

Vybrané hydrokoloidy jako čířicí činidla při výrobě piva a cidru

Kateřina Nedbalová

Bakalářská práce
2021



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická
Ústav technologie potravin

Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Kateřina Nedbalová**
Osobní číslo: **T17925**
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**
Forma studia: **Prezenční**
Téma práce: **Vybrané hydrokolloidy jako čířící činidla při výrobě piva a cidru**

Zásady pro vypracování

I. Teoretická část

1. Obecná charakteristika piva.
2. Obecná charakteristika cidru.
3. Technologie výroby piva a cidru.
4. Hydrokolloidy při výrobě potravin.
5. Hydrokolloidy při číření piva a cidru.

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

Seznam doporučené literatury:

- [1] SALURI, M., ROBAL, M., TUVIKENE, R. (2019). Hybrid carrageenans as beer wort fining agents [Online]. Food Hydrocolloids, 86, 26-33
- [2] COTON, E., COTON, M., GUICHARD, H. (2016). Cider (Cyder; Hard Cider): The Product and Its Manufacture. In Encyclopedia of Food and Health (pp. 119-128). Elsevier
- [3] UZUNER, S., CEKMECELIOGLU, D. (2019). Enzymes in the Beverage Industry [Online]. In Enzymes in Food Biotechnology (pp. 29-43). Elsevier
- [4] GHANEM, C., TAILLANDIER, P., RIZK, M., RIZK, Z., NEHME, N., SOUCHARD, J. P., EL RAYESS, Y. (2017). Analysis of the impact of fining agents types, oenological tannins and mannoproteins and their concentrations on the phenolic composition of red wine. Lwt – Food Science And Technology, 83, 101-109

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Richardos Nikolaos Salek, Ph.D.**
Ústav technologie potravin

Datum zadání bakalářské práce: **31. prosince 2020**

Termín odevzdání bakalářské práce: **21. května 2021**

L.S.

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

Ing. Robert Gál, Ph.D.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 8. února 2021

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- 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;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užit 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);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- 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.

Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne:

Jméno a příjmení studenta:

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá využitím hydrokoloidů jako čířících činidel při výrobě piva a cideru. Nejprve je uvedena obecná charakteristika obou těchto nápojů, kde jsou uvedeny suroviny pro jejich výrobu a také chemické vlastnosti, které jsou obzvláště při číření důležité. Následuje popis technologie výroby, jehož nedílnou součástí je i samotný proces číření. Další kapitola pojednává o vlastnostech hydrokoloidů a jejich využití v potravinářství. V poslední kapitole je shrnut průběh číření při výrobě piva a cideru a také vlastnosti vybraných hydrokoloidů k tomuto procesu využívaných.

Klíčová slova: pivo, výroba piva, cider, výroba cideru, číření, hydrokoloidy, čířící činidla

ABSTRACT

The bachelor thesis deals with the use of hydrocolloids in the production of beer and cider. Firstly, general characteristics of both beverages (beer and cider) are presented, where the raw materials for their production are also discussed, as well as the chemical properties, which are important, especially during the clarification stage. Furthermore, description of the production technology follows, thus a part of which is the clarification process. The next chapter deals with the properties of hydrocolloids and their use in the food industry. The last chapter summarizes the course of clarification in the production of beer and cider, as well as the properties of selected hydrocolloids used for this purpose.

Keywords: beer, beer production, cider, cider production, clarification, hydrocolloids, clarifying agents

Vedoucím mé bakalářské práce byl pan Ing. Richardos Nikolaos Salek, Ph.D., kterému bych tímto ráda poděkovala za jeho odborné vedení, poskytnuté materiály, trpělivost, cenné rady a připomínky.

Také bych ráda poděkovala své rodině, která za mnou vždy stojí a je mou velkou oporou.

„Najít správný směr mezi opatrností a odvahou je to největší umění.“

Tomáš Baťa

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

OBSAH

ÚVOD.....	9
I TEORETICKÁ ČÁST.....	10
1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA PIVA.....	11
1.1 SUROVINY PRO VÝROBU PIVA.....	11
1.1.1 Slad.....	11
1.1.1.1 Ječmen pro výrobu sladu.....	11
1.1.2 Chmel.....	12
1.1.2.1 Botanické zařazení chmele.....	13
1.1.2.2 Hlavní části chmelové rostliny.....	13
1.1.2.3 Sušení chmele.....	13
1.1.2.4 Chemické složení chmele.....	14
1.1.3 Voda.....	15
1.1.4 Pivovarské kvasinky.....	16
1.1.4.1 Chemické složení pivovarských kvasinek.....	16
1.2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ PIVA.....	17
1.2.1 Anorganické látky.....	17
1.2.2 Těkavé látky.....	17
1.2.3 Plyny.....	18
1.3 CHARAKTERISTICKÉ VLASTNOSTI PIVA.....	18
1.4 DRUHY PIV.....	19
1.4.1 Spotřeba piva.....	20
2 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA CIDERU.....	21
2.1 SUROVINY PRO VÝROBU CIDERU.....	22
2.1.1 Jablka.....	22
2.1.2 Voda.....	24
2.2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ.....	24
2.2.1 Dusík.....	25
2.2.2 Polyfenoly.....	25
2.2.3 Kvasinky.....	26
2.3 CIDER VE SVĚTĚ.....	26
2.3.1 Francie – cidre.....	27
3 TECHNOLOGIE VÝROBY PIVA A CIDERU.....	28
3.1 TECHNOLOGIE VÝROBY PIVA.....	28
3.1.1 Výroba sladu.....	28
3.1.2 Mletí.....	29
3.1.3 Rmutování.....	30
3.1.4 Vaření mladiny.....	30
3.1.5 Fermentace.....	31
3.1.6 Číření piva.....	31
3.1.7 Filtrace.....	31
3.2 TECHNOLOGIE VÝROBY CIDERU.....	31
3.2.1 Výběr ovoce.....	32

3.2.2	Třídění ovoce	33
3.2.3	Mytí ovoce	33
3.2.4	Drcení ovoce	33
3.2.5	Loužení ovocné drtě	33
3.2.6	Lisování ovocné drtě	33
3.2.7	Příprava šťávy	34
3.2.8	Fermentace	34
3.2.9	Číření cideru	35
4	HYDROKOLOIDY PŘI VÝROBĚ POTRAVIN	36
4.1	EMULGÁTORY	38
4.2	ZAHUŠŤOVADLA	38
4.2.1	Škrob	38
4.2.2	Xantan	39
4.2.3	Arabská guma	40
4.3	GELY A ŽELÍRUJÍCÍ LÁTKY	40
4.3.1	Pektin	41
4.3.2	Karagenan	41
4.3.3	Želatina	42
4.3.4	Agar	42
4.4	HYDROKOLOIDY V NÁPOJOVÉM PRŮMYSLU	43
5	HYDROKOLOIDY PŘI ČÍŘENÍ PIVA A CIDERU	44
5.1	HYDROKOLOIDY PŘI ČÍŘENÍ PIVA	44
5.1.1	Číření piva	44
5.1.2	Vybrané hydrokoloidy při číření piva	45
5.2	HYDROKOLOIDY PŘI ČÍŘENÍ CIDERU	48
5.2.1	Číření cideru	48
5.2.2	Vybrané hydrokoloidy při číření cideru	49
	ZÁVĚR	50
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	51
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	59

ÚVOD

Pivo je jedním z nejoblíbenějších fermentovaných nápojů na světě, jehož výroba se neustále vyvíjí již tisíce let. První kapitola se zabývá jeho obecnou charakteristikou. Jsou zde popsány suroviny, ze kterých je připravováno a také jeho chemické vlastnosti, které jsou důležité pro technologické zpracování a správný průběh výroby, obzvláště při číření. Hlavními surovinami pro výrobu piva jsou chmel, voda a pivovarské kvasinky. Výroba tohoto nápoje se skládá z několika kroků – výroba sladu, mletí, rmutování, vaření mladiny, fermentace, číření, filtrace a následné plnění do lahví, nebo jiných spotřebitelských obalů.

Cider je alkoholický nápoj získaný fermentací jablečného moštu. V poslední době se dokonce stává čím dál více populárnějším. Druhá kapitola pojednává o jeho obecné charakteristice, hlavních surovinách pro výrobu a také chemických vlastnostech. Hlavní surovinou jsou jablka, u kterých je důležitý správný výběr k docílení požadovaných vlastností. Výroba cideru se skládá z několika základních kroků – výběr a třídění ovoce, mytí, drcení a loužení ovocné drtě, lisování ovocné drtě, příprava šťávy, fermentace a číření.

Oba tyto nápoje jsou vyráběny procesem alkoholového kvašení. Dříve se jednalo o husté, kalné a nefiltrované nápoje, ale svou snahou přizpůsobit se požadavkům na trhu si získaly svou současnou stabilitu a čírost. Finální kvalita obou nápojů závisí na vstupních surovinách a předcházejícím výrobním procesu. Část práce se tedy proto zabývá jejich vlastnostmi důležitými pro výrobu a její technologický postup. Následně přechází na hydrokoloidy využívané v potravinářství.

Hydrokoloidy jsou látky, v potravinách nezbytné pro jejich strukturu a také nesou všechny vlastnosti při jejich zpracování, jako je například chuť a výživové vlastnosti. Patří mezi ně zahušťovadla, stabilizátory nebo zahušťující látky.

Hlavním cílem této práce je využití hydrokoloidů jako čířících činidel při číření piva a cideru, které je nedílnou součástí výrobní technologie. Kvalita číření a následné filtrace má rozhodující vliv na výslednou trvanlivost a koloidní stabilitu, důležité tedy je, aby vybrané hydrokoloidy splňovaly veškeré podmínky, pro správný průběh číření.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA PIVA

Pivo je pravděpodobně jedním z nejstarších připravovaných nápojů na světě. Jedná se o mírně alkoholický nápoj vyráběný z obilních sladů, vody a chmele za účasti mikroorganismů, kterými mohou být pivovarské kvasinky. [1,2]

Vzniká řízeným kvašením cukernatého roztoku, povařeného s chmelem nebo chmelovým výrobkem. Následně je tento roztok fermentován pomocí vybraného kmene pivovarských kvasinek, při určených technologických teplotách a dobách hlavního kvašení a ležení piva. Zdrojem zkvasitelných sacharidů bývá většinou škrob, obsažený v sladu. [1,2,3]

Na otázku, kde pivo vzniklo nejsou doposud přesně historicky doložené odpovědi, dnešní znalosti o kvašeném obilném nápoji však sahají až do neolitu, mladší doby kamenné. Teorií, jak vzniklo pivo, existuje několik a ve všech hraje svou roli náhoda. Jedna z nich spekuluje o vniknutí dešťové vody do zapomenuté hliněné nádoby s uskladněným obilím. Při jejím pozdějším náhodném nález, byl výsledkem zkvašený produkt s příjemnou omamnou chutí. [3]

Podle Vyhlášky č. 248/2018 Sb. je pivo pěnivý nápoj vyrobený kvašením mladiny připravené ze sladu, vody, neupraveného chmele, upraveného chmele nebo chmelových výrobků, který vede kvasným procesem vzniklého etanolu a oxidu uhličitého obsahuje i určité množství neprokvašeného extraktu. Slad lze do výše jedné třetiny hmotnosti celkového extraktu původní mladiny nahradit extraktem zejména cukru, obilného škrobu, nesladovaných obilovin nebo rýže. U piv ochucených může být obsah alkoholu zvýšen přidávkem lihovin nebo ostatních alkoholických nápojů. (Vyhláška č. 248/2018 Sb. o požadavcích na nápoje, kvasný ocet a droždí, 2018)

1.1 Suroviny pro výrobu piva

1.1.1 Slad

1.1.1.1 Ječmen pro výrobu sladu

Slad pro výrobu piva se většinou získává z obilí. Obilí se nejprve máčí, poté se během skladování nechá naklíčit, a nakonec dojde k jeho usušení. Těmito úpravami lze regulovat aktivitu sladových enzymů. Nejčastěji se využívá ječmen, protože nevyžaduje žádné další zpracování. [3,5]

Surový ječmen obsahuje významné množství bílkovin (10–17 hm. %), které ovlivňují stabilitu pěny piva nebo kvalitu sladu. Zrno dále obsahuje škrob (65–68 hm. %), β -glukan (4–9 hm. %), volné lipidy (2–3 hm. %) a minerály (1,5–2,5 hm. %). [5,6]

Ječmen se skládá z několika částí:

- **kořenová soustava** – nejvyšší počet zárodečných kořínků
- **stéblo** – je složeno z několika článků
- **listy** – na velikosti jejich plochy závisí výnos
- **květ** – za květenství ječmene se považuje složitý klas [7]

Jednotlivé odrůdy ječmene se pro sladovnictví vybírají podle parametrů kvality. Hodnocen je obsah dusíkatých látek v extraktu, relativní extrakt a další. Obsah dusíkatých látek by se měl pohybovat v oblasti 10,7–11,2 hm. % v sušině. Vyšší nebo nižší hodnoty by mohly být příčinou nežádoucích technologických problémů. [7,6]

I přes to, že je sladovnický ječmen nejčastěji používanou obilovinou pro vaření piva, používají se i jiné zdroje sacharidů, jako je pšenice, kukuřice, rýže nebo proso. Rýže např. pivu dodává neutrální, suchou a lehkou chuť. Tyto látky se však v závislosti na kontinentu mohou lišit. V Evropě se nejvíce využívá ječmen a kukuřice. Zahrnutím těchto látek do sladu lze změnit senzorické vlastnosti nebo také konečnou cenu piva. [5,8]

1.1.2 Chmel

Chmel patří mezi jednu ze základních surovin při výrobě piva. Má specifickou hořkost, díky které lze pivo snadno odlišit od ostatních nápojů. Nejdůležitějšími složkami chmele jsou chmelové pryskyřice, silice a polyfenoly. Chmelové pryskyřice pivu dodávají hořkou chuť, nejvýrazněji ji ovlivňují produkty izomerace α -hořkých kyselin. Silice zajišťují charakteristické aroma a polyfenolové sloučeniny zase pozitivně ovlivňují plnost chuti piva. [2,3]

Při výrobě piva se však nevyužívá jen k ovlivnění chuti, ale také jako konzervační prostředek nebo k eliminaci nežádoucích bakterií. Využívají se především samičí rostliny, uvnitř kterých se nachází žlutý lepkavý materiál zvaný lupulin, skládající se ze silic a hořkých kyselin. [9,10]

1.1.2.1 Botanické zařazení chmele

Není doposud jednoznačné, ale lze ho rozdělit na tři samostatné druhy:

- Chmel otáčivý (*Humulus lupulus*) – mnohaletá rostlina, roste v mírném pásmu, má stovky různých odrůd, bohatá na lupulin, roste ve vlhčích prostředích [2,11]
- Chmel japonský (*Humulus japonicus*) – jednoletá rostlina, nízký obsah lupulinu, nepěstuje se pro výrobu piva, protože neprodukuje chmelové hlávky [2,11]
- Chmel oplétavý (*Humulus scandens*) – jednoletá rostlina, která není vhodná pro pivovarské použití [2]

1.1.2.2 Hlavní části chmelové rostliny

Pro pivovarské účely se pěstují především samičí rostliny, produkující chmelové pryskyřice, silice a polyfenoly. Hlavní část chmelové rostliny se skládá z kořenové soustavy, révy s pazochy, listů a květenství. [2,11]

- **Kořenová soustava chmele** – mohutně vyvinutá, používá se při zakládání chmelnic neboli polí, na kterých se pěstuje chmel
- **Réva** – vytrvává jedno vegetační období, její postranní výhonky se nazývají fazochy
- **Fazochy** – vyrůstají z révy a vyvíjí se na nich květenství, které se mění na chmelové hlávky
- **Listy** – mají velkou plochu, jejich velikost však závisí na odrůdě
- **Chmelové hlávky** – složeny ze stopky, vřeténka, pravých a krycích listenů [2]

1.1.2.3 Sušení chmele

Usušený chmel je výhodnější pro jeho uskladnění a konzervaci. V čerstvě sklizeném chmelu je vysoký obsah vody, 70 až 80 hm. %. Pro jeho lepší skladovatelnost, je lepší tento obsah snížit alespoň na 10 nebo 11 hm. %. [1,2]

Chmel se suší v sušárnách, ve vrstvě 20 cm, přibližně 5 až 8 hodin pomocí teplého vzduchu. [7]

Nedostatečně vysušený chmel, by se mohl při skladování zapařit a umožnit vzniku plísní, čímž by došlo ke zhoršení jeho kvality. Ani malý obsah vody není u chmele žádoucí.

Hlávky se pak snadno rozpadají a jsou poněkud křehké. Takovýto chmel by nešlo dále zpracovávat. [2]

1.1.2.4 Chemické složení chmele

Jeho složení je závislé na odrůdě a také způsobu posklizňové úpravy. Hlavními technologicky významnými složkami jsou polyfenoly, které se extrahují z chmele pomocí horké vody a ovlivňují průběh výroby i kvalitu piva. Dále chmel obsahuje silice, které se extrahují pomocí vodní páry. Třetí významnou složkou chmele jsou chmelové pryskyřice, které zajišťují hořkou chuť piva. Jeho průměrné složení je zobrazeno v *Tab. 1*. [2,7]

Tabulka 1 – Průměrné složení chmele. Vypracováno podle: [7]

Látka	Obsah [hm. %]	Látka	Obsah [hm. %]
Voda	8–12	Vosky a lipidy	1–3
Celkové pryskyřice	15–20	Dusíkaté látky	12–15
Polyfenolové látky	2–6	Celulosa	40–50
Silice	0,2–2,5	Minerální látky	6–8

Polyfenolové látky

Tyto látky mohou mít pozitivní i negativní význam při výrobě a následné kvalitě samotného piva. Polyfenoly však mají redukční schopnosti, díky kterým nedochází u chmelových pryskyřic k oxidačním reakcím anebo reakcím volných radikálů s kyslíkem, 70–80 % těchto látek se nachází ve sladu a zbylých 20–30 % pochází z chmele. Jedná se o poměrně reaktivní látky, a tak při číření piva nedochází k vylučování kalů, které vznikly reakcí s dusíkatými látkami v průběhu kvašení a chlazení mladiny. Polyfenoly také mohou několika způsoby působit jako antioxidanty, například tím, že zachycují volné radikály, jsou schopny inhibovat aktivitu lipoxygenáz nebo působit jako chelatační činidla. [2,6,8,12]

Chmelové pryskyřice

Jsou to jedny z nejdůležitějších složek chmele a jsou tvořeny řadou chemicky podobných látek, nepolárního charakteru a jsou velmi citlivé na oxidační změny. [2,7]

α -hořké kyseliny – skládají se převážně z humulonu, kohumulonu a adhumulonu, v čistém stavu jsou tyto hořké kyseliny bez chuti a vůně. Jedná se o slabé kyseliny a jsou chemicky velmi nestálé. [2,7]

β -hořké kyseliny – tvoří je směs lupulonu, kolupulonu, adlupulonu, prelupulonu a postlupulonu, mají slabou esterovou vůni a nahořklou chuť. Jsou ještě méně chemicky stálé než α -hořké kyseliny a podléhají snadno oxidaci. [2,7]

Silice

Jsou nepostradatelnou součástí piva a jejich složení je velmi složité, jedná se o směs několika látek různého chemického složení, fyzikálních vlastností i aroma. Doposud bylo objeveno více než tisíc sloučenin, jejich největší podíl tvoří uhlovodíky (50–80 hm. %) nebo sloučeniny obsahující síru (přibližně 30 hm. %). Všechny tyto látky však zatím nebyly doposud jednoznačně identifikovány. Jejich přítomnost závisí hned na několika faktorech, například genetické vlastnosti odrůdy, podmínky pěstování, sklizně i skladování. [2,10]

1.1.3 Voda

Voda, má velký vliv na běžnou kvalitu i charakteristické vlastnosti piva. Sladařský a pivovarský průmysl patří v potravinářství k největším spotřebitelům vody. [3]

Nevyužívá se však v pivovarnictví pouze jako surovina pro výrobu piva, ale také slouží pro řadu jiných účelů. Mezi ně patří čištění zařízení, chlazení, ohřev (vodní pára) nebo k vymývání sudů a lahví. [13]

Důležitým parametrem pro vodu je hlavně její tvrdost. Ta udává obsah vápenatých a hořečnatých iontů. Měkká voda obsahuje nízkou koncentraci solí ve vodě rozpuštěných, hlavně vápníku a hořčíku. Tvrdá voda naopak obsahuje vysoké koncentrace solí, zejména hydrogenuhličitanu vápenatého nebo síranu vápenatého. [3,14]

Tvrdost vody se udává v mmol/l, ale v pivovarnictví se udává stále v německých stupních. Přičemž $1 \text{ mmol/l} = 5,59 \text{ }^\circ\text{n}$. Při výrobě českých piv se používá převážně voda měkká až středně tvrdá. Důležité je také zastoupení jednotlivých solí, které mohou různým způsobem reagovat se sloučeninami extraktu sladu při vaření mladiny. [3]

Voda se v pivovarnictví dělí podle účelu použití do tří skupin:

1. **Varní voda** – používá se pro přípravu piva, je jednou ze základních surovin, musí splňovat požadavky na pitnou vodu, zdravotní a hygienickou nezávadnost. [2]
2. **Mycí a sterilační voda** – nesmí obsahovat žádné chemické kontaminanty a mikroorganismy. [2]

3. **Provozní voda** – musí nutně odpovídat standardům stanovaných pro jednotlivé operace a zařízení. [2]

1.1.4 Pivovarské kvasinky

Bez použití pivovarských kvasinek by z piva nevznikl kvašený nápoj. Důležitým krokem k dosažení požadované kvality piva a zabezpečení nejpříznivějšího průběhu výroby je výběr vhodného kmene těchto kvasinek. Mohou být zodpovědné za chuťové vlastnosti piva nebo jeho přirozenou koloidní stabilitu. [1,15]

Rozlišují se dva základní druhy:

1. **Kvasinky svrchního kvašení** – *Saccharomyces cerevisiae*, po ukončení fermentace jsou vynášeny vznikajícím oxidem uhličitým na hladinu, kde tvoří tzv. „deku“ a mají vyšší tepelnou odolnost, teplota kvašení je 20–24 °C, používají se pro výrobu svrchně kvašených piv [1]
2. **Kvasinky spodního kvašení** – *Saccharomyces carlsbergensis*, po ukončení kvasného procesu usedají na dno kvasných nádob, teplota kvašení je 8–14 °C, používají se pro výrobu spodně kvašených piv [1]

Kvasinky během kvašení produkují řadu charakteristických sensorických látek jako jsou estery, vyšší alkoholy a mastné kyseliny. Tyto vlastnosti se však mohou lišit u jednotlivých kmenů, záleží na podmínkách kvašení. [15]

1.1.4.1 Chemické složení pivovarských kvasinek

Jako v každém organismu, který má svůj vlastní metabolismus, převažuje v chemickém složení kvasinek voda. Její obsah se pohybuje v rozmezí od 65 do 85 hm. %. [2]

V sušině pivovarských kvasinek jsou přítomné sacharidy. V buněčné stěně je obsažen velký počet polysacharidů, zejména mannanu a glukanu. Složení buněčné stěny však ovlivňuje metabolické změny během fermentace, například zdroj uhlíku. [2,16]

Ostatní sacharidy se nacházejí v cytoplazmě, nejdůležitějšími jsou mannan a glykogen. Dále jsou zde barvitelné inkluze bílkovin, lipidů a jiných zásobních látek. [2,16]

1.2 Chemické složení piva

Chemické látky obsažené v surovinách (zejména ječmen a chmel) ovlivňují aroma a chuť piva a také jeho nutriční hodnotu tím, že při sladování a vaření podléhají různým změnám. Pivo je však velmi chemicky nestabilní produkt, protože se jeho složení neustále mění i během skladování. [5, 17]

Složení piva se však může také v širokých rozmezích měnit podle toho, o jaký typ se jedná. Mohou vznikat různé odchylky, které jsou způsobeny chemickými a biochemickými změnami při skladování, rmutování, chmelovaru nebo při kvašení. Některé látky mohou také vznikat až během skladování piva ve spotřebitelských obalech. [7]

1.2.1 Anorganické látky

Voda

Voda je nejvíce zastoupenou složkou v pivu, procentuální obsah se uvádí 88–96 hm. %. Ve vodě jsou rozpuštěny všechny ostatní složky a její obsah v pivu závisí na tom, jak je původní mladina koncentrovaná. [7]

Pivo nelze vyrobit z dokonale čisté vody, protože procesy přeměňující ječmenný škrob na alkohol a oxid uhličitý, závisí na přítomnosti kovových iontů, například vápenatých, měďnatých a zinečnatých. Všechny tyto ionty ovlivňují i chuť piva, vápenaté ionty mohou navíc ovlivňovat proces rmutování. [14,18]

Minerální látky

Jejich původ je většinou ze sladu nebo varní vody. Mezi minerální prvky nacházející se ve sladu patří vápník, kobalt, měď, železo, hořčík, mangan, fosfor, draslík, selen, sodík a síra. Všechny tyto prvky jsou však zastoupeny v koncentracích nižších než 0,5 hm. %. [7,8]

1.2.2 Těkavé látky

Tyto látky mohou vznikat právě při kvašení, dokvašování, výrobě mladiny nebo až při skladování. Mohou jimi být třeba vyšší alkoholy, které významně ovlivňují sensorické vlastnosti piva. Dále jsou to aldehydy, kde je nejvíce zastoupen acetaldehyd, ale při jeho vysoké koncentraci by mohlo dojít k nepříznivému ovlivnění chuti piva. Estery jsou jednou z nejvíce zastoupených těkavých látek v pivu, určují totiž sensorické vlastnosti piva.

Dalšími těkavými látkami obsaženými v pivu mohou být například ketony nebo sirné sloučeniny. [2,7]

1.2.3 Plyny

Obsah plynů v pivu může ovlivňovat stabilitu piva a také jeho sensorické vlastnosti. [7]

Oxid uhličitý – je přirozeným produktem při kvašení, jeho obsah v pivu ovlivňuje fyziologické a sensorické vlastnosti piva, způsobuje říz piva a také jeho pěnivost.

Oxid siřičitý – vzniká jako vedlejší produkt při doprovodném kvašení.

Kyslík – při styku s pivem výrazně poškozuje chuť piva, je nutno tomu co nejvíce zabránit, do piva se může dostat při stáčení do lahví nebo při filtraci. [2,7]

1.3 Charakteristické vlastnosti piva

Čiřost

Jedná se o jednu z nejdůležitějších vlastností piva, které lze dosáhnout pomocí filtrace. Záleží však na jejím druhu a úrovni. Pivo, které obsahuje zákal, buďto v celém objemu, nebo pouze jako sediment, nelze označit za čiré. [7]

Barva

I barva patří k charakteristickým vlastnostem piva. Určuje ji obsah melanoidinových látek a produktů vzniklých karamelizační reakcí. Podle barvy lze piva rozdělit na světlá, polotmavá a tmavá. [2,7]

Barva závisí také na kvalitě sladu a jeho způsobu pražení. Nejběžnější barvou piva je světle jantarová barva. [9]

Pěnivost

Pro české pivo je typická vysoká, jemná, hustá, a hlavně trvanlivá pěna, kterou tvoří bublinky oxidu uhličitého. Pěnivosti lze dosáhnout jak přirozenými zásahy přímo při výrobě piva tak i přidávkem stabilizátorů pěny. [2,7]

Hořkost

Možnost ovlivnění druhem a množstvím dávky přidávaného chmele. Také lze použít izomerizované nebo hydrogenované hořké látky přidávané do piva za studena. [2]

1.4 Druhy pív

Hlavní rozlišení pív je podle způsobu kvašení, na piva spodně a svrchně kvašená. V české republice se většinou vyrábějí spodně kvašená piva. [7]

Spodně kvašené pivo – pivo vyrobené za použití pivovarských kvasinek spodního kvašení

Svrchně kvašené pivo – pivo vyrobené za použití pivovarských kvasinek svrchního kvašení [4]

Dělení podle barvy:

- **Světlé** – pivo vyrobené převážně ze světlých sladů
- **Polotmavé** – pivo vyrobené z tmavých sladů, popř. z barevných sladů ve směsi se světlými slady
- **Tmavé** – pivo vyrobené z tmavých nebo karamelových sladů
- **Řezané pivo** – pivo vyrobené při stáčení smísením světlých a tmavých pív [2,4,7]

Dělení podle původního extraktu mladiny:

- **Lehké pivo** – obsahuje do 7,99 hmotnostních procent původního extraktu mladiny
- **Výčepní pivo** – extrakt původní mladiny je okolo 7–10 hmotnostních procent
- **Plné pivo** – svrchně kvašené pivo, s obsahem extraktu původní mladiny 11 až 12 hmotnostních procent
- **Ležák** – spodně kvašené pivo, které obsahuje extrakt původní mladiny 11 až 12 hmotnostních procent
- **Speciály** – piva, která obsahují nad 13 hmotnostních procent extraktu původní mladiny [2,4,7]

Dělení podle obsahu alkoholu:

- **Nízkoalkoholická piva** – tato piva mohou nejvýše obsahovat 1,2 objemových procent alkoholu
- **Nealkoholická piva** – mohou obsahovat nejvýše 0,5 objemových procent alkoholu [2,4,7]

Dělení podle způsobu konečné úpravy:

- **Piva se sníženým obsahem cukrů** – tato piva jsou určena především pro diabetiky a jedná se o hluboce prokvašená piva, která mohou obsahovat nejvýše 7,5 g.l⁻¹ zatěžujících sacharidů a 4 g.l⁻¹ bílkovin

- **Pšeničné pivo** – tento typ piva, obsahuje podíl extraktu více než jedna třetina hmotnosti použitého sladu
- **Kvasnicové pivo** – vyrobeno dodatečným přidáním k přefiltrovanému pivu čisté kvasnicové kultury nebo podílu rozkvašené mladiny
- **Ochucené pivo** – vyrobeno s přidavkem látek určených k aromatizaci potravin nebo různých surovin s vlastním aromatem, například bylin [2,4,7]

1.4.1 Spotřeba piva

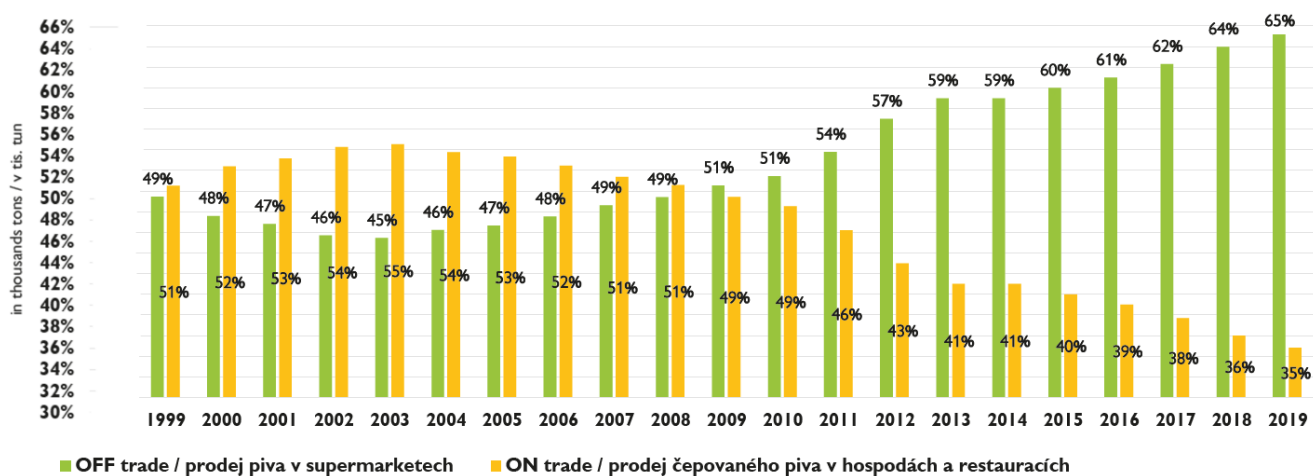
Celková spotřeba piva v roce 2019 v České republice činila 21,6 miliónů hektolitřů. Průměrná spotřeba uvedená v průměru na jednoho obyvatele je uvedena v *Tab. 2.* [19]

Tabulka 2 – Průměrná spotřeba piva v ČR na jednoho obyvatele za rok. (ČSÚ) [20]

Rok	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Spotřeba [l]	151	144	143	149	147	147	147	147	144	141	142

Čepované a lahvové pivo

Podíl piva čepovaného v hospodách a restauracích oproti pivu lahvovému od roku 2003 klesá, v roce 2019 klesl dokonce až na 35 %, jak můžeme pozorovat v grafu na *Obr. 1.* V roce 2020 a 2021 se ovšem vlivem pandemie očekává ještě větší pokles. Hlavně kvůli vládním nařízením jako je omezená otevírací doba restauračních zařízení, prodej z okének nebo zrušení velkých festivalů. [19]



Obrázek 1 – Prodej lahvového a čepovaného piva od roku 1999–2019. Upraveno podle [19]

2 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA CIDERU

Cider je obecně definován jako alkoholický nápoj získaný fermentací jablečného moštu. Nebývá však vždy jen konečným produktem, využívat se může také jako meziprodukt, například pro výrobu jablečné brandy. [21,22]

Podobně jako u ostatních fermentovaných nápojů se jedná o jeden z nejstarších na světě. Jeho historie sahá až do roku 1300 př. n. l., kdy se historici domnívají o existenci jabloní podél řeky Nillu a také řada písemných dokumentů, uvádějících alkoholické nápoje vyrobené z hrušek a jablek, pochází z dávných dob. [21,22]

Obdobným nápojem získávaným fermentací hruškové šťávy je perry. [21]

Cider lze vyrobit buď z čerstvě lisované jablečné šťávy nebo z koncentrátu. Kvalita fermentace je u obou možností podobná, u koncentrátu se však může vyžadovat doplnění výživy k vykompenzování ztráty některých živin a podpora životaschopnosti kvasinek. Tyto koncentráty jsou k dispozici ve větším množství, jsou mnohem více stabilní a tím pádem i lehce přepravitelné a také ve větším množství cenově dostupnější. [23]

Obsah alkoholu se v cideru pohybuje v rozmezí od 1,2–8,5 obj. %, lze jej podle toho rozdělit na sladký, polosuchý a suchý. Rozdělení zobrazeno v Tab. 3. Nad 8 obj. % se již nejedná o cider, ale o jablečné víno. [4,22]

Tabulka 3 – Rozdělení cideru podle obsahu alkoholu. Vypracováno podle [24].

Typ	Obsah alkoholu [obj. %]
Suchý (brut nebo sec)	Více než 5
Polosuchý (demi sec)	3–5
Sladký (doux)	Méně než 3

Podle Vyhlášky č. 248/2018 Sb. je ciderem nápoj vyrobený úplným nebo částečným alkoholovým kvašením čerstvé, koncentrované nebo sušené jablečné šťávy, ke které byla přidána voda, nebo jejich směsi. Přídavek vody, cukru a nejvýše dvacet pět objemových procent jiné šťávy se přidává ihned i po kvašení. Je možná aromatizace přírodními aromatickými látkami z ovoce. Přípustné je též přidání čerstvé nebo 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. (Vyhláška č. 248/2018 Sb. o požadavcích na nápoje, kvasný ocet a droždí, 2018)

2.1 Suroviny pro výrobu cideru

Hlavní a zároveň nejdůležitější surovinou pro výrobu cideru jsou jablka. [24]

2.1.1 Jablka

Jednotlivé odrůdy jablek, lze rozdělit podle dvou kritérií:

- Doba zrání
- Chuť [24]

Podle doby zrání se jablka dělí:

- **Letní** – nedají se dlouho uchovávat a musí být rychle zpracována, rychlejší ale těžce kontrolovatelné kvašení, výsledkem je suchý cider
- **Podzimní** – nejvýhodnější pro výrobu, vzniká polosuchý cider
- **Ranně zimní**
- **Zimní** – po sklizni musí ještě částečně dozrát, sladký cider [21,24]

Podle chuti se jablka dělí na:

- **Sladká** – bohatá na cukry, zdroj sladké a příjemné chuti
- **Hořkosladká** – podílejí se na stabilizaci obsahu alkoholu, základ jablečných směsí
- **Trpká nebo hořká** – obsahují hodně taninu
- **Kyselá** – bohaté na kyselinu jablečnou, dodávají cideru svěžest a chrání jej před ztmavnutím a možnými nemocemi [21,24]

Každá skupina jablek zahrnuje typické odrůdy, jejichž smícháním se docílí vhodného poměru sladkosti, hořkosti a kyselosti výchozího moštu i samotného cideru. [23]

Cider lze vyrobit z téměř jakékoliv odrůdy jablek. Vhodná jsou jablka obsahující tanin, ten výslednému cideru dodává mírně hořkou chuť, ulehčuje vyčištění cideru a usnadňuje jeho uchování. Důležitá je i přítomnost sacharidu, který se následně kvasí na alkohol. [24,25]

Jablečná šťáva obsahuje všechny biologicky cenné látky a její chemické složení umožňuje přímou konzumaci bez ředění nebo přidávání cukru. Kvalita a poměr obsažených látek závisí na podmínkách prostředí a stupni zralosti ovoce. [26]

Odrůdy jablek používaných k výrobě cideru

Přehled některých odrůd jablek a jejich základních vlastností zobrazen v *Tab. 4*.

Tabulka 4 – Přehled vlastností vybraných odrůd jablek. Vypracováno podle [26]

Odrůda	Chuť	Velikost	Barva	Období sklizně
Boikovo	Mírně kyselá, šťavnatá	Velké	Zelenožlutá s mírným začervenaním	Zima
Jadernička moravská	Sladce kyselkavá, šťavnatá	Malé až střední	Žlutá	Podzim
Kardinál žiháný	Mírně kyselá, šťavnatá	Velké	Žlutá s červeným žiháním	Podzim
Panenské české	Sladce kyselkavá, lehce šťavnatá	Malé	Karmínově červená	Podzim
Parmena zlatá zimní	Sladce kyselkavá, šťavnatá	Střední	Žlutá se začervenaním nebo červeným žiháním	Podzim
Strýmka	Sladce kyselá, velmi šťavnatá	Malé až střední	Žlutočervená skvrnitá	Zima
Idared	Sladce kyselkavá, šťavnatá	Střední až velké	Žlutozelenočervená	Zima

Idared

Tato odrůda je vyobrazena na *Obr. 2*.

Velikost plodů je střední až větší. Slupka má hladkou, lesklou a pevnou texturu. Barva je nazelenale žlutá a tmavě červeně pruhovaná. Dužina plodu je bílá, jemná a velmi šťavnatá. Chuť sladká a málo aromatická. Jablko po rozkrojení dost rychle hnědne. Sklizeň je nejvhodnější v polovině října a konzumní zralosti dosahuje až v prosinci. Při správném skladování plody nevadnou ani nehnijí a nejvhodnější je skladování v chladírnách. [27,28]

Strýmka

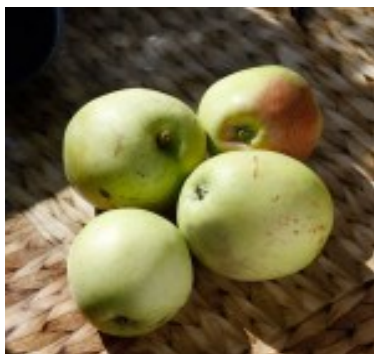
Zobrazena na *Obr. 3*. Má menší až střední velikost plodu. Slupka je hladká a matně lesklá. Barva plodů je zelenožlutá a na sluneční straně jasně červená. Dužina je nažloutlá, křehká a dosti šťavnatá. Chuť má nakyslou, bez vůně a aroma, na vzduchu nehnědne. Sklízí se od poloviny října, má se však sklízet co nejpozději a konzumní zralost začíná až v únoru. Tato odrůda je velmi dobře skladovatelná, nevadne a nehnije. [27,28]

Boikovo

Odrůda je znázorněna na *Obr. 4*. Plody mají větší velikost se specifickou hmotností. Slupka je hladká, lesklá a pevná. Barva tohoto plodu je slámově žlutá s mírným zeleným nádechem. Dužina je bílá a pevná, méně šťavnatá a na vzduchu nehnědne. Tato odrůda má mírně nakyslou chuť, bez výrazného aroma a má vyšší obsah vitamínu C. Sklízí se v polovině října a konzumně dozrává až v lednu. Velmi dobře se skladuje, nehnije a nepřezrává. [27,28]



Obrázek 2 – Idared [28]



Obrázek 3 – Strýmka [28]



Obrázek 4 – Boikovo [28]

2.1.2 Voda

Voda je pro výrobu cideru také důležitou součástí. Podíl solí přítomných ve vodě určuje kvalitu a chuť výsledného produktu. Kvalita použité vody může být důvodem proč jsou některé fermentované jablečné nápoje lepší než jiné. Voda použitá při výrobě by měla být čirá, bez chuti, zápachu a nesmí obsahovat žádné patogeny. Tvrdá voda je pro výrobu cideru nežádoucí, stejně jako obsah amoniaku nebo železa. [25]

2.2 Chemické složení

Tento nápoj má řadu sensorických vlastností, mezi které se řadí: barva, zákal, kyselost, svíravost, sladkost, sycení oxidem uhličitým nebo pěna. Všechny tyto vlastnosti se mohou u různých výrobců i v jednotlivých zemích lišit. Nejvýznamnějším ukazatelem kvality jablečného moštu, je však jeho ovocná vůně. [29]

Tuto ovocnou vůni produkují kvasinky, obsažené v jablečném moštu při fermentaci, tvořící těkavé látky. Některé třídy těchto látek, mohou být například estery (78–92 hm. %), karboxylové kyseliny, aldehydy nebo ketony (2–6 hm. %). [29]

V Tab. 5 jsou zobrazeny chemické požadavky na cider, podle Vyhlášky č. 248/2018 Sb. o požadavcích na nápoje, kvasný ocet a droždí. Podle této vyhlášky by cider neměl obsahovat více než 1,4 g/l těkavých látek a obsah alkoholu by se měl pohybovat v rozmezí 1,2 až 8,5 objemových %. [4]

Tabulka 5 - Chemické požadavky na cider

(Vyhláška č. 248/2018 Sb. o požadavcích na nápoje, kvasný ocet a droždí - 4)

Druh	Obsah ethanolu v objemových %	Obsah těkavých kyselin v g/l nejvýše
Cidery a perry	Nejméně 1,2 a nejvýše 8,5	1,4

2.2.1 Dusík

Jablečné šťávy obsahují obvykle pětkrát až desetkrát méně dusíku než šťávy hroznové nebo v pivní mladině. [25]

Dusík se v jablcích vyskytuje ve formě aminokyselin. Asparagin, glutamin, asparát, glutamát a serin, dohromady tvoří 86–95 hm. % dusíkaté části šťávy. Aminokyseliny obsažené v počátečním jablečném moštu jsou důležité pro biosyntézu mnoha těkavých sloučenin, výrazně totiž jejich tvorbu ovlivňují. Přidáním asparátu a glutamátu do jablečné šťávy před kvašením, je možno docílit ovocné vůně výsledného cideru. Důvodem je produkce vysokých koncentrací esterů kvasinek. Zlepšení sensorických vlastností výsledného produktu může být docíleno přidáním methioninu před fermentací, čímž se sníží produkce sirovodíku během kvašení jablečného moštu. [29,30]

Obsah dusíku dostupného pro kvasinky v jablečné šťávě je v průměru kolem 120 mg/l. Tato živina je důležitá pro růst buněk, především pro syntézu jejich bílkovin a také pro fermentační aktivitu během počáteční fáze fermentace. Naopak nežádoucí vliv na fermentaci by mohla mít nízká koncentrace celkového obsahu dusíku (<75 mg/l) v kombinaci s nízkou koncentrací kyslíku (<2,5 mg/l). [29]

2.2.2 Polyfenoly

Jablka jsou bohatá na obsah polyfenolů. Jejich koncentrace v jablečné šťávě může ovlivnit zpracování a fermentaci jablečného moštu. Nízká koncentrace polyfenolů je však nežádoucí, mohla by totiž podporovat růst mléčných bakterií. Tato problematika by vedla

k následnému okyselení, poškození mannitolu a nestabilitě. Polyfenoly také hrají důležitou roli v řadě sensorických vlastností, jako je celková chuť, hořkost, svíravost anebo barva. Jejich obsah v jablcích záleží i na spoustě faktorech, jako je třeba odrůda jablek a jejich zralost, kultivačních postupech, skladování a podobně. [31,32]

Obsah polyfenolů ovlivňuje kvalitu jablečného džusu, tento jev se však nemusí odrážet v hotovém cideru. Je tedy možné při jeho výrobě využít číření šťávy bez jakéhokoliv ovlivnění kvality výsledného produktu. [31]

2.2.3 Kvasinky

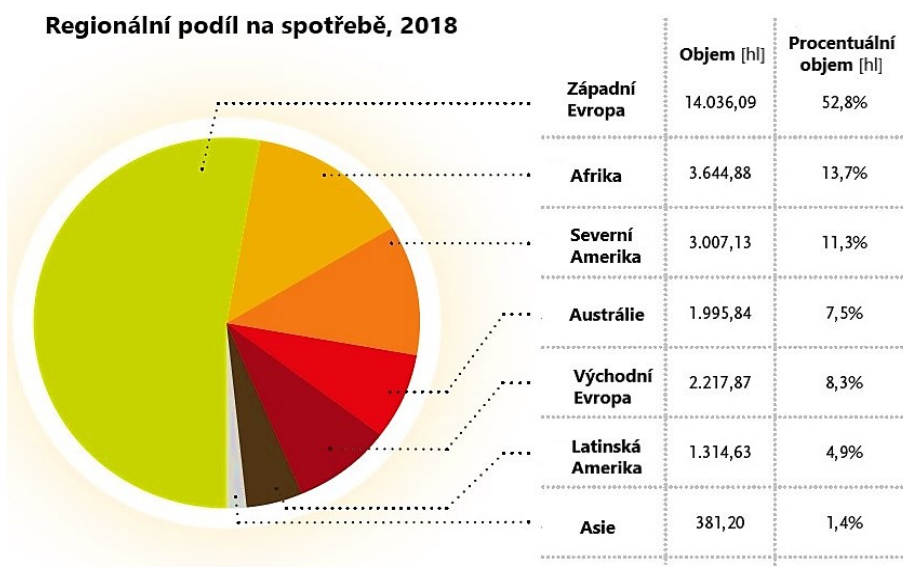
Stejně jako u piva, se i pro výrobu cideru využívají kvasinky rodu *Sacharomyces*. [21]

Pro výrobu lze použít například tyto tři kmeny – *Sacharomyces paradoxus*, *Sacharomyces cerevisiae* a *Sacharomyces capensis*. Mezi jednotlivými kmeny kvasinek byly zjištěny rozdíly ve fermentačním profilu, různé kmeny kvasinek totiž konzumují aminokyseliny odlišně. Výsledné produkty vyráběné pomocí *Sacharomyces cerevisiae* vykazují vyšší obsah ethanolu, doprovázený relativně vysokým využitím sacharidů. Koncentrace těkavých složek však může být nižší. Kvasinky rodu *Sacharomyces capensis* naopak produkují větší množství glycerolu, těkavých esterů a vyšších alkoholů. [31,33]

Může však také dojít k znehodnocení výsledného cideru pomocí původní mikrobiologické aktivity použitých jablek. To znamená, že mohou obsahovat potencionální mikroorganismy jako je například *Kloeckera*, která způsobuje esterový pach, *Candida mycoderma* vytváří nežádoucí film, dále vláknité houby (mykotoxiny) nebo jiné kvasinky, vytvářející těkavé kyseliny a estery. Z toho důvodu, je do cideru nutné přidávat oxid siřičitý, který potlačuje růst většiny mikroorganismů, jiných než *Sacharomyces*. [32,33]

2.3 Cider ve světě

V různých evropských zemích se pro cider využívá jiné označení. Ve Velké Británii se pro jablečný zkvašený mošt používá označení cider [*sajdr*], ve Francii cidre [*sídr*], sidra [*sidra*] ve Španělsku a v Německu apfelwein [*apflvain*]. Ve Francii a Velké Británii se však kromě jiného názvu využívá i jiný postup výroby. Podle dat AICV znázorněných na Obr. 5 je jeho největší spotřeba právě v Evropě. V roce 2018 činila v Západní Evropě necelých 53 %, například proti Austrálii, kde byla pouhých 7,5 %. [21, 34]



Obrázek 5 – Spotřeba cideru ve světě v roce 2018. Vypracováno a přeloženo podle [34]

2.3.1 Francie – cidre

Francouzské mošty ukazují velkou rozmanitost jak ve složení, tak i smyslových charakteristikách. K následnému ošetření jablečného moštu se využívá centrifugace, čiření pomocí zušlechťování želatinou, filtrace nebo sycení plynem (CO₂) a pasterizace. [34,35]

Jedná se o ovocné cidery s plnou hořkosladkou chutí. Jejich vlastnosti jsou často výsledkem defekace, kdy se od šťávy oddělují pektiny a jiné látky, to moštu dodává sladkou chuť. Tanin obsažený v jablcích dodává naopak chuť hořkou. Čirý džus se následně oddělí a pomalu fermentuje, což je pro tento druh cideru typické. K výrobě se využívá i keeving neboli samočištění, což je způsob, kterým lze vytvořit konečný přirozeně sladký šumivý produkt. Existují i různé ochucené varianty. Průměrný obsah alkoholu je 2–4 obj. %. Cidre s vyšším obsahem alkoholu má chuť sušší a s nižším je naopak sladší. [21,34,36]

Francouzská politika prohlašuje, že produkt s názvem „cider“ musí pocházet z kvašení čerstvého jablečného džusu a obsah koncentrátu nesmí přesáhnout 50 % objemových z celkové hmotnosti. Naopak ve Velké Británii by měla směs před fermentací obsahovat alespoň 35 % jablečné šťávy z celkového množství. [23]

3 TECHNOLOGIE VÝROBY PIVA A CIDERU

V této kapitole jsou pouze stručně nastíněny technologické procesy výroby piva a cideru. Zároveň v jaké fázi u obou postupů dochází k čiření, které je více rozvedeno u obou nápojů v kapitole č. 5.

Je také důležité si uvědomit, že i když se v obou případech jedná o fermentované nápoje, pivo i cider se vyrábějí rozdílným způsobem. Cider má však blíž k výrobě vína, jedná se totiž především o sezónní produkt. Vyrábí se většinou na podzim, přes zimu kvasí a ke konzumaci je převážně až na jaře. [37]

3.1 Technologie výroby piva

Postup výroby piva se skládá z několika kroků, včetně sladování, mletí, rmutování, scezování, vaření mladiny, čiření, fermentace, skladování, filtrace a plnění do lahví. [10]

3.1.1 Výroba sladu

Schématiké vyobrazení výroby sladu je zobrazeno na *Obr. 6*. Nejprve se obilí protřídí, vyčistí a následně máčí. Tento proces trvá přibližně dva dny. Při máčení stoupne obsah vody v zrně a současně tím vzniknou podmínky vhodné pro klíčení zrna a syntézu a aktivaci enzymů. [2,3]

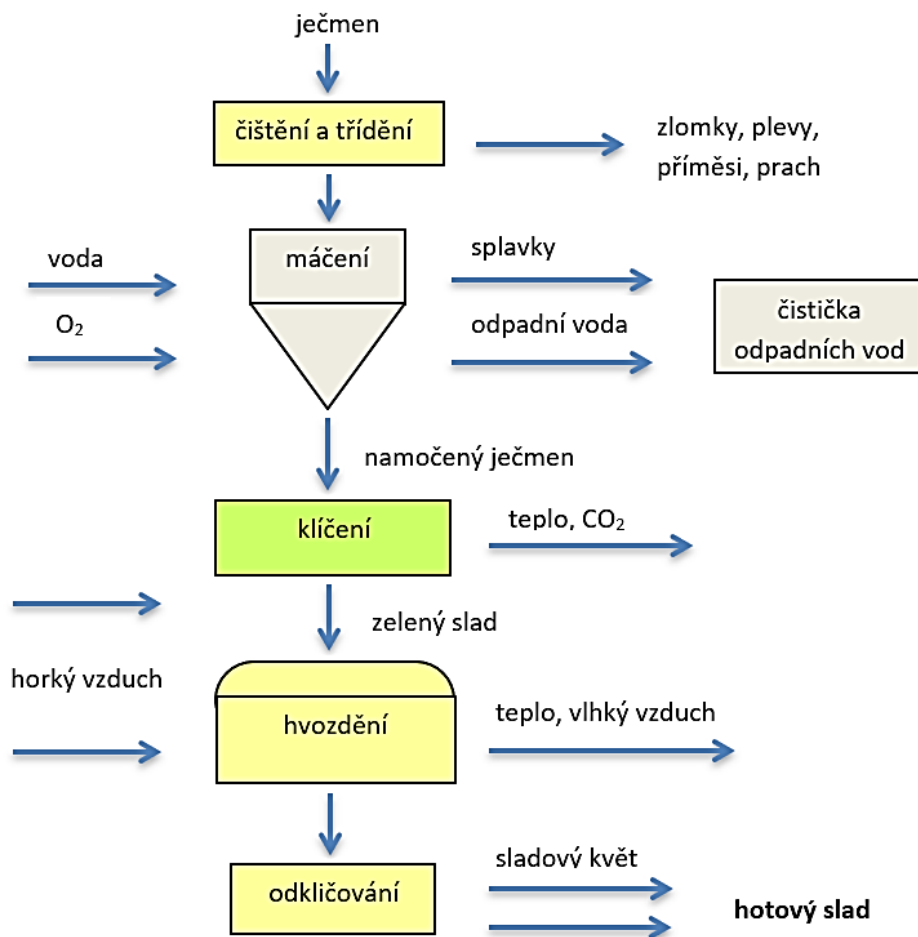
Dále následuje klíčení obilného zrna, tímto procesem se mění jeho složení působením komplexů enzymů, které se postupně aktivují v obilkách. Komplexy enzymů štěpí vysokomolekulární látky na nízkomolekulární látky. Štěpením dochází, v průběhu sušení sladu a následné výrobě piva, k tvorbě sensorických typických vlastností piva. Proces klíčení trvá obvykle pět až sedm dní. [2,3]

Po klíčení následuje hvozdnění neboli sušení, které má za úkol snížit v ječmenném zrně obsah vody. Provádí se obvykle při teplotách 80–85 °C. Upravením těchto teplot a úbytkem vody při sušení se ve sladu vytvářejí typické barevné a aromatické látky. Jednou z takových látek mohou být meladoidiny, které vznikají jako produkty vzájemné reakce jednoduchých sacharidů a aminokyselin. [3]

Konečnou úpravou je odstranění klíčků, kdy se slad zbaví kořínků, poškozených zrn a prachu. Po odstranění se slad ochladí a následně dojde k jeho uskladnění. [7]

Čerstvě usušený slad není vhodný k přímému pivovarnickému zpracování. Je nejprve zapotřebí jej nechat několik týdnů odležet, dozrát, většinou se uvádí 4–6. Po přečištění se slad skladuje převážně v silech s automatickou regulací teploty a vlhkosti vzduchu. [2,38]

Sladový květ je při této výrobě nejcennějším odpadem. Může se nadále využívat např. k přípravě léčiv, výživných krmiv nebo pro průmyslové zpracování při výrobě droždí. [7]



Obrázek 6 – Schéma výroby sladu. Vytvořeno podle [39].

3.1.2 Mletí

Pro výrobu mladiny, je potřeba slad nejprve rozemlít na požadovanou jemnost. Mletí je také důležité k odhalení látek obsažených ve sladu a urychlení jejich rozpuštění. Vhodně namleté obilí, umožňuje další enzymatické a fyzikálně-chemické reakce při výrobě mladiny. Tento proces zásadně ovlivňuje další způsoby zpracování, například rmutování. Klíčovými požadavky na mletý slad je co nejméně poškozený šrot, co nejdůkladněji namleté slupky obilí, vysoký podíl jemné drti, a naopak malá část hrubé. [38,40]

3.1.3 Rmutování

Umožňuje provádět biochemické změny, které produkují prvky nezbytné pro fermentaci mladiny, pomocí enzymů syntetizovaných nebo aktivovaných během sladování. Rozemletý a usušený slad je smísen ve velké nádobě s vodou, kde společně vytváří hustou kaši neboli rmut. V rámci tohoto procesu se škrob dále štěpí na glukózu, maltózu a dextriny. Následně se tyto výsledné produkty přivedou do roztoku. [41,42]

Teplota a pH jsou během tohoto procesu klíčovými vlastnostmi určující optimální aktivitu amylolytických a proteolytických enzymů. Při zředění rmutu, je amylolytická proteáza upřednostňována, amylázy jsou totiž méně citlivé na teplo. V případě proteolytické aktivity jsou peptidázy obvykle tepelně odolnější než koncentrovaná média. [41]

Směs je zahřívána na různé teploty k umožnění pracování určitých enzymů, tento proces je sledován pomocí jodových testů. [42]

- 40 °C → β -glukanáza (celulóza) štěpí β -glykosidové vazby celulózy z obilných otrub
- 50 °C → proteázy rozkládají obilné bílkoviny na aminokyseliny pro výrobu kvasinek
- 62 °C → β -amyláza štěpí škrob a uvolňuje molekuly maltózy
- 72 °C → α -amyláza štěpí škrob pomocí štěpení α -1,4-glykosidových vazeb
- 78 °C → uvolnění dalších 2 % škrobu, což snižuje viskozitu kaše [41]

Rmut se následně filtruje, čímž vznikne čirá tekutina, zvaná mladina. Filtrace zahrnuje oddělení mladiny od použitého zrna, ze kterého bylo extrakcí odděleno maximální množství rozpuštěných látek. [41,42]

3.1.4 Vaření mladiny

Tento proces je důležitou součástí při výrobě piva, trvá přibližně 90 minut při pH 5,2. Vaření mladiny probíhá z důvodu sterilizace a zbavení se nežádoucích mikroorganismů, které by mohly být zdrojem kontaminace. Také dochází k ukončení enzymatické aktivity a sacharidové složení mladiny se již dále nemění, nebo se rozvíjí chuť a aroma. K horké mladině se postupně přidává chmel, ze kterého se během vaření uvolňují α -kyseliny, zodpovědné za hořkou chuť piva. Varná nádoba je tvořena většinou z mědi, kvůli její tvárnosti a dobrému vedení tepla. [41,42,43]

3.1.5 Fermentace

Před zahájením fermentace, se uvařená mladina ochladí a převede do fermentační nádoby. Následně se k mladině přidají pivovarské kvasinky. Kmeny kvasinek jsou vybírány na základě technologických a senzorických vlastností (optimální teplota, produkce diacetylu). Dolně kvašená piva se fermentují při nižší teplotě (7–15 °C) a tento proces trvá 8 až 10 dnů. Naopak vrchně kvašená piva se fermentují při teplotách vyšších (20–26 °C) a kvašení trvá kratší dobu, jen 4 až 6 dnů. [41,42]

3.1.6 Číření piva

Průběh číření ovlivňuje charakter zákalu, intenzitu, teplotu a dobu dokvašování, při kterém je obzvlášť důležité. Ovlivňuje také průběh filtrace, pěnovost, chuť piva i jeho koloidní stabilitu. Ke zvýšení koloidní stability se dnes využívá velké množství stabilizačních prostředků. Podle působení se rozdělují na srážecí, enzymové, absorpční a antioxidační. Všechny tyto prostředky slouží ke snížení obsahu hlavních sloučenin tvořící zákal. [7]

3.1.7 Filtrace

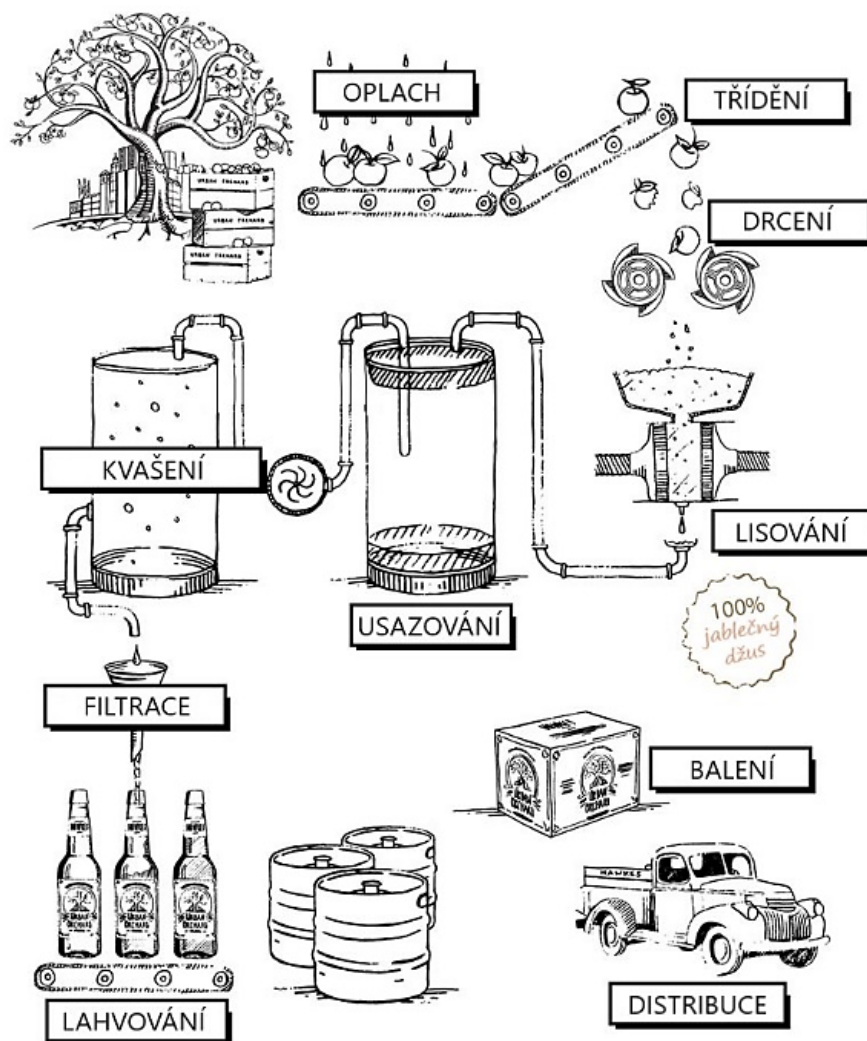
Tento krok se provádí při výrobě piva jako poslední. Účelem je vyčištění piva, snížení počtu mikrobů a jeho stabilizace pomocí odstranění komplexu polyfenol-protein a koloidy, které by tvořily sraženinu, podobně jako špatně rozpustné bílkoviny a polysacharidy. [41]

Filtrace se provádí přes filtrační lisy nebo filtry tlakových nádob, které jsou tvořené pomocnými látkami ve formě porézních částic. Mezi tyto částice patří křemelina, perlit, celulóza nebo aktivní uhlí. Hrají důležitou roli nejen jako filtrační bariéra, ale také při adsorpci složek chladného zákalu. [44]

3.2 Technologie výroby cideru

Výroba cideru se skládá z několika základních kroků, které jsou zjednodušeně a schématicky zobrazeny v *Obr. 7* a dále rozebrány v následujících podkapitolách. Nejdůležitější je správný výběr ovoce, následuje jeho třídění a mytí, z důvodu odstranění veškerých nežádoucích nečistot. Nadrcená jablka se nechají nejprve macerovat a následně se vylisují. Výslednou šťávu je ještě před fermentací nutno upravit. Např. pomocí keevenigu neboli samočištění. Po přípravě následuje fermentace, před kterou lze ještě pro-

vést číření. Po fermentaci následuje filtrace. Finálním krokem je stáčení do lahví a následná distribuce.



Obrázek 7 – Schéma výroby cideru – upraveno a přeloženo podle [45]

3.2.1 Výběr ovoce

Důležitým a zároveň prvním krokem pro výrobu cideru, je výběr ovoce. Nemělo by se sklízet dříve, než je zcela zralé. Je však obvyklé, že některé plody spadnou na zem ještě před sklizní, ostatní nespádná jablka lze sundat pomocí setřesení stromu, kde padají do plastové fólie nebo sítě. K tomuto účelu však také můžeme využít speciální třepače, vzduchové foukače anebo mechanické kartáče. Tyto způsoby sice mohou způsobit určité poškození plodu, ale jejich jen malé množství, což je obvykle přijatelné. [25,43]

Jablka je dobré po sklizni skladovat minimálně přibližně ještě měsíc. Hlavním důvodem je, že se v ovoci neustále přeměňuje škrob na sacharidy a je žádoucí, aby tento proces byl dokončen ještě před fermentací. [25, 46]

3.2.2 Třídění ovoce

Následně je nutno jablka před dalším zpracováním pečlivě přebrat a všechny nežádoucí vyřadit. Mezi taková patří nahnílá, plesnivá, zčernalá, ale i ta nahnědlá z důvodu možného obsahu patulinu. Existuje také snadný způsob zjištění kvality jablek, kdy se zdravá jablka drží ve vodní nádrži na hladině. [24, 25, 46]

3.2.3 Mytí ovoce

Důležité také je, aby ovoce bylo správně očištěno. Odstranění veškerých větviček, listů, trávy, kamínků, hmyzu nebo případné hlíny. K mytí se využívá pitné vody a oplach by měl trvat déle než 15 sekund. Někdy se používá mytí dvojstupňové, kdy se nejprve provede první hrubé čištění a následně druhé závěrečné mytí. [24,25,37]

3.2.4 Drcení ovoce

Tento postup se provádí z důvodu rozrušení buněčné skladby plodu, které má za následek efektivnější získávání šťávy, pro další technologické postupy. [24]

Drcení se provádí v drtičce pomocí otočných nožů, které se otáčejí každý jiným směrem a nadrcená jablka mají hrubší strukturu buničiny. [43]

3.2.5 Loužení ovocné drtě

Neboli vyluhování jablečné drtě macerací ve vlastní šťávě nebo vodě. Většina druhů ovoce obsahuje větší množství pektinu, který je ve vodě nerozpustný, je proto lepší jej uvolnit vzhledem k dalšímu zpracování. V tomto kroku také dochází k usmrcení ovocných buněk, při spotřebování tkáňového kyslíku a zároveň k částečné degradaci pektinu. [13]

3.2.6 Lisování ovocné drtě

Lisování musí probíhat pomalu a výtěžnost šťávy závisí na šťavnatosti použité odrůdy jablek. Lze ho provádět na automatizovaných kontinuálních košových nebo pásových lisech. V závislosti na typu lisu se může výtěžek extrakce pohybovat kolem 600 až 800 kg

„čisté šťávy“ na tunu jablek. Při lisování za pomoci hydraulického lisu, může být výtěžnost jablečné šťávy až 70 hm. %. Extrahované výlisky se buď využívají k výrobě pektinu, nebo jako krmivo pro zvířata. [24, 46]

3.2.7 Příprava šťávy

Ve vylisované šťávě je měřena hladina cukru, kyselost a pH. Kyselost a pH jsou dva důležité parametry. Celkový obsah kyselin je důležitý pro sensorické vnímání chuti a pH zase pro správné provedení fermentace. Jsou na sobě závislé, při stoupající kyselosti pH klesá a naopak. Kyselost lze měřit pomocí titrace, kdy titrovatelná kyselina jablečná má obsah v rozmezí 0,3–0,7 hm. % v jablečné šťávě. [25]

Také se před samotnou fermentací může provádět samočištění, tzv. keeving. [36]

Keeving

Tímto způsobem lze vytvořit přirozeně sladký šumivý cider. Jeho základní princip spočívá v odstranění živin ze šťávy navázáním na pektin, z důvodu zajištění pomalé a dlouhé fermentace. [24, 36]

Nečistoty nacházející se v jablečné šťávě se samovolně oddělují, buďto stoupají vzhůru (kousky dužiny, hmyz) nebo klesají ke dnu (jadérka, hlína). Dále se tedy pracuje pouze s čistou tekutinou. V prvních několika dnech, vlivem nízké teploty dochází k fermentaci kvasinek a přírodní enzymy pektinu vytváří pomocí vápenatých solí gel. Ten na sebe naváže všechny zbylé usazeniny. Rostoucí kvasinky se smršťují a gelovitou hmotu vytlačí na povrch, kde tvoří hnědou pěnu tzv. „*Chapeau brun*“. [24, 36, 46, 47]

Výhodou této metody je produkce přirozeně sladkého a zbarveného moštu, který je z důvodu odstranění pektinu důkladně čistý a není příliš pěnivý. Naopak nevýhodou je, že záleží na mnoha důležitých faktorech ke správnému provedení této metody – správný výběr ovoce, dobře vyztřelé, směs nesmí obsahovat příliš mnoho kyselých jablek, nízká teplota kvasných prostor a dalších. [24,36]

3.2.8 Fermentace

Tento proces, lze rozdělit na tři fáze: oxidační fáze, fáze produkce alkoholu a zrání. Může být také ovlivněn použitou odrůdou jablek, fází zrání, kmenem kvasinek nebo suplementací dusíku. [23,46]

Oxidační fáze

V počátečních fázích fermentace může dojít k napěnění a vývoji oxidu uhličitého, je to z toho důvodu, že se kvasinky množí a začínají štěpit sacharidy na alkohol. Tato fáze trvá několik dní až do dvou týdnů. [25, 46]

Po několika týdenní fermentaci je potřeba provést první stáčení do další čisté nádoby, nejlépe s minimálním provzdušněním. [25]

Fáze produkce alkoholu

Druhá fáze je charakterizována aktivitou kvasinek rodu *Saccharomyces*, které fermentují většinu sacharidů. Tento proces pokračuje tak dlouho, dokud nejsou využity všechny fermentovatelné sacharidy. Což trvá přibližně 3-8 týdnů, závisí také na okolní teplotě. [21,46]

Zrání

Cider dozrává ještě několik měsíců, většinou dva, jeho chuťová rovnováha se stabilizuje a jeho drsnější tóny jsou vyhlazovány pomalými chemickými a biochemickými reakcemi. [21,25]

3.2.9 Čiření cideru

Hustota jablečného moštu, je v průběhu výroby kontrolována pomocí vyvolání nedostatku živin, čehož se dá dosáhnout pomocí čiření prováděného ještě před alkoholovou fermentací. Toto čiření má za následek šťávu bez obsahu pektinu, která zaručuje čistý finální mošt. Tento krok také umožňuje určovat výslednou barvu a chuť, pomocí ovlivnění snížení obsahu taninu a také snížením obsahu kvasinek a aminodusíku, což ve šťávě zpomaluje následnou alkoholovou fermentaci. To je důležité pro zachování nezalkvašeného sacharidu pro přirozeně sladký výsledný produkt. [35,46]

Tento proces je však mnohem složitější, než se zdá. Řada účinků, často mohou být i protichůdné, závisí na ovlivnění fermentace. [46]

4 HYDROKOLOIDY PŘI VÝROBĚ POTRAVIN

Hydrokoloidy jsou nezbytné makromolekuly potřebné v potravinářství pro strukturu potravin a také nesou téměř všechny vlastnosti při jejich zpracování, zejména chuť a výživové vlastnosti. Patří mezi ně zahušřovadla, stabilizátory nebo želírující látky. Zahuštění a gelovatění patří mezi jejich základní vlastnosti, díky kterým nacházejí v potravinářství široké využití. [48,49,50]

Využívají se mohou například do zmrzlin, koláčových náplní, džemů, omáček, salátových dresinků, polévek, různých nápojů a ve spoustě dalších potravinách. [48]

Jedná se o heterogenní skupinu polymerů s dlouhým řetězcem. Jsou odvozené z řady různých zdrojů. Rostlinných (karagenan, pektin, škrob), živočišných (chitosan, želatina), mikrobiálních (xantanová guma), nebo chemických modifikací jako jsou polysacharidy nebo proteiny. Obsahují velký počet hydroxylových skupin a tím se výrazně ovlivňuje jejich afinita k vazbě molekul vody, tato vlastnost z nich činí hydrofilní sloučeniny. Dále také mohou vytvářet disperzi mezi skutečným roztokem a suspenzí a následně vykazovat vlastnosti koloidu. [48,51]

Funkce hydrokoloidů v potravinách:

- Optimalizace reologických vlastností pevných látek do výrobků tekutých → vlastnosti pocitu plynutí v ústech.
- Stabilizátory pro systémy emulze oleje a vody.
- Vazba suchých a polosuchých produktů.
- Ovlivnění tvaru, struktury, vazby na vodu a sensorických vlastností.
- Stabilizace pěny a fixace chuti. [50,52]

V potravinách však mají mnohem více funkčních vlastností. Dalšími může být zahušřování, gelovatění, emulgace, stabilizace nebo řízení růstu krystalků ledu a cukru. [48]

Hlavním zdrojem hydrokoloidů jsou rostlinné produkty, například semena rostlin a mořské řasy. Někdy se mohou nacházet v buněčných stěnách rostlin, stromů, hlízách nebo kořenech. Produkty získané fermentací a chemicky modifikovanými polysacharidy také přispívají k vývoji hydrokoloidů pro různé potravinářské aplikace. Vlastnosti použitých hydrokoloidů závisí na původu produktu nebo na funkci, pro kterou jsou použity. [50,52]

Některé důležité hydrokoloidy a jejich vlastnosti jsou shrnuty v *Tabulce 6*.

Tabulka 6 – Vybrané hydrokoloidy a jejich základní vlastnosti.

Vytvořeno a přeloženo podle [50]

Hydrokoloidy	Funkce	Zdroj	Aplikace v potravinářství
Nemodifikovaný škrob	Zahušťovadlo, gelování	Brambory, obiloviny, tapioka	Koláčové náplně, džemy a želé
Modifikovaný škrob	Želírování, zlepšení viskozity a další reologické parametry, tepelný odpor proti vyšším i nižším teplotám, zlepšení rozpustnosti ve studené vodě	Produkty chemické modifikace přírodních polysacharidů	Koláčové náplně, konzervované ovoce a ovocné dezerty
Kasein	Vytváří na povrchu ochranný film	Mléko	Balení předem krájené zeleniny a ovoce
Guarová guma	Stabilizátor	Guarové boby	Nápoje, mražené ovoce, dezerty
Arabská guma	Stabilizátor, emulgátor	Rostlina akácie	Nápoje, emulgátor pro citrusové oleje a příchutě
Karagenan	Želírování	Irský mech	Zmrazené dezerty
Pektin	Želírování, stabilizátor	Odpady z ovoce	Nápoje, ovocné dezerty, džemy a želé
Xantan	Želírování, stabilizace	Fermentační produkt <i>Xanthomonas campestris</i>	Nápoje, pudinky, suché směsi nápojů
Karboxymethyl celulóza	Zahušťovadlo, stabilizátor	Modifikovaná celulóza	Sirupy s ovocnou příchutí

4.1 Emulgátory

Emulze je nezbytná pro dosažení homogenity v kapalině potraviny s tendencí k fázové separaci během zpracování nebo skladování. Mají hydrofilní i lipofilní vlastnosti, které produktům umožňují spojit vodní a olejovou fázi bez jejich oddělení. Je proto zapotřebí značné povrchové aktivity na rozhraní olej–voda. [50,53]

Mezi další vlastnosti se řadí zvýšení stability příchutí tuků, olejů a omezení nástupu žluklosti. Mohou se používat například pro zlepšení struktury strouhanky v pečených výrobcích, díky optimální komplexační vlastnosti škrobu. Kromě lecitinu se většina emulgátorů využívá v kombinaci. [50]

Nejvyužívanější emulgátory:

- mono a diglyceridy
- acetylové monoglyceridy
- estery mastných kyselin se sacharózou
- stearoyl-2-laktát
- estery propylenglykolu
- estery sorbitolu a monoglyceridů s kyselinou diacetylovou [50]

4.2 Zahušťovadla

Použití hydrokoloidů jako zahušťovadel zahrnuje nespécifické zapletení konformačně neuspořádaných polymerních řetězců. Nejčastěji se pro tento účel využívají ty, které obsahují škrob, xantan nebo galaktomanany, pod které se řadí guarová a arabská guma. Účinek zahušťování závisí na typu použitého hydrokoloidu, jeho koncentraci, pH systému nebo teplotě. [48]

4.2.1 Škrob

Jedná se o nejvíce vyskytující se polysacharid a je jednou z nejdůležitějších složek v potravinářském průmyslu. Obsahuje hydrofilní molekuly, které nevykazují žádnou významnou povrchovou aktivitu. Zůstává ve vodních roztocích a umožňuje vytváření zapletených sítí biopolymerů, i při nízkých koncentracích polysacharidů. Díky čemuž se využívá jako modifikátor a zahušťovadlo v potravinách, dále se používá jako koloidní stabilizátor, želírující činidlo a činidlo zadržující vodu. [48,54,55]

Jedná se o relativně levnou surovinu, která v koncentraci 2–5 hm. % nepřidává chuť výslednému produktu. Škrob je složený ze dvou makromolekul, z lineární amylozy a rozvětveného amylopektinu, které mají zásadní vliv na vlastnosti škrobu, jako je želatinace, bobtnání, reologie a výsledná textura. [48,55]

Škrob je ve studené vodě nerozpustný a vytváří pouze neprůhledné suspenze se sklonem k usazování. Po zahřátí této suspenze, dojde v bodě varu k bobtnání a jeho gelovatění. Během bobtnání škrob absorbuje vodu a v tomto okamžiku dosáhne zahušťovací viskozity. Při vaření ve vodě škrob tvoří koloidní roztoky, ze kterých se po následném ochlazení tvoří gel. Tento proces se nazývá želatinizace. [56]

Hlavním zdrojem škrobu je brambor, pšenice, kukuřice, rýže nebo maniok. [55]

4.2.2 Xantan

Xantanová guma je polysacharid produkovaný gramnegativní bakterií *Xanthomonas campestris* pomocí aerobní fermentace. Obsahuje glukózu, manózu a kyselinu glukuronovou v poměru 2:2:1. [57]

V potravinářském průmyslu našel své využití kvůli své stabilitě vůči nepříznivým podmínkám během zpracování, stabilizaci emulzí a také svým pseudoplastickým reologickým vlastnostem. Také díky jeho vysoké schopnosti zadržování vody se může využívat pro řízenou synerezi a zamezení růstu ledových krystalků ve zmražených potravinách. [55,57]

Obvykle se využívá jako zahušťovadlo, stabilizátor, emulgátor a pěnidlo. Jako stabilizátor nachází využití například v pekárenských výrobcích, pro zlepšení soudržnosti škrobových částic, která přispívá ke struktuře výsledných výrobků. Dalším příkladem jsou mražené potraviny, kdy se používá pro zabránění syntézy během cyklů zmražení a rozmražení. Nebo se také může využívat u produktů s nízkým obsahem tuku jako jeho náhražka. [55,57]

Přidání této makromolekuly do mléčných výrobků, brání elektrostatickému náboji interagovat mezi molekulou kaseinu a xanthanovou gumou, mohlo by to vést k vyčerpání flokulace a fázové separaci, obě tyto varianty jsou pro konečný produkt nepřijatelné. [57]

4.2.3 Arabská guma

Jedná se o vysoce rozvětvený neutrální až slabě kyselý komplexní polysacharid. Má schopnost dodávat potravinám požadované vlastnosti díky svému vlivu na viskozitu a texturu. Používá se hlavně jako emulgátor při výrobě nápojů. [48,56]

Získává se z rostliny *Acacia senegal* a obsahuje 39–42 hm. % galaktózy, 24–27 hm. % arabinózy, 15–16 hm. % kyseliny glukuronové, 1,5–1,6 hm. % bílkovin, 0,22–0,39 hm. % dusíku a 12,5–16 hm. % vlhkosti, která se liší podle stáří stromu a klimatických podmínek. Z akácie se využívá pryskyřičná hmota, vylučována přirozeně nebo uměle pomocí řezů. Jeden strom však produkuje pouze 400g pryskyřice ročně. [52,56]

Má filmotvorné vlastnosti a je dobrým emulgátorem. Používá se jako jedlý povlak na čerstvé ovoce a zeleninu. Vytváří tak ochrannou vrstvu, která prodlužuje jejich posklizňovou kvalitu a trvanlivost. [52]

4.3 Gely a želírující látky

Hydrokoloidy tvoří gely fyzikálním spojením polymerních řetězců prostřednictvím vodíkové vazby. I přestože všechny hydrokoloidy zahušťují vodné disperze, tak pouze některé dokáží vytvořit gely. Mezi důležité látky nacházející uplatnění v potravinách jako želírující látky patří pektin, karagenan, želatina, agar nebo modifikovaný škrob. [48]

Na tvorbu gelů mají vliv různé faktory, jako jsou pH, teplota, molární hmotnost, iontové složení a kvalita rozpouštědla nebo také koncentrace gelujícího činidla. Přehled koncentrace gelujících látek u některých hydrokoloidů, je znázorněn v *Tab. 7*. [48,49]

Tabulka 7 - Koncentrace gelujících látek používaných v potravinách.

Vytvořeno a přeloženo podle [48]

Hydrokoloid	Koncentrace gelujícího činidla [hm. %]
Agar	1–2
Alginát	1–2
Karagenan	0,5–3
Vysoký obsah methoxypektinu	2–4
Nízký obsah methoxypektinu	0,1–4
Želatina	1–5
Gelan	0,5–1,5

Obvykle se dohromady kombinují, želatizační činidla s těmi, které netvoří želatinu ani gely. Například xantan nebo guarová guma s karagenanem. Docílí se tím zvýšené viskozity nebo lepších vlastností jako je třeba vyšší pružnost. Nebo přidáním mléčných bílkovin do želatiny může dojít k ovlivnění mikrostruktury, tvrdosti a štěpitelnosti. Systém ztrácí svou plasticitu, získává známky želatinové struktury a má vyšší hustotu. [48,58,59]

4.3.1 Pektin

Jedná se o strukturně nejsložitější rostlinný polysacharid vyskytující se v přírodě, u některých druhů tvoří až 35 hm. % buněčné stěny. Zdrojem pektinu mohou být různé druhy ovoce a zeleniny, jako je třeba cukrová řepa, jablka nebo citrusové plody. Obsah pektinu v cukrové řepě je 20 hm. % a v citrusových plodech asi 30 hm. %. [56,60]

Díky svým gelotvorným a stabilizačním vlastnostem nachází v potravinářském průmyslu hlavní využití ve výrobě marmelád a želé, ovocných šťáv, cukrářských výrobků a ovocných náplní. Je to z toho důvodu, že pektiny vyžadují pro gelovatění více než 55 hm. % cukernatých látek. Nejvýhodnější je však využití kyselého ovoce, z důvodu vyšší stability vůči kyselinám. [48,60]

Pektin se většinou získává extrakcí horkého vodného roztoku kyseliny při 50–90 °C. Následně se extrakt filtruje, případný škrob je odstraněn, přečištěný extrakt se koncentruje a nakonec vysuší. Další možností získávání pektinu je vysrážení alkoholem. [56]

Lze želatínovat i za přítomnosti nízkého obsahu methoxypektinu, například mléčné výrobky jako je jogurt nebo mléčné dezerty, kvašené mléčné nápoje, z důvodu obsahu vápníku. Pektin se dá využít i jako stabilizátor v kombinaci s dalšími polysacharidy, karboxymethylcelulózou nebo proteiny. [48,60]

4.3.2 Karagenan

κ -karagenan, je sulfátový polysacharid extrahovaný z různých druhů červených mořských řas. Díky své biologické rozložitelnosti a biokompatibilitě se využívá jako prostředek upravující texturu potravin. [56,61]

Nejdůležitější interakcí κ -karagananu jako želírujícího činidla jsou pozorovány v mléčných gelech, kde interaguje s mléčným proteinem, kaseinem. Nachází tak uplatnění v mléčných dezertech, jako jsou pudinky, zmrzlina nebo mléčné koktejly. Má schopnost vytvářet v nízkých koncentracích gely v mléce díky jeho elektrostatické interakci mezi pozitivně

nabitou oblastí κ -kaseinu a negativně nabitou sulfátovou skupinou κ -karagenanu, která vede ke zvýšené reaktivitě mléka. [48]

Tvoření gelu je ovlivněno teplotou, koncentrací, typem a množstvím kovových solí a přítomností sacharidu. Sacharóza však může ovlivňovat gelující schopnosti κ -karagenanu. Zvýšení koncentrace cukru nad 45 hmotnostních %, může zvýšit pevnost gelu a teplotu, při které se gel vytváří. Přidáním sacharidu se mění struktura vody a hydratace biopolymeru. [61]

Karagenan se může také využívat v masných výrobcích jako je vařená šunka, kde stabilizuje vstříkovanou vodu. Nebo pro čištění piva a dochucování vína. [56]

4.3.3 Želatina

Želatina je polypeptid, který je dobře rozpustný ve vodě. Má vysokou molekulovou hmotnost a je odvozená z částečné hydrolýzy kolagenu. Většina želatiny se získává z kůže, kostí a pojivových tkání zvířat, jako jsou krávy, drůbež, prasata a ryby. [59]

Vyazuje také širokou škálu funkčních vlastností. Může interagovat s různými polysacharidy prostřednictvím vodíkové vazby a hydrofobní interakce. Například když polysacharidy vložíme do emulze stabilizované želatinou, budou sloužit ke strukturování olejové fáze, vytvořením sítě mezi kapičkami oleje. Stabilita těchto olejogelů však bude záviset na druhu vybraného polysacharidu a stabilitě výchozí emulze. [48,62]

V potravinářství se využívá jako stabilizátor, zahušťovadlo nebo pěnicí a želírující činidlo. Hojně se využívá v želé cukrovinkách, kdy se želatinové gely taví při relativně nízké teplotě a následně pomalu tuhnou. Proces gelování však může ovlivnit spousta faktorů, jako je pH, teplota, koncentrace a vlastnosti želatiny. V důsledku toho, může být ovlivněna struktura výsledného výrobku a vzniknout nežádoucí zákal. Ke zlepšení konzistence lze přidat další gelující látky jako jsou třeba agar, škrob nebo pektin. [48,59]

4.3.4 Agar

Agar se skládá z makromolekulární sítě agarózových molekul, spojeným pomocí vodíkových vazeb. Jedná se o heterogenní polysacharid, kdy hlavní složkou je agaróza, zodpovědná za silnou želírovací schopnost. [56]

V potravinářství se využívá v pekařských výrobcích, kde je mnohem lepším hydrokolloidem než karagenany nebo želatina. Dále v cukrovinkách, mléčných výrobcích,

zmrzlině, nápojích anebo se také využívá ke gelování konzervovaného masa a ryb, v množství 0,5–2 hm. %. [48]

Agar je nerozpustný ve studené vodě, k jeho úplnému rozpuštění dochází až při teplotách nad 80 °C. Proces gelování u agaru je zcela reverzibilní, kdy se gel při zahřátí roztaví a po ochlazení se zase zpět obnoví. Tento cyklus lze opakovat ještě několikrát, bez významné změny mechanických vlastností gelu, ovšem za předpokladu optimálního pH a oxidačních činidel. [56]

4.4 Hydrokoloidy v nápojovém průmyslu

Nejběžněji se v nápojovém průmyslu využívá arabská guma, škrob, pektin, želatina a další. Mohou ovlivňovat extrakci, čiření, zesílení aroma nebo ovlivňovat jejich reologické vlastnosti. Také se využívají jako stabilizátory, povrchově aktivní emulgátory nebo zahušťovadla. [63,64,65]

Pro ideální stabilizaci je důležitá nízká viskozita, snižování povrchového napětí na rozhraní oleje a vody nebo gelování se zvýšenou dobou skladování. Využívá se nápojových emulzí, které jsou stejného typu jako olej ve vodě a připravují se homogenizací olejové fáze na fázi vodnou za přítomnosti emulgátoru. Ten může zlepšit kinetickou stabilitu výsledného produktu. Jedná se o klíčovou složku, která drží pohromadě všechny hydrokoloidy, kyseliny, barviva nebo konzervační látky. [64,65]

Koncentrovaná forma emulze je více stabilní než zředěná, důsledkem zvýšené viskozity způsobené vyšší koncentrací hydrokoloidů, která je kolem 10–20 hm. %. Použití hydrokoloidů pro výrobu nápojů ze zpracovaného ovoce, může mít pozitivní vliv na jeho sensorické vlastnosti a také zvýšenou stabilitu antokyanových sloučenin. Důležité však je správné zvolení jednotlivých hydrokoloidů a také jejich množství. [65,66]

Při použití ovoce nebo zeleniny pro výrobu nápojů, může být komplikací znečištění filtru během filtrace. Obsahují totiž polysacharidy, jako je pektin a škrob. Jejich buněčná drť, kterou tvoří přítomné zbytky buněk a malé nerozpustné druhy pektinů, totiž tvoří okamžitý zákal ve všech čerstvě lisovaných šťávách. Následkem tohoto zákalu mohou vznikat polymerní komplexy mezi již zmíněnými polysacharidy, ionty kovů a bílkovinami. Nejčastější příčinou vzniku zákalu v pivu nebo čerstvě vylisovaných ovocných šťávách je interakce mezi proteinem a polyfenolem. Z tohoto důvodu se využívají chemická čířidla, jako je například želatina nebo bentonit. [63,64,66]

5 HYDROKOLOIDY PŘI ČIŘENÍ PIVA A CIDERU

V této kapitole se zaměříme na využití vybraných hydrokoloidů, které se využívají při číření piva a cideru.

5.1 Hydrokoloidy při číření piva

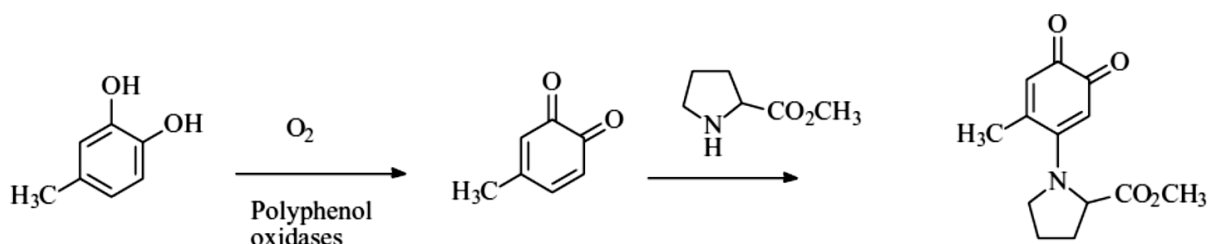
Při výrobě piva hrají zásadní roli enzymy, které jsou v pivu aktivovány během vaření sladu a fermentace. [63]

5.1.1 Číření piva

Přesný mechanismus číření není úplně jasný, předpokládá se však, že negativně nabitě karagenany interagují s pozitivně nabitými proteiny a tvoří nerozpustný komplex, který se vysráží z mladiny. (Saluri, 2019)

Nejprve je během rmutování extrahována sladina, která se skládá převážně ze zkvasitelných sacharidů. Ty jsou následně během procesu za pomoci kvasinek fermentovány na alkohol. Rmutování trvá přibližně asi 90 minut, během kterých se enzymy obsažené v ječmeni hydrolyzují na škrob a další polysacharidy. Dále se proteiny hydrolyzují na aminokyseliny a polypeptidy, které se využívají v pozdějších krocích vaření piva. [66]

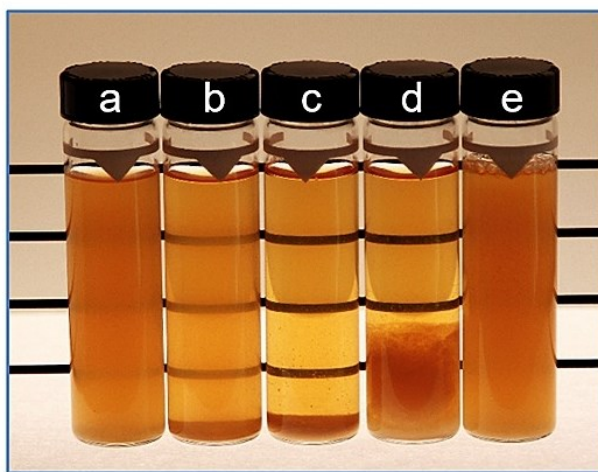
Po odstranění zrna se roztok opět přivede k varu. Tímto krokem se sterilizuje sladina a obsažený chmel dodá roztoku chuť a stabilizaci. Vařením dojde k denaturaci bílkovin a způsobí jejich srážení. Polyfenoly z chmelu na sebe váží bílkoviny, ty se však během procesu nevysráží, ale mohou v pivu později způsobit srážecí komplex nebo zákal. Koncentrace polyfenolů a bílkovin jsou zhruba stejné, snížením jejich obsahu pouze jednoho z nich, se snižuje možnost tvorby zákalu. Mohou vzniknout dva druhy zákalu, trvalý a dočasný, oba je nutno odstranit. [43,66]



Obrázek 8 – Reakce 4-methyl-1,2-benzochinonu s prolin methylesterem jako model pro tvorbu kovalentních polyfenol-proteinových vazeb při trvalé tvorbě zákalu. [34]

Na *Obr. 8* můžeme pozorovat model pro tvorbu kovalentních vazeb. Oxidací polyfenolu katecholu (1,2-dihydroxybenzen), katalyzované pomocí enzymu polyfenol oxidázy, dojde k získání 1,2-benzochinonu a ten pak může reagovat s aminokyselinovými zbytky bílkovin, čímž vzniknou mnohem silnější kovalentní vazby. [34]

Asi 10 minut před koncem vaření, se do sladiny přidávají čířící činidla pro urychlení sedimentace komplexů během chlazení. Důležité je zvolit nejen správný typ čířidla, ale také jeho vhodné dávkování. To vede ke zlepšení propustnosti filtrace piva, vyšší koloidní stabilitě, zkrácení doby varu a delší trvanlivosti. [66]



Obrázek 9 – Porovnání čířících prostředků testovaných na pивní mladině. [66]

Porovnání čířících prostředků, v tomto případě furcellaranu a κ -karagenanu, můžeme vidět na *Obr. 9*. (a) prázdné – bez čířícího činidla, (b) poddávkování – 2,5 mg/l furcellaranu, (c) správné dávkování – 10 mg/l furcellaranu, (d) předávkování – 40 mg/l κ -karagenanu, (e) nesprávné čířící činidlo – 20 mg/l ι -karagenanu [66]

5.1.2 Vybrané hydrokoloidy při číření piva

Výroba se obvykle neobejde bez použití flokulantů k odstranění zákalu, který se může vytvořit z bílkovin a polyfenolů, nebo suspendovaných koloidních částic. Tento proces zabrání následné tvorbě zákalu při skladování. Flokulace urychluje sedimentaci koloidů a vyznačuje se vstřikováním nebo rozptylem chemikálií. Nejběžnějšími používanými flokulanty jsou benonit a stabifix. [67,68]

- **Benonit** – stabilizátor, běžně využívaný pro pivo, je účinný, pohodlný, neutrální a levný

- **Stabifix** – po přidání do piva vede k adsorpci a následnému odstranění polyfenolu a bílkovin v pivu a snižuje tak mezi nimi interakci, a to snižuje tvorbu zákalu.

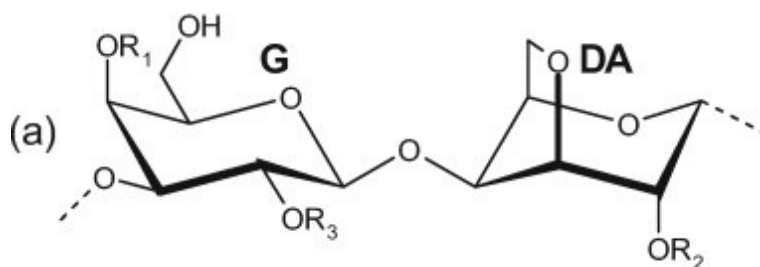
Tyto dva koagulanty jsou však účinné až při vyšších koncentracích a zároveň nejsou šetrné k životnímu prostředí. Alternativou mohou být chitosan a chinin. [67]

Chitosan je N-deacetylovaný derivát chininu. Jedná se o druhý nejvíce vyskytovanější biopolymer na Zemi, hned vedle celulózy. Oba jsou levné, biologicky odbouratelné a netoxické pro savce. Jsou hlavní složkou lastur korýšů a mořských členovců. Chitosan se od chytinu liší amoniiovými skupinami ($-\text{NH}_2$), které propůjčují v kyselém prostředí chitosanu svůj kationtový charakter. Mají schopnost vytvářet gely nebo ochranné filmy a jsou méně citlivé na změny pH. [67,68]

Chitosan a chinin jsou díky své biologické rozložitelnosti, netoxičnosti, polyelektrolytové povaze a tendenci k flokulaci, schopny překonat nevýhody jiných koagulantů. [67]

κ -karagenan a furcellan

Nejčastěji používaným účinným hydrokoloidem pro číření piva je κ -karagenan, odstraňuje z piva bílkoviny, které by mohly způsobit chladový opar. Jeho dávkování se pohybuje někde mezi 10–60 mg/l. Pro úpravu sladiny však místo něj lze použít furcellan. Jedná se o galaktózový polysacharid, který je podobný karagenanu, liší se od něj pouze koncentrací. Rozlišování mezi těmito dvěma látkami, je však velmi důležité, a to zejména při přípravě jakéhokoliv čířidla nebo pro zajištění funkčních vlastností u piva. κ -karagenan vytváří s proteiny komplexy, které vedou k tvorbě křehkých kompaktních gelů, nikoliv pevných sedimentů. Naopak karagenan v přítomnosti vápenatých, draselných a hořečnatých iontů tvoří elastické gely. Část karagenanu gel nevytváří a zůstává rozpustný nezávisle na působení anorganických iontů. [66,69,70]



Obrázek 10 – Idealizované struktury některých karagenanů. [66]

Na *Obr. 10* jsou znázorněny struktury β -karagenan ($R_1 = R_2 = R_3 = H$), κ -karagenan ($R_1 = SO_3^-$, $R_2 = R_3 = H$), θ -karagenan ($R_2 = R_3 = SO_3^-$, $R_1 = H$), a ι -karagenan ($R_1 = R_2 = SO_3^-$, $R_3 = H$). [66]

Z kvalitativních i ekonomických důvodů, je výhodná optimalizovaná extrakce a míchání karagenanů pouze z pečlivě vybraných surovin. Výhodou pak je snížená doba varu mladiny, vylepšená koloidní stabilita a propustnost filtrace piva. [69]

Při výzkumu (*Saluri, 2019*) pro ověření účinnosti číření u některých hydrokoloidů, bylo zjištěno, že při použití furcellaranu a κ -karagenanu jako čířících činidel při výrobě piva, furcellaran vykazoval lepší výsledky. Již při koncentraci 2,2 mg/l měl mnohem nižší hodnoty zákalu než u slepého pokusu. I κ -karagenan je dobrým čířícím činidlem, jen ne tolik jako furcellaran, pravděpodobně kvůli rozdílné molekulové hmotnosti. Porovnání můžeme vidět na *Obr. 9*. [66]

Isinglass

Získává se z plaveckých měchýřků určitých tropických ryb a jeho největší součást tvoří kolagen. Ten v pivu nese kladný náboj, na který na nějž se přitahují záporně nabitě kvasinkové buňky, tím se celý komplex vysráží a může být z piva odstraněn. Podle Stokesova zákona platí, že čím je částice větší, tím větší je rychlost sedimentace a tím pádem se kvasinkové komplexy vzájemně vážou se záporně nabitou pomocnou látkou, jako je například čerící nebo proteinový komplex, nebo další molekuly kolagenu a výsledná rychlost sedimentace se zvyšuje. [71,72]

V pivovarnictví se využívají k odstranění zákalu a zlepšení filtrovatelnosti. Primární tvorba zákalu u piva, způsobuje zbytkový protein a kvasinkové buňky, zbylé po fermentaci. [71]

Rybí výrobky, patří mezi jeden z potravinových alergenů, mohou způsobovat akutní příznaky jako je vyrážka, astma, zvracení, v horších případech anafylaktický šok. Použitý hydrokoloid pro číření by tedy měl být viditelně uveden na obalu, i když v pivu zůstává jen ve stopovém množství. [71,72]

Zajištění koloidní stability piva

Důležité je zabránění jeho styku s kyslíkem, ionty těžkých kovů a nevystavování slunečnímu světlu. Kyslík se může do piva dostat během provzdušňování před hlavním kvašením nebo filtrace a stáčením. Nejlepším způsobem zabránění může být třeba

stáčení pod ochranou CO₂. Další možností zajištění koloidní stability je stabilizace, která se provádí nejčastěji během filtrace přidáním stabilizačních prostředků. [73]

5.2 Hydrokoloidy při číření cideru

V potravinářství se také jako pomocné látky při zpracování mohou používat enzymy. Amylázy, pektinázy a celulázy se v nápojovém průmyslu mohou využívat ke zlepšení výtěžku extrakce, číření nebo zesílení aroma. Enzymatické zpracování je výhodné, poskytuje zvýšení extrakčního výtěžku, snížení obsahu cukrů nebo rozpustné sušiny. [63]

Enzymy také umožňují použití čířících činidel, která pomáhají odstraňovat vzniklé zákaly a jejich účelem je upravení čistoty, barvy, chuti nebo stability výsledného cideru. [74]

Čířící činidla se využívají k zajištění fyzikálně chemické stability a také jako prevence tvorby zákalu a usazenin. Nejčastěji se využívá bentonit, kasein, želatina, pryskyřice a další. Jejich výběr je závislý na sloučeninách, které jsou potřeba odstranit. Mohou být používány samostatně nebo kombinovaně. [75]

5.2.1 Číření cideru

Pro získání čiré jablečné šťávy je potřeba odstranit suspendované částice. Tento proces je znám jako číření a je to jedna z nejdůležitějších procesních operací, při výrobě cideru. Měl by proto být pečlivě kontrolován. [74]

Nejprve je nutno v čerstvých šťávách, nad určitou koncentraci, zabránit degradaci pektinu a procesu gelovatění. Pektin se odstraňuje i kvůli ucpávání filtrů při filtraci. [46]

Tento proces také pomáhá odstranit aktivní prekurzory zákalu, tím se snižuje jejich možnost vzniku během skladování. [74]

Číření probíhá za pomoci enzymů a suspendované částice jsou pomocí nich částečně degradovány. Pektin, působící jako ochranný koloid, postupně začíná hydrolyzovat a způsobuje pokles viskozity šťávy a také akumulaci konečných produktů. Mezi ně patří monomery, dimery a trimery kyseliny galaktrunové. Částice pak mohou flokulovat pomocí elektrostatických částic a čím je viskozita média nižší, tím snáze se usazují. [35,46]

Ve šťávách s nízkým obsahem bílkovin, je flokulace podporována přidáním exogenních proteinů, jedním takovým je například želatina. [46]

5.2.2 Vybrané hydrokoloidy při číření cideru

Želatina

Jedná se o protein s relativně vysokou molekulovou hmotností, který je odvozen od živočišného kolagenu, rybího nebo třeba vepřového. Připravuje se hydrolýzou, vařením nativního kolagenu v přítomnosti buď kyseliny nebo soli. U odlišných druhů želatiny, mohou být rozdílné izoelektrické body. [64]

Číření cideru pomocí želatiny je naprosto běžné, na rozdíl od jiných čířidel odstraňuje pouze polyfenoly tvořící zákal. Toto činidlo funguje buď na principu vzájemného lepení částic na sebe anebo pomocí nabitých iontů, které způsobí ulpívání částic navzájem. Také se předpokládá, že možná interakce mezi želatinou a povrchově aktivními látkami může vést k vytváření komplexů, které mají stabilizační účinky. [64,74]

V ovocných šťávách jsou obsaženy taniny i antokyany a ty jsou hlavním zdrojem vodíkových vazeb, které jsou základem tvorby komplexu mezi želatinou a taniny nebo antokyany. [74]

Důležité je také správné množství přidávané želatiny. Nedostatečné by mohlo způsobit rozvoj nežádoucích zákalů, a navíc hladina polyfenolů a bílkovin by mohla být tak velká, že by zůstala původní jablečná šťáva. Naopak nadbytečné množství by mohlo být škodlivé a zavést do šťávy nežádoucí potencionální prekurzory zákalu, jako jsou proteiny. V obou případech by tedy vznikl nežádoucí zákal. [74]

Bentonit

Používá se k odstraňování proteinů a zajišťuje lepší čirost a stabilitu. Nereaguje s malými fenolovými sloučeninami, ale naopak přitahuje antokyany a jiné pozitivně nabitě sloučeniny. [75]

Snadno se nejen připravuje, ale i používá. Je velmi účinný při vytahování kvasinek, taninů a dalších odolných částic na bázi bílkovin, které mohou setrvávat i po fermentaci. [76]

Odstraňuje proteiny a tím zajišťuje lepší čirost a stabilitu i při dlouhodobém skladování. [75]

Další čířidla

Kasein, albumin nebo PVPP (polyvinylpolypyrrolidon), které mohou snižovat fenolický obsah a mohou také snížit intenzitu barvy. [75]

ZÁVĚR

Kvalita piva je velmi důležitá a jsou na ni kladeny vysoké nároky. Jeho trvanlivost je však pouze omezená jako u ostatních potravin a úzce souvisí s jeho koloidní stabilitou, kterou se rozumí rovnováha mezi polyfenoly a zákalotvornými bílkovinami. Tyto dvě složky mají schopnost vytváření komplexů, za pomoci kterých, se z piva vylučují ve formě jemného zákalu. Jeho vznik lze ovlivnit použitím kvalitních vstupních surovin, správných technologických postupů a následným skladováním nebo odstraněním zákalotvorných prekurzorů (polyfenoly). [73,78]

Čiřicí činidla u piva, zajišťují lepší propustnost při filtraci, vyšší koloidní stabilitu, zkrácení doby varu a delší trvanlivost. Vhodným hydrokoloidem, sloužícím jako čiřicí činidlo při výrobě piva může být například κ -karagenan nebo furcellaran. [66]

Mezi další možnosti patří například tanin, který sráží polypeptidy, ale není tak účinný. Nebo pro boj s polyfenoly se v dnešní době využívá takzvaný PVPP (polyvinylpolypyrrolidon). V pivovarnictví se však tyto metody běžně kombinují s cílem dosažení optimální koloidní stability piva. [78]

I přes velké množství různých výzkumů a prací, které se problematice koloidní stability u piva věnovali, tento problém není stále dostatečně vyřešen. Neustále se tedy pracuje na vývoji nových a účinnějších stabilizačních prostředků, k dostatečnému vyřešení této problematiky. [73,78]

Použití čiřících činidel, při výrobě cideru, může mít pozitivní vliv na jeho barvu chuť nebo stabilitu výsledného produktu. Využívají se k zajištění fyzikálně chemické stability a také jako prevence tvorby zákalu nebo usazenin. [74,75]

Nejpoužívanější čiřicí činidla jsou bentonit, kasein, želatina, pryskyřice, albumin nebo PVPP (polyvinylpolypyrrolidon). Jejich výběr závisí na sloučeninách, které je potřeba odstranit a mohou být používány samostatně nebo kombinovaně. [75]

Při čiření piva nebo cideru je důležité jak správné zvolení čiřicího činidla, tak i jeho dávkování. Špatný výběr může způsobit nežádoucí organoleptické vlastnosti jak pro výrobce, tak i pro spotřebitele.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] CHLÁDEK, L. *Pivovarnictví*, 1. vydání, Grada, Praha 2007. ISBN 978-80-247-1616-9, 208 s.
- [2] BASAŘOVÁ, G. ŠAVEL, J. BASAŘ, P. LEJSEK, T. *Pivovarství: Teorie a praxe výroby piva*, 1. vydání, VŠCHT, Praha 2010, ISBN 978-80-7080-734-7. 904 s.
- [3] BASAŘOVÁ, Gabriela. *České pivo*. 3., doplněné vydání. Praha: Havlíček Brain Team, 2011, 309 s. ISBN 9788087109250.
- [4] ČESKO. § 16 písm. t) vyhlášky č. 248/2018 Sb., o požadavcích na nápoje, kvasný ocet a droždí. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2019 [cit. 9. 11. 2020]. Dostupné z: www.zakonyprolidi.cz
- [5] STERCZYNSKA, Monika et al., 2021. Ionic composition of beer worts produced with selected unmalted grains. *LWT - Food Science and Technology*. University of Agriculture in Krakow, Poland, (137), [Online] Dostupné také z: www.sciencedirect.com
- [6] GUPTA, Mahesh, Nissreen ABU - GHANNAM a Eimear GALLAGHAR, 2010. Barley for brewing: Characteristic changes during malting, brewing and applications of its by-products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* [online]. **9**(3), 318-328 [cit. 2021-04-07]. ISSN 15414337.
- [7] KOSAŘ, Karel a Stanislav PROCHÁZKA. *Technologie výroby sladu a piva*. 3. vydání, Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, 2012. ISBN 978-80-86576-52-7.
- [8] BOGDAN, Paulina a Edyta KORDIALIK-BOGACKA. Alternatives to malt in brewing. *Trends in Food Science* [online]. 2017, **65**, 1-9 [cit. 2021-02-07]. ISSN 09242244. Dostupné z: [doi:10.1016/j.tifs.2017.05.001](https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.05.001)
- [9] MOTARJEMI, Yasmine, Gerald MOY a Ewene TODDE, 2014. Historical Development of Beer. *Encyclopedia of Food Safety*. Elsevier, s. 364-366. ISBN 978-0-12-378613-5. [Online] Dostupné také z: <https://app-knovel-com.proxy.k.utb.cz/>
- [10] RUTNIK, Ksenija, Maša KNEZ HRNČIČ a Iztok JOŽE KOŠIR, 2021. Hop Essential Oil: Chemical Composition, Extraction, Analysis, and Applications. *Food Reviews International* [online]. 1-23 [cit. 2021-04-08]. ISSN 87559129.
- [11] TEGHTMEYER, Suzi, 2018. Hops. *Journal of Agricultural* [online]. **19**(1), 9-20 [cit. 2021-03-08]. ISSN 10496505.

- [12] NÁDASKÝ P. a D. ŠMOGROVIČOVÁ. *Chemické listy*. Senzorická stabilita piva. Praha. 2010. s. 838-845. ISSN: 1213-7103.
- [13] BOULTON, Chris et al., 2004. *Brewing Science and Practice*. Woodhead Publishing. ISBN 978-1-85573-490-6.
- [14] PUNČOCHÁŘOVÁ, L. et al., 2019. Study of the influence of brewing water on selected analytes in beer. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences* [online]. **13**(1), 507 - 514 [cit. 2021-03-08]. ISSN 13370960.
- [15] BASAŘOVÁ, G., M. BLÁHA a P. VESELÝ. Vliv kmene kvasnic na senzoryckou stabilitu piva. *Kvasný průmysl*. 2003, roč. 49, s. 3–9. ISSN: 0023-5830.
- [16] AVRAMIA, I. a S. AMARIEI, 2021. Spent Brewer's Yeast as a Source of Insoluble β -Glucans. *International journal of molecular sciences* [online]. **22**(2) [cit. 2021-04-08]. ISSN 14220067. Dostupné z: doi:10.3390/ijms220208258*
- [17] BETTENHAUSEN, Harmonie M. et al., 2018. Influence of malt source on beer chemistry, flavor, and flavor stability. *Food Research International* [online]. **113**, 487-504 [cit. 2021-03-08]. ISSN 09639969. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodres.2018.07.024
- [18] BARTH, Roger, 2013. *The chemistry of beer: the science in the suds*. 2nd edition. Hoboken, New Jersey: John Wiley, 330 s. ISBN 9781118674970.
- [19] FERENCOVÁ, Martina, 2020. České pivovarství loni rostlo, letos očekává výrazný propad domácí spotřeby i exportu: Český svaz pivovarů a sladoven. In: KOVAŘÍK, Michal et. al., *Český chmel: 2020*. Praha, Česká republika: KLEINWÄCHTER holding, s. 40-43. ISBN 978-80-7434-572-2.
- [20] Spotřeba potravin - 2019. *Český statistický úřad* [online]. [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/spotreba-potravin-2019>
- [21] COTON, Emmanuel, COTON, Monika, GUICHARD, Hugues, 2016. Cider (Cyder; Hard Cider): The Product and Its Manufacture. *Encyclopedia of Food and Health*. Second. s. 119–128. ISBN 978-0-12-384953-3.
- [22] COUSIN, Fabien J., LE GUELLEC, Rozenn, SCHLUSSELHUBER, Margot, September 2017. Microorganisms in Fermented Apple Beverages: Current Knowledge and Future Directions. *MDPI*. Switzerland, (39). Dostupné z: doi:10,3390/ mikroorganismy5030039

- [23] ROSEND, Julia et al., 2020. The Effect of Apple Juice Concentration on Cider Fermentation and Properties of the Final Product. *Food Science & Technology* [online]. Switzerland: (1401) [cit. 2021-02-17].
- [24] UHROVÁ, Helena, 2005. *Jak se dělá cidre, calvados, pommeau*. [Praha]: Víkend. ISBN 80-722-2367-4.
- [25] THE SCIENCE OF CIDERMAKING [online], [cit. 2020-03-16]. Dostupné z: <http://www.cider.org.uk/frameset.htm>
- [26] ROP, Otakar; POSOLDA, Martin; MLCEK, Jiri; REZNICEK, Vojtech; SOCHOR, Jiri; ADAM, Vojtech; KIZEK, Rene; SUMCZYNSKI, Daniela. *Qualities of Native Apple Cultivar Juices Characteristic of Central Europe. Notulae botanicae horti agrobotanici clujnapoca*. [online]. 2012, vol. 40, issue 1, s. 222-228 [cit. 2021-02-21]. Dostupné z: <http://www.notulaeobotanicae.ro/index.php/nbha/article/view/7333>
- [27] Boikovo. Strýmka. Idared. *Sadařství, vše o pěstování jabloní v sadech* [online]. [cit. 2021-02-20]. Dostupné z: <http://www.sadarstvi.cz/>
- [28] *Databáze odrůd ovocných dřevin* [online], 2014. [cit. 2021-02-24]. Dostupné z: http://jirivyslouzil.cz/databaze_ovoce/
- [29] SANTOS, Caroline et al., 2016. Supplementation of amino acids in apple must for the standardization of volatile compounds in ciders. *Journal of The Institute of Brewing* [online]. (122), 334-341.
- [30] NEILSON, Andrew et al., 2018. Free amino acid composition of apple juices with potential for cider making as determined by UPLC-PDA. *Journal of The Institute of Brewing* [online]. (124), 467-476. [cit. 2021-02-24].
- [31] MA, Siuhi et al., 2018. Juice Clarification with Pectinase Reduces Yeast Assimilable Nitrogen in Apple Juice without Affecting the Polyphenol Composition in Cider. *Journal of Food Science*. **83**, 1750-3841.
- [32] BAMFORTH, Charles a David COOK, 2019. Cider. *Food, Fermentation, and Microorganisms, Second Edition*. Second. John Wiley, Chapter 5 (117-130). ISBN 9781119557456.
- [33] SATORA, P. et al., 2016. Killer strains of *Saccharomyces*: application for apple wine production. *Journal of The Institute of Brewing* [online]. (122), 412-421 [cit. 2021-02-24].

- [34] AICV, 2021. *European Cider and Fruit Wine Association: AICV Cider trends 2020* [online]. Brussels, Belgium [cit. 2021-03-11]. Dostupné z: <https://aicv.org/en/publications>
- [35] VILLIÈRE, Angélique et al., 2015. Influence of cider-making process parameters on the odourant volatile composition of hard ciders. *Journal of The Institute of Brewing*. (121), 95-105.
- [36] Keeving – What's that? [online], [cit. 2021-03-01]. Dostupné z: <http://www.cider.org.uk/keeving.html>
- [37] LEA, Andrew, 2015. *Craft Cider Making: Third Edition*. ISBN 9781785000164.
- [38] PROKEŠ, Josef. Pivovarská škola – výroba sladu a piva. In: *Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s.* 2018 [online]. [cit. 2021-03-05]. Dostupné z: <https://beerresearch.cz/>
- [39] BASAŘOVÁ, Gabriela. Sladařství: teorie a praxe výroby sladu. Praha: Havlíček Brain Team, 2015, 626 s. ISBN 9788087109472.
- [40] SMEJTKOVÁ, A., P. VACULÍK, M. PŘIKRYL a Z. PASTOREK. Rating of malt grist fineness with respect to the used grinding equipment. *Research in Agricultural Engineering* [online]. 2016, **62**(3), 141 - 146 [cit. 2021-04-14]. ISSN 12129151.
- [41] JEANTET, Romain a Ludivine PERROCHEAU, 2016. From Barley to Beer. JEANET, Romain et al. *Handbook of Food Science and Technology 3: Food Biochemistry and Technology*. © ISTE, s. 205-230. ISBN 9781119296225.
- [42] FRANKENBERG-DINKEL, Nicole, 2015. History of biotechnology and classical applications in food biotechnology. KÜCK, Ulrich a Nicole FRANKENBERG-DINKEL. *Biotechnology* [online]. Berlin/Boston, s. 1-22 [cit. 2021-04-14]. ISBN 9783110341102. Dostupné z: www.knovel.com
- [43] 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.
- [44] CIMINI, Alessio a Mauro MORESI, 2014. Beer Clarification Using Ceramic Tubular Membranes. *Food and Bioprocess Technology* [online]. **7**, 2694–2710 [cit. 2021-04-17].
- [45] Apple cider production process. In: *Hawkes* [online]. [cit. 2021-04-01]. Dostupné z: <https://www.wearehawkes.com/cidery/>

- [46] BARON, Alain, Mohammad TURK a Jean-Michel LE QUÉRÉ, 2016. From Fruit to Fruit Juice and Fermented Products. JEANTET, Romain. *Handbook of Food Science and Technology 3: Food Biochemistry and Technology*. © ISTE Ltd and John Wiley. 231-273. ISBN 9781119296225.
- [47] NOGUERIA, A. et al., 2008. Slow Fermentation in French Cider Processing due to Partial Biomass Reduction. *Journal of The Institute of Brewing* [online]. **2** (114),102-110
- [48] SAHA, Dipjyoti a Suwendu BHATTACHARYA, 2010. Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: a critical review. *Journal of Food Science and Technology* [online]. **47**(6), 587–597.
- [49] LU, Wei, Katsuyoshi NISHINARI, Shingo MATSUKAWA a Yapeng FANG. The future trends of food hydrocolloids. *Food Hydrocolloids* [online]. 2020, **103**. ISSN 0268005X.
- [50] RAJU, P. a A. BAWA, 2012. Food Additives in Fruit Processing. SINHA, Nirmal et al. *Handbook of Fruits and Fruit Processing, Second Edition*. Second Edition. John Wiley, s. 189-212. ISBN 9781118352533. Chapter 12.
- [51] O'SULLIVAN, Jonathan a James O'MAHONY, 2016. Food Ingredients. *Food Science*. Ireland: © 2015 Elsevier. ISBN 978-0-08-100596-5.
- [52] SAHA, Anuradha et al., 2017. Natural gums of plant origin as edible coatings for food industry applications. *CRITICAL REVIEWS IN BIOTECHNOLOGY* [online]. **37**(8), 959-973 [cit. 2021-04-17]. ISSN 07388551.
- [53] MILANI, Jafar, 2019. *Some New Aspects of Colloidal Systems in Foods*. IntechOpen. ISBN 978-1-78985-782-5.
- [54] ETTELAIE, Rammile et al., 2016. Steric stabilising properties of hydrophobically modified starch: Amylose vs. amylopectin. *Food Hydrocolloids* [online]. **58**, 364-377 [cit. 2021-04-1]. ISSN 0268005X.
- [55] DA SILVA COSTA, R.A. et al., 2020. Improvement of texture properties and syneresis of arrowroot (*Maranta arundinacea*) starch gels by using hydrocolloids (guar gum and xanthan gum). *Journal of the Science of Food and Agriculture* [online]. **100**(7), 3204 - 3211 [cit. 2021-04-1]. ISSN 10970010.
- [56] General Overview of Food Hydrocolloids, 2014. WÜSTENBERG, Tanja. *Cellulose and Cellulose Derivatives in the Food Industry*. Wiley, s. 1-68. ISBN 9783527682935.

- [57] KHALID, Nazia, Tahir ZAHOOR, Imran PASHA a Muhammad SHAHID. Rheological characterization and microstructural depiction of xanthan gum and its hydrolysaes. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences* [online]. 2020, **57**(2), 561-571. ISSN 05529034.
- [58] KAMBULOVA, Yuliia, Yuliia ZVIAHINTSEVA-SEMENETS, Anastasiia SHEVCHENKO a Olena KOKHAN. Study of structural-mechanical characteristics of emulsion-foam systems of milk cream and hydrocolloids. *Annals of the University Dunarea de Jos of Galati Fascicle VI -- Food Technology* [online]. 2020, **44**(2), 85-103 [cit. 2021-04-16]. ISSN 18435157.
- [59] GE, Haiyan, Yan WU, Lana L. WOSHNAK a Susan Hazels MITMESSER. Effects of hydrocolloids, acids and nutrients on gelatin network in gummies. *Food Hydrocolloids* [online]. 2021, **113**, N.PAG [cit. 2021-04-19]. ISSN 0268005X.
- [60] LIANG, Li a Yangchao LUO. Casein and pectin: Structures, interactions, and applications. *Trends in Food Science* [online]. 2020, **97**, 391-403 [cit. 2021-04-19]. ISSN 09242244. Dostupné z: doi:10.1016/j.tifs.2020.01.027
- [61] YANG, Zhi, Huijuan YANG a Hongshun YANG, 2018. Effects of sucrose addition on the rheology and microstructure of κ -carrageenan gel. *Food Hydrocolloids*. (75), 164-173.
- [62] PAN, Haibo, Xinlei XU, Ziqi QIAN, Huan CHENG, Xuemin SHEN, Shiguo CHEN a Xingqian YE. Xanthan gum-assisted fabrication of stable emulsion-based oleogel structured with gelatin and proanthocyanidins. *Food Hydrocolloids* [online]. 2021, **115**, N.PAG [cit. 2021-04-19]. ISSN 0268005X.
- [63] UZUNER, Sibel a Deniz CEKMECELIOGLU, 2019. Enzymes in the Beverage Industry. *Enzymes in Food Biotechnology: Production, Applications, and Future Prospects*. Academic press. Elsevier, s. 29-43. ISBN 9780128132814.
- [64] RAMASWAMY, Hosahalli S., Jaideep K. ARORA, Hamed VATANKHAH a Navneet RATTAN. Effect of utilization of alternative hydrocolloid-based stabilizers on rheology of oil-in-water beverage emulsions. *Journal of Food Measurement and Characterization* [online]. 2020, **14**(3), 1744-1753 [cit. 2021-04-10]. ISSN 21934126.
- [65] KREMPEL, Mara, Kristen GRIFFIN a Hanna KHOURYIEH, 2019. 13 - Hydrocolloids as Emulsifiers and Stabilizers in Beverage Preservation. GRUMEZESCU, Ale-

xandru a Alina HOLBAN. *Preservatives and Preservation Approaches in Beverages: Volume 15: the Science of Beverages*. © 2019 Elsevier, s. 427-465. ISBN 978-0-12-816685-7.

[66] SALURI, M., M. ROBAL a R. TUVIKENE, 2019. Hybrid carrageenans as beer wort fining agents. *Food Hydrocolloids* [online]. **86**, 26 - 33 [cit. 2021-04-10]. ISSN 0268005X. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodhyd.2017.12.020

[67] GASSARA, Fatma, Candice ANTZAK, Chandran Matheyambath AJILA, Saurabh Jyoti SARMA, Satinder Kaur BRAR a M. VERMA. Chitin and chitosan as natural flocculants for beer clarification. *Journal of Food Engineering* [online]. 2015, **166**, 80-85 [cit. 2021-03-04]. ISSN 02608774. Dostupné z: doi:10.1016/j.jfoodeng.2015.05.028

[68] LICHTFOUSE Eric, MORIN-CRINI Nadia, FOURMENTIN Marc, et al.. Chitosan for direct bioflocculation of wastewater. *Environmental Chemistry Letters*, Springer Verlag, 2019, 17 (4), pp.1603 - 1621. ff10.1007/s10311-019-00900-1ff. fhal-02381712f

[69] STEWART, Graham a Fergus PRIEST, 2006. *Handbook of Brewing: Second Edition*. CRC Press. ISBN 9780429116179.

[70] SALURI, Mihkel et al., 2021. Structural variability and rheological properties of furcellaran. *Food Hydrocolloids* [online]. **111** [cit. 2021-4-15]. ISSN 0268005X. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodhyd.2020.106227

[71] WALKER, S.L., M.C.D. CAMARENA a G. FREEMAN, 2007. Alternatives to isinglass for beer clarification. *Journal of the Institute of Brewing* [online]. **113**(4), 347-354 [cit. 2021-4-15]. ISSN 00469750.

[72] BAXTER, E. Denise et al., 2007. Analysis of Isinglass Residues in Beer. *Journal of the Institute of Brewing* [online]. **113**(2), 130-134 [cit. 2021-4-12]. ISSN 00469750. Dostupné z: doi:10.1002/j.2050-0416.2007.tb00268.x

[73] KOTLÍKOVÁ, Blanka et al., 2013. Prekurzory a vznik koloidního zákalu piva. *Chemické listy* [online]. VŠCHT Praha, (107), 362-368 [cit. 2021-4-18]. Dostupné z: <http://www.chemicke-listy.cz/>

[74] BENITEZ, Elisa a Jorge LOZANO, 2007. Effect of gelatin on apple juice turbidity. *Latin American Applied Research*. Argentina, **37**(4), 261-266. ISSN 0327-0793.

[75] GHANEM, C. et al., 2017. Analysis of the impact of fining agents types, oenological tannins and mannoproteins and their concentrations on the phenolic composition of red

wine. *LWT - Food Science and Technology* [online]. **83**, 101 - 109 [cit. 2021-04-10]. ISSN 00236438. Dostupné z: doi:10.1016/j.lwt.2017.05.009

[76] SUNDAY, Ave, 2016. Effect of Clarifying Agents (Gelatin and Kaolin) on Fruit Wine Production. *International Journal of Agriculture Innovations and Research* [online]. **6(4)**, 2319-1473.

[77] KOTLÍKOVÁ, Blanka et al., 2013. Prekurzory a vznik koloidního zákalu piva. *Chemické listy* [online]. VŠCHT Praha, (107), 362-368 [cit. 2021-4-18]. Dostupné z: <http://www.chemicke-listy.cz/>

[78] KOTLÍKOVÁ, Blanka et al., 2014. Praktické zkušenosti se zavedením stabilizace piva v provozu. *Kvasný průmysl* [online]. Praha, Česká republika, **3(60)**, 46-51 [cit. 2021-4-18]. ISSN 2570-8619. Dostupné z: <https://kvasnyprumysl.cz>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

obj. %	Objemová procenta
hm. %	Hmotnostní procenta
PVPP	Polyvinylpolypyrrolidon
CO ₂	Oxid uhličitý

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – Prodej lahvového a čepovaného piva od roku 1999–2019.....	20
Obrázek 2 – Idared.....	24
Obrázek 3 – Strýmka	24
Obrázek 4 – Boikovo	24
Obrázek 5 – Spotřeba cideru ve světě v roce 2018.....	27
Obrázek 6 – Schéma výroby sladu	29
Obrázek 7 – Schéma výroby cideru	32
Obrázek 8 – Reakce 4-methyl-1,2-benzochinonu s prolin methylesterem jako model pro tvorbu kovalentních polyfenol-proteinových vazeb při trvalé tvorbě zákalu.....	44
Obrázek 9 – Porovnání čiřících prostředků testovaných na pивní mladině	45
Obrázek 10 – Idealizované struktury některých karagenanů	46

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 – Průměrné složení chmele	14
Tabulka 2 – Průměrná spotřeba piva v ČR na jednoho obyvatele za rok.....	20
Tabulka 3 – Rozdělení cideru podle obsahu alkoholu	21
Tabulka 4 – Přehled vlastností vybraných odrůd jablek.....	23
Tabulka 5 – Chemické požadavky na cider	25
Tabulka 6 – Vybrané hydrokoloidy a jejich základní vlastnosti.	37
Tabulka 7 – Koncentrace gelujících látek používaných v potravinách.	40