

# Závěrečná zpráva projektu dotačního programu 3.d. za celé období řešení v letech 2014 až 2022

## 1. DOTAČNÍ PROGRAM

**3.d. Podpora tvorby rostlinných genotypů s vysokou rezistencí k biotickým i abiotickým faktorům a diferencovanou kvalitou obilovin včetně kukuřice, malých zrnin, olejnin, luskovin, brambor, píce, zelenin, léčivých, aromatických a kořeninových rostlin, chmele, révy a ovocných dřevin a ozdravování genotypů révy, chmele a ovocných plodin**

*Dle „Zásad, kterými se stanovovaly podmínky pro poskytování dotací pro roky 2014–2022 na základě § 1, § 2 a § 2d zákona č. 252/1997 Sb. o zemědělství, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „Zásady“)*

1.1 **ŽADATEL:** Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o.

1.2.

x	aplikovaný výzkum
	experimentální vývoj

## 1.3. VÝZKUMNÝ PROJEKT DOTAČNÍHO PROGRAMU

**3.d.1.** Tvorba genotypů s vysokou rezistencí k biotickým a abiotickým faktorům a diferencovanou kvalitou obilovin včetně kukuřice, malých zrnin, olejnin, luskovin, brambor, píce, zelenin, léčivých, aromatických a kořeninových rostlin, chmele, révy a ovocných dřevin.

## 1.4. NÁZEV ŘEŠENÉHO PROJEKTU

Tvorba nových genotypů pšenice, tritikale a ječmene se zlepšenou nutriční kvalitou zrna pro potravinářské a krmné využití a s vysokou rezistencí k negativním biotickým a abiotickým faktorům

## 1.5. ANOTACE ŘEŠENÍ PROJEKTU

Řešení projektu v letech 2014-2022 bylo zaměřené na studium a tvorbu nových genotypů pšenice, ječmene a tritikale se specifickou kvalitou zrna pro zdravou lidskou výživu i nepotravinářské (zejména krmné) využití. Prostřednictvím aplikace klasických i molekulárních metod selekce, hybridizace s novými genetickými zdroji, donory žádoucích složek zrna i morfologických vlastností rostliny a klasu, příp. jinými amfiploidními rody byly vytvořeny perspektivní materiály pšenice a ječmene s kombinací vysoké nutriční kvality zrna a uspokojivými hospodářsky významnými vlastnostmi, vyšší rezistencí k nepříznivým biotickým a abiotickým faktorům prostředí. U všech druhů bylo základem křížení vybraných vlastních i nově získaných donorů specifických parametrů kvality zrna nebo významných morfologických či

fyziologických vlastností s produktivními odrůdami nebo šlechtitelskými materiály z tuzemských a zahraničních kolekcí genetických zdrojů daných druhů. V průběhu řešení bylo vytvořeno celkem 190 nových hybridních kombinací ječmene jarního, 23 kombinací jarní a ozimé pšenice, 728 kombinací ozimé pšenice a tritikale. U ječmene byl důraz kladen na složky zrna s bioaktivním účinkem (obsah beta-glukanů, N-látek, vlákniny, celkových polyfenolických látek, kyseliny fytové, volného fosfátu, vybraných aminokyselin, aj.), jejichž zvýšený (resp. snížený nebo cíleně regulovaný) obsah pozitivně ovlivňuje úroveň nutriční kvality pro lidskou výživu nebo jiné nesladovnické (zejména krmné) uplatnění zrna. U pšenice byla činnost zaměřena na tvorbu pšenice s přítomností anthokyanů a karotenoidů v zrna, které jsou označovány v současnosti termínem „barevné pšenice“. Cílem byla kumulace genů pro rozdílné barvy zrna do jednoho genotypu pro zvýšení obsahu antioxidantů v zrna. Dalším cílem byla selekce na změněnou morfologickou strukturu klasu (především na dlouhou plevu a mnohořadý klas) za účelem ovlivňování výnosotvorných prvků. Geneticky podmíněné změny kvality zrna byly hodnoceny na základě vizuálních postupů i s využitím progresivní optické techniky, screeningových a standardních chemických metod. Odolnost nepříznivým biotickým (především houbovým chorobám) a abiotickým faktorům prostředí byla ověřována ve skleníkových provokačních testech (zejména vůči padlí), dodavatelsky (na základě vzájemné spolupráce) a průběžně v polních pokusech. Zde byla posuzována také morfologická vyrovnanost nově vytvořených genotypů a hodnocena potenciální úroveň jejich produktivity. Vytvořené nové genetické zdroje pšenice ozimé i jarního ječmene a vybrané materiály tritikale ozimého s požadovanými parametry jakosti zrna a s vyrovnanou úrovní hospodářsky významných vlastností byly v průběhu řešení protokolárně předávány do Genové banky ČR při VÚRV, v.v.i. v Praze, kolekcí genetických zdrojů daných druhů obilnin k dalšímu šlechtitelskému a výzkumnému využití jako výsledky řešení daného projektu (29 materiálů) nebo prostřednictvím dceřiné společnosti Agrotest fyto, s.r.o. (celkem 116 materiálů). V průběhu let 2014-2020 bylo k zařazení do státních odrůdových zkoušek rovněž prostřednictvím dceřiné společnosti přihlášeno celkem 5 perspektivních novošlechtění pšenice ozimé a tritikale ozimého. Šlechtitelské osvědčení o registraci k pěstování v ČR bylo vydáno 4 odrůdám, (ječmen jarní AF Cesar - 2014; 3 odrůdy pšenice ozimé - „barevné pšenice“: AF Jumiko - 2018, AF Oxana – 2019, AF Zora - 2021).

## 1.6. CÍL ŘEŠENÉHO PROJEKTU

Cíl projektu byl rozdělen podle jednotlivých druhů plodin:

- a) U ječmene jarního bylo řešení zaměřeno na studium a selekci nových genetických zdrojů se specifickou kvalitou zrna pro lidskou výživu nebo nepotravinářské (zejména krmné) využití produkce. Důraz byl kladen v první řadě na složky zrna s bioaktivním účinkem, jejichž odlišný obsah (zvýšený,

snížený nebo cíleně regulovaný) přispěje ke zvýšení nutriční kvality pro zdravou a preventivní výživu lidí nebo jiné, nesladovnické, využití zrna ječmene. U nově vytvořených materiálů se zlepšenou nutriční kvalitou zrna bylo současně zapotřebí využít klasické a molekulární metody selekce k výběru morfologicky vyrovnaných genotypů s kombinací požadovaných kvalitativních parametrů, hospodářsky významných vlastností a s vysokou rezistencí k negativním biotickým a abiotickým faktorům.

b) U ozimé pšenice bylo cílem vytvořit linie ozimé pšenice s vysokým obsahem antokyanů v zrně kombinací genů pro modrý aleuron, purpurový perikarp, případně i genů pro žlutý endosperm a dosáhnout u nich uspokojivé ostatní hospodářsky významné vlastnosti, vytvořit linie ozimé pšenice s prodlouženou délkou plev umožňující zvýšenou asimilační schopnost klasu, vytvořit linie ozimé pšenice s nadpočetnými klásky, především s mnohořadým klasem, kde vyrůstá více klásků společně z jednoho nodu klasového větve a selekci zaměřit na materiály se slabou negativní korelací k ostatním složkám výnosu a vlivům prostředí. Rozpracovat šlechtitelský materiál ze vzdálené hybridizace pšenice s jinými amfiploidními rody (X Tritordeum, X Tritipyrum) pro možnost vyhledávání nových odolností k houbovým chorobám, případně s tolerancí k abiotickým stresovým faktorům.

c) U ozimého tritikale vytvořit linie se zlepšenou pekařskou jakostí zrna (s HMW gluteninovou alelu *Glu-D1d*, bez sekalinové alely *Sec1*).

d) V souvislosti s hledáním dalších výchozích donorů a tvorbou nových genetických zdrojů ječmene s rozdílným poměrem polysacharidů škrobu pro potravinářské a sníženým obsahem přirozených škodlivých látek (zejména kyseliny fytové) v zrně pro krmné účely byly detekovány obdobné genotypy jarní pšenice. Proto bylo v roce 2020 navrženo rozšíření cíle řešení projektu o studium možnosti využít takové genetické zdroje ke šlechtění nových genotypů pšenice ozimé se specifickou jakostí zrna pro krmné účely.

#### 1.6.1. DÍLČÍ CÍLE ŘEŠENÉHO PROJEKTU

Cíle řešeného projektu členěné dle jednotlivých druhů byly součástí dílčích cílů, které se týkají všech aktuálně řešených obilnin.

Společné dílčí cíle byly proto směřovány především na tvorbu nových genetických zdrojů ozimé pšenice, ječmene jarního a tritikale se specifickou kvalitou zrna, resp. s kombinací požadovaných užitečných a pěstebních vlastností, využitelných jak pro další šlechtění obilnin k zabezpečení ekonomicky dostupné a zdravé výživy obyvatel, tak i pro vývoj materiálů s geneticky determinovanými novými jakostními parametry, které budou vhodné k dalšímu výzkumu dané problematiky. Prostřednictvím nově vytvořených výchozích genetických zdrojů, novošlechtění a odrůd obilnin s jedinečnými, kvalitativně diferencovanými jakostními parametry zrna, přispět k realizaci požadavků směřovaných k zabezpečení sortimentu a objemu surovin pro výrobu bezpečných a zdraví prospěšných potravin a potravin s

vyváženým nutričním složením zrna. Formou šlechtění a registrace odrůd se specifickou nutriční kvalitou zrna zajistit podíl na rozšíření sortimentu pěstovaných obilnin, čímž je možné přispět k podpoře udržitelnosti a zvýšení konkurenceschopnosti tuzemských producentů obilnin v konvenčním zemědělství i v ekologicky hospodařících oblastech. Registrací nových netradičních odrůd pěstovaných druhů obilnin lze také přispět k rozšíření surovinové základny a zprostředkovaně tím i ke zlepšení konkurenceschopnosti tuzemských výrobců potravin, k rozšíření sortimentu a zvýšení jakosti cereálních i dalších potravinářských produktů. K dílčím cílům řešení lze počítat i formulaci a šíření informací o dílčích dosažených výsledcích a nabídce nových genetických zdrojů nebo odrůd pro široký okruh potenciálních uživatelů v tuzemsku i zahraničí, a to jak formou prezentací na Polních dnech, podílem na činnosti odborných komisí, vystoupeními na specializovaných konferencích nebo prostřednictvím populárně-vědeckých a odborných publikací.

## **2. SKUTEČNOST ZA UPLYNULÉ OBDOBÍ 2014–2022**

### **2.1. PROJEKTOVÝ TÝM**

#### **2.1.1. ORGANIZACE ÚČASTNÍCÍ SE PROJEKTU**

Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o., Havlíčkova 2787/121, 767 01 Kroměříž  
tel.: 573317111, fax: 573339725, [www.vukrom.cz](http://www.vukrom.cz)

#### **2.1.2. ŘEŠITELSKÝ TÝM**

Ing. Petr Martinek, CSc.

Ing. Kateřina Vaculová, CSc.

Výzkumní a techničtí pracovníci – 6

Složení řešitelského týmu se v průběhu let měnilo v souvislosti s ukončením pracovního poměru některých řešitelů. Vedoucím řešitelského kolektivu je od roku 2014 ing. Petr Martinek, CSc. Dále se na řešení po celou dobu řešení podílela ing. Kateřina Vaculová, CSc. V letech 2014-2016 se na řešení podílely Ing. Michaela Kadlíková a ing. Marta Zavřelová, Ph.D., od roku 2015 Ing. Eva Bajerová. Technické práce zabezpečoval kolektiv 3-4 technických pracovníků. Veškerý rozsah činnosti řešitelů byl v souladu s plánovaným objemem prací na tomto projektu v jednotlivých letech.

### **2.2. ČASOVÝ POSTUP PRACÍ**

Časový postup prací vycházel z původního harmonogramu plánu realizace projektu na období let 2014-2020 a dvouleté prodloužení stávajících dotačních programů na období 2021-2022 na základě jednání

Rady EU o SZP dne 30. června 2020 o pokračování podpory v současném právním rámci až do konce roku 2022 (Zápis z jednání představenstva ČMŠSA, 2. 9. 2020).

V letech 2014-2015 byl cílem především výběr perspektivních výchozích kolekcí rodičovských odrůd, získaných vzhledem k zaměření řešení na specifickou jakost zrna zejména z vlastních rozpracovaných materiálů vytvořených při realizaci nových výzkumných projektů, dále ze zahraničních genových bank a šlechtitelských pracovišť, z Kolekcí genetických zdrojů ječmene, vedených při Genové bance ČR a v neposlední řadě využití ověřených tuzemských a zahraničních odrůd s nejlepší úrovní požadovaných vlastností a parametrů. V souladu s cíli u jednotlivých řešených druhů byl výběr zaměřený na perspektivní linie pšenice s modrým aleuronem, purpurovým perikarpem zrna a s dlouhými plevami, dále na detekce linií tritikale podle HMW gluteninových alel. U ječmene jarního se specifickou kvalitou zrna pro lidskou výživu a pro nepotravinářské využití pak na vhodné donory s požadovanou kvalitou a morfologickými vlastnostmi zrna, zejména pak na materiály s bezpluchým typem zrna. Hybridizační programy byly realizovány převážně ve skleníkových prostorách na základě výsevu výchozích kolekcí rodičovských odrůd řešených druhů obilnin v jarním i podzimním období. Průběžně byly prováděny analýzy jakosti zrna, u rodičovských odrůd ječmene byly směřovány na obsah s dílčí složky vlákniny potravy, chemické difference ve složení škrobu, přítomnost dalších nutričně významných ukazatelů (např. obsah a složení EAK, obsah a využitelnost minerálních látek, apod.).

U ozimé pšenice časový plán prací probíhal v rámci šlechtitelského postupu zcela v souladu s údaji uvedenými v jednotlivých dílčích zprávách. Pro křížení byly využity donory odlišného zabarvení zrna získané v IPK Gatersleben a rozpracované linie ve spolupráci s Profesorem N. Watanabe (Ibaraki University v Japonsku). Některé výchozí materiály byly získané z USA prostřednictvím Prof. A. J. Lukaszewského z Univ of California z USA. Mnohokláskové donory změněného morfotypu klasu vycházely ze vzorků získaných od Dr. Svetky Koric (Chorvatsko) a od Prof. Borojevice (šlechtitelská stanice Rimsi Sancevi Srbsko) a rovněž z IPK Gatersleben v Německu. Jako donory s dlouhou plevou byly použity tetraploidní pšenice *Triticum polonicum* L. (odrůda Buitre cometa získaná z CIMMYT), *Triticum petropavlovski* a některé téměř izogenní linie jarní pšenice odvozené od Novosibirskaya 67 s dlouhou plevou. V letech 2014-2015 byly rozpracovány hybridní populace, z nichž byl uskutečněn výběr perspektivních linií, které byly následně testovány ve výnosových zkouškách (parcely o různé velikosti). Výběr byl proveden s ohledem na výskyt chorob v daném hodnoceném roce. Během celého řešení probíhala těsná spolupráce s Profesorem Nobuyoshi Watanabe se kterým probíhala po celou dobu řešení intenzivní výměna vzorků a práce na tvorbě pšenic s kumulací genů pro rozdílné zabarvené zrna.

U ozimého tritikale byly pro křížení použity donory získané od Profesora A. J. Lukaszewského (Univ of California) se specifickými chromosomálními translokacemi na chromosomu 1R. Detekce přítomnosti

HMW gluteninové alely *Glu-D1d* (marker vysoké pekařské jakosti) a ne přítomnosti alely *Sec1* (marker špatné pekařské jakosti) byly prováděny na Ústavu botaniky a fyziologie rostlin Mendelovy univerzity v Brně u Doc. Tomáše Vyhnánka. Linie ozimého tritikale s předpokladem pekařské jakosti byly předány do Genové banky v Praze v roce 2017.

V návaznosti na činnost realizovanou při řešení dotačního programu v předchozích letech byly v uvedeném období (2014-2015) realizovány výsledky, finalizované prostřednictvím dceřiné společnosti Agrotest fyto, s.r.o. (viz níže 3. PŘEHLED VÝSLEDKŮ ŘEŠENÍ VÝZKUMNÉHO PROJEKTU V RÁMCI DP 3.d. 1. 2014-2022).

V letech 2016-2018 se činnost soustředila na selekce a vedení nově vytvořených potomstev (kmenů, linií) pšenice (s barevným zrnem, s dlouhými plevami a třemi pestíky v kvítku, a dalších), tritikale (s přítomností žádoucích HMW gluteninových alel, aj.) a ječmene s vybranými biologicky aktivními a nutričně významnými látkami (beta-glukany, N-látky a škrob, obsah vitaminů, EAK, ve spolupráci i spektra fenolických látek, apod.) Souběžně bylo dále prováděno křížení s nově detekovanými donory specifických nutričně významných parametrů s perspektivním vlivem na úroveň nutriční kvality zrna (např. sníženého obsahu nežádoucí kyseliny fytové v obilkách). Vybraná potomstva v různých generacích po křížení byla hodnocena podle úrovně hospodářsky významných znaků a míry rezistence biotickým i abiotickým faktorům v polních podmínkách. Vedení, zkoušení a hodnocení nově vytvořených hybridních materiálů, kmenů a linií pšenice ozimé i jarní, tritikale a ječmene jarního v různých generacích po křížení probíhalo v pokusech v polních podmínkách (v ručních záhonech, v maloparcelních pokusech i na plochách množení). Byla sledována úroveň hospodářsky významných znaků ukazatelů i míra rezistence nepříznivým biotickým a abiotickým faktorům. U vlastních materiálů vytvořených v předchozích letech (s požadovanými morfologickými nebo kvalitativními, geneticky determinovanými parametry a vysokou úrovní hospodářsky významných znaků, odolností k negativním biotickým a abiotickým faktorům, atd.), případně z křížení s rodičovskými donory nově detekovaných kvalitativních ukazatelů byly v polních podmínkách prováděny opakované výběry rostlin, rovněž také k začlenění vybraných perspektivních vlastních genotypů do dalšího šlechtění. V této fázi se uplatňovaly jak klasické tak molekulární metody testování a výběru požadovaných genotypů, tak dílčí výsledky analýzy vybraných parametrů specifické kvality zrna podle řešených druhů obilnin. U ječmene pokračoval výběr kříženců v kombinacích s detekovanou recesivní alelou genu *wax*, odpovídající za poměr dvou základních polysacharidů škrobu – amylozy a amylopektinu s významným vlivem na jeho fyzikálně-chemické vlastnosti. U pšenice byly dosažené výsledky obsahu antokyanů v nových křížencích sledovány s využitím chemických analýz prováděných ve spolupracujících organizacích. Obsah barevných pigmentů byl analyzován na Katedře chemie ČZU Praha. Současně byly organizovány a realizovány provokační testy odolnosti k biotickým

(choroby, především padlí) a abiotickým (zimovzdornost, odolnost suchu, apod.) faktorům, rovněž ve spolupráci a při propojení s činnostmi, prováděnými při řešení aktuálně přijatých výzkumných projektů různých poskytovatelů. Během vlastní selekce byly v materiálech pšenice ozimé několikrát provedeny umělé infekce směsí ras *Fusarium culmorum* za účelem výběru odolnějších materiálů k fuzáriu v klasech. Vzhledem k návaznosti řešení projektu na předchozí program probíhalo rovněž předávání nových genetických zdrojů pšenice, ječmene a tritikale ve formě funkčních vzorků jako výsledků řešeného programu nebo po finalizaci prostřednictvím dceřiné společnosti Agrotest fyto, s.r.o., která byla realizátorem také v případě přihlašování a zkoušení nových genotypů v pokusech pro registraci, vedených ÚKZÚZ.

Činnosti prováděné dle plánovaného harmonogramu na období let 2019-2020 byly obdobné činnostem v předchozích letech, větší pozornost byla věnována hodnocení výsledků perspektivních materiálů pšenice, tritikale a ječmene v polních podmínkách, výsledků chemických analýz a technologických parametrů při zpracování zrna. Dále namnožení vybraných linií pšenice a triticales k předání a uložení do světové kolekce genetických zdrojů jednotlivých obilnin, resp. k využití v rámci nových navržených výzkumných projektů (činností, apod.) a k přihlášení do registračních zkoušek. Pokračoval proces tvorby nových genotypů ozimých obilnin a jarního ječmene, pozornost byla zaměřena na průběžné uplatňování a publikování výsledků, případně spolupráci s potenciálními zpracovateli zrna obilnin se specifickými nutričními charakteristikami.

Po prolongaci řešení na období let 2021-2022 se řešení orientovalo na finalizaci dosažených výsledků, respektive upevnění znalostí u nových kvalitativně významných znaků směřujících ke zvýšení nutriční jakosti zrna pšenice a ječmene pro lidskou výživu a nepotravinářské (zejména perspektivní krmné) uplatnění produkce. U ozimé pšenice s „černým zrnem“, daným kombinací genů pro purpurový perikarp a modrý aleuron byla selekce zaměřena na výsev prvních výnosových zkoušek relativně krátkostébelných forem s dostatečnou odolností k poléhání. Vybrané kmeny pšenice byly hodnoceny z hlediska technologické a nutriční jakosti, obsahu biologicky aktivních sloučenin a jejich antioxidačních vlastností. Nové genetické donory pšenice jarní s odlišným složením škrobu pro potravinářské a sníženým obsahem přirozených škodlivých látek v zrně pro krmné účely, potvrzených na základě screeningových a chemických analýz byly využity v plánech křížení s vybranými ozimými (resp. jarními) odrůdami pšenice. U ječmene jarního byly hodnoceny nové genetické zdroje, získané křížením se zahraničními donory zvýšeného obsahu esenciálních aminokyselin z hlediska morfologické vyrovnanosti, realizace v polních podmínkách a výsledků chemických analýz pro využití v návazných výzkumných projektech. Současně pokračoval v návaznosti na předchozí činnost proces tvorby a studia nových genotypů (genetických zdrojů) studovaných obilnin, výběr ověřených nově vytvořených genetických zdrojů ozimých a jarních

obilnin k předání a uložení do světové kolekce genetických zdrojů jednotlivých obilnin, k využití v rámci nových výzkumných projektů, resp. k přihlášení do státních registračních pokusů. Dílčí získané výsledky byly průběžně uplatňovány zejména formou publikování.

Obsahem každoročního časového postupu řešení byly následující činnosti:

1) Organizace polních (resp. skleníkových) pokusů s ozimou pšenicí, tritikale a jarním ječmenem a v posledních letech i jarní pšenicí v rozdílných generacích tak, aby rozpracovaný materiál umožňoval dosahování pravidelných průběžných výsledků v rámci celého období řešení navrženého projektu. Výběr vhodných materiálů a rodičovských forem řešených druhů obilnin pro setí ve skleníkových a založení pokusů v polních podmínkách na základě výsledků získaných v předchozích letech, morfologických rozborů individuálních rostlin, výsledků testování s využitím molekulárních markerů a chemických (resp. technologických) analýz zrna.

2) Ošetřování a vegetační vedení polních pokusů pšenice, ječmene a případně i triticales v polních podmínkách. Hodnocení nových hybridních materiálů v raných i vyšších generacích po křížení, vyšetřování v polních podmínkách (ručně seté i strojově seté parcely). Provádění negativních a pozitivních výběrů individuálních rostlin. Množení a udržovací šlechtění registrovaných odrůd pšenice a ječmene a perspektivních materiálů řešených druhů obilnin k provádění dalších technologických pokusů a pokusů ve spolupráci s producenty a zpracovateli zrna obilovin jako suroviny. Sklizeň pokusných parcel, parcel množení a rostlinného materiálu ručně a maloparcelní polní mechanizací, posklizňové zpracování sklizeného zrna a rostlin, uskladnění.

3) Mechanické rozborů a zpracování rostlinných materiálů z polních pokusů, příprava vzorků zrna vybraných materiálů ve vhodných filiiálních generacích na analýzy s využitím zvolených molekulárních metod, screeningových a standardních analýz kvality zrna a případně i na testování vybraných materiálů ve skleníkových podmínkách vůči vybraným původcům chorob (zejména padlí).

4) Vyhodnocení získaných výsledků, evidence pořízených datových záznamů v elektronické podobě. Výběry nových genetických zdrojů řešených obilnin k další realizaci výsledků (funkční vzorky, zařazení do zkoušek ÚKZÚZ pro registraci odrůd, apod. - (viz níže 3. PŘEHLED VÝSLEDKŮ ŘEŠENÍ VÝZKUMNÉHO PROJEKTU V RÁMCI DP 3.d.1. 2014-2022). Realizace dosažených výsledků formou odborných a vědeckých publikací. Příprava prezentací, podkladů pro další využití nově vytvořených materiálů ječmene a formulace nabídky nově vytvářených genetických zdrojů.



## 2.2.1. AKTIVITY USKUTEČNĚNÉ

Podrobné výsledky včetně příslušných tabulek, související s plněním aktivit u řešených druhů obilnin, jsou v připojených dílčích zprávách z řešení projektu DP 3.d.1. za roky 2014 -2022.

### 2.2.1.1. Ječmen jarní

Cílem řešení projektu bylo rozšířit tvorbu nových genetických zdrojů jarního ječmene o perspektivní směry, týkající se dosud nevyužívaných nebo málo využívaných vlastností, jako je specifická kvalita zrna pro zdravou výživu lidí i jiné nesladovnické (zejména krmné) využití. Prostředkem k vývoji vhodných výchozích genetických zdrojů bezpluchého a pluchatého ječmene jarního se zvýšeným obsahem žádoucích biologicky aktivních látek byla aplikace klasických metod šlechtění samosprašných obilnin v kombinaci s metodami molekulární genetiky (aplikace ověřených i rozpracování nových molekulárních markérů u vybraných kvalitativních ukazatelů). Současným cílem řešení u nově vytvořených genetických zdrojů bylo dosažení morfologické vyrovnanosti, uspokojivé úrovně hospodářsky významných ukazatelů, zejména vysoké míry rezistence nepříznivým biotickým a abiotickým faktorům. Zařazení výchozích donorů s morfologickými diferencemi zrna (bezpluché zrno, odlišná barva obilky – černá, fialová, apod.), případně klasu (nepřítomnost bočních sterilních klásků, difference v přítomnosti antokyanového zabarvení klasu a osin aj.) a především pouze okrajově využívanými složkami zrna s bioaktivním účinkem (beta-glukany a další dílčí složky vlákniny potravy, celkové polyfenolické látky, přirozeně škodlivé látky jako např. kyselina fytová, vybrané esenciální aminokyseliny, aj.), jejichž zvýšený (resp. snížený nebo cíleně regulovaný) obsah pozitivně ovlivňuje úroveň nutriční nebo dietetické kvality zrna ječmene pro přímou výživu lidí i krmení hospodářských zvířat, umožnilo vytvořit nové genotypy s doposud nesledovanými vlastnostmi a novou perspektivou jejich pěstebního, hospodářského nebo technologického uplatnění.

V neposlední řadě bylo záměrem řešení projektu předat perspektivní linie s kombinací geneticky determinovaných nebo chemicky prokázaných vybraných kvalitativních parametrů a uspokojivou úroveň hospodářských vlastností, genetických a fyziologických vlastností do světové kolekce genetických zdrojů a využít je jak v dalším výzkumu dané problematiky, tak ke šlechtění materiálů ječmene, vhodných k přihlášení do registračních zkoušek ÚKZÚZ.

#### *2.2.1.1.1. Skleníkové pokusy, tvorba nových kombinací*

Základem procesu tvorby nových genetických zdrojů ječmene jarního byl výběr vhodných rodičovských forem ke křížení. Obdobně jako v předchozí etapě řešení projektu, také nyní byly k tomuto účelu využívány především skleníkové prostory, kde je, v porovnání s vnějšími podmínkami v poli, vyšší jistota bezproblémového průběhu prací. Pro hybridizaci byly využity v první řadě vybrané vlastní i nově získané, zejména zahraniční, donory specifických parametrů kvality zrna nebo významných morfologických či

fyziologických vlastností, prostudované nebo otestované v průběhu řešení výzkumných projektů zaměřených na danou problematiku. Tyto materiály byly kříženy převážně s produktivními odrůdami nebo novošlechtěními z tuzemských a zahraničních kolekcí genetických zdrojů, případně získanými přímo od šlechtitelů. V průběhu řešení bylo vytvořeno celkem 190 nových hybridních kombinací ječmene jarního, U ječmene byl důraz kladen na složky zrna s bioaktivním účinkem (obsah beta-glukanů, N-látek, vlákniny, celkových polyfenolických látek, kyseliny fytové, volného fosfátu, vybraných aminokyselin, aj.), jejichž zvýšený (resp. snížený nebo cíleně regulovaný) obsah pozitivně ovlivňuje úroveň nutriční kvality pro lidskou výživu nebo jiné nesladovnické (zejména krmné) uplatnění zrna. Na základě aplikace molekulárních markerů byly ověřovány nové materiály, vytvořené s využitím donorů waxy typu škrobu (používaných v předchozí etapě daného projektu a v současnosti zejména bezpluchých kanadských odrůd CDC Rattan a CDC Fibar) se sníženým obsahem polysacharidu amylozy a zvýšeným obsahem polysacharidu amylopektinu, daným přítomností recesivní alely genu *wax*. Pro zabudování odolnosti k chorobám, především padlí travnímu, byly již využity také vlastní genové zdroje s odolností podmíněnou alelou *mlo*. Identifikace genů odolnosti nově vytvořených vlastních materiálů ječmene jarního vůči patogenu *Blumeria graminis* f. sp. *hordei* (padlí travní) byla prováděna, obdobně jako v předchozí etapě řešení projektu, rovněž ve skleníkových podmínkách a to formou služby (ing. Dreiseitl, Agrotest fyto, s.r.o.), s využitím tzv. postulační (aproximativní) metody.

Protože se doposud nepodařilo vyšlechtit odrůdu ječmene jarního s plně účinnou odolností k patogenu hnědé skvrnitost, obdobně jako v předchozí etapě řešení byly ke křížení vybírány produktivní odrůdy ječmene, které prokázaly nejvyšší míru tolerance k tomuto patogenu, resp. vyšší odolnost více odlišným rasám hnědé skvrnitosti.

Odolnost napadení fuzárií (r. *Fusarium*) v sortimentu vlastních nových genetických zdrojů ječmene byla testována ve spolupráci s VÚRV, v.v.i. v rámci řešení společného projektu TAČR (č. projektu TN01000062). Perspektivní materiály byly vybrány na základě symptomatického hodnocení a nízké akumulace mykotoxinu deoxynivalenolu v zrna po umělé infekci *Fusarium culmorum*. Rovněž zde byly uplatněny molekulárně-genetické metody hodnocení. Vybrané materiály byly charakterizovány sadou SSR markerů, jejichž sekvence odlišné délky (představující jednotlivé alely) asociují s lokusy podmíněnými QTL geny malého účinku, které jsou odpovědné za míru odolnosti vůči fuzáriovému onemocnění. U odolných materiálů byla detekována přítomnost SSR markeru *EBmac0415* (s alelou o délce 226 bp), která se v shodné variantě (délce) vyskytuje rovněž u rezistentních odrůd Fredrickson a Chevron. S odrůdou Chevron měly odolné linie shodnou alelu v SSR markeru *EBmac0602* (201 bp) a v SSR markeru *Bmag0807* (113 bp).

Vyšší odolnost nepříznivým abiotickým faktorům (zejména suchu) byla v sortimentu vlastních nových genetických zdrojů ječmene testována ve spolupráci s dalšími organizacemi (VÚRV, v.v.i. Praha) metodikou popsanou například v publikaci Kosová et al. (2014). Principem hodnocení bylo podrobné testování vybraných fyziologických charakteristik, zejména zvýšené odolnosti vůči suchu. Materiály byly testovány v raném vegetativním stadiu vývoje (stadium 3. listu, tj. 2. list plně vyvinutý, 3. list vytvořený) na soubor znaků souvisejících s růstem a vývojem (hmotnost čerstvé nadzemní biomasy, plocha 2. listu), obsahem vody v listových pletivech (poměr suché a čerstvé hmotnosti 2. listu, osmotický potenciál 2. listu) a stavem fotosyntetického aparátu (fluorescence chlorofylu - maximální kvantový výtěžek fotosystému II Fv/Fm jako nepřímý ukazatel stavu fotosyntetického aparátu, resp. procesů spojených s primárními elektrontransportními fotosyntetickými procesy a s tepelnou disipací absorbované světelné energie) v kontrolních podmínkách (optimální závlivka 75 % půdní vodní kapacita PVK) a v podmínkách sucha, tj. snížené závlivky 35% až 20% PVK .

#### *2.2.1.1.2. Polní pokusy, vedení, hodnocení a sklizeň materiálů ječmene*

Řešení projektu navazovalo na činnost v předchozích letech s tím, že v daném projektu byla pozornost směřována v dominantní míře na kvalitu zrna pro perspektivní potravinářské využití a částečně i na další nesladovnické, zejména krmné využití zrna. Přesto, že hlavním záměrem řešení bylo indukovat vysokou míru variability, která by umožnila vytvořit nové genotypy s málo nebo doposud nesledovanými kvalitativními vlastnostmi a novou perspektivou jejich pěstební, hospodářského nebo technologického uplatnění, současným cílem řešení u nově vytvořených genetických zdrojů bylo rovněž dosažení morfologické vyrovnanosti, uspokojivé úrovně hospodářsky významných ukazatelů a zejména vysoké míry rezistence nepříznivým biotickým a abiotickým faktorům v porovnání s výchozími rodičovskými formami. Z tohoto důvodu bylo nedílnou součástí řešení vedení a další hodnocení vegetačních charakteristik, růstových fází, výskytu chorob a škůdců u vybraných materiálů v polních podmínkách. Vzhledem k tomu, že řešení projektů daného programu je průběžné a úzce navazuje na výsledky předchozích etap se širokým využíváním již dříve vytvořených linií a prostudovaných donorů požadovaných nutričně významných ukazatelů, byl výběr vhodných genotypů (materiálů) ječmene pro setí v polních podmínkách prováděn v souladu se stupněm filiální generace především na základě hodnocení výsledků získaných v předchozích letech, morfologických rozborů individuálních rostlin, výsledků testování s využitím molekulárních markérů a chemických (resp. technologických) analýz zrna. S ohledem na plánovanou metodiku nového projektu byly v generacích dle harmonogramu řešení do polních pokusů řazeny nové hybridní kombinace a jejich potomstva. Návaznou činností bylo proto každoroční vypracování a příprava plánů setí, příprava osiva, založení pokusů a setí v polních podmínkách zejména dle „low input“ pěstební technologie,

používané pro vedení šlechtitelských materiálů. Standardní, optimální agrotechnika pro ječmen jarní po předplodině ozimé řepce, upravená dle aktuálního průběhu počasí, stavu vývoje porostů, výskytu chorob a dalších biotických a působení abiotických nepříznivých faktorů, byla uplatněna teprve až v pokusech množení perspektivních novošlechtění, určených pro zařazení do souboru nových genetických zdrojů k předání do Genové banky, případně k přihlášení do registračních zkoušek ÚKZÚZ nebo další technologické (průmyslové) ověřování.

Detailní informace o založení, vedení a hodnocení pokusů v polních podmínkách jsou podrobně popsány v připojených dílčích zprávách z řešení projektu v jednotlivých letech, a proto zde nejsou dále uváděny.

Obdobně jako v předchozím projektu, také sklizeň pokusných parcel a rostlinného materiálu ječmene jarního byla prováděna v závislosti na filiální generaci a typu pokusu ručně (vytrháním nebo srpem) a standardní maloparcelní polní mechanizací (kombajny Osevan, Wintersteiger a Sampo) ve vegetační fázi plné zralosti.

#### *2.2.1.1.3. Posklizňové zpracování a hodnocení experimentálních materiálů ječmene*

Posklizňové práce probíhaly v jednotlivých letech řešení standardním způsobem v souladu s filiální generací, typem polního pokusu a způsobem sklizně (ruční nebo strojová). Obdobně jako v předchozí kapitole, i tyto informace jsou podrobněji popsány v dílčích zprávách, a proto zde nebudou dále prezentovány.

V pokusech sklizených kombajnem byla, kromě orientace na dílčí výnosové prvky zejména počet produktivních stébel z jednotky plochy (hodnocený v porostech v polních podmínkách), HTS (v g), třídění (podíl na sítích o požadovaném průměru), zvýšená pozornost v souladu s plánem řešení projektu věnována podrobnému hodnocení sledovaných ukazatelů kvality zrna. V prvních letech řešení byl kromě standardně hodnocených parametrů, jako obsah N-látek a škrobu, u vybraných kombinací a nových linií analyzován obsah beta-glukanů a případně i také arabinoxylanů (dodavately, především ve VÚPS, a.s.). Dále byly sledovány specifické vlastnosti bezpluchých materiálů ječmene a možnosti využití jednotlivých mlecích frakcí při formulaci produktů určených pro zdravou výživu lidí. Na základě získaných podkladů z těchto hodnocení byl kromě standardních plánovaných výsledků vytvářen také soubor pokročilých vlastních linií s diferencovanou kvalitou zrna, jejichž uplatnění bylo směřováno do nově koncipovaných výzkumných projektů dalších poskytovatelů.

V souladu se směrem řešení a požadovanými dalšími jakostními ukazateli byl ve vybraných hybridních materiálech a jejich potomstvech hodnocen také obsah dalších bioaktivních látek jako hlavních vitaminů skupiny B, vitaminu E a jeho dílčích frakcí (tokoferolů a tokotrienolů - dodavately), obsah celkových polyfenolických látek, obsah přirozeně škodlivých látek (jako např. kyseliny fytoové), volných fosfátů,

vybraných esenciálních aminokyselin, apod., jejichž zvýšený (resp. snížený nebo cíleně regulovaný) obsah může ovlivnit úroveň nutriční nebo dietetické kvality zrna ječmene pro výživu lidí i krmení hospodářských zvířat se specifickými požadavky na obsah jednotlivých složek zrna.

Díličí výsledky tvorby jednotlivých nových genetických zdrojů ječmene jarního i jejich realizace v polních podmínkách je součástí připojených dílčích zpráv a proto jsme se níže změřili na hlavní témata související s vývojem odrůd ječmene pro zdravou lidskou výživu i možnosti zlepšení kvality zrna pro hospodářská zvířata se specifickými požadavky na obsah jednotlivých živin.

#### *2.2.1.1.4. Využití bezpluchého ječmene a odrůd s waxy typem škrobu ve výživě lidí*

Bezpluchá obilka je ideální pro přímé uplatnění ječmene v celozrnné formě a představuje nejjednodušší způsob, jak využít přednosti ječmene a současně i výhody, které poskytuje strava na bázi celozrnných cereálií. Geneticky je bezpluchost podmíněna jednoduchým recesivním genem (lokalizovaným na chromosomu 7H), protože obaly chrání zrna před nepříznivými vnějšími vlivy, je obilka bezpluchých ječmenů při sklizni a posklizňových úpravách zrna více náchylná k mechanickému poškození než u pluchatých odrůd a současně je bezpluchý ječmen náchylnější k porůstání v klasu. Obalové vrstvy obilky, které tvoří v průměru 8-10 % (a někdy až 15 %) hmotnosti zrna, se skládají z pluchy, oplodí a osemení. Pod nimi se nachází aleuron, který ohraničuje centrální endosperm (cca 84-89 % hmotnosti zrna) a klíček (embryo, 1,5 až 4 % hmotnosti). V obalových vrstvách a klíčcích se nacházejí vitaminy B1, B2, B3 a B6, klíček je nejvýznamnějším zdrojem vitamínu E. Ve škrobnatém endospermu se nacházejí hlavně sacharidy. Z hlediska preventivní a zdravé výživy lidí mají hlavní význam tzv. neškrobové polysacharidy (NSP), které se řadí k tzv. vláknině potravy a spolu s dalšími polysacharidy (celulóza a lignin) tvoří hlavní stavební komponenty buněčných stěn. V zrně ječmene je cca 15-24 % dieteticky hodnotné vlákniny (vláknina potravy), z toho zaujímají NSP až 86 %, přičemž cca 56 % jsou (1→3), (1→4) β-glukany (BG) a cca 23 % tvoří arabinoxylany. Uvádí se, že u bezpluchých ječmenů je vyšší obsah BG než v průměru u pluchatých. Průkazně vyšší koncentrace BG bývá dosahována v zrně ječmenů s geneticky podmíněným waxy typem škrobu, bezpluchým zrnem a znakem podmiňujícím krátké osiny. Tyto výchozí genetické zdroje, které byly v předchozím projektu programu využity v hybridizaci s tuzemskými odrůdami, se staly v daném programu jedněmi z rodičovských odrůd pro tvorbu potravinářských typů ječmene jarního. V zrně běžně pěstovaných ječmenů je škrob tvořen v průměru z 20-25 % amylozy a zhruba 70-75 % amylopektinu. Ječmeny s waxy typem škrobu mají snížený obsah amylozy (až na úroveň 2-10% - low amylose) a odlišné fyzikálně-chemické vlastnosti (zejména výrazně měkčí endosperm) než běžné odrůdy. Někteří autoři referují o zvýšeném obsahu BG v ječmenech s vysokým podílem amylozy a naopak o nízkém obsahu BG v ječmenech s tzv. waxy typem škrobu, naše materiály s geneticky detekovanou alelou wax, podmiňující

snížený obsah amylozy se vyznačovaly pokaždé vyšším obsahem BG než materiály se standardním složením škrobu. Odrůda ječmene jarního AF Cesar má vyšší obsah BG, avšak standardní složení škrobu a proto je charakterizována významně odlišnými technologickými vlastnostmi oproti odrůdám s waxy škrobem.

#### 2.2.1.1.5. Tvorba materiálů ječmene s nízkým obsahem kyseliny fytové

Ječmen, obdobně jako další obilniny, je důležitým zdrojem sacharidů, bílkovin, lipidů, vitamínů, vlákniny, základních minerálů a mikroživin. Plnou využitelnost a biologickou dostupnost minerálů a dalších složek zrna snižuje u mnohých rostlinných surovin, a zejména obilnin nebo luskovin, přítomnost některých antinutričních látek, z nichž je na prvním místě kyselina fytová (myo-inositol 1,2,3,4,5,6-hexakisfosfát). Kyselina fytová (PA), hlavní zásobní forma fosforu, tvoří 65 % – 90 % z celkového fosforu, obsaženého v zrna. S kationty kovů vytváří nerozpustné soli (fytáty) a tím je činí obtížně stravitelnými pro lidi a monogastriční zvířata. Antinutriční účinek fytátu je považován za kritický hlavně pro biologickou dostupnost železa a zinku, zejména z hlediska globálního deficitu těchto mikroživin v lidské stravě, a s tím související mikrominerální podvýživou se závažnými zdravotními důsledky. Pravidelný a dostatečný příjem minerálních látek (zejména stopových prvků – Fe, Zn, manganu - Mn a mědi - Cu, ale i makroprvků – vápníku - Ca, hořčíku - Mg, fosforu - P a dalších) úzce souvisí nejen se skladbou potravy nebo krmiva, ale s mnoha dalšími faktory, od obsahu jednotlivých prvků, přes jejich stravitelnost a využitelnost v organismu, až po použité technologie zpracování. I když je PA ze zdravotního hlediska hodnocena často jako pozitivní složka, která má mnoho příznivých vlivů v prevenci mnoha i civilizačních chorob, z pohledu výživy lidí a hospodářských zvířat je významným negativním faktorem, jehož redukce přispívá k výraznému zvýšení stravitelnosti i nutriční hodnoty obilnin. Přesto, že existují postupy obohacení stravy o minerální látky nebo redukci obsahu PA formou dodávání exogenních enzymů /fytázy, zejména do krmiv pro hospodářská zvířata), je zřejmé, že plodiny s geneticky sníženým obsahem antinutričních látek, v daném případě PA, vykazují podstatně širší rozsah nutričních, zdravotních i hospodářsky a ekonomicky významných benefitů.

Proto jsme se v daném projektu i u ječmene soustředili na tvorbu nových genetických zdrojů s geneticky sníženým obsahem PA a současně zvýšeným obsahem stravitelného fosfátového P. K tomuto účelu jsme využili jak vlastní výchozí zdroje vytvořené křížením s původními mutanty se sníženým obsahem PA (označené M422 – alela *lpa1-1*, M1070 – alela *lpa2-1*, M635 – alela *lpa3-1*, M955) a nové odrůdy (bezpluchou odrůdu Clearwater s alelou *lpa2-1* a pluchatou odrůdu Harriman s alelou *lpa3-1* z USA). Tento přístup je řešením, které nabízí celou řadu potenciálních přínosů jak pro trvalé zvýšení nutriční

kvality potravin a krmiv, zmenšení rozsahu problémů souvisejících s nutriční podvýživou a současně podporu pro udržitelnost zemědělské produkce a ochranu životního prostředí.

#### *2.2.1.1.6. Neškrobové polysacharidy ve výživě hospodářských zvířat*

Neškrobové polysacharidy (NSP) jsou posuzovány rozdílně v závislosti na způsobu jejich konečného užití. Z pohledu humánní výživy jsou významnou složkou potravy, ale při krmení na vlákninu citlivých hospodářských zvířat je vyšší obsah NSP nežádoucí. Uvádí se, že NSP snižují u drůbeže a prasat využitelnost živin, zejména v důsledku zvýšení viskozity a objemu střevního obsahu rozpuštěnými NSP. Tím se omezuje pohyblivost substrátů, trávicích enzymů, zhoršují se podmínky pro vstřebávání živin, pro kontakt s povrchem střevní mukózy a dochází k omezení pohybu střevních klků. NSP rovněž mohou tvořit komplexy s trávicími enzymy, čímž snižují jejich aktivitu. Z tohoto pohledu je zapotřebí směřovat šlechtění ječmene na odrůdy s nízkým obsahem vlákniny (i vlákniny potravy) a naopak vysokým obsahem škrobu. Proto jsme se při vývoji nových genetických materiálů ječmene s nízkým obsahem PA zaměřili jak na materiály se zvýšeným obsahem BG, jejichž určení je v oblasti zdravé lidské výživy, tak naopak na nové genotypy, kde se podařilo dosáhnout snížení obsahu PA při současně snížené nebo dokonce nízké hladině beta-glukanů. Tyto materiály byly jako dílčí výsledky řešení finalizovány v podobě funkčních vzorků a předány prostřednictvím dceřiné organizace do Genové banky VÚRV, v.v.i. v Praze.

#### *2.2.1.1.7. Studium a tvorba materiálů se zvýšeným obsahem žádoucích, zejména esenciálních aminokyselin (EAK)*

Tento směr řešení navazuje na výsledky studia vlastních nových genetických zdrojů ječmene s bezpluchým zrnem, vytvořených v předchozích etapách řešení projektu. Na základě křížení s výchozím donorem zvýšeného obsahu aminokyseliny lyzínu a pravděpodobně rovněž v důsledku neznámé mutace byla vyselektována kombinace označená KM 1057, v jejíž linii byl postupem času zjištěn významně vyšší obsah EAK v zrně. Mezi potomstvy vybranými z výchozí kombinace křížení dominovala linie označená KM 1057-1924-1906 s geneticky neidentifikovaným, ale chemicky potvrzeným zvýšeným obsahem esenciálních aminokyselin (EAK), zvláště lyzínu a treoninu. Využili jsme proto možnosti spolupráce v rámci řešeného projektu TAČR (č. projektu TN01000062) a rozpracovali celou sérii kříženců této linie s genovými zdroji a donory s geneticky determinovanými geny pro vyšší obsah lyzínu, získanými z kolekce jarního ječmene GRIN (USA). Vytvořená potomstva byla po několika generacích samosprášení hodnocena z hlediska chemické analýzy obsahu AK v zrně a byly vybrány nové genetické zdroje s vysokým obsahem EAK (zejména v kombinaci s výchozím zdrojem pluchatého ječmene, Riso Mutantem 1508. Vzhledem ke zjištěnému štěpení v morfologických znacích, zejména ve výšce rostlin, je však nutné

provádět další reselection, aby byla dosažena požadovaná morfologická vyrovnanost. Tyto materiály a další linie získané křížením s KM 1057 jsou nyní zařazeny v pracovních kolekcích a budou dále hodnoceny v polních podmínkách. Ve většině případů se ovšem jedná o materiály s nízkým výnosem zrna a zejména u bezpluchých linií s velmi nízkou HTS. Pouze v případě kombinace KM3020.243.20 (= High Lysine 1 x KM1057) byl výnos zrna o 5,6 % vyšší než u bezpluché kontrolní odrůdy AF Cesar, což ovlivnila skutečnost, že se jedná o pluchatý materiál, u kterého zřejmě doznívá i určitý heterozní efekt, jak prokazují naše poznatky z obdobných kombinací křížení, provedených v předchozích letech. Výsledky získané v letech 2021 a 2022 ovšem ukazují, že i mezi těmito materiály existuje velká míra variability, která slibuje vybrat genetické zdroje se zlepšeným výnosovým potenciálem vůči původním rodičovským materiálům.

Literatura: Kosová K., Vítámvás P., Urban M. O., Kholová J., Prášil I. T. (2014): Breeding for an enhanced drought resistance in barley and wheat - drought-associated traits, genetic resources, and their potential utilization in breeding programmes. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding* 50 (4): 247-261.

#### **2.2.1.2. Pšenice ozimá a tritikale (+ příbuzné netradiční amfiploidní rody)**

Činnost u pšenice během celého období řešení 2014-2022 byla zaměřena u pšenice a tritikale na využití netradičních donorů pro zlepšování (změnu) jakosti zrna, případně morfologii klasu pro možnost měnění proporcí mezi stéblem a klasem. Vycházelo se z toho, že donory jsou obecným základem, který je nutné využívat pro dosahování genetické pestrosti, jež je nezbytná pro šlechtitelský pokrok. Klasické šlechtění prováděné ve specializovaných šlechtitelských firmách vede k registraci velkého počtu výnosných odrůd zařazených do různých kategorií kvality zrna. Vznikající odrůdy jsou logicky poměrně adaptovány na podmínky svého vzniku (klimatické poměry místa svého vzniku, kde byly vyšlechtěny). Technologie pěstování vznikajících odrůd je obecně rovněž dobře v obecném měřítku dobře propracovány a vzhledem k tomu, že pšenice je obilnina s největším rozšířením na planetě Zemi (především v oblastech mírného pásma) a velmi širokým uplatněním pro lidskou výživu (20 % kalorického příjmu na obyvatele planety dle údajů FAO) je žádoucí, aby produkce zrna byla kvalitativně pokud možno různorodá. Z tohoto důvodu byla naše činnost orientována na šlechtění tak zvané „barevné pšenice“, kde změněná barva zrna je podmíněna přítomností anthokyanů (purpurový perikarp, modrý aleuron) a karotenoidů (především se jedná o zvýšený obsah luteinu v endospermu zrna) a na možnost geneticky ovlivňovat sklizňový index (poměr mezi hmotností zrna a hmotností nadzemní biomasy porostu) pomocí specifických genů řídících odlišnou morfologii klasu. U amfiploidních rodů (odvozených z mezirodové hybridizace s následným zdvojením počtu chromosomů) se jednalo především o tritikale (*xTriticosecale* Wittmack) a tritordeum (*xTritordeum martinii* A Pujadas, nothosp. nov.) jako uměle člověkem vytvořených plodin.



#### 2.2.1.2.1. Pšenice s barevným zrnem

Současné odrůdy pšenice seté (*Triticum aestivum* L.) v podmínkách optimalizovaných pěstebních technologií umožňují dosahovat vynikající výnosové výsledky v praxi. Právě velké rozšíření pšenice vede k potřebě kvalitativní pestrosti této komodity a tím k poptávce po geneticky odlišnějších odrůdách. Řešení může spočívat v zásadním kvalitativním zlepšení pšenice seté, jehož by mohlo být dosaženo vyšlechtěním odrůd s vysokým obsahem flavonoidů (především antokyanů), fenolických kyselin a karotenoidů (především luteinu), jež jsou významnými látkami s antioxidačním účinkem. V tomto směru se jeví jako perspektivní orientace na odrůdy s odlišným zabarvením zrna – tak zvané „barevné pšenice“. Velmi významné z tohoto pohledu může být černé zrna, dosažené kumulací genů pro různé barvy zrna. Pro vytvoření takových pšenic jsou využity specifické donory, které byly nalezeny na základě sběrových expedic v Africe (purpurové zabarvení – geny *Pp1*, *Pp2*, *Pp3*) nebo vytvořeny křížením s jinými pšeničnými druhy a rody trav (modrý aleuron – geny *Ba1*, *Ba2*, *Ba3*), případně využitím starých kulturních druhů pšenice (žlutý endosperm – geny *Psy* pro enzym fytoen syntasy). Běžné odrůdy mají jantarové zabarvení zrna, které se oficiálně označuje jako červené. Toto zabarvení má spojitost s výskytem hořkých látek v zrna (především taninů a některých fenolických sloučenin). Kromě červeného zabarvení existuje rovněž bílé zrna, postrádající tyto hořké látky a zrna je přirozeně sladší. Nepřítomnost hořkých látek v bílém zrna však má spojitost s jeho větší náchylností k porůstání.

##### 2.2.1.2.1.1 Anthokyaniny

Anthokyaniny jsou sekundární produkty metabolismu flavonoidů. Jedná se o rozsáhlou skupinou rostlinných barviv poskytující škálu barev od oranžové a červené až po fialovou a modrou. Vzhledem k existenci geneticky různě založených donorů pšenice s anthokyaniny v zrna lze v současnosti v souladu s jinými pracovišti ve světě, které se problematikou barevných pšenic zajímají (NABI Biotechnology for Nutritional Security, Panjab, India, Agricultural University, Zhengzhou, China, AAFC Guelph Research and Development Centre, Canada, Saatbau Linz, Leonding, Rakousko a další) má pšenice potenciál být dalším významným zdrojem antokyaninů pro obohacení lidské stravy. V pšenici se vyskytují stejné druhy antokyaninů jako v ovoci a zelenině.

##### 2.2.1.2.1.2. Karotenoidy

Karotenoidy jsou žluté až červené (lykopen) pigmenty představované a) skupinou nenasycených uhlovodíků a b) xantofylů, které jsou hydroxylované deriváty karotenů, jež mají jednu nebo více hydroxylových skupin. Karotenoidy mají zcela jinou chemickou strukturu než anthokyaniny. U pšenice seté se vyskytuje žluté zabarvení, které je tvořeno z 86-94 % luteinem. Některé jsou prekurzorem vitamínu A.

Všechny karotenoidy vykazují antioxidační kapacitu, která snižuje riziko chronických degenerativních onemocnění. Karotenoidy (především  $\beta$ -karoten) chrání lidskou kůži před vysokou intenzitou slunečního záření, které může vést k poškození kůže, Žlutá barviva se vyskytují v endospermu i v povrchových vrstvách zrna. Vzhledově se však zrno s vysokým obsahem žlutých látek příliš neliší od červeného zrna běžných pšenic. O zdravotním významu barevných látek v potravinách je rozsáhlá literatura.

#### 2.2.1.2.2. Pšenice se změněnou morfologickou strukturou klasu

Změny u pšenice vyvolané působením člověka vedly ke zlepšení využitelnosti zrna (odstranění rozpadavosti klasu, pluchatosti zrn, zvětšení velikosti zrna a jeho zaoblení) a ke zvýšení sklizňového indexu – tedy poměru hmotnosti zrna k hmotnosti nadzemní biomasy (včetně zrna). U současných odrůd ozimé pšenice se sklizňový index pohybuje přibližně okolo hodnot 0,3-0,4. Podle literatury by sklizňový index mohl teoreticky stoupnout na hodnotu 0,6. Předpokladem dosažení vysokého výnosu je schopnost dosáhnout co největšího výnosu biomasy z jednotky plochy porostu a zároveň co nejvyššího podílu hospodářsky využitelného výnosu – zrna. Šlechtitelskou činností se ale nepodařilo dosáhnout zásadního zvýšení sušiny nadzemní biomasy porostu, o čemž svědčí obvykle zcela zanedbatelné rozdíly v mezi starými a novými odrůdami. Otázka je, jestli by nešlo využít přímo genů, odpovědných, nebo výrazně ovlivňujících morfologickou strukturu klasu a pomocí nich dál zvyšovat hmotnost zrna klasu a sklizňový index. Trávy obecně, a tedy i obiloviny, mají vlastní strategii přizpůsobivosti díky své modulární struktuře vytvářených orgánů. U pšenice byl v poslední době zaznamenán velký pokrok ve výzkumu morfologické struktury klasu. Především se jedná o skupinu genů řídících výskyt tak zvaných nadpočetných klásků klasu (supernumerary spikelets - SS), kde na rozdíl od běžné pšenice, může vyrůst více než jeden klásek z jednoho nodu klasového větene. V Agrotest fyto, s.r.o. v Kroměříži byly více rozpracovány následující morfotypy klasů, které mohou mít naději na šlechtitelské využití.

##### 2.2.1.2.2.1. Mnohořadý klas (multi-row spike - MRS)

V Kroměříži se zabýváme tak zvaným mnohořadým klasem kdy z jednotlivých nodů klasového větene vyrůstá větší počet klásků přisedle v horizontální a současně i vertikální pozici, přičemž nejsou výrazně prodlouženy druhotné větve klasu. Mnohořadý klas je u pšenice seté podmíněn recesivním genem *WFZP-D* (*WHEAT FRIZZY PANICLE*) na krátkém rameni chromosomu 2D. Tento gen je obdobný genům *FRIZZY PANICLE* (*FZP*), řídícím větvení květenství u vyšších rostlin. U pšenice byly identifikovány homeologické geny (*WFZP-A*, *WFZP-B* a *WFZP-D*), řídící větvení klasu na různé úrovni ploidity u *T. aestivum* (BBA<sup>u</sup>A<sup>u</sup>DD), *T. durum* (BBA<sup>u</sup>A<sup>u</sup>) a *T. monococcum* (A<sup>m</sup>A<sup>m</sup>). Ozimá pšenice setá KM 29-17 s mnohořadým klasem byla testována v roce 2018 v Soutěži technologií v Kroměříži, kde dosáhla výnosu

10,1 t/ha, což bylo ovšem méně než u většiny známých komerčních odrůd. Postupně se daří u linií s tímto výrazně změněným morfotypem klasu zvyšovat výnosovou úroveň. Některé linie jsou představovány v rámci polních dnů.

#### 2.2.1.2.2.2. Dlouhá pleva (*long glume* - LG)

Znak dlouhá pleva se vyskytuje u dvou tetraploidních druhů *Triticum polonicum* L. (gen  $P_1$  na chromosomu 7A) a *T. ispahanicum* Hesolt. (gen  $P_2$  na chromosomu 7B) a u hexaploidní *T. petropavlovskyi* Udac. & Migusch. Dlouhá pleva zřejmě představuje evoluční výhodu spočívající v dosažení větších obilek vzhledem k většímu povrchu klasu. Dominantní gen pro dlouhou plevu byl přenesen z pšenice polské do pšenice seté. U některých linií nedocházelo k plnému založení terminálních kvítků v kláscích, ale k vyvinutí postranních kvítků nesoucích zrna. V roce 2018 dosáhla linie V2-63-18 s dlouhou plevou 108 % ve srovnání s nejvýnosnější kontrolou RTG Rebell. Ve starších pokusech tyto linie dosahovaly srovnatelné nebo lepší výnosové úrovně oproti běžným odrůdám v intenzivních podmínkách pěstování. To vede k hypotéze, že dlouhá pleva svým větším povrchem by mohla podporovat asimilační kapacitu klasu a zřejmě i transpiraci rostliny a tím pozitivně působit na tvorbu obilek i v období na konci dozrávání.

#### 2.2.1.2.2.3. Jarní pšenice pro zlepšení nutriční kvality zrna ozimé pšenice

V sortimentu genetických zdrojů pšenice jarní byly detekovány výchozí zdroje, donory s rozdílným poměrem polysacharidů škrobu pro potravinářské využití (s waxy typem škrobu - WQL6K107-BHWX2-2a a WQL6K107-BHWX17-7) a rovněž se sníženým obsahem přirozených škodlivých látek (zejména kyseliny fytové – lpa donor Js-12/IDO563) v zrna pro krmné účely. Na základě využití těchto výchozích zdrojů, získaných z kolekce GRIN (USA - byly detekovány obdobné genotypy jarní pšenice. Proto bylo v roce 2020 navrženo rozšíření cíle řešení projektu o studium možnosti využít takové genetické zdroje ke šlechtění nových genotypů pšenice ozimé se specifickou jakostí zrna pro krmné účely.

#### 2.2.1.2.3. Uměle vytvořené amfiploidní rody

##### 2.2.1.2.3.1. Tritikale

Příběh vzniku tritikale se datuje od roku 1888, kdy získal W. Rimpau 4 obilky z křížení krajové saské červenozrné pšenice (Roter sächsischer Landweizen) a žita (Schlanstedter Roggen). V roce 1890 získal tři rostliny, které byly úplně sterilní, zbylých dvanáct rostlin vykazovalo znaky obou rodičů. Předpokladem úspěšnosti vzniku první fertillní rostliny v roce 1889 bylo zdvojení počtu chromozomů, ke kterému došlo v podstatě náhodným následným procesem. S odstupem doby a se současnými znalostmi lze říci, že

došlo ke zkřížení běžné hexaploidní pšenice ( $2n = 6x = 42$ , BBAADD) s diploidním žitem ( $2n = 2x = 14$ , RR), kdy splynutí gamet těchto rodičů (BAD a R) vedlo ke vzniku hybridu ( $n = 4x = 28$ , BADR) a po následném zvojení počtu chromosomu vznikla oktoploidní forma ( $2n = 8x = 56$ , BBAADRRR), s párovými chromozomy a s normální fertilitou. Pro tuto oktoploidní a následně vzniklé hexaploidní ( $2n = 6x = 42$ , BBAARR) byl později navržen název taxonu *xTriticosecale* Wittmack.

#### 2.2.1.2.3.2. Tritordeum

Podobný princip hybridizace jaký byl použit při vzniku tritikale byl uplatněn pro křížení planého ječmene čilského *Hordeum chilense* Roemer et Schultes ( $2n = 2x = 14$ ,  $H^{ch}H^{ch}$ ) s pšenicí, což umožnilo vznik další uměle vytvořené obilniny s názvem tritordeum *xTritordeum martinii* A Pujadas, nothosp. nov. První informaci o úspěšném křížení *Hordeum chilense* s pšenicí publikoval v roce 1977 profesor Antonio Martín (Univ. Córdoba ve Španělsku). V současnosti je registrováno několik odrůd hexaploidních ( $2n = 6x = 42$ ,  $H^{ch}H^{ch}BBAA$ ) odrůd ve Španělsku: JB1, JB2 a JB3, Aucan a Bulel. Tyto odrůdy se vyznačovaly tolerancí k suchu a využívají se pro produkci zrna s komerčním názvem Vivagran. Pro svůj vysoký obsah karotenu luteinu a sytě žluté zbarvení mouky je tritordeum vhodné k výrobě zdravých potravin.

#### 2.2.2. AKTIVITY NEUSKUTEČNĚNÉ

Žádná aktivita nezůstala neuskutečněná.

#### 2.3. PŘEHLED ZMĚN, KTERÉ NASTALY V PRŮBĚHU ŘEŠENÍ

Projekt byl řešen v souladu s osnovou projektu, jejími cíli a metodikou řešení. V průběhu řešení nenastaly žádné změny, které by významně ovlivnily průběh a dosažení plánovaných výsledků řešení.

### 3. PŘEHLED VÝSLEDKŮ ŘEŠENÍ VÝZKUMNÉHO PROJEKTU V RÁMCI DP 3.d.1. 2014-2022

Slovně uvést výsledky řešeného výzkumného projektu.

Plánované výsledky byly splněny v souladu s původním posláním a plánem realizace projektu, kde bylo cílem řešení vytvořit dostatečnou variabilitu výchozího šlechtitelského materiálu pro šlechtění pšenice, triticales a ječmene se zaměřením na vybrané specifické směry užití produkce. V průběhu řešení byly vytvořeny nové genetické zdroje pšenice ozimé, ječmene jarního a tritikale ozimého s dosud nevyužívanými nebo málo využívanými vlastnostmi. Zejména schopností syntézy antokyanů a dalších nutričně významných látek (beta-glukanů, sníženého obsahu kyseliny fytové a zvýšeného obsahu volného fosfátu, vyššího obsahu žádoucích esenciálních aminokyselin zvýšeného obsahu antioxidantů

v obilce ječmene, apod.), morfologických vlastností obilky a klasu s cílem rozšířit možnosti dalších technologických úprav zrna. Byl rozpracovaný hybridní a liniový materiál ozimé pšenice s geny pro modré, purpurové a žluté zbarvení zrna, vytvořeny vhodné výchozí genetické zdroje bezpluchého a pluchatého ječmene jarního se zvýšeným obsahem žádoucích biologicky aktivních látek a se specifickými nutričními nebo dietetickými vlastnostmi zrna pro lidskou výživu i nepotravinářské (zejména krmné) využití produkce. Perspektivní nové genetické zdroje byly předány jako výsledky řešení projektu (celkem 29 materiálů) nebo prostřednictvím dceřiné organizace Agrotest fyto, s.r.o. (celkem 270 materiálů) do kolekcí genetických zdrojů řešených druhů (Genová banka, VÚRV v.v.i.) – **Tab. 2.** Vzorky pšenice, triticales a ječmene, předané do Genové banky v Praze jsou významnými položkami s využitelností pro přímé šlechtění nových odrůd i další výzkum řešených druhů obilnin ve výzkumných projektech. Významné jsou také dvě kolekce téměř izogenních linií (viz. **Tab. 2, část b**), které nepochybně budou mít velký význam v budoucnu, protože s jejich pomocí se podaří odhalit význam genů, jejichž sekvence se již znají, ale není známý jejich význam. Jedná se o kolekci téměř izogenních linií odvozených od jarní pšenice seté (*Triticum aestivum* L.) odrůdy Novosibirskaya 67 (dnes uloženo po doplnění v GB okolo 200 vzorků) a kolekci téměř izogenních linií odvozených od pšenice tvrdé (*Triticum durum* Desf.) odrůdy LD222. Tyto série byly vytvořeny ve vzájemné spolupráci s Profesorem Nobuyoshi Watanabe z Ibaraki University v Japonsku. Dále byly, rovněž prostřednictvím dceřiné organizace, přihlášeny do zkoušek ÚKZÚZ pro registraci odrůd (**Tab. 1** - celkem 4 novošlechtění ozimé pšenice a 1 novošlechtění tritikale ozimého) a finalizovány v podobě nových odrůd (1 odrůda ječmene jarního, 3 odrůdy pšenice ozimé s barevným zrnem – „barevné pšenice“).

Přehled takto realizovaných materiálů je uveden ve vložených tabulkách (**Tab. 1** a **Tab. 2**), šlechtitelská osvědčení registrovaných odrůd jsou v **Přílohách č. 1 až 4**.

Během řešení projektu byla s využitím nově vytvořených genetických zdrojů a registrovaných odrůd pšenice, triticales a ječmene řešiteli řada publikována vědeckých a odborných publikací (převážně s dedikací dceřiné společnosti Agrotest fyto, s.r.o.). Tyto publikace jsou k dispozici v knihovně Zemědělského výzkumného ústavu v Kroměříži.

### **Registrované odrůdy v době řešení projektu (2014-2022, stručný popis)**

#### **Odrůda ječmene jarního AF Cesar (Příloha 1)**

První odrůda ječmene s bezpluchým zrnem v ČR, specificky určená pro potravinářské využití. Její perspektivní uplatnění k výrobě potravin pro zdravou lidskou výživu předurčuje kromě bezpluché obilky především významně zvýšený obsah vlákniny potravy, daný vysokým obsahem  $\beta$ -glukanů v zrně (v

průměru o 25,9 % vyšší oproti kontrolní odrůdě bezpluchého ječmene AF Lucius). AF Cesar vyniká vysokou odolností vůči padlí travnímu (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*), podmíněnou odolností Mlo (gen *mlo*), ve světě doposud nedeklarovanou u odrůdy s bezpluchým typem zrna. Odrůda je vysoce odolná lámavosti stébla, vyžaduje ošetření proti houbovým chorobám (rhynchosporiová skvrnitost, rez ječná, komplex hnědých skvrnitostí).

Registrace v ČR – 2014.

### **Odrůda ozimé pšenice AF Jumiko (Příloha 2)**

Ozimá AF Jumiko je pekařská středně raná odrůda. Jedná se o první českou odrůdu s purpurovým zrnem. Pekařská jakost chlebová (kategorie B). Rostliny jsou středně vysoké až vysoké, klas krátký krátce osinkatý, má silné ojínění způsobené voskovým povlakem na listech a klasu. Toto může být výhodou při pěstování odrůdy v suchých oblastech. Datum metání a zrání je u AF Jumiko přibližně na úrovni jako u odrůdy Bohemia.

Registrace v ČR – 2018.

### **Odrůda ozimé pšenice AF Oxana (Příloha 3)**

AF Oxana je pekařská (kvalita B) středně pozdní odrůda s modrou barvou aleuronu zrna. Má střední délkou stébla. Má velké zrno, vysoký obsah bílkovin, velmi vysoké hodnoty Zelenyho test, vysokou vaznost mouky, nízkou objemovou hmotnost zrna, vysoký objem pečiva. Zabarvení je způsobeno anthokyany. Je méně odolná proti napadení komplexem listových skvrnitostí a fuzáriu klasu. Je středně odolná proti vymrzáání. Odrůda vyžaduje ošetření proti houbovým chorobám a poléhání.

Registrace v ČR – 2019.

### **Odrůda ozimé pšenice AF Zora (Příloha 4)**

Odrůda AF Zora je pekařská (kvalita B) středně raná odrůda s velkým zrnem. Jedná se o první evropskou odrůdu s černým zrnem. Objemová výtěžnost pečiva vysoká, obsah dusíkatých látek vysoký, hodnota Zelenyho testu nízká, vaznost mouky středně vysoká, hodnota čísla poklesu středně vysoká, objemová hmotnost zrna středně vysoká až nízká. Rostliny středně vysoké až vysoké, středně odnožující, vyžaduje použití morforegulátorů a ošetření proti houbovým chorobám. Černé zbarvení zrna způsobeno kombinací genů pro purpurový perikarp a genu *Ba2* pro modrý aleuron.

Registrace v ČR – 2021.

**Tab. 1: Novošlechtění přihlášená do zkoušek pro registraci**

Druh	Rok (datum)	Počet genotypů	Název novošlechtění (a jak pokračovalo ve zkoušení)	Předávající organizace
Tritikale ozimé	30.8.2016	1	KM 342-15 (vyloučeno po 1. roce zkoušení)	Agrotest fyto, s.r.o.
Pšenice ozimá setá	18.8.2014	1	KM 109-18 (v roce 2018 registrace AF Jumiko)	Agrotest fyto, s.r.o.
Pšenice ozimá setá	26.8.2015	1	KM 53-14 (v roce 2019 registrace AF Oxana)	Agrotest fyto, s.r.o.
Pšenice ozimá setá	28.8.2017	1	KM 15-17 (v roce 2021 registrace AF Zora)	Agrotest fyto, s.r.o.
Pšenice ozimá setá	22.8.2022	1	KM 209-21 (v současnosti ve zkoušení)	Agrotest fyto, s.r.o.

**Tab. 2: Nové genetické zdroje - protokolárně předané funkční vzorky****Část a)**

Druh	Rok (datum)	Počet genotypů	Název funkčního vzorku (označení)	Označení genotypů	Předávající organizace
Ječmen jarní	1.12.2015	1	Nový genetický zdroj ječmene jarního s bezpluchým zrnem a zvýšeným obsahem esenciálních aminokyselin pro specifické potravinářské a krmné využití	KM 1057-1906.224.5.05	Agrotest fyto, s.r.o.
Ječmen jarní	10.3.2017	2	Nový genetický zdroj ječmene jarního s vysokou nutriční hodnotou zrna pro netradiční potravinářské zpracování	KM 2454-46-M, KM 2454-46-S	Agrotest fyto, s.r.o.
Ječmen jarní	10.12.2018	2	Nové genetické zdroje ječmene jarního pro potravinářské využití se zvýšeným obsahem a diferencovanými vlastnostmi beta-glukanů	KM 2975, KM 3189-121	Agrotest fyto, s.r.o.
Ječmen jarní	2.12.2019	3	Nový genetický zdroj ječmene jarního se zvýšeným obsahem biologicky aktivních látek pro specifické potravinářské účely, resp. nepotravinářské využití.	KM 3351.401.17, KM 3351.431.17, KM 3398.161.17	Agrotest fyto, s.r.o.
Ječmen jarní	19.12.2019	1	Nový genetický zdroj jarního ječmene se sníženým obsahem amylozy	KM 2881.350.15	Agrotest fyto, s.r.o.
Ječmen jarní	21.12.2020	1	Nový genetický zdroj ječmene jarního se zvýšeným obsahem lysinu a sníženým zastoupením hordeinů	KM 3025.124.6.2011.249.17	Agrotest fyto, s.r.o.
Ječmen jarní	18.12.2020	1	Nový genetický zdroj ječmene jarního pro potravinářské využití se zvýšenou odolností k fuzarióze klasu charakterizovaný SSR markéry	KM 2283.141	Agrotest fyto, s.r.o.
Ječmen jarní	21.12.2020	1	Nový genetický zdroj ječmene jarního se zvýšenou odolností vůči suchu	KM 2551.469.1.02.296.11	Agrotest fyto, s.r.o.
Ječmen jarní	20.12.2021	1	Nový genetický zdroj ječmene jarního s kombinací zlepšených nutričních parametrů pro lidskou výživu	KM 2693.56.19	Agrotest fyto, s.r.o.
Ječmen jarní	20.12.2022	1	Genetický zdroj ječmene jarního se zlepšeným chemickým složením zrna pro výživu monogastrických hospodářských zvířat	KM 2881.121.20	
Ječmen jarní	20.12.2022	11	Genetické zdroje ječmene jarního s bezpluchým zrnem, sníženým obsahem kyseliny fytové a zvýšeným podílem fosfátového fosforu.	KM 2693, KM 2693.19.1.15.24.20, KM 2986, KM 2986.51.15.21.20, KM 2986.200.7.14.135.20, KM 2986.200.12.14, KM 2986.200.20.14.136.20, KM 2986.200.20.14.137.20, KM 2986.200.20.14.138.20, KM 2986.353.15, KM 3286.145.3.14.25.20	Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o.
Ječmen jarní	20.12.2022	3	Genetické zdroje ječmene jarního s pluchatým typem zrna, sníženým obsahem kyseliny fytové a zvýšeným obsahem fosfátového fosforu.	KM 2881.119.20, KM 2881.120.20, KM 3472.386.19	Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o.

## Část b)

Druh	Rok (datum)	Počet genotypů	Název funkčního vzorku (označení)	Označení genotypů	Předávající organizace
Jarní obilniny (Triticum aestivum, durum, turgidum, tritikale, tritordeum)	9.3.2016	103	Protokol o předání genových zdrojů do Genové banky v Praze (kolkece téměř izogenních linií odvozených od pšenice tvrdé LD222, kolekce téměř izogenních linií odvozená od pšenice seté Novosibirska 67)	53 Triticum durum, 23 Triticum aestivum, 2 Triticum turgidum, 1 Aegilotriticale, 2 Triticale, 1 Haynaldoticum, 18 Tritordeum	Agrotest fyto, s.r.o.
Ozimé obilniny (pšenice setá, tritikale)	15.9.2016	27	Soubor vzorků ozimé pšenice se zajímavými znaky zabarvením zrna a změněným morfolofem klasu	25 Triticum aestivum, 2 Tritikale	Agrotest fyto, s.r.o.
Pšenice ozimá setá	15.9.2016	7	Soubor šesti vzorků ozimé pšenice s vysokou mrazuvzdorností a jeden s vertikálními dvouklásky	Novosibirska 2, 3, 32, 40, 51, Kulundinka, SO-74-06	Agrotest fyto, s.r.o.
Jarní obilniny (Triticum aestivum, Triticum durum, Aegilops tauschii)	13.3.2017	62	Protokol o předání genových zdrojů do Genové banky v Praze (kolkece téměř izogenních linií odvozených od pšenice seté Novosibirska 67, kolekce téměř izogenních linií odvozená od pšenice tvrdé LD222, barevné pšenice, Aegilops tauschii)	29 Triticum aestivum, 32 Triticum durum, 1 Aegilops tauschii	Agrotest fyto, s.r.o.
Tritikale ozimé	14.9.2017	21	Soubor genetických zdrojů tritikale a přítomností HMW alely Glu-D1d a nepřítomnost sekalinového lokusu Sec1.	z 21 předaných genotypů 16 mělo GluD1d a nemělo Sec1 lokus.	Agrotest fyto, s.r.o.
Pšenice ozimá setá	14.9.2017	26	Soubor 26 šlechtitelských linií s odlišnou barvou zrna	1 žlutý endosperm, 2 modrý aleuron, 4 purpurový perikarp 4 purpurový perikarp + modrý aleuron, 3 mnohořadý klas, 3 dlouhá pleva, 5 tři pestíky v kvítku 2 kombinace purpurový perikarp a dlouhá pleva, 2 vysoká mrazuvzdornost	Agrotest fyto, s.r.o.
Pšenice jarní setá	7.2.2019	12	12 vzorků osiv jarní pšenice s definovanými vlastnostmi	12 vzorků	Agrotest fyto, s.r.o.
Pšenice ozimá setá	22.11.2019	10	Soubor vzorků pšenice ozimé seté s dlouhou plevou a mnohořadým klasem	4 dlouhá pleva, 6 mnohořadý klas	Agrotest fyto, s.r.o.
Pšenice jarní setá	10.3.2021	1	Donor jarní pšenice s genem pro tři pestíky v kvítku a schopností přeměny tyčinek na struktury podobné pestíkům	HTS-1	Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o.
Pšenice ozimá setá	13.9.2021	9	Genové zdroje pšenice s modrým aleuronem zrna	8 modrý aleuron, 1 červené zrna	Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o.
Pšenice ozimá setá	14.9.2021	10	Genové zdroje ozimé pšenice s e změněným morfolofem klasu a barvou zrna	10 vzorků	Agrotest fyto, s.r.o.
Pšenice ozimá setá	12.9.2022	2	Donory ozimé pšenice s mnohořadým klasem	KM 251-21, KM 273-21	Agrotest fyto, s.r.o.
Pšenice ozimá setá	12.9.2022	5	Donory ozimé pšenice se změněným morfolofem klasu a zabarvením zrna	KM 72-21, M 224-21, KM 228-21, KM 257-21, KM 139-21	Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o.

x	Řešitel souhlasí se zpřístupněním a zveřejněním výsledků podporovaného programu pro veřejnost zdarma po dobu nejméně 5 let od ukončení projektu.
---	--

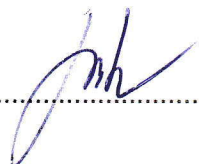
## 4. NÁKLADY NA ŘEŠENÍ PROJEKTŮ JSOU UVEDENY V DÍLČÍCH ZPRÁVÁCH ŘEŠENÉHO VÝZKUMNÉHO PROJEKTU. JEDNOTLIVÉ DÍLČÍ ZPRÁVY 2014-2022 JSOU PŘÍLOHOU TÉTO ZÁVĚREČNÉ ZPRÁVY



Za řešitelský kolektiv zpracovali: Ing. Petr Martinek, CSc.; Ing. Kateřina Vaculová, CSc.



Statutární zástupce organizace: Ing. Petr Míša, Ph.D., MBA



V Kroměříži dne 30. 6. 2023

