

# Nové genetické zdroje ječmene jarního v národní genové bance České republiky (New spring barley genetic resources in the national genebank of the Czech Republic)

Marta Zavřelová<sup>1,2</sup>

<sup>1)</sup> Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o., Havlíčkova 2787/121, 767 01 Kroměříž

<sup>2)</sup> Agrotest fyto, s.r.o., Havlíčkova 2787/121, 767 01 Kroměříž

**Souhrn:** Národní kolekce genetických zdrojů ječmene jarního je každoročně rozšiřována o nové genetické zdroje. Jsou zde zařazovány jak nové moderní odrůdy, tak i materiály využitelné jako donory specifických vlastností a nové diverzity. U studovaného souboru byly v letech 2018–2022 sledovány a popsány vybrané morfologické znaky, u kterých byla zjištěna jejich vysoká diverzita. Znalost této diverzity je pak možné využít při vzájemném rozlišení jednotlivých genetických zdrojů, což je žádoucí při navazující práci s kolekcí a při jejím hodnocení. Dále byly sledovány vybrané biologické a hospodářské charakteristiky, a také kvalita zrna dle potenciálního využití těchto genetických zdrojů. V rámci některých sledovaných znaků byly mezi jednotlivými genetickými zdroji popsány statisticky průkazné rozdíly.

**Klíčová slova:** *Hordeum vulgare* L., morfologické znaky, kvalita, genetická diverzita

**Abstract:** The national collection of spring barley genetic resources is annually expanded with new genetic resources. This collection includes both new modern varieties and materials that can be used as donors of specific traits and new diversity. Within the studied set, selected morphological characteristics were observed and described between the years 2018 and 2022, and their high diversity was determined. Knowledge of this diversity can be utilized in distinguishing individual genetic resources from each other, which is desirable for subsequent work with the collection and its evaluation. Furthermore, selected biological and economic characteristics were monitored, as well as grain quality, based on the potential utilization of these genetic resources. Statistically significant differences were identified among individual genetic resources for several of the observed traits.

**Key Words:** *Hordeum vulgare* L., morphological characters, quality, genetic diversity

## Úvod

Genetické zdroje jsou nezbytné pro další zlepšování plodin a rozšiřování genetické diverzity, která byla v průběhu mnoha let zmenšována v procesu šlechtění, kdy docházelo ke křížení často velmi příbuzných odrůd. Existence rozsáhlého genofondu je důležitá pro výběr vhodných výchozích materiálů požadovaných vlastností. Genetické zdroje jsou shromažďovány a chráněny v genových bankách po celém světě převážně formou ex situ, tedy mimo jejich přirozené prostředí. Podle FAO (2010) je ve sbírkách genových bank celkem 466 531 vzorků ječmene (napříč všemi taxony) a rod *Hordeum* se řadí na třetí místo po pšenici (*Triticum*) a rýži (*Oryza*). Ullrich (2011) uvádí, že existuje 47 genových bank shromažďujících genetické zdroje ječmene.

V současné době se řada genových bank zapojuje do projektu GRIN-Global, který genovým bankám poskytuje systém k ukládání a správě informací o uchovávaných genetických zdrojích a k poskytování těchto informací globálně. Uživatelé (výzkumníci, pedagogové, šlechtitelé a další) z celého světa mohou požádat o vzorky genetických zdrojů prostřednictvím webových stránek dané genové banky. Národní genová banka ČR přešla na tento systém již v roce 2015.

Národní kolekce genetických zdrojů ječmene jarního aktuálně zahrnuje celkem 3072 aktivních položek. Kolekce je neustále rozšiřována o nové odrůdy, šlechtitelské linie, krajové odrůdy a další potenciálně cenné materiály a zdroje odolností. Mimo shromažďování a ochranu těchto genetických zdrojů probíhá také hodnocení a charakterizace pro poznání významných vlastností, znaků a genetické diverzity za účelem vyhodnocení jejich využití pro zlepšování biologického potenciálu a užitných vlastností této plodiny. Za tímto účelem je používán klasifikátor pro rod *Hordeum* L., který obsahuje nejdůležitější morfologické, biologické a hospodářské charakteristiky pro popis jednotlivých genetických zdrojů. Zjištěné průměrné hodnoty těchto popisných charakteristik

jsou součástí informačního systému GRIN-Czech a jsou dostupná všem uživatelům na webové adrese: <https://grinczech.vurv.cz/gringlobal/search.aspx>.

## Materiál a metody

V letech 2018–2022 bylo studováno celkem 23 genetických zdrojů ječmene jarního, které byly pěstovány na parcelách o velikosti 2,5 m<sup>2</sup> ve třech opakováních, v polních podmínkách lokality Kroměříž (průměrná nadmořská výška 235 m n. m.), po předplodině ozimé řepce. Během vegetace nebyly aplikovány žádné fungicidy, ani morforegulátory. V průběhu vegetace byly sledovány vybrané morfologické a biologické charakteristiky. Odolnost poléhání a odolnost k původcům chorob byla hodnocena stupnicí 1–9 (1 – nejnižší odolnost, 9 – nejvyšší odolnost). V rámci všech ročníků byly po sklizni stanoveny hospodářské znaky. Délka klasu, počet zrn v klasu a hustota klasu byly každoročně stanoveny u deseti náhodně vybraných klasů. Přepad na síť 2,2 mm byl stanoven na bonitační třídícíce Pfeuffer Sortimat. Výnos zrna byl stanoven jako procentní podíl k výnosu kontrolní odrůdy Bojos. Analýzy kvality zrna byly provedeny v ročnicích 2018–2021. U všech bezpluchých genetických zdrojů a u pluchaté odrůdy Harriman, která se vyznačuje nízkým obsahem kyseliny fytové, byl sledován obsah bílkovin a byl stanoven obsah β-glukanů v zru. U ostatních genetických zdrojů s pluchatým typem zrna byl stanoven obsah bílkovin a vybrané sladovnické charakteristiky - Kolbachovo číslo a extrakt.

V souboru jsou zařazeny české i zahraniční genetické zdroje a jejich přehled je uveden v Tab. 1. Studované materiály byly zařazeny do národní kolekce genetických zdrojů ječmene jarního v letech 2020–2023 a byl jim přidělen unikátní kód (ECN).

Výsledky byly statisticky vyhodnoceny v programu Statistica 14.0.0.15.

Tab. 1: Přehled studovaných genetických zdrojů ječmene jarního

Název genetického zdroje	ECN <sup>1)</sup>	Varieta <sup>2)</sup>	Stát původu	Typ klasu	Typ zrna
Accordine	03C0603157	<i>deficiens</i> STEUD.	Německo	2-řadý	pluchatý
Spitfire	03C0603158	<i>nutans</i> (RODE) ALEF.	Česká republika	2-řadý	pluchatý
GSHO 1418	03C0603175	<i>crispum</i> KÖRN.	USA	6-řadý	pluchatý
Arabian Blue Barley	03C0603176	<i>violaceum</i> KÖRN.	neznámý	6-řadý	bezpluchý
Tabor 818	03C0603177	<i>nudum</i> (L.) ALEF.	Československo	2-řadý	bezpluchý
LG Monus	03C0603178	<i>nutans</i> (RODE) ALEF.	Česká republika	2-řadý	pluchatý
Ovation	03C0603179	<i>deficiens</i> STEUD.	Česká republika	2-řadý	pluchatý
Soulmate	03C0603180	<i>nutans</i> (RODE) ALEF.	Dánsko	2-řadý	pluchatý
Leenke	03C0603181	<i>nutans</i> (RODE) ALEF.	Německo	2-řadý	pluchatý
Forman	03C0603182	<i>deficiens</i> STEUD.	Německo	2-řadý	pluchatý
6-row Purple Barley	03C0603185	<i>atroviolaceum</i> MANSF.	neznámý	6-řadý	bezpluchý
2-row Purple Barley	03C0603186	<i>ianthinum</i> KÖRN.	neznámý	2-řadý	bezpluchý
Bolognese	03C0603187	<i>hybernum</i> VIB.	Itálie	6-řadý	pluchatý
GSHO 1930 liguleless	03C0603188	<i>medicum</i> KÖRN.	USA	2-řadý	pluchatý
Eglfinger Hado	03C0603189	<i>nutans</i> (RODE) ALEF.	Německo	2-řadý	pluchatý
KM 2454-46-S (sklovité)	03C0603190	<i>nudum</i> (L.) ALEF.	Česká republika	2-řadý	bezpluchý
KM 2454-46-M (moučné)	03C0603191	<i>nudum</i> (L.) ALEF.	Česká republika	2-řadý	bezpluchý
Weihenstephaner Schwarze Nackte	03C0603192	<i>duplinigrum</i> KÖRN.	Německo	6-řadý	bezpluchý
China 2011 Kashgar 10-21	03C0603193	<i>himalayense</i> (RITT.) KÖRN.	Čína	6-řadý	bezpluchý
Harriman	03C0603194	<i>deficiens</i> STEUD.	USA	2-řadý	pluchatý
LG Nabuco	03C0603195	<i>nutans</i> (RODE) ALEF.	Francie	2-řadý	pluchatý
Pilote	03C0603196	<i>deficiens</i> STEUD.	Švýcarsko	2-řadý	pluchatý
Bente	03C0603197	<i>deficiens</i> STEUD.	Německo	2-řadý	pluchatý
Bojos (kontrola)	03C0602742	<i>nutans</i> (RODE) ALEF.	Česká republika	2-řadý	pluchatý

1) ECN - unikátní kód genetického zdroje, pod kterým je evidován v genové bance; 2) variety byly určeny podle Mansfelda (1950)

Tab. 2: Popisné znaky a variabilita v souboru genetických zdrojů ječmene jarního (Kroměříž, 2018-2022)

Znak	N	Průměr + SEM <sup>1)</sup>	Minimum	Maximum	V <sub>k</sub> <sup>2)</sup> , %
Výška (cm)	120	77,9 ± 1,17	54,0	115,0	16,42
Délka klasu (cm)	113	8,2 ± 0,14	4,8	11,3	18,42
Hustota klasu (počet zrn/4 cm)	113	14,2 ± 0,60	8,6	31,5	44,69
Vegetační doba (dny)	118	104,8 ± 0,86	87,0	120,0	8,96
Poléhání (1-9)	120	6,0 ± 0,31	1,0	9,0	56,01
Odolnost k hnědé rzivosti ječmene (1-9)	117	5,6 ± 0,27	1,0	9,0	52,48
Odolnost k padlí ječmene (1-9)	120	6,1 ± 0,23	1,0	9,0	42,47
Počet produktivních stébel (ks/m <sup>2</sup> )	120	419,7 ± 10,33	168,0	685,0	26,96
Výnos (t/ha)	120	4,9 ± 0,18	0,9	9,7	41,33
Hmotnost tisíce zrn (g)	120	46,0 ± 0,89	25,1	62,3	21,16
Počet zrn v klase (ks)	113	29,8 ± 0,94	13,7	55,6	33,68
Podíl na síti 2,2 mm (%)	120	85,8 ± 1,51	19,3	99,7	19,29
Obsah bílkovin (%)	97	15,6 ± 0,24	11,1	21,4	14,98
Extrakt sladu (%)	54	80,7 ± 0,29	74,8	83,9	2,65
Kolbachovo číslo	54	41,7 ± 0,59	30,9	52,2	10,39
Betaglukany v zrně (%)	39	4,9 ± 0,19	2,9	7,5	23,80

1) SEM - střední chyba průměru; 2) V<sub>k</sub> - variační koeficient

## Výsledky a diskuze

V rámci sledovaného souboru byla u některých znaků zaznamenána vysoká variabilita. U hustoty klasu (44,69 %) a počtu zrn v klase (33,68 %) byla tato variabilita dána zařazením jak dvouřadých, tak šestiřadých genetických zdrojů do souboru. U odolnosti k poléhání (56,01 %), odolnosti k chorobám (padlí ječmene 42,47 %, hnědá rzivost ječmene 52,48 %) a výnosu (41,33 %) byla vysoká variabilita způsobena velkou různorodostí celého souboru. Nejnižší variabilita byla zjištěna u extraktu sladu (2,65 %) – Tab. 2, protože pro toto hodnocení byly vybrány jen pluchaté odrůdy, z nichž podstatnou část tvořily sladovnické odrůdy.

Při hodnocení rozdílů mezi jednotlivými ročníky byly zjištěny statisticky průkazné diference (Tab. 3). Ročníky 2018, 2021 a 2022 se vyznačovaly nízkou výškou rostlin a statisticky významně se tak odlišily od ročníků 2019 a 2020 s vyšší průměrnou výškou porostů. Nejkratší vegetační doba byla zaznamenána v roce 2018, nejdelší

jsou morfologické znaky, které jsou ovlivňovány více či méně podmínkami prostředí, jako např. antokyanové zabarvení stébla a osin, délka klasu, barva oušek listu, délka a šířka listu atd. Tyto znaky se musí hodnotit ve více letech, aby se dosáhlo co nejpřesnějšího popisu daného znaku. V tab. 4 jsou uvedeny morfologické znaky hodnocené v rámci studovaného souboru. Je zde patrné, že sledováním a znalostí projevu více morfologických znaků lze od sebe jednotlivé genetické zdroje navzájem odlišit. Tyto znalosti jsou pak využitelné v další práci s kolekcemi a při hodnocení genetické diverzity.

Na základě statistického hodnocení byly nalezeny také významné rozdíly mezi jednotlivými genetickými zdroji (Tab. 5). Největší výšku rostlin měly extenzivní genetické zdroje (Tabor 818, Bolognese, Eglfinger Hado), naopak kratší stéblo měly převážně šlechtěné moderní odrůdy. Větší náchylnost k poléhání měly všechny šestiřadé genetické zdroje, které se statisticky průkazně odlišovaly od některých moderních odrůd jako např. Accrodine, Spitfire,

Tab. 3: Průměrné hodnoty a statisticky významné rozdíly jednotlivých ročníků (Kroměříž)

Rok/ znak	Výška (cm)		Vegetační doba (dny)		Poléhání (1–9)		Odolnost k hnědé rzivosti ječmene (1–9)		Odolnost k padlí ječmene (1–9)		Počet produktivních stébel (ks/m <sup>2</sup> )	
	Průměr ± SEM <sup>1)</sup>	HS <sup>2)</sup>	Průměr ± SEM	HS	Průměr ± SEM	HS	Průměr ± SEM	HS	Průměr ± SEM	HS	Průměr ± SEM	HS
2018	72,2 ± 1,62	ab	89,8 ± 0,50	a	8,5 ± 0,19	d	2,6 ± 0,39	a	6,4 ± 0,51	bc	377,4 ± 21,83	a
2019	86,4 ± 2,28	c	103,0 ± 0,46	b	5,3 ± 0,68	bc	5,7 ± 0,37	b	5,1 ± 0,62	ab	421,8 ± 22,04	ab
2020	88,1 ± 1,69	c	116,5 ± 0,63	c	2,2 ± 0,36	ab	3,1 ± 0,33	a	4,5 ± 0,65	a	421,4 ± 27,65	ab
2021	76,1 ± 2,62	b	104,2 ± 0,81	b	6,6 ± 0,69	c	7,8 ± 0,38	c	7,2 ± 0,36	c	456,4 ± 23,97	b
2022	66,6 ± 2,1	a	110,2 ± 0,37	b	7,0 ± 0,66	ab	9,0 ± 0,00	c	6,7 ± 0,29	bc	411,8 ± 22,95	ab

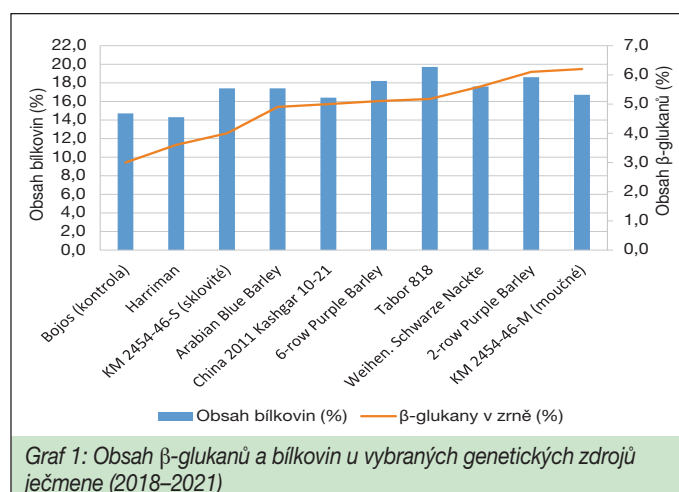
  

Rok/ znak	Délka klasu (cm)		Hustota klasu (ks zrn/4cm)		Výnos (% ke K)		Hmotnost tisíce zrn (g)		Počet zrn v klase (ks)		Podíl na síti 2,2mm (%)	
	Průměr ± SEM	HS	Průměr ± SEM	HS	Průměr ± SEM	HS	Průměr ± SEM	HS	Průměr ± SEM	HS	Průměr ± SEM	HS
2018	8,7 ± 0,34	a	13,2 ± 1,30	a	72,6 ± 7,20	a	47,2 ± 2,23	b	28,9 ± 2,09	a	86,5 ± 3,47	bc
2019	8,5 ± 0,33	a	14,2 ± 1,37	a	66,1 ± 5,97	a	45,8 ± 1,82	b	31,7 ± 2,14	a	83,3 ± 4,04	b
2020	8,2 ± 0,33	a	15,2 ± 1,51	a	64,2 ± 5,18	a	37,4 ± 1,39	a	31,1 ± 2,20	a	70,6 ± 3,44	a
2021	8,1 ± 0,27	a	14,1 ± 1,17	a	76,5 ± 5,51	a	48,3 ± 1,88	b	29,0 ± 1,87	a	91,1 ± 1,94	bc
2022	7,7 ± 0,31	a	14,4 ± 1,39	a	83,0 ± 5,26	a	50,7 ± 1,86	b	28,3 ± 2,31	a	94,8 ± 1,80	c

1) SEM - střední chyba průměru; 2) HS - homogenní skupiny - v rámci stejného znaku označují rozdílná písmena průkaznou diferenci při P ≤ 0,05 (Fisherův LSD test)

pak v roce 2020. Oba ročníky se v tomto znaku odlišily od ostatních ročníků. Nejméně polehnuté byly porosty v roce 2018, nejvíce v roce 2020. Velké rozdíly mezi ročníky byly sledovány také v rámci odolnosti k chorobám. Největší napadení hnědou rzivostí ječmene bylo v letech 2018 a 2020, nejmenší pak v roce 2022, kdy nebyly porosty napadeny vůbec. Padlí ječmene se v porostech sledovaného souboru genetických zdrojů nejvíce vyskytovalo v roce 2020, kdy průměrná hodnota napadení dosáhla stupně 4,5 bodu. Naopak nejméně napadeny padlím ječmene byly v roce 2021 (7,2 bodu). Průměrný počet produktivních stébel byl nejmenší od roku 2021, ve kterém porosty dosáhly nejvyššího počtu produktivních stébel na 1 m<sup>2</sup> ze všech hodnocených ročníků. V hmotnosti tisíce zrn se statisticky průkazně odlišil od ostatních rok 2020, kdy byla zaznamenána nejnižší hodnota tohoto znaku, a s tím související i nejnižší podíl zrna na síti 2,2 mm. V délce a hustotě klasu, výnosu a počtu zrn v klase se jednotlivé ročníky od sebe statisticky průkazně nelišily.

V průběhu vegetace byly hodnoceny morfologické charakteristiky, což jsou znaky, které mají v rámci genetických zdrojů velký význam pro rozlišení jednotlivých genetických zdrojů mezi sebou. Nejčinnější jsou v tomto ohledu znaky, na které má okolní prostředí nejmenší vliv – např. tvar trsu, tvar zrna, barva klasu po vymetání, tvar klasu, osinatost klasu, typ osin a furek apod. Další skupinou



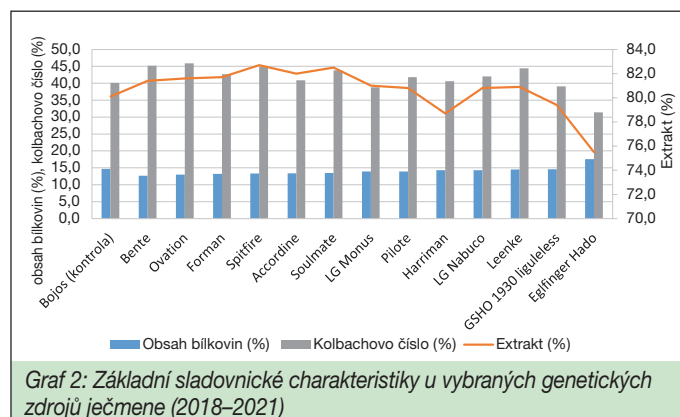
Forman, Pilote a Bente. V odolnosti k hnědé rzivosti ječmene vynikl 2-row Purple barley s průměrnou hodnotou znaku 7,6 bodu. Nejméně odolnost k napadení padlím ječmene měl pouze na hodnotě 4,6 bodu. Nejvíce náchylná k napadení hnědou rzivostí ječmene byla odrůda Harriman (3,6 bodu). Za sledované období měly všechny moderní odrůdy s výjimkou odrůdy Spitfire (5,2 bodu) velmi dobrou odolnost k napadení padlím ječmene (nad hodnotou

Tab. 4: Morfologické znaky nových genetických zdrojů ječmene jarního (Kroměříž, 2018–2022)

Název genetického zdroje	Tvar trsu	Antokyanové zbarvení stébla	Barva oušek listu	Antokyanové zbarvení osin	Barva klasu po vymetání	Barva zrna
Accordine	polovzpřímený	na bázi fialové	světle fialová	vysoké	světle zelená	žlutá
Spitfire	polovzpřímený	na bázi fialové	tmavě fialová	vysoké	světle zelená	bíložlutá
GSHO 1418	polovzpřímený	na bázi fialové	světle fialová	střední	světle zelená	žlutá
Arabian Blue Barley	velmi vzpřímený	zelené	bílá	vysoké	zelená	fialová
Tabor 818	vzpřímený	světle zelené	bílá	střední	zelená	žlutá
LG Monus	vzpřímený	na bázi fialové	tmavě fialová	velmi vysoké	světle zelená	žlutá
Ovation	vzpřímený	na bázi fialové	tmavě fialová	velmi vysoké	světle zelená	bíložlutá
Soulmate	polovzpřímený	na bázi fialové	světle fialová	vysoké	zelená	žlutá
Leenke	polovzpřímený	na bázi fialové	tmavě fialová	velmi vysoké	světle zelená	žlutá
Forman	vzpřímený	na bázi fialové	světle fialová	vysoké	světle zelená	žlutá
6-row Purple Barley	velmi vzpřímený	zelené	světle žlutá	vysoké	zelená	fialová
2-row Purple Barley	vzpřímený	na bázi fialové	světle fialová	velmi vysoké	šedozeleá	fialová
Bolognese	rozložený	zelené	bílá	vysoké	zelená	bíložlutá
GSHO 1930 liguleless	velmi vzpřímený	zelené	-	nízké	zelená	bíložlutá
Eglfinger Hado	vzpřímený	světle zelené	tmavě fialová	velmi vysoké	světle zelená	bíložlutá
KM 2454-46-S (sklovité)	rozložený	zelené	tmavě fialová	velmi vysoké	zelená	žlutá
KM 2454-46-M (moučné)	rozložený	zelené	tmavě fialová	velmi vysoké	zelená	žlutá
Weihen. Schwarze Nackte	vzpřímený	zelené	světle žlutá	velmi vysoké	šedozeleá	černá
China 2011 Kashgar 10-21	vzpřímený	světle zelené	bílá	nízké	světle zelená	šedozeleá
Harriman	vzpřímený	zelené	světle fialová	velmi vysoké	světle zelená	bíložlutá
LG Nabuco	polovzpřímený	na bázi fialové	tmavě fialová	vysoké	zelená	žlutá
Pilote	vzpřímený	na bázi fialové	tmavě fialová	velmi vysoké	světle zelená	žlutá
Bente	polovzpřímený	na bázi fialové	tmavě fialová	velmi vysoké	světle zelená	bíložlutá

8,0 bodu). Z ostatních materiálů měly ještě dobrou odolnost také genetické zdroje Tabor 818 (6,8 bodu) a Harriman (6,2 bodu). Nejvíce náchylné k padlí ječmene byly šestiřadé genetické zdroje Bolognese a Weihenstephaner Schwarze Nackte s průměrnou hodnotou odolnosti 2,4 bodu. Největšího počtu produktivních stébel dosáhly genetické zdroje KM 2454-46-S (519,6 ks/m<sup>2</sup>), Soulmate (521,2 ks/m<sup>2</sup>) a GSHO 1930 liguleless (523,0 ks/m<sup>2</sup>). Poslední genetický zdroj je charakteristický absencí jazýčku a oušek listu. Nejméně produktivních stébel měly šestiřadé ječmeny Bolognese (258,0 ks/m<sup>2</sup>) a Arabian Blue Barley (260,8 ks/m<sup>2</sup>). Genetické zdroje se šestiřadým typem klasu se vyznačovaly kratším klásem ve srovnání s genetickými zdroji s dvouřadým klásem. Z šestiřadých ječmenů měl nejdelší klas genetický zdroj China 2011 Kashgar 10-21 (7,3 cm), který je typický bezpluchým a šedozeleým zrnem. Z dvouřadých ječmenů vynikala nejdelším klásem stará česká krajová odrůda Tabor 818 (10,8 cm). Dalo by se předpokládat, že pokud měl tento genetický zdroj nejdelší klas, měl také nejvíce zrn v klase. Ovšem zrna mohou být v klase od sebe různě vzdálena v závislosti na délce jednotlivých článků klasového vřetene, a proto byla hodnocena také hustota klasu. Výše zmíněný Tabor 818 měl sice nejdelší klas, ale jeho hustota byla nízká (9,3 ks/4 cm), takže ani počet zrn v klase neměl nejvyšší (pouze 25,0 zrn). Oproti tomu odrůda Leenke měla o 2 cm kratší klas, ale jeho hustota byla vyšší (12,1 ks/4 cm), a tak i celkový počet zrn v klase měla vyšší (26,6 zrn).

Nejdůležitějším hospodářským parametrem vždy byl a je výnos zrna. V tomto pokusu byl výnos zrna studovaných genetických zdrojů srovnáván s kontrolní sladovnickou odrůdou Bojos, která je stabilní na trhu mnoho let. Vyšší, nebo srovnatelný výnos s touto kontrolou měly moderní odrůdy, které byly na vyšší výnos speciálně šlechtěny. Extenzivní genetické zdroje se jim v tomto nikdy rovnat nemohou. Mohou však při křížení přinést jiné požadované vlastnosti, novou genetickou diverzitu a větší plasticitu, a proto jsou do kolekce genetických zdrojů zařazovány. Nejnižšího výnosu za sledované období dosáhly extenzivní bezpluché genetické





Tab. 5: Průměrné hodnoty a statisticky významné rozdíly sledovaných znaků u jednotlivých genetických zdrojů (Kroměříž, 2018–2023)

Genetický zdroj/znak	Výška (cm)		Vegetační doba (dny)		Poléhání (1–9)		Odolnost k hnědé rzivosti ječmene (1–9)		Odolnost k padlí ječmene (1–9)		Počet produktivních stébel (ks/m <sup>2</sup> )	
	Průměr ± SEM <sup>1)</sup>	HS <sup>2)</sup>	Průměr ± SEM	HS	Průměr ± SEM	HS	Průměr ± SEM	HS	Průměr ± SEM	HS	Průměr ± SEM	HS
Accordine	78,2 ± 5,77	abc	106,4 ± 5,17	a	8,4 ± 0,60	ef	5,5 ± 1,50	ab	8,2 ± 0,37	ef	414,8 ± 17,42	cdef
Spitfire	73,6 ± 5,98	ab	105,0 ± 5,22	a	8,4 ± 0,60	f	6,0 ± 1,26	ab	5,2 ± 0,92	bcd	476,4 ± 25,58	efg
GSHO 1418	73,4 ± 3,33	ab	104,8 ± 3,37	a	3,6 ± 1,33	abcd	4,4 ± 1,54	ab	5,2 ± 1,02	bcd	392,4 ± 50,44	cde
Arabian Blue Barley	78,8 ± 4,41	abc	103,2 ± 3,71	a	2,4 ± 1,40	a	4,8 ± 1,50	ab	4,6 ± 1,29	bc	260,8 ± 16,85	a
Tabor 818	92,0 ± 6,38	cd	104,6 ± 4,49	a	6,8 ± 1,43	cdef	6,8 ± 0,97	ab	6,8 ± 1,02	def	339,2 ± 36,18	abcd
LG Monus	75,0 ± 5,23	ab	104,8 ± 4,66	a	7,2 ± 1,20	def	6,0 ± 1,64	ab	8,0 ± 0,45	ef	474,2 ± 27,28	efg
Ovation	73,6 ± 4,70	ab	106,8 ± 4,26	a	7,0 ± 1,55	cdef	6,0 ± 1,48	ab	8,4 ± 0,24	f	479,4 ± 27,23	efg
Soulmate	68,6 ± 3,93	a	104,4 ± 4,41	a	7,0 ± 1,55	cdef	5,8 ± 1,36	ab	8,0 ± 0,45	ef	521,2 ± 48,28	g
Leenke	76,6 ± 4,49	ab	105,0 ± 4,97	a	7,0 ± 1,38	cdef	6,8 ± 1,02	ab	8,8 ± 0,20	f	488,2 ± 23,77	efg
Forman	68,2 ± 5,45	a	104,6 ± 4,87	a	7,4 ± 1,60	ef	6,6 ± 1,12	ab	8,2 ± 0,37	ef	452,6 ± 38,52	efg
6-row Purple Barley	83,8 ± 4,53	bcd	101,6 ± 4,27	a	2,8 ± 1,11	ab	5,2 ± 1,50	ab	3,8 ± 1,07	ab	330,2 ± 80,44	abc
2-row Purple Barley	76,8 ± 5,39	ab	103,4 ± 3,75	a	4,4 ± 1,89	abcde	7,6 ± 0,87	b	4,6 ± 1,29	bc	383,0 ± 10,78	bcde
Bolognese	96,0 ± 4,46	d	106,6 ± 4,14	a	3,0 ± 1,52	ab	5,4 ± 1,60	ab	2,4 ± 0,60	a	258,0 ± 21,52	a
GSHO 1930 liguleless	85,8 ± 6,31	bcd	104,0 ± 5,79	a	7,2 ± 1,56	cdef	6,2 ± 1,39	ab	4,0 ± 1,00	ab	523,0 ± 58,58	g
Eglfinger Hado	96,2 ± 4,68	d	105,0 ± 4,94	a	3,4 ± 1,03	abc	6,0 ± 1,34	ab	4,0 ± 1,00	ab	394,0 ± 32,79	cdef
KM 2454-46-S (sklovité)	69,4 ± 5,18	a	105,4 ± 5,31	a	7,6 ± 1,40	ef	5,4 ± 1,50	ab	4,8 ± 0,86	bcd	519,6 ± 24,86	g
KM 2454-46-M (moučné)	67,8 ± 4,05	a	105,5 ± 5,98	a	7,0 ± 1,55	bcdef	5,6 ± 1,54	ab	4,8 ± 0,73	abc	477,2 ± 32,78	efg
Weihen. Schwarze Nackte	74,6 ± 3,67	ab	101,2 ± 3,60	a	3,0 ± 1,26	ab	4,8 ± 1,74	ab	2,4 ± 0,75	a	302,2 ± 36,25	abc
China 2011 Kashgar 10-21	85,4 ± 4,41	bcd	105,2 ± 3,81	a	2,6 ± 1,17	a	3,0 ± 2,00	ab	4,4 ± 0,75	ab	263,4 ± 20,70	ab
Harriman	75,4 ± 4,68	ab	105,6 ± 4,64	a	7,0 ± 1,26	cdef	3,6 ± 1,40	a	6,2 ± 0,92	cde	445,6 ± 32,22	defg
LG Nabuco	77,6 ± 5,75	ab	106,2 ± 5,53	a	6,4 ± 1,40	bcdef	6,0 ± 1,00	ab	8,4 ± 0,24	f	471,2 ± 26,60	efg
Pilote	72,6 ± 4,49	ab	105,4 ± 4,88	a	8,0 ± 1,00	ef	5,6 ± 1,33	ab	8,4 ± 0,24	f	478,0 ± 41,52	efg
Bente	72,0 ± 5,36	ab	104,6 ± 5,12	a	8,4 ± 0,60	f	5,0 ± 1,41	ab	8,2 ± 0,37	ef	464,0 ± 66,92	efg
Bojos (kontrola)	79,4 ± 5,27		106,6 ± 4,94		8,0 ± 0,77		5,5 ± 1,19		8,0 ± 0,45		464,0 ± 20,46	
Genetický zdroj/znak	Délka klasu (cm)		Hustota klasu (ks zrn/4cm)		Počet zrn v klase (ks)		Výnos (% ke K)		Hmotnost tisíce zrn (g)		Podíl na síti 2,2mm (%)	
	Průměr ± SEM	HS	Průměr ± SEM	HS	Průměr ± SEM	HS	Průměr ± SEM	HS	Průměr ± SEM	HS	Průměr ± SEM	HS
Accordine	9,6 ± 0,14	fg	11,1 ± 0,16	abc	26,9 ± 0,53	bc	81,2 ± 10,34	efg	54,7 ± 1,85	fg	97,2 ± 1,27	f
Spitfire	9,2 ± 0,46	f	11,2 ± 0,30	abc	25,3 ± 1,03	bc	100,7 ± 3,40	hij	56,0 ± 1,96	fg	97,5 ± 0,89	f
GSHO 1418	6,5 ± 0,26	abc	10,7 ± 0,53	abc	52,6 ± 1,45	f	56,4 ± 7,11	cd	29,9 ± 1,40	a	57,8 ± 5,07	ab
Arabian Blue Barley	6,5 ± 0,41	bc	27,9 ± 1,00	f	45,3 ± 1,91	e	47,7 ± 7,00	bc	38,9 ± 1,36	b	90,8 ± 3,59	def
Tabor 818	10,8 ± 0,24	h	9,3 ± 0,09	a	25,0 ± 0,28	bc	46,2 ± 4,30	abc	43,3 ± 1,87	bcd	75,7 ± 4,97	cd
LG Monus	9,0 ± 0,34	f	10,9 ± 0,42	abc	24,4 ± 1,04	bc	106,2 ± 4,26	ij	53,6 ± 3,43	fg	91,1 ± 4,44	def
Ovation	8,9 ± 0,34	f	11,0 ± 0,32	abc	24,5 ± 0,97	bc	97,3 ± 4,39	ghij	51,2 ± 3,35	efg	88,7 ± 5,99	def
Soulmate	7,6 ± 0,47	de	12,4 ± 0,27	c	23,8 ± 1,67	b	89,2 ± 9,00	ghi	48,7 ± 4,14	cdef	88,9 ± 8,12	def
Leenke	8,8 ± 0,41	f	12,1 ± 0,22	bc	26,6 ± 1,41	bc	102,8 ± 6,25	hij	49,1 ± 3,18	cdef	91,4 ± 5,01	ef
Forman	7,7 ± 0,10	e	12,5 ± 0,40	c	24,1 ± 0,69	b	105,6 ± 8,25	ij	51,8 ± 3,62	efg	90,3 ± 6,01	def
6-row Purple Barley	5,6 ± 0,29	a	29,3 ± 0,72	f	41,0 ± 1,18	d	44,3 ± 5,71	abc	38,9 ± 1,61	b	93,6 ± 1,69	ef
2-row Purple Barley	6,1 ± 0,21	ab	10,1 ± 0,23	ab	15,3 ± 0,62	a	28,2 ± 5,08	a	40,4 ± 1,85	b	89,4 ± 4,80	def
Bolognese	6,9 ± 0,26	bcde	25,6 ± 0,86	e	44,3 ± 2,89	de	61,6 ± 8,87	cde	50,3 ± 2,31	defg	79,3 ± 5,07	cde
GSHO 1930 liguleless	6,8 ± 0,23	bcd	10,4 ± 0,16	abc	17,6 ± 0,70	a	77,2 ± 5,37	efg	50,4 ± 2,52	defg	92,3 ± 3,70	def
Eglfinger Hado	10,1 ± 0,41	gh	10,3 ± 0,30	abc	26,2 ± 0,67	bc	67,1 ± 7,06	def	45,4 ± 1,87	bcde	87,4 ± 4,68	def
KM 2454-46-S	9,5 ± 0,39	fg	11,5 ± 0,31	abc	27,3 ± 0,47	bc	44,8 ± 3,17	abc	30,5 ± 1,60	a	43,3 ± 11,96	a
KM 2454-46-M	9,0 ± 0,36	f	11,9 ± 0,26	bc	26,6 ± 0,63	bc	60,5 ± 10,29	cde	38,9 ± 2,78	ab	73,9 ± 9,03	bc
Weihen. Schwarze Nackte	7,1 ± 0,23	cde	24,6 ± 0,63	e	43,8 ± 2,02	de	33,3 ± 3,69	ab	30,7 ± 2,05	a	82,2 ± 5,52	cdef
China 2011 Kashgar 10-21	7,3 ± 0,44	cde	20,4 ± 0,89	d	47,8 ± 3,38	e	46,6 ± 8,49	bcd	39,5 ± 3,29	bc	82,1 ± 4,30	cdef
Harriman	9,1 ± 0,14	f	12,2 ± 0,28	bc	27,8 ± 0,60	c	81,5 ± 5,04	fg	50,5 ± 2,17	defg	86,9 ± 4,59	def
LG Nabuco	8,7 ± 0,46	f	11,8 ± 0,16	bc	26,0 ± 1,36	bc	86,8 ± 5,80	gh	51,7 ± 3,48	efg	93,8 ± 3,43	def
Pilote	8,7 ± 0,22	f	11,8 ± 0,28	bc	25,6 ± 1,02	bc	91,5 ± 3,82	ghij	53,1 ± 3,98	fg	92,1 ± 6,29	ef
Bente	9,5 ± 0,07	fg	10,9 ± 0,29	abc	25,7 ± 0,37	bc	109,7 ± 6,18	j	57,7 ± 2,80	g	96,1 ± 2,37	f
Bojos (kontrola)							100,0 ± 0,00		48,7 ± 2,75		97,8 ± 1,12	

1) SEM - střední chyba průměru; 2) HS - homogenní skupiny - v rámci stejného znaku označují rozdílná písmena průkaznou diferenci při P ≤ 0,05 (Fisherův LSD test)

zdroje, u nichž je výnos ještě snížen o váhu pluch, které při sklizni odpadávají, protože je v nich zrno uloženo volně. Výnos se u těchto materiálů pohyboval od 28,2 % (2-row Purple Barley) do 47,8 % (China 2011 Kashgar 10-21). Výjimkou byla šlechtitelská linie KM 2454-46-M, která dosáhla výnosu 60,5 % v porovnání s kontrolou. V rámci znaku hmotnosti tisíce zrn (HTZ) vynikly moderní pluchaté odrůdy Bente (57,7 g) a Spitfire (56,0 g). Z bezpluchých ječmenů pak měl nejvyšší průměrnou hodnotu

HTZ Tabor 818 (43,3 g). Důležitou vlastností zejména pro sladovnické odrůdy je podíl zrna na síti 2,5 mm. V našem případě jsme volili síť 2,2 mm z důvodu zařazení bezpluchých materiálů do souboru, které mají zpravidla menší zrno. Nejvyšší průměrné hodnoty tohoto znaku dosáhly odrůdy Spitfire (97,5 %) a Accordine (97,2 %), nejnižší hodnoty pak dvouřadá bezpluchá šlechtitelská linie KM 2454-46-S (43,3 %) a šestiřadá pluchatý genetický zdroj GSHO 1418 (57,8%).

Kromě morfologických a výnosových parametrů je v kolekci genetických zdrojů sledována také kvalita zrna. U bezpluchých ječmenů a odrůdy Harriman se specifickou kvalitou zrna vhodnou pro krmné účely byla provedena analýza obsahu bílkovin a obsahu  $\beta$ -glukanů v zrně (Graf 1). Nejvyšší obsah  $\beta$ -glukanů, které jsou součástí rozpustné vlákniny a jejich konzumace prospívá našemu zdraví, měly genetické zdroje 2-row Purple Barley (6,1 %) a KM 2454-46-M (6,2 %). První z nich měl zároveň také vysoký obsah

na výšku rostlin, délku vegetační doby, poléhání a výskyt chorob, počet produktivních odnoží, hmotnost tisíce zrn a podíl na síť. Při hodnocení vybraných znaků byly mezi jednotlivými genetickými zdroji nalezeny statisticky významné rozdíly. Řada těchto genetických zdrojů by mohla sloužit jako donory specifických vlastností a nové genetické diverzity. Např. Tabor 818 se vyznačoval jednak vysokou odolností k napadení hnědou rzivostí ječmene, dobrou odolností k padlí ječmene, tak i nejvyšším



bílkovin (18,6 %). Nejvyšší obsah bílkovin měla odrůda Tabor 818, a to 19,7 %. U pluchatých genetických zdrojů byl zjišťován obsah bílkovin a vybrané sladovnické charakteristiky (Graf 2). Obsah bílkovin je velmi variabilní a je ovlivňován řadou faktorů, jako je odrůda, složení půdy, hnojení, předplodina, klimatické podmínky během vegetace. V tomto souboru měl nejvyšší obsah bílkovin genetický zdroj Eglfinger Hado s průměrnou hodnotou 17,6 %. U ostatních materiálů se hodnota obsahu bílkovin pohybovala v rozmezí 12,7–14,6 %. Dále byl sledován extrakt sladu, jehož hodnota ukazuje v procentech na uvolnění extraktivních látek ze sladové moučky do sladiny. Jeho hodnota se pohybovala od 75,5 % (Eglfinger Hado) do 82,7 % (Spitfire). Akceptovatelné rozmezí hodnot tohoto znaku se podle autorů Hartman et al. (2017) pohybuje od 81,5 % do 83,0 %. V tomto rozmezí se pohybovalo pět odrůd – Spitfire (82,7 %), Soulmate (82,5 %), Accordine (82,0 %), Forman (81,7 %) a Ovation (81,6 %). Další důležitou sladovnickou charakteristikou je Kolbachovo číslo, které udává poměr rozpustných dusíkatých látek ve sladince k celkovému obsahu dusíkatých látek ve sladě. Optimální hodnoty tohoto znaku jsou v rozmezí 42–48 % (Hartman et al, 2017). Průměrné hodnoty Kolbachova čísla v tomto souboru se pohybovaly v rozmezí od 31,4 % (Eglfinger Hado) do 45,9 % (Ovation). Optimální hodnoty byly nalezeny pouze u moderních odrůd Bente, Ovation, Forman, Spitfire, Soulmate, LG Nabuco a Leenke.

## Závěr

V průběhu sledovaných vegetačních ročníků byla u řady znaků zaznamenána jejich vysoká variabilita. Byl také popsán vliv jednotlivých ročníků na sledované charakteristiky, zejména

obsahem bílkovin a zvýšeným obsahem  $\beta$ -glukanů v zrně. Tyto jeho přednosti ho společně s bezpluchým typem zrna předurčují k zařazení do šlechtění speciálních odrůd pro využití v potravinářství. Z těchto důvodů jsou takovéto genetické zdroje zařazovány do národní genové banky, aby mohly být všemi zájemci následně použity pro výzkum, šlechtění či vzdělávání.

/Recenzováno/

## Poděkování

Tato publikace vznikla za podpory Ministerstva zemědělství ČR – „Národního programu konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin a agrobiodiverzity“ č. MZE-62216/2022-13113/6.2.5 a za využití institucionální podpory MZE-RO1123.

## Kontakt

zavrelova@vukrom.cz

## Literatura

- FAO, 2010. The Second Report on the State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. Rome, FAO. 370 s.
- Hartman, I., Svobodová, I., Spáčilová, V., Míša, P. 2017. Reakce odrůd sladovnického ječmene na pěstování v režimu nízkých vstupů („low-input“) a ekologickém režimu II. Část. Sladovnická kvalita. Obilnářské listy, 25(3–4), s. 90–93.
- Mansfeld, R. 1950. Das morphologische System der Saatgerste, *Hordeum vulgare* L. s. l. Der Züchter, 20, s. 8–24.
- Ullrich, S.E. (ed.) 2011. Barley: Production, Improvement, and Uses. World Agriculture Series. Chichester, Wiley-Blackfield. 637 s.