

ZNÁTE NOVOU OBILNINU TRITORDEUM?

Tritordeum (*x Tritordeum martinii* A. Pujadas) je, vedle tritikale, další člověkem uměle vytvořená obilnina pocházející z křížení ječmene a pšenice. Tato plodina je studována již více než 40 let, i když jejího pěstování a produkce pro komerční využití v potravinářském průmyslu bylo dosaženo teprve nedávno. Tritordeum by mohlo být pro producenty a spotřebitele zajímavou alternativou k pšenici.

Vyznačuje se totiž vysokou adaptabilitou do různých pěstelských oblastí, schopnost přizpůsobit se změně klimatu a nabízí možnost využití při výrobě velkého množství pečených i nepečených potravinářských výrobků a mnoho pozoruhodných a zajímavých vlastností ze zdravotního a organoleptického hlediska.

PŮVOD A ŠLECHTĚNÍ

Tritordeum je fertillní amfiploid vzniklý hybridizací divoce příbuzného *Hordeum vulgare* (*Hordeum chilense* Roem. et Schultze) a kulturní pšenice tvrdé (*Triticum turgidum* ssp. *Durum* Desf.). První zmínku o tritordeu zveřejnili Martín a Chapman v roce 1977 v publikaci A hybrid between *Hordeum chilense* and *Triticum aestivum*. U tohoto prvního oktoploidního hybridu ($2n = 8x = 56$, HchHchBBAAuAuDD) bylo *H. chilense* použito jako mateřská forma (Kakabouki et al. 2020). Takto získané oktoploidní tritordeum vykazovalo špatný růst a vývoj, vysokou frekvenci aneuploidů a vysokou chromozomální nestabilitu, což jsou znaky, které nejsou optimální pro rozvoj potenciální a udržitelné plodiny (Martín et al. 1996). Oktoploidní amfiploidy zůstávají však velmi zajímavé vzhledem ke svým dobrým pekařským parametrům, které jsou srovnatelné s pšenicí setou (Alvarez a Martín 1994; Alvarez et al. 1994).

Kromě oktoploidní formy byla v průběhu minulých let vytvořena i primární hexaploidní

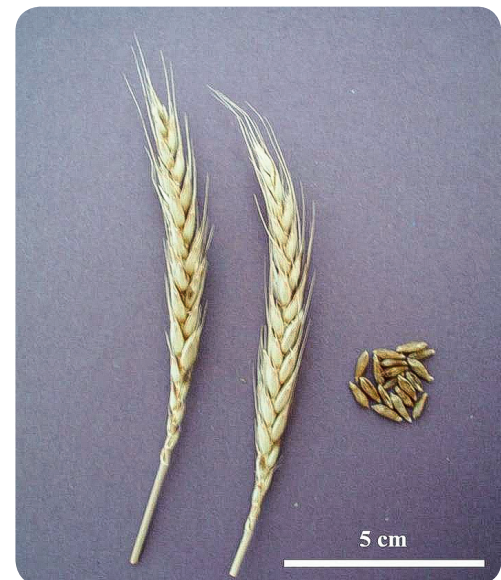
($2n = 6x = 42$, BBAAuAuHchHch) forma tritordea. Primární hexaploidní formy vznikají hybridizací tetraploidní pšenice tvrdé (*T. durum*) s *H. chilense* a pro získání životaschopného potomstva je nutné na vzniklé jedince po oplození ($n = 3x =$

28, BAHch) použít aplikaci kolchicinu pro zdvojení počtu chromozomů, což umožní vytvořit primární formy hexaploidního tritordea s dobrou fertilitou. Po hybridizaci primární hexaploidní formy s primární oktoploidní formou

vzniká přechodně heptaploidní forma ($7x = 49$, BBAAuAuD-HchHch), ze které se po několika samosprášeních zcela vyloučí genom D a vznikne sekundární hexaploidní tritordeum. U těchto sekundárních forem se vyskytují chromozomy



Tritordeum hexaploidní



Tritordeum oktoploidní



Odrůda tritordea Aucan



Odrůda tritordea Bulel

původem z více rodičovských druhů a jsou proto významným zdrojem genetické variability (různorodosti) využitelné v následujícím praktickém šlechtění.

FENOLOGICKÉ A MORFOLOGICKÉ ZNAKY

Martínek et al. (2003) uvádějí, že jarní odrůdy tritordea pěstované ve středoevropských podmínkách měly výraznou pozdní dobu dozrávání a nerovnoměrnou zralost jako důsledek vysokého stupně zmlazení odnoží, které charakterizuje celoroční formu *H. chilense*. Těmto problémům se navíc úspěšně podařilo předejít podzimním setím a obdobím jarovizace, což má také za následek lepší vývoj a vyšší výnos tritordea v těchto prostředích. Navíc Millán et al. (1988) a Villegas et al. (2008, 2010) uvedli, že abiotické stresy během vegetativních fází ve středomořském prostředí s častým stresem ze sucha během dozrávání vedlo u tritordea k delšímu zpoždění kvetení než u pšenice, a mělo

tedy za následek kratší období nalévání zrna.

Náchylnost tritordea k poléhání byla v literatuře diskutována s ohledem na produkci, která by mohla určovat projev tohoto agronomického problému. Několik výzkumů uvádí nižší výšku tritordea, v průměru o 20 %, než u pšenice, a tím nižší náchylnost k poléhání (Barro et al. 1996; Martín et al. 1996; Visioli et al. 2020). Nicméně Montesano et al. (2021) a Yousfi et al. (2010) uvádí vyšší náchylnost k poléhání u tritordea než u pšenice. Kakabouki et al. (2020) zdůraznili klíčovou roli genotypu při ovlivňování výšky rostlin a prokázali jasné vnitroodrůdové rozdíly v obou srovnávaných plodinách, tritordeu a pšenici. Visioli et al. (2020) také uvádějí jasnou variabilitu poléhání u různých kultivarů tritordea. Vyšší predispozice tritordea k poléhání ve vysoce úrodných pěstitelských oblastech může souviset s jeho vyšší schopností odnožování, než má pšenice (Pinto et al. 2002) a nižší pevností stébel (Lima-Brito et al. 2006).

Pokud jde o klas, tritordeum má křehké větveno a tvrdší pluchy než pšenice, což způsobuje vyšší fyzickou náročnost výmlatu. To zase vede k poněkud obtížnějšímu čištění zrna a/nebo větším ztrátám zrna při sklizni (Ávila et al. 2021). Kromě možného vyššího počtu klasů na rostlinu, v důsledku větší kapacity odnožování, může být také počet klásků na klas vyšší než u pšenice, ačkoli byl zaznamenán větší výskyt sterilních klásků (Pinto et al. 2002).

TOLERANCE KE STRESŮM

Kromě toho má tato plodina zajímavý agronomický potenciál pro silnou odolnost vůči abiotickému stresu a toleranci k chorobám, jako jsou hnědá rzivost pšenice (*Puccinia hordei*, *P. recondita tritici*), padlí travní (*Erysiphe graminis*), septoriová skvrnitost pšenice (*Mycosphaerella graminicola*), mazlavá snětivost pšenice (*Tilletia caries*), prашná snětivost pšenice (*Ustilago tritici*) a háďátko kořenové

(*Meloidogyne naasi*), jak zmiňují Martín et al. (2000). Na druhou stranu vysoká náchylnost k růžovění klasů pšenice (FHB), které způsobují hlavně *Fusarium graminearum* a *F. culmorum*, vede k vysokým výnosovým ztrátám (Duffeck et al. 2020), nižší hmotnosti tisíce zrn a akumulaci mykotoxinů, což jsou toxické sloučeniny, pro které byly stanoveny legislativní prahové hodnoty (Evropská komise 2006). Odrůdy tritordea pěstované v severní Itálii prokázaly vyšší obsah trichothecenů, které jsou největší skupinou mykotoxinů vyskytujících se v drobnozrnných obilninách a mají podobný obsah jako pšenice tvrdá, což je druh považovaný za vysoce náchylný k tomuto zdravotnímu riziku (Spaggiari et al. 2019).

Tritordeum prokázalo širokou adaptabilitu na různé podmínky pěstebního prostředí. Pěstuje se hlavně v jižní Evropě, ale jeho zkoušení bylo také zaznamenáno v několika kontinentálních produkčních oblastech ve střední a severní Evropě. Několik výzkumů provedených ve středomořských oblastech pěstování hlásilo dobrou agronomickou odezvu této plodiny v polosuchém prostředí díky její adaptabilitě na stresové podmínky sucha (Kakabouki et al. 2020; Martín et al. 1999, 2000; Villegas et al. 2010) a obecně lepší odolnost vůči suchu než pšenice setá (Martín et al. 1999), ale někdy také než pšenice tvrdá (Gallardo et Fereres 1989; Simane 1993). Tolerance k zasolení je další ekologický znak *H. chilense*, kterým se také vyznačuje tritordeum (Villegas et al. 2010; Martín et al. 2000) a pravděpodobně souvisí s nižší průduchovou vodivostí tritordea než



Klasy odrůdy tritordea Aucan



Klasy odrůdy tritordea Bulel

pšenice (Aranjuelo et al. 2009). Yousfi et al. (2010) studovali kombinaci nedostatku vody a koncentraci zasolení při pěstování tvrdé pšenice, tritikale a tritordea. Výsledky potvrdily vyšší toleranci této plodiny k mírnému zasolení díky nižší průduchové vodivosti, nižší listové akumulaci Na⁺ a vyššímu poměr K⁺/Na⁺, z nichž všechny zpomalují stárnutí rostlin a pomáhají udržovat schopnost rostliny asimilovat dusík.

Martinek et al. (2003) zjistili, že zimovzdornost tritordea jasně souvisí s mrazuvzdorností genotypů pšenice, které byly použity pro křížení s *H. chilense*. Odrůdy tritordea, které se v současnosti pěstují ve střední Evropě, ve skutečnosti demonstrují nízké riziko poškození zimními mrazy.

VÝNOS ZRNA

Tritordeum je nová plodina, která je předmětem omezených šlechtitelských aktivit ve srovnání s ostatními drobnozrnnými obilninami. Výnosy byly srovnávány mezi prvními dostupnými genotypy tritordea a komerčními odrůdami pšenice seté a pšenice tvrdé za posledních 35 let a bylo zjištěno, že tato plodina má zajímavý výnosový potenciál. V průměru dosahují výnosy tritordea hranice 43 % pšenice seté a 40 % pšenice tvrdé. Uváděné průměrné výnosy zrna tritordea ukazují hodnoty 2,6 t/ha, respektive 3,6 t/ha pro mírné středomořské a kontinentální prostředí střední Evropy. Pokud jde o pěstitelské oblasti, výnosnost tritordea v takových středomořských oblastech, jako jsou jižní Španělsko,

Tunisko, Libanon, Řecko a jižní Itálie, se blíží výnosu pšenice a dalším druhům, jako je tritikale (Villegas et al. 2010).

Nesporný rozdíl existuje v produktivních vlastnostech zrna mezi hmotností tisíce zrn (HTZ) tritordea a HTZ pšenice: tritordeum má v průměru nižší HTZ než pšenice tvrdá (–48 %) a pšenice setá (–38 %). Nižší HTZ ve středomořských pěstitelských oblastech by mohla vysvětlit nižší výnosový potenciál této plodiny. Villegas et al. (2008) prokázali, že nízká HTZ tritordea by mohla být způsobena opožděným kvetením ve srovnání s jinými drobnozrnnými obilninami, což by mělo za následek kratší dobu pro akumulaci škrobu v zrnech, čímž by se snížila jejich hmotnost.

NUTRIČNÍ VLASTNOSTI

Tritordeum je považováno za genetický můstek přenášející užitečné vlastnosti ječmene a pšenice, jako jsou zásobní proteiny, obsah karotenu, jakož i tolerance vůči suchu a zasolení. Erlandsson (2010) uvádí, že křížením ječmene a pšenice se lidé snažili uchovat nutriční a technologické vlastnosti každého druhu. Podle několika studií je tritordeum považováno za novou plodinu kvůli vysoké hladině bílkovin a karotenu. Procentuální obsah se pohybuje podle většiny autorů od 11 % až do 25 %. V přímé souvislosti s vyšším obsahem bílkovin je vyšší obsah lepku (Alvarez et al. 1995). Tritordeum má také vyšší obsah esenciálních aminokyselin a cysteinu než pšenice. Z mastných kyselin je v obilce tritordea nejvíce zastoupena



MEZIPLODINOVÉ SMĚSI

Naše meziplodinné směsi jsou pečlivě vytvořeny tak, aby maximalizovaly potenciál vaší půdy. Jejich použití zajišťuje ochranu a zlepšuje úrodnost a zdraví půdy v období mezi hlavními plodinami. Kontaktujte našeho obchodního zástupce ještě dnes a zjistěte více! Veškeré informace také na našich webových stránkách www.dlf.cz.

PRODEJ:
MVDr. Silvie Bočková
+420 724 221 678
silvie.bockova@dlf.com

DLF Seeds, s.r.o.
www.dlf.cz



Spojte se s námi také na Facebooku, DLF CZ



Landsberská směska

50 % jilek mnohokvětý italský
30 % jetel nachový
20 % vikev ozimá

- Rychlý růst hmoty na jaře a vysoká nutriční hodnota.
- Jetel nachový a vikev fixují dusík, podporují růst jilek.
- Možnost vícenásobné sklizně po první seči.

Landsberská směs plus

50 % Festulium typ jilky mnohokvětého
30 % jetel nachový
20 % vikev ozimá

- Podporuje strukturu půdy.
- Vysoký obsah bílkovin a hmoty.
- Kvalitní krmení brzy na jaře.
- Možnost vícenásobné sklizně po první seči.



Strukturální směs

65 % oves hřebíkatý
15 % vikev setá
8 % pohanka obecná
5 % slunečnice roční
5 % svazanka vratičolistá
2 % ředkev olejnatá

- Polykomponentní směs pro strukturu a obohacení půdy živinami.
- Bohatě kvetoucí porost.
- Komplexní vliv na půdu.

Efektivní duo

70 % hořčice bílá
30 % ředkev setá

- Zamezuje erozi a vyplavování živin.
- Rozsáhlý kořenový systém zlepšuje půdní strukturu a obohacuje půdu živinami.
- Následná plodina může být kukuřice nebo slunečnice.



Půdní záchrana

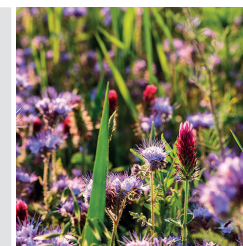
43 % žito ozimé
32 % jetel nachový
15 % svazanka vratičolistá
10 % vikev panonská

- Chrání půdu před erozí přes zimu.
- Vysoký podíl bobovitých rostlin dodává dusík do půdy.
- Dobrý kořenový systém zlepšuje drobtovitou strukturu půdy.

Půdní mana

50 % žito ozimé
20 % svazanka vratičolistá
10 % jetel alexandrijský
10 % jetel perský
10 % jetel nachový

- Pokryv půdy a ochrana před větrnou a vodní erozí, doplnění organické hmoty.
- Jednoleté jetele pro rychlou fixaci dusíku.



Zelený pokryv

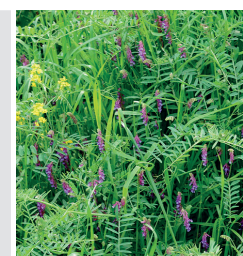
60 % oves hřebíkatý
30 % vikev setá
10 % jetel alexandrijský

- Pokryv půdy a ochrana před větrnou a vodní erozí.
- Vylepšení půdní struktury a doplnění organické hmoty.
- Jednoleté jetele pro rychlou fixaci dusíku, terminace porostu mechanicky nebo herbicidně.

High five

5 % hořčice bílá
25 % vikev panonská
20 % oves hřebíkatý
15 % svazanka vratičolistá
5 % jetel perský

- Pokryv půdy a ochrana před větrnou a vodní erozí.
- Vylepšení půdní struktury a doplnění organické hmoty.



kyselina linolová. Tvoří více než 50 % všech mastných kyselin. Lutein je hlavní karotenoid vyskytující se v obilce tritordea. Vysoký obsah luteinu je spojen s vlivem genomu *H. chilense* v tritordeu, a to především s chromozomem 7Hch. V porovnání s ostatními pšeničnými druhy má tritordeum v závislosti na konkrétním druhu dva- až desetkrát vyšší koncentraci luteinu. Proti ječmenu je obsah luteinu pětikrát vyšší (Abdel-Aal et al. 2007). Další příznivé účinky přenášející geny *H. chilense* zahrnují kvalitativní znaky zrna, jako je vysoká genetická variabilita exprese složení zásobního proteinu. Vědecké práce se soustředily hlavně na obsah bioaktivních sloučenin: tritordeum má vyšší hladiny karotenoidů a arabinoxylanů než pšenice, což má za následek větší celkovou antioxidační aktivitu (Martín et Cabrera 2005; Palomino et Cabrera 2019). Navíc bylo pozorováno, že tritordeum má nižší přítomnost imunotoxických peptidů než pšenice, i když přínosy pro lidi, kteří trpí neceliakální citlivostí na lepek, je stále třeba studovat více do hloubky. Všeobecně se z agronomického hlediska hexaploidní tritordeum podobá více odrudám hexaploidní pšenice seté, která se používá pro pekařské účely, než tetraploidní pšeničnici tvrdé a tritikale. Tritordeum vykazovalo v podmínkách jižní Evropy podobné výsledky jako středně kvalitní pekařské pšenice. I když tritordeum nedosahuje elitní pekařské jakosti, stále může být adekvátně použito v pekařském odvětví, případně jako krmivo (Alvarez et al. 1992). V současné době se tritordeum v rámci lidské výživy používá na výrobu pizzy, těstovin, pečiva, sušenek, zeleninových nápojů a také piva. Pokud

šlechtitelé poskytnou odrůdy tritordea s vyšší výnosovou úrovní a lepší konečnou užitnou hodnotou, mohlo by to představovat zajímavou alternativu k pšenici pro potravinářský průmysl.

RUZYŇSKÁ KOLEKCE TRITORDEA

Kolekce genetických zdrojů jarního tritordea v genové bance Praze-Ruzyni byla založena v roce 2014. V současné době je zastoupena 23 položkami a to odrudami JB1, JB3, Aucan



Zrno odrůdy tritordea Aucan

a Bulel. Zbývajících 19 položek představují šlechtitelské linie. Všechny položky jsou původem ze Španělska. Do genové banky se dostaly prostřednictvím Ing. Petra Martinka, CSc., z firmy Agrotest fyto, s r. o., Kroměříž. Genetické zdroje tritordea byly během posledních let zdokumentovány: jsou vedeny v knize introdukce a mají založenou kartu EVIGEZ, mají svá pasportní data a během polního a laboratorního hodnocení morfologických, biologických a hospodářských znaků získala popisná data, která jsou uvedena v informačním systému GRIN Czech. Osivo těchto položek bylo uloženo k dlouhodobé konzervaci do skladů genové banky a klasy uloženy do herbá-

ria. Vzhledem k tomu, že osivo těchto genotypů není možné využívat ke šlechtění, jsou tyto položky vedeny v režimu „omezená dostupnost“ (Nesvadba 2021).

PERSPEKTIVY DO BUDOUČNA

Genetické zlepšování tritordea prochází neustálým vývojem. Podle Kakabouki et al. (2020) je v současné době k dispozici více než 250 primárních linií tritordea. V posledních letech byly u Odrudového úřadu



Zrno odrůdy tritordea Bulel

Společenství (CPVO) registrovány dvě nové komerční odrůdy – Aucan (2013) a Bulel (2015). Byly vyšlechtěny a komercializovány v Evropě od roku 2013 firmou Agrasys S.L. (Barcelona, Španělsko). Ta později přešla akvizicí na společnost Arcadia Spa S.L. (Pamplona, Španělsko) a od roku 2021 funguje pod novým vlastníkem jako Vivagran (www.vivagran.nl). Odrůda Aucan se vyznačuje vysokým výnosem zrna a odrůda Bulel zlepšenou pekařskou kvalitou a vyšším obsahem bílkovin. Nedávné studie navíc ukázaly, že nové šlechtitelské linie vykazují u některých agronomických znaků ještě zajímavější výsledky a v blízké budoucnos-

ti se očekávají nové a lepší komerční odrůdy.

Landolfi a Blandino (2023) uvádějí, že tritordeum se pěstuje v Evropské unii na ploše přibližně 600 ha, z toho 70 % ve Španělsku, 17 % v severní Itálii a 12 % v Řecku a jeho pěstování nedávno započalo také v Nizozemsku a Austrálii. Výzkumná a šlechtitelská činnost, která bude probíhat v následujících letech, bude zásadní pro rozvoj pěstování tritordea a produkci zrna pro dodavatelské řetězce s cílem získat agronomicky a ekonomicky zajímavou alternativu k současným plodinám a systémům pěstování, stejně jako vysoce inovativní potravinářské produkty se zdravotní a organoleptickou přidanou hodnotou. Kromě zásadních genetických vylepšení bude nutné nastavit pěstební systém a agronomické postupy pro tuto plodinu, aby bylo dosaženo podstatného nárůstu ve výnosu a zlepšení kvalitativních vlastností, jakož i minimalizovat zdravotní rizika související s růžováním klasů pšenice a kontaminací zrna mykotoxiny, zejména ve středoevropských oblastech.

Článek byl zpracován za finanční podpory Ministerstva zemědělství, institucionální podpora MZE-RO0423 a podpory NP MZe ČR č. j. 62216/2022-13113/6.2.14. Národní program konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin, zvířat a mikroorganismů významných pro výživu a zemědělství – Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i., Praha-Ruzyně.

Použitá literatura je k dispozici u autora.

Ing. Zdeněk Nesvadba, Ph.D.
Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i.
Foto autor a Petr Martinek