

OBILNÁŘSKÉ LISTY 2/2024

Odborný časopis
pro zemědělskou veřejnost

XXXII. ročník

P.P.
981317-0109/2007
767 01 Kroměříž 1



Vegetace je stále oproti poměrům ve výrazném předstihu

Obsah č. 2/2024:

- Váňová, M., Jirsa, O., Hledík, P.:** Srovnání výnosů ozimé pšenice s jarním ječmenem podle vybraných statistických veličin – rozptyl a směrodatná odchylka (s. 35–39)
- Matušinský P., Bleša D., Čapková, M., Hambálková, M., Tvarůžek, L.:** Hodnocení reakce hlavních houbových patogenů obilovin na vybrané fungicidní účinné látky (s. 39–42)
- Polišenská, I., Jirsa, O.:** Kvalita pekárenské pšenice v ČR ze sklizně 2023 v desetiletém srovnání (s. 43–46)
- Podloucká P., Polišenská, I., Jirsa, O., Vaculová, K.:** Vliv tepelné úpravy ječmene na obsah β -glukanů a polyfenolických látek (s. 46–51)
- Zavřelová, M.:** Významné výročí pro genovou banku v Kroměříži – 30 let Národního programu rostlin (s. 51–52)
- Polišenská I., Tvarůžek L., Jirsa O.:** Kvalita odrůd ozimé pšenice v polním pokusu v Kroměříži v roce 2023 (s. 53–62)
- Vlašný, P.:** Doctor – lékař pro vaše obilniny (s. 63–64)

Redakční rada:

Dr. Ing. Ludvík Tvarůžek, vedoucí redaktor,
Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o.

Mgr. Věra Kroftová,
Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o.

RNDr. Ivana Polišenská, Ph.D.,
Agrotest fyto, s.r.o.

Doc. Ing. Ivana Šafránková, Ph.D.,
Mendelova univerzita v Brně

Ing. Kateřina Vaculová, CSc.,
Agrotest fyto, s.r.o.

OBILNÁŘSKÉ LISTY – vydává:

Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o.,
Společnost zapsána v obchodním rejstříku
vedeném Krajským soudem v Brně, oddíl C, vložka 6094,

Vedoucí redaktor:

Dr. Ing. Ludvík Tvarůžek

Adresa:

Havlíčková ulice 2787,

PSČ 767 01 Kroměříž,

tel.: 573 317 141, –138, fax: 573 339 725,

e-mail: vukrom@vukrom.cz

náklad 5 000 výtisků,

grafická příprava: F.R.Z. agency s.r.o., Brno

tisk: NOVATISK, a.s., Blansko

MK ČR E 12099

ISSN 1212-138X

eISSN 1213-3981

Instrukce pro autory odborných článků předaných ke zveřejnění v časopise Obilnářské listy

Ke zveřejnění jsou přijímány původní vědecké a odborné práce, které nebyly publikovány v jiných periodikách. V recenzním řízení se odborní oponenti vyjádří, zda text odpovídá požadavkům na zveřejnění popřípadě zpracují připomínky, podle kterých by měl být rukopis před zveřejněním upraven.

Text musí být členěn do následujících částí:

- **Název práce** – musí výstižně informovat o zaměření práce.
- **Jméno/a autora/ů** – bez titulů a vědeckých hodností.
- **Souhrn (abstrakt)** v českém i anglickém jazyce – stručný text, který informuje o cílech, metodách a dosažených výsledcích práce.
- **Klíčová slova** – výrazy (jedno- i víceslovné) výstižně charakterizující obsah práce.
- **Úvod** – stručně vysvětluje, proč byla práce prováděna, a jaký má studovaná problematika význam. Citovanými publikacemi lze doložit stav současných poznatků, z nichž autoři vycházejí.
- **Materiál a metody** – jasně formulované a přesně popsané veškeré kroky, které vedly k provedení a dokončení práce včetně způsobu zpracování a vyhodnocení výsledků. Obsahuje také popis použitých metod, případně citace zdrojů, ve kterých je použitá metoda nebo metodika popsána. Je nutno dodržovat mezinárodně platné odborné termíny, vědecké názvy organismů, soustavy jednotek, a jejich platné české ekvivalenty.
- **Výsledky a diskuze** – analytické zhodnocení, čeho bylo při experimentech dosaženo. Výsledky musí být zpracovány přehledně a pokud možno vyjádřeny graficky nebo v tabulkách. Nelze zde uvádět výsledky získané postupem, který není popsán nebo citován v metodice.
- **Závěr** – stručně shrnuje nejdůležitější výsledky a poznatky.
- **Poděkování a dedikace** – poděkování za technickou spolupráci, poskytnutí dat apod., dedikace k řešenému projektu/projektům. Číslo projektů a názvy poskytovatelů je nutno psát ve tvaru, v jakém jsou zapsány v informačním systému VaV na stránkách <http://www.vyzkum.cz>.
- **Kontaktní adresa autora/ů** – Jméno autora (včetně e-mailové adresy), u kterého je možné získat další informace k tématu zveřejněného příspěvku.

(Inzerce v časopisu nepodléhá recenznímu řízení a vyjadřuje názory jejího zadavatele)

Srovnání výnosů ozimé pšenice s jarním ječmenem podle vybraných statistických veličin – rozptyl a směrodatná odchylka

(Comparison of winter wheat with spring barley according to statistical parameters – variance and standard deviation)

Váňová Marie, Jirsa Ondřej, Agrotest fyto, s.r.o., Kroměříž
Hledík Pavel, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha 6-Ruzyně
Stanice Ivanovice na Hané

Souhrn: Byla zpracována výnosová data, srážky a teploty z víceletých pokusů s ozimou pšenicí a jarním ječmenem na stejné lokalitě po různých předplodinách a způsobech zpracování půdy. Pro posouzení jejich odlišnosti jsme vybrali neutrální statistické veličiny, kterými jsou směrodatná odchylka (SDO) a hodnota rozptylu (R). Na první pohled je to složité řešení, ale nabízí možnost objektivního pohledu.

Sledované období lze charakterizovat jako teplotně nadnormální se srážkami velmi nevyrovnanými, které se od celkového průměru lišily u ozimé pšenice i u jarního ječmene více než dvojnásobně ($2,05 \times$ u ozimé pšenice a $2,14 \times$ u jarního ječmene).

Variabilita výnosu dle hodnot směrodatné odchylky byla u ozimé pšenice statisticky průkazně vyšší ve srovnání s průměrnými hodnotami směrodatné odchylky u jarního ječmene, což ukazuje na menší vliv ročníku na výnos zrna ve sledovaném období (při skutečnosti nižšího výnosu) u jarního ječmene ve srovnání s ozimou pšenicí.

Hodnoty SDO velmi napomohly dobře rozlišit míru variability mezi oběma plodinami v rámci osmi let (s rozdílným počasím) i mezi vlivem jednotlivých předplodin a také při různém způsobu zpracování půdy.

Jarní ječmen při tomto způsobu hodnocení prokázal schopnost menší náchylnosti k velkým výkyvům ve výnosu zrna při výnosu o 10 % nižším než ozimá pšenice, u které byly výkyvy mezi sledovanými roky i předplodinami vyšší. Výkonnost ozimé pšenice byla více ohrožena variabilitou počasí, než jarní ječmen.

Klíčová slova: ozimá pšenice, jarní ječmen, počasí, statistické veličiny, směrodatná odchylka, rozptyl

Abstract: Yield, precipitation and temperature data from multi-year trials with winter wheat and spring barley at the same location after different pre-crops and tillage methods were processed.

To assess their difference, we selected neutral statistical quantities, which are the standard deviation (SDO) and the variance value (R). At first glance, it is a difficult solution, but it offers the possibility of an objective view.

The monitored period can be characterized as above-normal in temperature with very uneven precipitation, which differed from the overall average for winter wheat and spring barley more than twice ($2.05 \times$ for winter wheat and $2.14 \times$ for spring barley).

The variability of the yield according to the values of the standard deviation was statistically significantly higher for winter wheat compared to the average values of the standard deviation for spring barley, which indicates a smaller influence of the year on the yield of grain in the monitored period (in fact a lower yield) for spring barley compared to winter wheat.

The SDO values were very helpful in distinguishing the degree of variability between the two crops within eight years (with different weather) and between the influence of individual pre-crops and also with different tillage methods.

In this evaluation method, spring barley demonstrated the ability to be less prone to large fluctuations in grain yield with a yield 10% lower than winter wheat. The performance of winter wheat was more threatened by weather variability than spring barley

Key Words: winter wheat, spring barley, weather, statistical quantities, standard deviation, variance

Úvod

Jarní ječmen, tradiční česká obilnina, zaznamenala v roce 2023 výrazný pokles plochy pěstování a také výnos i kvalita byly v průměru nižší ve srovnání s předcházejícími léty.

Oproti roku 1990 poklesla plocha pěstování v roce 2023 o 42,5 % a výnos byl jen 4,95 t/ha (Božko 2023).

Pokud porovnáme celkovou sklizeň z roku 1990 se skutečností posledních let, vidíme nezadržitelnou tendenci poklesu, kde je příčinou nejen snížení plochy pěstování, ale i pokles výnosu zrna. V letech 2014 a 2015 dosáhly výnosy jarního ječmene v ČR velmi dobrých hodnot (5,56 a 5,59 t/ha) a byl tak překonán výnos z roku 1990, kdy bylo dosaženo výnosu 5,44 t/ha. Ale v té době už poklesla plocha jeho pěstování o téměř 22 % (rok 1990 – 334,1 tis. ha, rok 2015 – 261,4 tis. ha).

Jak interpretovat tato tristní data? Vždyť jarní ječmen byl téměř vždy považován za plodinu, která byla stálíci osevních sledů, byl předmětem zájmu šlechtitelů, výzkumu i důležitou obchodní komoditou.

Zdá se, že některé plodiny, na něž klademe vysoké nároky ohledně výnosu i kvality, budou obtížně udržitelné v bývalém

rozsahu pěstování i proto, že klimatické změny jsou považovány za hůře předvídatelné a počasí je lokálně velmi vrtkavé. A tak se zdá, že jarní ječmen je méně perspektivní plodinou, i když je celosvětově významnou obilninou. Má však mnoho nepříliš zjevných předností, které jistě budou využity při tvorbě jeho budoucího biologického modelu (Dawson et al. 2015). V něm bude hodnocena nejen výška výnosu, ale i jeho stabilita a ekonomická nenáročnost v rámci technologie pěstování.

Porovnávat ozimou pšenice s jarním ječmenem je obtížné, ale lákavé, protože obě obilniny jsou hlavními plodinami našich osevních sledů. Ozimá pšenice zaujímá, co se týče pěstování,

přibližně 4 x větší plochu než jarní ječmen a její význam jako potraviny je mnohem širší. Jarní ječmen je ale také žádanou komoditou především pro sladařský průmysl a jeho následné zpracování je velmi sofistikované a také pěstování má mnoho náročných limitů (Váňová et al. 2023).

V období klimatických změn obě tyto základní obiloviny procházejí testem přízpusobivosti jejich výnosových parametrů a také kvalitativních ukazatelů, které jsou předpokladem dobrého uplatnění v tržním hospodářství.

Podle čeho je srovnávat, když se zdá jejich odlišnost tak výrazná? Především v délce vegetační doby, produktivity rostlin a také celkové nákladovosti jejich pěstování.

Vybrali jsme si proto neutrální statistické veličiny, kterými jsou směrodatná odchylka a rozptyl. Na první pohled je to složité řešení, ale nabízí možnost objektivního pohledu. K tomu jsme využili víceletých pokusů s oběma plodinami na stejné lokalitě po různých předplodinách a způsobech zpracování půdy. Statistickému zkoumání jsme podrobili výnos zrna, velikost zrna danou HTZ a obsah dusíkatých látek. V uvedeném příspěvku je uvedeno hodnocení výnosu zrna.

Metodika pokusu

Lokalita: Ivanovice na Hané.

Pokusy byly založeny jako maloparcelkové o velikosti parcel **22,05 m²** ve čtyřech opakováních.

Variety pro ozimou pšenici:

předplodina:	vojtěška (VOJ)
	kukuřice (KUK)
	hrách (HRA)
způsob zpracování půdy:	bez orby (BO)
	disk 10 cm (D10)
	orba 15 cm (O15)
	orba 22 cm (O22)

Variety pokusu pro jarní ječmen:

předplodina:	cukrová řepa po kukuřici (C/K)
	cukrová řepa po pšenici (C/P)
	cukrová řepa po ječmeni (C/J)
způsob zpracování půdy:	bez orby (BO)
	disk 10 cm (D10)
	orba 15 cm (O15)
	orba 22 cm (O22)

Technologie pěstování (hnojení a ochrana) byla pro obě plodiny ve všech sledovaných letech stejná, v pojetí odlišnosti jejich plodinových receptur.

Použité statistické hodnoty

Pro hodnocení výnosu zrna jsme použili hodnocení dle rozptylu a směrodatné odchylky.

Rozptyl (R) ukazuje jak jsou jednotlivá data statistického souboru rozptýlena kolem průměrné hodnoty souboru. Je to míra variability. Čím je rozptyl větší, tím více se údaje odchylují od průměru

Směrodatná odchylka (SDO), Jedná se o odmocninu z rozptylu. Směrodatná odchylka vypovídá o tom, na kolik se od sebe navzájem typicky liší jednotlivé případy v souboru zkoumaných hodnot.

Je-li malá, jsou si prvky souboru většinou navzájem podobné, a naopak velká směrodatná odchylka signalizuje velké vzájemné odlišnosti.

Směrodatná odchylka výběru

$$s = \sqrt{[1/(N-1) \cdot \sum(x_i - \bar{x})^2]}$$

Rozptyl výběru s²

Pro rozložení hodnot srážek a teploty jsme použili znázornění dle kvartilů.

Ve statistice je kvartil typ kvantilu a jsou to tři body, které rozdělují seřazená data podle velikosti do čtyř stejných skupin (podle počtu čísel), z nichž každá představuje čtvrtinu vzorku dat. Existují tři kvartily: první kvartil (Q1), druhý kvartil (Q2), a třetí kvartil (Q3).

Co je to první kvartil

Když chceme, aby byla čtvrtina hodnot pod a tři čtvrtiny nad, hovoříme o prvním kvartilu, druhý kvartil je pak medián a třetí kvartil znamená tři čtvrtiny pod a čtvrtina nad. Kvartily jsou tři a rozdělují hodnoty na čtyři části.

Hodnota **Grubbsova testu** ukazuje maximální absolutní odchylku od výběrového průměru v jednotkách směrodatné odchylky.

P-hodnota je číslo mezi 0 a 1, přičemž menší hodnota znamená větší pravděpodobnost vyvrácení tzv. nulové hypotézy.

Nulovou **hypotézou** rozumíme tvrzení, podle kterého mezi dvěma měřenými jevy není žádný rozdíl ani vztah.

Interpretace statistických hodnot je důležitá, abychom správně chápali, co mohou tato data říkat.

Počasí

Byly zpracovány údaje z Meteorologické stanice Ivanovice na Hané. Vyhodnotili jsme **množství srážek** v jednotlivých letech v sumě pro jednotlivé měsíce, ve kterých probíhalo vegetační období. Pro ozimou pšenici v jednotlivých měsících od září až do července následujícího roku. Pro jarní ječmen od března do července. Získané hodnoty jsme statisticky zpracovali a jednotlivé hodnoty byly porovnávány s průměrem za celé období.

V obrázcích je znázorněno rozložení a četnost úhrnu srážek ve sledovaném období s vyznačením stejných skupin s použitím hodnot kvartilů.

Teplota

Pro vyjádření tepoty v daném regionu ve sledovaných měsících jsme použili hodnotu odchylky od dlouhodobého průměru (Lecianová 2023, Interní data ZVÚ Kroměříž vzdálenost od lokality Ivanovice na Hané 20 km).

Tato data jsou znázorněna rozložením a četností odchylek teploty od dlouhodobého průměru ve sledovaném období s vyznačením stejných skupin s použitím hodnot kvartilů.

Výsledky a diskuse

Počasí Srážky

V období osmi sledovaných let bylo průměrné množství srážek ve vegetačním období **ozimé pšenice 461,1 mm** (tab. 1). V pěti letech (tab.2) byla hodnota množství srážek menší než je průměr (v rozpětí 6,7 až 144,2 mm). Ve třech letech bylo srážek více než je uvedený průměr (v rozmezí 69,7 až 189,1 mm). Minimální množství srážek 316,9 mm bylo ve vegetačním období 2016/2017. Maximální množství srážek 650,2 mm bylo ve vegetačním období 2019/2020. SDO byla 114,5, pro srážky ve vegetačním období v uvedených osmi letech.

Tab. 1: Data pro srážky získaná po statistickém zpracování

	OP	JJ
Platných N	8	8
Průměr	461,1	262,6
Int. spolehl. -95%	365,4	197,3
Int. spolehl. +95%	556,9	327,9
Grubbsův Test	1,7	1,6
p-hodnota	0,6	0,7
Medián	425,6	239,1
Minimální hodnota	316,9	179,8
Maximální hodnota	650,2	385,3
Dolní kvartil	381,5	213,4
Horní kvartil	553,9	315,3
Sm. odch.	114,5	78,1
Standardní chyba	40,5	27,6
Šikmost	0,6	1
Špičatost	-0,9	-0,4

Tab. 2: Suma srážek v mm pro jednotlivá léta od zasetí do sklizně ozimé pšenice

Září až červenec	Suma v mm	Odchylka
2015/16	389,2	-71,9
2016/17	316,9	-144,2
2017/18	373,8	-87,3
2018/19	576,9	115,8
2019/20	650,2	189,1
2020/21	530,8	69,7
2021/22	396,8	-64,3
2022/23	454,4	-6,7
Průměr	461,1	

V období osmi sledovaných let bylo průměrné množství srážek ve vegetačním období **jarního ječmene 262,6 mm** (tab.1). V šesti letech (tab.3) byla hodnota množství srážek menší než je průměr (v rozpětí 13,5 až 82,8 mm). Ve dvou letech bylo srážek více než je uvedený průměr (v rozmezí 118,9 až 122,7 mm). Minimální množství srážek 249,1 mm bylo ve vegetačním období roku 2022. Maximální množství srážek 385,3 mm bylo ve vegetačním období roku 2020. SDO byla 78,1 pro srážky ve vegetačním období v uvedených osmi letech.

Teplota

Teplotní odchylka od dlouhodobého průměru (tab. 4) byla ve všech sledovaných letech kladná (od 0,2 až po 1,9 °C).

Sledované období lze tedy charakterizovat jako teplotně nadnormální se srážkami velmi nevyrovnanými, které se od celkového průměru lišily u ozimé pšenice i u jarního ječmene

více než dvojnásobně (2,05 x u ozimé pšenice a u jarního ječmene 2,14 x).

Výnos zrna

Variabilita výnosu dle hodnot směrodatné odchylky byla u ozimé pšenice statisticky průkazně vyšší ve srovnání s průměrnými hodnotami směrodatné odchylky u jarního ječmene, což ukazuje na menší vliv ročníku na výnos zrna ve sledovaném období (při skutečnosti nižšího výnosu) u jarního ječmene ve srovnání s ozimou pšenicí.

Ozimá pšenice po předplodině vojtěšce měla nejvyšší průměrnou hodnotu SDO a vyšších hodnot bylo dosaženo při hlubším zpracování půdy O15 a O22 cm (tab. 5). Po předplodině kukuřici byla průměrná hodnota SDO nižší ve srovnání s hodnotami po vojtěšce, ale vyšších hodnot SDO bylo dosaženo při mělkém zpracování půdy (BO a D10 cm) ve srovnání s průměrem. Hrách byl předplodinou, kde byla hodnota SDO v průměru nejnižší a menší hodnoty než průměr bylo dosaženo při mělkém způsobu zpracování půdy (D10 cm).

Tab. 3: Suma srážek v mm pro jednotlivé roky od zasetí do sklizně jarního ječmene

Červenec	Suma v mm	Odchylka
2015/16	233,1	-29,5
2016/17	197,9	-64,7
2017/18	179,8	-82,8
2018/19	381,5	118,9
2019/20	385,3	122,7
2020/21	228,9	-33,7
2021/22	249,1	-13,5
2022/23	245,0	-17,6
Průměr	262,6	

Tab. 4: Teplota - odchylka od dlouhodobého průměru (Lecianová, 2023)

Rok	(°C)	Charakteritika roku	
2015	1,6	mimořádně teplý	suchý
2016	1,0	teplý	suchý
2017	0,9	teplý	suchý
2018	1,9	mimořádně teplý	suchý
2019	1,6	mimořádně teplý	vlhký
2020	1,1	teplý	vlhký
2021	0,2	normální	normální
2022	0,8	teplý	suchý
2023	1,2	teplý	vlhký
Medián	1,1		
Dolní kvartil	0,9		
Horní kvartil	1,6		

U jarního ječmene byly hodnoty SDO nejnižší ve variantě C/J, v obou dalších variantách zpracování půdy (C/K a C/P) byly hodnoty SDO vyšší (tab. 6). Nejnižší hodnota SDO byla ve variantě C/J při bezorebném zpracování půdy (BO).

Hodnoty SDO velmi napomohly dobře rozlišit míru variability mezi oběma plodinami v rámci osmi let (s rozdílným počasím) i mezi vlivem jednotlivých předplodin a také při různém způsobu zpracování půdy.

Tab. 5: Hodnocení výnosu ozimé pšenice: osmiletý průměr, směrodatná odchylka a rozptyl

	Průměr	Způsob zpracování půdy			
		BO	D10	O15	O22
VOJ					
Průměr t/ha	7,42	7,45	7,48	7,47	7,27
Sm. odchylka	2,82	2,77	2,68	2,89	2,97
Rozptyl	7,93	7,69	7,16	8,32	8,84
KUK					
Průměr t/ha	8,79	8,78	8,66	8,93	8,79
Sm. odchylka	2,37	2,41	2,52	2,28	2,3
Rozptyl	5,61	5,82	6,34	5,18	5,28
HRA					
Průměr t/ha	9,16	9,21	9,22	9,17	9,03
Sm. odchylka	2,01	2,02	1,9	2,04	2,17
Rozptyl	4,04	4,09	3,6	4,17	4,7

Jarní ječmen při tomto způsobu hodnocení prokázal schopnost menší náchylnosti k velkým výkyvům ve výnosu zrna při výnosu o 10 % nižším než ozimá pšenice, kde výkyvy mezi sledovanými roky i předplodinami byly vyšší. Výkonnost ozimé pšenice byla více ohrožena variabilitou počasí než jarní ječmen.

Tab. 6: Hodnocení výnosu jarního ječmene: osmiletý průměr, směrodatná odchylka a rozptyl

	Průměr	Způsob zpracování půdy			
		BO	D10	O15	O22
C/K					
Průměr t/ha	6,52	6,68	6,36	6,48	6,54
Sm. odchylka	1,63	1,42	1,75	1,69	1,76
Rozptyl	2,65	2,01	3,07	2,85	3,08
C/P					
Průměr t/ha	6,86	6,85	6,86	6,92	6,81
Sm. odchylka	1,67	1,45	1,71	1,69	1,86
Rozptyl	2,77	2,10	2,94	2,85	3,48
C/J					
Průměr t/ha	7,03	7,09	6,96	7,07	6,99
Sm. odchylka	1,33	1,08	1,49	1,32	1,48
Rozptyl	1,76	1,17	2,22	1,74	2,20

Závěr

Zásadní proměnnou veličinou uvedených pokusů bylo počasí, charakterizované velmi odlišným množstvím srážek a narůstající teplotou ve sledovaném období. Druhou proměnnou veličinou byla předplodina a způsob zpracování půdy. Všechny tyto faktory pak určovaly míru stability výnosu zrna u obou plodin.

Ozimá pšenice vykazovala velké rozdíly v jednotlivých letech celkově, ale především u těch předplodin (vojtěška a kukuřice), které byly náročné na vláhu v roce pěstování a pro následnou plodinu zanechávaly také velké množství organické hmoty opět náročné na vláhu. Ale i po hrachu byly statistické hodnoty rozptylu i SDO vyšší než u ječmene po cukrové řepě. Hodnota SDO pro pšenici po vojtěšce činila 2,82, po kukuřici 2,37 a po hrachu 2,01. Rozptyl v t/ha byl od 4,04 (předplodina hrách) až po 7,93 (předplodina vojtěška). Po kukuřici činil 5,61.

Jarní ječmen v letech s kolísavým počasím obstál velmi dobře, pokud hodnotíme průměrnou variabilitu hodnot výnosu v daném období hodnotou SDO, která činila 1,33 ve variantě C/J, 1,63 ve variantě C/K a 1,67 ve variantě C/P. Rozptyl v t/ha byl 1,76 ve variantě C/J, 2,65 ve variantě C/K a 2,77 ve variantě C/P. Projevil se i vliv druhé předplodiny v rámci osevního sledu.

Newton et al. 2011 uvádí, že jarní ječmen má schopnost přizpůsobit se mnoha biotickým a abiotickým podmínkám a že je ječmen zjevně odolná plodina s velkým výnosovým potenciálem, který lze v budoucnu realizovat především ve vztahu ke změnám klimatu. Doposud převládá silné přesvědčení zemědělců o lepším výnosovém potenciálu ozimé pšenice. Avšak údaje z oblastí se suchým počasím (Cossani et al. 2007 a 2009) ukazují, že jarní ječmen je velmi přizpůsobivá plodina, která zvládá mnohdy lépe než ozimá pšenice řadu biotických a abiotických stresů především v situacích, kdy dochází k jejich kumulaci v daném roce. Zastoupení jarního ječmene v zemědělské produkci by mělo být udržováno v dostatečném poměru k ostatním obilovinám tak, aby byl vyvažován konzistentní potenciál pro výrobu potravin i surovin. Změna klimatu může nabídnout nové příležitosti zvýšení výnosového potenciálu ječmene v některých regionech. Například tam, kde časnější jaro prodlouží celkové vegetační období a nebo kde v suchých oblastech trpí ozimá pšenice více než jarní ječmen po předplodinách prohlubujících sucho (kukuřice na zrno). Přesto hrozí ječmeni mnoho úskalí (což je ale společné i pro jiné plodiny). Záleží i na tom, jak se s ječmenem obchoduje v mezinárodním měřítku a jak jej ovlivňují klimatické a politické události. Je velkou výzvou zvýšit výnosový potenciál a zúžit poměr mezi potenciálním a realizovaným výnosem. Je to poněkud obtížné i na úrovni šlechtění, neboť diploidní ječmen ve srovnání s haploidní ozimou pšenicí je v nevýhodě. Pšenice má složitější a větší genom než diploidní ječmen. Ale v důsledku toho rozbor a hodnocení adaptivních znaků u pšenice je obtížnější (Brenchley et al. 2012). Naproti tomu nízký počet chromozomů a snadné křížení posilují užitečnost ječmene jako biologického modelu ((Saisho & Takeda, 2011). Data z řady domácích i zahraničních pokusů ukazují, že je dobré všimnout si všech souvislostí, správně s nimi pracovat a zamýšlet se nad tím, jak moc jsme připraveni na to vyvarovat se chybných úsudků, které jarní ječmen staví do role méně perspektivní plodiny (Slafer et al. 2023). I když by se zdálo, že klimatické změny jsou hlavní příčinou menšího zájmu i menší úspěšnosti pěstování jarního ječmene, tak tomu tak není, neboť ozimá pšenice má s těmito změnami stejné nebo i větší problémy než jarní ječmen. Příčiny jsou především v oblastech ekonomických a odbytových.

/Recenzováno/

Poděkování:

Výsledek vznikl za podpory Ministerstva zemědělství, institucionální podpora MZE-RO1123.

Literatura

Božko R. : Kvalita sladovnického ječmene ze sklizně roku 2023.

Odborná konference: Jakost obilovin, Kroměříž 8.11. 2023

Brenchley R., Spannagl M., Pfeifer M., Barker GLA., D'Amore R., Allen AM., McKenzie N., Kramer M., Kerhornou A., Bolser D. et al. (2012). Analysis of the bread wheat genome using whole-genome shotgun sequencing. *Nature* 491: 705–710.

Casao MC., Karsai I., Igartua E., Gracia MP., Veisz O., Casas AM. (2011): Adaptation of barley to mild winters: a role for PPDH2. *BMC. Plant Biology* 11: 164.

Cossani C.M., R., Savin G.A. Slafer, Savin R. (2007). Contrasting performance of barley and wheat in a wide range of conditions in Mediterranean Catalonia (Spain), *Annals of Applied Biology* 167-173 .ISSN 0003-4746

Cossani C.M., Slafer G.A., Savin R. (2009). Yield and biomass in wheat and barley under a range of conditions in a Mediterranean site. *Field Crops Research* 112, 205–213

Dawson I.K., Russell J., Powell W., Steffenson B., Thomas W.T.B., Waugh R. (2015). Barley: a translational model for

adaptation to climate change . *New Phytologist* 206: 913–931
Kramer M., Kerhornou A., Bolser D. et al. (2012).: Analysis of the bread wheat genome using whole-genome shotgun sequencing. *Nature* 491: 705–710.

Newton A.C., Flavell A.J., Timothy S. G. Mullholland B., Ramsay L., Giha C.R., Russell J., Steffenson B.J., Swanston S., Thomas W.T.B., Waugh R., White P., J., Bingham I.J. (2011) Crops that feed the world 4. Barley: a resilient crop? Strengths and weaknesses in the context of food security. *Food Sec.* 3,141–178

Saisho D., Takeda K. (2011). Barley: emergence as a new research material of crop science. *Plant Cell Physiology* 52, 724-727

Slafer G., Savin R. (2023). Comparative performance of barley and wheat across a wide range of yielding conditions. Does barley outyield wheat consistently in low-yielding conditions? *European Journal of Agronomy* 143, 1-7.

Váňová M., Jirsa O., Hledík P. (2023). Optimalizace výnosu a kvality jarního ječmene v podmínkách měnícího se klimatu. *Obilnářské listy* 1/2023,15-21.

Yang, J., Zhang, J. (2005). Grain filling of cereals under soil drying. *New Phytol.* 169, 223–236.

<https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2005.01597>.

Hodnocení reakce hlavních houbových patogenů obilovin na vybrané fungicidní účinné látky

(Evaluation of the response of major cereal fungal pathogens to selected fungicide active compounds)

Matušinsky Pavel, Bleša Dominik, Čapková Martina,
Hambálková Markéta, Tvarůžek Ludvík
Agrotest fyto, s.r.o., Havlíčkova 2787, Kroměříž

Souhrn: V současné době se zemědělská produkce potýká s rostoucí četností rezistence houbových patogenů obilovin vůči běžně používaným fungicidům. Tato situace zdůrazňuje potřebu pravidelného monitorování a hodnocení reakcí patogenů na různé účinné látky. V naší práci se zaměřujeme na systematický průzkum rezistence hlavních houbových patogenů obilovin, který provádíme s cílem identifikovat dynamiku vývoje na našem území. Tento průzkum je nezbytný pro včasnou identifikaci rizik a umožňuje nám formulovat doporučení pro pěstitele na základě nejnovějších zjištění. V roce 2023 došlo k výraznému snížení citlivosti populací *M. nivale*, *Z. tritici* a *R. collo-cygni* ke strobilurinové látce azoxystrobin. Vysoké procento izolátů *Z. tritici* vykazovalo také sníženou citlivost k prothioconazolu.

Klíčová slova: *Microdochium* spp., *Oculimacula* spp., *Zymoseptoria tritici*, *Ramularia collo-cygni*, prothioconazole, mefentrifluconazole, azoxystrobin, fluxapyroxad, fepicoxamid, monitoring, rezistence

Abstract: Currently, agricultural production is facing an increasing frequency of resistance of fungal pathogens of cereals to commonly used fungicides. This situation highlights the critical need for regular monitoring and evaluation of the response of these pathogens to different active substances. In our work, we focus on a systematic survey of resistance in the main fungal pathogens of cereals, which we conduct in order to identify the dynamics of development in our region. This survey is important for early identification of risks and allows us to formulate recommendations for growers based on the latest findings. Significant decrease of sensitivity in populations of *M. nivale*, *Z. tritici* a *R. collo-cygni* to strobilurine azoxystrobin occurred in 2023. High number of *Z. tritici* isolates showed lower sensitivity to prothioconazole, too.

Key Words: *Microdochium* spp., *Oculimacula* spp., *Zymoseptoria tritici* a *Ramularia collo-cygni*, prothioconazole, mefentrifluconazole, azoxystrobin, fluxapyroxad, fepicoxamid, monitoring, resistance

Úvod

Rezistence k pesticidním látkám představuje problém po celém světě, který se zintenzivňuje v případech, kdy organismy vyvíjejí násobnou rezistenci vůči různým účinným látkám. Tento problém je závažný, jak je vidět na příkladech rezistence plevelů k herbicidům, hmyzích škůdců k insekticidům a houbových patogenů k fungicidům. Opakované používání fungicidů s jediným mechanismem účinku vytváří selekční tlak, který upřednostňuje k pesticidu odolné jedince, čímž se zvyšuje prevalence rezistentního genu v populaci. Rozsah této rezistence je ovlivněn různými faktory, včetně reprodukčního potenciálu fytopatogenních druhů. Houbové patogeny způsobující choroby obilovin, jako je padlí nebo ramuláriová skvrnitost listů ječmene způsobená *Ramularia collo-cygni*, patří mezi patogeny s vysokým rizikem vzniku rezistence. Další druhy patogenů, jako jsou *Oculimacula* spp., *Microdochium* spp., *Zymoseptoria tritici* a *Pyrenophora teres*, patří mezi houby s mírným rizikem rozvoje rezistence na fungicidy. Přitom právě u této skupiny patogenů bylo v nedávné minulosti zaznamenáno významné zvýšení rezistence, a to zejména v důsledku intenzivního používání fungicidů, například strobilurinů v souvislosti s původcem bráničnatky pšeničné *Z. tritici*.

Monitorování aktuálního stavu a dynamiky rezistence v čase je považováno za jednu z klíčových strategií pro management rezistence v praxi. Bez znalosti aktuálního stavu a dynamiky na daném území není možné aplikovat opatření k odložení vážných důsledků vzniku rezistentních jedinců v populaci patogenů. Cílem této studie bylo provést screening významných patogenů obilovin, jako jsou *Microdochium* spp., *Oculimacula* spp., *Zymoseptoria tritici* a *Ramularia collo-cygni* v České republice, a to s ohledem na jejich reakci na vybrané často používané fungicidy. Testovány byly následující fungicidní látky: inhibitory demethylace (DMI), jako jsou prothioconazole a mefentrifluconazole; inhibitory dýchacího řetězce skupiny Qol (strobiluriny), azoxystrobin; inhibitory sukcinátdehydrogenázy (SDHI), fluxapyroxad; a jeden novější inhibitor dýchacího řetězce, fenpicoxamid ze skupiny (Qil).

Materiál a metody

Mezi lety 2019 a 2023 byl v různých zemědělských oblastech České republiky proveden rozsáhlý průzkum, při kterém bylo shromážděno 984 izolátů patřících k druhům *Microdochium* spp., *Oculimacula* spp., *Z. tritici* a *R. collo-cygni*. Tyto izoláty byly pečlivě sbírány z rostlinného materiálu s příznaky onemocnění, konkrétně z bazálních částí stébel a listů pšenice a ječmene.

Pro testování rezistence na fungicidy byly z vypěstovaných kultur vykrojeny myceliální disky o průměru 1.5 mm a umístěny na agarové medium, které bylo doplněno o streptomycin a testovaný fungicid. Účinnost fungicidů byla určena prostřednictvím *in vitro* testů na Petriho miskách obsahujících agar s fungicidy aplikovanými v různých koncentracích: 0.0, 0.01, 0.1, 1.0 a 10.0 $\mu\text{g ml}^{-1}$. Inhibice růstu houbových kolonií byla kvantifikována měřením průměru kolonií a střední efektivní dávka (ED50) byla vypočítána pomocí probitové analýzy. V této studii byla testována řada fungicidních látek: inhibitory demethylace (DMI), jako jsou prothioconazol a mefentrifluconazol; látky skupiny Qol (strobiluriny), azoxystrobin; inhibitory sukcinátdehydrogenázy (SDHI), fluxapyroxad; a jeden novější inhibitor dýchacího řetězce, fenpicoxamid.

Výsledky a diskuse

V této studii poskytujeme hodnocení trendů výskytu jedinců s nižší citlivostí na fungicidy (ED50 > 0.5 $\mu\text{g/ml}$) v populacích

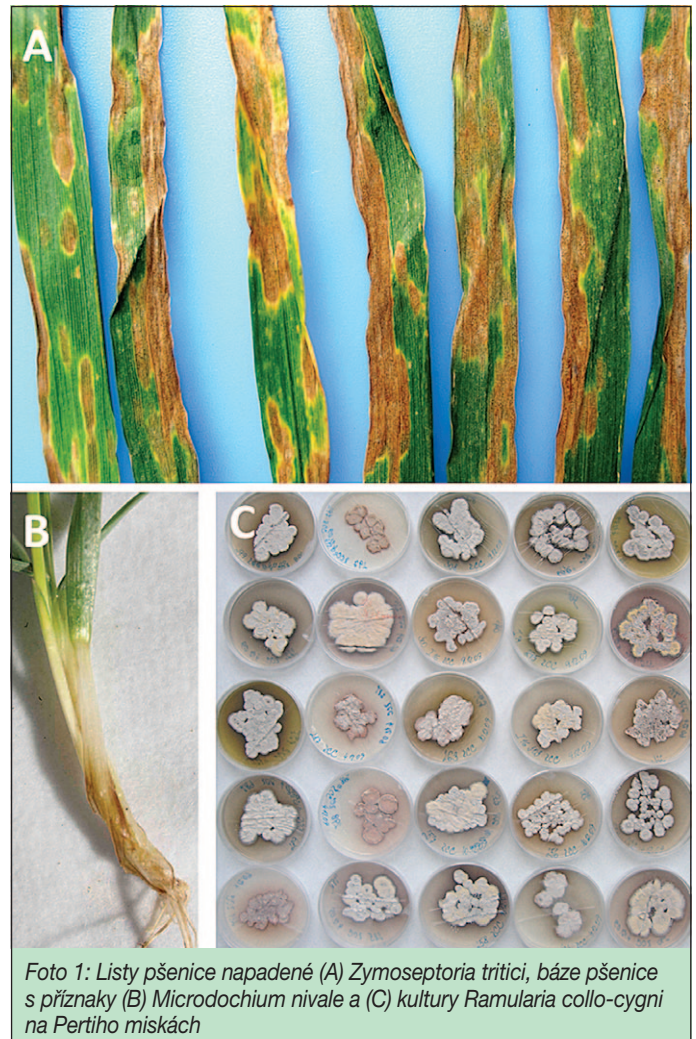
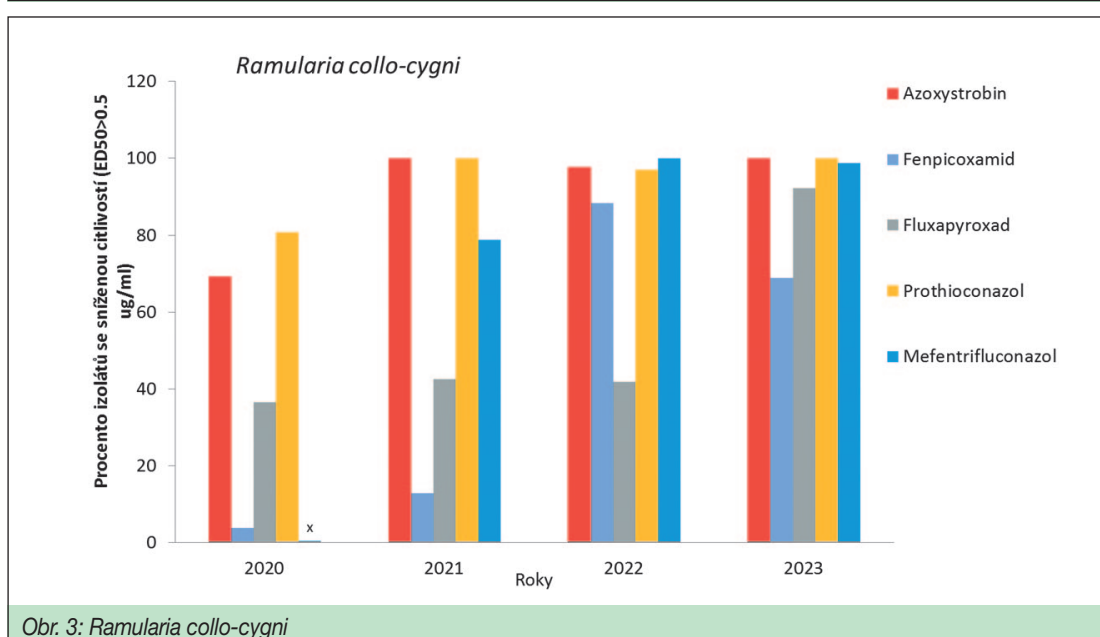
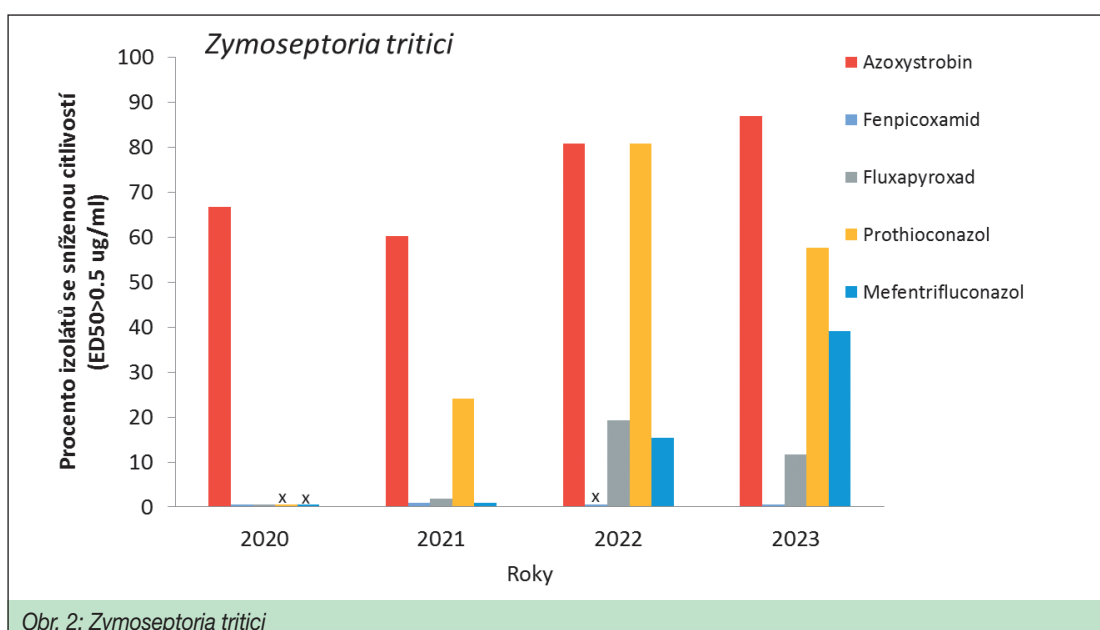
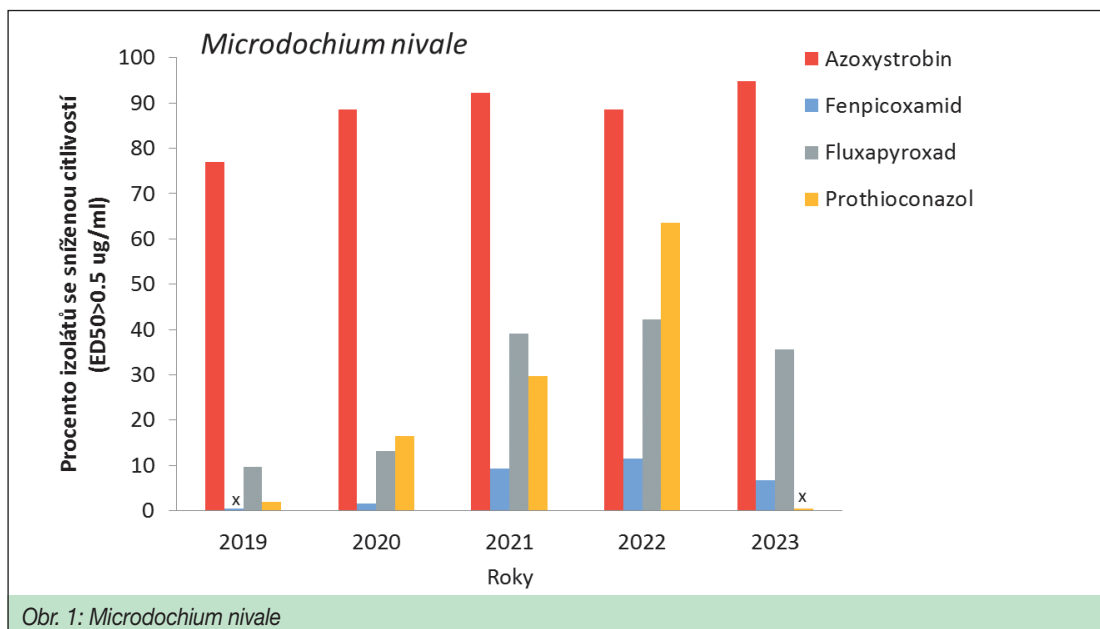


Foto 1: Listy pšenice napadené (A) *Zymoseptoria tritici*, báze pšenice s příznaky (B) *Microdochium nivale* a (C) kultury *Ramularia collo-cygni* na Petriho miskách

během posledních několika let, s důrazem na podrobnou analýzu za uplynulý rok. Z obrázků 1 až 3 je patrné, že nejvyšší podíl jedinců s nižší citlivostí byl konzistentně identifikován u fungicidu azoxystrobinu. Tento trend je zaznamenán u druhů jako *Microdochium nivale*, *Z. tritici* a *R. collo-cygni*. Další významný nárůst počtu jedinců s nižší citlivostí byl zjištěn u prothioconazolu a v menší míře také u fluxapyroxadu a mefentrifluconazolu. Při srovnání mezi houbovými patogeny vykazuje *R. collo-cygni* největší podíl jedinců s nižší citlivostí, což je v časové řadě zřetelně ilustrováno na obrázku 3.

V roce 2023 jsme pak zaznamenali četné výskyty snížené citlivosti k fungicidům především u populací *M. nivale*, *Z. tritici* a *R. collo-cygni* (obr. 4). V uvedených případech se jedná o razantní snížení citlivosti populací ke strobilurinové látce azoxystrobin. U *Microdochium nivale* se jednalo o 94,9 % izolátů s vysokou úrovní rezistence k azoxystrobinu u *Z. tritici* bylo rezistentních více než 86 % a u *R. collo-cygni* 100 %. Co se týče dalších látek, pak poměrně vysoké procento izolátů *Z. tritici* (cca 58 %) vykazovalo sníženou citlivost k prothioconazolu. K této látce pak bylo méně citlivých plných 100 % izolátů *R. collo-cygni*. Část populace (35,6 %) *M. nivale*, *Z. tritici* (11,6 %) a *R. collo-cygni* (92,2 %) vykazovala mírné snížení citlivosti k fluxapyroxadu, ale jen s nepatrným překročením hodnoty 0.5 $\mu\text{g.ml}^{-1}$. Poslední látkou, u které jsme zaznamenali známky mírně snížené citlivosti, byl fenpicoxamid. V tomto případě více než 6,7 % vzorku z měřené populace *Microdochium* spp. bylo v roce 2023 méně citlivé. U *R. collo-cygni* vykazovalo sníženou citlivost k této látce 68,8 % izolátů.



Ostatní sledované fungicidní látky se vyznačovaly v testu dobrou účinností na české populace vybraných patogenů. To se týká např. druhu *Z. tritici*, u něž všechny české izoláty z roku 2023 vykazovaly vysokou úroveň citlivosti k fenpicoxamidu nebo druhu *Oculimacula* sp. s vysokou mírou citlivosti k fluxapyroxadu či prothioconazolu a *M. nivale* k prothioconazolu.

Když se podíváme na data, která pravidelně zveřejňuje FRAC na svých webových stránkách (<https://www.frac.info/docs/default-source/working-groups/>) pak podle údajů z monitoringu předních světových společností vyrábějících pesticidy v roce 2022 je rezistence houbových organismů, konkrétně *Mycosphaerella graminicola*, vůči fungicidům QoI v pšenici široce pozorována v severovýchodních zemích, zejména v Dánsku a Švédsku, a také v Německu, Francii, Nizozemsku, Spojeném království a Irsku. Tyto země během čtyřletého monitorovacího období 2019–2022 trvale hlásí vysoké úrovně rezistence. Česká republika, Slovensko a Polsko hlásily v letech 2021 a 2022 střední až vysokou úroveň rezistence, což představuje zlepšení oproti roku 2020, kdy byla úroveň rezistence klasifikována jako střední až vysoká. Itálie rovněž hlásí střední až vysokou úroveň rezistence, přičemž došlo ke zvýšení oproti předchozím hodnocením. V roce 2022 země jako Španělsko, Rumunsko a Ukrajina hlásily střední úroveň rezistence, ačkoli tyto úrovně vykazovaly v rámci těchto zemí vysokou variabilitu. V roce 2020 Rusko, Maďarsko a Bulharsko hlásily nízkou až střední úroveň rezistence vůči fungicidům QoI, přičemž Bulharsko si tuto nižší hranici rezistence udržuje již několik let.

Sledování rezistence *R. collo-cygni* k fungicidům v ječmeni, konkrétně prostřednictvím molekulární kvantifikace mutace G143A, které vedly přední výrobci a distributoři pesticidů, odhalilo, že v roce 2022 vykazovaly populace tohoto houbového patogena ve Francii, Irsku, Německu, Nizozemsku, Polsku, Španělsku a Švédsku vysokou frekvenci rezistence k fungicidům QoI. Omezený monitoring prováděný v letech 2019 až 2022 v Chorvatsku, Itálii, Rakousku a Švýcarsku naznačil mírný výskyt rezistence. Významný výskyt rezistence byl v roce 2021 zaznamenán v České republice, Francii, Irsku, Německu, Nizozemsku, Španělsku a Spojeném království, přičemž Chorvatsko, Itálie a Rakousko hlásily střední výskyt rezistence vůči fungicidům QoI. V roce 2020 zahrnovalo monitorování rezistence u *R. collo-cygni* jak biologický test, tak molekulární kvantifikaci mutace G143A. Vysoká frekvence rezistence byla zjištěna v České republice, Dánsku, Irsku, Lotyšsku, Maďarsku, na Slovensku, ve Švédsku a ve Spojeném království, střední až vysoká frekvence ve Francii a Německu, střední frekvence ve Švýcarsku a nízká frekvence ve Španělsku. Sledování rezistence na mutaci genu G143A ukázalo vysokou četnost výskytu v Dánsku, Francii, Irsku, Maďarsku, Španělsku a Spojeném království; střední četnost výskytu v Itálii, Německu a Rumunsku; a nízký výskyt v Rakousku a Švýcarsku. Tato zjištění ze stránek FRAC zde uvádíme, jelikož jsou v souladu s našimi zjištěními, které jsme získali sledováním stavu na našem území.

V kontextu vysokého objemu fungicidů používaných v zemědělství narůstá i riziko vývoje rezistence u škodlivých organismů. Rezistence na fungicidy se vyznačuje jako dědičná snížená citlivost organismu na určité antimykotické látky. Tento jev pochopitelně představuje nežádoucí vývoj, kterému je třeba se vyhnout. Základní strategie pro prevenci vzniku rezistence na fungicidy zahrnuje několik klíčových pravidel: vyvarovat se opakovanému používání stejného přípravku, omezit počet ošetření během vegetační sezóny, striktně dodržovat doporučené dávkování a způsob aplikace podle výrobce. Důležitým prvkem

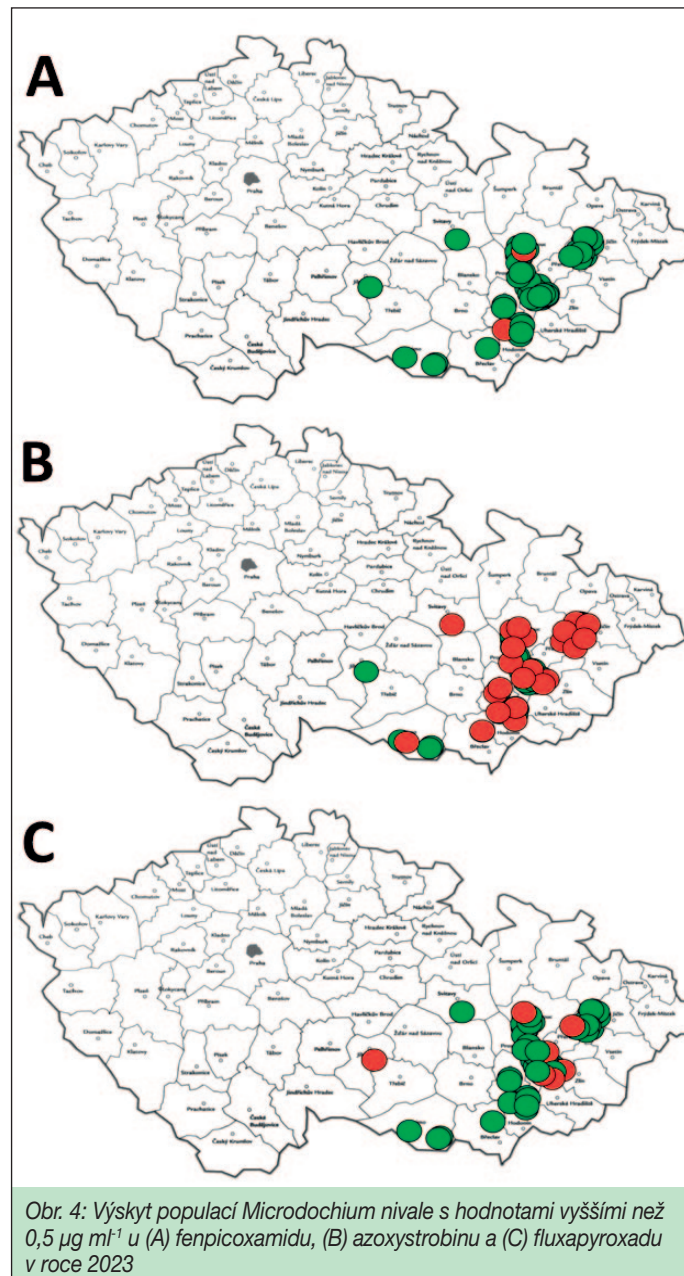
je také implementace dodržování zásad integrované ochrany rostlin.

/Recenzováno/

Poděkování:

Výsledek vznikl za podpory Ministerstva zemědělství, institucionální podpora MZE-RO1123.

Přehled použité literatury je k dispozici u autorů studie.



Obr. 4: Výskyt populací *Microdochium nivale* s hodnotami vyššími než $0,5 \mu\text{g ml}^{-1}$ u (A) fenpicoxamidu, (B) azoxystrobinu a (C) fluxapyroxadu v roce 2023

Kvalita pekárenské pšenice v ČR ze sklizně 2023 v desetiletém srovnání

(Quality of the 2023 Czech bread wheat harvest in a ten-year comparison)

Polišenská Ivana, Jirsa Ondřej
Agrotest fyto, s.r.o., Havlíčkova 2787/121, Kroměříž

Souhrn: Agrotest fyto, s.r.o. v Kroměříži každoročně sleduje za podpory MZe sklizňovou kvalitu obilovin v ČR, a to již více než 20 let. Víceletá řada dat umožňuje meziroční srovnání a zhodnocení vlivu počasí na kvalitu pšenice a žita, a ve spolupráci s Výzkumným ústavem pivovarským a sladařským také ječmene. Sledování je založeno na analýzách náhodně vybraných vzorků obilovin z celé ČR. V roce 2023 splnilo požadavky na jakost pekárenské pšenice ve čtyřech hodnocených parametrech současně (objemová hmotnost, číslo poklesu, obsah bílkovin a sedimentační test) pouze 35,2 % hodnocených vzorků, což je nejméně za posledních 10 let. Nízký byl zejména obsah bílkovin a jejich kvalita. Hodnoty čísla poklesu a objemové hmotnosti byly velmi dobré u pšenice sklizené před trvalými dešti v první dekádě srpna, u pšenice sklizené po deštích došlo k jejich výraznému zhoršení.

Klíčová slova: pšenice, kvalita, výnos

Abstract: Agrotest fyto, s.r.o. in Kroměříž has been monitoring the harvest quality of cereals in the Czech Republic for more than 20 years with the support of the Ministry of Agriculture. The multi-year data series enables year-to-year comparison and evaluation of the influence of weather on the quality of wheat and rye, and in cooperation with the Research Institute of Brewing and Malting also barley. The monitoring is based on analyses of randomly selected samples of cereals from across the country. In 2023, only 35.2 % of the samples assessed met the quality requirements for baking wheat in the four parameters assessed simultaneously (bulk density, falling number, protein content and sedimentation test), which is the lowest in the last 10 years. Protein content and quality were particularly low. The values for the falling number and bulk density were very good for wheat harvested before the steady rains in the first decade of August, but deteriorated significantly for wheat harvested after the rains.

Key Words: wheat, quality, yield

Úvod

Počasí má významný vliv na výnos i na kvalitu pšenice

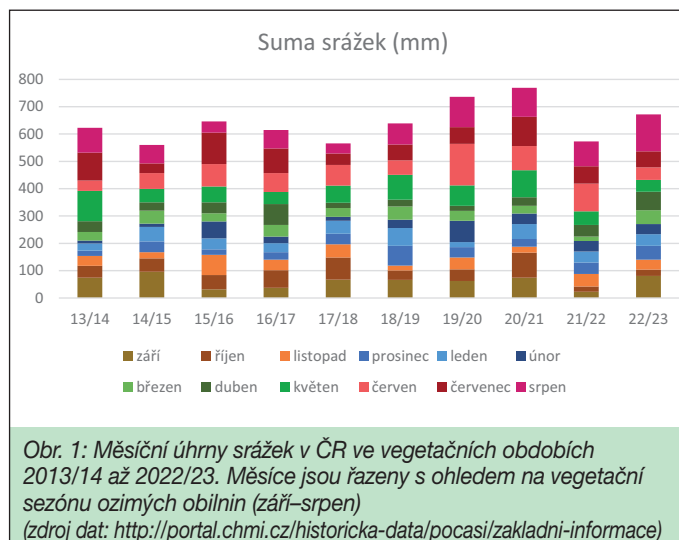
Podzim roku 2022, kdy byly zakládány porosty ozimé pšenice pro sklizeň 2023, byl charakterizován chladným a vlhkým měsícem září a teplým a suchým říjnem (www.chmi.cz). Měsíc listopad i prosinec byly teplotně i srážkově přibližně na úrovni normálu. Celkově byla zima 2022/2023 na území ČR velmi teplá, proto v průběhu zimních měsíců intenzivně probíhal růst kořenové soustavy ozimých obilnin a pokračovalo jejich odnožování. Vegetativnímu růstu prospíval i průběh jarního počasí. V březnu byly teploty oproti normálu o něco vyšší, srážky byly přibližně na úrovni normálu. V dubnu nastoupilo chladné počasí doprovázené velmi hojnými srážkami, které dále vegetativní růst obilnin podporovalo. Měsíc květen byl naopak na srážky skoupý a stejně tak červen (Obr. 1). Během měsíce června již rostliny trpěly významně suchem, a to zejména na jižní Moravě, v Polabí a Poohří. Pozitivní bylo, že díky suchému počasí se na porostech téměř nevyskytovala klasová fuzária. Termín začátku sklizně nijak nevybočoval (Obr. 2), postup sklizňových prací se však v posledním červencovém týdnu kvůli ochlazení a dešti zpomalil, a nakonec vydatné srážky téměř zcela přerušily žně na celém území ČR, a to až do konce první dekády měsíce srpna. Na zralých, stále ovlhčených porostech se začaly hojně vyskytovat obilné černě a pánovaly oprávněné obavy o kvalitu. V polovině srpna srážky ustaly a nastoupilo teplé bezsrážkové období, které umožnilo sklizeň dokončit.

Výnosy pšenice sklizně 2023 jsou ve srovnání s posledními roky nadprůměrné. Podle konečného údaje Českého statistického úřadu (ČSÚ) výnos pšenice v roce 2023 činil 6,44 t/ha, čímž se tato sklizeň zařadila hned za výnosově rekordní roky 2014 (6,51 t/ha) a 2016 (6,50 t/ha) (Obr. 3). V grafu jsou znázorněny i výnosy založené na údajích od pěstitelů, které doprovázejí vzorky poskytované laboratoří Agrotestu pro účely monitoringu kvality. Tyto hodnoty jsou vždy o něco vyšší než údaje z ČSÚ.

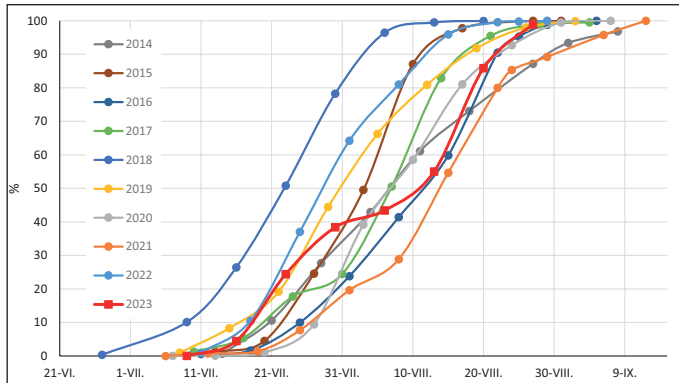
Materiál a metody

Monitoring kvality potravinářských obilovin v ČR

Vzorky obilovin pro sledování kvality sklizně jsou získávány přímo od pěstitelů. Cílem je, aby jejich počty z jednotlivých krajů a okresů odpovídaly přibližně osevním plochám. Kvalita pšenice je hodnocena v akreditované laboratoři Agrotestu fyto s.r.o. v Kroměříži podle požadavků ČSN 46 1100-2 (2001) pro pšenici setou-pekárenskou, tj. je stanovena objemová hmotnost (požadavek min 76 kg/hl), číslo poklesu (min 220 s), obsah N-látek (min 11,5 %) a sedimentační index (Zeleného test, min 30 ml), dále vlhkost (max 14 %) a podíl příměsí a nečistot (max 6 %). U vzorků jsou na základě sdělení od pěstitelů známy údaje o odrůdě, místě pěstování, hnojení dusíkem (kg N/ha), datu sklizně a výnosu.



Ze sklizně 2023 bylo analyzováno celkem 490 vzorků pšenice ze všech významných oblastí pěstování. Odrůdové zastoupení bylo velmi široké (89 odrůd), k nejčastějším patřily Viriato, LG Absalon, Julie a Ponticus. Jarní odrůdy činily 2,2 % z celkového počtu vzorků. Ze základního souboru 490 vzorků bylo na kvalitu samostatně hodnoceno 412 vzorků pekářských pšenic (odrůdy kategorie E, A, B) a výsledky uváděné v tomto článku se vztahují k tomuto výběru. Hodnoceny jsou průměrné hodnoty jednotlivých technologických znaků a podíl vzorků vyhovujících požadavkům na jejich minimální hodnotu. Výsledky roku 2023 jsou srovnány s výsledky od roku 2014, tj. hodnoceno je posledních 10 let.

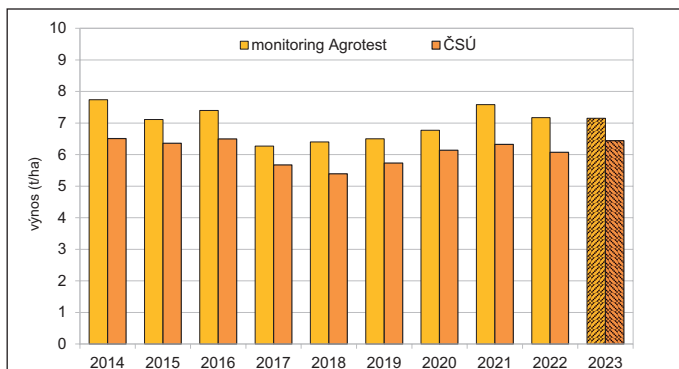


Obr. 2: Časový postup sklizně pšenice v ČR (podíl sklizených ploch v %) v letech 2014–2023. Data: SZIF

Výsledky a diskuse

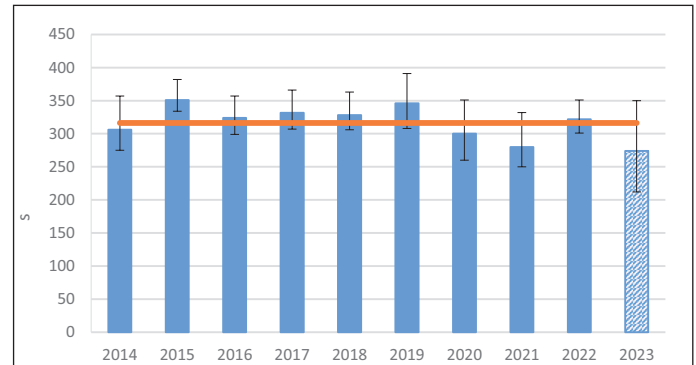
Číslo poklesu

Sklizně pšenice roku 2023 byla kvůli průběhu počasí z hlediska čísla poklesu problémová a hodnoty se lišily podle data sklizně. Celkově požadavku normy (min 220 s) vyhovělo 74 % vzorků, přičemž vyšší podíl vyhovujících vzorků byl z Čech (81 % vzorků, průměr 295 s) než z Moravy (68 % vzorků, průměr 260 s). Nejméně vyhověla pšenice v kraji Královéhradeckém, Moravskoslezském a Zlínském. Průměrná hodnota roku 2023 (274 s) (Obr. 4) i podíl vyhovujících vzorků jsou nejnižší za posledních 10 let, dosud bylo nejnižší číslo poklesu v roce 2021 (průměr 280 s, podíl vyhovujících vzorků 82 %). Naopak nejvyšší bylo v roce 2015 (průměr 351 s), kdy vyhovělo 96 % vzorků, ovšem výborné a v zásadě srovnatelné bylo také v letech 2019 (průměr 346 s, vyhovělo 96%) i 2016–2018 a 2022, kdy vyhovělo shodně



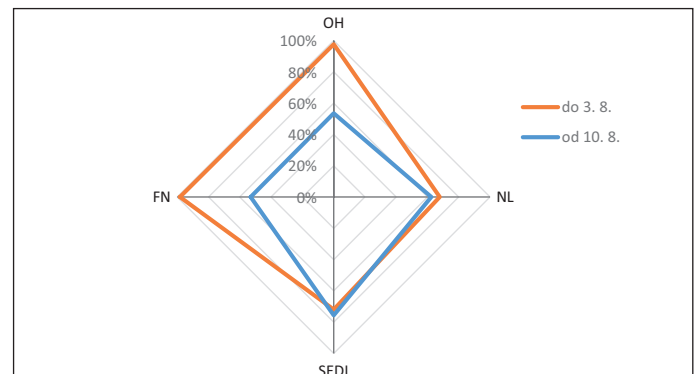
Obr. 3: Výnos pšenice v ČR v letech 2014 až 2023 podle údajů u vzorků z monitoringu a ČSÚ. Horizontální příčka je na úrovni desetiletého průměru. Úšečka ve sloupci udává rozpětí poloviny hodnot (pouze u vzorků z monitoringu).

97 % vzorků a průměrné hodnoty se pohybovaly v úzkém rozmezí 324–328 s. V 6 z celkem 10 hodnocených let tedy dosažení dostatečného čísla poklesu nepředstavovalo větší problém.



Obr. 4: Průměrné hodnoty čísla poklesu pšenice v ČR v letech 2014 až 2023. Horizontální příčka je na úrovni desetiletého průměru. Úšečka ve sloupci udává rozpětí poloviny hodnot.

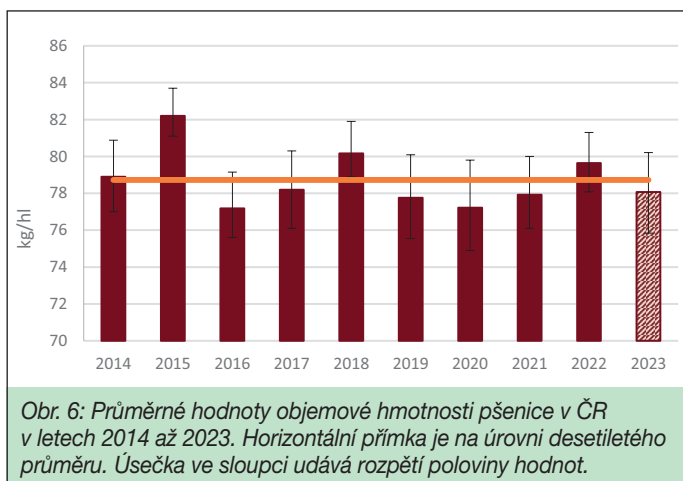
Číslo poklesu závisí velmi výrazně na počasí, a to zejména na srážkách v předsklízňovém období. Záleží jak na jejich množství, tak na rozložení, a tedy na době, po kterou jsou klasy vlhké. Vliv má i teplota, protože ovhččení zrna za vyšších teplot má na číslo poklesu méně nepříznivý dopad než v případě srážek v období ochlazení nebo po výrazném poklesu nočních teplot. Jednotlivé odrůdy se mezi sebou mohou ve stabilitě čísla poklesu výrazně odlišovat. Určitý vliv má i hnojení dusíkem, tento vliv však není přímý a roli hraje více faktorů. Vyšší úroveň dusíkatého hnojení může způsobit poléhání, které samo o sobě vede ke snížení čísla poklesu, na druhou stranu vyšší dávky dusíku mohou prodloužit dobu dozrávání a bylo zjištěno, že pozvolné delší dozrávání za optimálních podmínek vede k vyšším hodnotám čísla poklesu. Klíčovou roli ovšem hraje vždy počasí. Tak tomu bylo také v roce 2023, kdy sklizeň byla na celém území ČR doprovázená častými srážkami a začátkem srpna musela být přerušena nadobro. Srpnový úhrn srážek roku 2023 je nejvyšší za sledovaných 10 let, úhrn srážek měsíců července a srpna je druhý nejvyšší po roce 2021 (Obr. 1). Z údajů o datu sklizně u vzorků ze sklizně 2023 vyplývá, že z celkem 412 analyzovaných vzorků pšenice bylo do začátku období trvalých srážek (do 3. 8. včetně) sklizeno 171 vzorků, po 10. 8. (včetně) 213 vzorků a u 28 bylo datum sklizně mezi těmito daty nebo nebylo uvedeno. Průměrné číslo poklesu pšenice sklizené do 3. 8. bylo 339 s a vyhovělo 98 % vzorků, u pšenice sklizené po 10. 8. to bylo 223 s a vyhovělo 53 % vzorků) (Obr. 5).



Obr. 5: Podíl vzorků pšenice podle data sklizně (do 3. 8. 2023, po 10. 8. 2023) vyhovujících požadavkům na jednotlivé kvalitativní parametry podle ČSN 46 1100-2 pro pšenici pekářskou

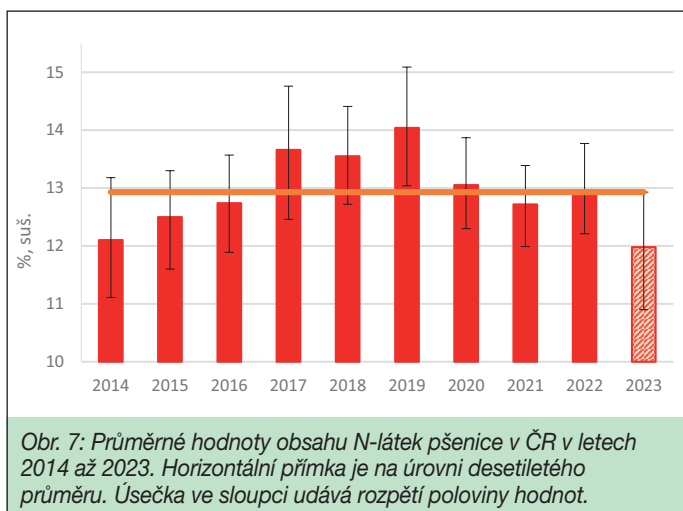
Objemová hmotnost (OH)

Požadavku normy na OH min 76 kg/hl vyhovělo ze sklizně 2023 73 % vzorků při průměrné hodnotě 78,1 kg/hl (Obr. 6). Průměr let 2014–2023 je 78,7 kg/hl, průměrný podíl vyhovujících vzorků 83,9 %. Z tohoto pohledu je tedy sklizeň 2023 mírně podprůměrná. V jednotlivých letech se průměrné hodnoty pohybovaly v rozsahu od 77,2 kg/hl (2016 a 2020) do 82,2 kg/hl (2015). S průměrnou hodnotou úzce souvisí podíl vyhovujících vzorků, ten byl nejmenší v roce 2020 (vyhovělo 66 % vzorků), nízký byl také v roce 2016 (69 %). Naopak v roce 2015 s rekordně vysokou OH (průměr 82,2 kg/hl) vyhovělo 99 % vzorků, velmi dobrá byla OH také v roce 2018 (průměr 80,2 kg/hl, vyhovělo 95 % vzorků).



Na nižší OH pšenice sklizené v roce 2023 se, stejně jako na čísle poklesu, podepsalo zejména vlhké počasí v období sklizně. Zatímco vzorky pšenice sklizené do 3. 8. vyhověly požadavku na min 76 kg/hl téměř všechny (98 %), ze vzorků sklizených po 10. 8. vyhověla jen o něco málo více než polovina (Obr. 5). Průběh počasí ovlivňuje výslednou OH zrna nejen ve stadiu zralosti, ale v celém období plnění zrna. Negativní vliv má zejména vlhké počasí s nízkou intenzitou slunečního svitu, které navíc podporuje i napadení klasů fuzárií (*Fusarium* spp.) a také polehnutí porostu, což obojí dále OH snižuje. Všechny tyto nepříznivé vlivy se např. projevíly na velmi nízké OH ve sklizni roku 2020.

Obsah bílkovin (NL)

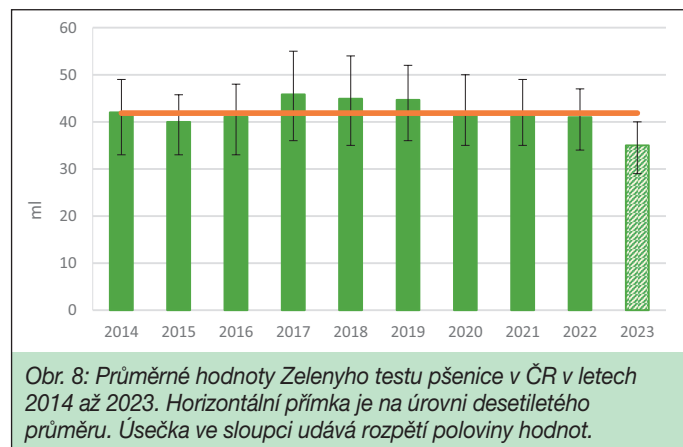


Průměrný obsah NL v pšenici ze sklizně 2023 je 12,0 % (Obr. 7). Požadavku normy (min 11,5 %) vyhovělo 64 % vzorků – v českých krajích to bylo 62 % (průměr 11,8 %), na Moravě 65 % (průměr 12,1%) vzorků. Nejméně vyhověly vzorky z kraje Jihočeského, Pardubického a Moravskoslezského, nejvíce z kraje Plzeňského a Ústeckého. V období předchozích 10 let byl průměrný obsah NL 12,9 %, podíl vyhovujících vzorků 83,9%. Z tohoto srovnání vyplývá, že sklizeň 2023 je s ohledem na obsah bílkovin nejen výrazně podprůměrná, ale že hodnoty jsou vůbec nejnižší za posledních 10 let. Rokem s druhým nejnižším obsahem NL byl rok 2014 (průměr 12,1 %; vyhovělo 68 %). Naopak nejvyšší byl obsah NL v roce 2019 s průměrem 14,0 %, kdy vyhovělo 96,0 % vzorků pšenice, nadprůměrný byl také v letech 2017 (průměr 13,7 %, vyhovělo 89 %) a 2018 (průměr 13,5 %, vyhovělo 94 %).

Obecně mezi obsahem NL v zrna pšenice a výnosem platí negativní korelační závislost, tj. při vyšších výnosech jsou obsahy NL v zrna nižší. Potvrzují to v zásadě i naše výsledky. V letech 2017–2019 s podprůměrnými výnosy (Obr. 3) byly obsahy NL vysoké, naopak v roce 2014 s rekordně vysokým výnosem byl obsah NL druhý nejnižší, a to právě po roce 2023. Rok 2023 se určitým způsobem vymyká, protože obsah NL byl ještě nižší než v roce 2014, avšak výnosy 2023 úrovně roku 2014 nedosahovaly. Je zřejmé, že na nízkém obsahu NL se v roce 2023 podílely ještě další vlivy. Jednalo se patrně o kombinaci příznivých podmínek pro vegetativní růst v podzimním, zimním a časném jarním období, kdy rostliny obilnin vytvořily velký objem zelené hmoty a měly vyšší počty odnoží, a následného sucha v květnu a zejména v červnu, kdy rostliny měly nedostatek přístupných živin.

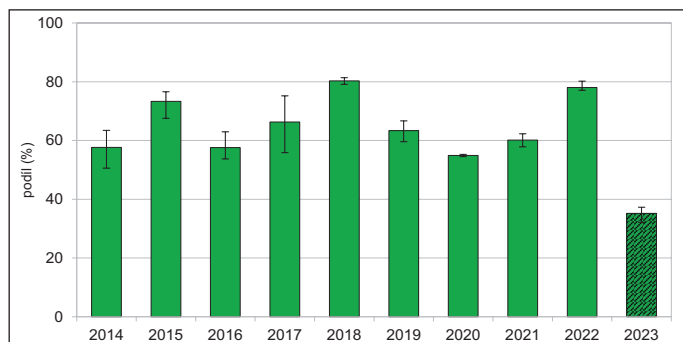
Otázkou je, do jaké míry ovlivnil obsah NL srážky v období sklizně. Z grafu na (Obr. 5) vyplývá, že podíl vyhovujících vzorků byl po srážkách o něco nižší (62 %) než před srážkami (68 %) a o něco nižší byla po srážkách i průměrná hodnota (po srážkách: 11,8 %, před srážkami 12,2 %). Na tomto rozdílu se však mohl odrazit i fakt, že mezi pšenici sklizenou před srážkami tvořily velký podíl vzorky z oblastí s tradičně vysokým obsahem NL (Jižní Morava, Střední Čechy), ve kterých pšenice dříve dozrává a žně tam začaly dříve.

Kvalita bílkovin – Zeleného testu (SEDI)



Požadované kvalitě bílkovin hodnocené Zeleného testem (min 30 ml) vyhovělo ze sklizně 2023 73 % hodnocených vzorků pšenice (Obr. 8) při průměru 35 ml. Kvalita bílkovin byla mírně lepší u pšenice sklizené na Moravě (vyhovělo 79 %, průměr 36 ml) než v Čechách (vyhovělo 64 %, průměr 34 ml). Průměr za předchozích 10 let je 42 ml, průměrný podíl vyhovujících vzorků 88 %. Je zřejmé, že v roce 2023 byla kvalita bílkovin výrazně podprůměrná,

a to jak z pohledu podílu vyhovujících vzorků, tak zejména s ohledem na průměrnou hodnotu. Jednalo se o jednoznačně nejnižší hodnoty ve sledované řadě let. Nadprůměrná byla kvalita bílkovin v roce 2017 (průměr 46 ml, vyhovělo 92 %), a také v letech 2018 a 2019 (shodně 45 ml a 90 % vyhovujících vzorků). Jedná se zároveň o ročníky s nadprůměrným obsahem NL a zároveň s podprůměrnými výnosy.



Obr. 9: Podíl vzorků pšenice sklizených v ČR v letech 2018–2023 vyhovujících ČSN 46 1100-2 ve čtyřech parametrech (objemová hmotnost, číslo poklesu, sedimentační test, N-látka). Rozpětí znázorněné úsečkou udává rozdíl mezi Čechami a Moravou.

Sedimentační test je z jednotlivých kvalitativních parametrů nejvíce ovlivněn odrůdou, tj. její geneticky danou kvalitou, silná je ale také jeho souvislost s obsahem N-látek v zrně. Naopak počasí ve stadiu zralosti již kvalitu bílkovin neovlivňuje. Dokládají to i naše výsledky, kdy průměrné hodnoty pšenice sklizené do 3. 8. (36 ml) a po 10. 8. (35 ml) jsou prakticky srovnatelné a podíl vyhovujících vzorků sklizených do 3. 8. je dokonce o něco nižší (72 %) než u vzorků sklizených po 10. 8. (76 %), což však může být způsobeno např. rozdíly v odrůdové skladbě.

Závěrem

Výsledky sklizně 2023 potvrzují známý fakt, že kvalitě pšenice deštivé počasí v období zralosti nesvědčí. Ovlhčení zralého zrna spouští procesy, ke kterým normálně dochází až při klíčení zasetého zrna – zvyšuje se aktivita enzymů, v zrně se začínou rozkládat škroby na cukry a dochází k porůstání. Zejména při opakovaném ovlhčení dochází také ke změnám ve struktuře a v uložení zásobních látek v zrně, což má spolu s nabobtnáním povrchových vrstev zrna a jejich následným svrasknutím negativní vliv na objemovou hmotnost. Zatímco číslo poklesu a objemová hmotnost byly u pšenice sklizené před srážkami velmi dobré a znehodnotily je až několik dní trvající deště, obsah bílkovin a jejich kvalita vyjádřená sedimentačním testem podle Zeleného jsou nízké bez ohledu na datum sklizně. Ve výsledku byl ve sklizni pšenice roku 2023 nejnižší podíl vzorků vyhovujících požadavkům na pekárenskou kvalitu za posledních 10 let (Obr. 9). V ročnících, které svým průběhem počasí nesvědčí dosažení uspokojivé kvality pšenice, se dobře projeví vlastnosti jednotlivých odrůd. V podmínkách roku 2023 byla u některých odrůd pozorována výjimečná stabilita čísla poklesu, kdy i po déle, než týden trvajících srážkách bylo jejich číslo poklesu téměř 300 s, u některých se zase prokázala schopnost dosáhnout výborného obsahu i kvality bílkovin v podmínkách, ve kterých to jiné odrůdy nedokázaly. Tyto vlastnosti se týkaly zejména některých odrůd kvalitativní třídy E.

/recenzováno/

Poděkování

Poděkování patří všem pěstitelům obilovin poskytujících dobrovolně vzorky pro účely tohoto monitoringu. Finančně bylo sledování kvality sklizně roku 2023 podpořeno Ministerstvem zemědělství (Smlouva č. (DMS) 1620-2023-13121 a institucionální podpora MZE-RO1123).

Vliv tepelné úpravy ječmene na obsah β -glukanů a polyfenolických látek (The influence of heat treatment of barley on β -glucans and polyphenols content)

Podloucká Pavlína, Polišenská Ivana, Jirsa Ondřej, Vaculová Kateřina
Agrotest fyto, s.r.o., Havlíčkova 2787/121, Kroměříž

Souhrn: Ječmen je po pšenici, kukuřici a rýži čtvrtou nejčastěji pěstovanou obilovinou na světě. V poslední době si ječmen opět získává pozornost strážníků pro svůj vysoký obsah β -glukanů a polyfenolů, což jsou látky s pozitivním účinkem na lidský organismus. V této studii byl sledován obsah těchto sloučenin před a po tepelné úpravě (vaření a ohřev v mikrovlnné troubě) u šesti genetických materiálů nahých ječmenů (AF Lucius, AF Cesar, Nudimelanocriton, KM 2975, KM 3189 a KM 2551) určených pro výživu lidí. Z výsledků je patrné, že všechny testované materiály mají významné množství jak β -glukanů, tak polyfenolických sloučenin. Vaření a následný ohřev v mikrovlnné troubě má vliv na obě skupiny sloučenin, nicméně u β -glukanů byla změna statisticky zanedbatelná a pro polyfenoly došlo k mírnému, avšak statisticky významnému poklesu jejich celkového obsahu. Vaření ječmene je tudíž vhodným způsobem přípravy a je zřejmé, že si ječmen plně zaslouží zařazení mezi tzv. funkční potraviny.

Klíčová slova: nahé ječmeny, β -glukany, polyfenoly, vliv tepelné úpravy

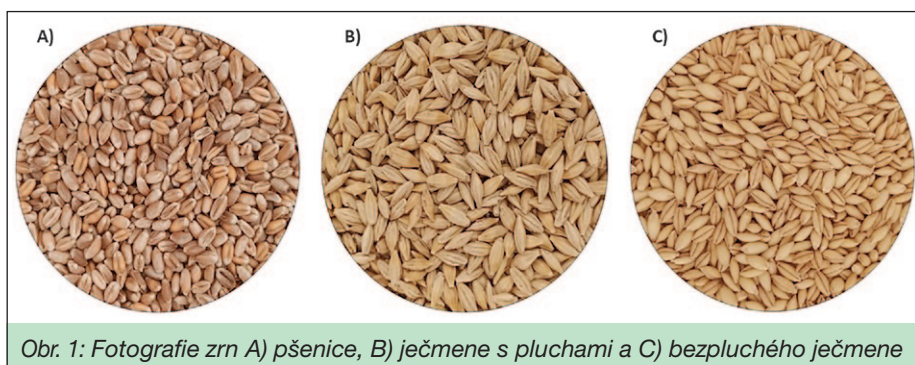
Abstract: Barley is the fourth most cultivated cereal crop in the world after wheat, maize and rice. Recently, barley has gained back the attention of consumers for its high content of β -glucans and polyphenols, which are substances with positive effects on human health. The aim of this study was to monitor the content of these compounds before and after thermal treatment (boiling and heating in a microwave oven) in six genetic materials of hull-less barley (AF Lucius, AF Cesar, Nudimelanocriton, KM 2975, KM 3189 and KM 2551) intended for human consumption. The results showed that all tested materials have a significant content of both β -glucans and polyphenolic compounds. Boiling and subsequent heating in the microwave oven had an effect on the content of these compounds, however, for β -glucans the changes were not statistically important and for polyphenols, there was registered a decline in their total content, but this content remained remarkable. Boiling of barley is therefore suitable for the preparation of barley and it is obvious that barley fully deserves to be included among the so-called functional foods.

Key Words: hull-less barley, β -glucans, polyphenols, effect of thermal treatment

Úvod

Ječmen a jeho potravinářské využití

Ječmen je v pořadí čtvrtou nejčastěji pěstovanou obilovinou na světě hned po pšenici, kukuřici a rýži. Jeho nespornou výhodou je výborná adaptace na různé klimatické podmínky. V minulosti patřil k základním obilovinám používaným pro přímou výživu lidí, ale postupně byl nahrazen pšenicí, která má lepší technologické i senzorické vlastnosti pro přípravu chleba a dalších pekařských výrobků. Pouze malá část vyrobeného zrna (1–5 %) se dále využívá jako potravina pro lidi. V dnešní době ječmen a výrobky z něj připravené opět nacházejí cestu do lidského jídelníčku, a to zejména díky svým nutričním a zdravotním benefitům. Zrno ječmene obsahuje velké množství vlákniny se specifickými účinky na zdraví (β -glukany), vitamíny (B-komplex, vitamín E), minerální látky a jiné bioaktivní sloučeniny, mezi nimiž vynikají svými antioxidačními vlastnostmi polyfenoly.



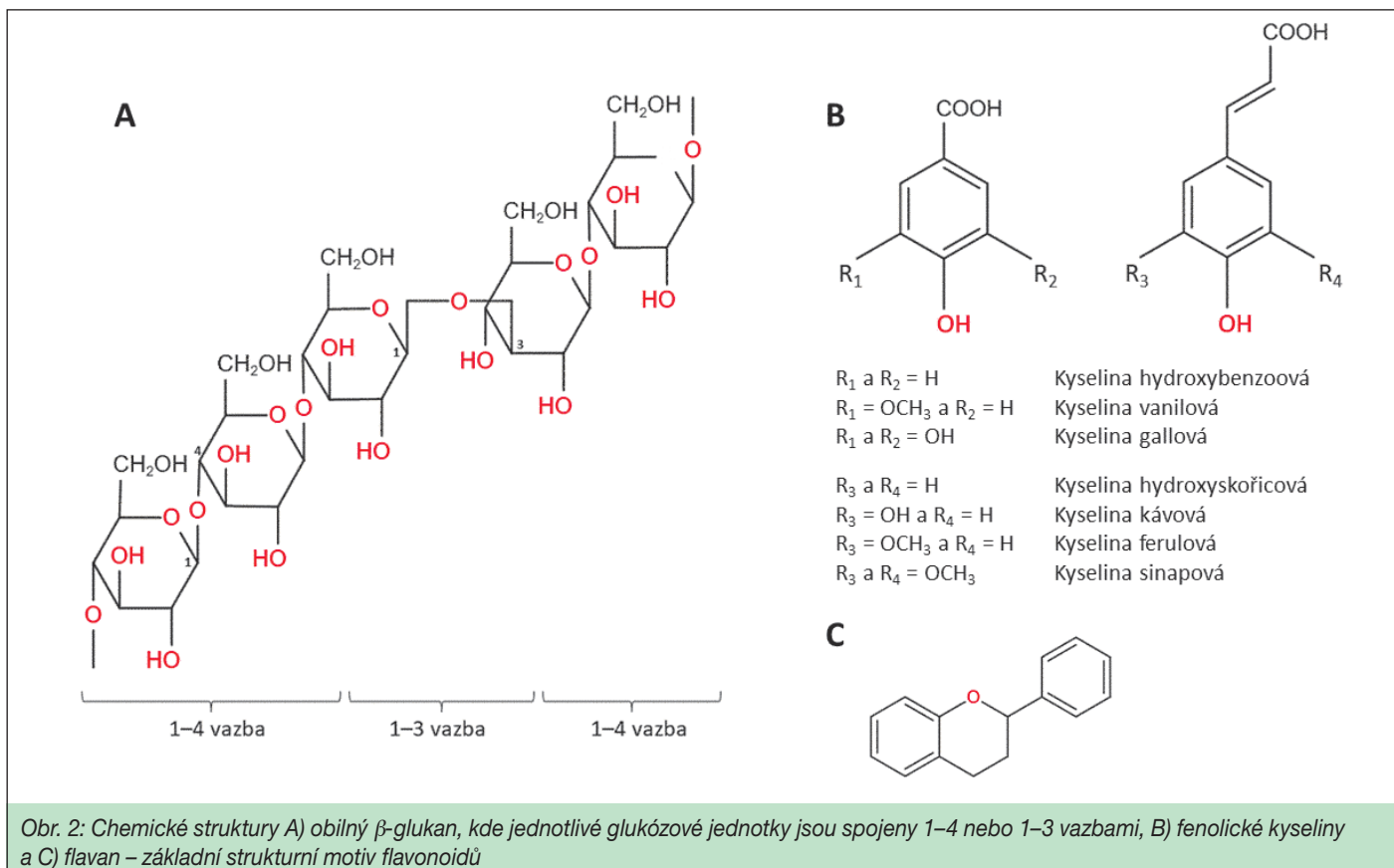
Využití zrna k přímé výrobě zdravích prospěšných potravin znesnadňuje skutečnost, že v důsledku požadavků hlavních zpracovatelů ječmene, především sladovnického průmyslu, jsou

převážně pěstovány pluchaté odrůdy. Pluchy, jako nestravitelné tuhé obaly obilek, musí být před dalším zpracováním odstraněny obroušením, v důsledku čehož se v konečných produktech významně snižuje obsah důležitých bioaktivních látek, vitaminů i minerálů. V posledních dekádách se ale šlechtění ječmene určeného pro použití k lidské výživě zaměřilo na bezpluché odrůdy. Bezpluché zrno ječmene má vzhled podobný pšenici (Obr. 1) a na rozdíl od obilek nahozrného ovsa je hladké, bez dráždivých chloupků. V Agrostu fito, s.r.o. byly vyšlechtěny dvě odrůdy bezpluchého ječmene, které se kromě morfologické odlišnosti vyznačují i vyšším obsahem β -glukanů (zejména odrůda s názvem AF Cesar).

Zdraví prospěšné látky v ječmeni

Obilné β -glukany jsou lineární, ve vodě rozpustné polysacharidy, které se řadí mezi rozpustnou vlákninu. Jejich struktura je tvořena glukózovými jednotkami vázanými 1–4 vazbami (70 %) nebo 1–3 vazbami (30 %) (obr. 2A). Tyto polysacharidy si získaly pozornost pro své pozitivní účinky na lidské zdraví. Kromě vlastností spojených s rozpustnou vlákninou mají schopnost regulovat hladinu cholesterolu a obsah cukrů v krvi, což vede k prevenci řady civilizačních chorob včetně diabetu II. typu nebo kardiovaskulárních onemocnění. Kromě ječmene je další obilovinou bohatou na β -glukany oves. V ječmeni a ovsu je jejich obsah zpravidla od 2 do 11 %, i když v některých odrůdách nebo genetických zdrojích ječmene to může být až 17 %.

U jiných obilovin, jako je žito a pšenice, je obsah β -glukanů nízký (1–2 % a méně) (Lazaridou et al. 2007). V zrne můžeme β -glukany najít jak v aleuronové vrstvě (26 %), tak v endospermu (70–75 %)



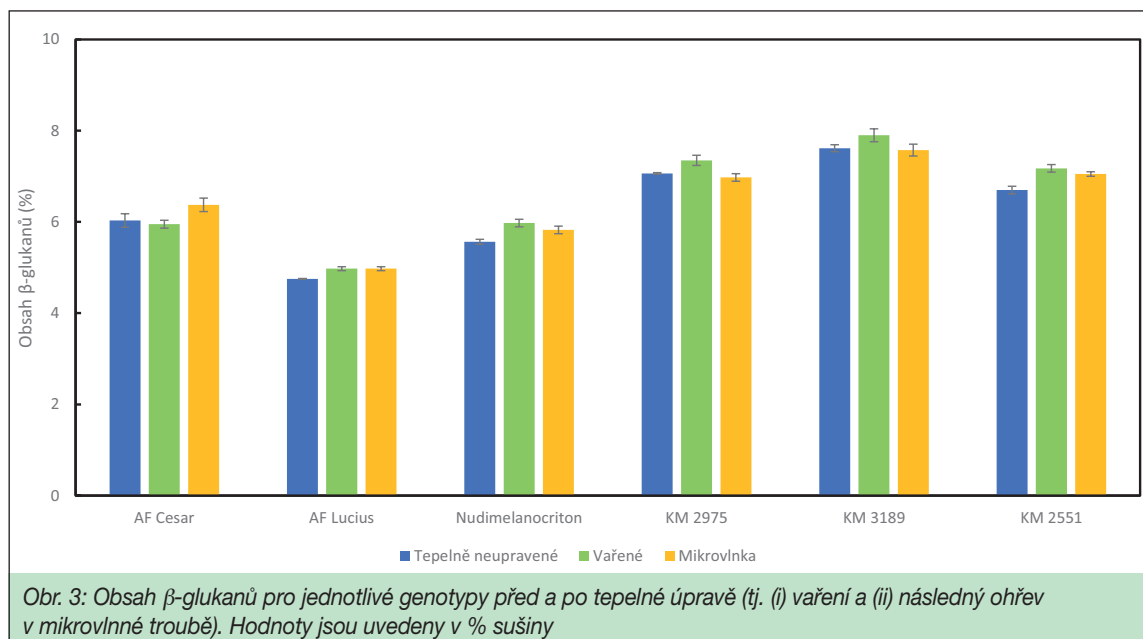
a to především u ječmene. Zde jsou β -glukany rovnoměrně distribuované ve stěnách buněk endospermu, a tím je zachován vyšší obsah těchto látek i po obroušení svrchních vrstev zrna na rozdíl od ovsa nebo jiných obilovin. Tato specifická vlastnost byla potvrzena i u odrůd ječmene se zvýšeným obsahem β -glukanů, vyšlechtěných v Kroměříži.

může být přílohou hlavního jídla, závěrkou polévek nebo doplňkem různých salátů.

Cílem tohoto článku je popsat, jak tepelné zpracování ovlivňuje obsah β -glukanů a polyfenolických látek u různých materiálů bezpluchého ječmene s vyšším obsahem β -glukanů a se standardním i nestandardním obsahem škrobu (voskovým typem škrobu), které byly vyšlechtěny pro přímé potravinářské použití. Abychom imitovali běžné použití ječmene v kuchyni, z tepelných úprav bylo zvoleno vaření ve vodě a následné ohřívání v mikrovlnné troubě.

Materiál a metody

Pro studii bylo vybráno šest genotypů jarního ječmene, které byly vypěstovány v roce 2021 na experimentálních polích firmy Agrotest fito, s.r.o v Kroměříži. Dvě registrované odrůdy (AF Lucius a AF Cesar)



Další skupinou látek s pozitivním účinkem na lidské zdraví, které zrna obilovin obsahuje, jsou polyfenolické sloučeniny. Jedná se o sekundární metabolity rostlin, které vykazují silné antioxidační vlastnosti. Tyto vlastnosti jsou připisovány základní stavební jednotce polyfenolů, což je aromatické jádro s navázanou alespoň jednou hydroxylovou skupinou (obr. 2B a 2C). Tato struktura jim umožňuje stabilizovat volné radikály v organismu a tím brání rozvinutí radikálových řetězových reakcí, které mohou vést k poškození buněk organismu. Klinické i epidemiologické studie potvrzují, že strava bohatá na polyfenoly hraje významnou roli v prevenci řady onemocnění, ať už se jedná o různé záněty, kardiovaskulární onemocnění, různé typy rakoviny, neurodegenerativní onemocnění a také nemoci spojené se stárnutím (Câmara et al. 2021). Pro obiloviny jsou typické fenolické kyseliny odvozené od (i) kyseliny hydroxybenzoové (např. kyselina vanilová, gallová, atd.) nebo od (ii) kyseliny hydroxyskořicové (např. kyseliny ferulová, kávová, sinapová, atd.) a flavonoidy (obr. 2B, 2C). Fenolické kyseliny se nachází hlavně v obalových vrstvách zrna, kde jsou obsaženy volně či jsou vázané na buněčnou stěnu. Vázané kyseliny reprezentují 85–95 % celkového množství fenolů v obilovinách. Podrobněji bylo téma zpracováno v Obilnářských listech 3/2021 (Podloucká et al. 2021).

Obiloviny se obvykle nekonzumují v syrovém stavu. Zrno se nejdříve musí zpracovat, než je použito jako potravina. Kromě mletí je to většinou tepelná úprava, která může mít rozličnou podobu, tj. vaření ve vodě nebo páře, pečení, pražení, extruze, vaření či ohřev v mikrovlnné troubě atd. Cílem tepelného zpracování je zlepšení chuti a nutriční hodnot, zvýšení dostupnosti některých živin, a naopak, možná inaktivace škodlivých látek a enzymatických inhibitorů. Díky vysokému obsahu vlákniny a dalších nutričně zajímavých sloučenin se s ječmenem můžeme setkat ve snídaňových cereáliích, těstovinách či pečivu a ve formě krup

a genetický zdroj s názvem Nudimelanocriton (s černou barvou obilky) mají standardní typ škrobu, další tři (KM 2975, KM 3189 a KM 2551) jsou neregistrované nově vyšlechtěné genetické zdroje s nestandardním typem škrobu (tzv. waxy neboli voskovým typem škrobu). Takové obiloviny mají snížený obsah jednoho ze dvou základních polysacharidů škrobu – amylozy (až na 1–2 %) a naopak vysoký podíl druhého polysacharidu – amylopektinu, což ovlivňuje fyzikálně-chemické vlastnosti jejich škrobu. U všech genotypů byly aplikovány stejné zásady pěstitelské technologie a zrno bylo po sklizni uloženo na suchém a chladném místě.

Pro analýzu bylo použito celé zrno. Nejprve bylo analyzováno tepelně nezpracované zrno, které bylo namleté na laboratorním mlýnku. V dalším kroku bylo zrno (50 g) uvařeno 20 minut ve vřící destilované vodě (60 ml). Množství vody bylo zvoleno tak, aby veškerá voda byla zrnem absorbována během vaření. Po 20 minutách varu byly baňky odstaveny z variče a nechány vychladnout na pokojovou teplotu. Polovina takto připraveného zrna byla rozmixována v kuchyňském mixéru a vzniklá kaše byla použita pro extrakci. Druhá polovina vzorku byla uložena 2 dny v lednici a poté byla ohřívána v mikrovlnné troubě (maximální výkon po dobu 3 minut). Po ohřátí se postupovalo stejně jako u první poloviny vzorku.

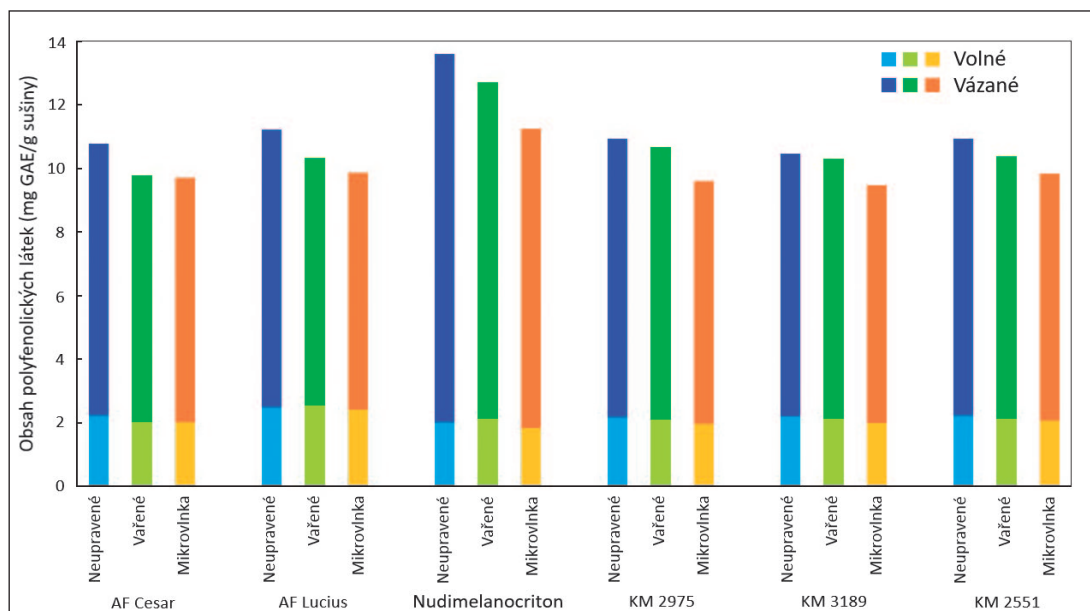
Pro stanovení obsahu β -glukanů byl použit kit firmy Megazyme (Wiclow, Irsko), který je založen na McClearyho enzymatické reakci (McCleary et al. 1997).

Pro stanovení celkového obsahu polyfenolických látek byla použita spektrofotometrická metoda, která je založena na barevné reakci Folin-Ciocalteho činidla s fenoly (Singleton et al. 1965; Singleton et al. 1999). Pro extrakci polyfenolů bylo naváženo 0,5 g namletého zrna nebo kaše z vařeného zrna, které bylo zalito 10 ml 80 % acetonu. Zkumavky byly inkubovány ve tmě přes noc při pokojové teplotě. Během tohoto času byly

vzorky několikrát protřepány. Další den byly zkumavky odstředěny a supernatant byl použit pro analýzu rozpustných polyfenolů. Pelety po odstředění byly zality 10 ml alkalického methanolu (3:1, směs 4M NaOH a metanol) a tato směs byla dobře protřepána. Poté byly zkumavky ponořeny do vodní lázně o teplotě 80 °C na 120 minut a každých 30 minut byly opět řádně protřepány. Po vychlazení byly vzorky neutralizovány kyselým methanolem (3:1, směs 4M HCl a metanol), doplněny na 25 ml a odstředěny. Supernatant byl poté použit pro stanovení celkového obsahu vázaných polyfenolů.

doposud publikované výsledky týkající se vlivu zpracování na β -glukany ječmene. Tepelné zpracování mělo různý efekt na celkový obsah β -glukanů, a to jak zvýšení, tak snížení v závislosti na způsobu zpracování (suchá nebo mokrá cesta), teplotě a času. U námi použitých způsobů zpracování se u jednotlivých testovaných genotypů obsah β -glukanů prakticky nezměnil, což je možné přičíst zejména zvolenému poměru zrna a vody, při kterém nedošlo k vyplavení β -glukanů. Pro pokus bylo využito bezpluché zrna ječmene bez jakýchkoliv dalších mechanických zásahů. Pokud budou aplikovány standardní postupy úpravy zrna před dalším mlýnským zpracováním (například jemné obroušení povrchových vrstev s cílem odstranění nečistot a dalších nežádoucích látek jako v případě zpracování pšenice) je pravděpodobné, že mohou mít vliv jak na konečný obsah β -glukanů, tak i na jejich vlastnosti při tepelné úpravě.

Další skupinou látek v ječmeni, které mají zajímavé vlastnosti pro lidský organismus, jsou polyfenolické sloučeniny. Těm jsou přisuzovány antioxidační vlastnosti, což jim umožňuje stabilizovat volné radikály vznikající během metabolismu, a tak předcházet řadě onemocnění spojených s oxidačním stresem. V naší studii byl



Obr. 4: Obsah polyfenolických látek šesti genotypů ječmene v (i) tepelně nezpracovaném, (ii) vařeném a (iii) vařeném a následně ohřivaném zrna v mikrovlnce. Hodnoty jsou vyjádřeny jako mg GAE/g sušiny

Výsledky a diskuze

Ve všech studovaných genotypích ječmene byl prokázán vysoký obsah β -glukanů. Výsledky jsou uvedeny v Obr. 3. Průměr všech odrůd byl roven 6,31 % a hodnoty pro jednotlivé genotypy se pohybovaly od 4,75 % (AF Lucius) po 7,60 % (KM 3189). Z obrázku je patrné, že genotypy s waxy typem škrobu (KM) měly obsah β -glukanů vyšší než materiály se standardním typem škrobu. Tyto výsledky jsou ve velmi dobré shodě s již dříve publikovanými daty (Holtekyjolen et al. 2006).

Vaření a následné ohřívání v mikrovlnné troubě mají zpravidla vliv na vlastnosti polysacharidů a tím pádem i na β -glukany. Po uvaření obsah β -glukanů téměř u všech genotypů mírně vzrostl, v průměru o 0,32 %. Výjimkou byla jediná odrůda AF Cesar, pro kterou zůstal obsah β -glukanů srovnatelný s tepelně neupraveným zrnem. Následující ohřev v mikrovlnné troubě měl za následek, že průměrná hodnota mírně klesla z 6,55 na 6,46 %. Avšak tento pokles byl statisticky nevýznamný. Navzdory poklesu, průměrná hodnota po ohřevu v mikrovlnné troubě zůstala srovnatelná nebo vyšší v porovnání s nezpracovaným zrnem. Tyto výsledky je těžké posuzovat v souvislosti s již dříve publikovanými daty, protože článků, které se zabývají vlivem tepelného zpracování na β -glukany, je velmi málo. Köksel (1999) studoval vliv výroby bulguru z ječmene na jeho nutriční hodnotu, kdy v prvním kroku se zrna vaří ve vodě. Tento krok výroby vedl k poklesu obsahu β -glukanů, což bylo vysvětleno jejich uvolněním do vody. V roce 2020 Goudar a kol. publikovali článek, ve kterém shrnuli

obsah polyfenolických látek studován spektrofotometricky. Volné polyfenoly byly extrahovány 80 % acetonem a pro získání vázaných fenolických látek byla použita bazická hydrolyza. Výsledky jsou shrnuty v Obr. 4. Z obrázku je patrné, že všechny genotypy ječmene mají v nezpracovaném zrna významný obsah polyfenolických látek, jak volných, tak vázaných na buněčnou stěnu.

Průměrná hodnota pro volné polyfenoly byla 2,24 mg GAE/g sušiny a mezi jednotlivými odrůdami byly minimální rozdíly. Obsahy volných polyfenolů, které se pohybují okolo hodnoty 2,2 mg GAE/g sušiny jsou ve velmi dobré shodě s již dříve publikovanými daty (Zhao et al. 2008).

Obsah vázaných polyfenolických látek byl také u téměř všech testovaných materiálů vyrovnaný. Průměrná hodnota byla 9,04 mg GAE/g sušiny. Jedinou výjimkou byl černostrnný genetický zdroj Nudimelanocriton, pro který byla naměřená hodnota jednoznačně nejvyšší (11,51 mg GAE/g sušiny).

Z uvedených hodnot je patrné, že větší podíl (okolo 80 %) odpovídá vázaným polyfenolům, což se shoduje s již dříve publikovanými daty (Adom et al. 2002). Vázané polyfenoly hrají významnou roli v ochraně trávicího traktu, protože při trávení a působením některých bakterií ve střevě může docházet k jejich uvolnění ze struktury. Takto uvolněné polyfenoly mohou být absorbovány, nebo působí přímo ve střevě (Kroon et al. 1997; Andreasen et al. 2001).

Výsledky analýzy polyfenolických látek po tepelné úpravě (vaření a následný ohřev v mikrovlnné troubě) jsou sumarizovány v Obr. 4. Z obrázku je patrné, že po uvaření celkový obsah

polyfenolů mírně poklesl, ale tento pokles je statisticky neprůkazný. Pokud budeme vycházet z průměru hodnot pro všechny studované genotypy, tento pokles je 0,62 mg GAE/g sušiny (tj. 5 %). Genotypy s waxy typem škrobu jsou pravděpodobně odolnější vůči tepelné ztrátě polyfenolických látek při vaření, protože pokles obsahu polyfenolů byl v průměru 0,32 mg GAE/g sušiny (tj. 3 %), zatímco pro odrůdy se standardním složením škrobu je tento rozdíl 0,92 mg GAE/g sušiny (tj. 8 %). K dalšímu poklesu došlo při ohřevu v mikrovlnné troubě, a to v průměru o 0,75 mg GAE/g sušiny (7 %) v porovnání s uvařeným zrnem.

Tepelná úprava měla větší vliv na vázané polyfenoly, u kterých došlo k poklesu v průměru o 6 %, než na volné polyfenoly, kde byl zaznamenán 3 % pokles. Největší ztráta jak volných, tak i vázaných polyfenolů po obou krocích tepelné úpravy byla zaznamenána u genetického zdroje Nudimelanocriton s černou barvou obilí.

Studii zabývajících se vlivem vaření a ohřevu v mikrovlnné troubě na obsah polyfenolických látek u ječmene je málo. Podařilo se najít článek napsaný Gallegos-Infante a kol. z roku 2010, kde autoři zkoumali vliv vaření na mexickou odrůdu pluchatého sladovnického ječmene Esmeralda. Jejich výsledky ukazují, že při vaření docházelo k nárůstu obsahu volných polyfenolických látek ve srovnání s nezpracovaným zrnem. Tento nárůst byl vysvětlen uvolněním polyfenolů vázaných v buněčných stěnách. U odrůdy Esmeralda může přispívat k růstu obsahu volných polyfenolů i přítomnost pluch, které jsou bohaté na polyfenoly a při vaření chrání zrno proti jejich ztrátě. Tato studie se nicméně nezabývá vlivem vaření na obsah vázaných polyfenolických látek. Naopak pokles obsahu polyfenolických látek byl zaznamenán v několika publikacích při vaření rýže, což je obilovina, u které je vaření běžný postup přípravy pro konzumaci. Další zajímavou publikací je článek od Duodu z roku 2011, kde autor uvádí, že zpracování obilovin může mít za následek jak nárůst, tak úbytek polyfenolů, a to v důsledku uvolnění navázaných polyfenolů z buněčných stěn, jejich polymerizace a oxidace, může také dojít k jejich tepelnému rozkladu a změně struktury atd.

Závěr

Všechny testované materiály bezpluchého ječmene prokázaly vysoký obsah jak β -glukanů, tak polyfenolických látek, což jsou sloučeniny, které mají řadu pozitivních účinků na lidské zdraví. Obiloviny se obvykle nekonzumují v syrovém stavu a před konzumací je třeba je nějakým způsobem zpracovat. Tepelná úprava, jak vaření, tak i následný ohřev v mikrovlnné troubě, neměly na obsah β -glukanů prakticky žádný vliv. Při vaření došlo k jejich mírnému nárůstu, následný ohřev v mikrovlnné troubě měl za následek nepatrný pokles. Tyto změny však byly statisticky neprůkazné. Naše výsledky tak potvrdily dříve známá zjištění, že vaření nemá významný vliv na obsah β -glukanů. Vliv ohřevu v mikrovlnné troubě dříve sledován nebyl. Nicméně z našich výsledků vyplývá, že následný ohřev vařeného zrna ječmene v mikrovlnné troubě významně neovlivňuje obsah β -glukanů, což je v tomto ohledu nová pozitivní informace s praktickým významem.

U polyfenolických látek došlo při obou krocích tepelné úpravy k mírnému, statisticky významnému poklesu jejich obsahu. Nicméně i přes tento pokles zůstávají obiloviny významným zdrojem polyfenolických látek po obou krocích tepelné úpravy. Je vhodné upozornit i na skutečnost, že se v našem případě, s výjimkou genetického zdroje Nudimelanocriton, nejednalo o ječmen s ne-

tradiční barvou zrna a že tedy i odrůdy se světlou barvou zrna představují významné zdroje žádoucích polyfenolických látek.

Z výsledků vyplývá, že vaření ječmene je vhodným způsobem přípravy, která zachovává významné množství pro zdraví významných sloučenin, ať již se jedná o β -glukany nebo polyfenolické látky. Je zřejmé, že ječmen si plně zaslouží zařazení mezi tzv. funkční potraviny.

/Recenzováno/

Poděkování:

Výsledky byly získány s využitím institucionální podpory Ministerstva zemědělství (MZE-RO1123).

Literatura:

- Adom K.K., Liu R.H. (2002): Antioxidant activity of grains, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 50 (21), p. 6182-6187.
- Andreasen M.F., Kroon P.A., Williamson G., Garcia-Conesa M.T. (2001): Intestinal release and uptake of phenolic antioxidant diferulic acids, *Free Radical Biology and Medicine*, Vol. 31 (3), p. 304-314.
- Câmara J.S., Albuquerque B.R., Aguiar J., Corrêa R.C.G., Gonçalves J.L., Granato D., Pereira J.A.M., Barros L., Ferreira I.C.F.R. (2021): Food bioactive compounds and emerging techniques for their extraction, *Foods*, Vol. 10 (1), p. 37
- Duodu K. G. (2011): Effects of processing on antioxidant phenolics of cereal and legume grains, *Advances in cereal science: Implications to food processing and health promotion*, Chapter 3, p. 31-54. American Chemical Society.
- Gallegos-Infante J.A., Rocha-Guzman N.E., Gonzalez-Laredo R.F., Pulido-Alonso J. (2010): Effect of processing on the antioxidant properties of extracts from Mexican barley (*Hordeum vulgare*) cultivar, *Food Chemistry*, Vol. 119 (3), p. 903-906.
- Goudar G., Sharma P., Janghu S., Longvah T. (2020): Effect of processing on barley β -glucan content, its molecular weight and extractability, *International Journal of Biological Macromolecules*, Vol. 162, p. 1204-1216.
- Holtekjøl A.K., Uhlen A.K., Bråthen E., Sahlstrøm S., Knutsen S.H. (2006): Contents of starch and non-starch polysaccharides in barley varieties of different origin, *Food Chemistry*, Vol. 94 (3), p. 348-358.
- Köksel H., Edney M.J., Özkaya B. (1999): Barley bulgur: effect of processing and cooking on chemical composition, *Journal of Cereal Science*, Vol. 29 (2), p. 185-190.
- Kroon P.A., Faulds C.B., Ryden P., Robertson J.A., Williamson G. (1997): Release of covalently bound ferulic acid from fiber in the human colon, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 45 (3), p. 661-667.
- Lazaridou A., Biliaderis C.G., Izidorczyk M.S. (2007): Cereal beta-glucans: Structures, physical properties, and physiological functions, *Functional Food Carbohydrates*, CRC Press, Chapter 1, p. 1-72.
- McCleary B.V., Mugford D.C., Collaborators: Camire M.C., Gibson T.S., Harrigan K., Janning M., Meuser F., Williams P. (1997): Determination of β -glucan in barley and oats by streamlined enzymatic method: Summary of collaborative study, *Journal of AOAC International*, Vol. 80 (3), p. 580-583.
- Min B., McClung A., Chen, M.H. (2014): Effects of hydrothermal processes on antioxidants in brown, purple and red bran whole grain rice (*Oryza sativa* L.), *Food Chemistry*, Vol. 159, p. 106-115.

Podloucká P., Vaculová K., Martinek P., Polišenská I. (2021): Polyfenolické sloučeniny v obilovinách, *Obilnářské listy*, XXIX. ročník, č. 3.

Singleton V.L., Vernon L., Rossi J.A. (1965): Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents, *American Journal Enology and Viticulture*, Vol 16, p. 144-158.

Singleton V.L., Orthofer R., Lamuela-Raventós R.M. (1999): Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent, *Methods Enzymology*, Vol. 299, p. 152-178.

Surh J., Koh E. (2014): Effects of four different cooking methods on anthocyanins, total phenolics and antioxidant activity of black rice, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Vol. 94 (15), p. 3296-3304.

Yu C., Zhu L., Zhang H., Bi S., Wu G., Qi X., Zhang H., Wang L., Qian H., Zhou, L. (2021): Effect of cooking pressure on phenolic compounds, gamma-aminobutyric acid, antioxidant activity and volatile compounds of brown rice, *Journal of Cereal Science*, Vol. 97, p. 103127.

Zhao H., Fan W., Dong J., Lu J., Chen J., Shan L., Lin Y., Kong, W. (2008): Evaluation of antioxidant activities and total phenolic contents of typical malting barley varieties, *Food Chemistry*, Vol. 107 (1), p. 296-304.



Parcely s regenerovanými genetickými zdroji ječmene jarního

Významné výročí pro genovou banku v Kroměříži – 30 let Národního programu rostlin

Zavřelová Marta

Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o., Agrotest fyto, s.r.o.,
Havlíčková 2787/121, Kroměříž

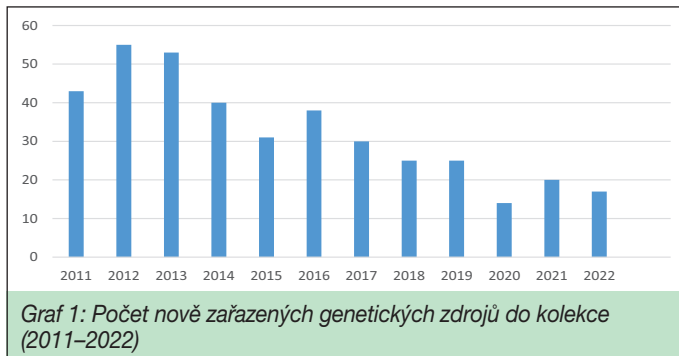
Národní program konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin a agrobiodiverzity (Národní program), kterým Ministerstvo zemědělství ČR každoročně finančně podporuje další zachování a využívání genetických zdrojů rostlin, v roce 2023 vstoupil již do 30. ročníku své existence. V současnosti se Národní program více zaměřuje na vzrůstající potřebu hodnocení a charakterizace genetických zdrojů, poznání genetické diverzity a identifikaci zvláště cenných genotypů, zejména jako donorů různých znaků rezistence, kvality nebo jiných významných vlastností, vedoucích k rozšíření znalostí o genetické diverzitě rostlin.

Historie genetických zdrojů

Shromažďování genetických zdrojů se datuje od počátku minulého století. První zprávy pochází ze Zemědělsko-botanické výzkumné stanice v Táboře a týkají se shromažďování a studia odrůd ječmene (1899) a pšenice (1903). Na Moravě byly v roce 1919 založeny Moravské zemské výzkumné ústavy v Brně, které se také věnovaly shromažďování genetických zdrojů, stejně jako Moravský zemský ústav pro zlepšování plodin v Přerově. V letech 1951-1954 byly genetické zdroje převáděny do nově vznikajících výzkumných ústavů. Jedním z nich byl také Výzkumný a šlechtitelský ústav polních plodin Československých státních statků (ČSSS), který vznikl v roce 1951 (později Výzkumný ústav obilnářský, Oseva, n.p., Výzkumný a šlechtitelský ústav obilnářský a od roku 1992 Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o.). Během padesátých až osmdesátých let došlo k rychlému nárůstu kolekcí. Z počátku byly shromažďovány krajové odrůdy domácího původu, které tím byly de facto zachráněny od nevrátelného zániku a dochovaly se tak do současnosti. Dále pak byly do kolekcí zařazovány i vybrané zahraniční odrůdy a genetické zdroje získané na sběrových expedicích. Kromě shromažďování probíhalo také první hodnocení sbírek a byly sestaveny základní soubory deskriptorů pro jednotlivé plodiny. V případě ovesa byl tento soubor nejdůležitějších morfologických, biologických a hospodářských znaků zpracován tehdejší kurátorem Antonínem Forelem a vydán formou závěrečné zprávy již v roce 1970. Oficiální klasifikátory pro plodiny spravované v Kroměříži - rody *Hordeum* L. (ječmen), *Avena* L. (oves) a *Secale* L. (žito) byly vydány až v roce 1986 ve spolupráci s Výzkumným ústavem rostlinné výroby v Praze-Ruzyni. Změny po revoluci v roce 1989 si vyžádaly řadu změn i v rámci systému péče o genofondy. Kolekce byly rozděleny mezi Českou republiku a Slovensko. Hlavním problémem byla v té době ztráta financování kolekcí, kdy východisko z této situace našlo Ministerstvo zemědělství ČR, které přijalo v roce 1993 Národní program konzervace a využití genetických zdrojů rostlin. Ten začal zajišťovat koordinaci, financování a metodické vedení základních pracovních činností pro všechny instituce v ČR, které se věnovaly problematice genetických zdrojů. V roce 1995 začali všichni účastníci Národního programu využívat databázový systém EVIGEZ (EVIvidence GEnetických Zdrojů), pomocí něhož došlo k inventarizaci všech kolekcí. V roce 2015 byl tento již zastaralý databázový systém opuštěn a všechny kolekce přešly na moderní informační systém GRIN-Czech.

Současný stav kolekcí v Kroměříži

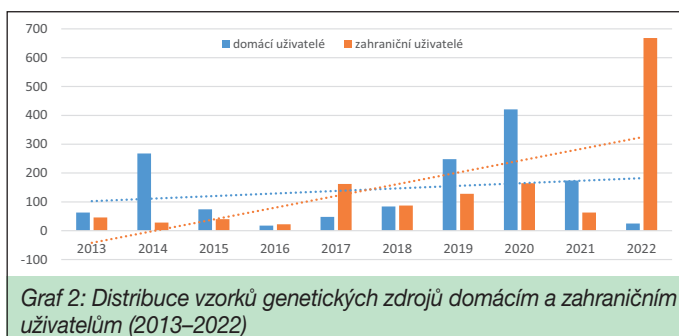
V genové bance při Zemědělském výzkumném ústavu Kroměříž, s.r.o. je spravována Kolekce vybraných obilnin, kam patří ječmen jarní, oves (jarní i ozimý) a žito (jarní i ozimé). Kolekce obsahuje celkem 3072 položek ječmene jarního, a to v celkem 77 varietách. Dvouřadé ječmeny jsou zastoupeny v 32 varietách, přičemž největší podíl (66 % z celé kolekce ječmene jarního) představuje var. *nutans* Schübl. zejména díky bohatému zastoupení sladovnických ječmenů. Z víceřadých ječmenů, které se v kolekci vyskytují v celkem 44 varietách, je nejčastější var. *hybernum* Vil. (13 % z celé kolekce ječmene jarního). V kolekci jsou zastoupeny položky ječmene ze 68 zemí světa, nejpočetnější jsou genetické zdroje domácího původu, z Německa, Ruska, Velké Británie, USA a Etiopie. Jsou zde nicméně také genotypy ječmene např. z Afghánistánu, Izraele, Turkmenistánu, Egypta, Bolívie, Alžírsko, Chile nebo Peru.



Oves je v kolekci zastoupen celkem 2142 položkami jarní formy a 67 položkami ozimé formy. Více jak 94 % z nich představuje druh *Avena sativa* L., následuje *Avena byzantina* C. Koch s podílem 4,4 %. Další druhy jsou zastoupeny minimálně (1–6 položek). Druh *Avena sativa* L. se v kolekci vyskytuje celkem v 19 varietách, nejčastějšími jsou var. *mutica* Alef. s bílou barvou pluchy a var. *aurea* Körn, která se vyznačuje žlutou barvou zrna. Existují však i ovsy šedé, skořicové a černé. Kolekce zahrnuje položky z 52 zemí, nejpočetněji jsou zastoupeny genetické zdroje původem z USA, Německa, Kanady, Polska, Švédska a Ruska.

Žito je v kolekci reprezentováno celkem 694 položkami.

Nejčastějším druhem je *Secale cereale* L., které je v kolekci zastoupeno z 98 %. V kolekci jsou obsaženy položky ze 41 států.



Tab. 1: Přehled distribuce vzorků jednotlivým skupinám uživatelů (2013–2022)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Šlechtitelé	2	0	6	13	4	34	120	13	30	11
Vzdělávání	72	9	11	2	43	1	6	12	5	7
Výzkum	35	280	66	25	147	117	250	555	202	675
Zahraniční GB	0	7	31	0	16	19	0	6	0	0

Nejvíce jsou zastoupeny genetické zdroje původem z Ruska, Německa, USA, Polska, bývalého Československa a Finska. Kolekce je z 86 % tvořena šlechtěnými odrůdami. Převážná většina položek kolekce je ozimého typu (97,5 %).

Kolekce je každoročně rozšiřována o nové položky. V Grafu 1 je znázorněno rozšiřování kolekce v průběhu let. Genetické zdroje zařazené do genové banky jsou pravidelně vysévány, aby se obnovila zásoba klíčivého osiva a bylo tak zajištěno jejich uchování pro budoucnost.

Přínosy Národního programu a genetických zdrojů

Zapojení do Národního programu přineslo Zemědělskému výzkumnému ústavu Kroměříž, s.r.o. možnost účasti na řadě mezinárodních aktivit. Prostřednictvím kurátorky kolekce je výzkumný ústav zapojen do 3 skupin mezinárodní organizace ECPGR, a to v pracovních skupinách – Barley, Avena a Wheat. Dále je jako účastník Národního programu zapojen do projektu integrace evropských genových bank AEGIS. Prostřednictvím své dceřiné výzkumné organizace Agrotest fyto, s.r.o. společnost spolupracuje na řešení mezinárodního evropského projektu Activated Genebank Network (AGENT), jehož cílem je usnadnit šlechtitelům přístup k biologickým materiálům uloženým v genobankách a k informacím o těchto materiálech.

Za pomoci genetických zdrojů byla v Kroměříži vyšlechtěna řada netradičních odrůd nejen ječmene, ale také pšenice, které zvyšují genetickou diverzitu pěstovaných plodin. Jedná se např. o první českou odrůdu bezpluchého ječmene AF Lucius (registrace 2009), nebo odrůdu ječmene jarního AF Cesar (registrace 2014) se zvýšeným obsahem β -glukanů, které jsou součástí rozpustné vlákniny a mají pozitivní vliv na naše zdraví. Z ozimých pšenic jsou to pak odrůdy: AF Jumiko (registrace 2018) – první česká odrůda s purpurovým zrnem, AF Oxana (registrace 2019) – pšenice s modrým zabarvením zrna, AF Zora (registrace 2021) – první evropská odrůda ozimé pšenice s černým zabarvením zrna.

Národní program je také přínosný pro uživatele, kterým jsou vzorky z genové banky poskytovány zdarma pro účely výzkumu, šlechtění a vzdělávání. Tab. 1 znázorňuje distribuci genetických zdrojů mezi jednotlivé skupiny uživatelů.

Genetické zdroje tvoří nedílnou součást mnoha výzkumných projektů nejen u nás, ale i po celém světě. Jejich výzkum je nesmírně důležitý pro další posun ve zlepšování zemědělských plodin. Znalost genetického pozadí jednotlivých genetických zdrojů umožní výběr nejvhodnějších donorů požadovaných vlastností pro šlechtění nových odrůd pro rozšíření genetické diverzity v rámci jednotlivých druhů. Distribuci vzorků genetických zdrojů z kolekce mezi zahraniční a domácí uživatele za posledních deset let je znázorněna v Grafu 2.

Poděkování

Tato publikace vznikla za finanční podpory Ministerstva zemědělství ČR – „Národního programu konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin a agrobiodiverzity“ č. MZE-62216/2022-13113/6.2.5.

Kvalita odrůd ozimé pšenice v polním pokusu v Kroměříži v roce 2023

(Quality of winter wheat varieties in field trial in Kroměříž in 2023)

Polišenská Ivana, Tvarůžek Ludvík, Jirsa Ondřej
Agrotest fyto, s.r.o., Havlíčkova 2787/121, Kroměříž

Souhrn: Byla hodnocena kvalita (obsah bílkovin, objemová hmotnost, číslo poklesu, sedimentační test a HTZ) 121 odrůd ozimé pšenice pěstovaných ve vegetační sezóně 2022/2023 v polním pokusu v Kroměříži. Odrůdy byly pěstovány 3 technologiemi: extenzivní (EXT; 45 kg N/ha, bez fungicidů a regulátorů), střední (STR; 75 kg N/ha, 1× fungicid, 3× regulátor) a intenzivní (INT; 195 kg N/ha, 3× fungicid, 3× regulátor). Na rozdíl od předchozích pokusných let 2014–2022 nemohl být vyhodnocen výnos, pokusy byly kvůli nepříznivému počasí sklizeny formou ruční sklizně klasů. Nejvíce se vyšší technologie pěstování projevila na zlepšení kvality bílkovin (průměrný sedimentační test: EXT 23 ml, STR 25 ml, INT 31 ml) a zvýšení jejich obsahu (průměrné N-látky: EXT 10,6 %, STR 11,4 %, INT 12,8 %). V reakci jednotlivých odrůd byly značné rozdíly. U 53 z celkového počtu 121 odrůd (tj. 44 %) znamenalo zvýšení úrovně technologie pěstování z EXT na INT zlepšení kvality z krmné pšenice na potravinářskou, což má velmi významný praktický dopad z hlediska ceny pšenice, a to zejména v současné situaci nadbytku krmné pšenice. Zlepšení kvality se týkalo zejména odrůd tříd E a A.

Klíčová slova: pšenice, technologie pěstování, kvalita, odrůda, obsah bílkovin, objemová hmotnost, číslo poklesu, sedimentační test

Abstract: The quality (protein content, bulk density, Falling number, sedimentation test and thousand grain weight) of 121 winter wheat varieties grown in the 2022/2023 in a field experiment in Kroměříž was evaluated. The field trials were carried out in 3 crop management levels: extensive (EXT; 45 kg N/ha, no fungicides and growth regulators), medium (STR; 75 kg N/ha, 1× fungicide, 3× regulator) and intensive (INT; 195 kg N/ha, 3× fungicide, 3× regulator). In contrast to previous experimental years 2014-2022, yield could not be evaluated; the trials were harvested by hand-harvesting the ears due to unfavourable weather conditions. The higher crop management level showed the greatest improvement in protein quality (average sedimentation test: EXT 23 ml, STR 25 ml, INT 31 ml) and increase in protein content (average N content: EXT 10.6 %, STR 11.4 %, INT 12.8 %). There were differences in the response of the different varieties. For 53 of the 121 varieties (i.e. 44%), the increase in the level of crop management level from EXT to INT resulted in an improvement in quality from feed to food wheat, which has a very important practical impact in terms of wheat price, especially in the current situation of feed wheat surplus. The improvement in quality was mainly in the E and A varieties.

Key Words: wheat, crop management, variety, quality, protein content, bulk density, Falling number, sedimentation test

Úvod

V České republice představuje pšenice jednu z nejvýznamnějších zemědělských komodit. Její pěstitelská plocha se pohybuje mezi 860 a 780 tis. ha a produkce kolísá mezi 3,5 až 5,5 mil. tun, v závislosti na ročníku. V roce 2023 byla podle údajů ČSÚ sklizňová plocha pšenice 818 tis. ha a celková sklizeň činila 5,118 mil. tun. Výnosy pšenice roku 2023 (průměr ČR 6,44 t/ha) byly přibližně o 0,36 t/ha (6,0 %) vyšší oproti roku 2022 a jsou na úrovni průměru výnosově rekordních let 2014–2016, který byl 6,45 t/ha. Kvalita pšenice sklizené v ČR v roce 2023 se lišila podle data sklizně, a to kvůli deštivému a chladnému období na začátku srpna, které sklizeň přerušilo na dobu téměř dvou týdnů a u nesklizených porostů došlo k výraznému propadu hodnot čísla poklesu a objemové hmotnosti. Obsah bílkovin a jejich kvalita vyjádřená sedimentačním Zelenyho testem však byly v roce 2023 obecně nízké bez ohledu na datum sklizně. Celkově byl ve sklizni pšenice roku 2023 v ČR nejnižší podíl vzorků vyhovujících požadavkům na pekárenskou kvalitu za posledních 10 let (viz článek „Kvalita pekárenské pšenice v ČR ze sklizně 2023 v desetiletém srovnání“ v Obilnářských listech č. 2/2024).

V podobných letech, které svým průběhem počasí nesvědčí dosažení uspokojivé kvality pšenice, se dobře projeví vlastnosti jednotlivých odrůd. V současné době je u nás k dispozici pro pěstování více než 100 odrůd. Jednotlivé odrůdy se mezi sebou liší kvalitou, výnosovým potenciálem i odolností k chorobám a k nepříznivým podmínkám obecně. Mají také rozdílnou schopnost využít dodané živiny a významně odlišné mohou být nároky jednotlivých odrůd na půdnu a klimatické podmínky. Rozhodnutí o provedení a načasování jednotlivých agrotechnických zásahů

optimalizovaných s ohledem na průběh počasí, stanovištní podmínky a nároky odrůdy má zásadní význam pro dosažený výnos, kvalitu a tím i pro ekonomiku pěstování pšenice. Aby bylo možno využít přednosti jednotlivých odrůd v praxi, je třeba jejich chování dobře znát, což není v našich podmínkách kvůli počtu nových odrůd, jejich rychlé obměně a rozdílu v podmínkách mezi ročníky a lokalitami snadný úkol.

K lepšímu poznání vlastností odrůd pšenice slouží také agrotechnické pokusy, zakládáné každoročně od roku 2014 v Zemědělském výzkumném ústavu v Kroměříži se širokým sortimentem odrůd. Sklizeň pokusů v roce 2023 provázely problémy způsobené počasím, podobně jako tomu bylo u sklizně provozních ploch, proto nebyl v odrůdových pokusech vyhodnocen výnos.

Materiál a metody

Pokus se 121 odrůdami ozimé pšenice byl založen na podzim 2022 v Kroměříži po předplodině řepce ve 3 technologiích pěstování: extenzivní (EXT) – 45 kg N/ha, bez fungicidů a regulátorů; střední (STR) – 75 kg N/ha, 1× fungicid, 3× regulátor; intenzivní (INT) – 195 kg N/ha, 3× fungicid, 3× regulátor (Tab. 1). Sklizeň byla provedena dne 31. 7. 2023 ručním odběrem klasů, klasy byly po vysušení vymláčeny na stacionární klasové mlátičce. Kvalita zrna byla hodnocena podle požadavků ČSN 46 1100-2 pro pšenici pekárenskou, která udává kritéria pro objemovou hmotnost (OH), číslo poklesu (FN), obsah N-látek (NL) a sedimentační index (Zelenyho test – SEDI). Stanovena byla také hmotnost tisíce zrn (HTZ). Statistické porovnání intenzit pěstování bylo provedeno párovým *t*-testem, jako významné je považováno $p < 0,05$.

Tab. 2: Kvalita 121 odrůd ozimé pšenice ve třech technologiích pěstování. Tučným písmem jsou uvedeny u nás registrované odrůdy.
Odrůdové pokusy Kroměříž, 2023

Odrůda	Extenzivní					Střední					Intenzivní				
	HTZ (g)	OH (kg/hl)	FN (s)	NL (%)	SEDI (ml)	HTZ (g)	OH (kg/hl)	FN (s)	NL (%)	SEDI (ml)	HTZ (g)	OH (kg/hl)	FN (s)	NL (%)	SEDI (ml)
Safari ^B	49,8	75,1	257	11,0	22	46	76	200	12	26	48,5	75,3	242	13,2	32
Winner ^E	44,9	75,0	372	11,0	21	47	76	359	11	21	43,5	75,4	320	12,2	26
SY Revolution ^B	49,7	76,5	364	10,6	24	48	76	362	11	26	47,5	79,0	352	13,0	36
Sofru ^{A/B}	46,9	73,0	258	11,5	28	49	75	349	12	28	52,4	75,1	335	11,9	29
Solindo CS ^B	47,5	75,7	374	11,1	21	50	76	397	12	25	46,5	75,7	344	13,4	32
Socade CS ^A	40,0	73,0	380	10,1	22	41	76	385	11	26	42,4	78,4	386	12,4	33
Novic ^A	43,1	77,0	379	11,3	22	40	73	393	11	25	38,6	75,5	243	13,5	33
Irun ^A	43,0	73,0	354	9,7	20	46	77	397	11	25	45,3	78,7	382	11,5	29
Artimus ^A	45,0	79,4	423	12,4	27	41	79	436	13	31	48,6	79,3	426	14,2	39
Aurelius ^E	48,6	81,2	393	12,0	32	51	81	412	13	40	48,1	81,2	404	14,0	55
Activus ^A	47,1	72,5	378	11,2	25	47	75	300	13	27	52,8	74,0	309	13,6	38
SU Habanero ^A	47,9	76,5	377	10,1	20	46	77	401	11	24	46,6	77,9	386	12,8	35
Advokat ^{A/B}	43,1	78,7	360	9,5	19	41	80	383	11	24	38,0	78,7	377	13,4	37
Tonnage ^C	48,8	72,4	279	8,9	10	43	71	255	10	11	48,6	74,9	233	10,7	13
Tiberius ^B	46,5	78,0	388	10,9	24	47	81	397	12	28	46,9	79,2	402	13,5	31
Adina ^A	50,6	75,2	393	11,7	31	51	77	425	13	40	48,9	77,1	402	13,5	40
Butterfly ^E	46,2	78,5	399	10,8	27	45	77	407	11	31	48,9	79,6	400	14,0	50
Dynamite ^B	49,4	75,0	370	10,3	23	48	73	382	11	26	48,9	76,4	392	12,6	32
Illusion ^A	47,4	76,3	353	11,0	20	45	78	312	13	26	46,6	77,8	282	13,3	29
Julie ^E	51,6	77,5	374	11,6	31	47	78	341	13	37	49,9	78,1	321	13,4	44
Kalbex ^{CK}	46,9	74,7	369	11,3	19	51	76	358	12	19	52,3	77,5	369	11,9	18
Liseta ^A	53,1	78,1	384	11,7	25	55	80	406	12	27	54,0	80,4	386	13,7	29
Megan ^A	45,3	76,5	367	9,6	20	39	75	374	12	29	46,7	76,4	405	13,9	34
Mercedes ^C	56,6	78,7	264	10,2	14	52	74	174	11	14	52,6	78,7	186	12,8	17
Netta ^B	51,5	72,6	309	8,8	16	50	73	317	10	20	49,4	75,1	329	11,9	23
Nonstop ^B	54,0	73,5	243	10,5	20	52	75	326	12	25	49,5	75,3	316	13,1	30
Petronela ^B	48,5	74,8	384	10,8	20	48	78	365	12	23	45,5	77,9	372	12,8	27
Skif ^A	48,2	77,0	338	10,2	23	49	77	359	11	25	51,4	79,3	356	12,3	30
KWS Emerick ^E	49,7	79,3	373	10,7	24	47	78	386	12	31	49,4	78,7	396	14,4	45
KWS Elementary ^A	47,8	79,1	381	10,6	24	47	82	435	13	37	48,7	82,0	408	12,8	40
Fakir ^A	50,0	77,7	369	9,9	25	48	79	409	11	33	48,1	79,6	386	13,6	50
KWS Donovan ^B	48,5	76,5	358	10,1	20	40	79	372	11	24	49,5	77,0	386	13,4	31
KWS Ultim ^A	53,9	77,0	394	10,7	26	47	76	407	11	25	47,8	76,3	396	12,3	31
Fenomen ^A	47,8	73,1	379	11,0	22	43	76	392	11	22	46,3	78,8	396	13,2	31
KWS Silverstone ^B	53,2	74,0	352	9,2	15	49	74	402	11	17	47,9	75,3	391	12,4	25
KWS Extase ^B	51,3	73,4	371	9,2	19	54	74	411	12	25	42,6	71,6	387	13,2	30
KWS Keitum ^C	55,2	71,4	214	8,5	11	57	73	204	10	15	51,4	75,7	135	12,3	20
KWS Eternity ^E	52,4	73,7	340	10,3	23	50	78	394	12	37	48,5	77,4	380	14,8	65
LG Mocca ^{CK}	51,3	74,9	241	8,3	9	51	77	268	9	9	54,2	77,5	265	10,9	11
LG Lunaris ^C	49,8	74,6	228	8,6	18	44	77	232	10	20	43,5	78,9	298	12,1	30
LG Mondial ^C	47,6	74,5	348	9,3	16	47	78	383	12	22	43,8	76,1	365	13,1	28
LG Absalon ^A	49,9	76,2	374	10,3	18	40	79	416	12	27	49,3	80,5	418	13,3	30
LG Keramik ^B	46,4	77,6	335	8,9	16	44	78	359	11	25	43,6	77,7	346	13,3	39
LG Dita ^A	48,8	76,4	369	9,0	17	47	79	402	11	21	47,5	79,3	399	12,8	30
Crowway ^A	43,9	75,0	344	9,5	20	46	79	363	11	24	42,9	75,9	362	12,2	31
LG Rozarka ^A	45,5	73,7	228	8,9	15	47	77	347	11	20	47,5	77,6	378	13,0	36
Absolut ^A	51,4	78,8	359	11,4	29	52	79	413	12	30	51,7	80,3	377	13,2	35
LG Atelier ^A	49,8	79,6	355	9,2	19	49	81	386	11	24	45,8	81,2	387	13,3	43
IS Agilis ^E	45,5	73,4	221	13,9	40	44	74	262	14	37	51,8	78,3	306	14,0	42

Pokračování tab. 2: Kvalita 121 odrůd ozimé pšenice ve třech technologiích pěstování. Tučným písmem jsou uvedeny u nás registrované odrůdy. Odrůdové pokusy Kroměříž, 2023

Odrůda	Extenzivní					Střední					Intenzivní				
	HTZ	OH	FN	NL	SEDI	HTZ	OH	FN	NL	SEDI	HTZ	OH	FN	NL	SEDI
	(g)	(kg/hl)	(s)	(%)	(ml)	(g)	(kg/hl)	(s)	(%)	(ml)	(g)	(kg/hl)	(s)	(%)	(ml)
IS Dimenzio ^E	45,3	74,6	388	13,0	45	43	74	414	13	41	45,1	72,4	357	13,6	46
IS Rubicon ^{B/C}	54,1	72,6	357	10,7	27	48	68	167	11	26	49,7	69,6	290	13,2	36
IS Conditor ^{CK}	44,7	72,3	291	11,4	15	39	73	260	11	14	44,8	75,1	284	12,1	15
Kamerad ^B	43,4	75,8	331	11,5	23	40	74	398	13	26	45,3	77,2	373	13,5	29
Partner^B	40,0	71,8	327	11,4	26	35	71	380	12	27	41,0	72,5	373	12,8	28
Hansej ^{CK}	39,6	75,1	315	11,7	18	37	74	356	12	19	37,0	75,4	331	12,6	17
Pepper ^{CK}	43,5	73,9	323	10,4	14	40	72	331	12	17	38,6	72,1	318	12,2	19
Gaudio^A	42,9	76,6	400	12,0	30	46	76	401	12	30	46,5	78,6	379	12,9	34
Mandarin ^{E/A}	52,2	80,6	361	14,1	41	49	79	400	13	33	51,9	81,5	405	13,5	39
Callistus^B	42,0	76,5	346	10,4	21	46	78	377	11	23	44,9	77,9	367	13,3	27
Benchmark ^B	37,3	66,7	370	11,1	22	42	69	369	11	21	44,5	73,3	390	12,5	25
Bataja ^A	47,9	74,4	382	11,7	31	48	75	404	12	31	50,5	75,8	390	13,0	34
Kariatyda ^{E/A}	49,3	73,4	394	10,5	23	50	76	410	11	26	50,7	76,6	406	13,1	33
Comandor ^A	41,5	74,4	399	10,0	23	42	75	419	12	26	43,4	77,4	400	13,5	35
Barranco ^E	48,6	75,6	384	10,2	26	46	75	393	10	25	46,1	77,9	403	12,1	37
Bernstein^E	44,2	78,5	373	11,0	27	42	78	395	11	26	45,1	80,4	391	12,8	38
Axaro ^E	51,0	77,9	381	11,5	30	47	79	384	12	37	47,6	76,6	366	12,7	36
Apostel^A	50,3	76,4	392	11,6	27	51	76	402	11	25	50,2	75,7	391	12,4	29
Asory^A	51,1	77,2	397	11,1	26	50	78	430	10	21	52,1	79,0	415	12,1	30
Campesino^B	48,8	76,6	355	9,3	17	46	75	375	9	18	47,5	76,4	382	10,5	23
Gentleman^B	45,3	75,8	375	9,9	19	46	77	390	10	20	45,6	76,4	410	12,5	28
Gordian^B	37,0	73,8	344	10,8	20	40	76	388	13	25	38,4	74,8	366	13,0	27
WPB Calgary^B	48,2	76,1	373	10,9	22	44	75	401	12	25	42,6	73,1	382	13,0	31
Askaban^A	54,0	76,8	367	10,7	27	50	78	415	12	32	52,5	79,8	430	12,9	38
SU Tarroca^B	58,7	75,7	317	10,0	17	56	76	378	11	20	59,7	77,3	390	12,3	27
Johnson^C	42,5	72,5	347	9,6	15	49	71	373	10	16	46,4	73,2	367	11,1	19
Pallas^A	51,3	77,1	348	10,8	27	50	77	394	11	28	46,0	77,9	420	12,8	34
Pontiform^A	48,9	73,2	425	10,0	25	46	75	420	10	28	46,9	74,9	463	12,9	41
Expo ^E	44,5	78,4	364	11,1	26	44	81	383	11	27	44,4	81,6	417	13,2	38
Genius^E	42,7	77,2	405	11,1	26	41	78	418	12	30	41,1	78,2	402	13,2	34
Piruet^A	46,7	79,4	412	12,1	30	46	78	425	12	32	47,9	78,0	278	12,6	33
SU Astragon^C	46,5	75,4	319	10,0	12	49	77	315	11	14	41,0	74,8	315	12,1	18
Centurion^A	52,9	74,2	368	10,6	21	51	73	378	11	25	53,6	72,4	383	13,2	34
Bonanza^C	42,9	69,8	366	10,2	21	47	75	367	10	22	49,3	74,2	316	12,5	31
Bodyček^A	40,9	77,5	358	10,8	29	42	78	392	12	34	42,1	74,1	388	12,1	32
RGT Telemark ^A	44,5	81,6	395	11,4	33	42	80	388	12	36	43,4	80,3	419	13,3	40
Ponticus ^E	44,7	77,0	413	10,4	26	48	80	407	12	33	46,3	80,4	422	13,4	43
RGT Borsalino ^A	45,3	74,3	264	9,8	19	46	74	272	11	25	49,2	76,3	305	12,5	28
Viriato ^A	49,3	76,0	379	12,1	29	50	81	387	13	28	51,2	77,5	390	13,4	31
RGT Venezia ^A	52,7	74,4	388	9,5	18	52	75	363	10	19	54,3	81,2	381	13,2	30
RGT Davirio^C	52,5	78,2	382	10,1	21	50	78	377	10	23	50,9	78,7	380	13,4	32
RGT Sacramento^C	48,5	73,2	198	10,6	21	49	72	217	10	20	48,6	72,2	177	12,4	25
RGT Reform ^A	46,2	78,6	384	10,8	28	46	75	384	10	22	45,3	76,4	395	12,9	36
RGT Depot ^A	52,4	75,3	407	10,3	20	48	74	350	10	19	51,0	75,8	366	12,4	26
RGT Ritter ^A	52,6	71,0	364	8,9	16	47	71	369	10	18	48,9	78,6	383	12,5	26
Cayenne ^A	42,9	76,8	416	11,0	24	43	78	341	10	20	46,1	82,1	397	12,8	33
RGT Racer^B	50,4	75,8	316	10,7	24	50	72	275	11	25	57,0	76,0	208	12,2	29
RGT Revolver ^C	46,1	75,1	410	9,0	20	45	78	351	10	20	42,9	77,4	362	11,0	28
RGT Specialist ^{B/C}	41,9	76,8	420	11,5	27	43	78	372	11	25	39,2	77,7	385	13,0	30

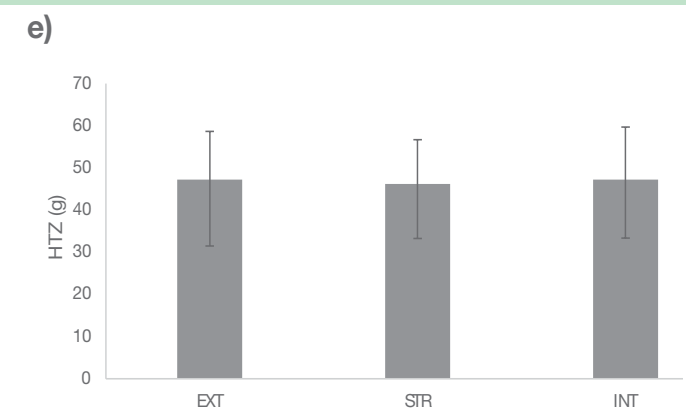
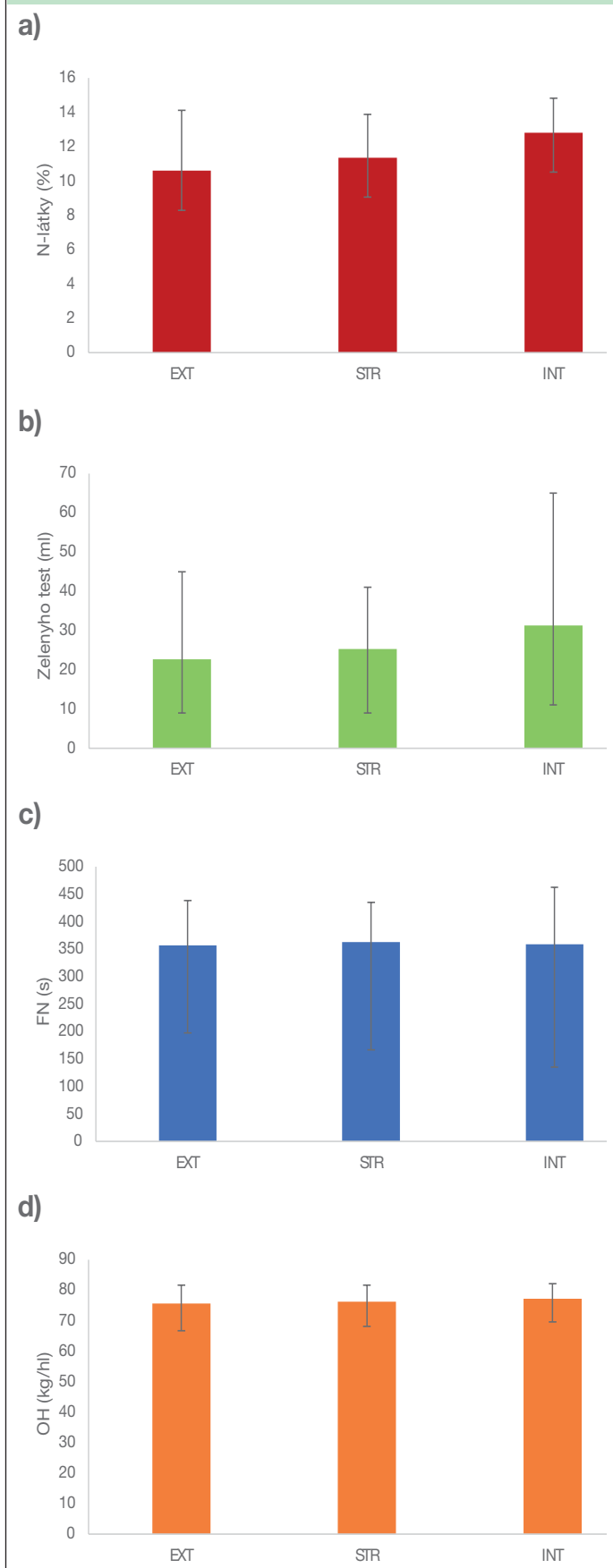
Pokračování tab. 2: Kvalita 121 odrůd ozimé pšenice ve třech technologiích pěstování. Tučným písmem jsou uvedeny u nás registrované odrůdy. Odrůdové pokusy Kroměříž, 2023

Odrůda	Extenzivní					Střední					Intenzivní				
	HTZ	OH	FN	NL	SEDI	HTZ	OH	FN	NL	SEDI	HTZ	OH	FN	NL	SEDI
	(g)	(kg/ha)	(s)	(%)	(ml)	(g)	(kg/ha)	(s)	(%)	(ml)	(g)	(kg/ha)	(s)	(%)	(ml)
Winner ^E	41,1	73,4	363	9,9	18	40	74	330	10	19	40,7	75,0	336	12,2	22
Providence ^A	43,6	73,9	362	9,8	22	44	77	367	11	25	43,7	75,8	311	12,2	27
Concret ^A	44,3	73,3	398	11,2	29	46	74	371	11	30	50,2	74,0	357	11,6	30
Positiv ^A	39,9	75,7	351	10,4	20	43	73	332	10	20	46,0	77,3	355	12,1	21
Complice ^A	52,0	74,0	372	9,9	20	52	75	363	11	22	54,5	75,6	158	11,8	24
Basilio ^A	42,9	77,4	439	12,0	27	41	78	384	12	28	43,8	77,9	379	12,7	30
Celebrity	47,9	74,8	343	10,4	20	43	73	331	11	14	52,0	74,8	335	12,2	25
Ampleur	45,8	76,3	392	9,7	20	43	75	366	10	22	45,6	76,1	380	11,2	26
Euclide	43,4	73,8	385	10,4	22	44	77	363	11	25	50,3	75,9	370	12,1	26
Filon ^E	45,4	74,7	382	9,8	17	43	74	373	11	23	44,5	76,9	379	12,4	23
Ortolan	45,9	73,9	327	10,5	20	47	75	395	12	25	47,4	76,2	311	12,8	26
Basilio ^A	41,7	76,4	420	10,9	23	40	77	386	12	25	42,2	78,4	406	12,7	30
Kraljica ^E	42,4	77,3	417	11,7	29	43	78	409	13	33	47,0	79,7	409	14,2	36
Garavuška ^{A/B}	47,4	79,7	422	11,3	28	47	78	396	13	36	48,8	81,0	403	14,0	38
Bečar ^{A/B}	46,9	76,2	374	10,9	23	47	75	368	12	29	48,8	79,2	380	13,6	37
Barba ^{A/B}	49,7	74,3	379	11,5	25	50	78	387	13	30	50,1	78,2	379	13,4	33
Brko ^{A/B}	43,4	77,9	372	11,0	22	45	78	368	12	31	45,3	78,0	386	13,3	37
Indira ^B	47,8	75,7	370	10,7	26	46	77	374	12	31	48,8	76,7	386	12,7	35
AF Oxana ^B	55,9	73,5	269	10,6	29	55	74	257	11	37	56,3	78,3	251	12,6	38
AF Jumiko ^B	40,6	77,8	386	10,2	19	40	76	363	11	20	41,2	80,6	394	12,6	22
AF Zora ^B	54,5	80,4	294	12,2	20	56	77	277	12	20	56,0	77,3	311	14,5	27
KM 209-21	52,0	79,0	338	10,4	20	50	79	318	10	19	50,5	79,1	351	12,7	30
V1-73-21	31,5	71,6	329	12,3	18	33	75	317	13	20	33,4	74,7	356	13,5	22
Průměr	47,2	75,6	357	10,6	23	46,3	76,2	363	11,4	25	47,3	77,1	359	12,8	31

Tab. 1: Přehled agrotechnických zásahů v extenzivní (E), střední (S) a intenzivní (I) technologii pěstování. Odrůdové pokusy Kroměříž, 2023

Datum	Intenzita	Aplikace
podzim 22	E+S+I	Základní hnojení 100 kg (NPK 15:15:15)
10.10.22	E+S+I	Setí
02.11.22	E+S+I	Trinity 2,0 l/ha
01.03.23	E+S+I	I. Regenerační přihnojení LAD 27 % – 110 kg/ha = 30 kg N/ha
29.03.23	S	II. Regenerační přihnojení LAD 27 % – 110 kg/ha = 30 kg N/ha
29.03.23	I	II. Regenerační přihnojení LAD 27 % – 220 kg/ha = 60 kg N/ha
12.04.23	S+I	CCC 1,0 l/ha
21.04.23	I	Produkční přihnojení LAD 27% – 110 kg/ha = 30 kg N/ha
25.04.23	S+I	Moddus 0,4 l/ha + Samppi 0,5 l/ha
05.05.23	S+I	Impulse Gold 1,0 l/ha
23.05.23	S+I	Cerone 0,5 l/ha + Nexide 0,08 l/ha
23.05.23	I	Revystar 0,5 l/ha + Priaxor 0,5 l/ha + Samppi 0,5 l/ha
26.05.23	E+S+I	Axial Plus 0,6 l/ha
02.06.23	I	Kvalitativní hnojení 220 kg – LAD 27 %/ha = 60 kg N/ha
07.06.23	I	RevyCare 0,75 l/ha + Alterno 0,75 l/ha + Karate Zeon 0,15 l/ha
08.06.23	E+S	Karate Zeon 0,15 l/ha

Obr. 1a–e. Kvalita odrůd pšenice pěstované extenzivní (EXT), střední (STR) a intenzivní (INT) technologií. Znáznorněny jsou průměry (sloupce) a rozpětí hodnot (úsečky) mezi odrůdami. Odrůdové pokusy Kroměříž, 2023.



Tyto pokusy jsou zakládány v Kroměříži od roku 2014, agrotechnika zůstává podobná, s určitými modifikacemi na podmínky ročníku. Spektrum odrůd je vzhledem k průběžnému zařazování nových odrůd částečně proměnlivé, vždy je zařazeno minimálně 100 odrůd. Horní index u názvu odrůdy v Tabulce 2 a v textu označuje kvalitativní třídu pšenice, a to podle hodnocení ÚKZÚZ (Horáková, Dvořáčková, 2023) nebo podle dostupných údajů firem. Odrůdy, u kterých je k dispozici hodnocení ÚKZÚZ, jsou v Tabulce 2 vyznačeny tučně. U některých odrůd není kvalitativní zařazení pro ČR vůbec známo, v tomto případě index u odrůdy chybí.

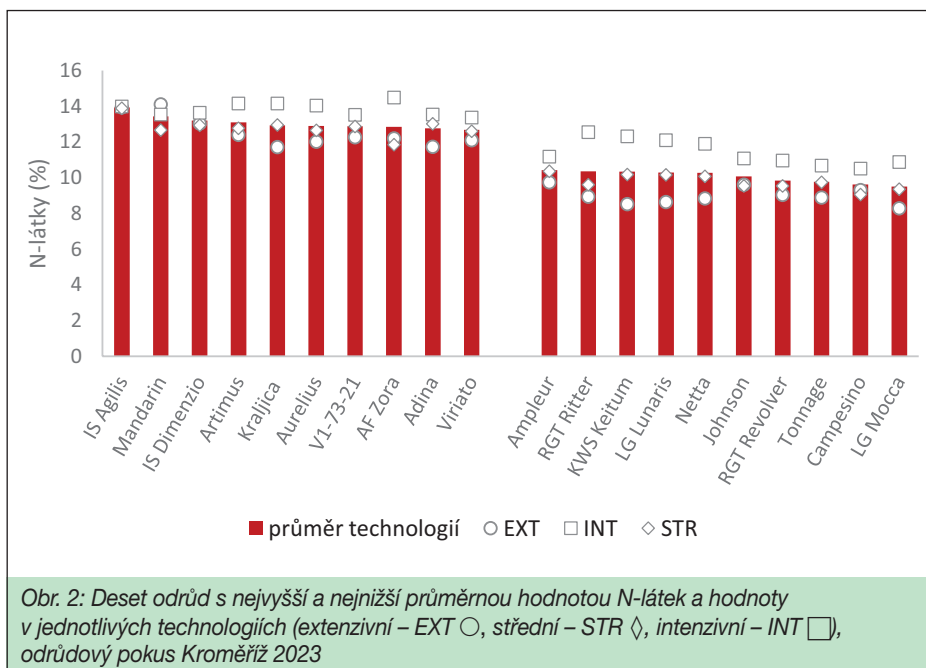
Výsledky

Hodnoty kvalitativních parametrů pro jednotlivé odrůdy a technologie jsou uvedeny v Tab. 2.

Obsah N-látek (NL)

Průměrná hodnota obsahu NL v extenzivní (EXT) technologii byla 10,6 % (odrůdové rozmezí od 8,3 % do 14,1 %), ve střední (STR) 11,4% (9,1 – 13,9 %; oproti EXT +0,8%) a v intenzivní (INT) technologii 12,8 % (10,5 – 14,8 %; oproti EXT +2,2 %, oproti STR +1,5 %) (Obr. 1a). Rozdíly mezi jednotlivými technologiemi jsou pro průměrné hodnoty za všechny odrůdy průkazné. Všechny odrůdy s výjimkou jediné měly nejvyšší obsah NL v INT. Největší rozdíl mezi INT a EXT byl u odrůdy KWS Eternity^E (+4,5 %), rozdíl více než +4 % měly také odrůdy LG Keramik^B, Megan^A, LG Rozarka^A, LG Atelier^A a KWS Extase^B. Odrůda Mandarin^{E/A} měla jako jediná v INT (13,5 %) obsah NL nižší než v EXT technologii (14,1 %). Pouze malý přírůstek v INT oproti EXT (do +0,5 %) měly 4 odrůdy: IS Agilis^E, Concret^A, Sofru^{A/B} a Pirueta^A. Rozdíl mezi obsahem NL v STR a EXT technologii se u jednotlivých odrůd pohyboval od –1,5 % po +2,8%. Vyšší obsah NL v STR než v EXT technologii mělo 103 odrůd (tj. 85 %), přírůstek vyšší než 2 % měly odrůdy LG Dita^A, KWS Eternity^E, LG Keramik^B, KWS Elementary^A, Megan^A, LG Mondial^C a KWS Extase^B. Nižší obsah NL v STR než v EXT technologii mělo 18 odrůd, největší záporný rozdíl byl u odrůd Mandarin^{E/A} (–1,5 %), RGT Reform^A (–1,1 %) a Cayenne^A (–1,0 %). Rozdíl mezi obsahem NL v INT a STR se u jednotlivých odrůd pohyboval od –0,5 % po +3,2 %. Nižší obsah NL v INT než ve STR než v EXT technologii měla jediná odrůda, a to Kalbex^{CK}, u všech ostatních byl v INT vyšší. Nejvyšší přírůstky (více než 3 %) měly odrůdy RGT Davirio^C, RGT Reform^A a RGT Venezia^A. Malý přírůstek v INT oproti STR (do +0,5 %) mělo 13 odrůd.

Nejvyšší obsah NL v průměru pro všechny 3 technologie měla odrůda IS Agilis^E (13,9 %), která měla zároveň velmi malé rozdíly mezi technologiemi (13,9–14,0 %) (Obr. 2). Obsah více než 13 %



Obr. 2: Deset odrůd s nejvyšší a nejnižší průměrnou hodnotou N-látek a hodnoty v jednotlivých technologiích (extenzivní – EXT ○, střední – STR ◇, intenzivní – INT □), odrůdový pokus Kroměříž 2023

měly také odrůdy Mandarin^{E/A}, IS Dimenzio^E a Artimus^A. Nejnižší obsah NL měla odrůda LG Mocca^{CK} (9,5 %), méně než 10 % měly také odrůdy Campesino^B, Tonnage^C a RGT Revolver^C.

Norma pro potravinářskou pšenici požaduje u pekárenských odrůd obsah NL min 11,5 %. V EXT tento požadavek splnila necelá pětina odrůd (23 odrůd, tj. 19 %), v STR 53 odrůd (44%) a v INT téměř všechny odrůdy (115, tj. 95 %). Obsah v INT nižší než 11,5 % mělo pouze 6 odrůd, a to Ampleur (11,2 %), Johnson^C (11,1 %), RGT Revolver^C (11,0 %), LG Mocca^{CK} (10,9 %), Tonnage^C (10,7 %) a Campesino^B (10,5 %). Obsah v INT vyšší než 14,0 % mělo 5 odrůd – KWS Eternity^E (14,8 %), AF Zora^B (14,5 %), KWS Emerick^E (14,4 %) a Kraljica^E a Artimus^A (obě 14,2 %).

Obsah NL je patří mezi kvalitativní parametry silně ovlivněné technologií pěstování, vliv má zejména úroveň hnojení dusíkem. V našich pokusech obsah NL v zásadě odpovídal odstupňovanému hnojení – v EXT při 45 kg N/ha byl obsah NL v průměru odrůd 10,6 %, v STR při 75 kg N/ha 11,4 % a v INT při 195 kg N/ha 12,8 %. Rozdíl průměrných hodnot mezi EXT a INT (+2,2%) v roce 2023 patří v řadě pokusných let k těm větším (Obr. 3). Největší rozdíl byl v roce 2017 (+3,4 %), kdy však zvýšení intenzity nemělo téměř žádný efekt na výnos. Naopak velmi malý rozdíl v obsahu NL (+0,2%) byl pozorován v roce 2020, přírůstek výnosu ovšem činil +34 %, což je nejvíce za pokusnou řadu let. V roce 2023 výnos nebylo možné vyhodnotit.

Zeleného sedimentační test (SEDI)

Průměrná hodnota SEDI v EXT byla 23 ml (jednotlivé odrůdy od 9 ml do 45 ml), v STR 25 ml (9–41 ml) a v INT 31 ml (11–65 ml) (Obr. 1b). Rozdíly mezi jednotlivými technologiemi jsou v průměru za všechny odrůdy průkazné. Naprostá většina odrůd (118, tj. 98 %) měla nejvyšší hodnoty SEDI v INT, výjimkou byly 2 odrůdy C_K (Kalbex, Hansel) se srovnatelně nízkým SEDI (17–19 ml) ve všech technologiích a odrůda

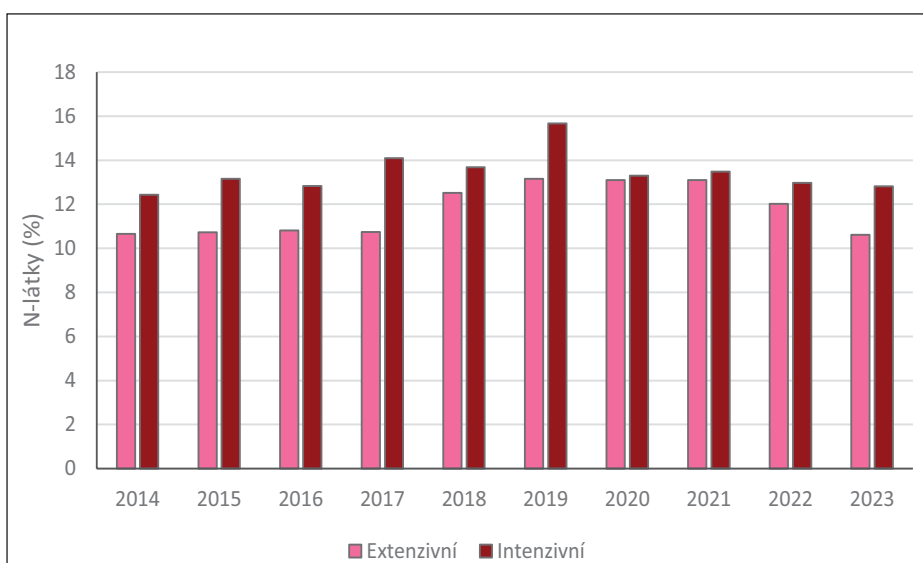
Mandarin^{E/A} s vysokým SEDI ve všech technologiích (EXT 41 ml, STR 33 ml, INT 39 ml). Vyšší SEDI v EXT u odrůdy Mandarin^{E/A} souvisí s tím, že tato odrůda měla jako jediná v EXT také vyšší obsah NL. Pouze malý přírůstek v INT oproti EXT (0–2 ml) mělo 10 odrůd, naopak u 47 odrůd (tj. 39 %) byl přírůstek větší než 10 ml. Největší nárůst měly odrůdy KWS Eternity^E (+44 ml) a Fakir^A (+25 ml). Stejně jako u obsahu NL byl větší rozdíl mezi technologií INT a STR (v průměru odrůd +6 ml) než mezi STR a EXT (+2,7 ml), což odpovídá i většímu rozdílu v dávce N na ha.

Norma pro pšenici pekárenskou požaduje hodnotu SEDI min 30 ml. V EXT tento požadavek splnilo 11 odrůd (9 % z celkového počtu 121), nejvyšší hodnoty měly odrůdy IS Dimenzio^E (45 ml), Mandarin^{E/A} (41 ml) a IS Agilis^E (40 ml), vysoké hodnoty měly také další odrůdy třídy E (Julie, Aurelius, Axaro) a A (Adina, Gaudio, RGT Telemark, Bataja).

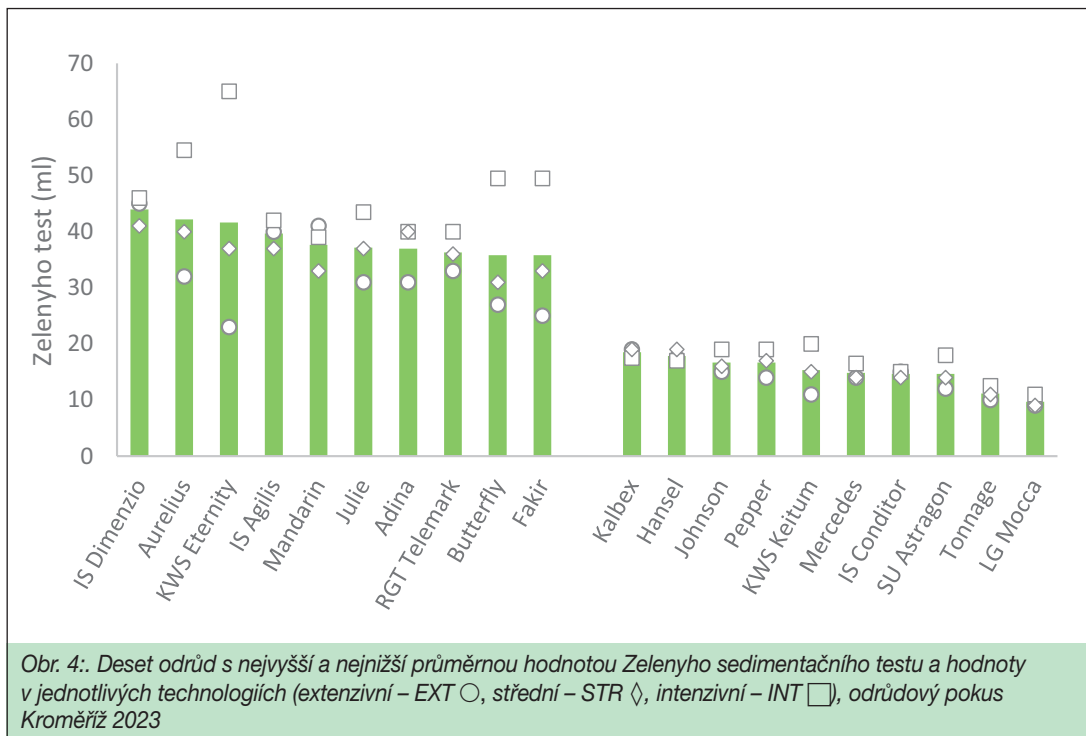
V STR splnilo požadavek na min 30 ml 29 odrůd (tj. 24 %), nejvyšší hodnotu měly odrůdy IS Dimenzio^E, Aurelius^E a Adina^A (40–41 ml), v INT 75 odrůd (62 %), nejvyšší hodnotu měly odrůdy KWS Eternity^E (65 ml), Aurelius^E (55 ml), Butterfly^E a Fakir^A (obě 50 ml).

Z hlediska hodnocení průměrů pro všechny 3 technologie (Obr. 4) bylo mezi 10 odrůdami s nejvyššími hodnotami (41–31 ml) sedm odrůd třídy E (IS Dimenzio, Aurelius, KWS Eternity, IS Agilis, Mandarin, Julie a Butterfly) a tři odrůdy A (Fakir, Adina, RGT Telemark). Naopak všech 10 odrůd s nejnižšími průměrnými hodnotami SEDI (10–19 ml) patřilo do třídy C, případně C_K. U odrůd C_K pro pečivářské zpracování (pro výrobu sušenek a oplatků) nejsou vysoké hodnoty SEDI žádoucí a normou je požadováno maximálně 25 ml.

Tyto odrůdy jsou hodnoceny samostatně (viz níže). Z odrůd zařazených v odrůdovém pokusu se to týká odrůd Hansel, IS Conditor, Kalbex, LG Mocca a Pepper.

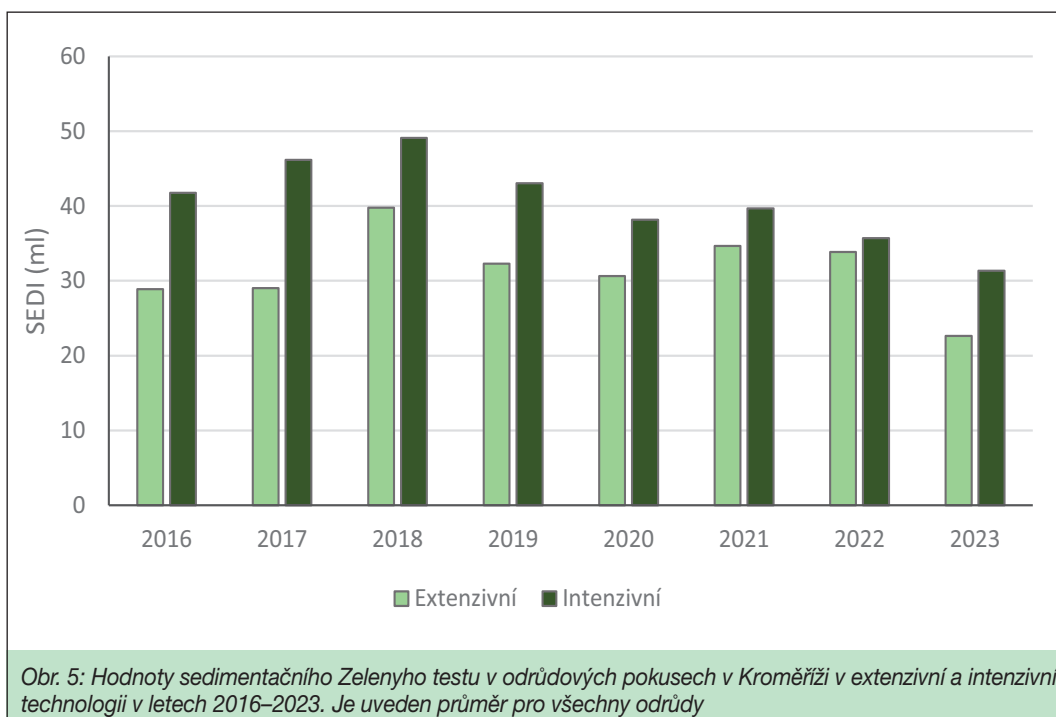


Obr. 3: Hodnoty obsahu N-látek v odrůdových pokusech v Kroměříži v extenzivní a intenzivní technologii v letech 2014–2023. Je uveden průměr pro všechny odrůdy



Obr. 4: Deset odrůd s nejvyšší a nejnižší průměrnou hodnotou Zeleného sedimentačního testu a hodnoty v jednotlivých technologiích (extenzivní – EXT ○, střední – STR ◇, intenzivní – INT □), odrůdový pokus Kroměříž 2023

Sedimentační test posuzuje zároveň množství i kvalitu bílkovin, a to podle objemu vytvořeného sedimentu ve slabě kyselém prostředí. SEDI patří mezi základní ukazatele pro zařazování odrůd do kvalitativních tříd podle ÚKZÚZ. V našich odrůdových pokusech je hodnocen až od roku 2016 a z ročníkového srovnání je zřejmé, že v roce 2023 byly jeho hodnoty dosud vůbec nejnižší (Obr. 5). Zatímco průměrná hodnota let 2016-2022 je 37 ml (v jednotlivých letech 34–44 ml), v roce 2023 byla pouze 27 ml. Jednou z příčin může být celkově nízký obsah NL, avšak ten byl nízký také v odrůdových pokusech v roce 2016 (11,8 %) přesto byl SEDI vyšší (35 ml). Tyto výsledky dokládají, že ačkoliv je SEDI nejvíce odrůdově vázaným parametrem a zároveň závisí na obsahu NL, je ovlivňován významně i prostředím.



Obr. 5: Hodnoty sedimentačního Zeleného testu v odrůdových pokusech v Kroměříži v extenzivní a intenzivní technologii v letech 2016–2023. Je uveden průměr pro všechny odrůdy

Číslo poklesu (FN)

Průměrná hodnota FN v EXT byla 357 s (odrůdové rozmezí 198–439 s), v STR 363 s (167–436 s), v INT 359 s (135–444 s) (Obr. 1c). Rozdíly mezi technologiemi jsou nevýznamné jak z hlediska statistického hodnocení, tak z hlediska praktického významu. Požadavek normy pro potravinářskou pšenici (min 220 s) splnily téměř všechny odrůdy ve všech technologiích. FN nižší než 220 s v průměru všech 3 technologií měly pouze odrůdy KWS Keitum^c, RGT Sacramento^c a Mercedes^c. Většina odrůd (105, tj. 87 %) měla FN v průměru všech tří technologií více než 300 s, z toho 18 odrůd vyšší než 400 s,

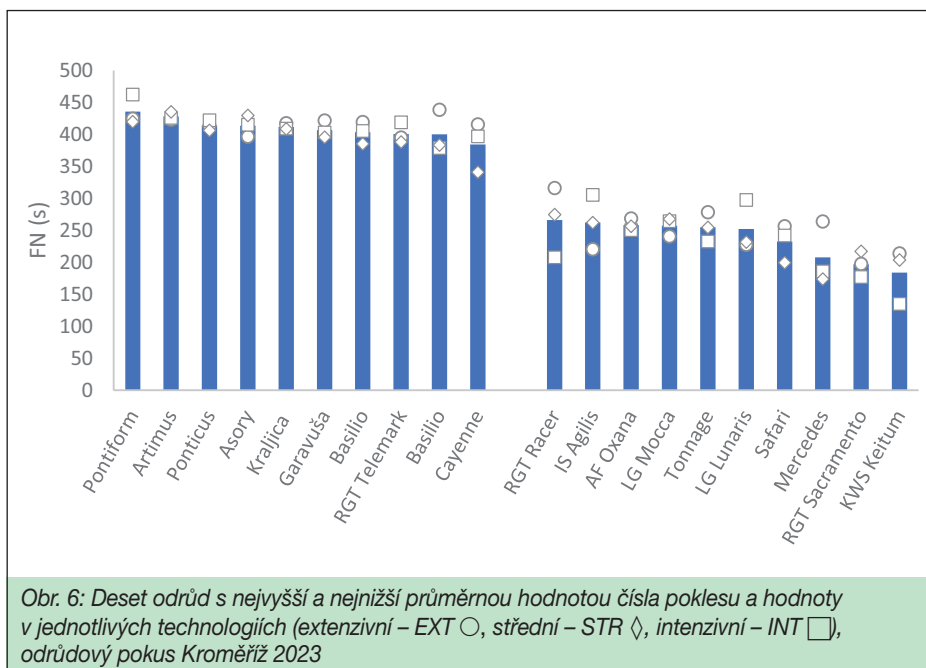
nejvíce Pontiform^A (v průměru 436 s), Artimus^A (428 s), Ponticus^E a Asory^A (obě 414 s), Kraljica^E (412 s) a Genius^E a KWS Elementary^A (obě 408 s) (Obr. 6).

Na FN má vliv zejména prostředí (počasí) a odrůda, určitý vliv však má i technologie pěstování. Vyšší dávky dusíku mohou prodloužit dobu dozrávání a bylo zjištěno, že pozvolné delší dozrávání za optimálních podmínek vede k vyšším FN. Na druhou stranu vyšší dávky dusíku mohou způsobit poléhání, které samo o sobě vede ke snížení FN. Výsledky našich odrůdových pokusů z uplynulých let (Obr. 7) ve většině případů potvrzují pozitivní vliv vyšších dávek dusíku, v 9 z 10 pokusných let bylo FN v INT vyšší než v EXT. Z toho však v 5 letech byl rozdíl do +25 s, což je vzhledem k dosahovaným vysokým hodnotám možno považovat za prakticky nepodstatné.

Ve 4 letech byl rozdíl výraznější (28–42 s). V roce 2023 byl rozdíl mezi EXT a INT nepatrný (+2 s). Číslo poklesu bylo celkově v pokusu vysoké, a to i přesto, že z 10 dnů před sklizní bylo 8 srážkových dnů s celkovou sumou srážek 53 mm a pokus nebylo možné kvůli vysoké vlhkosti zrna a stavu půdy sklídit kombajnem. Byla provedena ruční sklizeň a následně byly klasy volně usušeny. Výsledky roku 2023 potvrzují, že většina současných odrůd má velmi dobrou stabilitu FN.

Objemová hmotnost (OH)

Průměrná hodnota OH v EXT byla 75,6 kg/hl (odrůdové rozmezí od 66,7–81,6 kg/hl), v STR 76,2 kg/hl (68,2–81,6 kg/hl; oproti



Obr. 6: Deset odrůd s nejvyšší a nejnižší průměrnou hodnotou čísla poklesu a hodnoty v jednotlivých technologiích (extenzivní – EXT ○, střední – STR ◇, intenzivní – INT □), odrůdový pokus Kroměříž 2023

EXT +0,6 kg/hl), v INT 77,1 kg/hl (69,6–82,1 kg/hl; oproti EXT +1,5 kg/hl, oproti STR +0,9 kg/hl) (Obr. 1d). Rozdíly mezi technologiemi jsou statisticky průkazné. U většiny odrůd (u 85, tj. 70% z celkového počtu 121) se OH v INT oproti EXT zvýšila, nejvíce reagovaly odrůdy RGT Ritter^A (+7,6 kg/hl), RGT Venezia^A (+6,8 kg/hl) a Benchmark^B (+6,6 kg/hl), u 18 (15%) se nezměnila a u 18 (15%) odrůd byla nižší, nejvíce u odrůd Bodyček^A (-3,4 kg/hl), AF Zora^B (-3,1 kg/hl) a IS Rubicon^{B/C} (-3,1 kg/hl).

Norma pro potravinářskou pšenici požaduje OH min 76 kg/hl. V EXT mělo OH vyšší, než požaduje norma 56 (tj. 46%), v STR 72 (tj. 60%) a v INT 82 (tj. 68%) z celkového počtu 121 odrůd. Nejvyšší OH v EXT měly odrůdy Aurelius^E (81,6 kg/hl) a RGT Telemark^A (81,2 kg/hl), v STR KWS Elementary^A (81,6 kg/hl) a Viriato^A (81,2 kg/hl) a v INT Cayenne^A (82,1 kg/hl) a KWS Elementary^A (82,0 kg/hl). Průměr všech 3 technologií nad 80,0 kg/hl mělo 6 odrůd, nejvíce odrůda Aurelius (81,1 kg/hl), která se vyznačovala velmi malými rozdíly mezi technologiemi (80,9–81,2 kg/hl), dále KWS Elementary^A (79,1–82,0 kg/hl), RGT Telemark (79,8–81,6 kg/hl), LG Atelier^A (79,6–81,2 kg/hl), Mandarin^{E/A} (79,1–81,5 kg/hl) a Expo^E (78,4–81,6 kg/hl) (Obr. 8). Nejnižší OH měly odrůdy Benchmark^B (66,7–73,3 kg/hl) a IS Rubicon^{B/C} (68,2–72,6 kg/hl). Průměrná OH EXT a INT varianty odrůdového pokusu v roce 2023 (76,4 kg/hl) je nižší než v předchozích dvou letech a je také nižší než průměr 10 předchozích let (78,4 kg/hl). Nejvyšší OH byla v pokusech v roce 2015 (81,6 kg/hl), více než 80 kg/hl byla také v roce 2017 (80,8 kg/hl) (Obr. 9).

HTZ

V průměru všech odrůd byla hodnota HTZ v EXT 47,2 g (odrůdové rozmezí 31,5 – 58,7 g), v STR 46,3 g (33,2 – 56,8 g) a v INT 47,3 g (33,4 – 59,7 g). Rozdíl mezi EXT a INT je neprůkazný, v STR byla HTZ průkazně nižší jak vůči INT (-1,0 g) tak EXT (-0,9 g)

technologii. Reakce jednotlivých odrůd na technologii pěstování byla diferencovaná, rozdíly mezi EXT a INT se pohybovaly od -4,4 g (KWS Extase^B) po +3,6 g (Benchmark^B). Nejvyšší HTZ měla odrůda SU Tarroca (průměr všech technologií 58,2 g), více než 55 g měly také odrůdy s barevným zrnem AF Oxana^B (55,7 g) a AF Zora^B (55,5 g) (Obr. 10). Nízkou HTZ (méně než 40 g) měly odrůdy Hansel^{OK}, Gordian^B, Partner^B a novošlechtění V1-73-21. Ve srovnání s předchozími lety (průměr EXT a INT 2014–2022: 44,1 g) HTZ k vyšším, nejméně to bylo v roce 2020 (37,4 g), nejvíce 2019 (50,1 g) (Obr. 11).

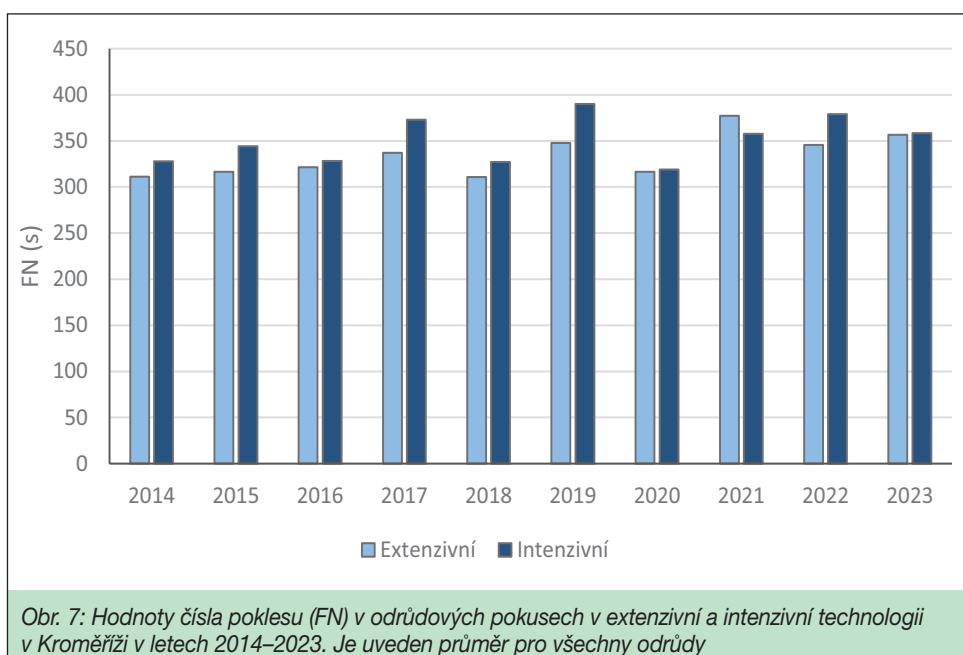
Vyhodnocení odrůd podle jakostních tříd

V extenzivní technologii žádná odrůda nespĺnila požadavky kladené na třídu „E“ (OH – min 79,0 kg/hl, FN – min 286 s, NL – min 12,6 %, Zeleny – min 49 ml), protože žádná odrůda nedosáhla v této technologii

požadované hodnoty SEDI. Jedna odrůda (Mandarin^{E/A}) splnila požadavek na třídu „A“ (OH – min 78,0 kg/hl, FN – min 226 s, NL – min 11,8 %, Zeleny – min 35 ml) a 23 odrůd (19 %) na třídu „B“ (OH – min 76,0 kg/hl, FN – min 196 s, NL – min 11,0 %, Zeleny – min 21 ml). Žádná z nepekářských odrůd nespĺnila požadavky ČSN na pekářskou pšeni (OH – min 76,0 kg/hl, FN – min 220 s, NL – min 11,5 %, Zeleny – min 30 ml).

Také ve střední technologii žádná odrůda nespĺnila požadavky kladené na třídu „E“. Celkem 6 odrůd (5 %) splnilo požadavek na třídu „A“ (Aurelius^E, Axaro^E, Julie^E, KWS Elementary^A, KWS Eternity^E, RGT Telemark^A) a 48 odrůd (40 %) na třídu „B“. Odrůda LG Mondial^C splnila jako jediná z třídy C požadavky ČSN na pekářskou pšeni.

V intenzivní technologii pouze jedna odrůda registrovaná v ČR a patřící do kategorie E (Horáková a kol., 2023), a to Butterfly, splnila požadavek na tuto kategorii. Odrůda Bernstein^E nespĺnila SEDI a odrůdy Julie^E a Genius^E navíc OH. Z dalších odrůd

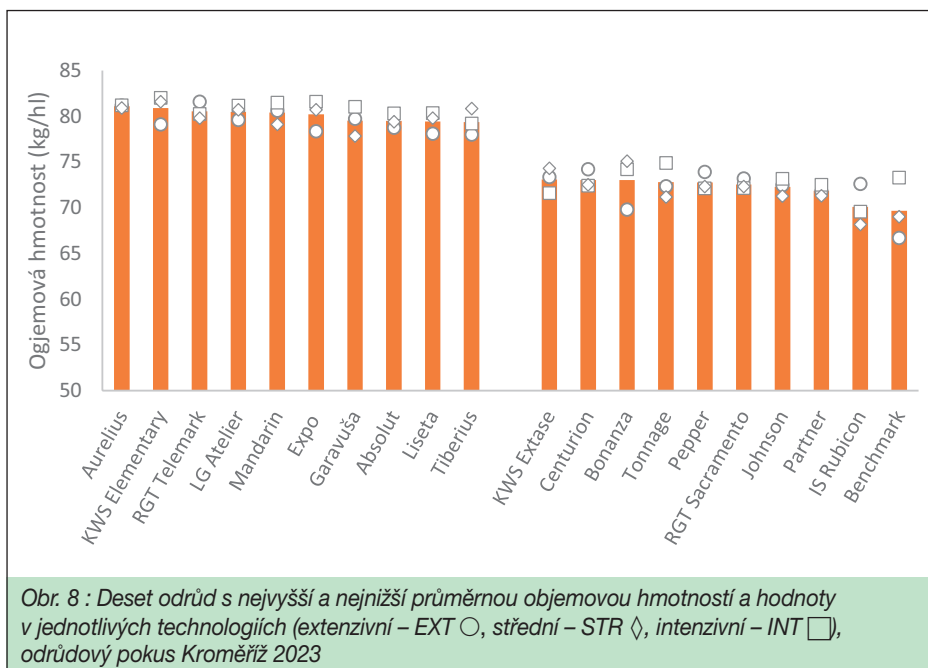


Obr. 7: Hodnoty čísla poklesu (FN) v odrůdových pokusech v extenzivní a intenzivní technologii v Kroměříži v letech 2014–2023. Je uveden průměr pro všechny odrůdy

pěstovaných na základě Evropského katalogu splnily požadavky E třídy 2 odrůdy – Aurelius^E a Fakir^A. Požadavky na „A kvalitu“ splnilo 23 (19 %) odrůd, 78 (64 %) odrůd kvalitu B. Nejčastější příčinou, proč odrůdy ani v intenzivní technologii nevyhověly pekárenské A kvalitě, byla nižší hodnota SEDI a také nižší OH, zatímco požadavky na obsah NL a FN splnily téměř všechny odrůdy. Nepekárenské odrůdy LG Lunaris^C, LG Mondial^C, RGT Davirio^C a RGT Revolver^C splnily kvalitativní požadavky třídy B pekárenských odrůd.

Hodnocení pečivárenských odrůd

Na rozdíl od pekařské výroby (kynutá těsta) je v pečivárenské výrobě (sušenky, oplatky) vysoký SEDI a vysoký obsah NL spíše **nežádoucí**. Proto je podle ČSN 46 1100-2 pro pečivárenské pšenice (C_K) požadován obsah NL ve výši maximálně 11,5 % a SEDI maximálně 25 ml. V odrůdovém pokuse bylo pět odrůd řazených do kategorie C_K , a to Hansel, IS Conditor, Kalbex, LG Mocca a Pepper (Tab. 2). Ve všech čtyřech parametrech vyhověla pouze LG Mocca a to při pěstování v STR a INT. Požadavku na FN, který je shodný s požadavkem na pekárenské pšenice (220 s), vyhověly všechny odrůdy ve všech technologiích pěstování (nejnižší hodnota 241 s). Shodný je také požadavek na OH (76 kg/hl), ve kterém vyhověla kromě LG Mocca také odrůda Kalbex ve 2 technologiích (STR, INT), u ostatních odrůd byla OH nižší. Požadavku na SEDI (max 25 ml) vyhověly všechny C_K odrůdy ve všech technologiích. Na obsah NL (max 11,5%) vyhověly v EXT všechny odrůdy s výjimkou Hansel^{CK}, která měla NL nepatrně vyšší (11,7 %), v STR byl obsah NL vyšší u dvou odrůd (Hansel^{CK} 12,1%, Kalbex^{CK} 12,3 %) a v INT u čtyř odrůd (Kalbex 11,9%, IS Conditor 12,1%, Pepper 12,2%, Hansel 12,6%).



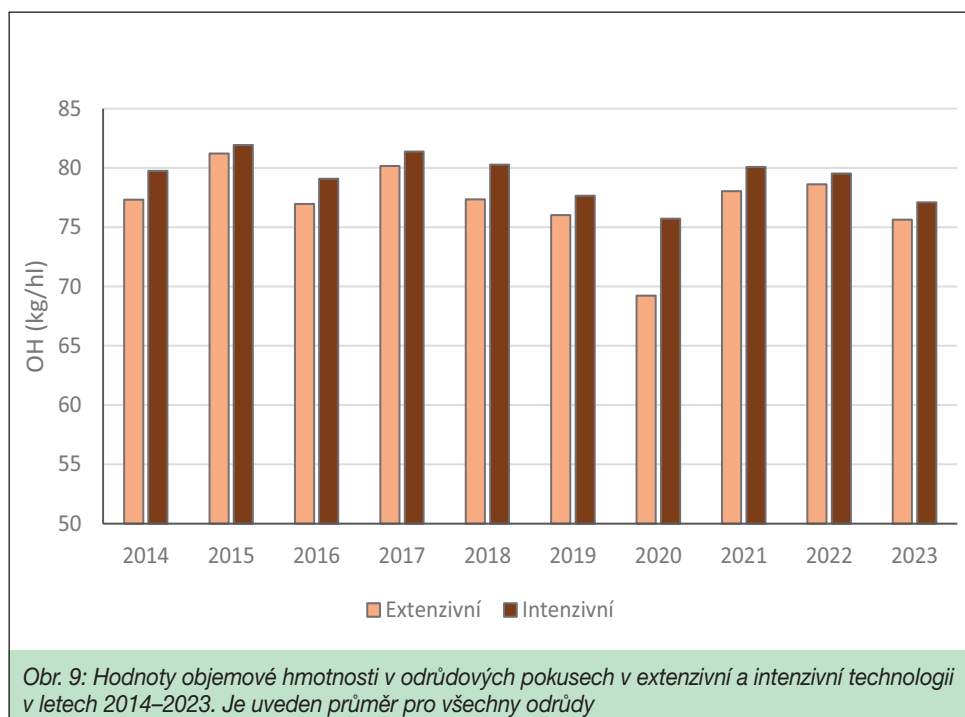
Obr. 8 : Deset odrůd s nejvyšší a nejnižší průměrnou objemovou hmotností a hodnoty v jednotlivých technologiích (extenzivní – EXT ○, střední – STR ◇, intenzivní – INT □), odrůdový pokus Kroměříž 2023

Diskuse

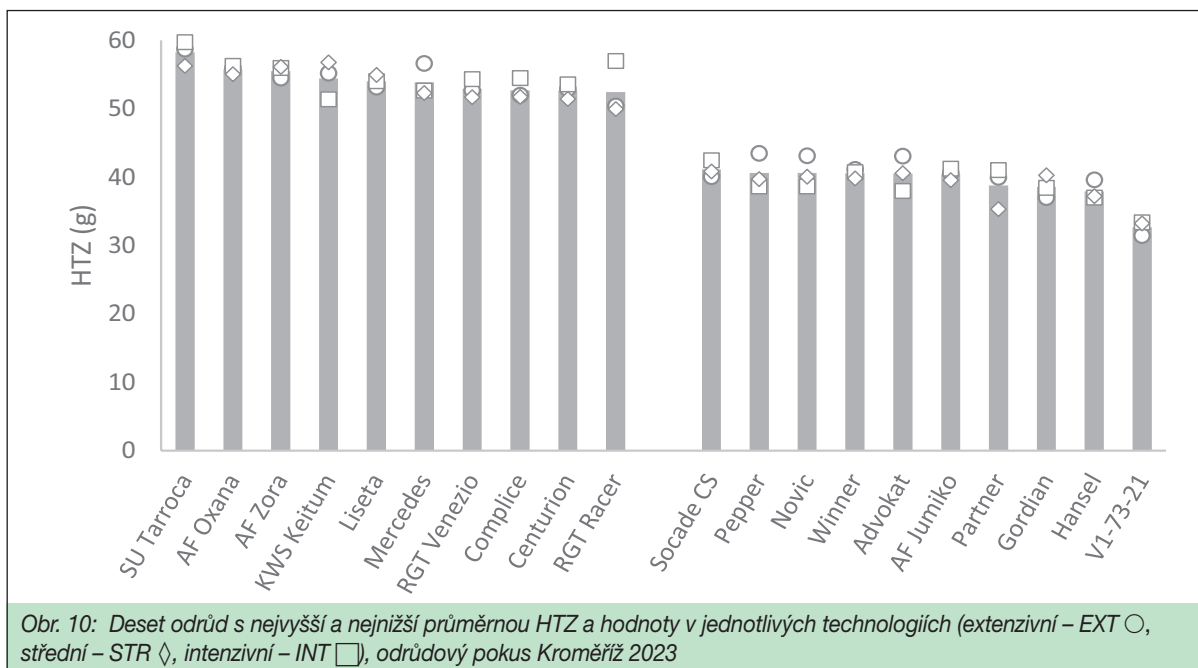
V kroměřížských odrůdových pokusech byla v roce 2023 poprvé kromě kvality pšenice vypěstované ve dvou kontrastních technologiích - extenzivní a intenzivní - hodnocena také kvalita pšenice pěstované v technologii střední. V celkovém srovnání s výsledky stejných pokusů v předchozích letech byla kvalita v roce 2023 výrazně horší v sedimentačním testu a v obsahu bílkovin. Nižší byla i objemová hmotnost. Nízký obsah bílkovin a jejich horší kvalita odpovídají situaci ve sklizni pšenice v roce 2023 obecně. Technologie pěstování měla v těchto podmínkách velmi pozitivní dopad na kvalitu, vyšší intenzita se dobře projevila zejména na těch kvalitativních parametrech, pro které byly podmínky průběhu vegetace nepříznivé. V intenzivní technologii byl oproti technologii extenzivní výrazně vyšší obsah NL (+2,2%) i hodnoty SEDI (+ 9 ml) a lepší byla i OH (+1,5 kg/hl).

Zlepšení kvality u střední technologie oproti technologii extenzivní (NL +0,7 %, SEDI + 2,7 ml a OH +0,6 kg/hl) odpovídalo menšímu rozdílu v úrovni vstupů (+30 kg N/ha, +1 fungicidní aplikace, + 3 aplikace růstových regulátorů), mezi technologií střední a intenzivní byly rozdíly výraznější (NL +1,5%, SEDI +6 ml, OH +0,9 kg/hl), což odpovídá zejména většímu rozdílu v úrovni hnojení (+120 kg N/ha) a navíc byly oproti střední technologii ještě 2 fungicidní aplikace.

Vyšší úroveň technologie pěstování dokázala u téměř poloviny odrůd posunout kvalitu pšenice z kategorie krmné do potravinářské, což je významné zejména s ohledem na současný cenový rozdíl mezi krmnou a potravinářskou pšenicí. Týkalo se to 53 z celkem 121 odrůd (tj. 44 %) u kterých zvýšení úrovně technologie pěstování z extenzivní na intenzivní znamenalo zlepšení kvality



Obr. 9: Hodnoty objemové hmotnosti v odrůdových pokusech v extenzivní a intenzivní technologii v letech 2014–2023. Je uveden průměr pro všechny odrůdy



Obr. 10: Deset odrůd s nejvyšší a nejnižší průměrnou HTZ a hodnoty v jednotlivých technologiích (extenzivní – EXT ○, střední – STR ◇, intenzivní – INT □), odrůdový pokus Kroměříž 2023

z krmné pšenice na potravinářskou. Nejčastěji se jednalo o zvýšení obsahu bílkovin a/nebo vyšší sedimentační test, případně objemovou hmotnost. Započteny jsou i odrůdy, u kterých není s dosažením potravinářské kvality počítáno, jako jsou odrůdy třídy C. Pokud by byly hodnoceny pouze v ČR registrované odrůdy, tj. odrůdy s u nás ověřeným kvalitativním zařazením, nastal tento posun u 3 ze 4 odrůd třídy E (tj. u 75%), u 13 ze 20 odrůd třídy A (65%), u 4 z 18 odrůd třídy B (22%) a u 2 ze 7 odrůd třídy C a C_k (29%). Je zřejmé, že zvýšení intenzity pěstování se na kvalitě projevilo zejména u odrůd s předpokladem dobré kvality, tj. odrůd E a A.

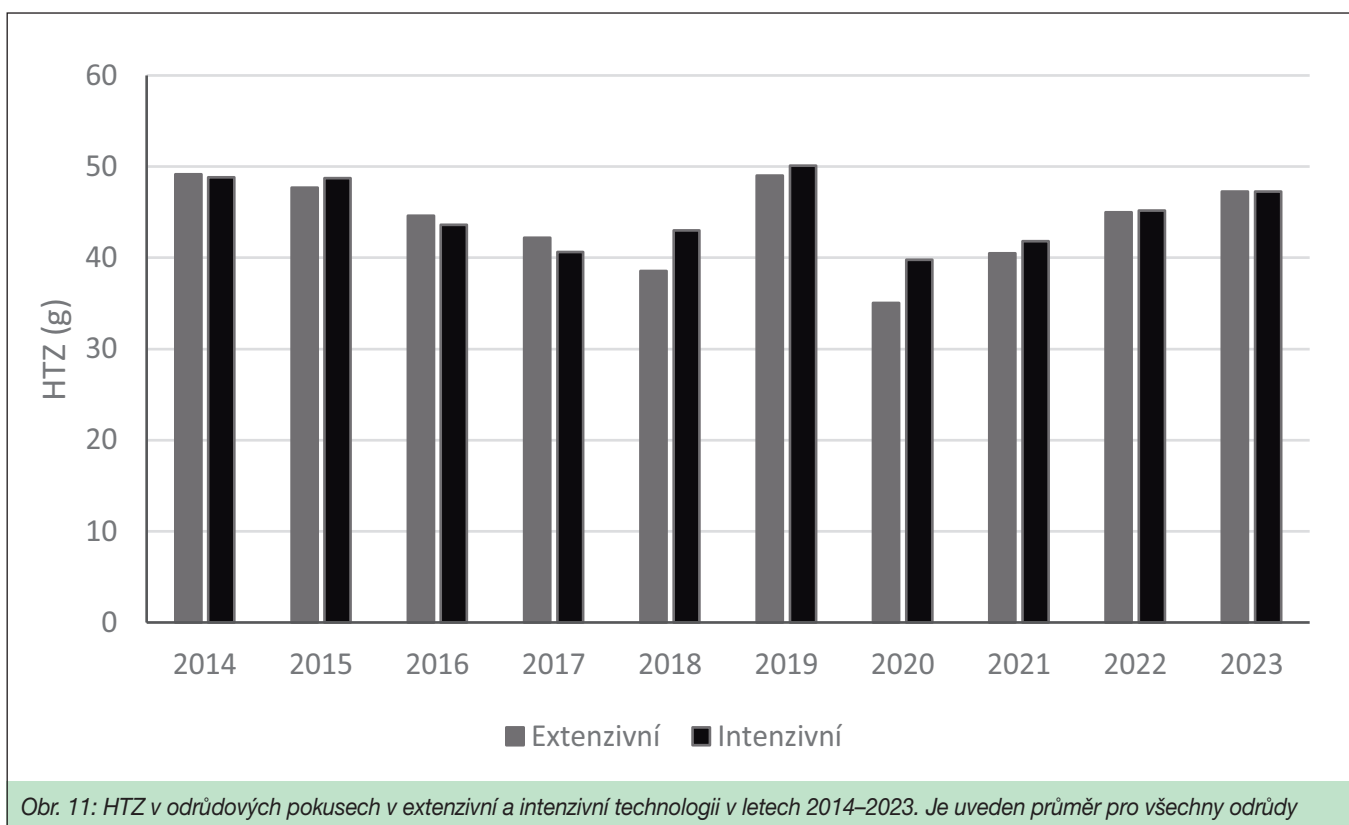
/Recenzováno/

Poděkování

Výsledky byly získány s využitím institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace Agrotestu fyto, s.r.o. (MZE-RO1123).

Literatura

Horáková, V., Dvořáčková, O., Nečas, M. (2023): Seznam doporučených odrůd 2023. Přehled odrůd 2023. ÚKZÚZ Brno.
 Jirsa, O., Polišenská, I. (2023): Kvalita potravinářské pšenice sklizně 2023 v České republice. Mlynářské noviny, 34(3), 4-6.



Obr. 11: HTZ v odrůdových pokusech v extenzivní a intenzivní technologii v letech 2014–2023. Je uveden průměr pro všechny odrůdy

Doctor – lékař pro vaše obilniny

Vlažný Petr, Corteva agriscience

Doctor byl na vašich polích poprvé vyzkoušen v roce 2023 a hned se vyšplhal mezi 6 neprodávanějších fungicidů na trhu, přičemž do prvních aplikací se vedral „na bednu“. Loňský deštivý duben a nižší teploty nahrávaly rozvoji chorob pat stébel a padlí, navíc mírná zima dovolila přezimovat i dalším chorobám, jako jsou rzi či braničnatky. Bylo proto nutné zvolit ochranu, která by již od období odnožování přes sloupkování ochránila vysoký výnosový potenciál obilnin. Toto vše bez problémů vyřešila aplikace Doctora, kdy z našeho interního průzkumu vydržely porosty zdravé až do období metání a až tehdy bylo potřeba použít druhý fungicid.

Doctor jako číslo 1 do T1

Přípravek Doctor umí léčit v obilninách vše, na co si vzpomenete. Výjimkou nejsou ani choroby pat stébel. Díky robustní formulaci pak na choroby pat stébel při preventivním použití postačuje dávka 0,6 l/ha. Na rizikovějších pozemcích (obilnina po obilnině) je pak vhodné dávku zvýšit až na 0,75–0,8 l/ha v závislosti na predikci rozvoje komplexu chorob pat stébel. Díky **proquinazidu** došlo zejména proti stéblolamu k výraznému navýšení účinnosti oproti samotnému **prothioconazolu** (téměř o 12%). Hlavní význam **proquinazidu** však spočívá v dlouhodobé účinnosti proti padlí travnímu. Tato choroba i přes její možnou latentní (skrytou) formu dokáže napáchat v období konce odnožování a počátku sloupkování nemalé škody možnou redukcí odnoží a vliv má i na rozvoj kořenového systému. Rostlina nemusí bojovat s padlím travním a může veškerou energii věnovat do tvorby **většího počtu odnoží**

Výnosové výsledky - pšenice

přípravky

zvýšení výnosu

Poříčí (BE) 2022 – napadení F 10% DTR na kontrole

DOCTOR → **mizona** → **CATRAMBA** +34,1% (= 2,2 t)

Kluky (PI) 2023 – napadení F 9% braničnatka na kontrole

DOCTOR → **QUEEN** → **CATRAMBA** +15,2% (= 1,4 t)

DITANA (OL) 2023 – napadení F 18% braničnatka + DTR na kontrole

DOCTOR → **QUEEN** → **CATRAMBA** +31% (= 2,9t)



1. místo v systému trojího ošetření v ozimé pšenici na lokalitách Poříčí, Kluky a DITANA

Je to tím, že Doctor je jedním slovem univerzál. Univerzál ve smyslu použití jak v jednotlivých obilninách, tak i v různých růstových fázích proti komplexnímu spektru chorob. Obsahuje dvě účinné látky, které působí ve vzájemném synergismu. Prothioconazole je univerzální účinná látka, která se vyznačuje rychlým průnikem do pletiv rostlin a systémově se rozvádí i do částí rostlin, které nebyly aplikační jíchou zasaženy. Proquinazid je specialista na padlí s odlišným mechanismem účinku, oproti jiným přípravkům. Přímě inhibuje klíčení spor a působí i na životnost spor, což omezuje reinfekci v dalších týdnech po aplikaci. Má lokálně systemický a translaminární účinek, což znamená ochranu i spodní části listu. Obě látky se i díky moderní formulaci, která zajistí dokonalé a rovnoměrné pokrytí listové plochy, velmi rychle vstřebávají a účinnost na choroby není snížena ani 30mm deště jednu hodinu po aplikaci Doctora. Formulace a spojení dvou účinných látek navíc přináší i tzv. sáňkový efekt, kdy proquinazid, ač specialista na padlí travní, pomáhá vylepšovat účinek prothioconazolu na ostatní choroby. **Aplikace přípravku Doctor navýšila výnos oproti čistému prothioconazolu v několika desítkách přesných pokusů v průměru o 0,35 t/ha.**

(pokud byl přípravek aplikován ještě v době odnožování), popř. do **vyššího počtu zrn v klase**. Samozřejmostí přípravku Doctor je i účinnost na další možné přezimující choroby, jako jsou braničnatky či rzi.

Doctor jako univerzál na listové a klasové choroby

Přípravek Doctor může být využit i na tzv. hlavní ošetření v době, kdy je zcela vyvinut praporcový list. Tak zajistíte rostlině možnost absorpce co největšího množství energie ze slunce, který pak rostlina promění v požadovaný výnos. Vysokou účinnost má přípravek na všechny hlavní druhy listových skvrnitostí – tedy **braničnatky, rzi, DTR, u ječmenů pak hnědou skvrnitost, rynchosporiozu či ramularii**. Přípravek lze aplikovat sólo, v tomto případě doporučujeme dávku alespoň 0,75 l/ha, popř. pro případné posílení proti rzi pšeničné či DTR (tam, kde již neplánujete ochranu klasů proti fusariozám) lze přípravek kombinovat se strobilurinovými přípravky (Azbyny). V tomto případě je pak optimální dávka 0,5 l/ha Doctor + 0,5 l/ha Azbyny. Při pozdějších aplikacích (**počátek až polovina kvetení**) bude mít přípravek Doctor i výrazný vliv na redukcí klasových chorob

a zabrání pozdní infekci padlím travním, které jsme v posledních letech svědky. Pokud Doctora použijete proti listovým chorobám až v závěru vegetace, dočkáte se také velmi vysoké účinnosti na klasové choroby (viz foto). Doctor je totiž registrován až do fáze BBCH 65, kdy je ochrana proti klasovým chorobám neúčelnější.

Doctor– aplikace v jarních obilninách

Padlí travní vždy významně ovlivňovalo zejména porosty sladovnických ječmenů. Aplikace proquinazidu zvyšují u ječmenů napříč spektrem odrůd množství odnoží a následně i výnos, což potvrzují mnohaleté pokusy. Společně s prothioconazolem tato kombinace dělá z přípravku Doctor ideální řešení ochrany sladovnických ječmenů před listovými chorobami. Aplikaci je možné provést jak sólo aplikaci, tak ve sledu 2 či 3 fungicidů. Hlavní místo přípravku Doctor je zejména ve fázi konce odnožování / začátku sloupkování. Zde bude postačovat dávka 0,6 l/ha. Doctor lze aplikovat i jako hlavní ošetření ve fázi BBCH 37-45 v dáv-

ce 0,75-0,8 l/ha, kde zajistí ochranu horních listových pater před všemi hlavními chorobami jako je hnědá skvrnitost, rynchosporioza, rez ječná, ramularia a samozřejmě i padlí travní.

Doctor jako univerzál pro všechny obilniny a pro všechny pozemky

Svou pozici si Doctor jistě zasloužil i šíří své registrace, kdy je s výjimkou ovsa povolen do všech obilnin. Zde má registraci od poloviny odnožování na choroby pat stébel, padlí a v podstatě komplexní spektrum listových chorob pšenice a ječmene. Fungicidům ale není nic platné, pokud umí všechno, když je jejich použití limitováno etiketou. Zde můžeme konstatovat, že Doctor lze použít v podstatě na všech pozemcích. Povolen je v podzemních i povrchových OPVZ II. stupně, a na svazích k povrchovým vodám lze aplikovat s 5-ti metrovým vegetačním pásem, jež se v důsledku nového nastavení dotací stal stejně povinností.

Doctor je možné použít až do vývojové fáze BBCH 65 (polovina kvetení), kdy velmi účinně řeší jak listové, ale i klasové choroby. Fusariózy klasů nesnižují pouze výnos, ale jsou rozhodující i pro kvalitní zpeněžení sklizně. Na obrázcích můžete vidět neošetřenou kontrolu (vlevo) a porost ošetřený přípravkem Doctor v kritické fázi kvetení obilniny (vpravo).



Přípravek Doctor v roce 2023 potvrdil vynikající kvality také na listové choroby. V dávce 0,8 l/ha významně zpomalil rozvoj braničnatek na spodních patrech a díky dlouhodobé reziduální aktivitě si poradili se rzí pšeničnou na praporcovém listu. Foto: ZZS Kujavy, červen 2023.

