuća hrana, Zagreb, 1995.
- [11] S. Sohrabvandi, A. M. Mortazavian, K. Rezaei: Health-Related Aspects of Beer, International Journal of Food Properties, 2012.
- [12] S. Collin, V. Jerkovic, M. Bröhan, D. Callemien: Polyphenols and Beer Quality, 2013.
- [13] C. A. Zugravu, C. Medar, L. S. C. Manolescu, C. Constantin: Beer and Microbiota: Pathways for a Positive and Healthy Interaction, Nutrients, 2023.
- [14] R. Ambra, G. Pastore, S. Lucchetti: The Role of Bioactive Phenolic Compounds on the Impact of Beer on Health, 2012.
- [15] M. L. Cravo, L. M. Gloria, J. Seihub, M. R. Nadeau, M. E. Camilo, M. P. Resende, J. N. Cardoso, C. N. Leitao, and F. C. Mira: Hyperhomocysteinemia in chronic alcoholism: correlation with folate, vitamin B (-1)2, and vitamin B-6 status, 1996.
- [16] <https://vitamini.hr/hrana-i-zivot/hrana/nutritivni-i-zdravstveni-aspekti-piva-1718/>

## Popis slika

[1] Slika 1. Različite vrste piva

<https://www.klix.ba/lifestyle/zdravlje/spoj-kvasca-hmelja-slada-i-vode-znate-li-koje-vrste-piva-preporucuju-nutricionisti/230317154>

[2] Slika 3.1 Četiri osnovna sastojka za proizvodnju piva

<https://gospodarski.hr/rubrike/ostalo/prilog-broja-kako-proizvesti-pivo/>

[3] Slika 4.1 Shematski prikaz procesa proizvodnje piva

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10942912.2010.487627#d1e433>

[4] Slika 4.2 Fermentacija piva visokog intenziteta

<https://hocupivo.com/fermentacija/>

[5] Slika 4.3 Punjenje ambalaže

<https://www.arz.hr/kako-je-pocela-proizvodnja-piva/>

[6] Slika 5.1 Vrste polifenolnih spojeva

<https://repozitorij.ptfos.hr/islandora/object/ptfos%3A1044/datastream/PDF/view>