Technologie výroby zkvašeného jablečného moštu typu cider

Marek Kubáň

Bakalářská práce
2019

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav technologie potravin
akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení:	**Marek Kubáň**
Osobní číslo:	**T16300**
Studijní program:	**B2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor:	**Chemie a technologie potravin**
Forma studia:	**kombinovaná**
Téma práce:	**Technologie výroby zkvašeného jablečného moštu typu cider**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. **Charakteristika zkvašeného jablečného moštu typu cider.**
2. **Technologie výroby zkvašeného jablečného moštu typu cider.**
3. **Mikrobiální kultury využívané na výrobu zkvašeného jablečného moštu typu cider.**
4. **Faktory ovlivňující organoleptické vlastnosti zkvašeného moštu typu cider.**
5. **Možná rizika konzumace zkvašeného moštu typu cider.**

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1] FORBES, K. Domácí vaření piva: vaříme si vlastní pivo, připravujeme víno a cider. Praha: Svojtka & Co., 2013. ISBN 9788025612477.
[2] MADRERA, R. R., HEVIA, A.G., GARCÍA, N.P., SUÁREZ VALLES, B. Evolution of aroma compounds in sparkling ciders. LWT – Food Science and Technology. 2008, vol. 41, no.10, p. 2064–2069. DOI: 10.1016/j.lwt.2007.12.005. ISSN 00236438.
[3] SUÁREZ VALLES, B., PANDO BEDRIÑANA, R., LASTRA QUEIPO, A., MANGAS ALONSO, J.J. Screening of cider yeasts for sparkling cider production (Champenoise method). Food Microbiology. 2008, vol. 25, no. 5, p. 690–697. DOI: 10.1016/j.fm.2008.03.004. ISSN 07400020.
[4] BANSAL, R.A., TADROS, S., BANSAL, A.S. Beer, Cider, and Wine Allergy. Case Reports in Immunology. 2017, p. 1–4. DOI: 10.1155/2017/7958924. ISSN 2090–6609.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Zuzana Míšková, Ph.D.**
Ústav technologie potravin

Datum zadání bakalářské práce: **2. února 2019**

Termín odevzdání bakalářské práce: **15. května 2019**

Ve Zlíně dne 2. února 2019

L.S.

doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

doc. Ing. Jiří Mlček, Ph.D.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: Kubáň Marek Obor: Chemie a technologie potravin

P R O H L Á Š E N Í

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby [1)];
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 [2)];
- beru na vědomí, že podle § 60 [3)] odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 [3)] odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně .....

.....

[1] *zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:*
(1) Vysoká škola nevýdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.
(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.
(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.
[2] *zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:*
(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).
[3] *zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:*
(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.
(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.
(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Bakalářská práce pojednává o zkvašeném jablečném moštu typu cider. Konkrétně se tato práce zabývá charakterizací, technologií výroby tohoto nápoje a mikrobiálními kulturami využívanými k výrobě cideru. V této práci jsou navíc popsány faktory ovlivňující organoleptické vlastnosti ciderů a možná rizika spojená s konzumací těchto nápojů.

Klíčová slova: cider, jablečný mošt, technologie výroby, kvasinky, alkoholové kvašení, organoleptické vlastnosti, rizika konzumace, legislativa.

ABSTRACT

This bachelor thesis treats about cider type fermented apple must. Specifically, the thesis deals with characterization, production technology of this beverage and microbial cultures used for the production of cider. Moreover, there are described factors influencing ciders organoleptic properties and possible risks connected with these beverages consumption.

Keywords: cider, apple must, production technology, yeasts, alcoholic fermentation, organoleptic properties, consumption risks, legislation.

Chtěl bych poděkovat paní Ing. Zuzaně Míškové, Ph.D. za ochotný přístup a odborné vedení při vzniku této práce.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD **9**

TEORETICKÁ ČÁST **10**

1 CHARAKTERISTIKA ZKVAŠENÉHO JABLEČNÉHO MOŠTU TYPU CIDER **11**

1.1 CIDER DLE VYHLÁŠKY Č. 248/2018 SB. 11

1.1.1 Přechodná ustanovení 12

1.1.2 Vymezení pojmu cider 12

1.1.3 Členění na druhy a skupiny 13

1.1.4 Požadavky na jakost 13

1.2 OZNAČOVÁNÍ 14

1.3 MAXIMÁLNÍ LIMITY VYBRANÝCH LÁTEK 14

1.4 ODRŮDY JABLEK 16

2 TECHNOLOGIE VÝROBY ZKVAŠENÉHO JABLEČNÉHO MOŠTU TYPU CIDER **19**

2.1 VÝBĚR OVOCE 19

2.1.1 Chemické složení jablek a hrušek 20

2.2 TŘÍDĚNÍ A PRANÍ 22

2.3 DRCENÍ 23

2.4 LOUŽENÍ 24

2.5 LISOVÁNÍ 25

2.6 PŘEDFERMENTAČNÍ OPERACE 25

2.6.1 Čiření moštu 26

2.6.2 Měření hustoty 26

2.6.3 Síření 27

2.7 KVAŠENÍ 27

2.7.1 Kvasinky 28

2.7.2 Průběh kvašení 30

2.8 LAHVOVÁNÍ 31

3 MIKROBIÁLNÍ KULTURY VYUŽÍVANÉ NA VÝROBU ZKVAŠENÉHO JABLEČNÉHO MOŠTU TYPU CIDER **32**

3.1 ČISTÉ MIKROBIÁLNÍ KULTURY 32

4 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ ORGANOLEPTICKÉ VLASTNOSTI ZKVAŠENÉHO MOŠTU TYPU CIDER **34**

4.1 VADY ZKVAŠENÉHO MOŠTU TYPU CIDER 34

5 MOŽNÁ RIZIKA KONZUMACE ZKVAŠENÉHO MOŠTU TYPU CIDER 35
5.1 PATULIN 35
5.2 OXID SIŘIČITÝ A SIŘIČITANY 36
ZÁVĚR 38
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY 39
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK 44
SEZNAM OBRÁZKŮ 45
SEZNAM TABULEK 46
SEZNAM PŘÍLOH 47

ÚVOD

Zkvašený jablečný mošt typu cider je alkoholický nápoj vyrobený ze specifických skupin jablek. Každá skupina jablek je jedinečná svým chemickým složením a organoleptickými vlastnostmi, což se výrazně projevuje na charakteru zkvašeného moštu. V České republice musí nápoj cider splňovat obsah etanolu v rozmezí 1,2 až 8,5 % objemových. Pro státy Evropské unie jsou pak v platnosti i maximální limity určitých látek v cideru.

Dnes je cider celosvětově populární, přičemž ho produkuje více než 25 zemí. V České republice lze pokládat za významný rok 2010, kdy vznikl první komerční český cider. Právě od roku 2010 vzniklo několik dalších českých výrobců, přičemž se cider stává stále oblíbenějším.

Výroba zkvašeného moštu typu cider se skládá z několika částí, ve kterých se uplatňují konkrétní technologie. Počátek výroby spočívá ve správném výběru jablek, která se následně zpracovávají na jablečnou šťávu určenou ke kvašení. Během procesu kvašení přeměňují buňky kvasinek nízkomolekulární sacharidy na etanol a oxid uhličitý. Touto přeměnou se získá zkvašený jablečný mošt, který se stáčí a zpravidla lahvuje.

Proces kvašení je běžně řízen aplikováním čisté mikrobiální kultury do jablečné šťávy. Použitím dané čisté mikrobiální kultury lze odhadnout konečnou chuť a aroma zkvašeného moštu. Výsledný zkvašený mošt může také projevovat vady neboli nežádoucí organoleptické vlastnosti. Je možné se těmto vadám vyvarovat na základě znalostí výroby zkvašeného moštu. Rovněž je možno vyvarovat se moštům s vysokým obsahem zdravotně škodlivých látek, jako například patulin, oxid siřičitý a siřičitany. Znalost výroby může ochránit lidské zdraví a zefektivnit výrobu.

TEORETICKÁ ČÁST

1 CHARAKTERISTIKA ZKVAŠENÉHO JABLEČNÉHO MOŠTU TYPU CIDER

Cider je alkoholický nápoj vyrobený řízeným kvašením jablečné šťávy, který obsahuje 1,2 až 8,5 % objemových etanolu. Obdobným nápojem je **perry**, který je vyroben řízeným kvašením hruškové šťávy. Zkvašením jablečné šťávy nad 8,5 % objemových etanolu lze získat jablečné víno [1,2].

První doložené písemnosti o výrobě fermentované jablečné šťávy pochází od Římanů, kteří v 1. století našeho letopočtu obývali Středomoří. Výroba tohoto alkoholického nápoje se postupně šířila napříč Evropou, kdy až roku 1150 se o tomto nápoji jako o „cideru“ zmiňuje anglická kniha Žaltář cambridgský. V roce 1588 vznikl první vědecký spis o cideru (De vino et pomaceo), který napsal osobní lékař Karla IX mistr Julien Le Paulmier.[3,4].

Dnes je zkvašený jablečný mošt typu cider celosvětově produkován více než 25 zeměmi. Mezi nejvýznamnější patří Anglie, Švýcarsko, Belgie, Španělsko, USA, Kanada, Brazílie, Argentina, Chile a Paraguay. Zkvašený jablečný mošt je v Anglii a Česku znám jako „cider“, ve Francii jako „cidre“, v Španělsku a Brazílii jako „sidra“, v Argentině a Paraguayi jako „cidra“, v Německu jako „apfelwein“ a v USA jako „hard cider“. V USA představuje osamocené slovo „cider“ nefermentovanou jablečnou šťávu [5].

V českých prodejních sítích se cider vyskytuje od roku 1992, kdy zde byl exportován ze zahraničí. První český cider byl vyroben v roce 2010 společností Mad Apple. Od roku 2010 vzniklo několik nových českých výrobců, přičemž cider stále roste na své popularitě [6].

1.1 Cider dle vyhlášky č. 248/2018 Sb.

V České republice je zkvašený jablečný mošt „**cider**“ neboli „**cidr**“ definován ve vyhlášce č. 248/2018 Sb., o požadavcích na nápoje, kvasný ocet a droždí, ze dne 24. října 2018. Tato vyhláška nabývá účinnosti ode dne 1. prosince 2018 [1,8].

Vyhláška je podzákonným právním předpisem Ministerstva zemědělství, a stanoví § 18 odst. 1 písm. a), b), g) a h) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů [1,8].

1.1.1 Přechodná ustanovení

V období ode dne 31. prosince 1997 do dne 30. listopadu 2018 byla pro cidery v účinnosti vyhláška č. 335/1997 Sb., pro nealkoholické nápoje a koncentráty k přípravě nealkoholických nápojů, ovocná vína, ostatní vína a medovinu, pivo, konzumní líh, lihoviny a ostatní alkoholické nápoje, kvasný ocet a droždí [7].

Z přechodných ustanovení v § 38 vyhlášky č. 248/2018 Sb. vyplývá [1]:

1) cidery lze vyrábět, označovat a uvádět na trh podle vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 335/1997 Sb., ve znění účinném přede dnem nabytí účinnosti vyhlášky č. 248/2018 Sb., do 1. prosince 2019;

2) cidery uvedené na trh nebo označené v souladu s vyhláškou Ministerstva zemědělství č. 335/1997 Sb., ve znění účinném přede dnem nabytí účinnosti vyhlášky č. 248/2018 Sb., mohou být prodávány do vyprodání zásob.

1.1.2 Vymezení pojmu cider

Pro účely vyhlášky č. (dále jen vyhláška) je v § 11 rozuměn **ciderem** nebo též **cidrem** nápoj vyrobený úplným nebo částečným alkoholovým kvašením čerstvé nebo koncentrované jablečné šťávy nebo sušené jablečné šťávy, ke které byla přidána voda, nebo jejich směsi; přídavek vody, cukru a nejvýše 25 % objemových jiné šťávy, a to před i po kvašení; aromatizace přírodními aromatickými látkami z ovoce je možná; přípustné je též přidání čerstvé nebo koncentrované jablečné šťávy po kvašení a upravení obsahu oxidu uhličitého jeho přidáním nebo částečným či úplným odstraněním; přípustné je rovněž použití sušených nebo koncentrovaných potravin přidávaných v průběhu výroby pro jejich barvicí účinek [1].

Obdobně je v § 11 vyhlášky rozuměn nápoj **perry** neboli **hruškový cidre**, což je nápoj vyrobený úplným nebo částečným alkoholovým kvašením čerstvé nebo koncentrované hruškové šťávy nebo sušené hruškové šťávy, ke které byla přidána voda, nebo jejich směsi; přídavek vody, cukru a nejvýše 25 % objemových jiné šťávy, a to před i po kvašení; aromatizace přírodními aromatickými látkami z ovoce je možná; přípustné je též přidání čerstvé nebo koncentrované hruškové šťávy po kvašení a upravení obsahu oxidu uhličitého jeho přidáním nebo částečným či úplným odstraněním, přípustné je rovněž použití sušených nebo koncentrovaných potravin přidávaných v průběhu výroby pro jejich barvicí účinek [1].

1.1.3 Členění na druhy a skupiny

Cider, společně s nápojem perry, se člení dle přílohy č. 6 vyhlášky na jednotný druh „**cidre (cider) a perry**“ (viz Tabulka 1). Z tohoto začlenění také vyplývá, že nápoj cider se smí v Česku označovat jako „cidre“ nebo „cider“, a nápoj perry se smí označovat jako „perry“ [1].

Tabulka 1: Začlenění cideru dle vyhlášky č. 248/2018 Sb. Převzato z [1].

druh	skupina
ovocná vína	stolní
	polosladká
	dezertní
	dezertní kořeněná
	perlivá
	likérová
ostatní vína	bylinná
	sladová
cidre (cider) a perry	
medovina (medové víno)	
dezertní medovina	s přídavkem lihu
	s přídavkem cukru
	s přídavkem vína
	s přídavkem (uvede se použitá kombinace výše uvedených složek)
rýžové víno (saké)	

1.1.4 Požadavky na jakost

Na cidery jsou kladeny chemické požadavky podle tabulky 2 v příloze č. 5 vyhlášky (viz Tabulka 2) [1].

Tabulka 2: Chemické požadavky na cider dle vyhlášky č. 248/2018 Sb. Upraveno dle [1].

druh	obsah etanolu v % objemových	obsah těkavých kyselin v g/l nejvýše	obsah cukru v g/l	bezcukerný extrakt v g/l
cidry a perry	nejméně 1,2 a nejvýše 8,5	1,4	-	-

1.2 Označování

Dle **nařízení Evropského parlamentu a rady (EU) č. 1169/2011**, ze dne 25. října 2011, o poskytování informací o potravinách spotřebitelům, je nutno na etiketě cideru označit **obsah alkoholu v procentech objemových** a **látky vyvolávající alergie nebo nesnášenlivost**. V cideru se látkami vyvolávajícími alergie nebo nesnášenlivost myslí výhradně **oxid siřičitý a siřičitany** v koncentracích vyšších než 10 mg/kg nebo 10 mg/l. Oxid siřičitý a siřičitany se vyjadřuji jako celkový oxid siřičitý (SO_2), a na etiketu se uvádějí slovy „obsahuje siřičitany“ [9].

1.3 Maximální limity vybraných látek

Nařízení Komise (ES) č. 1881/2006, ze dne 19. prosince 2006, stanoví maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách, včetně cideru a jeho výrobních surovin (viz Tabulka 3). V jablkách jsou sledovány těžké kovy jako **olovo** (maximální přípustná hodnota 0,10 mg/kg čerstvé hmotnosti) a **kadmium** (maximální limit 0,050 mg/kg čerstvé hmotnosti). V cideru se může vyskytovat silně toxický mykotoxin **patulin** v maximálním množství 50 μg/kg (tj. 0,05 mg/kg). V konzervovaném cideru může být nanejvýš 100 mg **cínu** na jeden kilogram čerstvé hmotnosti [10].

Tabulka 3: Maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách dle nařízení Komise (ES) č. 1881/2006. Vytvořeno dle [10].

Sledovaný mykotoxin/kov	Potravina	Maximální limit [v daných jednotkách]
Patulin	Lihoviny, jablečné víno a jiné **fermentované nápoje získané z jablek nebo obsahujících jablečnou šťávu**	50 [μg/kg]
Olovo	**Ovoce** kromě bobulovin a drobného ovoce	0,10 [mg/kg čerstvé hmotnosti]
Kadmium	Zelenina a **ovoce** kromě listové zeleniny, čerstvých bylinek, hub, řapíkaté a stonkové zeleniny, piniových oříšků, kořenové zeleniny a brambor	0,050 [mg/kg čerstvé hmotnosti]
Cín	**Konzervované nápoje** včetně ovocné a zeleninové šťávy	100 [mg/kg čerstvé hmotnosti]

Cider a perry mohou obsahovat pouze takové **přídatné látky**, které jsou vypsány v **nařízení Komise (EU) č. 1129/2011**, ze dne 11. listopadu 2011. Dané nařízení Komise (EU) č. 1129/2011 tvoří seznam potravinářských přídatných látek, kterým se mění příloha II nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1333/2008 o potravinářských přídatných látkách. Každá povolená přídatná látka má určené maximální množství (mg/l cideru či perry) a je označena určitým E-kódem (viz Tabulka 4) [11].

Tabulka 4: Maximální množství povolených přídatných látek v cideru a perry dle nařízení Komise (EU) č. 1129/2011. Upraveno dle [11].

E-kód	Název přídatné látky	Maximální množství (mg/l)	***Poznámky**
E 200–203	Kyselina sorbová – sorbany	200	1), 2)
E 220–228	Oxid siřičitý – siřičitany	200	3)
E 242	Dimetyldiuhličitan	250	
E 338–452	Kyselina fosforečná – fosforečnany – di-, tri- a polyfosforečnany	1 000	1), 4)
E 405	Propan-1,2-diol-alginát	100	
E 473–474	Estery sacharózy s mastnými kyselinami – sacharoglyceridy	5 000	1)
E 900	Dimetylpolysiloxan	10	
E 950	Acesulfam K	350	
E 951	Aspartam	600	
E 954	Sacharin a jeho sodné, draselné a vápenaté soli	80	52)
E 955	Sukralóza	50	
E 959	Neohesperidin DC	20	
E 961	Neotam	20	
E 962	Sůl aspartamu-acesulfamu	350	11), 49), 50)
E 999	Extrakt kvilajové kůry	200	45)

***Poznámky:**

1) přídatné látky lze přidat jednotlivě nebo v kombinaci;

2) maximální množství se vztahuje na součet a množství jsou vyjádřena jako volné kyseliny;

3) maximální množství vyjádřená jako SO_2 (oxid siřičitý) se vztahují k celkovému množství dostupnému ze všech zdrojů; obsah SO_2 nepřevyšující 10 mg/kg nebo 10 mg/l se považuje za nulový;

4) maximální množství je vyjádřeno jako P_2O_5 (oxid fosforečný);

11) limity jsou vyjádřeny jako: a) ekvivalent acesulfamu K, anebo b) ekvivalent aspartamu;

45) vyjádřeno jako bezvodý extrakt;

49) maximální použitelná množství jsou odvozena od maximálních použitelných množství, která platí pro jejich jednotlivé součásti, aspartam (E 951) a acesulfam K (E 950);

50) v případě E 951 a E 950 nesmí dojít k překročení množství použitím soli aspartamu-acesulfamu, ať už samotné, nebo v kombinaci s E 950 nebo E 951;

52) maximální použitelná množství jsou vyjádřena jako volný imid (cyklický amid dikarboxylové kyseliny) [11].

1.4 Odrůdy jablek

Důležitou součástí výroby zkvašeného jablečného moštu, resp. cideru, je správný výběr jablek. Obecně platí, že chuťově vyvážený cider není vyroben z jediné odrůdy jablek [3].

Jablka určená na výrobu cideru se obvykle odlišují od stolních odrůd jablek menší velikostí a vysokým obsahem taninů (tj. tříslovin), které jsou důležité pro fixaci aromatických látek. Na základě chuti se jablka pro výrobu cideru člení na čtyři základní skupiny [3]:

1) sladká jablka – bohatá na cukry, které se při kvašení přeměňují na alkohol; jsou zdrojem příjemné sladké chuti cideru;

2) hořkosladká – podílejí se na stabilizaci obsahu alkoholu v cideru; měla by být základem všech jablečných směsí pro výrobu cideru;

3) trpká nebo hořká – disponují vysokým obsahem taninu, který ulehčuje vyčištění cideru, usnadňuje jeho uchovávání a dodává mu větší plnost; měla by tvořit asi třetinu směsi jablek;

4) kyselá – velmi bohatá na kyselinu jablečnou; dávají cideru určitou svěžest a chrání ho před nemocemi a ztmavnutím; měla by se přidávat v omezeném množství, neměla by však chybět.

Každá skupina jablek, charakteristická svou chutí, zahrnuje typické odrůdy jablek (viz Tabulka 5) [3].

Tabulka 5: Členění jablek pro výrobu cideru na základě chuti. Vytvořeno dle [3].

Skupina jablek	Charakteristika skupiny jablek	Příklady českých odrůd jablek
Sladká	Vysoký obsah zkvasitelných cukrů	Prima, Matčino, Double, Diadém, Rubín, Bohemia, Gold bohemia, Šampion, Golden delicious, Bláhovo oranžové
	Zdroj příjemné sladké chuti cideru	
Hořkosladká	Stabilizace obsahu alkoholu v cideru	Red delicious, Starkrimson delicious, Florina, Boskopské, Spartan
	Doporučená jako základ jablečných směsí pro výrobu cideru	
Trpká nebo hořká	Vysoký obsah taninu podporující čištění, skladování a plnou chuť cideru	Topas, Starking, Gold Star, Angold, Gloster
	Měla by tvořit přibližně třetinu směsi	
Kyselá	Velmi bohatá na kyselinu jablečnou	Melodie, mírně kyselá Rosana, Otava, Melrose, Denar, Ontario, Zvonkové
	Dávají cideru určitou svěžest, chrání ho před nemocemi a ztmavnutím	
	Měla by se přidávat v omezeném množství, neměla by však chybět	

Podle doby dozrávání v určitém ročním období se jednotlivé odrůdy jablek rozdělují na tři skupiny: **letní**, **podzimní až raně zimní** a **zimní**. Každá z těchto skupin je pak vhodná na určitý typ cideru (viz Tabulka 6) [3].

Letní jablka nelze dlouhodobě uchovávat. Musí být zpracována v období, kdy je ještě velmi horko. Proces kvašení je proto rychlý a velmi těžko kontrolovatelný. Výsledkem kvašení je cider, který se značí jako suchý (**sec** nebo **brut**) [3].

Podzimní až raně zimní jablka jsou pro výrobu cideru nejvhodnější. Vyrábí se z nich cider polosuchý (**demi-sec**) [3].

Zimní jablka lze pro výrobu cideru použít až tehdy, kdy jsou polotvrdá. Po sklizni se proto nechávají částečně dozrát. Cider z nich je sladký (**doux**) [3].

Tabulka 6: Spojitost jednotlivých typů cideru s odrůdami jablek dozrávajících v určitém ročním období. Upraveno dle [3].

Skupina odrůd jablek	Typ cideru	
	Název	Obsah alkoholu v % objemových
Letní	Suchý (sec nebo brut)	více než 5 %
Podzimní až raně zimní	Polosuchý (demi-sec)	3 % – 5 %
Zímní	Sladký (doux)	méně než 3 %

Správný výběr odrůd jablek pro cider, kdy je zásadní i jejich hmotnostní poměr, je záležitostí spočívající na zkušenostech daného výrobce. Z těchto důvodů řada výrobců zachovává základní receptury ciderů od svých předchůdců [3].

2 TECHNOLOGIE VÝROBY ZKVAŠENÉHO JABLEČNÉHO MOŠTU TYPU CIDER

Výroba zkvašeného jablečného moštu typu cider se skládá z osmi hlavních částí, mezi které se v chronologické návaznosti řadí [3,12]:

1) **výběr ovoce**;

2) **třídění ovoce**;

3) **praní ovoce**;

4) **drcení ovoce**;

5) **loužení ovocné drtě**;

6) **lisování ovocné drtě**;

7) **kvašení ovocného moštu**;

8) **lahvování zkvašeného ovocného moštu**.

Jednotlivé technologie výroby uvedených osmi hlavních částí výroby zkvašeného jablečného moštu typu cider jsou uvedeny v následujících samostatných podkapitolách [3,12].

2.1 Výběr ovoce

Aromatická vyváženost cideru je výrazně ovlivněna výběrem jablek, který se provádí zejména na základě znalostí specifických vlastností jablečných odrůd a chuťových vlastností jablek (viz kap. 1.3) [3].

Dle české vyhlášky č. 248/2018 Sb. lze k cideru přidat 25 % objemových jiné šťávy [1]. Nejčastěji se využívá šťávy z hrušek. Z tohoto důvodu se kapitola „Výběr ovoce“ zabývá jak jablky, tak hruškami. Další kapitoly pojednávají výhradně o jablečném cideru, resp. o cideru vyrobeném pouze z jednoho druhu ovoce – jablek. Příměs hrušek k jablkům dodává moštům lahodnější a kořenitou chuť. Hrušky určené k moštování jsou například hruška Korutanská, Eisiedelská nebo Weilerova. Tyto hrušky obsahují oproti konzumním hruškám relativně více kyselin [3,13].

2.1.1 Chemické složení jablek a hrušek

V této kapitole se jako „ovoce“ rozumí jablka a hrušky (specifické hodnoty viz tabulky 7–10). Čerstvé plody jablek a hrušek jsou z převážné části tvořeny vodou (kolem 84 %), zbytek (přibližně 16 %) tvoří sušina. Voda v ovoci představuje nezbytné prostředí, ve kterém se odehrávají biochemické, mikrobiální a fyziologické děje. Například relativně nižší výtěžnost moštu lze přisoudit schopnosti vody vázat koloidní částice. Jablka disponují kyselým pH o průměrné hodnotě 3,2, což je hodnota o čtyři desetiny kyselejší než u hrušek [13].

Tabulka 7: Hodnota pH a průměrný obsah vody a sušiny ve vybraném ovoci. Upraveno dle [13].

Ovoce	Jablka	Hrušky
pH [-]	3,20	3,60
Voda [% hmotn.]	83,70	83,66
Sušina [% hmotn.]	16,30	16,34

Sladkou chuť ovoci dodávají monosacharidy **fruktóza**, **glukóza** a disacharid **sacharóza**. Jejich obsah se zvyšuje při zrání plodů [13,14].

V ovoci se vyskytuje zásobní polysacharid **škrob**. Ukládá se ve formě škrobových zrn, ve vodě je nerozpustný a v období zrání plodů se jeho obsah snižuje vlivem přeměny na cukr. Škrob je složen ze dvou polysacharidových řetězců – amylózy a amylopektinu [13,14].

Celkovou strukturu plodům dodává **vláknina**, která se nachází převážně ve slupce. Z nutričního hlediska je nevyužitelným polysacharidem. Součástí vlákniny je lignin, což je polyfenolická látka. Vlákninu dělíme na rozpustnou, která má schopnost v trávicím traktu fermentovat a být zdrojem energie, a nerozpustnou, která v trávicím traktu nefermentuje a není zdrojem energie. Mezi vlákninu se řadí i **pektinové látky** neboli pektiny, což jsou lineární polysacharidy galakturonové kyseliny. Dělí se podle rozpustnosti ve vodě na rozpustné a nerozpustné. V průběhu zrání ovoce prodělávají pektiny řadu změn a při konečném dozrání ovoce se poté rozpadají na kyselinu pektinovou a metanol. U dozrávajících jablek způsobují moučnatění, u hrušek měknutí dužiny. Obsah pektinových látek činí chuť ovoce plnější a jemnější. Vyšší obsah pektinů činí cider hůře filtrovatelným a méně čirým [13,14].

Součástí plodů jsou makromolekulární dusíkaté látky – **bílkoviny**, které jsou stavebními složkami buněk a nositeli biochemických projevů života, avšak v ovoci se vyskytují v malém množství [13,14].

Trpkost neboli počitek způsobující svírání sliznice ústní dutiny, vytvářejí polyfenolické látky zvané **třísloviny**. Tyto látky snadno interagují s bílkovinami a mohou v moštech tvořit zákaly. Případným poškozením slupky ovoce a působením kyslíku, třísloviny podléhají enzymové oxidaci za vzniku polymerních hnědě až červeně zbarvených látek (enzymové hnědnutí ovoce). Třísloviny jsou schopné odbourávat volné radikály a působit antioxidačním účinkem. V jablkách a hruškách se například vyskytují proanthokyanidiny katechin a epikatechin [13,14,15].

Ve vodě disociujícími látkami na vodíkové ionty, jsou **kyseliny**. Organické kyseliny se v ovoci vyskytují přirozeně. Jablka a hrušky jsou relativně bohatá na kyselinu jablečnou. V menší míře se mohou vyskytovat kyseliny salicylová a šťavelová. Kyseliny dávají ovoci kyselost a cideru dodávají na svěžesti. Při dozrávání ovoce jejich obsah prudce klesá [13,14].

Tabulka 8: Průměrný obsah významných látek ve vybraném ovoci. Upraveno dle [13].

Ovoce	Cukry [%]	Vláknina [%]	Kyseliny [%]	Třísloviny [%]
Jablka	10,50	1,50	0,80	0,10
Hrušky	9,59	2,16	0,35	0,05

Jablka a hrušky obsahují hydrofilní **vitaminy** B_1, B_2, B_3, C a lipofilní vitamin A. Nejhojnější výskyt vitaminu C je v slupkách plodů. K největším ztrátám vitaminů dochází při tepelné úpravě, zejména během vaření a pečení. Vitaminy jsou exogenně nezbytnými biokatalyzátory heterotrofních organizmů, které nejsou schopny samy vytvářet organické látky z látek anorganických. Výjimku u člověka představuje niacin neboli vitamin B_3, který lidský organizmus dokáže v omezeném množství syntetizovat z kódující aminokyseliny tryptofanu [13,14].

Tabulka 9: Průměrný obsah vitaminů ve vybraném ovoci v mg na 100 g jedlého podílu. Upraveno dle [13].

Ovoce	Vitamin B_1 (tiamin)	Vitamin B_2 (riboflavin)	Vitamin B_3 (niacin)	Vitamin C (L-askorbová kyselina)	Vitamin A (retinol)
Jablka	35	26	180	7	16
Hrušky	17	33	80	4	5

V jablkách a hruškách se nachází řada **minerálních látek**, například draslík, fosfor, vápník, hořčík, sodík, jód, železo a měď. V relativně větších množstvích se v plodech vyskytuje draslík – k správnému osmotickému tlaku buněk, fosfor – důležitý pro energetický metabolizmus (součást ATP), vápník – potřebný pro přenos nervových vzruchů. Koncentrace minerálních látek v ovoci jsou výrazně ovlivněny pěstováním, kdy samotná půda určená k pěstování může vykazovat relativně vyšší či nižší množství daných minerálních látek [13,14].

Tabulka 10: Průměrný obsah minerálních látek ve vybraném ovoci v mg na 100 g jedlého podílu. Upraveno dle [13].

Ovoce	Draslík (K)	Fosfor (P)	Vápník (Ca)	Hořčík (Mg)	Sodík (Na)	Jód (I)	Železo (Fe)	Měď (Cu)
Jablka	126,00	10,10	7,40	2,60	1,70	1,50	0,32	0,08
Hrušky	115,00	21,00	16,00	9,00	1,90	0,90	0,28	0,09

Plody jablek koncentrují převážnou část **vonných látek** ve slupce. Hrušky naopak v dužině. Vonné látky se vytrácejí při tepelných úpravách. Společnou vonnou látkou jablek a hrušek je ketonová látka hexanal, která je nositelem tzv. zelené vůně [13,14,16].

2.2 Třídění a praní

Vybrané typy jablek k výrobě zkvašeného jablečného moštu typu cider se musí důkladně přebrat a vytřídit podle kvality. Třídění probíhá zpravidla ručně. Eliminují se jablka nevyzrálá, příliš měkká, velikostně nevyhovující, povrchově poškozená. Plesnivá, nahnědlá či zčernalá jablka mohou obsahovat nežádoucí mykotoxiny, například silně toxický patulin,

proto se musí taktéž odstranit. Součástí třídění je i ruční odstranění hrubých nečistot (např. listy, tráva, zemina) [3,13].

Získaná protříděná jablka je zapotřebí vyčistit od veškerých hrubých a jemných nečistot. Zdravotně rizikovými nečistotami jsou rezidua chemických kontaminantů, které souvisejí s aplikovanými ovocnářskými postřiky (pesticidy) během pěstování. K vyčištění jablek se užívá proces propíraní jablek v teplé vodě (kolem 30 °C). Průmyslově se využívají **bubnové nebo kartáčové pračky**. Po procesu praní následuje vždy sprchový oplach jablek studenou pitnou vodou [3,13,17].

2.3 Drcení

Procesem drcení se vhodně rozruší celistvost jablek, jejich pletiv a buněk. Tato dezintegrace vede k snazšímu, rychlejšímu a vyššímu výtěžku jablečné šťávy při procesu lisování. Rozdrcená jablka se označují jako jablečná drť [3,13,18]. Vhodná velikost částic jablečné drtě je asi 3 mm, menší částice by mohly způsobit tvorbu tuhého a nepropustného výlisku při lisování, který by niterně zadržoval žádanou šťávu. Během drcení je rovněž důležité zachovat celistvost jablečných semen. Rozrušená semena uvolňují kyanogenní glykozid amygdalin, který je ve vyšším množství pro tělo toxický, a navíc je nositelem hořké chuti [19].

K drcení ovoce se převážně používají drtiče válcové a diskové, nebo zařízení zvané „pulpmaster“, anebo se ovoce drtí použitím dřevěné palice v dřevěné nádobě [3,13].

Válcový drtič je zařízení opatřené násypkou, prostřednictvím které je vkládané ovoce vertikálně dopravováno k rotujícímu válci opatřenému hroty. Rotující válec je poháněn motorem, a ovoce, které na rotující válec dopadá, je drceno pomocí třecí síly. Pod zařízením je umístěna sběrná nádoba pro dopadající ovocnou drť [13].

Diskový drtič pracuje na obdobném principu jako válcový drtič. Ovoce je zde však drceno rotující deskou, na které se nachází drtící nože či hroty [13].

Zařízení „**pulpmaster**“ (viz Obrázek 1) se skládá z 80 cm dlouhého ocelového prutu, na jehož jednom konci jsou do kříže přivařené lamely. Součástí tohoto zařízení je kbelík s víkem. Uprostřed víka je otvor na zmíněný ocelový prut, který se jím prostrčí. Víko s prostrčeným ocelovým prutem se upíná do elektrické vrtačky, která uvede ocelový prut do rotačního pohybu kolem jeho hlavní osy, čímž dodá pohyb i přivařeným lamelám, které mají schopnost drtit ovoce umístěné v kbelíku „pulpmasteru“ [3,13].

Obrázek 1: Zařízení „pulpmaster“. Upraveno dle [13].

2.4 Loužení

Jablečná drť je složena z pevných nadrcených částic jablek a uvolněné jablečné šťávy neboli moštu. Kontaktem částic jablek s uvolněnou jablečnou šťávou dochází k extrakci látek z částic jablek do moštu. Tento proces se nazývá loužení [3,20,21].

Proces loužení jablečné drtě probíhá ve vlastní šťávě při teplotě asi 7–10 °C po dobu 6–12 hodin ve stinném prostředí. Čím více je jablečná drť hrubší, tím delší je doba loužení [3,20,22]. Dobře promíchaná a vlastní šťávou zatopená jablečná drť se nechává loužit v uzavřených dřevěných sudech nebo plastových nádobách. Uzavřený prostor zamezí přístupu kyslíku a většímu rozvoji mikroorganizmů. Během loužení se do moštu uvolňuje žádaný **pektin** rozpustný ve vodě, čímž mošt nabyde na plnější chuti a lépe se pak čistí. Uvolňování pektinu může zvýšit přídavek **pektolytických enzymů** do jablečné drtě bezprostředně před loužením. Pektolytické enzymy neboli pektinázy jsou enzymy zvané hydrolázy, jež katalyzují hydrolýzu pektinu ve vodě. Pektinázy se do drtě přidávají buď v kapalné, anebo sypké formě. Jejich přídavek také zlepšuje lisovatelnost drtě. Mimo jiné hydrolýzu pektinu přirozeně katalyzují enzymy plodů jablek, a to enzym pektinmetylesteráza (PME) a enzym kvasinek polygalakturonáza. Do jablečné šťávy se extrahují i **dusíkaté látky**, které jsou následným cenným zdrojem živin pro kvasinky ve fermentačním procesu. Vlivem pletivového kyslíku za součinnosti přirozeně se vyskytujících enzymů dochází k oxidaci fenolových sloučenin, což vede ke vzniku charakteristického **hnědého zbarvení**. Pletivový kyslík je postupně spotřebováván některými buňkami, až k jejich odumření, díky čemuž

jablečná drť nabyde na zvýšené **mikrobiologické čistotě**. Celkově loužení přispívá k lepší **vylisovatelnosti** jablečné drtě a získání moštu [3,20,21].

2.5 Lisování

Separaci moštu z jablečné drtě umožňuje působením tlakových sil proces lisování. K lisování se využívají zařízení zvané **lisy** (např. hydraulické nebo pneumatické), ze kterých šťáva odtéká přes filtrační přepážku do nádoby. Pevný podíl po lisování se nazývá výlisky neboli pokrutiny [13].

Šťáva je v jablečném pletivu uložena ve formě kapének uvnitř buněk. Z tohoto důvodu je základním předpokladem k získání šťávy rozrušení pletiv a stěn buněk, čehož se docílí právě lisováním. Během lisování dochází k nežádoucí oxidaci ovocného materiálu, proto je zapotřebí jablečnou drť a šťávu minimálně vystavovat vzduchu. Tok lisované jablečné šťávy přes filtrační přepážku (např. nerezovou, anebo tkaninovou) zajistí odstranění nečistot a kalů, které jsou vydatným zdrojem kvasinek a mikroorganizmů. U zfiltrovaného moštu se tak snižuje riziko vzniku nežádoucí rychlé fermentace, během které by mohlo vzniknout nežádoucí aroma. Filtrační přepážka může také odstranit případná rezidua pesticidů. Zbytek po lisování – výlisky, se mohou rozebrat na jemnější pokrutinovou směs, kterou lze znovu lisovat k získání další šťávy, avšak slabší povahy. Výlisky je také možno použít jako krmivo nebo organické hnojivo, anebo k výrobě pektinu [13,20,21].

Efektivita lisování se určuje pomocí **výtěžnosti šťávy**, která udává podíl získaného objemu surové šťávy v litrech k množství použitého ovoce v kilogramech. Její hodnota se uvádí v procentech. Obecně se výtěžnost šťávy z jablečné drti u klasických ručních lisů (stolní, šroubový) pohybuje kolem 50 %. U moderních lisů (hydraulický, pneumatický) je výtěžnost šťávy kolem 70 % [3,13].

2.6 Předfermentační operace

U jablečného moštu, získaného lisováním jablečné drtě, se může zredukovat zákal použitím **čiřících prostředků**. Odstraněním zákalu se zamezí rychlé fermentaci, která by jinak mohla způsobit tvorbu nežádoucího aroma. **Změřením hustoty** moštu se zjistí cukernatost, dle které je možno stanovit potenciální obsah alkoholu po fermentaci moštu. **Síření** pak zamezuje nežádoucí mikrobiální kontaminaci jablečné šťávy [3,20].

2.6.1 Čiření moštu

Typickým ošetřením jablečného moštu před kvašením je čiření pomocí moštových čiřidel, která mošt zbavují nežádaného zákalu. Běžně se používá **moštový bentonit**, jehož částice nesou záporný elektrický náboj a vytváří vazbu s koloidními částicemi, nejčastěji s bílkovinami a aminokyselinami. Bentonit tak strhává do sedliny na dně nádoby i potřebné aminokyseliny, které jsou důležitými prekurzory aromatických látek a jejich odstranění snižuje aromatický potenciál moštu. Aminokyseliny jsou taktéž cenným zdrojem živin pro kvasinky ve fermentačním procesu. Ze zmíněných důvodů se musí s aplikací bentonitu zacházet obezřetně. Po vyčiření moštu a změření jeho hustoty (viz kap. 2.6.2), je zapotřebí mošt **zfiltrovat** (např. přes tkaninu) do nádob určených ke kvašení. Nádoby určené ke kvašení musí být vysířeny (viz kap. 2.6.3) [20,21].

2.6.2 Měření hustoty

Po lisování jablečné drtě se stanovuje hustota čerstvého odkaleného moštu z důvodu zjištění kvality zpracovaných jablek. Čím vyšší je hodnota hustoty moštu, tím více obsahuje sušiny, včetně cukrů (viz Tabulka 11). Na základě měření hustoty tak lze zjistit **cukernatost** neboli obsah cukrů v moštu. Dle cukernatosti se může stanovit potenciální hodnota alkoholu, jelikož během kvašení se právě cukry přeměňují na alkohol. K měření hustoty nebo cukernatosti jablečného moštu se používá například [3,13]:

cejchovaný hustoměr – stanovuje hustotu šťávy v (kg/dm^3), respektive v (kg/l);

normalizovaný moštoměr – udává počet kilogramů cukrů ve 100 litrech moštu (°NM);

Klosterneuburský moštoměr – udává počet kilogramů cukrů ve 100 kilogramech moštu (°Kl, taktéž °KMW, Klosterneuburger Mostwaage);

Oechsleho moštoměr – udává rozdíl hustoty moštu a vody, násobený 1000 (např. 83 °Oe odpovídá hustotě 1,083 g/1);

cejchovaný refraktometr – měří index lomu, který je závislý na hustotě moštu (v jednotkách °Bx, které udávají počet gramů rozpuštěných cukrů ve 100 gramech moštu).

V „**příloze I**“ se nachází tabulka, která porovnává hodnoty hustoty jablečného moštu s údaji moštoměrů (normalizovaný, Klosterneuburský, Oechsleho). Hustota jablečného moštu byla změřena cejchovaným hustoměrem [3].

Tabulka 11: Vztah mezi kvalitou jablek a naměřenou hustotou jablečného moštu. Upraveno dle [3].

Hustota jablečného moštu [kg/dm^3]	Kvalita jablek
1,047 – 1,056	Podprůměrná
1,057 – 1,065	Průměrná
1,066 – 1,070	Dobrá
> 1,070	Výtečná až excelentní

2.6.3 Síření

Jako prevence před intoxikací bakteriálního a plísňového původu se používá **síření**. Síří se jak nádoby určené k fermentaci, tak samotný mošt. K vysíření nádob a moštu se používají **syřidla** – roztok oxidu siřičitého (SO_2), anebo práškový disiřičitan draselný ($K_2S_2O_5$). Nádoby lze sířit i zápalnými sirnými plátky [3,19,20,21].

V případě síření moštu před fermentací se volí takové dávky syřidla, které jsou dostatečné k potlačení aktivity nežádoucích mikroorganizmů, a zároveň neovlivní aktivitu žádoucích kvasinek. Například nežádoucí octové bakterie mají letální dávku oxidu siřičitého již při 50 mg SO_2/l, zatímco žádoucí kvasinky *Saccharomyces cerevisiae* tolerují dávku až šestkrát vyšší [3].

2.7 Kvašení

Jablečný mošt upravený příslušnými předfermentačními operacemi (viz kap. 2.6) se nechává fermentovat neboli kvasit. Kvašení je složitý biochemický děj, při kterém chemoorganotrofní mikroorganizmy a jejich enzymy přeměňují organické látky na látky energeticky chudší. Fermentace se dělí na aerobní (kvašení citrónové nebo octové) a anaerobní (kvašení alkoholové, máselné, mléčné nebo propionové) [14]**.** U výroby alkoholického nápoje typu cider probíhá hlavně **alkoholové kvašení** formou glykolýzy (viz Obrázek 2), kdy za anaerobních podmínek dochází k přeměně zkvasitelných sacharidů (glukóza, fruktóza, sacharóza) na etanol a oxid uhličitý dle **Gay-Lussacovy rovnice** [23]**:**

$$\mathbf{C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 \cdot C_2H_5OH + 2 \cdot CO_2}.$$

Z dané stechiometrické rovnice pak vyplývá, že ze 100 gramů zkvasitelného cukru (glukóza – $C_6H_{12}O_6$) v moštu potenciálně vznikne 51,1 gramů etanolu ($2 \cdot C_2H_5OH$) a 48,9 gramů oxidu uhličitého ($2 \cdot CO_2$) [23,24].

2.7.1 Kvasinky

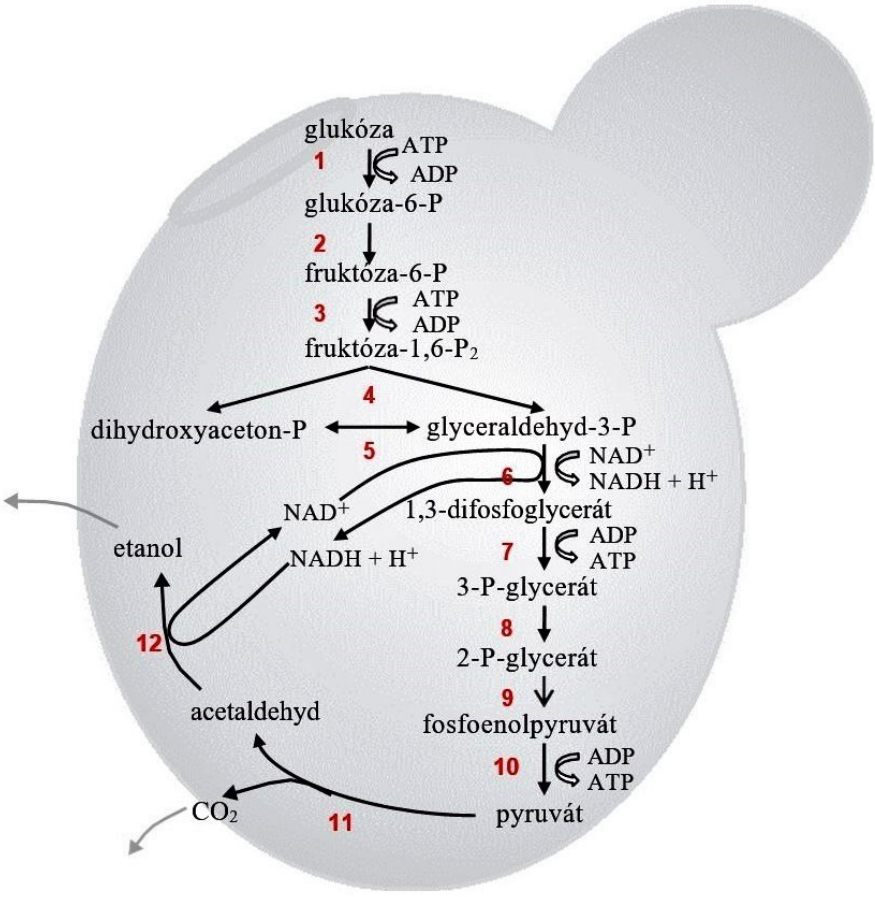
Alkoholové kvašení se provádí zejména pomocí **čistých kultur kvasinek**, což jsou kultury získané rozmnožením (běžně nepohlavně – pučením) jedné vegetativní buňky [24]. Využívají se převážně kvasinky rodu ***Saccharomyces*** [19,20,25,26], které se taxonomicky řadí do domény *Eukarya*, říše *Fungi*. Dle způsobu rozmnožování jsou zařazeny do oddělení *Ascomycota* (vřeckovýtrusé houby), pododdělení *Saccharomycotina*, řádu *Saccharomycetales*, třídy *Saccharomycetaceae* [27]. Nejvyužívanější druh k výrobě cideru a různých vín z ovoce je ***Saccharomyces cerevisiae*** (*S. cerevisiae*). Běžně se distribuuje čistá kultura *S. cerevisiae* v sušené formě, která je označována jako **aktivní suché vinné kvasinky** (ASVK) [20,26]. Revitalizace neboli aktivace ASVK probíhá ve vlažné směsi jablečného moštu a cideru (asi po dobu 10 až 15 minut). Zrevitalizované kvasinky se poté přidají do moštu, který se má prokvasit. Většinou se revitalizuje 20 gramů ASVK na 1 hektolitr moštu (resp. 20 gramů ASVK na 100 litrů moštu) [25,28].

Zkvašený mošt typu cider lze vyrobit i **spontánním kvašením**, které probíhá samovolně vlivem přirozeně se vyskytujících mikroorganizmů [26], jako např. *Candida*, *Debaryomyces*, *Hanseniaspora*, *Kloeckera*, *Metschnikowia*, *Pichia*, *Schizosaccharomyces*, *Torulaspora* a *Zygosaccharomyces* [29]. Tyto mikroorganizmy lze označit jako **nesaccharomycetní kvasinky**, jelikož se všechny řadí mezi kvasinky (heterotrofní eukaryotické mikroorganizmy), a zároveň neobsahují kvasinky rodu *Saccharomyces*. Nesaccharomycetní kvasinky se mohou rovněž vyskytovat u vín z různého ovoce, jelikož ovoce jako takové je při pěstování vystaveno vnějším přírodním vlivům a technologie výroby vín je obdobná jako technologie výroby cideru. Uvedené nesaccharomycetní kvasinky se dokáži velmi hojně rozmnožovat a disponují bohatou enzymatickou výbavou. Nejaktivnější jsou na počátku fermentace, kdy tvoří mnoho glycerolu, avšak jsou málo tolerantní k etanolu a pro mnohé z nich je horní hranicí životaschopnosti koncentrace 4 % objemových etanolu v prostředí (moštu). Fermentaci poté ovládne přirozeně se vyskytující rod kvasinek *Saccharomyces*, který je odolnější vůči vyššímu obsahu etanolu v prostředí. V poslední fázi kvašení, resp. se zvyšující se koncentrací etanolu v moštu, se populace kvasinek *Saccharomyces* (převážně *S. cerevisiae*,

S. bayanus, *S. heterogenicus*, *S. oviformis*, *S.pastorianus*, *S. uvarum*) výrazně snižuje, což vede k ukončení vlastního kvasného procesu [29,30].

Mošty lze kvasit i **pomocí zákvasu**, který se připraví zkvašením ovocné šťávy. Šťáva se nechává fermentovat spontánním kvašením nad koncentraci 4 % objemových etanolu. Důvodem je usmrcení nesaccharomycetních kvasinek, které mohou způsobit příliš rychlou fermentaci za vzniku nežádoucího aroma. Takhle připravená zkvašená šťáva (zákvas) se poté inokuluje do moštu, který má kvasit [20,31].

Obrázek 2: Glykolýza zprostředkovaná *Saccharomyces cerevisiae* během alkoholového kvašení. Upraveno dle [5]. *



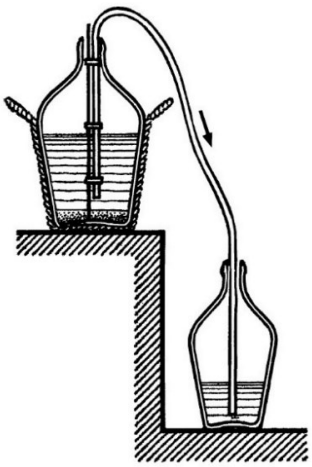
* Poznámky k obr. 3 – katalýza enzymy [5]:

(1) hexokináza;	(2) fosfoglukoizomeráza;
(3) fosfofruktokináza;	(4) aldoláza;
(5) triózafosfátizomeráza;	(6) glyceraldehyd-3-fosfátdehydrogenáza;
(7) fosfoglycerátkináza;	(8) fosfoglycerátmutáza;
(9) enoláza;	(10) pyruvátkináza;
(11) pyruvátdekarboxyláza;	(12) alkoholdehydrogenáza.

2.7.2 Průběh kvašení

Jestliže má kvašení probíhat pomocí čistých kultur kvasinek, musí se preparát kvasinek patřičně zrevitalizovat (viz kap. 2.7.1) a přidat do kvasné nádoby (kvasné nádrže). Kvašení běžně probíhá při pokojové teplotě (cca 20 °C) asi 3 dny, během kterých dochází k tzv. **samočištění** kvašeného moštu. Při samočištění nečistoty klesají ke dnu (odumřelé kvasinky), anebo stoupají vzhůru – pektin s navázanými látkami (princip viz kap. 2.4). Výsledkem samočištění je vyčištěný kvašený mošt a klidnější fermentace, kterou je možno lépe regulovat. Mošt se separuje od nečistot (usazeniny, kaly) stáčením (viz Obrázek 3), resp. **prvním stáčením** (využití principu kapilární elevace a působení gravitační síly). Aby se zabránilo oxidaci kvašeného moštu, tak stáčení probíhá bez přístupu vzduchu pomocí silikonové hadice. Hadice je ponořena v objemu kvašeného moštu tak, aby se nedotýkala nečistot a její druhý konec vede téměř ke dnu druhé kvasné nádoby (nádrže). Druhá kvasná nádoba je umístěna níže, aby se mohlo provést stáčení [3,13,20].

Obrázek 3: Stáčení kvašeného jablečného moštu. Převzato z [13].



Po provedení prvního stáčení nastává fáze **hlavního kvašení** (HK), během kterého se tvoří specifická chuť a aroma cideru. HK začíná postupným obnovováním fermentace, která byla zpomalena samočištěním a prvním stáčením. Vlivem alkoholového kvašení se začne intenzivně vytvářet oxid uhličitý (CO_2), což má za následek zvyšování tlaku v kvasné nádobě a strhávání aromatických a buketních látek. Jestliže by se neprovedlo první stáčení, tak HK by mělo příliš rychlý průběh a vznikající CO_2 by strhával ještě více aromatických a buketních látek. Odchod CO_2 je zajištěn kvasnou zátkou. Zkvašováním cukrů postupně ustává tvorba CO_2. HK probíhá z důvodu žádané pomalé fermentace při nízké teplotě (asi 10 °C), přibližně po dobu 2 až 3 měsíců. Čím méně zbytkového cukru má výsledný cider obsahovat,

tím kratší bude doba trvání HK [3,13,20]. Během HK probíhá zároveň i proces **zrání** neboli jablečno-mléčná konverze, kdy přirozeně se vyskytující bakterie mléčného kvašení (zejména rody *Lactobacillus*, *Leuconostoc* a *Pediococcus*) převádějí kyselinu jablečnou na kyselinu mléčnou. Ostrá kyselost kyseliny jablečné z jablek je nahrazena jemnější kyselostí kyseliny mléčné [20,32]. Po dokončení HK se provede **druhé stáčení** bez přístupu vzduchu, které má obdobný cíl jako stáčení první – odstranění nečistot. U výroby cideru spontánním kvašením se někdy aplikuje i třetí stáčení [3,20].

2.8 Lahvování

Jestliže už zkvašený mošt nekvasí a je klidný, může se **lahvovat** (nejčastěji do skleněné láhve s nerezovou korunkovou zátkou). V opačném případě, kdy zkvašený mošt stále kvasí a je žádáno lahvování, je zapotřebí ho stabilizovat. Často se k stabilizaci cideru využívá procesu **pasterace** v speciálních pasteračních stanicích (průtoková pasterace v deskovém pasteru). Pasterace usmrtí nesporulující vegetativní formy mikroorganizmů a inaktivuje většinu enzymů. Užívá se **pasterace**, kdy je zkvašený mošt vystaven teplotě 65 °C po dobu 10 minut (bod varu etanolu je 78,31 °C). Vlivem pasterace však dochází i k částečné destrukci vitaminů [3,19,33].

3 MIKROBIÁLNÍ KULTURY VYUŽÍVANÉ NA VÝROBU ZKVAŠENÉHO JABLEČNÉHO MOŠTU TYPU CIDER

Jako **mikrobiální kultury** se označují mikroorganizmy kultivované v laboratorních podmínkách na živných médiích. Rozlišují se **mikrobiální kultury čisté**, které jsou kulturou jednoho druhu mikroorganizmu, a **mikrobiální kultury smíšené**, které jsou kulturou několika druhů mikroorganizmů. Kvůli možným synergistickým nebo antagonistickým účinkům různých druhů mikroorganizmů se při výrobě zkvašeného jablečného moštu typu cider používají výhradně čisté mikrobiální kultury. Použití čisté mikrobiální kultury umožňuje lépe řídit proces kvašení než v případě použití smíšených mikrobiálních kultur [19,20,25,26,34].

3.1 Čisté mikrobiální kultury

K výrobě zkvašených jablečných moštů typu cider se využívají čisté kultury kvasinek ***Saccharomyces cerevisiae*** nebo ***Saccharomyces bayanus.*** Obě čisté kultury jsou běžně prodejné v Česku [19,20,25,26]. Název rodu *Saccharomyces* pochází z latinského názvu *saccharo* (cukr) a *myces* (houba), jelikož *Saccharomyces* patří mezi jednobuněčné heterotrofní eukaryotické mikroorganizmy (houby), které dokáží zkvašovat nízkomolekulární sacharidy – cukry (viz Tabulka 12) [27,34].

Tabulka 12: Taxonomie *Saccharomyces cerevisiae* a *Saccharomyces bayanus*. Vytvořeno dle [27].

Doména	*Eukarya*	
Říše	*Fungi*	
Oddělení	*Ascomycotina*	
Pododdělení	*Saccharomycotina*	
Řád	*Saccharomycetales*	
Třída	*Saccharomycetaceae*	
Rod	*Saccharomyces*	
Druh	***Saccharomyces cerevisiae***	***Saccharomyces bayanus***

Tvar kvasinek *Saccharomyces* je okrouhlý nebo vejčitý, velikost se pohybuje okolo 10 μm a rozmnožují se převážně vegetativně multipolárním pučením (vznik pupene na kterémkoliv místě povrchu buňky, nikdy však na tomtéž místě). Rovněž jsou fakultativně anaerobními a mezofilními organizmy. Jejich životní funkce a rozmnožování jsou zachovány při teplotě

vyšší než 5 ºC. Optimální teplota růstu je kolem 30 ºC. Mikrobicidní účinek nastává při 60 ºC až 65 ºC ve vlhkém prostředí po dobu 10 až 15 minut. Optimální pH prostředí pro růst kvasinek *Saccharomyces* je 4,2 až 5,5 [19,27,34,35,36].

Kvasinky *Saccharomyces bayanus* (*S. bayanus*) jsou jednak schopny zkvasit více cukrů než *Saccharomyces cerevisiae (S. cerevisiae*), a jednak jsou i rezistentnější k vyšší hladině alkoholu. Zkvašené mošty s čistou mikrobiální kulturou *S. bayanus* obsahují více siřičitanů než zkvašené mošty s čistou mikrobiální kulturou *S. cerevisiae*. Kvasinky *S. cerevisiae* zkvašují relativně vyrovnaně glukózu a fruktózu oproti *S. bayanus*. S druhem *S. bayanus* mají zkvašené mošty tendenci vykazovat vyšší obsah glycerolu, kyseliny jantarové, acetaldehydu, a zároveň méně kyseliny octové, jablečné a octanu etylnatého, než mošty zkvašené *S. cerevisiae*. S aplikovaným druhem kvasinek *S. bayanus*, zkvašené mošty vykazují aroma citrusových plodů, čímž se odlišuje od *S. cerevisiae* (viz Tabulka 13) [37,38,39].

Tabulka 13: Specifikace čistých mikrobiálních kultur *Saccharomyces cerevisiae* a *Saccharomyces bayanus*. Vytvořeno dle [37,38]. *

Čistá mikrobiální kultura	
Saccharomyces cerevisiae	*Saccharomyces bayanus*
Vyšší obsah kyseliny octové, jablečné a octanu etylnatého ve zkvašeném moštu.	Vyšší obsah siřičitanů, glycerolu, kyseliny jantarové a acetaldehydu ve zkvašeném moštu. Schopnost zkvasit více cukrů. Produkce aroma citrusových plodů.

* Poznámky k tab. 13 – specifické senzorické vlastnosti látek [15,39,40]:

kyselina octová – kyselá chuť;

kyselina jablečná – kyselá chuť;

octan etylnatý – sladké aroma;

siřičitany – štiplavé aroma;

glycerol – sladká chuť;

kyselina jantarová – slaná a hořká chuť;

acetaldehyd – kyselá chuť.

Z uvedených vlastností čistých mikrobiálních kultur (ČMK) lze usoudit, že ČMK *Saccharomyces bayanus* vytváří senzoricky bohatší zkvašené mošty než ČMK *Saccharomyces cerevisiae* [37,38].

4 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ ORGANOLEPTICKÉ VLASTNOSTI ZKVAŠENÉHO MOŠTU TYPU CIDER

Organoleptické vlastnosti zkvašeného moštu typu cider (OVC) jsou takové vlastnosti, které jsou vnímatelné smyslovými orgány. Termín „organoleptický" je využíván pro podněty (podráždění) působící na lidské receptory. Nežádoucí OVC jsou ovlivněny fyzikálními, chemickými nebo biologickými faktory, které způsobují tzv. **vady** [3,15,20].

4.1 Vady zkvašeného moštu typu cider

Příliš trpký zkvašený mošt může mít příčinu v nízké cukernatosti použitých jablek, která byla pravděpodobně nezralá. Vysoká teplota během výroby (velmi rychlé kvašení), anebo pozdně provedené stáčení mohly taktéž způsobit přílišnou trpkost zkvašeného moštu [3,20].

Zkvašený moštu s příliš kyselou chutí může vzniknout zvýšeným množstvím kyseliny octové, kterou vyprodukovaly aerobní bakterie octového kvašení rodu *Acetobacter*. Tento rod se dostává do kvašeného moštu především prostřednictvím vzduchových nečistot, kdy je pak schopen oxidovat etanol na kyselinu octovou. K vysokému růstu *Acetobacter* mohlo dojít například vlivem velkého objemu vzduchu v nádobě při kvašení, kdy se použila příliš velká nádoba vzhledem k objemu kvašeného moštu [3,17,20,24,26].

Sirný zápach zkvašeného moštu vzniká kvůli vyšším dávkám siřičitanů z chybně aplikovaného syřidla. Nositelem sirného zápachu mohou být i rezidua sirných chemických postřiků, které byly aplikovány při pěstování jablek. Jablka určená k výrobě zkvašeného moštu se proto musí důkladně umýt. Jestliže nemají kvasinky při kvašení dostatek potřebných živin (aminokyseliny, vitaminy), jsou vystaveny stresu a mohou redukovat sloučeniny síry až na sirovodík, který způsobuje výrazný sirný zápach. Nedostatek živin pro kvasinky může být způsoben nadměrným čiřením jablečného moštu před kvašením, kdy čiřící prostředek (moštový bentonit) má tendenci strhávat do sedliny i aminokyseliny [3,17,20,26].

Zkvašený mošt s plísňovou pachutí se tvoří z důvodu výskytu mikroskopických vláknitých hub – plísní. Často se do zkvašeného moštu dostávají plísně rodu *Mucor* prostřednictvím hnilobných jablek. Užitím důkladného síření (SO_2) nádob ke kvašení a jablečného moštu se významně snižuje možný výskyt plísní [3,17,20,26].

5 MOŽNÁ RIZIKA KONZUMACE ZKVAŠENÉHO MOŠTU TYPU CIDER

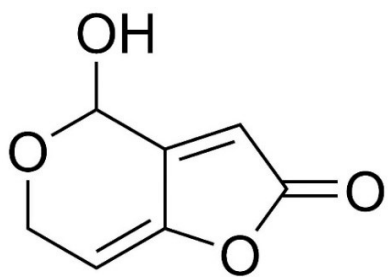
Z hlediska konzumace zkvašeného moštu typu cider se v Evropské unii pokládají za zdravotně rizikové látky **patulin**, **oxid siřičitý** a **siřičitany** [9,10,11].

Na základě **nařízení Komise (ES) č. 1881/2006** o maximálních limitech některých kontaminujících látek v potravinách, se smí v cideru vyskytovat patulin v maximálním množství 50 μg/kg [10]. Dle **nařízení Komise (EU) č. 1129/2011**, kterým se mění nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1333/2008 o potravinářských přídatných látkách, smí být oxidu siřičitého a siřičitanů v cideru maximálně 200 mg/l (vyjádřeno jako SO_2) [11]. U celkové hodnoty oxidu siřičitého a siřičitanů (vyjádřeno jako SO_2), která je vyšší než 10 mg/kg nebo 10 mg/l cideru, se musí u cideru uvést „obsahuje siřičitany“ dle **nařízení Evropského parlamentu a rady (EU) č. 1169/2011** o poskytování informací o potravinách spotřebitelům [9].

5.1 Patulin

Patulin (viz Obrázek 4) se řadí mezi mykotoxiny. Jako mykotoxiny se označují sekundární metabolity mikroskopických vláknitých hub (plísní), nebílkovinné povahy, toxické pro bakteriální, rostlinné, houbové nebo živočišné buňky. Nejvýznamnějšími producenty patulinu jsou mikroskopické houby rodu ***Penicillium***, zvláště druh *Penicillium patulinum* a *Penicillium expansum*, které jsou patogeny mnoha druhů ovoce a zeleniny, především jablek. Tyto patogeny se do ovoce nebo zeleniny dostávají především **prostřednictvím živého vektoru** – hmyzu, který je „přenašečem“. Patulin je karcinogenní, působí zejména na dýchací trakt, vyznačuje se velmi dobrou rozpustností ve vodě a je relativně stabilní v kyselém prostředí (v rozmezí pH 3,0–6,5). Z chemického hlediska ho lze zařadit mezi laktony (cyklické vnitřní estery hydroxykarboxylových kyselin). Systematický název patulinu je **4-hydroxy-4H-furo(3,2-c)pyran-2(6H)-on** [40,41].

Obrázek 4: Strukturní vzorec patulinu. Převzato z [42].



Už nedůkladně vytříděné ovoce pro výrobu zkvašeného moštu zásadně ovlivňuje výskyt patulinu v konečném produktu. Jestliže se při výrobě zkvašeného moštu nevyřadí nahnilé ovoce, tak konečný produkt bude s velkou pravděpodobností obsahovat relativně vyšší hodnoty patulinu. **Získané poznatky a doporučení týkající se kontaminace zkvašeného moštu typu cider patulinem, jsou následující** [40,41]**:**

- odstranění nahnilé části ovoce (mycelia) není pro dekontaminaci dostatečné, protože patulin snadno difunduje do celého objemu zpracovaného ovoce [35,40,41];

- lisování ovoce za studena nemá významný vliv na obsah patulinu;

- fortifikace moštu askorbovou kyselinou zvyšuje rychlost degradace patulinu, zejména při dávce okolo 500 mg askorbové kyseliny na litr moštu;

- zahuštění šťávy vakuovou destilací snižuje obsah patulinu přibližně o 25 %;

- síření, resp. aplikace siřičitanů, významně zrychluje degradaci patulinu;

- pasterace při působení teploty 90 °C po dobu 10 sekund sníží obsah patulinu v moštu asi o 20 %, zato po pasteraci při teplotě 80 °C je snížení obsahu patulinu zanedbatelné;

- dlouhodobý záhřev při 125 °C po dobu 4,5 hodiny sníží obsah patulinu zhruba o 90 %;

- kvašení etanolu vede k relativně rychlému odbourání patulinu;

- při skladování výrobků, zejména za vyšších teplot, dochází k postupnému snižování obsahu patulinu [40,41].

5.2 Oxid siřičitý a siřičitany

Oxid siřičitý (SO_2) a některé jeho sloučeniny – **siřičitany** [např. Na_2SO_3, $NaHSO_3$, $Na_2S_2O_5$, $K_2S_2O_5$, $CaSO_3$, $Ca(HSO_3)_2$, $KHSO_3$; viz Tabulka 14] se používají při výrobě kvašených moštů jako konzervační prostředky (nejčastěji v podobě vodných roztoků) [40,41,43,44]. Ve vodných roztocích oxidu siřičitého (SO_2 se rozpouští až na 9,5 % roztok při 20 °C) vzniká kyselina siřičitá (H_2SO_4), která disociuje v závislosti na pH prostředí až na hydrogensiřičitanové ionty (HSO_3^-), anebo siřičitanové ionty (SO_3^{2-}):

$$SO_2 + H_2O \rightleftarrows H_2SO_3 \rightleftarrows H^+ + HSO_3^- \rightleftarrows 2{\cdot}H^+ + SO_3^{2-},$$

přičemž v zkvašeném moštu typu cider o hodnotě pH 3 až 4 převládají hlavně hydrogensiřičitany (HSO_3^-) [40,41,43].

Proti kvasinkám je účinná hlavně nedisociovaná H_2SO_3. Oxid siřičitý a siřičitany (OSS) celkově inhibují zejména bakterie, méně citlivé jsou kvasinky a plísně. Aplikace OSS u výroby zkvašeného moštu typu cider se provádí zejména kvůli inhibici růstu octových a mléčných bakterií a nesaccharomycetních kvasinek. Oxid siřičitý působí proti některým bakteriím již v koncentracích kolem 1-2 mg/l, kdy se jedná o bakteriostatický účinek. Jeho vyšší koncentrace působí baktericidně. Koncentrace 1-10 mg SO_2 na jeden litr moštu inhibuje mléčné kvašení. Koncentrace SO_2, které inhibují kvasinky a plísně se pohybuje od 0,1 až do 20,2 mg/l, Antioxidační účinek OSS spočívá v reakci s různými složkami mikrobiálních buněk (interakce s tiolovými skupinami strukturních proteinů a enzymů, s kofaktory enzymů, nukleovými kyselinami, lipidy) [40,41].

Dle nařízení Evropského parlamentu a rady (EU) č. 1169/2011 se OSS řadí mezi „látky vyvolávající alergie nebo nesnášenlivost“. OSS mohou mít dráždivý účinek na trávicí trakt lidí, kdy mohou také nepříznivě působit na přirozenou střevní mikroflóru. OSS, použité jako aditiva potravin a nápojů, se na území Evropské unie označují specifickými E-kódy (viz Tabulka 14) [9,44].

Tabulka 14: Oxid siřičitý a siřičitany. Vytvořeno dle [44].

E-kód	Prostředek (systematický název)	Sumární vzorec
E 220	Oxid siřičitý	SO_2
E 221	Siřičitan sodný	Na_2SO_3
E 222	Hydrogensiřičitan sodný	$NaHSO_3$
E 223	Disiřičitan sodný	$Na_2S_2O_5$
E 224	Disiřičitan draselný	$K_2S_2O_5$
E 226	Siřičitan vápenatý	$CaSO_3$
E 227	Hydrogensiřičitan vápenatý	$Ca(HSO_3)_2$
E 228	Hydrogensiřičitan draselný	$KHSO_3$

ZÁVĚR

Cílem práce bylo vypracovat ucelený přehled o alkoholických nápojích typu cider, tedy nejen o technologii výroby, ale také o mikrobiálních kulturách využívaných na výrobu těchto nápojů či případných rizicích spojených s konzumací ciderů. V České republice určuje charakter zkvašeného jablečného moštu typu cider česká a evropská legislativa. Díky daným právním předpisům je možné dostat ke spotřebiteli zdravotně nezávadný zkvašený jablečný mošt, respektive cider.

Pro správný průběh výroby zkvašeného jablečného moštu typu cider je doporučen brát zřetel na následující fakta. Důkladným vytříděním fyziologicky, chemicky a biologicky nepoškozených jablek lze výrazně pozitivně ovlivnit průběh výroby zkvašeného jablečného moštu. Procesem loužení jablečné drtě získají kvasinky během kvašení více živin v podobě dusíkatých látek. Dostatek výživy pro kvasinky je pilířem zdárného kvašení. Čiření moštu, které je předfermentační operací, naopak strhává dusíkaté látky v podobě aminokyselin do sedliny. Toto je nežádoucí, a proto je vhodné se samotnému čiření vyvarovat. Provedením síření moštu se usmrtí nežádoucí mikroorganizmy a zamezí se mikrobiální kontaminaci. Při síření moštu je zapotřebí zvážit dávku siřičitanů z důvodu zdravotní nezávadnosti konečného produktu. Nežádoucí octové bakterie mají letální dávku oxidu siřičitého (SO_2) při 50 mg na litr moštu, přičemž ostatní nežádoucí bakterie a plísně se teoreticky inhibují už při koncentraci 20,2 mg SO_2 na litr moštu. Aplikace čistých mikrobiálních kultur vede k vyváženějšímu průběhu kvašení než v případě kvašení spontánním způsobem, anebo zákvasem. Výsledkem vyváženého kvašení je zkvašený mošt o předpokládaných senzorických parametrech.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

[1] Vyhláška č. 248/2018 Sb., o požadavcích na nápoje, kvasný ocet a droždí. In: *Sbírka zákonů České republiky*. Dostupné z: https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2018-248

[2] BATT, C., BATT, C. A., 1999. *Encyclopedia of food microbiology*. 2372 s. Amsterdam: Elsevier. ISBN 978-012-3847-300.

[3] UHROVÁ, H., 2016. *Jak se dělá cidre, calvados, pommeau*. 2. vyd., 96 s. Líbeznice: Víkend. ISBN 978-80-7433-151-0.

[4] FORBES, K., 2013. *Domácí vaření piva: vaříme si vlastní pivo, připravujeme víno a cider*. 1. české vyd., 164 s. Praha: Svojtka & Co. ISBN 978-80-256-1247-7.

[5] HUI, Y. H., ed., c2012. *Handbook of plant-based fermented food and beverage technology*. 2nd ed., 821 s. Boca Raton: CRC Press. ISBN 978-1-4398-4904-0.

[6] Cider. In: *Ciderclub.com* [online]. [cit. 2019-02-02]. Dostupné z: <https://ciderclub.com/co-je-cider/>

[7] Vyhláška č. 335/1997 Sb., pro nealkoholické nápoje a koncentráty k přípravě nealkoholických nápojů, ovocná vína, ostatní vína a medovinu, pivo, konzumní líh, lihoviny a ostatní alkoholické nápoje, kvasný ocet a droždí. In: *Sbírka zákonů České republiky*. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-335>

[8] DVOŘÁK, J. et al., 2015. *Odmaturuj! ze společenských věd*. 2. přepracované vyd., 288 s. Brno: Didaktis. Odmaturuj!. ISBN 978-80-7358-243-2.

[9] EVROPSKÁ UNIE. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1169/2011 ze dne 25. října 2011 o poskytování informací o potravinách spotřebitelům. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/ALL/?uri=CELEX%3A32011R1169>

[10] EVROPSKÁ UNIE. Nařízení Komise (ES) č. 1881/2006 ze dne 19. prosince 2006, kterým se stanoví maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX:32006R1881>

[11] EVROPSKÁ UNIE. Nařízení Komise (EU) č. 1129/2011 ze dne 11. listopadu 2011, kterým se mění příloha II nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1333/2008 vytvořením seznamu potravinářských přídatných látek Unie. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=celex%3A32011R1129>

[12] MERWIN, I. A., VALOIS, S., PADILLA-ZAKOUR, O. I., 2008. *Cider Apples and Cider-Making Techniques in Europe and North America.* Horticultural Reviews. Hoboken, NJ, USA, 365-415 [cit. 2019-03-01]. DOI: 10.1002/9780470380147.ch6. ISBN 9780470380147. Dostupné z: <https://www.researchgate.net/publication/263010717_Cider_Apples_and_Cider-Making_Techniques_in_Europe_and_North_America/citations>

[13] HANOUSEK, M., 2006. *Domácí výroba moštů*. Praha: Grada. 1. vyd., 75 s. ISBN 80-247-1445-0.

[14] VODRÁŽKA, Z., 2002. *Biochemie*. 2. opr. vyd., 506 s. Praha: Academia. ISBN 80-200-0600-1.

[15] BUŇKA, F., HRABĚ, J., VOSPĚL, B., 2010. *Senzorická analýza potravin I.* 2. vyd., 157 s. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 978-80-7318-887-0.

[16] VELÍŠEK, J., 2002. *Chemie potravin 2.* Vyd. 2., 304 s. Tábor: OSSIS. ISBN 80-866-5901-1.

[17] ROP, O., HRABĚ, J., 2009. *Nealkoholické a alkoholické nápoje.* 129 s. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 978-80-7318-748-4.

[18] HRABĚ, J., ROP, O., HOZA, I., 2005 [i.e. 2006]. *Technologie výroby potravin rostlinného původu: bakalářský stupeň.* Vyd. 1., 178 s. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 80-731-8372-2.

[19] JOLICOEUR, C., 2013. *The new cider maker's handbook: a comprehensive guide for craft producers*. 352 s. White River Junction, Vermont: Chelsea Green Publishing. ISBN 978-1-60358-473-9.

[20] PAVLOUŠEK, P., 2010. *Výroba vína u malovinařů*. 2., aktualiz. a rozš. vyd., 120 s. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3487-3.

[21] PROULX, A., NICHOLS, L., c2003. *Cider: making, using & enjoying sweet & hard cider.* 3rd ed., 224 s. North Adams, MA: Storey Publishing. ISBN 15-801-7520-1.

[22] BUGLASS, A. J., 2011. *Handbook of alcoholic beverages: technical, analytical and nutritional aspects*. 2nd ed., 1204 s. Chichester, West Sussex, England: John Wiley. ISBN 978-047-0512-029.

[23] KADLEC, P., MELZOCH, K., VOLDŘICH, M., 2009. *Co byste měli vědět o výrobě potravin?: technologie potravin.* 536 s. Ostrava: Key Publishing. ISBN 978-80-7418-051-4.

[24] FARKAŠ, J., 1983. *Biotechnológia vína.* 2. prepracované vyd., 984 s. Bratislava: ALFA. ISBN 6307683.

[25] FARKAŠ, J., 2002. *Všetko o víně*. 2 vyd., 171 s. Martin: Neografia. ISBN 8088892473.

[26] STEIDL, R., 2002. *Sklepní hospodářství*. 307 s. Valtice: Národní salon vín. ISBN 80-903-2010-4.

[27] SCHAECHTER, M., 2011. *Eukaryotic microbes*. 496 s. Amsterdam: Elsevier/Academic Press. ISBN 978-012-3838-766.

[28] ŠVEJCAR, V., 2006. Kvasit spontánně, nebo pomocí ASVK?. *Vinařský obzor*, 99 (10): 483. ISSN 1212-7884. Dostupné z: <https://issuu.com/vinarsky_obzor/docs/vo_10_2006>

[29] FURDÍKOVÁ, K., MALÍK, F., 2007. Kvasinky vo vinárstve. *Vinařský obzor*, 100 (10): 488-490. ISSN 1212-7884. Dostupné z: <https://issuu.com/vinarsky_obzor/docs/vo_10_2007>

[30] STEIDL, R., RENNER, W., 2004. *Problémy kvašení vín*. 74 s. Valtice: Národní salon vín. ISBN 80-903-2013-9.

[31] FURDÍKOVÁ, K., MALÍK, F., 2008. Autochtónne kvasinky a ich aplikácia do vinárskej praxe. *Vinařský obzor*, 101 (5): 234-235. ISSN 1212-7884. Dostupné z: <https://issuu.com/vinarsky_obzor/docs/vo_5_2008>

[32] JOHANSEN, K. *Cider production in England and France – and Denmark?* [online]. [cit. 2019-04-04]. Dostupné z: <https://www.yumpu.com/en/document/read/10581991/cider-production-in-england-and-france-and-denmark>

[33] DRDÁK, Milan et al., 1996. *Základy potravinárskych technológií: spracovania rastlinných a živočíšnych surovín, cereálne a fermentačné technológie, uchovávanie, hygiena a ekológia potravín.* 495 s. Bratislava: Malé Centrum. ISBN 80-967-0641-1.

[34] BUŇKOVÁ, L., DOLEŽALOVÁ, M., 2007. *Obecná mikrobiologie*. 190 s. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 978-80-7318-516-9.

[35] ŠILHÁNKOVÁ, L., 2008. Mikrobiologie pro potraviná̌re a biotechnology. 363 s. Vyd. 3. [i.e. 4.], opr. a dopl., v nakl. Academia 1. vyd. [i.e. 2. vyd.]. Praha: Academia. ISBN 978-80-200-1703-1.

[36] PODSTATOVÁ, H., 2001. Mikrobiologie, epidemiologie, hygiena: učebnice pro zdravotnické školy a bakalářské studium. 285 s. Olomouc: Epava. ISBN 80-862-9707-1.

[37] EGLINTON, J. M. et al., 2000. The effect of Saccharomyces bayanus-mediated fermentation on the chemical composition and aroma profile of Chardonnay wine. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 6 (3): 190-196. DOI: 10.1111/j.1755-0238.2000.tb00178.x. ISSN 1322-7130. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1755-0238.2000.tb00178.x>

[38] EGLINTON, J. et al., 2003. Winemaking properties and potential of Saccharomyces bayanus wine yeast – harnessing the untapped potential of yeast biodiversity. Australian and New Zealand *Wine Industry Journal*, 18 (6): 16-19. ISSN 0819-2421.

[39] VELÍŠEK, J., HAJŠLOVÁ, J., 2009. *Chemie potravin I*. Rozš. a přeprac. 3. vyd., 602 s. Tábor: OSSIS. ISBN 978-80-86659-15-2.

[40] VELÍŠEK, J., HAJŠLOVÁ, J., 2009. *Chemie potravin II*. Rozš. a přeprac. 3. vyd., 644 s. Tábor: OSSIS. ISBN 978-80-86659-16-9.

[41] VELÍŠEK, J., 1999. *Chemie potravin 3*. 368 s. Tábor: OSSIS. ISBN 80-902-3915-3.

[42] Patulin. In: *Pngfly.com* [online]. [cit. 2019-04-26]. Dostupné z: <https://www.pngfly.com/png-gpkhaz/download.html>

[43] MICHLOVSKÝ, M., 2014. *Lexikon chemického složení vína: příručka praktického vinaře*. 262 s. Rakvice: Vinselekt Michlovský. ISBN 978-80-905319-2-5.

[44] Siřičitany. In: *Bezpecnostpotravin.cz* [online], informační centrum bezpečnosti potravin, Ministerstvo zemědělství České republiky. [cit. 2019-05-09]. Dostupné z: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/92107.aspx>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ASVK – aktivní suché vinné kvasinky

HK – hlavní kvašení

mj. – mimo jiné

obj. – „objemový“

OSS – oxid siřičitý a siřičitany

OVC – organoleptické vlastnosti zkvašeného jablečného moštu typu cider

S. – *Saccharomyces*

s. – strana příslušného dokumentu

Sb. – Sbírka zákonů České republiky

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Zařízení „pulpmaster“.....24

Obrázek 2: Glykolýza zprostředkovaná *Saccharomyces cerevisiae* během alkoholového kvašení.....29

Obrázek 3: Stáčení kvašeného jablečného moštu.....30

Obrázek 4: Strukturní vzorec patulinu.....35

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Začlenění cideru dle vyhlášky č. 248/2018 Sb.....13

Tabulka 2: Chemické požadavky na cider dle vyhlášky č. 248/2018 Sb.....13

Tabulka 3: Maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách dle nařízení Komise (ES) č. 1881/2006.....14

Tabulka 4: Maximální množství povolených přídatných látek v cideru a perry dle nařízení Komise (EU) č. 1129/2011.....15

Tabulka 5: Členění jablek pro výrobu cideru na základě chuti.....17

Tabulka 6: Spojitost jednotlivých typů cideru s odrůdami jablek dozrávajících v určitém ročním období.....18

Tabulka 7: Hodnota pH a průměrný obsah vody a sušiny ve vybraném ovoci……20

Tabulka 8: Průměrný obsah významných látek ve vybraném ovoci……21

Tabulka 9: Průměrný obsah vitaminů ve vybraném ovoci v mg na 100 g jedlého podílu……22

Tabulka 10: Průměrný obsah minerálních látek ve vybraném ovoci v mg na 100 g jedlého podílu……22

Tabulka 11: Vztah mezi kvalitou jablek a naměřenou hustotou jablečného moštu.....27

Tabulka 12: Taxonomie *Saccharomyces cerevisiae* a *Saccharomyces bayanus*.....32

Tabulka 13: Specifikace čistých mikrobiálních kultur *Saccharomyces cerevisiae* a *Saccharomyces bayanus*.....33

Tabulka 14: Oxid siřičitý a siřičitany.....37

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha I: Porovnání hustoty jablečného moštu s údaji moštoměrů. Upraveno dle [3].

Normalizovaný moštoměr	**Klosterneuburský moštoměr**	**Oechsleho moštoměr**	**Cejchovaný hustoměr**
°NM	°Kl	°Oe	kg/dm^3 (hustota)
12,6	12,5	60	1,060
12,9	12,7	61	1,061
13,2	12,9	62	1,062
13,5	13,1	63	1,063
13,8	13,3	64	1,064
14,1	13,5	65	1,065
14,3	13,7	66	1,066
14,6	13,9	67	1,067
14,9	14,1	68	1,068
15,2	14,3	69	1,069
15,4	14,5	70	1,070
15,6	14,6	71	1,071
15,8	14,8	72	1,072
16,1	15,0	73	1,073
16,4	15,2	74	1,074
16,7	15,4	75	1,075