



Využití metody „participatory breeding“ ve šlechtění pšenice v ekologickém zemědělství

METODIKA PRO PRAXI

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta
Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů

Využití metody „participatory breeding“ ve šlechtění pšenice v
ekologickém zemědělství

Ing. Dagmar Janovská, Ph.D.

Prof. Ing. Ivana Capouchová, CSc.

Doc. Ing. Petr Konvalina, Ph.D.



Metodika pro praxi

Praha 2018

Metodika je výsledkem řešení výzkumného projektu NAZV QJ1310072 Využití metody „participatory breeding“ ve šlechtění pšenice v ekologickém zemědělství

Kolektiv autorů: Ing. Dagmar Janovská, Ph.D.¹ (40 %)

Prof. Ing. Ivana Capouchová, CSc.² (30 %)

Doc. Ing. Petr Konvalina, Ph.D.³ (30 %)

¹ Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Odbor geneticky a šlechtění rostlin, tým genové banky, Drnovská 507, 161 06, Praha 6 – Ruzyně, janovska@vurv.cz

² Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Katedra rostlinné výroby, Kamýcká 129, 165 21, Praha 6 – Suchbátka, capouchova@af.czu.cz

³ Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, Katedra agroekosystémů, Studentská 1668, 370 05, České Budějovice, konvalina@zf.jcu.cz

Metodika je určena zemědělcům, zemědělským poradcům, odborníkům z oblasti výzkumu a všem zájemcům o spolupráci na tvorbě odrůdy pro ekologické zemědělství

Metodika byla schválena Ústředním kontrolním a zkušební ústavem zemědělským osvědčením č. UKZUZ 001304/20018

Ministerstvo zemědělství doporučuje tuto metodiku pro využití v praxi.

Oponenti:

1) za státní správu: Ing. Jiří Urban, ředitel SRV ÚKZÚZ

2) za odbornou veřejnost: Ing. František Chlad, PRO-BIO RC
Litomyšl

V rámci schválení metodiky byla uzavřená smlouva o využití výsledků v praxi s Bioinstitut o.p.s.

© Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., 2018

ISBN 978-80-7427-260-8

Obsah

I. Cíl metodiky.....	7
II. Vlastní popis metodiky	8
Úvod	8
Šlechtění pro ekologické zemědělství.....	10
Legislativní rámec	15
Co je metoda „participatory plant breeding“?	16
PPB ve světě a v České republice.....	18
Rozdíly mezi konvenčním šlechtěním a PPB.....	19
Různé přístupy uplatňované v rámci PPB	21
Hodnocení vlivu selekcí na biologické, morfologické a hospodářské znaky a jakostní ukazatele pluchatých druhů pšenice (jednozrnky, dvouzrnky, špaldy) jarní formy (praktický příklad).....	28
III. Srovnání „novosti postupů“ oproti původní metodice, případně jejich zdůvodnění, pokud se bude jednat o novou metodiku (§ 2, odst. 1, písm. b) a písm. c) zákona č. 130/2002 Sb.).	39
IV. Popis uplatnění Certifikované metodiky	39
V. Ekonomické aspekty – odhad nákladů (v tis. Kč) na zavedení postupů uvedených v metodice a odhad ekonomického přínosu (v tis. Kč) pro uživatele.....	41
VI. Seznam použité související literatury.	42
VII. Seznam publikací, které předcházely metodice	44

Seznam obrázků

Obrázek 1 Princip konvenčního způsobu šlechtění	20
Obrázek 2 Princip PPB	20
Obrázek 3 Různé přístupy k PPB	23
Obrázek 4 Různé komponenty projektu PPB (příklad)	24
Obrázek 5 Průměrný počet rostlin na m ² po vzejití	30
Obrázek 6 průměrný počet klasů na m ²	32
Obrázek 7 Průměrný výnos (t/ha)	32
Obrázek 8 Průměrný obsah N-látek v sušině zrna (%)	34
Obrázek 9 Průměrné hodnoty Zeleného testu (ml)	35

Seznam tabulek

Tabulka 1 Vybrané morfologické, biologické a hospodářské znaky a jakostní ukazatele pšenice, na jejichž hodnocení se lze zaměřit v rámci procesu PPB	27
Tabulka 2 Přehled hodnocených genotypů minoritních druhů pšenice jarní formy	28
Tabulka 3 Seznam odrůd využitých při křížení	37

Seznam příloh

Příloha 1 Přehled metod šlechtění	45
---	----

I. Cíl metodiky.

Cílem předkládané metodiky je podpora tvorby odrůd určených pro ekologické zemědělství a vytvořených v podmínkách ekologického zemědělství ve spolupráci s ekologicky hospodařícími zemědělci. Vhodná odrůda jako jeden ze základních prvků ovlivňující výnos je podstatou úspěšného pěstování. Ekologičtí zemědělci potřebují odrůdy zemědělských plodin, které jsou platičtější k podmínkám prostředí a jsou schopné dosáhnout vyrovnaného výnosu při pěstování v nevyrovnaných půdních podmínkách. Současně musí mít vysokou odolnost vůči chorobám a škůdcům, protože využití klasických pesticidů není povoleno, tak jak je tomu v konvenčním systému hospodaření. Ze zahraniční praxe je zřejmé, že odrůdy vytvořené v podmínkách ekologického zemědělství reagují lépe na méně příznivé podmínky tohoto systému, zvláště když jsou ekologická pole např. v podmínkách LFA. V této metodice je popsána jedna z metod šlechtění v ekologickém zemědělství – tzv. participační šlechtění. V úvodu se zájemce seznámí s principem metody a v čem je odlišná od ostatních metod šlechtění a dále se seznámí s výsledky projektu NAZV QJ1310072, kde byla tato metoda odzkoušena.

Metodika je určena zejména ekologickým zemědělcům a odborníkům z oblasti výzkumu, kteří mají zájem o spolupráci na tvorbě odrůdy pšenice vhodné do konkrétních půdně-klimatických podmínek.

II. Vlastní popis metodiky

Úvod

Pro efektivní a udržitelnou produkci potravin v ekologickém zemědělství musí být optimálně zvolený osevní postup, výběr odrůdy a použítá technologie. Vzhledem k tomu, že většina dostupných odrůd vznikla šlechtěním v konvenčních podmínkách pro konvenční zemědělství, není potenciál ekologického zemědělství plně využit. Některé vlastnosti, které jsou pro ekologické zemědělství klíčové, jako jsou např. rezistence k chorobám přenosných osivem, schopnost potlačovat plevely nebo efektivní využívání živin (NUE) nejsou hlavními parametry pro odrůdy, kde jsou tyto nedostatky řešeny pesticidní ochranou a minerálními hnojivy. Samostatnou kapitolou je otázka efektivní kořenové soustavy odrůdy, která je v případě konvenčního šlechtění zcela přehlížena. Proto se celosvětově začínají šlechtitelé zaměřovat na šlechtění odrůd v ekologických podmínkách pro využití v ekologickém zemědělství s cílem stabilizace produkce a kvality biopotravin.

Protože ekologické zemědělství znamená vysokou genetickou diverzitu, je nutné pěstovat široké spektrum plodin a jejich odrůd, aby bylo dosaženo kvalitní produkce v závislosti na heterogenních podmínkách prostředí, osevním postupu, založení porostu a marketingu produkce. Z tohoto důvodu je důležité mít k dispozici odrůdy, které jsou adaptované na různé regionální podmínky EZ. Tyto odrůdy musí splňovat požadavky na vysoký výnos při vysoce kvalitní produkci s ohledem na nutriční a technologické vlastnosti biopotravin, stejně jako musí splňovat hygienické požadavky produkce. Ekologické zemědělství se od konvenčního liší v mnoha aspektech. Jedním z nich je např. využívání leguminóz v osevním postupu, jejichž posklizňové zbytky jsou významným zdrojem živin, zejména dusíku pro

následnou plodinu na rozdíl od konvenčního zemědělství, kde se využívají rychle rozpustná minerální hnojiva a tím je dusík pro rostliny snadno dostupný. Velkým problémem v EZ je pak absence regeneračního hnojení ledkovými hnojivy, kdy ozimé plodiny mají velkou potřebu dusíku pro obnovení růstu, ten ale není pohotově dostupný. Proto by odrůda šlechtěná pro ekologické zemědělství měla mít schopnost obnovit růst i v horších podmínkách a současně být tolerantní k vlácení porostu, které v jarním období napomůže urychlení mineralizace organické hmoty v půdě.

V principu je ve šlechtění nových odrůd mnoho vlastností pro konvenční i ekologické zemědělství společných. Řada problémových okruhů je ale v konvenčním šlechtění přehlížena, protože se standardně řeší pesticidy. Mezi vlastnosti, které jsou pro ekologické zemědělství důležitější, patří následující:

- Rezistence k půdním patogenům a chorobám přenosným osivem
- Rychlý počáteční růst
- Vysoká suprese plevelů
- Rezistence k poléhání u vysokých odrůd
- Kvalitativní vlastnosti a mnohé jiné.

Předkládaná metodika je jedním z možných návrhů, jak v budoucnosti získávat nové odrůdy pro ekologické zemědělství.

Šlechtění pro ekologické zemědělství

Ekologické zemědělství (EZ) je celosvětově jedním z nejrychleji rostoucích sektorů zemědělství, ačkoliv reprezentuje pouze 1 % z celosvětově zemědělsky využívané půdy (Seufert, 2017). Jeho charakteristikou je vyšší biologická rozmanitost v půdách, v pěstovaných plodinách, v širších osevních postupech apod. Stejně jako ve světě, i v ČR je ekologické zemědělství rychle se rozvíjející sektor. Od roku 1999, kdy celková výměra zemědělské půdy v EZ byla 110 755 ha (z toho 13 776 ha orné půdy a 96 044 ha TTP) se plocha zvýšila téměř 4,5krát na 494 661 ha v roce 2015 (z toho 64 529 ha orná a 407 448 ha TTP). Jak je patrné, rozloha orné půdy se zvýšila z 13 776 ha na 64 529 ha. Hlavními plodinami na orné půdě byly v roce 2015 stejně jako v předchozích letech pšicniny (45% podíl) a obilniny (43% podíl). Na rozdíl od předchozích dvou let došlo v roce 2015 k nárůstu plochy obilnin o 15%. Podobně jako v předchozích letech byly nejčastěji pěstovanými obilninami pšenice a oves. Tyto dvě plodiny společně zaujímaly okolo 45 % celkové plochy obilnin v EZ. S podílem ploch nad 10 % následovaly tritikale, ječmen a špalda (MZe, 2017). Jak je zřejmé, pšenice zaujímá přední místo v produkci v EZ. Jak roste plocha orné půdy, zvyšuje se i zájem o různé odrůdy. V roce 2017 bylo ve Státní odrůdové knize zapsáno celkem 122 odrůd pšenice seté ozimé, 31 odrůd pšenice seté jarní, 1 odrůda pšenice špaldy ozimé. V registračním řízení bylo zapsáno dalších 185 odrůd pšenice seté ozimé, 17 odrůd pšenice seté jarní, 2 odrůdy pšenice špaldy ozimé a 2 odrůdy pšenice špaldy jarní. Právně chráněné jsou pak 3 odrůdy pšenice dvouzrnky a jedna odrůda pšenice jednozrnky; jedna odrůda pšenice dvouzrnky je v řízení k udělení ochranných práv. V současné době ale chybí odrůdy cíleně šlechtěné v ekologických podmínkách a pro ekologické podmínky. Proto se pěstují odrůdy šlechtěné pro intenzivnější formy zemědělství, kde

se ale předpokládají vstupy hnojiv, pesticidů a regulátorů růstu pro dosažení vysokého výnosu produkce. Odrůdy šlechtěné pro konvenční zemědělství ale někdy využívají metody šlechtění, které jsou pro ekologické zemědělství nepřípustné. Podle Nařízení Rady ES č. 834/2007 ze dne 28. června 2007 je např. v odstavci 30 uvedeno následující: *Použití GMO v ekologické produkci je zakázáno. V zájmu jasnosti a soudržnosti by nemělo být možné označovat produkt jako ekologický, pokud musí být označen jako produkt obsahující GMO, složený z GMO nebo získaný z GMO.* IFOAM, což je mezinárodní federace hnutí pro ekologické zemědělství, je nezisková organizace, která určuje směr ekologického zemědělství ve světě i v Evropě. Její část IFOAM EU je poradním a připomínkovacím místem pro zemědělství pro nařízení a jiné legislativní rámce Evropského společenství. V roce 2012 byl uveřejněn dokument s názvem Normy IFOAM pro ekologickou produkci a zpracování (IFOAM, 2017), kde jsou sepsány společné cíle a požadavky na produkci ekologického zemědělství a zpracování biopotravin, který není legislativně závazný, ale kde je zřejmý trend ve šlechtění pro EZ. Je zde i kapitola 4.7 zabývající se šlechtěním pro ekologické zemědělství. Obecné zásady jsou:

Šlechtění a vývoj odrůd pro ekologické zemědělství je udržitelné, zvyšuje genetickou rozmanitost a spoléhá na přirozené reprodukční schopnosti rostlin. Šlechtění je vždy tvůrčí, kooperativní a otevřené pro vědu, intuici a nové poznatky. U ekologického šlechtění rostlin jde o holistický přístup, který respektuje přirozené překážky. Ekologické šlechtění rostlin je založeno na odrůdách, které mohou vytvořit životaschopný vztah s živou půdou. Odrůdy pro ekologické zemědělství se získávají šlechtěním v ekologických podmínkách pro ekologické zemědělství.

Požadavky:

- 4.7.1 K produkci ekologických odrůd si šlechtitelé selektují odrůdy v podmínkách ekologického zemědělství, které splňují požadavky certifikované ekologické plochy. Všechny postupy množení, s výjimkou kultivace meristémů, musí být prováděny na certifikované ekologické ploše.
- 4.7.2 Šlechtitelé odrůd určených pro ekologické zemědělství vytvářejí ekologické odrůdy pouze na základě genetického materiálu, který nebyl kontaminován produkty genetického inženýrství.
- 4.7.3 Šlechtitelé odrůd určených pro ekologické zemědělství musí zveřejnit použité techniky šlechtění. Šlechtitelé odrůd určených pro ekologické zemědělství zpřístupní veřejnosti informace o metodách, které byly použity k vývoji ekologické odrůdy, nejpozději na začátku uvádění osiva této odrůdy na trh.
- 4.7.4 Genom je respektován jako nedělitelná entita. Technické zásahy do genomu rostlin nejsou povoleny (např. ionizující záření, přenos izolované DNA, RNA nebo proteinů).
- 4.7.5 Buňka je respektována jako nedělitelná entita. Technické zásahy do izolované buňky na umělém médiu nejsou povoleny (např. techniky genetického inženýrství, destrukce buněčných stěn a rozpad buněčných jader prostřednictvím fúze cytoplasm).
- 4.7.6 Přirozená reprodukční schopnost rostlin je respektována a zachována. To vylučuje techniky, které snižují nebo brání klíčivosti (např. tzv. technologie Terminátor).

-
- 4.7.7 Šlechtitelé ekologických odrůd mohou získat registraci nebo právní ochranu, ale nemohou odrůdy patentovat.

V současné době je v IFOAM připomínkován dokument zaměřený na techniky šlechtění pro ekologické zemědělství. Jejich výběr uvádí Příloha 1, která je uvedena na konci dokumentu.

Na úrovni EU se připravuje nové nařízení zabývající se ekologickým zemědělstvím a produkcí biopotravin. Tento dokument se nyní nachází v připomínkovacím řízení na úrovni členských států EU a měl by vejít v platnost v roce 2020. Nová legislativa by měla znamenat lepší dostupnost osiva a reprodukčního materiálu rostlin přizpůsobených požadavkům ekologického zemědělství. To znamená, že při definování kritérií pro ekologická osiva bude brána v úvahu genetická rozmanitost a odolnost vůči chorobám, ale i další důležité aspekty. V současné době jsou výjimky (výjimky z ekologických pravidel) často udělovány na využití konvenčních osiv kvůli nedostatečné dostupnosti ekologických odrůd a osiv. Navrhovaná legislativa by měla postupně zrušit výjimky, které jsou v současné době povoleny kvůli nedostatečné dostupnosti ekologických osiv na trhu a stát se pobídkou pro šlechtitelské společnosti v Evropě, aby se zaměřily i na šlechtění pro EZ.

Staré odrůdy, které nejsou v současné době k dispozici pro pěstování, budou moci být uváděny na trh. Pravidla pro registraci a ohlašování budou upravena, aby se usnadnil rozvoj ekologických osiv. Budou definovány nové kategorie osiv: ekologický heterogenní materiál, který bude osvobozen od restriktivních pravidel registrace, tak jak jsou definovány dnes. Tyto "materiály" budou definovány jako materiály s vysokou

úrovni genetické a fenotypové rozmanitosti a musí být vyráběny pouze za podmínek ekologického zemědělství. Další kategorií budou ekologické odrůdy vhodné pro ekologickou produkci; bude také zavedena kategorie pro odrůdy s vysokou úrovní genetické rozmanitosti, které budou navrženy tak, aby řešily specifické potřeby a omezení (omezené využití ochranných látek apod.) ekologické produkce.

Jednotlivými členskými státy EU budou zavedeny databáze dostupných certifikovaných ekologických osiv, aby se zjednodušil a zharmonizoval proces udělování nebo zamítnutí výjimek. Tato databáze bude zdarma a bude muset být před poskytnutím výjimky zkontrolována. Hlavní cíl bude spočívat v tom, že pokud budou v databázi k dispozici ekologická osiva, výjimka by neměla být udělena. To by mělo usnadnit prodej zejména ekologických osiv.

Tento dokument musí být ještě schválen zvláštním výborem pro zemědělství (SCA). Po důkladné právní a technické revizi textu a formálním schválení Radou budou nové právní předpisy předloženy Evropskému parlamentu k hlasování v prvním čtení a Radě k jeho konečnému přijetí. Nové nařízení pak bude platné a tím i závazné od 1. července 2020.

Tyto změny budou znamenat vyšší poptávku po ekologickém osivu a také po odrůdách šlechtěných pro ekologické zemědělství v ekologických podmínkách. Proto je důležité být na tuto situaci připraven i s odrůdami šlechtěnými pro ekologické zemědělství. Metoda „participatory plant breeding“ by mohla být jednou z metod, jak novou odrůdu pro podmínky ekologického zemědělství získat.

Legislativní rámec

V roce 1961 byla založena Mezinárodní unie pro ochranu nových odrůd rostlin (UPOV), což je mezivládní organizace se sídlem ve Švýcarsku v Ženevě. Posláním společnosti UPOV je poskytovat a podporovat účinný systém ochrany odrůd s cílem podpořit vývoj nových odrůd ve prospěch společnosti a poskytnout šlechtitelům ochranu duševního vlastnictví podle mezinárodních pravidel a dohod. Důvodem těchto aktivit je, že šlechtění je náročný proces, který vyžaduje vědomosti a zkušenosti šlechtitelů, specializované vybavení (například skleníky, růstové komory a laboratoře) a kvalifikovanou pracovní sílu. Tvorba nové odrůdy je náročná i na čas, většinou trvá 10 až 15 let. Přesto ne všechny nové odrůdy jsou na trhu úspěšné a dokonce i tam, kde odrůdy vykazují významná zlepšení v některém z požadovaných znaků (kvalita produkce, výnos apod.), mohou změny v požadavcích trhu snížit či dokonce vyloučit možnost návratnosti investic. Tím, že si pěstitel pořídí registrovanou odrůdu, přispívá na další šlechtění nových odrůd a na druhou stranu získá záruku, že odrůda bude při dodržení technologie pěstování vykazovat deklarované vlastnosti (vysoký výnos, vyšší kvalita produkce apod.).

V České republice se ochrana práv duševního vlastnictví odrůd řídí podle zákona č. 219/2003 Sb. Podle tohoto zákona je odrůdou soubor rostlin náležející k nejnižšímu stupni botanického třídění, vymežitelný projevem znaků vyplývajících z určitého genotypu nebo kombinace genotypů, odlišitelný od každého jiného souboru rostlin projevem nejméně jednoho z těchto znaků, a považovaný za jednotku rozmnožovatelnou beze změny. Dále zákon stanovuje, že rozmnožovací materiál zemědělských druhů a zeleniny lze uvádět do oběhu pouze tehdy, náleží-li k registrované odrůdě nebo k odrůdě zapsané ve společném katalogu odrůd. To znamená, že pouze osivo registrovaných odrůd druhů, které jsou uvedeny v Příloze 1 zákona (Vyhláška č.

70/2017 Sb.) může být obchodováno. Odrůdy jiných druhů, které nejsou uvedené v této Příloze 1, této vyhlášce nepodléhají. Osivo odrůd, které nejsou registrované, ale jsou uvedených druhů v Příloze 1, nemůže být obchodováno. Produkce těchto odrůd může být prodávána pouze jako merkantil.

Co je metoda „participatory plant breeding“?

V současné době je mnoho metod, které se používají pro tvorbu nových odrůd v zemědělství. Jak ukazuje Příloha 1, ne všechny dostupné metody a postupy jsou však akceptovatelné pro podmínky ekologického zemědělství. Ekologičtí šlechtitelé se většinou zabývají křížením. Nicméně, nejen vlastní metoda šlechtění je důležitá, ale i princip. V některých evropských zemích se začala ve šlechtění využívat metoda „participatory plant breeding“ (participační šlechtění rostlin, PPB). Tato metoda vznikla počátkem 80. let jako součást hnutí podporujícího koncepci participativního výzkumu v reakci na kritiku neúspěchu výzkumu vedeného na experimentálních stanicích k řešení potřeb chudých zemědělců v rozvojových zemích. PPB získalo uznání jako aktivita, která je většinou podporována sociálními vědci a agronomy spolupracujícími s nevládními organizacemi (NGO). V důsledku toho bylo PPB bráno od počátku jako opak konvenčního šlechtění, místo toho, aby bylo vnímáno jako dodatečná možnost ve šlechtění. Dokonce i nyní, o více než třicet let později, je tento názor stále běžný (Ceccarelli et al., 2009).

PPB je metoda, která vychází z myšlenky, že zemědělci i profesionální šlechtitelé odrůd zemědělských plodin mají znalosti a dovednosti, které se mohou navzájem doplňovat. PPB je definováno jako řada přístupů, které zahrnují kombinaci účastníků (včetně výzkumných pracovníků, šlechtitelů, zemědělců a dalších zúčastněných stran jako např. zpracovatelů) ve šlechtitelském procesu (GIZ, 2017).

Bohužel celosvětově jen málo šlechtitelů připouští, že zemědělci mohou být plnoprávními partnery ve šlechtitelských programech rostlin, přestože všichni souhlasí s tím, že zemědělci domestikovali zemědělské plodiny již před 10 000 lety. Při využívání PPB je v některých ohledech vztah k zemědělcům podobný metodám, jakými šlechtitelé spolupracovali se zpracovateli v Severní Americe a v Evropě na počátku dvacátého století. V té době bylo běžné, že šlechtitelé vybírali odrůdy podle toho, o jaké vlastnosti byl zájem ze strany pěstitelů a/nebo zpracovatelů. PPB tyto vztahy oživily začátkem 80. let, kdy bylo v rozvojových zemích zřejmé, že "zlepšené" odrůdy po tzv. Zelené revoluci příliš často nedokázaly uspokojit požadavky zemědělců, kteří je někdy i odmítali pěstovat (Ceccarelli et al., 2009).

Dnes je všeobecně uznáváno, že moderní odrůdy a jejich požadavky na výživu a ochranu, i když jsou úspěšné v příznivějších produkčních oblastech, často nevyhovují drobným zemědělcům v okrajových oblastech nebo v podmínkách ekologického zemědělství. Výsledkem toho bylo lepší pochopení zásadní úlohy PPB jako další strategie šlechtění. PPB může být doplňkem konvenčního šlechtění rostlin spíše než alternativním systémem šlechtění, který by měl za cíl konvenční šlechtění nahradit. V současné době je na celém světě známo zhruba 80 PPB programů, které zahrnují různé instituce a různé plodiny.

V roce 2000 mezinárodní panel Mezinárodního centra pro zemědělský výzkum - Consultative Group for International Agricultural Research (dále jen CGIAR) provedl mezinárodní přezkum šlechtitelských metod a dospěl k závěru, že PPB by měla být "ekologickou" součástí každého šlechtitelského programu rostlin, jehož cílem je prospěch drobných zemědělců v obtížných nebo vysoce rizikových prostředích (TAC, 2001). Zemědělství s nízkými vstupy stejně jako ekologické zemědělství

jsou ve skutečnosti velmi heterogenní, co se týká prostředí a ne vždy jsou pro ně vhodné stejné odrůdy jako do podmínek intenzivního hospodaření.

PPB ve světě a v České republice

Ve světě je metoda participačního šlechtění využívána hlavně v tropickém pásmu, kde jejím základním smyslem je získání adaptovaných odrůd pro jednotlivé oblasti, které budou z finančního hlediska dostupné místním zemědělcům, tak aby nebyli závislí na dodávce osiva ze zahraničí.

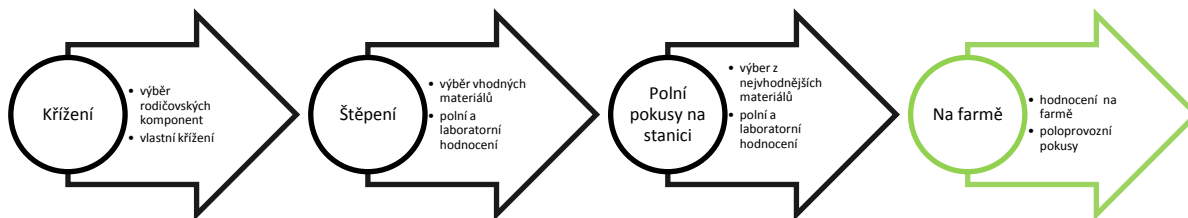
Jiná situace je v Evropě. Od začátku platnosti Nařízení 1452/2003 se v ekologickém zemědělství vyžaduje používání ekologického certifikovaného osiva pro pěstování v EZ. Toto nařízení způsobilo v EU zvýšenou poptávku po ekologických osivech, která ale nemohla být uspokojena, protože osivářské společnosti na tuto situaci nebyly připraveny. Jedním z argumentů, proč je nedostatek osiv pro EZ bylo, že malý trh neumožňoval minimální zisk pro šlechtitelské společnosti a tím návrat vložených investic do šlechtitelského procesu. Proto se ekologičtí zemědělci a jejich svazy začali setkávat s výzkumnými pracovníky a vytvářet PPB projekty. Například v Německu se zaměřili výzkumní pracovníci a ekologičtí zemědělci při využití metody PPB na tvorbu specifické odrůdy jarního bobu (*Vicia faba* L.) vhodné do podmínek ekologického zemědělství (Ghaouti et al., 2008). V Nizozemí podobným způsobem vyšlechtili novou odrůdu cibule vhodnou pro podmínky ekologického zemědělství (Osman et al., 2008). V Portugalsku se metoda PPB začala využívat již v roce 1984 u kukuřice, kdy se cíleně šlechtilo na tradiční technologické parametry zpracování chleba. Postupem času se šlechtitelské cíle rozšířily o zlepšení kvalitativních a nutričních látek (Vaz Patto et al., 2008)

Ve Francii se metoda PPB začala používat nezávisle na třech místech v roce 2001. V Bretani pod vedením Francouzského institutu zemědělského výzkumu (INRA) bylo zahájeno šlechtění odrůd zelí a květáku pro ekologické zemědělství. Cílem bylo zahrnout všechny zainteresované aktéry jako pěstitele, zpracovatele, obchodníky, poradce a výzkumné pracovníky do definování cílů ve šlechtění a jak jich dosáhnout (Chable et al, 2008). V jižní Francii se zaměřili na šlechtění odrůd tvrdé pšenice, které mají dostatečný obsah bílkovin a jsou vhodné na zpracování typických místních těstovin. Do výběru vhodných materiálů byli zapojeni zpracovatelé těstovin, ekologičtí zemědělci a výzkumníci z INRA (Declaux, 2005). V jihozápadní Francii byl PPB program cílen u kukuřice a slunečnice na kvalitu a vhodnost do sušších podmínek (Chable et al., 2014). V současnosti je v programu šlechtěno na 30 různých druhů hlavně polních plodin a zelenin. V roce 2009 se pozornost zaměřila i na píce a technické plodiny.

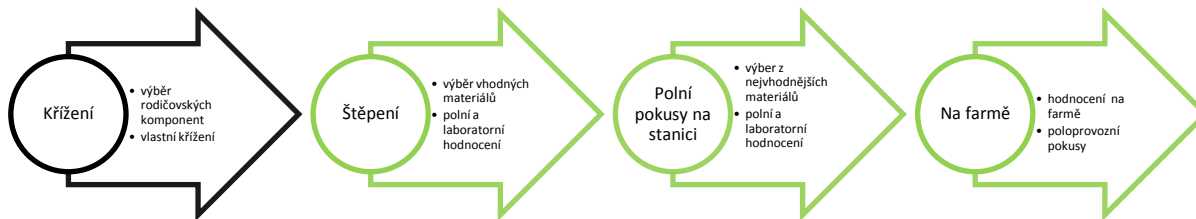
Rozdíly mezi konvenčním šlechtěním a PPB

Princip konvenčního způsobu šlechtění je uzavřený systém, kde veškerá rozhodování probíhají na šlechtitelské stanici. Na druhou stranu princip PPB spočívá v tom, že od nakřížení rodičovských komponent jsou zemědělci, zpracovatelé a jiní účastníci PPB účastni na výběru a rozhodování, které materiály z křížení považují za nejvhodnější pro jejich způsob pěstování/zpracování.

Rozdíly mezi konvenčním šlechtěním a PPB jsou znázorněny barvou šipky, kdy zelená barva představuje farmáře a černá šlechtitele (výzkumníka) a jsou uvedeny na obrázku 1 a 2.



Obrázek 1 Princip konvenčního způsobu šlechtění



Obrázek 2 Princip PPB

Upraveno dle Ceccarelli & Grando, 2007

Různé přístupy uplatňované v rámci PPB

Farmář má možnost vstupovat do šlechtitelského procesu v různých jeho fázích. Může spolupracovat s výzkumným (šlechtitelským) pracovištěm již při výběru rodičovských komponent pro křížení. Vlastní křížení pak zpravidla provádí výzkumné (šlechtitelské pracoviště) a farmář od něj přebírá vybraná potomstva křížení a dále s nimi pracuje. Pokud vstoupí do šlechtitelského procesu v jeho počátečních fázích (rané generace po křížení), bude nucen poměrně intenzivně pracovat se štěpíci potomstvy a důsledně u nich provádět selekce tak, aby získal ustálený materiál, který by nejlépe vyhovoval jeho požadavkům a konkrétním podmínkám jeho farmy (farem). V případě, že vstoupí do šlechtitelského procesu později, v pozdějších generacích po křížení, má možnost vybrat si přímo u šlechtitele (výzkumníka) na pokusné stanici materiály, které se mu z jeho úhlu pohledu zdají být nadějně; navíc, pokud se jedná o potomstva křížení, jsou už ustálenější a jejich finalizace na farmě je pak kratší a méně časově náročná. Předpokládá se však, že v tomto případě bude farmář pravidelně navštěvovat šlechtitelskou (výzkumnou) stanici, s nabízenými šlechtitelskými materiály se důkladně seznámí a pro dokončení šlechtitelského procesu na své farmě si vybere takové, které mu budou připadat nejperspektivnější.

Uvedený postup platí i v případě, že šlechtitelský proces nevychází z křížení vybraných rodičovských komponent a hodnocení potomstev křížení, ale že v rámci šlechtitelského procesu jsou testovány vybrané genetické zdroje (např. dostupné krajové i šlechtěné odrůdy či šlechtitelské a experimentální linie s cennými znaky); tyto šlechtitelské materiály jsou pak na pokusné stanici výzkumné či šlechtitelské organizace a u farmářů dále zdokonalovány formou selekcí a nejperspektivnější z nich

finalizovány do podoby nové odrůdy. I v tomto případě má farmář možnost vstoupit do šlechtitelského procesu v různých jeho fázích. Výzkumná (či šlechtitelská) instituce zpravidla nejprve provede určitý „předvýběr“ potenciálně vhodných vstupních materiálů (z pohledu vybraných biologických, morfologických a hospodářských znaků) a farmář pak provádí jejich další hodnocení v konkrétních podmínkách své farmy, přičemž pokračuje v dalším zhodnocování testovaných materiálů formou pozitivních či negativních selekcí anebo jejich kombinací. Pokud farmář vstoupí do šlechtitelského procesu později a vybere si od výzkumníka (šlechtitele) již selektovaný a zčásti zhodnocený materiál, měl by se s ním předtím na pokusné stanici důkladně seznámit a vybrat si takový, který bude nejlépe odpovídat jeho požadavkům.

Různé přístupy k PPB založené na různých etapách a formách participace na šlechtitelském procesu znázorňuje obrázek 3.

Jednotlivé komponenty projektů zaměřených na PPB se mohou lišit i v závislosti na konkrétní sestavě účastníků projektu a na zdrojích, které mají k dispozici. Každý projekt PPB se bude lišit také v závislosti na tom, kdo projekt iniciuje - zda farmář či výzkumník (šlechtitel), v závislosti na úrovni zapojení farmáře (farmářů) do šlechtitelského procesu, na počtu lokalit, zahrnutých do projektu a na vytyčených cílech projektu.

	F ¹	V ²	F	V	F	V	F	V	F	V
Výběr genetických zdrojů	✓		✓	✓	✓	✓		✓		✓
Pre-breeding	✓		✓	✓		✓		✓		✓
Tvorba odrůdy	✓		✓	✓		✓		✓		✓
Hodnocení odrůdy	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
	Model 1 Tradiční farmářské šlechtění		Model 2 Kompletní participační šlechtění		Model 3 Efektivní participační šlechtění		Model 4 Participační odrůdová selektce		Model 5 Konvenční šlechtění	

Obrázek 3 Různé přístupy k PPB

Upraveno dle Halewood et al., 2007

¹ farmář

² výzkumník (šlechtitel)

Příklad skladby různých komponent projektu zaměřeného na PPB uvádí obrázek 4.

Iniciování šlechtitelského projektu	Šlechtitel		nebo	Farmář	
Úloha farmáře v projektu	Vytyčení šlechtitelských cílů	Provedení vstupního křížení	Selekce (výběr) mezi potomstvy	Hodnocení potomstev	Finalizace nové odrůdy
Lokalizace šlechtění	Centralizované (na šlechtitelské či výzkumné stanici)		a / nebo	Decentralizované (na farmách)	
Šlechtitelské cíle	Kvalitnější odrůdy	Zachování či rozšíření biodiverzity	Posílení role farmářů	Časová úspora	

Obrázek 4 Různé komponenty projektu PPB (příklad)

Upraveno dle Shelton & Tracy, 2016

Jak v případě šlechtitelských materiálů získaných nakřížením vybraných rodičovských komponent, tak i v případě přímého využití vybraných genetických zdrojů pro tvorbu nové odrůdy je selekce (výběr) rozhodujícím způsobem, jak šlechtitelský materiál postupně zhodnocovat a finalizovat.

Jak přistupuje k selekci běžný (konvenční) šlechtitel?

V běžném konvenčním šlechtitelském programu (ne PPB) šlechtitel provádí selekci v polních podmínkách založenou na sledování vybraných morfologických, biologických a hospodářských znaků. Později v průběhu šlechtitelského procesu (zpravidla po F6 generaci), kdy je k dispozici již větší množství namnoženého materiálu, zahrnuje do hodnocení i vybrané jakostní ukazatele.

Jak postupuje farmář (účastník PPB)?

Farmář rovněž provádí výběr na základě vybraných morfologických, biologických, hospodářských i jakostních znaků, ale předpokládá se, že vybraná kritéria výběru se budou lišit farmář od farmáře. Každý farmář si může vybrat, nač chce klást důraz a jaké znaky považuje pro své podmínky za nejdůležitější.

Základní metody selekce (výběru):

1) Pozitivní výběr - příklady:

- výběr největších a nejlepších klasů těsně před sklizní (ty pak slouží pro výsev v následujícím roce)
- výběr rostlin či klasů (v generacích po křížení), které se oproti ostatním vyznačují nějakou specifickou vlastností, kterou považuje farmář (šlechtitel) za žádoucí (např. zkrácení či eliminace osin u pluchatých druhů pšenice, zkrácení délky stébla apod.). Získané klasy poslouží pro výsev v následujícím roce.

2) Negativní výběr – příklady:

- odstraňování nežádoucích rostlin v průběhu vegetace z pokusných parcel (ploch) (rostliny s odlišným habitem či rostliny vykazující nežádoucí morfologické znaky, rostliny nemocné či jinak poškozené). Zbylé rostliny na pokusné parcele (ploše) jsou sklizeny a zrno použito pro výsev v následujícím roce.

3) Kombinace pozitivní i negativní selekce

Vybrané morfologické, biologické a hospodářské znaky a jakostní ukazatele pšenice, na jejichž hodnocení se lze zaměřit v rámci procesu PPB uvádí Tabulka 1.

Jak může PPB přispět k posílení role a vlivu farmářů?

PPB může přispět k posílení vlivu a role farmářů různými formami:

- poskytuje farmářům příležitost participovat na procesu šlechtění rostlin a současně ovlivňovat i vývoj pěstitelských a zpracovatelských technologií způsobem, který zohledňuje jejich specifické potřeby, agroekologické podmínky a kulturní preference
- poskytuje farmářům příležitost spolurozhodovat, kam a jak směřovat finanční zdroje na výzkum a externí služby pro zemědělství
- umožňuje využívat tradiční znalosti a zkušenosti zúčastněných farmářů
- přináší farmářům kontakty s profesionálními šlechtiteli a pracovníky výzkumu
- farmáři jsou zahrnuti nejen do šlechtitelských aktivit, ale i do procesu registrace odrůd, jejich udržování, množení a distribuce osiv

Tabulka 1 Vybrané morfologické, biologické a hospodářské znaky a jakostní ukazatele pšenice, na jejichž hodnocení se lze zaměřit v rámci procesu PPB

Morfologické znaky		Biologické znaky	Hospodářské znaky	Jakostní ukazatele*
Hodnocený znak	Termín (BBCH)			
Tvar trsu	23-29	Délka vegetační doby od vzejití do metání	Počet rostlin na m ² po vzejití (a po přezimování)	Obsah N-látek v sušině zrna
Délka rostlin	69	Délka vegetační doby od metání do zralosti	Počet klasů na m ² před sklizní	Zeleného test
Délka horního internodia	83	Délka vegetační doby od vzejití do zralosti	Počet produktivních odnoží na rostlinu	Číslo poklesu
Vzdálenost praporcový list - klas	61	Stupeň poléhání při metání a ve zralosti	Výnos zrna	Obsah lepku v sušině zrna
Délka a šířka praporcového listu	77	Stupeň napadení chorobami: padlí travní rez plevová komplex listových skvrnitostí prašná sněť pšeničná rez pšeničná fuzariózy klasu	HTS	Gluten Index
Tvar klasu	87-92		Počet klásků v klasu	
Délka a hustota klasu	92		Počet zrn v klasu	
Osinatost	87		Hmotnost zrna v klasu	
			Pluchatost (u pluchatých druhů)	

*Po namnožení dostatečného množství materiálu *Upraveno dle Konvalina et al., 2012*

Hodnocení vlivu selekcí na biologické, morfologické a hospodářské znaky a jakostní ukazatele pluchatých druhů pšenice (jednozrnky, dvouzrnky, špaldy) jarní formy (praktický příklad)

Pro názornost zde uvádíme konkrétní výsledky jedné z výzkumných aktivit, řešené v rámci projektu NAZV QJ1310072. Cílem bylo testování a zhodnocení (formou selekcí) souboru vybraných genotypů jarní pšenice jednozrnky, dvouzrnky a špaldy. Přehled hodnocených genotypů, které pocházely z genové banky VÚRV, v.v.i., uvádí Tabulka 2.

Tabulka 2 Přehled hodnocených genotypů minoritních druhů pšenice jarní formy

Pšenice jednozrnka	Pšenice dvouzrnka	Pšenice špalda
<i>T. monococcum</i> 01C0204038 (GEO)	Rudico (CZE)	<i>T. spelta</i> (Tabor) 01C0204322 (CSK)
<i>T. monococcum</i> 01C0204044 (ALB)	<i>T. dicoccum</i> (Dagestan) (RUS)	<i>T. spelta</i> (VIR St. Petersburg) (CSK)
Schwedisches Einkorn (SWE)	<i>T. dicoccum</i> (Palestine) (ISR)	<i>T. spelta</i> (Tabor) 01C0204323 (CSK)
<i>T. monococcum</i> No. 8910 (DNK)	<i>T. dicoccum</i> (Brno) (CSK)	Špalda bílá jarní (CSK)
Vzorek JU – Malonty	<i>T. dicoccum</i> (Tabor) (CSK)	<i>T. spelta</i> (Kew) (GBR)
Vzorek PROBIO		<i>T. spelta</i> No. 8930 (DNK)
		Vzorek PROBIO (POL)

Jako kontrola byly použity dvě odrůdy jarní pšenice seté – současná odrůda SW Kadrilj a starší Jara.

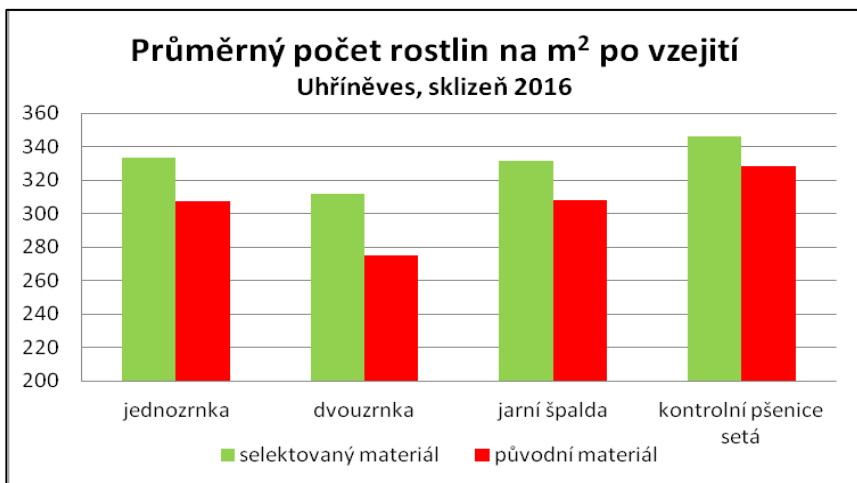
Polní pokusy s uvedenými genotypy probíhaly na Výzkumné stanici ČZU v Praze - Uhřetěvesi metodou znáhodněných bloků ve dvou – třech opakováních, velikost pokusné parcely 12 m², výsevek 400 klíčivých obilek na m². Předplodinou byl hrách setý. S hodnocením vlivu selekcí bylo v rámci řešení daného projektu započato s počátkem řešení projektu, tedy v r. 2013. Zde uvádíme vybrané výsledky ze sklizně roku 2016, které umožňují posoudit, jakým způsobem se za období 2013–2016 posunuly sledované znaky u selektovaných materiálů ve srovnání s materiály původními, neselektovanými.

U každého genotypu byl opakovaně vyséván jednak původní, neselektovaný materiál, jednak selektovaný materiál („výběry“), u kterých byla od r. 2013 opakovaně prováděna kombinace negativní a pozitivní selekce (v průběhu vegetace byly odstraňovány rostliny s odlišným habitem, ale i rostliny napadené či jinak poškozené a podprůměrné). Před každou sklizní byly vždy z jedné „výběrové“ pokusné parcely od každého genotypu vystříhány největší a nejmohutnější klasy, které byly použity pro výsev na jaře následujícího roku (tyto parcely byly „navíc“ a nesloužily k hodnocení výnosu).

Hodnocené porosty pšenic vysetých z „výběrů“ vykazovaly ve srovnání s porosty vypěstovanými z „původního materiálu“ o cca 6–10 % vyšší polní vzcházivost (jednozrnka polní vzcházivost při výsevu 400 klíčivých obilek na m² u „původního materiálu“ v průměru 76,8 %, u „výběrů“ 83,5 %; dvouzrnka u „původního materiálu“ 68,7 %, u „výběrů“ 78,0 %; jarní špalda u „původního materiálu“ 77,1 %, u „výběrů“ 83,0 %); kontrolní pšenice setá u „původního materiálu“ 82,6 %, u „výběrů“ 86,5 % (Obrázek 5).

V průběhu vegetace byl hodnocen výskyt padlí travního a rzi plevové. Výskyt padlí travního u jednozrnky nebyl zaznamenán

vůbec, u dvouzrnky byl zjištěn výskyt jen sporadický, přičemž rozdíl mezi porosty z „výběrů“ a „původního materiálu“ prakticky nebyl zaznamenán. Obdobný stav byl zjištěn u jarní špaldy – i tam se výskyt padlí travního pohyboval na úrovni 8–9 bodů, přičemž rozdíl mezi porosty z „výběrů“ a „původního materiálu“ opět prakticky nebyl zaznamenán. V případě rzi plevové byl zaznamenán výskyt vyšší, a to zejména u dvouzrnky a špaldy (u genotypů dvouzrnky se pohyboval na úrovni 6–7 bodů, u špaldy na úrovni 5–7 bodů); rozdíl mezi porosty z „výběrů“ a „původního materiálu“ i v tomto případě nebyl prakticky zaznamenán.



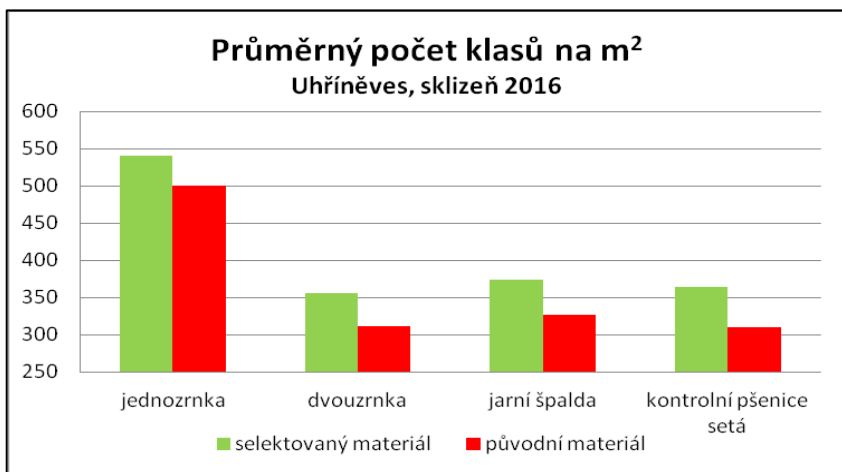
Obrázek 5 Průměrný počet rostlin na m² po vzejití

Ani v délce a šířce praporcového listu prakticky nebyly zaznamenány mezi porosty z „výběrů“ a „původního materiálu“ žádné rozdíly. Nejdelším praporcovým listem (v průměru cca 20 cm) disponovaly jarní špaldy, nejkratším (v průměru cca 13 cm) jednozrnky. Rozdíly mezi jednotlivými genotypy byly nevýrazné.

Nejširší praporcový list (v průměru shodně 1,3 mm) vykazovaly dvouzrnky a špaldy, u jednozrnky činila v průměru šířka praporcového listu 0,9 cm. Poléhání po vymetání nebylo zaznamenáno ani u porostů vypěstovaných z „výběrů“, ani z „původního materiálu“. Naproti tomu před sklizní byly porosty polehlé výrazněji, přičemž porosty z „původního materiálu“ dosáhly srovnatelných, nebo jen mírně horších výsledků (jednozrnka z „výběrů“ v průměru 5,3 bodu, z „původního materiálu“ 4,7 bodu; dvouzrnka z „výběrů“ v průměru 6,5 bodu, z „původního materiálu“ 6,1 bodu; špalda z „výběrů“ 7,5 bodu, z „původního materiálu“ 7,0 bodu, kontrolní pšenice setá z „výběrů“ 8,0 bodu, z „původního materiálu“ rovněž 8,0 bodu). Výška porostu před sklizní u porostů z „výběrů“ činila u jednozrnky v průměru 91,8 cm, z „původního materiálu“ 90,3 cm; dvouzrnka z „výběrů“ v průměru 101,1 cm, z „původního materiálu“ 100,0 cm; špalda z „výběrů“ v průměru 102,0 cm, z „původního materiálu“ 99,9 cm a kontrolní pšenice setá z „výběrů“ 91,0 cm, z „původního materiálu“ 85,0 cm.

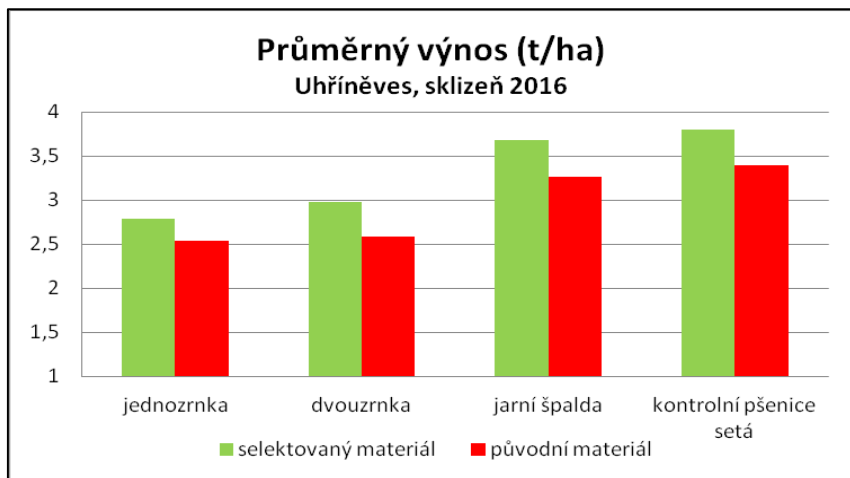
U porostů vyšetých z „výběrů“ byl zaznamenán ve srovnání s porosty vypěstovanými z „původního materiálu“ vyšší počet klasů na m² před sklizní (Obrázek 6). U souboru genotypů pšenice jednozrnky to bylo u porostů z „výběrů“ v průměru 540,2 klasů na m², tj. 108,1 % počtu klasů u porostů z „původního materiálu“ (500,0 klasů na m²), u souboru genotypů pšenice dvouzrnky bylo zjištěno u porostů z „výběrů“ v průměru 355,8 klasů na m², tj. 112,4 % počtu klasů u porostů z „původního materiálu“ (311,6 klasů na m²) a u souboru genotypů jarní pšenice špaldy to bylo u porostů z „výběrů“ v průměru 374,5 klasů na m², tj. 114,4 % počtu klasů u porostů z „původního materiálu“ (327,3 klasů na m²). Kontrolní odrůdy pšenice seté Jara a SW Kadrilj dosáhly u porostů z „výběrů“ v průměru 364,0

klasů na m², tj. 117,6 % počtu klasů u porostů z „původního materiálu“ (309,5 klasů na m²).



Obrázek 6 průměrný počet klasů na m²

U porostů vyšetřých z „výběrů“ byl současně zaznamenán ve



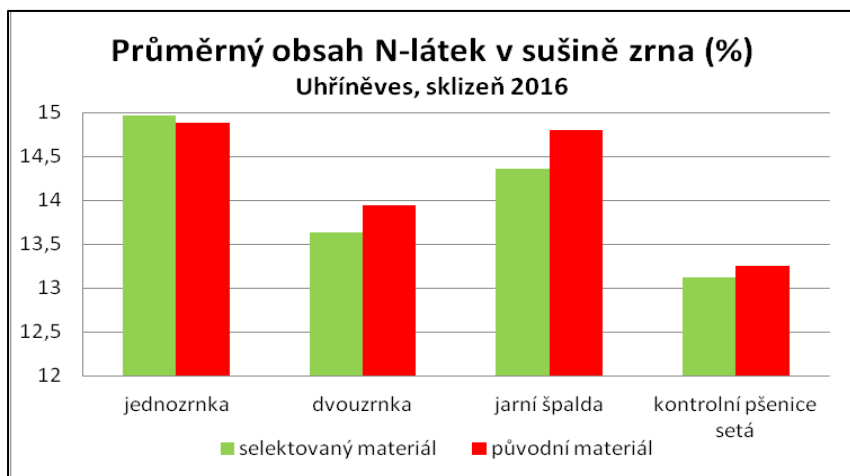
Obrázek 7 Průměrný výnos (t/ha)

srovnání s porosty vyšetými z „původního materiálu“ i vyšší výnos (Obrázek 7). U souboru genotypů pšenice jednozrnky dosáhly porosty vypěstované z „výběrů“ průměrného výnosu 2,79 t/ha, tj. 110 % průměrného výnosu porostů vypěstovaných z „původního materiálu“ (2,54 t.ha⁻¹). U porostů vypěstovaných z „výběrů“ i původního materiálu dosáhly nejvyšších výnosů genotypy *T. monococcum* (ALB) a *T. monococcum* No. 8910. Soubor genotypů pšenice dvouzrnky, vypěstovaný z „výběrů“, dosáhl průměrného výnosu 2,98 t.ha⁻¹, tj. 115,1 % průměrného výnosu porostů vypěstovaných z „původního materiálu“ (2,59 t.ha⁻¹). U porostů vypěstovaných z „výběrů“ i původního materiálu dosáhly nejvyšších výnosů genotypy *T. dicoccum* Brno a *T. dicoccum* Dagestan. U souboru genotypů pšenice špaldy jarní formy byl u porostů, vypěstovaných z „výběrů“, zaznamenán průměrný výnos 3,68 t.ha⁻¹, tj. 112,9 % průměrného výnosu porostů vypěstovaných z „původního materiálu“ (3,26 t.ha⁻¹). U jarní špaldy dosáhly v případě „původního materiálu“ nejvyšších výnosů genotypy *T. spelta* VIR St. Petersburg, *T. spelta* Tabor, ale i Špalda bílá jarní a vzorek PROBIO; v případě „selektovaného materiálu“ byly výnosy poměrně vyrovnané, nejvyšší opět u stejných genotypů, jako v případě „původního materiálu“. Průměrný výnos kontrolních odrůd pšenice seté u porostů vypěstovaných z „výběrů“ dosáhl 3,80 t.ha⁻¹, tj. 111,8 % průměrného výnosu porostů vypěstovaných z „původního materiálu“ (3,40 t.ha⁻¹).

Na základě jakostního hodnocení lze celkově konstatovat, že kvalita hodnocených genotypů jarních forem minoritních druhů pšenice se při porovnání výsledků „výběrů“ a „původního materiálu“ zpravidla lišila jen málo. Průměrný obsah N-látek v sušině zrna (Obrázek 8) u vzorků z „původního materiálu“ činil u jednozrnky 14,97 %, dvouzrnky 13,63 %, jarní špaldy 14,36 % a kontrolních odrůd pšenice seté Jara a SW Kadrlj 13,12 %; u

vzorků z „výběrů“ to bylo u jednozrnky 14,89 %, u dvouzrnky 13,95 %, u jarní špaldy 14,80 % a kontrolní pšenice seté 13,25 %. Nejvyššího obsahu N-látek dosáhl u jednozrnek genotyp *T. monococcum* GEO (16,43 %), u dvouzrnky *T. dicoccum* Palestine (14,52 %) a u špaldy *T. spelta* Kew (15,82 %) a *T. spelta* Ruzyně (15,98 %). Mírně vyšší průměrný obsah N-látek v sušině zrna u vzorků z „původního materiálu“ u dvouzrnky, jarní špaldy, ale i kontrolní pšenice seté by mohl souviset s mírně nižší HTS zrna z „původního materiálu“.

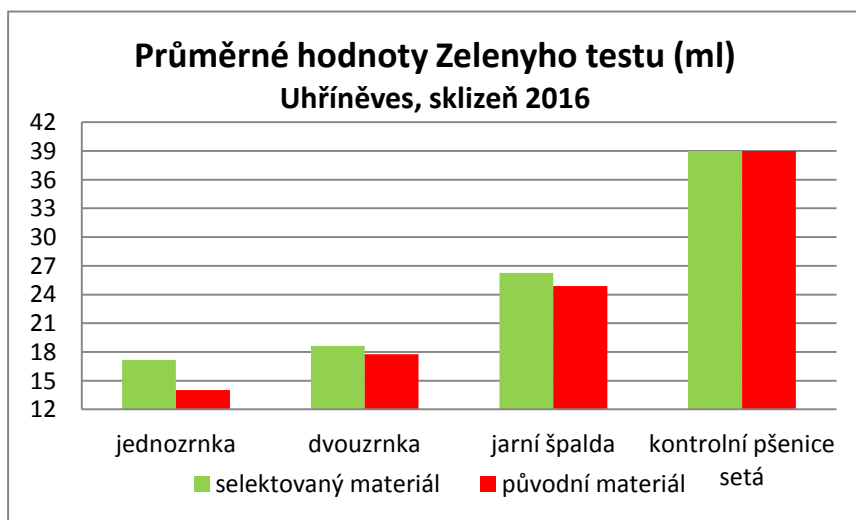
Hodnoty obsahu mokrého lepku v sušině zrna u špaldy a pšenice seté vcelku korespondovaly s obsahem N-látek a u vzorků z „původního materiálu“ dosáhly v průměru u špaldy 36,84 %, u kontrolní pšenice seté 29,87 %; u vzorků z „výběrů“ to bylo u špaldy v průměru 34,14 %, u kontrolní pšenice seté 27,55 %. U jednozrnky a dvouzrnky byl lepek natolik roztékavý, že se jej v některých případech vůbec nepodařilo vyprat; nemohl být tedy stanoven ani Gluten Index. Ten dosahoval u špaldy z „původního



Obrázek 8 Průměrný obsah N-látek v sušině zrna (%)

materiálu“ v průměru hodnoty 44,5 (u kontrolní pšenice seté 71,5); u špaldy z „výběrů“ v průměru 47,0, u kontrolní pšenice seté 73,0.

Průměrné hodnoty Zeleného testu (Obrázek 9) u vzorků z „původního materiálu“ dosáhly 14,00 ml u jednozrnky, 17,75 ml u dvouzrnky, 24,88 ml u jarní špaldy a 39,00 ml u kontrolní pšenice seté. U „výběrů“ to pak bylo 17,17 ml u jednozrnky, 18,63 ml u dvouzrnky, 26,25 ml u jarní špaldy a 39,00 ml u kontrolní pšenice seté. Ani jeden z hodnocených genotypů pluchatých druhů pšenice jednozrnky a dvouzrnky by nesplnil min. požadavek, který je u pšenice potravinářské-pekárenské (30 ml).



Obrázek 9 Průměrné hodnoty Zeleného testu (ml)

U jarní špaldy dosáhla jak u „původního materiálu“, tak u „výběrů“ nejvyšší hodnoty (32 ml) *T. spelta* Kew, následována vzorkem PROBIO (30 ml). U ostatních hodnocených genotypů jarní špaldy se hodnoty Zeleného testu pohybovaly mezi 20–27 ml. Číslo

poklesu dosáhlo u všech hodnocených materiálů velmi vysokých hodnot, zpravidla nad 300 s.

Závěrem lze shrnout, že u všech hodnocených druhů pšenice jarní formy dosáhly porosty ze selektovaného materiálu („výběrů“) vyšších výnosů než porosty z původního neselektovaného materiálu. Selektce se pozitivně projevila nejen na výnosech, ale i na počtu klasů na m² před sklizní a na polní vzcházivosti. Naproti tomu, morfologické znaky (šířka a délka praporcového listu), ale ani výskyt chorob v důsledku selekcí prakticky ovlivněny nebyly. Stejně tak i jakostní ukazatele nebyly selekcí prakticky ovlivněny, nebo jen málo.

Uvedené výsledky naznačují, že v případě využití selektce pro zhodnocení (zlepšení) různých šlechtitelských materiálů (v našem případě vybraných genetických zdrojů pšenice jednozrnky, dvouzrnky a špaldy jarní formy), u nichž nebylo provedeno křížení, lze očekávat pozitivní posun především u produkčních parametrů. Naproti tomu, morfologické znaky a biologické znaky (např. odolnost vůči chorobám) se pouhou selekcí ovlivnit zpravidla příliš nedaří. Je proto zapotřebí věnovat maximální pozornost samotnému výběru vstupního materiálu (genetickým zdrojům), se kterým se bude nadále pracovat. Obdobná situace je i v případě jakostních ukazatelů pšenice - zejména sedimentační index – Zelenyho test a číslo poklesu jsou silně vázané na genotyp a pouhou selekcí se zpravidla nedaří je výrazněji ovlivnit.

V rámci projektu byla v prvním roce také provedena křížení u vybraných materiálů ozimé pšenice. Jednalo se o odrůdy, které uvádí Tabulka 3. Mateřské rostliny byly vybrány z odrůd moderních a otcovské z genetických zdrojů, které byly vytipovány jako vysokobílkovinné, v rámci projektu NAZV QH72251 řešeného Ing. Ladislavem Dotlačilem, CSc. (VURV, v.v.i.)

Tabulka 3 Seznam odrůd využitých při křížení

Název	Registrace nebo uvedení do kolekce	Popis
Matka		
Bohemia	2007	Rostliny 96- 110 cm vysoké, klas dlouhý, hmotnost tisíce zrn (HTS) a Harvest Index vysoký
Turandot	2012	Rostliny 81 – 95 cm vysoké, klas dlouhý, HTS vysoká, vysoká odolnost k vyzimování
Chevalier	2011	Rostliny 81 – 95 cm vysoké, klas středně dlouhý, vysoký výnos
Otec		
Fleischmann 481	1954	Klas nevětvený, jehlancovitý, střední délky, osinatý, pleva bílá, obilka vejčitá, světlehnědá
Ukrajinka	1960	Klas nevětvený, jehlancovitý, střední délky, krátce osinatý, pleva bílá, obilka podlouhlá, světlehnědá
Bergland	1992	Rostliny 111 – 125 cm vysoké, klas střední délky
Vouska z Třemošnice	1946	Rostliny vyšší než 126 cm, klas nevětvený, jehlancovitý hranolovitý, osinatý, pleva bílá, obilka podlouhlá, světlehnědá

Vybrané rodičovské komponenty byly první rok řešení projektu nakříženy na šlechtitelské stanici společnosti Selgen a.s. v Úhřetích a po sklizni předány do VURV, v.v.i. k namnožení přes zimu ve skleníku. Třetí rok bylo osivo předáno na pracoviště

řešitelů (ČZU, JU, VURV, v.v.i.) k prvnímu hodnocení a selekcím. Nejprve byl materiál vyset do řádků, kde probíhaly zejména negativní selekce. V době sklizně pak byly vybrány rostliny, které měly viditelně rozdílné vlastnosti v morfologii. Zejména byly vybírány rostliny s dlouhým klasem, vysoké a s vysokou HTS. Ty byly označeny a další rok byly vysety na větší plochu pro pokračování v pozitivní i negativní selekci. Poslední rok řešení projektu byla u vybraných kříženců provedena první hodnocení kvality. Výsledky byly konzultovány s několika zemědělci a byly vybrány první vzorky, které byly vysety na poli (září 2017) ve Zvíkově u Českých Budějovic, kde byl zahájen PPB u pšenice ozimé. V hodnocení se bude pokračovat i v dalších letech.

III. Srovnání „novosti postupů“ oproti původní metodice, případně jejich zdůvodnění, pokud se bude jednat o novou metodiku (§ 2, odst. 1, písm. b) a písm. c) zákona č. 130/2002 Sb.).

Předkládaná metodika je zaměřena na metodu, která nebyla v České republice doposud odzkoušena. Metodika nabízí přehled o metodě jako takové, i o jejím využití ve světě a v Evropě, kde se nejvíce využívá pro tvorbu odrůd polních plodin a zelenin v podmínkách ekologického zemědělství pro podmínky ekologického zemědělství.

IV. Popis uplatnění Certifikované metodiky

Šlechtění rostlin ovlivňuje naši společnost, protože určuje směr budoucího zemědělství. Bez vhodných odrůd, které jsou určeny pro konkrétní systémy hospodaření, nemohou být zemědělci úspěšní a spotřebitelé trpí zvýšením cen, nedostatečnou dostupností potravin nebo obojím. PPB je užitečná metoda, která umožnila šlechtitelům a zemědělcům především v rozvojových zemích vytvořit odrůdy přizpůsobené marginálním podmínkám mnoha zemědělských podniků, protože využívá interakci genotyp x prostředí. Účast zemědělců je zásadním aspektem metody, protože zemědělec je nejlépe schopen rozpoznat vlastnosti, které jsou pro něho nejdůležitější.

Protože se zvyšuje poptávka po biopotravinách, narůstá i poptávka po odrůdách vhodných do ekologického zemědělství. Vzhledem k tomu, že doposud se v Evropě šlechtěním cíleně pro EZ zabývá jen málo šlechtitelských společností a vzhledem k připravovanému nařízení EK, které by mělo znesnadnit využívání výjimek na použití konvenčního nemořeného osiva v EZ, je nutné zahájit šlechtění pro EZ v podmínkách EZ. Metoda PPB se uplatňuje hlavně v rozvojovém světě, nicméně v Evropě

se začíná rozšiřovat u ekologických zemědělců, jejichž podmínky se výrazně liší od konvenční produkce, kde se většina odrůd šlechtí. Kromě toho zemědělci nepotřebují formální školení v teorii, aby aktivně přispěli k PPB.

PPB nabízí robustní metodu pro rozvoj vhodných odrůd pro EZ, které jsou nezbytné pro budoucí růst tohoto odvětví.

Metodika je určena především ekologickým zemědělcům, ale i odborníkům z řad výzkumu, kteří se chtějí zapojit do tvorby odrůd vhodných pro konkrétní agroekologické podmínky konkrétních farem.

V. Ekonomické aspekty – odhad nákladů (v tis. Kč) na zavedení postupů uvedených v metodice a odhad ekonomického přínosu (v tis. Kč) pro uživatele.

Náklady na zavedení postupů uvedených v metodice jsou prakticky nulové. Nutná je pouze spolupráce zemědělců s výzkumnými pracovišti nebo šlechtitelskými společnostmi, což by mělo vycházet ze vzájemné dohody a potřeb pracovišť.

Ekonomický přínos pro uživatele metodiky je hlavně spojený se sníženými náklady na osiva. Jestliže výsledkem bude registrovaná odrůda, kde spoluautorem bude zemědělec, sníží se cena osiv o licenční poplatek a cenu osiva. Budeme-li vycházet z předpokladu, že např. zemědělec s plochou 100 ha bude mít stejnou strukturu zemědělské plochy jako je tomu v EZ v celé ČR (2015), pak by mohla být úspora následující: 13 % (13 ha) plochy zaujímá orná půda, na které se na 43 % (5,59 ha) pěstují obilniny, z toho pšenice na 45 % (2,5 ha). V případě výsevu 220 kg/ha, kdy cena za tunu osiva je v průměru 15 500 Kč s podílem licenčního poplatku 12,3 % z ceny (informace získaná od prodejce osiv), by případná úspora činila 1 048 Kč za licenční poplatek a 7 477 Kč za osivo, což je celkem 8 525 Kč. Naopak v případě, že produkci osiva prodá dalším zemědělcům v okolí, bude jeho zisk po odečtu nákladů spojených s kultivací v průměru 7 300 Kč/ha (Podle Hrabalové (2015) byla v roce 2015 hodnota nákladů na 1 ha ozimé pšenice v EZ 19 660 Kč/ha, kdy byla 1 t produkce vykupována za průměrnou cenu 7 550 Kč/t; v tomto výpočtu počítáme cenu osiva za průměrnou výkupní cenu 10 000 Kč/t).

Hypoteticky, kdyby 5 % orné plochy (624,32 ha oseté pšenicí) bylo oseto nakoupeným osivem vzniklým z PPB programů, byl by podle předchozího výpočtu zisk 4 588 752 Kč.

VI. Seznam použité související literatury.

- IFOAM. 2017. Online. [cit.16.08.2017] Dostupné na URL
<https://www.ifoam.bio/sites/default/files/page/files/ifoam_norms_version_august_2012_with_cover.pdf>
- GIZ. 2017. Online. [cit.21.08.2017] Dostupné na URL
<<https://www.giz.de/expertise/downloads/giz2014-en-participatory-plant-breeding.pdf>>
- Ceccarelli, S., Grando, S. 2007. Decentralized-participatory plant breeding: an example of demand driven research. *Euphytica*, 155:349–360
- Ceccarelli, S., Guimarães, E.P., Weltzien, E. 2009. Plant breeding and farmer participation. FAO. Rome. pp 671
- Desclaux, D. 2005. Participatory Plant Breeding Methods for Organic Cereals: Review and Perspectives. E.T. Lammerts Van Bueren, I. Goldringer & H. Østergård (Eds), Proceedings of the COST SUSVAR/ECO-PB Workshop on Organic Plant Breeding Strategies and the use of Molecular Markers, 17–19 January 2005, Driebergen. Louis Bolk Institute, Driebergen. pp.17-23
- Ghaouti, L., Vogt-Kaute, W., Link, W. 2008. Development of locally-adapted faba bean cultivars for organic conditions in Germany through a participatory breeding approach. *Euphytica*, 162(2): 257–268
- Halewood, M., Deupmann, P., Sthapit, B.R., Vernooij, R., Ceccarelli, S. 2007. Participatory plant breeding to promote farmers' rights. *Bioversity International*, 10:1-7
- Hrabalová, A. 2015. Potenciál ekologické produkce obilnin. *AGROBase Zpravodaj*. 5:14-15

-
- Chable, V., Conseil, M., Serpolay, E., Le Lagadec, F. 2008. Organic varieties for cauliflowers and cabbages in Brittany: from genetic resources to participatory plant breeding . *Euphytica*. 164:521–529.
- Chable V., Dawson J., Bocci R., Goldringer I. 2014. Seeds for Organic Agriculture: Development of Participatory Plant Breeding and Farmers' Networks in France. In: Bellon S., Penvern S. (eds.) *Organic Farming, Prototype for Sustainable Agricultures*. Springer, Dordrecht. pp 383-400
- Konvalina, P., Stehno, Z., Capouchová, I. 2012. Výběr a hodnocení genotypů jarních forem dosud málo využívaných druhů pšenice, vhodných pro udržitelné systémy hospodaření. *Certifikovaná metodika*, Praha 2012, 67 s.
- Osman, A.M., Struik, P.C., Almekinders, C.J.M., Lammerts van Bueren, E.T. 2008. Can onion varieties suitable for organic farming be obtained through conventional breeding programmes? *Euphytica*, 163:511–522
- Vaz Patto, M.C., Moreira, P.M., Almeida, N., Satovic, Z., Pego, S. 2008. Genetic diversity evolution through participatory maize breeding in Portugal. *Euphytica*, 161:283–291
- Shelton, A.C., Tracy, W.F. 2016. Participatory plant breeding and organic agriculture: A synergistic model for organic variety development in the United States. *Elementa: Science of the Anthropocene*, 4:1-12
- TAC [Technical Advisory Committee of CGIAR]. 2001. *Systemwide Review of Breeding Methodologies in the CGIAR*. Rome, FAO. pp 99

VII. Seznam publikací, které předcházely metodice

Konvalina, P., Stehno, Z., Capouchová, I., Zechner, E., Berger, S., Grausgruber, H., Janovská, D., Moudry, J. 2014. Differences in grain/straw ratio, protein content and yield in landraces and modern varieties of different wheat species under organic farming. *Euphytica*, 199: 31–40

Konvalina, P., Štěrbá, Z., Vlášek, O., Moudrý, J. jr., Capouchová, I., Stehno, Z. 2016. *Fusarium* spp. Occurrence in Grains of Ancient Wheat Species Romanian Agricultural Research, 33: 307–311

Příloha 1 Přehled metod šlechtění

	Název	Akceptovatelné pro EZ? ³	Respektuje genom a/nebo buňku	Poznámka
1	Apomixie	N?	Záleží na použité technice vzniku	nepohlavní způsob rozmnožování, potomstvo geneticky identické s rodičovskou rostlinou, nicméně apomixie se vyskytuje v přírodě např. pampelišky nebo třezalky
2	Bridge crossing	A	A	Bridge crosses jsou získávány křížením příbuzných druhů k získávání vlastností zejména z planých druhů
3	Fúze protoplastů	N	N	
4	Cisgeneze	N	N	DNA je modifikována a genom je pozměněn; geny pochází ze stejné čeledi
5	CRISPR-Cas	N	N	Cílený zásah do genomu za použití RNA
6	Cytoplasmatická samčí sterilita nebo samčí sterilita nalezená v přírodě nebo získaná křížením	A	A	pro hybridní odrůdy, jejichž fertilita není obnovena obnovovacími geny, farmářské osivo je nemožné získat z důvodu netvoření semen, tyto jedinci se mohou použít pouze při šlechtění jako mateřské rostliny
7	Cytoplasmatická samčí sterilita získaná fúzí cytoplastů	N	N	
8	Fúze cytoplastů	N	N	přirozené bariéry jsou překonány, většinou jde o fúzi cytoplastů z různých druhů, kde je křížení přirozenou cestou nemožné nebo obtížné, jádro jednoho druhu je odebráno a nahrazeno jádrem z druhého druhu
9	Doublehaploidy (<i>in vivo</i>)	?	A	využití opylení vaječné buňky za pomoci tzv. induktoru, dochází k tvorbě haploidních embryí, u kterých někdy dochází ke zdvojení sady chromozomů a vzniku dihaploidu (frekvence výskytu je 1 - 10 %), nejsou použity žádné chemikálie, veškeré procesy jsou <i>in vivo</i>
10	Doublehaploidy (<i>in vitro</i>)	N	A	Prašníky, ovária nebo pylová zrna či vaječné buňky jsou kultivovány <i>in vitro</i> a ovlivňovány za použití fytohormonů, pro duplikaci chromozomových sad je využíváno syntetického kolchicinu k tvorbě homozygotního dihaploida, synteticky vyráběný kolchicin není slučitelný s ekologickým zemědělstvím, je nutné využívat přírodní
11	ECO-TILLING	A	A	analýza přirozeně se vyskytující genetické diverzity
12	Embryo rescue	A?	A	embryo vzniklé z přirozeného oplození je přeneseno na umělé medium, tato metoda byla použita pro vytvoření tritikále
13	Urychlení šlechtění tzv. Jednozrnkovou metodou -Single Seed Descent	A	A	rostliny jsou stresovány např. ve skleníku k dosažení několika generací za rok
14	Urychlení šlechtění za využití fytohormonů	?	A	na rostliny jsou aplikovány fytohormony k urychlení dozrávání
15	Urychlení šlechtění vložením transgenu během šlechtitelského procesu ale ne v konečné odrůdě	N	N?	např. u jabloní je vnesen gen časného kvetení z břízy, konečná odrůda tento gen již neobsahuje, ale byl využit při její tvorbě

³ A – ano, N – ne, A? – spíše ano, N? – spíše ne, ? – ještě není rozhodnuto

	Název	Akceptovatelné pro EZ? ³	Respektuje genom a/nebo buňku	Poznámka
16	Gene drivers	N	N	Nyní je možné zavést nové geny nebo odstranit funkční geny různými metodami editace genů. Zasahuje do přirozeného vývoje. Potenciálně obrovské dopady, jejichž dosah je v současnosti neznámý.
17	Editace genů za využití specifických nukleáz	N	N	indukované změny DNA
18	tzv. umlčení genů	N	N	Izolovaná DNA nebo RNA sekvence je vpravena do jádra, což porušuje integritu buňky jako celku, do současnosti je málo známo o potenciálních rizicích metody
19	Hybridy založené na mechanické samčí kastraci	A?	A	hybridní osivo je získáno odstraněním samčích květů nebo květenství např. u kukuřice, nelze vytvářet farmářské osivo
20	Hybridy založené na self-inkompatibilitě, samčí sytoplasmatické sterilitě nebo geneticky podmíněné samčí sterilitě (mimo fúze cytoplastů)	?	A	Hybridy nelze vytvářet bez postupného poklesu výkonu. To omezuje zemědělce a podporuje závislost na osivových společnostech. Hybridy CMS nelze použít ke šlechtění nových odrůd bez použití obnovovacích genů samčí fertility.
21	Hybridy vzniklé metodou CMS pomocí fúze protoplastů	N	N	stejně jako u fúze cytoplastů
22	<i>In vitro</i> propagace za využití buněčných a tkáňových kultur (meristémů)	A?	A	Kultivace se provádí na umělém živném médiu obvykle s přidavkem syntetických fytohormonů. Akceptace pro EZ závisí na složení média, může se například kultivovat také na kokosovém mléce a přírodních rostlinných hormonech. <i>In vitro</i> meristémová kultura bramboru se využívá v ekologickém zemědělství pro ozdravení od virových chorob.
23	<i>In vitro</i> selekce	?	A	Výběr probíhá v umělém prostředí. Kultivace na umělém živném médiu obvykle zahrnuje přidání syntetických fytohormonů. Interakce rostliny s prostředím není možná.
24	Inbrední linie	A	A	inbrední linie jsou si geneticky velmi podobné, jsou náchylnější k chorobám a škůdcům
25	Indukovaná náhodná mutace za využití chemických látek (např. EMS - ethylmethan sulfonát)	N, postupné stahování	stále tolerováno, je diskutováno	Náhodné mutace v celém genomu. Hlavně změny nebo záměny jednotlivých nukleotidů (bodové mutace). Většina chemických mutagenů není v současné době slučitelná s ekologickým zemědělstvím a neměla by být aplikována na zárodečné linie rostlin (vajíčka, pyl nebo embryo). Odrůdy se používají v ekologickém zemědělství bez deklarace, protože jsou na trhu po desetiletí a nejsou předmětem požadavků na sledovatelnost a označování.
26	Indukovaná náhodná mutace za využití radiace (např. gama-záření)	N, postupné stahování	stále tolerováno, je diskutováno	Ozařování způsobuje náhodné přerušení chromozomů, translokaci, inverzi, delece, duplikace v celém genomu (chromozomové mutace). Ozařování není v současné době slučitelné s ekologickým zemědělstvím a neměla by být aplikována na zárodečné linie rostlin (vajíčka, pyl nebo embryo). Odrůdy se používají v ekologickém zemědělství bez deklarace, protože jsou na trhu po desetiletí a nejsou předmětem požadavků na sledovatelnost a označování.
27	Indukovaná cílená mutace za využití oligonukleotidů, tzv. zinkových prstů, TALEN, CRISPR-Cas	N	N	cílené změny v genomu pomocí editace genů
28	Mezidruhovými hybridy	A?	A	bariéry mezi kříženými druhy, podobné metodě Bridge crossing

	Název	Akceptovatelné pro EZ? ³	Respektuje genom a/nebo buňku	Poznámka
29	Intragezeze	N	N	podobné cisgenezi
30	Marker Assisted Selection (MAS)	A	A	Molekulární markéry jsou používány pouze jako diagnostický nástroj. Nicméně někteří ekologičtí šlechtitelé se zdráhají uplatňování molekulárních markérů, neboť enzymy (Taq polymeráza) se obvykle vyrábějí z geneticky modifikovaných bakterií, existují však také přírodní enzymy za podobnou cenu. Rostliny jsou vyhodnocovány pouze na základě jejich DNA sekvence. Interakce genotyp-prostředí a epigenetické účinky jsou zanedbávány.
31	Meganukleázy	N	N	podobné jako editace genů
32	Mutagenese řízená oligonukleotidem (ODM)	N	N	podobné jako editace genů
33	Volné opylení	A	A	přirozená vlastnost rostlin
34	Kultura izolovaných embryí nebo semeníků	A?	A	Vývoj embrya probíhá za umělých, sterilních podmínek na syntetickém živném médiu, podobné jako embryo rescue. Vývoj embrya probíhá za umělých sterilních podmínek na synteticky připraveném živném médiu.
35	Transformace plastidů	N	N	Namísto modifikace jaderné DNA se mění DNA chloroplastů. Genetická modifikace je děděna pouze prostřednictvím matky. Integrita jaderné DNA je zachována, ale mimojaderná DNA je pozměněna, což porušuje celistvost buněk.
36	Proteomika a metabolomika	A	A	Proteomika a metabolomika jsou pouze diagnostickými nástroji. Analyzují funkce genotypu rostlin nebo živočichů a jejich interakce s prostředím. V různých vývojových stádiích nebo po vystavení různým stresům jsou analyzovány proteiny a metabolity, aby se zjistila diferenciální exprese genu.
37	Fúze protoplastů uvnitř druhu	N	N?	Genotypy získané nucenou fúzí somatických buněk, ne fúzí vaječných buněk či pylových zrn. Příkladem jsou fúze dihaploidních buněk s různými rezistenčními geny u bramboru. Některé odrůdy vytvořené touto technikou mohou být po určitou dobu používány v ekologickém zemědělství.
38	Fúze protoplastů mezi různými druhy	N	N	Integrita buňky je ohrožena nucenou fúzí dvou protoplastů. Organely jednotlivých rostlin se kombinují, což by bylo za přírodních podmínek velmi vzácné. Tak může být ovlivněna regulace genu mezi jádrem a mimojadernou DNA. Pokud se fúzují tetraploidy s diploidy, vytváří se triploidy, které jsou sterilní.
39	Zásah do RNA	N	N	stejně jako GMO
40	Reverzní šlechtění	N	N	Izolované sekvence DNA nebo RNA jsou přeneseny do jádra technickými zásahy, čímž dochází k narušení integrity buňky jako funkční jednotky. Cross-over je během meiózy blokován.
41	Metody syntetické biologie	N	N	GMO nejsou povoleny v ekologickém zemědělství
42	triploidy	?	A	Pokud se zkříží tetraploidní a diploidní rostliny, výsledné triploidní potomstvo je sterilní. Nejčastěji používané látky jsou např. kolchicin a oryzalin, které mohou být produkovány rostlinami nebo chemickou syntézou. Triploidní rostliny se používají k produkci bezsemenných plodů, jako jsou banány, citrusové plody, hrozny, melouny, které jsou také pěstovány v ekologickém zemědělství.

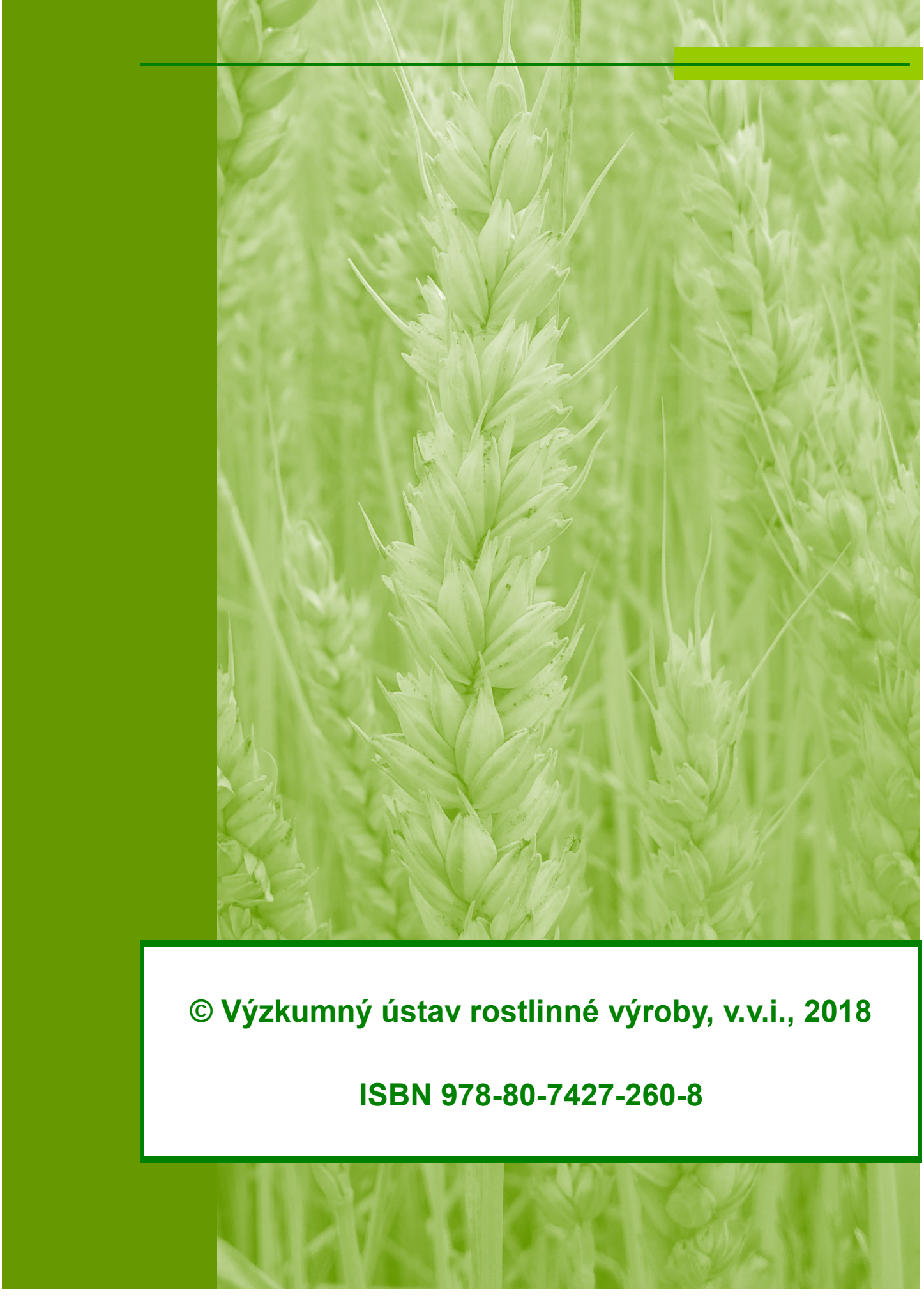
Název	Akceptovatelné pro EZ? ³	Respektuje genom a/nebo buňku	Poznámka
43 TILLING	N?	A?	Indukovaná náhodná mutagenese chemickými látkami v kombinaci s MAS. Většina chemických mutagenů není v současné době vhodná do ekologického zemědělství a neměla by se tedy aplikovat na vajíčka, pyl nebo embryo.
44 Transdukce	N	N	Transdukce je proces, kterým je cizí DNA vnesena do buňky prostřednictvím viru nebo virového vektoru. K přenosu může docházet přirozeně, protože virové nukleotidy jsou vneseny do hostitele během infekce. Část těchto nukleotidů pak může být integrována do hostitelské buňky. Tato metodika může být použita pro vnesení cizích genů do bakterií nebo rostlinných a živočišných buněk. Jedná se o jeden z mechanismů používaných pro přenos genů.
45 Transformace skrz minichromozóm	N	N	stejně jako GMO
46 Transgeneze (přenos genu z jednoho druhu do druhého)	N	N	Geneticky modifikované organismy nejsou slučitelné s ekologickým zemědělstvím. Integrita genomu rostliny je zničena. Existuje potenciální riziko křížitelnosti s ostatními organismy, což vytváří možný problém pro životní prostředí. Rostlina je redukována na stavební bloky DNA, které jsou téměř vždy patentovány, což brání tvorbě farmářského osiva a pokračování ve šlechtění. Tím je podporován monopol na trhu s osivem a snížena biologická rozmanitost
47 Transposony	v případě, že jsou indukovány fyzikálním stresem	A	Transposony jsou "skákové" geny, které se vyskytují přirozeně a jsou odpovědné za mutace. Transposonová aktivita může být modifikována, aby se zvýšila rychlost mutace. Toho lze dosáhnout chemickými látkami (viz indukované chemická mutace) nebo fyzickým stresem, jako je sucho nebo teplo.
48 Zinkový prst Class I	N	N	Nukleázy zinkového prstu (ZF) jsou přirozeně se vyskytující proteiny, které jsou modifikovány a synteticky generovány za účelem úpravy genu. Nukleázy ZF Class I způsobuje řez dvojité šroubovice na specifickém cílovém genu. Kvůli chybám v mechanismech opravy rostlin dochází v cílovém genu k výměně, deleci nebo inserci malých mutací. Technologie přenosu nukleáz ZF do jádra rostlinné buňky ohrožuje integritu buňky.
49 Zinkový prst Class II	N	N	Nukleázy ZF Class II jsou oligonukleotidy s 20-100 bázemi, které způsobují řez DNA na specifickém cílovém genu. V současnosti se oligonukleotidy používají jako předloha během mechanismu opravy rostlin, což má za následek požadovanou změnu v cílovém genu.
50 Zinkový prst Class III	N	N	Nukleázy ZF Class III jsou spojeny s jedním nebo několika funkčními geny a způsobují rozřezání DNA na specifickém cílovém genu. Nové geny jsou pak vloženy do genomu rostlin pomocí mechanismu opravy rostlin, což vede k přesnému vložení do cílového místa.

This image shows a full page of a document template designed for handwriting practice or general note-taking. It consists of approximately 28 evenly spaced horizontal dotted lines across the entire width of the page. There are no margins, headers, footers, or other markings present.

[illegible]

[illegible]

[illegible]



© Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., 2018

ISBN 978-80-7427-260-8