

HYBRIDNÍ ŠLECHTĚNÍ

Přínos šlechtění na zvýšení produktivity rostlinné produkce se za posledních sto let odhaduje na přibližně 50 %, dalších 50 % souvisí s intenzifikací pěstebních technologií. Během posledních dekád se význam šlechtění dále zvyšuje především v rozvinutých zemích, kde již není možné výrazně zvyšovat vstupy. Vysoký výnosový potenciál řady současných odrůd byl dosažen také pomocí hybridního šlechtění.

HISTORIE HYBRIDNÍHO ŠLECHTĚNÍ

První pokusy s využitím heterozního efektu při šlechtění rostlin se datují do roku 1877, kdy W.J. Beal v USA popsal zvýšení výnosu u kukuřice dosažené křížením populačních odrůd odlišného původu. Praktický význam měl však až systém produkce dvojité hybridy založený na konceptu tvorby homozygotních linií a jejich vzájemného prokřížení (Jones, 1918). V porovnání s běžně používanými populacemi z volného opylení vykazovaly hybridní odrůdy vyšší a stabilnější výnosy a také vyšší uniformitu a jejich rozšíření bylo poměrně rychlé, např. v nejurodnějších oblastech USA (Iowa, Illinois) pěstovali zemědělci od roku 1945 hybridní kukuřici téměř na 100 % výměry.

Úspěšnost hybridního šlechtění u kukuřice byla podmíněna několika faktory, konkrétně vysokým heterozním efektem, schopností produkovat semena samoopylením a snadným zajištěním kontrolovaného opylení pomocí ručního nebo mechanického odstranění samčích květenství u samičích rostlin. Trend hybridního šlechtění a využívání hybridních odrůd se postupně rozšířil i do dalších zemí a byl aplikován na další kulturní druhy, včetně některých zelenin a okrasných rostlin. U některých polních plodin však hybridní šlechtění bylo a stále je spojeno s určitými obtížemi, které ani v současnosti nejsou efektivně řešitelné.

HETEROZNÍ EFEKT

Produktem hybridního šlechtění jsou semena první generace finálního hybridu, která se obvykle označuje symbolem F_1 . Toto osivo vzniká kontrolovaným křížením dvou, tří nebo čtyř rodičovských komponent, které jsou vybírány na

základě schopnosti poskytnout potomstvo s nejvyšším heterozním efektem. Heterozní efekt se často vyjadřuje jako rozdíl mezi výkonem rodičů a výsledného potomstva a je výrazně vyšší pro znaky ovlivněné mnoha geny, jako je např. produkce nadzemní hmoty. Je tedy daný konkrétní kombinací genů rodičů a je možné ho cíleně využít během šlechtitelského procesu. Heterozní efekt však nelze udržet generativním množením, protože přeseťím F_1 rostlin do další generace dojde ke vzniku štepící populace a jednotlivé rostliny pak vykazují variabilní kombinace vlastností svých rodičů. Toto je obvykle spojeno se snížením výnosu, v některých případech může dojít také ke zhoršení kvality produkce či zdravotního stavu rostlin. Určitým řešením tohoto problému jsou odrůdy typu syntetických populací, které se uplatňují např. u jetelovin a u kterých je omezený počet přesevů přípustný.

PRINCIP HYBRIDNÍHO ŠLECHTĚNÍ

Z důvodu požadavku na uniformitu a stálost hybridních odrůd se jako rodičovské komponenty nejčastěji používají homozygotní linie, které se obvykle vytváří opakovaným samosprášením vybraných rostlin. U některých cizosprašných druhů je však vynucená homozygotizace spojená s určitou ztrátou vitality, což se označuje jako inbrední deprese, proto inbrední linie, např. u kukuřice, vykazují nižší výnosovou úroveň.

U vytvořených linií se opakovaně testují jejich kombinační schopnosti a na základě výkonu potomstev z jednotlivých křížení se pak vyberou nejvhodnější kombinace pro výsledný hybrid. Pro produkci hybridního osiva je nutné vybrané linie namnožit a prokřížit podle předem daného schématu, což vyžaduje spolehlivý a technicky proveditelný způsob navození sterility u samičích komponenty. U kukuřice a některých zelenin a květin s nižšími požadavky na množství semen lze kastraci provést mechanicky nebo ručně. U ostatních polních plodin to však možné není a pro řízené opylení se využívá systém cytoplazmaticko-jaderné pylové sterility řízený geneticky. Sterilita rostlin je navozena mutací v cytoplazmě a dědí se po matce a pomocí vhodné kombinace jaderných genů je možné udržovat a množit sterilní linie a také obnovit fertilitu u finálního hybridu, což je nezbytné u všech

plodin, které se pěstují pro semena. Geneticky řízená sterilita se v současnosti používá např. u hybridního žita, řepky, slunečnice nebo řepy a dříve byla rozšířená také u kukuřice. Pylová sterilita může být dále navozena aplikací látek s gametocidním účinkem.

Pro produkci hybridního osiva se rodičovské komponenty sejí do samostatných řádků nebo pásů v určitém poměru a po odkvětu se všechny samčí rostliny odstraní, např. rozdrčením, aby se omezilo riziko kontaminace osiva nehybridními semeny během sklizně. Při dodržení všech zásad by mělo výsledné osivo vykazovat prakticky stoprocentní hybridnost, což je požadováno zvláště u plodin, které se sejí do sponu, jako je slunečnice, kukuřice a cukrovka.

FARMÁŘSKÉ OSIVO U HYBRIDŮ NELZE POUŽÍT

Systém kontrolovaného množení rodičů (inbredních linií) a jejich řízeného prokřížení podle určitého schématu umožňuje opakovanou reprodukci konkrétního hybridu, včetně zachování všech jeho vlastností. Tento systém však neumožňuje použití farmářského osiva. Jak už bylo výše popsáno, výsev semen sklizených z produkčního porostu nezajistí uchování původních vlastností hybridní odrůdy. V závislosti na genotypu rodičovských komponent dojde u přesevu ke zvýšení variability mezi rostlinami jak z hlediska morfologického, tak i z hlediska důležitých agronomických a kvalitativních vlastností. Například u slunečnice se mohou objevit větevnaté typy s velkým počtem malých úborů, u řepky hrozí riziko zvýšení obsahu glukosinolátů v semeni a dozrávání šešulí může být nerovnoměrné. U hybridů založených na geneticky řízené sterilitě se v další generaci vyštěpují rostliny netvořící pyl. Přesev hybridních odrůd nelze doporučit ani v případě zelenin nebo květin.

Využití hybridních odrůd formou farmářského osiva bez souhlasu držitele šlechtitelských práv je nelegální také z hlediska platné legislativy, což je vymezeno EU Council Regulation 2100/94 on Community Plant Variety Rights a zákonem 408/2000 Sb. o ochraně práv k odrůdám. Porušení šlechtitelských práv může být považováno za správní delikt a sankcionováno pokutou až do výše 500 tis. Kč.

HYBRIDNÍ ŠLECHTĚNÍ U SAMOSPRAŠNÝCH ROSTLIN

Hybridní šlechtění u cizosprašných druhů lze bezesporu považovat za velmi úspěšné, což je možné dokumentovat na příkladu kukuřice, slunečnice nebo cukrovky, u kterých se v Evropě prodávají a pěstují pouze hybridní odrůdy. Také u řepky začínají hybridy

výrazně převládat nad tradičními liniovými odrůdami.

Aplikace těchto postupů u samosprašných druhů je pro šlechtitele lákavá, ale doposud méně úspěšná. Hybridy u samosprašných plodin vykazují obecně nižší heterozní efekt a určité problémy jsou také s efektivitou produkce osiva. Sterilita mateřské komponenty může být, stejně jako u cizosprašných druhů, zajištěna geneticky na základě cytoplazmaticko-jaderné pylové sterility, což se využívá u hybridních odrůd ječmene, rýže a tritikále, nebo chemicky. V Evropě byl pro komerční produkci osiva hybridní pšenice schválený gametocidní přípravek Croisor 100 s účinnou látkou sintofen, který je registrovaný i v České republice. Samosprašné druhy se také vyznačují produkcí menšího množství pylu, který se obtížněji šíří a v porovnání s cizosprašnými druhy má krátkou životnost, např. životnost pylu pšenice se uvádí kolem 3 hodin, zatímco u žita to může být až 3 dny. Květy se navíc otevírají na kratší dobu a jsou hůře přizpůsobeny příjmu cizího pylu. Určitým řešením tohoto problému je modifikovaný systém produkce osiva finálního hybridu, který se používá např. u žita a spočívá ve výsevu pylově sterilní komponenty ve směsi s opylovačem. Mezi rostlinami tedy nejsou příliš velké vzdálenosti, což umožní dobrou distribuci pylu a dosažení vyššího výnosu semen. Tímto způsobem ovšem není možné získat stoprocentně hybridní osivo, protože jsou sklizeny všechny rostliny, včetně samčích. U hustě setých obilnin však není stoprocentní hybridnost nezbytná a příměs opylovače je ve výsledném porostu potlačena vzrůstnějšími hybridními rostlinami. Při použití chemické kastrace je nutné set komponenty odděleně do samostatných pásů. Plochy hybridních odrůd samosprašných obilnin jsou celosvětově malé, např. u pšenice zaujímají do 1 % celkové plochy (údaj z roku 2012), u hybridní rýže je to přibližně 12 % především v Číně a Indii. V České republice jsou na trhu nabízeny hybridní odrůdy ozimé pšenice a ozimého ječmene.

Shrnutí

Hybridní šlechtění vychází z cíleného využití heterozního efektu, který se projeví na vyšší vitalitě a adaptabilitě hybridních rostlin a jejich vyšším výnosu. Hybridní odrůdy obecně vykazují také lepší výnosovou stabilitu při pěstování v méně příznivých podmínkách. Šlechtitelským a semenářským firmám pak hybridy zajišťují vyšší návratnost finančních prostředků vynaložených na šlechtění a produkci osiva. K nevýhodám patří komplikovanější způsob udržování a množení odrůd a pro pěstitele také

nutnost používat pouze první generaci finálního hybridu.

Literatura:

Carena MJ (ed), 2009: *Cereals (Handbook of Plant Breeding)*. vol 3. Springer, New York, pp 394.

Fehr WR (ed), 1987: *Principles of cultivar development, volume 2. Crop species*. Macmillan Publishing Co. New York, pp 760.

Longin CFH et al., 2012: *Hybrid breeding in autogamous cereals*. *Theor Appl Genet* 125: 1087–1096.

Noleppa S et al., 2016: *The economic, social and environmental value of plant breeding in the European Union*. HFFA Research GmbH, Berlin, Germany, pp 87.

Zákon 408/2000 Sb. o ochraně práv k odrůdám.

Pavína Smutná

Ústav pěstování, šlechtění rostlin a rostlinolékařství

Mendelova univerzita v Brně

PRAKTICKÉ ZKUŠENOSTI S PRVNÍM NEPOSTŘIKOVÝM FUNGICIDEM

V roce 2014 byl společností BASF uveden na trh přípravek **Systiva®**. Byl představen jako první fungicidní mořidlo určené **k ochraně osiva a listů**. Aplikuje se jako běžné mořidlo, ale díky délce a rozsahu působení vytvořilo zcela nový produktový segment. Udržuje rostliny zdravé již od zasetí a zajišťuje tak rozsáhlou a dlouhodobou ochranu před napadením rostlin houbovými chorobami. **Výčet chorob**, které Systiva kontroluje, je podle etikety přípravku pro cílovou plodinu ječmen následující: **rez ječná** (*Puccinia hordei*), **plíseň sněžná** (*Fusarium spp.*, *Microdochium nivale*), **hnědá skvrnitost ječmene** (*Pyrenophora teres*), **pruhovitost ječná** (*Pyrenophora graminea*), **rynchosporiová skvrnitost** (*Rhynchosporium secalis*), **padlí travní** (*Blumeria graminis f.sp. hordei*), **ramuláriová skvrnitost** (*Ramularia collo-cygni*) a **prašná sněť ječná** (*Ustilago nuda*).

Systiva® obsahuje účinnou látku Xemium® (chemickým názvem fluxapyroxad), novinku ze skupiny látek typu SDHI. Roztok na bázi vody umožňuje snadné a bezproblémové moření osiva. Po namoření osiva a zasetí je přípravek Xemium rychle absorbován a rovnoměrně distribuován po celé rostlině - od kořenů až po přirůstající listy. Jakmile se houbový patogen dostane do styku s rostlinou

ošetřenou přípravkem Systiva®, Xemium přerušuje přísun energie a zablokuje metabolismus patogena. Buňky houby přestanou růst a ta postupně odchází. Protože je přípravek Xemium průběžně absorbován kořeny, zajišťuje **dlouhodobou účinnou ochranu** proti houbovým chorobám, trvající několik měsíců.

Rostlinám se tak dostane optimálních podmínek pro vzcházení a následný růst.

Při porovnání na některá standardní mořidla je Systiva® velmi bezpečný přípravek a **nepůsobí negativně na vzcházení**. To dokládá řada pokusů, ve kterých vykazují semena ošetřená přípravkem Systiva® **až o 7 % lepší vzcházení**. Nad rámec očekávaného působení jsou rostliny **odolnější vůči stresovým faktorům** jako teplo, chlad či sucho. Zvýšená vitalita přináší až o 11 % vyšší vzcházevost v chladných podmínkách. Rostliny ošetřené přípravkem Systiva® vytváří **mohutnější kořenový systém**. To prokázaly i nezávislé laboratorní a polní pokusy. Rostliny ošetřené přípravkem Systiva® mají až o 36 % větší biomasu kořenů. Rovněž narůstá celková délka kořenů a to až o 29 % ve srovnání s neošetřenými rostlinami. Díky silnějším a delším kořenům je **účinnější příjem vody a živin z půdy**. To zlepšuje růst, zvláště za nepříznivých podmínek, jako jsou špatná kvalita půdy či delší období sucha.

Rostliny **ječmene ozimého** ošetřené přípravkem Systiva® mají vyšší schopnost přežít extrémně chladné teploty během zimy. **Na jaře lépe regenerují** a obnovují svůj růst. Data z pokusů potvrzují až o 54 % více listové plochy u varianty ošetřené přípravkem Systiva®. Výsledky zkoušek ukazují menší míru napadení houbovými chorobami a vyšší vitalitu rostlin na jaře až o 26 %. Zdravější listy lépe fotosyntetizují a tím se urychluje růst a vývoj rostlin.

U ječmene jsou hlavními chorobami listů hnědá a rhynchosporiová skvrnitost a ramulárie. Systiva® poskytuje perfektní ochranu proti všem těmto klíčovým patogenům. Vyšší účinnosti než běžné fungicidy dosahuje, protože napadení houbovými chorobami je potlačováno již od zasetí. Např. infekci **rynchosporiovou skvrnitostí** je možno **omezit až o 72 %**. Infekci **hnědou skvrnitostí** lze omezit až **o 87%**. Navíc Systiva® poskytuje ochranu proti nejdůležitějším chorobám přenosným osivem a půdou, jako jsou pruhovitost ječná, plíseň sněžná, fuzarióza a sněť prašná.

Systiva® tak vytváří základ pro plné využití výnosového potenciálu ječmene. Ve srovnání s neošetřeným ječmenem dosahují rostliny ošetřené přípravkem Systiva® **výrazně vyššího výnosu**, a to až o 14 %.

Přípravek Systiva® je doporučen jako součást fungicidního programu, kdy nahrazuje první foliární aplikaci a následuje ošetření přípravkem proti listovým, případně klasovým chorobám (T3–T4).

Dávka přípravku Systiva® doporučená firmou BASF je **0,75 l/t osiva**. V porovnání na registrovanou dávku 1,5 l/t osiva se jedná o snížení, které má firma BASF podložené mnoha pokusy. Doporučení nižší dávky je odrazem snahy firmy BASF nabídnout zákazníkům **vyvážený poměr ceny a účinku**. Doporučená dávka se ukázala v přesných pokusech jako plně postačující pro podmínky České republiky a zároveň respektuje ekonomické aspekty pěstování ječmene.

Průřez výsledky těchto pokusů z let 2013 a 2014 je následující. Pokusy byly založeny jako přesné maloparcelkové s cílem stanovit optimální dávkování mořidla Systiva v jarních ječmenech. Všechny pokusy byly založeny a hodnoceny v rámci tzv. GEP režimu, což je certifikát, který zaručuje zakládání, vedení a vyhodnocení pokusů v tzv. dobré pokusnické praxi. Pokusy proběhly ve Výzkumném ústavu rostlinné výroby, v.v.i. – pokusné stanici Humpolec a Hněvčeves. Do pokusů byly zařazeny každý rok celkem 3 odrůdy s různou odolností chorobám. Ověřovány byly varianty se samostatným použitím mořidla Systiva a varianty, kde byla navíc použita foliární aplikace fungicidů.

V obou letech testování byla hodnocena účinnost proti padlí travnímu u zkoušených odrůd do 2% napadení v porovnání na kontrolu bez ošetření, na které byl výskyt u odrůdy bez genu MIO na úrovni 20%. Ještě ve fázi počátku metání byl výskyt na ošetřené variantě i při snížené dávce do 7%.

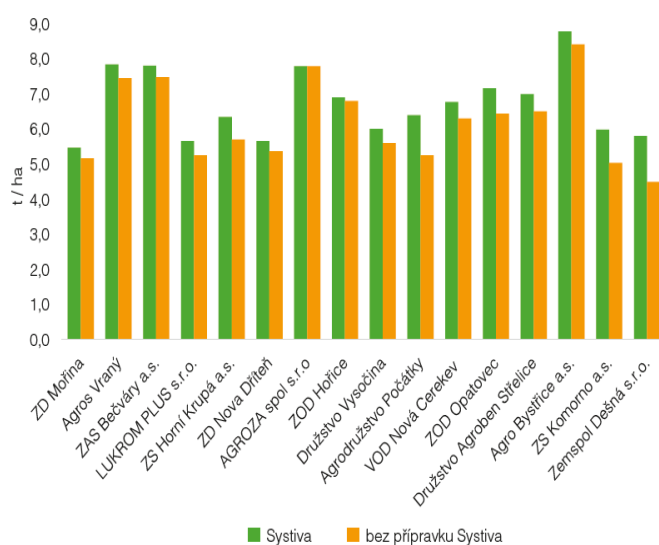
Podobné výsledky byly vyhodnoceny i v případě hnědé skvrnitosti. Rozdíl mezi Systivou v dávce 75 a 150 ml/100 kg osiva byl zanedbatelný. Ve všech případech byl patrný velmi dobrý účinek přípravku Systiva v počáteční růstové fázi vývoje (BBCH 29) ve srovnání s neošetřenou kontrolou. Konkrétně napadení kontroly v roce 2013 bylo cca 12%, ošetřené varianty do 2% a v následujícím roce 2014 24% na neošetřené kontrole a do 10% v případě obou dávek přípravku Systiva.

V roce 2014 byl v pokusech významný výskyt rhynchosporiové skvrnitosti, která byla na kontrole hodnocena výskytem 20% a více, na variantách ošetřených byl výskyt redukován na méně než poloviční.

Snad každého zemědělce zajímá výsledný výnos a tím celková rentabilita pěstování. U všech testovaných odrůd došlo v obou letech ke statisticky vyššímu výnosu na všech ošetřených variantách

v porovnání na neošetřenou kontrolu. Podle míry výskytu chorob, průběhu vegetace a vlastností konkrétní odrůdy se nárůst výnosu u variant s přípravkem Systiva bez následné foliární aplikace pohyboval v rozmezí 7 – 15% na neošetřenou kontrolu. V případě porovnání různých dávek mořidla Systiva (75 a 150 ml/100 kg osiva) byly výnosy statisticky na stejné výnosové úrovni.

Potvrzením správného nastavení dávky je spokojenost již celé řady zemědělců, kteří osivo ječmene namořené přípravkem Systiva® zaseli. Dokládá to i připojený graf s výčtem podniků zapojených do provozního odzkoušení v roce 2015 a dosažený výnosový výsledek, který v průměru byl o 8 % vyšší.



Aby ochrana osiva pokryla kompletní spektrum možných houbových patogenů, tak pro posílení účinku na sněti je doporučeno použití mořidla Premis® 25 FS RED v dávce 1,5 l na 1 tunu osiva. Možná je také kombinace s mořidlem Kinto® Duo v dávce 2 l na 1 tunu osiva, která má opodstatnění hlavně pro ječmen ozimý.

Protože zájemci o osivo namořené doporučenou dávkou přípravku Systiva® 0,75 l/t osiva se mohou setkat s různou formou vyjádření pochybností, zda je tato dávka postačující, firma BASF zaujala jednoznačné stanovisko, že v případě nespokojenosti s účinností na choroby ječmene vyjmenované na etiketě přípravku bude přímo vyřizovat takto uplatněnou reklamaci zemědělským podnikem. Tento postoj může být zahrnut do případných odběratelských smluv mezi zemědělskými podniky a prodejci osiv. S jeho přesným zněním případným zájemcům firma BASF ráda pomůže.

Autoři: Stanislav Malík, Zdeněk Šonský, BASF spol. s r.o.