

## Závěr

Všechny studované odrůdy pohanky měly, s výjimkou rutinu, víceméně srovnatelné nutriční složení. Potvrdilo se, že velký význam má způsob zpracování nažky, tj. mletí, protože jednotlivé mlecí frakce mají různý podíl endospermu, klíčku, obalových částí, popř. slupek, a tudíž i jiné složení. Z uvedených výsledků jasně vyplývá, že nutričně nejhodnotnější jsou jemné otruby, které jsou velmi bohaté na bílkoviny, minerální látky i rutin. Využití této frakce ve formě recepturního přídatku by mohlo zvýšit nutriční hodnotu i jiných než pohankových pekařských výrobků.

Dnešní stravování je převážně založeno na obilovinách, jako je pšenice, kukuřice, ječmen, rýže nebo oves. Pohanka je nejen velmi dobrou náhradou obilovin pro lidi citlivé na lepek, ale může být také výborným zpestřením, a hlavně obohacením stravy běžné populace. V současné době se pohanka do jídelníčků pomalu vrací díky své tradici i typické chuti, zejména však kvůli pozitivnímu vlivu na lidské zdraví. Díky své vynikající nutriční hodnotě a všestranné přizpůsobivosti je pohanka označována za zlatou plodinu moderních agroekosystémů a za jednu z nejuživnějších plodin světa.

## Poděkování

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

## Literatura:

Ganeshpurkar A., Saluja A. K. (2017): The pharmacological potential of rutin, Saudi Pharmaceutical Journal, Vol. 25 (2), p. 149.

Joshi D. C., Chaudhari G. V., Sood S., Kant L., Pattanayak A., Zhang K., Fan Y., Janovská J., Meglič V., Zhou M. (2019): Revisiting the versatile buckwheat: reinvigorating genetic gains through integrated breeding and genomics approach, *Planta*, Vol. 250 (3), p. 783.

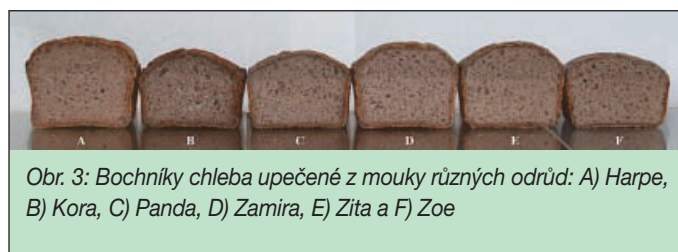
Joshi D. C., Zhang K., Wang C., Chandora R., Khurshid M., Li J., He M., Georgiev M.I., Zhou M. (2020): Strategic enhancement of genetic gain for nutraceutical development in buckwheat: A genomics-driven perspective, *Biotechnology Advances*, Vol. 39, p. 107479.

Irkošková B., Mrázová Z. (2005): Prophylactic components of buckwheat, *Food Research International*, Vol. 38 (5), p. 561.

Moudrý J., Kalinová J., Petr J., Michalová A. (2005): Pohanka a proso, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha.

Pirzadah T. B., Malik B., Tahir I., Ul Rehman R. (2020): Buckwheat journey to functional food sector, *Current Nutrition & Food Science*, Vol. 16 (2), p. 134.

Podolska G. (2016): The effect of habitat conditions and agrotechnical factors on the nutritional value of buckwheat. In *Molecular breeding and nutritional aspects of buckwheat* (pp. 283-297). Academic Press.



## Obsah dusíkatých látek u vybraných položek genetických zdrojů žita (The content of the nitrogenous substances in the selected rye genetic resources)

Zavřelová Marta<sup>1,2)</sup>

<sup>1)</sup> Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o., Havlíčkova 2787, Kroměříž

<sup>2)</sup> Agrotest fyto, s.r.o., Havlíčkova 2787, Kroměříž

**Souhrn:** U souboru 20 genetických zdrojů žita (*Secale cereale* L.) byly sledovány vybrané biologické (výška rostlin), hospodářské (hmotnost tisíce zrn, objemová hmotnost) a kvalitativní (obsah dusíkatých látek) parametry. Znakem s největší variabilitou byla hmotnost tisíce zrn ( $V_k = 18,13 \%$ ), která se pohybovala v rozmezí 19,77 g až 38,79 g. Vysokou variabilitu měl také obsah dusíkatých látek ( $V_k = 13,35 \%$ ), jehož hodnoty se pohybovaly v rozmezí od 11,29 % až 19,89 %. Nejvyšší průměrný obsah dusíkatých látek měla stará československá odrůda Breno (18,0 %). Moderní odrůdy, v souboru zastoupené polskými odrůdami Antoninskie 2006 a Poznanskie, měly ve sledovaném souboru nižší obsahy dusíkatých látek (13,4 % a 12,5 %). Česká odrůda trsnatého žita (*Secale cereale* L. var. *multicaule* METZG. ex ALEF.) Lesan měla obsah dusíkatých látek 16,5 %. Ve studovaném souboru byly také nalezeny negativní korelace mezi obsahem dusíkatých látek a hmotností tisíce zrn a mezi obsahem dusíkatých látek a objemovou hmotností.

**Klíčová slova:** genetická diverzita, chemické složení, *Secale cereale* L., variabilita

**Abstract:** There were observed selected biological (plant height), agronomic (thousand kernel weight, specific weight) and qualitative (content of nitrogenous substances) parameters in the set of 20 rye genetic resources. The characteristic with the highest variability was the thousand grains weight ( $V_k = 18,13 \%$ ), ranged from 19,77 g to 38,79 g. The content of nitrogenous substances had also high variability ( $V_k = 13,35 \%$ ), ranged from 11,29 % to 19,89 %. The old Czechoslovak variety Breno had the highest average content of nitrogenous substances (18,0 %). Modern varieties, represented in the set by Polish varieties Antoninskie 2006 and Poznanskie, had lower contents of nitrogenous substances (13,4 % and 12,5 %, respectively). The Czech variety of *Secale cereale* L. var. *multicaule* METZG. ex ALEF. called Lesan had the content of nitrogenous substances 16,5 %. The negative correlations between the content of nitrogenous substances and thousand kernel weight and between the content of nitrogenous substances and specific weight were found in the studied set of genotypes.

The average period of the variety use within the project was 5 years. The influence of the weather in different years is discussed.

**Key Words:** genetic diversity, chemical composition, *Secale cereale* L., variability

## Úvod

Žito (*Secale L.*) bylo do poloviny 20. století hlavní chlebovou obilovinou u nás. Jeho ústup po druhé světové válce v souvislosti s menšími reakcemi na intenzifikaci zemědělství ve srovnání s pšenicí se dodnes nepodařilo napravit. Žito i tak zůstává plodinou méně úrodných oblastí, kde stále poskytuje vyšší výnosy než pšenice a ječmen. V roce 2021 se žito pěstovalo celkem na 25 154 ha. Pro srovnání, pšenice se pěstovala na rozloze 784 784 ha (Český statistický úřad, 2021).

Žito je však i nadále součástí receptur pro přípravu chleba společně s pšeničnou moukou. Používá se pro přípravu žitného kvásku, který se přidává do těsta (Brandt, 2019). Všeobecně je příjem celozrnných cereálních výrobků spojen se snížením rizika rozvoje řady civilizačních chorob. Nařízení Komise (EU) č. 432/2012 uvedla zdravotní tvrzení konkrétně pro žitnou vlákninu: „Žitná vláknina přispívá k normální funkci střev“. Toto tvrzení by se mělo vztahovat pouze na potraviny s vysokým obsahem vlákniny, jak je stanoveno v příloze nařízení (ES) č. 1924/2006.

Chemické složení žita je podobné ostatním obilovinám, zejména pak pšenice, a závisí především na odrůdě, klimatických a pěstitelských podmínkách a na kvalitě půdy (Wrigley & Bushuk, 2017). Žito obsahuje v endospermu podobné typy bílkovin jako pšenice, avšak při přípravě těsta nevytváří žitné bílkoviny viskoelastickou strukturu těsta jako u pšenice. To je způsobeno zejména jinou strukturou bílkovin, přesněji prostorovým uspořádáním jejich molekul (Oest

et al., 2020). Žitné bílkoviny však mají vyšší obsah albuminů a globulinů bohatých na esenciální aminokyseliny a jsou tak hodnotnější než u pšenice.

Kolekce genetických zdrojů žita je spravována a studována v Zemědělském výzkumném ústavu Kroměříž, s.r.o. od 60. let minulého století. Od roku 1993 je pak uchovávaní genetických zdrojů pod záštitou Ministerstva zemědělství ČR v rámci „Národního programu konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin, zvířat a mikroorganismů významných pro výživu a zemědělství“. Kolekce žita aktuálně zahrnuje celkem 685 aktivních položek rodu *Secale L.* Nejvíce zastoupeným druhem v kolekci (98 %) je *Secale cereale L.*, které je jediným kulturním druhem tohoto rodu. V kolekci jsou uchovávány pouze odrůdy typu populace. V posledních desetiletích si získaly oblibu hybridní odrůdy, které poskytují vyšší výnos díky heteroznímu

Tab. 2: Popisná statistika jednotlivých znaků v souboru genetických zdrojů žita

znak	jednotka	průměr ± s <sub>x</sub> <sup>1)</sup>	Minimum	Maximum	Var. koef. (%)
dusíkaté látky	%	14,8 ± 1,97	11,29	19,89	13,35
výška	cm	155,7 ± 10,82	131,00	180,00	6,95
hmotnost tisíce zrn	g	29,2 ± 5,30	19,77	38,79	18,13
objemová hmotnost	kg/hl	71,6 ± 4,26	59,50	77,48	5,95

1) s<sub>x</sub> - směrodatná chyba průměru

efektu za současného zachování si nenáročnosti na půdní podmínky, vláhu a živiny (Petr, 2001). První hybridní odrůda (Marder) byla u nás zapsána do státní odrůdové knihy v roce 1992. V kolekci genetických zdrojů nemohou být hybridní odrůdy uchovávány, protože sestávají pouze z první generace po křížení (F1).

Kromě udržování klíčivého osiva jsou položky kolekce hodnoceny podle platného klasifikátoru pro rod *Secale L.* Jsou sledovány morfologické, biologické, hospodářské i kvalitativní znaky.

## Materiál a metody

V rámci studie bylo sledováno celkem 20 genetických zdrojů žita setého (*Secale cereale L.*) – Tab. 1, které byly pěstovány ve dvou opakováních v letech 2019 a 2020 standardními pěstebními postupy v low-input systému po předplodině ozimé řepce v polních podmínkách lokality Kroměříž (průměrná nadmořská výška 235 m n. m.). Tento region je charakterizován jako teplý a mírně vlhký s převažujícím půdním typem černozemě luvičké. Sklizeň byla provedena maloparcelním kombajnem Wintersteiger.

Během vegetačního období byla změřena výška rostlin. Sklizené zrno bylo přečištěno na laboratorní mlátičce a byla stanovena hmotnost tisíce zrn a objemová hmotnost. Dále byl stanoven obsah dusíkatých látek metodou podle Dumase (ICC Standard No. 167) na přístroji FP-528 (LECO).

Výsledky byly statisticky vyhodnoceny v programu STATISTICA 12.0.

## Výsledky a diskuze

U sledovaného souboru byla znakem s největší variabilitou hmotnost tisíce zrn ( $V_k = 18,13 \%$ ), která se pohybovala v rozmezí 19,77 g až 38,79 g. Podobný rozsah hmotnosti tisíce zrn (19,8-34,4 g) uvádí ve své studii 48 genetických zdrojů žita také

Tab. 1: Seznam studovaných genetických zdrojů žita

Genetický zdroj	Kód	Země původu
Kolarovka 1	03C0300234	Bulharsko
Kamalinskaja 4	03C0300261	Rusko
Breno	03C0300373	Československo
Wintergrazer	03C0300392	USA
Vilmorin Tetra CI 84	03C0300454	Francie
Knowles PF 1526	03C0300460	Azerbájdžán
Synthetic - II	03C0300464	Španělsko
Ankora	03C0300496	Turecko
Peros	03C0300514	Německo
KM 4-93/4	03C0300630	Československo
KM 4-93/7	03C0300632	Československo
Kirovskaja 29	03C0300667	Rusko
Novozybkovskaja 150/12	03C0300670	Ukrajina
Nikita	03C0300690	Německo
Lesan	03C0300701	Česká republika
Radstadter Bergland	03C0300730	Rakousko
CPI 24367	03C0300733	Polsko
CPI 24368	03C0300734	Polsko
Antoninskie 2006	03C0300736	Polsko
Poznanskie	03C0300737	Polsko

kolektiv autorů Wang et al. (2018). Vysokou variabilitu měl také obsah dusíkatých látek ( $V_k = 13,35\%$ ), jehož hodnoty se pohybovaly v rozmezí od 11,29% až 19,89% (Tab. 2). Toto zjištění koresponduje s výsledky autorů Skuodiene & Nekroseine (2009), kteří uvádějí obsah N-látek v rozmezí od 9 do 19%. Výška rostlin se pohybovala v rozmezí 131,0–180,0 cm. Tento rozsah je o něco větší, než zjistil kolektiv autorů Targonska-Karasek et al. (2020) u souboru 100 genetických zdrojů žita (141,2–188,2 cm). Znakem s nejmenší variabilitou byla objemová hmotnost ( $V_k = 5,95\%$ ), jejíž hodnoty se pohybovaly v rozmezí 59,50 kg/hl až 77,48 kg/hl.

polská **CPI 24368** (14,9%) a bulharská **Kolarovka 1** (15,1%). Naopak nejnižší průměrnou hodnotu obsahu dusíkatých látek měla německá odrůda **Nikita** (11,4%), která je součástí kolekce od roku 1999. Tato odrůda měla zároveň nižší výšku rostlin (148,5 cm) – Graf 2. Kolektiv autorů Hansen et al. (2004) uvádějí u této odrůdy obsah dusíkatých látek v rozmezí 8,7–9,5 g/100g sušiny a výšku 149–156 cm v závislosti na ročníku. Rozdílné hodnoty jsou pravděpodobně dány rozdílnou lokalitou a ročníkem pěstování. Oba tyto faktory obsah dusíkatých látek významně ovlivňují. Nízkou průměrnou hodnotu obsahu dusíkatých látek měla také odrůda **Peros** (11,7%), která byla

do kolekce zařazena v roce 1993. Tato odrůda se vyznačovala také nižší výškou rostlin (146,5 cm) – Graf 2, vysokou hmotností tisíce zrn (34,5 g) – Graf 3 a nejvyšší hodnotou objemové hmotnosti (76,9 kg/hl). Objemová hmotnost je jedním

Tab. 3: Průměrné hodnoty a variabilita sledovaných znaků v jednotlivých letech

znak	NL (%) <sup>1)</sup>		výška (cm)		HTZ (g) <sup>2)</sup>		OH (kg/hl) <sup>3)</sup>	
	průměr ± s <sub>x</sub> <sup>4)</sup>	V <sub>k</sub> (%)	průměr ± s <sub>x</sub>	V <sub>k</sub> (%)	průměr ± s <sub>x</sub>	V <sub>k</sub> (%)	průměr ± s <sub>x</sub>	V <sub>k</sub> (%)
2019	14,5 ± 1,55 a <sup>5)</sup>	10,68	155,7 ± 12,58 a	8,08	30,1 ± 3,93 a	13,04	72,8 ± 2,88 a	3,96
2020	15,0 ± 2,34 a	15,62	155,7 ± 9,06 a	5,82	28,3 ± 6,35 b	22,45	70,4 ± 5,09 b	7,23

1) NL - dusíkaté látky, 2) HTZ - hmotnost tisíce zrn, 3) OH - objemová hmotnost, 4) s<sub>x</sub> - směrodatná chyba průměru, 5) různá písmena označují statisticky významně odlišné skupiny na hladině významnosti P<sub>0,05</sub>

U obilovin obecně je obsah dusíkatých látek v zrně významně ovlivňován nejen genotypem, ale i povětrnostními podmínkami daného ročníku, jak uvádějí např. Garrido-Lestache et al. (2004) u pšenice, Stepien et al. (2016) u žita nebo Balounova et al. (2013) u ječmene. V našem studovaném souboru se však jednotlivé vegetační ročníky mezi sebou v obsahu dusíkatých látek statisticky průkazně nelišily. To mohlo být způsobeno podobným průběhem obou ročníků, nebo velkou různorodostí studovaného souboru. Ročníky se odlišovaly pouze v průměrných hodnotách hmotnosti tisíce zrn a objemové hmotnosti, kdy ročník 2020 v obou případech dosahoval statisticky průkazně nižších hodnot oproti ročníku 2019 (Tab. 3).

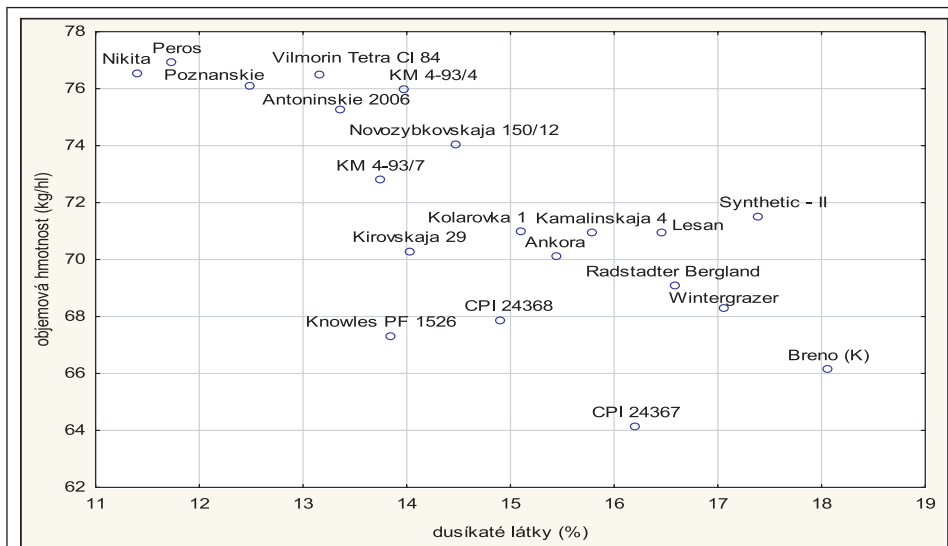
Nejvyšší průměrný obsah dusíkatých látek měla stará československá odrůda **Breno** (18,0%), která je součástí kolekce již od roku 1981. Tato odrůda měla zároveň také jednu z nejnižších objemových hmotností (66,1 kg/hl). Při grafickém rozdělení souboru dle obsahu dusíkatých látek a objemové hmotnosti (Graf 1) se tak tato odrůda vymezila od ostatních, ještě spolu s polským genetickým zdrojem **CPI 24367**, který se vyznačoval nejnižší objemovou hmotností (64,1 kg/hl) spolu s vyšším obsahem dusíkatých látek (16,2%). Naopak zástupci moderních odrůd v souboru, polské odrůdy **Antoninskíe 2006** a **Poznanskíe**, patřily k odrůdám s nižšími průměrnými obsahy dusíkatých látek (13,4% a 12,5%). Vysoké hodnoty průměrných obsahů dusíkatých látek dále měly španělský genetický zdroj **Synthetic-II** (17,4%) a americký **Wintergrazer** (17,1%), dále pak rakouský **Radstadter Bergland** (16,6%) a český **Lesan** (16,5%). Lesan je odrůda trsnatého žita (*Secale cereale* L. var. *multicaule* METZG. ex ALEF.) registrovaná v roce 2003. Byla vyšlechtěna výběrem ze sběru v oblasti Beskyd. Žito trsnaté u nás bylo v minulosti pěstováno v horských oblastech, především na pasekách po těžbě dřeva, zejména právě v oblasti Beskyd. Možná proto je také nazýváno jako lesní žito nebo svatojánské žito. Je to velmi univerzální plodina, která může sloužit ke sklizni zrna, píce, pasetvinnému využití nebo jako pastva pro lesní zvěř (Konvalina, 2011). Genetické zdroje, jejichž průměrné hodnoty obsahu dusíkatých látek se pohybovaly kolem průměru celého souboru (14,8%), byly ukrajinská **Novozybkovskaja 150/12** (14,5%),

ze základních kvalitativních parametrů potravinářského žita a podle normy ČSN 46 1100-4 by měla mít hodnotu min. 70 kg/hl. Této hodnotě vyhovělo 70% studovaných genetických zdrojů. Vysoké průměrné hodnoty objemové hmotnosti měly také odrůdy **Nikita** (76,5 kg/hl) a **Vilmorin Tetra CI 84** (76,5 kg/hl). Tetraploidní odrůda Vilmorin byla v roce 1971 získána sběrem ve Francii a do kolekce genetických zdrojů byla v roce 1987 darována americkou genovou bankou. Kromě vysoké objemové hmotnosti se vyznačovala nižším průměrným obsahem dusíkatých látek (13,2%) a vyšší hmotností tisíce zrn (33,9 g) – Graf 3. Při grafickém rozdělení podle obsahu dusíkatých látek a výšky rostlin (Graf 2) se od ostatních výrazně odlišil španělský genetický zdroj **Synthetic-II**, který měl nejnižší výšku rostlin (136,5 cm) a vysoký obsah dusíkatých látek (17,4%). Na druhé straně se podle stejných parametrů ze souboru vyčlenily ruské odrůdy **Kirovskaja 29** a **Kamalinskaja 4**, které se vyznačovaly největší průměrnou výškou rostlin (174,0 cm a 172,0 cm). Tyto odrůdy byly do kolekce zařazeny v letech 1995 a 1992. Odrůda Kirovskaja 29 měla oproti odrůdě Kamalinskaja 4 výrazně vyšší hmotnost tisíce zrn (32,8 g oproti 23,8 g) – Graf 1. Sesterské šlechtitelské linie z domácího kroměřížského křížení **KM 4-93/4** a **KM 4-93/7** měly vyšší hmotnost tisíce zrn (33,7 g a 32,3 g) – Graf 3 a objemovou hmotnost (76,0 kg/hl a 72,8 kg/hl) – Graf 1.

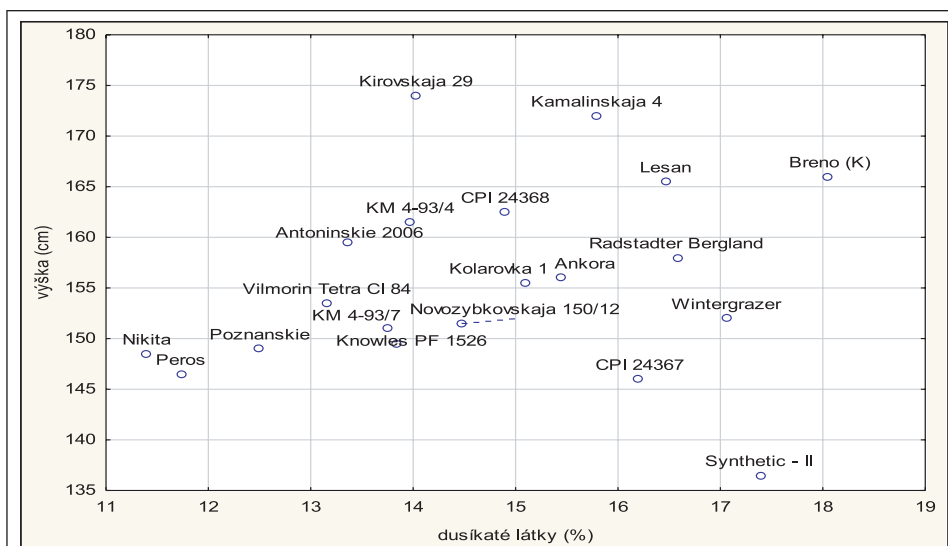
Tab. 4: Korelace sledovaných znaků v souboru genetických zdrojů žita

Znak	NL	Výška	HTZ	OH
NL				
Výška	0,06			
HTZ	-0,67***	-0,06		
OH	-0,65***	-0,06	-0,78***	

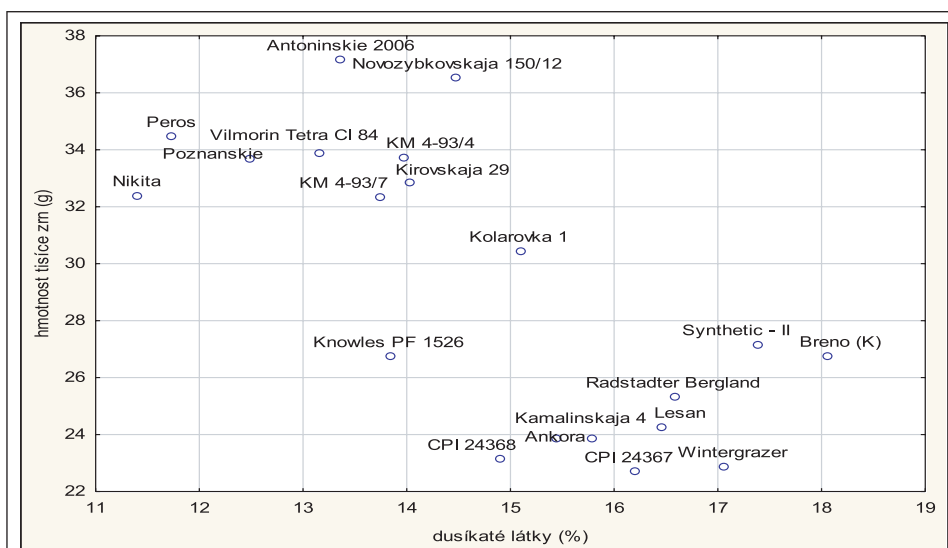
NL - dusíkaté látky, HTZ - hmotnost tisíce zrn, OH - objemová hmotnost; hladina významnosti \*\*\*P ≤ 0,001



Graf 1: Rozdělení genetických zdrojů žita dle dusíkatých látek a objemové hmotnosti



Graf 2: Rozdělení genetických zdrojů žita dle dusíkatých látek a výšky rostlin



Graf 3: Rozdělení genetických zdrojů žita dle dusíkatých látek a hmotnosti tisíce zrn

Analýza korelace (Tab. 4) ukázala, že obsah dusíkatých látek statisticky průkazně negativně ovlivňoval HTZ ( $r=-0,67^{***}$ ) a objemovou hmotnost ( $r=-0,65^{***}$ ). Další nalezenou korelací byl pozitivní vztah mezi objemovou hmotností a hmotností tisíce zrn ( $r=0,78^{***}$ ).

### Závěr

Přestože morfoloická variabilita jednotlivých odrůd žita je ve srovnání s ječmenem či pšenicí nižší, v hospodářských a kvalitativních parametrech byly nalezeny významné rozdíly. Ze sledovaných znaků byla vysoká variabilita nalezena u hmotnosti tisíce zrn a u obsahu dusíkatých látek. Oba tyto znaky jsou významně ovlivňovány genotypem a vegetačními podmínkami. Žito je v současné době považováno za okrajovou plodinu zejména neúrodných horských oblastí a možná i proto je kolekce genetických zdrojů žita jen málo prozkoumaným souborem genotypů, pocházejících z mnoha zemí světa. Ze studia souboru 20 materiálů je však zřejmé, že ukrývá cenné genetické zdroje použitelné např. ke šlechtění. Všechny uvedené genetické zdroje žita je možné nalézt v informačním systému GRIN Czech spolu s dalšími popisnými a pasportními údaji.

### Poděkování

Tato publikace vznikla za podpory Ministerstva zemědělství ČR – Národního programu konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin a agrobiodiverzity, čj. 51834/2017-MZE-17253 a institucionální podpory MZE-RO1118.

/Recenzováno/

### Kontakt

zavrelova@vukrom.cz

### Literatura

Balounova M., Vaculova K., Hlozkova L., Mikulcova R., Ehrenbergerova J., 2013: The effect of the changed amylose and amylopectin ratio on the selected qualitative parameters in spring barley (*Hordeum vulgare* L.) grain. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, LXI(3): 577–585.

Brandt M.J., 2019: Industrial production of sourdoughs for the baking branch – An overview. *International Journal of Food Microbiology*, 302: 3–7.

Český statistický úřad, 2021: Vývoj osevních ploch zemědělských plodin, data dostupná na: <http://www.czso.cz>, 2. 7. 2021

ČSN 46 1100-4 Obiloviny potravinářské – Část 4: Žito. 8 str.

Garrido-Lestache E., Lopez-Bellido R.J., Lopez-Bellido L., 2004: Effect of N rate, timing and splitting and N type on bread-making quality in hard red spring wheat under rainfed Mediterranean conditions. *Field Crops Research*, 85: 213–236.

Hansen H.B., Møller B., Andersen S.B., Jørgensen J.R., Hansen A., 2004: Grain Characteristics, Chemical Composition, and Functional Properties of Rye (*Secale cereale* L.) As Influenced by Genotype and Harvest Year. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 2282–2291.

Konvalina P., 2011: Netradiční obilniny v ekozemědělství. *Zemědělec*, 39, str. 21.

Oest M., Bindrich U., Voß A., Kaiser H., Rohn S., 2020: Rye

Bread Defects: Analysis of Composition and Further Influence Factors as Determinants of Dry-Baking. *Foods*, 9(12): 1900. <https://doi.org/10.3390/foods9121900>

Petr J., 2001: Hybridní odrůdy - šance pro žito. *Úroda*, 49, 2001, 7, tem. příl. Žito a Triticale, 4-5.

Skuodiene R., Nekrosiene R., 2009: Effect of preceding crops on the winter cereal productivity and diseases incidence. *Acta Agriculturae Slovenica*, 93(2): 169–179.

Stepien A., Wojtkowiak K., Pietruszewicz M., Sklodowski M., Pietrzak-Fiecko R., 2016: The yield and grain quality of winter rye (*Secale cereale* L.) under the conditions of foliar refertilization with micronutrients (Cu, Zn and Mn). *Polish Journal of Natural Sciences*, 31(1): 33-46.

Targonska-Karasek M., Boczkowska M., Podyma W., Pasnik M., Niedzielski M., Rucinska A., Nowak-Zyczynska Z., Rakoczy-Trojanowska M., 2020: Investigation of obsolete diversity of rye (*Secale cereale* L.) using multiplexed SSR fingerprinting and evaluation of agronomic traits. *Journal of Applied Genetics*, 61: 513–529. <https://doi.org/10.1007/s13353-020-00579-z>

Wang Y., Jin Z., Barr J., Gillespie J., Simsek S., Horsley RD., Schwarz PB., 2018: Micro-Malting for the Quality Evaluation of Rye (*Secale cereale*) Genotypes. *Fermentation*, 4(3): 50. <https://doi.org/10.3390/fermentation4030050>

Wrigley C., Bushuk W., 2017: Cereal Grains. Assessing and Managing Quality. In Wrigley C., Batey I., Miskelly D. (eds): *Rye: Grain-Quality Characteristics and Management of Quality Requirements*. Cambridge, Woodhead Publishing Ltd., 153–178.



Klasy žita ozimého