

Zemědělský
výzkumný ústav
Kroměříž, s. r. o.
Havlíčková 2787
767 01 Kroměříž
tel.: 573 317 138
573 317 141
www.vukrom.cz



OBILNÁŘSKÉ LISTY 1/2021

**Odborný časopis
pro zemědělskou veřejnost
XXIX. ročník**

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



Odrůdová kolekce ozimé pšenice v roce 2020 – infikovaná varianta fuzárie (vlevo) a fungicidně ošetřená varianta (vpravo)

Obsah č. 1/2021:

- Vaculová, K., Sedláčková, I., Jirsa, O.:** Vliv genotypu a intenzity zpracování na obsah nutričně významných látek v mlýnských produktech ze zrna ječmene. (s. 3–8)
- Svobodová, I., Jergl, Z.:** Vliv termínu aplikace regulátorů růstu na vybrané znaky pšenice ozimé. (s. 9–13)
- Tvarůžek, L., Polišínská, I., Jergl, Z.:** Vyhodnocení účinnosti fungicidní ochrany proti klasovým fuzáriím v soutěži pěstebních technologií ozimé pšenice 2020. (s. 14–20)
- Jirsa, O., Tvarůžek, L., Polišínská, I., Lecianová, E.:** Kvalita odrůd ozimé pšenice v polním pokusu v Kroměříži v roce 2020. (s. 21–28)

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.

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 vyjadřují, 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 použita 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 projektu 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)

Vliv genotypu a intenzity zpracování na obsah nutričně významných látek v mlýnských produktech ze zrna ječmene

(Influence of genotype and processing intensity on the content of nutritionally important substances in barley grain mill products)

Vaculová Kateřina, Sedláčková Irena, Jirsa Ondřej
Agrotest fyto, s.r.o., Havlíčkova 2787, Kroměříž

Souhrn: Vybrané materiály bezpluchého jarního ječmene, odrůda AF Cesar a nové genetické zdroje se sníženým podílem polysacharidu amylozy (waxy typem škrobu), linie KM 2454, KM 2551 a KM 2975, byly pěstovány v roce 2019 na pozemcích v lokalitě Zvíkov u Lišova, vedených v ekologickém pěstebním režimu. Po sklizni byly vzorky zrna a dále krup a omelků, připravených broušením o rozdílné intenzitě na loupacím stroji Ekonos 3, hodnoceny podle obsahu biologicky aktivních složek zrna (beta-glukany, N-látky, škrob, tuk). V souladu s nastavením intenzity na stroji pomocí regulačních klapek byly získány vzorky 4 frakcí krup (A, B, C a D) i omelků. Se zvyšující se intenzitou broušení byl v průměru ve frakci krup pozorován nárůst obsahu škrobu a v obou frakcích (kroupách i omelcích) se zvyšoval obsah beta-glukanů (dále BG), zatímco obsah N-látek (dále NL) klesal. Různá intenzita broušení krup ze zrna jednotlivých materiálů ječmene rezultovala rovněž v nárůstu obsahu škrobu a BG a poklesu NL, přičemž rozdíly mezi jednotlivými genotypy byly ve většině případů statisticky průkazně odlišné. S vyšší intenzitou průtoku zrna strojem byly získány kroupy s obsahem BG nad 7 % při současném vysokém obsahu škrobu. Zpracování krup uvařením ve vodě vedlo u všech zkoušených materiálů ječmene v průkazné zvýšení obsahu BG oproti hodnotám naměřeným v naturálním (syrovém) stavu. Nejvyšší obsah BG byl stanoven v uvařených vzorcích ze zrna linie KM 2551 po třetí intenzitě broušení (frakce C = $7,72 \pm 0,05$ %), avšak absolutně největší rozdíl mezi naturálními a vařenými kroupami byl zjištěn ve vzorku zrna linie KM 2454 (o 1,12 %) po druhé intenzitě broušení.

Klíčová slova: bezpluchý ječmen, ekoprodukce, zrno, kroupy, omelky, bioaktivní látky

Abstract: Selected materials of hulless spring barley, variety AF Cesar and new genetic resources with a reduced proportion of amylose polysaccharide (waxy starch), lines KM 2454, KM 2551 and KM 2975, were grown in 2019 on field in the locality of Zvíkov u Lišova, kept in ecological growing regime. After harvest, samples of grain, groats and pearled fines, prepared by pearling of different intensity on a peeling - hulling machine Ekonos 3, were evaluated according to the content of biologically active components of the grain (beta-glucans, crude protein, starch, and fat). In accordance with the intensity setting on the machine using control flaps, samples of 4 fractions of groats (A, B, C and D) and pearled fines were obtained. With increasing pearling intensity, an increase in the starch content was observed on average in the groats fraction and the content of beta-glucans (hereinafter BG) increased in both fractions (groats and pearled fines), while the content of crude protein (hereinafter CP) decreased. The different intensity of pearling the grain of individual barley materials also led to an increase in the starch and BG content and a decrease in CP, while the differences between the individual genotypes were in most cases statistically significantly different. With a higher intensity of grain flow through the machine, groats with a BG content above 7% were obtained with the high starch content at the same time. Processing of pearled kernels by boiling in water resulted in a significant increase in the BG content of all tested barley materials compared to the values measured in the natural (raw) state. The highest BG content was determined in cooked samples from grain of the KM 2551 line after the third pearling intensity (fraction C = 7.72 ± 0.05 %), but the absolute largest difference between natural and cooked groats was found in the sample after the second pearling intensity of the KM 2454 line (by 1.12% BG).

Key Words: hulless barley, eco-production, grain, groats, pearled fines, bioactive substances

Úvod

Ječmen, celosvětově čtvrtá nejrozšířenější obilovina, je v současnosti využíván jako potrava k přímé konzumaci v rozsahu nižším než 2 % z celkové produkce (Sharma and Kotari, 2017), i přesto, že patří k cereáliím s nezanedbatelným potenciálem pro využití ve zdravé a preventivní lidské výživě. Jeho význam je dán komplexním působením mnoha bioaktivních složek zrna - vlákniny, vitaminů, minerálních látek, polyfenolů a dalších nutričně důležitých fytochemikálií (Idehen *et al.* 2017, Zeng *et al.* 2000). Výsledky dlouholetého lékařského výzkumu dokumentují, že pravidelnou konzumaci požadovaného množství vlákniny, i v podobě celozrnných cereálních výrobků, lze účinně přispět ke snížení rizika vývoje mnoha chronických, tzv. civilizačních onemocnění, jako jsou srdečně-cévní choroby, diabetes II. typu, zvýšená hladina cholesterolu v krvi, různé typy rakoviny trávicího traktu, vysoký krevní tlak, atd. (Choo *et al.* 2013, Idehen *et al.* 2017, Schmidt 2020, Zeng *et al.* 2000). Vysoký obsah vlákniny potravy v zrna ječmene zajišťují především neškrobové polysacharidy, beta-glukany [$\beta(1 \rightarrow 3)$, $(1 \rightarrow 4)$ -D-glukany], které se tak staly jednou z nejsledovanějších komponent ječného zrna,

na něž se v minulosti zaměřila hlavní pozornost výzkumných i klinických studií.

Také v současnosti je termín „vláknina“ nebo „beta-glukany“ sledován jako jedna z významných vlastností konzumovaných potravin, i přesto, že nejnovější vědecké informace dokazují, že samotná vláknina bez spolupůsobení dalších složek zrna nemá schopnost generovat uváděné zdravotní benefity. Je zde na místě zdůraznit hlavní rozdíly mezi obilnými beta-glukany a beta-glukany získanými z hub, kvasinek, bakterií a dalších nižších organismů, jejichž hlavní účinek je připisován imunomodulačnímu působení. Obilné beta-glukany, a jmenovitě získané z ječmene a ovsa, přispívají k udržení normální hladiny cholesterolu v krvi a k omezení nárůstu hladiny glukózy v krvi po jejich konzumaci. Tyto účinky specifikují schválená zdravotní tvrzení v Nařízení komise EU č. 432/2012 (z 16. května 2012).

Obsah beta-glukanů ovlivňuje genotyp a environmentální podmínky (Ehrenbergerova *et al.*, 2005; Holtekjølén *et al.*, 2006, Tamm *et al.* 2015). Fyziologická a zdravotní účinnost je pak modifikována jejich strukturou, poměrem $\beta(1 \rightarrow 3)$ / $(1 \rightarrow 4)$ vazeb, poměrem cellotri- a cellotetraosylových jednotek (DP3)/(DP4), molekulovou hmotností, viskozitou a dalšími

fyzikálně-chemickými vlastnostmi i zpracovatelskou technologií (Sharma and Kotari 2017, Wiede *et al.* 2018).

V našem příspěvku byl hodnocen obsah bioaktivních a dalších složek zrna vybraných materiálů bezpluchého ječmene, vypěstovaných v ekologických pěstebních podmínkách, v naturálním zrna a po dalším technologickém zpracování.

Materiál a metodika

V pokusu byly zařazeny materiály ječmene jarního s bezpluchým zrnem - odrůda AF Cesar a nové šlechtitelské linie, KM 2454, KM 2551 a KM 2975, vytvořené v průběhu řešení výzkumných projektů ve společnosti Agrotest fyto, s.r.o. AF Cesar má standardní složení škrobu (poměr polysacharidů amylozy: amylopektinu = cca 25:75 %), zatímco nové linie jsou nositeli recesivní alely genu *wx*, která podmiňuje snížení podílu polysacharidu amylozy a má vliv na změny některých fyzikálně-chemických charakteristik škrobu (Song and Jane 2000), jako například hydrataci škrobu, odlišnou teplotu jeho želatinace, apod.. Materiály byly pěstovány v roce 2019 v lokalitě Zvíkov u Lišova, katastrální území Zaliny u Ledenic, okres České Budějovice (48°58' 51" severní šířky, 14°37' východní délky, 490 m n. m. Výrobní oblast bramborářská, podoblast 3. obilnářská. Průměrný dlouhodobý úhrn srážek je 588 mm, průměrná dlouhodobá roční teplota vzduchu je 8,2 °C. Půdní typ pseudoglej HPJ „53“).



Foto 1: Loupací stroj Ekonos 3 (Prokop, Mlýnské stroje ČR)

Setí bylo provedeno (27. 3. 2019) na pozemcích vedených v ekologickém režimu po předplodině svazence vrtičolisté (osevní plochy 0,3 ha - 0,7 ha). Ošetřování v průběhu vegetace odpovídalo zásadám ekologického pěstování, tj. bez použití průmyslových hnojiv a pesticidů. Po setí byly pozemky upraveny válcováním (válce typu Cambridge). Ochrana proti plevelům byla prováděna pouze mechanicky - vláčením prutovými branami. Sklizeň byla provedena kombajnem v období plné zralosti (5. 8. 2019).

Sklizené zrna bylo zpracováno ve mlýně společnosti Pro-Bio, obchodní spol. s r.o. Po čištění a třídění na univerzálním třídícím

a čistícím stroji K 531/1 bylo zrna dále broušeno na loupacím stroji Ekonos 3 (Prokop, Mlýnské stroje ČR – Foto 1), kde se měnila rychlost průtoku zrna a tím i intenzita broušení nastavením regulační klapky na výpadu ze stroje. Byly využity 4 stupně nastavení intenzity broušení (v pokusech označené písmeny A, B, C, D pro nastavení klapky na stroji od 1 do 4). V průběhu všech stupňů intenzity broušení byly odebrány kroupy a omelky.

Chemické rozborby byly provedeny v laboratoři společnosti Agrotest fyto, s.r.o. v původním zrna, kroupách i omelkách. Byly stanoveny základní nutričně významné živiny (vše ve 100% sušiny) - beta-glukany (BG), N-látky (NL = N x 6,25), škrob (v zrna a kroupách) a tuk (jen v zrna) podle platných metodik.

Ve vzorcích krup po druhém a třetím broušení, skladovaných v laboratorních podmínkách po dobu cca 6 měsíců, byl stanoven obsah BG v naturálním (syrovém) stavu a po vaření v čisté vodě (do měkčnosti na skus). Experimentální data byla vyhodnocena s využitím software STATISTICA, verze 12.0 (StatSoft, Inc., Tulsa, Oklahoma, USA).

Výsledky a diskuse

Po čištění a třídění na stroji K 531/1 byly odebrány vzorky zrna na stanovení všech sledovaných látek. Obsah škrobu v zrně hodnocených materiálů ječmene kolísal od 53,7±0,91 % (KM 2454) po 59,4±0,76 % (KM 2975), beta-glukanů od 4,47±0,09 % (AF Cesar) po 5,76±0,03 % (KM 2551), N-látek od 13,6±0,12 % (KM 2975) po 15,4±0,14 % (AF Cesar) a tuku od 2,5±0,04 % (AF Cesar) po 3,8±0,31 % (KM 2454) – Tab. 1.

Na rozdíl od neprůkazných diferencí v obsahu NL, škrobu, BG a HTS, které získali Kalhina *et al.* (2013) při porovnání čtyř bezpluchých ječmenů v ekologických a konvenčních pěstebních podmínkách, v našem případě byly v obsahu sledovaných živin zjištěny sice malé, ale průkazné rozdíly mezi vybranými materiály. Nepotvrdil se ale kladný vztah mezi obsahem BG a NL, který pro pokusy vedené v konvenčních pěstebních podmínkách zjistila řada autorů (Ehrenbergerova *et al.* 2006, Hang *et al.* 2007, Kumar *et al.* 2017, Noworolnik *et al.* 2014 a další).



Foto 2: Kroupy ze zrna linie KM 2454 zpracované při různé intenzitě broušení na stroji Ekonos 3

Tab. 1: Obsah sledovaných živin v zrně vybraných materiálů ječmene jarního, pěstovaných v ekologických pěstebních podmínkách (Zvíkov – 2019)

Odrůda, linie	Typ škrobu ¹⁾	Škrob ²⁾	HS ³⁾	Beta-glukany ²⁾	HS	N-látky ²⁾	HS	Tuk ²⁾	HS
AF Cesar	std	56.9±0.93	ab	4.47±0.09	a	15.4±0.14	c	2.5±0.04	a
KM 2454	waxy	53.7±0.91	a	5.73±0.19	b	15.3±0.04	c	3.8±0.31	b
KM 2551	waxy	57.2±0.33	b	5.76±0.03	b	14.7±0.07	b	2.7±0.07	a
KM 2975	waxy	59.4±0.76	b	5.07±0.20	a	13.6±0.12	a	2.8±0.05	a

¹⁾ – std. = standardní, waxy – snížený podíl polysacharidu amylozy;

²⁾ – vše v % v suš.;

³⁾ – rozdílná písmena v rámci stejné živiny označují statisticky průkazný rozdíl při $p \leq 0.5$

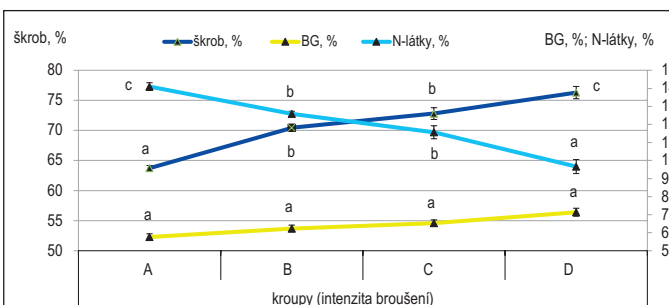
Analýza obsahu BG v zrně vybraných 27 odrůd ječmene, pšenice, ovsa a žita, pěstovaných v konvenčních a ekologických pěstebních podmínkách ale prokázala, že bez ohledu na existující difference mezi odrůdami jednotlivých druhů, byl ječmen obilninou s nejvyšším obsahem BG v obou pěstebních podmínkách (Menkovska *et al.* 2017), což podporuje dobrou perspektivu pro jeho pěstování v ekologickém zemědělství k využití při výrobě potravin s vysokým nutričním potenciálem v lidské výživě. Také porovnání s našimi dalšími výsledky i výsledky získanými v průběhu studia širšího sortimentu materiálů ječmene (Martínez *et al.* 2018) potvrdilo, že obsah BG není výrazněji ovlivněn při pěstování v ekologických podmínkách.

Další zpracování obilí hodnocených materiálů ječmene na stroji Ekonos 3 generovalo po jednotlivých intenzitách broušení jak frakci krup, tak i omelků. S použitím jednotlivých regulačních klapek byly získány 4 vzorky krup (Foto 2) a omelků od každého materiálu.

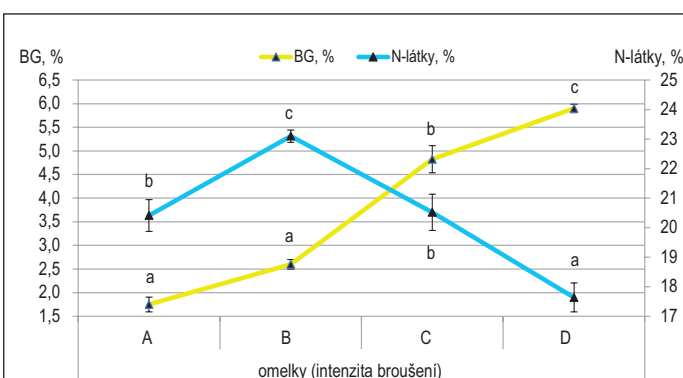
Průměrné hodnoty obsahu sledovaných látek, získané ze všech ječmenů po aplikaci různé intenzity broušení, znázorňují grafy na Obr. 1 a Obr. 2. U krup byly v jednotlivých skupinách podle intenzity broušení průkazné rozdíly v obsahu škrobu a NL (kromě vzájemné difference mezi skupinami B a C, tedy intenzitou s nastavenými klapkami 2 a 3), přičemž obsah škrobu vzrostl od 63,7±0,67 % (skupina A) po 76,3±1,03 % (skupina D), zatímco obsah NL naopak klesal od 14,1±0,22 % (A) po 9,7±0,39 % (D). Průměrný obsah BG se zvýšil od 5,76±0,18 % po 7,14±0,22 %, avšak v důsledku větší proměnlivosti naměřených hodnot nebyly průměrné rozdíly mezi jednotlivými intenzitami statisticky významně odlišné.

Také v případě omelků (Obr. 2) byl se vzrůstající rychlostí průtoku zrna ve stroji pozorován pokles obsahu NL (od 23,1±0,21 % po 17,6±0,49 % – s výjimkou vzorků z intenzity B) a obdobně jako u krup naopak nárůst obsahu BG. Jak je vidět na grafu, při intenzitách A a B nebyla difference (0,85 %) mezi obsahy BG průkazná, ale třetí a čtvrtá intenzita se již v průměru od prvních dvou průkazně lišily a rovněž tak i mezi sebou. Po posledním broušení vzrostl obsah BG v této frakci omelků na 5,90±0,09 %, tedy téměř 3,4 krát vůči hodnotě naměřené při první intenzitě (1,76 %).

Postupné snižování obsahu popela, NL, vlákniny potravy a celkové antioxidační kapacity a naopak nárůst obsahu BG od povrchových vrstev ječného zrna k vnitřku obilí zaznamenali také Irakli *et al.* (2020) a Blandino *et al.* (2015), kteří testovali potenciál těchto dílčích frakcí pro využití ve výrobě chleba. Biologická aktivita a tedy i potenciální zdravotní benefity BG z obalových vrstev a endospermu nejsou stejné. Izydorczyk and Dexter (2008) zjistili, že BG izolované z celozrnného ječmene měly jinou strukturu než BG z endospermu, což se odrazilo v jejich rozdílných fyzikálních vlastnostech i odlišné účinnosti.



Obr. 1: Průměrný obsah škrobu, BG a NL v kroupách ječmene po různé intenzitě broušení (rozdílná písmena v rámci stejné živiny označují statisticky průkazný rozdíl při $p \leq 0.5$)



Obr. 2: Průměrný obsah BG a NL v omelcích z ječmene po různé intenzitě broušení (rozdílná písmena v rámci stejné živiny označují statisticky průkazný rozdíl při $p \leq 0.5$)



Porost bezpluchého ječmene ve zralosti

Proto se doporučuje prostudovat vlivy zpracování ječmene nejen na obsah BG, ale i na jejich molekulární hmotnost, schopnosti extrakce a další důležité vlastnosti (Goudar *et al.* 2020).

Badea *et al.* (2018) hodnotili vybrané ječné suroviny i z hlediska obsahu tokolů (vitaminu E) a tuku. Frakce omelků, získané při zpracování šesti různých krnných a potravinářských genotypů ječmene z více pěstebních lokalit obsahovaly vyšší obsah sledovaných látek než celé zrno. Bohatá byla zejména frakce získaná při obroušování obalových vrstev od 5 do 10 % hmotnosti zrna a autoři doporučují tento produkt používat přímo jako novou funkční ingredienci do potravin nebo jako surovinu pro extrakci zdraví prospěšných tokolů (vitaminu E) a ječného tuku.

Jednotlivé změny obsahu živin ve vybraných frakcích krup získaných zpracováním zrna odrůdy AF Cesar a nových genetických zdrojů ječmene v průběhu zvyšující se intenzity broušení na stroji Ekonos 3 jsou uvedeny v Tab. 2.

Tab. 2: Průměrný obsah živin v kroupách jednotlivých materiálů ječmene po vybraných stupních intenzity broušení na stroji Ekonos 3

Odrůda, linie	Intenzita broušení ¹⁾	Škrob ²⁾	HS ³⁾	Beta-glukany ²⁾	HS	N-látky ²⁾	HS
AF Cesar	A	65.0±0.01	c	4.80±0.11	a	14.2±0.01	i
	B	71.9±0.01	f	5.19±0.29	a	12.8±0.07	f
	C	75.4±0.06	h	5.65±0.09	b	11.3±0.03	c
KM 2454	A	63.6±0.16	b	5.84±0.08	bc	13.5±0.02	h
	B	70.7±0.08	e	5.96±0.06	bc	12.1±0.04	e
	C	74.9±0.03	h	6.52±0.19	cd	10.4±0.06	a
KM 2551	A	62.6±0.05	a	6.00±0.11	bc	14.7±0.04	j
	B	68.7±0.1	d	6.91±0.06	de	12.9±0.02	fg
	C	72.1±0.08	f	7.10±0.23	e	11.7±0.02	d
KM 2975	A	68.9±0.03	d	5.80±0.02	bc	13.0±0.05	g
	B	74.0±0.09	g	7.00±0.02	e	10.7±0.02	b

¹⁾ – A, B, C = intenzita broušení 1, 2 a 3;

²⁾ – vše v % v suš.;

³⁾ – rozdílná písmena v rámci stejné živiny označují statisticky průkazný rozdíl při $p \leq 0.5$

Obsah NL, shodně s průměrnými údaji ze všech zkoušených materiálů ječmene (viz graf na Obr. 1), klesal s vyšší intenzitou broušení, ale míra poklesu byla u všech materiálů přibližně stejná – mezi prvním a třetím stupněm intenzity broušení na úrovni cca 20 %, tedy nebyla pozorována závislost na původním obsahu NL. Naopak z naměřených hodnot bylo možné vysledovat, že v důsledku broušení došlo k částečné eliminaci původních rozdílů mezi hodnotami obsahu NL zjištěnými v celém zrně (zejména u odrůdy AF Cesar a linie KM 2454), což může indikovat, že rozmístění NL v obilce jednotlivých genotypů není stejnoměrné.

Také detailní posouzení výsledků analýz škrobu a BG potvrdilo, že výše prezentovaný průměrný trend zvyšování jejich obsahu s narůstající intenzitou broušení platí pro všechny hodnocené genotypy i varianty broušení. V daném souboru vzorků byl nejvyšší obsah BG stanovený v kroupách ze zrna linie KM 2551 při třetí intenzitě broušení (7,10±0,23 %), ale hodnoty kolem 7 % byly naměřeny i v dalších vzorcích, připravených obroušením zrna linií KM 2975 a KM 2454. V porovnání s novými liniemi byl průměrný obsah BG v kroupách z odrůdy AF Cesar nižší ve všech variantách intenzity broušení o téměř jednu pětinu a kolísal od 4,80±0,11 % po 5,65±0,09 %.

Kladné rozdíly mezi výsledky stanovenými v zrně (Tab.1), obsahu škrobu a BG, naměřenými ve frakcích krup po broušení, byly potvrzeny u všech materiálů ječmene a vzrůstaly s mírou obroušení. Po třetí intenzitě broušení (Tab. 2 – intenzita C, resp. B u KM 2975) se tyto rozdíly v obsahu škrobu pohybovaly od 14,6 % (KM 2975) po 21,2 % (KM 2454) a obsah BG byl vyšší oproti zrnu o 0,79 % (KM 2454) až o 1,73 % (KM 2795).

Obsah NL, shodně s průměrnými údaji ze všech zkoušených materiálů ječmene (viz graf na Obr. 1), klesal s vyšší intenzitou broušení, ale míra poklesu byla u všech materiálů přibližně stejná – mezi prvním a třetím stupněm intenzity broušení na úrovni cca 20 %, tedy nebyla pozorována závislost na původním obsahu NL. Naopak z naměřených hodnot bylo možné vysledovat, že v důsledku broušení došlo k částečné eliminaci původních rozdílů mezi hodnotami obsahu NL zjištěnými v celém zrně (zejména u odrůdy AF Cesar a linie KM 2454), což může indikovat, že rozmístění NL v obilce jednotlivých genotypů není stejnoměrné.

Také detailní posouzení výsledků analýz škrobu a BG potvrdilo, že výše prezentovaný průměrný trend zvyšování jejich obsahu s narůstající intenzitou broušení platí pro všechny hodnocené genotypy i varianty broušení. V daném souboru vzorků byl nejvyšší obsah BG stanovený v kroupách ze zrna linie KM 2551 při třetí intenzitě broušení (7,10±0,23 %), ale hodnoty kolem 7 % byly naměřeny i v dalších vzorcích, připravených obroušením zrna linií KM 2975 a KM 2454. V porovnání s novými liniemi byl průměrný obsah BG v kroupách z odrůdy AF Cesar nižší ve všech variantách intenzity broušení o téměř jednu pětinu a kolísal od 4,80±0,11 % po 5,65±0,09 %.

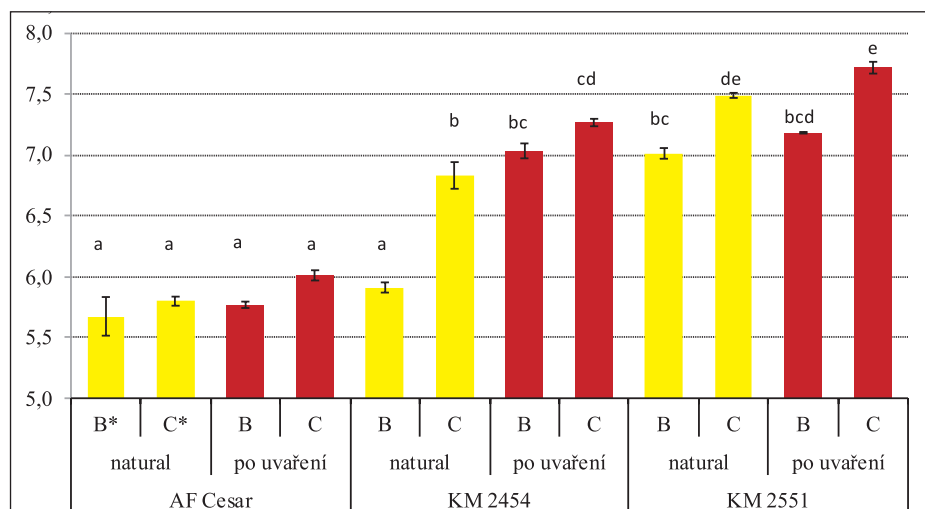
Kladné rozdíly mezi výsledky stanovenými v zrně (Tab.1), obsahu škrobu a BG, naměřenými ve frakcích krup po broušení, byly potvrzeny u všech

materiálů ječmene a vzrůstaly s mírou obroušení. Po třetí intenzitě broušení (Tab. 2 – intenzita C, resp. B u KM 2975) se tyto rozdíly v obsahu škrobu pohybovaly od 14,6 % (KM 2975) po 21,2 % (KM 2454) a obsah BG byl vyšší oproti zrnu o 0,79 % (KM 2454) až o 1,73 % (KM 2795).

Z grafu je zřejmé, že v důsledku vaření došlo ke zvýšení obsahu BG ve všech vzorcích, i když míra průkaznosti mezi naměřenými hodnotami byla u jednotlivých materiálů ječmene různá. Zatímco u linie KM 2454 byl ve vzorku po druhé intenzitě broušení zaznamenán absolutně největší rozdíl v obsahu BG (o 1,12 %) mezi uvařenými kroupami a hodnotou naměřenou v naturální podobě, difference ve vzorcích ze zrna odrůdy AF Cesar se vzájemně průkazně nelišily vůbec. Obdobný výsledek byl získán také při hodnocení obsahu BG v nově vyvinutém produktu na bázi zrna odrůdy AF Cesar („Pot barley“), kde byla stanovena neprůkazná difference mezi naturálním a vařeným produktem ve výši pouze 0,1 % (Vaculová 2018). Mnoho údajů o změnách obsahu, molekulové hmotnosti a dalších chemických vlastnostech BG po vaření není k dispozici, nicméně starší literatura se zmiňuje, že ječmen s waxy typem škrobu má měkčí zrno a proto je vhodnější k obroušování nebo pro přípravu příloh (Edney *et al.* 2002).

Závěr

Výsledky dosažené v tomto pokusu umožňují vyslovit předpoklad, že v ekologických pěstebních podmínkách lze vyrábět zrna vybraných materiálů ječmene pro produkci zdravé a preventivní lidské výživy bez obavy z poklesu obsahu žádoucích bioaktivních látek, zvláště BG. Naopak podle dostupných údajů je zrna vypěstované v tomto režimu hospodaření bohatší o další prospěšné fytochemikálie, zejména polyfenolické látky a některé mikroprvky (Kalnina *et al.* 2013).



Obr. 3: Obsah beta-glukanů v naturálním (syrovém) vzorku a po uvaření krup, získaných při rozdílné intenzitě broušení zrna vybraných materiálů ječmene
(* - B a C = intenzita broušení 2 a 3 - viz Materiál a metodika; rozdílná písmena v rámci stejného způsobu přípravy označují statisticky průkazný rozdíl při $p \leq 0.5$)

Získané údaje dokladují, že v našich pěstebních podmínkách i při použití standardních mlynářských technologií lze volbou vhodných odrůd ječmene (s geneticky podmíněným vysokým obsahem požadovaných složek zrna) a rozdílnými postupy při zpracování jejich zrna získat širokou škálu produktů (krup i omelků) se statisticky průkazně odlišnými obsahy důležitých biologicky aktivních látek, a tak je možné zlepšit a zvýšit nutriční hodnotu výsledných produktů.

Tyto produkty, a především dílčí endospermální frakce krup, mohou být použity přímo k přípravě nejrůznějších pokrmů (samostatně nebo ve směsích s jinými nutričně cennými ingrediencemi), případně dále využity jako polotovary či meziprodukty pro výrobu nových potravin na bázi ječmene (vloček, extrudovaných výrobků, mouky, pečiva, apod.).

Co se týče frakce omelků, naše poznatky korespondují s doporučeními, která pro otruby nebo omelky ze zrna ječmene publikovali někteří zahraniční autoři (Blandino *et al.* 2015, Irakli *et al.* 2020), ale o širším průmyslovém využití takových produktů v tuzemských podmínkách by bylo možné uvažovat pouze v případě zpracování velkých objemů základní suroviny, což se zatím nepředpokládá.

Při využití primárních produktů s ověřeným vysokým obsahem BG v další potravinářské výrobě bude i v odvozených výrobcích snazší dodržet výši obsahu BG, požadovanou Nařízením EU pro dosažení jejich deklarované funkční účinnosti. Podle Nařízení komise EU č. 432/2012 smí být tvrzení o schopnosti udržet normální hladinu cholesterolu v krvi použito pouze u potravin, které obsahují nejméně 1g beta-glukanů z ova, ovesných otrub, ječmene, ječných otrub nebo ze směsí těchto zdrojů

v kvantifikované porci a příznivého účinku se dosáhne při přívodu 3g beta-glukanů z uvedených zdrojů denně. Druhé tvrzení o omezení nárůstu hladiny glukózy v krvi smí být použito pouze u potravin, jež obsahují nejméně 4g beta-glukanů z ova nebo ječmene na každých 30g využitelných sacharidů v kvantifikované porci jakožto součásti jídla a příznivého účinku se dosáhne konzumací beta-glukanů z ova nebo ječmene jakožto součásti jídla.

Prezentované produkty, zvláště kroupy získané zpracováním zrna materiálů ječmene s waxy typem zrna při vyšší intenzitě broušení, se vyznačovaly nejen významně zvýšeným obsahem

BG, ale rovněž velmi příznivou, světlou barvou (Foto 3), danou sníženým obsahem antokyanů v rostlině a zrna. V oblastech s historicky dlouholetou tradicí využití ječmene jako potravin ve výživě lidí je světlá barva krup a obecně produktů na bázi ječmene jedním z hlavních požadavků při vývoji a šlechtění nových potravinářských odrůd (Yanagisawa *et al.* 2011).

Česká republika se řadí k zemím, kde se zatím přímému potravinářskému využití ječmene nevěnuje dostatečná a hlavně stabilní komerční pozornost. Dílčí „pokusy“ se zařazením chleba a dalšího pečiva na bázi ječmene do prodejních sítí v minulých letech skončily ztrátou zájmu obchodníků, a kvůli minimální nebo žádné propagaci významných zdravotních benefitů takového pečiva, i spotřebitelů. Další výrobky jako vločky, různé kaše, extrudované produkty a podobně jsou dostupné jen sporadicky, často v menších prodejnách se zdravou výživou, a většinou i bez doplňujících informací o jejich nutričních přednostech.

Kroupy obecně patří k výrobkům s jednoduchou zpracovatelskou technologií, dlouhou dobou trvanlivosti a časovým rozsahem spotřeby, finančně nízkými náklady a požadavky na skladovací podmínky i známou a jednoduchou kuchyňskou přípravou. Vzhledem k těmto přednostem i menšímu objemu spotřeby by se právě kroupy s významně zvýšenou nutriční jakostí mohly stát stálíci na spotřebitelském trhu s nezanedbatelným příznivým zdravotním impaktem pro lidskou výživu.

Použitá literatura

(výběr, celý seznam je k dispozici u autorů příspěvku)

Blandino M., Locatelli M., Gazzola A., Coisson J. D., Giacosa S., Travaglia F., Bordiga M., Reyneri A., Rolle L., Arlorio M. (2015). Hull-less barley pearling fractions: Nutritional properties and their effect on the functional and technological quality in bread-making. *Journal of Cereal Science*, 65, 48–56. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2015.06.004>.

Ehrenbergerová J., Belcrediová N., Havlová P., Roznovský J., Vejrazka K., Vaculová K., (2005). Effect of weather conditions and genotype on the content of non-starch polysaccharides in spring barley breeding, pp. 25-31 In: Brandstätter, A. Ruckebauer P., Raab F., Trischler A., eds. . Züchtung auf Anpassungsfähigkeit. Tagungband der 56. Jahrestagung der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs, 22.–24. November 2005, Raumberg-Gumpenstein, 126 s.

- Farag, M. A., Xiao, J., & Abdallah, H. M. (2020). Nutritional value of barley cereal and better opportunities for its processing as a value-added food: a comprehensive review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. Bellwether Publishing, Ltd. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1835817>.
- 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*. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.06.208>.
- Henrion, M., Francey, C., Lê, K. A., & Lamothe, L. (2019). Cereal B-glucans: The impact of processing and how it affects physiological responses. *Nutrients*. MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/nu11081729>.
- Irakli, M., Lazaridou, A., Mylonas, I., & Biliaderis, C. G. (2020). Bioactive components and antioxidant activity distribution in pearling fractions of different greek barley cultivars. *Foods*, 9(6). <https://doi.org/10.3390/foods9060783>.
- Izydorczyk M., Dexter J. E. (2008). Barley- β -glucans and arabinoxylans: Molecular structure, physicochemical properties, and uses in food products-a Review. *Food Research International* 41, 850-868.
- Kalnina, S., Rakcejeva, T., & Kunkulberga, D. (2013). (8) Investigation of physically-chemical parameters of conventional and organic hull-less barley harvested in Latvia | Request PDF. In *Annual 19th International Scientific Conference Proceedings RESEARCH FOR RURAL DEVELOPMENT* (p. 206). Latvia University of Agriculture.
- Kumar, D., Sneh, N., Verma, R. P. S., & Kharub, A. S. (2017). Genotypic and growing location effect on grain β -glucan content of barley under sub-tropical climates. *Indian J. Genet.*, 77(2), 235-241.
- Martínez, M., Motilva, M.-J., López de las Hazas, M.-C., Romero, M.-P., Vaculová, K., Ludwig, I. A. (2018). Phytochemical composition and β -glucan content of barley genotypes from two different geographic origins for human health food production. *Food Chemistry* 245, 15: 61-70.
- Menkovska, M., Damjanovski, D., Levkov, V., Gjorgovska, N., Knezevic, D., Nikolova, N., Stanoev, V. (2017). Content of β -glucan in cereals grown by organic and conventional farming. *Banats Journal of Biotechnology*, VIII(16), 39-47. [https://doi.org/10.7904/2068-4738-VIII\(16\)-39](https://doi.org/10.7904/2068-4738-VIII(16)-39).
- Nařízení komise (EU) č. 432/2012.
- Noworolnik K., Wirkijowska A., Mikos-Szymanska M. (2014). Effect of genotype and nitrogen fertilization on grain yield and quality of spring barley intended for health food use. *Bulg. J. Agric. Sci.*, 20: 576-580.
- Schmidt, M. (2020). Cereal beta-glucans: an underutilized health endorsing food ingredient. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. Bellwether Publishing, Ltd. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1864619>.
- Vaculová K., Ehrenbergerová J., Pouch, M. (2008). Breeding of waxy barleys using molecular markers. In: *Cereal Science and Technology for Feeding Ten Billion People*. Genomic Era and Beyond. Proceedings to the Meeting of the Eucarpia Cereal Section, Lleida (Spain), 13-17 November 2006, Eds.. J. L. Molina Cano et al, Zaragoza, CIHEAM 2008, 289-293. ISBN. 2-85352-404-3, ISSN. 1016-121X. Options méditerranéennes, SERIE A. Séminaires Méditerranéens, Numéro 81.
- Vaculová, K. (2018). „Pot barley“ – více než obyčejné kroupy..... *Obilnářské listy*, XXVI, 3-4: 91-92. ISSN 1212-138X.
- Wiege I., Sluková M., Vaculová K., Skřivan P. (2018). Není beta-glukan jako beta-glukan. *Výživa a potraviny*, 1: 23-26.
- Yanagisawa, T., Nagamine, T., Takahashi, A., Takayama, T., Doi, Y., Matsunaka, H., & Fujita, M. (2011). Breeding of Kirari-mochi: A new two-rowed waxy hull-less barley cultivar with superior quality characteristics. *BREEDING SCIENCE*, 61(3), 307-310. <https://doi.org/10.1270/jsbbs.61.307>.
- Zeng, Y., Pu, X., Du, J., Yang, X., Li, X., Mandal, M. S. N., Yang T., Yang, J. (2020). Molecular Mechanism of Functional Ingredients in Barley to Combat Human Chronic Diseases. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. Hindawi Limited. <https://doi.org/10.1155/2020/3836172>.

/Recenzováno/

Dedikace

Výsledek vznikl za podpory Ministerstva zemědělství, institucionální podpora MZE-RO1118.



Foto 3: Kroupy ze zrna waxy linie ječmene KM 2151 po nejvyšší intenzitě broušení (obsah BG = 7,80±0,17%)

Vliv termínu aplikace regulátorů růstu na vybrané znaky pšenice ozimé (The effect of the term of application of growth regulators on selected traits of winter wheat)

Svobodová Ilona, Jergl Zdeněk
Agrotest fyto, s.r.o., Havlíčkova 2787, Kroměříž

Souhrn: V letech 2017/18 a 2019/20 byly založeny pokusy s regulátory růstu obsahujícími účinné látky trinexapac-ethyl, chlormekvát chlorid a ethefon u odrůdy pšenice ozimé AF Jumiko náchylné k poléhání. Byl sledován vliv regulátorů růstu v maximálních povolených dávkách aplikovaných v doporučených termínech (DT), ve srovnání s maximálními povolenými a sníženými dávkami aplikovanými po doporučených termínech (DT) na vybrané znaky porostu (výška, poléhání, výnos, HTZ). V průměru pokusných ročníků měl z přípravků na zkrácení porostu nejsilnější vliv tankmix Retacel (1,0 l) + Moddus (0,2 l) v DT a po DT, úroveň poléhání v roce 2020 nejvýrazněji snižoval Moddus (0,4 l v DT a po DT) a nejméně Retacel (1,5 l) v DT a po DT (1,5 l a 0,8 l). V roce 2018 s řídkým a krátkými nepolehlými porosty stresovanými vysokými teplotami a suchem regulátory růstu výnos zrna buď neovlivňovaly, nebo vyvolaly jeho pokles. Výjimkou byl Retacel (1,5 l) aplikovaný v DT, u něhož výnos zrna mírně vzrostl. Všechny regulátory v roce 2018 snížily HTZ. Naopak v ročníku 2020 s hustými a vysokými porosty za vlhkého a chladného počasí vedlo použití regulátorů růstu k redukci poléhání a i přes menší efekt na zkrácení porostu k vzrůstu výnosu. Nejvyšší úroveň výnosu zrna v roce 2020 dosáhly varianta tankmix Retacel (1,0 l) + Moddus (0,2 l) a varianta Moddus (0,2 l) a Cerone (1,0 l), obě varianty v DT. Aplikace po DT vedly v obou ročnících k nižším výnosům zrna ve srovnání s aplikacemi v DT. Snižované dávky regulátorů aplikované po DT méně zkracovaly porost, v případě poléhání více poléhaly než maximální povolené dávky po DT.

Klíčová slova: pšenice ozimá, poléhání, regulátory růstu, termíny aplikace, výnos zrna

Abstract: In 2017/18 and 2019/20, experiments were established with growth regulators containing the active substances trinexapac-ethyl, chlormequat chloride and ethephon in the winter wheat variety AF Jumiko susceptible to lodging. The effect of growth regulators in the maximum allowed doses applied in the recommended terms (RT) was monitored, in comparison with the maximum and reduced doses applied after the recommended terms (RT) on selected features (canopy height, lodging, grain yield, thousand kernel weight). In the average of the experimental years, the Retacel (1.0 l) + Moddus (0.2 l) tank mix in RT and after RT had the strongest effect on the shortening of the canopy, the level of lodging in 2020 was most markedly reduced by Moddus (0.4 l in RT and after RT) and the least by Retacel (1.5 l in RT and 1.5 l and 0.8 l after RT). In 2018, with low density and short non-lodging canopy stressed by high temperatures and drought, growth regulators either did not affect the grain yield or caused it to decline. An exception was Retacel (1.5 l) applied in RT. In this case the grain yield was increased slightly. In 2018 all regulators reduced thousand kernel weight. On the contrary, in 2020, with dense and high lodged canopies in wet and cold weather, the use of growth regulators led to a reduction in lodging and, despite a smaller effect on shortening the canopy, to an increase in grain yield. The highest grain yield levels were achieved in 2020 by the tank mix Retacel (1.0 l) + Moddus (0.2 l), and the variant Moddus (0.2 l) and Cerone (1.0 l) in the maximum allowed dose, both variants in RT. In both years, the applications of growth regulators after RT led to lower grain yields compared to the applications on RT. Reduced doses of regulators applied after RT shortened the canopy less, in case of lodging they lodged more than the maximum allowed doses after RT.

Key Words: winter wheat, lodging, growth regulators, application terms, grain yield

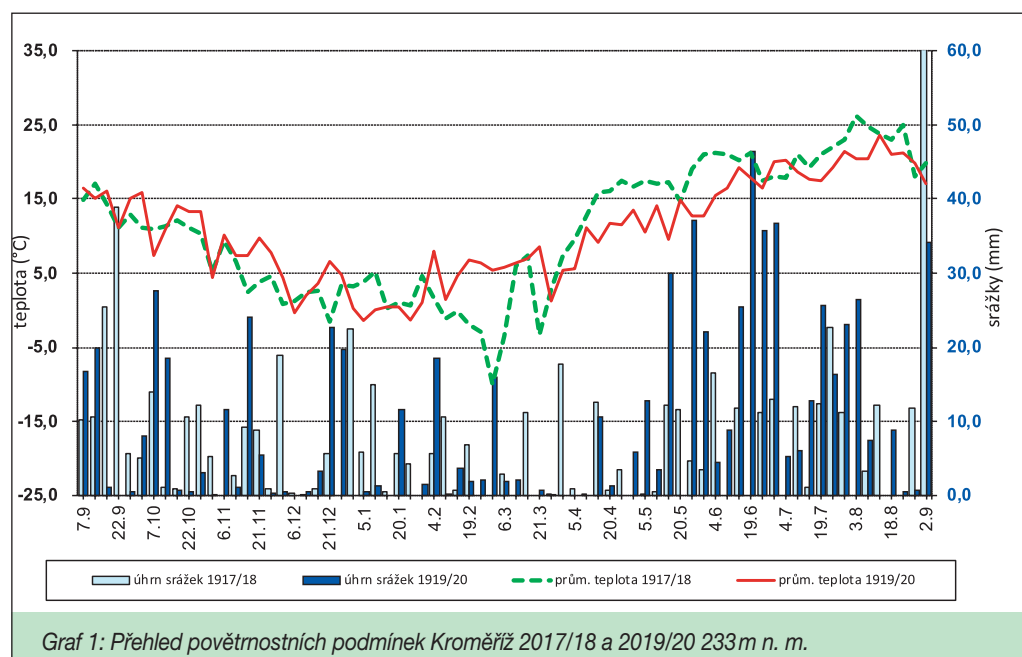
Úvod

Poléhání obilnin je ovlivněno řadou faktorů, počasí je jedním z nejdůležitějších. Zatímco v některých ročnících k polehnutí nemusí dojít vůbec nebo jen omezeně, v jiných mohou být silně postiženy velké plochy porostů. Probíhající změna globálního klimatu zvyšuje ročníkovou variabilitu počasí. Rostou teploty, přibývá tropických dnů. Množství srážek zůstává zhruba stejné, mění se ale směrem ke krátkodobějším intenzivnějším srážkám a delším obdobím bez významnějších srážek spojených s vlny veder. Tato situace vede ke zvyšování výparu, a tedy značnému riziku častějších a delších epizod sucha (Žalud, 2020). Ročníková variabilita významným způsobem ovlivňuje pěstování polních plodin. Zvláště výrazné je to u intenzivních pěstebních technologií vyžadujících řadu zásahů.

Mezi takové zásahy patří používání regulátorů růstu na zkrácení porostu a proti poléhání. Při aplikaci v nevhodných povětrnostních podmínkách a u stresovaného porostu mohou regulátory způsobovat výnosovou depresi v případě, že nedojde k polehnutí. Výnosová deprese se projeví výrazněji, jestliže byly

regulátory aplikovány v nepřiměřených dávkách (Klem, 2009), např. při pozdní aplikaci vyšších dávek ethefonu (Tripathi, 2004). Tehdy může dojít ke zkrácení klasů (Kuthan, 2017). Snížení produktivity klasů po pozdní aplikaci CCC bylo zjištěno u některých odrůd pšenice (Křen, 1998). Významnými stresovými faktory jsou vysoké teploty a nedostatek vláhy. Naopak v období intenzivních srážek může při větru dojít v rozbahněné půdě ke kořenovému poléhání, tedy k vyvracení celých rostlin (Berry, 2006). Tento typ poléhání je častější a náchylnější k němu jsou rostliny se slabším kořenovým systémem, zvláště v hustých porostech.

Z důvodů nepříznivých podmínek (srážky, nevhodné teploty, vítr, sucho) není někdy možné aplikovat regulátor v doporučeném termínu. Proto bylo v těchto pokusech sledováno, jaké účinky na porost může mít opožděná aplikace růstového regulátoru po doporučeném termínu. Byly přitom porovnávány rozdíly v působení různých druhů regulátorů zastupujících běžně používané účinné látky. Jednalo se o přípravky obsahující látky s antigiberelinovým účinkem (trinexapac-ethyl, chlormekvát) a přípravky obsahující ethefon, rozkládající se v rostlině na etylen.



porost, hodnota 9 zcela polehlý. Po sklizni byl hodnocen výnos zrna a hmotnost tisíce zrn.

U měřených znaků bylo provedeno statistické hodnocení analýzou variance v programu STATISTICA 12. Průkaznost rozdílů mezi variantami byla následně testována Tukey HSD testem na hladině významnosti $p=0,05$.

Výsledky a diskuse

Podmínky během vegetace se mezi ročníky v některých obdobích výrazně lišily (Graf 1). Podzim roku 2019 byl teplejší než podzim roku 2017. V obou letech na podzim více pršelo. Začátek zimy byl v obou ročníkách teplý.

Výrazné rozdíly mezi ročníky se projevovaly během zimy.

Koncem února, začátkem března a opětovně v druhé polovině března v roce 2018 přišly celodenní mrazy. To zbrzdilo růst rostlin. Začátkem dubna se prudce oteplilo. Pšenice, které měly 3-4 odnože, urychlily vývoj a přešly do sloupkování. Duben 2018 byl mimořádně teplý, za celý měsíc průměrné denní teploty překročily normál o 4,9 °C. I nadále se udržely většinou vysoko a k normálu se dostaly až na přelomu června a července. Nadprůměrné teploty urychlovaly vývoj, ranější odrůda pšenice AF Jumiko dozrála na začátku července. Srážky byly v roce 2018 po obnovení vegetace podprůměrné. Od března do sklizně přišlo několik bezesrážkových období. Obsah vody v ornici se zhruba od začátku května pohyboval pod bodem snížené dostupnosti. V období od poloviny června do poloviny července došlo třikrát k poklesu zásoby vody pod bod vadnutí a rostliny byly odkázány pouze na horizontální srážky (Pokorný, 2019). Kvůli nedostatku srážek byly pšenice všeobecně kratší a řidší a nebyly tak podmínky pro poléhání.

V únoru roku 2020 byla situace zcela jiná než v roce 2018. Průměrná denní teplota za tento měsíc překročila normál o 5 °C a rostliny odnožovaly. Březen a duben byly sice v průměru tep-

Materiál a metody

Pokusy proběhly v letech 2017/18 a 2019/20 na lokalitě Kroměříž (řepařská výrobní oblast, půdní typ černozem). Ročník 2018/19 musel být z hodnocení vyloučen pro silné poškození porostu hraboši. Parcely o velikosti 10 m² byly náhodně uspořádány v blocích, pokusné varianty měly v ročníku 2017/18 tři opakování a v ročníku 2019/20 čtyři. Ve všech ročníkách probíhaly pokusy na odrůdě ozimé pšenice AF Jumiko. Je to pekařská středně raná odrůda s purpurovou barvou perikarpu zrna, pekařskou jakostí chlebovou (kategorie B), vyšlechtěná v Kroměříži ve firmě Agrotest fyto, s.r.o. Pro svůj obsah anthokyanů a luteinu je AF Jumiko využitelná pro specifické potravinářské a krmné účely. Rostliny jsou středně vysoké až vysoké, méně odolné až náchylné k poléhání.

Pokusy byly v ročníku 2017/18 založeny po předplodině řepce ozimé a v ročníku 2019/20 po předplodině vojtěšce. Celková dávka dusíku, dodaného v hnojivech, dosáhla v ročníku 2017/18 150 kg/ha a v ročníku 2019/20 120 kg/ha. Porosty byly standardně ošetřovány proti plevelům, škůdcům a chorobám. V pokusech byly testovány přípravky registrované na zkrácení stébla a proti poléhání Retacel Extra R 68 (720g chlormekvat chloridu/l), Moddus (250g trinexapac-ethylu /l) a Cerone 480 SL (480g ethefonu /l). Byl sledován vliv výše uvedených regulátorů v maximálních povolených dávkách aplikovaných v doporučených termínech (DT) ve srovnání s maximálními a sníženými dávkami aplikovanými po doporučených termínech (DT). Seznam variant je uveden v tabulce 1.

V pokusech byly během vegetace sledovány výška porostu a poléhání hodnocené indexem poléhání. Index poléhání vycházel podle metodiky EPPO PP 1/144 (3) z procenta polehlé plochy parcely a intenzity poléhání podle odklonu stébel od vertikály ve stupních. Index poléhání byl vypočítán jako násobek intenzity a procenta polehlé plochy dělený 1000. Hodnota indexu 0 znamená nepolehlý

Tab. 1: Seznam pokusných variant v ročníkách 2017/18 a 2019/20

Var.	Přípravek	Dávka (l/ha)	Termín aplikace (BBCH)
1	kontrola		
2	Retacel Extra R 68	1,5	25-30
3	Retacel Extra R 68	1,5	32-33
4	Retacel Extra R 68	0,8	32-33
5	Retacel Extra R 68+Moddus	1+0,2	31-32
6	Retacel Extra R 68+Moddus	1+0,2	33-34
7	Moddus+Cerone 480 SL	0,2+1	31-33+37-39
8	Moddus+Cerone 480 SL	0,2+1	31-33+49-51
9	Moddus+Cerone 480 SL	0,2+0,75	31-33+49-51
10	Moddus+Cerone 480 SL	0,2+0,5	31-33+49-51
11	Moddus	0,4	31-33
12	Moddus	0,4	37-39
13	Moddus	0,2	37-39



Foto 1: Pohled na různě vysoké parcely v pokusu s regulátory růstu

lotně normální, ale během těchto dvou měsíců se v součtu jen 20 dní, tedy třetině, nevyskytovaly přízemní mrazíky. Jinak to byly suché měsíce. Tato skutečnost se negativně projevila na růstu rostlin i na účinnosti hnojení. Opačné podmínky než v roce 2018 panovaly v květnu, který byl studený a vlhký. To vedlo ke snížení redukce počtu odnoží a nárůstu biomasy. Zatímco v roce 2018 byl červen silně teplý a suchý, v roce 2020 byl teplotně průměrný a úhrn srážek představoval téměř dvojnásobek normálu. To prodlužovalo období nalévání zrna, takže plné zralosti dosáhly porosty koncem července, o tři týdny později než v roce 2018. Přívalové srážky a vítr v častých bouřkách vedly od začátku července k postupnému polehnutí hustého a vysokého porostu, který se v rozbahněné půdě vyvracel.

V tabulce 2 jsou uvedeny výsledky statistického hodnocení. Mezi oběma ročníky byly ve všech sledovaných znacích statisticky průkazné rozdíly. V roce 2018 kvůli mrazivému začátku a druhé polovině března byly rostliny pšenice málo odnožené. Následující období až do konce vegetace pšenice přetrvávalo nadprůměrně teplé a suché počasí. Krátké porosty s průměrnou výškou 82 cm nepoleh-

ly. Protože sucho a vysoké teploty zvyšovaly redukci založených odnoží, dosáhl počet klasů na m² v průměru 630. Výnos zrna byl v průměru variant 8,14 t/ha. Přes kratší dobu nalévání zrna se průměrná HTZ dostala k 38,72 g. Naproti tomu teplý únor 2020 vedl k dřívějšímu obnovení vegetace a intenzivnějšímu odnožování. I přes suchý březen a duben k větší redukci odnoží nedošlo. Vlhký a studený květen prodlužoval období sloupkování. Porost byl v průměru vysoký 98 cm a počet klasů na m² byl 930. Vysoké srážky během června a července vedly k polehnutí porostu. I přes prodloužení období nalévání zrna, kdy plné zralosti dosáhla odrůda AF Jumiko koncem července, kvůli polehnutí v mléčné zralosti a kompenzaci hustého porostu měla HTZ v průměru 30,78 g. Průměrný výnos zrna byl 6,11 t/ha.

Rozdíl ve výšce kontroly a ošetřených variant byl v průměru ročníků průkazný. Varianty s Retacelem v průměru ročníků zkracovaly porost nejméně, největšího zkrácení bylo dosaženo u tankmixu Retacel + Moddus (var. 5, 6).

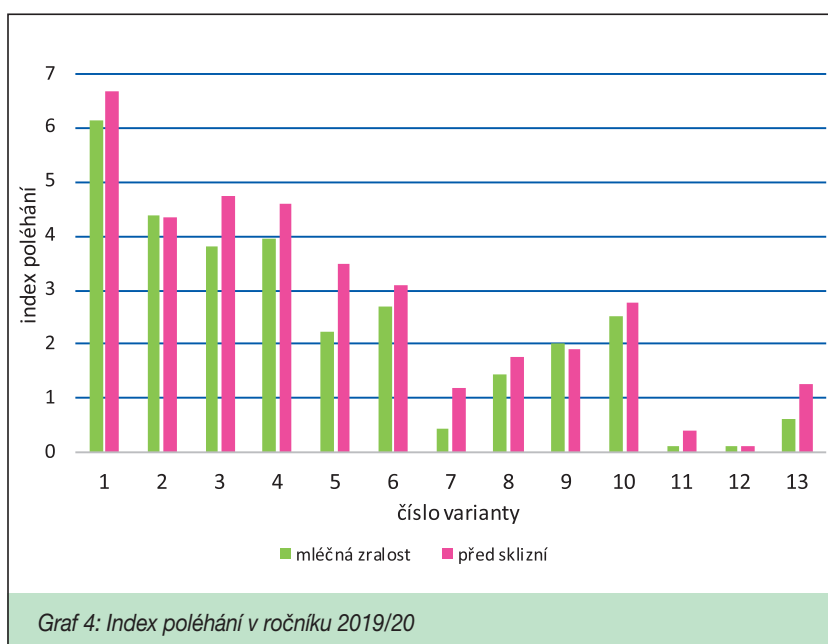
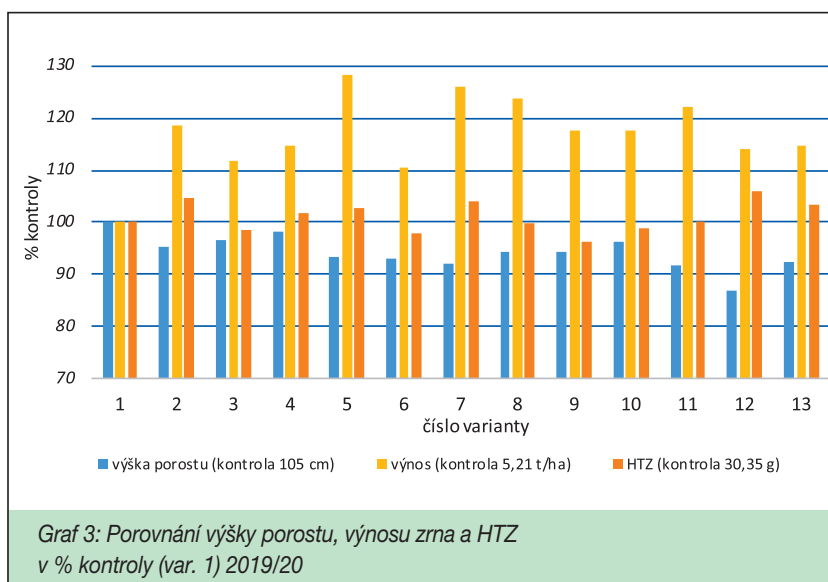
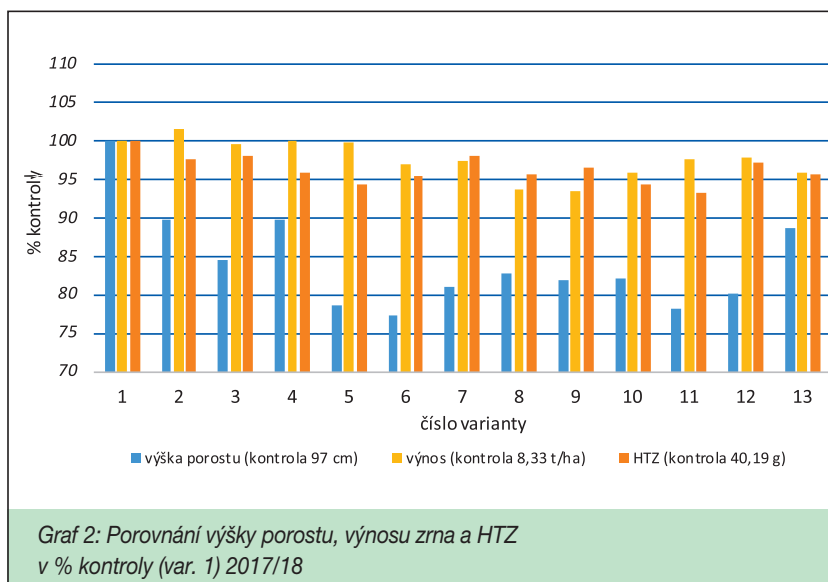
Porosty polehly pouze v roce 2020. Úroveň polehnutí kontroly se průkazně lišila od ošetřených variant s výjimkou variant s Retacelem v maximální dávce. Méně než varianty s Retacelem (var. 2-4) polehaly varianty s tankmixem Retacel + Moddus (var. 5, 6). Minimální polehnutí bylo zjištěno u variant pouze s Moddusem jako jediným aplikovaným regulátorem (var. 11-13). Na výnosu je patrné, že kromě varianty pouze s Moddusem (var. 11) v průměru obou ročníků aplikace regulátorů v DT průkazně zvýšily výnos zrna oproti kontrole. U aplikací regulátorů po DT dosahovala odrůda AF Jumiko nižších výnosů než v DT. Snížení dávek přípravků působilo na výši výnosu kladně pouze u Retacelu (var. 4). U HTZ aplikace po DT, mimo variant pouze s Moddusem, vedly k jejímu poklesu ve srovnání s aplikacemi v DT. V jednotlivých ročnících byly reakce na ošetření regulátory růstu odlišné.

V grafu 2 jsou znázorněny hodnoty sledovaných znaků v procentech kontroly v ročníku 2017/18.

Tab. 2: Výsledky pokusu s regulátory růstu proti poléhání v ročnících 2017/18 a 2019/20

znak	výška porostu		index poléhání				výnos zrna		HTZ	
			mléčná zralost		před sklizní					
	cm						t/ha		g	
2018	82	a	0,0	a	0,0	a	8,14	b	38,72	b
2020	98	b	2,0	b	2,4	b	6,11	a	30,78	a
varianta										
1	102	g	3,5	g	3,8	e	6,55	ab	34,56	cd
2	94	ef	2,5	fg	2,5	d	7,16	efg	35,01	d
3	93	cdef	2,2	def	2,7	de	6,88	bcde	34,00	bcd
4	96	f	2,3	ef	2,6	d	6,99	cdef	34,17	bcd
5	89	ab	1,3	bcde	2,0	cd	7,38	g	34,10	bcd
6	88	ab	1,5	cdef	1,8	bcd	6,75	abcd	33,39	abc
7	89	ab	0,3	ab	0,7	ab	7,23	fg	34,90	d
8	91	abcde	0,8	abc	1,0	abc	7,03	def	33,82	bcd
9	91	abcd	1,1	bcd	1,1	abc	6,84	abcde	33,33	ab
10	93	cdef	1,7	cdef	1,7	bcd	6,84	abcde	32,98	ab
11	91	bc	0,1	a	0,3	a	6,84	bcde	32,32	a
12	88	a	0,1	a	0,1	a	6,65	abc	34,04	bcd
13	94	def	0,4	ab	0,9	abc	6,52	a	33,31	b

Pozn.: shodná písmena označují příslušnost ke stejné homogenní skupině na hladině průkaznosti $p=0,05$, údaje označené různými písmeny se od sebe průkazně liší



V roce 2018 bylo ve srovnání s rokem 2020 v období působení Retacelu (var. 2–4) počasí teplejší a vlhčí. U Retacelu aplikovaného v maximální dávce po DT (var. 3) zkrácení porostu dosáhlo 15 %, u var. 2 a 3 10 %. Tankmix Retacel + Moddus v DT (var. 5), aplikovaný za průměrných denních teplot kolem 17 °C po srážkách, zkrátil porost více jak o 20 % podobně jako aplikace po DT. U variant s dvojitou aplikací regulátorů Moddus a Cerone (var. 7–10) byl Moddus aplikován na začátku sloupkování v poloviční dávce 0,2 l /ha kvůli zabránění předčasnému polehnutí. Aplikace Cerone v DT v praporcovém listu a po DT na začátku metání vedla ke zkrácení o necelých 20 %.

Na výnosové reakci na použití regulátorů růstu je patrné, že v ročníku s absencí poléhání mohou regulátory působit za určitých podmínek (jako je sucho a vysoké teploty) stresově (Bezdičková, 2019). Zatímco výnos zrna u kontroly dosahoval 8,33 t/ha, u variant 8 a 9 (Moddus v poloviční a Cerone v maximální a mírně snížené dávce po DT) se pohyboval kolem 7,8 t/ha. U Retacelu aplikovaného v DT (var. 2) se výnos zrna mírně zvýšil, Retacel aplikovaný po DT (var. 3, 4) měl výnos zrna na úrovni kontroly u maximální i snížené dávky stejně jako tankmix Retacel + Moddus v DT (var. 5). U většiny dalších variant došlo k poklesu výnosu o 2–4 %, u variant s Cerone po DT (var. 8–10) byl pokles ještě o něco výraznější. Varianty pouze s Moddusem (var. 11, 12) v maximální povolené dávce v DT i po DT a varianty s tankmixem Retacel + Moddus (var. 5, 6) zkracovaly porost více než varianty s Cerone, ale pokles výnosu u nich nebyl tak velký jako u variant s Cerone aplikovaných po DT (var. 8–10).

U všech variant ošetřených regulátory růstu klesla HTZ.

Z těchto údajů vyplývá, že sucho a vysoké teploty zesilovaly regulační účinek použitých přípravků (Bezdičková, 2019) a při absenci poléhání tak došlo k poklesu výnosu.

Graf 3 ukazuje odlišnou situaci v roce 2020. Porosty měly jinou strukturu, byly husté a vysoké s menším zkrácením u regulovaných variant než v roce 2018. V období aplikace a působení Retacelu působily nepříznivě časté přízemní mrazíky a porost byl zkrácen u varianty 2 o 5 % a u variant s aplikací po DT (var. 3, 4) o 3 a 2 %. U tankmixu Retacel + Moddus při aplikaci v DT (var. 5) stejně jako u variant s Retacelem omezovaly růst rostlin přízemní mrazíky a při aplikaci po DT (var. 6) před objevením praporcového listu výrazné ochlazení začátkem května. Výška porostu u tohoto tankmixu klesla o 7 %.

V období aplikací Cerone, které nemohly být vzhledem k chladnému a deštivému počasí provedeny v podmínkách umožňujících efektivní působení přípravku, se výška porostu snížila při aplikaci v DT (var. 7) o 8 %, po DT (var. 8–10) o 6–4 %. Etylén, vznikající z ethefonu, působí krátce asi tři až čtyři dny

a k efektivnímu zkrácení stébel jsou potřeba teploty nejlépe 15–20 °C (Klem, 2009).

Při srovnání poléhání u jednotlivých variant byl mezi regulátory výraznější rozdíl v indexu poléhání (**Graf 4**), než v úrovni zkrácení porostu. Index poléhání při hodnocení v mléčné zralosti byl o něco nižší než při hodnocení před sklizní. Retacel (var. 2–4) byl z regulátorů nejméně účinný, index poléhání se podle varianty pohyboval mezi hodnotami 4 a 5. Tankmix Retacelu + Moddusu (var. 5, 6) měl index polehnutí od 2 do 3. U variant s aplikací Moddusu a Cerone (var. 7–10) byl efekt na snížení poléhání výraznější než tankmixu Retacel + Moddus. Při aplikaci Cerone po DT stoupala úroveň poléhání rovnoměrně s poklesem dávky až k hodnotě 3. U variant pouze s Moddusem v DT i po DT byla úroveň poléhání minimální, pouze u snížené dávky po DT vzrostla k hodnotě indexu poléhání 1.

Protože došlo k polehnutí, projevilo se ošetření regulátory na výnosu na rozdíl od roku 2018 kladně. Od kontroly s výnosem 5,21 t/ha se výnos zrna zvýšil až na 6,68 t/ha u varianty 5 (tankmix Retacel + Moddus v DT). Aplikace regulátorů po DT vedly vždy k nižším výnosům a většinou k vyšší úrovni poléhání než dávky v DT. Retacel aplikovaný v DT (var. 2) s nejvyšší úrovní poléhání v mléčné zralosti zvýšil výnos zrna o 19 %, nejméně ze všech variant s aplikací v DT. Tankmix Retacel + Moddus při aplikaci v DT (var. 5) na začátku sloupkování dosáhl nejvyššího výnosu ze všech variant. Naopak při aplikaci po DT (var. 6) před objevením praporcového listu, kdy bylo ve srovnání s aplikací v DT v době působení regulátorů málo slunečního svitu, byl výnos zrna nejnižší ze všech ošetřených variant. I tak byl výnos zrna o 11 % vyšší než u kontroly. Tento tankmix byl v DT i po DT méně polehlý než varianty pouze s Retacelem. U ještě méně polehlých variant s Cerone v maximální povolené dávce v DT i po DT (var. 7, 8) se výnos zrna pohyboval kolem 125 % kontroly, u snížených dávek Cerone po DT (var. 9, 10) s vyšší úrovní polehnutí nebylo zvýšení výnosu tak výrazné (118 % kontroly). I přes minimální úroveň polehnutí nebyl výnos zrna u varianty se samostatně aplikovaným Moddusem v maximální dávce v DT (var. 11) nejvyšší (122 % kontroly). Podobně jako u variant s Cerone nastal jeho pokles při aplikaci po DT (var. 12, 13).

Varianty pouze s Moddusem po DT a ostatní regulátory aplikované v DT měly HTZ vyšší než kontrola.

Závěr

Všechny aplikace regulátorů snížily výšku a úroveň poléhání. V průměru pokusných ročníků měl z přípravků na **zkrácení porostu nejsilnější vliv tankmix Retacel (1,0l) + Moddus (0,2l) v doporučeném termínu (DT) a po doporučeném termínu (DT). Úroveň poléhání v roce 2020 nejvýrazněji snižoval Moddus (0,4l v DT a po DT) a nejméně Retacel (1,5l v DT a po DT 1,5l a 0,8 l). Průměrná úroveň poléhání u variant s Moddusem a Cerone byla nižší než u tankmixu Retacel + Moddus.**

V roce 2018 s řídkými a krátkými nepolehlými porosty, stresovanými vysokými teplotami a suchem regulátory růstu výnos zrna buď neovlivňovaly, nebo vyvolaly jeho pokles s výjimkou 1,5l Retacelu aplikovaném v DT, u něhož výnos zrna mírně vzrostl. Všechny regulátory v roce 2018 snížily HTZ.

Naopak v ročníku 2020 s hustými a vysokými porosty za vlhkého a chladného počasí vedlo použití regulátorů růstu k redukci poléhání a i přes menší efekt na zkrácení porostu k zvýšení výnosu.

Aplikace po DT vedla v obou ročnících k nižším výnosům

ve srovnání s aplikacemi v DT, v roce 2020 byly rozdíly výraznější. **Nejvyšší úroveň výnosu v roce 2020 dosáhly tankmix Retacel (1,0l) + Moddus (0,2l) a varianta Moddus (0,2l) a Cerone (1,0 l), obě varianty v DT.**

Snížené dávky regulátorů aplikované po DT v průměru ročníků méně zkracovaly porost, v případě poléhání více polehaly než maximální povolené dávky po DT. **V roce 2018 se ve výnosu snížené dávky regulátorů výrazně nelišily od maximálních dávek po DT. V roce 2020 vedlo snížení dávky po DT u varianty s Retacelem (0,8l) k vzrůstu výnosu, u variant s Moddusem (0,2l) a Cerone (0,75l a 0,5l) k jeho poklesu.**

Literatura

Berry P. M., Sterling M., Mooney S. J.: Development of a model of lodging for barley. *J. Agro. Crop Sci.*, 2006, 192 (2), s. 151–158.

Bezdičková, A.: Regulace, stimulace a fungicidní ochrana pšenice ve variabilních podmínkách. Agromanuál.cz, 12.7.2019.

Horáková, V., Dvořáčková, O.: Obilniny 2018. Seznam doporučených odrůd pšenice ozimá, pšenice jarní, ječmen jarní, ječmen ozimý, tritikale ozimé, oves setý: Přehled odrůd oves nahý, tritikale jarní, žito ozimé, seznam doporučených odrůd pro ekologické zemědělství pšenice jarní, ječmen jarní / Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. Národní odrůdový úřad 2018. 203 s.

Klem, K., Klemová, Z., Míša, P.: Poléhání jarního ječmene – hlavní faktory a systémy regulace. *Obilnářské listy*, 17, 2/2009, s. 46–53.

Křen, J. a kol.: Metodika pěstování ozimých obilnin. *Kroměříž: Zemědělský výzkumný ústav*, 1998, 143 s.

Kuthan, A., Stehlík, P., Řiřač, J.: Nový pohled na regulaci obilnin. *Kukuřičné listy*, 01/2017, s. 1–2.

Pokorný, E., Podešvová, J., Lecianová, E.: Hodnocení průběhu počasí a vlhkosti půdy ve vztahu k vývoji ječmene jarního za rok 2018 v podmínkách Zemědělského výzkumného ústavu Kroměříž, s.r.o. *Obilnářské listy*, 27, 1/2019, s. 16–19.

Reduction of lodging in cereals and maize. *Metodika EPPO PP 1/144(3)*, 2010.

Tripathi, S. C., Sayre, K. D., Kaul, J. N., Narang, R. S.: Lodging behavior and yield potential of spring wheat (*Triticum aestivum* L.): effects of ethephon and genotypes. *Field Crops Research*, 2004, 87, 2–3, s. 207–220.

Žalud, Z., Hlavinka, P., Růžek, P., Klem, K., Zahradníček, P., Štěpánek, P., Možný, M., Trnka, M.: Změna klimatu a její dopady pro polní produkci se zaměřením na cukrovou řepu v České republice. *Listy cukrov. řepař.*, 136, 2020 (7–8): s. 248–255.

/Recenzováno/

Poděkování

Tato publikace vznikla za podpory Ministerstva zemědělství – institucionální podpora MZE-RO1118

Vyhodnocení účinnosti fungicidní ochrany proti klasovým fuzáriím v soutěži pěstebních technologií ozimé pšenice 2020

(The evaluation of fungicidal efficacy against scab in spikes (*Fusarium* spp.) in winter wheat growing technology competition 2020)

Tvarůžek Ludvík, Polišínská Ivana, Jergl Zdeněk
Agrotest fyto, s.r.o., Havlíčkova 2787, Kroměříž

Souhrn: Silný výskyt fuzárií v klasech ozimé pšenice v roce 2020 umožnil vyhodnocení významných epidemických faktorů a možností regulace infekce. Epidemie souvisela s několika se opakujícími deštivými obdobími v době kvetení porostů, trvající jeden měsíc. Z toho důvodu byly postiženy v podstatě všechny skupiny ranosti odrůd. V 47 technologiích pěstování bylo použito 25 odrůd ozimé pšenice, některé odrůdy byly zastoupeny vícekrát: RGT Sacramento (9 x), RGT Reform (5 x), Viriato (4 x), LG Orlice (3 x), Illusion (3 x), Asory (2 x) a Gordian (2 x). Nízkých i vysokých hodnot obsahu DON bylo dosaženo u odrůd z různých skupin ranosti. Odrůdy RGT Sacramento, RGT Reform a Viriato vykazovaly širokou variabilitu obsahu DON v zrně, což ukazovalo na různě efektivní fungicidní zákrok. Fungicidní ošetření realizovaná v termínech od 2.6. do 11.6. znamenaly významně nižší obsah DON v zrně po sklizni. Bylo vyhodnoceno, že existoval negativní významný vztah mezi obsahem DON a výnosem a mezi obsahem DON a termínem provedení fungicidního ošetření. Znaky charakterizující strukturu porostu (výška rostliny, hustota a polehnutí) neměly na hodnoty obsahu DON vliv.

Klíčová slova: Pšenice ozimá, fungicidy, fuzária v klasech, odrůdy

Abstract: Severe occurrence of scab in winter wheat ears in season 2020 enabled to evaluate an important epidemiological factors and the possibilities of infection regulation. The epidemic was related to several repeatedly occurring rainy periods in growing stage of wheat flowering all together more then one month long. 25 varieties were used in 47 growing technologies, some of them were used more times: RGT Sacramento (9 x), RGT Reform (5 x), Viriato (4 x), LG Orlice (3 x), Illusion (3 x), Asory (2 x) a Gordian (2 x). Both low and high levels of DON content were found in varieties early as well as late ripening. Varieties RGT Sacramento, RGT Reform a Viriato showed wide variability of DON in grain, which indicated different success of treatment with fungicides. Applications realized from 02. June till 11. June expressed significantly lower DON grain content after the harvest. Highly significant negative relationship was found between DON content and yield and between DON content and date of fungicide treatment. The parameters which characterize a stand structure (plant height, stand density and lodging) didn't show any effect on DON content.

Key Words: Winter wheat, fungicides, *Fusarium* spp. in ears, varieties

Úvod

V minulém roce se po řadě let vyskytlo silné napadení klasů pšenice fuzárií. Napadení bylo zřetelné a výrazné na konci měsíce června, tedy v období pozdní mléčné zralosti porostů. Po sklizni byl v zrně potvrzen značný výskyt mykotoxinu DON (deoxynivalenol) a tak je vhodné se na tento dílčí segment ochrany zaměřit a analyzovat ho. K dispozici bylo téměř 50 různých pěstebních technologií, které jejich zadavatelé ošetřovali různými fungicidy v rozdílných termínech aplikací. V pokusu byla využita relativně široká škála odrůd, které jsou pro pěstitele dnes perspektivní, což přinášelo do výsledných zjištění další faktor proměnlivosti. Úvodem je vhodné si připomenout některé skutečnosti, které jsou významné právě pro rozvoj epidemie této závažné choroby.

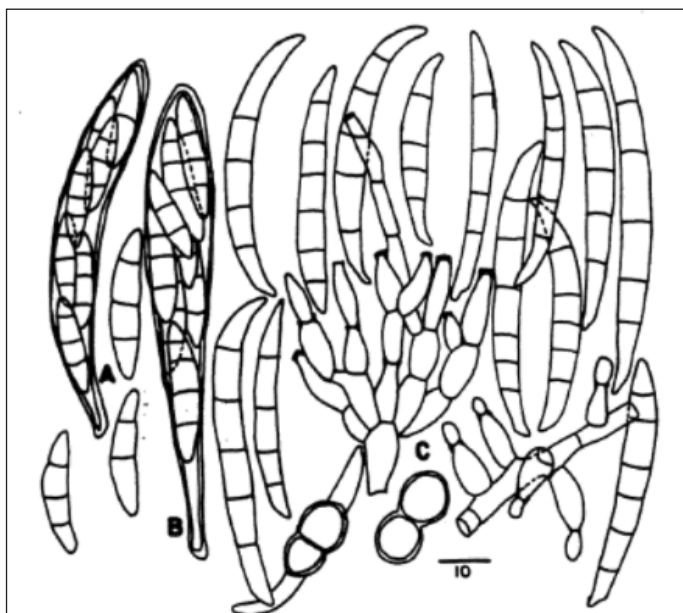
Rozhodujícím epidemiologickým úsekem vývoje porostu pšenice je krátké období kvetení, ve kterém jsou klasy obilnin citlivé k napadení fuzárií (od květu po voskovou zralost zrna). V tu dobu dochází k pronikání infekčních vláken do pletiv kvetoucích klásků. Primární infekce může nastat jak askosporami, tak makrokonidiemi (obr. 1), které se uchytily na plevách klásků. Askospory, které dopadly na doposud nekvetoucí klasy, jejichž prašníky se ještě neobjevily, mohou po dobu několika dnů zůstat životaschopné a později pronikat do prašníků. Konidie však mohou pronikat plevami i přímo, ale jejich životnost je naopak kratší (Ireta, M. J., 1986).

Hlavním zdrojem inokula jsou infikované posklizňové zbytky obilniny a kukuřice, ležící na povrchu půdy. Tyto rostlinné zbytky,

kteří leží v povrchových částech ornice jednu nebo i dvě zimní období, se v pozdním jarním období pokrývají plodnicemi – perithecií. Především v prvním roce se na posklizňových zbytcích z plodnic uvolňují makrokonidie, které pomocí deště a větru způsobují přenos infekce do klasů, především na kratší vzdálenosti. V delším časovém intervalu dozrávají v peritheciích i askospory, které jsou při vysoké vlhkosti vzduchu přenášeny větrem na větší vzdálenosti. Na infikovaných klasech, listových pochvách a stéblech se mohou v omezené míře rovněž v pozdějších fázích vývoje zrna vytvářet další makrokonidie, které slouží jako sekundární inokulum ještě v průběhu dozrávání. Slouží také k šíření infekce na další hostitelské druhy rostlin. Náznový ná-kres jednotlivých zárodků v mikroskopickém zvětšení je vidět na obr. 1 (Sutton, 1971).

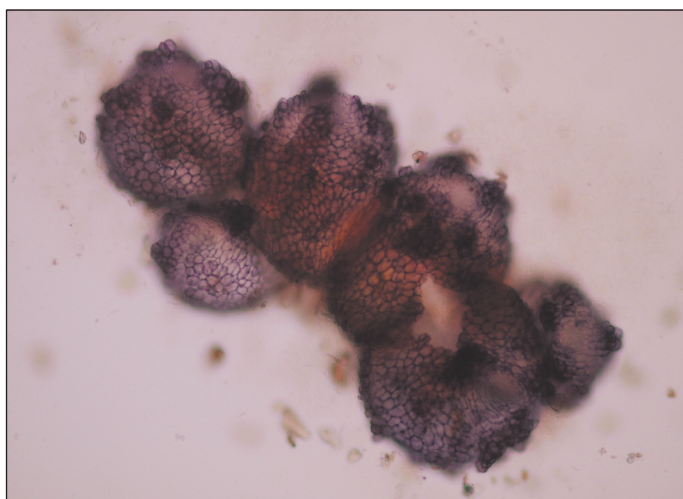
Příznaky napadení klasů se mohou při vysoké vlhkosti vzduchu projevit již 72 hodin od infekce. Infikované klásky ztrácejí rychle chlorofyl a jejich zelená barva nejprve bledne. Infekce se může projevit v kterékoliv části klasu, ale s ohledem na hierarchii kvetení v klase (nejprve kvete střední třetina klasu) se v ní infikované klásky objevují nejčastěji. S postupem času napadené klásky a jejich báze schnou, jsou často zbarveny růžovým až broskvovým odstínem. Nakonec se na zcela napadených klasech často objevují černě, které jsou již jen saprofytními organismy. Ty signalizují, že napadená pletiva jsou již odumřelá.

Pokud je infekce velmi silná, mohou být napadená zrna zbarvena růžově s vatovitým povlakem a jsou výrazně lehčí v důsledku nedostatečně vytvořeného endospermu zrna. Mírnější napadení se projevuje deformacemi obílek, jejich zkroucením a změnou



Obr 1: *Fusarium graminearum* (*Gibberella zeae*).
A-B: Vřetka a askospory, C: makrokonidie a konidiofory, podle
Booth, 1971

barvy na světlejší. Při pozdějším napadení, když je zrno již vyvinuté nebo při slabším napadení nemusí být symptomy na zrnu vůbec patrné, přesto však mohou být mykotoxiny v zrnu obsaženy. V důsledku snížení hmotnosti zrna může dojít k ovlivnění parametru hmotnosti tisíce zrn i objemové hmotnosti. Používané pěstební postupy hrají významnou roli v přežívání zdrojů budoucí epidemie, zaorání těchto zbytků snižuje primární zdroj infekce pro následující rok. Pro jeho úplnou likvidaci je však třeba, aby byly zbytky zcela rozloženy. Tomu napomáhá vyvážená biologická aktivita antagonistických mikroorganismů v půdě.



Obr 2: Vyprázdněná perithecia fuzárie na slámkě kukuřice, rok 2019

Materiál a metody

47 pěstebních technologií ozimé pšenice bylo ošetřováno podle zadaných metodik podle pravidel Soutěže pěstebních technologií“ (více na <https://www.vukrom.cz>). Porosty byly vysety ve znárodněném uspořádání ve čtyřech opakováních v parcelách velikosti 10 m². Celkem bylo použito 25 odrůd, z nichž následující byly zkoušeny ve více technologiích:

RGT Sacramento (9 x), RGT Reform (5 x), Viriato (4 x), LG Orlice (3 x), Illusion (3 x), Asory (2 x) a Gordian (2 x). Předplodinou byla ozimá řepka.

V období po vymetání byl hodnocen výskyt napadení klasů fuzárií, které se vyvinulo díky výrazně deštivému počasí v podmínkách přírodní infekce. V témže období byly vyhodnoceny vybrané parametry struktury porostu: průměrná výška rostlin (cm), hustota porostu jako počet klasů na m² a stupeň polehnutí porostu.

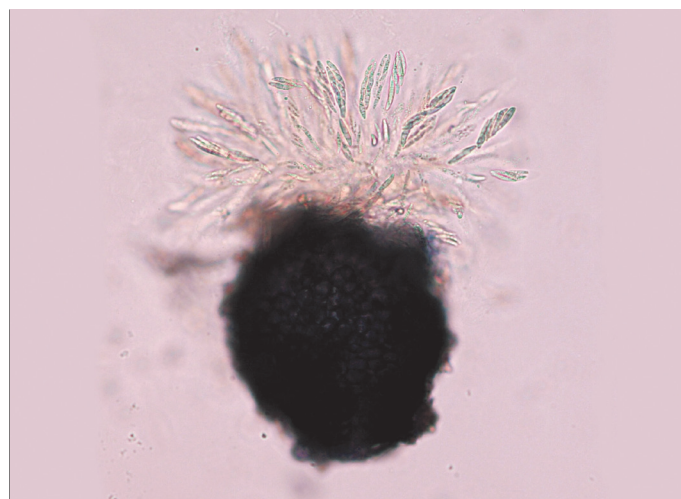
Bylo provedeno výnosové vyhodnocení pokusu a následně byly u sklizeného zrna stanoveny tyto parametry potravinářské kvality: HTS (g), objemová hmotnost (kg/hl), pádové číslo (s), obsah dusíkatých látek (%) a hodnota Zeleného testu (ml). Metodou ELISA byl stanoven obsah mykotoxinu deoxynivalenol (DON) v zrně. Tento parametr byl využit jako základ pro srovnávání efektivity fungicidních zákroků na klasová fuzária.

Ve vztahu k výskytu fuzárií byly hodnoceny vždy poslední provedené fungicidní aplikace, u kterých byly pro analýzy využity informace o datu ošetření a jemu odpovídající růstové fázi porostu. Výsledky byly porovnány pomocí korelační analýzy.

Výsledky a diskuze

Naše pracoviště v rámci služby monitoring – signalizace – doporučení pravidelně sleduje stav zralosti infekčních zárodků fuzárií na posklizňových zbytcích kukuřice. Zjištěné informace vztahujeme ke konkrétnímu vývoji a růstu porostů pšenice v daném roce. Hodnotíme, jaké je riziko, že se období kvetení obilniny překryje s fází uvolňování zárodků z dozrálých plodnic do prostředí.

Tímto způsobem jsme identifikovali například na konci května roku 2019, že u nadpoloviční většiny sledovaných vzorků byly již zárodky uvolněny a plodnice zůstaly prázdné (obr. 2). Tou dobou se porosty teprve blížily k období kvetení, takže riziko výskytu epidemie bylo nakonec nízké.



Obr 3: Zralá perithecia, rok 2020

Naproti tomu v minulém epidemickém roce 2020 byla situace odlišná. V řadě oblastí byly plodnice patogena ke dni 25. května (den, kdy byly vzorky zbytků svezeny z polí do kroměřížské laboratoře) ve stádiu před dozráním nebo až plně zralé a často hojně se vyskytující (obr. 3). Hlavní období kvetení pšenice, které nastalo na počátku června se tak nacházelo v kontaktu s dostupným zdrojem infekce.

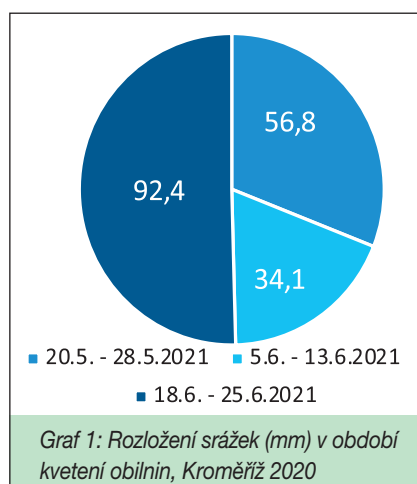
Tab. 1: Přípravky použité pro konečné fungicidní ošetření ozimých pšenic v zadáních soutěže pěstebních technologií Kroměříž 2020

Název přípravku	Držitel povolení (registrant)	Účinná látka	Obsah účinné látky	Max. dávka na 1 ha
Alterno	BASF SE	metconazole	60 g/l	1,5 l/ha
Amistar	Syngenta Limited	azoxystrobin	250 g/l	0,8 l/ha
Azbany	Nufarm GmbH and Co KG	azoxystrobin	250 g/l	0,8 l/ha
Bell Pro	BASF SE	boskalid, epoxiconazole	233+67 g/l	1,5 l/ha
Boogie Xpro	Bayer AG	bixafen, prothioconazole, spiroxamin	50+100 +250 g/l	0,9 l/ha
Bounty	Rotam Agrochemical Europe Ltd	tebuconazole	430 g/l	0,6 l/ha
Buzz Ultra DF	HELM AG	tebuconazole	750 g/kg	0,33 kg/ha
Curbatur 250 EC	Bayer AG	prothioconazole	250 g/l	0,8 l/ha
Dirigent	Syngenta Crop Protection AG	difenoconazole, tebuconazole	100+250 g/l	1 l/ha
Elatus Era	Syngenta Crop Protection AG	benzovindiflupyr, prothioconazole	75+150 g/l	1 l/ha
Fezan Plus	Oxon Italia S.p.A.	chlorthalonil, tebuconazole	166+60 g/l	3 l/ha
Fujara	Belchim Crop Protection	prochloraz	450 g/l	1 l/ha
Gigant	Syngenta Crop Protection AG	isopyrazam, prothioconazole	125+150 g/l	1 l/ha
Horizon 250 EW	Bayer AG	tebuconazole	250 g/l	1 l/ha
Hutton	Bayer AG	prothioconazole, spiroxamin, tebuconazole	100+250+100 g/l	0,8 l/ha
Impulse Gold	Bayer S.A.S.	prothioconazole, spiroxamin	160+300 g/l	1 l/ha
Librax	BASF SE	fluxapyroxad, metconazole	62,5+45 g/l	2 l/ha
Mandarin	Bayer AG	bixafen, tebuconazole	50+166 g/l	1,5 l/ha
Metkon 60	Globachem nv	metconazole	60 g/l	1,5 l/ha
Mollis 450 SC	INNVIKO Sp. z o.o.	azoxystrobin, difenoconazole, tebuconazole	200+125+125 g/l	0,9 l/ha
Osiris	BASF SE	epoxiconazole, metconazole	37,5+27,5 g/l	3 l/ha
Prosaro 250 EC	Bayer AG	prothioconazole, tebuconazole	125+125 g/l	0,75 l/ha
Soligor	Bayer AG	prothioconazole, spiroxamin, tebuconazole	53+224+148 g/l	0,7 l/ha
Soprano	Adama CZ	epoxiconazole, metconazole	125 g/l	1 l/ha
Spectre Maxx	Globachem nv	prothioconazole	300 g/l	0,65 l/ha
Starpro	Rotam Agrochemical Europe Ltd.	tebuconazole	430 g/l	0,6 l/ha
TebuGUARD	Helm AG	tebuconazole	250 g/l	1 l/ha
Tebusha 25% EW	Sharda Worldwide Exports Pvt.Ltd.	tebuconazole	250 g/l	1 l/ha

Tab. 2: Schematické znázornění rozložení klasových ošetření fungicidy v rámci pokusu

srážková období		20.5.-28.5.				5.6.-		13.6.		18.6.-25.6.	
		BBCH 49-57		BBCH 49-57		BBCH 61-69		BBCH 69-71		BBCH 71-73	
		21.05.20	21.05.20	27.05.20	02.06.20	04.06.20	09.06.20	11.06.20	17.06.20	Napadení klasů (%) 26.6.	DON (µg/kg)
N	Odrůda	Ranost									
1	RGT Sacramento			*						x	262
2	RGT Sacramento			*						x	422
3	RGT Reform				*					0	399
4	RGT Depot				*					0	762
5	RGT Sacramento			*						x	489
6	Ponticus				*					0	224
7	Chiron									0	550
8	Askaban									x	1311
9	RGT Reform				*					0	210
10	Viriato				*					x	212
11	Gordian								*	xx	413
12	Sacramento								*	xx	471
13	Fenomen									xx	460
14	KWS Silverstone	*	*			*				x	416
15	Julie	*	*			*				x	509
16	Liseta									x	913
17	Safari	*								xx	602
18	Dancing Queen	*								xx	564
19	Illusion				*					x	310
20	Frisky				*					x	133
21	Asory						*			0	99
22	V3 72-18	*						*		xx	1850
23	Illusion	*						*		0	159
24	LG Keramik									xx	576
25	Illusion						*			0	321
26	RGT Sacramento				*					x	102
27	Viriato			*						x	379
28	RGT Sacramento								*	x	322
29	LG Orlice								*	x	366
30	LG Mocca						*			x	152
31	LG Orlice						*			x	239
32	RGT Reform				*	*	*			x	367
33	RGT Reform				*	*	*			x	104
34	Liseta					*	*			0	129
35	LG Imposanto							*		0	122
36	RGT Reform							*		0	167
37	RGT Sacramento	*						*		0	80
38	RGT Sacramento	*						*		0	243
39	Viriato	*								0	360
40	RGT Sacramento							*		0	274
41	LG Orlice							*		0	370
42	RGT Venezio			*						0	943
43	Viriato			*						x	502
44	Gordian								*	x	454
45	ASORY								*	0	263
46	V2 29-17	*						*		x	248
47	V2 63-18	*						*		x	412

Pozn. Napadení klasů občasně (x) a výrazně (xx)



S přihlédnutím k známému faktu podpůrného vlivu srážek a vysoké vlhkosti na počáteční průběh infekce se v minulém roce vytvořily pro rozvoj fuzarií mimořádně příhodné podmínky. Graf 1 přináší informaci o rozložení deštivých období v oblasti Kroměříže. Téměř 200 mm srážek napršelo za období jednoho měsíce, v době před a v průběhu kvetení porostů. Je to třetina ročního úhrnu pro danou oblast. Polovina (přes 90,0 mm) napršela v třetí dekádě května, druhá polovina připadla na měsíc červen (od 5. června do 25. června) ve dvou periodách. Z uvedeného vyplývá, že epidemické podmínky byly výjimečně příhodné ve prospěch patogena, což se ve výsledku napadení potvrdilo.

Použité fungicidy

Fungicidní ochrana patří k základním regulačním opatřením snižujícím rozsah poškození porostů obilnin fuzárií. Její použití je sledováno dlouhodobě na řadě pracovišť na celém světě. Opakovaně se prokázalo, že dobrou účinnost vykazují některé DMI- účinné látky (azol) (Avozani a kol., 2014). Spektrum efektivních azolů zůstává po dlouhou dobu velmi podobné a patří mezi ně např. prothioconazole, metconazole, tebuconazole, ze skupiny imidazolů prochloraz. Přehled přípravků a v nich obsažených účinných látek, které byly použity, je uveden v tabulce 1. V klasových aplikacích se objevila celá řada přípravků podle různých komerčních zdrojů, v nichž se ve všech vyskytovala některá z výše uvedených účinných látek. Z toho důvodu lze považovat volbu fungicidu za správnou a nebude v naší další analýze hrát rozhodující roli. Je třeba podotknout, že jako ošetření k ochraně klasů byla uvažo-

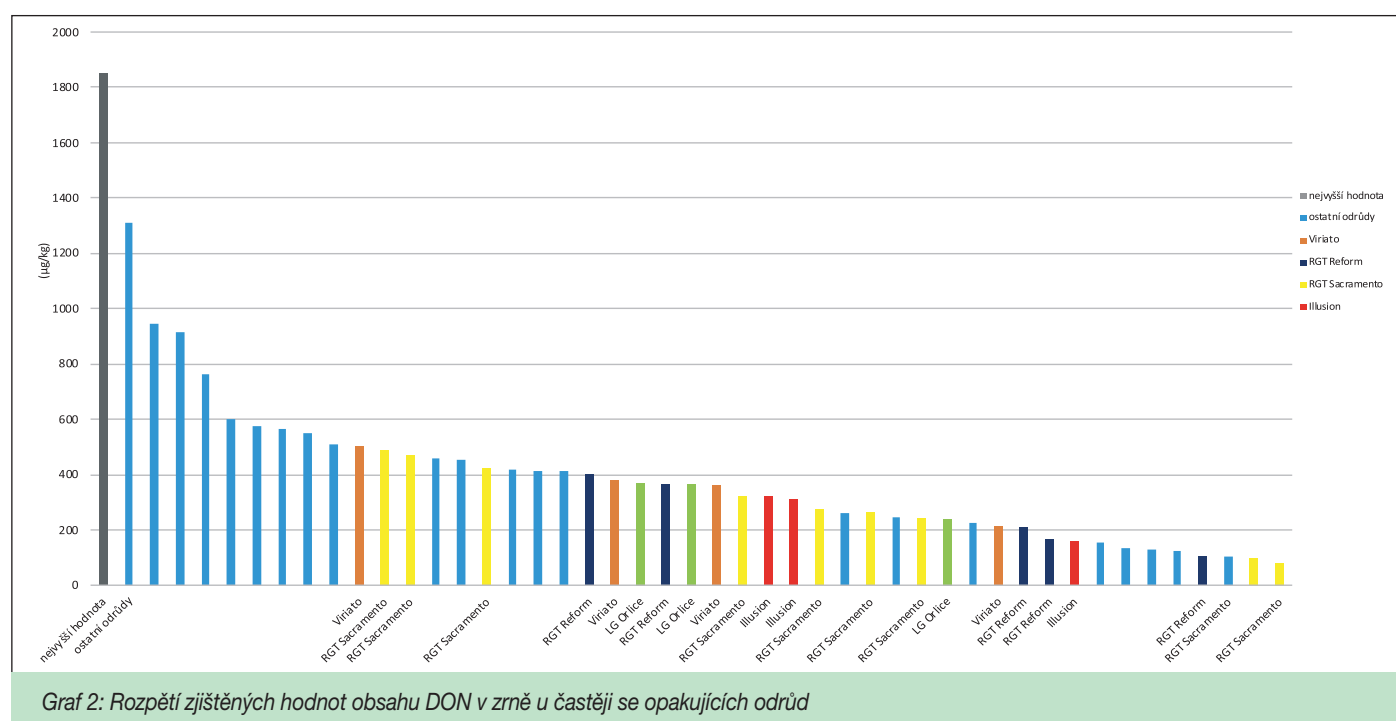
váno poslední provedené, často jako druhé v sezóně. Ve čtyřech případech nebyla ochrana klasů realizována a fungicidní ošetření směřovalo již v dřívějším termínu proti listovým chorobám (var. 7, 8, ošetřené fungicidem Bell Pro 0,8 l/ha v BBCH 37 a var. 15, 16, které byly v BBCH 34–37 ošetřeny přípravkem Amistar v dávce 0,8 l/ha). Ve všech těchto případech byl po sklizni v zrně potvrzen nadprůměrný obsah mykotoxinu DON.

Použité odrůdy

V pokusu byla využita široká škála odrůd, které se liší v řadě znaků. Z našeho pohledu nejvýznamnější je samozřejmě nižší citlivost na napadení fuzárií. Odrůdová geneticky založená odolnost k napadení fuzárií je klíčovým faktorem cíleného boje s chorobou. Prověřujeme ji v uměle infikovaných pokusech, které v minulém roce vykazovaly extrémně vysoké hodnoty napadení. Důležitou skutečností je, že v dnešní široké nabídce odrůd existují i ty, které jsou k fuzáriím méně citlivé a rozvoji choroby na základě různých mechanismů odolávají (například odrůdy Dagmar, Illusion, Ponticus). V celkové bilanci však můžeme na základě těchto testů potvrdit, že většina odrůd v nich byla napadena fuzárií silně a tudíž se u nich vyžaduje v případě potřeby provádění fungicidní aplikace.

Pro úspěch fungicidní ochrany je však neméně důležitá další odrůdová vlastnost a tou je ranost odrůdy. V tomto polním pokusu, jak jsme již uvedli, existovala prakticky měsíc dlouhá perioda dešťů, takže se riziko vzniku epidemie dotklo odrůd raných i pozdních. V tabulce 2 je uvedeno načasování aplikací. Je rozloženo do čtyřtýdenního úseku. Víme, že rané odrůdy kvetly koncem května, odrůdy z hlavního spektra ranosti pak v první dekádě června s přechodem do kvetení odrůd pozdních. Na příkladu polorané odrůdy Liseta si jako u jedné z mála můžeme porovnat, jaká hodnota obsahu DON byla zjištěna u porostu bez cílené ochrany klasů (var. 16, viz. výše uvedené vynechání aplikace do klasů) a při využití ošetření fungicidy (var. 34). Ošetřený porost měl obsah mykotoxinu osminový oproti neošetřenému.

Některé odrůdy byly použity ve více technologiích a je zajímavé se podívat na rozložení hodnot obsahu mykotoxinu po sklizni (Graf 2).



Tab. 3: Výsledky napadení fuzárií klasů v sledovaných technologiích

Var.	Odrůda	DON (µg/kg)	Napadení klasu	Název přípravku	Použitá dávka (l/ha)	Datum aplikace	BBCH od	BBCH do
15	Julie	509	x	Amistar	0,80	30.04.20	33	37
16	Liseta	913	x	Amistar	0,80	30.04.20	33	37
7	Chiron	550	0	Bell Pro	0,80	07.05.20	37	
8	Askaban	1311	x	Bell Pro	0,80	07.05.20	37	
17	Safari	602	xx	Elatus Era	1,00	21.05.20	49	57
18	Dancing Queen	564	xx	Elatus Era	1,00	21.05.20	49	57
38	RGT Sacramento	243	0	Elatus Era	1,00	21.05.20	49	57
39	Viriato	360	0	Elatus Era	1,00	21.05.20	49	57
1	RGT Sacramento	262	x	Impulse Gold	1,00	27.05.20	55	
2	RGT Sacramento	422	x	Mandarin	1,20	27.05.20	55	
5	RGT Sacramento	489	x	Fezan Plus	2,50	27.05.20	49	59
27	Viriato	379	x	Librax+Azbany	1,5+0,5	27.05.20	49	59
42	RGT Venezia	943	0	Fezan Plus	2,50	27.05.20	49	59
43	Viriato	502	x	Fezan Plus	2,50	27.05.20	49	59
3	RGT Reform	399	0	Fezan Plus	2,50	02.06.20	57	61
4	RGT Depot	762	0	Fezan Plus	2,50	02.06.20	57	61
6	Ponticus	224	0	Fezan Plus	2,50	02.06.20	57	61
9	RGT Reform	210	0	Dirigent	1,00	02.06.20	57	61
10	Viriato	212	x	Gigant	0,80	02.06.20	57	61
19	Illusion	310	x	Boogie Xpro	1,00	02.06.20	57	61
20	Frisky	133	x	Hutton	0,80	02.06.20	57	61
26	RGT Sacramento	102	x	Librax+Azbany	1,5+0,5	02.06.20	57	61
32	RGT Reform	367	x	Mollis 450 SC	0,90	02.06.20	57	61
13	Fenomen	460	xx	TebuGUARD	0,70	04.06.20	61	69
14	KWS Silverstone	416	x	TebuGUARD	0,70	04.06.20	61	69
21	Asory	99	0	Bounty + Soprano	0,5+0,6	09.06.20	69	
24	LG Keramik	576	xx	Buzz Ultra DF	0,16	09.06.20	67	
25	Illusion	321	0	Buzz Ultra DF	0,16	09.06.20	67	
30	LG Mocca	152	x	Altern+Curbat 250 EC	0,5+0,5	09.06.20	69	
31	LG Orlice	239	x	Altern+Curbat 250 EC	0,5+0,5	09.06.20	69	
33	RGT Reform	104	x	Mandarin+Horizon 250 EW	0,8+0,6	09.06.20	69	
34	Liseta	129	0	Hutton+Curbat 250 EC	0,6+0,3	09.06.20	69	
22	V3-72-18	1850	xx	Spectre Maxx	0,80	11.06.20	71	
23	Illusion	159	0	Spectre Maxx	0,80	11.06.20	71	
35	LG Imposanto	122	0	Osiris	1,60	11.06.20	69	
36	RGT Reform	167	0	Prosaro 250 EC	0,75	11.06.20	71	
37	RGT Sacramento	80	0	Gigant	0,80	11.06.20	71	
40	RGT Sacramento	274	0	Soligor+Starpro	0,5+0,4	11.06.20	71	
41	LG Orlice	370	0	Starpro+Fujara	0,4+0,5	11.06.20	71	
46	V2-63-18	412	x	Spectre Maxx	0,80	11.06.20	71	
47	V2-29-17	248	xx	Spectre Maxx	0,80	11.06.20	71	
11	Gordian	413	xx	Tebusha 25 EW	0,80	17.06.20	69	
12	RGT Sacramento	471	xx	Tebusha 25 EW	0,80	17.06.20	69	
28	RGT Sacramento	322	x	Metkon 60+Spectre Maxx	0,5+0,5	17.06.20	69	
29	LG Orlice	366	x	Metkon 60+Spectre Maxx	0,5+0,5	17.06.20	69	
44	Gordian	454	x	Tebusha 25 EW	0,80	17.06.20	69	
45	Asory	263	0	Tebusha 25 EW	0,80	17.06.20	69	
	průměr	409						

Pozn.: nadprůměrné hodnoty obsahu mykotoxinu DON
 významně nižší hodnoty obsahu mykotoxinu DON

Nejčastěji zastoupenou byla odrůda RGT Sacramento (9 technologií). S touto odrůdou byla dosažena vůbec nejnižší hodnota DON a to u technologie 37. Je zajímavé, že tento porost byl ošetřen 11. června, až na konci kvetení a to dávkou prothioconazole 120 g/ha v dvousložkovém přípravku Gigant. Předcházelo tomu však ještě jedno fungicidní ošetření, provedené již 21. května v plném metání. Zde byl použit přípravek Delaro a tak byla i tehdy do porostu aplikována ú. l. prothioconazole v přepočtu v dávce 130 g/ha. Tímto ošetřením byla dávka triazolové látky v podstatě rozdělena na poloviny a aplikována v odstupu necelých tří týdnů, což je optimum. Došlo tak s největší pravděpodobností k trvalejšímu pokrytí rostlin efektivní fungicidní ochranou. Celkově můžeme konstatovat, že u odrůdy RGT Sacramento bylo zjištěno široké rozpětí hodnot obsahu DON, většina byla pod průměrem pokusu. Široké rozpětí dosažených výsledků je vidět i u dalších častěji používaných odrůd – RGT Reform a Viriato. Všechny technologie, ve kterých byly použity odrůdy Illusion a LG Orlice měly obsahy mykotoxinu podprůměrné. Je patrné, že nízkých i vysokých hodnot obsahu DON bylo dosaženo u odrůd z různých skupin ranosti, což potvrzuje, že loňská epidemie byla časově rozprostřena do dlouhého období.

Souhrn

Podrobnější přehled jednotlivých aplikací ve vztahu k termínu ošetření je uveden v tabulce 3. Jednotlivé technologie z pokusu jsou tentokrát seřazeny podle data provedení fungicidního zákroku. Statisticky významně nižší hodnoty obsahu DON v zrně se objevují v intervalu ošetření od 2.6. do 11.6. tedy v první dekádě června. Nejvíce nadprůměrných hodnot pak bylo zjištěno u technologií, které byly ošetřeny ještě před kvetením, nebo v menším počtu naopak opožděně. Takto je vcelku zřetelně vymezené kritické období pro napadení, ve kterém se aplikace projeví nejvýrazněji.

Tab. 4: Vztah mezi obsahem mykotoxinu DON v zrně a vybranými vegetačními, výnosovými a kvalitativními znaky

	DON (µg/kg)	DON (µg/kg)
Průměrná výška (cm)	0,19	průkaznost nezjištěna
počet klasů/m ²	0,16	průkaznost nezjištěna
polehnutí porostu	-0,22	průkaznost nezjištěna
fáze růstu v aplikaci	-0,35	záporná **
výnos (t/ha)	-0,44	záporná **

Pozn.: ** je průkaznost při 99 %

Míra napadení porostů chorobami se může odvíjet od řady faktorů, které ovlivňují citlivost rostliny, její kondici a vnímavost k infekci, ale také vytvářejí epidemicky příhodné mikroklima. U listových chorob se například velmi výrazně projevuje zastínění nižších listových pater, které zvyšuje náchylnost například ke skvrnitostem typu braničnatek. Z toho důvodu jsme se pokusili prověřit vztah mezi konečným dopadem napadení fuzárií jako hladiny mykotoxinu DON v zrně a vybranými znaky (tab. 4). Znaky, které by mohly vystihovat strukturu porostu, jsou jeho hustota, vyjádřená v počtu klasů na jednotku plochy (1 m²) a průměrná výška rostlin. Častým jevem v minulém roce bylo polehnutí, které se vyskytlo právě v období tvorby zrna a také významně změnilo u postižených porostů jejich vlastnosti, především vzdušnost a dobu, po kterou jsou rostliny ovhčeny. Ani u jednoho z nich jsme však závislost nenašli, což lze vysvětlit tak, že prvotní infekce se šíří prouděním vzduchu a srážek a dopadá na nejvýše položené části rostlin – klasy, bez ohledu

na výšku a hustotu porostu. Poléhání většinou postihlo porosty v době následné po infekcích klásků.

Naproti tomu vysoce významný negativní vztah byl potvrzen pro termín, kdy byl porost ošetřen, vyjádřený údajem o fázi růstu BBCH. Toto zjištění potvrdilo předešlý komentář k tabulce 3, ve kterém jsme tuto souvislost podrobně komentovali. V našem případě, čím dříve byl porost naposledy fungicidně ošetřen, tím vyšší mohla být očekávaná hodnota obsahu DON.

Výsledky potvrdily také významný vliv napadení klasovými fuzárií na výnos – technologie s vyšším obsahem DON měly průkazně nižší výnos. Hlavním důvodem snížení výnosu pšenice po napadení klasů patogeny *Fusarium* je nižší počet zrn v napadeném klasu i jejich nižší hmotnost (Mesterházy a kol., 2015).

Hlavním negativním důsledkem napadení klasů obilovin houhami rodu *Fusarium* je kontaminace zrna mykotoxiny. Vzhledem k negativním důsledkům konzumace potravin kontaminovaných mykotoxiny na zdraví člověka platí pro obsah DON v potravinářských obilovinách limitní hodnota obsahu max 1250 µg/kg. Z hodnocených variant tento limit nesplnily dvě, a to technologie s odrůdou Askaban a s novošlechtěním V3-72-18.

Závěr

Potvrdilo se, že fuzárie se v příhodných podmínkách mohou stát zásadním problémem ochrany proti chorobám, který je třeba řešit při dobré znalosti souvisejících informací. Těmi jsou především klimatické podmínky pro infekci a informace o dostupném zdroji infekce. Další zásadní informací je doba kvetení porostů, která je závislá na průběhu ročníku a na ranosti (pozdnosti) odrůd. Je prokázána dobrá účinnost několika fungicidních látek z chemické skupiny DMI (azolů), kterou doplní další novinky, ale bez jejich dostupnosti je účinná regulace fuzárií v epidemickém ročníku nemožná. Odrůdy se liší více ve vegetačních znacích včetně termínu kvetení, než v odolnosti k chorobě, i když existují výjimky. Pokud bylo složité provést regulaci napadení fuzárií v těchto pečlivě vedených pěstebních technologiích, je třeba být opatrní se zaváděním „bezchemického“, „ekologicky čistého“ pěstování do přímé produkce potravin – pro zdraví konzumentů může být výrazně rizikovější mykotoxiny kontaminovaná produkce, než se na první nekvalifikovaný pohled zdá.

/Recenzováno/

Poděkování

Výsledky byly získány s využitím institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace Agrotestu fyto, s.r.o. (MZE-RO1118).

Literatura:

- Avozani, A., Melo Reis, E., Baldiga Tonin, R.: In vitro sensitivity reduction of *Fusarium graminearum* to DMI and QoI fungicide. *Summa Phytopathologica*, 40, 2014, 4, s. 358–364.
- Booth, C.: The genus *Fusarium*. Commonwealth Mycological Institute, 1971, Kew Surrey, England.
- Mesterházy Á., Lehoczki-Krsjak S., Varga M., Szabó-Hevér Á., Tóth B., Lemmens M. 2015. Breeding for FHB resistance via *Fusarium* damaged kernels and Deoxynivalenol accumulation as well as inoculation methods in winter wheat. *Agricultural Sciences*, 6: 970–1002.
- Sutton, J. C.: Epidemiology of wheat head blight and maize ear rot caused by *Fusarium graminearum*. *Canadian J. of Plant Pathology*, 1982, 4, s. 195–209.

Kvalita odrůd ozimé pšenice v polním pokusu v Kroměříži v roce 2020

(Quality of winter wheat varieties in field trial in Kroměříž in 2020)

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

Souhrn: Byla hodnocena zpracovatelská kvalita a výnos 107 odrůd ozimé pšenice pěstovaných ve vegetační sezóně 2019/2020 v polním pokusu v Kroměříži dvěma technologiemi pěstování. Extenzivní technologie: 70 kg N/ha, bez ošetření fungicidy a aplikace morforegulátorů, inokulace klasů patogenem *Fusarium culmorum*; intenzivní technologie: 154 kg N/ha, tři aplikace fungicidů, jedna aplikace morforegulátorů, bez inokulace. V intenzivní technologii byl výnos vyšší v průměru o 34 %, u jednotlivých odrůd o 5–167 %. Statisticky významně lepší byly všechny kvalitativní parametry (obsah dusíkatých látek, Zelenyho test, objemová hmotnost, HTZ) kromě čísla poklesu. Kvalita bílkovin (Zelenyho test) se zlepšila zejména u odrůd s dobrou kvalitou (E, A). Na objemové hmotnosti se pozitivně projevila intenzivní technologie zejména u odrůd, které měly v extenzivní technologii hodnoty objemové hmotnosti nízké a byly silně napadeny klasovými fuzárii. Mezi změnou objemové hmotnosti a změnou výnosu byla statisticky vysoce průkazná, kladná závislost (korel. koef. 0,7), stejně jako mezi změnou výnosu a HTZ. Naopak mezi změnou výnosu a obsahem dusíkatých látek byla statisticky průkazná negativní závislost (korel. koef. –0,4). Dosažená kvalita jednotlivých odrůd korespondovala v zásadě s jejich zařazením do kvalitativních tříd. Mezi 10 odrůdami s nejvyššími hodnotami Zelenyho testu bylo osm odrůd třídy E a dvě třídy A.

Klíčová slova: pšenice, kvalita, odrůdy, obsah bílkovin, objemová hmotnost, číslo poklesu

Abstract: The yield and technological quality of 107 varieties of winter wheat were evaluated. The varieties were grown in 2019/2020 in a field experiment in Kroměříž under two crop management levels. Extensive level: 70 kg N/ha, without fungicide treatment and application of morphoregulators, inoculation of heads with the pathogen *Fusarium culmorum*; intensive level: 154 kg N/ha, three applications of fungicides, one application of morphoregulators, without inoculation. In the intensive level, the yield was higher on average by 34%, in individual varieties by 5–167%. All qualitative parameters were statistically significantly better (protein content, Zeleny test, bulk density, TKW) except for the falling number. Protein quality (Zeleny test) was improved especially in good quality varieties (E, A). A positive effect of intensive technology on bulk density was proved especially for varieties with the low bulk density values in extensive technology, which were strongly infected by *Fusarium*. There was a statistically highly significant, positive relationship between the change in bulk density and the change in yield (cor. coef. 0.7), as well as between the change in yield and TKW. On the contrary, there was a statistically significant negative relationship between the change in yield and grain nitrogen content (cor. coef. –0.4). The achieved quality of individual varieties corresponded in principle with their classification into quality classes. Among the 10 varieties with the highest values of the Zeleny test, there were 8 varieties of class E and two of class A.

Key Words: wheat, quality, variety, protein content, test weight, falling number

Úvod

V České republice je pšenice zdaleka nejpěstovanější obilninou. Její plochy se dlouhodobě pohybují na úrovni přes 800 tis. ha a produkce kolísá v závislosti na ročníku přibližně mezi 3,6 až 4,9 mil. tun. Podle odhadu ČSÚ ze září 2020 byla v tomto roce celková plocha pšenice 799 tis. ha a celková sklizeň činila 4,90 mil. tun s průměrným hektarovým výnosem ve výši 6,14 t/ha. Výnosy ve sklizni pšenice roku 2020 jsou v celorepublikovém pohledu o přibližně 0,41 t/ha vyšší oproti roku 2019, ale zaostávají o 0,32 t/ha za průměrem výnosově rekordních tří let 2014–2016, který byl 6,46 t/ha. Kvalita pšenice sklizně 2020 v ČR je hodnocena jako spíše podprůměrná. Výrazně nižší byla zejména objemová hmotnost (OH), podprůměrné bylo i číslo poklesu (FN). Obsah bílkovin (NL) a jejich kvalitu (Zelenyho sedimentační test – SEDI) je v kontextu předcházejících let možno hodnotit jako průměrné (Polišenská et al., 2021). Výnos i kvalitu sklizeného zrna obilovin ovlivňuje jak počasí, tak také agrotechnika a odrůda. Významné jsou i jejich vzájemné interakce. Předmětem našeho sledování bylo hodnocení vlivu intenzity pěstování na výnos a kvalitu zrna širokého spektra odrůd ozimé pšenice v polním pokuse sklizeném v roce 2020 v Kroměříži.

Materiál a metody

Pokus se 107 odrůdami ozimé pšenice byl založen na podzim 2019 v Kroměříži po předplodině řepce, ve třech technologiích

pěstování. Zatímco výnos, výskyt chorob (braničnatka pšeničná – *Septoria tritici*, plíseň sněžná – *Monographella nivalis*, rez pšeničná – *Puccinia recondita*, klasová fuzárie – *Fusarium* spp.) a poléhání byly hodnoceny u všech 3 technologií (viz tabulkové přehledy <https://www.vukrom.cz>), kvalita zrna byla hodnocena u dvou nejvíce rozdílných: extenzivní (ext): 70 kg N/ha, bez fungicidů a regulátorů a intenzivní (int): 154 kg N/ha, 3× fungicid, 1× regulátor (Tab. 1). U extenzivní varianty byla v době kvetení provedena infekce klasů patogenem *Fusarium culmorum*. Pokus byl sklizen dne 30. 7. 2020. Kvalita pšenice byla hodnocena podle požadavků ČSN 46 1100-2 pro pšenici pekárenskou, tj. objemová hmotnost (OH), číslo poklesu (FN), obsah N-látek (NL), sedimentační index (Zelenyho test – SEDI) a hmotnost tisíce zrn (HTZ). Statistické porovnání intenzit pěstování bylo provedeno párovým *t*-testem, jako významné je považováno $p < 0,05$. Tyto pokusy jsou zakládány v Kroměříži od roku 2014. Agrotechnika zůstává podobná, pouze s modifikacemi s ohledem na podmínky ročníku. Spektrum odrůd je vzhledem k průběžnému zařazování nových odrůd mírně proměnlivé.

Výsledky

Číslo poklesu (FN)

Rozdíl mezi průměrem FN odrůd v obou technologiích (ext 316 s, int 319 s) byl zanedbatelný ($p > 0,1$, neprůkazný). Jednotlivé odrůdy však reagovaly na změnu intenzity různě. U více než poloviny odrůd (61 odrůd – 57%) bylo FN v intenzivní

Tab. 1: Přehled agrotechnických událostí při vedení pokusu v extenzivní (E) a intenzivní (I) technologii pěstování

Datum	Intenzita	Aplikace
před setím	E+I	Základní hnojení 200 kg (NPK 8:24:24 + 8 S)
18.10.19	E+I	Setí
12.11.19	E+I	Bizon 1 l/ha
18.02.20	E+I	I. Regenerační přihnojení LAD 27 % 200 kg/ha = 54 kg N/ha
11.03.20	I	II. Regenerační přihnojení LAD 27 % 200 kg/ha = 54 kg N/ha
09.04.20	I	Moddus 0,3 l/ha + Retacel 0,3 l/ha + Variano Xpro 1,3 l/ha
07.05.20	E+I	Axial Plus 0,6 l+Karate Zeon 0,1 l/ha
19.05.20	I	Variano Xpro 1 l/ha + Karate Zeon 0,15 l/ha
09.06.20	E	inokulace <i>Fusarium culmorum</i> , 0,5 ml konidii/ml
09.06.20	I	SPECTRE MAXX 0,65 l/ha + Karate Zeon 0,15 l/ha
03.06.20	I	Kvalitativní hnojení 110 kg LAD 27 %/ha (= 30 kg N/ha)

variantě vyšší. Největší kladný rozdíl měly odrůdy Angelus (+90 s), Davinci (+84 s) a Bernstein (+80 s), u dalších sedmi odrůd byl rozdíl více než +50 s. U 46 odrůd bylo v intenzivní technologii FN nižší – nejvíce u odrůd Centurion (–90 s), Lorient (–84 s) a Bonanza (–79 s) (Tabulka 2). Z hlediska požadavku normy pro potravinářskou pšenici (min 220 s) byly průměrné hodnoty FN dostatečně vysoké v obou technologiích. V intenzivní technologii nesplnily požadavek pouze čtyři odrůdy, v extenzivní šest, z toho dvě odrůdy nevyhověly ani v jedné technologii: IS Danubius (E) (ext 79 s, int 62 s) a Dancing Queen (C₄) (ext 165 s, int 181 s). FN vyšší než 400 s v průměru pro obě technologie měla pouze jedna odrůda – Activus (406 s). Vysoké FN (průměr obou technologií nad 300 s) mělo 73 odrůd (tj. 68 % ze 107 hodnocených). Pro srovnání, ve stejném pokusu na stejné lokalitě v roce 2019 to bylo 91 % hodnocených odrůd a vyšší byla také průměrná hodnota FN, a to 390 s v intenzivní a 348 s v extenzivní variantě. Hodnoty FN ve sklizni roku 2020 svědčí o dobré odolnosti většiny odrůd k porůstání. Pokus byl sklizen 30.7.2020, ve 30 dnech předcházejících datu sklizně bylo zaznamenáno 16 srážkových dnů s úhrnem 89 mm. Mezi 10 odrůdami s nejvyšším průměrným číslem poklesu patřily kromě odrůdy Activus (A) ještě Moschus (E) (400 s), Ponticus (E) (397 s), Sally (A) (383 s), Proteus (E) (383 s), Pirueta (A) (382 s), Messino (E) (380 s), RGT Venezio (A) (380 s), Genius (E) (378 s) a Futurum (B) (375 s).

Obsah N-látek (NL) a výnos

Průměrná hodnota obsahu NL v extenzivní technologii byla 13,1 % (rozmezí od 11,5 % do 15,6 %), v intenzivní technologii 13,3 % (rozmezí od 11,2 % do 15,3 %) (Tabulka 2). Rozdíl 0,2 % není z technologického pohledu příliš významný, přesto je statisticky průkazný. V intenzivní technologii mělo 20 odrůd obsah NL nižší než v technologii extenzivní (o 2,0 - 0,2 %), 31 odrůd přibližně stejný (lišící se o 0,2 %) a 56 odrůd vyšší (o 0,2–1,5 %). Na Obr. 1 jsou znázorněny reakce odrůd na různou úroveň pěstování pro odrůdy s nejmenším ($\leq -0,8$ %) a největším ($\geq 0,9$ %) rozdílem v obsahu NL mezi technologiemi.

Rozdíly v obsahu NL mezi technologiemi nelze interpretovat bez hodnocení vlivu technologie na výnos. Vztah mezi změnou ve výnosu a v obsahu NL byl nepřímo úměrný (korel. koef. –0,4; vysoce průkazný). Odrůdy, u kterých byl obsah NL v intenzivní variantě nižší, měly největší přírůstky na výnosu, a to v průměru o více než polovinu (55 %). Odrůdy se srovnatelným obsahem NL v obou technologiích měly výnos v intenzivní va-

riantě vyšší v průměru o 38 % a odrůdy s vyšším obsahem NL v intenzivní variantě měly nárůst výnosu „pouze“ 31 %. U odrůd Futurum a Mv Nádor s nejvyšším nárůstem obsahu NL v intenzivní technologii byl výnos vyšší o 3,1 t/ha (Futurum; 31% vzhledem k extenzivní variantě), resp. o 1,1 t/ha (Mv Nádor; 11%). U odrůdy LG Mocca, u které došlo v intenzivní variantě k největšímu snížení obsahu NL, byl výnos vyšší o 5,3 t/ha (67%; int 13,2 t/ha, ext 7,9 t/ha). V průměru všech odrůd byl výnos v intenzivní technologii vyšší o 3,2 t/ha

(ext: 9,31 t/ha, int: 12,47 t/ha), tj. o 34 % a jedná se o nejvyšší výnosový nárůst v intenzivní technologii od začátku těchto pokusů v roce 2014 (Obr 2). Ke zvýšení výnosu došlo u všech 107 odrůd, nejméně o 5 % (Steffi – ext 10,7 t/ha, int 11,2 t/ha), nejvíce o 167 % (Tonnage ext 4,4 t/ha, int 11,8 t/ha). O více než 50 % byl výnos v intenzivní variantě vyšší u 22 odrůd, z toho u 5 odrůd (Grizzly, Rivero, Askaban, Baracuda, RGT Depot) byl zároveň vyšší i obsah NL (o 0,2 – 1 %). Všechny těchto 5 odrůd i odrůda Tonnage byly v extenzivní variantě silně napadeny klasovými fuzárií a extrémní výnosový i kvalitativní nárůst je možné do značné míry přičíst právě zlepšení zdravotního stavu po fungicidním ošetření. Z dosavadních pokusných let nejmenší výnosový efekt mělo zvýšení intenzity pěstování v roce 2017, a to v průměru odrůd pouze o 2 %. V daném roce byl na rozdíl od roku 2020 tlak chorob velmi nízký.

Norma pro potravinářskou pšenici požaduje u pekárenských odrůd obsah NL min 11,5 %. V extenzivní technologii tento požadavek splnily všechny odrůdy, v intenzivní nesplnila jedna odrůda – Tonnage (11,2 %), u které došlo k enormnímu zvýšení výnosu. Jedná se ovšem o nepekárenskou odrůdu třídy C, na kterou se požadavek na minimální obsah NL nemusí vztahovat. Obsah NL vyšší než 14,0 % v intenzivní variantě mělo 20 odrůd, vyšší než 15,0 % 3 odrůdy – Mv Nádor (15,1 %), Golem (15,1 %) a IS Agilis (15,3 %). V roce 2020 byl rozdíl průměrných hodnot obsahu NL mezi intenzitami pěstování nejmenší z předcházejících pokusných let, naopak efekt na výnos byl největší. Celková úroveň obsahu NL v roce 2020 v pokusu koresponduje se situací v rámci celé ČR (Obr. 3).

Zelenýho test (SEDI)

Průměrná hodnota SEDI v extenzivní technologii byla 31 ml (rozmezí odrůd od 15 ml do 50 ml), v intenzivní technologii 38 ml (rozmezí odrůd od 15 do 67 ml). Rozdíl 7 ml mezi oběma technologiemi je statisticky vysoce průkazný ($p < 0,001$). Hodnoty SEDI byly v intenzivní technologii pěstování vyšší nebo přibližně srovnatelné u všech odrůd kromě RGT Premiant (–9 ml). Na Obr. 4 jsou znázorněny reakce odrůd na různou technologii pěstování pro odrůdy s nejmenším (≤ 2 ml) a největším (≥ 15 ml) rozdílem v Zelenýho testu. Největší nárůst při vyšší intenzitě měla odrůda Ponticus (E), a to o 22 ml. K významnému zvýšení SEDI došlo zejména u odrůd s dobrou kvalitou. Mezi 8 odrůdami s nejvyšším nárůstem SEDI bylo 5 odrůd třídy E (Barranco, Butterfly, IS Agilis, IS Danubius, Ponticus), dvě třídy A (Askaban,

Tab. 2: Kvalita 107 odrůd ozimé pšenice pěstované v extenzivní a intenzivní technologii pěstování

Odrůda	Třída	extenzivní						intenzivní					
		HTZ (g)	OH (kg/hl)	FN (s)	NL (%)	SEDI (ml)	Výnos (t/ha)	HTZ (g)	OH (kg/hl)	FN (s)	NL (%)	SEDI (ml)	Výnos (t/ha)
Activus	A	42,5	75,6	378	12,8	39	10,64	42,9	77,2	433	13,8	51	12,69
Advokat	A/B	31,5	69,4	299	13,2	28	8,40	37,5	76,8	287	12,6	33	12,20
AF Jumiko	B	29,7	72,7	258	13,6	17	8,25	31,4	76,6	317	14,2	25	11,93
AF Oxana	B	29,3	56,0	233	13,4	28	6,00	42,8	71,4	181	13,4	47	10,57
Airbus	E	35,5	73,1	372	13,0	37	10,88	35,4	77,4	332	13,1	46	12,64
Amandus	B	43,1	74,7	353	12,9	32	10,12	47,9	77,3	320	13,9	38	11,50
Angelus	A	35,1	76,3	327	13,5	47	11,03	41,5	76,3	417	13,7	50	13,01
Annie	E	40,5	74,2	375	13,9	37	8,58	41,8	78,5	364	14,4	48	11,41
Apostel	A	37,9	70,6	278	12,9	27	9,04	42,0	76,7	315	12,5	33	13,22
Artist	B	36,2	66,5	354	12,3	34	10,00	39,0	73,2	358	13,1	37	13,49
Askaban	A	38,3	68,1	361	13,2	30	8,28	42,9	77,6	371	14,0	48	13,14
Asory	A	33,1	70,2	304	13,2	29	10,11	41,4	77,3	373	12,3	33	13,58
Aspekt	A	40,2	71,6	303	12,4	30	10,87	48,4	76,9	309	12,7	37	13,13
Atuan	B	28,4	64,3	363	11,9	27	8,97	38,0	74,2	347	13,0	37	12,81
Aurelius	E	41,3	78,1	350	13,0	46	10,67	44,3	80,1	343	13,8	60	12,93
Balitus	A	40,4	73,9	302	12,5	34	11,73	44,2	76,6	346	12,7	38	13,48
Baracuda	C	25,6	59,8	316	12,3	23	7,97	34,0	72,2	294	12,6	30	12,88
Barranco	E	29,6	65,8	307	14,6	35	6,58	40,0	75,4	340	14,4	50	11,32
Belissa	B	37,0	66,4	331	12,4	24	8,49	42,1	73,9	356	12,8	30	12,13
Benchmark	B	32,2	62,5	305	11,9	24	10,26	36,8	71,7	319	12,7	30	13,42
Bernstein	E	36,2	71,9	267	13,4	35	7,99	44,0	80,4	347	13,6	47	13,56
Bodyček	A	32,4	69,3	200	13,7	34	6,66	32,0	74,4	238	13,4	43	10,51
Bonanza	C	30,3	64,9	313	12,9	30	8,22	39,1	74,1	234	13,1	37	11,55
Butterfly	E	31,1	67,9	375	13,4	35	8,05	41,8	78,2	316	14,0	55	11,96
Campesino	B	37,2	71,6	351	12,1	26	11,61	39,7	76,6	385	12,1	31	14,68
Centurion	A	39,3	69,4	360	13,1	36	10,35	44,8	73,9	269	13,4	46	12,74
Collector	C	33,2	66,5	232	12,1	25	9,44	35,7	72,2	250	13,0	33	12,09
Comandor	A	35,3	70,4	384	12,7	26	10,10	37,4	75,0	356	13,1	33	13,27
Dagmar	A	41,3	77,4	363	11,7	31	11,30	45,8	79,6	331	12,2	41	13,09
Dancing Queen	C _k	37,7	69,5	165	13,0	19	10,84	38,8	74,3	185	13,3	22	13,38
Davinci	E	24,5	61,0	301	13,6	31	6,03	39,4	79,0	385	13,4	43	12,08
Elixer105	C _k	34,4	69,3	303	12,7	20	10,01	34,8	74,2	293	13,0	22	12,51
Elixer47	C _k	31,9	68,2	317	13,3	22	9,65	34,3	72,8	329	13,3	25	11,14
Energo	E	39,4	76,6	346	14,9	50	9,45	42,7	80,1	339	14,5	50	11,98
Expo	E	34,8	70,2	363	13,6	33	9,17	39,7	76,6	358	14,4	47	11,87
Fakir	A	37,1	72,9	268	13,7	46	10,74	38,4	76,8	278	14,2	46	13,11
Frisky	C	28,2	68,1	335	12,2	24	8,77	35,6	76,1	307	12,5	28	12,91
Futurum	B	30,8	67,4	365	13,0	29	10,13	34,9	75,0	386	14,4	41	13,26
Gaudio	A	36,8	73,2	352	12,5	34	11,04	37,9	76,7	340	13,1	41	12,53
Genius	E	31,9	70,7	358	14,7	41	9,34	36,6	76,3	398	14,9	51	11,30
Golem	A	27,5	62,3	301	15,0	33	5,83	34,4	73,3	292	15,1	47	10,43
Gordian	B	28,6	67,3	361	13,3	24	8,72	36,3	75,5	380	13,2	30	12,37
Grizzly	C	35,4	69,0	237	13,2	25	9,01	41,1	75,7	277	14,1	27	13,48
Hydrock	A	38,2	67,1	244	12,6	33	10,93	42,8	71,5	252	12,8	36	12,48
Hyking	C	31,2	66,1	332	12,7	32	10,35	36,7	73,2	334	12,7	37	12,77
Hymalaya	B	33,6	70,4	315	12,8	30	10,99	39,3	75,9	297	12,8	34	13,65
Chiron	A	33,9	71,2	354	12,9	29	8,78	39,7	78,6	358	13,1	35	13,23
Illusion	A	40,7	72,9	309	13,2	28	9,88	43,3	77,5	253	13,9	36	13,46
IS Agilis	E	39,0	73,1	282	15,6	45	7,69	41,6	76,9	291	15,3	60	10,13
IS Conditor	C _k	34,9	68,0	221	13,6	23	9,58	36,7	72,7	218	13,8	24	11,63

Tab. 2: Kvalita 107 odrůd ozimé pšenice pěstované v extenzivní a intenzivní technologii pěstování - pokračování

Odrůda	Třída	extenzivní						intenzivní					
		HTZ (g)	OH (kg/hl)	FN (s)	NL (%)	SEDI (ml)	Výnos (t/ha)	HTZ (g)	OH (kg/hl)	FN (s)	NL (%)	SEDI (ml)	Výnos (t/ha)
IS Danubius	E	43,1	69,4	79	13,9	46	9,35	45,5	71,4	62	14,4	67	12,23
IS Dimenzio	A	37,8	72,2	325	13,7	50	9,76	39,4	75,0	330	13,7	67	12,37
IS Laudis	E	35,6	75,0	375	14,3	45	8,44	35,0	77,5	323	14,2	50	10,19
Izalco CS	E	36,0	76,2	310	14,1	42	9,92	37,0	78,7	321	14,5	56	11,54
Julie	E	40,1	72,6	251	13,5	42	9,96	46,6	77,7	244	13,5	55	14,47
Kamerad	B	36,6	70,4	328	12,9	23	8,89	43,2	77,6	337	12,3	26	12,94
KM 15-17 (AF Zora)		44,3	69,8	262	14,0	27	8,81	48,7	76,1	261	14,6	32	11,57
KWS Silverstone	B	35,3	62,4	340	12,2	24	9,94	43,0	73,8	383	12,5	29	14,22
LG Absalon	A	37,3	74,7	338	13,2	35	11,53	39,9	78,7	358	13,4	40	13,72
LG Dita	A	30,4	64,5	331	12,5	22	8,56	39,0	78,3	374	12,2	30	14,61
LG Imposanto	A	37,1	70,4	333	13,1	27	9,77	40,4	76,3	331	11,6	31	14,40
LG Keramik	B	32,9	65,2	306	12,5	29	8,12	38,3	77,1	325	12,3	39	14,04
LG Magirus	E	36,9	68,6	280	14,3	29	8,08	47,4	77,6	317	13,4	35	13,26
LG Mocca	C _K	27,5	64,2	268	13,9	15	7,89	40,2	75,6	255	12,0	15	13,20
LG Orlice	B	30,2	64,2	332	12,3	24	7,51	37,9	74,9	308	11,9	27	12,83
Liseta	A	39,1	70,3	288	13,0	29	9,21	45,0	78,5	325	13,3	37	13,63
Lorien	B	41,4	69,9	344	13,3	30	11,00	45,7	74,4	260	13,9	36	13,25
Matchball	A	27,3	63,2	301	14,3	28	7,64	39,0	77,2	354	13,1	28	12,65
Megan	A	32,7		331	13,0	30	9,39	38,9	76,4	335	13,7	36	12,71
Messino	E	44,0	77,9	377	12,4	35	11,08	40,7	79,0	383	13,4	46	13,44
Montecristo CS	A	31,1	70,5	297	11,5	30	11,11	31,7	74,4	367	11,9	35	12,03
Moschus	E	38,0	75,4	394	14,2	39	10,50	41,2	78,3	405	14,3	49	12,48
Mv Nádor	A	41,7	72,4	286	13,6	31	10,42	38,8	72,9	239	15,1	36	11,53
NOS510050.19		26,9	59,6	333	13,4	24	6,97	35,3	71,2	328	13,4	33	11,37
Patras	A	37,0	67,8	359	13,1	32	8,69	46,8	75,7	379	13,5	40	12,91
Piruetta	A	40,6	73,9	382	12,5	32	10,22	44,5	77,4	383	13,1	39	13,46
Ponticus	E	34,3	70,3	389	15,3	42	9,75	39,2	77,9	406	14,0	64	12,39
Proteus	A	33,4	65,7	374	13,7	34	9,80	37,6	74,0	392	14,7	43	13,35
Purino	E	37,2	70,8	359	14,2	29	8,20	39,1	76,6	293	14,9	38	12,07
Rebell	A	31,1	68,6	326	14,2	28	9,09	38,5	76,6	268	13,6	34	13,10
RGT Aktion	A	35,8	70,5	307	12,4	27	9,97	30,6	72,9	368	13,0	41	13,85
RGT Cesario	B	32,4	67,3	352	13,7	33	10,51	32,4	74,2	362	12,9	40	13,64
RGT Depot	A	33,4	62,8	358	13,1	30	7,54	42,8	75,2	331	13,3	40	13,35
RGT Premiant	E	37,3	74,4	347	13,6	40	10,63	36,6	74,0	365	12,2	31	13,34
RGT Reform	A	32,0	66,8	378	13,4	35	8,86	41,2	77,7	353	13,0	40	14,54
RGT Sacramento	C	31,9	67,9	367	12,4	25	10,05	39,7	74,5	339	12,3	31	14,17
RGT Venezia	A	36,6	68,3	394	13,1	30	9,64	41,8	75,8	366	13,3	38	13,16
Rivero	B	27,3	61,2	363	12,3	25	8,12	35,2	75,2	366	13,0	39	12,57
Safari	B	30,9	65,3	237	12,1	24	8,47	39,0	74,9	212	12,5	31	12,02
Sally	A	37,0	70,7	385	11,9	25	10,61	43,8	77,5	382	12,7	35	13,92
Sofolk CS	C	38,8	73,8	316	12,2	26	10,75	39,8	77,0	332	12,8	34	12,70
Sofru	A/B	37,7	70,3	239	12,0	28	12,16	44,4	75,0	241	12,2	33	13,98

Tab. 2: Kvalita 107 odrůd ozimé pšenice pěstované v extenzivní a intenzivní technologii pěstování - pokračování

Odrůda	Třída	extenzivní						intenzivní					
		HTZ (g)	OH (kg/hl)	FN (s)	NL (%)	SEDI (ml)	Výnos (t/ha)	HTZ (g)	OH (kg/hl)	FN (s)	NL (%)	SEDI (ml)	Výnos (t/ha)
Solindo CS	B	41,8	73,9	338	12,2	30	12,14	43,9	76,7	339	12,9	35	13,74
Somtuoso CS	B	34,9	71,4	336	12,8	30	11,09	35,8	74,8	293	12,9	35	12,31
Sonergy	A	30,4	68,0	299	13,7	40	9,67	29,8	71,7	287	14,5	54	10,50
Sosthene	A	33,4	66,8	335	12,6	34	9,76	36,8	72,9	265	12,8	38	11,51
Steffi	B	39,7	72,3	214	11,9	26	10,65	36,8	75,1	231	13,0	32	11,23
SU Mangold	B	30,7	68,1	265	13,0	32	9,58	37,4	76,1	330	13,4	36	12,68
Tiberius		37,5	76,2	357	12,2	26	10,59	44,7	81,0	364	12,8	30	13,88
Tonnage	C	26,0	55,2	234	12,5	16	4,42	36,3	68,0	204	11,2	20	11,81
Turandot	A	42,6	72,1	277	13,4	34	9,88	43,3	76,7	296	13,5	38	12,11
V2-29-17		26,6	62,7	256	13,1	20	7,33	37,9	73,1	260	13,3	25	11,29
V3-94-18		39,9	67,6	280	12,8	22	10,01	45,9	74,4	310	13,6	27	11,85
Vanessa	C	34,4	61,9	300	12,5	23	8,89	36,9	71,1	270	13,0	27	12,87
Viriato	A	33,2	69,7	366	13,5	35	9,51	39,2	76,3	335	13,8	43	12,80
Wilejka	A	38,5	77,1	335	13,1	31	9,00	39,4	80,9	354	13,5	39	11,34
WPB Calgary	B	38,8	69,1	298	12,9	29	11,89	41,6	74,9	348	12,9	33	14,29

IS Dimenzio) a jedna B (AF Oxana). Potvrzuje to statisticky průkazný kladný korelační koeficient mezi přírůstkem SEDI po zvýšení intenzity pěstování a hodnotou SEDI v extenzivní variantě (+0,3). Mezi 8 odrůdami s nejnižším nárůstem, resp. poklesem SEDI byly dvě odrůdy E (Energio, RGT Premiant), dvě odrůdy A (Matchball, Fakir) a čtyři odrůdy třídy C (Grizzly) nebo C_K (Elixer, IS Conditor, LG Mocca). Odrůda Energio měla vysoké SEDI v extenzivní i intenzivní variantě (50 ml), obdobně Fakir (46 ml).

Norma pro potravinářskou pšenici pečárenskou požaduje hodnotu SEDI min 30 ml. V extenzivní technologii tento požadavek splnilo 57 odrůd (53 %). U odrůd C_K pro pečárenské zpracování (pro výrobu sušenek a oplatků) vysoké hodnoty SEDI žádoucí nejsou a normou požadovaná hodnota SEDI je omezena shora, a to na maximálně 25 ml. Z pěstovaných odrůd se to týká LG Mocca, IS Conditor, Elixer a Dancing Queen. Tyto odrůdy měly SEDI v extenzivní variantě v rozmezí 15–23 ml, v intenzivní 15–25 ml a jsou dokladem toho, že kvalita bílkovin vyjádřená sedimentačním testem je vlastností odrůdově stálou a nejméně ovlivňovanou prostředím. Nejvyšší hodnoty SEDI (50 ml) v extenzivní technologii měly odrůdy Energio (E) a IS Dimenzio (E). Téměř všechny odrůdy jakostní třídy E zařazené v pokusu vyhověly i v extenzivní variantě požadavku 30 ml, pouze dvě (LG Magirus, Purino) byly těsně pod touto hranicí (29 ml). V intenzivní technologii splnilo tento požadavek 91 odrůd (85 %), nesplnily odrůdy z kategorie B/C/C_K a odrůda Matchball (A). Nejvyšší hodnotu měly odrůdy IS Dimenzio (A) a IS Danubius (E) – obě 67 ml. Mezi 9 odrůdami s nejvyššími hodnotami Zeleného testu (54–67 ml) v intenzivní variantě bylo sedm odrůd třídy E a dvě odrůdy A (IS Dimenzio a Sonergy).

Objemová hmotnost (OH)

Průměrná hodnota OH v extenzivní technologii byla 69,2 kg/hl, v intenzivní 75,7 kg/hl. Rozdíl mezi průměrem variant (+6,5 kg/hl) je statisticky vysoce průkazný ($p < 0,001$). U většiny odrůd se OH v intenzivní technologii zvýšila – nejvíce reagovala odrůda Davinci (+18,0 kg/hl), pouze u jedné odrůdy došlo k mírnému

poklesu, a to u RGT Premiant (–0,4 kg/hl). Rozdíly v OH mezi technologiemi pro odrůdy s nejmenší ($\leq 2,2$ kg/hl) a největší reakcí ($\geq 11,4$ kg/hl) jsou znázorněny na Obr. 5. Větší přírůstky OH v intenzivní technologii měly častěji odrůdy s nižší OH v extenzivní technologii, zatímco odrůdy, které na vyšší intenzitu zvýšením OH nereagovaly nebo reagovaly dokonce negativně, měly OH v extenzivní variantě vysokou. Nebylo to však pravidlem a mezi odrůdami byly velké rozdíly.

Norma pro potravinářskou pšenici požaduje OH min 76 kg/hl. V extenzivní technologii mělo 98 odrůd OH nižší, než požaduje norma. V intenzivní technologii to bylo 52 odrůd. Nejnižší OH měla odrůda Tonnage (C) (ext 55,2 kg/hl, int 68,0 kg/hl), nejvyšší odrůdy Aurelius (E) (ext 78,1 kg/hl) a Wilejka (A) (int 80,9 kg/hl). Žádná odrůda neměla v průměru obou intenzit OH větší než 80,0 kg/hl, v roce 2019 to byly tři odrůdy a v roce 2018 odrůd 30. Průměrná OH pokusu v roce 2020 je nejnižší od roku 2014, a to v obou technologiích, což odpovídá i situaci v rámci celé ČR (Obr. 6). Efekt zvýšení intenzity pěstování na OH byl v roce 2020 významný a z pokusných let dosud největší. V extenzivní variantě byla průměrná OH velmi nízká. Důvodem byly jak podmínky počasí, které nejsou pro OH příznivé – vlhké počasí s nízkou intenzitou slunečního svitu – tak zejména vysoká úroveň napadení fuzárií a částečné polehnutí porostu. Všechny odrůdy s největšími přírůstky OH v intenzivní technologii (Davinci, AF Oxana, Rivero, Matchball, LG Dita, Tonnage, Baracuda, RGT Depot, LG Keramik, NOS5150.19, LG Mocca i KWS Silverstone) byly v technologii extenzivní silně napadeny klasovými fuzárií. Naproti tomu mezi 9 odrůdami s nejmenšími rozdíly v OH byly 3 odrůdy zcela bez napadení (Dagmar, Messino, Aurelius), 2 se slabým napadením (RGT Premiant a Activus) a 3 středně napadené (Angelus, Danubius a Mv Nádor). Regulátory růstu nebyly v extenzivní variantě použity a průměrná polehlost porostu byla na stupni 5,6 (9 - nepolehlý porost, 1 - porost zcela polehlý), v intenzivní variantě 8,2. Zvýšení OH při vyšší intenzitě souviselo průkazně se zvýšením výnosu a HTZ (oba korel. koef. = 0,7).

HTZ

V průměru pro všechny odrůdy byla hodnota HTZ vyšší v intenzivní technologii pěstování (39,8 g) ve srovnání s extenzivní (35,0 g). Rozdíl +4,8 g je statisticky průkazný ($p < 0,001$). Reakce jednotlivých odrůd na technologii pěstování byla diferencovaná, pohybovala se od -5,1 g (RGT Aktion) do +15,0 g (Davinci). V roce 2019 byl nárůst HTZ v důsledku zvýšení úrovně pěstování v menším rozsahu (-6,8 g až +8,4 g). V letošním roce byla úroveň hodnot HTZ nízká celkově v obou technologiích, a to nejnížší za sledované období. V intenzivní technologii byla dosud od 40,6 g (2017) do 50,1 g (2019), v extenzivní technologii od 38,5 g (2018) do 49,2 g (2014).

Vyhodnocení odrůd podle jakostních tříd

Intenzivní technologie: Z šesti odrůd pěstovaných v pokusu, které patří mezi registrované odrůdy (RO) v ČR zařazené do kategorie E (Horáková a Dvořáčková, 2020), nesplnila v intenzivní technologii požadavek na tuto kategorii (OH – kategorie E min 79,0 kg/hl, FN – 286 s, NL – 12,6 %, Zelený – 49 ml) žádná odrůda, a to kvůli nedostatečné OH. V ostatních 3 parametrech vyhověly odrůdy Butterfly a Genius. Odrůda Annie měla mírně nižší Zelenýho test (48 ml), stejně jako Bernstein (47 ml), Julie nižší FN (244 s) a RGT Premiant nižší obsah NL (12,2 %) i Zelenýho test (31 ml). Z dalších 15 odrůd pěstovaných na základě Evropského katalogu s kvalitou charakterizovanou jako „E“ splnily požadavky dvě odrůdy, a to Aurelius a Energo. Požadavky na „A kvalitu“ splnilo celkem 14 (13 %) odrůd (z toho 5 kategorie A a 9 kategorie E). Odrůda Suffolk CS jako jediná nepekárenská odrůda (C) splnila kvalitativní požadavky ČSN na pekárenskou pšenici, vyhověla požadavkům třídy B.

Extenzivní varianta: V extenzivní variantě nesplnila žádná odrůda požadavky kladené na třídu „E“, jedna odrůda splnila požadavky na třídu „A“ (Aurelius – E), 8 odrůd na třídu „B“. Kvalitu na úrovni kategorie C mělo 98 odrůd (92 %), z toho pouze 15 (14 %) je do této kategorie řazeno. Žádná z nepekárenských odrůd (C) nesplnila v extenzivní variantě kvalitativní požadavky ČSN na pekárenskou pšenici.

Hodnocení pečivářských odrůd

Na rozdíl od pekařské výroby (kynutá těsta) je v pečivářské výrobě (sušenky, oplatky) vysoký obsah bílkovin a vysoký sedimentační index spíše nežádoucí. Proto je podle ČSN 46 1100-2 pro pečivářské pšenice (C_k) požadován obsah NL ve výši maximálně 11,5 % a SEDI maximálně 25 ml. V odrůdovém pokuse byly 4 odrůdy řazené do kategorie C_k , a to Dancing Queen, Elixer (2x), IS Contidor a LG Mocca (Tab. 2). Požadavku na FN, který je shodný s požadavkem na pekárenské pšenice (220 s), nevyhověla v obou technologiích pěstování jedna odrůda a jedna odrůda měla hraniční hodnoty. Shodný je také požadavek na OH (76 kg/hl), ve kterém nevyhověla žádná z těchto odrůd. Rozpětí hodnot OH u všech C_k odrůd v extenzivní variantě bylo 64,2 kg/hl – 69,5 kg/hl, v intenzivní 72,7 kg/hl – 75,6 kg/hl. Požadavku na SEDI (max 25 ml) vyhověly všechny C_k odrůdy v obou technologiích (15 ml – 25 ml), obsah NL byl však u všech vyšší (ext 12,7 % – 13,9 %, int 12,0 % – 13,8 %). Vyšší intenzita ovlivnila u C_k odrůd pozitivně především OH, zatímco obsah NL se zvýšil zanedbatelně.

Diskuse

Výsledky sledování vlivu intenzity pěstování na výnos i kvalitu u širokého spektra odrůd pšenice jsou v roce 2020 ve srovnání s výsledky z předcházejících let v mnoha ohledech výjimečné. Vliv

vyšší intenzity pěstování na výnos, OH i HTZ byl v roce 2020 rekordně vysoký. Výnos byl průměru odrůd vyšší o 34 %, u více než pětiny odrůd nárůst přesáhl dokonce 50 %. OH byla v intenzivní variantě vyšší v průměru o 10 %, celkově však byla OH nízká a ani v intenzivní variantě nedosáhl průměr odrůd minimální hodnoty 76 kg/hl požadované pro potravinářskou pšenici. Výsledky odrůdového pokusu odpovídají situaci roku 2020 v rámci celé ČR a potvrzují, že vlhčí vegetační ročníky jsou pro OH spíše nepříznivé. Pokud je pšenice vystavena deštivému počasí s nízkou úrovní slunečního svitu v období tvorby zrna, ukládá se do zrna méně asimilátů. OH snižuje také deštivé počasí ve stadiu zralosti porostu, zejména, pokud je sklizeň kvůli nepříznivým povětrnostním podmínkám oddalována a významný negativní vliv má polehlost porostu. Vlhký průběh počasí podporuje také napadení klasů patogeny *Fusarium*, které samo o sobě má potenciál OH snižovat. V roce 2020 se na nízké OH podepsaly všechny tyto faktory. Patrné je to v extenzivní variantě pokusu, kde bylo silné napadení fuzárií, nebylo provedeno fungicidní ošetření a roli hrála i absence regulátorů růstu, protože extenzivní varianta byla i přes výrazně nižší dávku dusíku více polehlá. Pozitivní vliv vyšší technologie pěstování na OH se projevil zejména u odrůd, které měly v extenzivní variantě OH velmi nízkou, přičemž se často jednalo o odrůdy silně napadené fuzárií. Naopak odrůdy, u kterých nedošlo v intenzivní variantě ke zvýšení nebo jen nepatrně, měly dobrou OH i v extenzivní variantě a fuzárií nebyly buď napadeny vůbec (Dagmar, Messino, Aurelius) nebo jen mírně až středně (Activus, Angelus).

Napadení klasů obilovin houbami rodu *Fusarium* má dopad nejen na OH, ale i na další kvalitativní parametry, a samozřejmě také na výnos. Závažným důsledkem je kontaminace zrna mykotoxiny, která je samostatnou kapitolou a hodnocení pokusu z tohoto pohledu bude předmětem samostatného článku. Hlavním důvodem snížení výnosu pšenice po napadení klasů patogeny *Fusarium* je nižší počet zrn v napadeném klasu a jejich nižší hmotnost (Mesterházy et al., 2015). Vlivem napadení může docházet i ke změnám v kvalitě bílkovin, protože houby *Fusarium* produkují enzymy, které zásobní bílkoviny zrna rozkládají a modifikují, aby byly lépe využitelné pro jejich vlastní metabolismus.

Nárůst obsahu bílkovin v důsledku vyšší intenzity pěstování byl malý (+0,2 %) a byl nepřímě úměrný nárůstu výnosu. Do obecně platné protikladné závislosti mezi nárůstem výnosu a obsahem bílkovin v zrně však významně vstoupily další faktory a projevil se velké rozdíly mezi odrůdami. Některé odrůdy silně napadené v extenzivní variantě fuzárií měly v intenzivní variantě vyšší výnos a zároveň i obsah bílkovin. Např. odrůdy Grizzly, Rivero, Askaban, Baracuda a RGT Depot měly v intenzivní variantě výnos o více než o polovinu vyšší ve srovnání s extenzivní variantou a zároveň měly vyšší obsah NL. Intenzita pěstování statisticky průkazně zlepšila také kvalitu bílkovin vyjádřenou SEDI. Naopak u FN se potvrdilo, že je parametrem nejvíce závislým na počasí a jeho hodnoty byly u obou intenzit pěstování srovnatelné a v hodnocení s předcházejícími roky spíše nižší. K významnému zvýšení SEDI došlo zejména u odrůd s dobrou kvalitou (tj. E a A).

Celkově charakter kvality pšenice v pokusu v Kroměříži odpovídal situaci v rámci celé ČR v roce 2020: nízká OH, průměrný obsah bílkovin i jejich kvalita a nižší FN. Celkově horší kvalitu pšenice ve sklizni 2020 dokládají výsledky srovnatelného pokusu z roku 2019, kdy v intenzivní technologii splnilo požadavky na „E kvalitu“ 10 % a požadavky na „A kvalitu“ 41 % odrůd, zatímco v roce 2020 to byly pouze 2 %, resp. 13 % pěstovaných odrůd.

Dvě pokusné technologie použité v kroměřížském pokusu představují dva pěstitelské extrémy a inokulace extenzivní varianty simulovala situaci, ke které v letošním roce často v praxi docházelo. Infekční tlak patogenů *Fusarium* byl značný a počasí pro infekci porostů a rozvoj choroby bylo příznivé. Obdobně jako v extenzivní pokusné variantě, i v praxi zůstaly v některých případech porosty bez fungicidního ošetření klasů, a to kvůli neustálým srážkám a vysoké vlhkosti půdy v porostech. **V roce 2020 se všechny vstupy, které byly v intenzivní technologii navíc oproti technologii extenzivní, velmi pozitivně projeví, a to jak na kvalitě, tak na výnosu. Velký význam měla ochrana proti chorobám i použití růstových regulátorů jako prevence poléhání.**

Recenzováno

Poděkování

Výsledky byly získány s využitím institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace Agrotestu fyto, s.r.o. (MZE-RO1118).

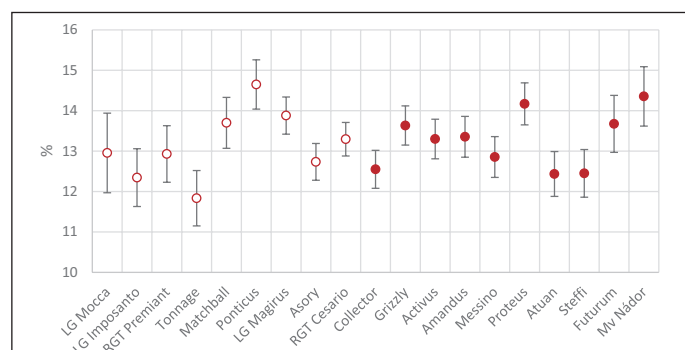
Literatura

Horáková, Vladimíra – Dvořáčková, Olga (2020): Seznam doporučených odrůd 2020. Přehled odrůd 2020. ÚKZÚZ Brno. ISBN 978-80-7401-187-0.

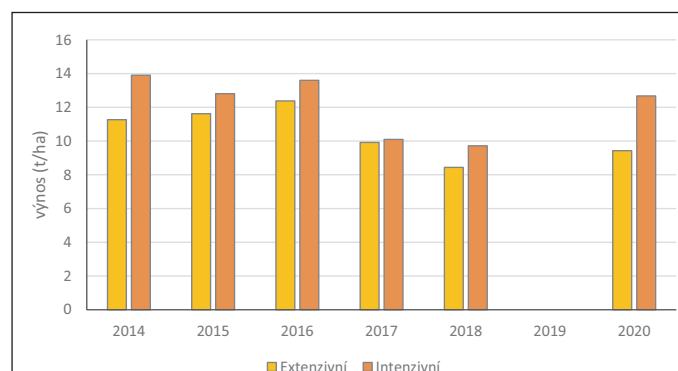
Mesterházy Á., Lehoczki-Krsjak S., Varga M., Szabó-Hevér Á., Tóth B., Lemmens M. 2015. Breeding for FHB resistance via *Fusarium* damaged kernels and Deoxynivalenol accumulation as well as inoculation methods in winter wheat. *Agricultural Sciences*, 6: 970–1002.

Polišenská, Ivana – Jirsa, Ondřej – Sedláčková, Irena (2021): Kvalita pšenice ze sklizně 2020 Úroda, 69(1): 27-30. ISSN: 0139-6013.

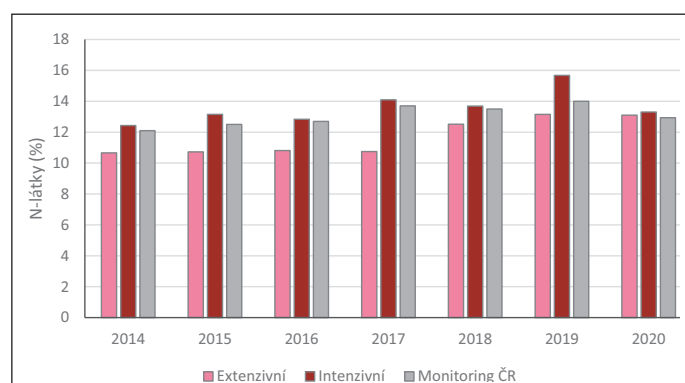
Schmidt M., Horstmann S., De Colli L., Danaher M., Speer K., Zannini E., Arendt E. K. 2016. Impact of fungal contamination of wheat on grain quality criteria. *Journal of Cereal Science*, 69: 95–103.



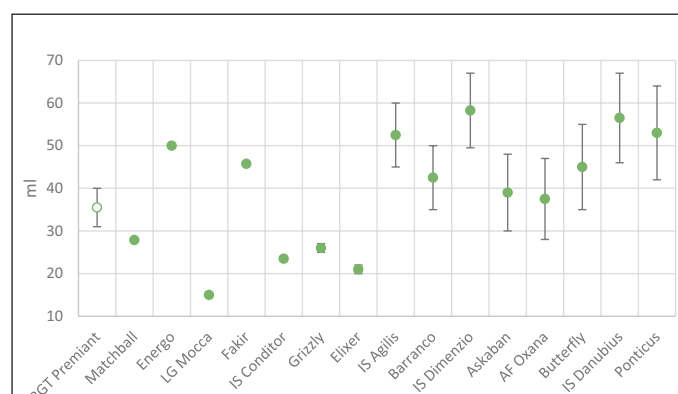
Graf 1: Obsah N-látek u odrůd s největšími rozdíly mezi technologiemi pěstování. Obsah NL v jednotlivých technologiích je znázorněn koncovými body úseček, bod uprostřed úsečky = průměrná hodnota, bod bez výplně = pokles v intenzivní technologii, body s výplně = nárůst v intenzivní technologii.



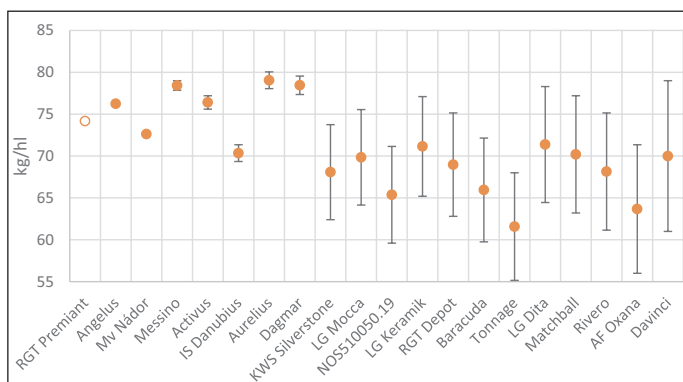
Graf 2: Výnos v odrůdovém pokusu v intenzivní a extenzivní technologii pěstování v roce 2020 ve srovnání se stejným pokusem v letech 2014–2018. Je uveden průměr pro všechny odrůdy. V roce 2019 nebyl výnos hodnocen kvůli poškození parcel hraboši



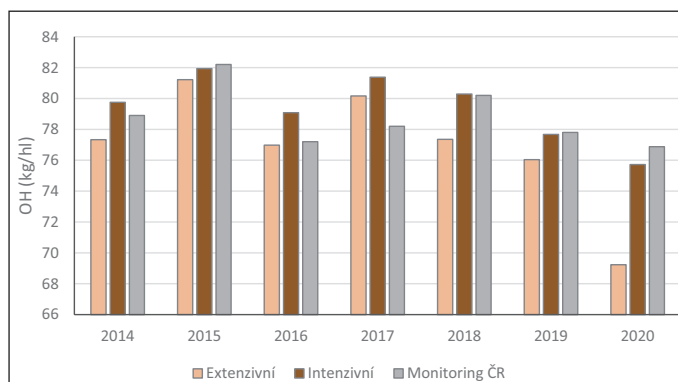
Graf 3: Průměrné hodnoty obsahu N-látek v odrůdovém pokusu s intenzivní a extenzivní technologií pěstování v letech 2014–2020 ve srovnání s výsledky monitoringu kvality potravinářské pšenice (ročně zahrnuje 500 vzorků od pěstitelů z celé ČR, různé odrůdy a lokality).



Graf 4: Rozdíl mezi intenzivní a extenzivní technologií pěstování v Zeleného testu pro odrůdy s nejmenšími a největšími rozdíly. Body bez výplně = pokles v intenzivní technologii.



Graf 5: Rozdíl mezi intenzivní a extenzivní technologií pěstování v objemové hmotnosti pro odrůdy s nejvýraznějšími rozdíly. Body bez výplně = pokles při vyšší intenzitě.



Graf 6: Průměrné hodnoty objemové hmotnosti v odrůdovém pokusu v intenzivní a extenzivní technologii pěstování v letech 2014–2020 ve srovnání s výsledky monitoringu kvality potravinářské pšenice v ČR.



**Nejúčinnější herbicid
bez omezení
=
jednoduchá evidence**

Aplikace ve všech OP II, na svazích,
bez omezení pro následné plodiny, atd...

Novinka

pro jarní ochranu ozimé a jarní pšenice, žita
a triticales proti chundelce metlici, dalším
trávnitým a dvouděložným plevelům



Info: 602 523 607



proti
dvouděložným plevelům
v ozimech a jařinách

**Herbicid bez omezení,
jednoduchá evidence**

Aplikace ve všech OP II a na svazích,
možnost použití i ve vysoké růstové
fázi obilniny, bez omezení pro
následné plodiny, atd...



Info: 602 275 038