

aplikací. U rzi pšeničné bylo nejlepšího výsledku (97,1 %) dosaženo u kombinace přípravků OROGANIC a Fertipen S. Naopak zčásti sehlala ošetření pomocí koloidní síry (účinnost pouze 52 %).

Výnos, HTZ a další parametry

Ječmen jarní

Výnos ječmene jarního (graf 5) byl ve všech ošetřovaných variantách o 5-9 % vyšší oproti kontrole (8,75 t/ha) a tyto rozdíly byly statisticky signifikantní. Nejvyšší výnos v rámci ošetřovaných variant byl zaznamenán u varianty 2 s aplikacemi přípravku Fertipen S (9,56 t/ha), naopak nejnižší u varianty 4 s kombinací standardních fungicidů a přípravku Heliopolis (9,20 t/ha). Hodnoty HTZ (graf 6) u ječmene jarního dosáhly středních až vyšších hodnot a pohybovaly se v rozmezí 43,4 - 46,17 g s maximem u varianty 5 se standardními fungicidy (46,17) a přípravku Fertipen S (46,14). Rozdíly mezi těmito variantami nebyly statisticky průkazné. Dalším sledovaným parametrem, důležitým pro sladovnický ječmen, byl obsah proteinů (graf 7). Dle rozsahu zjištěných hodnot 10,05 % (kontrola) až 11,35 % (standardní fungicidy) lze říci, že analyzované obsahy odpovídaly (s výjimkou kontroly) optimálnímu rozmezí pro tyto látky v zrna pro sladovnické účely (10,5–11,5 %). Posledním hlediskem sledovaným u jarního ječmene byla v těchto pokusech četnost velikostních frakcí zrn na sítích. Prezentován je podíl tzv. předního zrna, jmenovitě frakce nad 2,5 mm (graf 8). Podíl této kategorie ve vzorcích se pohyboval mezi 93,08 % (kontrola) a 94,64 % (Fertipen S). S výjimkou varianty 5 se standardními fungicidy (94,08 %) byla dosažená hodnota u přípravku Fertipen S signifikantně odlišná od ostatních variant.

Pšenice ozimá

U pšenice ozimé jsou v rámci sklizňových parametrů prezentovány výsledky týkající se výnosu a HTZ. U výnosu bylo nejvyšší hodnoty (11,14 t/ha) dosaženo u varianty 6 se standardními fungicidy; naopak nejnižší hodnoty byly zjištěny v neošetřené kontrole. Rozdíly mezi ošetřenými variantami byly s výjimkou aplikací přípravku OROGANIC a Fertipen S (10,53 t/ha) statisticky neprůkazné. Obdobným způsobem lze popsat i zjištěné hodnoty HTZ pohybující se u ošetřených variant mezi 48,43–52,07 g s tím, že rozdíly nebyly průkazné. Statisticky se od ostatních variant lišila kontrola s HTZ = 47,78 g.

Celkové shrnutí výsledků

Ze srovnání všech dosažených výsledků je patrné, že v případě ječmene jarního nejlépe dopadla varianta 5 (standardní fungicidní ošetření), na druhém místě se umístil přípravek Fertipen S, jako třetí se umístily aplikace běžné 80 % koloidní síry. Jak se očekávalo, nejhůře se umístila kontrolní varianta. V celém souboru získaných dat jsou podstatné zejména pozitivní výsledky týkající se ochrany proti patogenům, kde byla prokázána velmi dobrá účinnost přípravku Fertipen S proti hnědé skvrnitosti ječmene (PYRNTE) a ramulárie skvrnitosti (RAMUCC). Co se týká pšenice jarní, tak zde rovněž nejlépe obstála ošetření standardními fungicidy a také jejich snížené dávky v kombinaci s přípravkem Fertipen S. Kombinace přípravků Fertipen S + Oroganic zajistila velmi dobrou ochranu proti rzi pšeničné (PUCCTR).

Závěr

Předmětem této studie bylo sledování možností zařazení přípravku Fertipen S (70 % síra + terpeny) do postřikového plánu obilovin, mimo jiné ve strategiích zaměřených na snížení reziduí v produkci. Z pokusů prováděných v jarním ječmeni a v ozimé pšenici v roce 2025 v ZVÚ Kroměříž vyplývá, že u tohoto produktu bylo dosaženo slibných výsledků, a pozitivně se jeví i kombinace přípravku Fertipen S se sníženými dávkami konvenčních fungicidů. Potvrzeny byly některé výsledky z předchozích let (Bagar a Tvarůžek, 2025, Bagar, 2023).

(Recenzováno)

Příspěvek vznikl za podpory Ministerstva zemědělství, institucionální podpora MZE- MZE-RO1123. Polní pokusy byly realizovány za laskavého financování firmy Biocont Laboratory, spol. s r. o.

Literatura:

Bagar, M.: Využití síry a pomerančových silic pro zlepšení zdravotního stavu obilnin. Obilnářské listy -39- XXXI. ročník, č. 2/2023
Bagar, M., Tvarůžek, L.: Hodnocení vlivu přípravku FERTIPEN S na zdravotní stav ječmene jarního. Výsledky pokusu ZVÚ Kroměříž v roce 2024. Obilnářské listy, 33, 2025, 1, 11-12.

Pšenice – nutričně významná potravina – 1. část: Makroživiny (Wheat – nutritionally important food – Part 1: Macronutrients)

Pavlaína Podloucká, Ivana Polišínská
Agrotest fyto, s.r.o., Havlíčkova 2787/121, 76701 Kroměříž

Souhrn: Pšenice (latinsky *Triticum*) patří mezi základní potraviny a její spotřeba celosvětově roste. Nejčastěji se na poli setkáváme s pšenicí setou (*T. aestivum*) a pšenicí tvrdou (*T. durum*), které se používají v pekařském průmyslu a při výrobě těstovin. Pozornost si v dnešní době získávají i tzv. „starší“ druhy pšenice jako špalda, jednozrnka a dvouzrnka. Na tyto druhy se někteří lidé dívají jako na „zdravější“ varianty pšenice. Diskuze, zda jsou tyto druhy opravdu z nutričního hlediska hodnotnější, se vede dlouho, ale jasná odpověď zatím chybí. Pšenice obecně hraje ve výživě člověka důležitou roli už několik tisíciletí. Všechny její druhy jsou dobrým zdrojem energie, která je uložena ve formě škrobu. Často se zapomíná, že pšenice má i relativně vysoký obsah bílkovin (přibližně 10–15 %). Tuk obsažený v pšenici se vyznačuje vysokým podílem nenasycených mastných kyselin (k. linolová, k. olejová a linolenová), které hrající důležitou roli v řadě metabolických dějů. Všechny druhy pšenice v celozrnné formě jsou dobrým zdrojem vlákniny, jejíž konzumace je doporučena jako prevence řady civilizačních chorob.

Klíčová slova: Pšenice, Makroživiny, Sacharidy, Vláknina, Bílkoviny, Tuky

Abstract: Wheat (*Triticum*) is a staple food, and its consumption is on the rise worldwide. Most often, we can meet the varieties of common bread wheat (*T. aestivum*) and durum wheat (*T. durum*) on the fields, which are used in the baking industry and for pasta production. Nevertheless, the „ancient“ wheat species, such as spelt, einkorn and emmer wheat, are also gaining

attention these days, because some people see these species as a „healthier“ variant of wheat. The discussion if these species are better for human health has been done for a long time, but there is no clear answer. Wheat has played a significant role in human nutrition for several millennia. All wheat species are a good source of energy stored in the form of starch. Wheat is a relatively good source of proteins (with approximately 10-15 % content), even though the representation of individual amino acids is not ideal from a nutritional point of view. The germ contains fat which has a high proportion of unsaturated fatty acids (linoleic, oleic and linolenic acids) playing an important role in different metabolic processes. And it is necessary to think about the fact that all wheat species are a good source of dietary fibre, which is recommended as a prevention of a number of civilisation diseases.

Key Words: Wheat, Macronutrients, Saccharides, Dietary fibre, Proteins, Fats

Úvod

Pšenice (latinsky *Triticum*) je rod jednoděložných rostlin z čeledi lipnicovitých, která zahrnuje jak šlechtěné, tak planě rostoucí druhy. S jejím pěstováním se začalo před více než 10 000 lety v oblasti blízkého východu. Po staletí člověk vybíral zrna a rostliny podle různých vlastností, tj. kvality zrn, výnosu a prostředí, ve kterém žil, a proto se dnes můžeme setkat s celou řadou druhů a odrůd, které mají své specifické vlastnosti a využití (Iqbal a kol. 2022). Díky své dobré adaptabilitě, vysoké produktivitě, dobré skladovatelnosti a zejména kvalitativním parametrům se pšenice stala základní potravinou pro člověka. Pšenice se v současné době nejvíce využívá pro přípravu pekařských a cukrářských výrobků, těstovin a nudlí. Své nezastupitelné místo má jako krmivo pro zvířata a využití našla jako materiál pro výrobu alkoholu (bioetanol, pivo). V kosmetice se používá pro své hydratační a regenerační účinky ve formě oleje z klíčků, hydrolyzovaného proteinu nebo škrobu. V Evropě je průměrná roční spotřeba obilovin 131 kg na osobu a pšenice tvoří většinu (108 kg). V dnešní době je pšenice základní potravinou pro 40 % světové populace a po rýži je druhou nejvíce pěstovanou plodinou (Poutanen 2012).

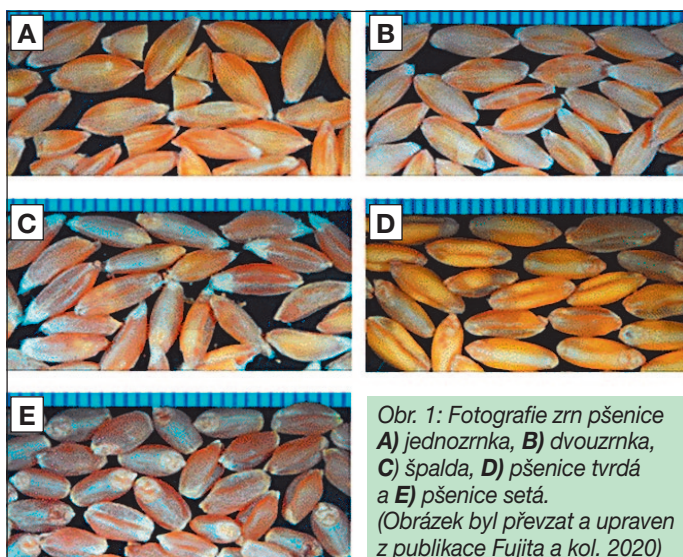
Druhy pšenice a jejich vlastnosti

Prapůvodním druhem byla pšenice jednozrnka (*Triticum monococcum*), ze které spontánní hybridizací s jinými druhy trav vnikly všechny dnešní druhy pšenice. V současnosti kromě pšenice jednozrnky můžeme najít pšenici dvouzrnku (*Triticum dicoccum*), která existuje ve čtyřech formách, tj. divoká a kultivovaná dvouzrnka, dále Khorasan a tvrdá pšenice (*Triticum durum*). Tvrdá pšenice je dobře přizpůsobená teplejším a sušším podmínkám, proto se pěstuje hlavně ve Středomoří a dalších oblastech s podobnými klimatickými podmínkami (Giraldo a kol. 2019; Hidalgo

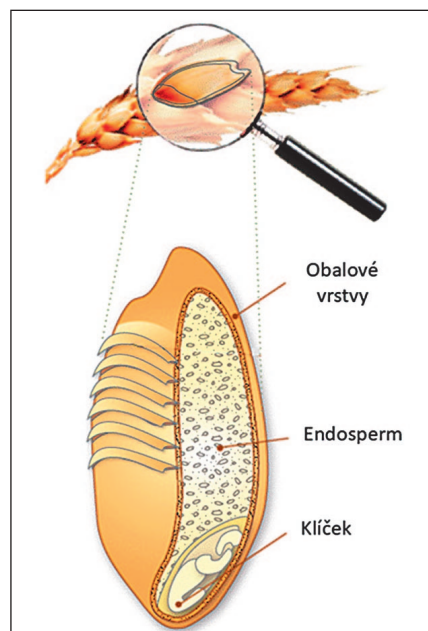
a kol. 2017; Shewry 2009). Nejvýznamnější postavení má pšenice setá (*Triticum aestivum*), kterou známe ve dvou hlavních formách, tj. běžná „chlebová“ pšenice a pšenice špalda (pšenice s pluchami). Z jednotlivých druhů tvoří 95 % produkce „chlebová“ pšenice setá (>793 miliónů tun) a zbylých 5 % připadá na produkci tvrdé pšenice (35–40 miliónů tun). Ostatní druhy pšenice, které hrály důležitou roli po tisíce let (jednozrnka, dvouzrnka nebo špalda), tvoří pouze malou část produkce. Důvodem je jejich výrazně nižší výnos (o 30–60 %), přítomnost pevně přisedlých pluch okolo zrna, které je třeba před mletím odstranit, tendence k poléhavosti kvůli výšce rostlin a také horší pekařské vlastnosti (Geisslitz a kol. 2019). Na druhou stranu, v posledních 20 letech roste zájem lidí o nové potraviny a tím roste i zájem o tyto druhy pšenice a potravin z nich vyrobených. Navíc jsou tyto druhy více odolné vůči chorobám, jsou adaptované na různé klimatické podmínky, nepotřebují tolik hnojiv, a proto se využívají i jako výchozí materiály pro šlechtění nových odrůd.

U pšenice se můžeme setkat s celou řadou klasifikací, které odrážejí různé vlastnosti. Podle přítomnosti pigmentu v obalových vrstvách zrna se můžeme setkat s odrůdami pšenice s bílou, červenou, modrou, purpurovou či černou barvou zrna. Podle množství bílkovin a odolnosti zrna vůči drcení se dělí na tvrdé a měkké pšenice a podle způsobu růstu na ozimé a jarní odrůdy. Z genetického hlediska se pšenice rozlišují podle počtu chromozómů, kde pšenice jednozrnka je diploid, tj. má dvě sady chromozómů, pšenice dvouzrnka a tvrdá pšenice je tetraploid (čtyři sady chromozómů) a pšenice setá a špalda je hexaploidní, tj. má šest sad chromozómů (Brouns a kol. 2022). Tyto genetické rozdíly ovlivňují výnos, složení

zrna a kvalitativní parametry a s tím spojené použití jednotlivých druhů. Běžná pšenice setá je více vhodná pro pekařské účely, protože těsto z ní připravené má dobré viskoelastické vlastnosti se schopností udržet hodně plynu při kynutí, kdežto starší druhy pšenice tvoří těsto s nižší elasticitou, které má tendenci se roz-



Obr. 1: Fotografie zrn pšenice A) jednozrnka, B) dvouzrnka, C) špalda, D) pšenice tvrdá a E) pšenice setá. (Obrázek byl převzat a upraven z publikace Fujita a kol. 2020)

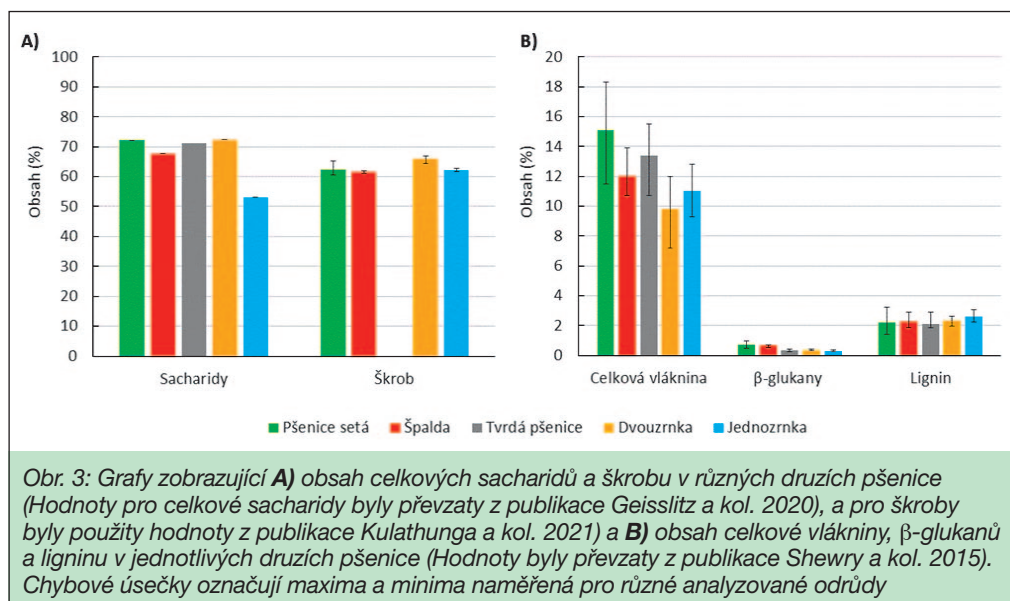


Obr. 2: Náčrt zrna (Obrázek převzat z: <https://www.biochemicka.cz/clanek-27/slovnicek-pojmu-obiloviny>)

tékat. Další výhodou pšenice seté (*T. aestivum*), stejně jako tvrdé pšenice (*T. durum*) je nahé zrna, tj. pluchy nejsou pevně vázané a dochází k jejich odstranění už při sklizni. U pluchatých druhů, například u pšenice špaldu, jednozrnky i dvouzrnky se sklízí celé klásky, ze kterých je potřeba zrna před použitím vyloupnout. V ČR je genofond pšenice shromážděn v Genové bance Národního centra zemědělského a potravinářského výzkumu v Praze Ruzyni. Zde můžeme najít vzorky semen planých odrůd, starých krajových odrůd, různé genetické linie určené pro šlechtění, ale i starší a nově vyšlechtěné odrůdy a druhy pšenice z ČR i ze světa.

Složení obilky pšenice

Zrna pšenice se botanicky nazývá obilka (latinsky *caryopsis*), což je jednosemenný suchý plod, u kterého je oplodí srostlé s obalem semena. Každá obilka je složena ze tří základních částí. Největší objemový podíl tvoří endosperm (80–85 % hmotnosti) obsahující hlavně škrob a zásobní lepkotvorné bílkoviny. Vnější obvod endospermu je tvořen buňkami aleuronové vrstvy, která je bohatá na bílkoviny, vitamíny skupiny B a minerální látky. Další částí jsou obalové vrstvy zrna (13–17 % hmotnosti), tzv. pericarp a testa. Jsou tvořené hydrofobními sloučeninami, které chrání zrna před vnějšími vlivy. Obsahují vysoký podíl vlákniny, minerálních prvků, a vitamíny skupiny B a polyfenolické sloučeniny. Poslední částí je klíček (2–3 % hmotnosti), který je bohatý na bílkoviny, tuky, vitamíny a minerální látky.



Pšenice z hlediska výživy člověka

Obiloviny obecně, a pšenice obzvlášť, hrají ve výživě člověka důležitou roli už několik tisíciletí. V poslední době se ovšem setkáváme s názorem, že běžná pšenice setá, nebo spíše mouka z ní vyrobená, může mít na zdraví člověka negativní dopad. Proto roste zájem o jiné druhy pšenice, jakožto o „zdravější“ obiloviny. Diskuze, zda jsou tyto alternativní pšenice lepší pro zdraví člověka, se vede dlouho a jasná odpověď zatím neexistuje. V následujících řádcích se zaměříme na porovnání obsahu jednotlivých živin u nejvíce diskutovaných druhů pšenice.

Sacharidy – škrob a vláknina

Zrna pšenice je vydatným zdrojem energie, a to díky zásobním polysacharidům, které jsou pro člověka dobře stravitelné. V řadě

rozvojových zemí jsou obiloviny stále naprostým základem jídelníčku a jejich nedostatek znamená hlad. Hlavním zásobním polysacharidem v zrna je škrob, jehož podíl činí 60–70 % sušiny obilky pšenice a až 80 % sušiny samotného endospermu. Z chemického hlediska je škrob složený z glukózových jednotek vázaných α-glykosidovými vazbami do dlouhých řetězců, které se mohou různě větvit. Podle chemické struktury rozlišujeme dvě frakce škrobu, tj. amyulózu a amylopektin. V molekulách amylózy jsou glukózy vázány α—1,4 glykosidovými vazbami a v molekulách amylopektinu se ve větší míře objevují i α—1,6 glykosidové vazby, na nichž dochází k větvení řetězce. Molekuly amylózy jsou v porovnání s amylopektinem menší a jejich podíl ve škrobu je obvykle 20–30 % a liší se podle druhu a odrůdy pšenice. V publikaci od Brandolini a kol. (2008) je uváděn obsah amylózy pro jednozrnku 23,2–28,6 %, pro špaldu 28,6–28,9 %, a pro běžnou pšenici setou 23,2–27,6 %. Obě frakce mají díky své struktuře odlišné fyzikální a chemické vlastnosti. Amylóza je rozpustná ve vodě za studena a amylopektin pouze bobtná a není schopen vytvořit roztok.

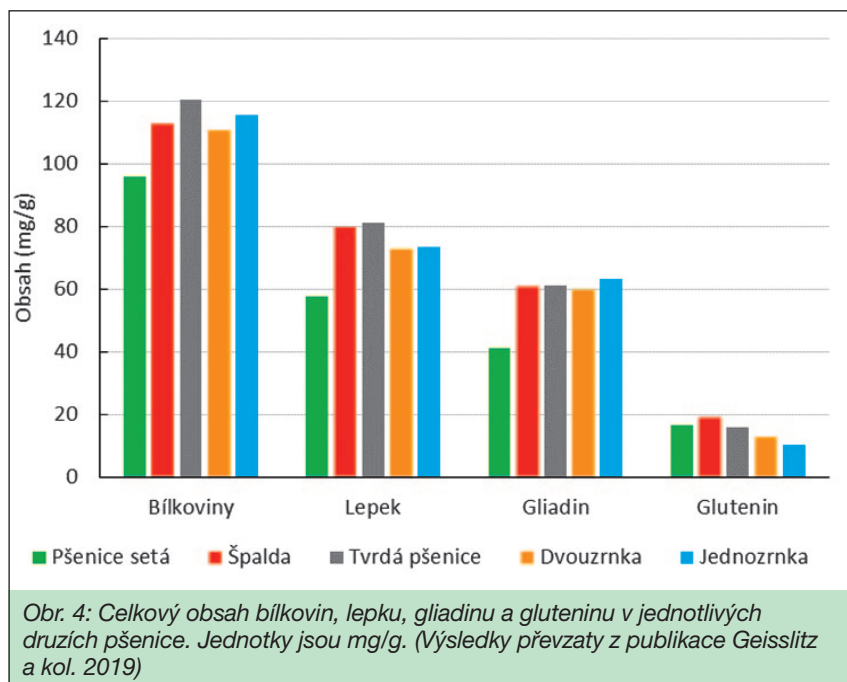
V zrna se škrob vyskytuje v podobě škrobových zrn, což jsou útvary různé velikosti a tvaru charakteristické pro jednotlivé druhy obilovin, např. jednozrnka má menší typ škrobových zrn v porovnání s pšenicí setou a špaldu, což ji činí lépe stravitelnou (Golea a kol. 2023). Škrobová zrna nejsou ve vodě rozpustná, ale ve studené vodě dochází k jejich bobtnání a při postupném zahřívání škrob mazovává, tj. rozpadne se jeho struktura. Právě tyto dvě vlastnosti škrobu spolu s retrogradací škrobu, což je proces, kdy škrob po uvaření získává opět svou strukturu, mají zásadní význam pro pekařský průmysl. V těstě dochází hlavně k bobtnání škrobových zrn a k následnému částečnému narušení struktury škrobu při pečení. Po ochlazení pečiva dojde k vytvoření pružného škrobového gelu, který je hlavním nositelem vláčnosti a vody obsažené ve střídě čerstvého pekařského výrobku. V průběhu času gel postupně ztrácí vodu a struktura škrobu se vlivem retrogradace navrácí zpět, což způsobuje stárnutí a tvrdnutí pečiva (Sluková 2003).

Další sacharidy, které v obilce lze najít, mají v porovnání se zásobním škrobem pouze malé zastoupení (1–2 % hmotnosti). Jedná

se o jednoduché cukry (např. glukóza, fruktóza), disacharidy a oligosacharidy, které slouží jako rychlý zdroj energie pro růst nové rostliny nebo jako stavební jednotky pro složitější polysacharidy. Nachází se v obalových vrstvách a buněčných stěnách endospermu.

Někdy se můžeme setkat s názorem, že starší druhy pšenice (jednozrnka, dvouzrnka a špalda) mají nižší obsah sacharidů a škrobu, než je tomu u běžné pšenice seté. Geisslitz a kol. (2020) uvádí, že běžná pšenice setá má podíl celkových sacharidů přibližně 72 %, což je srovnatelné s dvouzrnkou (72,3 %) i tvrdou pšenicí (71,1 %). Nižší obsah sacharidů je uváděn pro špaldu (67,7 %) a jednozrnku (53,1 %) (obr. 3). Jedná se o celkové sacharidy, tzn. kromě škrobu, který tvoří největší podíl, jsou zahrnuty i jednodušší sacharidy a neškrobové polysacharidy

patří do vlákniny. Obsah samotného škrobu hodnotí např. Kulathunga a kol. (2021). Průměrné hodnoty obsahu škrobu uvádí nejvyšší pro dvouzrnku (65,9 %, s rozsahem pro různé odrůdy mezi 64,3 a 66,9 %), dále následuje pšenice setá s průměrem 62,3 % (odrodné rozpětí 60,5 až 65,1 %) a jednozrnka s hodnotou 62,2 % (min. a max. hodnoty byly 61,7 a 62,8 %). Nejnižší průměrná hodnota patřila špaldě 61,6 % (min. a max. hodnoty byly 61,2 a 61,9 %). Z rozdílů mezi minimální a maximální hodnotou je zřejmé, že obsah škrobu velmi záleží na testovaných odrůdách jednotlivých druhů pšenice.



Kromě jednoduchých sacharidů a škrobu tvoří podíl celkových sacharidů i neškrbové polysacharidy, které jsou součástí vlákniny. Pšenice je významným zdrojem vlákniny, zejména, když se konzumuje v celozrnné formě. Vláknina je definována jako nestravitelná část rostlinné stravy, která je odolná vůči trávení. I když ji tělo trávit nedokáže, je důležitá pro správnou funkci střev a slouží jako substrát pro střevní mikroflóru. Obecně ji dělíme na rozpustnou a nerozpustnou. Rozpustná vláknina ve vodě bobtná a tvoří gelovitou hmotu, která zpomaluje průchod potravy v trávicím traktu, což vede ke zpomalení vstřebávání glukózy a cholesterolu z potravy. Nerozpustná vláknina působí ve střevech jako kartáč, což urychluje průchod nestrávených zbytků trávicím traktem a pomáhá odstraňovat odpadní látky z těla. Také působí na peristaltiku střev.

Celkový obsah vlákniny u celozrnné pšeničné mouky je mezi 10 až 19 %. Většinu této vlákniny tvoří komponenty buněčných stěn jako jsou neškrbové polysacharidy a další látky. Malý podíl vlákniny je tvořen i škrobem, který je odolný vůči trávení, a proto se označuje jako rezistentní škrob. Menší zrna mohou mít podíl vlákniny vyšší, protože mají vyšší poměr mezi obalovými vrstvami a endospermem.

Největší podíl vlákniny tvoří arabinoxylany (5,53–7,42 % sušiny celozrnné pšeničné mouky), což jsou polysacharidy složené ze dvou jednoduchých cukrů xylózy a arabinózy. Xylóza tvoří hlavní řetězec, zatímco arabinóza způsobuje větvení řetězce. Arabinoxylany patří mezi probiotika, protože jsou prospěšné pro podporu rozmanitosti i funkce střevní mikroflóry. Další významnou

složkou vlákniny jsou celulóza (1,67–3,05 % sušiny celozrnné pšeničné mouky), β -glukany (0,51–0,96 % sušiny celozrnné pšeničné mouky) a fruktany (0,84–1,85 % sušiny celozrnné pšeničné mouky). U celulózy a β -glukanů je stavební jednotkou glukóza a u fruktanů fruktóza. β -glukany jsou zajímavou složkou vlákniny, která má pozitivní vliv na zdraví. V poslední době roste zájem o β -glukany, protože bylo prokázáno jejich příznivé působení na hladinu cholesterolu a glukózy v krvi. V pšenici není obsah β -glukanů příliš vysoký (většinou do 1 %), u jiných druhů obilovin, jako jsou ječmen a zejména oves, je jejich obsah vyšší.

Kromě polysacharidů jsou součástí vlákniny i další makromolekuly, např. lignin. Ten tvoří 0,74–2,03 % sušiny celozrnné pšeničné mouky, je součástí buněčných stěn, kde ovlivňuje tuhost a pevnost rostlinných tkání.

Jednotlivé komponenty vlákniny nejsou v zru pšenice rozloženy rovnoměrně, jejich podíl v jednotlivých částech zrna se mění. Nejlepším zdrojem vlákniny jsou vnější obalové vrstvy (pericarp a testa). Také aleuronová vrstva je bohatá na vlákninu a obsahuje arabinoxylany (65 %), β -glukany (29 %) a celulózu (2 %). Endosperm je na vlákninu poměrně chudý a bílá mouka z něj připravená obsahuje pouze 2–3 % vlákniny. Hlavní složkou jsou arabinoxylany (70 %), β -glukany (20 %), celulóza (2 %), fruktany (2 %) a rezistentní škrob (Shewry a kol. 2015; Andersson a kol. 2013).

Nejvyšší obsah vlákniny má zrna pšenice seté (12,3 %), dále špalda (10,3 %), jednozrnka (8,7 %) a nejméně pšenice dvouzrnka (7,9 %) (Løje a kol. 2003). V obrázku 3B jsou uvedené výsledky získané v rámci programu HEALTHGRAIN, kde analyzovali celkovou vlákninu, β -glukany a lignin u odrůd pšenice seté, tvrdé pšenice, jednozrnky, dvouzrnky a špaldy, jak byly publikovány v práci Shewry a kol.

2015. Hrubou vlákninu v běžné pšenici, jednozrnce, dvouzrnce a špaldě studoval Biel a kol 2021 Hrubá vláknina je nerozpustná vláknina, která nepodléhá bobtnání a trávení v lidském organismu. Její hlavní složkou je především celulóza a lignin. Nejvyšší obsah hrubé vlákniny měla jednozrnka a dvouzrnka (5,19 a 5,03 %), nižší obsah měly špalda a pšenice setá (1,96 a 1,78 %).

Dusíkaté látky - bílkoviny

Z potravinářského hlediska je dnes u pšenice sledováno hlavně množství dusíkatých látek (N-látek) a jejich vlastností. Dusíkaté látky jsou z větší části tvořené (i) bílkovinami, což jsou biopolymery jejichž základní stavební jednotkou jsou aminokyseliny, a (ii) nebílkovinnými sloučeninami, což mohou být například nitráty, aminocukry, amidy, aminy. Bílkoviny je možné rozdělit podle jejich funkce v organismu do několika skupin, a to stavební, katalytické, transportní či zásobní.

Pšenice je pro člověka významným zdrojem bílkovin. V celosvětovém měřítku přispívá cca 20 % k celkovému příjmu bílkovin lidstva a vědci jsou zajedno v tom, že bude i nadále hrát hlavní roli v úsilí o nasycení rostoucí populace (Deyalage a kol. 2024). Obsah bílkovin v zru pšenice je mezi 10 až 15 % v závislosti na druhu a odrůdě pšenice, závisí také na počasí v daném roce, hnojení a dalších agrotechnických postupech. Nejvýznamnější a nejvíce sledované bílkoviny jsou lepkotvorné prolaminy a gluteliny, které v případě pšenice nazýváme gliadin a glutenin. Patří mezi zásobní bílkoviny (uhlík, dusík a síra určené pro klíčení a růst mladé rostliny), které jsou přítomné v endospermu

zrna. Jejich mechanickým zpracováním s vodou za přítomnosti kyslíku dochází k propojování peptidových vazeb částí bílkovin a vzniká pevný gel, který nazýváme lepek. Ten vytváří prostorovou strukturu vzniklého těsta a zadržuje plyny vznikající při kynutí. Lepek je příčinou jedinečných vlastností pšeničného těsta, tj. jeho tažnosti a pružnosti. Gliadin má nižší molekulovou hmotnost v porovnání s gluteninem a poskytuje lepku tažnost, glutenin poskytuje lepku pružnost. Množství bílkovin gliadinu a gluteninu v zru, ale i poměr mezi nimi určuje, zda má pšenice dobré pekařské vlastnosti. Bílkoviny gliadin a glutenin jsou zastoupeny v poměru 2:3 a představují 70–80 % z celkového obsahu N-látek v zru pšenice (Brouns a kol. 2022). Pšenice setá je ze zpracovatelského hlediska považována jako ideální surovina pro přípravu pekařských výrobků, díky své schopnosti tvořit viskoelastické těsto s ideální kombinací elasticity a pevnosti. Tvrdá pšenice má lepek pevný, ale tvrdý, což je ideální pro přípravu těstovin. Starší druhy pšenice tvoří měkčí těsto s nižší elasticitou a větší roztažností, kvůli nižší kvalitě lepku.

Pšenice kromě gliadinu a gluteninu obsahuje i další bílkoviny, které tvoří zbylých 20–30 % obsahu bílkovin. Jedná se o frakce albuminu a globulinu, které jsou rozpustné ve vodě a roztocích solí. Oba typy bílkovin jsou přítomny hlavně v klíčku, aleuronové vrstvě a periferní oblasti endospermu. V obilce mají kromě zásobní funkce především metabolické a strukturní funkce, tzn. jsou součástí enzymů a jejich inhibitorů, buněčných stěn, membrán a ribozomálního aparátu. Z výživového hlediska jsou pro člověka hodnotnější, protože mají vyšší zastoupení esenciálních aminokyselin (např. threoninu, lysinu a tryptofanu) a často na sebe vážou minerální látky (Fe, Zn, Mg) (Hailegiorgis a kol. 2020). Nicméně při zpracování zrna klasickým mletím na bílou mouku se jejich množství ve výsledné mouce snižuje.

Bílkoviny nejsou v zru rozmístěny rovnoměrně. Nejbohatší částí je endosperm, jehož obsah bílkovin bývá obvykle jen o 2 % nižší, než je obsah bílkovin v celozrnné mouce. Zbylá 2 % obsahu připadají na obalové vrstvy a klíček (Shewry a kol. 2015).

Stejně jako obsah škrobu i obsah bílkovin závisí na odrůdě a rozpětí mezi maximální a minimální hodnotou u jednotlivých druhů je proto široké. Např. Deyalage a kol. 2024 uvádí obsah bílkovin u pšenice jednozrnky 13,8–22,8 %, u dvouzrnky 13,5–23,9 %, u pšenice špaldy 12,8–18,7 % a u pšenice seté 8,5–16,8 %. Také Biel a kol. (2021) zjistil, že nejvyšší obsah bílkovin má jednozrnka (18,1 %), dále dvouzrnka (15,4 %), následována špaldou s obsahem 12,8 % a pšenice setá měla nejnižší obsah (11 %). V obrázku 4 jsou použity výsledky z článku Geisslitz a kol. 2019, ve kterém autoři studovali obsah bílkovin, lepku, gliadinu a gluteninu u pšenice jednozrnky, dvouzrnky, špaldy, tvrdé pšenice a pšenice seté. Z výsledků vyplývá, že pšenice setá měla nejnižší obsah bílkovin (v průměru 96,1 mg/g) a naopak tvrdá pšenice nejvyšší obsah (v průměru 125 mg/g). Tomu odpovídaly výsledky obsahu lepku a gliadinu, kdy v případě pšenice seté byl jejich obsah nejnižší ve srovnání s ostatními druhy pšenice. V případě gluteninu měla nejnižší obsah pšenice jednozrnka (10,3 mg/g) a nejvyšší obsah byl naměřen pro špaldu (19,0 mg/g).

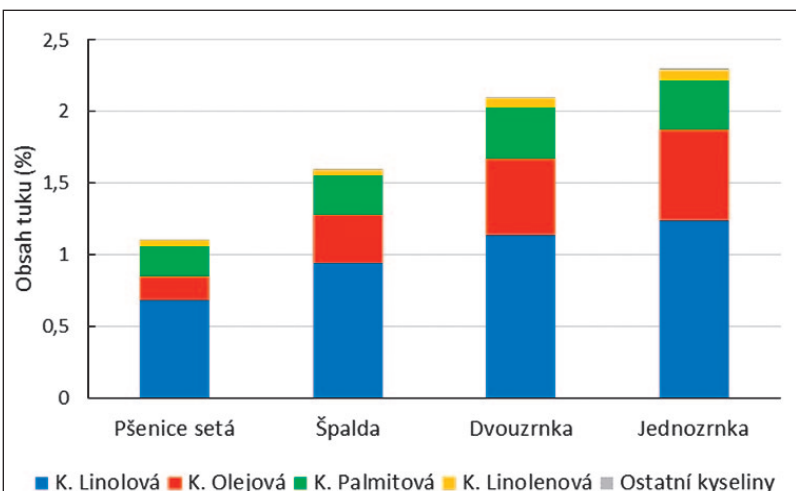
Šlechtění pšenice od roku 1891 do 2010 přispělo k růstu obsahu gluteninu, ale snížil se celkový obsah bílkovin a obsah gliadinu, nicméně nedošlo ke změně obsahu rozpustných bílkovin a celkového lepku. Právě vyšší obsah gluteninu u běžné pšenice seté je spojován s jejími lepšími pekařskými vlastnostmi (Brouns a kol. 2022).

Z nutričního hlediska je pro člověka důležité aminokyselinové složení jednotlivých bílkovin a jejich stravitelnost. Mezi 20 aminokyselinami, ze kterých jsou bílkoviny složeny, je 9 z nich (leucin, isoleucin, valin, lysin, methionin, fenylalanin, threonin, tryptofan a histidin) zařazeno mezi tzv. esenciální aminokyseliny, což jsou sloučeniny, které si lidský organismus nedokáže syntetizovat a je nutné je přijmout v potravě. Je známo, že pšenice obecně je na tyto esenciální aminokyseliny poměrně chudá. Nejméně je zastoupen lysin, jehož množství nedokáže pokrýt ani minimální fyziologickou dávku pro dospělého člověka (14–35 mg na kilogram tělesné hmotnosti). Ostatní esenciální aminokyseliny požadované množství pokrývají (Shewry a kol. 2015). Nižší obsah esenciálních aminokyselin v bílé mouce je spojen s vysokým podílem lepkotvorných bílkovin, které tvoří až 80 % složení a jsou bohaté na glutamin a prolin, a velmi chudé na již zmíněný lysin. Ostatní bílkoviny, přítomné v jiných částech zrna, jsou na lysin bohatší (Shewry a kol. 2015; Deyalage a kol. 2024).

Tuky

Tuky jsou v pšenici obsaženy v porovnání se škrobem a bílkovinami jen minimálně. Jejich množství v zru se udává okolo 2 %, v odborné literatuře se setkáváme s rozmezím 1–6 %. Nejvíce tuku je obsaženo v klíčku (28,5 %) a aleuronové vrstvě (8 %). V endospermu je jeho obsah nižší (1,5 %) (Biel a kol. 2021). Starší odrůdy pšenice (jednozrnka, dvouzrnka a špalda) mají obvykle vyšší obsah tuku než běžná pšenice setá (Obrázek 5).

Pšeničný tuk je bohatý na nenasycené mastné kyseliny. Největší podíl připadá na kyselinu linolovou (nenasycená mastná kyselina, 53 – 63 % z celkového obsahu tuku), kyselinu olejovou (nenasycená mastná kyselina, 15 – 28 % z celkového obsahu tuku), kyselinu palmitovou (nasycená mastná kyselina, 15 – 20 % z celkového obsahu tuku), kyselinu linolenovou (nenasycená mastná kyselina, 3–4 % z celkového obsahu tuku) a další kyseliny s obsahem nižším než 2 % z celkového obsahu tuku (Kulathunga a kol. 2021). Pluchaté druhy pšenice (špalda, jednozrnka a dvouzrnka) měly v porovnání s pšenicí setou nižší obsah nasycených mastných kyselin (např. k. palmitová) a byly bohatší na nenasycené mastné kyseliny s jednou dvojnou vazbou (např. k. olejová). Naopak obsah mastných kyselin s více dvojnými vazbami (např. k. linolová) byl vyšší u běžné pšenice seté v porovnání s pluchatými druhy. Je zřejmé, že pšenice je bohatý zdroj nenasycených mastných kyselin, které jsou prekurzorem



Obr. 5: Obsah tuku a vybraných mastných kyselin v různých druzích pšenice (Výsledky převzaty z publikace Kulathunga a kol. 2021)

pro řadu biologických molekul, a které slouží jako zdroj energie, jsou stavebním prvkem pro tvorbu lipidů a podílí se na důležitých metabolických procesech.

Závěr

Pšenice je v globálním měřítku druhou nejvíce pěstovanou obilovinou. Její konzumace celosvětově stále roste, a to i v oblastech, ve kterých se pšenice z klimatických důvodů nepěstuje nebo kde v minulosti bylo základní plodinou něco jiného, např. v jižní Americe. Šlechtění pšenice seté během posledních 100 až 150 letech zvýšilo její výnos a zlepšilo potravinářskou kvalitu. Nicméně je třeba připustit, že roste i počet jedinců, kterým může konzumace pšenice a výrobků z ní připravených působit zdravotní problémy. Tito lidé musí pšenici ze svého jídelníčku vynechat. Pokud se nejedná o celiakii, mohou zkusit, zda jiné druhy pšenice, které mají z genetického hlediska jiné složení bílkovin, mohou být pro jejich trávicí systém přijatelnější. V poslední době se dostávají jiné druhy pšenice do popředí zájmu i u lidí, kteří se snaží obohatit svůj jídelníček o tzv. „zdravější“ potraviny. Tyto pšenice mají také charakteristické senzorické vlastnosti, které obohacují paletu konzumovaných potravin, např. špalda je známá svou oříškovou chutí. Navíc jejich pěstování rozšiřuje spektrum plodin v osevních postupech a jsou

vhodnější pro ekologické pěstování, protože jsou méně náchylné k chorobám a potřebují méně hnojiv.

Z pohledu makroživin je zrno všech druhů pšeníc dobrou zásobárnou energie, která je uložena ve formě škrobu a je také dobrým zdrojem bílkovin, i když zastoupení esenciálních aminokyselin není z nutričního hlediska ideální. V klíčku jsou ve větším poměru zastoupeny nenasycené mastné kyseliny, které v organismu hrají důležitou funkci v různých metabolických drahách. V celozrnné podobě jsou všechny druhy pšenice dobrým zdrojem vlákniny, jejíž konzumace je doporučena jako prevence řady civilizačních chorob. Kromě základních živin je pšenice také zdrojem minerálů, některých vitamínů a široké škály biologicky aktivních látek. Tyto sloučeniny si získaly pozornost pro své pozitivní účinky na lidský organismus, díky kterým pomáhají předcházet řadě civilizačních chorob. Tzv. mikroživinám v pšenici bude věnován článek v některém z následujících čísel. (Recenzováno)

Poděkování

Článek byl sepsán díky institucionální podpoře Ministerstva zemědělství MZE-RO1123.

Seznam použité literatury je k dispozici u autorek.

Choroby pat stébel obilnin v podmínkách vlhkého začátku kultivační sezóny 2024/2025

(*Stem base diseases of cereals under conditions of a wet start of the 2024/2025 growing season*)

Dominik Bleša, Pavel Matušinský, Ludvík Tvarůžek
Agrotest fyto, s.r.o., Havlíčkova 2787/121, 76701 Kroměříž

Souhrn: Pěstitelský ročník 2024/2025 byl z hlediska výskytu chorob pat stébel obilnin specifický mimořádně vlhkým podzimem a relativně mírnou zimou, které významně ovlivnily půdní prostředí i fyziologickou kondici porostů v raných vývojových fázích. Tyto podmínky vytvořily zvýšený infekční tlak půdních patogenů, zejména rodů *Microdochium*, *Gaeumannomyces*, *Fusarium* a *Oculimacula*. Cílem práce bylo zhodnotit rizikové faktory rozvoje chorob pat stébel v daném ročníku a zasadit lokální výsledky do širšího agronomického kontextu. Součástí studie byl polní experiment zaměřený na vliv patogenu *Gaeumannomyces* spp. na výnos pšenice ozimé, realizovaný na dvou lokalitách s rozdílnou úrovní výskytu patogenu, a dále monitoring zdravotního stavu bází stébel u pšenice a ječmene. Výsledky prokázaly vysoký infekční tlak *Microdochium* spp. bez odpovídající symptomatiky, omezený výskyt *Fusarium* spp. a významný záchyt *Oculimacula* spp., důležitý pro včasné rozhodování o ochraně porostů. Přínos moření osiva se projevil především v podmínkách zvýšeného infekčního tlaku, nikoli plošně. Studie potvrzuje, že ochrana proti chorobám pat stébel vyžaduje komplexní přístup založený na preventivních agrotechnických opatřeních, práci s půdním prostředím a cíleném využívání ochranných zásahů.

Klíčová slova: choroby pat stébel, obilniny, *Gaeumannomyces*, *Microdochium*, půdní vlhkost, moření osiva, infekční tlak

Abstract: The 2024/2025 cropping season was specific with respect to the occurrence of stem base diseases of cereals due to an exceptionally wet autumn followed by a relatively mild winter, which significantly affected soil conditions and the physiological status of crops during early growth stages. These conditions resulted in increased infection pressure of soilborne pathogens, particularly species of *Microdochium*, *Gaeumannomyces*, *Fusarium*, and *Oculimacula*. The aim of this study was to evaluate key risk factors influencing the development of stem base diseases under the conditions of the given season and to place local observations into a broader agronomic context. The study included a field experiment assessing the effect of *Gaeumannomyces* spp. on winter wheat yield at two sites differing in pathogen occurrence, as well as monitoring of stem base health in wheat and barley stands. The results demonstrated a high infection pressure of *Microdochium* spp. without corresponding severe symptoms, a limited occurrence of *Fusarium* spp., and a significant detection of *Oculimacula* spp., which is important for timely decision-making in crop protection. The benefit of seed treatment was evident mainly under conditions of increased infection pressure rather than as a general yield-enhancing measure. The study confirms that effective management of stem base diseases requires an integrated approach combining preventive agronomic practices, soil management, and targeted plant protection measures.

Key Words: stem base diseases, cereals, *Gaeumannomyces*, *Microdochium*, soil moisture, seed dressing, infection pressure