

Barevné látky mohou ovlivňovat adaptaci pšenice ke stresu

Martinek, P., Polišínská, I.
Agrotest fyto, s.r.o., Havlíčkova 2787, Kroměříž

Úvod

Existence pšenice schopné produkovat různé barevné látky v zrnu vede k možnosti tvorby odrůd s odlišným zbarvením zrna, tedy jiným, než mají běžné odrůdy ozimé pšenice. U běžných odrůd je zbarvení označováno jako červené. Zbarvení zrna může být purpurové, modré, žluté (se žlutým endospermem), bílé a případně s dalšími odstíny, vyvolanými kombinací příslušných genů. Kromě genů pro zbarvení perikarpu a aleuronu zrna existují i další geny pro zbarvení dalších orgánů pšenice, jakými jsou stéblo, prašníky, listové čepele, pochvy listů, plevy, osiny, koleoptile, ouška (Khlestkina, 2012, 2013; Tereschenko, 2013). Antokyany způsobující zbarvení do modra, fialova a červena patří do široké skupiny polyfenolických látek, mezi které rovněž patří i řada nebarevných sloučenin. V rostlinách zastávají různorodé metabolické funkce. Chemicky odlišné jsou tetraterpeny, kam patří karotenoidy způsobující červené a žluté zbarvení. Barevné látky rostlin jsou obecně pokládány za významné antioxidanty umožňující snižovat obsah volných radikálů v tělech konzumentů, a tím pozitivně ovlivňovat zdraví. V zrnu odrůd pšenice s purpurovým, modrým a žlutým zbarvením jsou přítomny stejné druhy anthokyanů a karotenoidů, jaké se běžně vyskytují v zelenině a ovoci (Poier et al., 2013). Proto je předpoklad, že tyto látky, nacházející se v zrnu pšenice, budou působit podobně.

Barevné látky a abiotický stres

U rostlin existují vztahy mezi pigmentací a odolností vůči nepříznivým okolním podmínkám. Toho si všiml již Charles Darwin, který uvádí vyšší odolnost vůči chorobám a chladu u cukrové třtiny, vinné révy, cibule a sporýše (verbeny) se zvýšeným obsahem červeného pigmentu (Darwin, 1883). V posledních letech se objevují další údaje o vztahu mezi výskytem barviv a odolností rostlin k biotickému a abiotickému stresu. Je to rovněž způsobeno rozvojem analytických metod. Anthokyany jsou schopné absorbovat světlo s přebytkem UV-záření (Gould, 2004), případně s gama zářením (Hong et al., 2018) a zabraňovat vývoji fotooxidačního stresu (Gould et al. 2018). Jejich přítomnost může být také významným parametrem ochrany při stresové zátěži rostliny, především světelné a chladové (Delgado-Vargas a Paredes-López, 2002). Při vysoké míře svítu se v listech kumulují anthokyany ve zvýšeném množství, čímž dochází k zastínění chloroplastů a výraznému snížení rizika světelného poškození chlorofylu (Pietrini et al., 2002). Zabraňují vlivu nedostatku fosforu, který může vést ke zvýšené akumulaci sacharidů během fotosyntézy, a tím přispívají k ochraně fotosyntetického aparátu (Steyn et al., 2002). Anthokyany jsou schopné vytvářet stabilní komplexy s ionty těžkých kovů (Hale et al., 2001, 2002), jsou významnými látkami podílejícími se na osmoregulační schopnosti, čímž způsobují ochrannou roli za podmínek extrémních teplot, při vlivu sucha a zasolení, mohou zabraňovat oxidaci lipidů a tím chránit plasmatickou membránu před poškozením (Bandy a Bechara 2001; Verstraeten et al., 2003; Hughes et al. 2013; Ma et al., 2014). Srovnávací analýza téměř izogenních linií pšenice, lišících se navzájem obsahem anthokyanů v koleoptile a perikarpu, prokázala vyšší toleranci k suchu u linie s vyšším obsahem purpurového barviva (Tereshchenko et al., 2012a, 2012b).

Běžně pěstované odrůdy s červeným (standardním) zbarvením zrna jsou odolnější vůči porůstání, než odrůdy s bílým zrnem, a to díky přítomnosti taninů, které patří mezi hořké látky. Taniny mohou inhibovat hydrolytické enzymy, a tím ovlivňovat porůstání (Debeaujon et al., 2000). Rovněž anthokyany mohou ovlivňovat tyto vlastnosti (Shin et al., 2017). V poslední době je diskutována schopnost některých flavonoidů tvořit chelátové komplexy s kadmiiem. U ječmene to vedlo ke snížení stresu vyvolaného tímto těžkým kovem (Lachman et al., 2005). Zajímavá je reakce purpurové a modře zbarvených pšenic na uměle vyvolaný stres zasolením chloridem sodným, která se projevuje zvýšením obsahu prolínu. Přitom barevné pšenice jsou schopny tvořit a udržovat výrazně vyšší produkci suché hmoty v podmínkách se stresem oproti kontrolním rostlinám bez těchto pigmentů (Mbarki et al., 2018).

Karotenoidy mají funkci světlosběrných pigmentů při fotosyntéze, chrání proti fotoinhibici, vytvářejí komplexy s proteiny. Světlosběrná funkce karotenoidů je pro rostliny nezbytná kvůli absorpci v modré oblasti světelného záření. Absorbovaná energie je dále předávána chlorofylu. U vyšších rostlin tuto funkci plní převážně lutein a neoxanthin.

Barevné látky a biotický stres

Některé látky ze skupiny flavonoidů jsou toxické pro houby, bakterie, viry a hmyz. Jejich silná schopnost zachytávat volné radikály může částečně vysvětlit jejich ochrannou úlohu v podmínkách biotických stresů, protože infekce rostlin různými patogeny je doprovázena oxidačním stresem (Shoeva et al., 2017). U planého ječmene s antokyany v povrchových vrstvách zrna byla zjištěna nižší citlivost k výskytu fuzariózního klasu *Fusarium poae*, *F. culmorum* a *F. graminearum* v podmínkách umělé infekce, než u mutantů bez těchto látek, kteří byli vysoce citliví (Skadhauge et al., 1997). Byla prokázána souvislost mezi purpurovou barvou koleoptile a prašníků pšenice a její lepší odolností ke sněti mazlavé (Bogdanova et al., 2002).

Odolnost pšenic s odlišným zbarvením zrna k fuzárii klasu

V Kroměříži byla provedena v roce 2016 u části šlechtitelských linií umělá infekce směsí spor *Fusarium culmorum*. *Fusarium Head Blight* (FHB) je houbové onemocnění klasů obilovin, které způsobuje velké hospodářské a zdravotní problémy hlavně v potravinářství. Zdravotními dopady na spotřebitele spočívající v kontaminaci zrna mykotoxiny. Cílem pokusu bylo prozkoumat vztah mezi rezistencí k FHB a barvou zrna pšenice a porovnat rozdíly v obsahu DON a symptomatickém hodnocení. Vegetační období 2015/2016 bylo klimaticky příznivé pro rozvoj choroby. Pro hodnocení byla použita novošlechtění a vybrané odrůdy vyseté v 10m² parcelách ve čtyřech opakováních v Kroměříži. Byla použita obvyklá pěstební technologie s morforegulátorem Moddus (0,3 l/ha) bez použití fungicidů. Umělá infekce spory byla provedena ve třech termínech (6. 6., 10. 6. a 13. 6.). Bylo provedeno symptomatické hodnocení podle metodiky ÚKZÚZ a hodnocení obsahu DON metodou ELISA v laboratoři společnosti Agrotest fyto, s.r.o. (Tab. 1).

Tab. 1. Odolnost vybraných linií ozimé pšenice s barevným zrnem ke klasovým fuzáriím v roce 2016

Polní číslo 2016	Původ	Symptomatické hodnocení (9-1)		Obsah DON (µg/kg)	
		Neinokulovaná varianta	Inokulovaná varianta	Neinokulovaná varianta	Inokulovaná varianta
Modré zrnó					
V2-1-16	BAUB 2786.2/RU 440-6	7,4	5,8	24	649
V2-3-16	BAUB 2786.2/RU 440-6	6,6	5,3	46	1604
V2-4-16	Rheia/MRS ze SR//Mironovskaya 808	6,4	5,7	49	819
V2-5-16	RU 440-6/Ludwig	7,2	4,3	20	3552
V2-6-16	RU 440-6/Ludwig	5,3	4,7	79	2776
V2-8-16	RU 440-6/Ludwig	5,6	5,4	48	1293
V2-9-16 (AF Oxana)	RU 440-6/Ludwig	5,1	4,9	84	2628
V2-11-16	RU-440/Magister	6	5,7	44	688
V2-13-16	Skorpion	5,3	3,9	56	4788
V2-14-16	KM 824-1-01/RU 440-5	5,5	4,5	24	3559
	Průměr	6	5	48	2236
	Směrodatná odchyška	1,8	0,7	22	1440
Purpurové zrnó					
V2-20-16	ANK-28A/Akterur	7,5	4	25	4858
V2-21-16	ANK-28A/Akterur	8,1	5,9	<20	447
V2-22-16 (AF Jumiko)	ANK-28A/Meritto	7,4	4,7	<20	2724
V2-23-16	KM 618-14	8,5	4,6	<20	2680
V2-24-16	Record/3/ZG K 3-82/Buitre Cometa// ST 2009/4/TP/Akteur	7,4	5,4	25	1389
V2-25-16	Record/3/ZG K 3-82/Buitre Cometa// ST 2009/4/TP/Akteur	8,2	6	<20	94
V2-28-16	PS Karkulka	8,4	5,6	<20	973
V2-29-16	Purple Feed/Ludwig	8,8	5,1	<20	2058
V2-30-16	Purple Feed/Ludwig	6,1	4,6	42	2943
V2-32-16	Blaucorn/Zappa	7,8	6	<20	119
	Průměr	7,8	5,2	15	1829
	Směrodatná odchyška	1,8	0,7	13	1519
Žlutý endosperm					
V2-15-16	Citrus/Bona Dea	7,3	3,6	34	21163
V2-16-16	Bona Vita	7,1	2,5	<20	24606
V2-17-16	Citrus	8,2	4,6	<20	5394
	Průměr	7,5	3,6	19	17054
	Směrodatná odchyška	0,6	1,1	14	10244
Červené zrnó (standární zabarvení)					
V2-40-16	Dagmar	7,2	5	<20	172
V2-42-16	Matchball	7,4	4,9	<20	400
V2-38-16	Tobak	5,6	4,1	<20	1949
V2-39-16	Julie	7,5	4,5	<20	1208
V2-34-16*)	KM 245-04/Buitre Cometa	6,4	2,4	<20	7567
V2-35-16*)	KM 245-04/Buitre Cometa	6,8	4,5	<20	1158
V2-36-16**)	Alana/3/Ra-1/ZG K 242-82//Ra-1	5,4	3,9	23	2338
V2-37-16**)	ZE 03-1881/4/Alana/3/Ra-1/ZG K 242- 82//Ra-1	6,2	4,6	99	1007
	Průměr	6,6	4,2	22	1975
	Směrodatná odchyška	0,8	0,8	32	2370

Výsledky symptomatického hodnocení korelovaly statisticky průkazně s obsahem DON jak u inokulované, tak i neinokulované varianty. Byly nalezeny velké rozdíly mezi jednotlivými genotypy v obsahu DON. Skupina pšenic se standardním (červeným) zbarvením zrna, která zahrnovala i běžné odrůdy, měla v průměru 1975 µg/kg DON, pšenice s purpurovým zrnem 1829 µg/kg, pšenice s modrým zrnem byly výrazněji horší nejen v inokulované variantě (2236 µg/kg DON), ale i ve variantě bez inokulace (48 µg/kg DON). Nejvíce DON (17054 µg/kg) bylo u pšenic se žlutým zrnem (tento soubor měl pouze tři genotypy). Přestože výsledky nelze zobecnit kvůli malému počtu výsledků a neexistenci opakování v následujících ročnících, které nebyly tak příznivé pro rozvoj choroby, výsledky naznačují určité odlišnosti ve skupinách lišících se barvou zrna. U genotypů s modrým zrnem byla barva odvozena od odrůdy Skorpion (v původech je zachováno označení RU 440-6), to znamená, že v tomto případě se jednalo o stejný způsob genetického založení modré barvy u hodnocených vzorků. Seznam použité literatury je u autorů článku.

Závěr

Rozšíření šlechtitelského zájmu o využití forem pšenice s rozdílným zbarvením zrna a rostlinných orgánů může být potenciálním přínosem pro tvorbu linií se zvýšenou odolností k různým stresům. Zároveň zde může být využito možnosti obohacení zrna o barevné látky (anthokyany a karotenoidy) s antioxidačním účinkem a tím pozitivně působit na zdraví konzumentů. Orientační výsledky naznačily, že by mezi genotypy s purpurovým zrnem mohly být potenciální zdroje se zlepšenou odolností ke klasovým fuzáriím.

Poděkování

Článek vznikl za podpory Ministerstva zemědělství, institucionální podpora MZe-RO1118.

Výsledky zkoušení kolekce odrůd jarního ječmene v roce 2017

(The results of spring barley variety trial in 2017)

Růžková, S., Tvarůžek, L.,
Agrotest fyto, s.r.o., Havlíčkova 2787, Kroměříž

Souhrn: 20 odrůd jarního ječmene bylo hodnoceno v odrůdovém pokusu v lokalitě Kroměříž. Pokus byl vyset ve dvou variantách ošetření: nízká intenzita – bez ošetření a intenzivní varianta – ošetřeno regulátory a fungicidy. V průběhu vegetace byla u jednotlivých odrůd hodnocena odolnost k poléhání a k chorobám, délka rostlin a počet produktivních stébel na m². Po sklizni byl vyhodnocen výnos odrůd, hmotnost tisíce zrn. Nejvyšší výnos byl dosažen u odrůdy KWS Amadora.

Klíčová slova: jarní ječmen, odrůdy, výnos, HTZ

Abstract: 20 spring barley cultivars were evaluated in small plot trial on Kroměříž locality. The plots completely untreated with fungicides and growth regulators as a „low intensity“ system were compared with „high intensity“ technology – treated with regulators and fungicides. The varieties were evaluated during the vegetation for lodging and disease resistance, height of plants and stem number per m². The yield and thousand kernel weight were evaluated after the harvest. The highest yield was achieved in KWS Amadora in both intensities.

Key Words: spring barley, cultivars, yield, TGW

Úvod

V roce 2017 byl v České republice ječmen pěstován přibližně na 327 707 ha, samotný ječmen jarní byl pěstován na 230 529 ha (Graf 1). Sklizeno bylo celkem 1 675 594 t ječmene. Odhadovaná sklizeň ječmene jarního v loňském roce činila 1 121 524 t a dosahovala tak 92,9 % roku 2016 (1 207 811 t) a je nižší než průměr za posledních šest let (Graf 2). Průměrný hektarový výnos jarního ječmene byl v loňském roce v celé ČR 4,87 t, což proti roku 2016 znamená snížení výnosu o 0,58 t/ha (Graf 3). Základem úspěchu při pěstování nejen jarního ječmene je správný výběr odrůdy. Tato odrůda musí být vhodná jak pro danou lokalitu, tak pro daný účel, ať už se jedná o odrůdy určené ke sladovnickému a potravinářskému využití nebo odrůdy vhodné ke krmení. V České republice se z celkové produkce jarního ječmene ke sladovnickému zpracování využívá přibližně 30 procent.

