

VÝROBA PIVA
TEXT PRO UČITELE

Mgr. Jana Prášilová
prof. RNDr. Jiří Kameníček, CSc.

Olomouc, 2013

Obsah

1. Téma v učebnicích používaných na gymnáziích
2. Teoretické poznatky k problematice
 - 2.1. Základní suroviny pro výrobu piva
 - 2.2. Etapy výroby piva
 - 2.3. Průběh jednotlivých fází výroby
 - 2.4. Druhy piva
3. Metodika pro hodinu základního typu
4. Použitá literatura a elektronické zdroje

1. Téma v učebnicích používaných na gymnáziích

O výrobě piva pojednávají tři učebnice [1-3]. Popis jednotlivých fází výroby a přehledné schéma průběžných operací je uvedeno v učebnici [1]. Krátké popisy výroby obsahují další dvě uvedené učebnice.

2. Teoretické poznatky k problematice

V České republice se nachází celkem 213 pivovarů, z toho 44 průmyslových a 169 minipivovarů [4]. Výroba piva má na území České republiky dlouholetou tradici a české pivo je celosvětově uznávané pro svou kvalitu a specifické vlastnosti. V roce 2008 udělila Evropská unie vybraným českým výrobkům celoevropsky chráněné zeměpisné označení „České pivo“.

Text se dále zaměří na následující otázky:

- 1) Jaké základní suroviny se používají pro výrobu piva?
- 2) Na jaké etapy se výroba piva dělí?
- 3) Co se děje v jednotlivých fázích výroby?
- 4) Jaké jsou druhy piva?

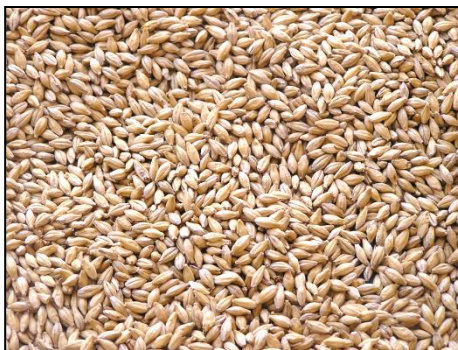
2.1. Základní suroviny pro výrobu piva

Již po dlouhá staletí se pivo vyrábí z obilných sladů, chmele, vody. Celému procesu napomáhají mikroorganismy – pivovarské kvasinky a v současné době se přidávají i pomocné suroviny.

a) Slad

Pojmem **slad** označujeme naklíčené a usušené obilné zrna ječmene. Při výrobě sladu (tzv. sladování) dochází při klíčení k štěpení polysacharidů, obsažených v obilovinách, pomocí enzymů na jednodušší sacharidy vhodné ke kvašení (např. maltózu).

Z polysacharidů obsahují obilky především škrob uložený ve škrobových zrnech, přibližně 10 % pak tvoří neškrobové polysacharidy – celulóza, hemicelulózy, lignin aj.



Obrázek 1: Slad (převzato z [5])

b) Chmel

Chmel je vytrvalá rostlina (Obrázek 2). Po chemické stránce obsahuje následující složky: voda, pryskyřice, chmelové silice, lipidy a vosky, proteiny, aminokyseliny, polyfenoly, celulózu, cukry, pektiny a minerální látky. Pro kvalitu piva a výrobní proces mají největší význam **polyfenoly** (extrahují se horkou vodou), **silice** (extrahují se vodní párou) a **chmelové pryskyřice**. Průměrný obsah složek se liší podle odrůd chmele, půdního složení pěstitelské oblasti i stáří.

Pro výrobu piva se chmel v České republice pěstuje ve třech oblastech: Žatecko, Ústecko (v Čechách) a Tršicko (na Moravě). Každý pěstitel musí sklizený chmel odeslat na státní zkušebnu do Žatce, kde probíhá kontrola jeho kvality, a zde dochází i k jeho rozemletí, slisování do granulí, které se v praxi při výrobě užívají (Obrázek 3)



Obrázek 2: Chmelové šišťice (převzato z [6])



Obrázek 3: Granule chmele (převzato z [7])

c) Voda

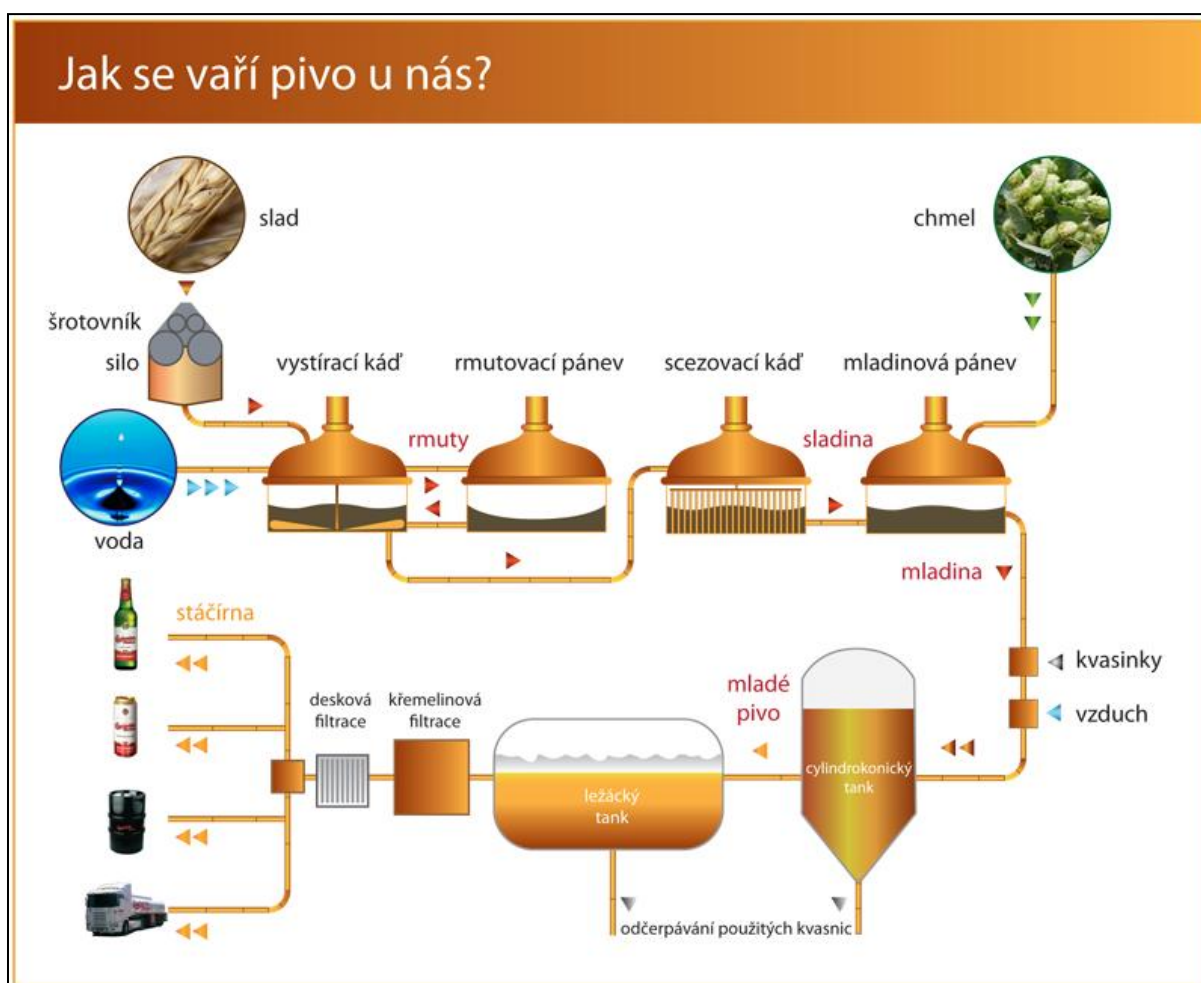
Pivo obsahuje, dle druhu výrobku, až 80 % vody. Vlastnosti vody ovlivňují základní kvalitu a specifické vlastnosti piva. Pro výrobu se používají jak spodní vody (obsahují méně organických látek, mikroorganismů), tak vody povrchové (nutná úprava vody). Liší se obsahem rozpuštěných plynů i iontů.

2.2. Etapy výroby piva

Hlavní výrobní operace lze rozdělit do tří etap (viz Tabulka 1):

Tabulka 1: Hlavní etapy výroby piva

Etapy	Přibližná doba trvání	Teplota
Vaření (příprava mladiny)	až 10 hodin	35 – 70 °C
Kvašení (hlavní kvašení)	7 - 12 dnů	8 – 11 °C
Dokvašování (ležení)	20 dnů (ležáky až 60)	2 °C



Obrázek 4: Zjednodušený proces výroby piva (převzato z [8])

2.3. Průběh jednotlivých fází výroby

a) Příprava mladiny

Proces přípravy mladiny sestává z několika kroků, během nichž se několikrát mění teplota varu meziprojektu (viz Tabulka 2).

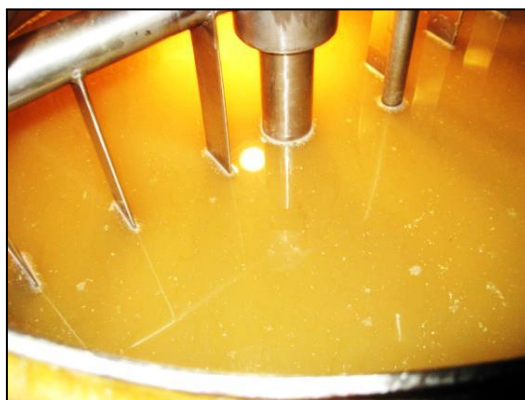
Tabulka 2: Fáze výroby pro přípravu mladiny

Fáze	Cíl	Operace	Výstup
šrotování	rozrušit obilky sladu	mechanické mletí	
vystírání	převedení látek rozpustných ve vodě do roztoku	luhování	
rmutování	enzymatické štěpení sacharidů na zkvasitelné cukry enzymatický rozklad jiných látek	zvyšování a snižování teploty směsi míchání roztoků o různé teplotě	sladina
scezování	samofiltrací oddělit pluchy* od sladiny	filtrace	sladina, mláto
chmelovar	odpařit přebytečnou vodu a těžké látky inaktivovat enzymy sterilizování mladiny získat potřebné látky z chmele zvýšit aciditu	fyzikální, chemické a biochemické reakce	mladina
chlazení mladiny	ochlazení mladiny na zákvasnou teplotu vyloučení kalů	chlazení	mladina

**pluchy = přeměněné listy tvořící obal u klásků trav (rostlin čeledi lipnicovité)*

Slad se namele na sladový šrot, který se míchá s vodou. Procesu míchání se říká „**vystírání**“ a provádí se ve vystírací kádi. Cílem je převést do roztoku ve vodě rozpustné látky.

Fáze „**rmutování**“ je typická pro výrobu českého piva. Zařazuje se do procesu za účelem uvolnění co nejvíce extrahovatelných látek do roztoku. Během rmutování postupně stoupá teplota s cílem zajistit optimální podmínky pro působení jednotlivých skupin enzymů a tím zajistit optimální poměr zkvasitelných a nezkvasitelných sacharidů (vliv na chuť produktu). Přibližně 1/3 směsi vody a šrotu o teplotě 40 °C, se ve rmutovací pánvi zahřeje na teplotu 50 °C, pak na cca 70 °C. Rmut se potom přečerpá do vystírací kádě. Roztok má světležlutou zakalenou barvu (viz Obrázek 5). Rmutování se realizuje ve rmutovací pánvi a opakuje se dvakrát až třikrát (viz Obrázek 4).



Obrázek 5: Koloidní roztok extraktálních látek (Pivovar Moritz)

Scezování sladiny se děje v scezovací kádi. Cílem scezování je oddělit sladinu od zbytků sladového šrotu (pluch a nevyextrahovaných látek) a získat tak čirý roztok sladiny bohatý na využitelné látky. Scezování probíhá tzv. *samofiltrací*, kdy pluchy vytvoří v roztoku filtrační vrstvu.

Chmelovar (vaření sladiny s chmelem) probíhá v mladinové pánvi. Technologický postup a přidávání dalších surovin je typické pro určitou značku piva. Během chmelovaru by se mělo odpařit 8 – 10 % vody z roztoku, inaktivují se enzymy (zabrání se rozkladu dalších sacharidů), vařením se mladina sterilizuje. Dochází k izomeraci chmelových pryskyřičných kyselin, které dodají pivu hořkou chuť.

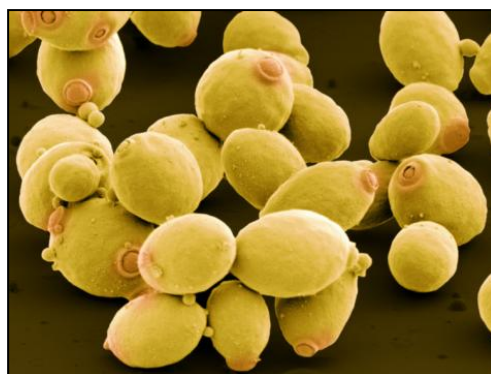
Během **chlazení** dochází k poklesu teploty ze 70 °C na 8 až 9 °C. Bílkoviny, které se enzymaticky nerozložily, koagulují během chlazení s látkami obsaženými v chmelu a vypadávají z roztoku v podobě tzv. *chmelových kalů* (samočištění piva).

b) Kvašení

Kvašení mladiny probíhá na tzv. spilkách s otevřenými vanami (Obrázek 6) nebo v uzavřených cylindrokonických tancích (tzv. CKT tanky).



Obrázek 6: Spilka
(Pivovar Moritz)



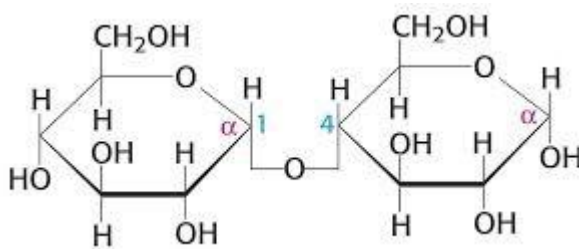
Obrázek 7: *Saccharomyces cerevisiae*
(převzato z [9])

Mladina se provzdušní a přidají se k ní kvasinky *Saccharomyces cerevisiae* (Obrázek 7). Tento kmen byl po staletí speciálně vyšlechtěn pro odolnost vůči chladu.

Rozlišujeme dva druhy pivovarských kvasinek:

- spodní pivovarské kvasinky – pracují v teplotním rozmezí 7 až 15 °C, používají se při výrobě tzv. ležáků, sedimentují **na spodu** spilky (tanku)
- svrchní pivovarské kvasinky – pracují v teplotním rozmezí 18 až 22 °C, kvasnice jsou vynášeny **na povrch** (tvoří tzv. kvasnou deku)

Pivovarské kvasinky obsahují enzym maltázu, který štěpí maltózu (Obrázek 8) na dvě molekuly glukózy. Během fermentace mladiny převážná část cukerných látek zkvasí na ethanol, oxid uhličitý a vedlejší produkty, které mají význam pro buket piva (charakteristické aroma). Během procesu dochází k pomnožení pivovarských kvasinek. Jako první je rozkládána glukóza a sacharóza, po poklesu hladiny glukózy (cca o 60 %) je rozkládána maltóza. Fruktóza je zkvašována pomalu. Prostory spilek musí být dobře odvětrávané, protože vznikající oxid uhličitý se drží při podlaze. Kvasinky kleslé ke dnu se odčerpávají a po regeneraci se znova používají.



Obrázek 8: Vzorec maltózy (tzv. *sladový cukr*)

c) Dokvašování (ležení)

Při nízkých teplotách pomalu dokvašuje zbylý extrakt kvasnicemi, pivo se číří, sytí vznikajícím oxidem uhličitým a dozrává. Mladé pivo je uloženo v tancích v ležáckých sklepech.

Filtrací se z piva odstraňují kalicí látky, zvýší se čírost piva. Jako filtrační materiál se používají syntetické tkaniny, křemelina, perlity, membrány z plastu, kovu a keramiky.

2.4. Druhy piva

Základním druhem piva vyráběným v České republice je světlý ležák. Dle [10] rozlišujeme několik druhů piva.

Dle barvy:

- světlé pivo – vyrobené převážně ze světlých sladů
- tmavé a polotmavé pivo – vyrobené z tmavých, karamelových či barvených sladů, popř. s příměsí světlých sladů
- řezané pivo – připravené při stáčení mícháním světlých a tmavých piv

Podle obsahu **původního extraktu mladiny (EPM)** dělíme česká piva na:

- stolní piva (do 6 %)

- výčepní piva (7 až 10 %)
- ležáky (11 až 12 %)
- speciály (13 % a více)
- portery (tmavé pivo s 18 % a více)

Podle obsahu alkoholu:

- piva se sníženým obsahem alkoholu (max. 1,2 % obj. ethanolu, 1 % hmot.)
- nealkoholická piva (max. 0,5 % obj., 0,4 % hmot.)
- alkoholická piva (nad 1,2 % obj. ethanolu, více jak 1 % hmot.)

Podle speciální úpravy:

- piva se sníženým obsahem cukru (max. 7,5 g dm⁻³)
- pšeničná piva
- kvasnicová piva
- ochucená piva

Stupňovitost piva

Mnozí konzumenti se mylně domnívají, že stupňovitost piva je rovna obsahu alkoholu v nápoji v %, ale 10° pivo neobsahuje 10 % alkoholu. **Jedná se o omyl. Legislativně dokonce již nesprávné označení.** Podle vyhlášky ministerstva zemědělství [10] je nařízeno označovat: „*obsah alkoholu v procentech objemových vyjádřený číslem s nejdříve jedním desetinným místem; dále následuje symbol "%" doplněný slovem "objemových" nebo zkratkou "obj." nebo "vol."; před číselným údajem může být uvedeno "alkohol" nebo "alk." nebo "alc."* Povoleno je používat příslušné slovní označení (viz výše).

Zkratka EPM označuje „extrakt původní mladiny“ = obsah všech extraktivních látek v mladině před kvašením (především zkvasitelných cukrů, ale i dalších látek). 12° pivo má tedy 12 % těchto látek a obsah alkoholu je v rozmezí 4 – 5 obj. %. S rostoucí stupňovitostí logicky roste i hustota piva (označení hustotou se pro uvedení stupňovitosti používá v anglosaských zemích).

Nealkoholická piva a nízkoalkoholická piva

V Evropské unii smí být označen výrobek jako nealkoholický, jestliže obsahuje do 0,5 % obj. alkoholu. Jako nízkoalkoholická označujeme v Evropské unii piva s obsahem 0,6 až 1,2 % obj. alkoholu. Tento druh piva se dá připravit několika způsoby:

Výroba piva

- úprava technologického postupu tak, aby byla omezena tvorba alkoholu během výroby (využití speciálních sladů, teplotní ovlivnění)
- použití speciálních druhů kvasinek (imobilizované popř. geneticky upravené kvasinky)
- odstraňování alkoholu z piva (odpařováním, vakuovou destilací, nanofiltrací [11])

3. Metodika pro hodinu základního typu

Zařazení tématu do výuky:

- A. Biochemie ⇒ biochemické reakce ⇒ etanolové kvašení ⇒ výroba piva
- B. Obecná chemie (laboratorní cvičení) ⇒ základní metody oddělování složek směsí

Na téma lze pohlížet z dvojího pohledu. Buď se předpokládá, že žák má přehled o základních fyzikálně-chemických pochodech a jejich principech nebo lze téma využít právě k vysvětlení jednotlivých základních metod v jejich praktické aplikaci.

Téma I	Ročník
Výroba piva	3. - 4. ročník
Vstupní předpoklady	
<p>Žák by se měl orientovat v následující problematice: Přírodní látky (cukry, tuky, bílkoviny, vitaminy, enzymy). Základní laboratorní metody (oddělování složek směsí) Biologie - kvasinky</p>	
Předpokládané výsledky výuky	
<p>Žák:</p> <ul style="list-style-type: none"> • vyjmenuje základní suroviny pro výrobu piva • zdůrazní, které přírodní látky jsou pro výrobu piva důležité • rozdělí výrobu piva do tří hlavních etap a určí jejich přibližnou dobu trvání • popíše fyzikální a chemické pochody probíhající při přípravě mladiny • uvede rozdíly mezi kvašením a dokvašováním • vysvětlí, jak se legislativně správně označují jednotlivé druhy piva 	
Metody výuky	Učební pomůcky
<ul style="list-style-type: none"> • problémový výklad • práce ve skupině (třídě) 	<ul style="list-style-type: none"> • prezentace k tématu v MS PowerPoint • pracovní list pro žáka • učební text • ukázky surovin pro výrobu piva • poster s výrobními fázemi piva • etikety z obalů piva

Výroba piva

Pomocí problémového výkladu nalezneme odpovědi na předložené otázky – suroviny potřebné na výrobu piva, příprava mladiny, kvašení atd. Využijeme poster a kartičky na přiřazování. Pomocí kartiček a dokreslení šipek na tabuli sestavíme výrobní proces.

A pile of golden malted barley grains.	A pile of green hop cones.	A blue square with a water droplet splashing.
A schematic drawing of a mash tun.	A schematic drawing of a lautering tun.	A schematic drawing of a sparging tun.
A schematic drawing of a wort chiller.	A close-up of reddish-brown wort with white foam.	A pile of yellow, oval-shaped yeast cells.
A schematic drawing of a keeg and a cone tank.	A photograph of a long, narrow cellar with rows of kegs.	Three glasses of beer: dark, golden, and light.

4. Použitá literatura a elektronické zdroje

1. KOPŘIVA, J.: *Chemie pro III. ročník gymnázií, 1.díl*. Praha: SPN, 1979.
2. KOVÁČ, Š. a kol.: *Chemická výroba pro IV. ročník gymnázia (experimentální učební text)*. Praha: SNTL, 1982.
3. KOLÁŘ, K. a kol.: *Chemie pro gymnázia II (organická a biochemie)*. Praha: SPN, 1997.
4. <http://www.pividky.cz/mapa.php> [cit. 2013-11-16]
5. <http://www.brelex.cz/faq.php> [cit. 2013-11-16]
6. <http://www.gastrotrend.cz/7-clanky-rubriky/9-hotel-wellness-spa/891-pivo--zlatavy-mok-nejen-do-pullitru-ale-i-do-vany.html> [cit. 2013-11-16]
7. <http://vyrobtesipivo.cz/chmel-premiant-100g-p9> [cit. 2013-11-16]
8. <http://www.budejovickybudvar.cz/o-spolecnosti/produkty/jak-se-vari-budvar.html#restrictedContent> [cit. 2013-11-16]
9. <http://eu.art.com/products/p14438842085-sa-i6698794/posters.htm> [cit. 2013-11-16]
10. Vyhláška ministerstva zemědělství č. 335/1997 Sb. o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro nealkoholické nápoje a koncentráty k přípravě nealkoholických nápojů, ovocná vína, ostatní vína a medovinu, pivo, konzumní líh, lihoviny a ostatní alkoholické nápoje, kvasný ocet a droždí.
11. BASAŘOVÁ, G. et al. *Pivovarství: teorie a praxe výroby piva*. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2010.
12. <http://pivnirecenze.cz/328-stupnovitost-piva> [cit. 2013-11-16]