

Pasterizacija piva u Karlovačkoj pivovari / Heineken Hrvatska d.o.o.

Laptalo, Rafaela

Undergraduate thesis / Završni rad

2015

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:187949>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-25**



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
Karlovac University of Applied Sciences

Repository / Repozitorij:

[Repository of Karlovac University of Applied
Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
STRUČNI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE
PIVARSTVO

Rafaela Laptalo

**Pasterizacija piva u Karlovačkoj pivovari/
Heineken Hrvatska d.o.o.**

Završni rad

Karlovac, listopad 2015.

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
STRUČNI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE
PIVARSTVO

Rafaela Laptalo

**Pasterizacija piva u Karlovačkoj pivovari/
Heineken Hrvatska d.o.o.**

Završni rad

Mentor: Josip Čulig, dipl.ing. - viši predavač

Matični broj studentice: 0314608019

Karlovac, listopad 2015.

Zahvaljujem mentoru, Josipu Čulig, dipl. ing., - viši predavač, na pomoći koju mi je pružio tijekom cijelog studiranja i izrade ovog završnog rada.

Također zahvaljujem svim predavačima, asistentima i vanjskim suradnicima Veleučilišta u Karlovcu, posebno doc. dr. sc. Marijani Blažić, viši predavač, Pročelnici Odjela prehrambene tehnologije.

Veliko hvala Ivani Kolić, ing., voditeljici Pivarskog praktikuma, koja je nesebično pridonijela izradi ovog rada sugestijama i podrškom.

Ovaj rad ne bi mogao biti napravljen bez susretljivosti i velike pomoći djelatnika „Karlovačke pivovare/Heineken Hrvatska“, posebno gospodina Krunoslava Kolara, voditelja Odjela punjenja i održavanja, gospođe Valentine Belavić, voditeljice Odjela osiguranja kvalitete, gospođe Mihaele Marincel, djelatnice Odjela osiguranja kvalitete, te gospodina Marka Radakovića, voditelja osiguranja kvalitete u Odjelu lanca opskrba.

Pasterizacija piva u Karlovačkoj pivovari/Heineken Hrvatska d.o.o.

Sažetak

Pivo je jedno od najstarijih alkoholnih pića, a prvi dokazi o njegovoj proizvodnji potječu iz starog vijeka. Osnovni sastojak uvijek je bila neka žitarica koja bi u doticaju s vodom i divljim kvascima iz zraka, nakon određenog vremena spontano fermentirala. Dodavanje hmelja, neizostavnog sastojka danjašnjeg piva, počelo je relativno kasno: u srednjem vijeku korištene su mješavine različitih trava češće nego hmelj. Iako hmelj na određeni način konzervira pivo i čuva ga od kvarenja, tek se suvremenim postupcima pasterizacije u potpunosti uklanjaju štetni mikroorganizmi i sprečava kvarenje piva.

Tunelska pasterizacija je proces postupnog zagrijavanja ambalažnog piva, držanja na određenoj temperaturi pasterizacije određeno vrijeme i zatim postupnog hlađenja pasteriziranog piva. Tunelska pasterizacija je vrlo siguran postupak koji osigurava sterilno pivo, ali to je ujedno i najskuplja metoda.

Protočna pasterizacija je jeftiniji i brži postupak pri kojem pivo u tankom sloju teče, brzo se zagrijava na temperaturu pasterizacije i nakon pasterizacije puni u sterilnu ambalažu.

Mikrobiološke analize provode se tijekom cijelog procesa proizvodnje, pa tako i tijekom i nakon pasterizacije, a njihova učestalost ovisi o načinu pasterizacije.

U ovom radu opisana su oba postupka pasterizacije u „Kralovačkoj pivovari/Heineken Hrvatska“, kao i postupci čišćenja i sanitacije postrojenja, te mikrobiološke analize koje se provode na pasteriziranom pivu.

Ključne riječi: hmelj, mikroorganizam, pasterizacija, pivo

Beer Pasteurization in Karlovačka pivovara/Heineken Hrvatska d.o.o.

Abstract

Beer is one of the oldest alcohol beverages and first records of its production date back to ancient time. The main ingredient was always some kind of cereal, which would undergo spontaneous fermentation when in contact with water and wild yeasts in the air. The addition of hops, an obligatory ingredient of beer today, started relatively recent: in the middle ages mixtures of herbs were used in beer prior to hops. Although hops conserves the beer in a certain way, and preserves it from spoiling, only modern pasteurization procedures can completely remove harmful microorganisms and prevent beer from spoiling.

Tunnel pasteurization is process where packed beer is gradually heated, detained certain time at pasteurization temperature, and gradually cooled after that. Tunnel pasteurization is a very safe method of assuring sterile beer, but it is, however, the most expensive method.

Flash pasteurization is less expensive and faster procedure where beer flows in a thin layer, gets quickly warmed up to pasteurization temperature and after pasteurization is loaded into sterile packaging.

Microbiological analysis are taken during whole production process, as well both during and after pasteurization. Frequency of analysis depends on type of pasteurization.

This work describes both pasteurization technologies in „Karlovačka pivovara/Heineken Hrvatska“, as well as plant sanitation and cleaning processes and microbiological analysis of beer obtained after pasteurization.

Key words: beer, hops, microorganism, pasteurization

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. TEORIJSKI DIO	3
2.1. Uzročnici kvarenja piva.....	4
2.1.1. Divlji kvasci	5
2.1.2. Obligatno štetne bakterije.....	7
2.1.3. Biološka nestabilnost, koloidna nestabilnost i nestabilnost okusa	9
2.2. Pasterizacija.....	10
3. EKSPERIMENTALNI DIO	13
3.1. Materijal	14
3.2. Metode rada.....	14
3.3. Tunelska pasterizacija u Heineken Hrvatska.....	14
3.4. Protočna pasterizacija u Heineken Hrvatska	18
3.5. Boce.....	23
3.6. Postupak čišćenja i dezinfekcije pasterizatora	24
3.6.1. Pranje protočnog pasterizatora	25
3.6.2. Pranje tunelskog pasterizatora.....	27
3.7. Mikrobiološke analize pasteriziranog piva.....	27
4. REZULTATI	29
5. RASPRAVA	34
6. ZAKLJUČAK	36
7. LITERATURA	38
POPIS SLIKA I TABLICA	40

1. UVOD

1. UVOD

Jedno od najstarijih alkoholnih pića je pivo, a prvi dokazi o njegovoj proizvodnji datiraju iz doba neolita, kad se proizvodilo od zobi, ječma i meda. Proizvodili su ga mnogi narodi starog vijeka, a iz Mezopotamije i Egipta, proizvodnju su preuzeli Grci i Rimljani. Najraniji pisani trag o proizvodnji piva potiče od starih Sumerana: glinena pločica na kojoj je klinastim pismom ispisana himna božici piva Ninkasi, ujedno i recept za spravljanje tog napitka od fermentiranog krušnog tijesta uz dodatak meda.

Pivo se spominje i u Hamurabijevom zakoniku iz 18. stoljeća prije naše ere.

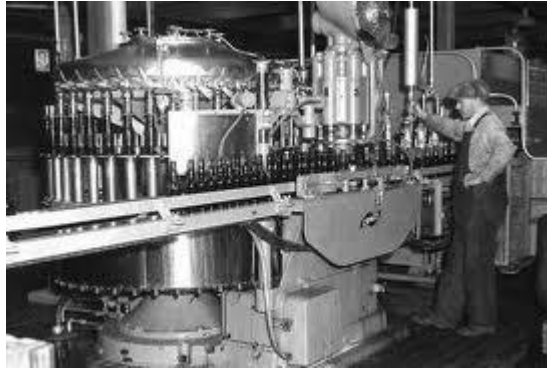
Dok su u starom vijeku pivo proizvodile uglavnom žene, u srednjem se vijeku pivo varilo u brojnim samostanima na području sjeverne Europe, današnje Francuske, Belgije i Velike Britanije. Redovnici su proizvodili pivo prema vlastitim, posebnim recepturama, uglavnom od ječma, vode i raznih začinskih trava. U to se vrijeme pivo pilo praktički uz svaki obrok, kako zbog svoje kaloričnosti, tako i zbog zagađenosti vode, a nije smatrano pićem koje krši redovnički post.

Najpoznatiji zakon o pivu je *Deutsche Reinheitsgebot* iz 1516., a ugrađen je i u današnje njemačke zakone. Prema njemu, pivo se smije proizvoditi samo od vode, hmelja, ječmenog slada (i kvasca), bez drugih dodataka. Oznaka "*Gebraut nach dem Deutschen Reinheitsgebot*" (Proizvedeno prema Njemačkom zakonu o čistoći piva) označava tako proizvedeno pivo.

Različiti narodi upotrebljavali su različite sirovine za proizvodnju piva, dodavali im gorke trave, med, grožđe, ali je zajedničko bilo da se pivo brzo kvarilo i mijenjalo okus, pa su se velike količine piva bacale.

Sastojak koji bitno utječe na okus i miris piva, hmelj, počeo se koristiti tek u 13. stoljeću. Pored gorčine, hmelj konzervira pivo i garantira određenu mikrobiološku stabilnost piva. Zbog niske pH vrijednosti, odsustva kisika, prisustva etilnog alkohola i ugljikovog dioksida, te alfa kiselina iz hmelja, pivo nije pogodno za razvoj patogenih bakterija. No postoje bakterije koje se mogu razviti u pivu i izazvati neželjene promjene izgleda, okusa i mirisa. Gram-negativne bakterije octene kiseline i gram-pozitivne bakterije mliječne kiseline glavni su uzročnici kvarenja i kiselosti piva, pa se u prošlosti pivo proizvodilo u hladnijem periodu godine, kad se manje kvarilo. Izum parnog stroja, a zatim i rashladnog stroja unaprijedio je proizvodnju i omogućio dulje čuvanje piva, ali sve do polovice 19. stoljeća pivari su jako malo znali o uzrocima i posljedicama promjena koje su se događale u pivu.

Otkrića Louisa Pasteura o ulozi pivskog kvasca u proizvodnji piva i načinu uništavanja štetnih bakterija koje su se razvijale u pivu imala su velik utjecaj na razvoj modernog pivarstva. Nakon toga pivo se počelo proizvoditi na način sličan današnjoj pivarskoj proizvodnji – uporabom kultiviranih kvasaca i strojeva za naknadnu termičku obradu proizvedenog piva.



Slika 1. Pasterizator piva u 19. stoljeću

Izvor: <http://iamthebeersnob.com/history-of-beer/>

Danas se, kako bi se u potpunosti uništili vegetativni oblici mikroorganizama, uz istovremenu inaktivaciju enzima u pivu, koriste suvremeni postupci pasterizacije.

Tehnički proizvodni kapacitet postrojenja „Karlovačke pivovare/Heineken Hrvatska“ je 4500 hektolitara piva dnevno. Pivovara u svom proizvodnom procesu primjenjuje visoke standarde i koristi modernu tehnologiju i opremu, te stalno unapređuje svoje procese i postupke kontrole.

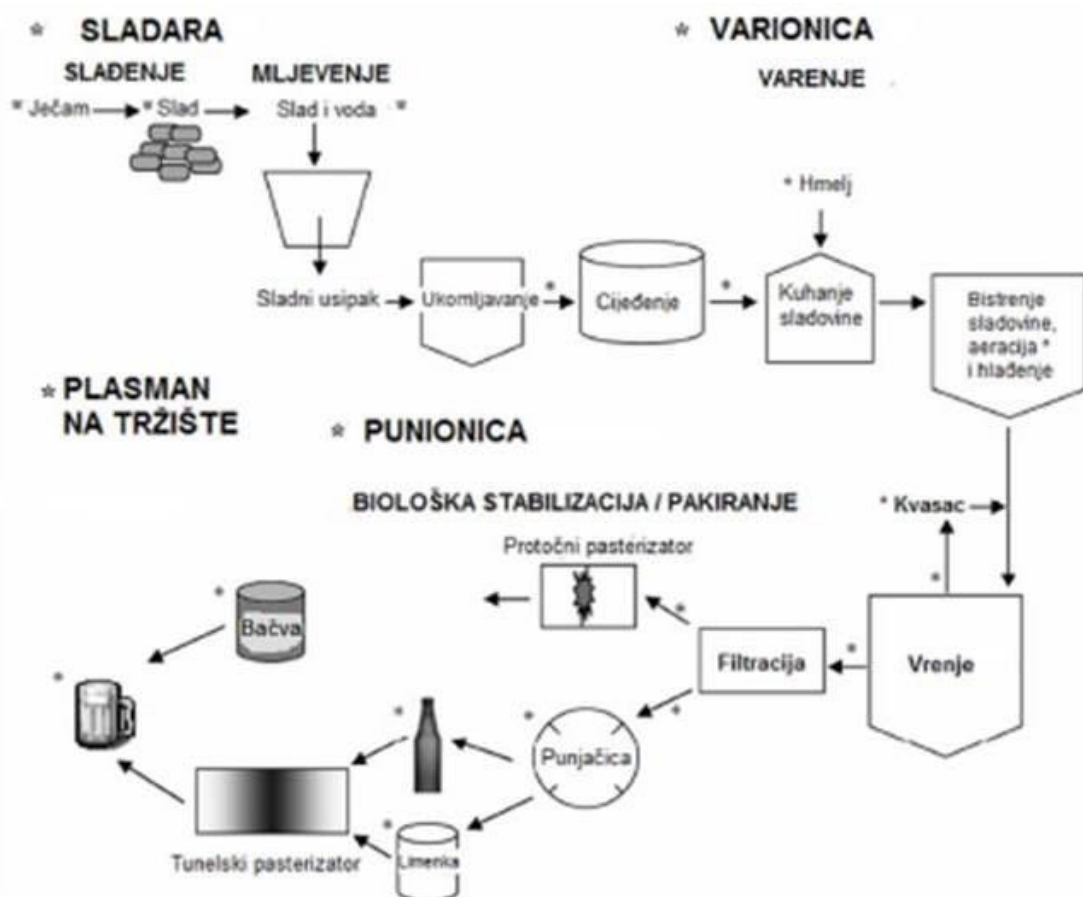
U ovome radu se obrađuju tehnološki postupci i strojevi koji se u „Heineken Hrvatska“ koriste za postizanje mikrobiološke stabilnosti proizvedenog piva – procesi tunelske i protočne pasterizacije; postupci pranja strojeva i ambalaže, kao i laboratorijske analize pasteriziranog piva.

2. TEORIJSKI DIO

2. TEORIJSKI DIO

2.1. Uzročnici kvarenja piva

Do kvarenja piva može doći u bilo kojem dijelu proizvodnog procesa. Mogu biti kontaminirane same sirovine (ječam, voda, kvasac), površine i dijelovi postrojenja koji dolaze u kontakt s proizvodom (ventili, punjači) ili proizvodni prostor. Stoga je nužno provoditi, uz redovne postupke čišćenja, kemijsko - fizikalne i mikrobiološke analize vode, kvasca, sladovine i proizvedenog piva u svim fazama.



Slika 2. Shematski prikaz tehnologije proizvodnje piva
(Moguća mjesta kontaminacije označena su *)

Izvor: S. Beluhan: Mikrobiološke i kemijsko-fizikalne metode nadzora proizvodnje piva

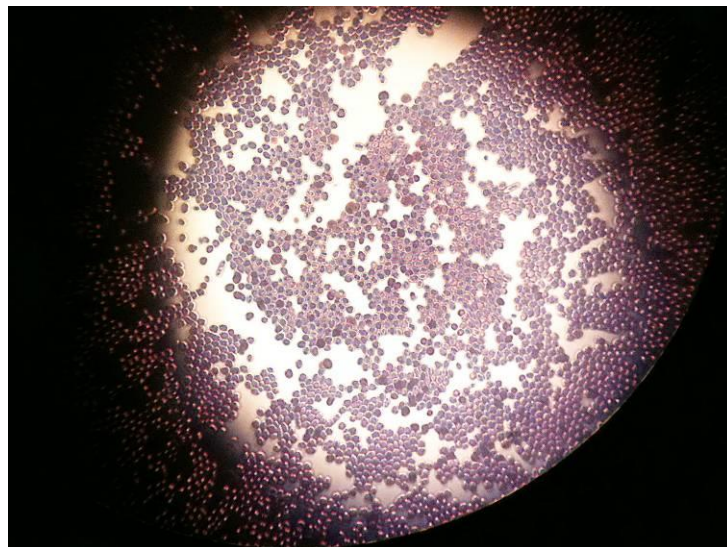
U gotovom pivu do kvarenja, odnosno zamućenja i neupotrebljivosti dolazi djelovanjem različitih mikroorganizama, čestica koloida i ostalih prirodnih sastojaka piva.

Uzročnici kvarenja mogu biti različiti, a najpoznatiji su divlji kvasci, te obligatno štetne bakterije, koje mogu biti gram negativne i gram pozitivne. (Marić, 2009)

2.1.1. Divlji kvasci

Divlji se kvasci dijele u četiri skupine: fermentativni kvasci, kvasci ubojice, različiti kultivirani kvasci i aerobni kvasci.

Fermentativni kvasci su pripadnici rodova *Saccharomyces*, *Kluyveromyces*, *Torulospora* i *Zygosaccharomyces*. Imaju slične biokemijske osobine i mogu rasti zajedno s kultiviranim sojem kvasca *Saccharomyces cerevisiae*.



Slika 3. *Saccharomyces cerevisiae*

Izvor: <https://commons.wikimedia.org>

Kvasci ubojice su ekstremni oblici bioloških zagađivača koji ubijaju osjetljiv kultivirani kvasac, pa postaju dominantni u mladom pivu. Daju pivo koje ima smrdljivi miris i loš okus, a stupanj prevrenja je nizak. Takvi kvasci pripadaju rodu *Saccharomyces*. (Marić, 2009)

Aerobni kvasci iz roda *Pichia* najčešći su nefermentativni kvasci koji zagađuju pivo. Rodovi *Brettanomyces* i *Dekkera* proizvode octenu kiselinu i zbog toga dolazi do zamućenja piva. (Marić, 2009)



Slika 4. *Brettanomyces*

Izvor: <https://brettanomyces.files.wordpress.com/2009/04/>

Divlji sojevi roda *Saccharomyces* rastu brže od kultiviranog soja, imaju manje zahtjeve za vitaminima i brže koriste hranjive sastojke iz sladovine i zbog toga njihov broj stanica može nadmašiti broj stanica kultiviranog kvasca.

Pivo zagađeno divljim kvascem ostaje mutno i nakon dugog odležavanja. Ako se takovo pivo podvrgava sredstvima za bistrenje, prisutstvo divljih kvasaca može izazvati trajno zamućenje. Divlji kvasac sporulira, pa i poslije pasterizacije zaostaje u pivu. (Marić, 2009)



Slika 5. „Pelikula“ na pivu zagađenom *Brettanomyces*-om

Izvor: <http://phdinbeer.com/2015/01/30/beer-microbiology>

U proizvodnji piva se inače koristi jedan ili više specifičnih sojeva čiste kulture pivskog kvasca. Kada se proizvodi više vrsta piva postoji opasnost od pogreške da se u sladovinu za jedan tip piva nacijepi kultura kvasca za drugi tip. (Marić, 2009)

2.1.2. Obligatno štetne bakterije

Gram-pozitivne bakterije su najpoznatije bakterije iz roda *Laktobacila*. Laktobacili su najopasniji tijekom odležavanja piva i njegova čuvanja u ambalaži. Kvarenje ima za posljedicu pojavu blage mutnoće, ali se ponekad prije toga javlja okus i miris na užegnuti maslac, kao posljedica nastalog diacetila. Glavni proizvod metabolizma je mliječna kiselina. (Marić, 2009)

Gram-pozitivne bakterije smatraju se najvećom prijetnjom u pivarstvu zbog brzog rasta i velike tolerancije na visoku temperaturu i nizak pH.

Najčešći kontaminant piva iz tog roda je *Lactobacillus brevis*, bakterija otporna na hmelj, za koju je optimalna temperatura rasta 30°C i pH vrijednost između 4 i 5. (Beluhan, 2014)



Slika 6. *Lactobacillus brevis*

Izvor: <http://biowiki.kenyon.edu>

Prisustvo drugog predstavnika mliječnih bakterija, *Pediococcus*-a, poželjno je kod nekih vrsta piva (*Lambic*), jer uzrokuje „maslačni okus“, karakterističan za to pivo.



Slika 7. Izgled piva kontaminiranog *Lactobacillus*-om

Izvor: <http://phdinbeer.com/2015/01/30/beer-microbiology>

Gram-negativne bakterije se u velikom broju mogu pronaći u pivu. (Marić, 2009) Bakterije octene kiseline imaju sposobnost da oksidiraju alkohol u octenu kiselinu, pa mogu pokvariti pivo. (Grba, 2010) Pivo zagađeno bakterijama roda *Acetobakter* i *Gluconobakter* je zamućeno i kiselog i neugodnog okusa. (Marić, 2009)

Najpoznatiji predstavnici gram-negativnih bakterija su iz roda *Pectinatus* i *Megasphaera*.

Pectinatus se smatra „bakterijom modernog doba“ i izoliran je sedamdesetih godina prošlog stoljeća u nepasteriziranom pivu pri 30°C. *Pectinatus frisingensis* i *Pectinatus cerevisiiphilus* su anaerobne štapićaste bakterije čiji rast uzrokuje jako zamućenje piva, kiselost i miris po pokvarenim jajima.



Slika 8. *Pectinatus cerevisiiphilus*

Izvor: <http://biowiki.kenyon.edu>

Megasphaera su anaerobne bakterije okruglog oblika koje uzrokuju kvarenje piva s manjim postotkom alkohola. Ne stvaraju spore, a štetni učinci na pivo slični su učincima *Pectinatus*-a – mutnoća, kiselost i neugodan miris.

Pectinatus i *Megasphaera* predstavljaju glavni problem pivara jer kontaminiraju pivo u završnim koracima proizvodnje i kad je ono već u ambalaži. Njihovo je otkrivanje otežano činjenicom da se razvijaju u strogo anaerobnim uvjetima, uz dugo vrijeme inkubacije. (Paradh i sur., 2011)

2.1.3. Biološka nestabilnost, koloidna nestabilnost i nestabilnost okusa

Usljed kvarenja piva pojavljuju se tri nestabilnosti: biološka, koloidna i nestabilnost okusa.

Biološku nestabilnost uzrokuju mikroorganizmi koji se razmnožavaju i tvore primarne i sekundarne metabolite koji izazivaju zamućenje piva, promjenu njegova okusa i mirisa.

Biološki stabilno pivo ne sadrži žive mikroorganizme, udio otopljenog kisika je nizak i nije sekundarno zagađeno pri pretakanju u ambalažu.

Koloidna nestabilnost nastaje djelovanjem čestica koloida, inače prirodnih sastojaka piva (proteina i polifenola), koje se povećavaju s vremenom skladištenja piva (starenjem) i izazivaju zamućenje piva. Zamućenje može biti prolazno ili trajno.

Prolazno ili hladno zamućenje javlja se kod piva koje se čuva u hladnjaku. Čestice koloida međusobno se vežu vodikovim vezama te se povećavaju, što uzrokuje zamućenje piva. Kad se pivo zagrije na sobnu temperaturu, vodikove veze pucaju i ono se izbistri.

Trajno ili starosno zamućenje može biti posljedica prisustva iona teških metala u pivu – metalna mutnoća, ili posljedica kontakta piva sa zrakom prilikom punjenja – oksidacijska mutnoća. Protresna mutnoća javlja se zbog mućkanja i protresanja piva tijekom skladištenja. Pasterizacijska mutnoća pojavljuje se u pasteriziranom pivu koje nije prije pasterizacije koloidno stabilizirano.

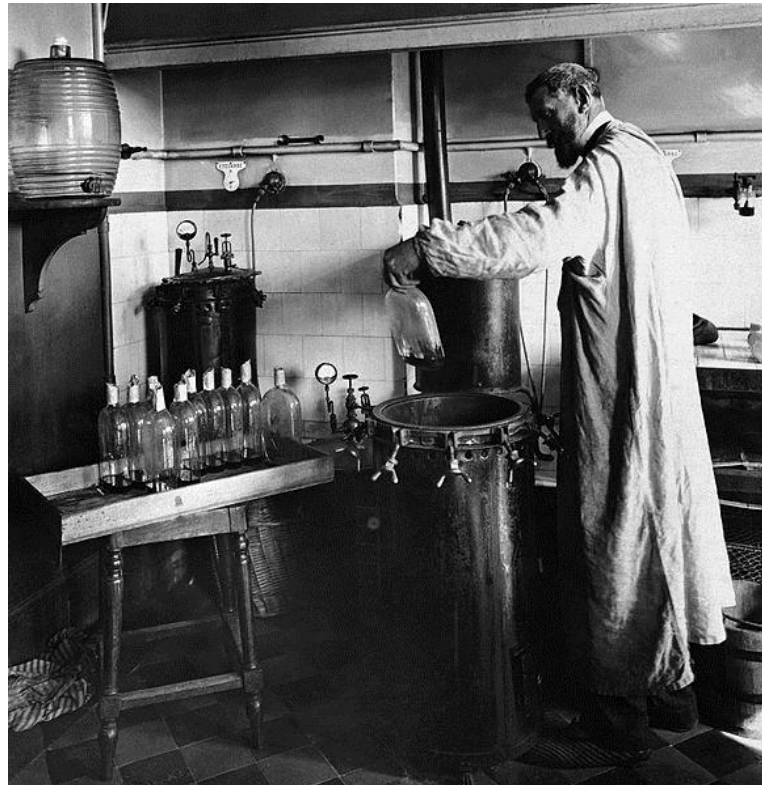
Za postizanje koloidne stabilnosti piva dodaju se u puffer tank tvari koje na sebe vežu proteinske i polifenolne sastojke (silikageli, alumosilikati).

Nestabilnost okusa uzrokuju ostali prirodni sastojci piva koji se djelovanjem kisika (ako je prisutan), svjetlosti i topline mogu oksidirati i tako izazvati kemijske promjene u pivu. Stoga ambalažno pivo treba skladištiti u hladnom i tamnom prostoru. (Beluhan, 2014)

2.2. Pasterizacija

Louis Pasteur (1822. – 1895.), svjetski priznati kemičar i biolog, utemeljitelj mikrobiologije kao znanosti, smatra se i ocem modernog pivarstva. Pasteur je pivo počeo proučavati 1871. godine, nakon što je njegova domovina Francuska poražena u francusko-pruskom ratu. Odlučio je dati svoj doprinos grani industrije – pivarstvu, u kojoj je Njemačka pretekla Francusku. Njegov rad s kvascem omogućio je pivarima razumijevanje procesa fermentacije, o kojem se do tada ništa nije znalo. Uveo je znanost u pivarstvo i pokazao pivarima kako uzgojiti prave kulture kvasca za dobro pivo. Patentirao je i vlastito pivo koje je nazvao Pivo nacionalne osvete (*Biere de la Revanche Nationale*).

1876. godine izdao je knjigu pod nazivom “Studije o pivu, njegovim bolestima i uzrocima tih bolesti. Postupci za postizanje stabilnosti, s novom teorijom vrenja.” Predložio je zagrijavanje napitka do visoke temperature, prije pretakanja u boce. Danas je taj proces poznat kao pasterizacija. (Izvor: https://en.wikipedia.org/wiki/Louis_Pasteur)



Slika 9. Louis Pasteur

Izvor: <http://www.britannica.com>

Pasterizacija je postupak koji osigurava dugi vijek trajanja tretiranog proizvoda uništavanjem ili deaktiviranjem štetnih mikrobioloških organizama u njemu, a da se pri tome bitno ne mijenja sastav, okus i prehrambena vrijednost namirnice.

Osnovni princip je da se proizvod izlaže određenoj temperaturi (temperatura pasterizacije) za određeno vremensko razdoblje (vrijeme pasterizacije). Vrijeme i temperatura razlikuju se od proizvoda do proizvoda. Proces je kontroliran na takav način da se osigura najbolji kompromis između okusa i roka trajanja.

Proces pasterizacije obuhvaća tri faze: zagrijavanje proizvoda, stvarnu pasterizaciju gdje se proizvod izlaže temperaturi pasterizacije za određeno vremensko razdoblje (vrijeme pasterizacije), te hlađenje pasteriziranog proizvoda.

Trajanje pasterizacije ovisi o svojstvima proizvoda (pH-vrijednosti), broju i vrsti prisutnih mikroorganizama te o temperaturi, a izražava se kao broj pasterizacijskih jedinica potrebnih za uništavanje mikroorganizama, odnosno, kao vrijeme izlaganja proizvoda određenoj temperaturi za koje se postiže mikrobicidni učinak jednak izlaganju temperaturi od 60°C u trajanju od 1 min.

Učinak pasterizacije, odnosno smrtonosno djelovanje toplinskog tretmana na štetne mikrobiološke organizme u proizvodu i/ili njegovu spremniku (spremnik je paket koji sadrži proizvod) mjeri se i izražava se u PU (pasterizacijska jedinica) i može se pri fiksnoj temperaturi T izračunati pomoću sljedeće jednadžbe:

$$PU = 10(T-X) / Z$$

Kao rezultat dobije se broj PU nakon što je proizvod držan na temperaturi T jednu minutu. X i Z su konstante specifične za određeni proizvod, a najčešće imaju vrijednosti $X=60^{\circ}\text{C}$, $Z=7,0$. (Izvor: Tehnička dokumentacija Sander Hansen pasterizatora, „Heineken Hrvatska“)

Praktično trajanje pasterizacije ovisi o temperaturi zadržavanja, a njena uspješnost ovisi o primijenjenim pasterizacijskim jedinicama.

$$PU = t * 1.393 (T - 60^{\circ}\text{C}),$$

gdje je t = vrijeme u minutama, T = temperatura u grijaču.

Pasterizacija uz primjenu manjega broja pasterizacijskih jedinica znači blažu toplinsku obradbu i bolje očuvanje izvornih organoleptičkih svojstava proizvoda.

Razlikuju se dva osnovna postupka pasterizacije. Prvi je dugotrajna, šaržna pasterizacija ambalažiranoga proizvoda (staklene boce, limenke, bačve, kontejneri, itd.), pri čemu se

proizvod zajedno s ambalažom zadržava ili putuje određeno vrijeme kroz uređaj za pasterizaciju (npr. kasetni i tunelski pasterizator), gdje se polako zagrijava toplom vodom ili zrakom na 60 do 65 °C, izlaže toj temperaturi 20 do 30 min i polagano hladi. Proces, tj. izloženost povišenoj temperaturi, traje 1 do 1,5 h, pa su organoleptičke promjene uzrokovane toplinom jače izražene. Drugi postupak je kratkotrajna, brza, kontinuirana pasterizacija u cijevnom ili pločastom izmjenjivaču topline, gdje se proizvod, koji teče u tankom sloju, brzo zagrije na temperaturu pasterizacije (68 do 72 °C), zadržava na toj temperaturi 1 do 2 min, brzo hladi i aseptično puni u sterilnu ambalažu. Proces traje kratko, pa su organoleptičke promjene neznatne, ali postoji opasnost od sekundarnoga zagađenja nepoželjnim mikroorganizmima tijekom punjenja.

Tunelska pasterizacija je vrlo siguran način dobivanja sterilnog piva, ali je to i najskuplja metoda sterilizacije, kako u nabavi postrojenja, tako i u proizvodnji. Oko pet puta je skuplja od *flash* ili protočne pasterizacije.

Budući da pasterizacija ne uništava i spore bakterija, one mogu iskljati, razvijati se i tako uzrokovati kvarenje pasteriziranih proizvoda. To se sprečava tako što se nakon klijanja spora pasterizacija ponovi (tindalizacija).

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. Materijal

Za pisanje rada korištena je stručna literatura iz područja tehnologije piva, odnosno mikrobiologije piva, interni materijali „Karlovačke pivovare/Heineken Hrvatska“, interne skripte iz kolegija Mikrobiologija piva i Tehnologija piva „Veleučilišta“ u Karlovcu i interne skripte/predavanja „Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta“ u Zagrebu, podaci prikupljeni pretraživanjem internetskih stranica, te podaci prikupljeni tijekom obavljanja stručne prakse u „Karlovačkoj pivovari“ u svibnju 2014. godine i tijekom konzultacija i mikrobioloških analiza u Laboratoriju za kontrolu kvalitete „Heineken Hrvatska“ u lipnju 2015. godine.

3.2. Metode rada

Pri izradi ovog rada korištene su metode mjerenja, analize, sinteze, klasifikacije i deskriptivne metode.

3.3. Tunelska pasterizacija piva u „Heineken Hrvatska“

Tunelski pasterizator je potpuno automatiziran stroj za kontinuiranu pasterizaciju proizvoda u staklenkama i limenkama kao što su pivo, bezalkoholna pića, kaše od voća i povrća, marinirano povrće i voćni kompoti. Pasterizacija se provodi kad je namirnica u spremniku.

Pasterizacija se postiže postepenim zagrijavanjem proizvoda, zadržavanjem na temperaturi pasterizacije (najviše do 90°C) i postepenim hlađenjem. Vrijeme zagrijavanja zavisi od ulazne temperature napitka i potrebne temperature pasterizacije.

Vrijeme i temperaturu pasterizacije određuju tehnolozi, ovisno o vrsti proizvoda. Vrijeme hlađenja ovisi o temperaturi pasterizacije i željenoj temperaturi proizvoda pri izlazu iz pasterizatora.

Za rad pasterizatora potrebno je osigurati:

Paru pritiska 3-6 bar

Komprimirani zrak pritiska 6 bar

Električni priključak

Vodu za zagrijavanje i hlađenje medija

Za pasterizaciju piva treba 10 do 15 PU, odnosno 12,5 PU prosječno. Prema tome, pri:
61°C vrijeme pasterizacije $t = 12,5 \text{ PU} / 1,393 (61-60) = 12,5 \text{ PU} / 1,393 = 8,97$ minuta
65°C vrijeme pasterizacije $t = 12,5 \text{ PU} / 5,24 = 2,38$ minuta.
(Beluhan, 2014.)

Konačna vrijednost PU dobije se zbrajanjem na različitim temperaturama, pri čemu se uzimaju u obzir samo PU izmjerene iznad određene temperature. Razlog tomu je taj što broj mikrobioloških organizama raste brže nego što ih postupak pasterizacije na nižim temperaturama ubija.

Tijekom grijanja i hlađenja proizvoda temperatura varira u različitim dijelovima spremnika, prema zakonima termodinamike. Razlike u temperaturi mogu značiti da svi dijelovi proizvoda neće dobiti istu količinu PU.

Da bi se osiguralo da svi dijelovi proizvoda dosegnu određenu vrijednost PU, temperatura koja se koristi u izračunu mjeri se u točno definiranoj točki spremnika, obično u točki koja se nalazi na okomitoj centralnoj liniji spremnika za 1/3 visine spremnika gore ili 6 mm iznad. Ovaj drugi položaj naziva se "*cold spot*" jer je to najhladnija točka u spremniku.

Pri određivanju ukupne vrijednosti PU mora se odrediti sigurnosna granica kako bi se kompenzirale različitosti spremnika.

Tunelska pasterizacija u „Heineken Hrvatska“ provodi se u dvoetažnom „Sander Hansen“ pasterizatoru.



Slika 10. „Sander Hansen“ pasterizator u pogonu „Karlovačke pivovare“

Izvor: (Rafaela Laptalo)

Toplinska obrada u „Sander Hansen“ pasterizatoru provodi se tako da se spremnici prskaju vrućom vodom različitih temperatura dok prolaze kroz stroj. Dio stroja kroz koji spremnici prolaze u nizu naziva se tunel, otuda i naziv „tunelski pasterizator“. Spremnici prolaze kroz tunel na ravnoj pomičnoj traci. Pasterizator se sastoji od više zona zagrijavanja, zona pasterizacije i zona hlađenja.

Ploče s prskalicama koje omogućavaju prskanje proizvoda nalaze se u gornjem dijelu tunela.

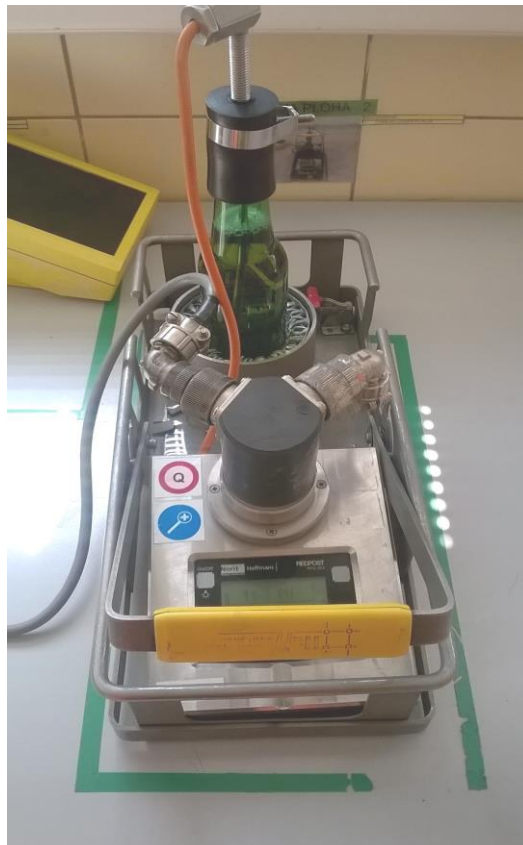
Ulazna traka u ulaznom modulu dovodi spremnike u tunel, gdje se transportiraju do glavne trake tračnicama. Na kraju glavne trake spremnici se prebacuju na traku za pražnjenje u modul za pražnjenje.

Sustav crpki održava cirkulaciju vode iz donjih tankova ispod glavne trake do ploča s prskalicama iznad spremnika i ponovno natrag u tankove. Crpke se nalaze na stranama

tankova s vodom. Svaka zona zagrijavanja povezana je sa zonom hlađenja slične temperature. To se naziva princip regeneracije i zasniva se na povezanosti zona zagrijavanja i zona hlađenja u parove. Crpke prebacuju vodu iz zone zagrijavanja cijevima do prskalice u odgovarajućoj zoni hlađenja, a iz dijela tunela za hlađenje voda se vraća u zonu zagrijavanja, te se na taj način štedi energija.

Pri prskanju vode u zoni zagrijavanja, temperatura vode se snižava zbog kontakta s hladnim proizvodom, a suprotno se događa u zoni hlađenja. Ukratko, temperatura vode u zoni zagrijavanja jednaka je temperaturi vode u odgovarajućoj zoni hlađenja i obratno. Stoga nije potrebno mijenjati temperaturu vode kad cirkulira između odgovarajućih povezanih zona. Ili, drugim riječima – ulazni hladni proizvodi koriste se za hlađenje izlaznih vrućih proizvoda.

Za praćenje tijeka tunelske pasterizacije koristi se „Haffmans“ PU monitor. Boca s pivom stavlja se u PU monitor koji putuje zajedno s ostalim bocama kroz pasterizator. Tijekom pasterizacije, PU monitor mjeri i bilježi temperaturu piva u boci, te, u ovisnosti o vremenu prolaska, automatski računa broj pasterizacijskih jedinica PU.



Slika 11. „Haffmans“ PU monitor

Izvor: (Mihaela Marincel – „Heineken Hrvatska“)

Pasterizator je opremljen detektorima nivoa vode i, ako je on prenizak, voda se dodaje u stroj, kako bi se kompenzirali gubici vode zbog isparavanja i zadržavanja vode na proizvodima. Svaki par zona ima automatski rashladni ventil koji propušta rashladnu vodu u stroj kada temperatura prijeđe određenu granicu. Na taj način sprečava se rast temperature za vrijeme dužeg prekida u ulasku hladnih proizvoda. Za potrebe rashlađivanja koristi se voda iz hladnog tanka ili svježja voda, ovisno o temperaturi u zoni koju treba rashladiti i o temperaturi vode u hladnom tanku.

Pasterizator je opremljen središnjim sustavom za izmjenu topline (*Central heat exchanger supply system – Chess*), što znači da postoji samo jedan izmjenjivač topline. Izmjenjivač topline koristi paru za zagrijavanje vode. Zagrijana voda može biti usmjerena u različite zone ili spremljena u *Chess* spremniku za kasniju uporabu.

Na izlazu iz stroja nalazi se takozvani „zračni nož“ koji skida vodu s izlaznih proizvoda. Može se prilagoditi različitim visinama proizvoda.

U „Heineken Hrvatska“ tunelska pasterizacija koristi se za Heineken, Radler, izvozna piva i *twist-off* pakiranja.

Karlovačko pivo koje se izvozi obrađuje se termički u tunelskom pasterizatoru i rok trajanja tog piva u bocama je devet mjeseci.

Heineken pivo ide u tunelski pasterizator da bih se izbjegla kontaminacija do koje bi moglo doći na relaciji boca - punjač.

Maxx pivo je slatko pivo jer sadrži visoki ekstrakt sladovine i podložno je kvarenju, te se zbog toga mora termički obraditi u bocama u tunelskom pasterizatoru.

Radler pivo je slatko pivo s visokim ekstraktom i dodanim voćnim sirupom i takvo pivo se podvrgava pasterizaciji u tunelskom pasterizatoru.

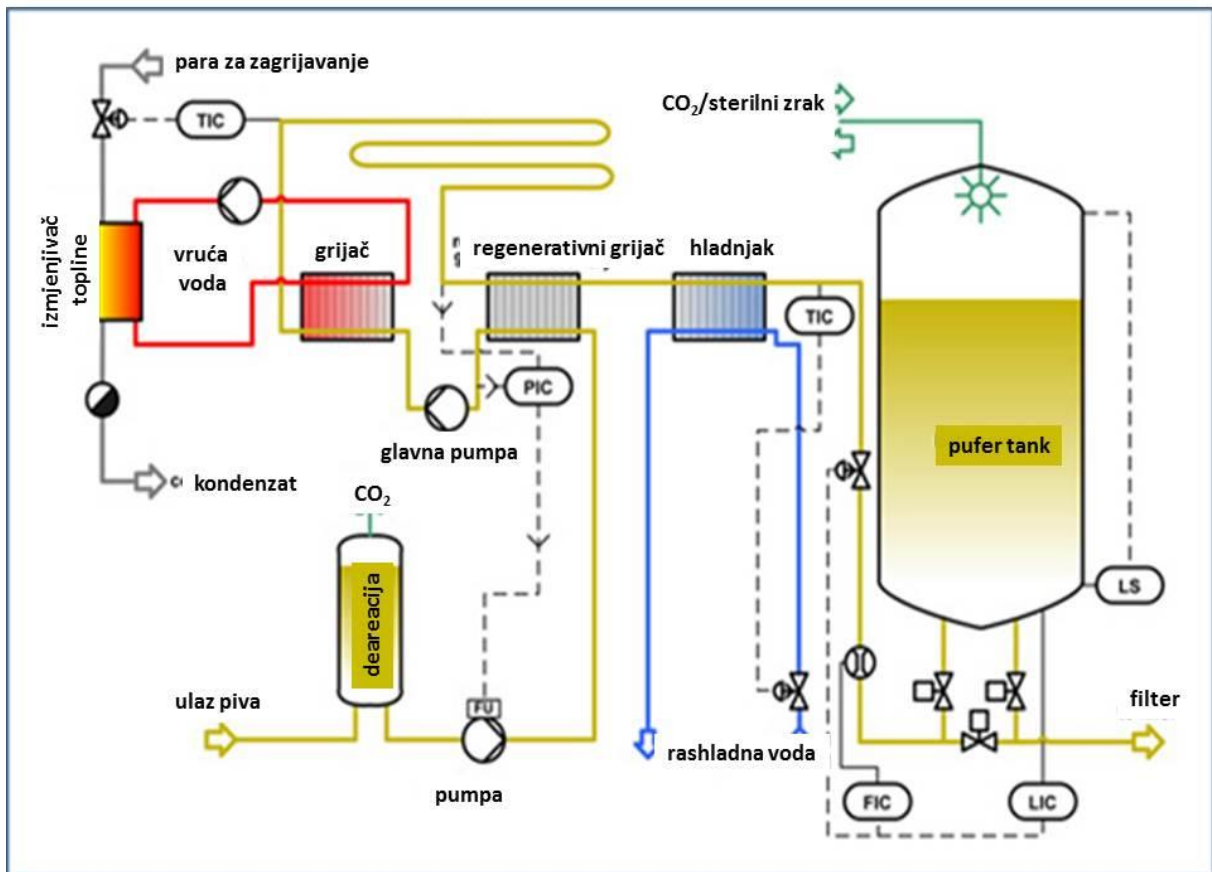
3.4. Protočna pasterizacija u „Heineken Hrvatska“

Protočna, „*flash*“ ili HTST (*High Temperature Short Time*) pasterizacija provodi se prije punjenja u spremnike i boja i okus proizvoda su sačuvani. Mora se koristiti zajedno s tehnologijom sterilnog punjenja, kako bi se izbjegla naknadna kontaminacija proizvoda.

Proces se provodi tako da se tanak sloj tekućine provodi kroz područje visoke temperature u relativno kratkom vremenu.

Tijekom protočne pasterizacije, pivo se zagrijava na najmanje 71,5 do 74° C i zadržava na toj temperaturi 15 do 30 sekundi, što rezultira s 13,26 PU.

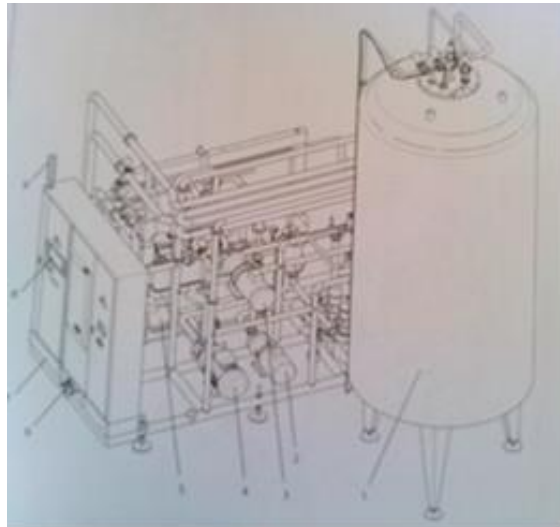
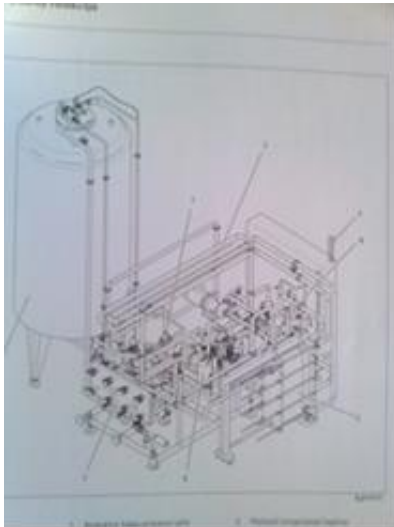
To se postiže uporabom dvo- ili tro- stupanjskog izmjenjivača topline s vrućom vodom kao izvorom topline. Brzina protoka određuje broj PU u procesu. Nakon protočne pasterizacije pivo se aseptički puni u sterilizirane boce.



Slika 12. Shematski prikaz protočne pasterizacije, prevela autorica

Izvor: <http://www.fischer-ag.com/neu/englisch/1024>

U „Heineken Hrvatska“ za protočnu pasterizaciju koristi se stroj „Fischer“.



Slika 13.a Shema protočnog pasterizatora

Slika 13.b Shema protočnog pasterizatora

Izvor: Preslika tehničke dokumentacije „Fischer“

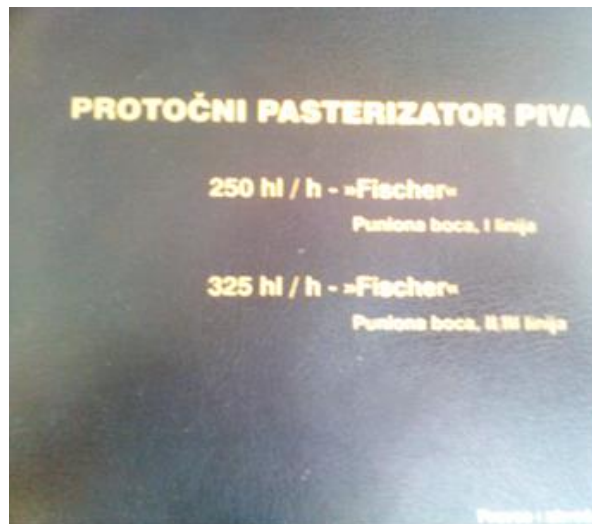
Cjelokupni sustav se sastoji od dva postrojenja:

Postrojenje 1:

- Protočni paster 1 s pufer tankom 1 (PT1)– za pasterizaciju piva s kapacitetom 350 hL/h i upravljanje punjenjem na punjaču 1
- CIP stanica 1 za pranje i sterilizaciju postrojenja 1
- Punjač 1 (neautomatizirani punjač Krones kapaciteta 300 hL/h)

Postrojenje 2:

- Protočni paster 2 s pufer tankom 2 (PT2) – za pasterizaciju piva s kapacitetom 325 hL/h i upravljanje punjenjem na punjaču 2 i /ili punjaču 3
- CIP stanica 2 za pranje i sterilizaciju postrojenja 2, kao i posebno punjača 3
- Punjač 2 (automatizirani punjač KHS kapaciteta 200 hL/h)
- Punjač 3 (neautomatizirani punjač KHS kapaciteta 125 hL/h)



Slika 14. Linije protočnog pasterizatora

Izvor: (Rafaela Laptalo)

Oba postrojenja za pasterizaciju se opskrbljuju pivom iz prostora tlačnih tankova putem dva odvojena cjevovoda. Za punjače linija 2 i 3 postoji i zajednički cjevovod za pivo.

Postrojenja rade odvojeno jedan od drugoga i poslužuju se preko operacionih panela OP35 „Siemens“ s grafičkim prikazom postrojenja.



Slika 15. Operacioni panel „Siemens“

Izvor: (Rafaela Laptalo)

Ako pufer tank za vrijeme proizvodnje postane pun, preostalo pivo u sustavu se istiskuje u pufer tank i proces se zaustavlja. Nakon spuštanja nivoa, ponovno se potiskuje voda s pivom iz tlačnih tankova u kanal kod pufer tanka i proizvodnja se nastavlja.

Pufer tank se prednapinje pomoću CO₂ na odgovarajuću vrijednost tlaka, i, ukoliko nije prazan, otvara se ventil za kanal u koji se ispušta pivo.

Hladno pivo zagrijava se u pločastom izmjenjivaču topline putem strujanja u suprotnom smjeru. Zatim prolazi kroz pasterizator i jedinicu za održavanje topline. Nakon toga vrši se hlađenje proizvoda strujanjem u suprotnom smjeru.

Tijekom cijelog procesa pasterizacije temperatura ne smije prijeći 77°C.



Slika 16. Pufer tank „Fischer“ protočnog pasterizatora

Izvor: (Rafaela Laptalo)

3.5. Boce

Pranje povratne ambalaže odvija se u periačici boca gdje se najprije vrši istakanje sadržaja i prednamakanje. Zatim boce ulaze u bazen s lužinom koncentracije 2-4%, ovisno o zaprljanju boca, na temperaturi od minimalno 80°C. Nakon bazena lužine, boce se ispiru štrcaljkama sve do izlaza u četiri zone: prva je zona vruće lužine, zatim zona vruće vode, nakon toga zona tople vode i na kraju je zona gradske vode.



Slika 17. Perilica povratnih boca

Izvor: (Rafaela Laptalo)

Za kontrolu opranih boca koristi se inspektor boca, optički uređaj koji kontrolira: dno boce, prisutstvo ostatka lužine, prisutstvo ostatka vode, oštećenje grla i korodiranost bočnih stijenki. Neispravne boce se automatski posebnim mehanizmom izdvajaju s linije za punjenje. (Marić, 2009)

Tako sterilizirane boce odlaze na punjač boca, gdje se pune pod strogo kontroliranim uvjetima. Napunjene i začepljene boce prolaze provjeru nivoa napunjenosti i ispravnosti čepa.



Slika 18. Stroj za ispiranje boca u pogonu

Izvor: (Rafaela Laptalo)

3.6. Postupak čišćenja i dezinfekcije pasterizatora

Pored procesa pranja i sterilizacije ambalaže, te pasterizacije samog piva, provode se i redovita pranja i dezinfekcije svih strojeva u punionu: peračica boca, CPL etiketirke, punjača, filtera, tunelskog i protočnog pasterizatora, te cjevovoda, kanala i pločica. Učestalost, termini i upotreba sredstava za čišćenje i dezinfekciju definirani su posebnim protokolima.

Procesom čišćenja uklanjaju se različite nečistoće, dok se dezinfekcijom uništavaju, inhibiraju ili uklanjaju nepoželjni i štetni mikroorganizmi. Za razliku od sterilizacije, dezinfekcijom se ne mogu ukloniti svi mikroorganizmi, naročito ne njihove spore. Da bi sredstva za dezinfekciju bila učinkovita, potrebno je da površine budu čiste, stoga svakoj dezinfekciji prethodi postupak čišćenja. Nečistoće mogu „zaštititi“ mikroorganizme od djelovanja sredstava za dezinfekciju ili umanjiti učinkovitost dezinfekcije, a predstavljaju i hranu mikroorganizmima, te omogućavaju njihov rast i razvoj. (Šubarić i Babić, 2004)

Većina sredstava za sanitaciju su smjese različitih spojeva koji se kombiniraju kako bi se postigao najbolji učinak obzirom na vrstu i stupanj onečišćenja, pH, temperaturu, vrstu mikroorganizama i vrstu materijala koji se tretira. U osnovi se za anorganska onečišćenja koriste kisela sredstva, a za organska onečišćenja lužnata. Lužnata sredstva dispergiraju organske tvari i omogućuju njihovo uklanjanje vodom, smanjuju površinsku napetost i olakšavaju namakanje onečišćenja, te sprečavaju taloženje kamenca. Često se koriste u CIP i visokotlačnim čišćenjima. Kisela sredstva koriste se za uklanjanje anorganskih nečistoća i naslaga (pivski kamenac), ali nakon što su organska onečišćenja uklonjena lužnatim sredstvima (inače nastaju hidrofobne tvari).

Voda ima veliku važnost u sanitaciji postrojenja jer služi kao „nosač“ sredstava za sanitaciju te kao sredstvo za ispiranje. Mora odgovarati standardima vode za piće.

3.6.1. Pranje protočnog pasterizatora

Pranje protočnog pasterizatora se odvija na tri načina.

Na početku proizvodnje pasterizator se sterilizira vrućom vodom u trajanju minimalno 20 minuta na temperaturi od 85°C.

Na kraju svakog ciklusa proizvodnje provodi se CIP pranje i to kombinacijom, prvo lužine, pa zatim kiseline. Lužina koncentracije 2% treba cirkulirati minimalno 40 minuta na temperaturi od 85°C, a nakon toga se ubacuje kiselina koncentracije 1% minimalno 20 minuta na temperaturi od 25°C.

Dva puta godišnje, prije i poslije sezone (u svibnju i rujnu), provode se takozvana dubinska (*booster*) pranja. Slična su CIP pranju, ali se u lužinu dodaju posebni aditivi (obično na bazi klora ili peroksida), koji poboljšavaju pranje.

Pranje punjača provodi se nakon šest (maksimalno sedam) smjena punjenja, nakon promjene pastera ili proizvoda, ili nakon promjene bilo kojeg dijela koji dolazi u kontakt s pivom.

CIP pranje i sterilizacija provodi se prije i poslije Radler Laganini piva.

Prilikom izmjene proizvoda s povećanjem jačine piva ili intenziteta arome ne provodi se sterilizacija.

Tablica 1. Primjer protokola za nutarnje i vanjsko pranje na liniji 2

Izvor: Interna dokumentacija „Heineken Hrvatska“

Učestalost	Način	Sredstvo	Temperatura/Vrijeme /Konzentracija	Napomena
Početak proizvodnje	1. Sterilizacija	1. Zakiseljena (Pascal) vruća obrađena voda	1. Min. 85°C / 20 min. ± 5 min. / 0,1 ± 0,05%	
	2. Ispiranje, hlađenje sistema	2. Obrađena voda		
	3. Cjevovod filtracija - punjač se popuni otplinjenom vodom	3. Otplinjena voda	2. Dok kisik nije ispod 0,2 ppm (za Heineken)	
	4. Ručno pjenjenje i mehaničko čišćenje	4. Profoam (lužnato)	3. 5 - 7%	
		5. Četka	4. 10 min / 5 - 7%	
	5. KOMPLETNO PRANJE - Autom. pjenjenje i dezinfekcija	6. Profoam (lužnato)	5. 5 - 7%	
		7. Peroksiocena kis.	6. 0,3%	
Svaka 4 sata* (od 01.06. - 01.09 svaka 2 sata), zastoj > 30 min	1. Hladna dezinfekcija- kratki program pranja	1. Hladna obrađena voda + dezinfekcija	1. 10 min.	
1 x u smjeni (u vrijeme pauze), promjena rezervnih dijelova	1. Ručno pjenjenje i mehaničko čišćenje	4. Freefoam (kiselo), Profoam (lužnato)	1. 5 - 7%	1. Svaki dan - lužnato, u četvrtak - kiselo
		2. Četka	2. 10 min (konusi čepilice i zvijezde)	2. U prvj smjeni na početku proizvodnje nema četkanja
	2. KOMPLETNO PRANJE - Autom. pjenjenje i dezinfekcija	3. Freefoam, Profoam	3. 5 - 7%	3. Svaki dan - lužnato, u četvrtak - kiselo
		4. Peroksiocena kiselina	4. 0,3%	
Nakon 3 (max 4) smjene	1. Išpricavanje loma	1. Obrađena voda		
	2. Ručno pjenjenje i mehaničko čišćenje	2. Freefoam, Profoam	1. 5 - 7%	1. Svaki dan - lužnato, u četvrtak - kiselo
		3. Četka	2. 30 min / 5 - 7%	
	3. KOMPLETNO PRANJE - Autom. pjenjenje i dezinfekcija	4. Freefoam, Profoam	3. 5 - 7%	2. Svaki dan - lužnato, u četvrtak - kiselo
		5. Peroksiocena kiselina	4. 0,3%	

3.6.2. Pranje tunelskog pasterizatora

Minimalno jednom tjedno, odnosno na kraju proizvodnje, ispušta se voda iz bazena tunelskog pasterizatora. Otvaraju se sita i išpricavaju obrađenom vodom, a ulaz i izlaz pasterizatora se ručno peru i četkaju pjenom koncentracije 5 – 7%. Cijeli se pasterizator i okolina peru prskanjem obrađenom vodom.

Četiri puta godišnje pločasti izmjenjivač topline ispire se jedan sat kiselinom koncentracije 5%, a sita na izmjenjivaču se vade i peru obrađenom vodom.

3.7. Mikrobiološke analize pasteriziranog piva

Laboratorij „Karlovačke pivovare/Heineken Hrvatska“ dio je Odjela za osiguranje kvalitete i jedan od najboljih laboratorija u Heinekenovim pivovarama u regiji Srednje i Istočne Europe.

U laboratoriju se redovito provjeravaju sirovine i pivo u svim fazama proizvodnog procesa. Laboratorij je implementirao poseban standard kvalitete upravljanja tzv. *Laboratory Star System* koji obuhvaća analitičke, mikrobiološke i senzorske aktivnosti.

Pasterizirano pivo podvrgava se organoleptičkim, mikrobiološkim i fizikalno – kemijskim analizama.

Mikrobiološke analize razlikuju se, ovisno o tome, da li je pivo pasterizirano u protočnom ili tunelskom pasterizatoru.

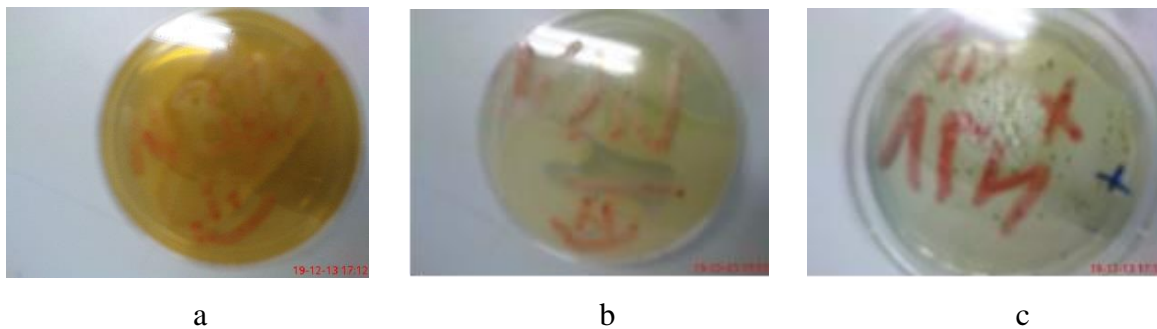
Za analizu piva pasteriziranog u tunelskom pasterizatoru koristi se podloga WLN za dokazivanje aerobnih mikroorganizama. Ta je analiza pokazatelj opće higijene na liniji.

WLN- hranjiva podloga koristi se za detekciju prisustva kvasaca, a WLN+ podloga s dodatkom aktidiona, koji sprječava rast kvasaca, služi za dokazivanje aerobnih bakterija. Prednost WLN podloge je što se mogu razlikovati kontaminanti prema boji kolonija.

Podloga NBB-a koristi se za dokazivanje prisustva anaerobnih mikroorganizama. To su pivski opasni mikroorganizmi (*Lactobacillus spp.*, *Pediococcus spp.*). Pivo se obavezno podvrgava mikrobiološkoj analizi nakon promjene tanka.

Tijekom protočne pasterizacije pasterizira se samo pivo, pa može doći do sekundarne kontaminacije prilikom punjenja. Stoga se pivo podvrgava mikrobiološkoj analizi svaka četiri sata. Pored podloga WLN i NBB-a, koristi se i NBB-c podloga i tekući medij za dokazivanje

anaerobnih mikroorganizama. Na toj podlozi rastu pivski vrlo opasni mikroorganizmi (*Pectinatus spp.*, *Megasphaera spp.*, *Lactobacillus spp.*).



Slika 19. Inokulirane hranjive podloge

a) NBB-a b) WLN- c) WLN+

Izvor: (Rafaela Laptalo)

4. REZULTATI

4. REZULTATI

Rezultati mikrobioloških analiza upisuju se u program Qualass (*Quality Assurance System*) u obliku tablice.

U stupcima su prikazani datum i vrijeme, vrsta proizvoda, broj tanka, te broj kolonija za različite hranjive podloge.

Ovisno o vrsti podloge, postoje zadane specifikacije za gotov proizvod: 5 CFU/100 mL, na WLN podlozi (CFU=broj kolonija, odnosno broj jedinki koje formiraju koloniju) i 0 CFU/100 mL na NBB-a podlozi; bez mikrobiološke mutnoće na NBB-c podlozi. Ako mikrobiološka analiza pokaže rezultat iznad specifikacije, polje s brojem kolonija u tablici je žuto. Također se registrira veto za 10 CFU/100 mL na WLN podlozi, a boja polja je u tom slučaju crvena. Qualass će sam zažutiti ili zacrvenjeti vrijednosti van specifikacija/veta. To je ujedno i alarm za poduzimanje određenih korektivnih akcija.

Tablica 2. Rezultati mikrobioloških analiza piva iz tunelskog pasterizatora

Izvor: Interna dokumentacija „Heineken Hrvatska“, laboratorij Odjela za osiguranje kvalitete

Datum/Vrijeme	Proizvod	Broj pufertanka	Podloga WLN-	Podloga NBB-A
24.3.2015. 18:44:29	Heineken	2N	0	0
12.3.2015. 12:25:30	Karlovacko svijetlo	1	0	0
10.3.2015. 11:08:34	Heineken	2N	0	0
2.3.2015. 11:41:47	Heineken	2N	0	0
16.2.2015. 12:16:32	Maxx	2	0	0
12.2.2015. 13:03:05	Heineken	4N	0	0
11.2.2015. 12:10:15	Karlovacko svijetlo	1N	0	0
6.2.2015. 9:03:16	Karlovacko svijetlo	4N	0	0
5.2.2015. 9:41:44	Karlovacko svijetlo	4N	0	0
5.2.2015. 9:41:31	Heineken	3N	0	0
8.1.2015. 8:37:15	Heineken	6N	0	0

Rezultati mikrobioloških analiza tunelski pasteriziranog piva u periodu od 1.1.2015. do 31.3.2015. pokazali su da sve analizirane vrste piva odgovaraju specifikacijama.

Tablica 3.1.. Rezultati mikrobioloških analiza piva iz protočnog pasterizatora
Izvor: Interna dokumentacija „Heineken Hrvatska“, laboratorij Odjela za osiguranje kvalitete

Datum/vrijeme	Proizvod	Sati	Pufer tank	WLN -	NBB-A	NBB-C
24.3.2015. 18:45:36	Karlovacko svijetlo	12	5N	0	0	0
24.3.2015. 18:45:26	Karlovacko svijetlo	8	5N	0	0	0
24.3.2015. 18:45:16	Karlovacko svijetlo	3	5N	0	0	0
24.3.2015. 18:44:57	Karlovacko svijetlo	23	5N	0	0	0
23.3.2015. 21:40:19	Karlovacko svijetlo	18	4N	0	0	0
23.3.2015. 21:39:56	Karlovacko svijetlo	14	4N	0	0	0
23.3.2015. 14:21:21	Karlovacko svijetlo	9	4N	0	0	0
23.3.2015. 14:21:06	Karlovacko Radler Limun	19	2	0	0	0
23.3.2015. 14:20:53	Karlovacko Radler Limun	15	2	0	0	0
17.3.2015. 12:36:29	Karlovacko svijetlo	11	1N	0	0	0
17.3.2015. 12:36:21	Karlovacko svijetlo	7	4N	0	0	0
17.3.2015. 12:36:13	Karlovacko svijetlo	3	4N	0	0	0
17.3.2015. 12:35:59	Karlovacko svijetlo	22	4N	0	0	0
17.3.2015. 12:35:48	Karlovacko svijetlo	18	4N	0	0	0
17.3.2015. 12:35:35	Karlovacko svijetlo	14	4N	0	0	0
16.3.2015. 12:35:18	Karlovacko svijetlo	10	4N	7	0	0
11.3.2015. 10:16:23	Karlovacko svijetlo	3	6N	0	0	0
11.3.2015. 10:16:06	Karlovacko svijetlo	22	6N	0	0	0
11.3.2015. 10:15:48	Karlovacko svijetlo	19	5	0	0	0
11.3.2015. 10:15:31	Karlovacko svijetlo	15	5	0	0	0
11.3.2015. 10:15:02	Karlovacko svijetlo	12	5	0	0	0
10.3.2015. 11:07:41	Karlovacko svijetlo	8	3N	0	0	0

Tablica 3.2. Rezultati mikrobioloških analiza piva iz protočnog pasterizatora

Izvor: Interna dokumentacija „Heineken Hrvatska“, laboratorij Odjela za osiguranje kvalitete

10.3.2015. 11:07:31	Karlovacko svijetlo	4	3N	0	0	0
10.3.2015. 11:04:40	Karlovacko svijetlo	24	5N	0	0	0
10.3.2015. 11:04:13	Karlovacko svijetlo	20	5N	0	0	0
10.3.2015. 11:03:58	Karlovacko svijetlo	16	5N	0	0	0
10.3.2015. 11:03:00	Karlovacko svijetlo	12	5N	0	0	0
9.3.2015. 12:19:14	Karlovacko svijetlo	8	5N	0	0	0
9.3.2015. 8:55:30	Karlovacko svijetlo	20	5N	0	0	0
9.3.2015. 8:55:08	Karlovacko svijetlo	16	1N	0	0	0
27.2.2015. 12:14:46	Karlovačko Radler Laganini	10	1	0	0	0
25.2.2015. 11:41:36	Crno	24	3N	0	0	0
25.2.2015. 11:40:46	Royal	18	2N	0	0	0
24.2.2015. 8:18:52	Karlovacko svijetlo	12	6N	0	0	0
24.2.2015. 8:18:42	Karlovacko svijetlo	8	1N	0	0	0
24.2.2015. 8:18:32	Karlovacko svijetlo	4	1N	0	0	0
24.2.2015. 8:18:21	Karlovacko svijetlo	24	1N	0	0	0
24.2.2015. 8:18:09	Karlovacko svijetlo	20	1N	0	0	0
24.2.2015. 8:17:54	Karlovacko svijetlo	16	1N	0	0	0
23.2.2015. 9:45:09	Karlovacko svijetlo	12	1N	6	0	0
23.2.2015. 9:37:25	Karlovacko svijetlo	8	1N	0	0	0
20.2.2015. 19:55:06	Karlovacko Radler Limun	12	5	0	0	0
20.2.2015. 19:54:57	Karlovacko Radler Limun	8	5	0	0	0
20.2.2015. 19:53:32	Karlovacko svijetlo	16	6n	0	0	0
19.2.2015. 19:52:53	Karlovacko svijetlo	12	6n	0	0	0
19.2.2015. 10:25:15	Karlovacko svijetlo	8	6N	0	0	0
19.2.2015. 10:24:21	Karlovacko svijetlo	3	6N	0	0	0
19.2.2015. 10:24:06	Karlovacko svijetlo	23	6N	0	0	0
19.2.2015. 10:23:49	Karlovacko svijetlo	19	6N	0	0	0

Tablica 3.3. Rezultati mikrobioloških analiza piva iz protočnog pasterizatora

Izvor: Interna dokumentacija „Heineken Hrvatska“, laboratorij Odjela za osiguranje kvalitete

19.2.2015. 10:23:18	Karlovacko svijetlo	15	6N	0	0	0
18.2.2015. 11:48:09	Karlovacko svijetlo	11	1N	0	0	0
29.1.2015. 9:24:16	Karlovacko svijetlo	2	1N	0	0	0
29.1.2015. 9:24:00	Karlovacko svijetlo	22	3N	0	0	0
29.1.2015. 9:23:47	Karlovacko svijetlo	18	3N	0	0	0
29.1.2015. 9:23:31	Karlovacko svijetlo	14	3N	0	0	0
28.1.2015. 12:26:13	Karlovacko svijetlo	10	3N	0	0	0
28.1.2015. 12:26:02	Karlovacko svijetlo	6	3N	0	0	0
28.1.2015. 12:25:50	Karlovacko svijetlo	2	3N	0	0	0
28.1.2015. 12:25:34	Karlovacko svijetlo	22	3N	0	0	0
28.1.2015. 12:25:04	Karlovacko svijetlo	18	3N	0	0	0
13.1.2015. 11:39:14	Karlovacko svijetlo	10	4N	0	0	0
13.1.2015. 11:38:57	Karlovacko svijetlo	6	4N	0	0	0
13.1.2015. 11:38:46	Karlovacko svijetlo	4	5N	0	0	0
13.1.2015. 11:38:36	Karlovacko svijetlo	24	5N	0	0	0
13.1.2015. 11:38:23	Karlovacko svijetlo	20	5N	0	0	0
13.1.2015. 11:38:03	Karlovacko svijetlo	16	5N	0	0	0
8.1.2015. 8:26:19	Karlovacko svijetlo	20	1N	0	0	0
8.1.2015. 8:24:53	Karlovacko svijetlo	16	1N	0	0	0
7.1.2015. 12:40:26	Karlovacko svijetlo	11	1N	0	0	0
5.1.2015. 12:08:40	Karlovacko svijetlo	13	2N	0	0	0
5.1.2015. 12:08:23	Karlovacko svijetlo	9	2N	0	0	0
5.1.2015. 12:08:10	Karlovacko svijetlo	5	2N	0	0	0

Rezultati analiza protočno pasteriziranog piva u periodu od 1.1.2015. do 31.3.2015. pokazali su odstupanja od specifikacija za Karlovačko svijetlo pivo 23.2. (punjeno iz pufer tanka 1N) i 16.3. (punjeno iz pufer tanka 4N).

5. RASPRAVA

5. RASPRAVA

„Karlovačka pivovara/Heineken Hrvatska“ koristi postupak pasterizacije za postizanje mikrobiološke stabilnosti i produljenja vijeka trajanja pasteriziranog piva.

Rok trajanja svih radler piva s malim udjelom alkohola (2%), kao i rok trajanja bezalkoholnog Maxx piva nakon pasterizacije je šest mjeseci. Jednaki rok trajanja, neovisno o vrsti pakiranja, vrijedi i za Karlovačko svijetlo pivo namijenjeno hrvatskom tržištu. Za izvozno Karlovačko svijetlo pivo rok trajanja je devet mjeseci (izvoz u Bosnu i Hercegovinu), odnosno dvanaest mjeseci (izvoz u skandinavske zemlje, Kinu). Heineken pivo ima rok trajanja devet mjeseci, neovisno o vrsti ambalaže. Jednako vrijedi i za Karlovačko crno u bocama od 0,5L. Rok trajanja ne ovisi o vrsti ambalaže ako se pivo pravilno skladišti, u tamnom i hladnom prostoru. U slučaju nepravilnog skladištenja ambalažnog piva kvaliteta piva u staklenim i plastičnim bocama može biti narušena zbog utjecaja svjetlosti i topline.

Budući da do kontaminacije piva može doći i tijekom pasterizacije i nakon nje, strogim protokolima određeni su pranje i dezinfekcija pasterizatora, kao i svih dijelova koji dolaze u kontakt s proizvodom.

Mikrobiološke analize pasteriziranog piva provode se u laboratoriju Odjela za osiguranje kvalitete, a njihova učestalost i vrste hranjivih podloga ovise o načinu pasterizacije.

Da bi se dobili rezultati mikrobioloških analiza, potrebno je najmanje tri dana (vrijeme inkubacije). Na osnovi rezultata ne blokira se gotov proizvod. Razlog je tome što „Karlovačka pivovara/Heineken Hrvatska“ nema toliki kapacitet skladišta da bi se mogli čekati rezultati mikrobiološke analize i zadržavati proizvod u skladištu.

Ako rezultati mikrobioloških analiza pokažu da je određeni proizvod van specifikacije /veta, poduzimaju se određene korektivne akcije. One podrazumijevaju različite mjere - od pojačanog čišćenja, promjene sredstva CIP-a, edukacije djelatnika, pa sve do povlačenja piva sa tržišta.

U slučaju nesukladnosti, o daljnjem postupku odlučuju MT (*Management Team*) i Predsjednik Uprave, koji mogu odlučiti o povlačenju proizvoda iz skladišta kupca ili s tržišta. Oni također odlučuju o načinu zbrinjavanja nesukladnog proizvoda.

6. ZAKLJUČAK

6. ZAKLJUČAK

Pasterizacijom se uništavaju štetni mikrobiološki organizmi, te se tako sprečava kvarenje i produljuje rok trajanja piva.

Ovisno o vrsti piva (udjelu alkohola, udjelu ekstrakta, načinu vrenja), te vrsti ambalaže, pasterizacija se u „Heineken Hrvatska“ provodi na dva načina – tunelski i protočno.

Tunelskom pasterizacijom u dvoetažnom „Sander Hansen“ pasterizatoru pasterizira se pivo u bocama prolazom kroz tri zone zagrijavanja, tri zone pasterizacije i tri zone hlađenja. Zone zagrijavanja povezane su sa zonama hlađenja odgovarajuće temperature, te se tako postiže ušteda energije.

Protočnom pasterizacijom u „Krones“ i „Fischer“ postrojenjima pasterizira se pivo koje u tankom sloju protječe kroz pasterizator, te se nakon pasterizacije puni u sterilizirane boce, limenke ili bačve u strogo kontroliranim uvjetima, bez pristupa zraka.

Pasterizirano pivo podvrgava se mikrobiološkim analizama u laboratoriju Odjela za osiguranje kvalitete. Mikrobiološke analize i njihova učestalost ovise o načinu pasterizacije. Rezultati analiza unose se i obrađuju programom Qualass, koji, na osnovu zadanih parametara, odobrava ili ne odobrava kvalitetu pasteriziranog piva.

Tijekom prvog kvartala 2015. godine nisu evidentirane mikrobiološke nesukladnosti u uzorcima piva pasteriziranog u tunelskom pasterizatoru.

U uzorcima piva pasteriziranog u protočnom pasterizatoru u dva je navrata utvrđeno prisustvo kvasaca u Karlovačkom svijetlom pivu. Ti rezultati pokazuju minimalna odstupanja od specifikacija, te iziskuju pojačanu sanitaciju na liniji.

Na osnovu provedenih mikrobioloških analiza pasteriziranog piva može se zaključiti da je, uz redovne mjere čišćenja i sanitacije postrojenja, pasterizacija najsigurniji način postizanja mikrobiološke stabilnosti piva.

7. LITERATURA

7. LITERATURA

1. Belavić V.: Mikrobiologija piva, interna skripta Veleučilišta u Karlovcu
2. Beluhan S: Mikrobiološke i kemijsko – fizikalne metode nadzora procesa proizvodnje piva, predavanja PBF Sveučilišta u Zagrebu, 2014. (19 – 24)
3. Grba S.: Kvasci u biotehnološkoj proizvodnji, PBF Sveučilišta u Zagrebu, Plejada, Zagreb, 2010. (125)
4. Interna tehnička dokumentacija „Karlovačke pivovare/Heineken Hrvatska“
5. Marić V.: Tehnologija piva, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2009. (158 – 182)
6. Paradh A D , Hill A.E., Mitchell W. J.: Pojava Pectinatus-a i Megasphaera-e u vodećim britanskim pivovarama, Journal of the Institute of Brewing, 2011. (498 – 501)
7. Šubarić D. i Babić. J: Tempus projekt 158714, Knjiga 5, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, 2004. (5 – 15)
8. www.heineken.hr/povijest-h-34 – pristupljeno 01.06.2015. – 24.08.2015.
9. www.theheinekencompany.com/sustainability/case-studies – pristupljeno 01.06.2015. – 24.08.2015.
10. www.fischer-g.com/neu/englisch/1024/index_produkt.html/Pasteurizing_Systems - pristupljeno 16.05.2014.
11. www.britannica.com/Pasteurization – pristupljeno 01.09.2015.
12. https://microbewiki.biowiki.kenyon.edu/Study_Microbes - pristupljeno 08.09.2015.
13. https://en.wikipedia.org/wiki/Louis_Pasteur - pristupljeno 10.09.2015.
14. <https://commons.wikimedia.org> – pristupljeno 18.09.2015.
15. <https://brettanomyces.files.wordpress.com/2009/04/> - pristupljeno 18.09.2015.
16. <http://phdinbeer.com/2015/01/30/beer-microbiology> - pristupljeno 18.09.2015.

POPIS SLIKA I TABLICA

Slika 1. Pasterizator piva u 19. stoljeću.....	2
Slika 2. Shematski prikaz tehnologije proizvodnje piva	4
Slika 3. <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	5
Slika 4. <i>Brettanomyces</i>	6
Slika 5. „Pelikula“ na pivu zagađenom <i>Brettanomyces</i> -om.....	6
Slika 6. <i>Lactobacillus brevis</i>	7
Slika 7. Izgled piva kontaminiranog <i>Lactobacillus</i> -om	8
Slika 8. <i>Pectinatus cerevisiiphilus</i>	8
Slika 9. Louis Pasteur.....	10
Slika 10. Sander Hansen pasterizator u pogonu	16
Slika 11. Haffmans PU monitor	17
Slika 12. Shematski prikaz protočne pasterizacije	19
Slika 13.a/b Shema protočnog pasterizatora	20
Slika 14. Linije protočnog pasterizatora.....	21
Slika 15. Operacioni panel Siemens.....	21
Slika 16. Pufer tank Fischer protočnog pasterizatora.....	22
Slika 17. Perilica povratnih boca.....	23
Slika 18. Stroj za ispiranje boca u pogonu Karlovačke pivovare.....	24
Slika 19. Inokulirane hranjive podloge	28
Tablica 1. Primjer protokola za nutarnje i vanjsko pranje na liniji 2	26
Tablica 2. Rezultati mikrobioloških analiza piva iz tunelskog pasterizatora	30
Tablica 3. Rezultati mikrobioloških analiza piva iz protočnog pasterizatora	31-33