

# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA CHEMICKÁ  
ÚSTAV CHEMIE POTRAVIN A BIOTECHNOLOGIÍ

FACULTY OF CHEMISTRY  
INSTITUTE OF FOOD SCIENCE AND BIOTECHNOLOGY

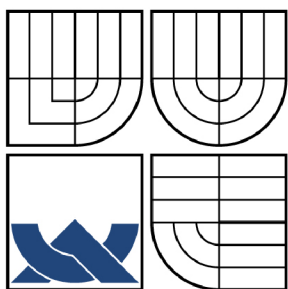
SUROVINY A MIKROORGANISMY PRO VÝROBU PÁLENEK

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

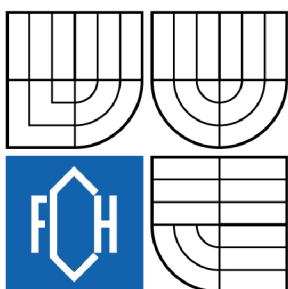
IVA JECHOVÁ

BRNO 2009



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA CHEMICKÁ

ÚSTAV CHEMIE POTRAVIN A BIOTECHNOLOGIÍ

FACULTY OF CHEMISTRY

INSTITUTE OF FOOD SCIENCE AND BIOTECHNOLOGY

## SUROVINY A MIKROORGANISMY PRO VÝROBU PÁLENEK

RAW MATERIALS AND MICROORGANISMS TO DISTILLED BEVERAGE PRODUCTION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

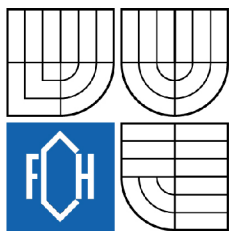
IVA JECHOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. LIBOR BABÁK, Ph.D.

BRNO 2009



## Zadání bakalářské práce

Číslo bakalářské práce: **FCH-BAK0350/2008** Akademický rok: **2008/2009**  
Ústav: Ústav chemie potravin a biotechnologií  
Student(ka): **Iva Jechová**  
Studijní program: Chemie a technologie potravin (B2901)  
Studijní obor: Biotechnologie (2810R001)  
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Libor Babák, Ph.D.**  
Konzultanti bakalářské práce:

### Název bakalářské práce:

Suroviny a mikroorganismy pro výrobu pálenek

### Zadání bakalářské práce:

- 1) Stručně popište základní body výroby pálenek
- 2) Charakterizujte suroviny použitelné pro pálení
- 3) Charakterizujte mikroorganismy s pozitivní i negativní vazbou k výrobě pálenek

### Termín odevzdání bakalářské práce: 29.5.2009

Bakalářská práce se odevzdává ve třech exemplářích na sekretariát ústavu a v elektronické formě vedoucímu bakalářské práce. Toto zadání je přílohou bakalářské práce.

-----  
Iva Jechová  
Student(ka)

-----  
Ing. Libor Babák, Ph.D.  
Vedoucí práce

-----  
doc. Ing. Jiřina Omelková, CSc.  
Ředitel ústavu

V Brně, dne 1.12.2008

-----  
doc. Ing. Jaromír Havlica, DrSc.  
Děkan fakulty

## **Abstrakt:**

Výroba destilátů patří k tradičním fermentačním výrobám. Než se ze suroviny stane kvalitní pálenka musí projít řadou procesů. Nejdůležitějšími z procesů jsou kvašení, které probíhá díky mikrobiální kultuře, destilace a následná rektifikace a v neposlední řadě zrání destilátu, pro které je nutné vybrat vhodnou nádobu. Pro všechny procesy jsou určeny dané podmínky, za kterých by měly probíhat, aby výsledný destilát dosáhl co nejlepší kvality a sensorických vlastností. Proto se tato práce snaží zmapovat tyto jednotlivé procesy a zaměřuje se převážně na proces kvašení.

## **Abstract:**

The production of distilled spirits among established fermentative production. Than the first – quality spirits is became from raw material, it is obliged to change spirits processes. The important from the processes are alcoholic fermentation, which proceeds owing to microbiological cultures, distillation and subsequent rectification and at not least spirits aging distilled, for which is necessary selected appropriate container. For all processes the granted conditions are appointed, under which the processes would occur, so resulting distilled achieved the first – quality and the best sensory character. Therefore this work does one's best map these single processes and it is largely intent on fermentative processes.

## **Klíčová slova:**

alkoholové kvašení, procesy kvašení, kvasinky, metabolismus kvasinek, destilace, pálenka

## **Keywords:**

alcoholic fermentation, fermentative processes, yeast, metabolism of yeast, distillation, distilled beverage

JECHOVÁ, I. *Suroviny a mikroorganismy pro výrobu pálenek*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2009. 44 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Libor Babák, Ph.D.

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a že všechny použité literární zdroje jsem správně a úplně citovala. Bakalářská práce je z hlediska obsahu majetkem Fakulty chemické VUT v Brně a může být využita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího diplomové práce a děkana FCH VUT.

.....  
podpis studenta

## Obsah

1. Úvod .....	5
2. Suroviny .....	6
2.1 Jednotlivé ovoce a jiné suroviny .....	6
2.1.1 Ovoce peckaté .....	6
2.1.2 Ovoce jádrové .....	8
2.1.3 Ovoce drobné .....	9
2.1.4 Ostatní druhy .....	9
2.1.5 Jiné suroviny .....	10
2.2 Látky obsažené v ovoci a chemické složení .....	11
2.2.1 Dusíkaté látky .....	11
2.2.2 Tuky .....	12
2.2.3 Kyseliny .....	12
2.2.4 Vlákna .....	12
2.2.5 Hořké látky .....	12
2.2.6 Aromatické látky .....	13
2.2.7 Minerální látky .....	13
2.2.8 Pektiny .....	13
2.2.9 Polyfenoly .....	16
2.2.10 Proteiny .....	18
2.2.11 Sacharidy .....	18
2.2.12 Alkoholy .....	21
2.2.13 Enzymy .....	24
3. Mikroorganismy .....	25
3.1 Bakterie .....	25
3.1.1 Rozmnožování .....	26
3.1.2 Jednotliví zástupci přítomní při kvašení .....	27
3.2 Kvasinky .....	29
3.2.1 Rozmnožování .....	29
3.2.2 Jednotliví zástupci přítomní při kvašení .....	29
3.3 Plísně .....	31
3.3.1 Rozmnožování .....	31
3.3.2 Jednotliví zástupci přítomní při kvašení .....	31
4. Metabolismus a výživa kvasinek .....	32
4.1 Výživa kvasinek .....	32
4.2 Faktory ovlivňující činnost kvasinek .....	32
4.3 Metabolismus kvasinek .....	33
5. Výroba pálenek .....	34
5.1 Příprava surovin .....	34
5.2 Příprava kvasu .....	34
5.3 Kvašení .....	35
5.3.1 Kvasné nádoby .....	35
5.3.2 Chemický mechanismus kvašení .....	35
5.3.3 Vedlejší produkty .....	36
5.3.4 Kultury kvasinek .....	36
5.3.5 Vliv teploty .....	37
5.4 Destilace a rektifikace .....	37
5.5 Zrání destilátu .....	37
6. Závěr .....	38

## 1. Úvod

Výroba destilátů patří k tradičním fermentačním výrobám. Název líh nebo alkohol se vztahuje k jednoduché chemické sloučenině, druhému členu homologické řady alkoholů – ethanolu. Je několik způsobů výroby ethanolu. Při výrobě destilátů a jiných lihovin se používá hlavně mikrobiologická cesta výroby ethanolu (tj. kvasným způsobem), kdy se za použití čistých kvasných kultur nebo kvasných kultur vypěstovaných samovolným rozkladem surovin (např. ovoce) rozkládají cukry na ethanol a oxid uhličitý.

Proces fermentace a výroby samotných destilátů je velmi starý, zasahuje až do dávných dob starověku. Postupně se vyvíjeli destilační aparatury, technika výroby destilátů i jejich typy.

Dříve byly destiláty získávány samovolným zkvašením surovin a následnou destilací na velmi jednoduchých destilačních aparaturách. Časem bylo objeveno, že u některých druhů destilátů je vhodné kvašení podpořit určitým druhem kvasinek. Nyní záleží na typu lihoviny, který určuje, zda-li bude kvašení probíhat samovolně nebo se do kvasu přidá kultura kvasinek pro podporu kvašení.

Destiláty a lihoviny vůbec mají ve světě přední postavení. V anglicky mluvícím světě má dominantní postavení whisky, která se v různých zemích liší surovinami používanými na její výrobu, destilačními kroky a také dobou a způsobem zrání dané whisky. Na výrobu tohoto oblíbeného destilátu se v daných zemích používají suroviny nejhojněji se v těchto zemích vyskytující, jedná se o různé druhy obilí, apod. ...

U nás má dominantní postavení slivovice a jiné destiláty vyrobené z ovoce. Jako suroviny na výrobu ovocných destilátů se používá převážně ovoce přezrálé a mnohdy i poškozené. Takové ovoce obsahuje hodně cukrů, tudíž je velká pravděpodobnost dobrého výtěžku.

Než se ze surovin stane kvalitní pálenka, musí ovoce projít řadou chemických a biochemických procesů. Téměř vždy se jedná o děje katalyzované složitými enzymy, které mikrobiální buňky produkují. Všechny procesy je nutné provádět důkladně, aby byla co nejvíce omezena produkce nežádoucích vedlejších produktů, které mohou jak snižovat kvalitu destilátu, tak výsledné množství kvalitního destilátu. Téměř nejvíce rozhodující vliv na kvalitu destilátu má závěrečná fáze – zrání. Dle typu destilátu probíhá zrání různě dlouhou dobu a v různých nádobách (např. dřevěné sudy, skleněné nádoby, ...). Během zrání probíhá v destilátu ještě řada fyzikálně-chemických změn, které ovlivňují výsledné charakteristické vlastnosti destilátu (např. barvu, chuť, tvorbu vonných složek, ...).

Hodnocení destilátů a lihovin probíhá převážně na základě fyzikálně-chemických vlastností daného destilátu. Dále se při posuzování destilátů pokládá za nejdůležitější senzorické hodnocení destilátu. U destilátu se hodnotí hlavně barva, chuť a vůně.

## 2. Suroviny

Základními kritérii pro posouzení vhodnosti surovin pro výrobu destilátů jsou obsah sacharidů a následně výtěžnost ethanolu na straně jedné a na druhé straně obsah senzorycky významných složek, které se podílejí na typickém charakteru destilátu. [1]

Destilátem ovocnářského lihovaru čili pálenkou se všeobecně rozumějí alkoholické výrobky, obsahující mimo alkohol řadu těkavých vedlejších produktů se zcela různou chutí a vůní. Ušlechtilými pálenkami jsou pak ty, které vznikly kvašením a destilací suroviny bez přidání cizích chuťových a aromatických látek. [2]

K výrobě ušlechtilých pálenek lze použít jen takových surovin, které mimo dostatečný obsah sacharidů obsahují v dostatečné míře i vonné látky, které se kvašením nemění, nebo jejichž složení se nepozměňuje výrobním procesem. Naopak nesmí surovina obsahovat látky nepříznivě ovlivňující jakost pálenky. [2]

Zpravidla suroviny s intenzivní vůní dávají pálenky silně aromatické a naopak. Suroviny s málo výraznou vůní se na výrobu pálenky nehodí. U takových destilátů převládá lihové aroma, které se delším uložením ztrácí, ale typické aroma suroviny nevystoupí. Také suroviny s jemným a citlivým aroma se mohou na pálenku zpracovat jen za velmi pečlivé přípravy kvasu, vedení kvasu a destilace. [2]

Někdy se k získání pálenky upotřebí i surovin zkažených, např. silně nahnilých plodů, oddenků nebo plodů napadených plísněmi. Pak destilátem nebude slivovice, třešňovice, jeřábinka apod., nýbrž jen podřadný, nízkostupňový destilát. [2]

### 2.1 Jednotlivé ovoce a jiné suroviny

#### 2.1.1 Ovoce peckaté

##### a) Švestky a pološvestky

###### *Švestky domácí*

Švestek je velká řada odrůd, lišících se navzájem velikostí plodů, barvou, tvarem, chutí, obsahem cukru a dobou zralosti. Barva švestek je velmi pestrá. Jsou odrůdy modročervené, fialově červené, žluté i zelené, které však bývají zpravidla kříženci se slivou. [2]

Plody se k nám dovážejí (hlavně sušené) především z Bulharska, Ameriky a Jižní Afriky. Pro lihovarské účely se hodí každá odrůda, pokud obsah cukru v úplné zralosti není menší než 8 – 10 %. Po stránce chuťové vyhovují téměř všechny odrůdy, i odrůdy velkoplodé a ranné. Ze švestek se pálí známá pálenka, slivovice. [2]

Přesto, že aroma slivovice není zvláště citlivé, nesnáší větší množství cizích chuťových látek, které přichází do slivovice z kvasu připraveného z plodů nahnilých, plesnivých, nedozrálých apod. Vůně po hořkých mandlích i po švestkách je pak jimi zastřena a uplatňuje se vůně i chuť různých látek, vzniklých rozkladnou činností cizí mikroflóry. Tato nepříjemná příchut' lze odstranit odborně vedenou destilací za vydatného použití deflegmátoru, ale odstraní se tak často i žádoucí přednosti pálenek. [2]

Švestky určené k výrobě slivovice se ponechají na stromech až do úplné zralosti. V úplně vyzrálých plodech je daleko vyšší obsah cukru, množství kyselin klesá a plody jsou aromatictější. [2]

Plně vyzrálé plody se setřásají a třídí. Zvláště se dávají plody zdravé a zvláště poškozené, t. j. nahnilé, plesnivé. Při větším množství poškozeného ovoce se zpracovává odděleně (zvláště se nechá kvasit, destilovat i rektifikovat) zdravé i poškozené ovoce. [2]



### *Pološvestky*

Patří sem odrůdy jako Zimmrova, Wagenheimova, Bühlská. Hodí se vesměs na výrobu pálenek. Aroma i chuť pološvestek se mnoho neliší od švestky domácí. Plody jsou velké a snadno se v břečece rozpadávají. [2]

### **b) Slíva a formy příbuzné**

#### *Durancie*

V ovocnářském lihovarství se dává přednost švestce před durancií, které je vytýkána malá aromaticnost a nedostatek chuťových látek. [2]

Durancie mají velmi jemné a citlivé aroma, které bývá méně pečlivým pracovním postupem porušeno a v destilátu se pak nemůže uplatnit. Obsah cukru bývá v duranciích zpravidla větší než ve švestkách a proto jsou alkoholové výtěžky z durancií větší než ze švestek. Pálenka z durancií je, při pečlivém ošetřování kvasu a odborné destilaci, velmi jemná a lahodná. Ale tam, kde se vyžaduje intenzivní slivovicová příchut' a vůně, se musí durancie zpracovat společně se švestkami v poměru asi 1:1. [2]

Durancie mohou dát uspokojivý výsledek pouze tehdy, jsou-li česány v úplné zralosti a oddělují-li se plody poškozené od zdravých. Kvas musí být veden čistě, nejlépe při nízkých teplotách. [2]

Durancie bývají velmi úrodné a plody se často vyskytují ve shlucích. Jelikož podléhají snadno moniliové nákaze, bývají celé shluky nakaženy a musí být odstraněny. [2]

#### *Rengloty a mirabelky*

Zpracovávají se na pálenku poměrně málo. Mirabelky dávají dobrou pálenku jemné chuti a vůně. Příprava kvasu vyžaduje zvláštní péči, kvašení by mělo probíhat čistě. [2]

#### *Různé slivky drobnoplodé (kulatky, zelinky)*

Pro výrobu pálenek nejsou zvlášť vhodné, poněvadž postrádají výrazné aroma a kořenitou příchut'. Jelikož jsou sladké, doporučují se zpracovávat se švestkami, nebo, není-li to možné, vypálit z nich pouze lutr a tento později přepalovat s lutrem ze švestek. [2]

### **c) Třešně**

Pro lihovarské účely mají význam pouze ty třešně, které mají velmi cukernaté a aromatické plody. V tomto směru jsou výhodnější třešně divoce rostoucí plané (ptáčnice neboli ptačky) s červenými nebo černými plody. Ve vyšších polohách (nad 500m) se vyskytují drobnoplodé kulturní třešně, s plody zpravidla černými, vynikající kořenité chuti. Z kulturních odrůd se hodí na výrobu třešňovice především srdcovky. [2]

Třešně jsou velmi choulostivou lihovarskou surovinou a vyžadují velmi pečlivého pracovního postupu. Lze zpracovat pouze plody zdravé. Jemné aroma destilátu je tak citlivé, že každá cizí příchut', zvláště pocházející z ovoce nahnílého, zastře typickou příchut' třešňovice. Proto se také destiláty z třešní neukládají v sudech, jejichž dřevo má na chuť pálenky značný vliv, nýbrž se uskladňují v nádobách kameninových nebo skleněných. Aby snáze proběhl dozrávací proces, uzavírají se skleněné nádoby zátkou s vloženou trubičkou, která je vyplněna vatou. [2]

Třešňový kvas podléhá mnohem snadněji zkáze (cizímu kvašení) než např. švestkový kvas, a proto musí být pečlivě ošetřen. V letní době, kdy se třešně zpracují, působí příznivě na rozvoj cizí mikroflóry (zvláště octových bakterií) i vyšší teploty a proto se má vést kvašení jen pod vodní uzávěrkou. [2]

#### **d) Višně**

Jsou dobrou surovinou pro výrobu višňovice. Pro lihovarství jsou cenné tmavé višně, v plné zralosti temně rudé, jejichž šťáva intenzivně barví. Višňovice se vyrábí buď přímo z višňového kvasu nebo z višňového vína. Zpracování višně je stejně choulostivé jako zpracování třešně, tudíž je nutný pečlivý pracovní proces. [2]

#### **e) Meruňky a broskve**

Obsahují kolem 7 % cukru, ale často pouze 4 – 5 %. K výrobě pálenky (meruňkovice) se používá převážně plodů poškozených, neschopných konzumu. Takové plody je nutno co nejrychleji zpracovat, t. j. rozemlet nebo rozmačkat a zakvasit větším množstvím čistého zákvasu. Při pečlivém pracovním postupu se z nich získává velmi jemná a cenná pálenka. Podobně jako třešňovice se mají uskladňovat ve skle, aby látky ze dřeva neovlivnily jejich chuť. [2]

#### **f) Trnky**

Plody bývají různé velikosti a také jejich chemické složení značně kolísá. Pálenka se z nich připravuje velmi zřídka, více bývají používány na výrobu ovocných vín. Obsahují 8 – 10 % cukru a až 1,8 % tříslovin. Plody se zpracovávají na podzim, v době kdy projdou přes první podzimní mrazíky. V „přezrálých plodech se část přítomných tříslovin mění v nerozpustné sloučeniny, které neovlivňují proces kvašení. Břečku je nutno zakvasit větším množstvím dobrého zákvasu a přizivit amonnými solemi. [2]

### **2.1.2 Ovoce jádrové**

#### **a) Jablka**

Je mnoho sort a na výrobu pálenek se hodí všechny, pokud obsahují dostatečné množství cukru. Obvykle se zpracovávají pouze podřadné plody, špatně vyvinuté nebo mechanicky poškozené, červivé, moniliové, apod. Vždy ale musí být plody zcela vyzrálé a ne nahnilé. Nahnilá místa se odstraní vykrojením. Ovoce se skladuje 2 – 4 týdny, čímž pro technologické účely získá velmi na jakosti. Z dobře vyzrálých jablek se získá ze 100 kg až 16 l dobré pálenky, průměrně však jen 6 – 8 l. [2]

Pálenka z rozemletého ovoce není zdaleka tak jakostní jako pálenka z vylisované šťávy. Proto je výhodnější rozemletá jablka vylisovat a zvlášť kvasit vylisovanou šťávu a zvlášť kvasit jablečné zdrtky. Ze zkvašené jablečné šťávy (jablečného vína) získáme velmi kvalitní, jemný destilát, kdežto pálenka ze zdrtek může po opětovné destilaci sloužit k řezání pálenek vysoce aromatických. [2]

Výsledná koncentrace alkoholu závisí na délce anaerobního metabolismu a na rozmanitosti jablek. [3]

#### **b) Hrušky**

Pro výrobu pálenek nejsou zvlášť ceněny, jelikož jejich slabé a citlivé aroma se během výrobního procesu snadno poškozuje a získá se destilát pouze střední jakosti. Obsahují zpravidla poněkud méně cukru než jablka a méně kyselin. Zpracovávají se teprve úplně zralé, nejlépe ve stádiu počátečního hniličení. Je vhodné, jako u jablek, zpracovat zvlášť vylisovanou šťávu a zvlášť zdrtky. Některé druhy hrušek obsahují větší množství tříslovin, které při zpracování zcela vyzrálých plodů nemají na průběh kvašení vliv, ale pro výrobu pálenek jsou vítanější, jelikož jejich destiláty mají výraznější chuť. [2]

### 2.1.3 Ovoce drobné

#### *Vlastní ovoce bobulové*

##### **a) Angrešt**

K výrobě pálenek se ho používá jen velmi zřídka. Obsahuje 8 % cukru a asi 1,5 % volných kyselin (hlavně citrónové, vinné a jablečné). Pálenka z angreštu postrádá jakékoliv specifické vlastnosti. [2]

##### **b) Rybíz**

Pro výrobu pálenky se osvědčil rybíz černý, který dává v kulturách velmi dobré výnosy. Vyznačuje se zvláštní vůní a obsahuje daleko více cukru než červený rybíz. Pálenky z černého rybízu jsou velmi výrazné a aromatické chuti. Částečně se dají zjemnit již při destilaci za použití deflegmačního zařízení. [2]

##### **c) Borůvky**

Poskytují velmi jemnou ušlechtilou pálenku. Ze 100 kg čerstvých plodů lze získat 8, výjimečně až 14 l. Obsahují poměrně dosti taninu a málo látek dusíkatých. Musí se zpracovávat brzy po sběru, jelikož velmi snadno plesnivějí. [2]

### 2.1.4 Ostatní druhy

##### **a) Jeřabiny**

Pro výrobu pálenek se velmi dobře hodí plody jeřábu moravského, které obsahují přes 10 % cukru a vzhledem k ostatním jeřabinám mnohem méně tříslovin a kyselin. [2]

##### **b) Jalovčinky**

Nepravé plody jalovce jsou velmi oblíbenou surovinou k výrobě ušlechtilé pálenky (borovičky). Jalovčinky jsou plně vyztřelé až po dvou letech, v prvním roce jsou zelené a teprve v druhém roce modrají (dozrávají) a nabývají konečné modročerné barvy. Úplně zralé obsahují maximálně 50 % vody a přes 20 % cukru. Obsahují vysoké procento silic. Destilací lze z plodů získat až 2 % silice. Delším uložením a sušením plodů silice oxiduje a pryskyřnatí a nabývá kyselejší reakce. [2]

##### **c) Šípky**

K přípravě pálenek se používá šípky jen zřídka. Pálenku však poskytují velmi jemnou a příjemnou chuť. Lze získat 8 – 20 l pálenky ze 100 kg plodů. Obsah cukru je velmi závislý na době sběru. Sbírají se během celého podzimu, i v době mrazů. Jelikož dobře odolávají hnilobě a plísním, lze je po dlouhou dobu schraňovat a teprve po nasbírání dostatečného množství zpracovat. [2]

##### **d) Maliny**

Plody maliníku jsou význačné příjemným, vysokým aroma. Jsou dobrou surovinou pro výrobu pálenek, avšak velmi náročné na způsob zpracování. Musí být po sběru velmi rychle zpracovány, neboť jsou velmi snadno napadány různými plísněmi (*Aspergillus*, ...). [2]

#### **e) Ostružiny**

Plody dozrávají během pozdního léta a po sběru je nutno je co nejdříve zpracovat. Z těchto plodů lze získat pálenky střední jakosti s typickou příchutí. Ostružiny obsahují poměrně vysoké procento volných kyselin (u plně vyzrálých plodů až 2,7 %), proto se nedoporučuje sbírání a zkvašování plodů nedozrálých, obsahujících velmi mnoho volných kyselin. [2]

#### **f) Bezinky**

Plody bezu černého se velmi dobře hodí na výrobu pálenek. Obsahují přes 7 % cukru a velké množství aromatických látek, které dávají pálence zcela typické vlastnosti. Zpracovávají se plně vyzrálé, aby se snížil vliv tříslovin, které bezinky obsahují (0,25 %). [2]

### **2.1.5 Jiné suroviny**

#### **a) Výtlačky**

Výtlačky z jablek a jiného ovoce (pevné zbytky, které zůstávají po vylisování rozemletého ovoce) jsou pouze podřadnou surovinou pro výrobu pálenek a dávají pálenky druhořadé. Dle způsobu vylisování obsahují ještě 2 – 6 % cukru a velké množství nerozpustných látek. Musí být zpracovány co nejdříve, jelikož velmi rychle podléhají plesnivění. Lepší destilát lze získat z matolin (výtlačků z hroznového vína). [2]

#### **b) Hořec**

U nás je známo 23 druhů hořce, z nichž se pro výrobu pálenky dají použít pouze některé vytrvalé druhy. Jako surovina se používá oddenek. Obsahuje 70 % vody, 5 – 15 % cukru (gentianosu), glykosidickou hořč gentiopikrin (asi 1 – 1,5 %), gentiin, tanin, pektosu a asi 6 % oleje. Pro tyto význačné látky je velmi oblíbenou lihovarskou surovinou. Oddenky se ze země dobývají teprve pozdě na podzim, kdy je zastaven jejich růst a nahromadilo se v nich mnoho uhlohydrátů jako rezervních látek. [2]

#### **c) Pýr**

Je známý a obtížný plevel na polích. Oddenky obsahují glykosid triticin, který hydrolyzou dává zkvasitelnou fruktosu. Jako lihovarská surovina se používá pouze zřídka. Destilát má zvláštní příchut' připomínající částečně whisky. Zpracování je obtížné a pracovní postup je složitý. Pýr se musí zbavit nečistot, potom se mění na kladívkovém mlýnku, načež se podrobí triticin v pařáku hydrolyze. [2]

#### **d) Topinambury**

Slunečnice hlíznatá je vytrvalá bylina, která pod zemí vytváří červeně až fialově zbarvené hlízy, uvnitř bílé, podobné bramborům. Hlízy se vybírají na podzim nebo časně zjara. Obsahují 32 % sušiny, asi 18 % extraktivních látek, 5,5 % buničiny a 4,7 % popela. V ovocnářských lihovarech se zpracují jen velmi zřídka a zpracování vyžaduje zvláštní pracovní postup. [2]

#### **e) Kvasnicové kaly**

Při stažení vína ze sudů zůstává na dně hustý zbytek, obsahující v podstatě víno a kvasnice. Tento zbytek se často přepaluje a vzniká kvasnicová pálenka. Jedná se o méněcennou pálenku obsahující více vysokomolekulárních kyselin s drsnou příchutí. Obvykle se přepaluje dvakrát za přidání sody, jako neutralizačního prostředku. [2]

### **f) Cukrová třtina a třtinová melasa**

Jsou základní surovinou pro výrobu pravých rumů. Melasa obsahuje 50 – 70 % cukru (invert, sacharosa), vyšší podíl organických kyselin (až 6 %) a řadu aromatických látek. [1]

### **g) Víno na pálení**

Je využíváno jako surovina k výrobě vinného destilátu (brandy, vínovice, koňak). Mělo by být aromaticky plné, aby získaný destilát byl také dostatečně aromatický. Před destilací není nutné z vína odstraňovat kvasinky, do destilátu potom přechází část *enantových* složek (typická „mýdlová“ chuť). [1]

### **h) Včelí med**

Obsahuje 80 % sacharidů. Většinou se nezpracovává na samostatné destiláty. [1]

## **2.2 Látky obsažené v ovoci a chemické složení**

Základními kritérii pro posouzení vhodnosti surovin pro výrobu destilátů jsou obsah sacharidů a následně výtěžnost ethanolu na jedné straně a na druhé straně obsah senzoryicky významných látek, které se podílejí na typickém charakteru destilátu. [1]

Téměř veškeré ovoce má vysoký obsah vody, který kolísá mezi 70 – 90 %. V sušině je proměnlivé procento cukru, organických kyselin, pektinových látek, dále bílkoviny, slizy, gumy, nepatrné množství minerálních látek, aromatické látky, enzymy, vitaminy, různé množství pentosanů a celulosy. Jádra obsahují vyšší procento tuků, bílkovin a některá glykosid amygdalin. [2]

Obsah sacharidů a ostatních látek v ovoci silně kolísá v závislosti na druhu, odrůdě, stupni zralosti, klimatu a vegetačních podmínkách. V nezralém ovoci je nalezen vyšší obsah organických kyselin, pektinových látek, sorbitu, tříslovin a nižší koncentrace cukrů a aromatických látek. [1]

Během zrání a dozrávání ovoce se obsah látek dosti mění. Obsah jednotlivých látek v ovoci velmi kolísá i u téže sorty. Rozdíl v obsahu cukru u švestky zcela vyzrálé a předčasně česané je 8,74 %, což ve výtěžnosti alkoholu činí asi 9 l pálenky. [2]

Téměř všechny chemické sloučeniny obsažené v ovocných šťávách se nějak zúčastňují tvorby, stabilizace a destabilizace zákalů. [4]

Výtěžnost ethanolu z různých druhů ovoce závisí především na jejich cukernatosti a pohybuje se při průměrné cukernatosti plodů 6 – 15 % v rozmezí 2,5 – 8,3l ethanolu získaného ze 100kg suroviny. [1]

Tyto látky se zároveň velmi aktivně účastní procesu kvašení.

### **2.2.1 Dusíkaté látky**

Dusíkatých látek bývá 0,45 – 1,90 %, z čehož asi 0,007 % připadá na dusík koagulujících bílkovin. Na dusík v bílkovinách srážejících se v alkoholu připadá asi 0,008 % a na dusík amidový a amoniakový 0,085 – 0,15 %. Nejvíce dusíku obsahuje ovoce bobulovité (0,1 – 0,35 %), méně peckové (0,07 – 0,2 %) a velmi málo dusíku obsahuje ovoce jadernaté (0,03 – 0,13 %). [2]

Dusík v ovoci, pokud je ve formě amoniakových solí nebo aminokyselin, je důležitou živinou pro kvasinky. [1]

### 2.2.2 Tuky

Tuk dužina neobsahuje, nebo jen stopy. Látky získané extrakcí etherem náležejí hlavně k voskům, pryskyřicím a jen zcela ojediněle k fosfatidům. V jádrech je tuků mnohem víc. Jádra švestek jich obsahují kolem 33 % a třešni asi 26 %. [2]

### 2.2.3 Kyseliny

V ovoci určeném ke zpracování na pálenku je důležitý obsah kyselin, protože mimo jiné mají vliv na průběh kvašení. Velmi bohaté na kyseliny je ovoce nezralé, padavky a ovoce mechanicky poškozené, u kterého nastal rozklad. Převahu mají kyseliny jablečná a citrónová, hlavně v jablkách, třešních, švestkách a meruňkách. Mimo to je hodně kyseliny citrónové v borůvkách, brusinkách, jahodách a malinách. Kyselina vinná převládá ve vinných hroznech (až 40 % z veškerých kyselin). Méně bývá kyseliny jantarové, octové, mléčné, salicylové a benzoové. Kyselina benzoová působí nepříznivě na kvašení a vyskytuje se hlavně v brusinkách. [2]

Kyseliny jsou zpravidla přítomny ve formě solí. Jsou to látky poměrně dobře rozpustné ve vodě. [5]

Tabulka 1: Obsah kyseliny jablečné a citrónové v různých druzích ovoce [2]

Druh ovoce	kyselina jablečná (%)	kyselina citrónová (%)
Jablka	69,6	25,0
Hrušky	33,3	66,7
Třešně	83,3	1,4
Meruňky	71,4	28,6
Borůvky	18,7	72,4
Jahody	10,0	90,0
Maliny	3,0	97,0
Brusinky	0,0	97,2
Angrešt	0,0	97,9
Rybíz červený	0,0	98,4

### 2.2.4 Vlákna

Množství vlákniny je závislé především na druhu a odrůdě ovoce. Poměrně nejvíce vlákniny obsahují maliny (3,44 – 9,38 %), potom rybíz, angrešt, ořechy a borůvky. Velmi málo obsahují třešně (0,23 – 0,37 %), švestky (0,42 – 0,76 %) a jablka (0,86 – 1,87 %). [2]

### 2.2.5 Hořké látky

Tyto látky obsahuje veškeré ovoce. Jsou-li přítomny ve větším množství, mohou působit nepříznivě na průběh kvašení. V ovoci se vyskytují jako sloučeniny skupiny katechinové. Zvláště hojně se vyskytují v jeřabinách, mišpulích, kdoulích a trnkách. [2]

Jsou to látky ze skupiny tříslovin, ve vodě snadno rozpustné. S přítomnými bílkoviny tvoří však nerozpustné sloučeniny, a tak ochuzují kvasné prostředí o důležitou živnou substanci pro kvasinky. Kvasy s vysokým obsahem tříslovin špatně kvasí a je nutné je přizpůsobit amonnými solemi jako náhradu za denaturované bílkoviny. Zráním a přezráním plodů přecházejí

třísloviny z volné formy do formy nerozpustné, neatakující bílkoviny, a tím v kvašení, resp. výživě kvasinek nevadí. [1]

### 2.2.6 Aromatické látky

Aromatické látky přecházejí s ovocem do kvasu a částečně i destilací přechází do pálenek, kterým potom dodávají typické vůně. Pouze v nahnilém ovoci jsou tyto látky zastřeny páchnoucími zplodinami hnilobných rozkladů. Aromatické látky náleží z velké části k etherickým olejům a esterům organických kyselin (hlavně methyl-, ethyl-, amyl- a isoamylester). V jablkách se nachází ethylester kyseliny mravenčí, isoamylester a phenylethylester kyseliny mravenčí, octové, kaprylové, dále acetaldehyd, aceton, stopy geraniolu a terpineolu. Mimo to jsou ještě v různých plodech linalool (broskve), nerol (maliny), terpenylaldehydy, benzaldehyd (štěpný produkt amygdalinu), salicylaldehyd (šřáva třešně), furfurol (jablka, hrušky), citral a anisaldehyd (maliny). [2]

Při kvašení a destilaci se aromatické látky nechovají stejně. Mnohé z nich přecházejí destilací přímo do pálenky, aniž se jejich charakter podstatně změní, kdežto jiné se během kvašení rozkládají. Některé se v kvasu znovu tvoří, přecházejí do destilátu a udělují mu typické vlastnosti. [2]

### 2.2.7 Minerální látky

Samy o sobě nemohou přímo ovlivnit jakost výrobku, ale jsou důležitou součástí výživy kvasinek. [1]

V ovoci převládají soli draselné, fosforečné, vápenaté a sodné. [2]

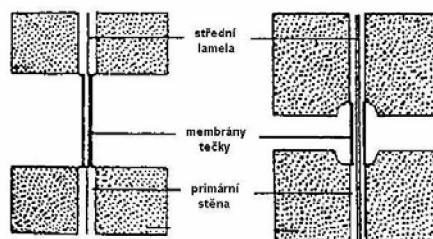
Tabulka 2: Přehled obsahu minerálních látek v sušině běžného ovoce v procentech [2]

Druh ovoce	Popel	Draslík	Sodík	Vápník	Hořčík	Železo	Fosfor	Křemík	Síra	Chlor
		$K_2O$	$Na_2O$	$CaO$	$MgO$	$Fe_2O_3$	$P_2O_5$	$SiO_2$	$SO_3$	$Cl$
Jablka	1,44	51,58	3,87	4,22	3,71	1,18	10,42	1,08	2,49	–
Hrušky	1,97	54,69	8,52	7,98	5,22	1,04	15,20	1,49	5,96	–
Jeřabiny	0,72	48,73	3,74	9,00	4,07	0,30	10,61	0,57	4,01	0,88
Švestky	2,34	48,54	9,05	11,47	3,58	2,54	16,01	2,15	3,23	0,38
Třešně	2,20	51,85	2,19	7,47	5,46	1,98	13,97	1,04	5,09	1,35
Rybíz	4,03	40,73	3,93	9,70	6,30	0,76	17,00	2,53	6,43	0,83

### 2.2.8 Pektiny

Výskyt:

Pektiny jsou přítomny ve všech vyšších rostlinách, liší se množstvím i složením. Pektiny se vyskytují v rostlinných pletivech. Rostlinná pletiva jsou složena z buněk, které jsou na rozdíl od živočišných odděleny buněčnými stěnami. [4]



Obrázek 1: Schéma stavby rostlinné buněčné stěny [16]

Vlastní tmelící látku tvoří „protopektin“. Ve skutečnosti je složení jednotlivých vrstev mimořádně rozdílné. Střední lamela se skládá především z protopektinu a hemicelulos, primární stěna z amorfni základní hmoty z protopektinu a hemicelulos, v níž jsou uloženy miofibrily z celulosy a hemicelulosy. Hemicelulosa je tvořena z xylanů, glukánů a manganů. Obsah pektinu závisí na mnoha faktorech, hlavně na druhu ovoce a na jeho zralosti. [4]

Pektiny jsou rovněž přítomny zejména v jádrovém ovoci a jsou výchozí látkou (prekurzorem) pro tvorbu methanolu. Jsou v ovoci ve formě rozpustné i nerozpustné, vázané na dužninu, takže se lisováním odstraní. [1]

Pektinových látek bývá ve 100 ccm šťávy u rybízu 0,657, angreštu 0,652, jablek 3,18, hrušek 3,79, třešní 1,7, švestek 4,19 a lesních jahod 0,5 %. [2]

Tabulka 3: Obsah pektinu v čerstvém ovoci [2]

Druh ovoce	Obsah pektinu		
	jako Ca-pektát (%)	jako kyselina pektinová (%)	jako kyselina anhydrogalakturonová (%)
Stolní jablka	max.	0,93	0,90 – 0,91
	min.	0,09	
	průměr	0,61	
Průmyslová jablka	max.	1,60	
	min.	0,28	
	průměr	0,70	
Hrušky	max.	0,88	1,21
	min.	0,14	
	průměr	0,51	
Černý rybíz	max.	1,79	1,67
	min.	0,55	
	průměr	1,13	
Červený rybíz	max.	1,50	0,91
	min.	0,26	
	průměr	0,70	
Broskve		0,85	
Meruňky		0,90	
Jahody		0,68	0,50
Borůvky		0,78	
Maliny		1,10	
Višně		0,75	0,36
Třešně		0,98	
Švestky		0,93	
Angrešt		0,69	
Vinné hrozny		0,52	0,20

Pektiny jsou rovněž přítomny zejména v jádrovém ovoci a jsou výchozí látkou (prekurzorem) pro tvorbu methanolu. Jsou v ovoci ve formě rozpustné i nerozpustné, vázané na dužninu, takže se lisováním odstraní. [1]



### Struktura a vlastnosti:

Molekula pektinu se skládá z řetězců kyseliny galakturonové, vázané  $\alpha$ -1,4-glykosidickou vazbou. Karboxylové skupiny kyseliny galakturonové jsou částečně esterifikovány methanolem. Volné neesterifikované karboxylové skupiny způsobují, že pektinové látky mají charakter slabé kyseliny a zařazují se tak do skupiny kyselých polysacharidů. [4]

Pektiny obsahují methoxylové skupiny v různém počtu a ty za podmínek procesu hydrolyzují a v kvasu vzniká více či méně methanolu. [1]

Rozdíly mezi pektiny rozličných druhů ovoce a zeleniny závisejí na: [4]

- stupni esterifikace karboxylových skupin methanolem
- stupni esterifikace sekundárních hydroxylových skupin (např. kyselinou octovou)
- relativní molekulové hmotnosti
- prostorové struktury
- obsahu jiných sacharidů

K acetylaci dochází na uhlíkových atomech v poloze 2 a 3 pektinové molekuly. [4]

Podíl galakturonové kyseliny dosahuje u jablek a citrusových plodů až 90 % z obsahu sušiny.

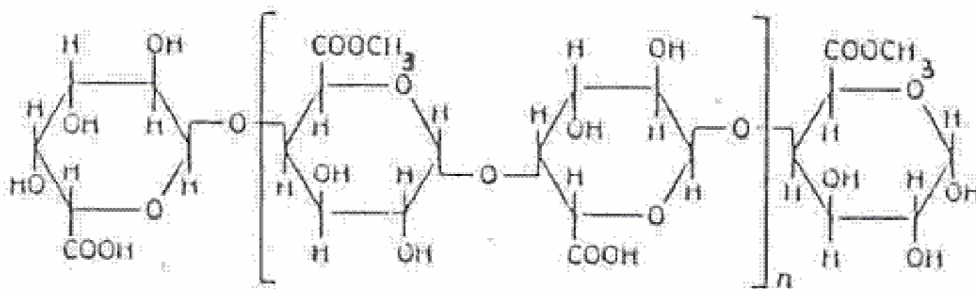
Struktura pektinu stále ještě není objasněna. [4]

Rozpuštěnost pektinových látek závisí na: [4]

- délce pektinové molekuly (rostoucí rozpustnost klesá s rostoucí délkou řetězce)
- pH roztoku (snižuje se s klesající hodnotou pH)
- stupni esterifikace (zvyšuje se při vyšším stupni esterifikace)
- přítomnosti dvojmocných nebo vícemocných kationů (za přítomnosti těchto iontů klesá rozpustnost pektinové molekuly při klesajícím stupni esterifikace)

S rozpustností pektinu souvisí schopnost rosolování a viskozita pektinových roztoků. K tvorbě rosolu dochází jen za určitých podmínek (např. v závislosti na teplotě, pH nebo obsahu kationů). [4]

Pektinové látky zvyšují viskozitu tím víc, čím mají delší řetězce. Rozpuštěnost a vliv na viskozitu závisí i na stupni esterifikace. [4]



Obrázek 2: Strukturní vzorec pektinu [2]

### Chování pektinových látek při zpracování ovoce:

Na množství pektinu, které přechází do šťávy, mají vliv tyto faktory: [4]

- obsah pektinu v surovině a stupeň její zralosti

- podíl pektinu rozpustného ve vodě
- způsob rozmělnění ovoce a další mechanické namáhání čerpadly, míchadly, potrubím, apod.
- předběžné působení na drť zahříváním nebo enzymy (fermentací)
- typ lisu a jeho správná obsluha

Tyto faktory jsou na sobě závislé a jejich pozitivní a negativní vlivy se mohou sčítat při působení na obsah kalových a pektinových látek ve šťávě. [4]

I když se celkový obsah pektinu nemění, lze pozorovat u sort jablek Golden Delicious, Boskoopské a Clivia podstatné zvýšení viskozity, a tedy zvýšení obsahu rozpuštěného pektinu. S rostoucím obsahem rozpuštěného pektinu souvisí horší lisovatelnost drtě. [4]

Podíl pektinu, který přechází do šťávy, může být velmi malý. U nezralých moštárenských jablek zůstává ve výliscích až 90 % celkového pektinu. Se stoupajícím stupněm rozmělnění ovoce a při následujícím mechanickém zmenšování částecek ovocného pletiva se dostává do vylisované šťávy větší množství částecek a koloidů, které se skládají z komplexu protopektinu, pektinu a kyseliny pektové. [4]

Na obsah pektinu ve vylisovaných šťávách má dále vliv způsob zpracování drtě. [4]

Difúzní šťávy (získané extrakcí ovocné drti) obsahují větší množství pektinů a jiných látek než šťávy lisované. [4]

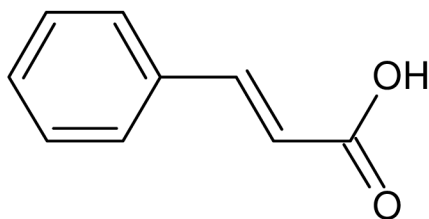
## 2.2.9 Polyfenoly

*Výskyt:*

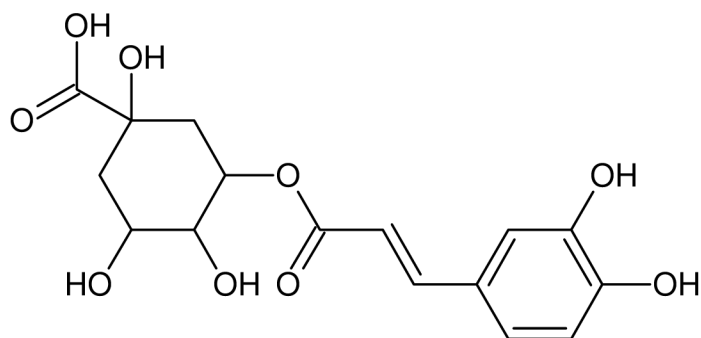
K polyfenolům náleží třísloviny a barviva vždy obsažená v ovoci. Tříslovin v ovoci ubývá při dozrávání plodů. V nezralých jablkách mohou tvořit až 8 % sušiny. Během zrání jejich obsah klesá na třetinu až čtvrtinu, přitom i v dozralém stadiu jich má moštárenské ovoce mnohem více než sladké ovoce stolní. Bohatá na třísloviny je šťáva z jablek, hrušek, kdoulí, borůvek a jeřabin. Intenzivně zbarvené šťávy borůvek, černého rybízu, višně a černých jeřabin obsahují značnou část anthokyanových barviv. [4]

*Struktura a vlastnosti:*

Rozlišují se C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-látky a C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>-látky. C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-látky mají jako základ struktury kyselinu skořicovou (obr. 3). Od této organické kyseliny je odvozena kyselina chlorogenová (obr. 4). Sloučeniny této skupiny jsou bezbarvé a tvoří předstupeň tříslovin. [4]



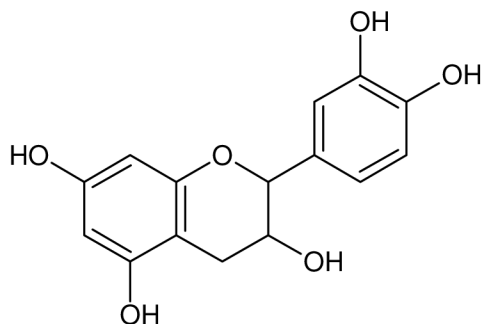
Obrázek 3: Strukturální vzorec kyseliny skořicové [5]



Obrázek 4: Strukturální vzorec kyseliny chlorogenové [5]

K  $C_6-C_3-C_6$ -látkám patří základní typy jako: (+)-katechin, leukoanthokyanidin, anthokyanidin, flavonol. Těmto sloučeninám se také říká flavonoidy. Jednotliví zástupci mají převážně triviální názvy (např. kyanidin, malvidin, delphinidin, ...). Normálně nejsou tyto látky v buněčných šťávách obsaženy volně, ale pouze vázané na sacharidy. Vzniklé glykosidy jsou označovány jako leukoanthokyany, anthokyany, atd. [4]

Vlastní třísloviny vznikají působením o-polyfenoloxidasu na katechiny a leukoanthokyany. Polymerace tříslovin je následná reakce a vede přes koloidně rozpustné katechinové třísloviny na nerozpustné sloučeniny, které se z ovocných šťáv vysazují jako kaly. [4]



Obrázek 5: Strukturální vzorec monomeru kondenzované třísloviny hruškové šťávy [5]

Leukoanthokyanidiny jsou bezbarvé a přecházejí na barevné sloučeniny katalytickým působením vodíkových iontů, oxidací a enzymovou oxidací. [4]

Polyfenoly mají jednu nežádoucí vlastnost, tvoří s ionty kovů barevné sloučeniny. Se solemi trojmocného železa vzniknou charakteristická modrá a zelená zbarvení. [4]

Barevné látky přispívají k lákavému vzhledu ovocné šťávy. Jejich chemické změny mohou být příčinou vzniku zákalů, sraženin a nevhodného zbarvení. [4]

Totéž platí i o tříslovinách, které kromě toho ovlivňují i chuť šťáv. [4]

*Chování polyfenolů při zpracování ovoce na šťávu:*

Barviva a třísloviny patří ke stálým složkám šťáv z plodů, především z ovoce. [4]

Bezprostředně po poškození buněčného pletiva (např. rozdrčením ovoce před lisováním) podléhají polyfenoly okamžitým změnám, přičemž probíhají jak čistě chemické, tak enzymové pochody. [4]

Polyfenoly s charakterem barviv jsou vázány na vysokomolekulární pektin a jsou uvolňovány pektolytickými enzymy při enzymovém zpracování drtě (např. v čerstvě vylisované hroznové šťávě je obsah polyfenolů 0,05 % až 0,23 %, enzymovým zpracováním stoupne o 10 %). [4] Zbrzdí-li se oxidace polyfenolů, získá se světlejší jablečná šťáva, ale náchylnější k tvorbě dodatečných zákalů. [4]

Polyfenoloxidas je v ovocné šťávě vázána na částičky ovocného pletiva. Proto by měl být kal co nejrychleji odstraněn, je-li kladen důraz na zachování polyfenolů. [4]

### 2.2.10 Proteiny

Proteiny jsou dusíkaté vysokomolekulární organické sloučeniny. Jejich obsah v ovocných šťávách je obvykle nižší než 0,5 %. V tom jsou zahrnuty i ty bílkoviny, které jsou nezbytnou součástí enzymů. [4]

Protože je možno proteiny vysrážet působením tepla, označují se také jako termolabilní bílkoviny. Mezi ně patří bílkoviny labilní k chladu; ty způsobují při ochlazení nápoje zákaly, které se mírným zahřátím zase rozpouštějí. [4]

Hlavní zdroj rostlinných proteinů jsou semena rostlin. Jako omezené zdroje mohou sloužit také plody, hlízy, bulvy aj. části roslin. [6]

### 2.2.11 Sacharidy

Sacharidy jsou tuhé, krystalické nebo amorfni látky a nalézají se hlavně v rostlinách. Dělí se na jednoduché (monosacharidy) a složené (polysacharidy). Polysacharidy se skládají nejméně ze dvou monosacharidů a podle počtu molekul monosacharidů, zúčastněných na stavbě polysacharidu, můžeme získat disacharidy, trisacharidy, apod. [2]

Obsah veškerého cukru, který bývá ve formě jednoduchých sacharidů a jen malé množství ve formě sacharidů složených, se řídí hlavně dle druhu ovoce, stupně zralosti a klimatu. [1]

*Monosacharidy (glykosy)*

Látky s obecným vzorcem  $C_nH_{2n}O_n$ , tvoří homologickou řadu. [2]

Hlavní podíl cukrů připadá na monosacharidy. [7]

V ovoci převažují monosacharidy glukosa a fruktosa. [6]

#### a) Glukosa (hroznový cukr)

Vyskytuje se volná v říši rostlinné, především ve sladkých plodech, kde bývá doprovázena fruktosou. V zelených částech rostlin, schopných asimilace, je doprovázena škrobem. Dále je hojně rozšířena ve formě vázané, hlavně v disacharidech (sacharose, maltose, laktose), trisacharidech (rafinose) a polysacharidech (škrobu, glykogen, celulóse). Mírným zahřátím (asi na 70°C) přechází za ztráty vody v anhydrid glukosan ( $C_6H_{10}O_5$ ). Silnějším zahříváním se mění v karamel. Redukcí se glukosa mění v alkohol sorbit ( $C_6H_{14}O_6$ ) a oxidací v kyselinu glukonovou až cukrovou ( $C_6H_{10}O_8$ ). [2]

Vlivem enzymu zymázy glukosa snadno alkoholicky zkvašuje, působením jiných enzymů zkvašuje mléčně (mléčnými bakteriemi), máselně (bakteriemi máselnými) a bakterie octové ji okysličují na kyselinu glukonovou. [2]

Vzniká z mnohých polysacharidů, např. hydrolysou sacharosy nebo škrobu. [2]

### *Dextroner*

Je matečný louch zbylý po krystalizaci glukosy. [7]

#### **b) Fruktosa (ovocný cukr)**

Jedná se o ketosu, vyskytující se vedle glukosy v rostlinách. Tvoří složku mnohých polysacharidů (sacharosy, rafinosy i vyšších polyglykosidů, jako inulinu, triticinu, aj.). Redukcí fruktosy získáváme dva šestimocné alkoholy (mannit a sorbit). Oxidací se štěpí ve směs nízkomolekulárních kyselin. Fruktosa zkvašuje lihově stejně snadno jako glukosa a podléhá stejným účinkům enzymů bakteriálních a plísňových jako glukosa. [2]

Tvoří jednoklonné krystalky ve vodě snadno rozpustné, ale za studena téměř nerozpustné v alkoholu. [2]

#### **c) Mannosa**

Mannosa je aldosa vyskytující se v rostlinách ve formě svých polyglykosidů mannanů. Je snadno rozpustná ve vodě a redukcí přechází v šestimocný alkohol mannit, oxidací v kyselinu mannovou až cukrovou. Alkoholicky vlivem zymázy zkvašuje stejně dobře jako oba předešlé cukry. [2]

#### **d) Galaktosa**

Je rovněž aldohexosa a tvoří složku disacharidu laktosy (cukru mléčného), rafinosy, stachyosy, apod. Dále je složkou některých rostlinných heteroglykosidů. Je rozpustná ve vodě, redukcí dává šestimocný alkohol dulcitol, oxidací přechází v kyselinu galakonovou až slizovou. Lihově kvasinkami zkvašuje jen málo a pouze některými druhy kvasinek. Snadněji je zymázou napadána, jsou-li v roztoku přítomny i cukry snadno zkvasitelné. [2]

#### **e) Sorbosa**

Je ketohexosa a nachází se ve zkvašené jeřabinové šťávě, která byla delší dobu vystavena samovolnému kvašení. Tvoří se ze sorbitu vlivem bakterie *Bacterium xylium*. Její redukcí dostáváme dva šestimocné alkoholy sorbit a idit, Oxidací se štěpí podobně jako fruktosa. Lihově sorbosa nezkvašuje. [2]

#### **f) Surový cukr**

Zpracovává se společně s dalšími surovinami. [7]

### *Polysacharidy (cukry složené)*

Polysacharidy jsou štěpeny na monosacharidy, které potom vstupují do sledu přeměn, kterými organismus získává energii nebo vytváří nové potřebné sloučeniny. [5]

### *Disacharidy*

Jsou látky snadno krystalizující, rozpustné ve vodě a chutnající sladce. Vyskytují se převážně samostatně. Můžeme je dělit do dvou skupin: disacharidy redukující (reagují s Fehlingovým činidlem a amoniakálními roztoky stříbrných solí – maltosa, laktosa a melobiosa) a disacharidy neredukující (nedávají zmíněné reakce – sacharosa). [2]

#### **a) Sacharosa (třtinový cukr)**

Je hodně rozšířena v rostlinách s glukosou a fruktosou. Šťáva cukrové třtiny obsahuje až 26 %, cukrová řepa až 20 % sacharosy. Ovoce obsahuje 0,5 až 18 % sacharosy. Zahřátím nad 180°C karamelizuje a jako taková se používá k barvení likérů. Není zkvasitelná, až po podlehnutí hydrolyze a přeměně na své složky. Hydrolyza nastává působením enzymu invertasy, obsažené v kvasnicích. Vzniklé monosacharidy jsou nazývané invertní cukry a daná hydrolyza se nazývá inverze. Kvasinky působící v roztoku třtinového cukru nejprve rozloží sacharosu na glukosu a fruktosu pomocí enzymu invertasy a ty jsou lihově zkvašovány. Některé kvasinky invertasu neobsahují a proto sacharosu nezksašují. [2]

#### **b) Maltosa (sladový cukr)**

Je hodně rozšířena v rostlinách, ale pouze ve formě vyšších polyglykosidů (škrobu). Vzniká hydrolyzou škrobu a působením diastatických enzymů, které se vyskytují v rostlinách, ale i v tělech živočichů. Nejrozšířenější diastáza je amylasa v klíčících zrnech obilovin. Maltosa je málo rozpustná ve vodě a její sladkost odpovídá 2/6 sladkosti sacharosy. Působením kyselin nebo enzymem maltasou se maltosa hydrolyzuje na dvě molekuly glukosy. Přímo maltosa zkvašována není. Kvašení mléčné, máselné a octové nastává podobně jako u glukosy. [2]

#### **c) Laktosa (mléčný cukr)**

Je obsažena v mléce všech savců v množství od 3 do 8 %. Tvoří krystaly ve vodě rozpustné a mnohem méně sladké než sacharosa. Kvašením mléka některými bakteriemi se mění v kyselinu mléčnou, která způsobuje srážení mléka (kaseinu). Běžnými typy kvasinek alkoholicky nekvasí. [2]

#### **d) Melibiosa**

Vzniká opatrnou hydrolyzou zředěnými kyselinami z trisacharidu rafinosy nebo působením enzymů obsažených v některých kvasnicích. Hydrolyzou melibiosy vzniká glukosa a galaktosa. Alkoholicky kvasí jen spodními kvasnicemi, to je takovými, které obsahují enzym melibiasu. [2]

#### **e) Gentibiosa**

Vzniká hydrolyzou trisacharidu gentianosy, která je obsažena v oddencích hořce. Kyselinami nebo enzymem emulsinem se štěpí na dvě molekuly glukosy. Enzym je obsažen v kořeni hořce, ale i v kvasinkách, tudíž je gentibiosa lihově zkvašována. [2]

### *Vyšší polysacharidy*

#### **a) Škrob (amylum)**

Tvoří se v zelených částech rostlin. Je složen ze dvou substancí: amylosy (rozpouští se v horké vodě) a amylopektinu (v horké vodě mazovatí). Amylosa se barví jodovým roztokem modře a enzymem diastázou zcukřuje na maltosu. Amylopektin se barví roztokem jodu hnědě a diastázou se mění na dextriny. Ve studené vodě se nerozpouští, ale v horké vodě mazovatí. Zředěnými kyselinami se škrob hydrolyzuje na molekuly glukosy. Působením diastatických enzymů nastává hydrolyza a konečným produktem je maltosa. [2]

Jelikož je škrob jako polysacharid nezksavitelný, musí se napřed převést enzymaticky, buď pomocí sladu, bakteriálních nebo plísňových enzymů na zkvasitelný cukr. [7]

Pro lihovarské účely se slad připravuje tak, aby obsahoval co nejvyšší množství diastázy. Kontrola zcukřování se provádí jodovým roztokem (dokud se zápara barví i jen slabě modře, není zcukřování dokončeno). [2]

Škrob se v zelenině a ovoci vyskytuje ve velmi rozdílných koncentracích. Jeho podíl v banánech může být až 20 %, avšak v bobulovitých plodech je obsažen pouze ve stopách. [4]  
Obsah škrobu v ovoci závisí na: [4]

- druhu ovoce
- stupni zralosti a době uložení
- technologických podmínkách při výrobě šťávy

Škrob se stal u jablečných šťáv, jejich koncentrátů a u jablečných vín technologickým a jakostním problémem. [4]

Nežádoucí vlastností škrobu a jeho rozkladných produktů je retrogradace, která se projeví jako ireverzibilní vysrážení dosud rozpuštěného škrobu. Retrogradovaný škrob již není možno dokázat reakcí s jodem a dá se jen pomalu odbourat amylasami, protože se jen těžko rozpouští. [4]

Tabulka 4: Změny obsahu škrobu v podílu v alkoholu nerozpustném z jablek odrůdy Golden Delicious [2]

Stupeň	Doba uložení (dny)	Škrob (%)	Jodový test
Zralost	0	14,2	+
Uložení	26	2,7	+
	54	0,4	+
	124	0,1	-
	180	0,3	-
	236	0,0	-

Nejdůležitějšími škrobnatými surovinami pro výrobu destilátů jsou obiloviny, které obsahují 50 – 60 % škrobu. K výrobě pálenek se nejčastěji používá žito (Starorežná), ječný slad (sladová whisky), ječmen, pšenice, oves, kukuřice (USA – whiskey), rýže (Asie – arrak). [1]

#### b) Celulosa (buničina)

Je velmi rozšířena v přírodě, kde tvoří stěny rostlinných buněk. Zředěnými silnými kyselinami se hydrolyzuje za vzniku přechodných produktů až na glukosu. Účinkem některých mikroorganismů v anaerobním prostředí podléhá složitému celulosovému kvašení, při kterém vzniká methan, oxid uhličitý a mastné kyseliny. Celulosa slouží také jako výchozí materiál v kvasném průmyslu při výrobě ethanolu a kvasnic. [2]

### 2.2.12 Alkoholy

Alkoholy jsou kyslíkaté sloučeniny odvozené od uhlovodíků, náhradou vodíku za skupinu OH (hydroxylovou skupinu). Dle počtu hydroxylových skupin dělíme alkoholy na:

- jednosytné (jedna hydroxylová skupina)
- dvojsytné (dvě hydroxylové skupiny)
- trojsytné (tři hydroxylové skupiny), atd. ...

Jednosytné alkoholy mohou být nasycené i nenasycené, podle toho od kterých základních uhlovodíků jsou odvozeny. Nasycené jednosytné alkoholy mají obecný vzorec:  $C_nH_{2n+1}OH$ .

[2]

### *Vlastnosti:*

Nižší a střední členové homologické řady jsou bezbarvé kapaliny, z nichž se první tři mísí s vodou v každém poměru. Do C<sub>11</sub> jsou ve vodě málo rozpustné a od C<sub>16</sub> (včetně) jsou látky tuhé a ve vodě téměř nerozpustné. [2]

Alkoholy jsou látky s vyššími teplotami varu. Zvýšené teploty varu jsou způsobeny tím, že alkoholy vytvářejí v kapalném stavu vodíkové vazby. Teploty varu v homologické řadě úměrně stoupají. [8]

Vyskytují se alkoholy alifatické, alicyklické, aromatické a heterocyklické alkoholy, alkoholy primární, sekundární a terciární a alkoholy obsahující více hydroxylových skupin (dioly, trioly,...). [9]

Alkoholy bývají primárními i sekundárními vonnými a chuťovými látkami potravin. Jako aromatické látky se uplatňují především volné primární alkoholy a jejich estery. Pro aromatizaci potravin se používají alkoholy s počtem uhlíků v molekule 15 – 18. Některé látky, např. glycerol, cukerné alkoholy a hydroxykyseliny, jsou významnými chuťovými látkami. [9]

Vysokomolekulární alkoholy destilují bez rozkladu jen za sníženého tlaku. Účinkem kyselin dávají alkoholy estery, látky většinou kapalně s příjemnou vůní (vznik esterů lze sledovat v pálenkách při jejich uskladnění). [2]

#### **a) Methanol**

V rostlinných materiálech se vyskytuje ve formě různých esterů. Nejčastěji se jedná o pektiny a estery aromatických kyselin (benzoové, skořicové, salicylové). Volný methanol vzniká hydrolýzou pektinů. V malém množství se proto vyskytuje jako přirozená součást ovocných šťáv. Ve větším množství bývá přítomný ve vínech a některých dalších lihovinách. [9]

Čistý methanol je kapalina s příjemnou lihovou vůní. Používá se k denaturování ethanolu. Do pálenek se dostává z kvasů, zvláště do těch, které jsou připravovány ze surovin bohatých na pektiny. Na obsah alkoholu v alkoholických nápojích, získaných kvašením plodů, má rozhodující vliv přítomnost protopektinu a pektinu. [2]

Obsah methanolu v citrusových šťávách je 24 – 47 mg/dm<sup>3</sup>, v jablečných moštích 36 – 88 mg/dm<sup>3</sup>, ve šťávách z černého rybízu 70 – 176 mg/dm<sup>3</sup>. [9]

Množství vzniklého methanolu závisí na řadě faktorů, většinou se pohybuje od 20 – 240 mg/dm<sup>3</sup>, ale výjimkou nebývá ani obsah methanolu přes 600 mg/dm<sup>3</sup>. Destiláty z peckového ovoce mívají obsah methanolu řádově vyšší. V třešňovici bývá obvykle 0,48 – 0,95 % obj., v slivovici kolem 12 % obj. methanolu (v přepočtu na čistý ethanol). [9]

#### **b) Ethanol**

Ethanol se vyrábí převážně zkvašováním cukrů. S vodou se mísí v každém poměru, při tomto mísení nastává objemové smršťování. Bezvodý líh nelze získat opětovnou destilací, jelikož ethanol tvoří s vodou azeotropickou směs v poměru 95,57 % ethanolu a 4,43 % vody, která destiluje dříve než samotný ethanol. Čistý alkohol lze získat použitím látek odnímajících vodu, např. třepáním s bezvodým síranem měďnatým, s páleným vápnem, apod. Působením kyselých činidel na ethanol vzniká acetaldehyd a kyselina octová. Acetaldehyd vře při 20,8°C a při destilaci kvasu přechází do předku. [2]

Volný ethanol vzniká spolu s oxidem uhličitým jako hlavní produkt při anaerobním odbourávání cukrů kvasinkami při tzv. alkoholovém kvašení. Proto se vyskytuje ve všech alkoholických nápojích. Nepovažuje se za zvlášť aromatickou látku, ale i přesto má značný vliv na vůni a chuť mnoha nápojů a také na jejich energetickou hodnotu (1 g ethanolu má energetickou hodnotu 29 kJ, tj. 7 kcal). Množství ethanolu závisí na množství zkvasitelných cukrů v surovině, druhu a kmeni použitých kvasinek, teplotě při fermentaci, obsahu živin

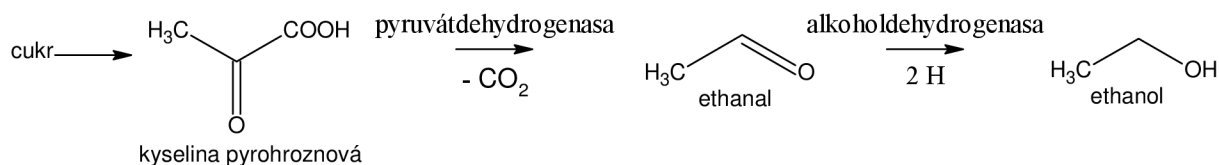


v médiu, atd. ... Obsah ethanolu v lihovinách se pohybuje kolem 40 % obj., řada speciálních výrobků má obsah nižší, ale také vyšší. [9]

### Vyšší alkoholy

Při etanolovém kvašení vzniká kromě ethanolu řada alifatických alkoholů s výrazným aromatem, které se označují jako přiboudlina. [9]

Vyšší alkoholy se tvoří během kvasného procesu. Přispívají k zajímavému aroma destilátů. [10]



Obrázek 6: Vznik ethanolu při kvašení cukrů [7]

#### a) Propylalkohol

Nachází se v přiboudlině, odkud se dostává frakcionovanou destilací. [2]

#### b) Butylalkohol primární

Kapalina nepříjemného zápachu, která se vyskytuje v přiboudlině. [2]

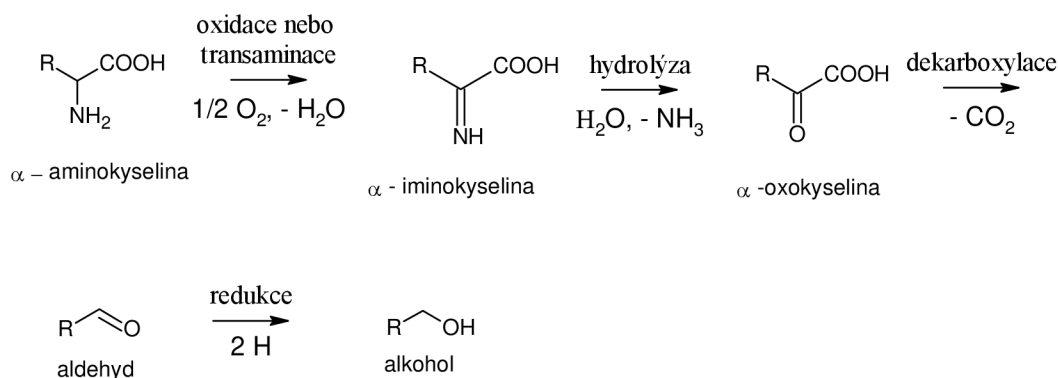
#### c) Amylalkoholy

Nachází se v přiboudlině. Jedná se o nepříjemně zapáchající jedovaté látky. Vznikají při alkoholovém kvašení z aminokyselin přítomných v kvasu. [2]

#### d) Hexylalkohol

Bývá v přiboudlině, ale jen nepatrně a pouze v lihu z některých surovin. [2]

Vyšší alkoholy jsou v ovocnářském lihovarnictví významné především tím, že jsou důležitou chuťovou složkou pálenek. Během výrobního procesu a uskladnění vznikají z přítomných organických kyselin a alkoholů vonné estery. [2]



Obrázek 7: Vznik alkoholů přiboudliny z aminokyselin [1]

### 2.2.13 Enzymy

Enzymy jsou proteiny specializované pro katalýzu reakcí probíhajících v živých organismech. Jsou to velmi pozoruhodné biomakromolekuly s vysokou specifitou účinku a vysokou katalytickou účinností. [11]

Jsou to vysokomolekulární bílkoviny, které působí jako katalyzátory biochemických reakcí. Jako všechny katalyzátory nemohou ani enzymy vyvolat reakci, která je nějakým způsobem nevýhodná. Enzymy jsou vysoce specifické. [8]

Enzymy jsou katalyticky účinkující látky produkované živými buňkami. Bez nich by většina chemických reakcí nefungovala vůbec nebo velmi pozvolna. Účinek enzymů závisí na mnoha faktorech. [2]

Enzymy obsažené v ovoci hrají velmi důležitou úlohu v procesu růstu, zrání i dozrávání. Některé se uvolňují až při rozdrcení pletiva. Jejich působení je často nežádoucí, ale dá se poměrně technologicky jednoduše odstranit zahřátím a tím následnou inaktivací. [4]

V potravinách rostlinného původu dochází k reakcím enzymového hnědnutí při poškození buněk. Reakce se projevuje vznikem hnědého zbarvení, jehož nositelem jsou pigmenty melaninového typu. Bývají nežádoucími reakcemi v případech, kdy vedou k hnědnutí při zpracování a skladování potravin (jablko ...). [12]

Kvasinky produkují následující enzymy:

#### *Hydrolasy*

Enzymy katalyzující hydrolytické reakce. [8]

Hydrolyticky rozkládají některé deriváty karboxylových kyselin (např. esterovou vazbu) nebo polysacharidů. [5]

#### **a) $\alpha$ - a $\beta$ - amylasy**

Štěpí škrob až na disacharid maltosu. Kvasinky jí obsahují nepatrné množství a škrob a glykogen jimi nejsou atakovány. Glykogen kvasinky rozkládají teprve po autolyse, když se z nich amylasa uvolní. [2]

#### **b) Sacharasa**

Štěpí sacharosu na disacharid sacharosu (třtinový cukr) a dále na glukosu (hroznový cukr) a fruktosu (ovocný cukr). Vyskytuje se ve všech kvasinkách, kde je pevně vázána na kvasničnou buňku. [2]

#### **c) Maltasa**

Štěpí disacharid maltosu na dvě glukosové jednotky. Často se vyskytuje ve spojení s amylasou. Ve všech kvasinkách se vyskytuje ve velkém množství. [2]

#### **d) Laktasa:**

Štěpí mléčný cukr (laktosu) na glukosu a galaktosu. V některých druzích kvasinek se zastupují laktasa s maltasou; společně se ale nikdy nevyskytují. [2]

#### *Oxidoreduktasy*

Jsou enzymy katalyzující oxidoredukční reakce. [11]

Oxidoredukčními reakcemi dochází k uvolňování uhlíkových vazeb a vzniku energie. [2]

#### **a) Katalasa a peroxidasa**

Odbourávají peroxid vodíku vzniklý při metabolických přeměnách v buňce. [4]

## Zymasa

Soubor enzymů, které štěpí jednoduché cukry na alkohol a oxid uhličitý (tyto cukry jsou lihově zkvašovány). Důležitou složkou zymasy, bez níž by byla zcela inaktivní, je *ko – zymasa*. [2]

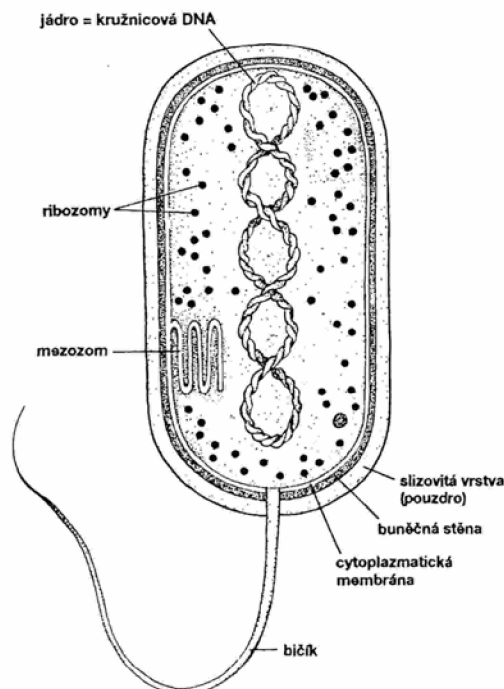
## 3. Mikroorganismy

Na všech typech ovoce je celá řada mikroorganismů, které se spolu s ovocem dostávají do kvasu. Hlavně mechanicky poškozené ovoce je jejich bohatým zdrojem. Jedná se o celou řadu bakterií, kvasinek a plísní. Z řady mikroorganismů jsou pro lihovarství významné jen ty, které po přenesení do kvasu pokračují ve své životní činnosti. [2]

### 3.1 Bakterie

Bakterie jsou prokaryotické buňky, které nemají jádro oddělené od cytoplazmy jádrovou membránou. Vyznačují se jen málo diferencovanou morfologií, která je odvozená od tvaru tyčinek a koků. [13]

Bakterie přítomné u procesu kvašení se vyznačují aerobním i anaerobním metabolismem. [14]



Obrázek 8: Bakteriální buňka [14]

### 3.1.1 Rozmnožování

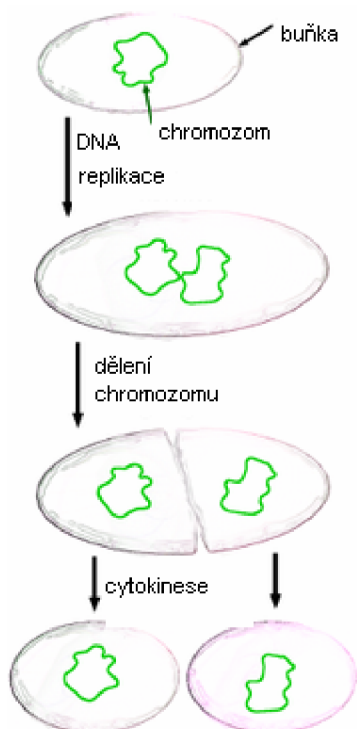
Rozmnožování bakteriálních buněk je pouze nepohlavní. [16]

Generační cyklus bakterií je mnohem kratší než generační cyklus kvasinek. Žijí a množí se ze stejného substrátu jako kvasinky, ale cukr mění na nežádoucí zplodiny, které snižují výtěžnost a brzdí nebo dokonce umrtvují kvasinky. [7]

Většina bakterií se rozmnožuje dělením, které je charakterizováno tím, že ve střední části buňky začne z cytoplazmatické membrány vyrůstat prstencová vychlípenina směřující dovnitř buňky tak dlouho, dokud nevytvoří přepážku rozdělující buňku na zhruba dvě stejně velké části. [15]

U rozmnožujících se buněk rozlišujeme při dělení několik fází:

1. G1 – fáze, při níž je v buňce jeden genom a kdy probíhá syntéza bílkovin a ostatních buněčných složek [15]
  - mateřská buňka se prodlouží ve směru podélné osy až na dvojnásobek své původní délky (její tloušťka zůstává stejná) [14]
2. S – fáze, kdy se syntetizuje DNA a část genomu se vyskytuje již dvakrát, přičemž syntéza ostatních složek buňky pokračuje [15]
  - ještě před rozdělením buňky se zreplikuje její chromozom [14]
3. G2 – fáze, při níž jsou v buňce dva genomy a začíná se syntetizovat přepážka oddělující mateřskou buňku od dceřiné [15]
  - do každé dceřiné buňky vchází jedna replika mateřského chromozomu [14]



Obrázek 9: Rozmnožování bakterií dělením [16]

### 3.1.2 Jednotliví zástupci přítomní při kvašení

Do kvasu se zástupci bakterií mohou dostat ze vzduchu, ze samotného ovoce i z nečistých nádob.

Za nebezpečné se pokládají hlavně takové bakterie, které mají životní podmínky přibližně stejné jako kvasinky. Nejčastěji se vyskytují bakterie mléčného, máselného, octového a hnilobného kvašení. [7]

#### a) Octové bakterie (rod *Acetobacter*)

Tyto bakterie jsou striktně aerobní. Oxidují ethanol na kyselinu octovou, a acetát a laktát oxidují na vodu a oxid uhličitý. Jako zdroj uhlíku využívají glukosu. [11]

Mají tvar petrličných a atrichních tyčinek, které tvoří nepravidelné tvary; vyskytují se jednotlivě, v párech nebo řetězcích. Díky jejich přísně aerobnímu metabolismu vede i krátké přerušení dodávky kyslíku k jejich usmrcení. [15]

Nacházejí se na ovoci a mnoha rostlinách. Při výrobě lihu škodí neúplnou oxidací ethanolu na kyselinu octovou. Některé druhy rodu *Acetobacter* způsobují hnití jablek a hrušek. [14]

Patří mezi obávané kontaminanty hlavně ve fázi dokvašování (optimální teplota 30°C), jelikož tvoří spory, ničí se snadno vyšší teplotou. [7]

#### b) Mléčné bakterie

Mléčné bakterie rodu *Leuconostoc* zkvašují sacharidy na kyselinu mléčnou, CO<sub>2</sub> a ethanol, proto patří mezi heterofermentativní bakterie. [15]

Některé kmeny rodu *Leuconostoc* tvoří místo ethanolu kyselinu octovou. [13]

Homofermentativní kmeny mléčných bakterií produkují pouze kyselinu mléčnou. V ovocnářském lihovarnictví nepůsobí příliš mnoho škod. Kyselina mléčná nepůsobí toxicky na kvasinky, jako např. kyselina octová. Jejich teplotní optimum leží v rozmezí 40 – 50°C. Za určitých podmínek mohou působit i pozitivně, neboť vytvořením nízkého pH (pod 4,2) potlačují cizí, nežádoucí mikroflóru. [7]

#### c) Máselné bakterie

Tvoří velmi rezistentní spory. Tyto bakterie nesnášejí kyselé prostředí (optimální pH 7 – 8,5). [7]

Máselné bakterie rodu *Clostridium* zkvašují sacharidy na kyselinu máslovou, kyselinu octovou, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> a proměnlivé množství alkoholů a acetonu. [13]

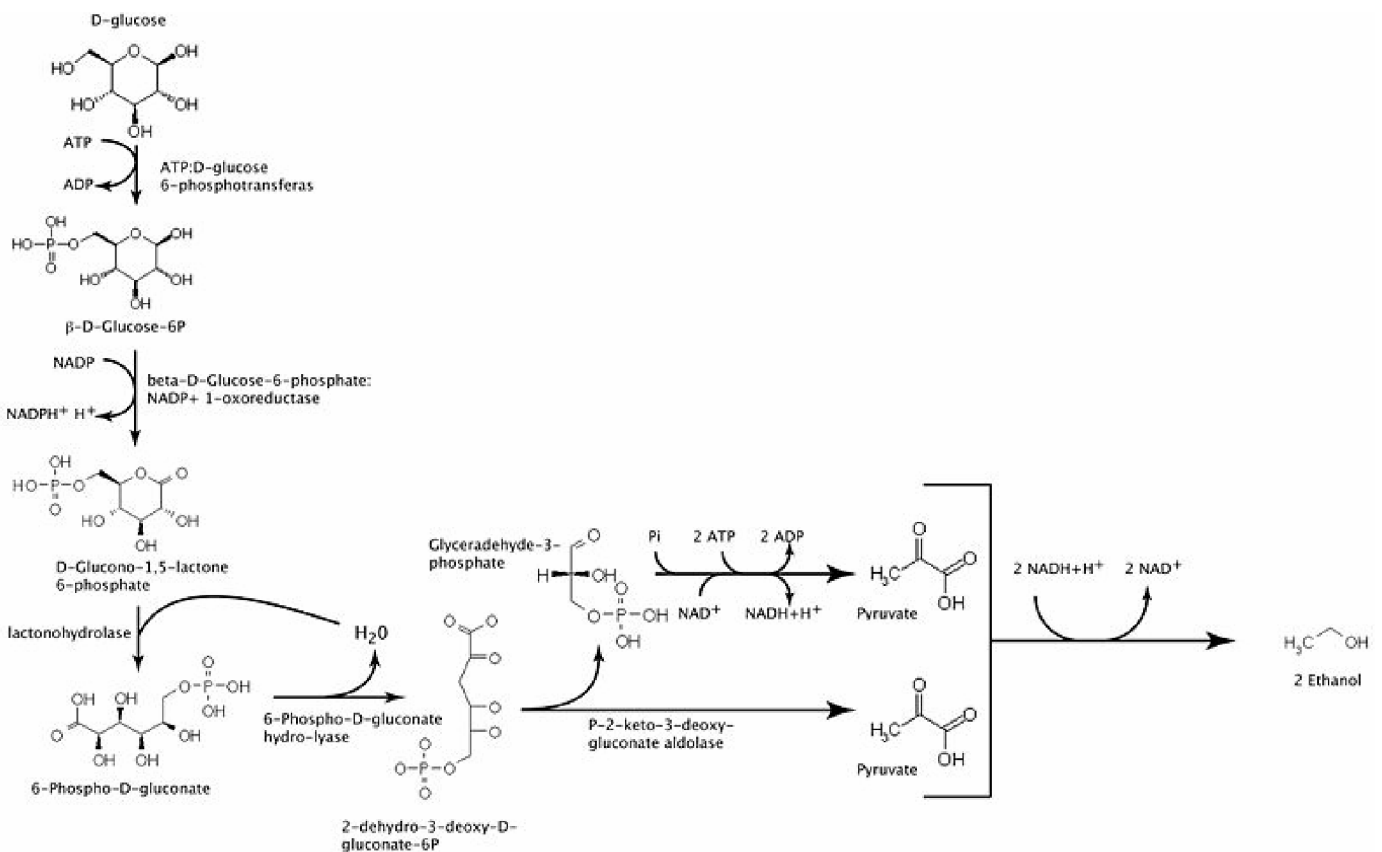
Rod *Clostridium* je obligátně anaerobní. Kyslík inhibuje růst a po 5 – 10 minutách působení usmrcuje vegetativní buňky. Tyto bakterie tvoří spory širší než samotné buňky. [15]

#### d) Hnilobné bakterie

Účastní se rozkladu proteinů i jiných dusíkatých látek. Nejdříve jsou bílkoviny štěpeny až na aminokyseliny a pak dále na mastné kyseliny, zásady a jiné zapáchající látky. Na výtěžnost alkoholu nemají velký vliv. Zplodiny jejich rozkladu bývají pro ostatní mikroorganismy většinou jedovaté. U kvasů z nahnělého ovoce mohou jejich zplodiny značně ovlivnit chuť i vůni destilátu. Hnilobné bakterie jsou aerobní i anaerobní. [2]

I bakterie mohou být pozitivní a producenti alkoholu, např. *Zymomonas mobilis*, která zkvašuje glukosu a fruktosu na dvě molekuly ethanolu a CO<sub>2</sub>. V porovnání s kvasinkami má tato bakterie rychlejší metabolismus, nižší nutriční nároky a fermentace může probíhat i za vyšších teplot. [17]

Glukosa je metabolizována pomocí *Entner – Doudorfovy cesty*, kde je klíčovým produktem 2-keto-3-deoxy-6-fosfoglukonát (KDPG). I přes tyto výhody jsou neustále pro kvašení používány pouze kvasinky. [1]



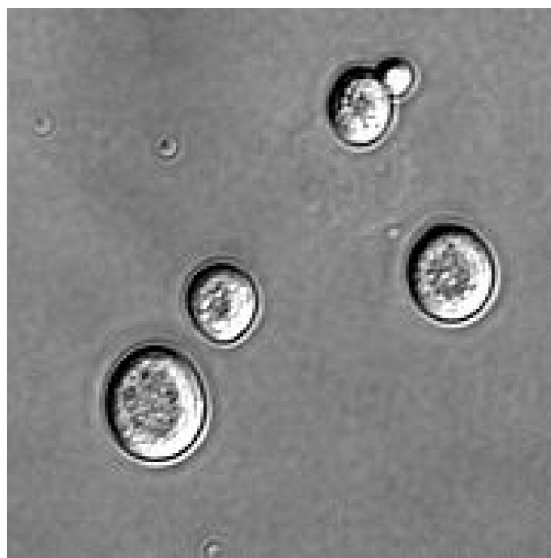
Obrázek 10: *Entner – Doudorfova metabolická cesta* [15]

## 3.2 Kvasinky

Kvasinky jsou heterotrofní eukaryotní organismy, náležící mezi houby. Název kvasinky dostaly pro schopnost zkvašovat monosacharidy a některé disacharidy na ethanol a oxid uhličitý. [15]

Tvar buňky je vejčitý, oválný nebo protáhlý, což je podmíněno typem kvasinky a prostředím, ve kterém žije. Velikost buněk záleží také na živném prostředí a druhu. [2]

Pro svůj růst vyžadují kvasinky vzdušný kyslík. Při anaerobních podmínkách jsou schopny přeměnit svůj metabolismus na fermentační (tj. produkují ethanol a oxid uhličitý). [13]



Obrázek 11: Buňky kvasinek [15]

### 3.2.1 Rozmnožování

Kvasinky se rozmnožují vegetativně pučením (asexuálně) a tvorbou askospor (sexuálně).

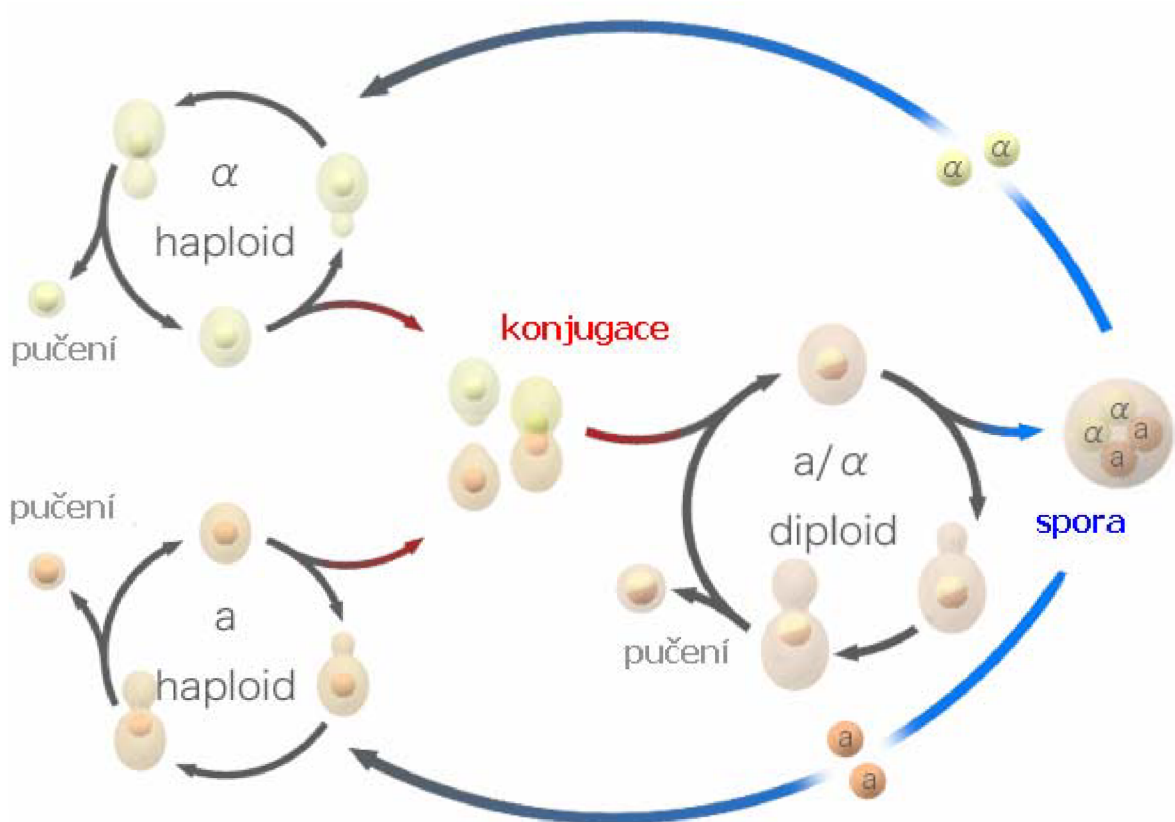
Většina rodů se rozmnožuje pučením. Při pučení je vznikající dceřiná buňka (pupen) spojena kanálkem s mateřskou buňkou. Po počátku tvorby pupenu do něho vstupují drobné vakuoly a mitochondrie. Současně začne mitotické dělení jádra a jeho migrace k pupenu. S jádrem přecházejí do nově vytvořeného pupenu také další složky cytoplazmy. Poté se cytoplazmatickou membránou uzavře kanálek mezi mateřskou a dceřinou buňkou. Po vytvoření buněčné stěny mezi mateřskou a dceřinou buňkou, vzrůstu velikosti pupenu a spojení drobných vakuol ve vakuolu jedinou je pučení ukončeno. [13]

Při pučení mohou vzniklé buňky zůstat s mateřskou buňkou spojené a vytvořit pseudomycelium. Nepohlavní rozmnožování může probíhat převážně v haploidní fázi nebo i v diploidní fázi. Kvasinky rodu *Saccharomyces* pučí po vytvoření askospor nejprve haploidně; po kopolaci a karyogamii pučí diploidní zygota dále; takto vznikají souběžně vedle sebe haploidní i diploidní pučící buňky. [13]

U některých kvasinek je znám také způsob pohlavního rozmnožování. Výsledkem pohlavního rozmnožování jsou pohlavní spory. Většina kvasinek tvoří jako pohlavní spory askospory, což jsou endospory, umístěné ve vřecku, neboli asku. Některé rody kvasinek tvoří pohlavní exospory, které jsou umístěné vně sporotvorných buněk. [15]

Tvorbě askospor u některých druhů předchází pohlavní kopulace neboli konjugace (spájení). Dvě pohlavně diferencované buňky vysílají proti sobě výrůstky, mezi nimiž se po vzájemném dotyku blána resorbuje a obsah buněk splývá. Vzniklý jedinec bývá rezistentnější a schopnější vzdorovat nepříznivým podmínkám. [2]

Při sexuálním rozmnožování, po redukčním dělení, vzniká z diploidní buňky askus s haploidními askosporami (gametamy). Gamety poté kopulují, čímž po karyogamii vznikne diploidní zygota. [13]



Obrázek 12: Životní cyklus kvasinek [15]



### 3.2.2 Jednotliví zástupci přítomní při kvašení

#### a) *Kvasinky svrchního kvašení*

Tyto kvasinky se uplatňují v kvasících záparách, kde jsou na povrch vynášeny oxidem uhličitým. Dobře se množí i při vyšších teplotách a jsou velmi účinné při dokvašování. V zápaře zůstávají jemně rozptýleny, mají velmi dobrý styk s kvasicím médiem a sedimentují jen velmi pomalu ke dnu, což urychluje průběh kvašení. [7]

#### b) *Sedlinové kvasinky*

Sedlinové kvasinky z počátku rostou uvnitř roztoku, množí se a během kvašení zvolna klesají ke dnu. Po 1 – 3 týdnech se některé buňky, vynesené na povrch, sekundárně množí a vytváří souvislou mázdru. Mázdrové kvasinky jsou aerobní, podmiňují oxidační procesy, přičemž se tvoří těkavé mastné kyseliny. Díky těmto vlastnostem se mázdrové kvasinky nehodí k lihovému kvašení. [2]

##### rod *Saccharomyces*

Zkvašují jen hexosy (glukosu, fruktosu, galaktosu, manosu), ale ne sorbosu a cukerné alkoholy, jako sorbitol a manitol. [17]

Vyznačují se vysokou rychlostí tvorby ethanolu, vysokou tolerancí k ethanolu a nízkou produkcí vedlejších metabolitů. [1]

Nikdy nevyužívají laktosu jako zdroj uhlíku a  $\text{NO}_3^-$  jako zdroj dusíku. [15]

##### rod *Zygosaccharomyces*

Jedná se o kvasinky u nichž je vegetativní fáze v haploidním stavu, tj. tvorbě asků předchází spájení buněk a tvorba zygoty. [15]

Některé druhy jsou schopny zkvašovat i velmi koncentrované cukerné roztoky a med. [2]

##### rod *Saccharomyces*

Jsou to kvasinky se silnými kvasnými schopnostmi. [15]

Množí se tak, že se nově vzniklá buňka oddělí od mateřské buňky přehrádkou. [2]

Ve fermentačním průmyslu způsobují nežádoucí kontaminace. [13]

##### rod *Schizosaccharomyces*

Zkvašují silně alkoholicky, jsou odolné vůči vysokým teplotám a značné koncentraci kyseliny octové. [2]

#### c) *Křísové kvasinky*

Žijí od počátku na povrchu kapaliny aerobně a tvoří na ní moučnatý povlak – křís. Během alkoholického kvašení se křís vyvinout nemůže, ale velmi rychle se množí po skončení kvašení. Rozkládají množství alkoholu, cukry i kyseliny, přičemž vznikají páchnoucí látky. Často ničí buketové i chuťové látky pálenek. [2]

##### rod *Willia*

Zkvašuje glukosu a fruktosu. Při kvašení tvoří ovocný ester. Jelikož způsobuje ztráty na výtěžnosti je nežádoucí. [2]

##### rod *Pichia*

Vyznačuje se nízkými kvasnými schopnostmi, neboť zkvašují pouze glukosu nebo nezskvašují žádný cukr. Za přístupu vzduchu tvoří na zkvašených tekutinách silný křísový povlak. [15]

Cukry zkvašuje na kyselinu octovou. Organické kyseliny tvoří s alkoholem estery, které mohou způsobit v kvasícím produktu nepříjemnou chuť a vůni. [13]

### 3.3 Plísně

Z potravinářsko-technologického hlediska se jako plísně označují organismy, které tvoří na poživatinách povlaky (viditelné mycelium) složené z jednotlivých vláken (hyf). Jsou to eukaryotní organismy, řadí se mezi houby. [13]

Do kvasu se dostávají podobně jako ostatní mikroorganismy. Velmi příznivé podmínky ke svému vývoji nacházejí ve vlhkých místnostech, kde povlékají stěny nádob a vegetují i na povrchu kvasu. Ovocným destilátům udělují nepříjemnou chuť a vůni. [2]

Plísně jsou aerobní a potřebují pro svůj růst přítomnost vzdušného kyslíku. [13]

Vyšší teplotou se plísně ničí, proto nejsou pro výrobu tak nebezpečné, Vyskytují se hlavně při dokvašování. [7]

#### 3.3.1 Rozmnožování

Plísně se rozmnožují jednak rozrůstáním hyf, jednak sporami. Spory vznikají buď vegetativním způsobem (nepohlavně) nebo po spájení (pohlavní spory). [15]

Ve vegetativní fázi je charakteristické haploidní, mnohoaderné mycelium. Při nepohlavním rozmnožování se na myceliu vytvářejí specializované hyfy (sporangiofory), nesoucí sporangia, ve kterých vznikají nepohyblivé sporangiospory (endospory). [14]

Nepohlavní spory se tvoří ve fruktifikačních strukturách. Buď vznikají výše popsané sporangia se sporangiosporami nebo vznikají spory odškrcováním ze speciálních buněk (fialid) jako konidiospory (exospory). [13]

Pohlavní proces představuje gametangiogamie a jeho výsledkem je vznik zygosporangia s jednou zygosporou. [14]

Při pohlavním rozmnožování spory vznikají meiozou uvnitř vřea (aska, askospory) nebo spory vznikají odškrcováním koncových buněk (bazidiospory) na stopkách (sterigmách). [13]

#### 3.3.2 Jednotliví zástupci přítomní při kvašení

rod *Penicilium*

Tvoří žlutozelené až hnědozelené povlaky. Některé druhy produkují toxiny, jiné jsou patogenní. [15]

V roztocích stravuje kyseliny. Cukry oxiduje na kyseliny a bílkoviny štěpí až na amoniak. [2]

rod *Aspergillus*

Tato plíseň se sírově žlutou barvu má velmi bohaté enzymatické vybavení. [15]

Nenapadá tak moc kvas, spíše parazituje na ovoci. [13]

Oxiduje cukry na kyselinu glukonovou, citronovou, octovou, ... Rovněž se účastní rozkladu bílkovin. [2]

rod *Mucor* a *Rhizopus*

Jediné dva rody zastupující pravé plísně. Za dostatečného přístupu vzduchu oxidují cukry na kyselinu octovou, citronovou a jiné látky. Tento proces probíhá hlavně na ovoci.

## 4. Metabolismus a výživa kvasinek

### 4.1 Výživa kvasinek

Kvasinky mohou pro výživu použít pouze látky, které projdou buněčnou membránou. Neobsahuje-li zápara dostatek živin, kvasinky nejsou schopny se dostatečně množit, jelikož ty se řídí živinou, zastoupenou v minimu. [7]

K výstavbě svých buněk kvasinky potřebují látky bezdusíkaté, dusíkaté živiny a látky minerální. Živné substance musí být rozpustné ve vodě, aby prošly buněčnou membránou. [2]

#### *Dusíkaté látky*

Jejich rozkladem vznikají sloučeniny, které mohou buď kladně, či záporně ovlivnit finální produkt. [7]

Nejlépe využitelné pro buňky jsou štěpné produkty bílkovin (peptidy, aminokyseliny, amidy). Při dostatečném množství sacharidů, jsou buňky schopné využívat i jednoduché anorganické sloučeniny (amoniak, minerální dusík). [7]

Nejsou schopny využít dusičnany. Výživa anorganickými sloučeninami slouží pouze k růstu buněk, nikoliv k jejich množení. [2]

#### *Minerální látky*

Z minerálních látek je hlavně nutné dodávat fosfor, draslík, hořčík a vápník a dále látky, které jsou jako součást enzymů. [7]

Uhlík přijímají kvasinky hlavně z cukrů, avšak spotřebovávají ho pouze nepatrnou část, zbytek zkvašují na alkohol. [2]

Ovocné zápary není třeba přizívat. Tyto kvasy obsahují dostatečné množství potřebných látek, tudíž kvasinky jejich nedostatek nepocítují.

### 4.2 Faktory ovlivňující činnost kvasinek

Mezi faktory ovlivňující činnost kvasinek patří pH, teplota, koncentrace substrátu a produktu. [7]

#### *pH*

pH by se mělo pohybovat v rozmezí od 4,6 do 5,6. Při působení pH o vyšší hodnotě aktivují se proteolytické enzymy a dochází k rozkladu vlastní bílkoviny. [7]

Nižší pH kvasinkám nevedí, ale při nižších hodnotách je většina kvasinek schopna pouze růst, nikoliv se rozmnožovat. [13]

#### *Teplota*

Optimální teplota při kvašení je v rozmezí 27 – 29°C. Smrtící teplota je 55°C a její vliv je zesilován koncentrací alkoholu. [7]

Stupeň teploty nejpříznivější pro rozmnožování kvasinek není stejný jako stupeň teploty pro kvašení. Optimální teplota pro rozmnožování kvasinek je 30 – 35°C. [2]

Tabulka 5: Vliv teploty na činnost kvasinek [2]

<i>Teplota (°C)</i>	<i>Váhová procenta alkoholu (%)</i>
36	3,8
27	7,5
18	8,8
8	9,5

#### *Koncentrace substrátu*

Koncentrace substrátu by měla odpovídat 16 – 18% cukru. [7]

Při vysokém cukerném zahuštění přesahuje napětí roztoku napětí kvasinkové buňky a dochází k její dehydrataci. [2]

#### *Koncentrace produktu*

Vliv alkoholu na činnost kvasinek je velmi závislý na teplotě. [2]

### **4.3 Metabolismus kvasinek**

U kvasinek se jedná o fakultativně anaerobní metabolismus, tzn. mírné provzdušnění kvasného média na začátku fermentace je příznivé pro potřebný nárůst mikroorganismů a uvolňování energie. Lihovou fermentaci je možné popsat Guy – Lussacovou rovnicí:  $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$ . [1]

Po nárůstu mikroorganismů jsou cukry na alkohol dále zpracovávány čistě anaerobně. Glukosa je nejprve odbourávána v procesu glykolýzy na pyruvát, který je dekarboxylován a vzniklý acetaldehyd je redukován na ethanol (tzv. Embden – Meyerhof – Parnasovo schéma). [1]

#### *Embden – Meyerhof – Parnasovo schéma*

Katabolismus začíná štěpením molekul disacharidů a polysacharidů hydrolytickými enzymy na monosacharidy. Ve druhé fázi se odbourává každá molekula glukosy ve sledu reakcí na dvě molekuly pyruvátu. Během tvorby pyruvátu vznikají dva typy aktivovaných přenašečových molekul (čtyři molekuly ATP a dvě molekuly NADH). [16]

Glykolýza je série deseti enzymově katalyzovaných reakcí. [8]

##### *1. krok:*

Reakcí s ATP se glukosa fosforyluje za přítomnosti enzymu hexokinasy na glukosa – 6 – fosfát.

##### *2. krok:*

Vzniklá glukosa – 6 – fosfát se pomocí enzymu glukosa – 6 – fosfátisomerasy isomeruje na fruktosa – 6 – fosfát.

##### *3. krok:*

Fruktosa – 6 – fosfát se působením enzymu fosfofruktokinasy za přítomnosti ATP fosforyluje na fruktosu – 1,6 – bisfosfát, která je vhodná ke štěpení na tříuhlíkaté meziprodukty.

##### *4. krok:*

Fruktosa – 1,6 – bisfosfát se pomocí enzymu aldolasy štěpí na dva tříuhlíkaté fragmenty.

##### *5. krok:*

Dihydroxyacetonfosfát, jeden z produktů štěpení, se isomeruje na glyceraldehyd – 3 – fosfát, který je druhým produktem štěpení. To vše probíhá za působení enzymu triosafosfátisomerasy.

6. *krok:*

Glyceraldehyd – 3 – fosfát se oxiduje a fosforyluje koenzymem  $\text{NAD}^+$  v přítomnosti enzymu glyceraldehyd – 3 – fosfátdehydrogenasy a hydrogenfosfátového iontu a vzniká 3 – fosfoglyceroyl – fosfát.

7. *krok:*

Z karboxylové skupiny je fosfátová skupina přenesena na ADP a za činnosti enzymu fosfoglycerátkinasy vzniká ATP a 3 – fosfoglycerát.

8. *krok:*

Enzymem fosfoglycerátmutasou se přemění 3 – fosfoglycerát na 2 – fosfoglycerát.

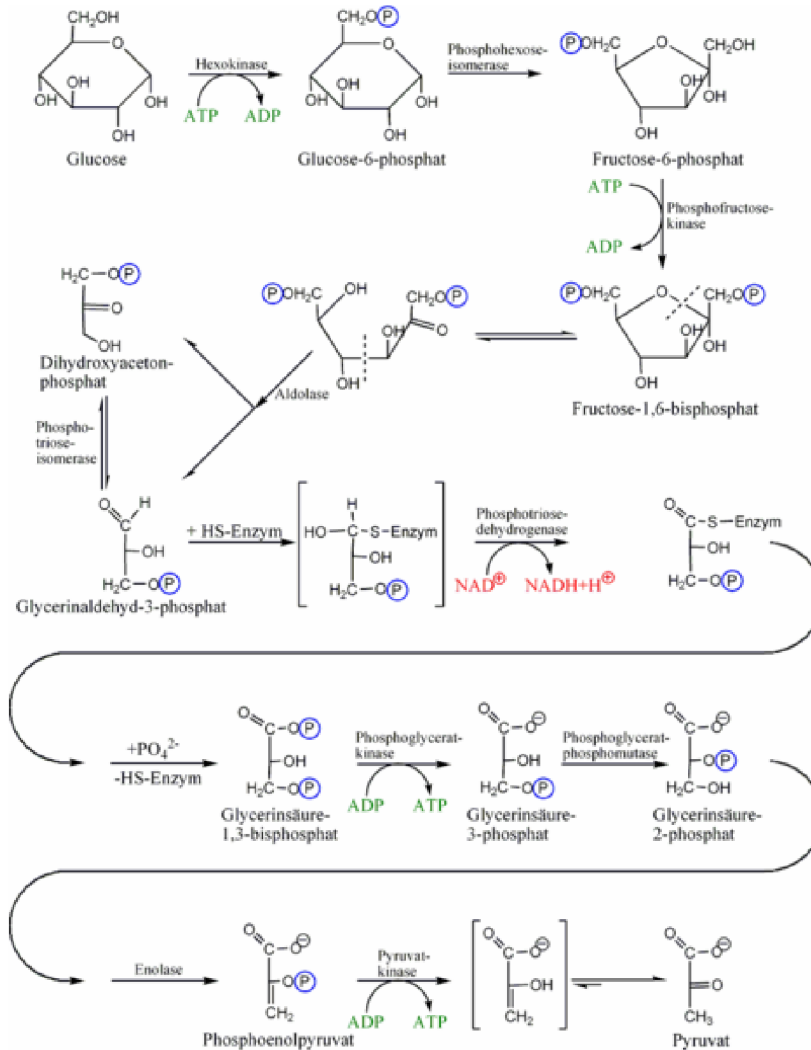
9. *krok:*

2 – fosfoglycerát velmi snadno podléhá dehydrataci za přítomnosti enzymu enolasy, která způsobí jeho přeměnu na fosfoenolpyruvát.

10. *krok:*

Z fosfoenolpyruvátu je enzymem pyruvátkinásou katalyzován přenos fosfátové skupiny na ADP, tudíž vzniká ATP a pyruvát (výsledný produkt glykolýzy).

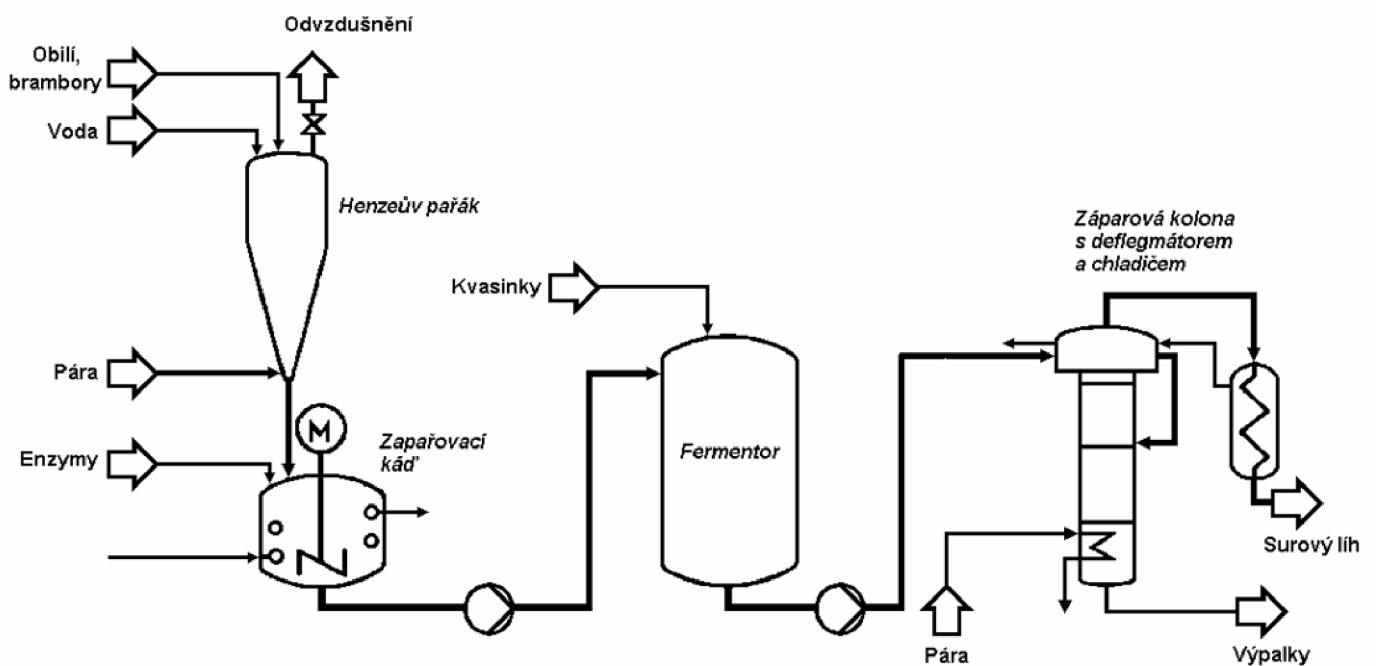
Pyruvát je dále dekarboxylován účinkem pyruvátdekarboxylasy na acetaldehyd a oxid uhličitý. Nakonec se acetaldehyd redukuje na ethanol alkoholdehydrogenasou s  $\text{NADH}$ . [11]



Obrázek 13: Glykolýza [14]

## 5. Výroba pálenek

V ovocnářských lihovarech se dělí výroba pálenek na přípravu suroviny, přípravu kvasu, kvašení, destilace a rektifikace, úprava destilátu a uskladnění destilátu. [2]



Obrázek 14: Schéma lihovaru [1]

## 5.1 Příprava surovin

Pro výrobu kvasu je vhodné využívat pouze zdravé a nepoškozené ovoce, v případě použití ovoce nahnilého a jinak poškozeného je nutné tento typ ovoce uchovávat odděleně od zdravého a zpracovat přednostně. [18]

Tvrdé druhy ovoce (jablka, hrušky, meruňky) se proplachují vodou. Ovoce bobulové a jiné měkké ovoce se nepropírá z důvodu poškození ovoce a vyluhování velkého množství cukrů. Na výrobu pálenek není vhodné ovoce nezralé. [2]

Do rmutu by měla přicházet surovina odstopkovaná, zbavená třapin a bez listů. Ze zelených částí rostlin se v průběhu kvašení vyluhovávají chlorofylová barviva a třísloviny, které propůjčují lihovině nepřijemnou drsnou až svíravou chuť. [1]

## 5.2 Příprava kvasu

Očesané a sebrané ovoce se uskladňuje na tenké vrstvě do té doby, dokud není dané suroviny dostatečné množství pro založení kvasu. [2]

Pokud je ovoce plně vyzrálé a změkklé, stačí je dopravit do kvasných kádí bez jakékoliv předchozí úpravy. Tužší ovoce (švestky, slívy, třešně, meruňky, ...) je lepší vždy rozmačkat či rozdrtit. Stačí pouhé namáčknutí plodu tak, aby vytékala šťáva. [1]

Ovoce se drtí na rotačních mlýnech. Poté jsou rozmělněné suroviny lisovány přes síta s určitou velikostí ok, abychom oddělili dužninu od semen a pecek. [18]

Dbá se na to, aby nedošlo k rozdrčení pecek. Z jader pecek se vyluhovávají hořké látky, které poskytují prekurzory pro tvorbu kyanidů a ethylkarbamátu. [1]

Nadrčené a lisované ovoce se plní do kvasné kádě. Nádoba se pečlivě uzavře a udržuje v teplejším prostředí, aby se břečka přivedla brzy do kvasu. Kvasný proces probíhá dokonaleji jen v roztocích (v dostatečně řídkém prostředí). Rozdrčením ovoce se uvolní potřebné množství šťávy, cukry se rovnoměrně rozdělí a kvasinkám je umožněno rychlejší množení. [2]

## 5.3 Kvašení

Kvašení je štěpení látek za pomoci mikroorganismů nebo jejich enzymů, přičemž uvolňované teplo slouží buňce kvasného mikroorganismu jako energie k životním pochodům. [2]

Kvasinky a fermentační poměry jsou jedny z nejdůležitějších faktorů ovlivňujících chuť, vůni a aroma alkoholických nápojů. [19]

K fermentačním procesům jsou užívány rozmanité živiny. Díky jejich dostupnosti jsou vhodnými k přípravě médií pro fermentaci různých uhlovodíků a bílkovinných materiálů. [20]

Cílem kvašení není pouze maximální produkce ethanolu, ale také tvorba celé řady sensoricky významných látek, které vytvářejí typický charakter výsledného produktu. [1]

### 5.3.1 Kvasné nádoby

Jsou většinou uzavřené a opatřené kvasným uzávěrem. Dříve byly používány i kádě otevřené. Původní kádě byly dřevěné o objemu 3 – 10 m<sup>3</sup>, novější jsou železobetonové nebo kovové o objemech do 30 m<sup>3</sup>. Plní se asi do 4/5 svého objemu. [2]

V průběhu fermentace se na povrchu tvoří deka (matolinový koláč), ve které v otevřených kádích dochází k oxidačním procesům. Deky se sbírá a likviduje. [1]

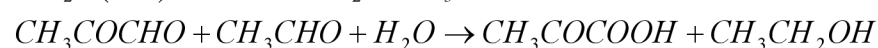
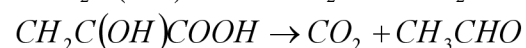
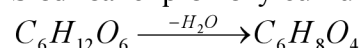
### 5.3.2 Chemický mechanismus kvašení

Alkoholové kvašení cukru je složitý biochemický proces, při kterém vznikají z 1 molekuly cukru 2 molekuly ethanolu a 2 molekuly oxidu uhličitého. Mimo tyto dva hlavní produkty vzniká i trocha glycerinu, případně jiných látek, což závisí na povaze kvasinek a substrátu. Ideální rovnice pro rozpad cukru je Guy-Lussacova rovnice:  $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$ .

Tato rovnice však nevysvětluje složitý průběh štěpení molekuly cukru. Přímě zkvasitelné cukry jsou pouze D-glukosa, D-fruktosa a D-manosa, souhrnně nazývané zymohexosy. [2]

Mechanismus reakcí, kdy je cukr konvertován na alkohol, je velmi složitý. Neuberger dokázal, že alkoholové fermentaci velmi spolehlivě podléhají hydroxy a keto kyseliny. Jedna z nejdůležitějších sloučenin je kyselina pyrohroznová, která je zkvasitelná všemi mikroorganismy. [21]

Sled reakcí přeměny cukru na ethanol dle Neubergera: [21]



Mnoho alkoholů může být tvořeno takto bez produkce více než jedné molekuly glycerolu. [21]

### 5.3.3 Vedlejší produkty

#### a) Přiboudlina

Hlavní součástí přiboudliny jsou vyšší alkoholy ( $C_3 - C_5$ ) vznikající z dusíkatých organických látek. [1]

Isoamylalkohol vzniká z leucinu a je hlavním podílem přiboudliny. Dodává lihu přiboudlou vůni a palčivou příchut'. [2]

#### b) Oxid uhličitý

Vzniká a uvolňuje se při fermentaci. Kapalný oxid uhličitý bývá používán v potravinářském průmyslu. [1]

#### c) Acetaldehyd

Acetaldehyd vzniká jako meziprodukt fermentace a jeho koncentrace se zvyšuje během destilace. [10]

#### d) Kyseliny

Při destilaci kvasu přecházejí netěkavé kyseliny do výpalků, kdežto těkavé kyseliny se dostávají do alkoholu buď volné nebo vázané na ethanol. Tyto potom tvoří hlavní podíl buketových látek pálenky. [2]

#### e) Estery

Dostávají se do pálenky z kvasu nebo se tvoří při zrání z alkoholů a kyselin. Estery ovlivňují chuť i vůni pálenek a tvoří podstatnou část buketových látek. [19]



#### **f) Kyanovodík**

Tvoří se v kvasu připraveném z peckatého ovoce. Jeho výchozí látkou je heteroglykosid a amygdalin, přítomný v jádrech. Množství přítomného kyanovodíku je závislé na množství rozmělněných pecek v kvasu. [2]

#### **5.3.4 Kultury kvasinek**

Suroviny, jako třeba ovoce, si s sebou přináší do břečky potřebné množství kvasinek, které brzy zahajují kvašení (spontánní kvašení). Naopak u surovin, jako např. obilí, musíme břečku zakvasit kvasinkovou kulturou z propagační stanice (řízené kvašení). [22]

Poměrně nejčistšího kvašení se docílí použitím čistých kvasničných kultur. Břečky rychleji prokvašují, kvašení je bezpečnější, kvasy nejsou tak náchylné k octovatění a pálenky bývají jemnější. Rozvoj škodlivých mikroorganismů je už z počátku utlumen rychle vznikajícím ethanolem a oxidem uhličitým. Čistá kultura dodaná z propagační stanice se musí nejdříve rozmnožit, aby množství kvasinek stačilo na dané množství břečky. [2]

Většinou se však využívá přirozené mikroflóry, kterou si ovoce s sebou přináší. Jsou zde zastoupeny nejružnější mikroorganismy (kvasinky, bakterie a plísně). V této fázi je nutný co nejrychlejší začátek kvašení, aby nemohlo dojít k rozvinutí činnosti nežádoucích mikroorganismů a tzv. zvrhnutí kvašení. [1]

Při nedostatku živin se musí kvasinkovité kultury přiživovat. Většinou se je třeba přiživovat kvasy z čistých kultur, kvasy s přirozenou mikroflórou nemají ve většině případů nedostatek živin. Nejčastěji jsou kvasy ochuzeny o dusíkaté látky a fosfor. Fosfor se dodává vodním výluhem superfosfátu a dusík síranem amonným, popř. obě látky diamoniumfosfátem. [7]

#### **5.3.5 Vliv teploty**

Z hlediska kvality destilátu je výhodnější studenější vedení kvašení, při kterém vzniká méně vedlejších produktů kvašení. Naopak vyšší teplota urychluje kvašení. Je známo, že slivovice z kvasů, u kterých teplota nepřestoupila 10°C (tzv. studené kvašení) byla lepší kvality. [1]

Klasický postup periodického kvašení probíhá v kvasných kádích. Zákvasná teplota se volí kolem 25°C a v průběhu kvašení se chlazením udržuje na 30°C. Takovýto způsob vedení teploty má za cíl vytvořit zpočátku pro kvasinky dobré podmínky pro růst a současně zhoršit podmínky pro bakterie. [17]

Při studeném vedení kvasu bývají pálenky velmi kvalitní, jemné chuti a obsahují méně vyšších alkoholů, jelikož autolyzovaných kvasinek je v kvasu poměrně málo. [18]

Vyšší teplota fermentace podporuje vznik přiboudliny. Kvašení při vyšších teplotách produkuje větší množství esterů. [19]

Kvašením teplota stoupá. Vysokou teplotou se připravuje vhodné prostředí pro octové kvašení a mimo se zvětšují ztráty alkoholu, jelikož kvasinky se brzy vyčerpávají, odumírají a zplodiny jejich rozkladu zvyšují obsah přiboudliny. [22]

Doba, kterou potřebuje určitá surovina k úplnému prokvašení, není stejná (třešně 10 – 14 dní při vyšších teplotách, švestky 4 – 6 týdnů při 18 – 20°C). Zpravidla však bývá teplota nižší než 18 – 20°C a kvašení trvá až 8 týdnů i déle. Hlavní kvašení trvá jen několik dní a poté pozvolna přechází do období mírného dokvašování. Konec kvasného procesu je patrný z toho, že neuniká oxid uhličitý a hrubší částice kvasu (slupky, apod.), udržované při hladině pomocí oxidu uhličitého a vyšší hustoty kvasu, klesají pozvolna ke dnu. [2]

## 5.4 Destilace a rektifikace

Hlavním cílem je získat destilát s odpovídajícími sensorickými vlastnostmi, které jsou typické a charakteristické pro daný druh pálenky.

Destilace a rektifikace se provádí dvoustupňově na zařízeních označovaných „pot – still“. V prvním stupni jde o vydestilování veškerého ethanolu (lutru) z kvasu. Tento destilát se podrobuje druhé destilaci (rektifikaci), jejímž cílem je frakcionace jednotlivých složek, které se jímají odděleně. Čímž dochází k dalšímu zesílení lihovitosti a získání produktu požadovaných sensorických vlastností. Jednotlivé frakce se dělí na úkap, jádro a dokap. Nej kvalitnější je jádro. Úkap a dokap nejsou pro další využití v potravinářství vhodné. **[1]**

Během destilace dochází ke změně jak sensorických vlastností destilátu, tak i množství těkavých látek. Netěkavé látky včetně polyfenolů a organických kyselin jsou během destilace odstraněny. Složení destilátu je určeno mnoha faktory (např. typem destilátu, stupněm rektifikace a frakcí zvolenou jako základ destilátu. **[19]**

## 5.5 Zrání destilátu

Destiláty mají bezprostředně po destilaci a rektifikaci nevyváženou chuť, toto i ostatní sensorické vlastnosti pálenek se z větší části dotvoří až během zrání destilátu. Po náhlých a dramatických změnách ve složení destilátu uskutečněných během kvašení a destilace pomalu reagují chemické složky destilátu a dosahují rovnováhy, z čehož vyplývají pozvolné změny v chuti, vůni a aromatu. **[19]**

Proces zrání destilátu ve vhodných nádobách je jedním z nejdůležitějších činitelů ovlivňujících jakost konečného výrobku. Při zrání, nejčastěji v dubových soudcích, dochází v destilátu k řadě fyzikálně-chemických změn, které mají rozhodující vliv na chuťovou a vonnou složku destilátu. **[1]**

## 6. Závěr:

Můžeme narazit na spoustu druhů pálenek a destilátů. Všechny se vyznačují svou charakteristickou vůní a chutí. Ačkoliv aroma jednotlivých pálenek je určováno jednotlivými sloučeninami obsaženými v kvasu a jejich chemickými změnami během kvašení a následné destilace, nikdy nemůžeme s určitostí říct, jaké bude výsledné aroma daného destilátu. Toto vše může být během celého procesu výroby pálenky ovlivněno spoustou faktorů, např. biochemickými procesy u kvašení, zanesením kontaminantů do kvasu, nedůsledným postupem při destilaci a v neposlední řadě také dokonalostí a délkou zrání destilátu, a nádobami, ve kterých je destilát při zrání ponechán. Většinou používané dřevěné sudy, které udělají pálenkám charakteristické senzorycké vlastnosti (např. u whisky se používají sudy po jiných druzích destilátů, což z velké části způsobuje charakteristickou chuť whisky), mohou touto svou charakteristickou vlastností i škodit. Některé pálenky (např. třešňovice) citlivé na přestup senzoryckých látek ze dřeva sudu do destilátu se musí skladovat v nádobách z jiného materiálu (sklo, ...).

Přední vlastnosti pálenek jsou taky určovány typem kvasné kultury, která je vybrána pro daný proces. Nevýhodou čistých kultur dodaných z propagačních stanic je přiživování různými látkami (nejčastěji dusíkatými a fosforečnými). Přirozené kultury není třeba přiživovat, jelikož kvašené ovoce má dostatek živin, které jsou nutné pro zásobení kultury a její správnou funkci.

Při procesu kvašení je důležitým faktorem, který ovlivňuje kvalitu pálenek, teplota. Z práce vyplynulo, že kvasinky působící na jednotlivé suroviny a způsobující proces kvašení, mají teplotní optimum, při kterých probíhá jejich růst a množení nejintenzivněji, mezi 25 až 30°C, ale horní hranice tohoto optima už vytváří velmi vhodné prostředí pro růst bakterií. Takže i přes toto teplotní optimum je lepší vést kvašení při nižších teplotách (asi 10°C), kdy proces kvašení sice probíhá pomaleji, ale výsledná pálenka má jemnější chuť, mnohem vyšší kvalitu a nevzniká tolik vedlejších produktů. Kdežto naopak u vyšších teplot hrozí kontaminace bakteriemi, kterým je poskytnuto vhodné prostředí pro růst a množení. Prokazatelně také vzniká větší množství vedlejších produktů, které u výroby pálenek nejsou žádané, jelikož se musí složitými procesy odstraňovat. Produktem je pálenka horší kvality a nevyrovnané chuti.

Výroba pálenek je většinou i způsob, jak se zbavit přezrálého často i nahnilého a jinak poškozeného ovoce. Ovšem pokud má být výsledná pálenka dobré kvality s vyrovnanou chutí a dobrými senzoryckými vlastnostmi, mělo by se na výrobu těchto destilátů používat pouze zdravé ovoce, které je dostatečně vyzrálé, tudíž obsahuje hodně zkvasitelných cukrů.

Žádný z kroků výroby pálenky by se neměl podceňovat, protože při nedůsledném postupu mohou v kvasu a i při dalších procesech vznikat nežádoucí někdy až toxické látky (např. methanol ve větším množství), které mohou mít neblahý vliv na zdraví konzumentů.

## Seznam použitých zdrojů:

- [1] Kadlec P. a kol.: *Technologie potravin II*. 1. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko – technologická, 2002. 236 s. ISBN 80-7080-510-2.
- [2] Dyr J.: *Výroba slivovice a jiných pálenek*. 2. vyd. Praha: Vesmír, 1945. 170 s.
- [3] *ACS Publications* [databáze online]. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta chemická, 2009. Dostupné z URL <<http://pubs.acs.org>>. Databáze chemických článků.  
Mattheis P. J., Buchanan A. D., Fellman K. J.: *Change in apple fruit volatiles after storage in atmospheres inducing anaerobic metabolism* [online]. 2002, May [cit. 29.4.2009].
- [4] Lehmann H.: *Čiření ovocných šťáv*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1990. 189 s. ISBN 80-03-00300-8
- [5] Waisser K., Palát K., Jr.: *Bioorganická chemie*. 2. vyd. Praha: Karolinum, 2001. 306 s. ISBN 80-246-0382-9
- [6] Velíšek J.: *Chemie potravin 1*. 2. vyd. Tábor: Osis, 2002. 331 s. ISBN 80-86659-00-3
- [7] Pelikán M., Dudáš F., Míša D.: *Technologie kvasného průmyslu*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1996. 135 s. ISBN 80-7157-240-3
- [8] McMurry J. (přeložili Jonas J., Klinotová E., Klinot J., Liška F., Potášek M., Svoboda J., Trnka T.): *Organická chemie*. 1. vyd. Brno: Vutium, 2007. 1176 s. ISBN 978-80-214-3291-8
- [9] Velíšek J.: *Chemie potravin 2*. 2. vyd. Tábor: Osis, 2002. 320 s. ISBN 80-86659-01-1
- [10] *ACS Publications* [databáze online]. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta chemická, 2009. Dostupné z URL <<http://pubs.acs.org>>. Databáze chemických článků.  
Garca-Llobodanin L., Achaerandio I., Ferrando M., Gell C., Lpez F.: *Pear Distillates from Pear Juice Concentrate: Effect of Lees in the Aromatic Composition* [online]. 2007, March [cit. 29.4.2009].
- [11] kol. autorů: *Biochemie – Základní kurz*. 3. vyd. Praha: Karolinum, 2005. 239 s. ISBN 80-7184-936-7
- [12] Velíšek J.: *Chemie potravin 3*. 2. vyd. Tábor: Osis, 2002. 368 s. ISBN 80-86659-02-X
- [13] Görner F., Valík L': *Aplikovaná mikrobiologie poživatin*. 1. vyd. Bratislava: Malé centrum, 2004. 528 s. ISBN 80-967064-9-7
- [14] Rosypal S. a kol.: *Nový přehled biologie*. 1. vyd. Praha: Scientia, 2003. 797 s. ISBN 80-7183-268-5
- [15] Šilhánková L.: *Mikrobiologie pro potravináře a biotechnology*. 3. vyd. Praha: Academia, 2002. 363 s. ISBN 80-200-1024-6
- [16] Hrstka M.: *Obecná biologie*. 1. vyd. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta chemická, 2005. 112 s. ISBN 80-214-3057-5
- [17] Drdák M., Studnický J., Márová E., Karovičová J.: *Základy portavinárských technologií*. 1. vyd. Bratislava: Malé centrum, 1996. 512 s. ISBN 80-967064-1-1
- [18] *ACS Publications* [databáze online]. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta chemická, 2009. Dostupné z URL <<http://pubs.acs.org>>. Databáze chemických článků.  
Loesecke W. H., Mottern H. H., Pulley N. G.: *Wines, Brandies, and Cordials from Citrus Fruits* [online]. 2002, May [cit. 29.4.2009].
- [19] Lea H. G. A., Piggott R. J.: *Fermented Beverage Production*. 1<sup>st</sup> ed. London: Blackie Academic and Professional, 2000. 428 s. ISBN 0-7514-0027-0
- [20] *ACS Publications* [databáze online]. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta chemická, 2009. Dostupné z URL <<http://pubs.acs.org>>. Databáze chemických článků.  
Perlman D., Tempel E. A., Brown E. W.: *Fermentation* [online]. 2002, May [cit. 29.4.2009].

- [21] *ACS Publications* [databáze online]. Brno:Vysoké učení technické, Fakulta chemická, 2009. Dostupné z URL <<http://pubs.acs.org>>. Databáze chemických článků.  
Backhaus A. A.: *Ethyl Alcohol* [online]. 2002, May [17.3.2009].
- [22] *ACS Publications* [databáze online]. Brno:Vysoké učení technické, Fakulta chemická, 2009. Dostupné z URL <<http://pubs.acs.org>>. Databáze chemických článků.  
Humphrey A., Deindoerfer F.: *Fermentation. Unit Processes Review* [online]. 2002, May [29.4.2009]