

# Analiza proizvodnje tri vrste Ale piva

---

Živčić, Perica

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

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:128:654522>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-15**



**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 REPOZITORIJI

**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
**STRUČNI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE**  
**PIVARSTVO**

Perica Živčić

**ANALIZA PROIZVODNJE TRI VRSTE ALE PIVA**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, veljača 2018.



**Veleučilište u Karlovcu**  
Stručni studij prehrambene tehnologije  
Pivarstvo

Perica Živčić

**ANALIZA PROIZVODNJE TRI VRSTE ALE PIVA**

Završni rad

Mentor: dr. sc. Goran Šarić

Broj indeksa autora: 0314612019

Karlovac, veljača 2018.

## **Analiza proizvodnje tri vrste *ale* piva**

### **Sažetak:**

Provedena je analiza proizvodnje tri vrste alea: Belgian Blond Ale, American IPA i English Porter. Ove tri vrste piva u potpunosti se međusobno razlikuju po osnovnim parametrima, iako su u određenom dijelu proizvedene od istih osnovnih sirovina. Tematika ovog rada temelji se na osnovnim razlikama lagera i alea te na konkretnom tehnološkom procesu proizvodnje. U eksperimentalnom je dijelu prikazan odnos anomalija i željenih parametara koje je moguće postići u suvremenoj pivarskoj industriji. Zadane su tri različite recepture, slijed proizvodnje po istima i razlozi odstupanja od zadanih parametara u uvjetima neindustrijske proizvodnje.

**Ključne riječi:** American IPA, Belgian Blond Ale, English Porter, hmelj, kvasac, slad

## **Analysis of three *ale beer* styles**

### **Abstract**

Three types of ales were produced: Belgian Blond Ale, American IPA and English Porter. These three kinds of beers are completely different from each other by basic parameters, although they are produced in a certain part of the same basic raw materials. The theme of this work is based on the basic differences between lager and ale and on the specific technological process of production. The experimental part shows the relationship between anomalies and desired parameters that can be achieved in the modern brewery industry. Three different recipes are predetermined, the sequence of production by the same and the reasons for deviation from the given parameters in the conditions of non-industrial production.

**Keywords:** American IPA, Belgian Blond Ale, English Porter, malt, hop, yeast

# SADRŽAJ

1. Uvod.....	1
1.1.Svrha i cilj završnog rada .....	3
2. Vrste piva .....	4
2.1.Podjela piva prema vrsti kvasca .....	4
2.2.Podjela piva prema masenom udjelu ekstrakta u sladovini.....	6
2.3.Podjela piva prema boji i prema volumnom udjelu alkohola.....	6
2.4.Osnovne značajke istraživanih piva .....	7
2.4.1. Belgian Blond Ale .....	7
2.4.1.1.Povijest .....	7
2.4.1.2.Ukupni dojam .....	7
2.4.2. American IPA.....	9
2.4.2.1.Povijest .....	10
2.4.2.2.Ukupni dojam .....	10
2.4.3. English Porter .....	11
2.4.3.1.Povijest .....	11
2.4.3.2.Ukupni dojam .....	12
3. Eksperimentalni dio.....	14
3.1.Materijali .....	14
3.1.1. Recepture varione Blond Ale .....	16
3.1.2. Recepture varione American IPA .....	18
3.1.3. Recepture varione English Porter.....	20
3.1.4. Recepture fermentacija.....	22
3.1.4.1.Belgian Blond Ale .....	22
3.1.4.2.Priprema suhog kvasca Abbaye 11,5 g .....	22
3.1.4.3.American IPA.....	22
3.1.4.4.English Porter .....	23
3.2.Metode.....	24
3.2.1. Određivanje alkohola, prividnog ekstrakta, osnovne sladovine i boje piva.....	24
3.2.2. Određivanje gorčine piva .....	24
3.2.3. Određivanje pH vrijednosti .....	24

3.3.Izračuni.....	25
3.3.1. Evaporacija u varioni .....	25
3.3.2. Iskorištenje u varioni.....	25
3.3.3. Stupanj prevrenja.....	25
4. Rezultati .....	26
5. Rasprava .....	37
5.1.Belgian Blond Ale .....	38
5.2.American IPA.....	39
5.3.English Porter .....	40
6. Zaključci.....	41
7. Pojmovnik .....	42
8. Literatura .....	43
9. Popis priloga.....	44

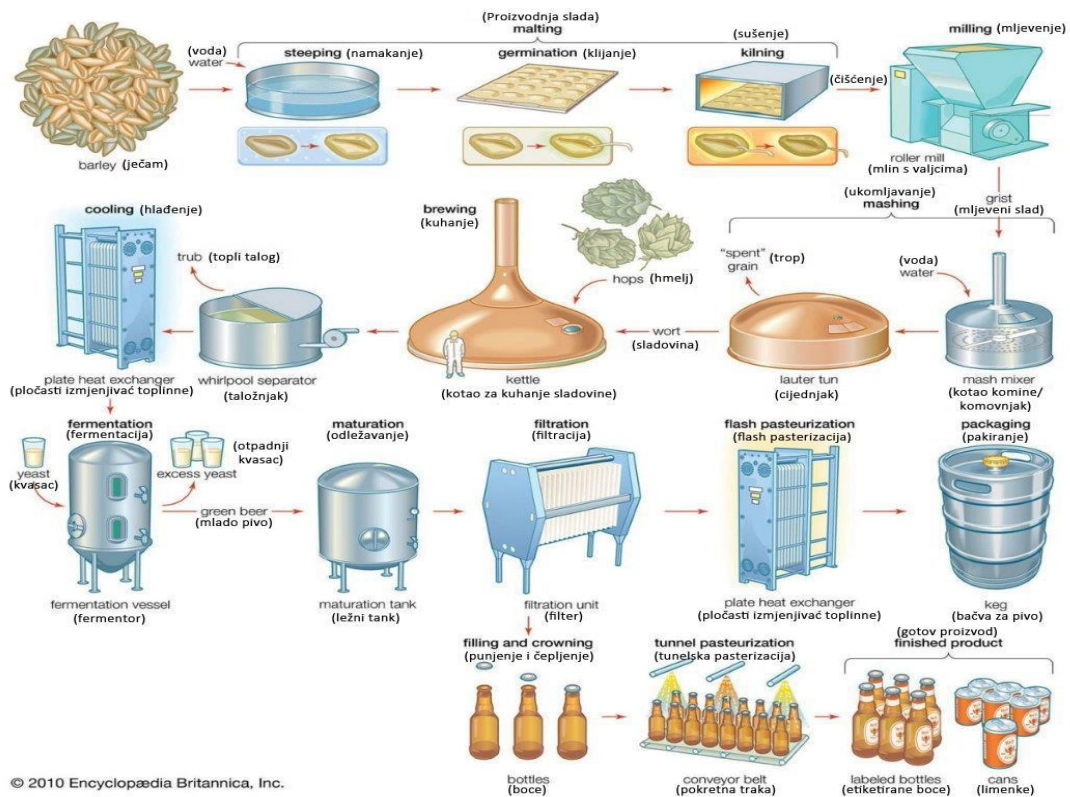


# 1. Uvod

Pivo je slabo alkoholno piće gorkog okusa i hmeljne arome. Proizvod je alkoholnog vrenja pivske sladovine, odnosno vodenog ekstrakta pivskog slada. Za vrenje sladovine koriste se čiste kulture pivskih kvasaca, koje se razlikuju po temperaturi vrenja, sposobnostima previranja sladovine i taloženja po završetku glavnog vrenja. Prema tipu kvasca razlikuju se dva industrijska postupka vođenja vrenja: donje ili hladno vrenje iz kojih nastaju lager piva i gornje ili toplo vrenje te doviranje iz kojeg nastaju tradicionalna engleska piva gornjeg vrenja.

U svijetu, 80 % piva pripada svjetlom pivu, a 20 % proizvodnje pripada ostalim tipovima. Osnovna razlika među njima postiže se korištenjem različitih tipova sladova (svijetli, tamni i karamelni ječmeni sladovi te pšenični slad).

Danas postoji nekoliko stotina vrsta piva u svijetu. Njihova razlika temelji se na upotrebi četiriju osnovnih sirovina primjenom različitih tehnoloških procesa proizvodnje. Svaki proces proizvodnje sastoji se od nekoliko osnovnih faza koje uključuju proizvodnju pivske sladovine, fermentaciju, filtraciju te punjenje piva u odgovarajuću ambalažu.














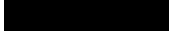


Slika1. Shema industrijske proizvodnje piva (Encyclopaedia Britannica)

Prema pravilniku (Narodne novine, 2011), pivo se može podijeliti u nekoliko glavnih skupina ovisno o sljedećim faktorima:

1. „specijalno pivo“ – proizvedeno od sladovine od 12 do 14% (m/m) ekstrakta u osnovnoj sladovini;
2. „jako pivo“ – proizvedeno od sladovine s najmanje 14% (m/m) ekstrakta u osnovnoj sladovini;
3. »bezalkoholno pivo« – sadrži najviše 0,5% vol. alkohola;
4. »pšenično pivo« – proizvedeno iz najmanje 30% (m/m) pšeničnog slada;
5. »pivo proizvedeno s mješovitom mikrobnom kulturom«;
6. »mutno pivo« – pivo čija je mutnoća posljedica posebnih tehnoloških postupaka, a može biti i s talogom;
7. »nefiltrirano pivo« – mutno pivo iz kojeg tehnološkim postupcima nije uklonjena mikrobnost kultura, a može biti i s talogom;
8. »svijetlo pivo« – pivo s intenzitetom boje do 15 EBC jedinica;
9. »crveno pivo« ili »tamno pivo« – pivo s intenzitetom boje od 16 do 40 EBC jedinica;
10. »crno pivo« – pivo s intenzitetom boje iznad 40 EBC jedinica.

Pivo sadrži preko 600 različitih sastojaka, a po udjelu su, ovisno o vrsti, najvažniji voda, alkohol i neprevreli ekstrakt. Najveći udio čini voda, otprilike 89-93 %. Mikrobiološki i kemijski sastav vode za proizvodnju piva strogo se nadzire te usklađuje sa zakonskim i zdravstvenim normama. Za razliku od vode, pivo ima određenu energetska, prehrambenu i zdravstvenu vrijednost. Važno je napomenuti da u pivu nema masti i kolesterola. Energetska vrijednost piva daje alkohol. Male koncentracije alkohola u kombinaciji s hmeljevima imaju povoljan utjecaj na konzumente jer uklanjaju psihičke blokade, povećavaju društvenost i ublažavaju pojavu srčanih oboljenja (Marić, 2009).

Primjer piva	Boja piva	EBC
Svjetli lager		4
Njemački Heles		6
Pils		8
Pšenično pivo		12
		16
		20
		26
Tamni lager		33
		39
		47
		57
Porter		69
Stout		79
Imperial stout		138

Slika 2. Boja piva izražena u EBC jedinicama.

### 1.1. Svrha i cilj završnog rada

Svrha i cilj završnog rada jest pokazati sličnosti i razlike triju vrsta ale piva: Belgian Blond Ale, American IPA i English Porter čiju osnovu proizvodnje čine voda iste tvrdoće, ali različiti sladovi, hmeljevi i kvasci. Kod gotovog piva različito su izražena svojstva koja uglavnom potječu samo od jedne osnovne sirovine.

Istraživanje u ovome radu temeljit će se na kemijskoj analizi osnovnih parametara tijekom proizvodnje triju različitih ale piva. Za kemijsku analizu korišteni su spektrofotometar (M501 Single Beam Scanning UV/Visible Spectrophotometer) za određivanje boje i gorčine te kombinirani uređaj Anton Paar DMA 4500 (Alcoholizer Plus Beer) za određivanje alkohola, osnovnog ekstrakta u sladovini i prividnog ekstrakta. Tijekom same proizvodnje sladovine neophodni uređaji su pH metar za provjeru pH vrijednosti i saharometar za provjeru ekstrakta čiji se rezultati o udjelu šećera u sladovini izražavaju u °P (stupnjevima Platoa).

## 2. Vrste piva

Primjena različitih tehnoloških postupaka u proizvodnji piva rezultira i različitim vrstama piva karakterističnima po okusu i mirisu, udjelu alkohola, boji i aromi. Proces proizvodnje pivske sladovine u varioni korištenjem vode različite tvrdoće, različitih hmeljeva i sladova određuje smjer u kojem bi se trebalo razviti pivo. Međutim, vrenje sladovine pomoću čistih sojeva kvasca donjeg ili gornjeg vrenja te dozrijevanje i odležavanje mladog piva pri različitim temperaturama te načini dorade piva pružaju velike mogućnosti u oblikovanju organoleptičkih svojstava piva. Ipak, podjela piva na tipove i vrste je definirana strogim pravilnicima o kvaliteti koji su rezultat pivarske prakse.

Nusproizvodi koji nastaju tijekom alkoholnog vrenja utječu na okus i miris piva te na stabilnost pjene. U optimalnoj koncentraciji oni daju ugodan, prepoznatljiv okus piva, no u povišenoj koncentraciji na okus i miris utječu negativno. Visoka koncentracija nepoželjnih sastojaka piva može biti rezultat ubrzanog vrenja ili skraćenog dozrijevanja. Neugodna aroma mladog piva potječe od visoke koncentracije aldehida, diacetila i sumpornih spojeva koji se nakupljaju tijekom glavnog vrenja, a reduciraju tijekom dozrijevanja. S druge strane, ugodnu aromu u ograničenoj koncentraciji izazivaju viši alkoholi i esteri koji se kao nusproizvodi metabolizma kvašćevih stanica povećavaju tijekom glavnog vrenja i dozrijevanja. Ključni faktor za jače oslobađanje viših alkohola i estera je viša temperatura glavnog vrenja što je upravo slučaj kod proizvodnje ale piva.

### 2.1. Podjela piva prema vrsti kvasca

Prema vrsti kvasca razlikujemo *lager* pivo kod kojeg vrenje započinje pri 6-8°C i zato ga nazivamo hladnim vrenjem, a završava na temperaturi 9-18°C. Završetkom glavnog vrenja slijedi faza hlađenja kako bi se kvasac istaložio, izdvojio iz mladog piva te se pivo tada obično prepumpava u drugi tank na odležavanje pri temperaturi od -1°C do +1°C. Ovakvo pivo konzumira se ohlađeno na 5-14°C te daje bogatu i trajnu pjenu, punog okusa zbog relativno velikog udjela neprevrelog ekstraktata.

Drugi dosta rašireni tip piva je pivo gornjeg vrenja ili *ale = top fermenting beer* kod kojeg vrenje započinje pri višoj temperaturi sladovine (10°C), a završava na 25°C kada kvasac ispliva na površinu mladog piva. Nakon izdvajanja kvasca, mlado pivo odležava i

dozrijeva pri 20 °C, kraće od lager piva. Većina piva gornjeg vrenja su manje punoće okusa u usporedbi s lager pivom pa su po okusu sličniji vinu nego pivu. Drugu skupinu ovih vrsta piva predstavljaju crna britanska piva Porter i Stout, a imaju izuzetnu punoću, sladnu aromu te gustu i stabilnu pjenu.

Treći, u nas manje poznat, tip piva je *afričko* pivo koje se proizvodi s posebnom vrstom kvasca *Schizomyces pombe*, prilagođen ekstremnim klimatskim uvjetima (30-40°C), od prosenog, a ne ječmenog slada (Marić, 2009).

Lager pivo je proizvod metabolizma čiste kulture kvasca donjeg vrenja, tzv. *Saccharomyces uvarum*, a aleovi nastaju fermentacijom sladovine korištenjem čiste kulture kvasca gornjeg vrenja, takozvanog *Saccharomyces cerevisie*. Osnovna razlika između kvasaca donjeg i gornjeg vrenja je u asimilaciji melibioze. Kvasci donjeg vrenja u potpunosti metaboliziraju melibiozu i rafinozu dok kvasci gornjeg vrenja ne mogu metabolizirati melibiozu jer ne sadrže enzim melibiazu te iz sladovine uzimaju samo trećinu rafinoze. Produkcija kvasca po završetku vrenja u odnosu na doziranu masu kvasca za početak vrenja je dosta veći kod ale tipa ( 5-8 puta), nego kod lager (oko 5 puta) (Priest i Stewart, 2006).

Oprema koja se stoljećima koristila za proizvodnju ale ili lager piva nije se međusobno razlikovala, ali se razlikovao tehnološki proces, baš kao i danas. Nekada se glavno vrenje odvijalo u otvorenim kadama vrionog podruma, a tek bi se za maturaciju pivo prepumpalo u zatvorene bačve gdje bi odležavalo od nekoliko tjedana do nekoliko mjeseci u slučaju lagera, dok je kod ale piva faza odležavnja relativno kratka (Bamforth, 2006).

Ale i lager piva u suvremenoj proizvodnji fermentiraju u zatvorenim cilindrično konusnim fermentorima gdje se završetkom glavnog vrenja kvasac ispusti iz konusnog dijela fermentora te nakon reduciranja diacetila slijedi hlađenje i odležavanje u istom ili drugom ležnom tanku u slučaju centrifugiranja. Labaratorijskim istraživanjima znanstevnici su uspjeli otkriti nove sojeve ale kvasaca s osobinama lagera po završetku vrenja te je današnja proizvodnja piva gornjeg vrenja istovjetna lagerima (Harrison, 2009).

Kod tradicionalnog postupka proizvodnje ale piva u otvorenim vrionim kadama, kvasac bi se tijekom fermentacije skupljao s površine piva. Danas se zbog novootkrivenih sojeva ale kvasaca i opreme izdvajanje kvasca radi isto kao i kod lagera: nakon što se kvasac po završetku vrenja uslijed gravitacije sedimentira u konusni dio fermentora, jednostavno se

ispusti i može se kao sljedeća generacija koristiti za daljnju proizvodnju piva ili prehranu stoke i sl. (Bamforth, 2009).

## **2.2. Podjela piva prema masenom udjelu ekstrakta u sladovini**

Prema masenom udjelu tipove piva dijelimo na *slaba* ili *laka* koja imaju malen udio alkohola i neprevrelog ekstrakta pa osvježavajuće prijaju tijekom ljetnih vrućina.

*Standardna* piva obično se proizvode od sladovine 10-12% ekstrakta pa je udio alkohola u njima od 3,5% do 5,5%. Upravo su ta piva najčešća na našem tržištu.

*Specijalna* piva s više od 12% ekstrakta sadrže više neprevrelog ekstrakta i najčešće se pakiraju u luksuzno opremljene boce, a naše pivovare ih obično proizvode u blagdansko vrijeme.

*Dvostruka sladna* piva proizvode se od sladovine s 18% do 22% ekstrakta i nazivaju se jakim pivima jer sadrže povećani udio alkohola i neprevrelog ekstrakta. U Njemačkoj i Austriji nazivaju se *Bock*, *Stark* ili *Festbier*.

*Ječmena* vina sadrže udio alkohola kao i vina, a zbog dodatno visokog udjela neprevrelog ekstrakta prilično su „teška“ pa se konzumiraju u malim količinama kao desertno piće (Marić, 2009).

## **2.3. Podjela piva prema boji i prema volumnom udjelu alkohola**

Prema boji piva, tipovi mogu biti *svijetli*, *crveni*, *tamni* i *crni* koji se dobivaju raznim tehnološkim procesima.

Prema volumnom udjelu alkohola razlikujemo *bezalkoholna* piva koja sadrže do 0.5% alkohola, zatim *lagana* piva, koja sadrže manje od 3.5% alkohola i *standardna lager* i *ale* piva koja sadrže preko 3.5% alkohola. Postoje još i *jaka* piva s udjelom alkohola višim od 5.5%. Važno je napomenuti da ova podjela uglavnom služi za određivanje poreza na pivo.

## **2.4. Osnovne značajke istraživanih piva**

### **2.4.1. Belgian Blond Ale**

Ova kategorija predstavlja pivo gornjeg vrenja svijetle boje, dobro izbalansirane gorčine čija osnovna senzorska svojstva u prvom redu dolaze od kvasca, više nego od slada uz generalno nešto višu razinu alkohola.

#### **2.4.1.1. Povijest**

Prvo pivo ovakvog stila pojavilo se još 1074. godine i od tada se originalni recept kroz pivovaru *Abdij Abbaye* prenosio generacijama sve do danas te se od 1950. godine komercijalno proizvodi pod nazivom *Affligem Blond*. Belgijanci za ovaj stil piva koriste termin *Blond*, dok Francuzi koriste *Blonde*. Kod većine komercijalnih primjera sadržaj alkohola kreće se od 6,5 do 7 %. Relativno nedavno ovaj stil piva postaje sve popularniji „Pilsner pivopijama“ jer, bez obzira na nešto viši sadržaj alkohola, baš je Blond Ale svojim osobinama dosta sličan lagerima (Interni materijali Heineken Hrvatska d. o. o.).

#### **2.4.1.2. Ukupni dojam**

Pivo svijetle do duboko zlatne boje umjerene snage, općenito vrlo jasne čistoće koje na okusnim pupoljcima završava suptilnim voćnim mirisom i okusom čija osnova senzorskih svojstava proizlazi iz složenosti belgijskog kvasca. Belgian Blond Ale je pivo koje je obično, od spomenutih tri, najzahtjevnije proizvesti zbog specifičnog soja kvasca. Nusproizvodi metabolizma koje kvasac stvara tijekom fermentacije mogu dovesti do piva neželjenih organoleptičkih svojstava.

Kroz osjetilo njuha prožima se pikantni miris hmelja u kombinaciji slatkih osobina slada.

Pokazuje suptilan karakter kvasca koji potječe od fenola i estera zbog čega se obično javlja miris citrusa ili čak meda.

U početku konzumiranja osjeća se okus slada, a završava istančanom prisutnošću alkohola i gorčine uz slatkoću meda na nepcu. Dodatni osvježavajući podražaj nepca izazivaju mjehurići CO<sub>2</sub> jer se u praksi, kod ove vrste piva, obično odvija dvostruka fermentacija zbog čega je takvo pivo izrazito karbonizirano (Carr, 2016).

Tržišni primjeri su Affligem Blond, Leffe blond, Straffe Hendrik Blonde. Osnovni parametri gotovog proizvoda su IBU: 15-30 ABV: 6,5-7 % i EBC: 8-14.



Slika 3. Affligem Blond (Izvor: <http://itasteyourbeer.com/2011/affligem-blond-by-brouerij-affligem>  
Pristupljeno: 14.8.2016. 21:10)



### 2.4.2. American IPA

Većina izvora slaže se s time da je pivo, kasnije poznato kao IPA (India pale ale), bio svjetli ale pripremljen za otpremu u Indiju krajem 1700-ih i ranih 1800-ih godina. Zbog vrlo loših higijenskih uvjeta tih godina javljao se problem kvarenja piva tijekom dugotrajnog transporta brodom od Britanije do Indije. Kako bi vojnici mogli uživati u hranjivom napitku, pivari su se dosjetili staviti ogromne količine hmelja u bačve gotovog piva jer bi ga visok udio alfa i beta kiselina sačuvalo od nepovoljnog utjecaja mikroorganizama.

George Hodgson iz Bow pivovare bio je poznat kao izvoznik IPaE tijekom ranih 1800-ih. Kao i kod svih engleskih piva s dugom poviješću, popularnost i formulacija IPaE mijenjala se tijekom vremena. Burtonove pivnice s visokim udjelom sulfata u vodi uspjele su uspješno proizvoditi IPAu i započele dominaciju na svom tržištu do 1830-ih godina, kada se ime India Pale Ale prvi put koristi.

Snaga i popularnost oslabila je tijekom vremena, a stil gotovo nestao u drugoj polovici 20. stoljeća. Samo ime često se koristilo za opis svjetlih i gorkih aleova, ali ne i posebno ugodnih kao danas. Stil je 1980-ih godina doživio obnovu kada su suvremeni primjeri inspirirani klasičnim inačicama. Vjerojatno je White Shield pivo primjer s najdužom linijom proizvodnje, praćen jakom Burton IPA koja je i prva proizvedena 1829. godine.

Ipa predstavlja grupu sličnih stilova jako ohmeljenih piva. Između Engleske i Američke IpaE postoji samo jedna mala povijesna veza. Engleska Ipa grupira se s drugim engleskim stilovima piva, a Američka Ipa predstavlja grupu od tri vrste modernih Ipa stilova. Dijeli se na: American Ipa, Imperial (double) Ipa i Black Ipa. Pojam IPA danas nije strogo preciziran kao India Pale Ale jer nijedno od komercijalnih piva nije otišlo u Indiju, a mnoga od njih nisu niti čisto svjetla. (Gordon i England, 2015.)

### **2.4.2.1. Povijest**

American IPA se kao stil dodatno dijeli na West Coast IPA i East Coast IPA. Smatra se da je Anchor Liberty Ale početak stvaranja ovakvog stila obrtničkog piva u Americi, koje se počelo proizvoditi 1975. godine koristeći Cascade hmelj u izvornom obliku. Korištenje tog hmelja predstavlja osnovu senzorskih svojstava American Pale Ale. Rabeći stari engleski recept ovo pivo stavljalo se u hrastove bačve na odležavanje kako bi tijekom tog procesa dobilo specifičnu boju. Pronalaženjem i korištenjem novih vrsta hmelja IPA postaje najzanimljiviji stil moderne craft proizvodnje. (Bostwick, 2015.)

### **2.4.2.2. Ukupni dojam**

Izrazito ohmeljeno, gorko i umjereno jako američko svjetlo pivo obogaćeno upotrebom više suvremenih sorti hmelja koje u kombinaciji s više vrsta sladova dovode do odličnog aftertaste okusa. Boja IP Ae kreće se u rasponu od srednje zlatne do svjetlo crvenkaste. Trebalo bi biti jasne bistrine iako, kao i svako nefiltrirano pivo, može biti malo mutno. Pjena je srednje veličine, dobro postojana, od bijele do prljavo bijele boje. Zanimljiva je kontradiktornost boje u odnosu na druge IP Ae koju nalazimo kod Black IP Ae koja je izuzetno bogata senzorskim svojstvima sladnosti i hmeljeva. Tržište IP Ae predstavljaju Alpina Duet, Stone IPA, Punk IPA, Russian River Blind Pig IPA, Pozoj Indian Pale Ale Zmajska pivovara. Osnovu proizvodnji trebali bi činiti sljedeći parametri: IBU: 40-70 ABV: 5.5-7.5% EBC: 12-28.

Intenzivan miris koji potječe od novootkrivenih vrsta hmeljeva glavno su obilježje IP Ae, kao što je miris citrusa, bora i ostalog tropskog voća. Dodatna voćnost može proizlaziti iz korištenja određenih sojeva kvasca, iako je u proizvodnji IP Ae poželjna neutralnost metabolita kvasca kako bi se više istaknuo karakter hmeljeva.

U pivu se osjeća srednje visoka do vrlo visoka gorčina hmelja u kombinaciji s općenito čistim ili karamelnim okusom slada što se kod komercijalnih primjera inače javlja u različitim intenzitetima. Gorčina hmelja u velikoj mjeri odgovorna je za aftertaste, ali ne bi trebala biti neugodno jaka.



Slika 4. Pozoj Indian Pale Ale, Zmajska pivovara (Izvor: <http://www.dostavapiva.com/hr/ponuda-piva/pivo/zmajska-pivovara/pozoj-ipa>, pristupano 19.8.2016. 15:49)

### **2.4.3. English Porter**

Dok je u Velikoj Britaniji jednostavno nazvan Porter, u svijetu je poznat pod imenom English Porter kako bi se razlikovao od ostalih portera. Pripada stilu piva gornjeg vrenja tamne boje.

#### **2.4.3.1. Povijest**

Samo ime piva osmišljeno je od strane londonske radničke klase koja je obavljala poslove prijenosa prtljage, a ti radnici izvorno su se zvali stoutporters. Razvoj seže u 1800. godinu od ranijeg slatkog smeđeg piva tzv. Brown alea koje je bilo popularno u to vrijeme. Kroz tih 300 godina pa sve do danas razvoj portera mijenja se prema sklonostima potrošača. Izbijanjem Prvog svjetskog rata proizvodnja portera kao i većine obrtničkih piva nestala je te se opet pojavila sredinom sedamdesetih godina prošlog stoljeća. Danas ga je u dobroj mjeri zamijenio Stout, ali ipak se još uvijek komercijalno proizvodi (Interni materijali Heineken Hrvatska d. o. o.).

### 2.4.3.2. Ukupni dojam

Smeđe boje umjerene snage s blago ograničenim prženim karakterom slada i gorčine. Može imati različit raspon prženog, a najčešće ima čokoladno karamelni okus slada. Od američkog portera razlikuje se u tome što je slađi, odnosno ima izražen karamelni okus i obično ima manji udio alkohola, dok je kod američkog portera prženost slada jače prožeta u okusu i mirisu. Na domaćem tržištu uglavnom možemo naći ova piva: *Zmajska pivovara Porter*, *Burton Bridge Burton Porter*, *Fueller's London Porter* te *Old Slug Porter*. Osnovni parametri gotovog proizvoda su IBU: 18-35, ABV: 4.0-5.4%, EBC: 40-60. Umjerenog do izraženog mirisa, nalik na biskvit s blagom aromom oraha i cvjetnog do zemljanog mirisa hmelja.

Okus ovakvog piva nalik je na kruh ili biskvit uz nježne note karamele i čokolade što mu daje odlike neprženog slada. Zanimljivo je da su upravo kod ovakvog piva razine diacetila najniže u usporedbi s drugim. Umjereno je do jako karbonizirano. Moderni porteri su dosta ohmeljeni u usporedbi s prvim verzijama.



Slika 5. Porter, Zmajska pivovara (Izvor: <http://dostavapiva.com/hr/ponuda-piva/pivo/zmajska-pivovara/porter/>, pristupano 16.8.2016. 9:15)



Slika 6. Old Slug Porter (Izvor: <http://www.beerinfinity.com/rch-old-slug-porter/>, pristupano 20.8. 2016. 17:56)

### 3. Eksperimentalni dio

#### 3.1. Materijali

U eksperimentalnom dijelu rada prikazani su rezultati kemijske analize provedene u laboratoriju Heineken Hrvatska d. o. o.

Za kemijsku analizu korišteni su magnetska mješalica i spektrofotometar Camspace za određivanje boje i gorčine uzorka, pH-metar za određivanje pH vrijednosti i Alcohyzer Plus Beer, kombinirani uređaj za određivanje osnovnog ekstrakta sladovine, alkohola, specifične gustoće i prividnog ekstrakta.

Kemikalije: otopina HCl-a ( 3 mol/dm<sup>3</sup> ), izooktan.

Tablica 1. Receptura s masama glavnih sirovina za proizvodnju BELGIAN BLOND ALE piva

<b>VRSTA SLADA</b>	<b>Količina (kg)</b>
NG Pilsen	20
CaraMunich type 2	2
Biscuit	1
Abbey	1,5
<b>VRSTA HMELJA</b>	<b>Količina (g)</b>
Tettnanger	200
Tettnanger	70

Tablica 2. Receptura s masama glavnih sirovina za proizvodnju AMERICAN IPA piva

<b>VRSTA SLADA</b>	<b>Količina (kg)</b>
NG Pilsen	24
CaraHell	2
Munich light	2
<b>VRSTA HMELJA</b>	<b>Količina (g)</b>
Norther brewer	150
Chinook	150
Simcoe	150
Cascade	150
Cascade ( sedmi dan fermentacije)	100

Tablica 3. Receptura s masama glavnih sirovina za proizvodnju ENGLISH PORTER piva

<b>VRSTA SLADA</b>	<b>Količina (kg)</b>
NG Pilsen	21
Carafa III	1
Munich Typ1 15EBC	3
Chocolate 1000EBC	1
<b>VRSTA HMELJA</b>	<b>Količina (g)</b>
Halertauer perle	180
Norther brewer	40

### 3.1.1. Recepture varione Blond Ale

Ukomljavanje samljevenog slada vrši se sa 95l vode zagrijane na 54°C uz dodatak mliječne kiseline 15ml s ciljem dobivanja komine pH vrijednosti 5,4-5,6. Slijedi faza zagrijavanja na 67°C i zadržavanje na 1. pauzi šećerenja 60 minuta. Dalje se komina zagrijava na 73°C i zadržava 15 minuta na 2. pauzi šećerenja nakon koje se radi jodna proba i po potrebi produžuje šećerenje za dodatnih 10 minuta. Slijedi zagrijavanje na 78°C i prepumpavanje komine u cjednjak gdje bi ekstrakt prvijenca trebao biti min. 20°P. Naljevom se ekstrakt razrjeđuje na 12,6°P i slijedi kuhanje sladovine 70 minuta do koncentriranja ekstrakta 13,1 °P +/- 0,2 °P s ciljanom evaporacijom 5,0-5,8%. Na početku kuhanja sladovine po potrebi se dodaje mliječna kiselina kako bi se pH vrijednost spustila na 5,1-5,2.

Dodavanje Tettnanger hmelja vrši se u dva obroka; 200g dodaje se 10 minuta od početka kuhanja, a dodatnih 70g hmelja 10 minuta prije kraja kuhanja. Po završetku kuhanja, sladovina se prepumpava u taložnjak gdje se radi pauza 30 minuta i slijedi prepumpavanje u CKF (u kojeg se prethodno dodaje odgovarajući rehidrirani kvasac ) uz aeraciju i hlađenje na 16°C.



Tablica 4. Dnevnik varione, Blond Ale

OPERACIJA	VRIJEME (min.)	TEMPERATURA (°C)	KOLIČINA (l)	KONTROLA I MJERENJE	SPECIFIKACIJE
<b>Ukumljavanje</b>					
Ukumljavanje slada		54	95	pH	5,4 - 5,6
Dodatak kiseline			15 ml		
Zagrijavanje komine		54-67			
Šećerenje 1. pauza	60	67			
Zagrijavanje do šećerenja		67-73			
Šećerenje 2. pauza	15	73		Jodna proba	neg.
Zagrijavanje do šećerenja		73-78			
<b>Filtracija komina</b>					
Punjenje cjednjaka		78			
Cijeđenje komine				OG prvijenca	min 20 °P
Naljev				OG	do 12,6 °P
<b>Kuhanje sladovine</b>					
Prepumpavanje u kotao				OG pun kotao	12,6 °P
Zagrijavanje sladovine					
Kuhanje sladovine	70				
Dodatak kiseline			Po potrebi	pH	5,1-5,2
Dodatak hmelja I	60				
Dodatak hmelja II	10				
Dodatak hmelja III					
Dodatak hmelja IV					
Uzorak gotove sladovine				OG gotove sl.	13,1 +/- 0,2°P
<b>Taloženje i hlađenje</b>					
Prepump. u taložnjak	5			Evaporacija	5,0 – 5,8 %
Pauza u taložnjaku	30				
Prepump. u CKF	30 +/- 5	16	100	OG hladne sladovine	16,3 +/- 0,2 °P

### 3.1.2. Receptura varione American IPA

Ukomljavanje samljevenog slada vrši se s 90l vode zagrijane na 62°C uz dodatak mliječne kiseline 15ml s ciljem dobivanja komine pH vrijednosti 5,4-5,6. Slijedi faza zagrijavanja na 65°C i zadržavanje na 1. pauzi šećerenja 75 minuta. Dalje se komina zagrijava na 73°C i zadržava 15 minuta na 2. pauzi šećerenja nakon koje se radi jodna proba i po potrebi produžuje šećerenja za dodatnih 10 minuta. Slijedi zagrijavanje na 78°C i prepumpavanje komine u cjednjak gdje bi ekstrakt prvijenca trebao biti min. 20°P. Naljevom se ekstrakt razrjeđuje na 15,5°P i slijedi kuhanje sladovine 70 minuta do koncentriranja ekstrakta 16,3 °P +/- 0,2 °P s ciljanom evaporacijom 5,2-6,4%. Na početku kuhanja sladovine po potrebi se dodaje mliječna kiselina kako bi se pH vrijednost spustila na 5,1-5,3.

Dodavanje različitih hmeljeva vrši se u više obroka; 150g Norther brewer hmelja dodaje se 10 minuta od početka kuhanja, 150g Chinook hmelja 10 minuta prije kraja kuhanja, 150g Simcoe hmelja 5 minuta prije kraja kuhanja i 100g Cascade hmelja na završetku kuhanja. Sladovina se prepumpava u taložnjak gdje se radi pauza 30 minuta i slijedi prepumpavanje u CKF (u kojeg se prethodno dodaje odgovarajući rehidrirani kvasac) uz aeraciju i hlađenje na 16°C.

Tablica 5. Dnevnik varione, American IPA

OPERACIJA	VRIJEME (min.)	TEMPERATURA (°C)	KOLIČINA (l)	KONTROLA I MJERENJE	SPECIFIKACIJE
<b>Ukumljavanje</b>					
Ukumljavanje slada		62	90	pH	5,4 - 5,6
Dodatak kiseline			15 ml		
Zagrijavanje komine		62-65			
Šećerenje 1. pauza	75	65			
Zagrijavanje do šećerenja		65-73			
Šećerenje 2. pauza	15	73		Jodna proba	neg.
Zagrijavanje do šećerenja		73-78			
<b>Filtracija komina</b>					
Punjenje cjednjaka		78			
Cijeđenje komine				OG prvijenca	min 20 °P
Naljev				OG	do 15,5 °P
<b>Kuhanje sladovine</b>					
Prepumpavanje u kotao				OG pun kotao	15,5 °P
Zagrijavanje sladovine					
Kuhanje sladovine	70				
Dodatak kiseline			Po potrebi	pH	5,1-5,3
Dodatak hmelja I	60				
Dodatak hmelja II	10				
Dodatak hmelja III	5				
Dodatak hmelja IV	na kraju				
Uzorak gotove sladovine				OG gotove sl.	16,3 +/- 0,2°P
<b>Taloženje i hlađenje</b>					
Prepump. u taložnjak	5			Evaporacija	5,2 – 6,4 %
Pauza u taložnjaku	30				
Prepump. u CKF	30 +/- 5	16	100	OG hladne sladovine	16,3 +/- 0,2 °P

### **3.1.3. Receptura varione English Porter**

Ukomljavanje samljevenog slada vrši se s 85l vode zagrijane na 62°C uz dodatak mliječne kiseline 15ml s ciljem dobivanja komine pH vrijednosti 5,4-5,6. Slijedi faza zagrijavanja na 67°C i zadržavanje na 1. pauzi šećerenja 40 minuta. Dalje se komina zagrijava na 73°C i zadržava 15 minuta na 2. pauzi šećerenja nakon koje se radi jodna proba i po potrebi produžuje šećerenja za dodatnih 10 minuta.

Slijedi zagrijavanje na 78°C i prepumpavanje komine u cjednjak gdje bi ekstrakt prvijenca trebao biti min. 20°P. Naljevom se ekstrakt prvijenca razrjeđuje na 15°P i slijedi kuhanje sladovine 60 minuta do koncentriranja ekstrakta 15,6 °P +/- 0,2 °P s ciljanom evaporacijom 5,1-5,6%. Na početku kuhanja sladovine po potrebi se dodaje mliječna kiselina kako bi se pH vrijednost spustila na 5,1-5,3.

Dodavanje hmeljeva vrši se u dva obroka; 180g Halertauer Perle hmelja dodaje se na početku kuhanja i 70g Norther brewer hmelja 10 minuta prije kraja kuhanja. Sladovina se prepumpava u taložnjak gdje se radi pauza 30 minuta i sljedi prepumpavanje u CKF (u kojeg se prethodno doda odgovarajući rehidrirani kvasac) uz aeraciju i hlađenje na 16°C.

Tablica 6. Dnevnik varione, English Porter

OPERACIJA	VRIJEME (min.)	TEMPERATURA (°C)	KOLIČINA (l)	KONTROLA I MJERENJE	SPECIFIKACIJE
<b>Ukumljavanje</b>					
Ukumljavanje slada		62	85		
Dodatak kiseline			15 ml	pH	5,4 - 5,6
Zagrijavanje komine		62-67			
Šećerenje 1. pauza	40	67			
Zagrijavanje do šećerenja		67-73			
Šećerenje 2. pauza	15	73		Jodna proba	neg.
Zagrijavanje do šećerenja		73-78			
<b>Filtracija komina</b>					
Punjenje cjednjaka		78			
Cijeđenje komine				OG prvijenca	min 20 °P
Naljev				OG	do 15 °P
<b>Kuhanje sladovine</b>					
Prepumpavanje u kotao				OG pun kotao	15 °P
Zagrijavanje sladovine		78-100			
Kuhanje sladovine	60	100			
Dodatak kiseline			Po potrebi	pH	5,1-5,3
Dodatak hmelja I	60				
Dodatak hmelja II	10				
Uzorak gotove sladovine				OG gotove sl.	15,6 +/- 0,2°P
<b>Taloženje i hlađenje</b>					
Prepump. u taložnjak	5			Evaporacija	5,1 – 6,3 %
Pauza u taložnjaku	30				
Prepump. u CKF	30 +/- 5	16	100	OG hladne sladovine	15,6 +/- 0,2 °P

### 3.1.4. Recepture fermentacija

#### 3.1.4.1. Belgian Blond Ale

Fermentacija se odvija u kontroliranim uvjetima temperature od 19 °C, 4 do 5 dana dok ekstrakt ne padne na 3,5 do 4 %. Nakon faze fermentacije slijedi faza odležavanja (maturacije) na istoj temperaturi koja traje 10-ak dana. Poslije dva tjedna temperatura se spušta na 4 do 5 °C i slijedi punjenje piva u boce. U proizvodnji ovog piva koristi se suhi kvasac Abbaye kojeg je prije same upotrebe potrebno rehidrirati.

Tablica 7. Željeni parametri gotovog piva Belgian Blond Ale

Gotovo pivo	
OG	13,10%
ABV	5,14%
AE	3,30%
IBU	25
EBC	14

#### 3.1.4.2. Priprema suhog kvasca Abbaye 11,5 g

Potrebno je prokuhati litru vode, staviti vodu u dezinficiranu staklenu čašu i zatim u ohlađenu vodu temperature 16 °C posuti suhi kvasac na površinu ( tri paketa po 11,5 g). Pričekati 15 minuta pa lagano promiješati kvasac i vodu. Čašu je zatim potrebno držati zatvorenu 15 minuta nakon čega se kvasac može dozirati u sladovinu.

Sve sirovine za proizvodnju ova tri piva, osim vode koja je izvorno gradskog karlovačkog područja, kupljene su putem internet trgovine *Sve za pivo*.

#### 3.1.4.3. American IPA

Fermentacija se odvija u kontroliranim uvjetima temperature od 19 °C, 4 do 5 dana dok ekstrakt ne padne na 4 % . Nakon faze fermentacije slijedi faza odležavanja (maturacije) na ekvivalentnoj temperturi 10-ak dana. Slijedi hlađenje piva na 4 do 5 °C kroz period od 24h i punjenje u boce.

Za fermentaciju ovog piva koristi se suhi kvasac US-05 koji se rehidrira po istoj uputi kao i kvasac Abbaye. Količina kvasca koja je potrebna također su 3 paketa po 11,5 g.

Tablica 8. Željeni parametri gotovog piva American IPA

Gotovo pivo	
OG	16,30%
ABV	6,60%
AE	4,30%
IBU	65
EBC	11

#### 3.1.4.4. English Porter

Fermentacija English Portera odvija se pod istim uvjetima kao i prethodna dva piva uz korištenje suhog kvasca US-05.

Tablica 9. Željeni parametri gotovog piva English Porter

Gotovo pivo	
OG	15,60%
ABV	6,35%
AE	3,90%
IBU	37
EBC	62

## **3.2. Metode**

### **3.2.1. Određivanje alkohola, prividnog ekstrakta, osnovne sladovine i boje piva**

Kod određivanja alkohola, prividnog ekstrakta, osnovne sladovine i boje, uzorak je potrebno otpliniti filtriranjem preko naboranog filter papira. Takvi filtrirani uzorci pune se u kivete i stavljaju u Alcoholyzer Plus Beer, kombinirani uređaj za mjerenje.

### **3.2.2. Određivanje gorčine piva**

Za određivanje gorčine piva odpipetira se 10 mL otplinjenog uzorka u odmjernu tikvicu, doda se 1 mL otopine HCl-a i 20 mL izooktana. Zatvori se odmjerna tikvica i stavi na magnetsku mješalicu gdje se ta otopina miješa 5 minuta. Zatim, uzorak stoji u mraku 30 minuta uslijed čega se emulzija istaloži i onda se bistri izooktanski sloj prebaci u kvarcnu kivetu te se na spektrofotometru očitava vrijednost ekstinkcije pri 275 nm.

### **3.2.3. Određivanje pH vrijednosti**

Pomoću pH metra određuje se vrijednost pH komine, sladovine i pH vrijednost gotovog piva.

Kod labaratorijskog određivanja pH vrijednosti, uzorak piva najprije se otplini filtracijom preko naboranog filterskog papira, prebacuje se u čašicu u koju se uroni elektroda i očitava se pH vrijednost na zaslonu uređaja.



### 3.3. Izračuni

Sljedeći izračuni pomažu nam u osnovnoj provjeri i parametriziranju proizvodnog procesa.

#### 3.3.1. Evaporacija u varioni

$$E = \frac{V_p - V_s}{V_s} * 100$$

$V_p$  = volumen punog kotla sladovine

$V_s$  = volumen vruće sladovine

#### 3.3.2. Iskorištenje u varioni

$$I_e = \frac{\frac{V_s}{100} \cdot \rho \cdot 0,96}{U} * 100$$

$V_{s/100}$  = volumen vruće sladovine

$\rho$  = gustoća osnovne sladovine ( % ili °P)

0,96 = faktor kontrakcije volumena

U = usipak

#### 3.3.3. Stupanj prevrenja

$$S_p = \frac{E - n}{E * 100} * 100$$

E – ekstrakt osnovne sladovine, n – neprevreli (zaostali) ili prividni ekstrakt

## 4. Rezultati



Slika 7. Belgian Blond Ale

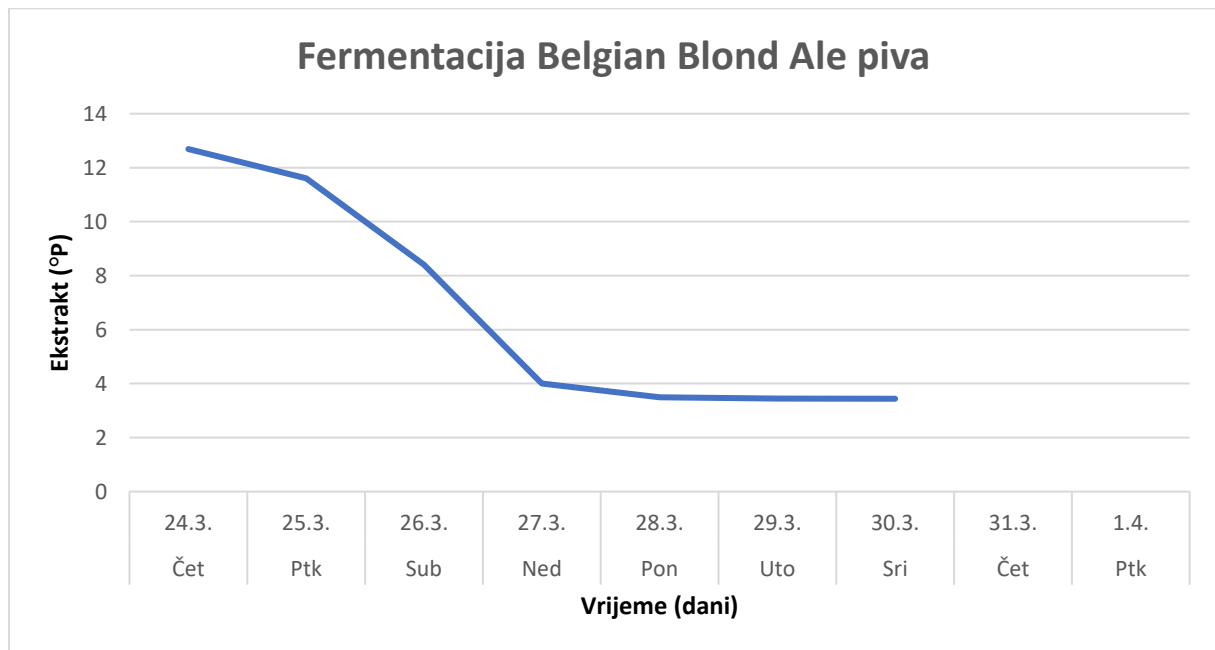
Tablica 10. Izvješće varione, Belgian Blond Ale

Operacija	Od	Do	°C	pH	l	Opaska
Početak ukomljavanja slada	8:10	8:35	54	5,67	95	Dodatak 23 ml kiseline
Zagrijavanje komine	8:35	9:00	54-67			
Šećerenje I. pauza	9:00	10:00	67	5,50		
Zagrijavanje do šećerenja	10:00	10:15	67-73			
Šećerenje II. pauza	10:15	10:35	73			Produženo 10 min.

Zagrijavanje do šećerenja	10:35	10:55	73-78			
Punjenje cjednjaka	10:55	11:00	78			
Pauza u cjednjaku	11:00	11:30				
Cijedenje	11:30	11:38			78	OG 17,0 °P (recirkulacija)
Naljev	11:38	12:00			42	12,4 °P
Punjenje kotla sladovine	11:30	12:00	76		110	
Zagrijavanje sladovine	12:00	12:50	76-100			
Kuhanje sladovine	12:50	14:00	100	5,3		Dodatak 15 ml kiseline nakon pola sata kuhanja
Dodatak hmelja I	12:50	12:52				
Dodatak hmelja II	13:48	13:50				
Dodatak hmelja III						
Dodatak hmelja IV						
Prepumpavanje u taložnjak	13:50	13:55		5,1	104	OG 13,1
Taloženje	13:55	14:25				
Hlađenje i prepumpavanje u kombi tank	14:25	14:50	16		83	
Ukupno vrijeme procesa / min	400					
Evaporacija %	5,77					

$$E = \frac{110 - 104}{104} * 100 = 5,77 \%$$

$$I_e = \frac{\frac{104}{100} \cdot 13,1 \cdot 0,96}{25,5} * 100 = 51,3 \%$$



Slika 8. Promjena udjela ekstrakta tijekom fermentacije Belgian Blond Ale piva

$$S_p = \frac{13,1 - 3,4}{13,1} * 100 = 74\%$$

Tablica 11. Dobivene vrijednosti gotovog piva Belgian Blond Ale

Gotovo pivo	
OG gotove sladovine	13,10%
ABV	4,96%
AE	3,40%
IBU	22,3
EBC	19
pH	4,62



Slika 9. American IPA

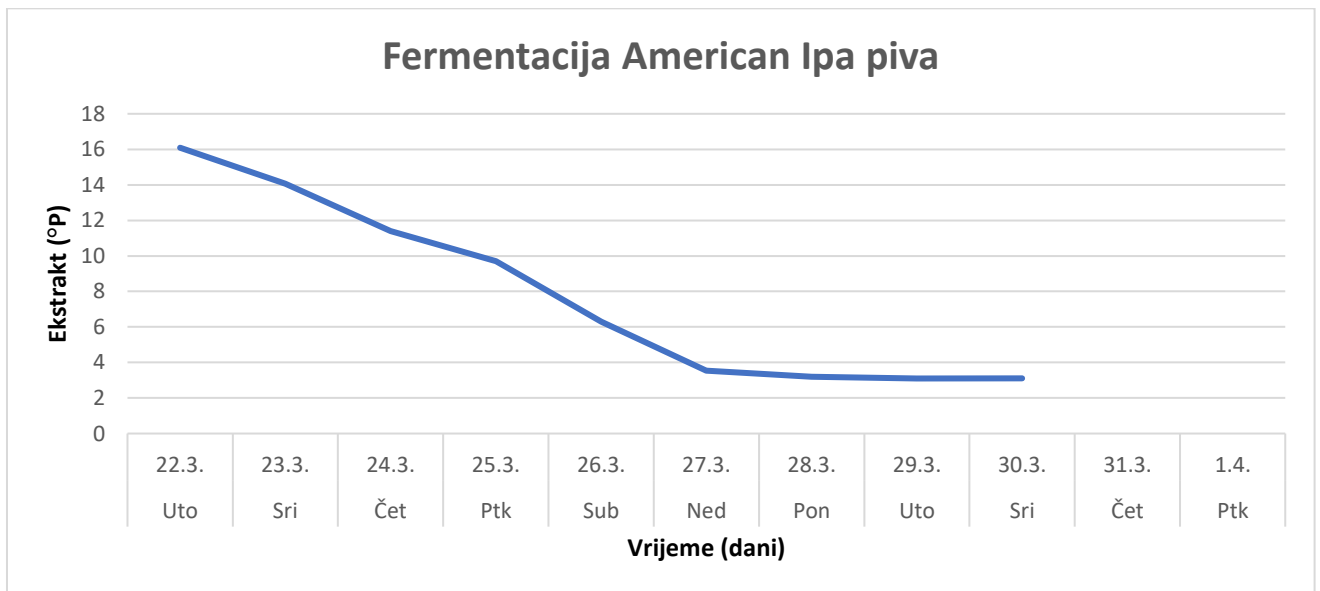
Tablica 12. Izvješće varione, American IPA

Operacija	Od	Do	°C	pH	l	Opaska
Početak ukomljavanja slada	8:15	8:50	62	5,68	90	Dodatak 17 ml kiseline
Zagrijavanje komine	8:50	9:15	62-65			
Šećerenje I. pauza	9:15	10:30	65	5,54		
Zagrijavanje do šećerenja	10:30	10:50	65-73			
Šećerenje II. pauza	10:50	11:10	73			Produženo 5 min.

Zagrijavanje do šećerenja	11:10	11:20	73-78			
Punjenje cjednjaka	11:20	11:25	78			
Pauza u cjednjaku	11:25	11:55				
Cijedenje	11:55	12:15			72	OG 17,0 °P (recirkulacija)
Naljev	12:15	12:35			29	14,9°P
Punjenje kotla sladovine	12:35	12:40	76		97	
Zagrijavanje sladovine	12:40	13:35	76-100			
Kuhanje sladovine	13:35	14:45	100	5,3		Dodatak 25 ml kiseline nakon pola sata kuhanja
Dodatak hmelja I	13:45	13:47				
Dodatak hmelja II	14:35	14:37				
Dodatak hmelja III	14:40	14:42				
Dodatak hmelja IV	14:45	14:47				
Prepumpavanje u taložnjak	14:47	14:51		5,1	89	OG 16,1°P
Taloženje	14:51	15:21				
Hlađenje i prepumpavanje u kombi tank	15:21	15:50	16		68	
Ukupno vrijeme procesa / min	455					
Evaporacija %	8,24					

$$E = \frac{97 - 89}{97} * 100 = 8,24$$

$$I_e = \frac{\frac{89}{100} \cdot 16,1 \cdot 0,96}{28} * 100 = 8,24$$



Slika 10. Promjena udjela ekstrakta tijekom fermentacije American IPA piva

$$S_p = \frac{16,1 - 3,11}{16,1} * 100 = 80.68\%$$



Tablica 13. Dobivene vrijednosti gotovog piva American IPA

Gotovo pivo	
OG gotove sladovine	16,1%
ABV	6,37%
AE	3,11%
IBU	43
EBC	12,6
pH	4,49



Slika 11. English Porter

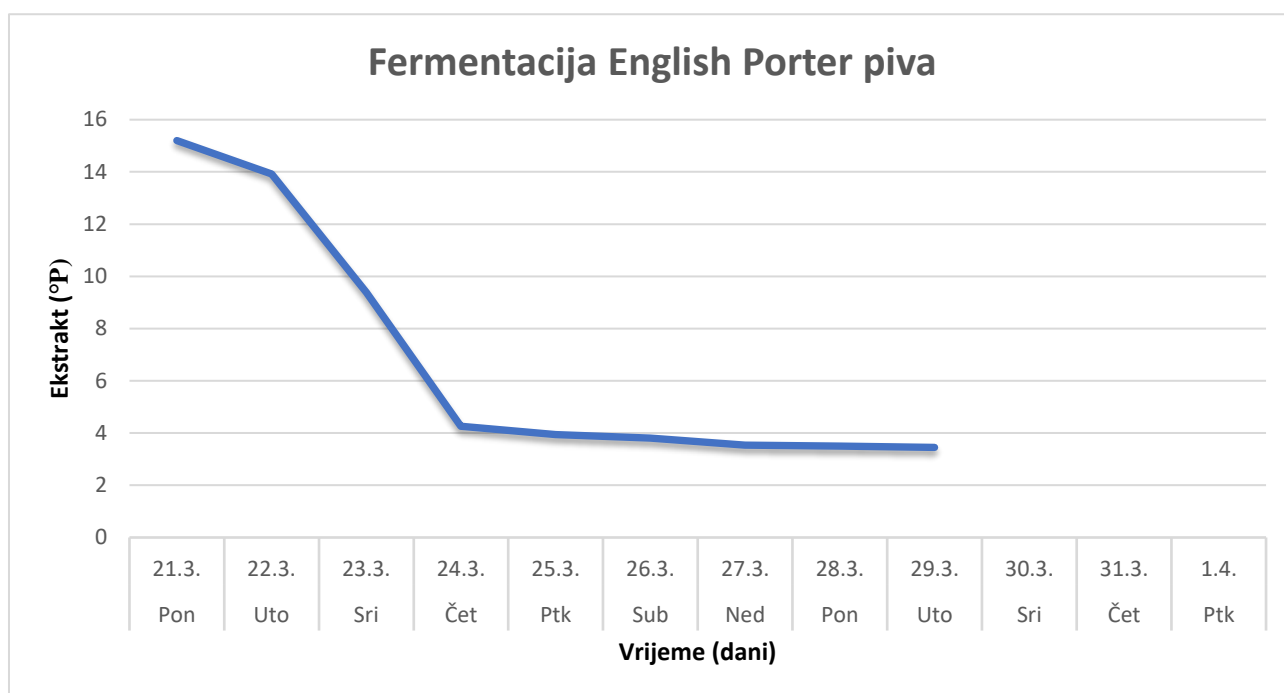
Tablica 14. Izvješće varione, English Porter

Operacija	Od	Do	°C	pH	l	Opaska
Početak ukomljavanja slada	8:15	8:35	62	5,64	85	Dodatak 22 ml kiseline
Zagrijavanje komine	8:35	9:05	62-67			
Šećerenje I. pauza	9:05	9:45	67	5,53		
Zagrijavanje do šećerenja	9:45	10:00	67-73			
Šećerenje II. pauza	10:00	10:15	73			
Zagrijavanje do šećerenja	10:15	10:25	73-78			
Punjenje cjednjaka	10:25	10:30	78			
Pauza u cjednjaku	10:30	11:00				
Cijedenje	11:00	11:20			68	OG 17,1°P (recirkulacija)
Naljev	11:20	11:40			38	13,9°P
Punjenje kotla sladovine	11:00	11:40	76		97	
Zagrijavanje sladovine	11:40	12:20	76-100			
Kuhanje sladovine	12:20	13:35	100	5,34		Dodatak 21 ml kiseline, produženo kuhanje slado. 15 min.
Dodatak hmelja I	12:20	12:27				
Dodatak hmelja II	13:15	13:17				
Dodatak hmelja III						

Dodatak hmelja IV						
Prepumpavanje u taložnjak	13:35	13:40		5,1	87	OG 15,2°P
Taloženje	13:40	14:10				
Hlađenje i prepumpavanje u kombi tank	14:10	14:40	16		67	
Ukupno vrijeme procesa / min	385					
Evaporacija %	10,3					

$$E = \frac{97 - 87}{97} * 100 = 10,3 \%$$

$$I_e = \frac{\frac{87}{100} \cdot 15,2 \cdot 0,96}{26} * 100 = 48,83 \%$$



Slika 12. Promjena udjela ekstrakta tijekom fermentacije English Porter piva

$$S_p = \frac{15,2 - 3,77}{15,2} * 100 = 75,2 \%$$

Tablica 15. Dobivene vrijednosti gotovog piva English Porter

Gotovo pivo	
OG	15,20%
ABV	5,30%
AE	3,77%
IBU	22,7
EBC	65
pH	4,30

## 5. Rasprava

Sva tri piva proizvedena su u procesnom praktikumu pivarstva odjela prehrambene tehnologije Veleučilišta u Karlovcu. Volumen vruće sladovine jednog uvarka kojeg variona ovog praktikuma može proizvesti je maksimalno 120l, a ukupni volumen kombi tankova za glavno vrenje i dozrijevanje iznosi 145l, dok je korisni volumen za vrijeme fermentacije manji, cca. 25%.

Prema priloženim tablicama i slikama grafikona tijekom proizvodnje po zadanim recepturama, vidljiva su odstupanja od željenih parametara. Do tih odstupanja došlo je iz više razloga, a osnovni razlog lošeg iskorištenja krije se u osnovnim sirovinama. Naime, gradska voda kao osnovna sirovina nije bila obrađena, već je korištena u izvornom obliku, a poznato je da voda karlovačkog gradskog područja ima tvrdoću od 12 do 14 °Nj. Idealna tvrdoća vode za što bolje iskorištenje slada, ali i što bolji metabolizam kvasca trebala bi se kretati između 3,5 do 4 °Nj. Slabije iskorištenje u varionici u prvom redu proizlazi iz loše meljave slada. Kompletan slad za proizvodnju ove tri vrste piva, bio je naručen samljeven, međutim, ta meljava nije bila dovoljno dobra. Određeni postotak zrna je imao dobro očuvanu pljevicu koja je omogućila dobro cijedenje prvijenca, ali većim dijelom zrna slada nisu bila dovoljno samljevena što je rezultiralo slabim ili gotovo nikakvim iskorištenjem. Brzina cijedenja također ovisi o samom tehnološkom procesu: temperaturama ukomljavanja, trajanju šećerenja i dr., što je detaljnije opisano u raspravi za svako pivo. Uvjeti procesa fermentacije su za sva tri piva bili jednaki, prema uputama navedenim u materijalima. Ukupan proces fermentacije trajao je 15 dana na 19 °C kada se stupanj hlađenja povećao kako bi se temperatura piva spustila do 4 °C. Sutradan su se piva točila u staklene boce zapremnine 0,5l.

Iskorištenja, odnosno gubici ekstrakta su podjednaki za sva tri piva što se najbolje vidi po izvješćima varione vezano za volumen i koncentraciju prvijenca te volumen hladne sladovine nakon gubitka otprilike 20l po uvarku kroz topli talog.

## 5.1. Belgian Blond Ale

Tablica 10. izvješća varione pokazuje sve faze proizvodnje u varioni gdje se vide odstupanja u odnosu na postavljene parametare u tablici 4. Vidljivo je da je OG prvijenca na 17 °P, što je daleko ispod željenih minimalno 20 °P koje bi dobili kod industrijske proizvodnje primjenom druge tehnologije kao što je kominski filter. S naljevom od 42 l dobivena je tražena početna koncentracija sladovine, ali da je privijenac sadržavao veći udio šećera, uz veći volumen naljeva dobio bi se i veći volumen punog kotla sladovine. Bez obzira što je za proizvodnju sladovine ova tri piva korišten cjednjak, glavni razlog slabog iskorištenja od samo 51,3% je bila loša meljava slada, a iskorištenje u pivarskoj industriji korištenjem kominskog filtera inače iznosi 75-80%, dok je upotrebom cjednjaka to iskorištenje manje 1,5 – 3% u odnosu na kominski filter. Evaporacija od 5,77% jedini je parametar unutar postavljenih granica, što nije slučaj kod American IPaE i English Portera.

U usporedbi s druga dva piva, cijedenje komine Belgian Blond Alea je bilo relativno kratko uz recirkulaciju prvijenca kroz trop čime se dodatno dobilo preko 2 °P. Razlog kratkog cijedenja je ukomljavanje na 52 °C. To je optimalna temperatura za oslobađanje škroba iz škrobnih zrnaca uz djelovanje citolitičkih i proteolitičkih enzima (  $\beta$ -glukanaze i proteinaze), što za posljedicu ima dobro formiranje filter kolača i samim time brzo cijedenje.

Slika 7. prikazuje tijek fermentacije Belgian Blond Alea koja je išla željenom brzinom gdje je glavno vrenje završilo 5. dan s prividnim ekstraktom od 3,4 °P i stupnjem prevrenja od 74% što je malo lošije u usporedbi s druga dva piva. Ordinata prikazuje OG u °P, a na apcisi su prikazani dani fermentacije.

Tablica 11. prikazuje dobivene vrijednosti gotovog piva koje u usporedbi s ciljanim parametrima prikazanim u tablici 7. najviše odstupa u boji koja je povećana za 5 EBC jedinica. Razlog povećanja boje leži u samom tehnološkom procesu, gdje je rađena recirkulacija prvijenca preko filter kolača s ciljem boljeg iskorištenja ekstrakta iz tropa što je za posljedicu imalo veći površinski kontakt sladovine sa zrakom. Također, do oksidacije sladovine došlo je dijelom zbog otvorenog poklopca kotla sladovine kako bi se u zadanom vremenu kuhanja postigla tražena evaporacija. Treći razlog oksidacije koja sa sobom nosi povećanje boje jest vrijeme koje je sladovina provela u taložnjaku.

## 5.2.American IPA

American IPA je najsloženije pivo po senzorskim svojstvima kod kojeg se fermentacija od druga dva najviše razlikuje po suhom hmeljenju, tzv. *dryhopping* tehnologiji dodavanja hmelja. Riječ je o dodavanju 100g Cascade hmelja u obliku peleta, zavezanog u sterilnu gazu, u kombi tank sedmi dan fermentacije. Tablica 12. izvješća varione pokazuje određena odstupanja od parametara zadanih u recepturi varione za ovo pivo. Radi što većeg iskorištenja ekstrakta i kod ovog piva rađena je recirkulacija prvijenca kroz trop, a zatim naljev vode volumena 29l do 14.9 °P.

U spomenutoj tablici vidi se daleko veće vrijeme procesa cijedenja komine u usporedbi sa Belgian Blond Aleom jer se filter kolač nije formirao u potpunosti. Razlog tome leži u povišenoj temperaturi ukomljavanja čime se preskočila pauza za razgradnju  $\beta$ -glukana. Prednosti povišene temperature ukomljavanja su ušteda energije i kraći proizvodni proces, ali za posljedicu ima i nešto lošije iskorištenje, što na kraju pored loše meljave rezultira slabim iskorištenjem varione od samo 49,12%. Završni OG sladovine od 16,1°P ulazi u specifikaciju varione uz nešto povišenu evaporaciju od 8,24%.

Slika 8. prikazuje tijek fermentacije koja je unutar zadanih specifikacija, uz stupanj prevrenja od 80.68% gdje apcisa označava dane fermentacije, a ordinata OG u °P.

Tablica 13. prikazuje vrijednosti parametara gotovog piva gdje je najveće odstupanje u odnosu na zadano vidljivo u iskorištenju hmelja, gdje je dobivena gorčina od 43 IBU jedinice, a tražena je vrijednost od 65 IBU jedinica gorčine.

### 5.3.English Porter

Ovo pivo u svojoj naravi predstavlja hranjivo pivo čije je osnovno senzorsko svojstvo gorčina koja dolazi, s jedne strane od dvije vrste prženog slada, a sa druge od dvije vrste hmelja čije kombinacije dovode do 22,7 IBU jedinica gorčine i tamne boje od 65 EBC jedinica.

Tablica 14. izvješća varione pokazuje određene sličnosti s proizvodnjom American IP Ae. Temperatura ukomljavanja također je bila 62 °C, zbog čega su se dogodile iste negativne posljedice kao i kod American IP Ae, a to su dugo vrijeme izdvajanja sladovine iz komine i loše iskorištenje od 48,83%. Time je predstavljen najlošiji rezultat među ovim trima vrstama piva. U ovoj tablici također se zamjećuje produženo kuhanje za 15 minuta u odnosu na zadanih 60 minuta kuhanja čime se značajno povećala potrošnja energije. Produženje kuhanja s dobivenom evaporacijom od 10,3 % odrađeno je kako bi se zadovoljila koncentracija sladovine od koje se na kraju fermentacije dobiva zadani sadržaj alkohola. U ovoj, ali i drugim tablicama izvješća varione prikazano je ukupno vrijeme proizvodnje sladovine. Kod American IP Ae vidljiv je najduži proces od čak 455 minuta, ponajviše zbog zadanih stanki šećerenja. Kod English Portera proces je najkraći, iako je proizveden na početku tjedna kad je variona bila najhladnija.

Slika 9. prikazuje tijek fermentacije pri kojem je glavno vrenje trajalo nešto duže od druga dva piva. Fermentacija je stala negdje između šestog i sedmog dana s prividnim ekstraktom od 3,77 %, stupnjem prevrenja od 75,2% i koncentracijom alkohola od 5,30%. Rezultat je nešto lošiji od traženog, a prikazan je, pored ostalog, u tablici 15. dobivene vrijednosti gotovog piva English Porter.



## **6. Zaključci**

Kroz eksperimentalni dio ovog rada vidljiva su velika odstupanja u odnosu na željene rezultate. Glavni razlozi anomalija kod sva tri analizirana piva su neadekvatno samljeven slad, korištenje neobrađene gradske vode i neoptimizirana proizvodna oprema. Uspješna i efikasna proizvodnja piva temelji se na konstantnoj kontroli kvalitete ulaznih sirovina i različitih faza proizvodnje kako bi u kombaniciji sa suvremenom opremom osigurali održivo poslovanje. Imperativ industrijske proizvodnje su smanjenje potrošnje energenata i smanjenje gubitka ekstrakta koji je u slučaju proizvodnje ove tri vrste ale piva vrlo visok, kao i potrošnja energije.

## 7. Pojmovnik

**ABV** – *engl. alcohol by volume*, označava volumni udio alkohola

**AE** – *engl. apparent extract*, označava zaostali – neprevreli ekstrakt

**Aftertaste** – označava okus koji se zadržava neko vrijeme nakon konzumiranja

**EBC** – *European Brewery Convention Units*, označava europsku jedinicu boje

**IBU** – International Bitternes Unit, označava internacionalnu jedinicu gorčine

**OG** – *engl. original gravity*, označava specifičnu gustoću koja se mjeri hidrometrom, saharometrom, refraktometrom

## 8. Literatura

1. Bamforth, C. (2006) New brewing technologies: setting the scene. University of California, USA, str. 236–238.
2. Bamforth, C. (2009) Brewmaster's Art: The history and Science of Beermaking, <https://www.scribd.com/document/61600163/Brewmaster-s-Art>. Pristupljeno 18. srpnja 2016.
3. Bostwick W (2015) A history of the World According to beer <https://www.smithsonianmag.com/history/how-india-pale-ale-got-its-name-18095489>. Pristupljeno 25. srpnja 2016.
4. Carr, Nick (2016) Belgian Blond Ale: The Golden Style of Belgium, <https://learn.kegerator.com/belgian-blond-ale/>. Pristupljeno 28. rujna 2016.
5. Gordon, S., England, K. (2015) Beer Style Guidelines, [http://www.bjcp.org/docs/2015\\_Guidelines\\_Beer.pdf](http://www.bjcp.org/docs/2015_Guidelines_Beer.pdf). Pristupljeno 28. kolovoza 2016.
6. Harrison, M. A. (2009) Beer/Brewing, University of Georgia, Athens, USA, str. 27–29.
7. Interni materijali pivovare Heineken Hrvatska d. o. o.
8. Marić, V. (2009) Tehnologija piva. Karlovac: Veleučilište u Karlovcu, str. 18–25, 69, 103.
9. Narodne novine (2011) Pravilnik o pivu, [http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2011\\_12\\_142\\_2867.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2011_12_142_2867.html). Pristupljeno 23. veljače 2017.
10. Priest, F. G., Stewart, G. G. (2006) Handbook of Brewing. CRC Press, str. 282–283.

## 9. Popis priloga

### Tablice

Tablica 1. Receptura s masama glavnih sirovina za proizvodnju BELGIAN BLOND ALE piva

Tablica 2. Receptura s masama glavnih sirovina za proizvodnju AMERICAN IPA piva

Tablica 3. Receptura s masama glavnih sirovina za proizvodnju ENGLISH PORTER piva

Tablica 4. Dnevnik varione, Belgian Blond

Tablica 5. Dnevnik varione, American Ipa

Tablica 6. dnevnik varione, English Porter

Tablica 7. Željeni parametri gotovog piva Belgian Blond Ale

Tablica 8. Željeni parametri gotovog piva American IPA

Tablica 9. Željeni parametri gotovog piva English Porter

Tablica 10. Izvješće varione, Belgian Blond Ale

Tablica 11. Dobivene vrijednosti gotovog piva Belgian Blond Ale

Tablica 12. Izvješće varione, American IPA

Tablica 13. Dobivene vrijednosti gotovog piva American IPA

Tablica 14. Izvješće varione, English Porter

Tablica 15. Dobivene vrijednosti gotovog piva English Porter

### Slike

Slika 1. Shema industrijske proizvodnje piva (Izvor: Encyclopedia Britannica, <https://www.britannica.com/topic/beer>. Pristupljeno 12.7.2017.)

Slika 2. Boja piva izražena u EBC jedinicama.

Slika 3. Affligem Blond (Izvor: <http://itasteyourbeer.com/2011/affligem-blond-by-brouerij-affligem>. Pristupljeno 14.8.2016.)

Slika 4. Pozoj Indian Pale Ale, Zmajaska pivovara (Izvor: <http://www.dostavapiva.com/hr/ponuda-piva/pivo/zmajaska-pivovara/pozoj-ipa>. Pristupljeno 19.8.2016.)

Slika 5. Porter, Zmajaska pivovara (Izvor: <http://dostavapiva.com/hr/ponuda-piva/pivo/zmajaska-pivovara/porter/>. Pristupljeno 16.8.2016.)

Slika 6. Old Slug Porter (Izvor: <http://www.beerinfinity.com/rch-old-slug-porter/>, Pristupljeno 20.8. 2016.)

Slika 7. Belgian Blond Ale

Slika 8. Promjena udjela ekstrakta tijekom fermentacije Belgian Blond Ale piva

Slika 9. American IPA

Slika 10. Promjena udjela ekstrakta tijekom fermentacije American IPA piva

Slika 11. English Porter

Slika 12. Promjena udjela ekstrakta tijekom fermentacije English Porter piva