

**Zpráva o tvorbě nových receptur a ověření senzorických vlastností
druhů pív s využitím nespotřebovaného pečiva jako druhotné
suroviny a s cílem omezit plýtvání potravinami**

Závěrečná zpráva

Milan Geršl, Alan Dymchenko, Eva Krčálová

Brno, 16. 11. 2022

Název	Zpráva o tvorbě nových receptur a ověření senzorických vlastností druhů pív s využitím nespotřebovaného pečiva jako druhotné suroviny a s cílem omezit plýtvání potravinami
Objednatel	Ministerstvo zemědělství ČR, Praha 1, Těšnov 17, PSČ 117 05 Odbor bezpečnosti potravin a zemědělsko potravinářského inženýrství IČO: 00020478
Číslo klienta	
Důvěrnost, copyright a kopírování	Tento dokument byl zpracován v rámci Smlouvy o dílo číslo 805-2022-1811 o poskytnutí prostředků z funkčních úkolů MZe ČR z rozpočtu běžných výdajů pro rok 2022. Obsah nesmí být poskytován třetím stranám za jiných podmínek, než jak je uvedeno ve smlouvě.
Jednací číslo	MZE-33752/2022-18111
Zpráva číslo	
Status zprávy	Vydání 1 53 stran
Zhotovitel	Mendelova univerzita v Brně Agronomická fakulta Ústav zemědělské, potravinářské a environmentální techniky Zemědělská 1, 613 00 Brno

	Jméno	Podpis	Datum
Vypracoval kolektiv autorů	doc. Mgr. Milan Geršl, Ph.D. Ing. Alan Dymchenko Ing. Eva Krčálová, Ph.D.		16. 11. 2022
Schválil	doc. Ing. Petr Junga, Ph.D.		16. 11. 2022

Brno, 16. listopad 2022

**Zpráva o tvorbě nových receptur a ověření senzorických vlastností druhů pív
s využitím nespotebovaného pečiva jako druhotné suroviny a s cílem
omezit plýtvání potravinami**

Kolektiv autorů

doc. Mgr. Milan Geršl, Ph.D.

Ing. Alan Dymchenko

Ing. Eva Krčálová, Ph.D.

Mendelova univerzita v Brně

Agronomická fakulta

Ústav zemědělské, potravinářské a environmentální techniky

Zemědělská 1, 613 00 Brno

Závěrečná zpráva, 53 stran

Brno, 16. listopad 2022

Obsah

1. Úvod	7
2. Potravinový odpad.....	8
2.1 Současný pohled na potravinový odpad	8
2.2 Možnosti nakládání s odpady z potravinářského průmyslu.....	10
2.3 Odpady z pekáren a odpady pečiva	12
2.4 Neprodané pečivo vrácené do pekařské výroby.....	13
3. Pivo	17
3.1 Nahrazování sladu – surogace	18
3.2 Surogace pečivem.....	20
4. Experimentální příprava piva.....	21
4.1 Technologický postup přípravy piva	21
4.1.1 Šrotování.....	21
4.1.2 Vystírání.....	21
4.1.3 Rmutování	21
4.1.4 Scezování	24
4.1.5 Chmelovar.....	25
4.1.6 Vířivá kád' – Whirlpool	27
4.1.7 Chlazení	28
4.1.8 Kvašení – spílání a dokvašení.....	28
5. Senzorická analýza piva	29
5.1 Vzhled	31
5.2 Pěnovost	32
5.3 Pocit v ústech.....	32
5.4 Říz	32
5.5 Plnost.....	32
5.6 Chuť	33
5.7 Vůně a aroma	34
5.8 Cizí chutě a vůně.....	34
5.9 Charakteristika deskriptorů, systém schématu EBC	34
5.10 Senzorická analýza – hodnocení podle stupnic	37

**Zpráva o tvorbě nových receptur a ověření senzorických vlastností druhů pív s využitím
nespotřebovaného pečiva jako druhotné suroviny a s cílem omezit plýtvání potravinami**

Geršl M., Dymchenko A., Krčálová E.

6. Piva připravená s využitím nespotebovaného pečiva	43
6.1 Příprava pív	43
6.2 Senzorická analýza připravených pív	43
6.3 Receptury nejlépe hodnocených pív připravených s využitím nespotebovaného pečiva	46
6.3.1 Spodně kvašené pivo s 30 % surogací pečivem – receptura	46
6.3.2 Spodně kvašené pivo s 30 % surogací pečivem – receptura	47
6.3.3 Spodně kvašené pivo s 40 % surogací pečivem – receptura	48
7. Závěr	49
8. Literatura	50

1. Úvod

V celosvětovém měřítku je každým rokem znehodnoceno přibližně 1,3 miliardy tun potravin. Za hlavní důvody lze považovat především použití nevhodného technologického postupu výroby, nesprávné skladování, anebo použití nevhodného obalového materiálu. Přibližně 570 milionů tun potravinářského odpadu vzniká na úrovni koncových spotřebitelů, toto množství odpovídá 74 kg potravinových odpadů na osobu za rok [1, 2]. Odborné odhady ukazují, že přibližně jedna třetina z celosvětově vyrobených potravin není vůbec spotřebována [3]. Celosvětová produkce chleba činí více než 100 milionů tun za rok, přičemž podíl Evropy v tomto objemu představuje 53,6 %, USA 28,6 %, Asie a Pacifiku 10,9 %, Středního východu a Afrických zemí 6,9 %. Ve 27 zemích, které tvoří EU, představuje trh s chlebem kolem 32 milionů tun ročně. Spotřební návyky chleba jsou v rámci EU zcela odlišné, ale ve většině zemí se ročně spotřebuje v průměru 50 kg na osobu. Nejvyšší úroveň spotřeby je zaznamenána v Bulharsku (přibližně 95 kg) a nejnižší spotřeba ve Spojeném království (přibližně 32 kilogramů) [4]. Odhadované množství nespotebovaného chleba v celosvětovém měřítku činí 10 % [5]. Ve Velké Británii je chléb druhou nejvíce vyhazovanou potravinou. Více než 44 % vyráběného chleba skončí jako gastroodpad a např. v Nizozemí byl objem nevyužitého chleba odhadnut z pohledu ekonomické ztráty na více než 400 milionů euro [6, 7].

Plýtvání potravinami vede ke ztrátě zdrojů, které jsou postupně investovány do celého řetězce. Do takto ztracených zdrojů lze zařadit energie, vodu, pohonné hmoty, ale i půdu, hnojiva a další, resp. vše, co je použito při výrobě, přepravě a skladování potravinářských výrobků. Tyto skutečnosti mohou mít postupně různé negativní dopady na životní prostředí, jako je globální změna klimatu, acidifikace půd a eutrofizace vod [8]. Neméně zřetelné jsou i dopady v ekonomické sféře. Tento problém uznala Organizace spojených národů v Cílech udržitelného rozvoje [9]. Konkrétně cíl "udržitelné vzorce spotřeby a výroby" má dílčí cíl 12.3, jehož cílem je snížit plýtvání potravinami na úrovni spotřebitelů a maloobchodu na polovinu a snížit ztráty potravin ve výrobních a dodavatelských řetězcích. Krokem, který by měl předcházet alternativním využitím, jako materiálově-energetickým využitím odpadu je vždy primární předcházení vzniku odpadu. Materiál, který je v jednom oboru odpadem, může najít využití jako surovina v jiném oboru a přestat tak být odpadem. Konkrétním a realistickým příkladem, je použití pekářenských vratků jako suroviny pro výrobu piva.

2. Potravinový odpad

Plýtvání potravinami je v rámci Evropy i celého světa stále rostoucím problémem. Při výrobě, distribuci a skladování potravin se využívají přírodní zdroje a celý proces tak má zřetelný dopad na životní prostředí. Likvidace potravin, které jsou ještě požitelné, resp. dále použitelné, tyto dopady zvyšuje a způsobuje celému systému nemalé ztráty. Plýtvání potravinami má důležitý ekonomický, environmentální, ale i sociální rozměr [10].

Zákon o odpadech č. 541/2020 Sb. [11], jednoznačně vymezuje tzv. hierarchii nakládání s odpady, která říká, že materiálové využití odpadu (příprava k opětovnému použití, recyklace) má přednost před jiným využitím (energetickým – anaerobní fermentace, spalování). Odstraňovat odpad lze tedy pouze v případě, že pro něj neexistuje jiné využití.

2.1 Současný pohled na potravinový odpad

V září 2015 Valné shromáždění Organizace spojených národů přijalo strategii tzv. Agendu 2030 a jako součást cíle udržitelného rozvoje do roku 2030 definovalo v této strategii cíl snížit plýtvání potravinami na osobu na úrovni maloobchodu nebo spotřebitele na polovinu a snížit ztráty potravin ve výrobních a dodavatelských řetězcích. Agenda 2030 obsahuje 17 cílů udržitelného rozvoje (SDGs) a 169 specifických podcílů ve třech oblastech udržitelného rozvoje: ekonomika, společnost a životní prostředí. Cíl SDG 12 se zaměřuje na zajištění udržitelných vzorců výroby a spotřeby. Specifický cíl 12.3 pokrývá ztráty potravin i snížení plýtvání [9]. EU a její členské státy se zavázaly tento cíl splnit. Akční plán EU implementovala zavedením strategického rámce pro oběhové hospodářství. Konkrétně jde o Směrnici Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/851 ze dne 30. května 2018 [12], kterou se mění směrnice 2008/98/ES o odpadech, jež uvádí, že členské státy by měly přijmout opatření na podporu předcházení a omezování vzniku potravinového odpadu. Zejména jde o cíle snížení celosvětového potravinového odpadu na obyvatele na úrovni maloobchodu a spotřebitelů a snížit plýtvání potravinami ve výrobních a dodavatelských řetězcích, včetně posklizňových ztrát do roku 2025 o 30 % a do roku 2030 o 50 %.

Pokud jde o environmentální, sociální a hospodářský přínos předcházení vzniku potravinového odpadu, měly by členské státy stanovit konkrétní opatření k předcházení vzniku potravinového odpadu, včetně osvětových kampaní, které by názorně ukázaly, jak předcházet vzniku potravinového odpadu, a byly by součástí jejich programů pro předcházení vzniku odpadu. Členské státy by měly měřit pokrok dosažený při snižování potravinového odpadu. Pro měření tohoto pokroku a usnadnění výměny osvědčených postupů v celé Unii mezi členskými státy i mezi provozovateli potravinářských podniků byla vytvořena společná metodika prostřednictvím Rozhodnutí Komise (EU) 2019/1597 ze dne 3. května 2019 [13], kterým se doplňuje směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/98/ES. Toto rozhodnutí určuje společnou metodiku a minimální požadavky na kvalitu pro jednotné měření úrovní potravinového odpadu. Členské státy mají každoročně provádět měření množství potravinového odpadu, který byl vyprodukován za jeden celý kalendářní rok. Dále by členské státy měly sledovat a hodnotit provádění svých opatření na předcházení vzniku potravinového odpadu měřením úrovní potravinového odpadu. Každý rok by měly být podávány zprávy o úrovních potravinového odpadu. Prvním referenčním rokem měl být rok 2020.

Množství potravinového odpadu se podle metodiky měří zvlášť pro každou z pěti fází potravního řetězce. Konkrétně jde o fáze:

- prvovýroba,
- zpracování a výroba,
- maloobchodní prodej a jiné způsoby distribuce potravin,
- restaurace a stravovací služby,
- domácnosti.

Příloha 2 jmenovaného rozhodnutí pak ke každé fázi jmenuje konkrétní druhy potenciálně vznikajících potravinových odpadů.

Potravinový odpad je směrnicí Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/851 definován jako veškeré potraviny ve smyslu článku 2 nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 178/2002, které se staly odpadem.

2.2 Možnosti nakládání s odpady z potravinářského průmyslu

Za současné právní úpravy řešící oblast nakládání s odpady lze konstatovat, že pokud potravina přestala být potravinou, může se stát pouze odpadem ve smyslu zákona č. 541/2020 Sb. o odpadech [11] a potravinářský podnik má povinnost se ho zbavit. Nicméně směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 2018/851 v úvodu uvádí, že látky rostlinného původu ze zemědělství a potravinářského průmyslu a potraviny jiného než živočišného původu, které již nejsou určeny pro lidskou spotřebu a mají být použity jako krmivo pro zvířata, by v zájmu zamezení zdvojení pravidel neměly spadat do oblasti působnosti směrnice 2008/98/ES o odpadech [14], pokud jsou plně v souladu s právními předpisy Unie v oblasti krmiv. Směrnice 2008/98/ES by se proto na tyto produkty a látky, jsou-li použity jako krmivo, vztahovat neměla a nemělo by s nimi být nakládáno jako s odpady. V souvislosti s tímto konstatováním bylo vypracováno Sdělení Komise (2018/C 133/02) Pokyny pro použití potravin, které již nejsou určeny k lidské spotřebě, jako krmivo [15]. Tyto pokyny reflektují požadavek zhodnocovat živiny v potravinách, aniž by tím byla vytvořena konkurence pro zásobování potravinových bank, které z obchodních důvodů nebo z důvodu problémů způsobených výrobními vadami nebo některými jinými závadami již nejsou určeny k lidské spotřebě, a to jejich bezpečným použitím v krmivech (aniž by tím ohrozila zdraví lidí a zvířat). Při použití takových potravin jako krmivo není třeba tyto materiály kompostovat, přeměňovat na bioplyn nebo odstraňovat spalováním či skládkováním.

Cílem pokynů je usnadnit použití některých potravin, které již nejsou určeny k lidské spotřebě, jako krmivo, a to potravin obsahujících produkty živočišného původu i těch, které je neobsahují. Limitující skutečností pro toto využití je požadavek na dodržování právních předpisů Unie o odpadech předtím, než se potraviny jiného než živočišného původu mohou stát krmivem, která představuje významnou zátěž pro provozovatele zvažující jejich dodávání do krmivového řetězce. S ohledem na tyto skutečnosti by rámcová směrnice o odpadech měla být revidována a materiály jiného než živočišného původu určené k použití jako krmivo z její oblasti působnosti vyňaty.

Oblast působnosti pokynů pokrývá: a) produkty z procesu výroby potravin (dodávané výrobcí potravin), b) potraviny uvedené na trh jako balené nebo ložené potraviny (dodávané velkoobchodníky i maloobchodníky s potravinami).

Pro účely pochopení procesu nakládání s těmito produkty je nezbytné jmenovat několik definicí. Rozdílné vymezení potravin, vedlejších produktů živočišného původu, krmiv a odpadu má významné důsledky pro legislativní rámec, jímž jsou různé druhy dotčených produktů upraveny.

Podle právní úpravy je potravina definována v čl. 2 nařízení (ES) č. 178/2002 [16] jako jakákoli látka nebo výrobek, zpracované, částečně zpracované nebo nezpracované, které jsou určeny ke konzumaci člověkem nebo u nichž lze důvodně předpokládat, že je člověk bude konzumovat.

Krmivo je definováno v čl. 3, bodě 4 nařízení (ES) č. 178/2002 jako látka nebo výrobek, včetně doplňkových látek, zpracované, částečně zpracované nebo nezpracované, určené ke krmení zvířat orální cestou.

Bývalé/vyřazené potraviny, které se již jako potraviny nepoužívají, jsou definovány v části A bodě 3 přílohy nařízení Komise (EU) č. 68/2013 [17] jako potraviny (jiné než zbytky ze stravování), které byly vyrobeny pro lidskou spotřebu v plném souladu s potravinovým právem Unie, které však již nejsou určeny k lidské spotřebě z praktických nebo logistických důvodů nebo z důvodu problémů způsobených výrobními vadami, vadami balení nebo jinými závadami a které nepředstavují žádná zdravotní rizika, jsou-li používány jako krmivo.

Krmné suroviny jsou definovány v čl. 3 odst. 2 písm. g) nařízení (ES) č. 767/2009 [18] jako produkty rostlinného nebo živočišného původu, jejichž hlavním účelem je uspokojit nutriční potřebu zvířat, v přírodním stavu, čerstvé nebo konzervované, a výrobky získané jejich průmyslovým zpracováním, jakož i organické nebo anorganické látky, obsahující doplňkové látky či nikoliv, které jsou určeny ke krmení zvířat orální cestou, ať již jako takové, po zpracování, pro přípravu krmných směsí nebo jako nosiče do premixů.

Odpad je v rámcové směrnici o odpadech Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 98/2008 vymezen jako jakákoli látka nebo předmět, kterých se držitel zbavuje nebo má v úmyslu se zbavit nebo se od něho požaduje, aby se jich zbavil.

2.3 Odpady z pekáren a odpady pečiva

Pekárenskými vrátky je označováno veškeré pečivo, které je vráceno prodejci (z obchodních řetězců, z prodejen) zpátky výrobcí. Jedná se o zbytkové a kynuté pečivo, rohlíky, housky, koláče i koblihy. Produkce odpadů z pekáren je zastoupena podskupinou odpadů 02 06 zahrnující odpady z pekáren a výroby cukrovinek a její kvantifikace je dostupná z databázi Českého statistického úřadu [19]. Konkrétně je prezentována katalogovým číslem odpadu 02 06 01 suroviny nevhodné ke spotřebě nebo zpracování viz tabulka 1. Nelze odhadnout, jaký podíl těchto odpadů tvoří neprodané vrácené pečivo do pekáren. Je možno předpokládat, že se bude jednat především o odpady ze zpracovatelských zařízení z výroby. Další kvantifikace je provedena za odvětví CZ-NACE viz tabulka 2.

Odpad/Rok	2017	2018	2019	2020
020601 Suroviny nevhodné ke spotřebě nebo zpracování [t]	19 168	19 291	18 256	16 984

Tab. 1: Produkce odpadu 020601 v letech 2017–2020 [19].

Rok	2017	2018	2019	2020
Produkce odpadu [t]	220 738	230 128	232 594	232 999

Tab. 2: Produkce odpadů za odvětví NACE CZ – výroba potravinářských výrobků v letech 2017–2020 [19].

01	POTRAVINY A NEALKOHOLICKÉ NÁPOJE	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
01.1	POTRAVINY										
01.1.1	PEKÁRENSKÉ VÝROBKY, OBILOVINY										
	Mlýnské a pekárenské výrobky										
	Chléb [kg]	42,4	41,3	39,3	40,0	39,8	39,7	39,2	39,3	39,0	38,2
	Pšeničné pečivo [kg]	57,2	56,9	51,2	52,7	47,9	50,1	50,4	51,3	51,7	51,3
	Trvanlivé pečivo [kg]	10,7	8,5	9,6	8,7	8,1	7,9	7,8	7,4	7,8	6,3
	Těstoviny [kg]	6,7	7,1	7,6	7,3	7,5	7,1	7,8	8,2	8,1	7,7

Tab. 3: Spotřeba pekárenských výrobků na obyvatele ČR za rok v letech 2011-2020, hodnoty uvedeny v kg [20].

2.4 Neprodané pečivo vrácené do pekařské výroby

V České republice existuje smluvní systém mezi pekárny a obchodními řetězci, jehož předmětem je neprodané pečivo. V praxi to znamená, že pečivo, které není prodáno spotřebiteli, je pekárnám vráceno. Z hlediska legislativního se jedná o výše zmíněnou bývalou/vyřazenou potravinu, která by měla být v souladu s hierarchií předcházení vzniku odpadu předána ke zpracování do zařízení na výrobu krmiva za splnění právních požadavků řešící tuto oblast výroby. Potravinové právo po stránce bezpečnosti potravin a ochrany spotřebitele znovu přepracování vráceného pečiva na pekařské výrobky nepřipouští. Nicméně z hlediska strategie udržitelnosti v rámci používání environmentálních nástrojů Komise EU tuto možnost připouští a to konkrétně v rozhodnutí Komise (EU) 2017/1508 ze dne 28. srpna 2017 o referenčním dokumentu o osvědčených postupech pro environmentální řízení, odvětvových indikátorech vlivu činnosti organizace na životní prostředí a srovnávacích kritériích pro odvětví výroby potravin a nápojů podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1221/2009 o dobrovolné účasti organizací v systému Společenství pro environmentální řízení podniků a audit (EMAS) [21]. Jmenované rozhodnutí Komise

(EU) 2017/1508 ve vztahu k neprodanému chlebu uvádí, že osvědčeným postupem environmentálního řízení je zavedení vhodných systémů „vrácení“ chleba, kdy se neprodaný chléb z míst prodeje přijme zpět do pekárny, kde byl vyroben. Shromážděný chléb se uloží v pekárně a může se zpracovat na strouhanku a knedlíky, nebo ho mohou shromažďovat společnosti, které jsou držiteli licence, (např. charity nebo sociální organizace, je-li takový chléb ještě vhodný k lidské spotřebě), nebo se může použít na jiné účely (např. krmivo pro zvířata). Společnosti, které jsou držiteli licence, mohou chléb shromažďovat přímo v místech prodeje. Tento postup je použitelný sice pro všechny výrobce chleba a pečiva, včetně malých a středních podniků, ale v závislosti na zamýšleném používání vráceného chleba musí být zabezpečena vhodná manipulace, doprava a skladování, aby byly plněny hygienické požadavky. V podstatě by se jednalo o obecné hygienické požadavky platící pro všechny potravinářské výrobky ve všech fázích potravinářského řetězce, především pak provádění postupů založených na zásadách analýzy rizik a kritických kontrolních bodů (HACCP).

Ve vztahu k těmto popsaným postupům je nutno přesně vymezit zamýšlený účel využití neprodaného chleba nebo sumárně pečiva. Pokud je cílem ho zpracovat zpětně k potravinářským účelům, musí se s ním procesně nakládat jako s potravinou nebo surovinou určenou pro výrobu potravin tedy za podmínek splnění obecných hygienických požadavků a zásad analýzy HACCP v potravinářské podniku. Tady je nutné upozornit na další limitující skutečnosti spojené s čerstvým chlebem nebo s čerstvým pečivem ve smyslu vyhlášky č. 18/2020 Sb. o požadavcích na mlýnské obilné výrobky, těstoviny, pekařské výrobky a cukrářské výrobky a těsta [22]. Tato vyhláška stanovuje, že tyto potraviny smí být nabízeny nejdéle do 24 hodin po upečení. Pokud tedy nejsou prodány do tohoto časového limitu, není možno je dále považovat za potravinu a mohou být použity pouze pro výrobu krmiva ve smyslu postupů, které definuje metodický pokyn. Použití chleba nebo pečiva zpět v procesu výroby pekařských výrobků je v souladu s legislativou přípustné, pokud se jedná o pečivo, které neopustilo zařízení pekárny a je v ní znovu zpracováno v rámci procesů pokrytých HACCP.

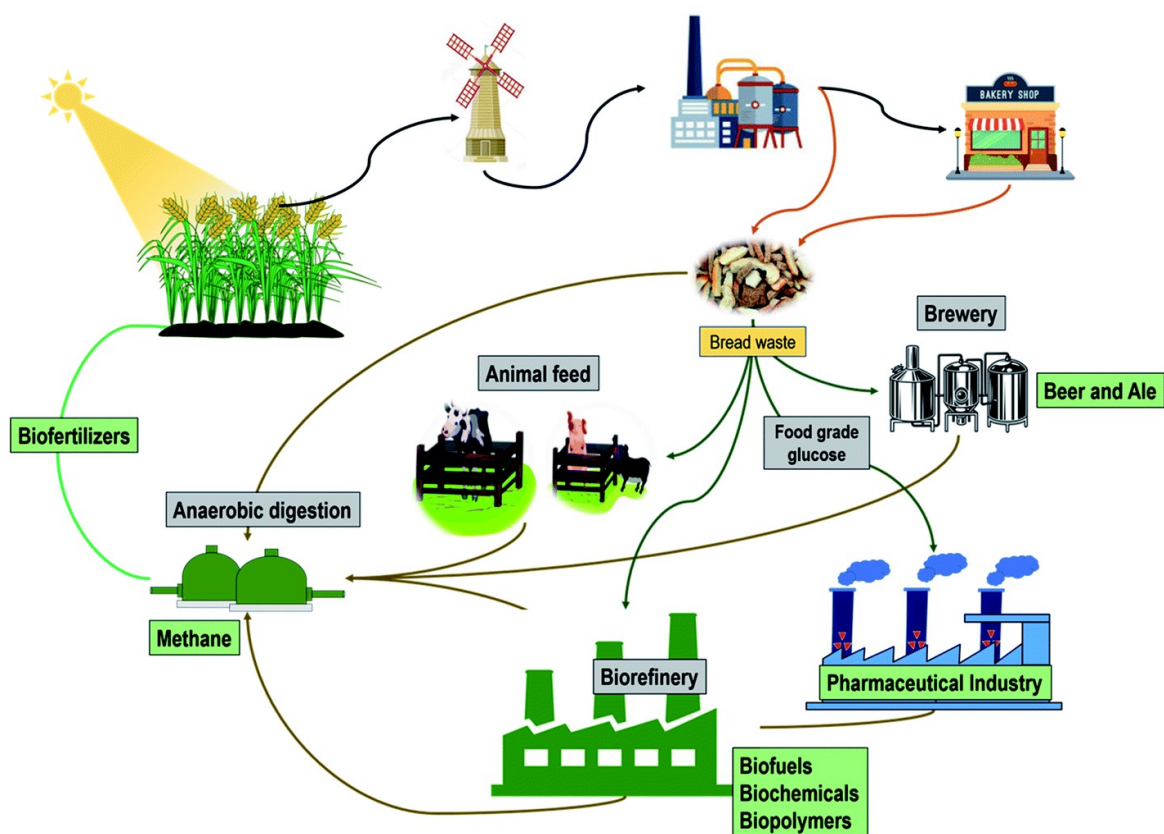
Další možnost již zmíněná, je přepracování neprodaného chleba a pečiva na krmivo. Komise EU limitující legislativní prvky popsala v citovaných pokynech a přesně vymezila i postupy, které mají být uplatňovány, ať se jedná o bývalou potravinu obsahující živočišnou bílkovinu nebo bez živočišné bílkoviny.

Chleba a pečivo lze považovat za potravinu neobsahující živočišnou bílkovinu, která by se mohla po vyřazení z režimu potravin stát buď přímo krmivem ve smyslu a v oblasti působnosti nařízení (ES) č. 178/2002 nebo odpadem ve smyslu definice podle zákona č. 541/2020 Sb. o odpadech. Potraviny obsahující živočišnou bílkovinu nebo ty, které jsou živočišnou bílkovinou kontaminovány, se stávají po vyřazení z režimu potravin tzv. vedlejším produktem živočišného původu ve smyslu nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1069/2009 o hygienických pravidlech pro vedlejší produkty živočišného původu a získané produkty, které nejsou určeny k lidské spotřebě, a o zrušení nařízení (ES) č. 1774/2002 (nařízení o vedlejších produktech živočišného původu) [23]. Teprve po zpracování podle požadavků tohoto nařízení se z vedlejšího produktu živočišného původu může stát krmivo. Vyhláška č. 295/2015 Sb. o provedení některých ustanovení zákona o krmivech [24] v příloze č. 4 uvádí kategorie krmných surovin pro označování krmných směsí pro zvířata určená k produkci potravin s výjimkou kožešinových zvířat a mezi nimi jsou přímo uvedeny pekařské výrobky, které zahrnují veškeré druhy chleba, koláčů, sušenek a těstovin.

Poslední z možností nakládání s neprodaným pečivem je postupovat v souladu se zákonem o odpadech. Tedy zbavit se pečiva jako odpadu a předat ho do zařízení k využití. Tato strategie nenaplnuje myšlenku zhodnocení živin v potravinách, které přestaly být potravinami, tedy není také úplně v souladu s oběhovým hospodářstvím, ale je zde předpoklad využití odpadu, a to prioritně energeticky v bioplynové stanici, případně kompostováním tedy v souladu s hierarchií nakládání s odpady. Předpokladem je takto vzniklý odpad zařadit podle katalogu o odpadech, vést průběžnou evidenci o produkci odpadu a předávat ho do zařízení, které k tomu má povolení ve smyslu zákona č. 541/2020 Sb. o odpadech podle § 22.

K uvedenému využívání neprodaného pečiva podle zákona o odpadech je vhodné zmínit skutečnost, kterou uvádí Usnesení Evropského parlamentu ze dne 16. května 2017 o iniciativě na podporu účinného využívání zdrojů: snížení míry plýtvání potravinami a zlepšení bezpečnosti potravin [16], že hierarchie způsobů nakládání s odpadem zavedená rámcovou směrnicí o odpadech [14] (prevence, příprava k opětovnému použití, recyklace, využití a odstranění) nezohledňuje specifika potravinového odpadu, který je velmi proměnlivým tokem odpadů. Na úrovni EU neexistuje žádná zvláštní hierarchie způsobů

nakládání s nespotřebovanými potravinami a s potravinovým odpadem, a proto je nutné nastavit kritéria nebo hierarchii nakládání s potravinovým odpadem, kdy bude zohledněn celý dodavatelský řetězec především s prioritami prevence a opětovného použití pro lidskou spotřebu.



Grain Processing to bread **Bread waste from Industry and Suppliers**
Bread waste as feedstock **Waste residues to Anaerobic digestion**

Obr. 1: Cyklus pekárenských vratků ve Velké Británii (podle [25]).

3. Pivo

Pivo bezesporu patří mezi jedny z nejznámějších a nejvíce užívaných nápojů na zemi. Současně je jedním z nejstarších fermentovaných nápojů [např. 26, 27]. V roce 2003 celosvětová spotřeba piva přesáhla 1,4 mld. hl [28] a její množství se v roce 2019 zvýšilo na 1,91 mld. hl [29]. Pivo je kvašený, slabě alkoholický nápoj hořké chuti vyráběný v pivovaru z kvašením obilného rmutu. Základními surovinami pro výrobu piva je obilný slad, voda, chmel a mikroorganismy – pivovarské kvasinky. Slad je za specifických technologických podmínek naklíčená a usušená obilovina, v klasických recepturách připravovaná z ječmene. Jednou z klíčových surovin v pivovarnictví je tedy ječmen. V hospodářském roce 2020/2021 bylo celosvětově vyprodukováno 159,74 milionů metrických tun ječmene [30]. Ječmen, resp. ječný slad je hlavní složkou při výrobě piva, která má mimo jiné rovněž poměrně velký dopad na životní prostředí, a to vlivem nároků na energie při jeho výrobě, nároků na vodu a produkci oxidu uhličitého při jeho přepravě na místo použití [31, 32]. Např. v podmínkách Austrálie je spotřebováno každým hektarem ječmene přibližně 1 200 m³ vody. Studie provedené Brancolim a kol. [33] ukázala, že výroba piva z pekárenských vratků má mj. zřetelné ekologické přínosy v kategorii globálního oteplování. Odpad tvořený pečivem v jakékoliv jeho formě je ztrátou potenciálních nutrientů a současně má zřetelný vliv na uhlíkovou stopu v celém procesu výroby pečiva. V širších souvislostech je nutno uvažovat nemalé množství energií vkládaných do pěstování obilnin, skladování, výrobních procesů mouky a následně pečiva a potřebám transportu a skladování v každém technologickém celku výroby.

V minulosti, a to především v období hospodářských krizí, byly pro snížení výrobních nákladů při výrobě piva uplatňovány různé cukernaté a škrobnaté náhražky sladu. Dnes můžeme tuto skutečnost využít ve snaze snížit množství pekárenského gastroodpadu. Současně je známo, že vaření piva jako i pečení chleba je prastarý proces. Existuje mnoho teorií o počátcích přípravy piva a o využívaných surovinách. Některé historické prameny naznačují, že pivo se na začátku své existence vyrábělo z chleba a až později se začal uplatňovat také slad. Díky obsahu kvasnic v chlebu započal proces kvašení [34]. Také v některých slovanských zemích existuje starověký nápoj jménem kvas, který se vyrábí z chleba, vody a cukru, taky s kvasinkami nebo bez nich. Je nutno rozdělit kvas a pivo. Kvas je nealkoholický nápoj, který má jinou technologii výroby než pivo [35, 36].

3.1 Nahrazování sladu – surogace

Pro výrobu sladu se v oblastech Evropy obecně používají převážně slady z jarních ječmenů. Celosvětově se vyrábějí především světlé slady plzeňského typu, které se používají pro výrobu světlých pív typu ležáků, konzumních pív a speciálních pív s různou koncentrací původní mladiny. Typickým znakem je nízká hodnota barvy kongresní sladiny (3,0–4,2 jednotek EBC). Další možností je použití tmavých sladů, a to především mnichovského typu, které se používají při výrobě tmavých pív. Tyto slady reprezentuje např. mnichovský slad nebo bavorský slad, které mají typicky vysokou hodnotu barvy kongresní sladiny (11,0–17,3 jednotek EBC) a výrazné aroma. Přechodem mezi sladem plzeňského typu a bavorským sladem je vídeňský slad, který se používá především při výrobě speciálních typů pív.

Pšeničný slad vyráběný z pšenice seté (*Triticum aestivum*) se používá pro výrobu pšeničných pív a pív typu Lambic. Pšeničný slad podporuje pěnivost, takže je přidáván i do pív, která mají problém se stabilitou pěny.

Speciální slady se od běžných sladů odlišují enzymovými aktivitami, redoxní kapacitou, kyselostí, barvou atd. a používají se na výrobu tmavých a speciálních pív. Mezi speciální slady patří: karamelové slady, barvicí slady, nakuřované slady, kyselé slady a další.

Používání náhražek sladu je v jednotlivých státech omezeno legislativními podmínkami.

Nahrazování sladu – surogace se v současnosti využívá především z ekonomických důvodů, ke snížení nákladovosti výroby piva. Náhražky sladu jsou rovněž používány pro docílení vlastností specifických druhů pív. Zpravidla se jedná o regionálně specifická piva. Zvláštním případem jsou piva určená pro celiaky vyžadující bezlepkovou dietu. Podle způsobu zpracování se náhražky mohou dělit na nepřímo zpracovatelné (škrobnaté) a přímo zpracovatelné (cukernaté). Obecně je použití cukernatých náhražek snadnější než použití náhražek škrobnatých. Cukernaté náhražky se zpravidla dodávají do mladiny až v průběhu chmelovaru. Poměr použitých cukernatých náhražek se nejčastěji pohybuje od 5–10 %, výjimečně do 20 %. Použitím cukernatých náhražek dochází ke snížení obsahu dusíkatých, polyfenolových a růstových látek, zvyšuje se obsah alkoholu a snižuje se pěnivost piva. Při vyšších dávkách se zvyšuje plnost chuti piva. Příklady cukernatých náhražek: krystalový cukr, surový cukr, invertní cukr, škrobový cukr atd. Mezi obvyklé škrobnaté suroviny patří např. rýže, kukuřice, žito, čirok, proso, pohanka aj.

Rozsáhlé posouzení náhražek sladu zejména pro bezlepková piva vytvořili Yang and Gao [37]. V této práci následně srovnávali piva uvařená za použití rýže, čiroku, kukuřice, prosa, teffu, ovsa, pohanky a ječmenného sladu, porovnání lze vidět v tab. 4 a 5.

Attributes	Rice	Sorghum	Maize	millet	Teff	Oats	Buckwheat	Quinoa	Barley (light beer)
Original extract (°P)	12.4	11.8	14.7	10.0	10.4	11.6	11.7	10.5	12
Alcohol (%v/v)	4.6	4.7	5.1	3.67	3.79	4.34	4.68	3.28	3.8-4.2
Apparent degree of fermentation (%)	68.5	–	–	73.2	66.99	72	74.7	43.66	76-78
pH	4.24	–	4.5	4.31	4.81	4.51	4.23	4.49	4.3-4.5
Color (EBC)	4.4	5.9	20	24	16.7	6.4	9.8	130	4-8
Bitterness (EBC)	4.1	6.6	30	29	4.0	4.2	3.83	3.60	28.8
Total nitrogen (mg/L)	462	268	–	–	97	–	360	403	473-696
FAN (mg/L)	75	74.6	–	33	30.2	–	72	261	87
Viscosity (mPa.s)	1.47	–	–	–	–	–	1.57	–	1.6
Foam (s)	169	–	160	–	181	150	181	–	200-220

"–": No determination

Tab. 4: Vlastnosti pív připravených za použití různých náhražek sladu [37].

Alternative materials	Malted or not	Fermentation	Sensory analysis of gluten-free beers	Acceptance of products	Reference
Rice (<i>Oryza sativa</i>)	Malted	Bottom	The foam stability was fairly good, the body was slightly thin, and the aroma was agreeable.	Acceptable	(Ceppi and Brenna 2010a)
	Malted	Top	The aroma was pear drop, fruity and solvent.	Acceptable	(Ceccaroni et al. 2019a)
	Malted	Bottom	The foam stability was fairly poor, the body was slightly thin, and the aroma was rice flavor and similar to that of a barley lager beer.	Acceptable	(Mayer et al. 2016)
Maize (<i>Zea mays</i>)	Malted	Bottom	The foam stability was fairly good, and the aroma was similar to that of a barley lager beer.	Acceptable	(Zweytick, Berghofer, and Gallagher 2009)
Sorghum (<i>Sorghum bicolor</i>)	Malted	Bottom	The foam stability was fairly good, and the taste and aroma was similar to that of a barley lager beer.	Acceptable	(Zweytick, Berghofer, and Gallagher 2009)
Oats (<i>Avena sativa</i>)	Malted	Bottom	The foam stability was poor, the aroma was strong strawberry, the taste was bitter and astringent, and the aging characteristics were good.	Acceptable	(Klose et al. 2012b)
Teff (<i>Eragrostis tef</i> (Zucc.) Trotter)	Malted	Top	The foam stability was fairly good, the aroma was similar to that of a barley lager beer, and the body was slightly thin.	Acceptable	(Di Ghionno, Sileoni, et al. 2017)
	Not	Top	The foam stability was poor, the aroma was similar to that of a barley lager beer, and the body was slightly thin.	Acceptable	(Di Ghionno, Sileoni, et al. 2017)
Buckwheat (<i>Fagopyrum esculentum</i>)	Malted	Bottom	The foam stability was poor, and the taste was heavily bitter.	Acceptable	(Zweytick, Berghofer, and Gallagher 2009)
	Malted	Bottom	The foam stability was poor, and the taste was slightly bitter.	Acceptable	(Dežela et al. 2015)
	Malted	Top	The aroma and taste were similar to that of a barley ale beer.	Acceptable	(Phiarais et al. 2010)
Amaranth (<i>Amaranthus tricolor</i> L.)	Malted	Bottom	The foam stability was fairly poor, the color was slightly turbid with a yellow color, and the taste was bitter.	Unacceptable	(Zweytick, Berghofer, and Gallagher 2009)
Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i>)	Malted	Bottom	The foam stability was fairly good, the color was slightly turbid with yellow color, and the taste was acceptable.	Acceptable	(Zweytick, Berghofer, and Gallagher 2009)
	Malted	Bottom	The foam was gray, the body was dark, the aroma was nutty, and the taste was astringent.	Unacceptable	(Dežela et al. 2015)

Tab. 5: Výsledky senzorické analýzy pív připravených za použití různých náhražek sladu [37].

3.2 Surogace pečivem

Surogace pečivem je typickou surogací nepřímo zpracovatelnými (škrobnatými) náhražkami. S využíváním různých typů pekárenských výrobků pro potřebu surogace bylo již v minulosti opakovaně experimentováno, vždy s cílem snížit náklady na výrobu piva.

V roce 2017 společnost Greencore ve spolupráci se společností Toast Ale company zpracovávala chlebové vratky ze sandwichů. Ve výrobě bylo 25–28 % sladu nahrazováno sušeným sandwichovým chlebem [38, 39].

Společnost Jaw Brewery Limited ve Skotsku v roce 2018 využila pro výrobu nízkoalkoholického piva neprodaný chléb z pekařství Thomas Auld and sons Ltd. Ve výrobě bylo 20-25 % sladu nahrazováno sušeným chlebem [40].

V České republice se poprvé komerční využití pekárenských vratek žitného chleba pro výrobu piva objevilo v roce 2021. Pivovar Zichovec ve spolupráci s pekárnou Eska započal s výrobou IPU „Tekutý chleba“, kde chléb nahrazuje část sladu a používá se ve fázi rmutování [41, 42].

4. Experimentální příprava piva

Experimentální příprava pív z navrhovaných receptur probíhala v laboratořích Agronomické fakulty Mendelovy univerzity v Brně. Pro přípravu testovacích šarží menšího objemu byla použita aparatura s možností přípravy 20 l sladiny (obr. 2), pro testovací šarže většího objemu byla použita aparatura s možností přípravy 100 l sladiny (obr. 3).

4.1 Technologický postup přípravy piva

4.1.1 Šrotování

Šrotování je první technologická operace při výrobě piva, jejímž cílem je mechanicky narušit obilná zrna tak, aby došlo ke zpřístupnění vnitřních částí zrna pro další jejich zpracování. Šrotování je potřeba provádět přímo před varným procesem, jelikož po několika hodinách dochází v našrotovaném sladu k oxidačním změnám, které mají negativní vliv na výslednou kvalitu vyrobeného piva [43].

Ke šrotování byl použit šrotovník Romill MS 100. Sušený chléb byl ručně drcen na frakci o průměru 20–50 mm.

4.1.2 Vystírání

Vystírání je proces, při kterém je voda, slad a v našem případě chléb, smíchán v přesném poměru do kaše. Teplota směsi by obecně měla být v intervalu 37–50 °C. Pro tuto práci byla stanovena teplota 40 °C po dobu deseti minut.

4.1.3 Rmutování

Rmutování je proces, kdy probíhá štěpení složitých polysacharidů (škrobů) na jednoduché zkvasitelné cukry, působením amylolytických enzymů obsažených ve sladu. Pro tuto práci byla použita tzv. jednokroková infuze, kdy byla stanovena teplota 52 °C s prodlevou

10 min; poté zvýšena na 62 °C s prodlevou 30 min. a nakonec zvýšena na 72 °C s prodlevou 40 min. Pro ověření zcukření byla provedena jodová zkouška Lugolovým roztokem a po úplném zcukření byla teplota zvýšena na 85 °C s prodlevou 5 min.

Jodová zkouška se provádí smísením malého množství odebraného díla (cca 10 ml) s kapkou Lugolova roztoku (obr. 4). Lugolův roztok je roztok elementárního jodu a jodidu draselného ve vodě. Zkoušku je vhodné provádět na kontrastním podkladu, na kterém je případné zbarvení dobře viditelné. Pokud se roztok zbarví do modra, je škrob stále přítomný a je potřeba ve rmutování pokračovat.

Po negativní jodové zkoušce následuje tzv. odrmutování. Odrmutování je proces, kdy je zastavena činnost většiny enzymů a složení díla je zakonzervováno. Probíhá zvýšením teploty díla na 85 °C po dobu 5 minut.



Obr. 2: Varná nádoba pro přípravu 20 l sladiny. Foto: M. Geršl.



Obr. 3: Varná nádoba pro přípravu 100 l sladiny. Foto: M. Geršl.



Obr. 4: Zkouška zcukření s Lugolovým roztokem. Foto: T. Verbovšek.

4.1.4 Scezování

Cílem scezování je oddělení sladiny od mláta. Dílo přeléváme přes scezovací síto, resp. scezovací dno, které je jedním z použitých filtrů. Dalším filtračním prostředkem je samotná vrstva mláta již usazovaného na scezovacím dně. Těžší mláto leží na síti a plní funkci druhé filtrační vrstvy, kde čistí sladinu od jemnějších kalových podílů mláta. Pluchy sladu při scezování hrají klíčovou roli. Scezování se dělí na dvě fáze. V první fázi scezování se získává nejkoncentrovanější část sladiny, tzv. předeck. Druhá fáze scezování je tzv. fáze vyslazování. Při fázi vyslazování se mláto na scezovacím sítu prolévá vyslazovací vodou a tím se z něj vymývají zbytky cukrů a dalších látek (obr. 5). Vyslazováním se získává méně koncentrovaná část sladiny, tzv. výstřelky. Vyslazování provádíme, dokud sladina nedosáhne požadovaného objemu, nebo požadovaných vlastností (např. cukernatost).

Přítomnost pekárenských surovin, resp. snížená přítomnost pluch zcezování značně ztěžuje a zpomaluje. Při vhodném dávkování pečiva však není výsledek zcezování kvalitativně ohrožen.

Pro tuto práci byla použita vyslazovací voda o teplotě 78–80 °C.



Obr. 5: Aplikace vyslazovací vody o teplotě 80 °C po scezování. Foto: M. Geršl.

4.1.5 Chmelovar

Chmelovar je proces, při kterém se povařením získané sladiny s chmelem stává mladina. Sladinu přivedeme k bodu varu, tj. cca 100 °C a postupně přidáváme chmel (obr. 6 a 7). Chmelovar při výrobě českého ležáku trvá celkem 90 minut [43, 44].

Chmel je nezastupitelnou surovinou pro výrobu piva. Dává mu typickou hořkost a aroma. Cílovými složkami pro výrobu piva jsou chmelové pryskyřice, silice a polyfenoly [43].

Chmel je obvykle přidáván ve třech krocích. První dávkování chmele probíhá v momentě, kdy sladinu přivedeme k varu. Tento krok chmelení dodá výslednému pivu hořkost. Chmelovar probíhá v nepřikryté nádobě, případně jsou páry řízeně odtahovány v podobě brýdových par tak, aby mohly sloučeniny, které by byly v budoucím pivu nežádoucí vytékat. Jedná se např. o DMS – dimethylsulfid, který v senzorické analýze můžeme v pivu cítit jako kukuřici nebo vařenou zeleninu [43]. S nežádoucími sloučeninami však postupně vytěkají i látky, které by mohly budoucímu pivu dodat charakteristickou vůni.

Druhé chmelení je doplněním chmelení prvního a probíhá ve 45. minutě chmelovaru. Třetí, tedy poslední chmelení probíhá v 90. minutě chmelovaru, kdy přestáváme mladinu vařit. Tím zabráníme odpaření aromatických látek a naopak, toto chmelení již nemá významnější vliv na hořkost výsledného piva. V některých případech lze využít tzv. chmelení za studena. Výběr druhů a množství chmelů záleží na dané receptuře. Je možno pracovat třikrát se stejným chmelem, častěji se však na první chmelení používá chmel s vyšší hořkostí a na poslední chmelení chmel aromatický. Každý chmel se liší svým aroma a obsahem alfa a beta hořkých kyselin, které mají vliv na výslednou hořkost piva. Chmel je možno použít v podobě sušených šištic, lisovaných pelet (granulí) anebo v podobě chmelového extraktu.

Pro potřeby této práce byly používány komerčně dodávané chmelové pelety (obr. 6).



Obr. 6: Chmelové pelety, odrůda Premiant. Foto: M. Geršl.



*Obr. 7: Proces chmelovaru. Z varné nádoby odchází potrubí pro odvod brýdových par.
Foto: M. Geršl.*

4.1.6 Vířivá kád' – Whirlpool

Cílem tohoto technologického kroku je vyčištění mladiny od kalů. Při varu dochází k vysrážení bílkovin obsažených ve sladince, vytváří se tzv. lom mladiny. Vysrážené bílkoviny nazýváme kaly (obr. 8). Cílem víření je započít chlazení mladiny a odstranit tyto kaly.

Rozlišujeme pak tzv. horké (hrubé) kaly a chladové (jemné) kaly. Tyto dva druhy kalů se od sebe liší délkou bílkovin, ze kterých jsou tvořeny a teplotou, při které dochází k jejich vysrážení. Ke srážení hrubých kalů docházelo po celou dobu chmelovaru, tj. při 100 °C a bude pokračovat až do ochlazení na cca 80 °C. Těchto kalů je nutné se v největší možné míře zbavit, jelikož by negativně ovlivňovaly průběh kvašení a senzorické vlastnosti výsledného piva. Srážení jemných kalů začíná kolem teploty 80 °C a v největší míře až pod 30 °C. Těchto kalů je výrazně méně než kalů hrubých. Pro jejich jemnost se z mladiny velmi špatně odstraňují a ve větší či menší míře je vždy přeneseme do kvasné nádoby. Na rozdíl od hrubých kalů není jejich úplné odstranění vhodné – ohrozilo by to plnost chuti a pěnivost piva. Klasickou metodou odstraňování jemných kalů je sbírání deky, do které jsou při kvašení vynášeny. To, kolik jich přeneseme do kvasné nádoby je odvislé od postupu chlazení a spílání.



Obr. 8: Vysrážené kaly po ukončení vířivé kádě. Foto: M. Geršl.

4.1.7 Chlazení

Mladina zbavená kalů je přepuštěna přes vhodný chladič do kvasné nádoby (obr. 9). Mladina musí být vychlazená na pokojovou teplotu (cca 18–25 °C), aby vysoká teplota neusmrtila kvasinky, které budou do mladiny následně přidány.

4.1.8 Kvašení – spílání a dokvácení

Kvasná nádoba – spilka je místo, kde po přidání pivovarských kvasnic *Saccharomyces Cerevisiae* probíhá hlavní kvašení. Délka hlavního kvašení je 8 dní při teplotě 8–10 °C. Cílem spílání je přeměnit za činnosti kvasinek část cukrů na alkohol, a to za současného vzniku oxidu uhličitého a tepla. Po 8 dnech hlavního kvašení ve spilce je pivo naplněno do lahví, kde dokvasí zbylými kvasnicemi při teplotě 10 °C po dobu cca 20 dní. Vznikající oxid uhličitý již nemůže z uzavřených lahví unikát, takže pivo je syceno přirozenou cestou. Poté je pivo připraveno k distribuci, resp. na laboratorní a senzorickou analýzu.

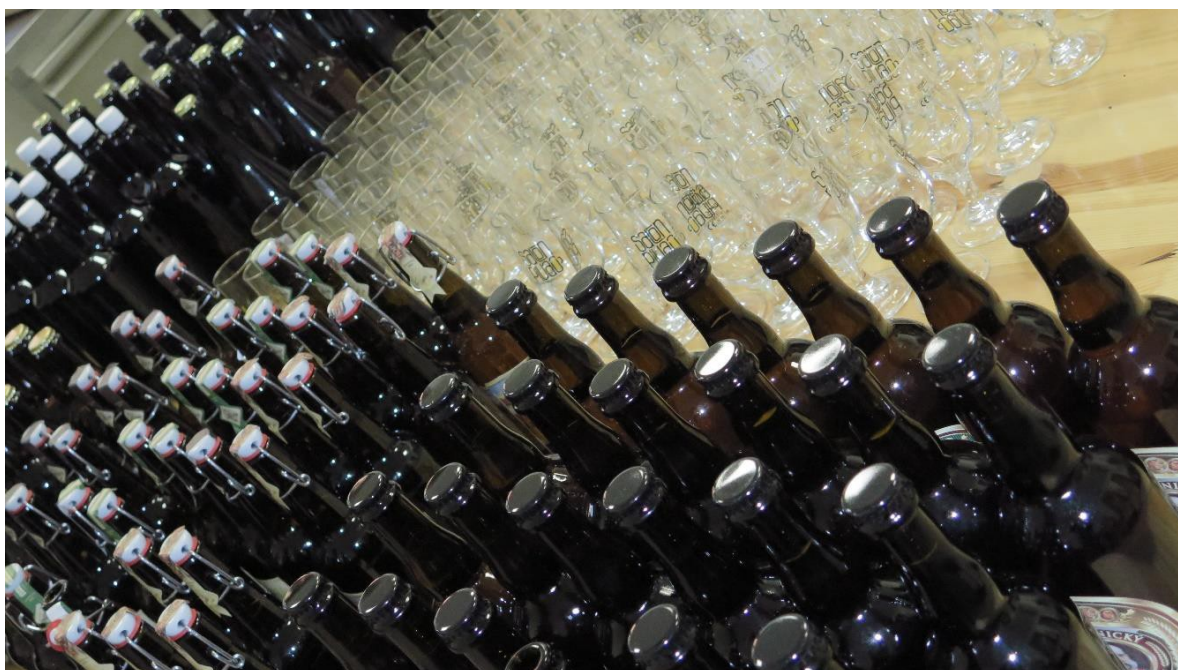


Obr. 9: Důsledná sanitace kvasných nádob, resp. celého zařízení je základem úspěchu.

Foto: M. Geršl.

5. Senzorická analýza piva

Senzorická analýza je proces hodnocení charakteristik potravin, které je možné vnímat a zhodnotit lidskými smysly (tzv. organoleptické vlastnosti). V roce 1975 byla senzorická analýza definována jako vědecká metoda k vyvolání, měření, analýze a interpretaci těch reakcí na produkty, které jsou vnímány smyslem zrakovým, čichovým, hmatovým, chuťovým a sluchovým. Senzorická analýza piva slouží pro posouzení vzhledu, chutí a vůní produktu jako celku. Jedním z hlavních parametrů je celková vyváženost piva. Zkušený posuzovatel musí umět zhodnotit přítomnost cizích chutí a vůní ve vzorku, zhodnotit příčinu její přítomnosti a určit technologickou odchylku nebo vadu suroviny [45, 46].



Obr. 10: Pivo připravené k senzorické analýze. Foto: M. Geršl.

Senzorická analýza je hodnocení dané potraviny prováděné našimi smysly, zahrnující vyhodnocování výsledků lidským centrálním nervovým systémem. Analýza musí proběhnout za podmínek zajišťujících objektivní, přesné a reprodukovatelné měření. Osoby zúčastňující se senzorické analýzy se nazývají posuzovatelé nebo hodnotitelé a soubor těchto

osob je porota. Konzument je hodnotitel bez speciálního odborného vzdělání, avšak jeho postoje a výsledky hodnocení se podobají názorům skutečných spotřebitelů [46].

Senzorická analýza by měla probíhat ve speciálních prostorách tak, aby hodnotitelé nebyli rušeni cizími vlivy a nebyli ani vzájemně ovlivňováni (obr. 11). Zkušební místnost pro senzorickou analýzu má být upravena v souladu s obecnými pokyny pro uspořádání senzorického pracoviště podle ČSN ISO 8589, aby se nežádoucí vlivy co nejvíce eliminovaly. Senzorická laboratoř má být umístěna na klidném místě budovy. Komunikace mezi hodnotiteli je v průběhu hodnocení omezena a diskuse probíhá až po zapsání výsledků. Místnost by měla být chráněna před hlukem, nesmí obsahovat výzdobu, musí být chráněna před pachy, nejlépe filtračním zařízením, musí se optimalizovat teplota a vlhkost vzduchu, osvětlení a pohyb vzduchu.

Nádobí, které se používá k senzorické analýze, nesmí být zdravotně závadné, nesmí mít žádné vůně a pachy ani je naopak nesmí přijímat. Mezi nejvhodnější materiály patří sklo, keramika nebo porcelán. Nádoby se vzorky musí mít stejný tvar, velikost, vzhled a barvu.



Obr. 11: Místo pro hodnotitele v senzorické laboratoři Agronomické fakulty Mendelovy univerzity. Foto: M. Geršl.

Senzorické hodnocení probíhá u piva vytemperovaného na 10 až 15 °C, nalitého v bezbarvé sklenici válcovitého tvaru a s tenkými stěnami. Doporučená výška sklenice je cca 110 mm a vnitřní průměr cca 60 mm, obsah 300 ml.

Mnohem snadněji se obvykle hodnotí piva tmavá než piva světlá, a to protože karamelová a sladká chuť patří mezi dvě detailně a snadno posouditelné složky chuti. Pohlaví degustátora hraje při senzorické analýze taktéž podstatnou roli. Ženy jsou zpravidla citlivější k vnímání hořkosti a muži naopak lépe vnímají i malé rozdíly ve sladkosti, kterou obvykle ženy více tolerují.

Hodnotitel ochutná při degustaci předloženého vzorku množství cca 30 ml, tedy odpovídající přibližně jedné polévkové lžici. Sousto tuhého vzorku rozzvýká a současně sleduje vývin chutí v ústech. Při hodnocení nápojů smočíme pohybem jazyka a tváří celou ústní dutinu.

Je důležité, aby vzorek v dutině ústní pobyl dostatečně dlouhou dobu, aby se zahřál, případně ochladil na teplotu ústní dutiny a současně, aby se páry senzoricky aktivních látek mohly dostat až do nosní dutiny, a tak do kontaktu s čichovými receptory. Po spolknutí vzorku se nejlépe vyhodnotí chuť, avšak polykání alkoholických nápojů může zhoršit kvalitu dalšího hodnocení. Po spolknutí je doporučeno si vypláchnout ústa vodou či použít tuhého neutralizátoru, např. rohlík, a poté asi po jedné minutě začít hodnotit další vzorek [47].

Je důležité zapsat výsledek do protokolu ihned po degustaci, protože příliš dlouhé váhání negativně ovlivňuje kvalitu posouzení. Po ukončení hodnocení se protokol zkontroluje, zda je vše vyplněno tak, jak má být, a případně může organizátor konzultovat výsledky s hodnotiteli, případné chyby nebo potíže při analýze [47].

5.1 Vzhled

Vzhled je nepochybně prvním dojmem, který na spotřebitele či hodnotitele zapůsobí. K tomuto dojmu lze přidat i hodnocení obalu včetně etikety. Při zrakovém hodnocení sledujeme barvu, čirost, pěnu piva. U pěny sledujeme její stabilitu a trvanlivost, velikost bublin, nebo ulpívání pěny na stěnách sklenice.

5.2 Pěnivost

Po nalití piva do sklenice se vlivem uvolňování oxidu uhličitého vytváří obvykle stabilní a hustá pěna. Pěnivost je další z hlavních znaků piva, které ovlivňují hodnocení jeho kvality. Pěna ovlivňuje konzumenta především vizuálně, ale také může ovlivňovat vnímání aroma a plnost pív. Pěnivost a stabilitu pěny velmi ovlivňují chmelové složky, jež jsou spolu s chuťovými atributy piva jeho důležitou kvalitativní vlastností.

5.3 Pocit v ústech

Pocitem v ústech chápeme hmatový pocit v ústní dutině po napití piva. Podle pocitu v ústech hodnotíme především říz, plnost piva, trpkost, alkalickou nebo kovovou chuť a také hřejivý pocit v ústech díky vyššímu obsahu alkoholu ve vzorku.

5.4 Říz

Jako říz je chápán vjem mechanoreceptorů a receptorů bolesti v ústech, které reagují na perlivost piva způsobenou změnu rovnovážného stavu koncentrací oxidu uhličitého a kyseliny uhličitě, který se v tomto případě mění ve prospěch obsahu kyseliny uhličitě. Říz piva je tedy kritériem, které je dáno především nasycením oxidem uhličitým. Může záviset ale i na dalších složkách. Říz dodává konzumentovi osvěžující účinek a podněcuje ho k dalšímu napití. Příliš silný říz však může být vnímán i negativně.

5.5 Plnost

Pocit plnosti piva lze chápat jako hutnost nebo „chlebnatost“. Plnost piva je úzce spjatá s hořkostí. Je to především výsledek stupňovitosti piva, tedy hmotnostního procenta extraktivních látek, obsahu alkoholu, obsahu koloidů, mezi které patří dextriny, polyfenoly

a další látky. Piva označovaná jako málo plná vyvolávají pocit prázdné, vodnaté chuti. Piva s vyšší plností mají obvykle vyšší obsah původního extraktu v mladině, ale i piva méně prokvašená nebo piva s vyšším podílem zbytkových sacharidů. Senzorické hodnocení plnosti tak nemusí vždy korelovat se stupněm původního obsahu extraktu v mladině.

5.6 Chuť

Chuť vyskytující se v pivu může být sladká, kyselé nebo hořká. Slaná chuť se v pivu téměř nevyskytuje až na speciální pivní styly (např. Gose). Nositelem sladké chuti v pivu jsou jednoduché nezkvašené cukry. Každý pivní styl se vyznačuje typickou úrovní sladké chuti, např. světlý ležák je málo sladký, naopak milk stout sladký být může, především díky obsahu laktózy. Výrazná kyselé chuť by se ve většině pivních stylů neměla vyskytovat, a pokud ji tam cítíme, je to známka havarovaného piva. S výjimkou speciálních pivních stylů, kde je výrazná kyselé chuť žádaná (např. lambik). Nositelem kyselé chuti je např. kyselina mléčná, octová nebo šťavelová.

Jednou z nejdůležitějších hodnocených složek je hořkost piva, která je dána přítomností a množstvím chmelových hořkých látek. Nositelem hořkosti je chmel, při degustaci hodnotíme intenzitu hořkosti, její dozívání a charakter. Hořkost piva se stanovuje analyticky a uvádí se v jednotkách IBU. Výčepní piva mívají hořkost mezi 15–25 j. IBU, ležáky mezi 25–35 j. IBU. U více hořkých, plných pív je drsnější hořkost pozitivním vjemem. Zatímco jemná a nevýrazná hořkost u silně aromatických pív může jednoduše zaniknout, což by mohlo být vyhodnoceno jako vada. Pivo musí svými organoleptickými vlastnostmi charakterizovat pivní styl, do kterého patří a v celkovém dojmu být příjemné a vyvážené.

5.7 Vůně a aroma

Vůně je čichový vjem po přičichnutí k pivu, aroma je čichový vjem po polknutí piva vychází těkavých látek. Vůně je tedy vjem zachycený při přičichnutí, jedná se o posouzení plynné složky vzorku, která se uvolňuje nad hladinu nápoje. Chut' a vůni lze od sebe velmi snadno odlišit. Vůně je ta část chutnosti, která je vnímána pouze čichem. Komplexním vjemem čichovým a chuťovým je tzv. flavour, protože při degustování proniká chuťové aroma i k čichovým receptorům.

Nosem je vnímána celá řada pivních vad, které se na chuti nemusí projevit. Pro český ležák jsou charakteristické 4 základní vůně, a to chmelová, esterová (ovocná), kvasničná a karamelová. Piva svrchně kvašená, která často obsahují původem americké chmely, mívají rozmanitější aroma a flavour. Vždy záleží na posuzovaném pivním stylu, kdy např. ovocná vůně bude žádoucí u svrchně kvašených pív, ale u ležáků bude hodnocena jako vada.

5.8 Cizí chutě a vůně

Použitím nevhodných nebo zkažených surovin, nedodržením technologického postupu anebo nedostatečnou sanitací mohou v pivu vznikat nežádoucí chutě a pachy. V tabulce 6 jsou popsány nejzákladnější cizí vůně a chutě, na které se lze zaměřovat při senzorické analýze piva. Důležité je také uskladnění piva. Špatným uskladněním piva může dojít k znehodnocení zvětráním či změnami chemického složení, kterým v pivu rovněž vznikají cizí chutě a vůně.

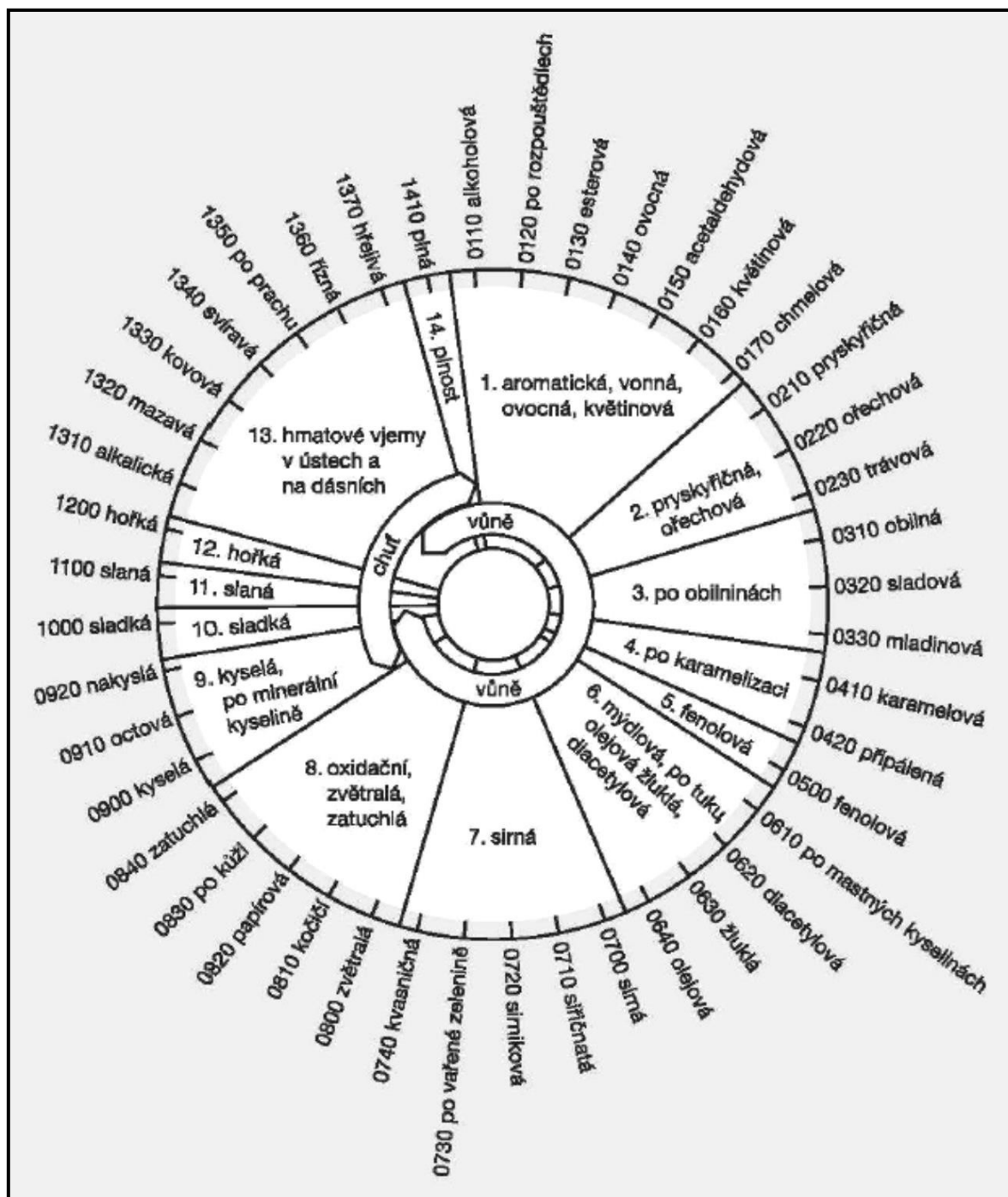
Mezi nejběžnější nežádoucí chutě se obvykle řadí chuť kyselá, ovocná, zatrpklá, sudová, kvasničná, kovová, fenolová, svíravá a další.

5.9 Charakteristika deskriptorů, systém schématu EBC

Systematický přehled chutí a vůní piva byl vyvinut v osmdesátých letech minulého století pod pojmem kruhové schéma EBC (obr. 12). Tento unifikovaný systém je používán

odborníky po celém světě. Deskriptory jsou rozděleny do čtrnácti základních chutí a vůní, ve kterých je dále specifikováno 44 nadřazených a 78 podřadných termínů.

Principy systému EBC zahrnují stanovení a pojmenování samostatně identifikovatelných vjemů, společné umístění podobných vjemů, vyloučení duplicitních vjemů a dále vyloučení zcela subjektivních charakteristik jako např. dobrý, vyvážený aj. Většina vjemů je popsána pomocí snadno dostupných srovnávacích standardů [43, 45, 46].



Obr. 12: Kruhové schéma EBC vyjadřující chutě a vůně piva [43].

5.10 Senzorická analýza – hodnocení podle stupnic

Mezi hlavní metody senzorické analýzy patří:

- a) rozdílové zkoušky,
- b) pořadové zkoušky,
- c) hodnocení podle stupnic,
- d) stanovení charakteru vjemu, profilové metody,
- e) metody hodnocení časového vývoje při degustaci,
- f) hedonické zkoušení.

V běžné praxi je používáno hodnocení pomocí některého ze čtyř druhů obvyklých stupnic, nominální, ordinální, intervalové (grafické) a poměrové [46, 47, 48].

Ordinální (pořadové) stupnice – jsou stupnice, kde kvalita, intenzita nebo příjemnost dané vlastnosti se mění určitým směrem, ale vzdálenost mezi sousedními stupni, či velikost intervalů, nejsou identické a nejsou přesně kvantifikovány. Těchto stupnic se v praxi využívá nejčastěji [47].

Grafická stupnice – Stupnici vyjadřuje úsečka o určité délce, na kterou se zaznamenává výsledek vyznačením znaménka v místě, které odpovídá intenzitě znaku. Úsečky lze použít ve strukturované anebo nestrukturované formě. U nestrukturovaných úseček je naznačen směr a je možné orientovat se pomocí popisu na koncích úsečky. Strukturované jsou naopak rozděleny několika body, resp. měřítkem s popisem, které slouží pro snadnější orientaci. Pro hodnotitele s méně zkušenostmi jsou vhodnější strukturované stupnice, díky bodům na úsečce se rozhodnutí lépe kvantifikují a současně se zlepšuje jejich opakovatelnost a reprodukovatelnost. Ale naopak mohou dané orientační body hodnotitele ovlivnit tím, že lákají k umístění značky přímo na pomocné body či do jejich blízkosti [48].

Vjem (chuť, vůně)	Aktivní látka	Popis	Návod
Lak na nehty	Ethylacetát	Lak na nehty, ředidlo	Zamíchat a jeden dlouhý nádech
Máslo	Diacetyl	Másečná chuť, zvyšuje plnost	Zamíchat a jeden krátký nádech, nos blízko u hladiny piva
Banán	Isoamylacetát	Banán	Zamíchat a jeden dlouhý nádech
Kukuřičná, zeleninová	Dimetylsulfid	Kukuřice, vařená zelenina, kečup	Zamíchat, nos blízko k okraji sklenice, poválet vzorek v ústech a polknout
Oxidace	Směs látek	Drsná, hrubá	Poválet vzorek v ústech a polknout
Fenol	2,6-dichlorfenol	Nemocniční desinfekce	Zamíchat a jeden krátký nádech
Světelná	3-methyl-2-butanthiol	Pavilon opic	Zamíchat, nos blízko okraji sklenice, poválet vzorek v ústech a polknout
Jablko	Acetaldehyd	Pomačkaná jablka	Zamíchat, jeden dlouhý nádech, hrubost po napití v ústech
Kyselá	Kyselina citronová	Kyselá chuť	Poválet vzorek v ústech, polknout
Papírová	Trans 2-nonenal	Papírová lepenka	Zamíchat a jeden krátký nádech, poválet vzorek v ústech a polknout

Tab. 6: Zjednodušená tabulka cizích chutí a vůní [45].

Pivní vada	Původce vady; prahová hodnota v 1 litru
Projev vady, popis, příčina	
Zatuchlá, sklepní, korková	2,4,6-trichloroanisol; 30-200 ng
Z piva ucítíte zatuchlý, sklepní nebo korkový zápach. Tato vada vzniká při kvašení piva ve sklepech nebo při skladování sladu ve vlhkých prostorách. Trichloroanisol dokáže prostoupit porézními obaly, a proto může docházet ke křížové kontaminaci mezi surovinami a obaly. V pivu je nežádoucí.	
Starý sýr, zpoceně nohy	Kyselina isovalerová; 0,9 mg
Kyselina isovalerová má výrazný zápach po myšíně, zpocených nohách nebo po starém sýru. Příčinu výskytu hledejte ve špatně skladovaném chmelu, který zoxidoval a ztratil alfa hořké látky. Objeví se v něm spíš travnaté tóny, které můžou přejít i do piva. Vada též může být způsobena kontaminací ve výrobě. V pivu je nežádoucí.	
Máslo	Butan-2,3-dion (diacetyl); 40 µg
Diacetyl je cítit po másle nebo po máslovém popcornu. Vzniká přirozeně při kvašení, přirozeně se vyskytuje v alkoholických nápojích a také v másle. Odbourává se dobou ležení. Vada také může vzniknout kontaminací bakteriemi <i>Pediokoky</i> nebo <i>Laktobacily</i> . Nejčastěji se vyskytuje v ležácích českého typu. V podprahových hodnotách může dodávat pivu falešný pocit plnosti piva. V malém množství je přípustný v EPA, tmavých anglických ALE, silných ALE a silných anglických IPA. V nízké koncentraci je akceptovatelný v pivu českého typu.	
Vařená zelenina, kukuřice	Dimethylsulfid (DMS); 25-55 µg
Ve světlých pivech je cítit po kukuřici, ve tmavých spíš jako rajčata. Vzniká během sladování a jeho množství závisí na druhu ječmene a způsobu pražení. Tmavší slady ho obsahují méně. Je indikátorem bakteriální kontaminace při výrobě sladu. K odstranění z piva se s výhodou využívá jeho těkavost. Je potřeba bouřlivý a dlouhý chmelovar (90 minut) s minimálně 10% odparem. Zbavit se ho dá i později při otevřeném kvašení. DMS se uvolňuje ještě před bodem varu, proto je potřeba mladinu nenechat pomalu chladnout, ale rychle zchladit. Tvorbu DMS může ovlivnit i špatné skladování sladu (ve vlhku). V neposlední řadě je DMS ve významné míře produkován divokými kvasinkami nebo bakteriemi <i>Zymomonas</i> nebo <i>Proteus</i> . V pivu je nežádoucí.	
Shnilá zelenina	Methyldisulfid (DMDS); 85 µg
Je jeden z nežádoucích sirných produktů, které jsou cítit po shnilé zelenině, zkažených vejcích nebo vařeném zelí. Do piva se můžou dostat používáním plzeňského sladu (bohatý na sirné aminokyseliny, ze kterého pak sirné vady vznikají). Dále se může vytvořit díky bakteriální kontaminaci, autolýze kvasinek nebo nevhodně upravenou vodou bohatou na sírany. Velmi malé množství je přijatelné pouze v ležácích plzeňského typu, některých německých pivech, v hořkých anglických PALE ALE a v IPA. V ostatních pivech jsou nežádoucí.	

Ústní voda, chlor	2,6-dichlorfenol; 290 ng
Dichlorfenol je považován za vadu v jakémkoliv pivu, kdy cítíte typický zápach chloru nebo ústní vody. Příčinou této vady jsou špatně vymyté obaly nebo tanky po sanitaci. Používejte čisticí a dezinfekční prostředky ve správných koncentracích. Obaly a pivovarskou technologii důkladně opláchněte, abyste odstranili zbytky dezinfekce. V pivu je nežádoucí.	
Zrající jablka, aceton	Acetaldehyd; 5 mg
Připomíná zrající jablko, průmyslové barvy nebo acetonová rozpouštědla. Vzniká přirozeně v průběhu kvašení jako meziprodukt, který se po vykvašení přemění na alkohol. Oxidací hotového piva může dojít ke zpětné přeměně alkoholu na acetaldehyd. A pokud se oxidující pivo současně infikuje bakteriemi (Acetomonády, Glukonobakterie, Zymomonády), vzniká další nežádoucí produkt kyselina octová (octovatění piva). Vadu způsobí i nadměrné zákvasné dávky nebo nedostatečné provzdušnění. V pivu je nežádoucí.	
Papír, stará lepenka	Trans-2-Nonenal; 45-240 ng
Tato pivní vada se projevuje zápachem po staré lepence, vlhkém papíru, žluklém másle, v nižších koncentracích jako inkoustové pero, okurky nebo „staří lidé“. Vzniká v pozdní fázi oxidace (stárnutí) piva během skladování zejména u světlých slabých pív. To, jak moc se rozvine, je závislé na množství přítomného kyslíku, teplotě a délce skladování. V pivu je nežádoucí.	
Dětské zvratky	Kyselina máselná; 2,8 mg
Kyselina máselná je obsažena ve žluklém másle, parmezánu, zvratlích a potu; má nepříjemný zápach a ostrou chuť se sladkým „ocasem“ (podobně jako diethylether). Příčinou je kontaminace bakteriemi (nejčastěji druhy Clostridií) při výrobě mladiny nebo při plnění do obalů. Vada je více intenzivní v pivech s nižším pH. Vyhněte se jí správnou hygienickou praxí a sanitací. V pivu je nežádoucí.	
Odlakovač na nehty	Ethyl-acetát; 4-9 mg
V nejnižší koncentraci připomíná květinovou anebo hruškovou vůni. Při střední koncentraci je cítit typický odlakovač na nehty a ve vysoké koncentraci působí štiplavě až pepřově. Původcem jsou stresované nebo divoké kvasinky. Ethyl acetát vzniká při kvašení za vysokých teplot, nedostatečném provzdušnění, vysokou koncentrací mladiny, nízkou zákvasnou dávkou anebo špatně zvolenou teplotou pro druh kvasinek. Nejčastěji ji ucítíte v silných ALE, ale stárnutím se jeho hladina snižuje. V pivu je nežádoucí.	
Fekální, prasečí farma	Indol; 13 µg
Prasečí nebo obecně fekální zápach. V nízkých koncentracích je vnímána jako květinová vůně. Je způsobena koliformními (střevními) bakteriemi. Asi polovina populace je na indol velmi citlivá, zatímco druhá polovina ho skoro nevnímá. Indolové aroma v pivu je známkou závažné kontaminace bakterií E. Coli, která sídlí běžně ve střevech zvířat i člověka. Zavleče se občas z nečistých povrchů kuchyní, houbiček, dřezů, blízké přítomnosti zvířat anebo toalet. V pivu je nežádoucí.	

Medicinální, obvaz	4-Ethylfenol (4-EP); 320 µg
Vůni připomínající nemocnici nebo obvazy produkuje divoká kvasinka <i>Brettanomyces</i>. Je to pomalu rostoucí kvasinka, takže se vada rozvine až po delší době. Brettova kontaminace potřebuje vyšší pH a přítomnost kyslíku. Této vlastnosti se využívá u spontánně kvašených pív. Vyhněte se jí důslednou hygienou, skladováním piva v chladu a zamezením přístupu kyslíku. V běžných pivech je nežádoucí.	
Uzená ryba	Guajakol; 30 µg
Guajakol a jeho deriváty dávají pivu kouřovou chuť nebo vůni uzené ryby. Vznikají zřejmě chybou v technologických postupech a velký vliv má i přítomnost divokých kvasinek. Není přesně vysvětleno, co je hlavním zdrojem vzniku. Častěji se objevuje při použití barevných sladů. Žádoucí jen ve speciálních pivech.	
Mokré zrní, sláma	Isobutyraldehyd; 12-22 µg
Je cítit jako mokré zrní nebo sláma. Tato látka je přirozeně obsažena v obilných slupkách, ze kterých se do piva uvolňuje. Nejčastěji to je následkem použití čerstvého sladu, který neměl čas na potřebné odležení. Dále se může uvolnit v důsledku nadměrného šrotování anebo příliš dlouhými rmuty (nad 2 hodiny) s překročenou teplotou. Je třeba také hlídat pH mladiny v rozmezí 5,2–5,6. V nízkých hodnotách jsou přijatelné u světlých ležáků, nepřipustné jsou u úivech typu ALE.	
Červené jablko, anýz	Ethylcaproát; 310 µg
Je cítit jako sladká jablečná nebo anýzová vůně. Ethyl kaproát je jeden z mnoha metabolitů, které produkují kvasinky z alkoholu, pokud se právě nemnoží. Proto je potřeba kontrolovat faktory, které udržují aktivní kvašení. Hladiny této vady se mohou v závěru dlouhé fermentace zvýšit až dvojnásobně. Objevuje se ve všech typech pív, nežádoucí je až při vysokých hodnotách.	
Pečivo	2-acetylpyridin; 70 µg
Tato vada se v pivu projevuje jako zápach po pečivu. Vzniká při výrobě sladu jako jeden z vedlejších produktů pražení. Vůně se zintenzivní, pokud je pivo kontaminováno čistícími prostředky s vysokým pH (louhy). Tato vada je očekávaná ve tmavých pivech. U světlých a polotmavých pív se považuje za nežádoucí.	
Květy růže	Geraniol; 420 µg
Je jedna z mnoha silic uvolňujících se ze chmelu dodávajícím pivu aroma po růžích, pelargoniích nebo květinovém parfému. Do piva se dostává při chmelovaru, chlazení mladiny nebo studeném chmelení. Projevuje se více či méně v každém pivu. Asi třetina populace je na něj citlivá od velmi nízké koncentrace. Ostatní ji v pivu nedokážou téměř ucítit.	

Banány, hrušky	Isoamylacetát; 1 mg
Je cítit po banánech nebo zralých hruškách. Isoamyl acetát je jeden z dalších metabolitů, které produkují kvasinky z alkoholu, pokud se právě nemnoží. Je přítomný ve všech pivech v různých koncentracích. Podpořit jeho vznik můžeme vyšší teplotou kvašení. Žádoucí je ve vyšších hodnotách v pšeničných pivech německého stylu.	

Tab. 7: Původci cizích chutí a vůní [49].



Obr. 13: Roztoky pro testování cizích chutí a pachů (Snifair Sensory Flavour Set). Foto: M. Geršl.

6. Piva připravená s využitím nespotřebovaného pečiva

6.1 Příprava pív

Cílem práce bylo testovat možnost nahrazování klasických sladů, tzv. surogací se zřetelem na využití nespotřebovaného pečiva, tzv. pekárenských vratků. V rámci těchto prací bylo postupně uvařeno 50 šarží pív, 40 s využitím nespotřebovaného pečiva, 10 bez přídavku surogačních činidel, které sloužily jako srovnávací. Poměr sladu a nespotřebovaného pečiva byl v jednotlivých recepturách měněn od 10 % po 100 % přídavek pečiva. Piva byla vařena podle postupů uvedených v kap. 4. Experimentální příprava piva této zprávy. Jednalo se o piva spodně kvašená typu ležák. Připravená piva byla následně hodnocena podle principů senzorické analýzy uvedených v kap. 5. Senzorická analýza piva této zprávy. Receptury nejlépe hodnocených pív připravených s využitím nespotřebovaného pečiva jsou uvedeny v závěru této práce.

6.2 Senzorická analýza připravených pív

Metodologie senzorické analýzy byla provedena podle ČSN ISO 6658. Senzorický panel se skládal vždy z deseti účastníků (6 mužů, 4 ženy, věkové rozmezí = 25–46 let). Degustace piva probíhala v degustační místnosti při teplotě 18 °C. Před ochutnávkou bylo pivo ochlazeno na 10 °C. Množství nalitého nápoje pro hodnocení bylo 150 ml. Vzorek byl nalit do poloviny sklenice z bezbarvého čirého skla. Po nalití piva do sklenice bylo hodnoceno základní aroma, pak po každém napití byly postupně hodnoceny ostatní parametry. V průběhu toho, účastníci vyplňovali formulář senzorického hodnocení, který byl udělán podle Cuřína [43] s malými úpravami. Kvalita pěny byla posouzena měřením stability pěny, a to v objemu 150 ml vzorku piva, pomocí pravítka a měřením času jejího vymizení. Měření množství alkoholu bylo provedeno pomocí přístroje Funke Gerber FermentoFlash.

Při senzorickém hodnocení piva bylo postupováno podle schématu uvedeném v tabulce 8.

Krok		Deskriptory	Poznámka
0	Nalítí vzorku		Připravit max. 1 minutu před podáním hodnotiteli. Nemíchat.
1	Přičichnutí z větší dálky	Základní aroma – chmelové, kvasnicové, ovocné; případná závažná vada	
2	1. napití	Říz	Cyklus čtyř napití lze vrátit a opakovat
3	2. napití	Plnost	
4	3. napití	Hořkost a její podrobnější deskriptory	
5	4. napití	Trpkost, sladkost, kyselost	
6	Zamíchání		
7	Přičichnutí a napití	Podrobný profil vůně po opadnutí pěny	

Tab. 8: Schéma senzorického hodnocení piva [45].



Obr. 14: Před vlastní senzorickou analýzou připravených pív probíhaly opakovaně testy s větším množstvím vzorků. Pro objektivnější posouzení bylo mezi vzorky anonymně zařazeno cca 50 % komerčně prodávaných běžných pív. Foto: M. Geršl.

Organoleptická kritéria		Body	Číslo vzorku (Číslo receptury v kap. 6.3)		
			1	2	3
Surogace	Přídavek pečiva	%	30	30	40
Alkohol	Obsah alkoholu	Vol. %	4,90	4,81	5,20
Aroma	slabé	1			
	střední	2	X		
	silné	3		X	X
	velmi silné	4			
Cizí aroma	žádné	1	X		
	slabé	2		X	X
	silné	3			
	velmi silné	4			
Chuť	Plnost/Tělo piva				
	slabá	1			
	střední	2		X	
	silná	3	X		X
	Říz/Nasycenost				
	slabá	1			
	střední	2	X		X
	silná	3		X	
Cizí chuť	žádná	1	X		
	slabá	2		X	X
	silná	3			
	velmi silná	4			
Hořkost	Intenzita				
	slabá	1			X
	střední	2	X		
	silná	3		X	
	Charakter				
	jemný	1		X	X
	mírně drsný	2	X		
	drsný	3			
Celkový dojem	výborný	1	X	X	
	velmi dobrý	2			X
	dobrý	3			
	střední	4			
	špatný	5			
	velmi špatný	6			
Cizí chutě a vůně (číslo vzorku)	kvasničná - 3	ovocná -	oxidační -	fenolová -	viskózní -
	karamelová -	diacetyl -	sladová -	připalená -	léky -
	trpká -	svravá -	sladká -	chlebná - 3	
	mladinová -	kavová -	kyselá -	slaná -	

Tab. 9: Výsledky senzorického hodnocení piva.

6.3 Receptury nejlépe hodnocených pív připravených s využitím nespotebovaného pečiva

6.3.1 Spodně kvašené pivo s 30 % surogací pečivem – receptura

Suroviny:

Suroviny na 20 l piva

Voda celkem: 27 l

Slad: Plzeňský světlý: 1 800 g, Caraaroma: 220 g, Caramúnich: 120 g

Surogace: sušený chléb konzumní: 30 % (ekvivalentní podíl podle obsahu sušiny)

Chmel: chmel Sládek pelety: 20 g, Žatecký poloraný červeňák (ŽPČ) pelety: 30 g

Kvasnice: Saflager W 34/70: 11,5 g

Glukóza: 0,5 mg na 1 l piva

Postup:

1. Našrotovaný slad + 6 l vody (40 °C) + chléb, hřát 10 minut za stálého míchání.
2. Zvýšit teplotu na 52 °C po dobu 10 minut.
3. Zvýšit teplotu na 6 °C po dobu 30 minut.
4. Zvýšit teplotu na 72 °C po dobu 30 minut.
5. Zvýšit teplotu na 85 °C po dobu 5 minut.
6. Filtrace přes síto. Oddělení mláta od sladiny.
7. Vyslazení: Přidat 5 litrů vody (85 °C) na síto a nechat 15 minut stát. Přidat 11 l vody.
8. Scezenou sladinu vrátit do varné nádoby.
9. Chmelovar: V otevřené varné nádobě vařit scezenou sladinu od počátku s chmelem Sládek (9 g) při 100 °C. Druhé chmelení: 45 min. Sládek (11 g) . Při ukončení přidat chmel ŽPČ (30 g). Celková doba chmelovaru: 90 minut.
10. 20 minut odstát pod víkem.
11. Mladinu přečerpat přes filtr do fermentační nádoby.
12. Ochladit mladinu na 12–16 °C.
13. Provozdušnit a přidat kvasnice.
14. Nechat kvasit při teplotě 8–10 °C po dobu 14 dnů, použít kvasnou zátku.
15. Po 14 dnech se pivo přelije do lahví za přidáním glukózy pro jeho nasycení.
Zrání: při 4–6 °C po dobu 30 dnů.

6.3.2 Spodně kvašené pivo s 30 % surogací pečivem – receptura

Suroviny:

Suroviny na 20 l piva

Voda celkem: 27 l

Slad: Plzeňský světlý: 1 800 g, Carared: 430 g

Surogace: sušený chléb konzumní: 30 % (ekvivalentní podíl podle obsahu sušiny)

Chmel: chmel Sládek pelety: 12 g, Mandarina bavaria: 12 g, Žatecký poloraný červeňák (ŽPČ) pelety: 30 g

Kvasnice: Saflager W 34/70: 11,5 g

Glukóza: 0,5 mg na 1 l piva

Postup:

1. Našrotovaný slad + 6 l vody (40 °C) + chléb, hřát 10 minut za stálého míchání.
 2. Zvýšit teplotu na 52 °C po dobu 10 minut.
 3. Zvýšit teplotu na 6 °C po dobu 30 minut.
 4. Zvýšit teplotu na 72 °C po dobu 30 minut.
 5. Zvýšit teplotu na 85 °C po dobu 5 minut.
 6. Filtrace přes síto. Oddělení mláta od sladiny.
 7. Vyslazení: Přidat 5 litrů vody (85 °C) na síto a nechat 15 minut stát. Přidat 11 l vody.
 8. Scezenou sladinu vrátit do varné nádoby.
 9. Chmelovar: V otevřené varné nádobě vařit scezenou sladinu od počátku s chmelem Sládek (12 g) při 100 °C. Druhé chmelení: 45 min. Mandarina bavaria (12 g).
Při ukončení přidat chmel ŽPČ (30 g). Celková doba chmelovaru: 90 minut.
 10. 20 minut odstát pod víkem.
 11. Mladinu přečerpat přes filtr do fermentační nádoby.
 12. Ochladit mladinu na 12–16 °C.
 13. Provdušnit a přidat kvasnice.
 14. Nechat kvasit při teplotě 8–10 °C po dobu 14 dnů, použít kvasnou zátku.
 15. Po 14 dnech se pivo přelije do lahví za přidáním glukózy pro jeho nasycení.
- Zrání: při 4–6 °C po dobu 30 dnů.

6.3.3 Spodně kvašené pivo s 40 % surogací pečivem – receptura

Suroviny:

Suroviny na 20 l piva

Voda celkem: 27 l

Slad: Plzeňský světlý: 1 800 g, Caramúnich: 200 g, Caraaroma: 1500 g

Surogace: sušený chléb konzumní: 40 % (ekvivalentní podíl podle obsahu sušiny)

Chmel: chmel Sládek pelety: 25 g, Žatecký poloraný červeňák (ŽPČ) pelety: 30 g

Kvasnice: Saflager W 34/70: 11,5 g

Glukóza: 0,5 mg na 1 l piva

Postup:

1. Našrotovaný slad + 6 l vody (40 °C) + chléb, hřát 10 minut za stálého míchání.
 2. Zvýšit teplotu na 52 °C po dobu 10 minut.
 3. Zvýšit teplotu na 6 °C po dobu 30 minut.
 4. Zvýšit teplotu na 72 °C po dobu 30 minut.
 5. Zvýšit teplotu na 85 °C po dobu 5 minut.
 6. Filtrace přes síto. Oddělení mláta od sladiny.
 7. Vylazení: Přidat 5 litrů vody (85 °C) na síto a nechat 15 minut stát. Přidat 11 l vody.
 8. Scezenou sladinu vrátit do varné nádoby.
 9. Chmelovar: V otevřené varné nádobě vařit scezenou sladinu od počátku s chmelem Sládek (15 g) při 100 °C. Druhé chmelení: 45 min. Sládek (10 g). Při ukončení přidat chmel ŽPČ (30 g). Celková doba chmelovaru: 90 minut.
 10. 20 minut odstát pod víkem.
 11. Mladinu přečerpat přes filtr do fermentační nádoby.
 12. Ochladit mladinu na 12–16 °C.
 13. Provdzdušnit a přidat kvasnice.
 14. Nechat kvasit při teplotě 8–10 °C po dobu 14 dnů, použít kvasnou zátku.
 15. Po 14 dnech se pivo přelije do lahví za přidáním glukózy pro jeho nasycení.
- Zrání: při 4–6 °C po dobu 30 dnů.

7. Závěr

Pivo je jednou z potravinářských komodit, při jejíž výrobě je možno efektivně recyklovat nevyužité zboží v podobě pečiva, resp. pekárenské vratky. Nahrazení sladu chlebnými vratkami v pivním průmyslu způsobuje zmenšení množství potravinového odpadu v podobě nepoužitého chleba.

Pro úspěšnou přípravu piva je nutné vybírat pečivo v podobě chleba a podobných produktů, a to bez koření a s minimálním obsahem solí. Testováním bylo zjištěno, že ani obsah koření, zpravidla větší množství kmínu nemusí být na závalu a může poskytnout zajímavé chuťové vjemy. Jako problém se v tomto případě však ukazuje nemožnost udržet stabilní a opakovatelné složení suroviny, resp. stanovit množství koření v pečivu a odhadnout výsledný efekt na senzorické vlastnosti piva. Jako nejvhodnější se opakovaně ukázal chléb prodáváný pod komerčním označením Konzumní nebo Šumava. Jako optimální se jeví nahrazování množství 30–40 % hmotnosti sladu. Větší množství použitého pečiva způsobuje chuť, které lze klasifikovat jako chlebové, viskózní anebo slané. Nahrazování méně než 20 % sladu pečivem nelze při senzorickém hodnocení dost dobře rozeznat. Současně se však nejeví jako efektivní pro dosažení efektu zabránění plýtvání potravinami.

8. Literatura

- [1] FORBES, Hamish, Tom QUESTED a Clementine O'CONNOR (2021): Food Waste Index Report 2021 [cit. 27. 10. 2022]. Dostupné z: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/35280/FoodWaste.pdf>
- [2] Depta, L. (2018): Global Food Waste and its Environmental Impact. RESET.org. [cit. 27. 10. 2022]. Dostupné z: <https://en.reset.org/global-food-waste-and-its-environmental-impact-0912-2018/>.
- [3] Nadia El-Hage Scialabba (ed.) (2013): Food wastage footprint: Impacts on Natural Resources. Summary report. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013.
- [4] BBM Magazine (2018): World Bread Market and Trends. magazinebbm.com [cit. 27. 10. 2022]. Dostupné z: <https://magazinebbm.com/blog/world-bread-marketand-trends-1228>.
- [5] Demirci, A. S., Palabiyik I., Gumus, T. (2016): Bread wastage and recycling of waste bread by producing biotechnological products. – Journal of Biotechnology, 231, S13. ISSN 01681656. DOI:10.1016/j.jbiotec.2016.05.071.
- [6] FOODWIN.ORG (2018): Factsheet bread waste. foodwin.org [cit. 27. 10. 2022]. Dostupné z: <https://foodwin.org/wp-content/uploads/2018/01/Factsheet-Bread-Waste.pdf>.
- [7] ECOANDBEYOND.CO (2019): How Much Bread Do We Waste in the UK? [online] [cit. 27. 10. 2022]. Dostupné z: <https://www.ecoandbeyond.co/articles/much-breadwaste-uk/#:~:text=We waste 900%2C000 tonnes of,a LOT of bread waste>.
- [8] Gustavsson, J., Cederberg, Cgh., Sonesson, U. (2011): Global Food Losses and Food Waste. United Nations, 2015. Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development, resolution adopted by the general assembly. A/70/L. 1. New York: UN General Assembly.
- [9] United Nations, 2015. Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development, resolution adopted by the general assembly. A/70/L. 1. New York: UN General Assembly.
- [10] Usnesení Evropského parlamentu ze dne 16. května 2017 o iniciativě na podporu účinného využívání zdrojů: snížení míry plýtvání potravinami a zlepšení bezpečnosti potravin (2016/2223(INI)) (2018/C 307/03) In: EUR-Lex [právní informační systém] [cit. 3. 11. 2022]. Úřad pro publikace Evropské unie dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:52017IP0207&from=EL>.
- [11] Zákon č. 541/2020 Sb., Zákon o odpadech [cit. 3. 11. 2022]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-541>.
- [12] Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/851 ze dne 30. května 2018, kterou se mění směrnice 2008/98/ES o odpadech In: EUR-Lex [právní informační systém] [cit. 3. 11. 2022]. Úřad pro publikace Evropské unie dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/CS/TXT/?uri=CELEX%3A32018L0851>
- [13] Rozhodnutí Komise v přenesené pravomoci (EU) 2019/1597 ze dne 3. května 2019, kterým se doplňuje směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/98/ES, pokud jde o společnou metodiku

a minimální požadavky na kvalitu pro jednotné měření úrovně potravinového odpadu In: EUR-Lex [právní informační systém] [cit. 3. 11. 2022]. Úřad pro publikace Evropské unie dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX:32019D1597>.

[14] Směrnice Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 98/2008 ze dne 19. listopadu 2008 o odpadech a o zrušení některých směrnic In: EUR-Lex [právní informační systém] [cit. 3. 11. 2022]. Úřad pro publikace Evropské unie dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=celex:32008L0098>.

[15] Sdělení Komise (2018/C 133/02) Pokyny pro použití potravin, které již nejsou určeny k lidské spotřebě, jako krmivo In: EUR-Lex [právní informační systém] [cit. 3. 11. 2022]. Úřad pro publikace Evropské unie dostupné z: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018XC0416\(01\)&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018XC0416(01)&from=EN).

[16] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 178/2002 ze dne 28. ledna 2002, kterým se stanoví obecné zásady a požadavky potravinového práva, zřizuje se Evropský úřad pro bezpečnost potravin a stanoví postupy týkající se bezpečnosti potravin In: EUR-Lex [právní informační systém] [cit. 3. 11. 2022]. Úřad pro publikace Evropské unie dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/cs/TXT/?uri=CELEX%3A32002R0178>.

[17] Nařízení Komise (EU) č. 68/2013 ze dne 16. ledna 2013 o katalogu pro krmné suroviny In: EUR-Lex [právní informační systém] [cit. 3. 11. 2022]. Úřad pro publikace Evropské unie dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/cs/TXT/?uri=CELEX%3A32013R0068>

[18] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 767/2009 ze dne 13. července 2009 o uvádění na trh a používání krmiv, o změně nařízení (ES) č. 1831/2003 a o zrušení směrnice Rady 79/373/EHS, směrnice Komise 80/511/EHS, směrnic Rady 82/471/EHS, 83/228/EHS, 93/74/EHS, 93/113/ES a 96/25/ES a rozhodnutí Komise 2004/217/ES In: EUR-Lex [právní informační systém] [cit. 3. 11. 2022]. Úřad pro publikace Evropské unie dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/ALL/?uri=CELEX%3A32009R0767>

[19] Český statistický úřad (2022): Veřejná databáze. [online]. [cit. 2022-11-03]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/produkce-vyuziti-a-odstraneni-odpadu-2020>.

[20] Český statistický úřad (2022): Veřejná databáze. [online]. [cit. 2022-11-03]. Dostupné z <https://www.czso.cz/csu/czso/spotreba-potravin>.

[21] Rozhodnutí Komise (EU) 2017/1508 ze dne 28. srpna 2017 o referenčním dokumentu o osvědčených postupech pro environmentální řízení, odvětvových indikátorech vlivu činnosti organizace na životní prostředí a srovnávacích kritériích pro odvětví výroby potravin a nápojů podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1221/2009 o dobrovolné účasti organizací v systému Společenství pro environmentální řízení podniků a audit (EMAS).

[22] Vyhláška č. 18/2020 Sb. o požadavcích na mlýnské obilné výrobky, těstoviny, pekařské výrobky a cukrářské výrobky a těsta [online], [cit. 3. 11. 2022]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-18>.

[23] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1069/2009 o hygienických pravidlech pro vedlejší produkty živočišného původu a získané produkty, které nejsou určeny k lidské spotřebě,

a o zrušení nařízení (ES) č. 1774/2002 (nařízení o vedlejších produktech živočišného původu) In: EUR-Lex [právní informační systém] [cit. 3. 11. 2022]. Úřad pro publikace Evropské unie. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R1069&from=LV>.

[24] Vyhláška č. 295/2015 Sb. o provedení některých ustanovení zákona o krmivech [online], [cit. 3. 11. 2022]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-295>.

[25] Narisetty, V., Cox, R., Willoughby, N., Aktas, E., Tiwari, B., Matharu, A. S., SALONITIS, K., Kumar, V. (2021): Recycling bread waste into chemical building blocks using a circular biorefining approach. Sustainable Energy & Fuels. 5, 19, 4842–4849. ISSN 2398-4902. DOI: 10.1039/D1SE00575H.

[26] Arnold, J. P. (2005): Origin and History of Beer and Brewing: From Prehistoric Times to the Beginning of Brewing Science and Technology. Cleveland, Ohio.

[27] Nelson, M. (2005): The Barbarian's Beverage: A History of Beer in Ancient Europe. Abingdon, Oxon: Routledge.

[28] Stack M., Gartland M., Keane T. (2016): Path Dependency, Behavioral Lock-in and the International Market for Beer. Brewing, Beer and Pubs, 54–73. DOI: 10.1057/9781137466181_4.

[29] <https://www.statista.com/statistics/270275/worldwide-beer-production/>, [online], [cit. 16. 9. 2022]. Dostupné z: <https://www.statista.com/statistics/270275/worldwide-beer-production/>.

[30] <https://www.statista.com/statistics/271973/world-barley-production-since-2008/>, [online], [cit. 16. 9. 2022]. Dostupné z: <https://www.statista.com/statistics/271973/world-barley-production-since-2008/>.

[31] Hedal, J. (2009): Comparative Life Cycle Assessment of Malt-based Beer and 100% Barley Beer. Novozymes A/S, Denmark.

[32] Salazar, T. M. B., San Martín-González, M. F., Cai, H., Huang, J. Y. (2021): Economic and environmental performance of instantaneous water heating system for craft beer production. Food and Bioproducts Processing, 127: 472–481 (2021). doi.org/10.1016/j.fbp.2021.04.006.

[33] Brancoli, P., Bolton, K., Eriksoon, M. (2022): Environmental impacts of waste management and valorisation pathways for surplus bread in Sweden. Waste Management, 117, 136–145. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.07.043>.

[34] Denny, M. (2009): Froth! The science of beer. – The Johns Hopkins University Press.

[35] Kowalski, P. (2001): Opowieść o chlebie czyli nasz powszedni. Receptury stare i nowe. – IKON Kraków.

[36] Ivanova, E. G., Kiseleva, L. V., Lenets, N. G. (2006). Pivo I Napitki 2, 50–51.

- [37] Yang, D., Gao, X. (2020): Progress of the use of alternatives to malt in the production of gluten-free beer. – Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 1–16. ISSN 1040-8398. DOI:10.1080/10408398.2020.1859458.
- [38] Brancoli, P., Lundin, M., Bolton, K., ERIKSSON, M. (2019): Bread loss rates at the supplier-retailer interface – Analysis of risk factors to support waste prevention measures. – Resources, Conservation and Recycling, 147, 128–136. ISSN 09213449. DOI:10.1016/j.resconrec.2019.04.027.
- [39] TOASTALE.COM (2017): Toastale [online] [vid. 16. 9. 2022]. Dostupné z: <https://www.toastale.com/>.
- [40] ZEROWASTESCOTLAND.ORG.UK (2018): Island brewery turns surplus bread into top selling beer [online] [vid. 16. 9. 2022]. Dostupné z: <https://www.zerowastescotland.org.uk/case-study/island-brewery-turns-surplusbread-top-selling-beer>.
- [41] Datinská, B. (2021): Co se zbylým chlebem? Uvařit pivo! <https://www.jidloaradost.ambi.cz/> [online] [vid. 16. 9. 2022]. Dostupné z: <https://www.jidloaradost.ambi.cz/clanky/co-se-zbylym-chlebem-uvarit-pivo/>
- [42] PIVOVARZICHOVEC.CZ (2021): Tekutý chleba 15 [online] [vid. 16. 9. 2022]. Dostupné z: <https://pivovarzichovec.cz/produkt/tekuty-chleba-15-2/>.
- [43] Basařová, G., Šavel, J., Basař, P., Lejsek, T. (2010): Pivovarství: teorie a praxe výroby piva. – Vydavatelství VŠCHT Praha. ISBN 978-80-7080-734-7.
- [44] Novotný, P. F. (2017): Pivačka – Tajemství domácího pivovarnictví. Brno: Nakladatelství JOTA s.r.o. ISBN 978-80-7565-108-2.
- [45] Olšovská, J., Čejka, P., Štěrbá, K., Slabý, M., Frantík, F. (2017): Senzorická analýza piva. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s. ISBN 978-80-86576-74-9.
- [46] Proceedings of the 28th Congress of the European Brewery Convention. 2001. Budapest, Hungary. Fachverlag Hans Carl. ISBN 9070143216.
- [47] Ingr, I., Pokorný, J., Valentová, H. (1997): Senzorická analýza potravin. Vyd. 1. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 101 s. ISBN 80-715-7283-7.
- [48] Pokorný, J. (1997): Sensorická analýza potravin: Laboratorní cvičení. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 62 s. ISBN 80-708-0278-2.
- [49] Pivní vady [online], [cit. 3. 11. 2022]. Dostupné z: <https://snifair.com/prehled-vad/>.