











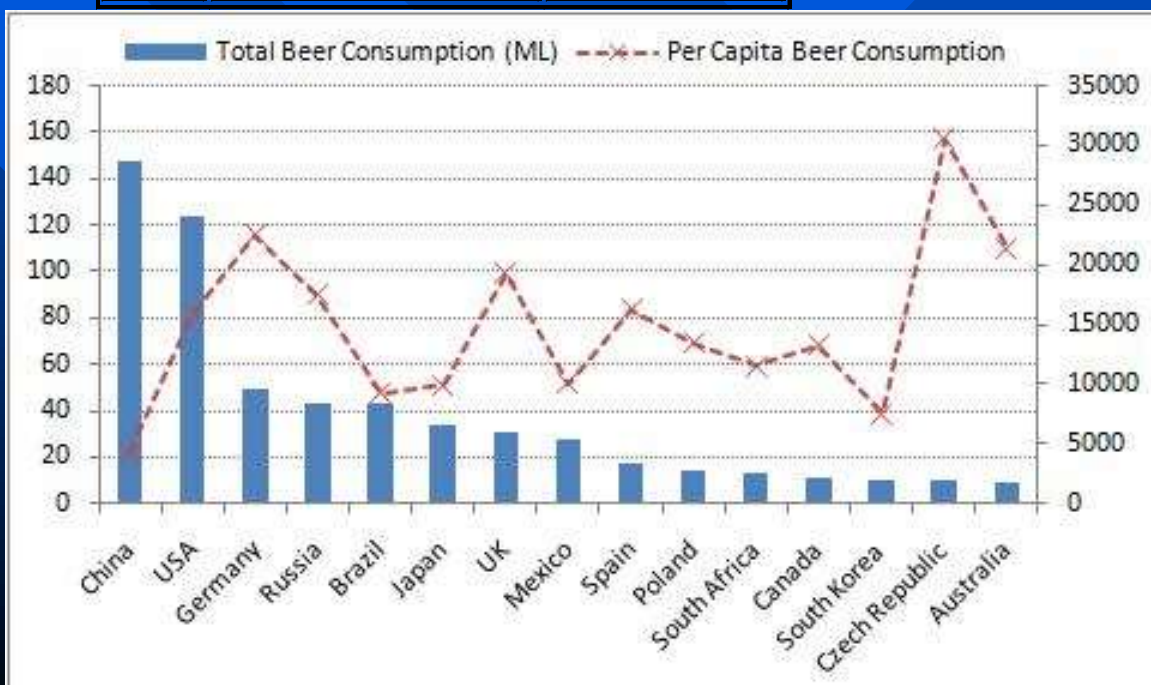


PIVOVARSTVO

PROIZVODNJA PIVA

DRŽAVA	PRODUKCIJA (t)
Austria	888,444
Belgium	1,673,533
Bulgaria	552,793
Cyprus	42,693
Czech Republic	1,980,600
Denmark	797,000
Estonia	128,184
Finland	447,000
France	1,443,000
Germany	9,357,419
Greece	460,000
Hungary	684,093
Ireland	884,600
Italy	1,321,000
Latvia	133,383
Lithuania	296,849
Luxembourg	31,200
Malta	14,217
Netherlands	2,718,100
Poland	3,560,000
Portugal	820,800
Romania	2,024,042
Slovakia	355,979
Slovenia	194,000
Spain	3,340,000
Sweden	374,900
United Kingdom	4,946,900

Rank	Country	Consumption (L/yr)
1	 <u>Czech Republic</u>	156.9
2	 <u>Ireland</u>	131.1
3	 <u>Germany</u>	115.8
4	 <u>Australia</u>	109.9
5	 <u>Austria</u>	108.3
6	 <u>United Kingdom</u>	99.0
7	 <u>Slovenia</u>	93.3
8	 <u>Belgium</u>	93.0
9	 <u>Denmark</u>	89.9
10	 <u>Finland</u>	85.0



PROIZVODNJA PIVA

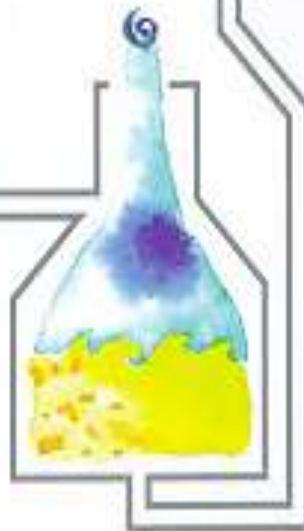
1. Slad hranimo v silosu.



2. Zdrobimo ga v mlinih in mu istočasno dodamo vodo, da dobimo sladno drozgo.



3. V drozgalni kadi jo segrevamo do temperatur, pri katerih je delovanje encimov najbolj aktivno. S tem postopkom, ki ga imenujemo drozganje, izlužimo vse v vodi topne sestavine slada, imenovane ekstrakt.



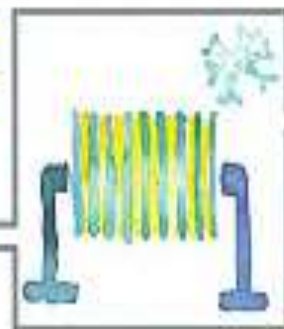
4. V cedilni kadi se sladne pleve usedajo na sitasto dno in služijo kot filter za pridobivanje bistre sladice.



5. Med vrenjem dodamo sladici hmelj, da se iz njega izlužijo grenke snovi. Tako dobimo hmeljeno pivino.



6. V pretočnem hladilniku jo ohladimo s 95° C na 6 do 8° C in jo tako pripravimo za alkoholno vrenje.



PROIZVODNJA PIVA

7. Alkoholno vrenje poteka v fermentorjih s pomočjo pivskih kvasovk. Sladni sladkor se razgradi v alkohol in ogljikov dioksid. Pivina menja kemijsko sestavo, okus in vonj ter se pretvarja v pivo.

8. Ohlajeno "mlado" pivo prečrpamo v tanke za stabiliziranje, v katerih pivo dozoreva.

9. S filtriranjem dobimo kristalno bistro pivo.

10. Na avtomatiziranih linijah polnimo pivo v steklenice, kovinske sode in pločevinke.

11. Pasterizacija je toplotna obdelava piva, ki jo lahko izvedemo pred polnjenjem v sode ali v že napolnjenih steklenicah in pločevinkah.

12. Etiketiranje in skladiščenje je prav tako popolnoma avtomatizirano.



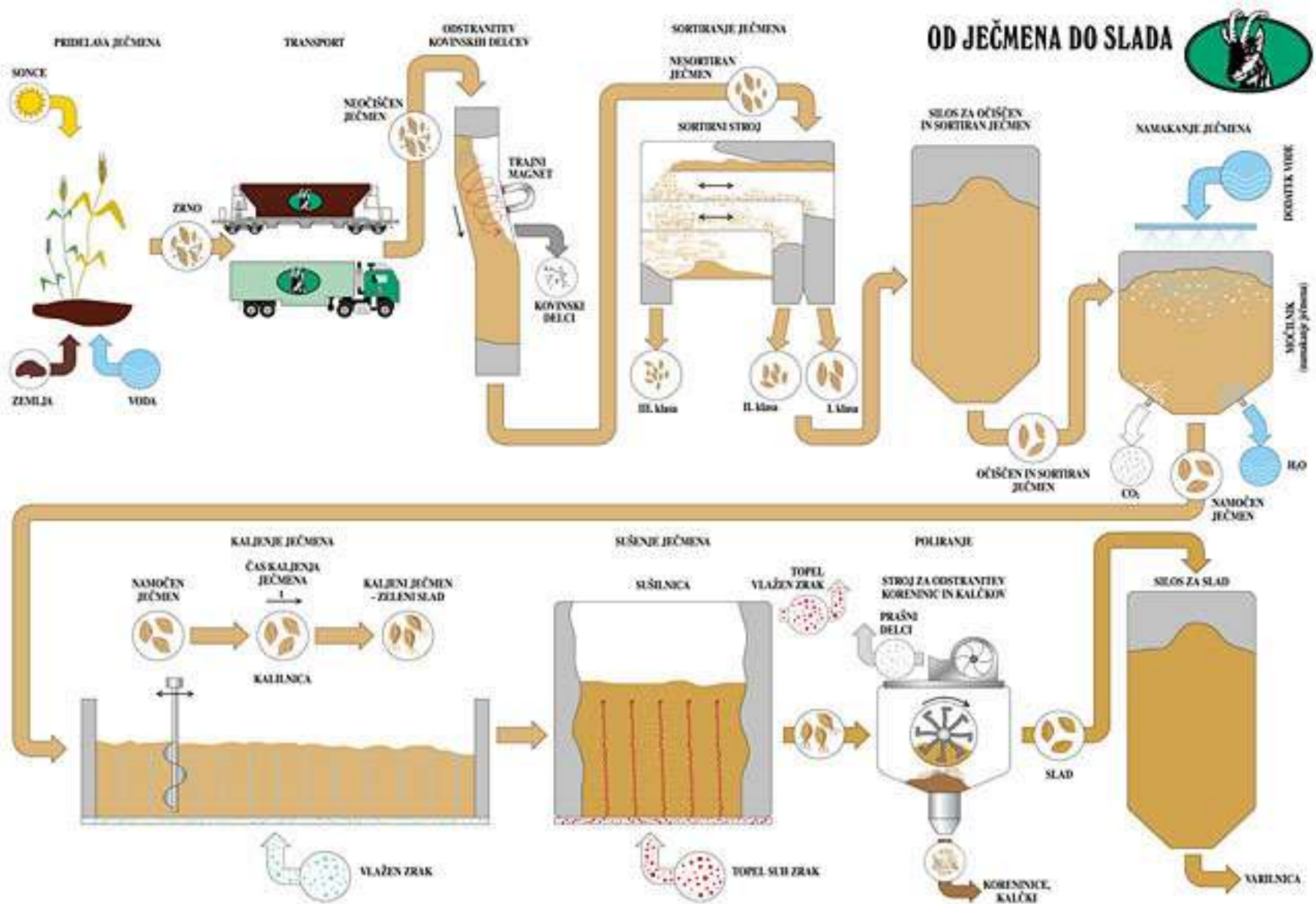
SLAD

SLAD je poleg vode, hmelja in neslajenih žit osnovna surovina za proizvodnjo piva. Zaradi tega odločilno in neposredno vpliva na končno kvaliteto piva kakor tudi na potek proizvodnega procesa. Velja namreč splošno mnenje, da so osnovni pokazatelji kvalitete piva direktno odvisni od lastnosti slada. Tako so barva piva, okus, stabilnost piva in stabilnost pene v večji meri odvisni od karakteristik slada.

Teoretično bi se lahko za proizvodnjo slada uporabljale vse vrste žit, saj so osnovne sestavine podobne, pri zasladitvi pa nastajajo podobne encimske skupine in razgradni produkti. Vendar je za proizvodnjo slada in kasneje piva najprimernejši ječmen zaradi naslednjih razlogov:

- v primerjavi npr. s pšenico je glede klimatskih pogojev in lastnosti tal manj zahteven
- njegovo kaljenje se relativno lahko regulira
- količina encimov, ki se producira pri kaljenju je v ugodnem razmerju s transformacijami ostalih sestavin zrna
- plevica ima pomembno vlogo v tehnološkem procesu proizvodnje piva pri tvorbi filtrne pogače pri cejenju sladice
- glede na okus in tehnološke lastnosti je pivo proizvedeno iz ječmena kakovostnejše od podobnih izdelkov iz drugih surovin

SLAD



SLAD

Tehnološki proces proizvodnje slada poteka v več fazah:

- **skladiščenje ječmena:** ohraniti se morajo optimalne lastnosti ječmena, ki so nujno potrebne za proizvodnjo slada
- **čiščenje ječmena:** odstraniti morajo vse nezaželjene primesi, tako da dobijo čisto zrnje izenačenih dimenzij, kije primemo za zasladitev
- **namakanje ječmena:** za začetek kaljenja je potrebno ječmen najprej namočiti; za enakomerno in hitro kaljenje mora ječmen vsebovati 44-46% vlage
- **kaljenje ječmena:** je najpomembnejša faza proizvodnje slada. V tej fazi se dogajajo biokemične spremembe, zaradi katerih iz ječmena nastane slad (sinteza in aktivacija encimov, razgradnja celičnih zidov, škroba, beljakovin, rast rastlinice...). Kaljenje poteka 5-10 dni pri temperaturi 13-18°C.
- **sušenje zelenega slada:** s sušenjem pri 80-105°C se ustavi proces kaljenja; vlaga suhega slada je 3-5%
- **končna obdelava in skladiščenje slada:** odstranjevanje koreninice, skladiščenje in poliranje so zadnja dejanja pred odpremo slada v pivovarno







HMELJ

HMELJ je nezamenljiv dodatek sladici pri proizvodnji piva:

- zagotavlja grenek okus in karakteristično aromo piva, sodeluje pri bistrenju sladice in piva
- pozitivno deluje na peno, ima funkcijo konzervansa.

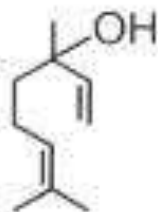


HMELJ

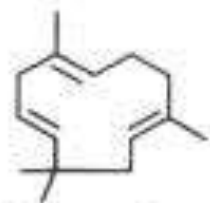
- Najpomembnejša sestavina hmelja za tehnologijo piva so grenke substance, ki jih je v hmelju 10-25 % in jih imenujemo skupne smole. Sestavlja jih veliko število različnih spojin. Najpomembnejše so α -kislina in β -kislina z nespecifičnimi mehкими smolami.
- α -kislina (humuloni) pri kuhanju prehajajo v izomerizirane izo- α -kislina, ki so bolj topne in lažje prehajajo v pivino. Te izomerne kislina imajo najpomembnejšo vlogo pri določanju grenkobe piva.
- Vsebnost α -kislina je odvisna od velikega števila faktorjev, znaša pa od 3-12%. Tudi sestava α -kislina se lahko močno razlikuje. Z oksidacijo prehajajo v specifične mehke smole, ki pa so manj grenke.
- β -kislina (lupuloni), ki jih je 3-5%, so netopne in nimajo za grenkobo nobenega pomena. V pivo prehajajo šele kot oksidirane β -kislina.
- Hmeljna olja (0,4-2%) se v sladici slabo raztapljajo, so hlapna in se pri kuhanju v glavnem izločajo (uparijo ali usedejo z usedlino). Zaradi izredno nizkega praga zaznavanja naj bi vplivala na okus piva.
- Glede na vsebnost α -kislina oz. razmerje med kislinskimi frakcijami se sorte hmelja delijo na aromatične in grenke.
- Pomembna sestavina hmelja so tudi polifenoli, ki sodelujejo pri izločanju beljakovin, pozitivno vplivajo na okus piva (posamezne frakcije), imajo redukcijske lastnosti, lahko pa imajo tudi negativno vlogo (barva, okus).



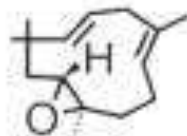
Myrcene



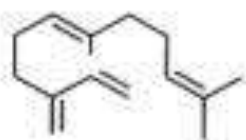
Linalool



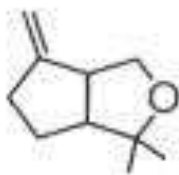
Humulene



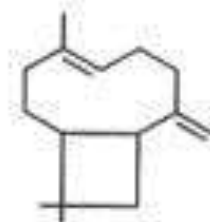
Humulene epoxide



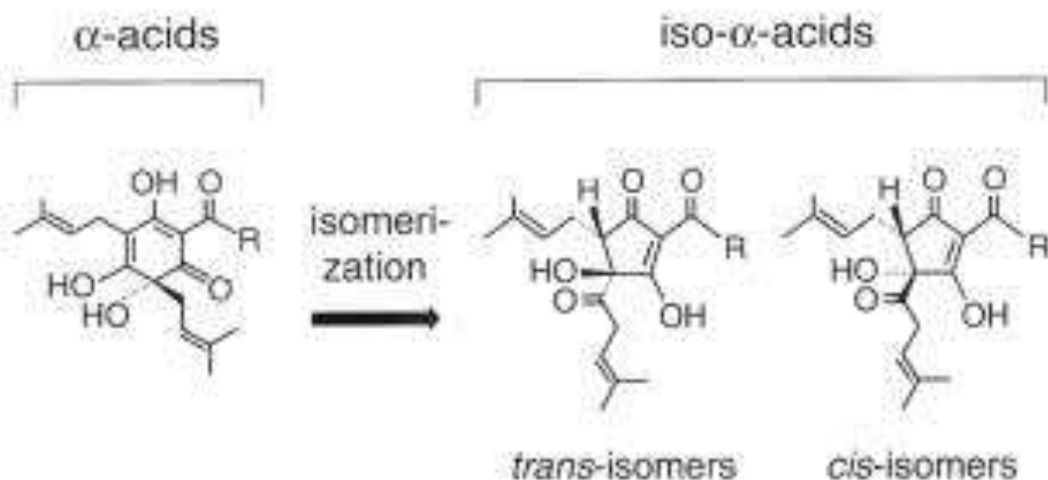
Farnesene



Hop ether



Caryophyllene



humulone

isohumulone



cohumulone

isocohumulone



adhumulone

isoadhumulone

VODA

Sestava vode oz. v vodi raztopljenih soli je za proizvodnjo piva zelo pomembna. Voda za proizvodnjo piva naj bi bila brezbarvna, brez okusa in vonja, surova voda naj ne bi vsebovala mehanskih in organskih nečistoč.

Za ocenjevanje trdote vode oz. količine v vodi raztopljenih soli obstajajo različne enote; ena od njih je nemška stopinja trdote vode ($1^\circ\text{N}=10 \text{ mg CaO/l}$).

Skupna trdota vode predstavlja skupno količino kalcijevih in magnezijevih soli v obliki bikarbonatov, sulfatov ali soli drugih kislin.

Govorimo tudi o karbonatni in nekarbonatni trdoti vode.

Vplivi različnih ionov na reakcije pri drozganju, kuhanju sladice in fermentaciji so raznoteri in kompleksni.

Načeloma je priprava vode za proizvodnjo piva mehčanje vode. Uporabljajo se različne metode mehčanja; v UNIONU se uporablja reverzna



KVASOVKE

KVAS oz. kvasovke so skrbno varovana skrivnost vsake pivovarne, saj zagotavljajo tipično aromo in okus piva.

Za normalen potek vrenja je izredno pomembna kvasna kultura. Hitro razmnoževanje, čimmanjša tvorba nezaželenih stranskih produktov, dobra flokulacija oz. sedimentacija, dober izkoristek fermentabilnih sestavin pivine, dobra aktivnost pri relativno drastičnih pogojih in druge značilnosti so teoretične pozitivne lastnosti pivskega kvasa.

V pivovarstvu uporabljajo:

-kvasovke spodnjega vrenja
(*Saccharomyces carlsbergensis*)

-kvasovke zgornjega vrenja
(*Saccharomyces cerevisiae*)



SUROGATI

- Surogati so neslajene škrobnate surovine za proizvodnjo piva. Uporabljajo se predvsem zaradi zmanjšanja stroškov proizvodnje piva; tudi nekatere lastnosti piva se z dodatkom surogatov izboljšajo. Nerazgrajeni škrob iz neslajenih žit razgradijo encimi slada. Osnovna lastnost sladice pridobljene iz vsipka z dodatkom neslajenih žit je zmanjšana vsebnost beljakovin, kar lahko povzroči določene težave v posameznih fazah proizvodnje piva oz. pomanjkljivosti piva.
- Ostale surovine za proizvodnjo piva so: karamelni slad, neslajena žita (koruzni zdrob), hmelj, voda in dodatki (α -amilaza, β -glukanaza, kalcijev klorid).

MLETJE

- Prva faza obdelave slada v varilnici je drobljenje oz. MLETJE slada. Osnovni namen mletja je omogočiti hitro in čim popolnejše izluževanje oz. topljenje sestavin slada. Pri tem je potrebno upoštevati, da imajo deli zrna (pleva) pomembno vlogo pri kasnejši obdelavi drozge (funkcija cejenja). Zato moramo nastaviti razmak med valji tako, da se pleva ne poškoduje preveč, obenem pa mora biti endosperm zrna odvisno od stopnje oslajenosti slada čim boljše zmlet. Iz preveč poškodovane pleve prehajajo v drozgo in kasneje v sladico nezaželjene komponente slada (polifenoli, grenke snovi, beljakovine), ki lahko negativno vplivajo na okus in barvo piva.

MLETJE

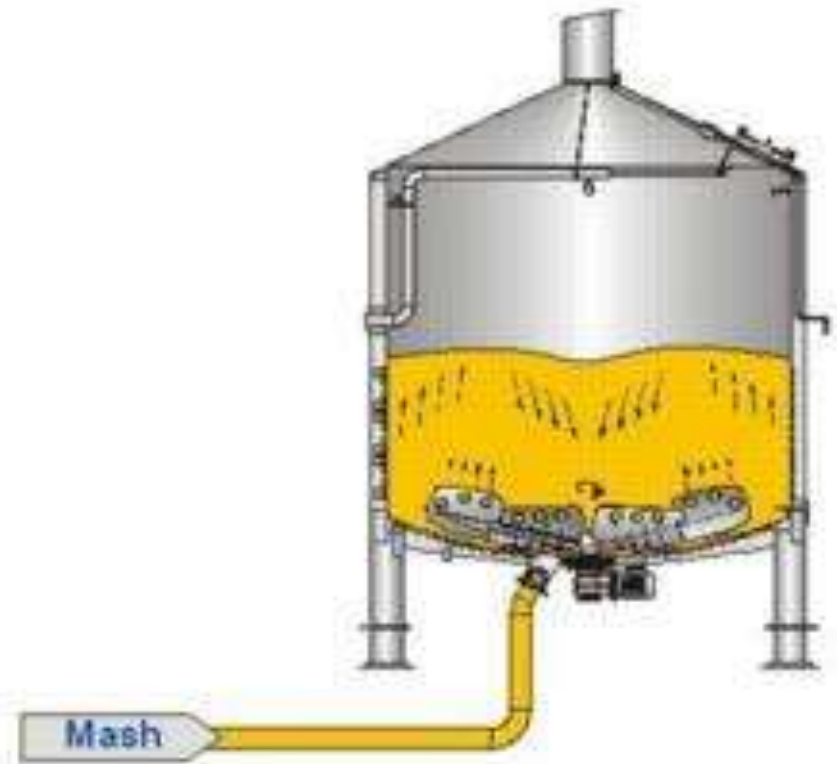
- **Osnovni načini mletja so: suho, kondicionirano in mokro mletje. Stopnja mletja je odvisna od stopnje oslajenosti oz. razgrajenosti slada (pri bolj oslajenem sladu je mletje lahko bolj grobo kot pri manj oslajenem), od načina drozganja (pri dvojni dekokciji je lahko mletje bolj grobo kot npr. pri infuziji), od načina cejenja drozge ...**
- **Za mletje slada se uporabljajo različni mlini s kovinskimi valji. Razlike med mlini so predvsem v številu valjev (2 do 6). Slad lahko prehaja preko valjev enkrat ali večkrat (do trikrat).**



DROZGANJE

- Pri drozganju gre z encimatskega vidika za enake procese razgradnje rezervnih snovi kot pri slajenju, le da se razgradni produkti raztapljajo in prehajajo v drozgo in se ne porabljajo za rast in razvoj mlade rastlinice. Delo opravljajo isti encimi.
- Osnovni namen drozganja je prevajanje še netopnih sestavin slada v topno obliko, ki prehajajo v drozgo in bodo kasneje “hrana” kvasovkam pri fermentaciji. Makromolekule škroba, beljakovin in drugih snovi encimi hidrolitsko cepijo na manjše enote. Pri tem sodeluje veliko število različnih encimov, ki imajo specifične optimalne pogoje delovanja.
- Snovi, ki prehajajo v raztopino med drozganjem so:
 - škrob oz. njegovi razgradni produkti dekstrini in sladkorji (maltoza, glukoza, maltotrioza, saharoza ...)
 - beljakovine in razgradni produkti (peptidi, aminokisliline ...)
 - lipidi in razgradni produkti
 - gume oz. polisaharidi (β -glukani, pentozani)
 - polifenoli
 - anorganske snovi in druge.

Temp °C	Enzyme	Breaks down
40 °C	β -Glucanase	β -Glucan
50 °C	Protease	Protein
62 °C	β -Amylase	Starch
72 °C	α -Amylase	Starch



DROZGANJE

- Razgradnja ŠKROBA je najpomembnejši del drozganja. Škrob je sestavljen iz amiloze in amilopektina, nahaja se v škrobnih zrnih. Pri razgradnji sodeluje več encimov. Najpomembnejša sta α -amilaza in β -amilaza. α -amilaza cepi v notranjosti molekule škroba, β -amilaza pa odvaja glukozne enote z konca molekule škroba. Encima med seboj “sodelujeta”, temp. inaktivacije za α -amilazo je nad 70°C , aktivnost se poveča s prisotnostjo kloridnih in kalcijevih ionov, temp. inaktivacije za β -amilazo je nad 60°C , aktivnost se poveča pri nižjem pH. Edini še pomemben encim je invertaza.
- Stopnjo razgradnje škroba se kontrolira z jodnim testom. Potek oz stopnja razgradnje škroba je odvisna od naslednjih faktorjev:
 - količine oz. konc encimov in njihove aktivnosti
 - višine temp. drozganja in dolžine odmorov pri posameznih temp.
 - vrste slada (pri temnih je manj encimov kot pri svetlih)
 - stopnja oz. granulacija mletja (drobna granulacija-boljša razgradnja)
 - zaklepitev škroba (olajšano delo encimom)
 - pH drozge (spremeni se optimum aktivnosti encimov)
 - konc. drozge (lahko pride do inhibicij encimov) in drugih.

DROZGANJE

- **Pri drozganju prihaja tudi do izluževanja in razgradnje beljakovin. Beljakovine so pomembne za okus in barvo piva, za tvorbo pene, za puferno kapaciteto sladice, za rast kvasovk pri fermentaciji, lahko povzročajo motnost piva ...**
- **Osnovni proteolitični encimi so endopeptidaze in eksopeptidaze. Endopeptidaze (najmanj 5 različnih encimov) delujejo v notranjosti beljakovinskih molekul na točno določenih sekvencah aminokislin. Eksopeptidaze (aminopeptidaze in karboksipeptidaze) pa odcepljajo aminokislino na koncih beljakovinskih verig.**
- **Cilji razgradnje beljakovin so:**
 - **zagotoviti zadostno količino asimilabilnega dušika oz. prostih aminokislin za vodenje fermentacije (hrana za kvasovke, tvorba normalnega spektra vzporednih produktov alkoholnega vrenja)**
 - **zagotoviti zadostno količino srednje velikih molekul za tvorbo pene**
 - **zagotoviti razgradnjo makromolekul, ki povzročajo motnost; lahko se izločijo pri kuhanju sladice**

DROZGANJE

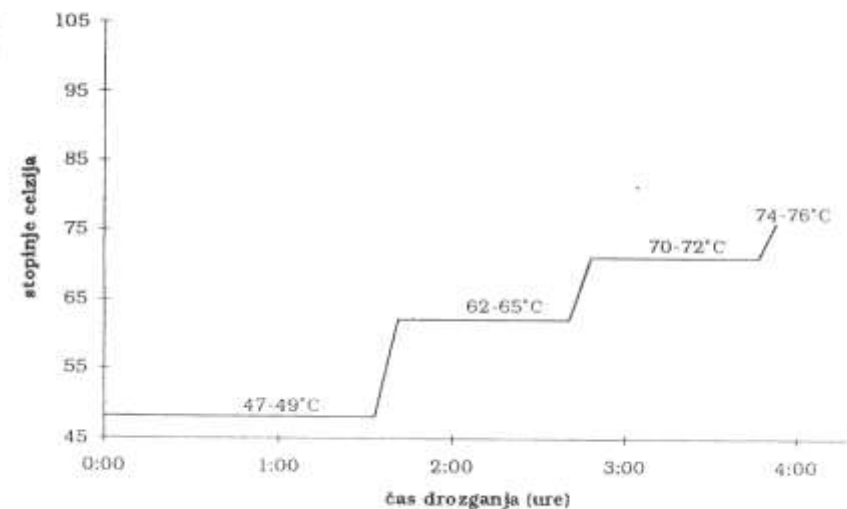
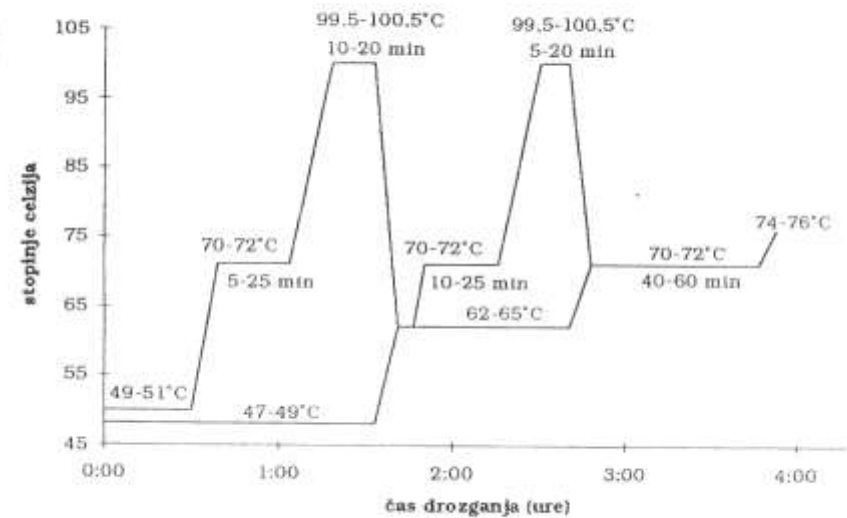
- Tehnološko pomembne substance v procesu drozganja so tudi gume. Njihovo prehajanje v drozgo in nezadostna razgradnja lahko povzročita probleme pri cejenju sladice, sploh pa pri kasnejši filtraciji piva. To so β -glukani in pentozani. Razgrajujejo jih citolitični encimi.
- β -glukani so pomembnejši od pentozanov. Med drozganjem jih razgrajuje skupina encimov imenovana β -glukanaze. Nastali produkti zmanjšujejo viskoznost piva, vplivajo pa tudi na okus in lastnosti pene piva.

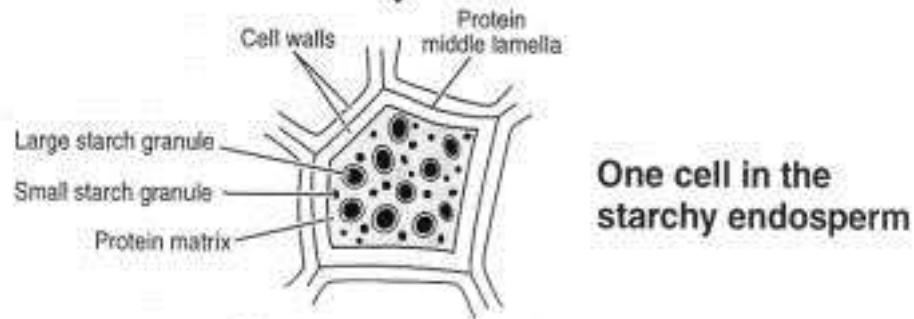
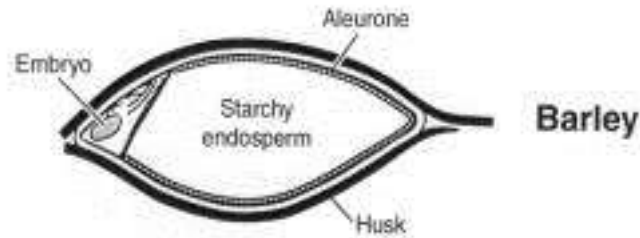
Poznani so različni

postopki drozganja:

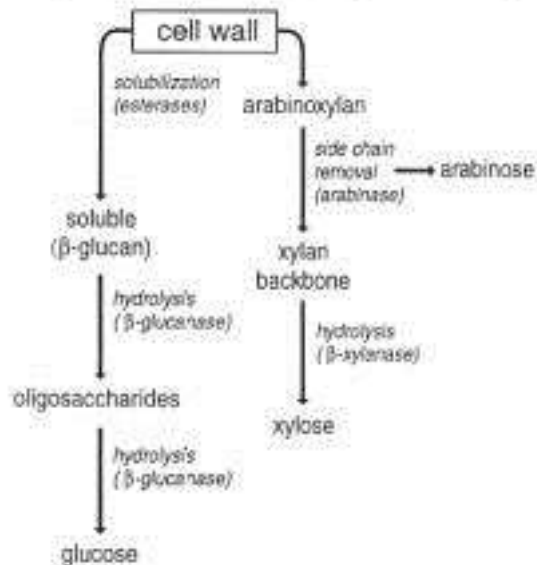
- **drozganje z infuzijo (različne metode)**
- **drozganje z različnim številom dekokcij**

Za vsako varianto veljajo posebni temp. režimi, ravno tako so značilnosti piva specifične za vsako od variant.

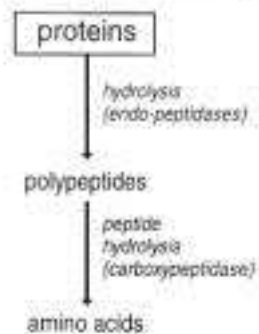




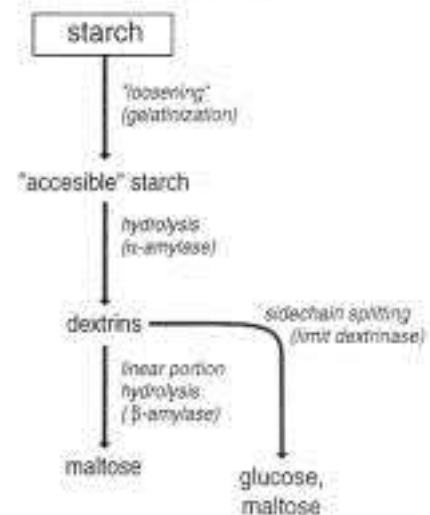
Cell Wall Digestion



Protein Digestion



Starch Digestion



CEJENJE

- **Po končanem drozganju je potrebno čim hitreje ločiti raztopino od trdnih neraztopljenih ostankov. Za cejenje drozge se uporabljajo različni postopki:**
 - **cejenje v cedilni kadi,**
 - **različni filtri in drugo**
- **Drozga se po končanem drozganju prečrpa v cedilno kad, kjer se trdni delci vsedajo na perforirano dno in tvorijo filtrno pogačo. Skoznjo se filtrira raztopina, ki odteka skozi perforirano dno v zbiralnik sladice.**
- **Konstrukcija cedilne kadi ima zelo pomembno vlogo pri cejenju. Seveda je kvaliteta cejenja oz. sladice odvisna od predhodnih obdelav slada in drozge.**
- **Cejenje poteka v fazah:**
 - **cejenje prvenca**
 - **izluževanje ostankov ekstrakta z nalivi**
- **Pomemben sestavni del cedilne kadi je naprava za rahljanje in rezanje drozge oz. tropin, ki se uporablja tudi za izmet tropin.**



KUHANJE SLADICE

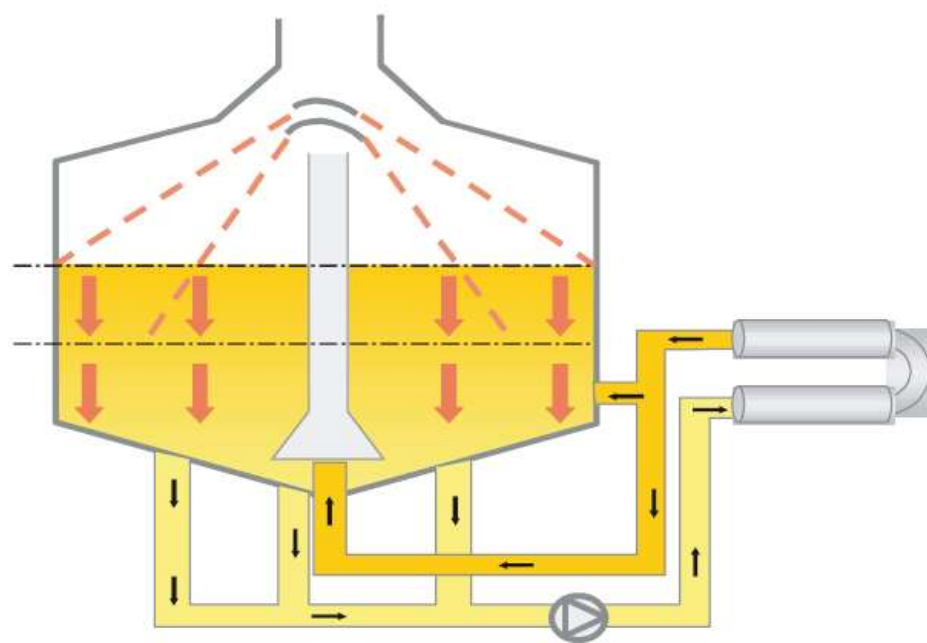
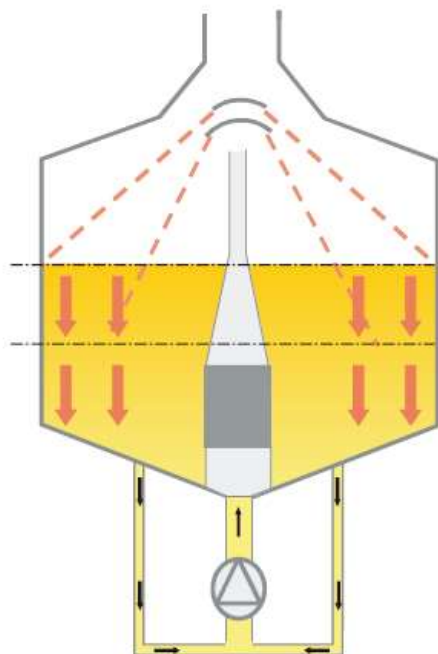
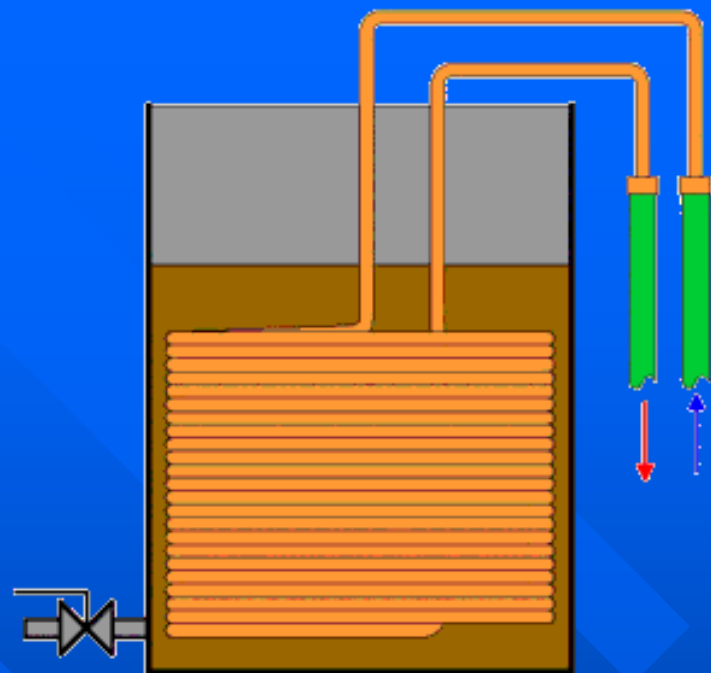
- **Naslednja faza proizvodnje piva je kuhanje in hmeljenje sladice, ki poteka v kuhlalni ponvi. Pred kuhanjem oz. med cejenjem se sladica zbira v zbiralniku sladice. zbiralnik sladice je namenjen shranjevanju sladice za čas, ko v kuhlalni ponvi še poteka kuhanje predhodne varke. Ta posoda mora biti izolirana, da bi bile toplotne izgube čimmanjše oz. zaradi zmanjšanja porabe toplotne energije za dogrevanje.**
- **Namen kuhanja sladice:**
 - **odparitev prevelike količine vode \Rightarrow doseganje željene koncentracije sladice**
 - **inaktivacija encimov slada in stabilizacija sestave sladice**
 - **sterilizacija sladice**
 - **izločanje čimvečje količine visokomolekularnih beljakovin (beljakovinski lom)**
 - **raztapljanje hmeljnih substanc (predvsem grenkih)**
 - **vzporedno poteka še nastanek reducirajočih snovi, porast intenzitete barve, padec pH, odparitev hlapnih substanc, sprememba aromatičnih sestavin sladice**

KUHANJE SLADICE

- **Uporabljajo se različni sistemi kuhanja: šaržni ali kotlovski in kontinuirani sistemi. Grelni mediji so lahko različni (npr. vroča voda, para), grelne površine so lahko na dnu ali v plašču kotla, kotel ima notranje ali zunanje grelce. Kuhanje se odvija pri atmosferskem tlaku ali pa pri določenem nadtlaku.**
- **Čas in temperatura kuhanja sta pogojena s sistemom kuhanja, posledično pa vplivata na vse spreminjajoče se komponente sladice in kasneje pivine. Stopnja fizikalnih sprememb, ki potekajo med kuhanjem (odparevanje vode, inaktivacija encimov, sterilizacija sladice, padec pH) je kompromis med potrebnim in zaželenim.**

KUHANJE SLADICE

- Izločanje beljakovin (beljakovinski lom) je za kasnejšo stabilnost piva zelo pomembno. Gre za zelo kompleksen proces, ki se manifestira kot pojav kosmičev v sladici. Nezadostno izločanje beljakovin lahko povzroči resne težave (moti padec pH pri vrenju, zato je nižja stopnja prevrelosti, slabše bistrenje in pojava beljakovinske motnosti piva).
- Najpomembnejši faktorji, ki vplivajo na stopnjo koagulacije so: temperatura, pH in vpliv oksidacije oz. redukcije. Na koagulacijo pomembno vpliva tudi hmelj (polifenoli hmelja).
- Med kuhanjem sladice se dodaja hmelj (hmeljenje) z namenom:
 - raztapljanja in izomerizacije grenkih sestavin hmelja, da bi dobili grenak okus piva
 - raztapljanja polifenolov hmelja, ki pozitivno delujejo na izločanje beljakovin in organoleptične lastnosti piva
 - raztapljanje hmeljnih olj, ki naj bi nekaterim vrstam piva dali značilno aromo
- Končni efekt hmeljenja je odvisen od velikega števila faktorjev (čas in temperatura kuhanja, količina in oblika ter vrsta hmelja oz. hmeljnega preparata, intenziteta ekstrakcije, čas doziranja hmelja, stopnja oksidiranosti α -kislin, pH sladice, sestava sladice...).
- Polifenoli hmelja manjših molekulskih mas (nižje stopnje polimerizacije) se bolj intenzivno vežejo z beljakovinami kot višji polifenoli. Ti ostajajo v sladici in povzročajo temnejšo barvo in širši spekter okusa.
- Pri kuhanju sladice so hmeljni polifenoli nujno potrebni, saj je njihov efekt obarjanja beljakovin bolj izražen kot pri polifenolih slada.



KUHANJE SLADICE

- Ker je vložek energije za kuhanje zelo velik in predstavlja polovico vse energije potrebne za pridobivanje sladice, je prihranek energije pomemben vidik obravnavanja.
- Načini prihranka energije so:
 - kondenzacija par iz kotla, pri tem pa se segreva voda za druge potrebe
 - zmanjšano uparjanje sladice
 - kompresija par
 - kuhanje pri povišanih temperaturah s predgrevanjem sladice

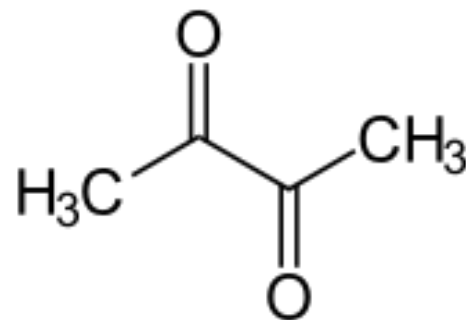
OBDELAVA SLADICE PRED FERMENTACIJO

- **Kuhanju sledi obdelava sladice pred fermentacijo:**
 - popolno odvajanje tople usedline in delno odvajanje hladne usedline
 - hlajenje sladice do temperature, pri kateri se začne vrenje
 - uvajanje potrebne količine kisika v sladico
- **Motni delci v hmeljeni sladici se odvajajo kot vroča usedlina. Ločevanje lahko poteka na več različnih načinov (whirlpool, centrifuge, filtracija, dekanterji). Sestava tople usedline: ostanki hmelja, koagulirane beljakovine, polifenoli itd.**
- **Hladna usedlina je usedlina, ki se izloča pri hlajenju hmeljene sladice . Povzročala naj bi “hladno motnost piva”. Popolno odvajanje hladne usedline ni zaželeno. Sestava hladne usedline: ogljikovi hidrati (β -glukani), beljakovine in polifenoli.**
- **Hlajenje hmeljene sladice poteka do željene temperature (temperatura začetka vrenja pri klasičnem spodnjem vrenju je 4-8°C). Za hlajenje se uporablja različni sistemi, najpogosteje pa toplotni izmenjevalci. Voda, ki se pri hlajenju pивine segreje, se lahko kasneje uporablja v tehnološkem procesu za drozganje, nalive pri cejenju...**
- **Uvajanje kisika je potrebno za normalen potek vrenja oz. fermentacije (za normalno vrenje 8-10 mg O₂ /l hmeljene sladice).**



FERMENTACIJA

- Tehnološki proces alkoholnega vrenja poteka v fermentorjih. Fermentorji so cilindro-konični tanki iz nerjaveče pločevine (jekla). Specifična konusna oblika je namenjena predvsem boljšemu usedanju in lažjemu odvzemanju kvasa.
- Hladno vrenje poteka v novejših fermentorjih, ki imajo v plašču vgrajen sistem hlajenja. Potek hladnega vrenja lahko kontroliramo oz. uravnavamo. Čas alkoholnega vrenja je odvisna od različnih faktorjev: temperaturnega in tlačnega režima, količine in aktivnosti kvasa, vrste piva. Vrenju sledi še dva dni “diacetilne pavze”, ki je potrebna za razgrajevanje (redukcijo) diacetila (vicinalni diketoni).



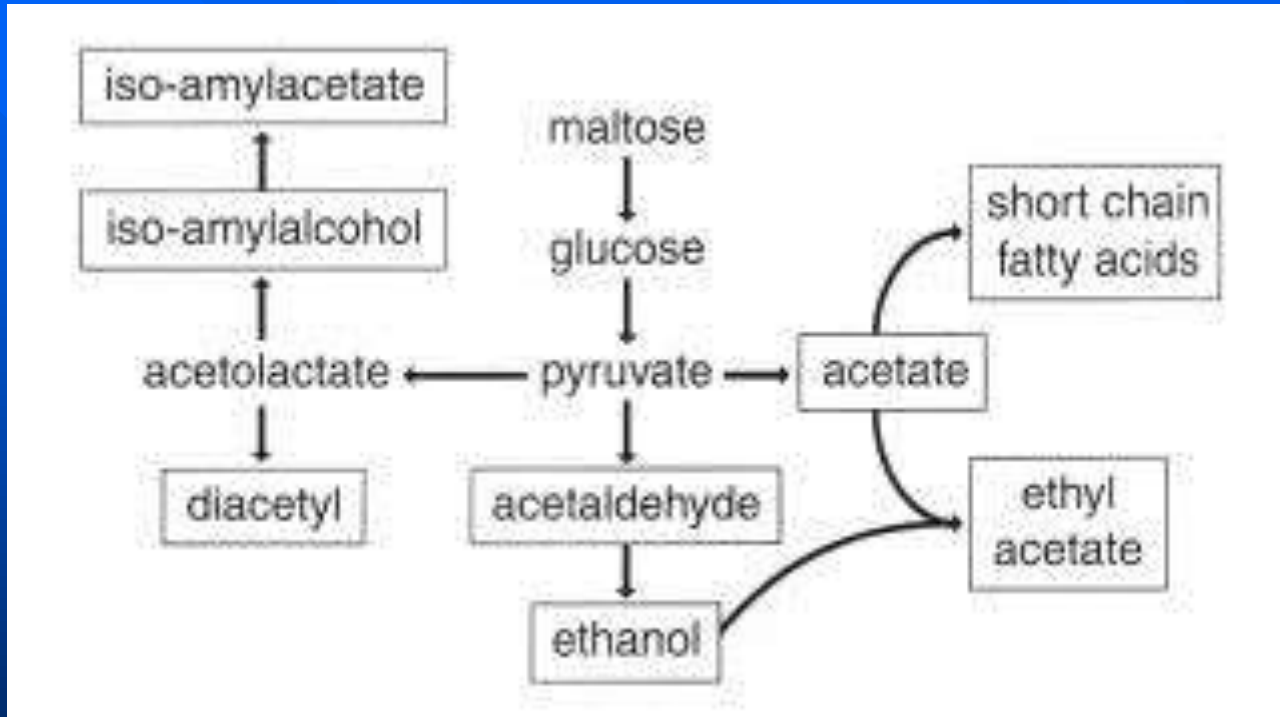
FERMENTACIJA

- Med alkoholnim vrenjem oz. fermentacijo poteka zaradi encimske aktivnosti kvasovk razgradnja fermentabilnih sestavin hmeljene sladice do alkohola in CO_2 . Pri tem se sprošča velika količina toplote, ki vsebino fermentorja segreva. Vzporedno se tvori oz. razgraja še veliko število spojin, ki lahko delujejo pozitivno ali negativno na končno kvaliteto piva.
- Pred začetkom fermentacije je v sladici približno 12% ekstrakta, temperatura je 8-9°C, pH je približno 5,5. Ekstrakt in pH med vrenjem padata, temperatura pa narašča. Tako začetne kot končne vrednosti parametrov so pri različnih vrstah piva različne.
- CO_2 , ki se med vrenjem sprošča, dviga tlak v fermentorjih. Tlak je seveda reguliran z ventili. Prebitek CO_2 se pri določeni čistosti (99,7%) zbira in utekočinja ter uporablja kot stranski produkt vrenja za najrazličnejše namene. Tlak med vrenjem določa vsebnost CO_2 v pivu, ki naj bi bila okrog 5 g/l. S spreminjanjem tlaka ali temperature med vrenjem lahko vsebnost CO_2 v pivu spreminjamo.
- Vrenje je kompleksen proces, saj na potek vpliva veliko število faktorjev. Zato so spremembe in končni rezultati lahko različni. Pomembno je vzdrževati čimbolj konstantno kvaliteto končnega proizvoda.

FERMENTACIJA

- Temperatura fermentacije je najpomembnejši tehnološki parameter. Zaželjene temperature pri lager vrstah piva so 18°C oz. manj ($12\text{-}15^{\circ}\text{C}$). Zaželjena je čim nižja temperatura, vendar še vedno tako visoka, da poteka vrenje čim bližje končni navidezni prevrelosti. To je odvisno tudi od količine in aktivnosti kvasa, temperature ob startu fermentacije, kemijske sestave sladice. Kvaliteta piva z višjimi temperaturami vrenja je slabša, saj je tvorba raznih vzporednih nezaželenih produktov večja kot pri pivu s hladnim vrenjem. Zaradi burnejšega vrenja se sprošča večja količina hlapnih snovi.
- Za vzdrževanje nastavljenih pogojev vrenja je potrebna določena oprema. Vsak fermentor je opremljen z ventili za vzdrževanje nastavljenega tlaka. Regulacijski ventil uravnava tlak med vrenjem (v odvisnosti od programske zahteve se odpira in spušča nastali CO_2 iz fermentorja). Varnostni ventil se odpira pri previsokih tlakih, ki bi lahko poškodovali posodo, vakuum ventil pa se odpira, če nastane v fermentorju podtlak.
- Vsaka skupina fermentorjev ima svoj ventilski blok. Skozenj se fermentor polni, prazni, odvzema se kvas, odteka povratek CIP-a. Na njem so tudi črpalke in ventili za vzorčenje ali merjenje vsebnosti CO_2 . Vsi ventilski bloki so povezani preko centralnega ventilskega bloka, kar pomeni, da je vsak fermentor povezan s katerimkoli drugim fermentorjem. Skozi centralni ventilski blok se opravljajo vse funkcije: polnjenje pivine, praznjenje piva na filter, hlajenje piva, prepihanje, odvzemanje kvasa, CIP povratek in možnost krožnega izriva.

FERMENTACIJA





© 2000 How Stuff Works



ZORENJE MLADEGA PIVA

- Naslednja faza proizvodnje piva je zorenje piva. Osnovni namen zorenja je usedanje preostalega kvasa in beljakovin, ki se zaradi hlajenja še izločajo (bistrenje piva), vezava CO_2 in potekanje določenih kemijskih reakcij, ki dajejo pivu polno aromo in zaokroženost (npr. esterifikacija). Načeloma je zaželena doba zorenja daljša od tiste, ki je zaradi obsega in ekonomičnosti proizvodnje mogoča.
- Po končanem vrenju in odvzemu kvasa se mlado pivo prečrpa v tanke za zorenje preko cevne pretočnega hladilnika za mlado pivo. Tu se ohladi na približno $-1,5^\circ\text{C}$, kolikor naj bi bila temperatura zorenja. Zorenje piva lahko poteka v fermentorjih ali v drugih tankih za zorenje piva.
- V cilindrokonusnih tankih sta pri zorenju piva oz. stabilizaciji oba najpomembnejša parametra konstantna (tlak 0,3 bare, temperatura okrog $-1,5^\circ\text{C}$). Med zorenjem piva je potrebno odzematati kvasne usedline in sicer prvič po 2-4 dneh, drugič po 8-10 dneh in zadnjič pred prečrpavanjem piva na filter.

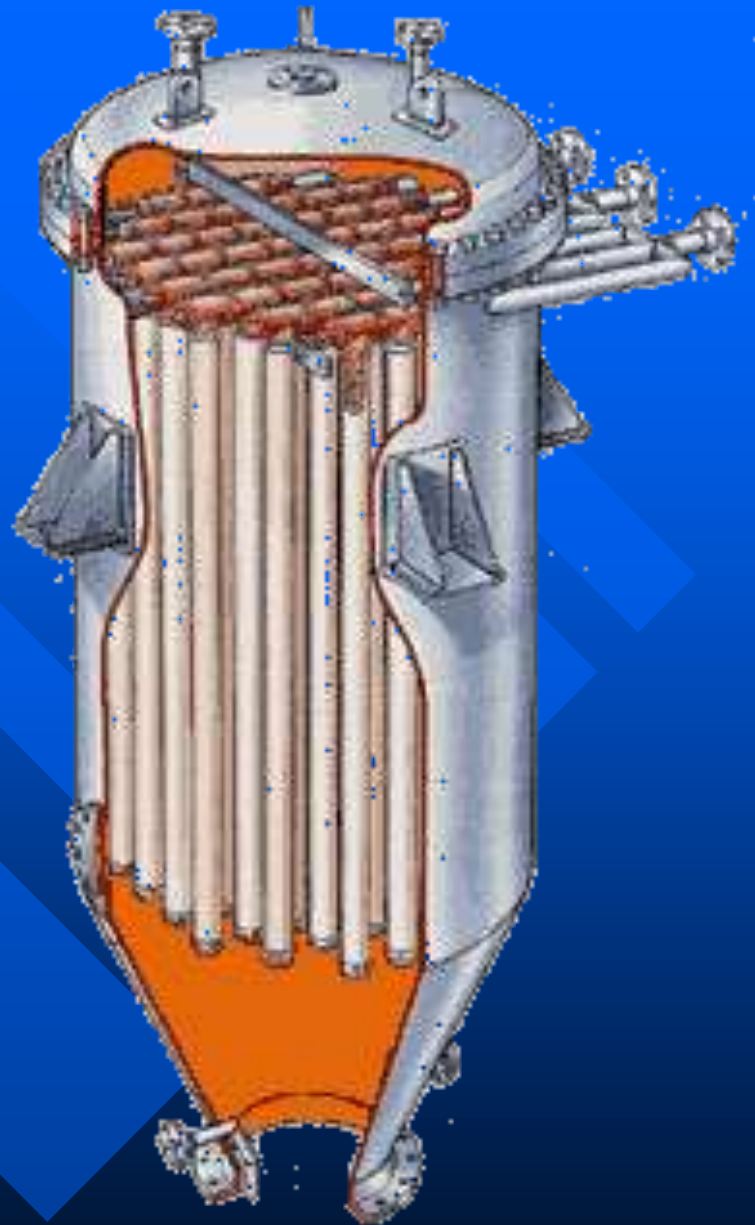
FILTRACIJA PIVA

- **Zadnja faza proizvodnje piva pred polnjenjem je filtracija piva s polnjenjem tlačnih tankov. Namen filtracije je odstranitev dispergiranih motnih delcev, ki se med zorenjem niso usedli (ostanki kvasa) oz. pridobivanje popolnoma bistrega piva. Pri tem se lahko pivo z namenom doseganja daljše trajnosti tudi stabilizira. Pivo se po filtraciji prečrpa v tlačne tanke, kjer se ga hrani do polnjenja v prodajno embalažo.**

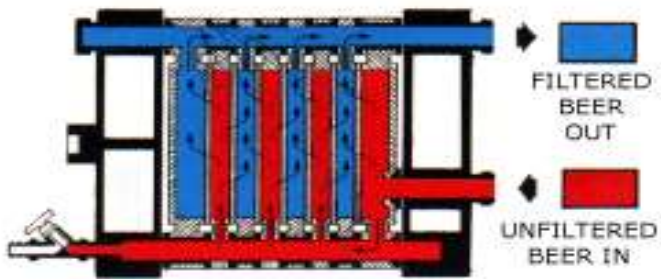


FILTRACIJA PIVA

- Filtracija piva se izvaja v glavnem na naplavnih filtrih. Princip filtracije je sledeči: pivo se filtrira skozi naplavljen sloj diatomejske zemlje različnih granulacij. Motni delci se nabirajo na strani nefiltriranega piva, zaradi tega se povečuje tlačna razlika med stranjo filtriranega in nefiltriranega piva. Med filtracijo se dozira diatomejska zemlja, kar preprečuje takojšnje “zabitje” filtra, ki bi ga lahko povzročili fini motni delci. Ko je tlačna razlika prevelika oz. kadar je filter poln, se filtracija ustavi.
- Poznamo različne vrste naplavnih filtrov (svečne, ploščne, membranske ...) in tudi druge vrste filtrov (ploščni).

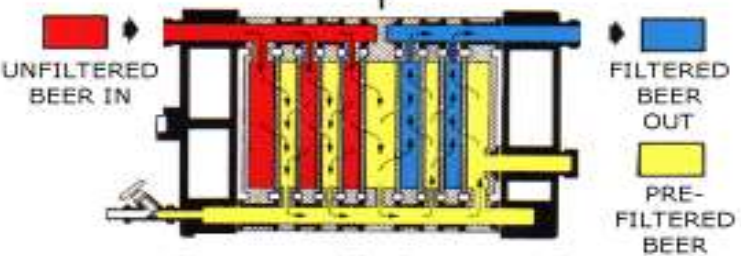


How Does It Work?



SINGLE PASS OPERATION

Diverter Plate



DOUBLE PASS OPERATION

FILTRACIJA PIVA

- Pivo se filtrira v tlačne tanke, ki so namenjeni shranjevanju piva pred točenjem v prodajno embalažo. Namenjeni so zagotavljanju potrebne prostornine za nemoten potek filtracije, shranjevanju potrebnih količin piva za polnilne linije in ohranjanju konstantne kakovosti filtriranega piva.
- Izdelani so iz nerjaveče pločevine in opremljeni podobno kot fermentorji, saj imajo za vzdrževanje tlaka regulacijski ventil, varnostni ventil in vakuum ventil.
- V tlačnih tankih je pivo pod nadtlakom CO₂ (od 1,0 do 3,0 bara) in pri temperaturi približno 0°C. Tlak je odvisen od tega, na katero polnilno linijo bo pivo odtekalo.



POLNJENJE PIVA

- **Najpomembnejše operacije na polnilnih linijah za steklenice so: pranje steklenic, nadzor steklenic, pasterizacija piva oz. steklenic s pivom, polnjenje steklenic in etiketiranje steklenic. Pranje steklenic (povratnih) poteka v pralnem stroju za steklenice.**
- **Transportni trak transportira steklenice do stroja, kjer se vlagajo v nosilce (košare) z grlom naprej. Pranje je razdeljeno na več faz: prednamakanje I (temp. medija 30°C), prednamakanje II (temp. medija 30°C), pred lug (temp. 75°C, konc. NaOH 0,5%), lug I (temp. 82°C, konc. NaOH 2%), lug II (temp. 78°C, konc. 1%), lug III (temp. 62°C, konc. 0,5%), topla voda (temp. 40°C), hladna voda (temp. 30°C) in sveži brizg (temp. 12°C). Pranje traja približno 30 minut. Steklenice gredo skozi vse faze pranja, med pranjem se odstranijo etikete in vsa umazanija, tako da prihajajo steklenice iz pralnega stroja praktično sterilne.**

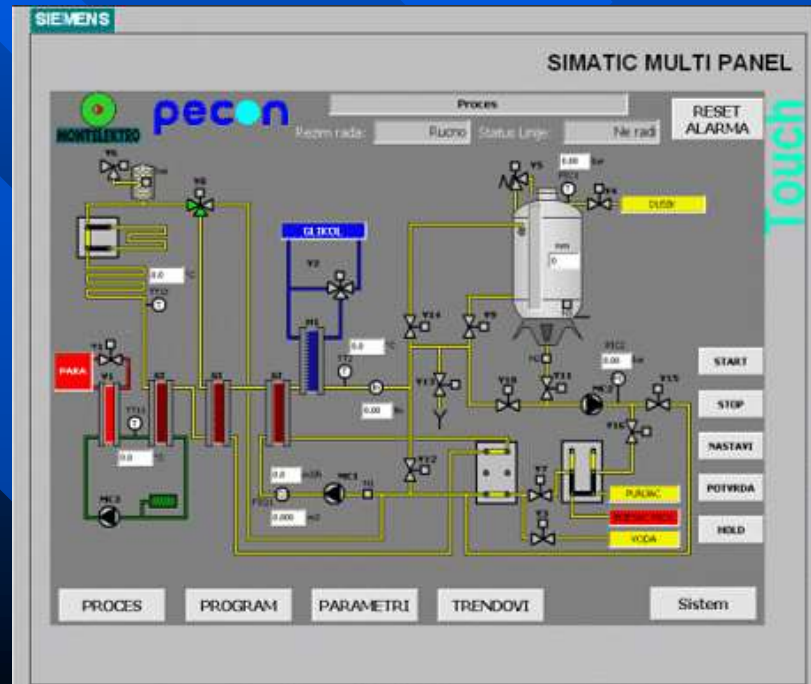


PASTERIZACIJA PIVA

- Pasterizacija piva je termična biološka stabilizacija piva, s katero se doseže daljšo trajnost piva. Izvaja se jo lahko kot tunelsko pasterizacijo (segrevanje steklenic s pivom) ali pa kot pretočno pasterizacijo (samo segrevanje piva). Prva se uporablja predvsem pri specialnih pivih in pivu, ki se polni za izvoz, druga pa pri svetlem pivu za domači trg. Tunelska pasterizacija zagotavlja daljšo obstojnost piva zaradi tega, ker je pasterizirana tudi steklenica.
- Tunelska pasterizacija poteka v tunelskem pasterizatorju, kjer steklenice obliva voda različnih temperatur (odvisno od cone). Cone so: segrevalna c. I (30°C), segrevalna c. II (39°C), segrevalna c. III (47°C), pregrevalna c. (68°C), cona pasterizacije (62°C), ohlajevalna c. I (47°C), ohlajevalna c. II (39°C), ohlajevalna c. III (30°C) in cona sveže vode (12°C). Vstopna temp. piva je 5°C, izstopna temp. je 35°C. Celotna pasterizacija traja približno 50 minut; v pregrevalni coni so steklenice cca. 8 minut, v coni pasterizacije pa 10 minut.

PASTERIZACIJA PIVA

- Pretočna pasterizacija se izvaja v ploščnem toplotnem izmenjevalcu, kjer se vstopno pivo (cca. 5°C) protitočno segreva z izstopnim pivom. Vstopno pivo se nato dogreva z vročo vodo na 72-73°C, nato se v zadrževalni komori zadržuje določen čas (cca. 30 sek.), nakar se pred vstopom v pufer tank hladi z vstopnim pivom. Pretok oz. zadrževalni čas in temperatura sta v korelaciji, saj mora pasterizacija dosegati zadostne pasterizacijske enote.



POLNJENJE PIVA

- **Polnilni stroj steklenice napolni in zamaši. Steklenica se “usede” na dvizni cilindar, ki jo dvigne do polnilnega ventila s polnilno iglo. Ventil se prilega grlu steklenice, skozi iglo pa v steklenico priteka pivo. Operacija polnjenja je sestavljena iz več korakov: nastavitev steklenice pod ventil, vzpostavljanje predtlaka s CO₂, začetek polnjenja steklenice, hitro polnjenje, počasno polnjenje in umirjanje, razbremenitev, razbremenitev na atmosferski pritisk in zaključek polnjenja. Celotna operacija poteka na polnilnem obroču na polnilnem stroju. Nato v polno steklenico mozirka vbrizgne curek vode, ki pivo speni, s tem pa izžene iz steklenice zrak. Steklenico se samo še zamaši s kronskim zamaškom (kronsko zaporko).**
- **Etiketiranje steklenic poteka na etiketirnem stroju oz. etiketirki. Steklenice potujejo skozi stroj, medtem pa posebni nosilci nanje nalepijo etikete.**



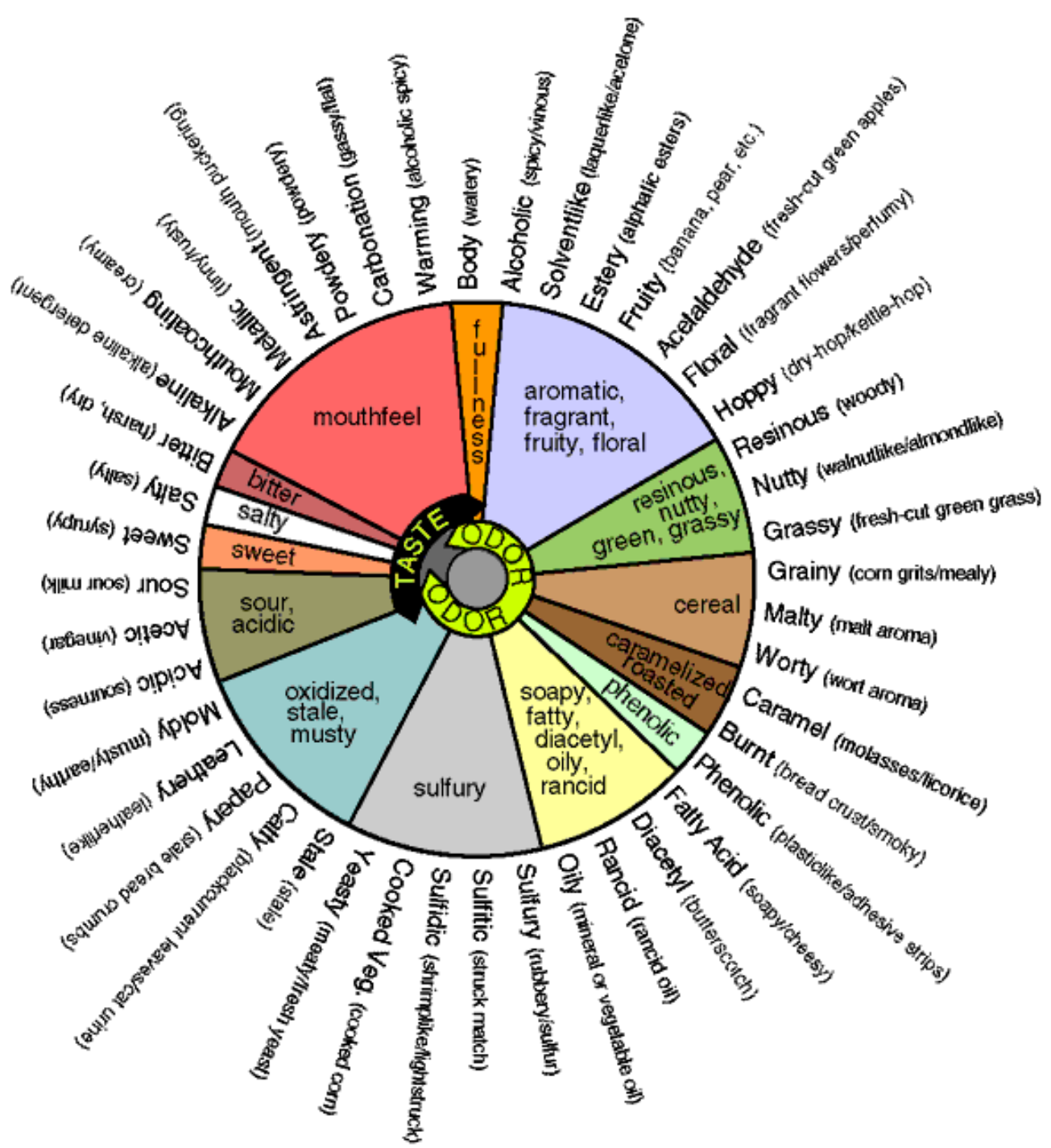


Table I: Relative Importance of Beer Flavor Constituents*

Primary Flavor Constituents

All Beers

- Ethanol
- Hop bittering compounds
- Carbon dioxide

Specialty Beers

- Hop aroma compounds
- Caramel and roasted flavor compounds
- Esters and alcohols (high gravity beers)
- Short-chain acids

Defective Beers

- 2-trans-nonenal (oxidation)
- Vicinal diketones (diacetyl)
- Sulfur compounds (H₂S, DMS)
- Acetic acid (contamination)
- 3-Methyl-2-butene-1-thiol (lightstruck)
- Others (contamination)

Secondary Flavor Constituents

Volatiles

- Banana esters (e.g., isoamyl acetate)
- Apple esters (e.g., ethyl hexanoate)
- Fusel alcohols (e.g., isoamyl alcohol)
- C₆, C₈, C₁₀ aliphatic acids
- Ethyl acetate
- Butyric and isovaleric acids
- Phenylacetic acid

Nonvolatiles

- Polyphenols
- Various acids, sugars, and hop compounds

Tertiary flavor constituents

- 2-Penethyl acetate, o-amino acetophenone
- Isovaleraldehyde, methional, acetoin
- 4-Ethylguaiaicol, g-valerolactone

Table II: Some Common Flavors Found in Beer

Descriptor	Perception	Synonyms	Comments
Acetaldehyde	O,T	Fresh-cut green apples	Precursor to ethanol in fermentation, sometimes found in young beer; may be formed through the oxidation of ethanol and further oxidized to acetic acid; may also be produced by Gram-negative bacteria.
Astringency	T,aT	Mouth-puckering, grape skins, tart	A mouthfeel that results from compounds that may be: 1) Produced by bacteria, in which case it is usually accompanied by other off-flavors. 2) Produced by wild yeast, in which case it is usually accompanied by phenolic flavors. 3) At elevated levels because of excessive hopping or extraction of polyphenols during the sparge.
Cooked Vegetable	O,T	Cooked corn, celery, cabbage, parsnips	Associated with sulfur compounds such as diethyl sulfide and dimethyl sulfide; produced from malt precursors during the wort boil and cooling; high levels may be produced by <i>Obesumbacterium proteus</i> and enteric bacteria.
Diacetyl	O,T,aT	Buttery, butterscotch, slickness	Vicinal diketone with a threshold of about 0.1 ppm; is reduced to some extent by yeast but may be at elevated levels if the beer is prematurely separated from the yeast or if the respiratory ability of the yeast is impaired; also may be produced by lactic acid bacteria, in which case it may also be accompanied by sour flavors.
Estery	O,T	Banana, fruity, apple or pearlike	Produced from acids and alcohols; levels may be elevated because of the yeast strain, high fermentation temperatures, high-gravity worts, low pitching rates or long periods in contact with the trub; accompanied by solventlike flavors at high concentrations.
Grassy	O,T	Fresh-cut grass, leafy, haylike	Usually associated with an aldehyde called cis-3-hexenol, which is formed in malt stored under poor conditions. Similar flavors are derived from the oxidation products of humulene in old hops.
Papery	O,T	Stale breadcrumbs, cardboard	The result of staling aldehydes, primarily trans-2-nonenal, which are formed from the oxidation of higher alcohols when beer is exposed to oxygen or air.
Phenolic	O,T	Medicinal, plasticlike, smoky, adhesive strips	Aromatic hydrocarbons produced by yeast, particularly wild strains, but are also associated with coliform bacteria; these compounds may also be extracted from malt, hops, and sanitizer residues.
Solvent	O,T,aT	Lacquerlike, acetone, warming	Associated with high levels of esters such as ethyl acetate and isoamyl acetate; these combinations of acids and alcohols result from high fermentation temperatures, high-gravity worts, low pitching rates, or long periods in contact with the trub.
Sour	O,T	Sour milk, not to be confused with acetic acid	The result of lactic acid, which is produced by lactic acid bacteria; detected as a sour sensation on the sides of the tongue; acceptable in some styles, but generally indicates a sanitization problem; the growth of lactic acid bacteria is inhibited by high hopping rates.

Key: O = Odor, T = Taste, aT = Aftertaste

PIVO

Pivovarne izvajajo različne analize piva:

- ekstrakt v os. sladici
- pravi ekstrakt
- navidezni ekstrakt
- prava povrelost
- navidezna povrelost
- vsebnost alk. (ut. % in vol. %)
- pH
- barva
- CO₂
- kisik
- grenčica
- pena
- maščobne kisline

