

PROIZVODNJA PIVE

DEFINICIJA, tipovi i vrste pive

Prema suvremenom shvaćanju, **pivo je osvježavajuće piće s malom koncentracijom alkohola i karakterističnom aromom po hmelju, dobiveno vrenjem pivske sladovine s pivskim kvascem**.

Pivo se je pojavljivalo i pojavljuje na tržištu pod različitim nazivima ili s različitim atributima, kao što su: **bečko, dortmundsko, Münchensko, plzensko, samostansko, ale, lager, pšenično, odležano, ožujsko, ljetno, zimsko, lagano, dijetno, niskoalkoholno, hranjivo, puno, jako, svijetlo, bijelo, tamno, crno, svečarsko** itd.

Pivo proizvedeno sa čistom kulturom pivskog kvasca vrste *Saccharomyces uvarum* naziva se jednostavno “pivo”, “lager pivo”, “pivo donjeg vrenja” ili “kontinentalni” tip piva. Ono se dobiva “hladnim vrenjem”, pri 8–16°C. Nakon završenog vrenja, kvasac se istaloži na dno posude, a mlado pivo prebacuje u tankove za odležavanje, gdje dozrijeva pri 0 do 1 °C, od jedan do deset i više tjedana. Pije se ohlađeno pri 12-14°C. Natočeno u čašu daje bogatu i trajnu pjenu. Punog je okusa zbog relativno velikog udjela neprevrelog ekstrakta, s izrazitom gorčinom i aromom po hmelju. Poznati su različiti tipovi lager piva, kao što su: **plzenski, bečki, Münchenski i dortmundski**, koji se razlikuju prema tvrdoći vode, razgrađenosti i boji slada za pripremu sladovine.

Na primjer, plzenski se tip proizvodi od vrlo meke vode (ukupna tvrdoća 4 dH – njemačka stupnja) i vrlo svijetlog slada (boja = 2,5 –2,8 EBC jedinica), a dortmundski od tamnijeg slada i vrlo tvrde vode (40 dH; 1 dH odgovara 10 mg CaO na litru vode).

Pivo proizvedeno sa čistom kulturom pivskog kvasca vrste *Saccharomyces cerevisiae* naziva se “pivom gornjeg vrenja”, a u Engleskoj se upotrebljava naziv “ale”. Ono se dobiva “toplim vrenjem”, do 25°C. nakon završenog vrenja, kvasac ispliva na površinu piva, odakle se uklanja različitim postupcima obiranja. Mlado se pivo prebacuje u tankove za odležavanje, gdje dozrijeva pri 20°C, kudikamo kraće od lager piva.

Posebno mjesto zauzima **afričko pivo** koje se dobiva s posebnom vrstom kvasca (*Schizomyces pombe*), koja u ekstremnim klimatskim uvjetima (30-40°C) može dati proizvod sličan pivu.

SIROVINE

U pivarskoj industriji najčešće se koristi pljevičasti dvoredni ječam, bogat škrobom.

Voda je vrlo važna sirovina za proizvodnju piva jer pivo sadrži 85-95 % vode. Voda mora biti besprjekorno čista i mikrobiološki ispravna. Mnoge pivovare imaju svoje vlastite izvore-bunare kako bi bile neovisne o gradskom vodovodu. Ovisno o otopljenim mineralnim tvarima, vode se dijele na meke, srednje tvrde i tvrde vode. Tvrdoća vode uvelike utječe na okus piva. Općenito pravilo kaže da se mekše vode upotrebljavaju za svijetla piva, dok se tvrde vode koriste za tamna piva.

Zamjenske sirovine. U većini zemalja je dopuštena zamjena dijela slada s neslađenim žitaricama i šećerima. Stoga se svugdje gdje je to zakonski dozvoljeno, slad nastoji zamijeniti neslađenim sirovinama, jer se tako smanjuju proizvodni troškovi. Međutim, takve sirovine ne mogu potpuno zamijeniti slad jer ne sadrže sve potrebne litičke enzime. Kao zamjenske sirovine najčešće se koriste: neslađene žitarice, druge škrobne sirovine (kukuruzna krupica, riža i tehnički škrob), šećerne sirovine, žitni sirupi (ekstrakti) i sladni ekstrakt

Nesladene sirovine se razlikuju po kemijskom sastavu. Njihov škrob nije topljiv u vodi jer se nalazi u škrobnim zrnima koja su obavijena čvrstom ovojnicom. Zbog toga je proizvodnja sladovine iz neslađenih žitarica složenija nego od slada.

Neslađeni ječam i pšenica mogu se koristiti u obliku brašna ili krupica, ali ne bi trebali premašivati 30 % ukupnog usipka. Ječam je dobar kao zamjena za slad u proizvodnji jakih piva. Pšenica se dobro prerađuje kada je grubo usitnjena, kao za pripremu graham kruha. Pšenično zrno nema pljevicu, sadrži više proteina, koji su netopivi. Zbog višeg sadržaja β – glukana mogući su problemi s viskoznošću i cijedenjem sladovine

Kukuruzna krupica se u mnogim zemljama često koristi kao zamjena za slad. Proteini iz kukuruza su netopivi, a udjel je niži nego u sladu, baš kao i udjel enzima β -amilaze. Može se zamijeniti do 50 % slada s pivarskom kukuruznom krupicom.

Šećerne sirovine sadrže različite vodotopljive šećere. Najčešće se koriste sirupi (žitni, visoko fruktozni sirup i sladni ekstrakt) koji sadrže najveći dio monosaharida glukoze i fruktoze, disaharid maltozu, maltotriozu i do 20 % oligosaharida i dekstrina.

Žitni ekstrakti (sirupi) su proizvodi dobiveni hidrolizom žitarica i kukuruza. Udjel šećera (glukoza, maltoza, maltotriosa) ovisi o stupnju konverzije škroba u šećere. Fermentabilnost sirupa raste, a viskoznost se smanjuje s porastom stupnja konverzije. Izomerizacijom glukoze u fruktozu dobiva se *visokofruktozni sirup*, koji je uz sladni ekstrakt najbolja zamjena za slad.

Sladni ekstrakt je vodeni ekstrakt slada ugušćen do konzistencije sirupa ili osušen u obliku praha i može biti potpuna zamjena za slad. Omogućava preskakanje kompleksnih procesa ukomvljanja i enzimske hidrolize. Za industrijsku proizvodnju piva je preskupa sirovina, ali nalazi primjenu, kada je potražnja piva velika a kapaciteti proizvodnje sladovine ograničeni.

Saharoza je fermentabilni šećer pa se dodaje samo za pojačanje alkohola u pivu. Primjena saharoze u proizvodnji sladovine je rijetka i svodi se na udjel od 10 – 20 % u usipku.

Ukoliko ne teče ošećerenje škroba željenom brzinom, svaka industrija treba imati pripremljene komercijalne enzime (amilaze) kako bi se u potpunosti provelo ošećerenje škroba do fermentabilnih šećera (glukoza, maltoza, maltotriosa)

Hmelj je začim koji se koristi u vrlo malim količinama (1,5-3 g/L). To je višegodišnja dvodomna biljka penjačica koja izraste i do 8 metra. Za gorkasti okus piva odgovoran je humulon (polifenol). Obzirom da nije topiv u vodi u svom prirodnom obliku, hmelj se mora kuhati sa sladovinom, tako da hmeljne kiseline prelaze u topiv oblik (izo-oblike).

MIKROORGANIZMI

Pivo proizvedeno sa čistom kulturom pivskog kvasca vrste *Saccharomyces uvarum* naziva se jednostavno “pivo”, “lager pivo”, “pivo donjeg vrenja” ili “kontinentalni” tip piva. Ono se dobiva “hladnim vrenjem”, pri 8–16°C. Nakon završenog vrenja, kvasac se istaloži na dno posude, a mlado pivo prebacuje u tankove za odležavanje, gdje dozrijeva pri 0 do 1 °C, od jedan do deset i više tjedana.

Pivo proizvedeno sa čistom kulturom pivskog kvasca vrste *Saccharomyces cerevisiae* naziva se “pivom gornjeg vrenja”, a u Engleskoj se upotrebljava naziv “ale”. Ono se dobiva “toplim vrenjem”, do 25°C. nakon završenog vrenja, kvasac ispliva na površinu piva, odakle se uklanja različitim postupcima obiranja.

Afričko pivo se dobiva s posebnom vrstom kvasca (*Schizomyces pombe*), koja u ekstremnim klimatskim uvjetima (30-40°C) može dati proizvod sličan pivu.

PODJELA

Ovisno o kvascu korištenom u fermentaciji, može se vršiti i podjela (*Saccharomyces uvarum*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Schizomyces pombe*).

Četvrti tip piva su "**spontano prevrela piva**", koja se proizvode pomoću "**divljih**" kvasaca, koji u sladovinu dopijevaju iz prirodnog okoliša. Iako ovakav način proizvodnje piva spada u daleku povijest, neki industrijski proizvođači piva u Belgiji (dolina rijeke *Zenne*) koriste ovaj postupak za proizvodnju čuvenih *Lambic* piva, koja sadrže više neprevrelog ekstrakta i hlapljivih sastojaka, koji im daju poseban *bouquet* (vinski, voćni). Najpoznatije vrste su: *Gueuze*, *Faro* i *voćna piva* (sa dodatkom voća, npr. trešnje - *Kriek*).

Ovisno o masenom udjelu ekstrakta (slad i hmelj) prije početka vrenja, pivo možemo podijeliti na:

Slaba ili laka, imaju malen udjel alkohola i neprevrelog ekstrakt.

Standardna, obično sadrže 10 – 12 % ekstrakta u sladovini, pa je udjel alkohola u njima od 3,5 do 5,5 vol. %, koja su u Njemačkoj i Austriji obično nazivaju "**točivo pivo**", a drugdje "**stolno pivo**", slično stolnim vinima. Većina naših piva pripada ovoj skupini.

Specijalna se piva proizvode iz sladovine s više od 12 % ekstrakta, pa sadrže više neprevrelog ekstrakta i nazivaju se „**puna piva**”. Najčešće se pakiraju u male, luksuzne boce i slična su „kvalitetnim vinima”. Zbog smanjene potrošnje piva tijekom zime, neke naše pivovare proizvode takozvana *blagdanska* ili *zimsko* piva, koje pripadaju ovom tipu piva.

Dvostruko sladna piva se proizvode od sladovine s 18 – 22 % ekstrakta i nazivaju se "**jakim**" pivima. U Njemačkoj i Austriji se nazivaju *Bock*, *Stark* ili *Festbier*, a smatraju se „čuvenim” poput „čuvenih vina”. U nas postoji samo jedna domaća vrsta ovog tipa piva (*Tomislav*).

Ječmena vina sadrže volumni udjel alkohola kao i vina (preko 10 % vol.). Zbog velikog udjela neprevrelog ekstrakta izrazito su punog okusa, pa se često piju kao desertno piće.

U mnogim zemljama na etiketi piva se označava upravo maseni udio ekstrakta u osnovnoj sirovini od koje je pivo proizvedeno. U svakom slučaju "12 %-tno pivo" nipošto ne znači da sadrži 12 % alkohola nego da je u sladovini prije početka vrenja bilo 12 % suhe tvari. Otprilike 70 % od toga čine tzv. fermentabilni šećeri, koji alkoholnim vrenjem daju podjednaku količinu etanola i ugljičnog dioksida.

Standardno pivo (preko 3,5 % alkohola) sadrži oko 20 % ekstrakta.

Prema glavnoj sirovini

Ječmeni slad je osnovna sirovina za većinu *lager* i *ale* piva, ali se u mnogim zemljama može djelomično zamijeniti neslađenim sirovinama, što mora biti označeno na etiketi piva.

Zamjenom najmanje 50 % ječmenog s pšeničnim sladom dobiva se **pšenično** ili tzv. *Bijelo pivo* (njemačka *Weizenbier* i *Weissbier*). Tradicionalna europska pšenična piva su piva gornjeg vrenja, koja kratko odležavaju. Pjena im je skoro bijela u usporedbi s pjenom piva gornjeg vrenja od ječmenog slada. Tome svakako pridonosi i visok udjel mliječne kiseline u tipu piva *Berliner Weisse*. U Europi se može naći i tzv. **raženo** pivo proizvedeno od raženog slada, koji pivu daje vrlo svojstven okus, koji nije prihvatljiv za mnoge potrošače. Zato raž nije prihvaćena sirovina za pivo. Kako je već

spomenuto za proizvodnju tradicijskog afričkog piva koristi se **proseni slad**.

Prema boji piva mogu biti: svijetla, žuta, crvena, tamna i crna, ali se zapravo radi o različitim nijansama žute, crvene, crveno smeđe i crne boje. *Češko* ili *plzensko* pivo je svjetložute do svjetložlatne boje. *Bečko* je zlatnožuto, *dortmundsko* crvenkasto, a *bavarsko* smeđe. Tipične su vrste vrlo tamnog piva *porter* i *stout*. Naše pivovare sve rjeđe proizvode tamna piva, koja su bila varijante engleskog *portera* proizvedenog donjim, a ne gornjim vrenjem. Najpoznatije *stout* pivo je *Guinness*. *Crna* su piva zaista crna s okusom gorke čokolade ili "suhog" karamela. Hranjiva su, vrlo ukusna i preporučljiva u malim količinama prije spavanja.

Prema alkoholu

Piva sadrže uglavnom od 0,5 do 10 % vol. alkohola, a rijetko i više, pa se prema tome dijele na:

Bezalkoholna piva sadrže do 0,5 vol. % alkohola. Iznimka su islamske zemlje, gdje bezalkoholno pivo ne smije sadržavati nimalo alkohola.

Lagana piva, sadrže ispod 3,5 vol. % alkohola.

Standardna lager piva i piva *gornjeg vrenja (ale)* sadrže 3,5 -5,5 vol. % alkohola.

Jaka piva više od 5,5 vol. % alkohola. Najčešći udio alkohola u tom pivu je 5,5 – 7 % vol.

Ječmena vina imaju udjel alkohola kao vina (> 10 vol %).

PROIZVODNJA SLADA

Očišćeni i sortirani ječam moči se uz prozračivanje kako bi upio dovoljno vode (45-48%). Nakon toga se prebacuje u klijaliste gdje klija na temp. od 15-22°C. Tijekom klijanja zrna, pri dnu se pojavljuju korijenčići, a pri vrhu lisna klica. Za njihov je rast potrebna hrana i energija, pa se u zrnju sintetiziraju hidrolitički enzimi (α -amilaze i proteaze) i odvijaju oksidacijski procesi za koje je potreban kisik. Osim toga, proces klijanja prati oslobađanje topline i CO₂, pa se zrnju mora osigurati dovoljna količina hladnog zraka za aeraciju zrna i odvođenje topline i CO₂. Nakon 7 dana u proklijalom se zrnju nakupi dovoljno enzima, pa zrna imaju slatkasti okus, a zbog zelene boje korijenčića nazivaju se **zeleni slad**.

Zeleni je slad nestabilan i lako se kvari, te se podvrgava sušenju, čime se prekida proces klijanja. Početna temperatura sušenja je 30-35°C, kako se nakupljeni enzimi ne bi toplinom uništili. Završna je temperatura sušenja za svijetli slad (za svijetla piva) 80°C, dok je za tamni slad (tamna piva) 90-110°C. Tijekom procesa sušenja nastaje karakteristična sladna aroma i boja, zbog kemijskih reakcija između šećera i aminokiselina. Osušeni se slad zatim hladi. Skidaju mu se korijenčići koji imaju sposobnost upijanja vode iz okolnog zraka i gorkast okus. Osušeni, i od korijenčića oslobođeni slad, može se čuvati u silosima pri 20°C duže od godinu dana.

PROIZVODNJA SLADOVINE I PIVE

Mikroorganizmi: *S. uvarum*, *S. cerevisiae*

Sirovine: Slad, neslađene žitarice, komercijalni enzimi, hmelj i druge sirovine

Proizvodnja sladovine: Drobljenje, ukomljavanje ili ekstrakcija, filtracija komine i hmeljenje sladovine te bistrenje i hlađenje sladovine. Ukomljavanje slada sa vodom do sladovine. Cilj ukomljavanja je prevođenje netopljivih sastojaka slada i neslađenih žitarica u topljivi oblik sa pomoću enzimske hidrolize (škrob prelazi u fermentabilne šećere i dekstrine, a proteini u peptide i aminokiseline). Kako se bjelančevine i škrob

razgrađuju s različitim enzimima koji imaju različite temperaturne optimume, ukomljavanje se odvija u rasponu od 35-76 °C. Nakon završenog ošećerenja, odvaja se topivi od netopivog dijela filtracijom. Profiltrirana sladovina se prebaci u kotao za kuhanje uz dodatak hmelja. Pri tome se ekstrahiraju gorki i aromatični sastojci hmelja koji pivu daju gorkast okus i aromu po hmelju. Također se uklanja suvišak vode uparavanjem sladovine do zadane suhe tvari i inaktiviraju se enzimi, koaguliraju bjelančevine i sterilizira sladovina. Vruća sladovina se hladi i bistri. Temp. hlađenja je 6-7 °C (proizvodnja piva donjeg vrenja), odnosno 14-16 °C (proizvodnja piva gornjeg vrenja). Tijekom hlađenja se sladovina aerira da se zasiti sa kisikom., zbog odvijanja životnog ciklusa kvasaca.

Vrenje sladovine (oko 12 % ekstrakta)-odvija se u vrionom prostoru. Sladovina sadrži sve potrebne sastojke za rast i fermentaciju kvasaca (šećeri, tvari sa dušikom, mineralne tvari). Tijekom alkoholne fermentacije, proizvode se etilni alkohol, ugljični dioksid, organske kiseline, viši alkoholi, esteri. Brzina vrenja ovisi o aktivnosti kvasca, količini inokuluma, sastavu sladovine i pH podloge. Glavno vrenje traje 3-12 dana. Glavno vrenje se prekida prije nego su svi fermentabilni šećeri prevedeni u alkohol i CO₂-Dobije se mlado pivo koje se mora hladiti da bi se prekinula alkoholna fermentacija.

Naknadno vrenje-potpuno previranje preostalih fermentabilnih šećera, zasićivanje piva sa CO₂, formiranje arome i okusa, bistrenje piva. Proces se odvija polako u tankovima pri 0-2 °C uz povišeni pritisak CO₂ i traje nekoliko dana do više tjedana. Proces je spor zbog niske temperature.

Dorada i istakanje piva-završna faza. Ova se tehnološka faza sastoji od nekoliko različitih i vrlo važnih postupaka, koji obuhvaćaju koloidnu i biološku stabilizaciju piva, filtraciju i punjenje piva u odgovarajuću ambalažu.

Koloidna stabilizacija je postupak uklanjanja uzročnika koloidnog zamućenja filtriranog piva natočenog u boce, kako se ono nebi zamutilo pri sobnoj temperaturi (trajna mutnoća) ili u hladnjaku (prolazna mutnoća). Zato postupak uklanjanja koloida (proteini) najčešće prethodi filtraciji piva i primjenjuje se samo za ona piva koja moraju imati dugu trajnost. Stabilizirano ili nestabilizirano pivo se prije točenja u ambalaže filtrira kako bi se potpuno izbistrio, odnosno kako bi se uklonile fine suspendirane čestice i preostale kvaščeve stanice. Rast eventualno zaostalih mikroorganizama u pivu (kvasac, bakterije mliječne kiseline) i mikroorganizama koji mogu doći u pivo iz opreme, zraka sprečava se pasterizacijom ili dodatkom bioloških stabilizatora.