

Vznik tritikale, jeho význam a hybridizace pšenice s jinými rody

(The origin of triticale, its importance and hybridization of wheat with the other genera)

Martinek, P., Agrotest fyto, s.r.o., Kroměříž

Tritikale (český ekvivalent žitovec) je v současnosti běžně pěstovaná obilnina, oblíbená především pro své nižší pěstitelské nároky oproti pšenici. Její historie vzniku je zajímavá, protože se jedná o první obilninu vytvořenou člověkem na základě mezirodového křížení pšenice (*Triticum* sp.) a žita (*Secale* sp.) a následného zdvojení počtu chromosomů. Název tritikale (\times *Triticosecale* Wittmack) vznikl spojením latinského slova *Triticum* (pšenice) a *Secale* (žito) a zavedl ho v roce 1926 Erich von Tschermak-Seysenegg. Tritikale je nový obilní rod vzniklý hybridizací dvou kulturních obilnin, a tudíž nemá žádného planého přímého předka. V přírodě by zřejmě nikdy nevznikl přirozenou cestou. Název tritikale se užívá pro křížence, kde pšenice byla použita jako mateřský komponent (donor cytoplasmy) a žito jako otcovský komponent (existuje rovněž označení \times *Secalotricum*, používané pro křížence zpravidla tetraploidního žita s pšenicí).

Pokus s křížením pšenice a žita byl poprvé představen Botanickou společností v Edinburghu ve Skotsku v roce 1875 biologem A. S. Wilsonem, později E. S. Carmanem v roce 1883.

Zakladatel německého šlechtění rostlin

Pro vznik tritikale má zcela zásadní význam německý šlechtitel Dr. Arnold Dietrich Wilhelm Rimpau (*29. 8. 1842 Schlanstedt u Halberstadtu; †20. 5. 1903 Woltersdorf v Pomořansku) (obrázek 1).



Obr. 1. Dr. Arnold Dietrich Wilhelm Rimpau – tvůrce tritikale (Anonym, 1910)

Byl synem dobře situovaného statkáře a vlastníka půdy. Po studii na gymnáziu v Branschweigu v letech 1855-1859 pokračoval na Zemědělské akademii v Bonn-Poppelsdorf, krátce studoval hospodářství, fyziku a meteorologii na univerzitě v Berlíně. Od roku 1865 pracoval na statku svého otce ve Schlanstedtu, později získal pozemky otce do vlastnictví a působil jako prak-

tický farmář se zájmem o šlechtění obilovin a cukrové řepy, vypracoval se na správce a majitele panství. Prosazoval používání nových technologií a vynálezů (včetně parního pluhu). Byl spoluzakladatelem Německé zemědělské společnosti (DLG), kde se zabýval semenářstvím a odrůdovým zkušebnictvím. Jako šlechtitel vytvořil několik odrůd ozimé a jarní pšenice, ozimého žita, jarního ječmene, ovsu a cukrové řepy. Ukázal poprvé na možnost plánovaného šlechtění nových odrůd s využitím cílené hybridizace, založené na vhodné volbě rodičů. Zcela zásadní význam má jeho úspěšné křížení pšenice s žitem, které bylo uskutečněno v roce 1888 a vedlo v následujícím roce k získání plně fertillní rostliny, jež se stala historickým počátkem vzniku tritikale. Wilhelm Rimpau je proto zcela oprávněně pokládán za „zakladatele německého šlechtění rostlin“. Pro své vynikající vědecké úspěchy mu byl udělen v roce 1894 čestný doktorát na Univerzitě v Halle, kde má také bronzovou bustu. W. Rimpau je také pokládán za spoluzakladatele šlechtitelské firmy v Langenstein-Böhnshausen v Sasku-Anhaltsku, jež je dnes součástí společnosti Nordsaat Saatucht GmbH.

Vznik tritikale

V roce 1888 získal W. Rimpau 4 zrna z křížení krajové saské červenozrné odrůdy pšenice (Roter sächsischer Landweizen) a žita (Schlanstedter Roggen). Mezi rostlinami první generace po křížení nalezl v roce 1889 jednu rostlinu, která se odlišovala od ostatních výrazně dlouhým a vzpřímeným klasem, avšak se silně redukovanou plodností. Z této rostliny sklídl 15 částečně až velmi svrasklých zrn. V roce 1890 získal tři rostliny, které byly úplně sterilní, zbylých dvanáct rostlin vykazovalo znaky obou rodičů. Vyznačovaly se velmi dlouhými vzpřímenými hnědo-červenými klasy pšeničného typu, s široce vyrovnaně rozevřenými plevami. Jedna rostlina se odlišovala od ostatních výrazně delším stéblem. Rok 1889, kdy se vyskytla v první generaci po křížení fertillní rostlina, se stal historickým mezníkem, který lze pokládat za počátek vzniku zcela nového obilního rodu, později nazvaného tritikale. V roce 1890 Rimpau zopakoval křížení a získal 25 hybridních zrn. Oproti předchozím pokusům s hybridizací pšenice a žita se Rimpauovi podařilo vytvořit hybrid vykazující znaky mateřské a otcovské rostliny, který byl uniformní po řadu následujících generací. Tento výsledek zveřejnil v práci „Kreuzungsprodukte landwirtschaftlicher Kulturpflanzen“ v roce 1891. Tato vzácná publikace se dochovala také v knihovně Zemědělského výzkumného ústavu Kroměříž, s.r.o. (obrázek 2). Tato událost vznikla v období, kdy ještě nebyly obecně známy Mendelovy zákony. Zákonitosti dědičnosti Mendel publikoval sice již v roce 1866 v práci „Versuche über Pflanzen-Hybriden“, jeho zákony ale čekaly do roku 1900 na své znovuobjevení, které učinili nezávisle: německý botanik Carl Erich Correns, holandský botanik a genetik Hugo Marie de Vries a rakouský agronom a biolog Erich von Tschermak-Seysenegg. V době vzniku tritikale tedy nebyla ještě známa úloha chromosomů jako párových struktur a možných nositelů dědičné informace. Tu popsal v roce 1902 v Americe **Walter Sutton**. Předpokladem úspěšnosti vzniku první fertillní rostliny v roce 1889 bylo zdvojení počtu chromosomů, ke kterému došlo v podstatě náhodným následným procesem. S odstupem doby a se současnými znalostmi lze říci, že došlo ke zkřížení běžné hexaploidní pšenice ($2n = 6x = 42$, genomy BBAADD) s diploidním žitem ($2n = 2x = 14$, genomy RR), kdy splynutí gamet těchto rodičů (BAD a R) vedlo ke vzniku hybrida



Obr. 2 Dochovaný exemplář knihy W. Rimpaua „Kreuzungsprodukte landwirthschaftlicher Kulturpflanzen“ z roku 1891 ve fondech knihovny Zemědělského výzkumného ústavu v Kroměříži

($n = 4x = 28$, genomy BADR). Tento hybrid je ovšem za normálních okolností výrazně nebo zcela sterilní, protože jeho chromosomy jsou v něm přítomny jen jednou, jsou tedy nepárové, a nemohou se rovnoměrně rozcházet během gametogeneze (proces tvorby pohlavních buněk) do pohlavních buněk a vytvářet normální gamety s jednou kompletní (haploidní) sadou chromosomů. Tato skutečnost u vzdálených hybridů obvykle způsobuje sterilitu nebo sníženou fertilitu hybridů. Pokud dojde k oplození při samosprašení takto vytvořených gamet a vzniku embrya, semene a případně i následné rostliny, výsledkem jsou zpravidla jedinci s neobvyklými počty chromosomů a výraznými poruchami životních funkcí doprovázenými sníženou vitalitou nebo způsobující letalitu. U křížence vytvořeného Rimpauem však muselo dojít k náhodnému spontánnímu zdvojení počtu chromosomů a vzniku primární oktoploidní formy ($2n = 8x = 56$, genomy BBAADRRR), s párovými chromosomy, u kterého docházelo k normální tvorbě gamet, což se projevovalo plnou fertilitou a genetickou stabilitou v následných generacích (obrázek 3). Někdy práce biologů může navodit situace umožňující vznik převratných událostí. Pro tuto vzniklou formu byl později navržen název taxonu *×Triticosecale rimpaui* Wittmack, který je dnes zahrnut do *×Triticosecale* Wittm. Ta však poměrně dlouho zůstala bez dalšího využití v botanických sbírkách jako botanická rarita.

Tvorba hexaploidních forem

V polovině minulého století se začal masověji využívat účinek kolchicinu (alkaloid obsažený v ocúnu – *Colchicum autumnale* L.) pro indukci polyploidů u rostlin. Tento alkaloid narušuje buněčné

dělení (mitózu) tím, že způsobuje narušení struktury mikrotubulů dělicího vřeténka. Mitóza je zastavena již v metafázi, životnost buňky ale nemusí být porušena a může dojít ke vzniku polyploidních forem. Znamená to, že rostliny obsahují třeba čtyři sady chromosomů místo dvou. Toto působení kolchicinu bylo úspěšně použito na křížence tetraploidní pšenice tvrdé ($2n = 4x = 28$, genomy BBAA) a žita ($2n = 2x = 14$, genomy RR), který měl genetickou sestavu chromosomů neumožňující jejich vzájemné párování ($n = 3x = 21$, genomy BAR) a byl sterilní. Vlivem kolchicinu došlo u tohoto křížence ke zdvojení počtu chromosomů ($2n = 6x = 42$, genomy BBAARR) a obnově jeho fertility. Tento krok vedl ke vzniku primárních hexaploidních forem tritikale. První hexaploidní tritikale bylo získáno v roce 1948 na Universitě v Missouri v USA. Vzájemné křížení primárních oktoploidních ($2n = 8x = 56$, genomy BBAADRRR) tritikale s primárními hexaploidními ($2n = 6x = 42$, genomy BBAARR) tritikale vedlo ke vzniku hybridů s nepárovým zastoupením chromosomů genomu D ($7x = 49$, genomy BBAAD-RR). Opakovaným samosprašováním tohoto hybrida došlo k eliminaci všech nepárových chromosomů D a vzniklo sekundární hexaploidní tritikale ($2n = 6x = 42$, BBAARR), tvořené chromosomy různých druhů pšenice (pšenice seté, pšenice tvrdé) a případně i různých druhů žita. Vzhledem k zastoupení chromosomů rozdílného původu byly sekundární hexaploidní formy značně geneticky heterogenní a představovaly širokou škálu geneticky velmi odlišných jedinců. Tato různorodost se stala východiskem pro zahájení cíleného šlechtění, které postupně vedlo k vytvoření komerčně využitelných odrůd. Šlechtění prvních odrůd probíhalo na různých místech ve světě, především v USA, SSSR, Kanadě, Maďarsku, Německu, Mexiku a Polsku. K významnému šlechtitelskému úspěchu došlo však až v Polsku, kde Dr. Tadeusz Wolski a jeho spolupracovníci v roce 1982 vyšlechtili v Danko Hodowla Roslin první polskou odrůdu Lasko. Tato odrůda se vyznačovala o 20 cm kratším stéblem v porovná-



Obr. 3. Originální oktoploidní tritikale z roku 1889 uchovávané v Hodowla Roslin Strzelce - Sp. z o.o. – šlechtitelské stanici Mal

ní s ostatními odrůdami tritikale a vzhledem k výrazně lepší odolnosti k poléhání a dobrým výnosovým výsledkům našla široké uplatnění v zemědělské praxi i mimo území Polska. **Triticale v České republice** První českou odrůdou odvozenou z křížení pšenice a žita byla odrůda Kelčanská secalobastard z roku 1935 (Anonym, 2000). Odrůdy pšenice, v jejichž rodokmenu se vyskytlo žito, byly získány rovněž Janem Fadrhonsem v Semčicích v roce 1947. Systematické šlechtění tritikale začalo u nás v 60. letech na Šlechtitelské stanici v Domoradicích, po roce 1972 dochází k soustředění šlechtění tritikale do Šlechtitelské stanice Úhřetice, (obě stanice dříve patřily pod OSEVA, státní podnik; nyní jsou Úhřetice pracovištěm firmy SELGEN, a.s.), kde byly Ing. Valentinou I. Mogilevou, CSc. v letech 1972–1991 vyšlechtily tři české odrů-

dy tritikale: Korm (1988–1998), Ring (1991–2002) a společně s Ing. Annou Pochobradskou odrůda Kolor (1996–2008). Později převzala šlechtění Ing. A. Pochobradská (1983–2000) a od roku 2000 Ing. Martin Hromádka. Z úhřetického šlechtění pocházejí odrůdy Nazaret (2004–dosud) a Kinerit (2012–dosud), na kterých mají hlavní autorský podíl Ing. M. Hromádka a Ing. Ludmila Bobková, CSc. Tyto odrůdy jsou registrované rovněž na Slovensku. Program šlechtění tritikale byl ve firmě SELGEN,

Výhody a nevýhody pěstování tritikale

Ve většině zemí EU dosahuje tritikale vysoké a stabilní výnosy (tab. 1). Výhodou je, že tritikale dosahuje velmi dobrých výnosů v méně příznivých půdních a klimatických podmínkách, kde se obvykle pěstuje. U tritikale narůstá hospodářský význam díky výrazným šlechtitelským úspěchům, které vedly k vyšlechtění odrůd s podstatně kratším stéblem a větším podílem zrna

na nadzemní biomase. Tritikale je schopno produkovat o něco větší množství nadzemní biomasy než pšenice. Vzhledem k obvykle delšímu stéblu současných odrůd tritikale než mají současné odrůdy pšenice, lze očekávat, že pokračování šlechtitelského trendu zkracování délky stébla povede k výraznému zvyšování sklizňového indexu (zvyšování

Tab. 1. Vybrané údaje o sklizňové ploše, výnose a produkci obilnin v roce 2014 (dle FAO)

	Tritikale			Žito			Pšenice		
	Plocha	Výnos	Produkce	Plocha	Výnos	Produkce	Plocha	Výnos	Produkce
	tis. ha	t/ha	tis. t	tis. ha	t/ha	tis. t	tis. ha	t/ha	tis. t
Svět celkem	4136	4,1	16954	5307	2,87	15243	220418	3,31	729012
EU (28)	2920	4,52	13193	2164	4,14	8963	26711	5,89	157417
Polsko	1306	4,02	5247	886	3,15	2793	2339	4,97	11629
Německo	418	7,11	2972	630	6,12	3854	3220	8,63	27785
Francie	39	5,22	202	26	4,9	128	5297	7,35	38950
Ruská federace	248	2,64	654	1858	1,77	3281	23908	2,5	59711
Česká republika	48	5,03	244	25	5,13	129	836	6,51	5442

Pozn.: rok 2014 je zatím poslední rok, kdy FAO zveřejnilo kompletní údaje

a.s. postupně ukončen a v současnosti zde probíhá pouze udržovací šlechtění registrovaných odrůd.

V poslední době se problematikou tritikale zabývá firma Agrotest fyto, s.r.o. Kroměříž a firma Agrogen, s.r.o. – Šlechtitelská stanice Želešice, kde se RNDr. Zdeňka Kozová podařilo vyšlechtit odrůdu Kvido, registrovanou v roce 2014. Podle Databáze odrůd ÚKZÚZ je v současnosti (únor 2017) registrováno v České republice 17 odrůd ozimého tritikale. Dle státu udržovatele pochází 7 z Německa: Amarillo 105, Claudius, Modus, Mungis, Securo, Trigold, Tulus, 5 z Holandska: Cando, Cappricia, Cedrico, Inpetto, SW Talentro, 3 z Polska: Baltiko, Hortenso, Todan a 2 z ČR: Kolor a Kvido. Dále jsou registrovány tři polské odrůdy jarního tritikale: Dublet, Nagano a Puzon (odrůdy Nazaret a Kinerit databáze odrůd ÚKZÚZ neuvádí mezi registrovanými odrůdami, protože tyto byly zkoušeny nejprve na Slovensku a v ČR mají udělenou ochranu práv). Zatímco pšenice, ječmen a žito se v minulosti dostaly do intervenčního systému dotační podpory, tritikale a oves nikoli. Vzhledem k relativně malému pěstebnímu rozšíření tritikale ve srovnání s pšenicí, silné konkurenci zahraničních odrůd, stále nízké spotřebě krmiv v důsledku nízké produkce živočišné výroby, přetrvává o tuto plodinu v České republice malý zájem. Lze říci, že v současné době se u nás tritikale z ekonomických důvodů nevyplácí šlechtit. V případě změny situace by obnovení šlechtění tritikale vyžadovalo velké úsilí, hlavně získání vhodného výchozího šlechtitelského materiálu.

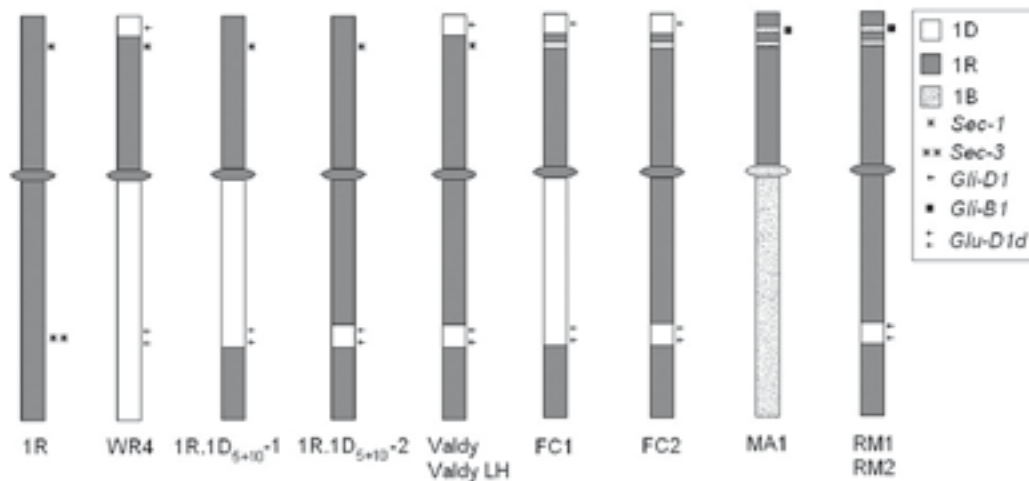
podílu zrna na nadzemní biomase porostu) a tím i výnosového potenciálu.

Významné jsou některé pěstitelsky výhodné vlastnosti, pocházející od obou rodičů, především však nižší náročnost tritikale na pěstební podmínky a v průměru lepší zdravotní stav oproti pšenici, zděděná do určité míry po ozimém žitu. V úrodnějších a klimaticky příznivějších oblastech lze tritikale zařazovat i po obilnině. Je však důležité zohlednit případné riziko výskytu plísňové sněžné. Tritikale se obvykle dokáže lépe vyrovnávat

Tab. 2. Funkční a kvalitativní vlastnosti žita a tritikale ve srovnání s pšenicí

Vlastnost	Porovnáno s pšenicí setou (<i>Triticum aestivum</i> L.)	
	Žito	Tritikale
Zrno		
Hmotnost 1000 zrn	Podobná	Vyšší
Tvrdost zrna	Mnohem měkčí	Měkčí
Obsah bílkovin	Podobný rozsah	Podobný rozsah
Odolnost k porůstání (α -amylasa)	Velmi náchylné	Náchylné
Mouka		
Velikost škrobových granulí	Větší	Mírně větší
Poškození škrobu během mletí	Menší	O něco menší
Obsah pentozanů	Vyšší	Vyšší
Vaznost vody	Výrazně vyšší	Vyšší
Obsah ve vodě rozpustných bílkovin	Výrazně vyšší	Vyšší
Kvalita lepku	Výrazně horší	Výrazně horší
Obsah lepku	Velmi malý (často nelze vyprat)	Nízký
Těsto		
Reologie (viskozita/elasticita)	Špatná tažnost	Střední tažnost
Lepivost těsta	Výrazně vyšší	Vyšší
Schopnost zadržovat plyn při pečení	Výrazně horší	Horší
Chléb		
Textura	Hrubší	Hrubší
Chuť	Výrazná a charakteristická	Poněkud výraznější
Trvanlivost*)	Delší	Spíše delší

*) Delší trvanlivost je dávana do souvislosti s lepší schopností mouky vázat vodu a vyšší vláčností výrobku



Obr. 4. Žitný chromosom 1R u tritikale (vlevo) a postupný vývoj jeho šlechtitelsky využitelných translokací určených pro šlechtitelské využívání ke zlepšování technologické jakosti zrna tritikale (Lukaszewski, 2006)

s některými biotickými a abiotickými stresy než pšenice. Jeho schopnost poskytovat dobré výnosy na písčitých půdách s častým toxickým výskytem hliníkových iontů, vyplavovaných kyselými dešti, vyvolala jeho velkou oblibu u pěstitelů v severních oblastech Polska, kde dosahuje lepších výsledků než pšenice. U některých odrůd tritikale se však zvláště v poslední době projevilo zvýšené riziko náhlého zhoršení zdravotního stavu, související se vznikem nových ras houbových chorob, schopných překonat stávající geny rezistence. K této situaci docházelo hlavně u padlí a rží. K negativním vlastnostem patří vyšší riziko porůstání a v některých případech i vyšší náchylnost k poléhání. Výhodnou vlastností tritikale je jeho dobrá krmná hodnota, daná příznivějším složením esenciálních aminokyselin v zrně než u pšenice. Tritikale lze využít do krmných směsí pro výkrm prasat, drůbeže, mladého skotu, případně i jako zelené krmivo. Podle výsledků krmných testů z roku 1988 bylo prokázáno, že při krmení směsí s rozhodujícím podílem tritikale byl u prasat přírůstek 695 g/kus/den oproti stejné směsi obsahující pšenici, po níž prasata přibrala 601 g/kus/den. Přírůstek masa, a tím ekonomický přínos v chovech s deseti tisíci prasaty při rozdílu denního přírůstku 94 g/kus činí 940 kg masa za den. U směsi s tritikale byla spotřeba 2,14 kg na kilogram přírůstku a u směsi s pšenicí 2,48 kg, což představuje úsporu ve spotřebě přes jednu tunu krmiva denně (Petr, 2007). Příčinou toho může být skladba bílkovin, kdy u tritikale je vyšší podíl rozpustných frakcí bílkovin, které jsou také nositeli vyššího obsahu esenciálních aminokyselin, a tím i vyššího obsahu lyzinu.

Tritikale má také potenciální význam pro výrobu bioetanolu vzhledem k vysokému obsahu škrobu v zrně. Vysoká hydrolytická aktivita enzymů umožňuje snadnější štěpení škrobu při výrobě lihu (Petr, 2007). Uvádí se, že je možné ze 100 kg sušiny zrna získat až 46 litrů 100% alkoholu a z jednoho hektaru dosáhnout až čtyři tisíce litrů alkoholu v závislosti na intenzitě pěstování. Rovněž je uváděna nižší úroveň variabilních nákladů na jednu tunu produkce zrna tritikale oproti pšenici a žitu.

Zrno běžných odrůd tritikale je pokládáno za nevhodné pro pekárenskou výrobu z kynutého těsta (tab. 2). Je to dáno právě genetickým složením hexaploidního tritikale, které obsahuje genomy BBAA charakteristické pro *Triticum durum* a genomy RR charakteristické pro žito. Tritikale tedy má genetickou výbavu, která z pohledu kvality zrna by odpovídala směsi semoliny (mouky z pšenice tvrdé) a mouky ze žita. Oproti pšenice seté, která jako jediný obilní druh je využitelná pro výrobu kynutých (fermentovaných) výrobků, chybí u tritikale kvalitativní vlastnosti vázané

u pšenice seté na genom D. Tento nedostatek se ale do určité míry daří překovávat cíleným šlechtěním, využívajícím jako donory zlepšené jakosti linie se specifickými translokacemi chromosomu 1R, které vytvořil profesor Adam J. Lukaszewski v Kalifornské univerzitě v USA (Lukaszewski, 2006) (obrázek 4).

Poznámka k obrázku 4:

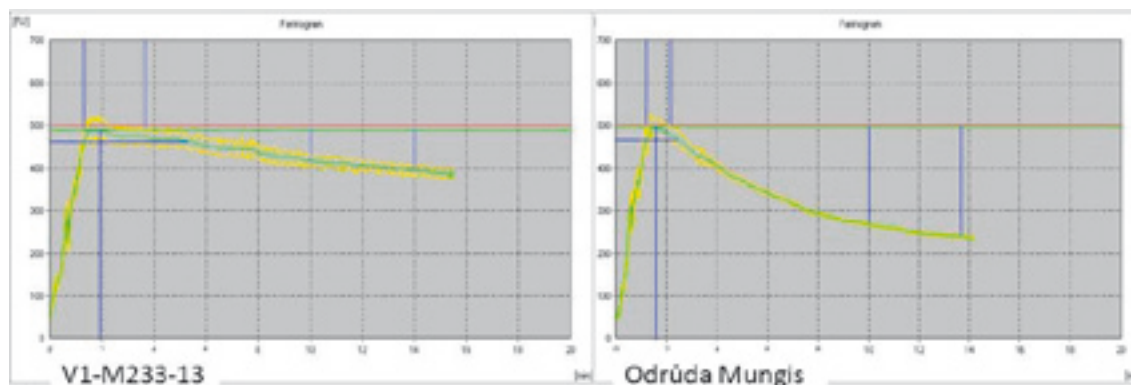
Žitný chromosom 1R se u běžných odrůd tritikale nevyznačuje žádnou translokací, proto je zobrazen celý černě (vlevo). Postupně se do něho dařilo přenášet různé velké segmenty chromosomu 1D z pšenice, které jsou zobrazeny bíle, nebo segmenty z chromosomu 1B (tečkované

v případě translokace MA1). Velmi významné je, že se translokacemi podařilo přenést alelu *Glu-D1d*, která u pšenice je markerem vysoké pekařské jakosti (na obrázku je na dlouhém rameni chromosomu 1R označena dvojicí šipek) a naopak, podařilo se odstranit sekalinová alela *Sec-1* z krátkého ramene chromosomu 1R (na obrázku označen hvězdičkou). (*Glu-D1d* a *Sec-1* kódují specifické zásobní proteiny, které výrazně ovlivňují technologickou kvalitu zrna. Alela *Glu-D1d* kóduje vysokomolekulární gluteninové podjednotky, které na elektroforetickém gelu vytvářejí charakteristické stopy v pozici 5 a 10. Tato alela je obvykle přítomná ve velmi kvalitních potravinářských odrůdách pšenice. Sekalinový lokus *Sec-1* se nachází například ve známé žitné translokaci 1BL/1RS u odrůd pšenice, které se zpravidla nevyznačují vhodnou kvalitou pro pečení chleba.) Postupně se podařilo vytvořit vícenásobné translokace s větším počtem přenesených segmentů, kterým byly dány komerční názvy. Translokace FC1, FC2, RM1 a RM2 lze pokládat za nejcennější, protože nesou alelu *Glu-D1d* a současně nemají lokus *Sec-1*.

Význam těchto translokací – segmentů pocházejících z jiných chromosomů (na obrázku vyznačeno odlišnou barvou) – spočívá v tom, že jejich prostřednictvím se podařilo vnést některé geny pro lepší pekárenskou jakost zrna z chromosomu 1D pšenice do chromosomu 1R a naopak odstranit některé žitné (sekalinové) geny z chromosomu 1R, mající na pekařskou jakost zhoršující vliv (především se jedná o odstranění sekalinového lokusu *Sec-1*). Využití těchto translokací vede u tritikale k mírnému zlepšení technologických vlastností zrna (obrázek 5).

Vzhledem k tomu, že u tritikale existuje geneticky podmíněná vysoká aktivita hydrolytických enzymů, která je řízena odlišným genetickým systémem, tak se těmito translokacemi daří zlepšovat pekařskou kvalitu jen částečně. Hydrolytické enzymy v průběhu zpracování těsta štěpí škroby a tím snižují stabilitu těsta. Dosažení většího pokroku v této oblasti by znamenalo vynaložit velké úsilí na vytvoření donorů tritikale s nízkou aktivitou hydrolytických enzymů a vysokými hodnotami čísla poklesu.

Běžné odrůdy tritikale lze používat v pekárenství, pokud se jejich mouka používá ve směsi s moukou z potravinářské pšenice. Výsledkem mohou být poměrně uspokojivé pekárenské výrobky. Literatura se zmiňuje rovněž o dobrých pekárenských výsledcích některých odrůd tritikale dozrálých a sklizených za příznivých a suchých podmínek, kdy byla použita mouka pouze z tritikale (odrůda Pawo z Hodowla Roślin Strzelce sp. z o.o v Polsku a odrůda Valentin 90 z KNIISH Krasnodar v Ruské federaci).



Obr. 5. Porovnání farinografických křivek linie ozimého tritikale V1-M233-13 která má detekovanou alelu *Glu-D1d* a nemá lokus *Sec-1* se standardní odrůdou Mungis, která nemá *Glu-D1d* a má *Sec-1*

Příznivější tvar farinografické křivky u linie V1-M233-13 naznačuje na pozitivní vliv přítomné alely *Glu-D1d* a nepřítomnosti lokusu *Sec-1* na kvalitu zrna a nepřímo na přítomnost některé z perspektivních translokací chromosomu 1R.

Inspirace pro tvorbu dalších mezirodových hybridů obilnin

Princip vzniku tritikale byl a je inspirativní rovněž pro tvorbu celé řady uměle vytvořených amfidiploidních hybridů s účastí pšeničných genomů a genomů pocházejících z některých kulturních a planých rodů čeledi *Poaceae*. Například známé jsou pokusy týkající se hybridizace pšenice s ječmenem setým (*Hordeum vulgare* L., $2n = 2x = 14$, genomy HH), které provádí Dr. Márta Molnár-Láng se svým kolektivem v Maďarské akademii věd nebo Dr. Lidiya A. Pershina v Institutu cytologie a genetiky SB RAS v Novosibirsku. Daří se jim získávat hybridní rostliny, které jsou však autosterilní, mohou ale být kříženy znovu s pšenicí. Křížení umožňuje vytvářet pšenice obsahující jednotlivé chromosomy ječmene (nikoli však celé sady chromosomů ječmene).

Podobný princip hybridizace jaký byl použit při vzniku tritikale byl uplatněn pro křížení planého ječmene čilského (*Hordeum chilense* Roemer et Schultes, $2n = 2x = 14$, genomy $H^{ch}H^{ch}$) s pšenicí, což umožnilo vznik další uměle vytvořené obilniny s názvem tritordeum (\times *Tritordeum* Aseherson et Graebner). První informace o úspěšném křížení *Hordeum chilense* s pšenicí byla publikovány v roce 1977 (Martín a Chapman, 1977). Hybridizace byla později prováděna v masovém měřítku na Universitě Córdoba ve Španělsku profesorem Antonio Martínem. V současnosti jsou registrovány ve Španělsku tři odrůdy hexaploidního tritordea ($2n = 6x = 42$, genomy $H^{ch}H^{ch}BBAA$) nazvané JB1, JB2 a JB3. Tyto odrůdy se vyznačují tolerancí k suchu a využívají se pro produkci zrna s komerčním názvem Vivagran. Pro svůj vysoký obsah karotenoidu luteinu a sytější žluté zabarvení mouky je tritordeum vhodné k výrobě zdravých potravin.

Předmětem výzkumu je rovněž mezirodový \times *Haynaldoticum sardoum* Meletti et Onnis, jehož hexaploidní forma vznikla údajně křížením pšenice s planým druhem *Haynaldia villosa* L. ($2n = 2x = 14$, genomy VV).

Velmi zajímavé jsou hybridy pšenice s různými druhy rodu *Thinopyrum* (označované někdy názvy tritipyrum, agroticum nebo agrotana), které mohou být vytrvalé a jsou zkoumány jako potenciální zdroje odolnosti k virózám, houbovým chorobám a zasolení půdy.

Velký praktický šlechtitelský význam mají tzv. „syntetické pšenice“, vzniklé křížením tetraploidní pšenice s planými formami *Aegilops tauschii* ($2n = 2x = 14$, genomy DD). Protože syntetické pšenice mají shodnou genetickou sestavu jako běžné hexaploidní pšenice, dá se s nimi snadno provádět křížení. Jsou proto využívány ve šlechtění jako prostředník pro přenos genů významných vlastností (především odolnosti k některým houbovým chorobám) z planých forem *Ae. tauschii* do pšenice.

Literatura:

- Anonym: Almanach českého a moravského šlechtění rostlin. Praha: Českomoravská šlechtitelská a semenářská asociace, 2000: 220 s.
 Anonym: The American Breeders Magazine 1(3), 1910: s. 163.
 Lukaszewski, A.J.: Cytogenetically engineered rye chromosomes 1R to improve bread making quality of hexaploid triticale. *Crop Sci.* 46, 2006: 2183-2194.
 Martin A., Chapman V.: A hybrid between *Hordeum chilense* and *Triticum aestivum*. *Cereal Res. Commun.*, 5(4), 1977: 365-368.
 Petr J.: V čem jsou hlavní výhody tritikale, *Zemědělec* 32, 2007: 15-16.
 /Recenzováno/
 Kontakt: Ing. Petr Martinek, CSc., martinek@vukrom.cz
 Poděkování: Studie byla podpořena projektem RO1116

 Dow AgroSciences

Info: 602 275 038