

Uplatněná certifikovaná metodika

SYSTÉM HODNOCENÍ ODRŮD PŠENICE PRO PIVOVARSKÉ ÚČELY

**PSOTA Vratislav
MUSILOVÁ Markéta**



Dedikace:

TAČR TE02000177 “Centrum pro inovativní využití a posílení konkurenceschopnosti českých pivovarských surovin a výrobků”

Recenzenti:

Ing. Fučíková Eva - Limagrain Central Europe Cereals, s.r.o., Šlechtitelská stanice Plant Select,
Filípek František - Sladovny Soufflet ČR, a.s., Sladovna Prostějov

Ing. Horáková Vladimíra - Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Národní odrůdový úřad Brno

Osvědčení o uznání uplatněné certifikované metodiky vydal:

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Hroznová 2, 656 06 Brno

Uživatel metodiky:

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Národní odrůdový úřad Brno

Číslo interní metodiky VÚPS:

VÚPS/

Autoři:

Ing. Psota Vratislav, CSc., Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s., AZL-Sladařský ústav
Brno, Mostecká 917/7, 614 00 Brno

Ing. Musilová Markéta Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s., AZL-Sladařský ústav Brno,
Mostecká 917/7, 614 00 Brno

Obsah

I Cíl metodiky

II Vlastní popis metodiky

II.1 Úvod

II.1.1 Taxonomická charakteristika

II.1.2 Původ kulturní pšenice

II.1.3 Obilka pšenice seté

II.1.4 Krmivářské a potravinářské využití pšenice

II.1.5 Využití pšenice pro výrobu sladu a jeho uplatnění

II.2 Hodnocení sladovnické kvality odrůd pšenice

II.2.1 Hodnocené znaky

II.2.2 Stanovení vah a limitních hodnot

II.2.3 Výpočet bodového hodnocení pro jednotlivé znaky

II.2.4 Výpočet sladovnické jakosti pšenice (MQW)

II.2.5 Příklady výpočtu MQW

II.2.6 Sladovnická kvalita odrůd jarní a ozimé pšenice

II.3 Závěr

III Srovnání „novosti postupů“

IV Popis uplatnění Certifikované metodiky

V Ekonomické aspekty

VI Seznam použité související literatury

VII Seznam publikací, které předcházely metodice

VIII Přílohy

I Cíl metodiky

Certifikovaná metodika stanovuje postup při výběru odrůd pšenice pro sladovnické účely. Technologické parametry použité pro hodnocení odrůd pšenice byly vybrány na základě širokého monitoringu sladovnické kvality odrůd jarní a ozimé pšenice registrovaných v České republice, studia literatury a požadavků výrobců sladu. Cílem metodiky je nalézt ve stávajícím sortimentu odrůd jarní a ozimé pšenice odrůdy vhodné pro výrobu kvalitního pšeničného sladu. Metodika je určena především pracovníkům statní správy (ÚKZÚZ), šlechtitelům a široké sladařské a pivovarské odborné veřejnosti.

II Vlastní popis metodiky

II.1 Úvod

II.1.1 Taxonomická charakteristika

Pšenice setá (*Triticum aestivum*) je jedním z ekonomicky nejdůležitějších druhů rostlin. Rod pšenice (*Triticum*) fylogeneticky patří do říše rostlin (*Plantae*), podříše: cévnaté rostliny (*Tracheobionta*), nadoddělení: semenné rostliny (*Spermophyta*), oddělení: krytosemenné (*Magnoliophyta*), třídy: jednoděložné rostliny (*Liliopsida, Monocotyledonae*), řád: lipnicotvaré (*Poales*), čeleď: lipnicovité (*Poaceae*).

Čeleď lipnicovité (*Poaceae*) je jednou z nejpočetnějších čeledí třídy jednoděložné rostliny (*Liliopsida, Monocotyledonae*) a patří do ní všechny druhy obilnin, jejichž plody mají vysoký obsah škrobu a jsou základem pro výrobu potravin.

Rody, do nichž obilniny patří, jsou v rámci čeledi lipnicovité rozděleny do skupin (*tribus*): *Andropogoneae* s rody kukuřice (*Zea*) a čirok (*Sorghum*), *Avena* s rodem oves (*Avena*), *Eragrostae* s rodem milička (*Eragrostis*), *Oryzae* s rodem rýže (*Oryza*), *Paniceae* s rody proso (*Panicum*) a bér (*Setaria*), *Triticeae* s rody ječmen (*Hordeum*), pšenice (*Triticum*) a žito (*Secale*).

II.1.2 Původ kulturní pšenice

Po skončení poslední doby ledové začali lidé postupně při získávání potravy přecházet od lovu a sběru k chovu dobytka a pěstování rostlin. Toto období je označováno jako „neolitická revoluce“. První zemědělci vybírali z populací planých druhů rostliny na základě jejich výnosu, velikosti zrna a jiných vlastností. Domestikace pšenice byla spojena s výběrem genetických vlastností, které kulturní pšenici, ale i ostatní druhy rostlin postupně oddělily od jejich planých

předků. Jedním ze znaků, kterým se kulturní pšenice liší, od svých planých předků je rozpadavost klasového větene. Je to velmi důležitá vlastnost, která výrazně snižuje ztráty při sklizni (Nalam et al., 2006). Druhou důležitou vlastností je uvolnění obilek z pluch a vzniku nahé (bezpluché) formy (Simons et al., 2006; Dubkovsky a Dvorak, 2007).

Patrně již před 12 000 lety lidé v oblasti „úrodného půlměsíce“ vyšlechtili výběrem z planého druhu *Triticum boeoticum* kulturní pšenici jednozrnku (*Triticum monococcum*). Je to diploidní druh s lámavým klasovým větvenem a pluchatou obilkou (Heun et al., 1997).

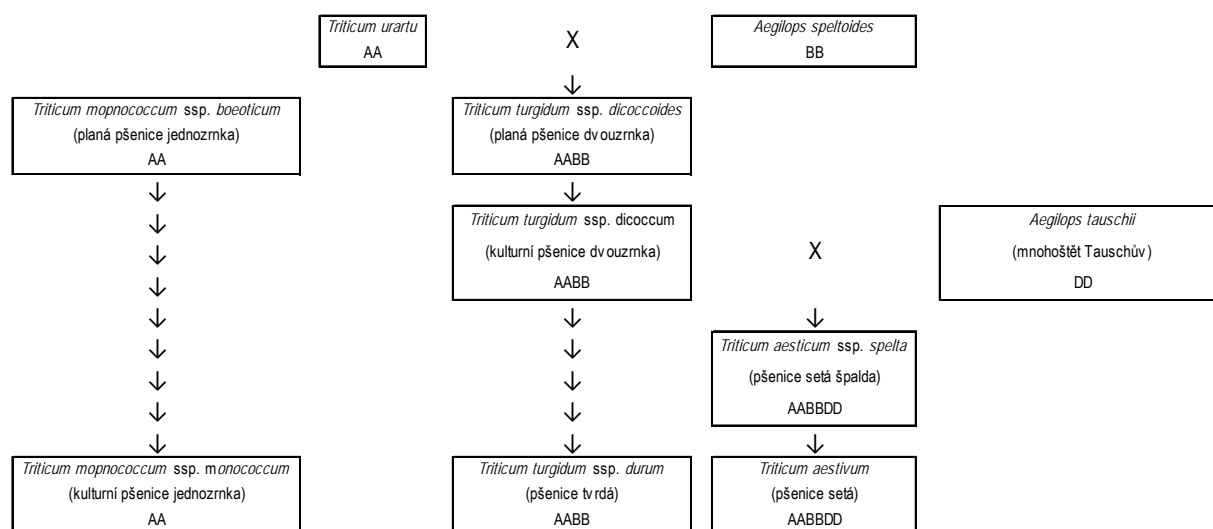
Genom dnešní hexaploidní pšenice se vyvíjel postupnými hybridizacemi tří blízce příbuzných genomů. Odhaduje se, že k první hybridizaci došlo někdy před půl milionem let a druhá následovala v době před asi deseti tisíci lety (Feldman a Sears, 1981; Feldman et al., 1995; Keller et al., 2005).

V první hybridizaci se křížili dva diploidní druhy *Triticum urartu* a *Aegilops speltoides*. Zkřížením vznikl tetraploidní druh *Triticum turgidum*, který si ponechal veškerou dědičnou informaci obou rodičů, byl vitálnější, měl vyšší výnos a lépe se přizpůsoboval podmínkám vnějšího prostředí než diploidní rodičovské druhy (Feuillet et al., 2008). Pšenice *Triticum turgidum* je předkem pšenice tvrdé *Triticum turgidum* sp. *durum*. Tetraploidní pšenice tvrdá je druhým nejrozšířenějším druhem rodu *Triticum*. Má nahé obilky a nelámavé klasové větveno. Obsah bílkovin se pohybuje mezi 14 - 16 % (dle odrůdy a ročníku). Pšenice tvrdá obsahuje více než 32 % pevného a tuhého lepku. Hrubá mouka z pšenice tvrdé se nazývá semolina. Pšenice tvrdá se používá pro výrobu těstovin a nekynutého pečiva.

K druhé hybridizaci došlo jižně od Kaspického moře náhodným zkřížením tetraploidního druhu pšenice *Triticum turgidum* s diploidním druhem rodu mnohoštěť *Aegilops tauschii* vznikla hexaploidní pšenice špalda (*Triticum spelta*) (Dvorak et al., 1998). Pšenice špalda má lámavé klasové větveno a obilka zůstává pevně obalena pluchami. Pšenice špalda je pěstovaná v omezeném množství. Pěstuje se převážně její ozimá forma. Obilky mají vyšší obsah bílkovin, tuku, minerálních látek, vitamínů a esenciálních aminokyselin než pšenice setá. Obsah lepku je také vyšší, ale je horší kvality. Z mouky pšenice špaldy se připravují těstoviny, vločky a různé druhy pečiva, kávovinové náhražky a krupice na kaše. Z obilek pražených v mléčné zralosti se vyrábí tzv. zelený kaviár jako přísada do polévek či příloha jídel. Ve Švýcarsku se pšenice špalda používá jako jedna ze surovin pro výrobu piva „Dinkel Einsiedler bier“.

Existuje několik teorií o genetickém původu pšenice špaldy a vztahu k pšenici seté (Blatter et al., 2004; Poltoretskyi et al., 2018). Jednou z teorií je vznik hexaploidní pšenice seté (*Triticum aestivum*) s nerozpadavým klasem a nahými obilkami mutací z pšenice špaldy (Heun et al., 1997; Dvorak et al., 1998; Petersen et al., 2006; Snape a Pankova, 2006; Dubcovsky a Dvorak, 2007). Hexaploidní druh pšenice setá *Triticum aestivum* má tři úplné sady chromozomů od všech svých předků. Tento rozsáhlý a komplexní genom umožňuje pšenici seté přizpůsobit se širokému spektru přírodních podmínek (Cox, 1997). Pšenice setá je díky tomu velmi úspěšným druhem rozšířeným po celém světě. Pěstuje se na více než 95 % všech ploch osetých pšenicí a používá se k výrobě kynutého pečiva.

Na obrázku (obr. 1) je schematicky znázorněna evoluce jednotlivých kulturních druhů pšenice. Obdobných schémat a modelů je v odborné literatuře více (např. Peng et al., 2011; IWGSC, 2014).



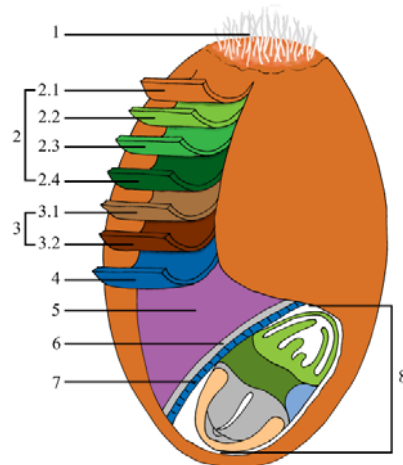
Obr. 1 Schematické znázornění evoluce druhů pšenice (podle Feldman et al., 1995; Allaby et al., 1999; Eckardt, 2001; Chantret et al., 2005).

Postupné šíření pšenice z místa jejího vzniku v pohoří Karacadağ v jihovýchodní části dnešního Turecka do celého světa popsal Feldman (2001). Před 8 000 lety se pšenice dostala přes Anatolii na Pelopones a do jižní části Balkánského poloostrova. Před 7 000 lety postupovala Podunajskou nížinou na sever a současně přes dnešní Apeninský a Pyrenejský poloostrov do

Francouzské nížiny a Francouzského středohoří. Před 5 000 lety dosáhla Britských ostrovů a Skandinávského poloostrova. Přes Írán se pšenice rozšířila do střední Asie a asi před 3 000 lety se dostala do Číny a přes Egypt do Afriky. Po dobytí říše Aztéků Hernánem Cortésem v roce 1521 se dostává pšenice na území dnešního Mexika. Na konci 18. století doputovala pšenice spolu s transporty britských trestanců do Austrálie.

II.1.3 Obilka pšenice seté

Obilka pšenice je jednosemenný, suchý, nepukavý plod, který je typický pro všechny druhy čeledi lipnicovité (*Poaceae*). V případě obilky jsou oplodí a osemení v době zralosti suché, tenké a kompaktně spojené. Plucha a pluška není v případě pšenice seté s oplodím pevně spojena. Obilky bez pevného spojení s pluchou a pluškou jsou označovány jako „nahé“. Obilky pšenice jsou obecně oválného tvaru, ale mohou mít i tvar od takřka kulovitého, až po tvary dlouhé, úzké a zploštělé. Obilky jsou přibližně 5 – 9 mm dlouhé a váží 35 až 50 mg. Na jedné straně obilky je břišní rýha. Na bazálním konci obilky je zárodek a na apikálním konci je několik trichomů (obr. 2). Deriváty katechinu a taninu způsobují načervenalé zbarvení obilek běžných odrůd. Existují genotypy pšenice obsahující antokyany, které způsobují purpurové až modré zbarvení obilek (Musilová et al., 2010).



Obr. 2 Obilka pšenice [kresba J. Špačková upraveno podle Slavin et al., 2000]

1 – epidermální trichomy, 2 – oplodí (2.1 – epidermis, 2.2 – hypodermis, 2.3 – mezokarp, 2.4 – endokarp), 3 – osemení (3.1 – osemení, 3.2 – hyalinní vrstva), 4 – aleuronová vrstva, 5 – endosperm (5.1 – subaleuronová vrstva, 5.2 – škrobový endosperm), 6 – vrstva stlačených buněk, 7 – štítek, 8 – zárodek.

Základní chemické složení obilky pšenice je uvedeno v tab. 1. Z minerálních látek obsahuje především hořčík, fosfor a draslík, dále obsahuje 290 mg/kg vápníku a 34 mg/kg železa, 26 mg/kg zinku a 40 mg/kg manganu. Z vitamínů obsahuje thiamin (B1) 4 mg/kg, riboflavin (B2) 1 mg/kg, Niacin (B3) 55 mg/kg, kyselinu pantothenovou (B5) 9 mg/kg, vitamín E tokoferol 10 mg/kg a další. Složení zrna konkrétní partie je však výrazně ovlivněno odrůdou a pěstebními podmínkami.

Zásobní bílkoviny gliadin (prolamin) a glutenin s vodou vytvářejí lepek. Vysoký obsah lepku pozitivně ovlivňuje pekárenské vlastnosti pšenice, ale u zvířat (hlavně monogastrických) může způsobovat trávicí obtíže. Pro krmné účely je vhodnější pšenice s nižším obsahem zásobních bílkovin. Pro část lidské populace je lepek alergenem. Autoimunitním onemocněním způsobené nesnášenlivostí k lepku je označováno termínem celiakie.

Tab. 1. Základní chemické složení obilky pšenice (Grundas, 2003).

	jednotka	Celé zmo	Aleuronová vrstva	Zárodek	Endosperm
Dusíkaté látky	%	10 - 17	23 - 33	36 - 42	9 - 14
Škrob	%	60 - 70	0	0	78 - 84
Celulóza	%	2,5 - 3,3	12 - 20	3 - 5	0,13 - 0,18
Ostatní sacharidy	%	3 - 6	3 - 5	22 - 28	3 - 4
Lipidy	%	2,0 - 2,5	7,0 - 8,5	12 - 16	0,5 - 0,7
Minerální látky	%	1,4 - 2,3	9 - 11	5 - 6	0,3 - 0,5

II.1.4 Krmivářské a potravinářské využití pšenice

V České republice se pěstuje především pšenice setá (*Triticum aestivum*). Ve Státní odrůdové knize bylo k 15. 6. 2019 zapsáno 33 odrůd pšenice jarní a 126 odrůd pšenice ozimé. Dále jsou ve Státní odrůdové knize uváděny tři odrůdy pšenice špaldy (*Triticum spelta*) a jedna odrůda pšenice tvrdé (*Triticum durum*) (ÚKZÚZ, 2019).

V České republice se pěstuje především pšenice ozimá a to v desetiletém průměru na 785 tisících hektarech. Při průměrném výnosu 5,72 t/ha se ročně sklízí 4,5 milionu tun zrna. Jarní pšenice se pěstuje ve srovnání s pšenicí ozimou ve výrazně menším množství. Ročně se vysévá v desetiletém průměru na 47 tisících hektarech a při průměrném výnosu 4,14 se ročně sklízí 196 tisíc tun zrna (Přílohy č. 1 - 3).

Značná část zrna pšenice slouží jako krmivo. V krmných dávkách představuje velkou část dusíkatých látek a energie. Zrno pšenice může být zkrmováno přímo bez úpravy, ale většinou je upraveno do podoby otrub, krmných mouk, obilných klíčků, zlomkové pšenice, šrotů a mačkaného zrna. Je vhodná pro všechny druhy a kategorie zvířat i v poměrně vysokých podílech v krmné dávce, případně i jako jediná zrnina.

Zrno pšenice se v potravinářství využívá k výrobě chleba, pečiva, cukrářských výrobků a krup. Odrůdy pšenice jsou z pohledu vhodnosti pro pekařské využití (výrobu kynutých těst) členěny do čtyř skupin: elitní (E), kvalitní (A), chlebové (B), a nevhodné pro pekařské zpracování (C). Systém pro hodnocení pekařské kvality zahrnuje přímá i nepřímá hodnocení, která jsou dle významu rozdělena na hlavní a doplňková (Horáková a Dvořáčková, 2019).

Požadavky na jakost a kontrolu pšenice stanovují normy: ČSN 46 1100–2 Pšenice potravinářská (ČNI, 2001) a ČSN 46 1200–2 Pšenice krmná (ČNI, 1994).

II.1.5 Využití pšenice pro výrobu sladu a jeho uplatnění

Briggs (1998) shrnul poznatky o kvalitě zrna pšenice a technologii výroby pšeničného sladu a jeho kvalitě následovně:

Většina pšeničných sladů je světlá a lehce hvozďená. Pšeničný slad se používá při výrobě speciálních piv (tzv. bílých piv) nebo v pekárenství. Pšeničné slady používané pro výrobu potravin dávají těmto potravinám sladkou chuť, potřebnou texturu a vlákninu. Pšeničné slady se používají v potravinách celé, lehce rozdrcené, nahrubo namleté, namleté na mouku nebo jako vločky. Nepřítomnost pluchy je pro výrobu potravin výhodou.

Pšeničné slady se při výrobě piva přidávají v množství 3 - 10 % do sypání pro zlepšení tvorby a trvanlivosti pивní pěny. Dále zvyšují diastatickou aktivitu šrotu a zásobu živin pro činnost kvasnic. Nepřítomnost pluchy přispívá ke zpomalování stékání sladiny. Pšeničné slady obsahují málo polyfenolů (např. taninů). Pro výrobu tradičních pšeničných piv (Weizenbier nebo Weissbier) je v sypání 75 – 80 % pšeničného šrotu (Sacher a Narziß, 1992).

Zrno pšenice pro sladování by mělo být nepoškozené, klíčivé, minimálně kontaminované zejména plísněmi *Fusarium* spp. Stejně jako u sladu z ječmene je u pšeničného sladu silná korelace mezi celkovým obsahem dusíku („bílkovin“) a obsahem extraktu. Obsah celkového dusíku se v zrnu pšenice pohybuje obvykle v rozsahu 1,5 - 3,1 %. Preferovány jsou hodnoty v rozmezí 1,6 – 1,9 % dusíku. Partie s vyšším obsahem dusíku jsou vhodnější pro výrobu sladu určeného pro pekárenské využití.

Sladování zrna pšenice má své odlišnosti. Nahé (bezpluché) zrno pšenice přijímá vodu rychleji než pluchaté zrno ječmene. Zrno pšenice se sladuje při nižším stupni domočení do 42 - 43 %, ale jsou uváděny i jiné hodnoty. Protože obilky pšenice jsou nahé, musí se s nimi manipulovat šetrně, aby se minimalizovalo mechanické poškození. Nepřítomnost pluch je příčinou snadného stlačování masy klíčících obilek s případným rozmačkáním jednotlivých obilek v náduvníku, klícidle nebo na hvozdu. Z tohoto důvodu je třeba používat menší objemy zrna pšenice než je tomu u ječmene a manipulovat s klíčícím sladem opatrně. Uvádí se, že běžná délka namáčky je 38 - 35 h. Tvrdá pšenice přibírá vodu pomaleji než měkká. Do namáčky se často přidávají antiseptická činidla, aby se omezil rozvoj plísní. Namočené zrno pšenice je třeba v náduvníku provzdušňovat, aby se zabránilo stlačování bobtnajících obilek. Klíčení probíhá při teplotě pod 16 °C na humnech v tenké vrstvě s minimálním a opatrným obracením po krátké asi pětidenní období. Zrno snadněji vysychá a míra rozluštění je posuzována obtížně, neboť zrno má silně škrobnatý vzhled. Pšeničný slad je nedoluštěn, aby se snížilo riziko zplsnivění. Pro správné rozluštění by se měla pšenice máčet až na 45 % obsahu vody, následně klíčit minimálně 5 dnů při 12 - 15 °C (Piendl, 1975). Aplikace kyseliny gibberelové urychlí sladovací proces a ve sladu zvýší aktivitu α -amylasy a obsah extraktu (Singh et al., 1983; Singh a Sosulski, 1985).

Obsah extraktu u pšeničných sladů je vyšší než u sladů z ječmene díky nepřítomnosti pluch u zrn pšenice. Pro zachování vysoké úrovně diastatické mohutnosti by měly být pšeničné slady sušeny vzduchem s teplotou nepřesahující 43 °C. Pro dosoušení pšeničných sladů se většinou používají teploty 35 - 40 °C. Zelený slad je méně kyprý a proto zejména předsušení a hvozdění pšeničného sladu musí být velmi šetrné. Dotahování trvá tři hodiny při teplotě, která by neměla překročit 75 °C. Vlaha hotového pšeničného sladu je okolo 5 % (Narziß, 1976).

Vedle vysokých hodnot extraktu jsou pšeničné slady často bohaté na volný aminodusík, který je nutný pro výživu kvasnic. Po rmutování mají pšeničné slady sklon k pomalému scezování sladiny, zejména proto, že přítomné pentosany zvyšují viskozitu sladiny. Hodnoty pH

sladiny jsou často vyšší než hodnoty pH ze sladů ječmene. Ze zrna pšenice je možno vyrobit široké spektrum sladů, včetně sladů pražených. Sacher a Narziß (1992) zjistili, že vzorky s vyšším obsahem dusíku se nesladovaly tak dobře jako vzorky s nižším obsahem dusíku a že hodnoty Kolbachova čísla byly obecně nižší než u sladů z ječmene. Hodnoty následujících znaků se u pšeničných sladů pohybovaly v rozpětí: extrakt 81-87 %, rozdíl mezi jemným a hrubým extraktem 0,8-2,5 %, aktivita α -amylázy 30 - 120 DU, diastatická mohutnost 260 - 440 j.WK, barva sladiny 2,7 - 8,5 j. EBC a ztráty při sladování 7,8 - 10% (Piendl, 1975; Palmer et al., 1989; Briggs, 1998).

II.2 Hodnocení sladovnické kvality odrůd pšenice

Zrno pšenice stejně, jako zrno ječmene je přírodní surovina ovlivňovaná řadou vnitřních a vnějších faktorů. Základními faktory, které určují kvalitu zrna pšenice a následně sladu jsou odrůda a podmínky v průběhu pěstování. Kvalitou pšeničného sladu jsou ovlivněny nejen jednotlivé fáze výroby pšeničného piva, ale i jeho sensorické vlastnosti (chuť, barva, pěna). Vhodnost odrůd pšenice pro výrobu sladu a následně piva není však systematicky monitorována.

Pšeničný slad je hodnocen podle stejných znaků, jako slad vyrobený z ječmene, ačkoliv je pšeničný slad ve sladovnách vyráběn částečně odlišnou technologií než slad ze zrna ječmene. Ve sladovnické kvalitě jsou v některých znacích výrazné rozdíly (tab. 2).

Tab. 2 Porovnání sladovnické kvality jarní a ozimé pšenice s jarním a ozimým ječmenem (Sachambula et al., 2017; Psota et al., 2018; Psota et al., 2016).

Znaky		NL	E	RE4 5	K	DM	DSP	F	BG w	RN w	Vw	Cw	Z12	Z90	FAN
jednotky		%	%	%	%	j. WK	%	%	mg/l	mg/l	mPa. s	1-4*	j.EB C	j.EB C	mg/l
pšenic e jarní	min	11,3	81,9	29,8	32,5	229	79,7	28	20	665	1,61	1,00	0,45	0,60	89
	max	12,8	84,8	37,3	38,0	413	81,3	36	43	847	1,78	1,22	1,00	1,85	116
	∅	11,9	83,5	33,7	35,0	319	80,8	32	26	730	1,68	1,02	0,62	0,91	103
pšenic e ozimá	min	10,7	82,3	29,1	30,8	248	78,6	20	17	582	1,69	1,00	0,62	0,95	82
	max	13,0	85,4	38,9	40,7	401	81,4	39	57	754	2,31	1,89	2,40	4,25	112

	∅	11,6	83,9	34,5	34,9	303	79,8	28	32	638	1,86	1,42	1,39	2,41	97
ječmen jarní	min	10,1	80,2	35,5	38,8	267	78,7	78	61	681	1,43	1,00	0,63	0,51	148
	max	11,3	83,9	49,4	50,3	428	83,4	96	328	853	1,51	1,33	1,94	2,17	197
	∅	10,7	82,6	40,5	43,7	342	81,6	87	191	764	1,47	1,05	1,01	0,90	164
ječmen ozimý	min	10,5	81,5	35,0	40,9	353	80,8	77	243	709	1,50	1,33	2,65	2,34	140
	max	11,2	81,6	36,3	42,5	397	81,5	78	285	777	1,52	1,50	2,69	2,37	163
	∅	10,9	81,6	35,7	41,7	375	81,2	78	264	743	1,51	1,42	2,67	2,36	152
Zkratky: NL - Dusíkaté látky v nesladovaném znu (faktor 6,25); E - Extrakt v sušině sladu; RE45 Relativní extrakt při 45°C; K - Kolbachovo číslo; DM - Diastatická mohutnost; DSP - Dosažitelný stupeň prokvašení ; F - Friabilita; BGw - β-glukany ve sladince; RNw - Rozpustný dusík ve sladince; Vw - Viskozita sladin; Cw - čírost sladin (1-čirá, 2-slabě opalizující, 3-opalizující, 4-kalná); FAN Volný aminodusík; Z12 - Zákal při úhlu 12 °; Z90 - Zákal při úhlu 90°.															

Technologický postup výroby pšeničného piva je výrazně ovlivněn lokálními zvyklostmi. Rozdíly jsou už jen v množství extraktu dodaného pomocí pšeničného sladu. Obvykle se při výrobě pšeničného piva používá 30 % až 70 % pšeničného sladu. Rozdíly mezi ječmenem a pšenici a technologii výroby pšeničného piva a piva z ječmene vyžadují odlišné nahlížení na obě vstupní suroviny.

Kvalita pšeničného zrna pro výrobu sladu a následně pro výrobu piva není prostudována stejně podrobně jako u ječmene (Back, 2005). Požadavky na kvalitu pšeničného sladu jsou v odborných publikacích diskutovány (například Sacher and Narziß, 1992; Back, 2005; Tietze et al., 2013; Faltermaier et al., 2013; Faltermaier et al., 2014) nebo uváděny ve specifikacích sladoven vyrábějících pšeničný slad.

V České republice systém hodnocení sladovnické kvality odrůd pšenice neexistuje. Předložená studie představuje možný postup hodnocení odrůd jarní a ozimé pšenice z pohledu vhodnosti pro výrobu kvalitního pšeničného sladu.

II.2.1 Hodnocené znaky

Výběr znaků pro hodnocení sladovnické kvality odrůd pšenice byl proveden na základě analýz 11 odrůd jarní pšenice (Sachambula et al., 2017) a 27 odrůd ozimé pšenice (Psota et al., 2018). Na základě těchto studií byly pro hodnocení vybrány technologické znaky sladu a sladin,

které charakterizovaly cytolytické, proteolytické a amylolytické rozluštění pšeničného sladu a byly nejvíce ovlivněny odrůdou.

Obsah dusíkatých látek v nesladovaném zrně pšenice

Množství dusíkatých látek (NL) je výrazným způsobem ovlivněno vnějším prostředím. V případě odrůd ozimé pšenice sledované po dobu tří let byl obsah dusíkatých látek ovlivněn ročníkem z 61,7 %, lokalitou z 14,4 % a odrůdou pouze z 11,3 % (Psota et al., 2018). Pšenice pro výrobu sladu by měla obsahovat méně než 12 % dusíkatých látek (Narziß et al., 2017). Množství dusíkatých látek (NL) v nesladovaném zrně, ale výrazně ovlivňuje řadu dalších technologických znaků. Z tohoto důvodu byl znak obsah látek v nesladovaném zrně do systému hodnocení sladovnické kvality odrůd pšenice zařazen, ale s nízkou váhou (tab. 3).

Musí být zřejmé, že se obsah dusíkatých látek v hodnocených vzorcích nesladovaného zrna konkrétní odrůdy pšenice nacházel v optimu nebo se tomuto optimu alespoň blíží.

Z tohoto důvodu je třeba na základě obsahu dusíkatých látek v nesladovaném zrně, standardních odrůd provést výběr stanovišť, z kterých budou následně odebrány vzorky zrna zkoušených odrůd pro mikroskladování a následnou analýzu sladu a sladiny.

V navrženém systému hodnocení jsou hodnoty obsahu dusíkatých látek v nesladovaném zrně nižší než 10,0 % a vyšší než 12,5 % považovány za nepřijatelné. Hodnoty 11,0 % až 11,5 % považovány za optimální (tab. 3).

Cytolytické rozluštění

Viskozita sladiny (V_w) patří k základním znakům hodnoceným u pšeničného sladu. Viskozita sladiny klesá se vzrůstající teplotou rmutování. Vyjadřuje se v mPa.s měřené při 20 °C. Viskozita sladiny je významným ukazatelem rozluštění a celkové hydrolýzy vysokomolekulárních látek během sladování a rmutování. Její hodnota informuje orientačně o stupni degradace hemicelulos (arabinoxylanů a β -glukanů) a o předpokládané době scezování sladiny ve varně. Arabinoxylany, β -glukany a dextriny viskozitu sladiny zvyšují (Sadosky et al., 2002). Zrno pšenice má nižší obsah β -glukanů než zrno ječmene, ale má více arabinoxylanů, což může být příčinou zvýšené viskozity pšeničné sladiny.

Hodnota viskozity sladiny byla ovlivněna odrůdou v případě jarní pšenice z 50,0 % a v případě ozimé pšenice z 81,6 %. Viskozita sladiny se u odrůd jarní pšenice pohybovala

v rozpětí 1,61 až 1,78 mPa.s a u odrůd ozimé pšenice v rozpětí 1,69 až 2,31 mPa.s. (Sachambula et al., 2017; Psota et al., 2018). Back (2005) uvádí, že by se hodnota viskozity sladiny měla pohybovat pod úrovní 1,80 mPa.s. Narziß et al. (2017) uvádí rozpětí 1,65 až 1,85 mPa.s. V systému navrženém v této studii jsou hodnoty viskozity sladiny $\leq 1,65$ mPa.s. považovány za optimální a hodnoty $\geq 2,00$ mPa.s jsou považovány za nepřijatelné (tab. 3).

Proteolytické rozluštění

Proteolytické rozluštění popisuje úroveň odbourání dusíkatých látek zrna ječmene, pšenice a případně i ostatních škrobnatých zrnin a jejich převedení na nízko-, středně- a vysokomolekulární rozpustné formy. Příliš nízké rozluštění dusíkatých látek způsobuje nedostatečné zásobení kvasinek dusíkatými sloučeninami. Následkem je nedostatečné množení kvasinek a tvorba nežádoucích vedlejších produktů kvašení (např. diacetylu). Příliš vysoké rozluštění bílkovin vede k silnému odbourání vysokomolekulárního dusíku. Nedostatek vysokomolekulárních dusíkatých látek a také přebytek středně molekulárních sloučenin a aminokyselin lysin, arginin a histidin má negativní vliv na stabilitu chuti a pěny. Sladiny a piva vyrobené z přelustěných sladů mají intenzivnější barvu (Back 2005). Piva s vyšším obsahem aminokyselin jsou zároveň náchylnější k mikrobiálnímu poškození. Středně a výše molekulární dusíkaté látky ovlivňují pěnivost a plnost chuti piva.

Míra proteolytického rozluštění je charakterizována množstvím dusíku (RNw), které přejde do roztoku v průběhu rmutování. Množství rozpustného dusíku je závislé na obsahu dusíku v nesladovaném zrně pšenice a následně ve sladu. Při sladování dojde k rozluštění asi 50 % vysokomolekulárních dusíkatých látek, především bílkovin.

Pivovarské kvasinky přijímají dusík ve formě aminokyselin, peptidů a amonných iontů vznikajících proteolýzou dusíkatých látek zrna ječmene (O'Connor-Cox a Ingledew, 1989). Aminokyseliny, amonné ionty a peptidy (di- a tripeptidy) nutné pro syntézu buněčných bílkovin a dalších buněčných sloučenin kvasinek jsou označovány pojmem volný aminodusík (FAN) (Pugh et al., 1997).

Odrůdy jarní pšenice ovlivnily obsah rozpustného dusíku (mg/l) ze 48,7 % a odrůdy ozimé pšenice z 30,7 %. V případě FAN (mg/l) byl vliv odrůd jarní pšenice na úrovni 26,5 % a odrůd ozimé pšenice na úrovni 25,1 % (Sachambula et al., 2017; Psota et al., 2018).

Back (2005) uvádí, že by se měl obsah rozpustného dusíku pohybovat v rozpětí 650 – 780 mg/100 g, což je přibližně 710 – 855 mg/l. Jin et al. (2012) našli obsah rozpustného dusíku v širším rozpětí 849 až 1246 mg/l a FAN v rozpětí 120 až 166 mg/100 g, což je přibližně 135 až 185 mg/l. Faltermaier et al. (2013) zjistili, že u typického světlého pšeničného sladu se obsah rozpustného dusíku pohybuje v rozpětí 600 – 800 mg/100 g, což je přibližně 660 – 895 mg/l a v případě FAN v rozpětí 100 až 140 mg/100 g, což je přibližně 110 až 160 mg/l.

U odrůd jarní pšenice se obsah rozpustného dusíku a FAN pohybovaly v rozpětí 665 až 847 mg/l a 89 až 116 mg/l (Sachambula et al., 2017). U odrůd ozimé pšenice se obsah rozpustného dusíku v rozpětí 642 až 832 mg/l a obsah FAN 82 až 112 mg/l (Psota et al., 2018). Podíl FAN na celkovém obsahu rozpustného dusíku se pohyboval kolem 14 %, což odpovídá hodnotám uváděných Narziš et al. (2017). V navrženém systému hodnocení jsou hodnoty obsahu rozpustného dusíku 650 mg/l a menší považovány za nepřijatelné, hodnoty 750 mg/l a více jsou považovány za optimální. V případě FAN jsou hodnoty 85 mg/l a menší považovány za nepřijatelné a hodnoty 105 mg/l a vyšší za optimální (tab. 3).

Amylolytické rozluštění

Amylolytické rozluštění je v systému hodnocení sladovnické kvality odrůd pšenice charakterizováno znaky: diastatická mohutnost, dosažitelný stupeň prokvašení a především obsahem extraktu v sušině sladu, znaku s výrazným ekonomickým dopadem.

Diastatická mohutnost (DM) je měřítkem aktivity amylolytických enzymů hydrolyzujících škrob, převážně β -amylasy, které štěpí škrob při rmutování (Dunn, 1974).

V případě jarní pšenice byly znaky diastatická mohutnost, dosažitelný stupeň prokvašení a obsah extraktu ovlivněny odrůdou z 65,6 %, 42,8 % a 47,1 % (Sachambula et al., 2017). V případě odrůd ozimého ječmene byla odrůdou ovlivněna diastatická mohutnost z 51,9 % a dosažitelný stupeň prokvašení ze 47,6 %. Extrakt byl v tomto případě ovlivněn odrůdou pouze z 29,4 %, kdežto ročník ovlivnil tento znak ze 49,1 % (Psota et al., 2018).

Diastatická mohutnost dosahovala průměrných hodnot u jarních i ozimých odrůd pšenice v rozpětí 250 až 410 j. WK (Sachambula et al., 2017; Psota et al., 2018), obdobné rozpětí uvádí i Narziš a Back (2012). V systému pro hodnocení sladovnické kvality odrůd pšenice navrženém v této studii jsou hodnoty diastatické mohutnosti 250 j.WK považovány za nepřijatelně nízké a hodnoty 350 j.WK a vyšší za optimální (tab. 3).

Dosažitelný stupeň prokvašení (DSP) sladiny informuje o kvalitě sladiny, která pozitivně či negativně ovlivňuje průběh kvasného procesu. Rozhodující je množství zkvasitelných cukrů a jejich relativní podíl, z tohoto důvodu je možno tímto znakem též charakterizovat amylytické rozluštění. Nemalý vliv na úroveň prokvašení má i obsah a složení stopových prvků a dusíkatých látek. Metoda nepřímo informuje i o přítomnosti ostatních látek ovlivňujících pozitivně či negativně průběh kvasného procesu.

U odrůd jarní pšenice se průměrné hodnoty dosažitelného stupně prokvašení pohybovaly v rozpětí 79,7 % až 81,3 %, u odrůd ozimé pšenice v rozpětí 78,6 % - 81,4 % (Sachambula et al., 2017; Psota et al., 2018). Obdobný rozsah uvádí Narziß et al. (2017). Pro hodnocení sladovnické kvality odrůd pšenice navrženém v této studii jsou hodnoty dosažitelného stupně prokvašení na úrovni 80 % a nižší považovány za nepřijatelně nízké a hodnoty na úrovni 83 % a vyšší za optimální (tab. 3).

Obsah extraktu (E) v sušině sladu je jedním z nejdůležitějších znaků sladu. Je to podíl sladu udávaný v procentech, který přejde za podmínek rmutování do roztoku.

Obsah extraktu v sušině pšeničného sladu je výrazně ovlivněn stejně jako v případě ječmene obsahem dusíkatých látek v nesladovaném zrně. U odrůd jarní pšenice se průměrné hodnoty extraktu pohybovaly v rozpětí 81,9 % až 84,8 %, v případě odrůd ozimého ječmene se průměrné hodnoty extraktu pohybovaly v rozpětí 82,3 % až 85,4 % (Sachambula et al., 2017; Psota et al., 2018), což koresponduje s rozpětím 83 % až 85 % uváděným v literatuře (Narziß and Back, 2012; Back, 2005). Na základě dosažených výsledků a informací z literatury byly v této studii pro obsah extraktu v sušině sladu použity hodnoty 83 % a méně jako nepřijatelně nízké a 85 % a více, jako hodnoty optimální (tab. 3).

II.2.2 Stanovení vah a limitních hodnot

Váhy hodnocených znaků a rovněž tak jejich limitní hodnoty byly stanoveny subjektivně na základě zkušeností a požadavků sladoven a pivovarů (tab. 3).

Tab. 3 Mezní hodnoty a váhy znaků kvality

	Zkratky	Jednotky	Odkazy	Nepřijatelná hranice	Optimální hranice	Koefficienty regresních rovnic		Váha znaku
				1	9	a	b	
Dusíkaté látky v zrna pšenice (faktor 6,25)	NL	%	EBC 2010 3.3.2	10,0	11,0	79,00	8,00	0,01
				12,5	11,5	101,00	-8,00	
Extrakt v sušině sladu	E	%	EBC 2010 4.5.1	83,0	85,0	-331,00	4,00	0,30
Diastatická mohutnost	DM	j. WK	EBC 2010 4.12	250	350	-19,00	0,08	0,10
Dosažitelný stupeň prokvašení	DSP	%	EBC 2010 4.11.1	80,0	83,0	-212,33	2,67	0,10
Volný aminodusík	FAN	mg/l	EBC 2010 4.10	85,0	105	-33,00	0,40	0,10
Rozpuštěný dusík ve sladince	RNw	mg/l	EBC 2010 4.9.3	650	750	-51,00	0,08	0,10
Viskozita sladin	Vw	mPa.s	EBC 2010 4.8	2,00	1,65	46,71	-22,86	0,25
Suma vah								0,96

II.2.3 Výpočet bodového hodnocení pro jednotlivé znaky

Používá se devítibodová stupnice, kde 9 bodů značí nejlepší úroveň znaku, 1 bod potom úroveň znaku nepřijatelnou,

Přepočtení absolutních hodnot znaků na bodové hodnocení se provádí pomocí lineární regresní rovnice

$$y = a + bx$$

kde a a b jsou koeficienty (Tab. 1), x je absolutní hodnota daného znaku.

$$a = 1 - b.NH$$

$$b = (9 - 1)/(OH - NH)$$

kde OH je optimální hranice a NH je nepřijatelná hranice absolutních hodnot daného znaku. U znaku obsah dusíkatých látek je stanoveno optimální rozmezí, které se hodnotí 9 body. Absolutní

hodnoty nižší či vyšší než optimum mají bodové hodnocení nižší než 9. Pro přepočítání se tedy používají dvě rovnice (jedna pro suboptimální hodnoty druhá pro superoptimální hodnoty).

II.2.4 Výpočet sladovnické jakosti pšenice (MQW)

Výpočet MQW vychází z modifikace tzv. „superiority measure“ (Lin a Binns, 1988). Tento systém je snadno modifikovatelný a umožňuje po předchozí dohodě změnit počet sledovaných znaků nebo zaměnit počet sledovaných znaků nebo zaměnit sledované znaky jinými. Systém byl využit pro vytvoření Ukazatele sladovnické jakosti pro ječmen (Psota a Kosař, 2002).

Z bodových hodnot jednotlivých znaků sladovnické kvality pšenice se MQW pro danou odrůdu j vypočte:

$$MQW_j = 9 - \sqrt{P_j}$$

kde

$$P_j = \frac{\sum (9 - B_{ij})^2 W_i}{\sum W_i}$$

Kde B_{ij} = bodové hodnocení i -tého znaku j -té odrůdy

W_i = váha i -tého znaku

MQW nabývá hodnot od 1 (nejhorší, nepřijatelná) do 9 (nejlepší, optimální). Protože se v podstatě jedná o vážený průměr čtverců odchylek bodových hodnocení jednotlivých znaků od maximální hodnoty 9, jsou zvýhodněny genotypy vyrovnané v jednotlivých znacích sladovnické kvality. Tedy odrůda, která ve všech znacích obdržela bodové hodnocení 8, má vyšší hodnotu MQW než např. odrůda, která dosáhla u dvou znaků 7 bodů, u dvou znaků 9 bodů a u ostatních tří znaků 8 bodů, ačkoli prostý průměr i vážený průměr jsou stejné (8).

II.2.5 Příklady výpočtu MQW

Analytické hodnoty hypotetických odrůd a jim odpovídající bodová hodnocení jednotlivých znaků jakosti jsou uvedené v tabulce (tab. 4).

Tab. 4 Příklady výpočtu MQW

Znaky	MQ W	NL	E	DM	DS P	FA N	RN w	Vw	NL	E	D M	DS P	FA N	RN w	Vw
Váha		0,0	0,3	0,10	0,10	0,10	0,10	0,25	0,01	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,25

		1	0												
Odrůdy	9 - 1	%	%	j. WK	%	mg/l	mg/l	mPa.s	9 - 1	9 - 1	9 - 1	9 - 1	9 - 1	9 - 1	9 - 1
A	3,6	11, 7	83, 5	307	80,1	89	691	1,80	7, 4	3, 0	5,6	1,3	2,4	4,3	5,6
B	6,3	12, 0	84, 5	330	81,0	100	700	1,70	5, 0	7, 0	7,4	3,7	7,0	5,0	7,9

Zkratky: MQW - Sladovnická kvalita pšenice; NL - Dusíkaté látky v zrně pšenice (faktor 6,25);
E - Extrakt v sušině sladu; DM - Diastatická mohutnost; DSP - Dosažitelný stupeň prokvašení
FAN - volný aminodusík, RNw - Rozpustný dusík ve sladidě; Vw - Viskozita sladin

Výpočet MQW na příkladu odrůdy „A“:

$$\begin{aligned}
 P_A &= (9 - 7,40)^2 * 0,01 = 0,03 \\
 &+ (9 - 3,00)^2 * 0,30 = 10,80 \\
 &+ (9 - 5,56)^2 * 0,10 = 1,18 \\
 &+ (9 - 1,27)^2 * 0,10 = 5,98 \\
 &+ (9 - 2,40)^2 * 0,10 = 4,36 \\
 &+ (9 - 4,28)^2 * 0,10 = 2,23 \\
 &+ (9 - 5,57)^2 * 0,25 = 2,94 \\
 \text{Total} &= 27,51
 \end{aligned}$$

$$P_A = \frac{27,51}{0,96} = 28,66$$

$$MQW_A = 9 - \sqrt{28,66} = 9 - 5,35 = 3,65$$

Výpočet MQW na příkladu odrůdy „B“:

$$\begin{aligned}
 P_B &= (9 - 5,00)^2 * 0,01 = 0,16 \\
 &+ (9 - 7,00)^2 * 0,30 = 1,20 \\
 &+ (9 - 7,40)^2 * 0,10 = 0,26 \\
 &+ (9 - 3,67)^2 * 0,10 = 2,84 \\
 &+ (9 - 7,00)^2 * 0,10 = 0,40 \\
 &+ (9 - 5,00)^2 * 0,10 = 1,60 \\
 &+ (9 - 7,86)^2 * 0,25 = 3,33
 \end{aligned}$$

$$\text{Total} = 6,79$$

$$P_B = 6,79 / 0,96 = 7,07$$

$$\text{MQW}_B = 9 - \sqrt{7,07} = 9 - 2,66 = 6,34$$

II.2.6 Sladovnická kvalita odrůd jarní a ozimé pšenice

V letech 2013-2015 byly ve spolupráci s ÚKZÚZ odebrány vzorky tří standardních odrůd pro stanovení obsahu dusíkatých látek v nesladovaném zrně pšenice. Na základě těchto rozborů byly každý rok vybrány tři stanice, ve kterých vykazovaly standardní odrůdy optimální nebo optimu se blízcí obsah dusíkatých látek. Z vybraných stanic byly odebrány vzorky všech odrůd, které byly na pokusných stanovištích v rámci seznamu doporučených odrůd pěstovány. Zrno těchto odrůd bylo analyzováno a byl z nich vyroben slad. Následně byl vyrobený slad a sladina analyzovány. Výsledky analýz byly tedy průměrem z devíti měření. Všechny odrůdy měly tedy stejné podmínky. Dosažené výsledky byly statisticky zpracovány metodou ANOVA a odhadu komponent. Informace získané statistickým vyhodnocením vlivu ročníku, stanoviště a odrůdy byly využity pro výběr znaků použitelných pro vypracování systému hodnocení sladovnické kvality odrůd pšenice. Bylo snahou vybrat znaky, které byly odrůdou nejvíce ovlivněny (Sachambula et al., 2017; Psota et al., 2018).

U některých odrůd jarní pšenice se nepodařilo zajistit vzorky s optimálním obsahem dusíkatých látek (11,0 % až 11,5 %), což se negativně projevilo především na obsahu extraktu a některých dalších znacích. Pravděpodobně jsou některé odrůdy pšenice náchylnější k větší akumulaci dusíku v zrně (tab. 5). Výrazně nadprůměrné sladovnické kvality dosahovaly odrůdy jarní pšenice Alondra, Anabel a Seance.

Tab. 5 Sladovnická kvalita odrůd jarní pšenice.

Znaky	MQW	NL	E	DM	DSP	FAN	RNw	Vw	NL	E	DM	DSP	FAN	RNw	Vw
Váha		0,01	0,30	0,10	0,10	0,10	0,10	0,25	0,01	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,25
Odrůdy	9 - 1	%	%	j. WK	%	mg/l	mg/l	mPa.s	9 - 1	9 - 1	9 - 1	9 - 1	9 - 1	9 - 1	9 - 1
Alondra	6,5	11,3	84,8	334	80,6	103	699	1,65	9,0	8,3	7,7	2,7	8,2	4,9	9,0
Anabel	6,1	11,7	84,1	327	81,3	107	728	1,76	7,4	5,4	7,2	4,4	9,0	7,2	6,4
Seance	5,9	11,4	84,7	312	80,8	101	672	1,64	9,0	7,7	6,0	3,1	7,4	2,8	9,0

Tercie	5,3	11,7	83,9	305	80,9	100	724	1,78	7,2	4,6	5,4	3,3	7,0	6,9	6,0
Izzy	4,6	11,9	83,2	413	81,3	107	758	1,67	5,9	1,7	9,0	4,4	9,0	9,0	8,6
Dafne	4,5	11,7	83,8	353	80,9	89	665	1,73	7,7	4,2	9,0	3,3	2,6	2,2	7,1
Astrid	4,3	12,1	83,2	311	81,0	100	717	1,61	4,0	1,7	5,9	3,8	7,0	6,4	9,0
KWS Akvilon	4,0	12,2	83,4	285	79,7	94	722	1,70	3,8	2,8	3,8	1,0	4,6	6,8	7,8
KWS Scirocco	4,0	12,8	82,9	364	80,6	116	847	1,63	1,0	1,0	9,0	2,7	9,0	9,0	9,0
KWS Chamsin	3,8	12,2	81,9	277	81,3	102	727	1,71	3,5	1,0	3,2	4,5	7,8	7,2	7,7
Quintus	3,4	12,2	82,3	229	80,7	110	768	1,65	3,8	1,0	1,0	2,7	9,0	9,0	9,0
Zkratky:	MQW - Sladovnická kvalita pšenice; NL - Dusíkaté látky v zrnu pšenice (faktor 6,25); E - Extrakt v sušině sladu; DM - Diastatická mohutnost; DSP - Dosažitelný stupeň prokvašení FAN - volný aminodusík, RNw - Rozpustný dusík ve sladině; Vw - Viskozita sladiny														

V případě odrůd ozimé pšenice měly některé odrůdy také výraznou tendenci k akumulaci dusíkatých látek v zrnu. Některé odrůdy i při mírně zvýšeném obsahu dusíkatých látek v zrnu poskytly nadprůměrně kvalitní slad. V souboru jsou odrůdy, které vykázaly optimální obsah dusíkatých látek v zrnu, přesto kvalitní slad neposkytly. Mírně nadprůměrnou sladovnickou kvalitu vykázaly odrůdy Dagmar, Evina, Sultan, Rumor, Sailor a Brokat (Tab. 6).

Odrůdy pšenice jsou šlechtěny především pro pekařské využití, případně pro využití v krmivářství. V obou případech je pozitivní vlastností zvýšená akumulace dusíkatých látek, což některé odrůdy jednoznačně prokázaly. Na sladovnickou kvalitu se šlechtí asi jen v omezené míře, pokud vůbec.

Tab. 6 Sladovnická kvalita odrůd ozimé pšenice

Znaky	MQW	NL	E	DM	DSP	FAN	RNw	Vw	NL	E	DM	DSP	FAN	RNw	Vw
Váha		0,01	0,30	0,10	0,10	0,10	0,10	0,25	0,01	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,25
Odrůdy	<i>9 - 1</i>	%	%	<i>j. WK</i>	%	<i>mg/l</i>	<i>mg/l</i>	<i>mPa.s</i>	<i>9 - 1</i>	<i>9 - 1</i>	<i>9 - 1</i>	<i>9 - 1</i>	<i>9 - 1</i>	<i>9 - 1</i>	<i>9 - 1</i>
Dagmar	5,2	11,8	84,8	251	79,7	109	754	1,74	6,3	8,1	1,1	1,0	9,0	9,0	6,9
Evina	5,2	12,1	83,8	312	80,6	112	708	1,69	4,4	4,0	5,9	2,5	9,0	5,6	8,1
Sultan	5,1	12,1	84,1	332	79,3	109	688	1,75	4,6	5,4	7,6	1,0	9,0	4,1	6,7
Rumor	5,0	10,9	84,9	319	80,0	97	616	1,73	7,8	8,6	6,5	1,0	5,9	1,0	7,3

Sailor	4,8	11,5	84,5	266	79,7	108	668	1,73	8,9	7,1	2,3	1,0	9,0	2,4	7,1
Brokat	4,5	11,3	84,2	312	79,7	102	602	1,77	9,0	5,7	5,9	1,0	7,7	1,0	6,3
Seladon	4,5	10,8	84,8	294	79,7	95	604	1,80	7,2	8,3	4,5	1,0	4,8	1,0	5,5
Artist	4,2	10,8	84,0	324	80,2	91	598	1,78	7,2	5,2	6,9	1,4	3,5	1,0	6,0
Lavantus	4,0	11,1	84,1	288	79,6	93	588	1,78	9,0	5,3	4,0	1,0	4,1	1,0	6,1
Elan	4,0	11,7	83,8	348	79,6	102	662	1,86	7,7	4,4	8,8	1,0	7,7	2,0	4,1
Etana	3,8	11,3	83,4	303	80,3	100	657	1,72	9,0	2,5	5,3	1,8	7,0	1,6	7,4
Vanessa	3,8	10,7	84,0	401	79,4	92	662	1,88	6,3	5,0	9,0	1,0	3,7	1,9	3,6
Bohemia	3,3	12,4	81,9	299	81,0	105	654	1,75	2,1	1,0	4,9	3,8	9,0	1,3	6,7
Annie	3,2	12,7	82,4	317	80,8	104	684	1,85	1,0	1,0	6,4	3,2	8,6	3,7	4,5
Fabius	3,2	11,6	83,4	305	80,9	93	629	1,88	7,9	2,7	5,4	3,3	4,1	1,0	3,8
Cimrmanova raná	3,1	13,0	82,2	248	81,4	100	667	1,71	1,0	1,0	1,0	4,7	7,2	2,4	7,5
Elly	2,9	11,7	82,5	319	80,0	95	588	1,76	7,3	1,0	6,5	1,0	4,9	1,0	6,4
Tobak	2,8	11,1	83,6	250	79,3	96	622	1,88	9,0	3,5	1,0	1,0	5,6	1,0	3,7
Turandot	2,8	11,3	83,7	307	80,3	86	599	1,93	9,0	4,0	5,6	1,7	1,3	1,0	2,5
Patras	2,7	11,6	84,1	307	78,6	88	640	2,03	8,5	5,5	5,6	1,0	2,2	1,0	1,0
Athlon	2,7	12,8	82,6	281	78,9	106	688	1,87	1,0	1,0	3,4	1,0	9,0	4,0	3,9
KWS Ozon	2,5	11,1	83,6	295	79,6	82	593	1,94	9,0	3,4	4,6	1,0	1,0	1,0	2,5
Matylda	2,3	11,6	82,6	290	79,9	88	582	1,82	8,3	1,0	4,2	1,0	2,3	1,0	5,2
Genius	1,9	12,3	81,9	295	79,1	107	670	2,10	3,0	1,0	4,6	1,0	9,0	2,6	1,0
Matchball	1,5	11,1	82,7	347	78,9	82	640	2,31	9,0	1,0	8,8	1,0	1,0	1,0	1,0
Fakir	1,3	12,0	82,3	285	79,1	86	585	2,12	5,3	1,0	3,8	1,0	1,4	1,0	1,0
Zeppelin	1,3	11,7	82,6	284	79,2	86	583	2,13	7,3	1,0	3,7	1,0	1,2	1,0	1,0
Zkratky:	MQW - Sladovnická kvalita pšenice; NL - Dusíkaté látky v znu pšenice (faktor 6,25); E - Extrakt v sušině sladu; DM - Diastatická mohutnost; DSP - Dosažitelný stupeň prokvašení FAN - volný aminodusík, RNw - Rozpustný dusík ve sladidě; Vw - Viskozita sladiny														

II.3 Závěr

Odrůdy pšenice jsou šlechtěny především pro pekařské účely. Pokud odrůda nesplňuje pekařskou kvalitu a poskytuje vysoký výnos je označena jako krmná. Zrno pšenice je též

využíváno pro výrobu sladu. Sladovnická kvalita však není u odrůd pšenice běžně sledována. Ze znaků, které jsou stanovovány běžně u sladu vyrobeného z ječmene, byly vybrány znaky, které charakterizují cytolytické (viskozita sladiny), proteolytické (obsah rozpustného dusíku a obsah FAN) a amylolytické (diastatická mohutnost, dosažitelný stupeň prokvašení a obsah extraktu v sušině sladu) rozluštění a byly výrazněji ovlivňovány odrůdou. Uvedené znaky byly využity pro sestavení systému hodnocení sladovnické kvality odrůd pšenice. Systém našel odrůdy pšenice s mírně až výrazně nadprůměrnou sladovnickou kvalitou. Pro nalezení odrůd pšenice poskytujících slad vhodný pro výrobu pšeničného piva bude třeba sladovnickou kvalitu systematicky monitorovat.

III Srovnání „novosti postupů“

Novost metodiky je v popisu kritérií a postupu výpočtu stanovení sladovnické kvality odrůd pšenice. Odrůdy pšenice pro výrobu sladu jsou vybírány často jen metodou „pokus – omyl“. V rámci zkoušení odrůd pšenice pro registrační řízení jsou pochopitelně sledovány znaky spojené s využitím odrůd pšenice v oblasti pekařské a pekárenské. Znaky sladovnické kvality nejsou u odrůd pšenice sledovány.

Postup stanovení sladovnické kvality odrůd pšenice je originální a nelze ho jako celek porovnat s žádným jiným postupem, protože podobný postup nebyl dosud publikován. Metodika byla aplikována na odrůdy jarní a ozimé pšenice zařazené v letech 2013-2015 do Seznamu doporučených odrůd pšenice. Jedná se tedy o propojení vlastních dílčích výsledků výzkumu v oblasti sladovnické kvality. Výsledný postup stanovení sladovnické kvality pšenice je možno aplikovat na odrůdy pšenice zkoušené v rámci registračního řízení.

IV Popis uplatnění Certifikované metodiky

Metodika je určena pracovníkům Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského, šlechtitelům pšenice, odborné sladařské veřejnosti a případně dalším pracovištím zabývajících se technologickou kvalitou odrůd pšenice.

Metodika vznikla v rámci řešení projektu TE02000177 Technologické agentury České republiky s názvem „Centrum pro inovativní využití a posílení konkurenceschopnosti českých pivovarských surovin a výrobků“. Odborná pivovarská a sladovnická veřejnost byla průběžně s výsledky rozborů sledovaných odrůd pšenice a s postupem výpočtu sladovnické kvality seznamována.

V Ekonomické aspekty

Pro ÚKZÚZ nepředstavuje případné využití metodiky žádný finanční náklad. Náklady za analýzy bude hradit majitel odrůd. Analyzovaly by se pouze ty odrůdy, u kterých o tuto analýzu projeví majitel odrůdy zájem.

Sortiment odrůd jarní a především ozimé pšenice je značně široký. Informace o sladovnické kvalitě neexistují. Zbývá jen náhodný výběr. Předložená metodika by na tento problém měla dát jasnou odpověď.

Rentabilita výroby pšeničného sladu a následně piva se odvíjí především od kvalitních vstupů, tj. od odrůd pšenice vykazujících sladovnickou kvalitu a následně od kvalitního pšeničného sladu. Produkce kvalitního pšeničného sladu je v České republice závislá na poptávce ze stran velkých a řemeslných pivovarů. Spotřeba pšeničného sladu v českých velkých i malých pivovarech se dá jen obtížně odhadovat. V České republice vyrábí pšeničný slad pět humnových a jedna pneumatická sladovna (Musilová a Psota, 2019). Odhaduje se, že výroba pšeničného sladu byla v roce 2018 na úrovni 3300 tun. V témže roce bylo dovezeno 50 tun a vyvezeno 1990 tun pšeničného sladu (tab. 7).

Tab. 7 Vývoz a dovoz pšeničného sladu v letech 2009-2018 (v tunách)

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Vývoz	40	90	30	160	200	1090	1840	2540	1660	1990
Dovoz	410	770	390	70	560	100	90	80	50	50
Zdroj: Celní správa České republiky (Psota et al., 2019)										

Z tabulky je zřejmé, že roste zájem o český pšeničný slad v zahraničí a pravděpodobně se daří českým sladovnám uspokojovat zájem o pšeničný slad v tuzemsku, protože jeho dovoz má klesající tendenci. Cena pšeničného sladu v malém balení udávaná na internetu se pohybuje kolem 25 Kč/kg. Lze předpokládat, že ve velkém balení bude cena pšeničného sladu nižší. Podle Celní správy se cena dováženého pšeničného sladu pohybovala v rozpětí 22 – 59 Kč/kg a cena vyváženého pšeničného sladu v rozpětí 9 – 18 Kč/kg.

Výroba pšeničného piva zažívá v České republice svoji renesanci. Pšeničné pivo vyrábí více než 150 převážně řemeslných pivovarů na více než 110 místech České republiky (Frantík, 2018, příloha 4).

Jedinou cestou jak zabezpečit kvalitní pšeničný slad je sledování sladovnické kvality u odrůd pšenice pokud možno již v rámci registračního řízení. Popsaný postup umožňuje nalézt odrůdy pšenice, které požadavky na sladovnickou kvalitu splňují. Na širokém sortimentu 38 odrůd jarní a ozimé pšenice bylo ověřeno, že zvolený metodický postup umožňuje odrůdy pšenice se sladovnickou kvalitou nalézt.

VI Seznam použité související literatury

Allaby, R. G., Banerjee, M., Brown, T. A., 1999: Evolution of the high molecular weight glutenin loci of the A, B, D, and G genomes of wheat. *Genome* 42 (2): 296–307. <https://doi.org/10.1139/g98-114>

Back, W., 2005: *Ausgewählte Kapitel der Brauereitechnologie*. Fachverlag Hans Carl, Nurnberg. ISBN 3-418-00802-X.

Blatter, R. H. E., Jacomet, S., Schlumbaum, A., 2004: About the origin of European spelt (*Triticum spelta* L.): allelic differentiation of the HMW Glutenin Bl-1 and Al-2 subunit genes. *Theor. Appl. Genet.*, 108 (2): 360–367. <https://doi.org/10.1007/s00122-003-1441-7>

Briggs, D. E., 1998: *Malts and malting*. London, Blackie Academic, and Professional. ISBN 0412298007

Cox, T. S., 1997: Deepening the wheat gene pool. *Journal of Crop Production* 1 (1): 1–25. https://doi.org/10.1300/J144v01n01_01

ČNI, 2001: ČSN 46 1100-2 (461100) Obiloviny potravinářské - Část 2: Pšenice potravinářská. Praha, Český normalizační institut.

ČNI, 1994: ČSN 46 1200-2 (461200) Obilí krmné. Část 2: Pšenice krmná. Praha, Český normalizační institut, Praha.

Dvorak, J., Luo, M. C., Yang, Z. L., Zhang, H. B., 1998: The structure of the *Aegilops tauschii* gene pool and the evolution of hexaploid wheat. *Theoretical and Applied Genetics*, 97(4): 657-670. <http://dx.doi.org/10.1007/s001220050942>

Dubcovsky, J., Dvorak, J., 2007: Genome plasticity a key factor in the success of polyploidy wheat under domestication. *Science* 316(5833): 1862 -1866. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1143986>

Dunn, G., 1974: A model for starch break down in higher plants, *Phytochemistry* 13(8): 1341-1346. [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(74\)80289-X](https://doi.org/10.1016/0031-9422(74)80289-X)

Eckardt, N. A., 2001: A sense of self: The role of DNA sequence elimination in allopolyploidization. *Plant Cell* 13 (8): 1699-1704. DOI: <https://doi.org/10.1105/tpc.13.8.1699>

Faltermaier, A., Waters, D., Becker, T., Arendt, E., Gastl, M., 2013: Protein modifications and metabolic changes taking place during the malting of common wheat (*Triticum aestivum* L.), *J. Am. Soc. Brew. Chem.*, 71(3): 153-160. <https://doi.org/10.1094/ASBCJ-2013-0613-01>

Faltermaier, A., Waters, D., Becker, T., Arendt, E., Gastl, M., 2014: Common wheat (*Triticum aestivum* L.) and its use as a brewing cereal – a review. *J. Inst. Brew.* 120(1): 1–15. <https://doi.org/10.1002/jib.107>

- Feldman, M., 2001: Origin of Cultivated Wheat. In: A. P. Bonjean, W. J. Angus, Ed.: The World Wheat Book: A History of wheat breeding, intercept Ltd., London, 2001. ISBN-10: 1898298726
- Feldman, M., Lupton, F. G. H., Miller, T. E., 1995: Wheat. In Smartt, J., Simmonds, N. W. (eds.): Evolution of crop plants, 2nd, New York, Longman Scientific and Technical. ISBN: 978-0-582-08643-2
- Feldman, M., Sears, E. R., 1981: The wild gene resources of wheat. *Sci. Am.* 244 (1): 98–109. DOI: 10.1038/scientificamerican0181-102
- Feuillet, C, Langridge, P., Waugh, R., 2008: Cereal breeding takes a walk on the wild side. *Trends In Genetics* 24 (1): 24 – 32. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tig.2007.11.001>
- Frantík, F. (ed.), 2018: Pivovarský kalendář 2019. Praha, VÚPS. ISBN 978-80-86576-80-0
- Grundas, S. T., 2003: Wheat. *Encyclopedia of Food Science and Nutrition*, Vol.10, Academic Press, Oxford, 6130-6146. ISBN-10: 9780122270550
- Heun, M., Schäfer-Pregl, R., Klawan, D., Castagna, R., Accerbi, M., Borghi, B., Slamini, F., 1997: Site of Einkorn wheat domestication identified by DNA fingerprinting. *Science* 278 (5341): 1312 – 1314. doi: 10.1126/science.278.5341.1312
- Horáková, V., Dvořáčková, O., 2019: Seznam doporučených odrůd 2019 Pšenice ozimá, pšenice jarní, ječmen jarní, ječmen ozimý, tritikale ozimé, oves setý. Brno, ÚKZÚZ NOÚ. ISBN 978-80-7401-175-7
- Chantret, N., Salse, J., Sabot, F., Rahman, S., Bellec, A., Laubin, B., Dubois, I., Dossat, C., Sourdille, P., Joudrier, P., Gautier, M. F., Cattolico, L., Beckert, M., Aubourg, S., Weissenbach, J., Caboche, M., Bernard, M., Leroy, P., Chalhoub, B., 2005: Molecular basis of evolutionary events that shaped the hardness locus in diploid and polyploid wheat species (*Triticum* and *Aegilops*). *Plant Cell* 17 (4): 1033 – 1045. doi: 10.1105/tpc.104.029181
- IWGSC, 2014: A chromosome-based draft sequence of the hexaploid bread wheat (*Triticum aestivum*) genome. *Science*. 345(6194):1251788 1-11. doi: 10.1126/science.1251788
- Keller, B., Feuillet, C., Yahiaoui, N., 2005: Map-based isolation of disease resistance genes from bread wheat: cloning in a supersize genome. *Genetics Research Cambridge* 85 (2): 93 – 100. doi:10.1017/S0016672305007391
- Jin, Y., Du, J., Zhang, K., Xie, L., Li, P., 2012: Relationship between Kolbach index and other quality parameters of wheat malt. *J. Inst. Brew.* 118(1): 57-62. <https://doi.org/10.1002/jib.15>
- Lin, C. S., Binns, M. R., 1988: A superiority measure of cultivar performance for cultivar × location data. *Can. J. Plant Sci.* 68(1): 193-198. <https://doi.org/10.4141/cjps88-018>

Musilová, M., Psota, V., 2019: Adresář. In: Psota, V. (ed.) Ječmenářská ročenka 2019. Praha, VÚPS. ISBN 978-80-86576-86-2

Musilová, M., Trojan, V., Vyhnánek, T., Havel, L., 2010: The RNA isolation from genetic resources of coloured grain wheat. In: Škarpa, P. (ed.) Mendel Net proceedings of international Ph.D. students conference 2010, November 24th. Brno Mendel University. ISBN 978-80-7375-453-2

Nalam, V. J., Vales, M. I., Watson, C. J. W., Kianian, S. F., Riera-Lizarazu, O., 2006: Map-based analysis of genes affecting the brittle rachis character in tetraploid wheat (*Triticum turgidum* L.). Theoretical and Applied Genetics 112(2), 373–381. <https://doi.org/10.1007/s00122-005-0140-y>

Narziß, L., 1976: Die Bierbrauerei: Band 1: Die Technologie der Malzbereitung. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart. ISBN 13: 9783432849966

Narziß, L., Back, W., 2012: Die Bierbrauerei: Band 2, Technologie der Würzebereitung, 8 ed., Wiley-VHC, Weinheim. ISBN: 978-3-527-32532-0

Narziß, L., Back, W., Gastl, M., Zarnkow, M., 2017: Abriss der Bierbrauerei. Wiley-VCH, Weinheim. ISBN: 978-3-527-34036-1

O'Connor-Cox, E. S. C., Ingledew, W. M., 1989: Wort nitrogenous sources - Their use by brewing yeasts: A review. J. Am. Soc. Brew. Chem. 47(4): 102-108. <https://doi.org/10.1094/ASBCJ-47-0102>

Palmer, G. H., Etokakpan, O. U., Igyor, M. A., 1989: Sorghum as brewing material. MIRCEN Journal of Applied Microbiology and Biotechnology, 5(3), 265 - 275. <https://doi.org/10.1007/BF01741756>

Peng, J. H., Sun, D., Nevo, E., 2011: Domestication evolution, genetics and genomics in wheat. Mol Breeding. 28 (3): 281- 302. <https://doi.org/10.1007/s11032-011-9608-4>

Petersen, G., Seberg, O., Yde, M., Berthelsen, K., 2006: Phylogenetic relationships of *Triticum* and *Aegilops* and evidence for the origin of the A, B, and D genomes of common wheat (*Triticum aestivum*). Molecular Phylogenetics and Evolution 39 (1): 70–82. DOI: 10.1016/j.ympev.2006.01.023

Piendl, A., 1975: Einfluß von mälzereitechnologischen Maßnahmen auf die konventionellen Eigenschaften und die Kohlenhydrate des Weizenmalzes. Brauwissenschaft 28 (6): 177-182.

Poltoretskyi, S., Hospodarenko, H., Liubych, V., Poltoretska, N., Demydas, H., 2018: Toward the theory of origin and distribution history of *Triticum spelta* L. Ukrainian Journal of Ecology, 8(2), 263-268. doi:10.15421/2018_336

Pugh, T. A., Maurer, J. M., and Pringle, A. T., 1997: The impact of wort nitrogen limitation on yeast fermentation performance and diacetyl, Tech. Q. Master Brew. Assoc. Am. 34(3): 185–189.

Psota, V., Dvořáčková, O., Nečas, M., Musilová, M., 2016: Ječmen a slad. In: Psota, V. (ed.) Ječmenářská ročenka 2016. Praha, VÚPS. ISBN 978-80-86576-72-5

Psota, V., Dvořáčková, O., Nečas, M., Musilová, M., 2019: Ječmen a slad. In: Psota, V. (ed.) Ječmenářská ročenka 2019. Praha, VÚPS. ISBN 978-80-86576-86-2

Psota, V., Kosař, K., 2002: Malting quality index. *Kvasny Prum.* 2002; 48(6): 142-148. <https://doi.org/10.18832/kp2002011>

Psota, V., Musilová, M., Sachambula, L., Horáková, V., Přinosil, A., Šmíd, F., Adámková, K., Adam, M., 2018: Malting quality of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Kvasny Prum.* 64 (6): 302–313. <https://doi.org/10.18832/kp201832>

Sadosky, P., Schwarz, P. B., Horsley, R. D., 2002: Effect of arabinoxylans, beta-glucans, and dextrans on the viscosity and membrane filterability of a beer model solution. *J Am Soc Brew Chem.* 2002; 60(4):153-162. <https://doi.org/10.1094/ASBCJ-60-0153>

Sachambula, L., Psota, V., Musilová, M., Horáková, V., Přinosil, A., Šmíd, F., Adámková, K., Adam, M., 2017: Malting quality of spring wheat varieties. *Kvasny Prum.* 63(6): 314–322. <https://doi.org/10.18832/kp201731>

Sacher, B., Narziß, L., 1992: Rechnerische Auswertungen von Kleinmälzungsversuchen mit Winterweizen unter besonderer Berücksichtigung der Ernte 1991 *Monatsschrift für Brauwissenschaft* 45 (12): 404-412.

Simons, K. J., Fellers, J. P., Trick, H. N., Zhang, Z., Tai, Y.-S., Gill, B. S., Faris, J. D., 2006: Molecular characterization of the major wheat domestication gene Q. *Genetics* 172(1), 547–555. <https://doi.org/10.1534/genetics.105.044727>

Singh, T., Maninder, K., Bains, G. S., 1983: Malting of *Triticum dicoccum* (Khapli) wheat: response to gibberellic acid and use in baking. *J. Food Sci.* 48(4): 1135-1138. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1983.tb09176.x>

Singh, T., Sosulski, F. W., 1985: Malting of hullless barley cultivars and Glenlea (*T. aestivum*) utility wheat. *J. Food Sci.* 50(2): 342-346. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1985.tb13397.x>

Slavin, J. L., Jacobs, D., Marquart, L., 2000: Grain Processing and Nutrition, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 40 (4): 309-326, DOI: 10.1080/10408690091189176

Snape, J., Pankova, K., 2006: *Triticum aestivum* (wheat). In: Marquart, L., Jacobs, D. R. Jr., McIntosh, G. H., Poutanen, K., Reicks, M.: *Encyclopedia of life sciences*. John Wiley & Sons Ltd <https://doi.org/10.1002/9780470015902.a0003691>

Titze, J., Faltermaier, A., Schnitzenbaumer, B., Gastl, M., Becker, T., Ilberg, V., Arendt, E. K., 2013: Theoretical study on a statistical method for the simple and reliable pre-selection of wheat malt types for brewing purposes based on generally accepted quality characteristics, *J. Am. Soc. Brew. Chem.*, 71(2): 67–75. <https://doi.org/10.1094/ASBCJ-2013-0407-01>

ÚKZÚZ, 2019: Seznam odrůd zapsaných ve Státní odrůdové knize ke dni 15. června 2019. Brno, Věstník Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského. 18 (3): 16-18.

VII Seznam publikací, které předcházejí metodice

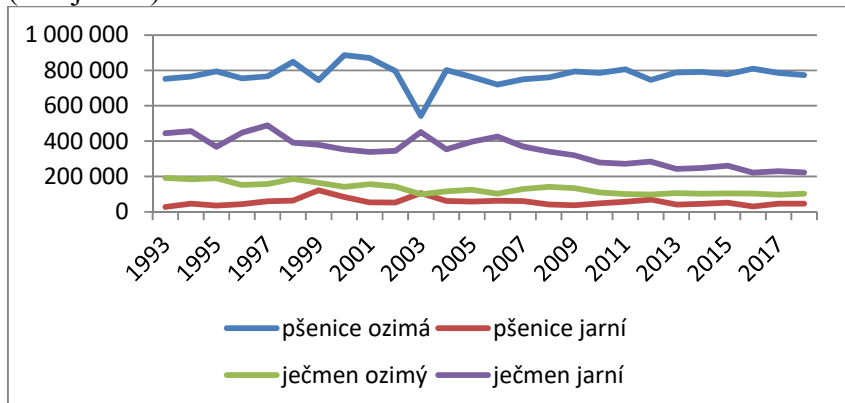
Psota, V., Musilová, M., Sachambula, L., Horáková, V., Přinosil, A., Šmíd, F., Adámková, K., Adam, M., 2018: Malting quality of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Kvasny Prum.* 64 (6): 302–313. <https://doi.org/10.18832/kp201832>

Sachambula, L., Psota, V., Musilová, M., Horáková, V., Přinosil, A., Šmíd, F., Adámková, K., Adam, M., 2017: Malting quality of spring wheat varieties. *Kvasny Prum.* 63(6): 314–322. <https://doi.org/10.18832/kp201731>

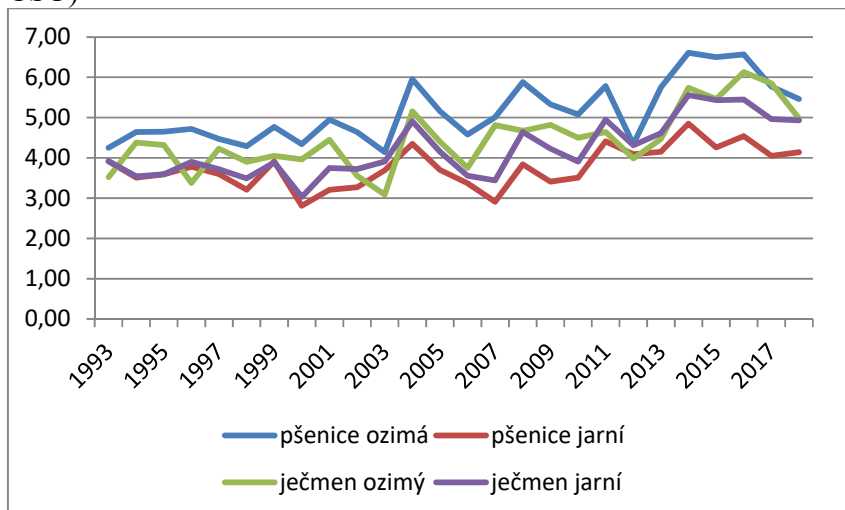
Psota, V., Musilová, M., 2019: The system for the evaluation of malting quality of wheat varieties. *Kvasny Prum.* in press.

VIII Přílohy

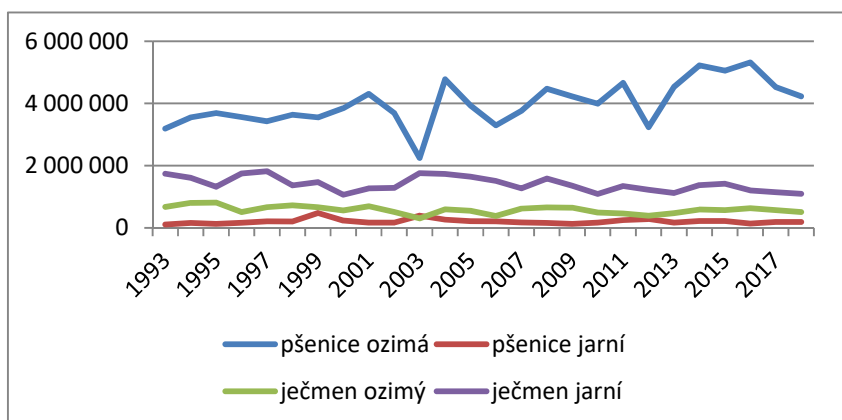
Příloha č. 1 Sklizňové plochy (ha) jarní a ozimé pšenice (*Triticum aestivum*) v letech 1993-2018 (zdroj ČSÚ)



Příloha č. 2 Výnos (t/ha) jarní a ozimé pšenice (*Triticum aestivum*) v letech 1993-2018 (zdroj ČSÚ)



Příloha č. 3 Produkce (t) jarní a ozimé pšenice (*Triticum aestivum*) v letech 1993-2018 (zdroj ČSÚ)



Příloha 4 Výrobci pšeničného piva (Frantík, 2018)

Místo výroby	Společnost	
Albrechtice	Albrechtický pivovar	
Bohdalice-Pavlovice	Pivovar Mammer	(*)
Brno	Domácí pivovar a restaurace Magistr	(*)
Brno	Líšeňský pivovar spol. s r.o.	
Brno	Pegas - hotel, pivovar, pivnice, s.r.o.	
Brno	Pivovar Richard	
Broumy	Pivovar Matuška s.r.o.	
Březnice	Pivovar Herold Březnice, a.s.	
Ctiněves	Podřípský rodinný minipivovar	
Černá Hora	Pivovar Černá Hora a.s.	
Česká Třebová	Pivovar a restaurace Faltus	
Český Rudolec	Zámecký pivovar Česká Rudolec	
Děčín	Nomád - Pivovar v podzámčí Děčín	
Dobruška	Staročeský pivovárek, s.r.o.	
Dolní Břežany	Olivův pivovar s.r.o.	
Držovice u Prostějova	Pivovar "U Císařské cesty"	
Dvůr Králové	Safari pivovar	
Frydlant	Zámecký pivovar Frydlant Albrecht	
Horka nad Moravou	Pivovar Melichárek	(*)
Horní Dubenky	Pivovar Kozlíček	
Horní Lomná	Hotelový minipivovar ve Wellness hotelu Pod Kyčmolem	
Horšovský Týn	Minipivovar Hotel Gurmán	
Hradec Králové	Hradecký Klenot	
Hradec Králové	Rodinný pivovar 713	
Chlumeck nad Cidlinou	Rodinný pivovar U Vacků	
Chomoutov	První občanský pivovar v Chomutově, a.s.	
Chudonice	Minipivovar a restaurace Stará škola	
Chyšce	Zámecký pivovar	(*)
Jablonek nad Orlicí	Hotel - Pivovar - Restaurace U Černého medvěda	
Poznámka: (*) údaje v Pivovarském kalendáři 2019 neaktualizované		

Příloha 4 (pokračování) Výrobci pšeničného piva (Frantík, 2018)

Místo výroby	Společnost	
Jihlava	Hospodský pivovar U sudu	(*)
Jihlava	Jihlavský radniční právovárečný pivovar a.s.	
Kácov	Pivovar Hubertus, a.s.	
Kamenný Újezd	Rodinný minipivovar Loužek	
Karlovy Vary	Pivovar Karel IV.	
Kladno	Pivovar Starokladno	
Klatovy	Měšťanský pivovar v Klatovech	(*)
Kolín-Polepy	Pivovar Svatý Ján	
Kounice	Kounický pivovar s.r.o.	
Kraslice	Rodinný pivovar Krušnohor	
Kroměříž	1. selský pivovárek, s.r.o.	
Kroměříž	Pivovar, restaurace Černý Orel (*)	
Krušovice	Heineken Česká republika, a.s.	
Kunčice pod Ondřejníkem	Kunčický pivovar	(*)
Kyšice	Pivovar Pod lípou s.r.o.	
Letiny	Akciový pivovar Letiny a.s.	
Lipník nad Bečvou	První soukromý pivovar společenský s.r.o.	
Litoměřice	Biskupský dvůr U sv. Štěpána	
Litoměřice	Litoměřický pivovárek Koliba s.r.o.	
Litovel	Pivovar Litovel a.s.	
Lobeč	Pivovar Lobeč s.r.o.	
Mělnické Vtelno	Rodinný pivovar Neumann	(*)
Mikulov	Pivovar Mamut	
Moravská Nová Ves	Minipivovar Na Vyhlídce	(*)
Náchod	PRIMÁTOR a.s.	
Neratovice-Mlékojedy	Pivovar Kaberna	
Obořiště	Minipivovar Energon	(*)
Olomouc	Chomout s.r.o.	
Olomouc	Riegrovka - minipivovar s restaurací	(*)
Poznámka: (*) údaje v Pivovarském kalendáři 2019 neaktualizované		

Příloha 4 (pokračování) Výrobci pšeničného piva (Frantík, 2018)

Místo výroby	Společnost	
Olomouc	Riegrovka - minipivovar s restaurací	(*)
Olomouc	Svatováclavský pivovar Originál	
Olomouc-Svatý Kopeček	Svatokopecký pivovar	
Osek nad Bečvou	Pivovar Helf	
Ostrava	Pivovarský dům Ostrava	
Ostrava-Martinov	Minipivovar Garage	(*)
Ostrava-Zábřeh	Zámecký minipivovar Zábřeh	
Pacov	Rodinný minipivovar Pacov	
Padochov	Pivovar Padochov s.r.o.	
Pardubice	Minipivovar Bahno	
Písek	Písecký hradební pivovar	
Plasy	Knížecí pivovar Plasy	
Plzeň	Lukr CZ a.s.	(*)
Plzeň	Pivovar Plzeňský bandita	
Plzeň - Radobyčice	Rodinný minipivovar Radobyčice	(*)
Plzeň - Roudná	1. Roudenský pivovar Roudná sobě	
Podlesí	Pivovar Podlesí	
Popelín	Pivovar Popelín s.r.o.	(*)
Potštejn	Řemeslný pivovar Potštejn	
Praha	Pivovary Staropramen s.r.o.	
Praha 1	O.G., spol. s r.o.	
Praha 1	Pivovar a restaurace U tří růží	(*)
Praha 1	Pivovar a restaurace Vojanův dvůr	(*)
Praha 10	Vinohradský pivovar s.r.o.	
Praha 10 - Uhřetěves	Pivovar Uhřetěves	
Praha 2	Pivo Praha, spol. s r.o.	
Praha 4	Jihočeský pivovar, s.r.o.	
Praha 4	Pivovar Kunratice s.r.o.	
Praha 4	Sousedský pivovar Bašta	
Poznámka: (*) údaje v Pivovarském kalendáři 2019 neaktualizované		

Příloha 4 (pokračování) Výrobci pšeničného piva (Frantík, 2018)

Místo výroby	Společnost	
Praha 4 - Braník	Pivovar Moucha	
Praha 4 - Kunratice	Spojovna restaurace & pivovar	
Praha 5	Pivovar Kail	
Praha 5	Restaurace s pivovarem Na Lochkově	(*)
Praha 5	Třebonický rukodělný pivovárek	
Praha 6	Břevnovský klášterní pivovar svatého Vojtěcha a.s.	
Praha 7	Pivovar a Restaurace Marina Holešovice	(*)
Praha 8	Pivovar u Bulovky (P.U.B)	
Praha 8 - Kobylisy	Pivovar Ládví Cobolis	
Praha 9	Akcionářský pivovar Nad Kolčavkou a.s.	(*)
Praha 9	Minipivovar Beznoska Prosek	(*)
Praha 9	Počernický pivovar	
Prachatice	Pivovar Prachatice	
Prostějov	Koliba & Pivovar U Tří Králů	(*)
Prostějov	První hanácké domácí pivovar "U Krále Ječmínka"	
Přerov	Minipivovar Parník	(*)
Přeštice	Městský pivovar a restaurace U Přeška	(*)
Příšov	Restaurace & minipivovar Příšov	(*)
Ratíškovice	Pivovar Na Mlýně	
Rokycany	Minipivovar a pivnice U Stočesů	
Rožnov pod Radhoštěm	Rožnovský pivovar	
Sedlčany	Sedlčanský pivovar Krčín	(*)
Sedlec-Prčice	Pivovar a památník Vítek z Prčice	
Sentice	Pivo Kvasar s.r.o.	
Slaný	Antošova krčma s pivovarem	
Slaný	Pivovar Antoš	
Slavkov u Brna	Slavkovský pivovar s.r.o.	
Sokolnice	Panský pivovar Sokolnice	
Sokolov	Pivovar PERMON s.r.o.	
Poznámka: (*) údaje v Pivovarském kalendáři 2019 neaktualizované		

Příloha 4 (pokračování) Výrobci pšeničného piva (Frantík, 2018)

Místo výroby	Společnost	
Střížovice	Pivovar Mlýn	
Sušice	pivovar U Švelchů	
Svachova Lhotka	Hostinský pivovar Glokner	
Svijany	Pivovar Svijany, a.s.	
Svitavy	Svitavský pivovár Na Kopečku	
Šardice	Slovácký pivovar, s.r.o.	(*)
Šťáhlavy	Pivovar Radouš Šťáhlavy	
Štířín	Štířínský pivovar	
Telč	Pivovar Trojan Telč	
Teplice	Pivovar - restaurace - kavárna - hotel Monopol	
Tišnov	Minipivovar Grádo	(*)
Tišnov	Pivovar Tišnov	
Topolany	Pivovar Lišák Topolany	(*)
Třebíč	Podklášterní pivovar Třebíč	
Unhošť	Dědkův mlýn	
Ústí nad Labem	Pivovar Na Rychtě, s.r.o.	
Valašské Meziříčí	Krásenský pivovar	(*)
Valtice	Pivovar a restaurace Feldberg	(*)
Varndorf	Pivovar Kocour Varndorf	
Velká nad Veličkou	Velický Bombardák	(*)
Velké Karlovice	Karlovský minipivovar Pod pralesem	
Velké Losiny	Pivovar Zlosin	
Velké Meziříčí	Jelínkova vila hotel - pivovar Velké Meziříčí	
Velký Rybník	Domácí pivovár Velký Rybník	
Vimperk	Šumavský pivovar s pivnicí	
Vojkovice	Pivovar Koníček s.r.o.	
Vrchlabí	Hotel Pivovarská bašta	
Vrchlabí	Rodinný pivovar Hendrych	
Vsetín	Rodinný minipivovar a penzion Valášek	
Poznámka: (*) údaje v Pivovarském kalendáři 2019 neaktualizované		

Příloha 4 (pokračování) Výrobci pšeničného piva (Frantík, 2018)

Místo výroby	Společnost	
Vysoké Mýto	Pivovar Mejto	
Vysoký Chlumeč	Pivovar Vysoký Chlumeč, a.s.	
Zábřeh	Pivovar Welzl	
Zašová	Pivovar Zašová	
Znojmo	Znojemský městský pivovar a.s.	
Zvíkovské Podhradí	Pivovarský dvůr Zvíkov s.r.o.	
Žďár nad Sázavou	Pivovar Revolta	(*)
Želiv	Klášteř Želiv s.r.o.	
Žumberk	Pivovar Žumberk	(*)
Poznámka: (*) údaje v Pivovarském kalendáři 2019 neaktualizované		

DEDIKACE:

Metodika vznikla v rámci řešení projektu TAČR TE02000177, “Centrum pro inovativní využití a posílení konkurenceschopnosti českých pivovarských surovin a výrobků“.

OPONENTI METODIKY:

Oponentní posudky oponentů z oboru zpracovali:

Ing. Fučíková Eva - Limagrain Central Europe Cereals, s.r.o., Šlechtitelská stanice Plant Select, Hrubčice

Filípek František - Sladovny Soufflet ČR, a.s., Sladovna Prostějov

Oponentní posudek pracovníka příslušného odborného orgánu státní správy zpracovala:

Ing. Horáková Vladimíra - Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Národní odrůdový úřad Brno

PODÍL PRÁCE AUTORŮ METODIKY:

Ing. Psota Vratislav, CSc. 80 %

Ing. Musilová Markéta 20 %

UŽIVATEL METODIKY:

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Národní odrůdový úřad

Metodika: Systém hodnocení odrůd pšenice pro pivovarské účely**Autoři: Psota Vratislav, Musilová Markéta**

Vydal: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s., jako svou . publikaci

Redakce: Kvasný průmysl, Lípová 511/15, 120 00 Praha 2

Tel. 224 915 530, fax 224 920 618

e-mail kvas@beerresearch.cz

www.beerresearch.cz, www.kvasnyprumysl.cz

Odpovědný redaktor: Ing. Iva Adlerová

Tisk:

Náklad: 50 výtisků

ISBN 978-80-86576-90-5

© Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s., 2020