Uloga filtracije u proizvodnji piva

Kušter, Dragutin

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:128:249898

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-25**

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
Karlovac University of Applied Sciences

Repository / Repozitorij:

Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

STRUČNI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

Smjer: Pivarstvo

Dragutin Kušter

ULOGA FILTRACIJE U PROIZVODNJI PIVA

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, rujan 2016.

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

STRUČNI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

Smjer: Pivarstvo

Dragutin Kušter

ULOGA FILTRACIJE U PROIZVODNJI PIVA

ZAVRŠNI RAD

Mentor: Sandra Zavadlav, dipl. ing.

Broj indeksa studenta: 0314611003

Karlovac, rujan 2016.

Predgovor

Zahvaljujem mentorici, Sandri Zavadlav, dipl. ing. – višem predavaču na nesebičnoj pomoći koju mi je pružila tijekom studiranja i da ovaj završni rad dobije svoj konačni izgled. Hvala Vam na strpljenju, dostupnosti, savjetima i pomoći.

Također se zahvaljujem Tatjani Ivančić, dipl. ing, voditeljici i organizatorici proizvodnje Carlsberg Croatia koja mi je bila velika pomoć u planiranju i izvođenju stručne prakse te obradi podataka.

Zahvaljujem svim profesorima i asistentima Veleučilišta u Karlovcu koji su nesebično prenijeli svoje znanje i pomogli mi uspješno završiti školovanje.

Neizmjerno hvala mojoj obitelji na pruženoj potpori tijekom studiranja i što su mi omogućili da ovaj studij uspješno privedem kraju.

Sažetak

ULOGA FILTRACIJE U PROIZVODNJI PIVA

Pivo je proizvod alkoholnog vrenja pivske sladovine, pjenušavo slabo alkoholno piće gorkog okusa i hmeljne arome. Proizvod je potpuno prirodan i biološki uravnotežen stoga se s pravom smatra "tekućom hranom". Energetska vrijednost jedne litre standardnog piva odgovara energetskoj vrijednosti jedne litre punomasnog mlijeka.

Da bi se dobio bistar proizvod potrebno je u procesu proizvodnje primijeniti tehnološku operaciju filtracije.

Filtracija je najučinkovitija metoda izdvajanja većih čvrstih čestica i stanica kvasca iz dovrelog piva. U procesu proizvodnje razlikuju se dvije filtracije - filtracija sladovine i filtracija gotovog proizvoda.

Filtracija gotovog proizvoda vrši se kada se iz njega žele ukloniti zaostale čestice kvasca i druge tvari koje se tamo mogu naći.

Tokom filtracije u pivo se dodaju arome, aditivi i boja u svrhu što boljeg krajnjeg proizvoda.

Cilj ovog rada bio je prikazati tehnološki proces filtracije piva, te usporediti rezultate parametara kvalitete nefiltriranog svijetlog lager piva sa rezultatima nakon filtracije svijetlog lager piva, *"piva donjeg vrenja"*.

Ključne riječi: proizvodnja piva , filtracija, sladovina, filtri

Abstract

The beer is fizzy low-alcohol beverage bitter taste and with hop aroma. The product is the alcoholic fermentation beer worth. Beer is entirely natural and biologically balanced product, and it is rightly considered "liquid food". The energy value of one liter of standard beer is equal to the energy value of one liter of whole milk.
Filtration is the most effective method of allocation of larger solid particles and yeast cells from beer. There are two filtration - filtration of the worth filtration and the final product.
Filtration of beer is performed on the finished product when it goes through a wish to remove residual yeast particles and other substances that can be found there.
During filtration in beer are added flavors, some additives, colors, all in order to achieve the best end product.

The aim of this study was to demonstrate the technological process of filtration of beer, and compare the results parameters unfiltered light lager beer with the results of the filtration of light lager beer, "beer of the lower boiling point."

Key words: beer tehnology, filtration, wort, filters

SADRŽAJ

Sažetak 0
SADRŽAJ 0
1. UVOD 1
2. TEORETSKI DIO 2
2.1. Tehnološki proces proizvodnje piva 2
3. EKSPERIMENTALNI DIO 16
3.1. Materijali 16
3.2. Metode 16
4. REZULTATI 22
5. RASPRAVA 27
6. ZAKLJUČCI 30
7. LITERATURA 31
8. POPIS SLIKA I TABLICA 32

1. UVOD

Pivo je osvježavajuće piće s malom koncentracijom alkohola i karakterističnom aromom po hmelju, dobiveno vrenjem pivske sladovine pomoću specijalnih sojeva pivskog kvasca.
Stupanj i postupak dorade ovisi o trajanju i uspješnosti odležavanja/doviranja i dozrijevanja piva.
Poznato je da tijekom procesa glavnog vrenja i zrenja dolazi do određenih fizikalno-kemijskih i organoleptičkih promjena u sastavu i osobinama piva. Pivo se bistri, stanice kvasca i druge suspendirane tvari bjelančevinsko-taninskog kompleksa se talože, a oslobođeni ugljik-dioksid se veže za pivo, tako da poprima svoj konačan sastav, okus i druge osobine.
Piva kratke trajnosti se podvrgavaju samo prvom postupku, tj. bistrenju, pri čemu se uz izdvajanje suspendiranih čestica provodi i djelomična biološka, a prema potrebi i koloidna stabilizacija.
Ukoliko je postupak odležavanja vremenski kratak, bistrenje se izvodi pomoću sredstava za bistrenje.
Osnovni postupci za bistrenje piva su filtracija i centrifugiranje (separacija) kojima se uklanjaju stanice kvasca, proteini i hmeljne tvari. Pivo se potpuno bistri pomoću filtera ili centrifugalnih separatora za pivo.
Osnovna prednost filtracije piva je mogućnost oštrije filtracije i postizanje veće bistrine. Kvaliteta filtracije gotovog piva zavisi od pravilnog izbora i doziranja kisel-gura koji odgovara zahtjevima za postizanje određenog stupnja bistrine piva. U većini slučajeva čestice zamučenja koje treba odstraniti iz piva su male pa je potrebno stvoriti odgovarajući porozni sloj koji će te čestice zadržati prilikom filtracije. To je način se iz tekuće faze izdvajaju čestice tako da se dobije bistra tekućina. Za filtriranje se obično koriste filtracioni ulošci koji su izrađeni u vidu ploća od kombinacije celuloze i pamuka. Na filtracionim uloscima se formira prvo jedan naplavni sloj grubog kisel-gura, a zatim se nanosi kisel-gur finije granulacije koji formira filterski sloj koji zadrzava čestice i na taj način omogućava da kroz filtracijske slojeve prolazi potpuno čist filtrat, oslobođen svih taložnih tvari i stanica kvasca.

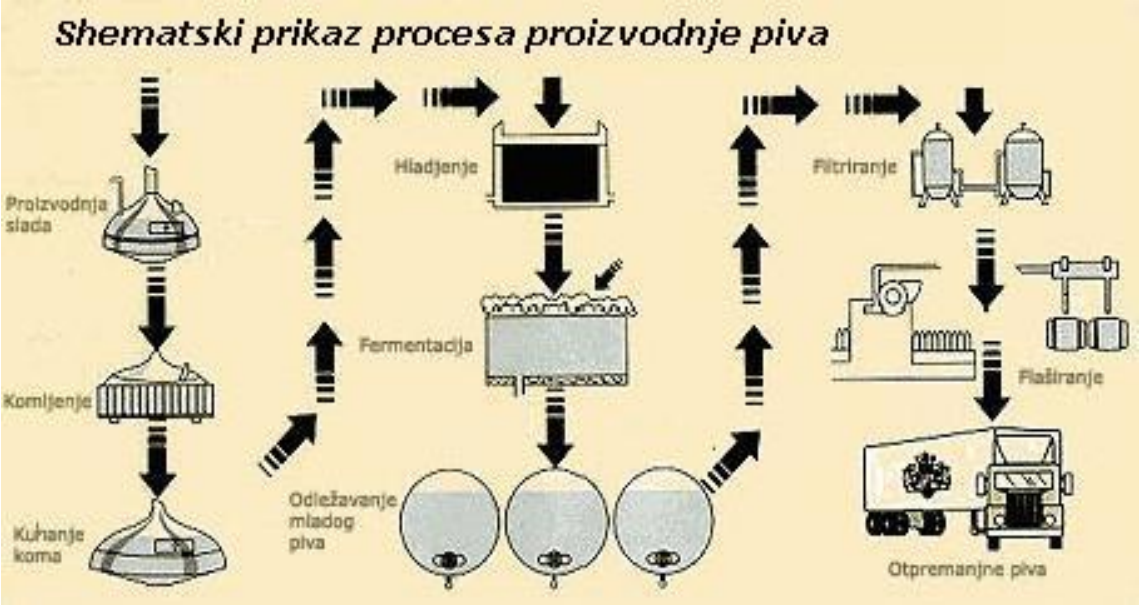
Filtracija piva ima veliki značaj kao posljednja faza proizvodnog procesa. Tako filtrirano pivo ima sve karakteristike koje traže potrosači. Filtrirano pivo treba biti kristalno bistro sa potrebnom trajnosti, okusom i ostalim karakteristikama. filtriranog piva.

2. TEORETSKI DIO

2.1. Tehnološki proces proizvodnje piva

Proizvodnja piva se sastoji od najmanje tri osnovne tehnološke faze:

- Proizvodnja sladovine
- Glavno vrenje sladovine i naknadno vrenje (dozrijevanje) mladog piva
- Bistrenje i istakanje piva



Slika 1. Shema proizvodnje piva. Izvor: http://www.pinta.hr/o_pivu/izrada_piva.html

Proizvodnja sladovine

Proces proizvodnje sladovine može se podijeliti na sljedeće faze:

- mljevenje slada
- ukomljavanje ili ekstrakcija slada
- filtracija sladovine
- vrenje i hmeljenje sladovine
- bistrenje i hlađenje sladovine.

Mljevenje slada

Mljevenje slada predstavlja mehaničku pripremu slada za ekstrakciju. Glavni zadatak mljevenja slada je olakšavanje i ubrzavanje fizikalnih i biokemijskih procesa razgradnje sadržaja zrna slada u cilju maksimalno mogućeg prevođenja ekstraktivnih tvari u vodenu otopinu (sladovinu).

Slad mora biti čist, sortiran i sa jednoličnom veličinom zrna, što je sve od posebnog značaja za postizanje dobrog sastava prekrupe.

Ukomljavanje ili ekstrakcija slada

Ukomljavanje ili ekstrakcija slada je proces kojim se netopivi dijelovi slada i nesladovane žitarice provode u topivi oblik putem enzimske hidrolize. U sladu ima malo sastojaka koji su topivi u vodi (od 10 do 15%). Sastojci slada topivi u vodi su: šećeri, dio bjelančevina i proizvoda njihove razgradnje, te male količine pentozana, pentoza, heksozana i heksoza, pektina, taninskih i gorkih kiselina. Da bi škrob i drugi dio bjelančevina prešli u topiv oblik, potrebna je daljnja razgradnja putem enzimske hidrolize koja se odvija pod utjecajem amilolitičkih i proteolitičkih enzima. Amilaze razgrađuju škrob na maltozu, glukozu, maltotriozu, maltodekstrine i više dekstrine, dok proteolitički razgrađuju bjelančevinaste tvari do jednostavnijih, topivih oblika. Kao sredstva za reguliranje enzimskih procesa tijekom ukomljavanja služe temperatura, pH i inaktivacija jednog dijela enzima kuhanjem dijela komine. Temperature koje se koriste kreću se u rasponu od 65 (razgradnja ß amilaza), 70 (razgradnja α amilaza) i 78°C (završetak ukomljavanja), dok puferske otopine sprečavaju iznenadne i nagle promjene pH.

Slika 2. Komovnjak. Izvor: vlastita fotografija

Filtracija sladovine

Ošećerena komina sastoji se od čvrste faze koju čine nerastvoreni dijelovi drobljenog slada (tropa) i vodenog rastvora ekstraktivnih materijala (sladovine). Odvajanje tropa od sladovine vrši se filtracijom. Kod toga trop zadržava znatnu količinu ekstrakta koja se iz njega izvlači ispiranjem sa vrućom vodom. Stoga se proces filtracije sastoji od dva dijela; najprije se vrši filtracija osnovne sladovine, a zatim se prelazi na izlučivanje ekstrakta iz tropa. Kod ispiranja ekstrakta iz tropa vrućom vodom, dolazi do pojave difuzije, tj. dolazi do prelaska molekula iz više koncentracije prema nižoj koncentraciji. Da bi se sam proces difuzije ubrzalo, trop se neprestano miješa i neprestano mu se dovodi vruća voda.

Sladovina i voda od ispiranja tropa moraju biti bistri, jer samo takva sladovina daje pivu karakterističan okus bez teškoća prilikom daljnje prerade, pa filtracija, prije svega, mora omogućiti odvajanje ekstraktivnih tvari od nerastvorenog dijela u najkraćem vremenu i uz najmanje gubitke. Za filtraciju se najčešće upotrebljava bistrenik i filterpreša. Princip djelovanja sastoji se u zadržavanju taloga suspendiranih čestica tropa na filtracijskim sitima. Kvaliteta filtracije zavisi i od samog tlaka kojim se proces obavlja. Ako filtracija započne nižim tlakom i on postepeno raste, dobiva se čišći filtrat, pa sama brzina filtracije zavisi od sastava taloga, debljine sloja i tlaka. Što se više propusna moć taloga smanjuje, potreban je veći tlak.

Vrenje i hmeljenje sladovine

Zadatak kuhanja sladovine sa hmeljom je prvenstveno stabilizacija sladovine i njena aromatizacija sa hmeljom. Tijekom kuhanja sladovine događaju se brojne fizikalno-kemijske promjene:

- razgradnja i rastvaranje hmelja u jednostavnije spojeve
- koagulacija bjelančevina i njihovo izdvajanje u vidu pahuljica
- isparavanje vode u cilju postizanja standardne koncentracije osnovnog ekstrakta
- sterilizacija sladovine
- inaktivacija enzima
- bojenje sladovine
- oksidacija sladovine.

Procesu koagulacije mora se obratiti posebna pažnja, jer i najmanji sadržaj nekoaguliranih bjelančevina dovodi do zamućenja, pa se nastoji da takve bjelančevine budu što potpunije

uklonjene iz piva. U pivu, gorke čestice uglavnom predstavljaju izohumulon, izokohumulon i izoadhumulon koje potiču iz hmelja, no i kemijski sastav vode utječe na intenzitet gorčine. Od vode karbonatne tvrdoće dobiva se sladovina vrlo gorkog okusa, dok mekša voda daje sladovinu sa manje gorkim okusom. Kod kuhanja sldovine sa hmeljom treba posebno obratiti pozornost na pH. Prije samog vrenja pH sladovine bi trebao biti od 5,4 do 5,5 jer je kod tih vrijednosti oksidacija najmanja. Dužina kuhanja ovisi o koncentraciji ekstrakta u osnovnoj sladovini za određene sorte piva, te traje od 1,5 do 2,5 sata. Količina hmelja koja se upotrebljava kod hmeljenja piva kreće se u granicama od 100 do 500 g po hl piva, što najviše ovisi o sorti piva koja se proizvodi, koncentracij ekstrakta u osnovnoj sladovini, kvaliteti hmelja, kemojskog sastava vode, pH sladovine, postupku proizvodnje piva. Svjetla piva u odnosu na tamna zahtjevaju 20-30% više hmelja po hektolitru piva. Razlog je da svjetla piva trebaju imati hmeljnu gorčinu, dok su tamna piva slabo aromatičnog ukusa.

Nakon završenog kuhanja hmeljne sladovine, prepumpava se preko cjedila za hmelj u taložnjak. Na dnu hmeljnog cjedila nalaze se sita gdje ostaje hmeljni trop i dio koaguliranih bjelančevina, a bistra sladovina izlazi kroz sita i odlazi do taložnjaka. Hmeljni trop koji ostaje u cjedilu sadrži dosta upijene sladovine koja se ispire sa toplom vodom, pa se na 1 kg dodanog hmelja nalazi od 6 do 7 litara sladovine.

Bistrenje i hlađenje sladovine

Zadatak procesa hlađenja je sniženje temperature koja odgovara potrebama početnog stadija vrenja i zasićenja kisikom iz zraka u cilju postizanja vrenja. Osim toga treba se izdvojiti talog kako bi se dobila bistra sladovina kao jedna od osnovnih produkata za pivo visoke kvalitete.

U sladovini koja dolazi na hlađenje nalaze se bjelančevine koje čine fini talog. Sniženjem temperature one se talože kao i druge čestice. Za vrijeme hlađenja sladovina se mora zasititi kisikom iz zraka i osloboditi grubog taloga, pa se sladovina hladi u dvije faze, pa se dobiju dvije vrste taloga - vrući i hladni talog.

Vrući talog koagulira u vidu krupnih pahuljica prilikom taloženja sladovine.

Sastav vrućeg taloga je slijedeći:

- od 50 do 60% bjelančevina
- od 15 do 20% smole od hmelja
- od 20 do 30% drugih organskih tvari

- od 3 do 20% pepela.

Sladovina pod pritiskom pumpe ulazi u taložnjak i tom prilikom dolazi do njenog kružnog kretanja. Uslijed toga formira se talog u centru posude u obliku kupe koja ostaje na dnu nakon ispuštanja sladovine. Hladni se talog počinje izdvajati na temperaturi ispod 60 °C. Njega čini:

- od 60 do 70% bjelančevina
- ostatak su taninske tvari.

Za uklanjanje hladnog taloga koristi se Venturijeva cijev, tj. proces koji se zove flotacija. Suština flotacije je u tome, što se u rashlađenu sladovinu, iz koju je izdvojen grubi talog pomoću Venturijeve cijevi, ubrizgavan zrak. U tanku se zbog toga stvara pjena koja se penje prema gornjim slojevima i površini, noseći za sobom hladni talog. Sa zrakom se kroz cijev istovremeno dodaje i kvasac pa se na taj način vrši aeracija i istovremeno dodavanje kvasca, pa se poslije toga sladovina pumpa na vrenje.

Fermentacija

Fermentacija je biološki proces pri kojem kvasci razmnožavajući se razgrađuju šećer na alkohol i CO_2, uz stvaranje spojeva poput diacetila, fusel alkohola (imaju više od 2 atoma ugljika), estera, fenola i sumpora. Ovim procesom započinje stvaranje piva.

$$\mathbf{C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2}$$

Proces fermentacije započinje prebacivanjem prvog uvarka u fermentor, kojem se dodaje kvasac. U fermentore stanu 3, 4 ili 5 uvaraka, ovisno o veličini fermentora, ali kvasac se dodaje samo u prvi uvarak. Fermentori se ne smiju napuniti do vrha jer treba ostati prostora za pjenu i rad kvasca. Nakon završetka fermentacije kvasac se istaloži u konusni dio fermentora i ispumpava se prema tanku za otpadni kvasac. Kvasac se ne baca već se odvozi i koristi za stočnu ishranu.

Faze fermentacije

Fermentacija se dijeli u dvije faze vrenja – glavno i naknadno.

- **Faza pripreme (Lag phase) → 0 – 15 sati**

Kvasac se prilagođava novoj sredini, započinje s prikupljanjem kisika, vitamina i minerala, te amino kiselina (dušik).

- *Kisik* – za produkciju sterola, propusnost membrane
- *Vitamini i minerali* – za pokretanje enzima rasta
- *Amino kiseline* – za stvaranje proteina

Viša temperatura će rezultirati većim rastom stanica, tako da ukoliko imamo manju količinu kvasca od preporučene, možemo povisiti temperaturu pripremne faze (22-24°) i tako osigurati dovoljan rast kvasca. Ovo može dovesti do stvaranja alfa acetolaktata iz kojeg nastaje diacetyl. Esteri ne nastaju u ovoj fazi jer nema dovoljne količine alkohola .Idealno je dodati kvasac na nižoj temperaturi i pustiti da temp. poraste do temp. fermentacije u slijedećih 12-36 sati. Prednost ove metode je kontrolirani rast, što rezultira vitalnijim stanicama, manjim istjecanjem acetolaktata iz membrane (diacetil!) i čistijim okusom piva.

- **Faza rasta → 4h – 4 dana**

Kvasac konzumira šećere i stvara etanol, CO2, okus i aromu, te estere, fusel alkohole i sumpor.Dolazi do naglog povećanja broj stanica, i stvaranja sloja pjene na vrhu. Kvasci troše prvo jednostavne šećere (glukozu, fruktozu), a zatim složenije poput maltoze (enzimom maltaza). Sladovina sadrži oko 60% maltoze a tek 15% glukoze.

Nakon maltoze se fermentira maltotrioza. Kvasci se međusobno razlikuju po tome koliko dobro fermentiraju maltotriozu, pa tako oni koji ju dobro konzumiraju imaju visok stupanj iskoristivosti, a oni koji ju ne mogu razgraditi imaju slab supanj iskoristivosti.

- **Završna faza → 3 – 10 dana**

Rast se usporava, kvasci se spuštaju na dno i pivo dozrijeva. Dolazi do reabsorpcije diacetila i acetil aldehida, a sumpor izlazi iz fermentora. Kod korištenja novog kvasca u ovom trenutku se može provjeriti iskorištenje šećera te po potrebi dodati novu količinu kvasaca. Snižavanjem temperature u ovoj fazi dolazi do povećane flokulacije kvasca, tako da se smanjuje vrijeme pri kojem kvasci reabsorbiraju nusprodukte fermentacije, naročito prilikom preranog pretakanja piva (estere, diacetil..).

Temperature fermentacije

Preporučena temperatura za ale kvasce je do 20°, a za lager do 10°. Kvasci preferiraju višu temperaturu za razvoj, no pri tim se temperaturama stvaraju neželjeni okusi dok na nižim postaju dormantni, preporučene temperature su zapravo kompromis između potreba kvasca i

pivara. Temperatura vrenja je važan čimbenik brzine vrenje i kvalitete piva. U praksi se koriste različite početne temperature i završne temperature vrenja pa se stoga razlikuju.

- Hladno vrenje → 5-6°C – 8-9°C
- Toplo vrenje → 5-6°C – 10-11°C
- Ubrzano vrenje 8-12°C -15-18°C

Hladnim vrenjem se u pravilu postiže bolja kvaliteta piva jer konačni proizvod sadrži manje nusproizvoda (viši alkoholi, esteri), a pjena, stabilnost pjene i okus su bolji.

Ukoliko dođe do rasta/pada temperature, kvasci počinju ispuštati proteine koji štite staničnu membranu od temperaturnog šoka. Nastanak ovih proteina umanjuje sposobnost kvasca da stvara druge proteine nužne za normalan rast i razvoj.

Filtracija gotovog proizvoda

Filtracija je tehnološka operacija pri kojoj dolazi do razdvajanja krutih čestica od fluida, prolaskom fluida kroz filtracijski medij na kome se zadržavaju krute čestice. U principu fluid može biti tekućina ili plin. Međutim filtracija u užem smislu podrazumijeva razdvajanje heterogenih mješavina tekućih i krutih tvari pomoću šupljikave pregrade (filtarskog sredstva), koja propušta samo tekućinu (filtrat). Krute čestice zaustavljaju se na filtarskom sredstvu i tvore filtarski kolač kroz koji protječe tekućina, ili u drugom slučaju krute čestice se skupljaju u elementima filtarskog sredstva. Protok tekućine kroz filtar je rezultat djelovanja bilo hidrostatskog tlaka tekućine (gravitacije) ili drugim načinom postizanja pretlaka (povišeni tlak) ili podtlaka (vakuum), bilo centrifugalne sile. U slučaju djelovanja hidrostatskog tlaka govori se o prirodnom (prirodna filtracija), a u drugom slučaju o prisilnom pogonu (prinudna filtracija).
Pri filtriranju kroz kolač, krute čestice se zaustavljaju na površini filltarskog sredstva, nagomilavaju se i stvaraju kolač, kojem debljina neprestano raste. Primjenjuje se za filtriranje suspenzija sa volumnim udjelom krutih čestica većim od 1% (veće koncentracije krute faze) kada je osnovni cilj da se iznad filtracijskog sredstva (šupljikave pregrade) stvori filtarski kolač koji će predstavljati upravo sredstvo za filtraciju.

Kod filtriranja kroz filtarsko sredstvo (dubinsko filtriranje) krute čestice se zaustavljaju unutar filtarskog sredstva. U tom slučaju se pore filtarskog sredstva mnogo prije začepe nego što ima mogućnosti da nastane filtarski kolač. Potrebna je česta izmjena filtarskog sredstva da bi se

moglo provesti daljnje filtriranje. Ovaj tip filtriranja upotrebljava se za suspenzije s malim volumnim udjelom krutih čestica.

Filtracija je vjerojatno najučinkovitija metoda izdvajanja većih čvrstih čestica i stanica kvasca iz dovrelog piva. Pivo pod tlakom prolazi kroz filtarsko sredstvo na kojem ili u kojem se formira filtarski „kolač“ od zadržanih čvrstih čestica.Zbog stalnog povećanja filtarskog kolača povećava se otpor prolazu tekuće faze, pa se brzina filtracije smanjuje.Osnovna prednost filtracije piva je mogućnost oštrije filtracije i postizanje veće bistrine. Kvaliteta filtracije gotovog piva zavisi od pravilnog izbora i doziranja kisel-gela koji odgovara zahtjevima za postizanje određenog stupnja bistrine piva. U većini slučajeva čestice zamućenja koje treba odstraniti iz piva su male, pa je potrebno stvoriti odgovarajući porozni sloj koji će ove čestice zadržati prilikom filtracije. Na taj način se iz tekuće faze izdvajaju čestice i dobije se bistra tekućina. Za filtriranje se obično koriste filtracijski ulošci koji su izrađeni u obliku ploča iz kombinacije celuloze i pamuka. Na filtracijskim uloščima se formira prvo jedan naplavni sloj grubog kisel-gela, a zatim se nanosi kisel-gel finije granulacije koji formira filterski sloj koji zadržava čestice i na taj način omogućava da kroz filtracijske slojeve prolazi potpuno čist filtrat, oslobođen svih taložnih tvari i stanica kvasca.Filtrirano pivo dolazi u tankove pod tlakom u kojima se treba zadržati od 8 do 12 sati prije punjenja. Zadržavanje piva u tankovima ima svrhu da se pivo ohladi na temperaturu od 1 do 2°C kako bi se spriječilo pjenušanje u procesu otakanja piva. Pivo se puni pod izobarometarskim pritiskom. Pod ovim pojmom se podrazumijeva konstanti protu-pritisak ugljik dioksida kojim se omogućuje normalno punjenje piva i koji sprečava gubitak ugljik dioksida i oksidaciju piva.

Tipovi filtara

U pivovarama se uglavnom koriste:

- **Naplavni filtri** s ravnim pločama, svijećama, diskovima i uloščima za primarno uklanjanje kvaščevih stanica iz piva
- **Slojni filtri ili filteri sa slojnicama**, koji se koriste nakon naplavnog filtra za sekundarnu filtraciju piva
- **Modularni i membranski filtri** – također za sekundarnu filtraciju

Naplavni filtri

Filtracija se provodi kroz sloj dijatomejske zemlje naplavljene na sito ili drugi osnovni filtarski materijal s otvorima čiji je promjer mnogo veći od promjera dijatomejske zemlje, prikazano na Slici 3.

Slika 3. Naplavni filtar. Izvor: vlastita fotografija

Da čestice dijatomejske zemlje ne bi prolazile kroz velike otvore sita, prije početka filtracije treba dva puta naplaviti sita s dijatomejskom zemljom, koja se tijekom filtracije kontinuirano dozira u pivo.

Primjenjuje se:

- **Osnovno ili primarno naplavljivanje** – uz recirkulaciju koncentrirane suspenzije grube zemlje u vodi, kako bi se na situ formirao primarni sloj zemlje koja sprečava prolazak grubih čestica, a otporan je na tlak
- **Drugo naplavljivanje** – sa suspenzijom finije zemlje da bi nastao ravnomjerno raspoređen, tzv. sigurnosni sloj debljine 1,5 – 3 mm.
- **Stalno doziranje smjese** – srednje fine i fine dijatomejske zemlje u pivo tijekom filtracije kako bi se postigla dobra propusnost filtracijskog sloja i stalni protok i

postepeno smanjenje izlaznog tlaka (0,1 – 0,3 bara /h) bez „probijanja“ filtarskog sloja.

Pomoćno filtracijsko sredstvo suspendirano u vodi ili pivu se nalazi u uređaju za doziranje koji ima dvije pumpe, centrifugalnu za naplavljivanje filtra prije početka filtracije i membransku za doziranje tijekom filtracije.

Slika 4. Posuda za usip dijatomejske zemlje. Izvor: vlastita fotografija

Okvirni/pločasti horizontalni filtar

Sastoji se od postolja, izmjenično postavljenih okvirnih i filtracijskih ploča preko kojih su prebačene filtarske marame kao osnovno filtarsko sredstvo od celuloznog vlakna ojačanog kondenzacijskim smolama. Nakon sastavljanja i pritezanja filtra u ramama se dobiva šuplji prostor za naplavljivanje dijatomejske zemlje. Nakon filtracije filtar se rastavlja, a naplavljena dijatomejska zemlja s kvaščevim stanicama i drugim čvrstim česticama se ispire mlazom vode kako bi se marame mogle ponovno koristiti.

Svijećasti vertikalni filtar

To je cilindrično - konusna posuda pod tlakom. Ispod poklopca se nalazi ploča s obješenim filtarskim svijećama. Filtarske svijeće su okrugle perforirane cijevi omotane profiliranom

žicom, a razmak između navoja iznosi 50 – 80 μm. Ovisno o dužini, promjeru i broju svijeća, filtracijska površina može prelaziti 150 m^2. Dakle takvi uređaji imaju veliki filtracijski kapacitet, a zauzimaju mnogo manje prostora od horizontalnih filtara s pločama.

Ostali naplavni filtri

- **Filtri s diskovima,** koji se sastoje od horizontalnih ili vertikalnih cilindara s verrtikalno, odnosno horizontalno postavljenim diskovima na koje se naplavljuje dijatomejska zemlja.
- **Okretni vakuum filtar** čija je vanjska strana bubnja prevučena s filtarskim platnom na koje se naplavljuje pomoćn filtracijsko sredstvo, a u bubnju se održava vakuumm.

Slojni filtri ili filteri sa slojnicama

To su horizontalni filtri sastavljeni od filtarskih ploča i između njih umetnutih uložaka. Pivo se dovodi odozdo i odozgo na svaku drugu ploču; bistri dio prolazi kroz uložak i izlazi preko druge ploče. Prema tome, ploče i slojnice se slažu naizmjence. Slojnice su izrađene od smjese celuloze i dijatomejske zemlje. Ovisno o granulaciji dijatomejske zemlje i strukturi vlakana celuloze razlikuju se slojnice za:

- grubu
- srednje finu
- finu
- aseptični filtraciju.

Modularni i membranski filtri

- **Modularni filtri**

Moduli su sastavljeni od okruglih filtarskih elemenata izrađenih od celuloze i dijatomejske zemlje, postavljenih jedan iznad drugog na šuplju središnju cijev u metalnoj posudi. Između filtarskih elemenata su potpornjaci za održavanje razmaka, što omogućava da pivo koje teče izvana prema unutra izlazi kroz središnju cijev. Koriste se moduli s različitim promjerom pora za različitu oštrinu filtracije, što utječe na brzinu protoka. Poput slojnih filtra, modularni filtri

se koriste samo za završnu filtraciju. Pri tome se filtracijski moduli mogu preparirati s pomoćnim filtracijskim sredstvima koja iz piva uklanjaju i druge nepoželjne sastojke.

- **Membranski filtri**

Ovi tipovi filtara se koriste za filtraciju membrane na visokoporoznim nosačima ili membrane od šupljih vlakana izrađene od poliuretana, poliamida, polietilena, polikarbonata... Veličina pora u membranama je 0,1 nm do 1000 μm, a ovisi o postupku njihove proizvodnje i namjeni.

Tako se za konvencionalnu filtraciju koriste membrane s većim porama (5-100 μm), za mikrofiltraciju sa srednjim porama (10^{-1} – 10^{2} μm), a za ultra- ili nano- filtraciju s najfinijji porama (10^{-3} – 10^{-1} μm).Da ne bi došlo do brzog začepljenja finih pora u membranama i njihovog pucanja zbog povećanja ulaznog tlaka obično se koristi princip unakrsne filtracije. Pri filtraciji se mutno pivo ne dovodi okomito na membranu nego paralelno s njom. To omogućava da se zaustavljene čestice ispiru s površine membrane tako da se pivo višekratno recirkulira preko membrane. Nedostatak je što se potrebne membrane velikih površina.

Pomoćna filtracijska sredstva

Kao pomoćna filtracijska sredstva koriste se anorganski i organski praškasti materijali, promjera 2 – 4 μm, koji se naplavljuju na filtar, tj. osnovno filtarsko sredstvo (metalnu ili suknenu filtracijsku tkaninu) da bi se mogla provoditi dubinska filtracija.

Najčešće se koristi:

- **Dijatomejska zemlja (kieselgur)** dobivena sušenjem, mljevenjem i žarenjem fosilnih ostataka algi kremenjašica. Najviše se koristi pri dobivanju odmikrobljenih biotehnoloških proizvoda kao što su pivo, vino i ocat, a oštrina filtracije ovisi o omjeru fine i grube dijatomejske zemlje. U praksi se razlikuje fina, srednje fina i gruba dijatomejska zemlja, a na tržištu se nalazi pod različitim komercijalnim nazvima kao što su: filtarcell, celite, standard.

- **Perlit** – anorganski prah dobivem zagrijavanjem i mljevenjem aluminosilikata vulkanskog podrijetla, jeftiniji je od dijatomejske zemlje. Nepodoban je za filtraciju kiselih medija jer pri niskim pH vrijednostima otpušta ione Ca^{+2} i Fe^{+3} ako nije posebno obrađen s kiselinama što ga poskupljuje.

Odležano pivo iz fermentora kreće prema filtru. Radi se na niskim temperaturama radi boljeg uklanjanja zaostalih čestica kvasca i ostalih tvari koje su nakon kuhanja i fermentiranja mogle zaostati u pivu.Filtar se sastoji od niza cijevi pomoću kojih piva dolazi u sam filtar (pivo se kreće od gore prema dolje) te od onih pomoću kojih putuje prema punionici.

Slika 5. Sistem cijevi filra. Izvor: vlasita fotografija

Punjenje (otakanje) piva u ambalažu

- Bačve
- Staklene boce
- Limenke
- PET boce

Pri otakanju piva u bilo koji oblik ambalaže vrijede neka pravila:

- Sprječavanje dodira piva s kisikom zbog nepoželjne oksidacije njegovih sastojaka.
- Sprječavanja pada tlaka piva zbog sprječavanja gubitka CO_2.
- Učestalo pranje dijelova uređaja koji dolaze u dodir s pivom, kao i čitavog postrojenja za punjenje radi sprječavanja sekundarnog zagađenja.
- Redovno i potpuno nadziranje procesa punjenja

- Postupci pakiranja, pivska ambalaža kao i dugotrajno čuvanje piva u njoj mogu biti, a često i jesu uzrok smanjenja kvalitete inače dobrog piva jer:
- Dorada piva u cilju produljenja njegove trajnosti u ambalaži doprinosi gubitku punoće, svježine, okusa i mirisa
- Tijekom otakanja piva u ambalažu može doći do sekundarnog zagađenja s mikroorganizmima
- Pivo može poprimiti strani miris i okus ambalaže
- Sve vrste ambalaže ne štite pivo jednako od kemijskih promjena.

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. Materijali

Ispitivanja su provedena na uzorcima svijetlog „lager“ piva.

Pivo je spravljeno od visokokvalitetnih sirovina ječmenog slada i posebnih sorti hmelja, što daje osvježavajući okus i smanjenu gorčinu sa 4,8% alkohola.

a) **Uzorci**:
   - dvije šarže filtriranog svijetlog piva,
   - dvije šarže nefiltriranog svijetlog piva
b) **Filteri** – naplavni filtar
c) **Pomoćna filtracijska sredstva** – dijatomejska zemlja
d) **Uređaji** – Gehalmeter, pH metar, NIBEM aparat, HAZE meter, Alcolyzer Plus Beer, spektofotometar
e) **Kemikalije** – jod

3.2. Metode

a) Primarna filtracija
b) Određivanje alkohola
c) Gradiranje
d) Spektofotometrična
e) Manometrijska
f) Jodna proba

Tablica 1. Prikaz fizikalno-kemijskih parametara za određivanje kakvoće piva

Parametar kakvoće	Metoda
ekstrakt u sladovini i sadržaj alkohola	automatski analizator destilacijska
boja	spektrofotometrična
mutnoća	Optička
ugljik dioksid	manometrijska, Gehalmeter
reakcija na škrob	vizualna
pH vrijednost	pH metar
trajnost pjene	NIBEM aparat

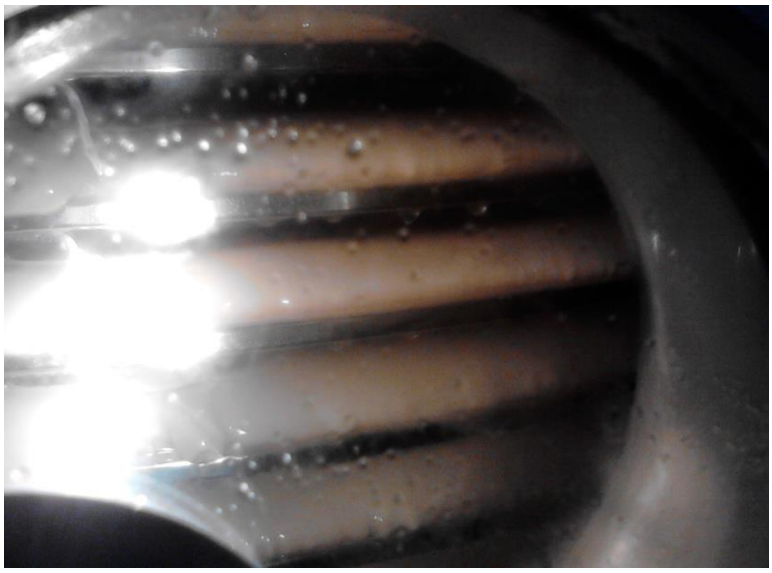
Obzirom na poslovnu tajnu industrije u kojoj je izrađen ovaj završni rad nije moguće navesti neke nazive i predočiti sve specifikacije instrumenata kojima su izvršene analize.

Primarna filtracija

U tehnološkom postupku filtracije koristila se srednje fina filtracija, sa visoko učinkovitim pločama uz 100%-tno zadržavanje kvasaca, te kapaciteta 1.2 (hl/m^2/h), prikazano u Tablici 2.

Tablica 2. Tip i učinak filtracije u ovisnosti o vrsti slojnice za filtraciju

Tip filtracije	Vrsta ploča	Učinak (%)	Kapacitet (hl/m^2/h)
Fina	Sterilne ili bakteriološke	100%-tno izdvajanje kvasca i bakterija	1,0
Srednje fina	**Visoko učinkovite**	**100%-tno zadržavanje kvasaca**	**1,2**
Gruba	Za bistrenje	85 – 100%-tno zadržavanje kvasca	1,5



Slika 6. Debljina filtarskog sloja nakon filtracije. Izvor: vlastita fotografija

Postupak određivanja mutnoće piva

Uzorci su prije mjerenja zagrijani na aparatu do temperature od 20 - 25°C.

U staklenu kivetu ulije se uzorak piva te se kiveta sa uzorkom stavlja u uređaj. Aparat se uključuje i čeka se nekoliko minuta da se vrijednost ustali. Nakon toga očita se rezultat. Slika 7. prikazuje uređaj na kojemu je određivana mutnoća piva.

Slika 7. Haze Meter – uređaj za određivanje mutnoće piva. Izvor: vlastita fotografija

Postupak određivanja ekstrakta

Količina ekstrakta mjeri se postupkom gradiranja. Taj postupak započinje uzimanje uzorka. Uzorak se zatim prelijeva da se izbaci CO_2 koji smeta kod mjerenja. Nakon oslobađanja uzorka od CO_2 uzme se uređaj, na njega se nakapa uzorak te se čeka nekoliko trenutaka da uređaj izmjeri količinu ekstrakta. Ponavlja se vrše nekoliko puta.

Postupak određivanja CO_2

Postupak započinje pripremanjem boce i podešavanjem uređaja. Boca se izmućka da se uspostavi ravnoteža u tlaku te se stavlja na uređaj. Uređaj izbuši čep boce, odzrači te se kroz izbušeni otvor umeće temperaturni senzor. Nakon nekog vremena (oko 2 min) očitaju se razultati. Boca se miče sa uređaja, a uređaj se pročisti. Uređaj za određivanje **CO_2** prikazan je na Slici 8.

Slika 8. Uređaj za određivanje CO_2 u pivu. Izvor: vlastita fotografija

Postupak određivanja boje

Spektrofotometar se korist za spektrofotometrijsko određivanje boje, vicinalnih diketona, SO_2 i željeza u pivu. Ovisno što se želi izmjeriti potrebno je odabrati valjanu valnu duljinu.

Valne duljine za određene analize:

- **Boja - 430 nm**
- Gorčina - 275nm
- VDK - 335nm
- SO_2 - 570 nm

- Željezo - 505 nm

Kada je na aparatu namještena željena valna duljina instrument je potrebno isprati tri puta redestiliranom vodom i nulirati. U čašu sa uzorkom se uroni cjevčica za uzorkovanje i najmanje dva puta propustiti uzorak kroz aparat. Kada se mjerna vrijednost ustabili, očitati absorbanciju. Pri završetku mjerenja aparat dobro isprati vodom te ga isključiti.

Slika 9. Uređaj za određivanje boje. Izvor: vlastita fotografija

Postupak određivanja škroba

Na bijelu podlogu (tanjurić) stavi se malo sladovine i na nju se kapne par kapi joda. Ukoliko otopina potamni (tamno plava boja) u sladovini je još uvijek prisutan škrob. Kad više ne dolazi do promjene boje sigurno je da sav dostupan škrob je rastvoren u šećer. Ova reakcija se naziva jodna proba.

Postupak određivanja alkohola

Nakon dodatka sredstava za otpjenjivanje i nakon filtracije, uzorak piva stavlja se u male kivetice koje se zatim stavljaju u određeno kućište instrumenta. Instrument automatski uzima uzorak po uzorak i vrši mjerenje.

Nakon završenog mjerenja instrument automatski izbacuje rezultate i prelazi na drugi uzorak. Iza svakog seta mjerenja slijedi obavezno ispiranje instrumenta destiliranom vodom.

Slika 10. Alcolyzer Plus Beer – instrument za određivanje alkohola. Izvor: vlastita fotografija

4. REZULTATI RADA

A. Priprema filtera

Tablica 3. Naplavljivanje prije tehnološkog postupka filtracije – formiranje filtarskog kolača

	Hyflo (kg)	Filtarcell (kg)	Standard (kg)	Voda (L)
Prvi naplav	46	10	-	400
Drugi naplav	-	46	46	500

Tablica 4. Formiranje slojeva

	Filtarcell (kg)	Standard (kg)	Voda (L)
1.	46	46	900
2.	46	46	900
3.	46	46	900
4.	46	-	900
5.	46	-	900
6.	23	23	900
7.	46	-	900
8.	23	23	900
9.	46	-	900
10.	23	23	900
11.	46	-	900
12.	23	23	900

B. Tehnološka operacija filtracije svijetlog lager piva

Tablica 5. Pritisci tijekom tehnološke operacije filtracije –od početnog do završnog pritiska

Vrijeme mjerenja (sat)	Ulazni pritisak (bar)	Izlazni pritisak (bar)
Početak filtracije – 9:20	2,40	2,25
10:20	3,50	2,20
11:20	3,90	2,07
12:20	4,50	1,89
13:20	5,10	1,63
14:20	5,70	1,54
15:20	6,30	1,42
16:20	7,00	1,30
17:20	7,50	1,19
18:20	8,20	1,11
19:20	9,00	1,03

C. Kontrola kvalitete gotovog proizvoda

Tablica 6. Rezultati parametara kvalitete za nefiltrirano svijetlo lager pivo

Parametar	**Jedinica mjere**	**Izmjerena vrijednost**		**Srednja vrijednost**
		Uzorak 1	**Uzorak 2**	
EKSTRAKT	%	11	11	11
ALKOHOL	vol %	4,8	4,8	4,8
pH		4,00	3,96	3,98
BOJA	[1]EBCj (European Brewing Convention colour rating)	7,50	7,50	7,50
BISTROĆA/MUTNOĆA	EBCj	0,80	0,75	0,775
CO_2	g/l	4,80	4,90	4,85
ZRAK	ml	0,20	0,30	0,25
OTOPLJENI KISIK	g/l	0,10	0,15	0,125
PJENA	sekunde	130	135	132,5
ŽIVE KVAŠČEVE STANICE	N/1 ml	50.000	50.000	50.000

[1]EBC jedinica – European Brewing Convention Unit – međunarodna jedinica boje za pivo koja je izražena kao apsorpcija koja se množi s koeficijentom 25

Tablica 7. Rezultati parametara kvalitete za filtrirano svijetlo lager pivo

Parametar	**Jedinica mjere**	**Izmjerena vrijednost**		**Srednja vrijednost**	**Dozvoljeni raspon DPP**
		Uzorak 1	**Uzorak 2**		
EKSTRAKT	%	11	11	11	10,80 – 11,20
ALKOHOL	vol %	4,8	4,82	4,81	4,70 – 4,90
pH		4,20	4,20	4,20	4,05 – 4,30
BOJA	EBCj (European Brewing Convention colour rating)	7,50	7,50	7,50	6,50 – 8,50
BISTROĆA/MUTNOĆA	EBCj	0,40	0,40	0,40	max 0,50
CO2	g/l	5,20	5,16	5,18	5,00 – 5,50
ZRAK (boca 0,5l)	Ml	0,0	0,0	0,0	0,0 – 1,5
OTOPLJENI KISIK	g/L	0,0	0,0	0,0	max 0,5
PJENA	sekunde	110	102	106	min 100
ŽIVE KVAŠČEVE STANICE	N/1 ml	0	0	0	0

[1]EBC jedinica – European Brewing Convention Unit – međunarodna jedinica boje za pivo koja je izražena kao apsorpcija koja se množi s koeficijentom 25

Tablica 8.– Najveća dopuštena odstupanja od deklarirane vrijednosti za vol. % alkohola i % ekstrakta u gotovom proizvodu

Deklarirana vrijednost	Najveće dopušteno odstupanje od deklarirane vrijednosti
a) Alkohol u % vol:	
do 0,5	+ 0,1
do 5	+ 0,5
iznad 5	+ 1,0
b) Ekstrakt u %:	
do 12	+ 0,2
preko 12	+ 0,5

PRILOG 1. Preuzet iz Pravilnika o pivu i pivu s dodacima

5. RASPRAVA

Za potrebe istraživanja korišteno je nefiltrirano svijetlo „ lager“ pivo koje je bilo potrebno filtrirati te nakon primarne filtracije provjeriti parametre kvalitete definirane Pravilnikom o pivu i pivu s dodacima i internim Pravilnicima.

Prije početka filtracije bilo je potrebno izmjeriti količinu kisika i ugljičnog dioksida. Plinovi su izmjereni Gehalmetrom. Ukoliko se pokaže prevelika količina kisika tank je potrebno propuhati sa CO_2 jer kisik negativno utječe na krajnji proizvod. Da bi pivo bilo spremno za početak filtracije količina kisika treba iznositi 20 mg/L ili manje.
Da bi započela filtracija bilo je potrebno naplavljivanje filtra.
Primarna filtracija započela je kada su bili spremni filtri za filtraciju vidljivo iz Tablica 3 i 4. U ovome istraživanju radila su se dva naplavljivanja sa tri vrste dijatomejske zemlje – svaka različitih veličina čestica. Koristila se fina (standard), srednje fina (hyflo) i gruba (filtarcell) dijatomejska zemlja. Nakon naplavljivanja na sitima filtra stvorio se tanki sloj kroz koji je prolazila svježa piva. Kako je vrijeme prolazilo taj sloj je postajao sve deblji sve dok se skoro u potpunosti nije ispunio prostor između sita. Obzirom da sloj filtarskog kolača tijekom filtracije postaje deblji, prema ostalim autorima i poštujući Dobru proizvođačku praksu koristile su se različite kombinacije usipavanja dijatomejske zemlje kako bi se filtracija mogla provesti u potpunosti. Tablica 4. prikazuje formiranje slojeva prije tehnološkog postupka filtracije. Tablica 5. prikazuje da je primarna filtracija trajala oko 12 sati, što nam govori da je osim prva dva naplavljivanja trebalo 12 puta usipavati dijatomejsku zemlju. Tablica 4. prikazuje formiranje slojeva, te da su se naplavi formirali kako bi se napravila početna podloga na sitima kroz koja će prolaziti pivo. Radila su se dva naplava, a koristila se kombinacija tri vrsta dijatomejske zemlje – hyflo, filtarcell i standard.
Za prvi naplav se koristila mješavina hyflo-a (gruba) i filtarcell-a (srednje gruba) da se zapune pore na sitima. Za drugi naplav se koristila mješavina filtarcell-a i standarda (fina) da se ravnomjerno rasporedi po svim sitima. Nakon što su se pripremili filtri započela je primarna filtracija. Prosječna filtracija ima 12 usipavanja raznih kombinacija dijatomejske zemlje, kao što je bila praksa u ovome istraživanju. U prva tri usipavanja stavljalo se po 46 kg obje dijatomejske zemlje da se zapune sita. U iduća dva umetanja stavljalo se samo filtarcell i to po 46 kg radi postizanje grublje forme. Zatim se stavljalo 23 kg filtarcell-a i 23 kg standard-a.
Nakog navedenoga stavljalo se naizmjence po 46 kg filtarcell-a i 23:23 filta : stand.
Količina vode je uvijek bila ista bez obzira na količinu dijatomejske zemlje jer je toliki kapacitet usipnog koša gdje se miješaju voda i dijatomejska zemlja.

Kod filtracije pratio se ulazni i izlazni pritisak. Filtracije je krenula na ulaznom pritisku između 2,30 i 2,80 bara, a zaustavila se na 9,00 bara. Izlazni pritisak trebao je biti između 2,40 i 2,20 bara, što je ovim istraživanjem potvrđeno. Tlakovi su se mjerili svakih sat vremena što je vidljivo iz Tablic 4. Vrijeme trajanja primarne filtracije ovisi o vrsti piva i obično traje od 9-12 sati, što se pokazalo u ovome istraživanju. Filtracija na istraživanom uzorku trajala je 10 sati. Kod filtracije svakih sat vremena zapisuje se ulazni i izlazni pritisak što je propisano Dobrom proizvođačkom praksom. Kada je ulazni pritisak dosegnuo 8,80 bar-a krenulo se sa završetkom filtracije i zatvorili su se cjevovodi iz fermentora prema filtaru.

Ostatak koji je ostane u cijevima prošao je kroz filtar i tako ulazni pritisak je došao do krajnje granice od 9,00 bar-a. Što je veći ulazni pritisak (nakupljeno je puno dijatomejske zemlje) manji je izlazni jer sve sporije pivo prolazi kroz slojeve.
Nakon primarne filtracije, uobičajeno, pivo se podvrgava sekundarnoj fermentaciji koja je se provodi pomoću slojnih filtri.
Postoje tri vrsta sekundarne filtracija – fina, srednja fina i gruba, Tablica 2 .
Kod fine filtracije uobičajeno se koriste sterilne ploče pomoću kojih se iz piva izdvoje sve bakterije i kvasci. Te ploče imaju najsitnije pore i za njih se koristi fina dijatomejska zemlja (standard). Ta vrsta filtracija je najsporija i najskuplja. U prosjeku u jednom satu prođe 1 hl piva kroz filtar. Prednosti fine filtracije su što slojnice s najfinijim porama zaustavljaju i bakterijske stanice, pa se mogu koristiti za hladnu sterilizaciju piva. Uz prednosti postoje nedostaci fine filtracije koji su presudili kod donošenja odluke da se u tehnološkom postupku filtracije istraživanog piva primjeni srednje fina filtracija.

Glavni nedostaci slojnih filtara u industrijskom pogonu su:

- nemogućnost regeneracije slojnica
- potreba za velikim prostorom
- mnogo ručnog rada

Srednje fina filtracija korištena je kod proizvodnje analiziranog piva, te se pokazala kao uspješna metoda za otklanjanje neželjenih tvari iz piva te odlična priprema proizvoda za finalizaciju i punjenje Tablica 2 . Srednje fina filtracija se najčešće koristi u praksi i koristi se mješavina filtarcell-a i standarda. Ploče imaju nešto veće pore na kojime se neće zadržati sve bakterije, ali zato će i tu biti 100%-tno zadržavanje kvasca što je i najznačajnije Kroz srednje finu filtraciju unutar sat vremena prođe oko 1,2 hl pive. Gruba filtracija služi samo za bistrenje piva. Kod grube filtracije ploče imaju najveće pore i koristi se najgrublja

dijatomjeska zemlja. Gruba filtracija služi samo za izdvajanja kvasca koje može biti od 85 – 100%. Prolaz pive kroz takav filtar sa sitima je najveći i iznosi oko 1,5 hl pive po satu,

Nakon filtracije, vršena je kontrola kvalitete finalnog proizvoda prije punjenja prema Pravilniku o pivu i pivu s dodacima NN 42/05, Pravilniku o pivu NN 141/13, Pravilniku o izmjeni pravilnika o pivu, Zakonu o hrani NN 81/2013, DPP, te su analizirani sljedeći parametri; pH, boja, bistroća/mutnoća, CO_2, zrak (boca 0,5l), otopljeni kisik, pjena, žive stanice kvasaca.

Nakon proizvodnje te primjene primarne fermentaciji, analizirani parametri kvalitete pokazali su visokokvalitetan proizvod kod kojega nije bilo odstupanja od graničnih vrijednosti kod svih mjerenih parametara. Proizvod zadovoljava sve zahtjeve Pravilnika te ujedno i zadovoljava visoke kriterije propisane Dobrom proizvođačkom praksom kao što je vidljivo iz Tablice 7.

6. ZAKLJUČCI

1. Pivo nakon provedene tehnološke operacije filtracije je bistro bez taloga, odgovarajuće boje, ima primjerenu pjenu ovisno o vrsti piva tj. odgovara tim legislativnim zahtjevima

2. Analizirano pivo nakon postupka filtracije sadrži 5,2 g/l ugljik (IV) oksida što je sukladno Pravilniku koji propisuje najmanje 3 g/l ugljik (IV) oksida.

3. Kod analiziranog uzoraka sadržaj alkohola odgovara deklariranoj vrijednosti.

4. Analizirano pivo ima pH od 4,2 vrijednost što je unutar granica koje propisuje Pravilnik o pivu, od 4,0 do 4,8 i granica koje su propisane DPP.

5. Filtrirano i analizirano pivo nema prisutnih živih stanica kvasaca prije stavljanja na tržište čime garantira čistoću i stabilnost proizvoda tijekom roka trajanja. Primarnom pa slijedno srednje finom filtracijom ispunjen je uvjet o neprisutnosti živih stanica kvasaca u pivu.

7. LITERATURA

1. Gaćeša, S. Tehnologija slada sa sirovinama za tehnologiju piva, Poslovna zajednica industrije piva i slada Jugoslavije, Beograd, 1979.
2. Kunze, W. Technology Brewing and Malting (Int. ed.), Westekreuz-Druckerei Ahreis KG, Berlin, 1996.
3. Malcev, P. M. Tehnologija slada i piva, Poslovno udruženje industrije piva,Beograd 1964.
4. Marić,V. Tehnologija piva, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2009.
5. Petersen, H. Brauereianlagen, Nürnberg : H. Carl, cop., Nümberg, 1993.
6. Schuster, K. ,Weinfurtner, F. i Narziss, L. Tehnologija proizvodnje sladovine, PZIPSJ, Beograd, 1988.
7. Štefanić K., Marić,V. Pivarski priručnik, Zagreb, 1989.
8. Anonymus (2012.): Moje prvo pivo. https://hocupivo.wordpress.com/2012/05/09/moje-prvo-pivo/ [15.6.2016]
9. Anonymus (2012.): Tehnologija izrade piva. http://www.pinta.hr/o_pivu/izrada_piva.html [15.6.2016]
10. Anonymus (2010.): Biotehnološka proizvodnja pića. http://www.pivarstvo.info/forum/viewtopic.php?t=1843&sid=069b04485facf13c2f083819854c2b5a [17.6.2016]
11. Anonymus (2009.) Filtracija. https://hr.wikipedia.org/wiki/Filtracija [20.6.2016]
12. Anonymus (2011.) Pivo. https://hr.wikipedia.org/wiki/Pivo [15.6.2016]
13. Interna dokumentacija Carlsberg Croatia d.o.o. 2016.
14. Narodne novine (2011) Pravilnik o pivu. Zagreb: Narodne novine d.d. broj 46/07, 84/08, 55/11.
15. Narodne novine (2013) Pravilnik o izmjeni pravilnika o pivu. Zagreb: Narodne novine d.d. broj 81/2013.
16. Narodne novine (2005) Pravilnik o pivu i pivu s dodacima. Zagreb: Narodne novine d.d. broj 117/03, 130/03, 48/04.
17. Narodne novine (2011) Zakon o hrani. Zagreb: Narodne novine d.d. broj 46/07, 84/08, 55/11.

8. POPIS SLIKA I TABLICA

NAZIV SLIKE	BROJ SLIKE
Shema proizvodnje piva	1
Komovnjak	2
Naplavni filtar	3
Posuda za usip dijatomejske zemlje	4
Sistem cijevi filtra	5
Haze mater – aparat za određivanje mutnoće piva	7
Debljina filtarskog sloja nakon filtracije	6
Uređaj za određivanje CO_2 u pivu	8
Uređaj za određivanje boje	9
Alcolyzer Plus Beer – aparat za određivanje alkohola	10

NAZIV TABLICE	BROJ TABLICE
Prikaz fizikalno-kemijskih parametara korištenih za određivanje kakvoće piva	1
Tip i učinak filtracije u ovisnosti o vrsti slojnice za filtraciju	2
Naplavljivanje prije tehnološkog postupka filtracije – formiranje filtarskog kolača	3
Formiranje slojeva tokom tehnološkog postupka filtracije	4
Ulazni i izlazni pritisak kod filtracije	5
Rezultati parametara kvalitete za nefiltrirano svijetlo lager pivo	6
Rezultati parametara kvalitete za filtrirano svijetlo lager pivo	7
Najveća dopuštena odstupanja od deklarirane vrijednosti za vol. % alkohola i % ekstrakta u gotovom proizvodu	8