

Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta

ODRŮDY, OSIVO A SADBA

Jaroslava Ehrenbergerová

**Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta**

ODRŮDY, OSIVO A SADBA

prof. Ing. Jaroslava Ehrenbergerová, CSc.

Brno, 2014



esf evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



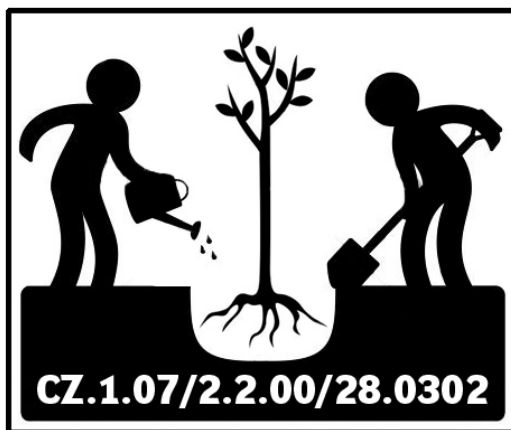
OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Tato publikace je spolufinancována z Evropského sociálního fondu a státního rozpočtu České republiky.

Byla vydána za podpory projektu OP VK CZ.1.07/2.2.00/28.0302 Inovace studijních programů AF a ZF MENDELU směřující k vytvoření mezioborové integrace.

Obsah

ÚVOD	7
1. ŠLECHTĚNÍ ROSTLIN	7
1. 1. Význam šlechtění rostlin.....	8
2. HISTORIE A TRADICE ŠLECHTĚNÍ	9
3. OBECNÉ ZÁKLADY ŠLECHTĚNÍ ROSTLIN	12
3.1 Základní šlechtitelské pojmy	12
3. 2. Reprodukce rostlin	13
3. 3. Typy odrůd.....	13
3. 4. Strategie šlechtění.....	15
3. 4. 1. Obecné cíle šlechtění	15
3. 4. 2. Výchozí materiál pro šlechtění	16
3. 4. 3. Vytváření genetické variability	17
3. 4. 4. Genové technologie využívané ve šlechtění rostlin	23
4. ŠLECHTĚNÍ ODRŮD TYPU LINIE	27
4. 1. Rodokmenová metoda (metoda pedigree).....	28
4. 2. Směšovací metoda – Ramsch, bulk metoda	33
4. 3. Jednozrnková metoda	34
4. 4. Metoda zpětného křížení.....	35
4. 5. Metoda dihaploidů	36
5. ŠLECHTĚNÍ HYBRIDNÍCH ODRŮD	36
5. 1. Kombinační schopnost a její hodnocení.....	37
5. 2. Pylová sterilita	38
5. 3. Postup při šlechtění hybridních odrůd.....	38
6. ŠLECHTĚNÍ ODRŮD TYPU POPULACE	39
6.1. Metoda hromadné selekce	40
6. 2. Rekurentní selekce	40
7. ŠLECHTĚNÍ SYNTETICKÝCH ODRŮD	41
8. ŠLECHTĚNÍ ODRŮD TYPU KLONŮ	42
9. ŠLECHTĚNÍ NA ODOLNOST K CHOROBÁM A ŠKŮDCŮM	43
9. 1. Obecné mechanismy obrany rostlin proti patogenům	43

10. ŠLECHTITELSKÉ CÍLE PŘI ŠLECHTĚNÍ HLAVNÍCH PLODIN.....	45
10. 1. Pšenice	45
10. 2. Ječmen	46
10. 3. Kukuřice.....	48
10. 4. Řepka.....	49
10. 5. Brambor	50
10. 6. Cukrovka.....	51
11. UDRŽOVACÍ ŠLECHTĚNÍ – UDRŽOVÁNÍ ODRŮD.....	52
11. 1. Udržování odrůd typu linií	52
11. 2. Udržování odrůd typu populace	53
11. 3. Udržování hybridních odrůd.....	54
11. 4. Udržování odrůd typu klonů	55
12. SOUČASNÝ STAV A LEGISLATIVA ŠLECHTĚNÍ A SEMENÁŘSTVÍ.....	56
13. ZKOUŠENÍ A REGISTRACE ODRŮD.....	57
13. 1. Ochrana práv k odrůdám	58
13. 2. Zkoušky pro udělení ochrany práv (zkoušky DUS).....	58
13. 3. Registrace odrůd.....	60
13. 3. 1. Zkoušky pro registraci odrůdy.....	61
13. 4. Doporučování odrůd	62
13. 4. 1. Zkoušky pro Seznam doporučených odrůd (SDO)	62
13. 4. 2. Zkoušky pro Odrůdový úřad Společenství (OUS)	62
14. SEMENÁŘSTVÍ.....	63
14. 1. Obecné základy semenářství	63
14. 2. Historie semenářství a vývoj semenářské legislativy	65
14. 3. Biologické a semenářské vlastnosti semen a sadby	66
14. 3. 1. Vývoj a zrání semen	66
14. 3. 2. Dormance semen	67
14. 3. 3. Deteriorace a stárnutí semen	68
14. 3. 4. Posklizňové dozrávání.....	69
14. 3. 5. Podmínky a technologie pěstování osiv	70
14. 4. Kvalita osiva.....	71
14. 4. 1. Klíčení semen	71
14. 4. 2. Životaschopnost semen	71

14. 4. 3. Vitalita osiva.....	72
14. 4. 4. Vztah klíčivosti a vitality osiva k produktivitě porostu.....	73
14. 4. 5. Odrůdová kvalita	74
14. 4. 6. Čistota a vzhled osiva	74
14. 4. 7. Mikroflóra a zdravotní stav osiva.....	75
14. 4. 8. Skladovací kvalita	75
14. 4. 9. Biologická a produkční hodnota osiva	76
14. 4. 10. Biologické vlastnosti sadby bramboru	76
14. 5. Úprava osiva	78
14. 5. 1. Předčištění a dosoušení osiva	78
14. 5. 2. Čištění a kalibrace osiva	79
14. 5. 3. Hydratační úpravy	79
14. 5. 4. Moření osiv.....	80
14. 5. 5. Obalování osiv.....	82
14. 5. 6. Fluidní výsev a „umělá semena“	83
14. 5. 7. Balení a adjustace osiva.....	84
14. 5. 8. Skladování rozmnožovacího materiálu	84
15. SPECIÁLNÍ SEMENÁŘSTVÍ.....	85
15. 1. Zásady úspěšného množení osiv	85
15. 2. Množení drobnosemenných obilnin.....	86
15. 2. 1. Požadavky jednotlivých druhů	86
15. 2. 2. Nároky na pěstování	87
15. 2. 3. Škodlivé organismy	88
15. 2. 4. Přehledy porostů.....	88
15. 2. 5. Sklizeň a úprava osiva	89
15. 2. 6. Množení hybridního žita.....	89
15. 3. Množení hybridů kukuřice	90
15. 4. Množení odrůd řepky.....	90
15. 5. Množení sadby bramboru.....	91
15. 5. 1. Nároky na přírodní podmínky, půdu, předplodiny a izolace.....	91
15. 5. 2. Nároky na ošetřování porostu.....	92
15. 5. 3. Škodlivé organismy	92
15. 5. 4. Přehledka porostů a posklizňové zkoušky	93

15. 5. 5. Sklizeň a úprava sadby	94
15. 5. 6. Požadavky na jakost	94
16. ZÁSADY PRO UVÁDĚNÍ ROZMNOŽOVACÍHO MATERIÁLU DO OBĚHU ...	95
16. 1. Certifikace pro mezinárodní obchod podle OECD	96
16. 2. Charakteristika množitelských kategorií a vztah k úřednímu zkoušení a uznávání	96
17. SEMENÁŘSKÁ KONTROLA	99
17. 1. Uznávací řízení a certifikace osiva a sadby	100
17. 1. 1. Přehledy a podmínky uznávání množitelských porostů	100
17. 1. 2. Uznávání rozmnožovacího materiálu – laboratorní zkoušení osiv a sadby	101
17. 1. 3. Metody používané při zkoušení osiv a sadby	102
17. 2. Význam používání certifikovaných osiv	103
POUŽITÁ LITERATURA A LEGISLATIVA	104
SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK	
Obrázek 1: Spontánní křížení uvnitř rodu <i>Brassica</i>	22
Obrázek 2: Rodokmenová (pedigree) metoda	29
Obrázek 3: Šlechtění odrůd pšenice v raných generacích	32
Obrázek 4: Směšovací (vlevo) a jednozrnková (vpravo) metoda	34
Obrázek 5: Metoda zpětného - rekurentního křížení	35
Obrázek 6: Typy hybridů u kukuřice	39
Obrázek 7: Udržování a množení samosprašných druhů (odrůd linií)	53
Obrázek 8: Udržování a množení cizosprašných druhů (odrůd populací)	54
Obrázek 9: Udržování a množení bramboru	55
Obrázek 10: Udržování a množení bramboru při využití explantátových kultur	56
Obrázek 11: Přehled aktivit Národního odrůdového úřadu	63
Obrázek 12: Návaznost šlechtění a množení odrůd	64
Obrázek 13: Kategorie množitelského materiálu	97
Tabulka I: Příklady hodnocení znaků ve zkouškách DUS	59
Tabulka II: Výčet postupů a metod zkoušení osiv zemědělských a zahradních plodin	102

ÚVOD

Předkládaný učební text je určen jako učební pomůcka pro studenty předmětu „Odrůdy, osivo a sadba“, který je zařazen jako povinný předmět pro studenty bakalářského studijního programu Agrobiologie, studijního oboru Fytotechnika Agronomické fakulty v Brně. Samozřejmostí je, že si tento předmět může zvolit v rámci volitelných předmětů každý student z Mendelovy univerzity v Brně, kterého tato problematika zajímá, nebo souvisí s jeho zvoleným studijním oborem.

Uvedený předmět byl zařazen do studijního plánu bakalářského studia po rekonstrukci studia na bakalářské a navazující magisterské studium. Předmět Šlechtění rostlin mají zařazen studenti studijního oboru Fytotechnika až v navazujícím magisterském studiu. Proto je v předmětu Odrůdy, osivo a sadba (ve zkratce OOS) a tudíž i v tomto učebním textu, nutné uvést základy šlechtění rostlin. Bude to prospěšné pro seznámení studentů s procesem vzniku nové odrůdy a postupem při jejich registraci. Pozornost v textu těchto skript je tedy věnována novošlechtění a udržovacímu šlechtění (udržování) odrůd plodin, které jsou v České republice pěstovány na větších plochách, nebo jsou pro ČR z hlediska produkce významné, tj. drobnosemenných obilnin, kukuřice, řepky, bramboru a cukrovky. Dále je v textu věnován prostor pro získání zásad semenářství a produkce sadby a semenářské kontroly. Studenti budou v textu seznámeni také s historií šlechtění a semenářství a rovněž s platnými právními předpisy v uvedených oblastech činnosti.

1. ŠLECHTĚNÍ ROSTLIN

Šlechtění rostlin je cílevědomá lidská činnost zabývající se vytvářením (šlechtěním) nových odrůd polních plodin, okrasných i lesních druhů. Výsledkem takové činnosti jsou tedy nové odrůdy, případně i nové druhy (např. tritikale), jejichž vlastnosti jsou geneticky fixovány a přenášeny na potomstvo. Šlechtění je rovněž možné označit za vědní obor, který využívá a navazuje na poznatky řady dalších vědních disciplín (botaniky, fyziologie rostlin, biochemie, genetiky a cytogenetiky, biometriky, pěstování rostlin, rostlinolékařství, a dalších), a současně staví na poznatcích vlastní disciplíny. V moderním šlechtění se uplatňují poznatky biologických věd a biotechnologických technik (metod *in vitro*, metod transgenoz, metod molekulární genetiky, např. využívání markerů DNA aj.). Do poznání Mendelových zákonů (1865) bylo šlechtění označováno za umění. Šlechtění můžeme označit v podstatě za evoluci, podobné evoluci přírodních druhů, avšak řízenou člověkem. Šlechtění rovněž zahrnuje udržování (dříve obvyklejší termín udržovací šlechtění) a rozmnožování odrůd registrovaných

a doporučených k pěstování, tzn. odrůd, které svými znaky produkce, kvality a dalšími hospodářsky významnými vlastnostmi splňují požadavky uživatelů.

1. 1. Význam šlechtění rostlin

Pojem šlechtění rostlin lze tedy označit za činnost, která má za cíl vyšlechtění nové **odrůdy**. Z tohoto pohledu je šlechtění rostlin pojímáno jako tvůrčí činnost, která využívá vědeckých poznatků i získaných zkušeností ke genetickému pozměňování rostlin podle požadavků a potřeb člověka.

Šlechtění umožňuje prostřednictvím nových, výkonnějších, odolnějších a kvalitnějších odrůd zvyšovat objem a kvalitu produkce plodin. Pro podmínky ČR platí, že zvyšovat produkci nelze rozšiřováním ploch všech pěstovaných plodin, plochy některých plodin se mohou rozšiřovat pouze na úkor jiných. Je skutečností, že plocha orné půdy se u nás nerozšiřuje, ale zmenšuje. Proto šlechtění plodin musí vytvářet výkonnější odrůdy. Byly vyšlechtěny odrůdy odolnější vůči chorobám a škůdcům, odrůdy ranější (např. kukuřice do vyšších, chladnějších oblastí s kratší vegetační dobou). V současnosti je velkým úkolem šlechtitelů šlechtit odrůdy odolávající abiotickým stresům (suchu, zamokření, teplotním extrémům aj.). Význam a úkoly šlechtění z hlediska praktického souvisejí s hlavním posláním zemědělské výroby, které spočívá v zajišťování produkce potravin pro lidskou populaci. V této souvislosti je vhodné se zmínit o ocenění úspěšného šlechtitelského úsilí prof. Borlauga v Mexiku, který v roce 1970 obdržel Nobelovu cenu míru za řešení tzv. „zelené revoluce“, tj. vyšlechtění zakrslých odrůd pšenice pro území rozvojových zemí, kde dřívější odrůdy nedávaly výnos. Tyto vyšlechtěné výkonné odrůdy pšenice pomohly vyřešit problém hladu asi 100 miliónů lidí v Mexiku, Indii, Pákistánu aj.

Uvádí se, že v USA žádná jiná investice nepřinesla takový zisk, jako investice do šlechtění rostlin (Chloupek, 2008).

Šlechtitelský proces, tj. doba, ve které vzniká nová odrůda (**kandivar**) se také označuje jako **novošlechtění**, zatímco **udržovací šlechtění**, neboli **udržování** odrůdy je postup k udržení odrůdových vlastností registrované odrůdy, homogenity a k zajištění dostatku osiva pro další množení. Produktem udržování je **základní osivo (basic seed)**. Udržovací šlechtění pečuje o udržení genotypu a úrovně charakteristiky vyšlechtěné odrůdy a současně o její rozmnožování.

Vyšlechtění nové odrůdy je záležitost dlouhodobá, neboť trvá zpravidla více než 10 let, u víceletých plodin také až 20 let. Vyšlechtění nové odrůdy je práce náročná, která vyžaduje vytrvalost, trpělivost a plnou oddanost. Vyžaduje také dobré odborné teoretické vědomosti a

praktické zkušenosti. Šlechtitel musí kriticky posoudit rozsáhlý výchozí šlechtitelský materiál, řadu alternativních metod šlechtění, musí mít schopnost vytvořit účinnou a výkonnou strategii šlechtění.

2. HISTORIE A TRADICE ŠLECHTĚNÍ

Potřebnost cíleného zvyšování produkce rostlin a současně zvyšování výroby potravin i prostřednictvím šlechtění je patrné např. z citace z „Gulliverovy cesty“ (Johnatan Swift, 1726):.... “kdokoliv umožní růst dvou klasů nebo dvou listů tam, kde předtím na stejném místě rostl jeden, zaslouží si úctu lidského pokolení a vykonal pro svou zemi větší službu než celý zástup politiků“....(Chloupek, 2008).

Šlechtění je staré jako samo pěstování rostlin, což dokládají historické nálezy. Mnohotvárnost rostlinných forem byla známá již ve starověku, to potvrzují např. nálezy v hrobkách faraonů. Domestikace rostlin i zvířat nastala ve starší době kamenné, v úrodných oblastech – údolí Tigridu, Mexiku aj. Nejdříve byly pěstovány zejména obilniny (ječmene, pšenice, proso v jihozápadní Asii a v Evropě, rýže v Asii, kukuřice na západní polokouli), následovaly luskoviny, zeleniny, len a podstatně později okopaniny, ovoce.

Nejpozději byly záměrně pěstovány rostliny produkující drogy (kávovník, čajovník, tabák) a květiny. Ještě později to byly pícniny, oves, žito (původně to byly plevele), které začaly být pěstovány v posledních dvou až třech tisíciletích. **Matthioli** ve svém herbáři uvádí (1562), že se v Čechách v té době pěstovalo dvanáct druhů obilnin s třiceti pěti odrůdami, což svědčí o velké diverzitě záměrně pěstovaných rostlin (plodin).

Již starověcí učenci **Plinius**, **Columela** doporučovali vybírat zrna z největších klasů, zrna hladká, tvrdá, velká se zlatavým leskem, která mohou dát nejvyšší výnos. Obdobné doporučení je obsaženo v byzantské zemědělské encyklopedii z 10. stol. (Chloupek, 2008) Již tehdy doporučovali – **výběr** (klasový), neboli **selekci**, která je dodnes často používanou šlechtitelskou metodou.

Záměrné šlechtění bylo umožněno až objevem pohlavnosti rostlin **Camerariem** v sedmáctém století. Tento objev umožnil přenos pylu na vybranou bliznu, což učinili také v tomto století Angličané **Grew** a **Millington**. Za zakladatele praktického šlechtění se považuje Angličan **Knight** (1759 – 1838). Francouz **Vilmorin** (1816 – 1860) zavedl individuální výběr se zkoušením potomstev (na nich se projeví genotyp rodiče).

Největší přínos k praktickému šlechtění znamenaly výsledky slavného moravského rodáka, jehož jméno nosí naše univerzita, **Johanna Gregora Mendela** (narozen 20.7.1822 v

Hynčicích, zemřel 6.1.1884 v Brně). Jako první formuloval a publikoval v r. 1865:...“pouze hybridizace může vytvořit novou genetickou variabilitu“. Postavil pravidla, podle nichž se opakovaly stejné formy hybridů, což dalo podnět k jeho dalším experimentům. Tyto prováděl v zahradě Starobrněnského kláštera na dnešním Mendlově náměstí v Brně. Významnou roli v oblasti genetiky a šlechtění měl opat starobrněnského kláštera **C. F. Napp**, pozdější Mendelův představený.

Mezníkem ve vývoji šlechtění rostlin je rok 1900, kdy byly **De Vriesem, Corrensem** a **Tschermakem** nezávisle na sobě znovuobjeveny Mendelovy zákony dědičnosti. Jak už se v historii stává, tyto objevy J. G. Mendela byly zapomenuty a až v roce 2000 bylo v Brně oslaveno 100 let od jejich znovuobjevení. Prof. **Tschermak** až v roce 1900, jako první hybridizaci využil při šlechtění odrůd ječmene, vyšlechtil odrůdu *Židlochovická Alfa*, propagoval využití Mendelových zákonů při šlechtění zejména u *Hanáckého ječmene*. Rozvoj šlechtění v našich podmínkách se datuje po r. 1800. Centrem šlechtitelských snah byla Morava, (šlechtění jemnovlnných ovcí s rozvojem textilního průmyslu), **Ch. C. André** zdůrazňoval vědeckost této práce, seznamoval s průkopnickým šlechtěním v Anglii, zasloužil se o vybudování stanice pro šlechtění vinné révy. Kongres střeoevropských zemědělců a lesníků v r. 1840 v Brně věnoval velkou pozornost otázkám hybridizace a šlechtění. Nejznámějším šlechtitelem v té době byl **Em. Proskowetz** mladší (1849-1944) na Hané v Kvasicích, který z krajové odrůdy získané od rolníka z Holešova vyšlechtil zpočátku hromadným klasovým výběrem z krajových odrůd, později (od r. 1885) individuálním výběrem nejlepších linií odrůdu *Hanácký Pedigree*. Jeho šlechtitelské snahy byly motivovány tím, že odrůdy importované z Anglie u nás trpěly suchým klimatem. Vyšlechtěná odrůda dala základ odrůdám hanáckého sladovnického ječmene nejen u nás, ale i odrůdám v Německu a ve Švédsku, její osivo se vyváželo do mnoha zemí Evropy, sev. Afriky a Přední Asie.

Cukrovou a krmnou řepu šlechtili **Wohanka** v Hostivicích a **Zapotil** ve Věrušicích a v Úholičkách, od zač. 20. stol. pak **Bartoš** a **Stehlík**. **Adolf Dreger** (1872 – 1936) byl majitelem šlechtitelské stanice, šlechtil převážně individuálním výběrem z krajových odrůd pšenici, žito, a další druhy, spolupracoval s prof. **Fruwirthem** z vídeňské university (na Mendlově ul., dnešní Universität für Bodenkultur Wien (BOKU). Prof. **Frimmel** byl zakladatel vědeckého pracoviště Mendeleum v Lednici na Moravě (pokračovatel práce prof. Tschermaka) a zabýval se šlechtěním zeleniny a tabáku, byl průkopníkem heterozního šlechtění. **Rambousek** šlechtil přesevné žito a ječmen, **J. Mackovík** (1876 – 1943) byl vynikající šlechtitel sladovnického ječmene, zakladatel šlechtitel Zemského ústavu pro šlechtění rostlin v Přerově, založil svaz šlechtitelů rostlin. **Jan J. Vaňha** šlechtil hanácké

odřůdy ječmene, spolupracoval jako ředitel Moravského Zemského Ústavu (dnešní budovy ÚKZÚZ v Brně) s vídeňskou universitou. **Jindřich Macalík** – vynikající šlechtitel sladovnického ječmene, navštívil v r. 1898 později významnou švédskou šlechtitelskou stanicí (Svolöv). Prvním šlechtitelem ovoce byl **Josef Eduard Proche** – (1822–1908), šlechtitel křížením jabloně, **K. Dvorský** vynikl šlechtěním *Pražské brukve*, rod **Pourův** odrůdami zelí, atd.

Značný vliv na rozvoj šlechtění měly Ústavy pro zušlechťování rostlin při Vysokých školách zemědělských v Praze (prof. **Munzar**) a v Brně (prof. **Kočnar**). Celosvětově významnou šlechtitelskou prací bylo vyšlechtění odrůdy ječmene jarního **Diamant J. Boumou**, docentem bývalé VŠZ v Brně, pomocí mutagenese v roce 1965. Tato odrůda změnila fenotyp ječmene zkrácením délky stébla a zvýšením počtu plodných odnoží. Odrůdy ječmene, vyšlechtěné následně za použití odrůdy *Diamant* vytvořily tzv. diamantovou řadu, vynikaly stabilním výnosem a nepoléhavostí. Odrůda se dostala do pedigree více jak 100 odrůd u nás i ve světě.

Prudký rozvoj šlechtění nastal po 1. světové válce, rozvíjela se i legislativní stránka šlechtění a semenářství. Již v r. 1921 přijala Československá republika zákon č. 128 o původnosti odrůd a uznávání osiva a sadby a zkoušení odrůd. V roce 1945 byl na území Čs. republiky 45 šlechtitelských stanic, z nichž většina po r. 1948 byla znárodněna. V dalším období procházely řadou reorganizací až nakonec byly začleněny pod VHJ OSEVA pro oblast šlechtění polních plodin a SEMPRA pro oblast šlechtění zelenin, květin a ovocných a okrasných dřevin. Organizace zabezpečovaly šlechtění nových odrůd, udržovací šlechtění, výrobu osiv a jejich finální úpravu, včetně prodeje uživatelům, začleňovaly i příslušnou vědeckovýzkumnou základnu i se širším posláním pro oblast rostlinné výroby. I přes nejednoduchou situaci v oblasti šlechtění v daném období se přesto zachovala poměrně dobrá úroveň šlechtění mnoha plodin díky respektování osobní motivace šlechtitelů na výsledcích šlechtění. OSEVA i SEMPRA se postupně rozdělovaly na řadu samostatných podniků, některé se ještě v procesu privatizace dál dělily. V dané oblasti začala působit řada subjektů, zpočátku i státních podniků, později subjektů na podnikatelské bázi.

K organizaci a podpoře vzájemné spolupráce a k obhajobě zájmů v oblasti šlechtění a semenářství na úseku obchodu, ochrany odrůd a rozvoje šlechtitelské a semenářské činnosti vytvořily šlechtitelské a semenářské firmy v roce 1990 zájmové sdružení Českomoravskou šlechtitelskou a semenářskou asociaci (ČMAŠS). Asociace je nevýdělečnou organizací a její cíle jsou naplňovány prostřednictvím šlechtitelské komory, semenářské komory, 10 plodinových sekcí a pracovních skupin. Asociace je členkou Mezinárodní federace obchodu s

osivem (FIS) a Mezinárodní asociace šlechtitelů rostlin (ASSINSEL, byla založena v roce 1938).

3. OBECNÉ ZÁKLADY ŠLECHTĚNÍ ROSTLIN

3.1 Základní šlechtitelské pojmy

Kmen: bezprostřední potomstvo jedné rostliny, klonu, vzniklé generativně bez ohledu na cizosprašení či samosprašení. Následné generace u cizosprašných jsou rod, rodina.

Linie: generativní potomstvo jedné rostliny, vzniká opakovanou autogamizací, rostliny v rámci linie jsou po několika generacích samoopylování (autogamizace) značně homozygotní.

Kmenová matka (KM, Km): rostlina, vybraná ze štěpící populace - je-li homozygot pak potomstvo tvoří čistou linii, geneticky identickou, - je-li heterozygotní, pak po autogamizaci štěpí, po opakované autogamizaci lze získat také linii. KM tvoří základ pro selekci, neboli výběr, při novošlechtění i udržování odrůd.

Odrůda: v zákoně (219/2003 Sb.) je charakterizována *jako soubor jedinců uvnitř nejnižšího botanického třídění, definovaný projevem genetických znaků, které si při reprodukci zachovává. Odlišuje se alespoň jedním z projevených znaků nebo jejich kombinací od jiných odrůd.*

Základní jednotkou botanického třídění je **druh**, dále se člení na **poddruh, varietu a odrůdu (kultivar)**.

Vlastnosti odrůd se zkoušejí v tzv. **DUS** testech (zkratka vznikla z prvních písmen anglických výrazů následujících zkoušených vlastností odrůd) zkouškách, které provádí – Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (ÚKZÚZ), podrobněji bude uvedeno dále ve skriptu.

Odrůda musí být:

- **Odlišitelná** (difference) od jiných odrůd svými vlastnostmi,
- **Uniformní** (uniformity), tj. rostliny uvnitř odrůdy musí být do určité míry navzájem podobné (více u samosprašných), aby byly odlišitelné od rostlin jiné odrůdy,
- **Stálá** (stability), tj. následná generace musí být shodná s předchozí

A nově přibyla **novost** a zkoušení tzv. **užitné hodnoty**, kterou může být např.: výnos, odolnost vůči chorobě či škůdci, lepší kvalitativní vlastnosti - vyšší obsah lepku, vyšší podíl nenasycených mastných kyselin v oleji apod. Přínos nové odrůdy by měl být přínosem alespoň pro jeden region pěstování.

K obecným základům šlechtění rostlin můžeme zahrnout:

1. Reprodukci rostlin

2. Strategii šlechtění.

3. 2. Reprodukce rostlin

Rostliny se mohou rozmnožovat dvěma zásadními způsoby:

- **vegetativně** – prostřednictvím oček, hlíz, výhonků aj., i apomixií (semenem vyvinutým bez oplození, např. lipnice),
- **generativně** – rozšířenější způsob, prostřednictvím semen po samosprášení (autogamii) či cizosprášení (allogamii).

V přírodě je:

- více cizosprašných cca 71 % (u plodin pak 28 %),
- samosprašných cca 20 % (u plodin pak 45 %),
- částečně cizosprašných 9 % (u plodin pak 28 %),

tzn. že pěstované plodiny jsou převážně samosprašné.

Stupeň cizosprášení či samosprášení závisí na podmínkách prostředí (sucho, vlhko, činnost opylovačů),

- u samosprašných při otevřeném kvetení (řepka, bob) – dochází částečně i k cizosprášení (určité procento rostlin),
- u kleistogamicky kvetoucích (ječmen, pšenice) se může vyskytnout opylení cizím pylem (z jiné rostliny), avšak tyto heterozygoti jsou později další autogamizací vyloučeni.

U **samosprašných**: nevznikají nové rekombinace, mutace jsou omezeny většinou jen na jednu linii – jejich variabilita je proto dána podílem linií, ne novými typy. Patří k nim: pšenice, ječmen, oves, hrách, fazole, soja, len, tabák, rajčata a další, (cizosprášení nepřevyšuje 4–5 %), s vyšším podílem cizosprášení: jsou např. řepka, bob, okurky.

Cizosprašné plodiny jsou: kukuřice, žito, řepa, vojtěška, jetel luční a plazivý, pícní trávy s výjimkou lipnice luční, zelí, chmel, jabloň, hrušeň, švestka, mrkev, špenát, ořech aj.

Zábranou samosprášení je u nich např. dřívější dozrávání blizny než prašníků, či naopak, heterostylie, nebo je podmíněno opylovači (hmyzem), inkompatibilita (pyl téhož květu neklíčí na blizně téhož květu). Genetická struktura je charakterizována heterozygotností a samosprášení snižuje životnost a výkonnost populací.

3. 3. Typy odrůd

Typ odrůdy je dán do značné míry způsobem reprodukce dané plodiny. U současně šlechtěných plodin se rozlišuje několik typů odrůd z hlediska jejich genetické struktury a reprodukce. Požadovaný typ odrůdy určuje způsob šlechtění. Např. kombinační schopnost má

více význam při sestavování hybridních a syntetických odrůd, metody inbreedingu jsou důležité při šlechtění odrůd linií, vložit čárku ale nemají význam při práci s klony apod.

Klony se vyskytují u vegetativně množených druhů jako je brambor, ovocné druhy, chmel, réva, česnek aj. Množení se děje pomocí řízků, oddělků, hřížením, cibulemi, hlízkami - sadba, prakticky nemají genetickou variabilitu.

Další typy odrůd se množí semeny:

Linie – sestávají ze skupiny rostlin stejného genetického původu u samosprašných, odrůdy mohou být i víceliniové. Činí-li samosprašení: více jak 95 % považují se za čistě jednoliniové, méně než 95 % a více než 80 % to jsou linie, i když se uvnitř liší. Poměrně snadno se reprodukuje. Víceliniová odrůda je tedy směsí linií přesahujících 5 % z celku, může sestávat ze dvou či více izogenních linií, lišících se většinou produktivností, odolností a j.

Kříženci, neboli **hybridy**, sestávají z první generace (F_1) po kontrolovaném křížení: mezi dvěma liniemi, dvěma jednoduchými kříženci (SC), dvěma klony nebo odrůdami. Jejich fenoménem je heterozní efekt v F_1 generaci. Představují narůstající skupinu odrůd, zejména u cizosprašných, méně ale v současné době také častěji i u druhů samosprašných.

Populace – vyskytují se u cizosprašných rostlin (příkladem je žito, i když dnes se pěstují i hybridní odrůdy, zahradní plodiny), většinou jsou složeny z více rodin, což je příčinou určité nevyrovnanosti, heterogenity, bez migrací, selekce a mutací zůstávají v následných generacích konstantní – např. krajové populace představují z hlediska genetické struktury heterogenní populace.

Syntetické populace – jsou obdobou kříženců, vznikají záměrným kombinováním klonů a linií tak, aby po několik generací poskytovaly vysoký výnos - na rozdíl od hybridů - i počet rodičů bývá vyšší než u hybridů, pět a více.

Požadovaný typ odrůdy určuje způsob šlechtění např. kombinační schopnost má více význam při sestavování hybridních a syntetických odrůd, metody inbreedingu jsou důležité při šlechtění odrůd linií, ale nemají význam při práci s klony apod.

U některých druhů plodin existují a šlechtí se v současnosti odrůdy různého typu – např. u řepky jsou odrůdy jak typu linie, tak i hybridy, ty jsou dnes jí běžně používány u žita a nověji i u pšenice.

Pomocí genových technologií se vytvořila nová skupinou odrůd (ne dle genetického typu), mohou být šlechtěny u různých genetických typů odrůd, jsou to tzv. **geneticky modifikované, transgenní odrůdy (GMO, GM odrůdy)**.

3. 4. Strategie šlechtění

Strategie šlechtění zahrnuje v podstatě tři elementy:

- šlechtitelský systém – metody
- zkušenost šlechtitele
- styl šlechtitele.

Poslední dva elementy jsou nejdůležitější, šlechtitel se k nim dopracuje praktickými zkušenostmi, styl představuje způsob realizace šlechtění, úroveň realizace – aplikace šlechtitelských metod.

Na volbě zvolené šlechtitelské metodě, postupu, se podílí:

- stanovení vhodného cíle šlechtění
 - výběr rodičů - výchozí materiál
 - vhodná metoda hybridizace (rozšíření variability)
- a správné vedení hybridní populace.

3. 4. 1. Obecné cíle šlechtění

Cílem šlechtění je v podstatě limitující faktor již současných, vyšlechtěných odrůd, jde tedy o jejich zlepšení např. v oblasti zvýšené odolnosti k chorobě, škůdci, zlepšení výnosu, či kvality produktu. Šlechtitel se většinou soustředí na jeden cíl, který bude žádaný v době, kdy odrůda bude vyšlechtěna. Vzhledem k tomu, že šlechtění odrůdy trvá 10 i více let (u obilnin obvykle 12), musí šlechtitel předvídat, naplánovat šlechtitelské cíle tak, aby jeho odrůda byla na trhu v době vyšlechtění žádaná.

Šlechtění přímo na výnos je obtížné, je podmíněno mnoha geny, je to v podstatě šlechtění na adaptabilitu k odlišným podmínkám prostředí. Je možná adaptace specifická – na určité podmínky, či obecná – na větší rozsah prostředí. V prvním případě poskytuje odrůda vysoké výnosy pouze v prostředí, pro které byla vyšlechtěna, v druhém případě dává odrůda nižší, stálé výnosy v odlišných prostředích.

Většinou se používá jako nepřímé šlechtění na výnos šlechtění na rezistenci (odolnost), která bývá geneticky jednoduše řízena. V současnosti je aktuální šlechtění např. na suchovzdornost, zvýšené teploty vzduchu – teplejší klima u obilnin. Významným šlechtitelským cílem je **výnos kvalitního tržního produktu**, např. kvalitního zrna pšenice, ječmene, kvalita hlíz bramboru. Zvýšení výnosu zrna šlechtěním se docílilo jeho vyšším podílem na produkované biomase, tj. zvýšením sklizňového indexu. Výnos biomasy se však šlechtěním zvyšuje jen málo, proto jsou úspěšnější šlechtitelé zrnin, ve

srovnání se šlechtiteli píce, u kterých se sklízí celá nadzemní biomasa (kukuřice, vojtěška aj.).

Němečtí pěstitelé považují za nejdůležitější šlechtitelské cíle u obilnin toleranci k suchu, k přezimování, nepoléhavost, zdravotní stav klasů, listů, pat stébel, odolnost k porůstání aj. (Chloupek, 2008).

Kvalita nabývá stále více na významu, zejména při nasyceném trhu s potravinami, kdy je potravin dostatek. Za takové situace spotřebitel vyhledává nové, neobvyklé vlastnosti (jiný tvar či barvu zeleniny, např. žlutá nebo malá rajčata) i za vyšší cenu. Šlechtění na **nepoléhavost** - ovlivňuje výnos i adaptabilitu, kvalitu i obtížnost sklizně, zejména při vysokých výnosech. Šlechtění na **ranost** – souvisí i cenou produktu, např. u bramboru.

Je důležité zkoušení odrůdy během šlechtění v různých prostředích – lokalitách, letech, aby se získala informace o adaptabilitě odrůdy na nepříznivé podmínky prostředí. Novošlechtění, které šlechtitel ukončil, po zkouškách v různých prostředích, přihlašuje k registraci do registračních pokusů, které jsou v kompetenci Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského (ÚKZÚZ). Po úspěšném zkoušení **kandidátu** (kandidát na odrůdu), provede zaregistrování do Seznamu registrovaných odrůd v ČR Národní odrůdový úřad – NOÚ (při ÚKZÚZ). Vzhledem k našemu členství v Evropské unii, se stává nově zaregistrovaná odrůda i součástí Společného evropského katalogu odrůd. Tak může být např. odrůda registrovaná v Maďarsku pěstována v ČR.

3. 4. 2. Výchozí materiál pro šlechtění

Odrůda nově vyšlechtěná má většinou nahradit nějakou dosavadní registrovanou odrůdu a tato by mohla být volena za jednoho z rodičů. Obvykle bývá zapotřebí vnést do nové odrůdy (nového genotypu) geny z více rodičů, pro jistější úspěch, pro kombinaci vlastností. Pokud se požadovaná vlastnost nevyskytuje u našich, či zahraničních, evropských odrůd, musí šlechtitel provádět během novošlechtění screening, tj. výběr genotypů v provokačních podmínkách.

Výchozí materiál pro šlechtění nové odrůdy (novošlechtění) můžeme rozčlenit do dvou skupin:

1. **Odrůdy adaptované** – tj. přizpůsobené pěstitelským podmínkám - technologiím pěstování, pro který se nová odrůda šlechtí (vlastní i zahraniční odrůdy ze srovnatelných pěstitelských podmínek), tzn. odrůdy výnosné, s vyhovující kvalitou. Šlechtěním se pak má buď výnos či kvalitu zvýšit, nebo se mají zkombinovat vlastnosti rodičovských odrůd.

Při novošlechtění dává šlechtitel často přednost svým odrudám, protože zná jejich genetické pozadí, variabilitu, hospodářské vlastnosti a předvídá vlastnosti nové odrůdy.

2. **Exotický – neadaptovaný materiál** – pro získání nové vlastnosti, např. krajové odrůdy (jsou adaptovány pouze ke klimatickým a půdním podmínkám, nikoliv pro pěstitelské podmínky – technologie pěstování – nemají výnos ani kvalitu), bývá to rezistentní nešlechtěný materiál – plané druhy, používané pro získání rezistence k chorobám i ke vlivu nepříznivých podmínek.

Výchozí šlechtitelský materiál (geneticky různorodý) může šlechtitel získat na šlechtitelských pracovištích (nejčastěji na svém pracovišti), genových bankách (u nás v Genové bance ve Výzkumném ústavu rostlinné výroby v Praze), výzkumných ústavech našich, případně i zahraničních. Popisy nových odrůd lze najít v odborném tisku (Úroda, Zemědělské noviny), vědeckých časopisech (Czech Journal Genetics and Plant Breeding), na webových stránkách UKZÚZ, přímo na šlechtitelských a osivářských firmách.

3. 4. 3. Vytváření genetické variability

Obecnému schématu novošlechtění odrůd je možné přiřadit následující postup:

- Vytvoření genetické variability
- Screening (vyhledávání), selekce, ustálení (zúžení) variability
- Zkoušky výkonnosti a zdravotního stavu
- Přihlášení novošlechtění (kandidaturu) k registraci, zkoušky pro registraci – ÚKZÚZ – NOÚ.

Výchozí materiál většinou nemívá dostatečnou genetickou variabilitu, proto šlechtitel na počátku šlechtění používá metody, kterými lze genetickou variabilitu výchozího materiálu zvýšit. K nejčastěji používané metodě patří bezesporu: křížení. Jak již bylo zmíněno výše, jako první J. G. Mendel (1865) ve své práci popisuje, že pouze hybridizace může přinést novou genetickou variabilitu. K dalším, novějším metodám rozšiřování genetické variability náleží: mutace, polyploidizace a nové biotechnologické postupy, které rovněž mohou být zdrojem nové genetické variability.

3. 4. 3. 1. Křížení (hybridizace)

Výchozí štěpící populaci lze vytvořit křížením dvou, tří, nebo čtyř rodičů. Štěpení u potomstva po křížení nastává u samosprašných druhů plodin v F_2 generaci, u cizosprašných v F_1 generaci po křížení.

Komplexní štěpící populaci můžeme vytvořit křížením:

a) **konvergentním** (přibližovacím), za použití více než čtyř rodičů, např. $(A \times B) \times (C \times D) \times (E \times F)$. Kombinování více rodičů je však zdlouhavé a šlechtitelé často používají více hybridních kombinací (např. při novošlechtění ječmene na šlechtitelském pracovišti Plant Select v Hrubčicích vytvářejí stovky hybridních kombinací – sdělení úspěšného šlechtitele Ing. P. Svačiny). Názor šlechtitele pšenice ze stejné šlechtitelské stanice (Ing. T. Nováčka): ..“vybírat ke křížení podobné odrůdy – rychlejší a úspěšnější získání nové odrůdy“.

b) **dialelním křížením**, a to buď úplným (včetně reciprokého křížení) nebo neúplným (bez reciprokého křížení). Máme-li k dispozici např. šest rodičů: křížíme $A \times B, A \times C, A \times D, A \times E, A \times F, B \times C, B \times D, B \times E, B \times F, C \times D, C \times E, C \times F, D \times E, D \times F, E \times F$ (dostáváme tak $n \times n-1/2$ kombinací, tj. 15), při reciprokém použijeme ještě otcovské odrůdy (uvádí se vždy při značení písmeny na druhém místě) jako matky : $B \times A, C \times A$ atd. a dostáváme $n \times n-1$ hybridních kombinací (v našem případě 30).

Při praktickém křížení rostlin se postupuje takto:

- Výběr rodičů pro křížení – zohledňuje se: výnos, vzhled, doba metání (zralosti prašníků), kvalitativní ukazatele rodiče, zdravotní stav a další pro šlechtitele rozhodující vlastnosti. Jejich výsev se volí tak, aby mateřské komponenty byly vysety v blízkosti otcovských komponent (přenos pylu), někdy musí být voleny z hlediska nestejně ranosti komponent postupné výsevy k dosažení synchronizace kvetení obou komponent.
- Mechanická kastrace - volí se většinou (případně chemická kastrace)
- Nanášení pylu - opylování
- Označování kříženců
- Sklizeň podle označených hybridních kombinací.

c) **Zpětné** (rekurentní) křížení, používá se často při šlechtění na rezistenci,

d) **vzdálená hybridizace** - je jí myšleno mezidruhově a mezirodové křížení. Pro úspěch tohoto typu křížení je třeba, aby rodiče měli několik společných chromozomů. Když se křížení nedaří, používají šlechtitelé mnohé metodické možnosti, např. křížení pomoci, reciprokého a zpětného křížení, zkrácení čnělky, odstranění blizny a její nahrazení agarem, aplikace růstově aktivních látek či extirpace embryí a jejich dopěstování jako explantátových kultur, roubování mateřské rostliny na otcovskou, zdvojení chromozomů a další. Šlechtitelé odrůd bramboru používají u těch odrůd, které běžně nevytváří květenství

(pohlavní orgány), pěstování tzv. na cihlu, kdy za omezených podmínek výživy donutí ve skleníku rostlinu ke kvetení.

Jako příklad vzdálené hybridizace je vznik mezirodového hybridu **tritikale** $2n = 56$ (oktoploidní forma)

⇒ 3 genomy pšenice AA BB DD a 1 genom žita (RR)

Triticum aestivum x **Secale cereale**

($2n = 42$)

($2n = 14$)

↓

F₁ $2n = 28$ (neplodná forma)

↓

polyploidizace

↓

$2n = 56$ **plodný oktoploidní amfidiploid** (8 x n)

pozn.: amfidiploid – v somatických buňkách má diploidní chromozomy dvou rodičovských druhů, diploidní buňka obsahuje dvě chromozomové sádky, jednu z mateřského, druhou z otcovského dědičného materiálu;

Mezidruhové hybridy *Triticum aestivum* x *Triticum durum* daly vznik ozimým tvrdým pšenicím. Velmi často se používá mezidruhové křížení při šlechtění bramboru na rezistenci, kříží se různé druhy rodu *Solanum*, např. *S. Tuberosum* x *S. phureja*, či *S. andigenum*. U řepy cukrové bylo křížení uvnitř rodu využito pro vyšlechtění jednosemenných, ale i rezistentních a suchovzdorných odrůd. Mezidruhové hybridy mezi *Medicago sativa* x *M. falcata* se využívají ve šlechtění vojtěšky na zimovzdornost a suchovzdornost. Kříženci *Lolium multiflorum* x *L. perenne*, *Lolium* x *Festuca* se využívají pro vyšší výnos než mají použité rodiče. Mezirodové hybridy už byly získány např. mezi *Triticum* x *Hordeum* = *Tritordeum* a *Triticum* x *Aegilops*, *Secale*, *Hordeum* x *Elymus*, *Zea* x *Tripsacum*, rovněž mezi rody *Brassica*, *Raphanus* a *Sinapis*.

3. 4. 3. 2. Mutace

Mutace je náhlá, kvalitativní změna genotypu, také se označuje jako změna „skokem“. Proces mutageneze vedoucí ke vzniku nové vlastnosti odrůdy, nebo výchozího materiálu nebývá často úspěšný, což dokazuje nevelké množství odrůd takto vyšlechtěných. Příčinou bývá její malá účinnost z důvodu řízení konkrétní vlastnosti mnoha geny. Rozsah materiálu pro mutagenezi by měl být široký, z důvodu pravděpodobnosti její úspěšnosti. V přírodě se

vyskytují ojediněle i spontánní mutanti, samovolné mutace. Jako mutagen, tj. účinnou látku záměrně vyvolávající mutaci řadíme:

- chemické mutageny, nejčastější bývá ethylmetansulfát (EMS), dietylsulfát (DES) aj.,
- fyzikální mutageny: záření X, gama, beta, neutronové, ultrafialové.

Rozlišují se následující typy mutací:

- genomové (spočívají ve změně počtu chromozomových sádek nebo jejich částí),
- chromozomové, tj. chromozomální aberace (delece, inverze, duplikace, bodové – změna nukleotidových bazí- adice, či delece nukleotidů) a translokace,
- genové (bodové) znamenají změnu nukleotidových bazí genu, jsou vyvolávány pomocí chemických i fyzikálních mutagenů,
- nechromozomové, dochází k nim v cytoplasmě, jako příklad lze uvést cytoplazmatickou pylovou sterilitu (CMS), ovlivní se DNA mitochondriového a plastidového genomu, změny se přenáší do dalších generací většinou cytoplazmou vaječné buňky, vyvolává se těžkými kovy (ethidium bromid), antibiotiky (např. streptomycinem), EMS i zářením.

Aplikace mutagenu je akutní, krátkodobá (minuty, hodiny), nebo chronická (týdny, roky), dávka musí být taková, aby asi 50 % vyklíčilo a vytvořilo rostliny s klíčovými semeny (LD_{50}), musí se experimentálně stanovit. Mutagen se aplikuje na semena, semenáčky, pylová zrna, řízky, apikální pupeny, rostlinné explantáty, poté se musí semena proprat ve vodě a ihned vyset. Velmi často se setkáváme po vysetí mutagenem ošetřených semen se ztrátou chlorofylu u některých rostlin.

Je třeba zdůraznit s ohledem na lidské zdraví opatrné zacházení s mutageny! Je nezbytně nutné vědět, jakou vlastnost chceme pomocí mutagenese získat, jakou mutaci očekáváme. Výchozí materiál musí mít všechny požadované vlastnosti kromě té, kterou indukujeme mutací. Dále je třeba vědět, jak se při screeningu tato vlastnost pozná. Vždy je vhodné srovnávat zmutovanou rostlinu s kontrolními rostlinami, tj. s těmi, které mutagenem ovlivněny nebyly. Mutace jsou většinou recesivní povahy, fenotypově se projeví až v homozygotním stavu, tj. po samoopylení M_1 generace (takto se mutantní generace označují), proto je třeba rostliny pěstovat v izolaci, aby se v M_2 rozlišily mutanty od rekombinantů, tj. rostlin vzniklých náhodným křížením. Proto je také vhodnější používat mutagenese u samosprašných rostlin. Tuto metodu použil s úspěchem **J. Bouma** (1965), šlechtitel ječmene a pšenice, později docent VŠZ (dnešní Mendelovy univerzity v Brně). Vyšlechtil jako první v ČR pomocí mutagenese odrůdu ječmene *Diamant*, když použil záření X na obilky odrůdy *Valtický*. Oproti původní odrůdě měla odrůda *Diamant* kratší stéblo (o 15 cm), zvýšený počet klasů (o 200 – 300 klasů/m² a tím i vyšší výnos zrna. Znamenala přelom ve šlechtění odrůd

ječmene. Stala se velmi známou odrůdou, bylo z ní vyšlechtěno mnoho odrůd v ČR a v zahraničí.

3. 4. 3. 3. Polyploidizace

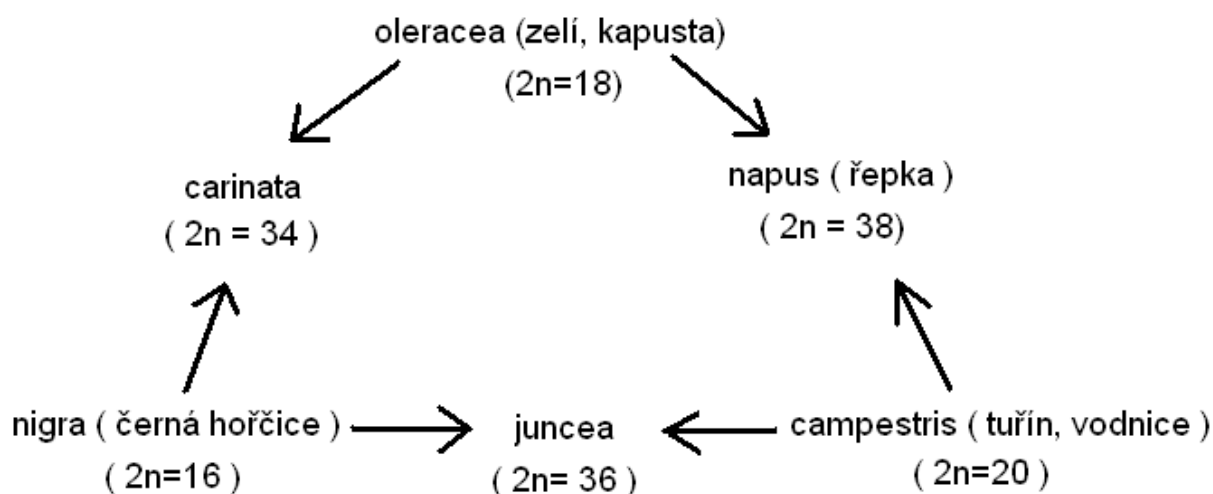
Polyploidizace je v podstatě druhem mutace, zvyšuje se jí záměrně počet chromozomových sádek na dvojnásobek, k indukci se používá kolchicin. Ten naruší dělicí vřetenko při mitóze. Aplikuje se proto na meristémy, kde k mitóze dochází. Často se vyskytuje i spontánně, prakticky se využívají spontánní mutanti druhů trav (70 % druhů) a 23 % druhů leguminóz, jedná se o často o allopolyploidy. Vznikli zmnožením neidentického genomu křížence a došlo tak k fixaci heterozního efektu (např. pšenice, oves). Polyploidi mají obecně větší ekologickou adaptabilitu, větší orgány, buňky, což je patrné i u buněk pylu a průduchů. Podle zvětšené velikosti průduchů se mohou předběžně identifikovat. Obsahují více vody, cukrů, mají sníženou intenzitu dýchání, což se využívá u píce. Často produkují méně pylu, jsou méně fertilní. Polyploidizace zvyšuje genetickou variabilitu (zatímco u diploidů vznikají tři genotypy, jsou-li dvě alely A, a (tj. AA, Aa, aa) u tetraploidů vznikne pět genotypů (AAAA - kvadrupelex, AAAa - tripelex, AAaa - duplex, Aaaa - simplex, aaaa - nulipelex).

Základní číslo chromozomů daného druhu se označuje x (jeden genom), počet chromozomů v somatické buňce je $2n$ ($2n = 2x$), (gamety mají $\frac{1}{2}$ počet = $1n$). Např. autohexaploidní rostliny - v somatické buňce $2n = 6x$, gamety $n = 3x$.

Metoda polyploidizace se s výhodou používá u druhů s menším počtem chromozomů, u heterozygotů, kde je úspěšnější, u autoinkompatibilních druhů, poté následuje křížení, selekce (výběr). Množení polyploidů se dělá v izolaci, nežádoucí je zkřížení s diploidy, kteří jsou plodnější. Např. křížením tetraploidů x diploidů vznikají triploidi, většinou neplodní, může vzniknout i plodná forma (cukrovka, meloun), či málo plodní (žito).

Na druhé straně se haploidi využívají pro rychlejší homozygotizaci a tvorbu linií. V současnosti se pěstují polyploidní odrůdy jetele lučního a švédského, jílků, krmného žita ($4n$), bojínku ($6n$), cukrovky a krmné řepy (převážný počet odrůd je $3n$). K polyploidizaci dochází i spontánním křížením, jak je patrné z níže uvedeného obrázku 1 u rodu *Brassica*. Křížením následujících druhů rodu *Brassica* se získává také různé složení oleje.

Obrázek 1: Spontánní křížení uvnitř rodu *Brassica*



(Zdroj: Chloupek, 2008)

3. 4. 3. 4. Biotechnologické postupy vedoucí k rozšíření genetické variability

Biotechnologie je jakákoliv technika využívající organismy či jejich části k vytváření, modifikaci produktů, ke zlepšování rostlin či zvířat či vývoji mikroorganismů pro specifické využití. Lze je výstižně nazvat jako precizní techniky genového a buněčného inženýrství. Dosud nemohou být využívány v takové míře, aby přinášely dostatečný prospěch praxi. Jednak jsou techniky genového inženýrství, což se týká i metod genových technologií, náročné na přístrojové vybavení, jednak úspěšnost jejich použití závisí také na stupni současného poznání.

Fúze (splynutí) buněk

Využívá v případech, kdy nelze použít klasické křížení, většinou jde o fúzi protoplastů (buňka zbavená stěny buněčné). Smíchají se protoplasty dvou rodičovských rostlin a očekáváme typy rodičovské a heterokaryotické protoplasty – z nich mohou vzniknout hybridní rostliny (*cybridy*). Tyto rostliny mohou mít však podobné ztráty chlorofylu jako bylo řečeno u mutantů, může se vyskytnout ztráta celých chromozomových sádek jednoho z rodičů, ztráta chromozomů i snížená fertilita. Testují se většinou chemickými metodami. Např. u rodu *Brassicaceae* se tímto způsobem může rozšířit genetická variabilita řepky. Může být resyntetizována ze svých základních druhů, tj. *Brassica rapa* a *B. oleracea*. Tato metoda je perspektivní i u rodu *Solanum*.

Selekce v buněčných kulturách

Jako výchozí materiál se používá kalus, buněčné suspenze a hlavně protoplasty, kdy se využívá toho, že jsou jednobuněčné. Pocházejí-li z haploidního materiálu, lze snadno poznat

recesivní mutace a výhodou je velký počet individuí ve srovnání s rostlinami. V těchto kulturách dochází spontánně ke genetickým změnám, které se poznají na úrovni počtu chromozomů (polyploidie, aneuploidie) i změny na úrovni DNA (bodové mutace, delece, inverze). Vzniklé změny, tedy rozšířená variabilita se nazývá **somaklonální**. Může zde být vyvolána mutagenéze pomocí stejných mutagenů jako u semen či rostlin. V buněčných kulturách je možné rovněž selektovat například na odolnost k herbicidům, čehož se prakticky využívá, dále k nízkým teplotám a proti toxinům patogenů. Dosud však nebylo dosaženo takových výsledků rozšíření genetické variability, jaké se očekávaly.

Tyto techniky se využívají i pro rychlé získání homozygotních rostlin po zdvojení haploidního genomu. K tomu se používají vaječné buňky a pyl (mikrospory), které následkem redukčního dělení mají redukované chromozomové sady na polovinu, tj. na haploidní počet. Přitom se jednotlivé chromozomy každého páru rozdělí náhodně, takže ve fialiální generaci způsobí štěpení. Aby se získaly homozygotní linie, je třeba opakovat samoopylení. Po zdvojení haploidního genomu jsou získané homozygotní rostliny použitelné jako výchozí materiál pro tvorbu odrůdy linie, nebo k tvorbě hybridních a syntetických odrůd. Pomocí šlechtění za využití haploidů se podařilo získat např. linie ječmene rezistentní ke žluté virové mozaice.

Selekce v kalusových kulturách *in vitro* je možná, jak již bylo zmíněno výše, za použití mutagenů nebo patogenů, mohou se získat mutanty, či odolné protoplasty a z nich odolné rostliny. Tak byly získány odolné rostliny u tabáku (k fytoftóře), pšenice, ječmene a kukuřice (k helmintosporiázám), řepky (k *Phoma lingam*). Nutný předpoklad úspěšné regenerace *in vitro*, je regenerační protokol (1 g listového pletiva obsahuje 10^6 buněk), existuje odrůdová specifita, ne tentýž vypracovaný regenerační protokol u jedné odrůdy se nehodí pro odrůdu jinou. Použití technik *in vitro* vyžaduje stanovení jediného, zcela konkrétního šlechtitelského cíle, znaku, řízeného jedním genem (např. rezistence), na konci tohoto postupu musí být objekty přeneseny do polních podmínek a porovnány se standardními odrůdami.

3. 4. 4. Genové technologie využívané ve šlechtění rostlin

Šlechtění geneticky pozměněných rostlin bylo umožněno objevem a poznáním kyseliny deoxyribonukleové (DNA) lokalizované v chromozomech, jako nositelky dědičné informace. Mnohaletými výzkumy v oblasti molekulární genetiky bylo zjištěno, že je štěpitelná, tzn. že gen, jako nositel informace může být reprodukovatě oddělen od sousedních genů. Dalším významným poznatkem byly plazmidy, kruhové molekuly DNA, které většinou obsahují gen rezistence k antibiotikům. Přidá-li se během postupu vnášení genů (ligace) fragment

DNA jiného organismu před uzavřením kruhovitého plazmidu, může dojít k jeho napojení na DNA. Každý gen představuje „stavební plán“ pro jeden protein. Pořadí čtyř stavebních prvků DNA pak určuje pořadí aminokyselin u proteinů.

Geneticky modifikované, transgenní odrůdy, označované obecně ve zkratce GMO, jsou vyšlechtěny na základě gentechnicky pozměněných rostlin, tj. pomocí genových transformací. Podle zákona (č. 219/2003 Sb.) je geneticky modifikovanou odrůdou odrůda, která zahrnuje geneticky modifikované rostliny. Tyto mají vnesený gen z jiného genomu, většinou pro vlastnost kódovanou právě tímto genem, cestou transgenozy. Dále se šlechtí a reprodukuje se jako jiné základní genetické typy odrůd.

Genom je souhrn všech genů buňky a genetická sestava alel se označuje jako **genotyp**. Soubor znaků a vlastností, kterými se v určitém prostředí genotyp projevuje, se označuje jako **fenotyp**. Tento projev je pro praktické šlechtění základním kritériem pro nejčastěji používanou šlechtitelskou metodu - selekci, neboli výběr. Jeden znak, vlastnost rostliny může být však kódována více než jedním genem, což způsobuje složitější šlechtění na daný znak. Vazba genů však může být výhodná tehdy, pokud je konkrétní znak spojený se znakem stanovitelným až v dalším vývoji. Tak tomu bývá často u biosyntézy určité látky (proteinu, polysacharidu, vitamínu aj.). Takový gen je nazýván **markerem** (většinou bílkovinný nebo dnes více molekulární), je to signální gen, označující (markerující) na něj vázané geny. Markery se využívají ve šlechtění a tato část šlechtitelské práce za využití markerů bývá označována jako **MAS** (marker assisted selection).

Gen, který se do stávajícího genomu rostliny vnáší, za účelem jeho zlepšení, je často „cizí gen“, tj. vnesený z jiného rostlinného druhu. Vnesení – **transgenozy** se provádí přímo metodou particle bombardement – střílení genů (většinou s pomocí částic drahých kovů), či pomocí vektoru (plazmidu) *Agrobacterium rhizogenes* a *A. vitis*. Jako cíl transformace se využívají vícebuněčná pletiva s regenerační schopností, např. listové čepele, části stonků. Přímý přenos genů do protoplastů není dosud úspěšný u skupin rostlin z čeledi trav a leguminóz, tyto se označují jako rekalcitrantní.

3. 4. 4. 1. Možnosti šlechtění geneticky modifikovaných odrůd

Transgenní, geneticky modifikované odrůdy (**GMO, GM odrůdy**) mohou být:

1. tolerantní vůči totálním herbicidům (nejčastější ke glyfosátu a glufosinátu)
2. odolné vůči škůdcům
3. gene farming (jedlé vakcíny), tzv. GMO třetí generace.

Do Evropského katalogu odrůd bylo zapsáno 17 odrůd *Bt* - kukuřice – s genem odolnosti vůči zavíječi kukuřičnému, které zabezpečující tvorbu *Bt toxinu*, poškozujícího škůdce (obdobně se šlechtí brambor – proti mandelince aj.). V ČR je od roku 2005 zaregistrovaná GM odrůda kukuřice *MON*, od r. 2009 je registrována odr. bramboru *Amflóra* pro speciální výrobky ze škrobu – obsahuje téměř výlučně amylopektin na úkor amylosy. Byla registrována a pěstována i v ČR, v současnosti majitel odrůdy registraci odrůdy z evropského katalogu stáhl pro malý rozsah pěstování.

Aby transgenoze mohla být stabilní, musí se geny přenášet do potomstva. Řeší se jí:

1. agronomické znaky, např.: odolnost – rezistence k chorobám a škůdcům, tolerance k herbicidům,
2. kvalitativní znaky - skladba mastných kyselin u olejnin, skladba aminokyselin,
3. molekulární farming – heterogenní proteiny - humánní medicína (rakovina), vakcíny – vedou ke zdraví člověka, přijatelnější než od živočichů (neobsahují nebezpečné zárodky chorob přenosných na člověka), nehrozí disperze pylu – v laboratoři se produkují, striktně pro medicínální účely!

Geneticky modifikované odrůdy se rozšiřují, v roce 2007 byly již pěstovány na celém světě na více jak 100 mil. ha, pěstují se ve 23 zemích, kde žije více než polovina všech obyvatel země. Ze statistických údajů vyplývá, že v současné době si 13,3 milionů farmářů z celého světa si vybírá GMO pro pěstování.

Uvádí se, že je to “nejrychleji přijímaná technologie pěstování rostlin – přináší podstatný užitek z hlediska ekonomiky a životního prostředí“ (šéf ISAAA Clive James). Nejvíce se transgenní plodiny pěstují v USA, Argentině, Brazílii, Kanadě a Číně. ČR je v Evropě třetím pěstitelem v pořadí (nejvíce dosud byla ročně pěstována GMO kukuřice odrůda *MON* na 5 tis. ha) po Španělsku (70 tis. ha) a Francii (20 tis. ha) kukuřice. První GM odrůda u sóji byla vyšlechtěna v roce 1988, komerčně využívaná však začala být až v roce 2002, v roce 2005 byla GMO sója na 95 % ploch v USA. Z patentově chráněných byla už v roce 1994 vyšlechtěna GMO rajčete.

Nejrozšířenější GM plodiny pěstované ve světě roce 2004 (pořadí dle plochy pěstování) (zdroj: ISAAA, Clive James):

1. sója – tolerantní k herbicidu
2. *Bt* kukuřice,
3. *Bt* bavlník
4. kukuřice tolerantní k herbicidu
5. kanola (00 řepka) tolerantní k herbicidu

6. kukuřice Bt/tolerantní k herbicidu
7. bavlník Bt/tolerantní k herbicidu
8. bavlník tolerantní k herbicidu.

3. 4. 4. 2. Vyšlechtěné a šlechtěné transgenní odrůdy

V Německu již třetím rokem (od r. 2010) zkouší:

- GMO bramboru s geny rezistence vůči plísní bramborové - získané z planě rostoucího bramboru *Solanum bulbocastanum* v J. Americe - geny *blb 1* a *blb 2*,
- GMO bramboru s pozměněným složením škrobu pro výrobu bioplastů,
- GMO pšenice s geny odolnosti vůči houbovým chorobám,
- GMO cukrové řepy s tolerancí ke glyfosátu (v USA je již na trhu).

Firma Monsanto a BASF (některé farmaceutické firmy mají portfolio složené z výroby léků a šlechtění rostlin) připravují pro trh: transgenní odrůdu kukuřice s tolerancí vůči suchu (stává se v současnosti limitujícím faktorem), vyzkoušena již byla v USA. Firma BASF,s.r.o. připravuje od roku 2009/2010):

- graminecid (herbicidní účinek) do širokolistých plodin (řepka, slunečnice, brambory a další) a také do porostů kukuřice tolerantní GMO k tomuto přípravku,
- nové mořidlo např. proti braničnatkám u pšenice) – dosud neexistuje,
- novou technologii Cleer-field (universální herbicid) pro porosty slunečnice a řepky.

V USA jsou pro běžné pěstování vyšlechtěny odrůdy *Bt* zelí a *Bt* květáku, u nichž se využívá rezistence proti diamantové můře (obdoba bělásek u nás), (v Indii se nesmí pěstovat, používají dosud DDT).

Biofortifikované potraviny pomocí transgenozy jsou nejčastěji obohacovány o karotenoidy, flavonoidy, glukosinoláty (aby zvěř nepožírala řepku), rajče se zpožděným zráním – enzymaticky způsobeno. „Golden rice“ – zlatá rýže, byla obohacena provitaminem A - beta-karotenem, kterého má 24 x více, rýže II už má takový obsah, že kryje 50 % DDD (působí enzym). Takové odrůdy jsou většinou předmětem patentové ochrany, v roce 1994 už byla patentově chráněna např. GMO rajčete s pomalejším dozráváním.

V roce 2014 vydal Evropský úřad bezpečnosti potravin (EFSA) kladné stanovisko k použití geneticky modifikované sóji *MON 87769* v potravinách a krmivech. Díky vloženým genům pro enzymy desaturázy, původem z prvosenky *Primula juliae* a z plísně *Neurospora crassa*, obsahují sójové boby významný podíl kyseliny stearidonové (SDA), která je prekurzorem zdraví prospěšných nenasycených omega-3 mastných kyselin EPA a DHA. Svým složením se olej z *MON 87769* blíží oleji z ryb a mořských řas. Je určen především pro potravinářský

průmysl, vzhledem k vysokému obsahu nenasycených mastných kyselin nemá dlouhou trvanlivost a nehodí se na smažení. Sója *MON 87769* je pěstována v USA, do EU bude dovážena ve formě výrobků nebo komodit ke zpracování. Ze zákona o potravinách platí v ČR povinné označování potravin s větším obsahem jak 0,9 % GM produktu.

Jsou druhy, u nichž nebyla transgenóza dosud provedena – např. olivovník – změna složení oleje. Naopak tři z deseti nejprodávanějších léčiv pochází z geneticky modifikovaných zdrojů, např. inzulin. Než je geneticky modifikovaná odrůda uvolněna do prostředí, prochází zkouškami, včetně polních zkoušek. Dosud nebyly prokázány škodlivé účinky. Poměrně malé riziko pro životní prostředí představují transgenní rostliny silně domestikovaných plodin, např. kukuřice a brambor. Ty totiž nemají přirozeně se vyskytující rostliny pro křížení.

4. ŠLECHTĚNÍ ODRŮD TYPU LINIE

Odrůdy typu linie se šlechtí převážně u samosprašných plodin. Každá linie představuje potomstvo jedné rostliny po opakovaném samoopylování (homozygotizaci), takže po mnoha generacích vznikají homozygotní čisté linie. Vzhledem ke své homozygotnosti bývají linie i homogenní. Přestože šlechtění čistých linií nepřináší novou genetickou variabilitu, určitá genetická variabilita uvnitř linií existuje. Je způsobena buď vzácně se vyskytujícími mutacemi, častěji křížením (cizosprašením, především za stresových podmínek), kdy mohou vzniknout rekombinace. Ty zvyšují podobně jako mutace heterozygotnost a heterogenitu linií. Na začátku šlechtění odrůd typu linií se většinou kříží dvě rodičovské odrůdy, rovněž původu linie. Získaná frekvence genů v generaci F_1 , (první filiální generace po křížení), zůstává zachována i v dalších generacích, mění se jen frekvence genotypů, pokud se neprovádí selekce. Maximum genových rekombinací je v F_2 generaci. Čím podobnější si byly výchozí rodiče použité ke křížení, tím dříve je linie homogennější. Obvykle se linie přihlašuje do zkoušek pro registraci (odrůd) v generacích F_7 až F_{10} .

Vedení populace v raných generacích po křížení je nejčastěji šlechtiteli realizováno dvěma následujícími metodami:

- metodou **rodokmenovou** (pedigree), kdy se selekce provádí ve všech segregujících (štěpících) populacích, evidence kříženců se vede v každé generaci,
- méně často metodou **směšovací** (německy Ramsch, anglicky bulk), kdy se v počátečních generacích hybridní populace přesévá bez selekce a evidence kříženců, případně jejich kombinacemi.

Během šlechtění odrůd typu linie se pro vedení hybridních populací mohou používat všechny následující metody: hromadná selekce, individuální selekce, rodokmenová metoda, směšovací metoda, jednozrnková metoda, zpětné křížení, testování raných generací, metoda dihaploidů a další metody.

Většinou je způsob šlechtění odrůd typu linie typický a do jisté míry odlišný podle šlechtitelského pracoviště, na kterém se odrůda šlechtí a na zkušenostech každého šlechtitele. Během vedení hybridních populací v raných generacích i při udržování odrůd se šlechtitel neobejde bez selekce (výběru) ať už hromadné (rostlin, klasů), nebo individuální.

Hromadná selekce se liší od individuální tím, že se semena vybraných rostlin, či klasů smíchají, kdežto **individuální** selekce spočívá v tom, že se vysévají pouze semena jedné vybrané rostliny, či klasu. Tak lze hodnotit rostlinu i podle potomstva. Hromadná selekce je nejstarší metodou ve šlechtění používanou. Používala se dokud nebyla známá Mendelova teorie o hybridizaci a štěpení a Johansenovy práce o čistých liniích. Tímto způsobem selekce byly vytvořeny např. krajové odrůdy. Dodnes se s úspěchem používá při udržovacím šlechtění odrůd typu linie. Hromadná selekce je vhodná pro prostředí, ve kterém má být šlechtěná odrůda pěstována, tj. že se v tomto prostředí projeví znaky odrůdy. Není vhodné ji používat v podmínkách skleníků, klimatizovaných komor a pod.

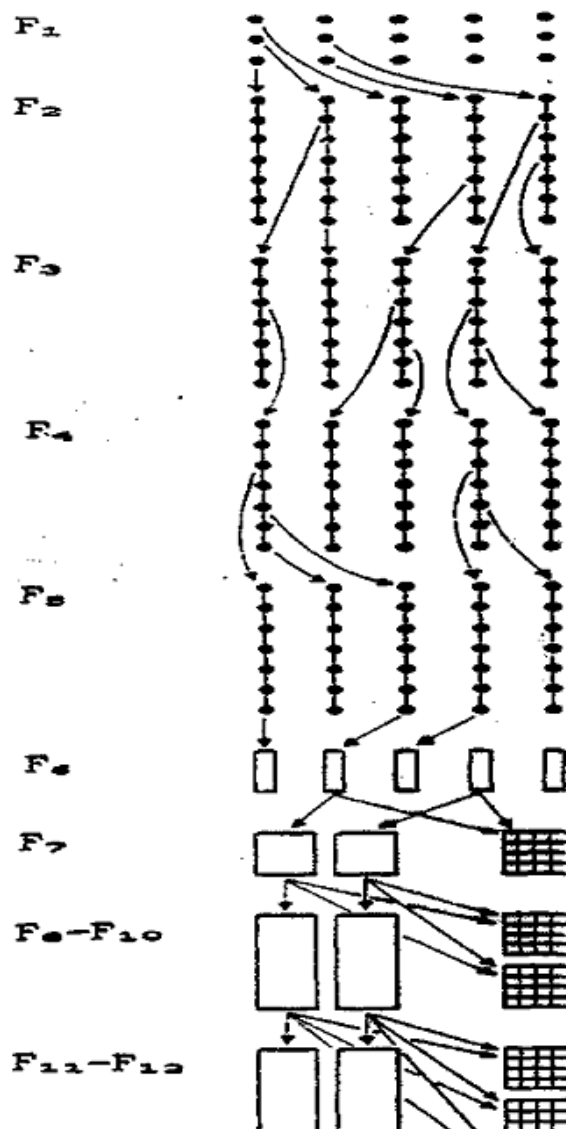
4. 1. Rodokmenová metoda (metoda pedigree)

Rodokmenová metoda se používá během inbreedingu (samoopylování) rostlin a to především v populacích samosprašných, ale i cizosprašných rostlin pro získání homozygotních linií (viz obrázek 2). U cizosprašných rostlin je však nutné vynucené samosprašení (inbreeding, selfování), příkladem je třeba tvorba homozygotních linií k vytváření hybridů u kukuřice. Selektce začíná v F_2 a pokračuje tak dlouho, dokud šlechtitel nedosáhne požadované homozygotnosti linie.

V F_1 generaci se pěstují rostliny individuálně ve sponu, evidují se podle původu (použitých rodičů), v F_2 se vysévají jednotlivá potomstva rostlin (kmeny) do řádků podle původu (kombinace křížení), v řádcích od sebe vzdálena semena tak, aby bylo možné selektovat jednotlivé rostliny. Vybírají se nejlepší řádky (kmeny) a uvnitř pak nejlepší rostliny. V F_3 se postupuje obdobně tak, aby potomci vybraných rostlin byli vyseti v řádcích podle původu (kombinace křížení) a řádky podle původu vedle sebe. Při selekci se vyberou nejlepší rodiny (např. potomci odrůdy A, tj. skupiny sousedních řádků), potom nejlepší řádky a z řádků nejlepší rostliny. Všechny řádky jsou vždy označeny tak, aby bylo možné v záznamech (polních denících) okamžitě najít původ rostlin (řádů). Takto se postupuje tak dlouho, dokud

šlechtitel nedosáhne požadovaného stupně homozygotnosti (obvykle do F_5). Během této doby se rozdíly mezi rostlinami uvnitř linie zmenšují a naopak rozdíly mezi liniemi (řádky) se zvětšují. Linie (potomstva rostlin) – rostliny v řádcích, se mohou sklízet již dohromady a zkouší se jejich výkon a zdravotní stav i základní ukazatele jakosti. Nejdříve, kdy je množství semen menší se zkouší na šlechtitelské stanici bez opakování, asi od F_6 v tzv. staničních zkouškách, později v opakováních (viz obrázek 2 - Rodokmenová metoda), ještě později v F_8 - F_{10} po rozmnožení osiva na dalších lokalitách (nejméně na dvou), tzv. mezistaniční zkoušky ve více letech (alespoň dvou) a množení osiva. Obvykle v F_{11} - F_{12} jsou vybrané linie přihlášeny do státních pokusů pro registraci odrůd a současně šlechtitel již provádí udržovací šlechtění.

Obrázek 2: Rodokmenová (pedigree) metoda



(Zdroj: Chloupek, 2008)

Pozn.: F1 až F12 – filiální generace po křížení

Výhody rodokmenové metody:

1. vyloučení nevhodných genotypů již na počátku selekce,
2. vysoká účinnost selekce, která je prováděna v odlišných ročních (různých environmentálních podmínkách)
3. znalost původu rostlin, kmenů a linií v každé generaci,

Nevýhody rodokmenové metody:

1. vysoký rozsah populace, finanční náročnost,
2. je nutná určitá zkušenost šlechtitele,
3. nutnost selekce v podmínkách pěstování budoucí odrůdy,
4. finanční náročnost.

Při šlechtění odrůd pšenice na šlechtitelském pracovišti (zdroj informace: Ing. T. Nováček) používají vedení hybridní populace (od 450 - 650 kombinací křížení, vytvořených v polních podmínkách) rodokmenovou metodou podle následujícího postupu:

Praktický postup při šlechtění pšenice rodokmenovou metodou na šlechtitelské stanici (v raných generacích po křížení, dle Ing. Nováčka, viz také obr. 3):

F₁ – ruční setí, kříženec + ♀, srovnání na ♀ (značka pro matku)

F₂ – parcelky od jedné kombinace křížení + ♀, ♂ (značka pro otce), (rozsah ± 2 000 parcel)
srovnání na ♀, sledování metání

F₃ – 40 řádků od jedné kombinace + ♀, ♂, (rozsah ± 16 000 ř.)
srovnání na ♀, sledování metání

F₄ - x dvojřádků od jedné kombinace (rozsah ± 12 000 ř.)
sledování metání, padlí, rzi

Následují **výnosové zkoušky**

F₅ – 1. rok výnosových zkoušek + ŘV (řepařská výrobní oblast) – 1 x HE (Hrubčice)
výnos, metání, choroby, poléhání,

kvalita z vybraných rostlin – HTZ hmotnost tisíce semen), OH (objemová hmotnost), NL (dusíkaté látky), ČP (číslo poklesu), ML (mixolab – laboratorní zkoušení kvality lepkových bílkovin), Zel (Zelenyho test),

F₆ – 2. rok výnosových zkoušek + ŘV – 2 x HE, + 2 x jiné lokality
výnos, metání, choroby, poléhání,
kvalita – HTZ, OH, NL, ČP, ML, Zel (jako v F5)

F₇ – 3. rok výnosových zkoušek + ŘV - 4 x HE, 5 x jiné lokality
výnos, metání, choroby, poléhání

kvalita – HTZ, OH, NL, ČP, ML, Zel, OP

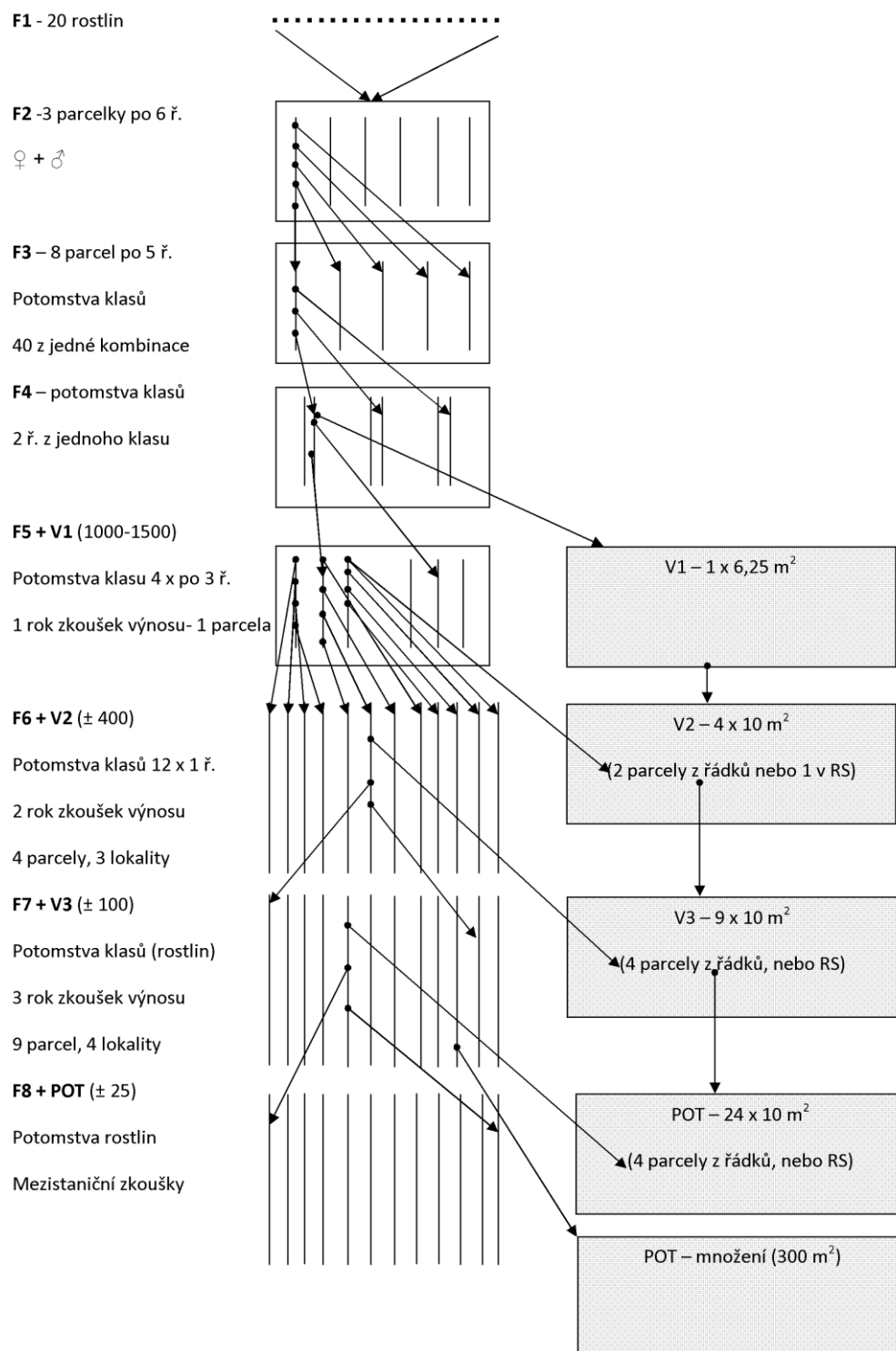
F₈ – 4. rok výnosových zkoušek + ŘV - 6 lokalit ČR, 4 lokality SR

výnos, metání, choroby, poléhání, genové rozbory (přítomnost genů podle markerů DNA) - **MAS**

kvalita – HTZ, OH, NL, ČP, ML, Zel, OP, Alveograf (hodnotí se kvalita lepkových bílkovin)

Poté následuje přihlášení nejlepších linií – kandidaturů do registračních pokusů k registraci.

Obrázek 3: Šlechtění odrůd pšenice v raných generacích



(Zdroj: Ing. Nováček, 2013)

Pozn.: POT = potomstva (klasů, rostlin)

V1 až V3 = první až třetí výběry; RS = rostlina

F1 až F8 – filiální generace po křížení

4. 2. Směšovací metoda – Ramsch, bulk metoda

Homozygotizace rostlin probíhá při použití směšovací metody ve směsi jejich semen (viz obr. 4). Na rozdíl od předchozí metody není znám v průběhu homozygotizace původ rostlin, později ani linií. Pěstují se všechny rostliny vzniklé z nakřížených semen, v další generaci se sklídí osivo dohromady, poté se přeseje do další generace („směsné“), v další generaci se vzorek (část) smíchaného osiva přeseje do F_4 . Takto se sklizená semena přesévají až do požadované úrovně homozygotnosti, poté se vyberou nejlepší rostliny, jejich semena se sklídí podle rostlin zvlášť, vysejí se jako potomstva rostlin a po rozmnožení se hodnotí jako linie (kandidary).

Poté se ukončí směsné generace a dále je postup stejný jako u rodokmenové metody. Od F_6 hodnocení linií ve staničních zkouškách, F_8 - F_{10} , mezistaniční pokusy a množení, F_{11} - F_{12} až (F_{13}) u obilnin, kde jsou státní pokusy pro registraci odrůd tříleté a udržovací šlechtění. Během „směsných“ generací dochází k přirozené selekci a proto je důležité pěstování rostlin v těchto generacích pod vlivem přirozených selekčních tlaků, environmentálních podmínek ročníků, lokalit, patogenů aj. Není tedy vhodné pěstovat tyto generace v netypických podmínkách skleníků apod. Frekvence jednotlivých genotypů v této populaci se odvíjí od genetického potenciálu pro výnos semen, konkurenční schopnosti genotypů a vlivu prostředí na vývoj genotypu. Proto se hodnotí rostliny a později linie v zapojeném porostu, aby se projevila konkurenční schopnost genotypů.

Výhody směšovací metody:

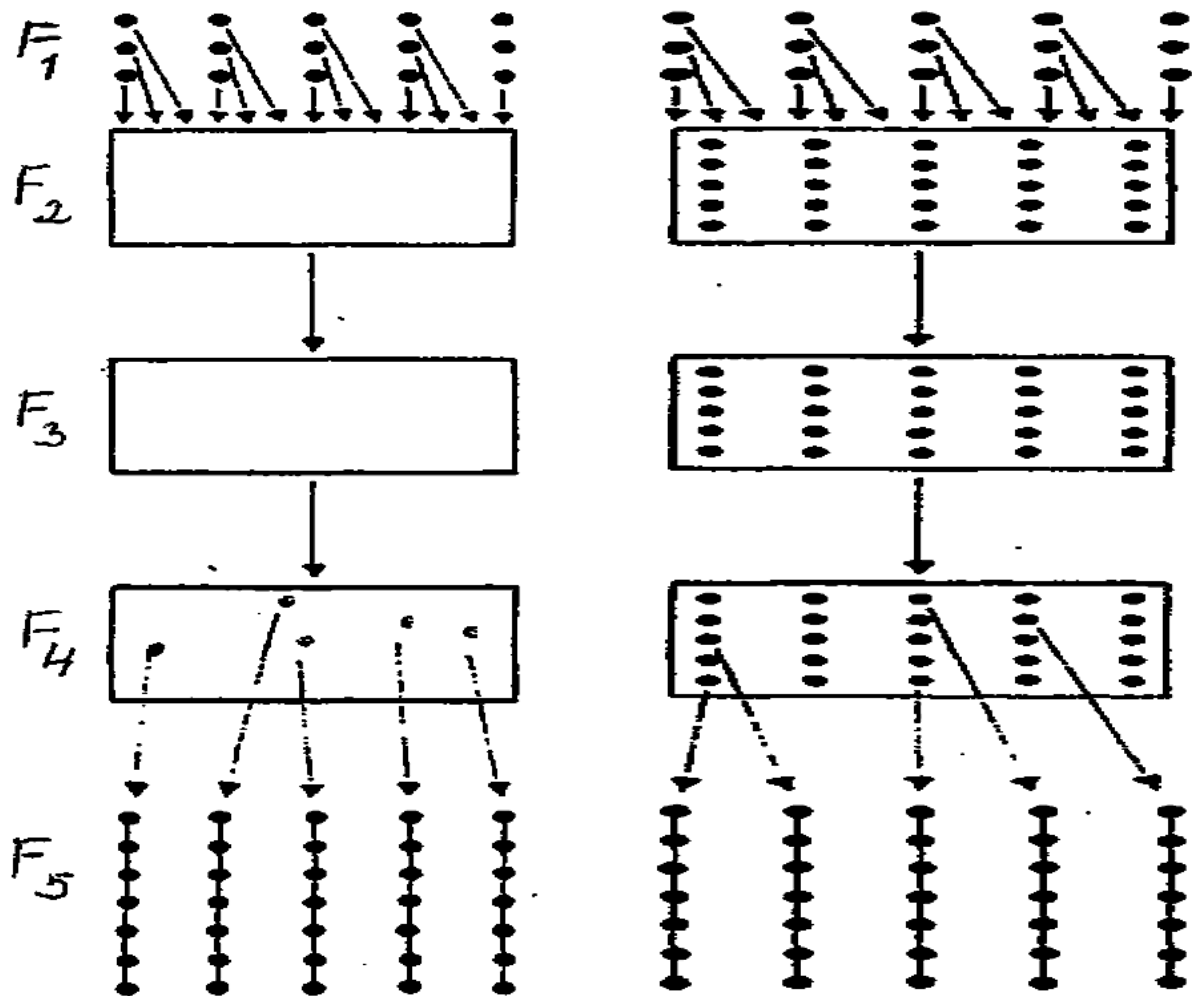
1. jednoduchost,
2. využití přirozené selekce

Nevýhody směšovací metody:

1. reprodukce všech rostlin v následujících generacích,
2. neodstraňují se nežádoucí genotypy - mohou tak být preferovány,
3. nelze odhadnout genotypovou frekvenci a jejich variabilitu,
4. není vhodná pro netypické pěstitelské podmínky (skleníky),
5. není znám původ vyšlechtěné odrůdy.

Mohou být použity kombinace rodokmenové metody se směšovací, nejlépe v F_2 vybrat rostliny, pak v F_3 až F_4 pěstovat potomstva rostlin v několika směsích podle podobnosti, v F_5 vybrat nejvhodnější rostliny a odvodit od nich linie.

Obrázek 4: Směšovací (vlevo) a jednozrnková (vpravo) metoda



(Zdroj: Chloupek, 2008)

Pozn.: F₁ až F₅ – filiální generace po křížení

4. 3. Jednozrnková metoda

Jednozrnková metoda patří také do směšovacích metod, používá se při šlechtění samosprašných i cizosprašných rostlin (viz obr. 4). Na rozdíl od předchozích popsanych metod je vhodná pro podmínky prostředí, které neodpovídají podmínkám pro zamýšlené pěstování šlechtěné odrůdy. Takže první generace mohou být pěstovány v podmínkách skleníku, což urychluje šlechtění, neboť ve skleníku se mohou vypěstovat dvě generace do roka.

V první generaci se pěstují všechny rostliny vzešlé z křížení (hybridních semen). Ve štěpící populaci se vezme jedno zrna od každé rostliny, zrna se smíchají a ve směsi společně vysejí. Zrna se mohou se vysévat i do hnízd. Tento postup se opakuje opět do dosažení homozygotního stavu. Poté se vyberou rostliny, potomstvo vybraných rostlin se vyseje do

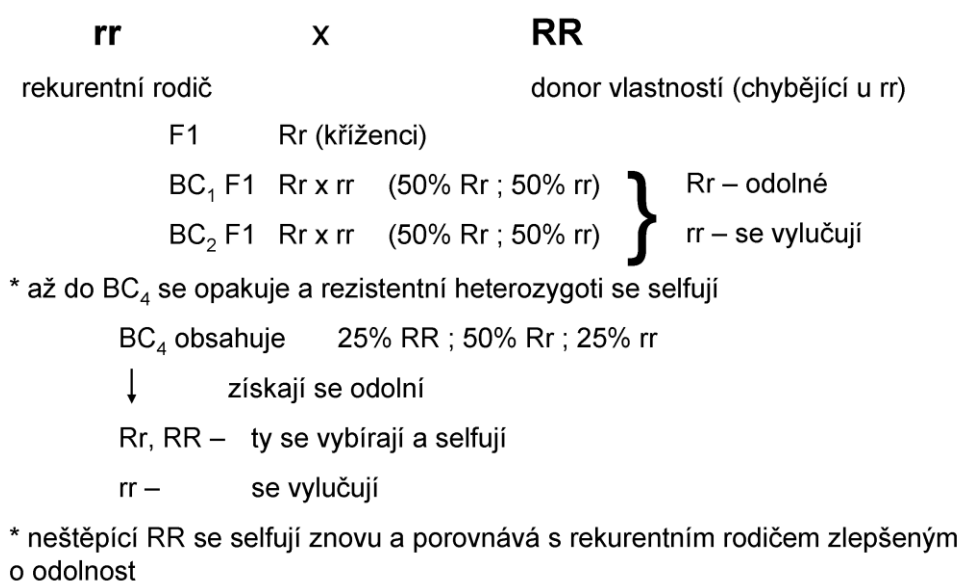
řádků, odvodí se z nich linie podobně jako u předchozích metod. Nereprodukuje se všechna hybridní semena podle původu, protože ne všechna vyklíčí. Přesto však se takto zachová maximální genetická diverzita, vzniklá rekombinacemi ve štěpící F₂ generaci.

4. 4. Metoda zpětného křížení

Metoda zpětného křížení (anglicky **back - cross**) patří do skupiny rodokmenových metod. Je určena především pro zlepšení odrůdy, dodáním chybějící vlastnosti. Spočívá v opakovaném křížení s jedním z rodičů, tzv. *rekurentním rodičem*, proto bývá tato metoda nazývána **rekurentním** křížením. Ten musí mít velmi dobrou celkovou úroveň (výnos, odolnost) s výjimkou vlastnosti, která má být zlepšena, vnesena. Druhý rodič – **donor** musí mít alely pro zlepšení rekurentního rodiče a neměl by být výrazně podprůměrný v ostatních vlastnostech (viz obr. 5). Kdyby tomu tak nebylo, prodlužovalo by se šlechtění počtem generací zpětného křížení.

Nejjednodušší je zpětné křížení, přenáší-li se znak řízený dominantní alelou. Často to bývá rezistence k chorobám. Pokud je přenášený znak řízený recesivní alelou, musí být zařazován test potomstva. Tak se musí všechny generace zpětného křížení selfovat a vylučují se homozygotní náchylné rostliny, kdežto náchylné heterozygotní (tj. ty, které v potomstvu štěpí) se kříží s recesivními homozygoty, tj. s odolnými rostlinami a takto se pokračuje po několik generací.

Obrázek 5: Metoda zpětného - rekurentního křížení



(Zdroj: Ehrenbergerová, 2013)

4. 5. Metoda dihaploidů

Principem metody dihaploidů je získání diploidní úrovně haploidních gamet, což se děje polyploidizací. Vývoj individua z otcovské či mateřské gamety se v přírodě téměř nevyskytuje a je nazýván **partenogenezí**. Při indukci haploidů ve šlechtění se používají rostliny hybridní generace F_1 nebo F_2 , aby byly získány dihaploidní linie s novými hospodářskými znaky. K indukci haploidů je možné využít také mezidruhového křížení, což bylo použito u ječmene, kdy se kříží *Hordeum vulgare* x *Hordeum bulbosum*. Při vývoji hybridního embrya dochází k eliminaci chromozomů *H. bulbosum*. Podobně se využívá pro získání haploidů mezidruhového křížení u *Triticum turgidum* či *Avena sativa* s kukuřicí. Pro dihaplodizaci se používá kultivace haploidních embryí a jejich dopěstování do rostlin a poté se zdvojí chromozomy kolchicinem. Může docházet i k samovolné polyploidizaci za vzniku rostlin s odlišnou ploeditou. Haploidy lze také odvodit z neredukovaných gamet. Dle dosavadních zkušeností šlechtitelů je vhodné dihaploidizaci zopakovat pro získání stálosti dihaploidů.

Výhodou je homozygotnost takto získaných rostlin na všech lokusech. Tato metoda tak urychluje homozygotizaci všech rostlin linie, umožňuje mezi dihaploidy účinnější selekci na dominantní znaky a výraznější možnost exprese recesivních znaků. U obilnin již bylo vyšlechtěno asi 60 dihaploidních odrůd (Chloupek, 2008).

Metoda dihaploidů má také své nevýhody. Je náročná na technické, speciální vybavení laboratoří a specialisty, kteří postup ovládají. Výskyt haploidů není jistý, není také možné hodnotit a selektovat linie během homozygotizace. Během homozygotizace jsou také preferovány jen určité genotypy, takové, u nichž se vyskytlo více haploidů. Mohou se vyskytnout projevy somaklonální variability (jde o selekci v podmínkách explantátových kultur *in vitro*) a často bývá výkonnost dihaploidů nižší než u klasicky vyšlechtěných linií.

5. ŠLECHTĚNÍ HYBRIDNÍCH ODRŮD

Pro vyšlechtění hybridních odrůd je důležité vybrat rodičovské komponenty (dvě, tři či čtyři), které budou mít dobrou kombinační schopnost, tzn., že po prokřížení poskytnou požadovaný výnos hybridního osivo se schopností dát v F_1 generaci **heterozní efekt**. Také může vzniknout osivo, které poskytne **transgresi** v několika následných generacích, čehož se využívá u syntetických odrůd (populací). Hybridní odrůdy velmi rychle snižují výnos po přemnožování do druhé a dalších generací, u syntetických populací klesá v dalších generacích výnos jen mírně. Proto je nutné nakupovat osivo hybridních odrůd každoročně, znamená to ale

vyšší náklady na osivo, které však uhradí získaný heterozní efekt. Hybridní osivo nemůže být předmětem nekontrolovaného „černého trhu“, neboť musí být každoročně získáváno kontrolovaným křížením.

První plodinou, kde byly hybridy vyšlechtěny je kukuřice a u této plodiny byla v ČR také poprvé registrována geneticky modifikovaná odrůda. V roce 2012 bylo zaregistrováno v Odrůdové knize ČR 340 hybridů kukuřice, z toho cca 39 je geneticky modifikovaných hybridů. Typy hybridů kukuřice se označují následovně: SC, DC a TC. SC je označení pro jednoduchý hybrid (tj. $A \times B$), neboli single cross z angličtiny, DC je dvojitý hybrid, double cross ($A \times B$) \times ($C \times D$) a TC je tříliniový hybrid, three way cross ($A \times B$) \times C (viz obr. 6).

V současnosti je patrný návrat k jednoduchým hybridům (SC) u kukuřice pro levější osivo a nevýrazně nižší výnos oproti DC hybridům. Jednoduché hybridy bývají nejproduktivnější i nejvyrovnanější a šlechtění je jednodušší. Počet porostů pro produkci komerčního hybrida v prostorové izolaci pěstovaných, se zvyšuje od jednoduchých kříženců po dvojitě hybridy. Čím se zvolí rodičovské odrůdy geneticky vzdálenější, tím je vyšší stupeň heterozygotnosti je u hybrida, který tak poskytuje vyšší výnos. Heteroze je tak vyšší u hybrida s vyšší heterozygotností oproti homozygotnějšímu hybridu. V hybridech je možné kombinovat i vyšší rezistenci k chorobám a tak dosáhnout komplexnější rezistence než u linií. U hybridů s homozygotními rodiči považujeme za heterozní převahu výnosu hybridů nad rodiči. Heteroze bývá značně vyšší u cizosprašných druhů jako je kukuřice, žito, cukrovka a nižší u částečně ciziosprašné řepky, ještě nižší u samosprašných druhů – pšenice, rýže.

5. 1. Kombinační schopnost a její hodnocení

K nejvyššímu možnému heteroznímu efektu musí být vybrány rodiče s maximální kombinační schopností. Zjišťuje se proto jejich **obecná kombinační schopnost**, což je průměrná schopnost, zjištěná z několika kombinací křížení, poskytnout v potomstvu heterozní efekt nebo transgresi. Znamená to, že když se konkrétní rodičovský komponent nakříží s jakýmkoliv jiným, což může být linie, klon nebo rodina, s určitou pravděpodobností vznikne vždy v potomstvu heterozní efekt, či transgrese. Tato schopnost se označuje **GCA** (general combining ability) a je řízena aditivní činností genů. Dále se vyjadřuje **specifická kombinační schopnost**, tj. schopnost poskytnout heterozní efekt jen v určité kombinaci křížení rodičovských komponent. Označuje se jako **SCA** (specific combining ability).

Hodnocení kombinační schopnosti je nejjednodušší při hodnocení potomstev z volného opylení. U kukuřice se používá **top-cross**, neboli vrcholové křížení. Všechny komponenty se nakříží s jedním rodičem, tzv. testerem, je-li testerem klon nebo linie, tj. geneticky úzký

materiál, je výkonnost hybridů ukazatelem efektů SCA. Když se pro křížení jako tester použije širší hybrid, nebo odrůda z volného opylení, tj. rodič se širokým základem, pak výkonnost potomstva po křížení ukazuje efekty GCA.

U kukuřice se top-cross tak provádí tak, že se vysévají řádky testovaných linií střídavě s testerem, u linií se musí včas vykastrovat rostliny odstraněním celého samčího květenství (laty), aby nedošlo k samosprašení. Sklizené osivo se použije v dalším roce pro výsev. Hybridy s nejvyšším výnosem ukazují na vysokou kombinační schopnost svých matek a tyto se v dalším šlechtění použijí jako rodiče hybridních odrůd. Pro nalezení komponent s nejvyšší kombinační schopností je také možné použít **dialelní křížení**. Efekty SCA a GCA se pak vypočítávají a stanoví se reciproční hybridy s nejvyšší výkonností matek. Ty se použijí jako výchozí rodiče pro tvorbu hybridů s maximálním heterozním efektem.

5. 2. Pylová sterilita

Pylová sterilita se využívá u mateřských komponent, aby se nemusely kastrovat samčí květenství, neboť to je nákladná, většinou ruční práce, kterou se osivo hybridu zdražuje. Pylová sterilita může být trojího typu podle genetického založení: jaderná, řízená obvykle jedním genem (male sterility), vyskytuje se u rajčete, ječmene, bramboru a dalších druhů, cytoplazmatická – ve šlechtění se prakticky nevyužívá a cytoplazmaticko-jaderná, která se nejvíce využívá např. u kukuřice, cukrovky. U kukuřice se využívá tzv. texaský typ T pylové sterility, kdy se na rostlinách vůbec nevytváří prašníky a po přenesení do jiných linií se nemění jejich hospodářské vlastnosti. Sterilní jsou linie s tzv. sterilní cytoplazmou *S* a recesivní homozygotnosti na lokusu *rf* (*rf₁rf₂*). Obnovitel fertility je dominantní homozygot na uvedeném lokusu a po nakřížení pylově sterilní linie s obnovitelem fertility vznikne heterozygot *R₁r₁r₂*, který je pylově fertilní a poskytuje výnos semen. To je důležité jak u zrnové, tak silážní kukuřice.

5. 3. Postup při šlechtění hybridních odrůd

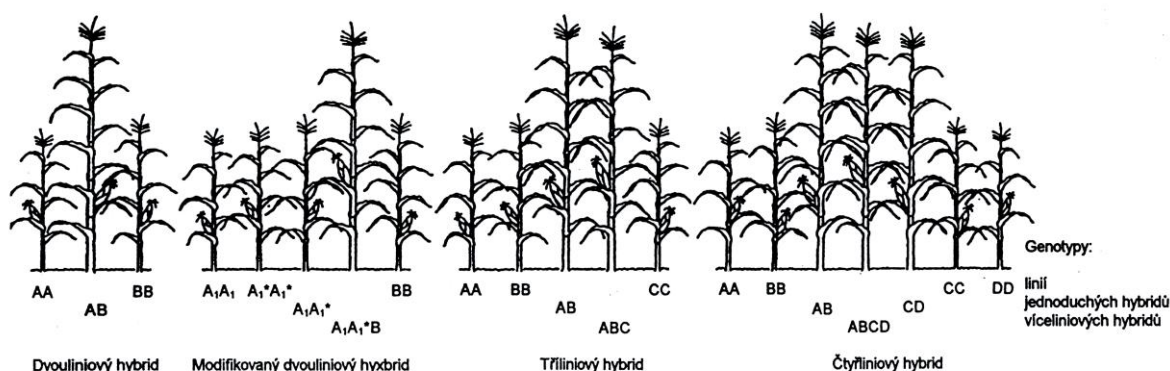
Postup se může shrnout do následujících etap:

- vytvoření segregující populace
- inbreeding populace (vynucené samoopylení) – homozygotizace
- hodnocení vlastní výkonnosti linií a celkové agronomické hodnoty: pomocí testeru – top-cross, nebo v dialelním křížení
- hodnocení kombinační schopnosti vybraných linií (GCA, SCA – je předmětem praktických cvičení v předmětu OOS)

- hodnocení linií v experimentálních hybridech podle zjištěných kombinačních schopností,
- výroba základního osiva vybraných linií a produkce certifikovaného hybridního osiva komerčních hybridů.

Využití efektivního systému **CMS** (cytoplazmatické pylové sterility) nebylo dosud možné u druhů u nichž nebyl zatím nalezen, není tedy u všech druhů funkční. Například ale u kukuřice, kde je nejdéle využíván, přestává být spolehlivý. CMS lze indukovat mutagenezí, transferem mitochondrií nebo buněčného jádra z příbuzných druhů, nebo screeningem, neboť se vyskytuje i spontánně. Výrazné úspěchy byly dosaženy při šlechtění hybridních odrůd kukuřice, prosa (zvýšení výnosu až o 50 %), cukrovky, cibule, žita (o 5–17 %) a velmi se využívá u zahradních a okrasných plodin. Dnes se využívají také hybridní odrůdy řepky, mnoha druhů zelenin (brokolice, celer, mrkev, okurek, zelí aj.)

Obrázek 6: Typy hybridů u kukuřice



(Zdroj: Chloupek, 2008)

6. ŠLECHTĚNÍ ODRŮD TYPU POPULACE

Odrůdy typu populace se šlechtí především u cizosprašných rostlin. Jejich genetický materiál se v každé generaci rekombinuje a z generace na generaci se přenášejí geny, nikoliv genotypy. Takové populace se ale nachází po náhodném opylení v rovnováze, pokud nedojde k mutacím, migracím či selekci. Dojde-li k selekci, pak se v následné generaci uplatní geny s vyšší životností (**fitness**), což je nazýváno přirozenou selekcí. Odrůdy typu populace se šlechtí metodami, kdy se vytvoří **populace z volného opylení**, nebo **syntetické populace**.

6.1. Metoda hromadné selekce

Pomocí metody hromadné selekce se vytváří populace z volného opylení. Nejdříve se vyberou rostliny, tzv. **pozitivní selekce**, ze kterých se sklizená semena smíchají - **hromadná selekce** a v potomstvu se opět vyberou vhodné rostliny a ty se nechají navzájem nakřížit. Tyto cykly se mohou opakovat, lze během nich uplatnit i **negativní selekci**, tj. vyloučení nevhodných rostlin (používá se např. i u vegetativně množeného bramboru) a ostatní rostliny se opět nechají prokřížit. **Individuální selekce** se používá při hodnocení potomstev jednotlivých rostlin. Při selekci je důležitá **intenzita selekce** (i), což je procentuální podíl vybraných rostlin do dalšího cyklu. **Selekční rozdíl** pak udává velikost rozdílu mezi průměrnou hodnotou rodičovské populace před selekcí a průměrnou hodnotou vybraných rostlin. **Ohlas (response)** na selekci udává rozdíl mezi průměrnou hodnotou rodičovské populace před selekcí a průměrnou hodnotou potomstva vybraných rostlin.

6. 2. Rekurentní selekce

Je to metoda, která představuje opakující se selekci. Hodnocení rostlin v každém cyklu se dělá podle fenotypu tj. podle rostlin, klasů, obilek, nebo většinou podle genotypu, tj. podle potomstva, získaného volným opylením, křížením či samoopylením. Kmeny (tzv. *half-sib* rodiny), tj. rodiny polosourozenců vznikají křížením jedné mateřské rostliny se společným otcem (např. již uváděným výše v textu testerem). Zde jím může být celá otcovská populace schopná křížení. Kříženci (*full-sib*), tj. sourozenci vznikají křížením jedné mateřské rostliny s jednou otcovskou rodinou. Kmen se tedy sestává z méně vzájemně příbuzných rostlin než kříženec.

Používá se **rekurentní fenotypová selekce** nebo **rekurentní kmenová selekce**. Při rekurentní fenotypové selekci se vyberou ze základní populace nejlepší rostliny a vzájemně se prokříží. Jejich osivo se smíchá ve stejném množství dohromady, vyseje se, vyberou se nejvhodnější rostliny a cyklus se opakuje dle potřeby. Při rekurentní kmenové selekci se hodnotí pro zlepšení populace celá potomstva kmenů (jednotlivých rostlin), vzniklá po křížení se společným testerem. Vybrané kmenové matky, takové, jejichž potomstvo dalo nejvyšší výnos, se poté vzájemně prokříží a vytvoří novou populaci pro další cyklus rekurentní selekce. K tomuto už se může použít jen část osiva od každé samosprášené (selfované) kmenové matky. Tak se zvyšuje genetický zisk ve srovnání s použitím uchovaného osiva od každého kmene zvolného opylení, poněvadž samoopylením se zvýší podíl vybrané matky na úkor nevybraných otců.

Rekurentní selekce mezi selfovanými rodinami (vzniklými ze samoopylení) se používá ke zlepšení populace u samosprašných i cizosprašných rostlin. Spočívá v testování linií (nemusí být ještě naprosto homozygotní) na více lokalitách po jedné či více generacích samoopylení (tzv. selfování, inbreeding – u cizosprašných). Nejlepší linie ze sklizeného osiva se pak zkříží a vytvoří populaci nového cyklu.

Rekurentní selekce v následných generacích je u našich šlechtitelů poměrně rozšířenou metodou. Spočívá opět ve výběru nejlepších rostlin ve štěpící populaci, tzv. **kmenových matek**, jejich potomstva ze samoopylení u samosprašných a např. z volného opylení u cizosprašných se vysejí do **kmenové školky, školka kmenů - Km**. Podle hodnocení výkonu se přesejí nejlepší kmeny do **školky prvních výběrů (V1)**, u cizosprašných se k přesevu použije část osiva uchovaného při výsevu do Km (poněvadž ve školce došlo ke zkřížení i s nevybranými kmeny - otci). Podle výsledků ve V1 se přesejí nejlepší kmeny do **V2**, nebo se přímo smíchají a vytvoří základní osivo. Tato metoda se velmi často používá při udržovacím šlechtění (udržování) odrůd linií (viz dříve uvedené schéma šlechtění odrůd pšenice).

7. ŠLECHTĚNÍ SYNTETICKÝCH ODRŮD

Metody využívané pro šlechtění odrůd syntetických populací jsou po metodách šlechtění hybridních odrůd nejčastější a nejvyužívanější metodou cizosprašných rostlin. Syntetické populace vznikají křížením většinou pěti i více rodičovských komponent. Využívají se na rozdíl od hybridních odrůd po více generací (*syn-1*, až *syn-4*). S výhodou se šlechtí u plodin, které nesnáší samoopylování a tak není možné získat linie jako výchozí rodičovské komponenty. Od odrůd populací se liší tím, že se reprodukuje z původních rodičovských komponent a základní generace *syn-0* vzniká jen křížením omezeného počtu vybraných rodičovských komponent (většinou klonů).

Uplatňují se u cizosprašných, např. jetelovin, trav, ale i bobu a řepky (částečně cizosprašných). Potenciální rodičovské klony se hodnotí buď podle fenotypu, genotypu nebo podle kombinační schopnosti, což je nejvýhodnější. Při posledně jmenovaném hodnocení se předpokládá, že každá z rodičovských komponent musí s určitou statistickou pravděpodobností poskytnout heterozí či transgresi (podobně jako tomu je při šlechtění odrůd hybridů), hodnotí se tedy **obecná kombinační schopnost (GCA)**. Tu lze odhadnout pomocí hodnocení kmenů z volného opylení, **top-crossu** a **poly-crossu**. Při top-crossu se vysazují do porostu vynikající odrůdy testované klony. Porost – školka musí být v izolaci. Tester by měl být v malé vzdálenosti od klonů, ale tak daleko, aby bylo možné rostliny při sklizni od sebe

rozlišit. Sklizená semena ze všech částí téhož klonu (vysazují se v opakováních vždy s jinými sousedy) se smíchají a vysejí v pokusu s opakováními. Podle výsledků se klony s největší kombinační schopností použijí k syntéze do syntetické populace, nebo se mohou ještě hodnotit v poly-crossu.

Poly-cross se od **top-crossu** liší tím, že polycrossní osivo nevzniká po křížení s testerem, ale po křížení se všemi ostatními testovanými klony, takže se opět hodnotí GCA. Osivo ze všech klonových částí téhož klonu se sklídí dohromady a zkouší se výkonnost potomstva. Z nejlepších rodičovských klonů se sestaví syntetické populace, srovnají se standardními odrůdami a přihlásí k registračním zkouškám (ÚKZÚZ – NOÚ). Syntetici se udržují buď reprodukcí z původních rodičovských komponent, nebo přesevem z dlouhodobě uskladněného osiva (*syn-1*, *syn-2*), tj. ze základního osiva, kdežto populace z volného opylení pokračujícím (kontinuálním) přesevem. Výhodou syntetiků je využívání heteroze a transgrese, což je předpokladem vyšší výkonnosti oproti populacím z volného opylení.

8. ŠLECHTĚNÍ ODRŮD TYPU KLONŮ

Tyto odrůdy se šlechtí u vegetativně množených druhů kulturních rostlin, tj. jejich rostliny jsou navzájem geneticky identické. Jejich genotyp se během šlechtění a množení nemění. Postup šlechtění:

1. vytvoření genetické variability,
2. výběr a hodnocení jedinců, v dalších generacích klonů, potomstev vybraných jedinců,
3. množení vybraných klonů hlízkami (např. brambor), cibulemi (česnek), odnožemi (jahodník), řízkami (pelargonie), rouby (ovocné a okrasné dřeviny, réva), očky (ovocné dřeviny), meristematickými kulturami (brambor, česnek, orchideje), nebo apomiktickým osivem (lípence luční).

Nejrozšířenější metodou získání genetické variability je podobně, jako u předchozích šlechtěných typů odrůd, křížení. Získání kříženci u bramboru vzhledem k jejich vysoké heterozygotnosti odrůd typu klonů, štěpí již v první filální generaci (F_1). Hybridní osivo se vysévá a vybrané rostliny se hodnotí v klonovém, vegetativním potomstvu. Problémem vegetativně množených odrůd je zdravotní stav, musí se vylučovat chorobné a odchylné typy rostlin (**negativní selekce**). U bramboru jsou to především rostliny napadené virovými chorobami.

9. ŠLECHTĚNÍ NA ODOLNOST K CHOROBÁM A ŠKŮDCŮM

Vyšlechtění odolných odrůd je účinnou, přirozenou a levnou, současně i ekologickou formou ochrany před patogeny (patogen je původce choroby, nebo škůdce). Bylo zjištěno, že každému genu hostitele (napadené rostliny) řídícímu rezistenci odpovídá gen patogena, který určuje, zda bude patogen avirulentní (neschopný napadnout hostitele), nebo virulentní (schopný napadnout hostitele). Vztah mezi geny hostitele a geny patogena určuje projev choroby na hostiteli. Tento vztah mezi geny je nazýván jako teorie „gen proti genu“. Tento systém umožňuje jak přežití hostitele, tak i patogena, přirovnává se k sadě zámek a klíčů. Za zámky jsou označovány dominantní alely, bránící patogenu napadnout hostitele. Za klíče jsou označovány recesivní alely pro virulenci patogena. Expresí genů rezistence je však ovlivňována genetickým pozadím, u některé odrůdy může k projevu dojít, u jiné ne.

9. 1. Obecné mechanismy obrany rostlin proti patogenům

Choroby a škůdci se vyskytují v geneticky odlišných typech, tzv. rasách. Ty v důsledku různých genů virulence vyvolávají odlišný ohlas u hostitelských genotypů. Rasy se ověřují na testovacích odrůdách se známými geny rezistence. Celková schopnost napadat hostitele sestává z virulence - schopnosti překonávat specifické geny rezistence – kvalitativní stránka patogenity a z agresivity, tj. kvantitativní stránka. Agresivita má kontinuální proměnlivost a je řízena polygenními systémy. Rostliny se brání proti napadení patogeny následovně:

- a) neumožní napadení
- b) zabrání jeho šíření a reprodukci i když rostlinu napadne
- c) vyvíjí a reprodukuje se normálně, i přes aktivitu patogena, tj. jako by nebyly napadeny.

První dva způsoby se nazývají **rezistence** (někdy se první označuje jako imunita), třetí **tolerance**.

ad a) **Rezistence (imunita)** je charakterizována:

- Nehostitelskou rezistencí, tj. geny neumožňujícími napadení (např. obilnin plísní bramborovou).
- Specifickou rezistencí tzv. **vertikální rezistencí**, vyznačuje tím, že určité rasy nemohou určitou odrůdu napadnout, protože nemají příslušné geny virulence. Tento typ rezistence má vyšší úroveň rezistence a je málo ovlivněn prostředím (ročníky a lokalitami). Nové rasy však vertikální rezistenci překonávají. Tohoto typu rezistence se proto nejvíce využívá při šlechtění, většinou je řízena jen několika geny.
- Oligogenní rezistencí, řízenou geny velkého účinku (major geny) u hostitele.

- Hypersenzitivitou, kdy napadená rostlina znemožní patogenu infekci, např. tak, že napadená část rostliny odumře.
- Poměrně vyšší úrovní rezistence, která je méně závislá na prostředí (ročnících, lokalitách pěstování), avšak vznikem nových ras bývá překonávána.

ad b) **Rezistence k šíření patogena** na rostlině a v porostu je charakterizována:

- **Obecnou, horizontální rezistencí**, nespecifickou, částečnou, kdy hostitel je schopen vzdorovat všem rasám patogena (např. rzi).
- Poměrně nižší úrovní rezistence, která je silně ovlivněna prostředím (ročníky a lokalitami). Využívá se jen tehdy, pokud nejsou k dispozici geny pro vertikální rezistenci.
- Polygenní rezistencí, řízenou většinou malým počtem genů s malým účinkem.
- Polní rezistencí, která se vyznačuje tím, že v umělých podmínkách po inokulaci patogenem, které jsou pro něj vhodné, rostlinu poškozuje, ale polních podmínkách ne tak vhodných pro rozvoj patogena, rostlinu tolik nepoškozuje.

ad c) **Tolerance** představuje rezistenci rostliny k toxinům, které patogeny produkují. Rostlina tedy nezabraňuje napadení patogenem, ani ho nebrzdí ve vývoji. Výnos tolerantní rostliny je podobný výnosu rostlin bez infekce.

Rezistence k virům je podobná jako k patogenům, je na podobných principech. Při šlechtění na rezistenci k virózám se používá vzdálená hybridizace, kdy jsou z nešlechtěných forem vnášeny geny odolnosti. Byla již úspěšná, např. křížením: *Beta vulgaris* x *Beta maritima* – odolnost k „beet yellows virus“, u rodu *Brassica*, *Hordeum vulgare* x *Elymus mollis* – odolnost ke žluté virové mozaice, *Solanum tuberosum* x *S. acaule, andigenum* aj. Úspěšně byla využita i mutageneze např. ke získání rezistence k *BYDV* a *BaYMV* u ječmene.

Šlechtění na specifickou rezistenci je možné několika způsoby, obvykle s použitím rekurentní selekce:

1. Šlechtěním odrůd s major geny – vytváří se rezistence k převládajícím rasám patogena. Odrůda vznikne selekcí ze štěpící populace, allele rezistence může být přenášena i zpětným křížením.
2. Tvorbou víceliniových odrůd smícháním tzv. *izolinií* s rozdílnými major geny pro rezistenci. Při zpětném křížení je však výkonnost získaného hybridu limitována výnosem rekurentního rodiče.
3. Pyramidálním šlechtěním, tj. postupným vnášením různých major genů rezistence do jedné odrůdy. Při zpětném křížení je výkon hybridu retardován rekurentním rodičem.

Šlechtění na obecnou rezistenci zajistí určitý stupeň rezistence k mnoha rasám a takové odrůdy jsou méně zranitelné po změnách ras patogena. Mívá však nižší úroveň, bývá více závislá na podmínkách prostředí. Screening je účinný při vysokém tlaku za použití rekurentní selekce. Při polních infekcích se šlechtitelský materiál obsévá náchylnou odrůdou, účinnější je však inokulace (záměrná infekce) v řízených podmínkách. Protože je obecná rezistence podmíněna mnoha geny malého účinku, je šlechtění složitější, podobně jako třeba při šlechtění na výnos. V současnosti se využívá i selekce pomocí molekulárních markerů.

10. ŠLECHTITELSKÉ CÍLE PŘI ŠLECHTĚNÍ HLAVNÍCH PLODIN

10. 1. Pšenice

Pšenice je nejdůležitější plodinou z hlediska výživy obyvatel Evropy, neboť je základem pro výrobu nejčastěji spotřebovávaných potravin - chleba, pečiva a celé řady dalších. Nejpěstovanější u nás je *Triticum aestivum* L., pšenice měkká, obecná s formou ozimou a jarní a *Triticum durum* Desf., pšenice tvrdá. Méně pěstovaná je pšenice špalda, *Triticum spelta* L., *Triticum dicoccum*, pšenice dvouzrnka a *Triticum monococcum*, pšenice jednozrnka. Převládající typ odrůd pšenice jsou linie a to i víceliniové odrůdy. Pěstování hybridních odrůd s využitím gametocidů nebylo úspěšné, dnes některé světové firmy začínají hybridní odrůdy šlechtit a už i nabízet. Zde lze očekávat využití pylové sterility. Její genom je ze všech druhů obilnin nejvíce prozkoumán, jsou známy geny kódující barvu zrna, reakci na fotoperiodu a jarovizaci, geny mrazuvzdornosti, odolnosti k padlí travnímu, rzi travní, pšeničné a plevové. Poslední dobou je problém výskytu fuzarióz, který stoupá s využíváním minimalizace zpracování půdy, zaorávce rostlinných zbytků (zejména kukuřice) a náchylnosti odrůd. Již byly prokázány vazby genů, nyní se začínají využívat molekulární markery ke zvýšení odolnosti pomocí zpětného křížení.

Důležitým selekčním kritériem je sklizňový index, zejména v souvislosti s polozakrslostí. Adaptabilita je ovlivňována geny polozakrslosti (*Rht* - tj. *reduced height*, gen je dominantní, proto psaný velkým prvním písmenem), geny pro fotoperiodickou reakci (*Ppd* - *photoperiodic duration*) a pro jarovizační reakci, ovlivňující zda je to ozim nebo jař (*Vrn* - *vernalization*). Důležité je šlechtění na toleranci vůči stresům z extrémům prostředí (sucho, teplotní extrémy, záplavy, poléhání, porůstání). Dále na kvalitu, danou především genomem *D*. Obecně bývá šlechtění na kvalitu v negativní korelaci s výnosem, u pšenice je to např. obsah lepku. Lepek sestává z gliadinů a gluteninů. Jednotlivé frakce těchto bílkovin určují pekařskou kvalitu a jsou řízeny geny pro gliadiny a gluteniny, *Gld* a *Glu*. Některé z nich kódují dobrou (*Gld 1B1*

aj.), jiné špatnou kvalitu (*Gld 1B3*). Proto se dá již z jedné obilky zjistit pekárenská kvalita. Ve šlechtění na kvalitu se používají genetické bílkovinné a stále více molekulární markery. Podle způsobu použití mouky se liší i **parametry hodnocení kvality**:

- Pro pekárenské zpracování, tj. převážně pro výrobu kynutých těst. Kvalita je většinou posuzována podle objemu pečiva, který svědčí o obsahu lepku (převažující bílkovina v pšeničném zrně) a jeho vysoké kvalitě. Hodně lepku s vysokou tažností a pružností je předpokladem pro dobrou pekárenskou hodnotu.
- Pro pečivárny, tj. pro výrobu keksů a sušenek,
- pro výrobu těstovin,
- pro výrobu škrobu a lihu, zejména bioetanolu.
- Pro krmení monogastrických zvířat, takové odrůdy by měly obsahovat hodně rozpustného albuminu a globulinu, protože gliadiny a gluteniny (lepek) jsou ve vodě nerozpustné a tato zvířata je špatně využívají.

Podle kvality jsou vyšlechtěné odrůdy **pekárenské pšenice** děleny do kategorií:

- velmi dobré, zlepšující, tj. E – elitní,
- dobré, samostatně zpracovatelné, tj. A - kvalitní,
- doplňkové, zpracovatelné ve směsi, tj. B – chlebové,
- málo vhodné až nevhodné, tj. krmné, C – ostatní,
- pro keksy a sušenky, tj. K.

Významným cílem je rezistence k chorobám a škůdcům, zejména k houbovým chorobám, zvláště k plísním z rodu *Fusarium* a dalších rodů, které produkují zdraví škodlivé mykotoxiny (deoxynivalenol, zearalenon aj.). Klasové fuzariózy rapidně snižují výnos, HTS, zvyšují podíl zadiny, přenášejí se osivem, ale patogen přežívá i na posklizňových zbytcích, hlavně kukuřice, jejíž výměra se stále zvyšuje.

10. 2. Ječmen

Jsou šlechtěny odrůdy jarního a ozimého typu, dvouřadé a víceřadé (víceřadé v ČR pro krmné účely). Pro sladování se tradičně v ČR používají jarní dvouřadé odrůdy, ale v současnosti už i dvouřadé ozimé (např. odrůda *Wintmalt*). Zrno sladovnického ječmene musí mít vysokou klíčivost - na ní je závislá výroba sladu (při klíčení se mění škrob na maltózu). U sladovnických typů jsou dány cíle jako např. omezený obsah proteinů v obilce (rozpětí 9,0 – 11,0 %), vysoký obsah extraktu a aktivita enzymů které převádí maltózu na alkohol, enzymů štěpících beta-glukany a dalších, vysoká diastatická mohutnost, Kolbachovo číslo, friabilita,

naopak nízký obsah beta-glukanů. Přibyly nové znaky jako čirost a viskozita sladiny. Všechny potřebné znaky a jejich hodnoty jsou dány souhrnným ukazatelem, **Ukazatelem sladovnické jakosti** (USJ).

V současnosti již máme registrovány dvě české odrůdy bezpluchého ječmen, určeného svými parametry především pro potravinářské využití, jsou charakteristické především vyšším obsahem dietní vlákniny, k níž patří např. beta-glukany. Bezpluchost je dána přítomností genu *n* (*nudum*). Pro potravinářské směry šlechtění se využívají typy ječmene s vysokým podílem amylopektinu na úkor amylozy s genem *wx* (alela *waxy* - nízký obsah amylozy a vyšší obsah β -glukanů). Naopak vysoký podíl amylozy (rezistentní škrob) je zabezpečen alelou *amo1*, vysoký podíl lyzinu je řízen genem *lys3a*. Pro typy ječmene potravinářského typu s alelou *waxy* jsou odlišné šlechtitelské cíle než pro krmné a sladovnické odrůdy, např. vysoký obsah beta-glukanů a arabinoxylanů (to jsou neškrobové polysacharidy, patřící k dietní vláknině), dále např. obsah vitamínu E má být co nejvyšší. Pro sladovnické a krmné účely jsou uvedené polysacharidy, na rozdíl od potravinářského využití, nežádoucí protože ve větším množství způsobují problémy ve výrobě piva i v trávicím traktu monogastrů (menší konverze krmiva).

Vytýčenými cíli jsou tedy vysoký výnos zrna, co nejvyšší sladovnická kvalita, odolnost k listovým chorobám. Šlechtění na výnos znamená především šlechtění ječmene na adaptabilitu. Adaptabilita je kvantitativním znakem, výška rostliny důležitá v odolnosti k poléhání, je u ječmene částečně vyřešena, díky vyšlechtěné odrůdě *Diamant* a jejím používáním jako komponenty do dalších odrůd. Průměrné ztráty na výnosu zrna vlivem poléhání se odhadují na 10-15%, vedou i ke snížení sladovnické kvality sklizně z polehlých porostů. Směry ve šlechtění na tuto výnosovou složku (jedná se o složitý znak s nízkou dědivostí), jsou zaměřeny v současné době na zkrácení a zpevnění spodního internodia a zvětšení mohutnosti kořenového systému. Dalším cílem je ranost a mrazuvzdornost u ozimých forem. Krmné odrůdy by měly obsahovat vyšší obsah bílkovin s limitujícími aminokyselinami. Z chorob jsou nejvýznamnější listové, především padlí travní, které napadá povrchové buňky, přenáší se větrem, množí se pohlavně i nepohlavně a přezimuje na ozimých odrůdách ječmene. Ve šlechtění se v současné době využívá zejména gen obecné nespecifické (horizontální) rezistence *mlo* (recesivní gen, první písmeno je malé); odrůdy které ho mají nejsou dosud padlím napadány. Vyznačují se rezistencí k penetraci houbových haustorií, které proto pronikají jenom skrze průduchy a proto bývají málo napadeny. Jiné geny rezistence vůči padlí jsou dominantní a řídí specifickou (vertikální) rezistenci. Jsou známy i geny odolnosti vůči rynchosporiové skvrnitosti a využíváný je gen proti rzi ječné *Rph7*, na tento gen odolnosti se provádí následná selekce a testování potomstev. Rovněž se využívá nespecifické

polygenní rezistence charakterizované pomalým šířením choroby – pomalým rezivěním. Vlastní heritabilita genů odolnosti vůči padlí travnímu a rzi ječné je dosti vysoká a umožňuje tak celkem spolehlivou selekci a následné testování rostlin již v raných generacích (F_2 , F_3). Novější nebezpečnou chorobou je žlutá virová zakrslost (BYDV), rezistence je ovlivněna genem *ym4*, jsou už známy jeho molekulární markery. Proti sněti prašné ječmenné je účinné moření. Podle obsahu extraktu (jeden z ukazatelů USJ) se selektují odrůdy na České pivo.

Při novošlechtění sladovnického typu ječmene jarního na úspěšné šlechtitelské stanici v ČR každoročně nakříží (používají křížení v laboratoři na odstřiženém stéble) asi 400 hybridních kombinací. Sklizená hybridní zrna vysejí po dvě generace (F_1 a F_2) a vyberou asi 20 tisíc rostlin do F_3 , z nich pak mají v F_3 generaci asi 16 tisíc kmenů, v F_4 asi tisíc až 2000 linií, které se zkouší na stanici v pokusech bez opakování. V F_5 už zkouší jen asi 200 linií na třech lokalitách a v F_6 na 5-6 lokalitách (Svačina, 2013). Tato konkrétní čísla dokumentují velký rozsah šlechtitelského materiálu, což je základem úspěšného šlechtění ječmene u nás. Pokrok ve šlechtění představuje využití molekulárních markerů (MAS selekce), transgenoz, využití planých zdrojů odolnosti aj.

10. 3. Kukuřice

Způsob šlechtění hybridů a linií kukuřice je popsán v kapitole Šlechtění hybridů. Výsledný hybrid u kukuřice musí být pylově fertilní. Kukuřice je první plodinou, kde se hybridní odrůdy začaly šlechtit a v praxi používat. Hybridy se začaly šlechtit už na vědeckém pracovišti Mendelu v Lednici, prof. Frimmelem.

Významným šlechtitelským cílem je šlechtění na adaptabilitu, zejména u raných odrůd, které jsou určeny do okrajových oblastí pěstování kukuřice. Dnes jsou už vyšlechtěny hybridy rané hybridy s nízkým číslem FAO (170 i 160) i vysokým číslem a delší vegetační dobou pro teplejší oblasti. Díky vyšlechtění raných odrůd se posunula hranice nadmořské výšky pro pěstování zrnových hybridů kukuřice. Důležité je šlechtění na odolnost vůči chladu, protože kukuřice je teplomilná rostlina, šlechtění na odolnost vůči poléhání (lámání), vyrovnanému zrání, vysychání před sklizní, odolnost vůči chorobám a škůdcům, tolerance k pesticidům, vyšší stravitelnost silážních hybridů určených pro krmění. Jsou již vyšlechtěny silážní hybridy, vhodné pro používání na siláž do bioplynových stanic, hybridy tzv. **stay green** se zelenými listy až do sklizně. Výnos je pozitivně ovlivňován delší dobou kvetení a plnění zrn. Podíl zrna u silážních hybridů činí asi 50 % ze sklizně biomasy a těžko se šlechtěním zvyšuje. Lámání rostlin je ve velké míře způsobeno napadením fuzáriemi. Rozšířenou chorobou je sněť kukuřičná. Šlechtění na odolnost k oběma chorobám je důležité, podobně i na odolnost

vůči *Helminthosporium maydis*. Odolnost vůči zavíječi kukuřičnému je ošetřena vyšlechtěním geneticky modifikovaných odrůd s odolností vůči tomuto škůdci. Pracuje se na šlechtění vůči bázlivci kukuřičnému (*Diabrotica vigifera*), který vyžírá kořeny a způsobuje poléhání (lámání) rostlin.

Při výrobě osiva hybridních odrůd, vyšlechtěných na bázi CMS, která již přestává být spolehlivá, se musí dnes ve značné míře používat ruční kastrace, nebo používat mechanizaci (sekačky, které vrchní část s latami uřežou, ale porost se musí zkontrolovat z hlediska jejich účinnosti).

10. 4. Řepka

Je převážně samosprašná, s vysokým podílem cizosprašení (30-40 %), převládají ozimé odrůdy. Starší odrůdy byly liniové, v současnosti se pěstují často hybridní odrůdy. Kvalita oleje je řízena geneticky a biosyntézu jednotlivých mastných kyselin (nasyčených i nenasycených) lze geneticky ovlivnit a měnit. Zahřátím vícenásobných nenasycených mastných kyselin, které jsou pro lidské zdraví potřebné, mohou vznikat trans-mastné kyseliny, které představují riziko pro vznik chorob oběhového ústrojí. Proto je vhodné používat jiné druhy oleje pro studenou (s vícenenasycenými) a teplou kuchyni. Mastná kyselina eruková škodí lidskému zdraví, glukosinoláty škodí při zkrmování extrahovaného šrotu (po získání oleje) monogastričným zvířatům a vysoké zvěři (při spásání porostů). Protože je obsah kyseliny erukové řízen jen jedním genem, šlechtí se na bezerukovost dobře, kdežto obsah glukosinolátů je řízen mnoha geny a proto se jejich nízký obsah šlechtěním snižuje pomalu. Dvounulové odrůdy (00), neobsahují téměř kyselinu erukovou (do 2 %) a velmi málo glukosinolátů.

Z řepkového oleje se vyrábí MEŘO (metyléster řepkového oleje), palivo které se přidává do nafty, přičemž na kvalitě oleje nezáleží, protože neovlivní energetickou hodnotu. Při výnosu zrna 3 t z hektaru a olejnatosti 40 % lze počítat se sklizní asi 1,2 tuny oleje z hektaru.

Hybridní odrůdy jsou dvojího typu tzv. **kompozitní** (složené) a **restaurované**. Kompozitní se sestávají ze dvou komponent: z pylově sterilní mateřské linie (asi 80 %) z podílu pylově fertillního opylovače. V tomto složení je i komerční osivo. Pylová sterilita využívá japonský systém *Ogura*, nebo francouzský systém *INRA*. Restaurované hybridy jsou principiálně podobné jako u kukuřice. Rod *Brassica* má velkou genetickou variabilitu, což je příznivé pro další šlechtění. Používá se úspěšně i transgenů pro přenos pylové sterility a tolerance k herbicidům. Druhy lze mezi sebou křížit, některé druhy lze resyntetizovat z různých forem původních druhů a tak rozšířit genetickou variabilitu. Ve šlechtění řepky se využívá i

dihaploidů k rychlé homozygotizaci. Důležité je šlechtění na odolnost k chorobám řepky, nejnověji se vyskytující chorobou je nádorovitost kořenů.

10. 5. Brambor

Cíl šlechtění je dán výnosem, zejména výnosem tržního podílu, vysokým obsahem sušiny, stolní hodnotou, vhodností pro průmyslové zpracování (na hranolky, lupínky, na škrob), vhodností ke skladování. Šlechtění se zaměřuje i na obsah redukujících cukrů, obsah solaninu. Obecně a nejen u bramboru platí, že nová odrůda by neměla mít žádnou špatnou vlastnost, než se snažit o kombinaci co nejvíce dobrých vlastností.

Každý cyklus šlechtění začíná křížením, zejména křížením adaptovaných odrůd, ale jako donory rezistence se využívají i jiné plané botanické druhy. Lze využít asi 150 druhů rodu *Solanum*, které tvoří hlízy. Jsou to diploidy až hexaploidy (což je velkým problémem), protože *S. tuberosum* je samosprašný diploid. U některých šlechtěných odrůd bývá problém s nevytvářením plodů a semen, avšak šlechtitelé tento problém dokáží překonat. Žádoucí je šlechtění a hodnocení rezistence k chorobám a škůdcům. Používá se především rekurentní fenotypová selekce. Ke **screeningu** (selekcí v provokačním prostředí) na rezistenci dochází již v semenné generaci po inokulaci (záměrný přenos patogena), ale i v pozdějších generacích. Šlechtí se na polní rezistenci k plísni bramborové, ne na odolnost k jednotlivým rasám, protože se patogen stále mění. Využívá se screeningu na rezistenci k hád'átku; šlechtění na odolnost k mandelince v zahraničí využívá genu *Bt* pro tvorbu geneticky modifikovaných odrůd. Při šlechtění na odolnost vůči virovým chorobám, kterých je u bramboru více, se při selekci využívá ELISA testů. Vybrané zdravé rostliny se po tomto testu v další generaci vysadí na pole. Z oček sklizených hlíz se vypěstují rostliny a opět se testují. Pokud se prokáže přítomnost nějakého viru, kříženec se vyloučí.

Šlechtí se na polní odolnost vůči plísni bramborové (v USA jsou pěstovány odolné GM odrůdy). Šlechtitelé tuto odolnost testují v provokačních podmínkách např. v Peru, Mexiku a využívají plané druhy. Na testování odolnosti proti strupovitosti se využívá zamořené pole ve Vyklanticích, obdobně se testuje odolnost vůči hád'átku bramborovému, či proti rakovině bramboru. Nově registrované odrůdy musí být odolné jak hád'átku, tak rakovině. Aby se co nejvíce předešlo výskytu viróz, pěstují se brambory z certifikované sadby, produkované v „Uzavřených pěstitelských oblastech pro výrobu základní sadby brambor“ na Vysočině, kde je menší výskyt hmyzích přenašečů (vektorů) virových chorob, protože je zde chladněji. V Rusku a Velké Británii konzumenti preferují odrůdy s bílou dužninou, kdežto v Německu a Česku žlutou; v Maďarsku a Alžírsku se požadují odrůdy s červenou slupkou, v severní

Africe odrůdy s velkými a protáhlými hlízkami. **Konzumní jakost** brambor určuje **varný typ** hlízk, odrůdy se tak dělí na:

A – pevné (dříve označované jako lojovité), vhodné na saláty,

B – polopevné (polomoučné), vhodné jako příloha,

C – nepevné (moučnaté, rozvářivé), vhodné na kaše,

D - nekonzumní, silně moučnaté, s vysokým obsahem škrobu pro průmyslové zpracování.

Použitý šlechtitelský postup lze popsat podle úspěšného šlechtění odrůd z poslední doby. Po nakřížení pěstovali šlechtitelé asi 800-3800 semenáčků z křížení ve sklenicích, následovala polní školka, kde se v první generaci pěstovalo asi 50-110 klonů (klonová generace), ve druhé 6-39 a ve třetí 2-16 klonů. Současně s touto generací probíhaly staniční, mezistaniční a registrační pokusy, vždy po dvou letech. Zároveň s pěstováním druhé a třetí klonové generace probíhal i screening na rezistenci k rakovině a háďátku.

Odrůdy se udržují z vegetačních vrcholů vybraných klonů ve zkumavkách, podrobí se ozdravení od viróz a následují meristémové kultury, z nichž se odrůdy reprodukuje.

10. 6. Cukrovka

Cukrovka je cizosprašná, její generativní vývoj je dvouletý. Současně využívané hybridy jsou hybridní, využívající pylové sterility mateřských rostlin a jsou jednoklíčkové (genotyp *mm*). Jsou di-, tri- i tetraploidní; triploidní vznikají křížením diploidů s tetraploidy, nejsou plodné, ale to u cukrovky není na závadu, protože se sklízí již v prvním roce života její vegetativní část (bulva) pro výrobu cukru.

Šlechtění cukrovky bylo v ČR na vysoké úrovni a odrůdy ze šlechtění v Dobrovicích (Dobrovická A, C a další) byly v polovině minulého století jedny z nejlepších v Evropě, nyní se u nás cukrovka nešlechtí, všechny odrůdy jsou zahraniční provenience. Šlechtění cukrovky sloužilo jako vzor (schéma) pro další cizosprašné plodiny.

Selekčními znaky jsou výnos cukru z jednotky plochy, který je tvořen výnosem bulev a cukernatostí. Dalšími jsou tvar kořene, výtěžnost rafinády (tj. polarizace korigovaná na obsah Na, K a amino-N), výtěžnost k polarizaci, jednoklíčkovost aj. Problémy působí viróza rhizomanie, cercospora, háďátko řepné aj.

Vznik hybridů byl umožněn využitím pylové sterility, která je cytoplazmaticko-jaderná a řízená interakcí cytoplazmy *S* a normální cytoplazmy *N* se dvěma jadernými geny *X* a *Z*. Dominantní alela genu *X* je obnovitel pylové fertility, dominantní alela genu *Z* je obnovitel částečné fertility u rostlin s cytoplazmou *S* a rostliny s cytoplazmou *N* jsou pylově fertillní.

Nakřížením cytoplazmaticky sterilních rostlin s linií *O* (obnovitel fertility) zpětným křížením se vytvoří pylově sterilní analog linie *O*, označovaný jako linie A u kukuřice.

Výskyt rhizomanie je silně ovlivněn tolerancí odrůdy. Transgenní odrůdy odolné k rhizomanii mají vnesený gen viru působící rhizomanii pro obalový protein. I výskyt háďátka řepného a houbovou chorobu *Rhizoctonia solani* mohou snížit tolerantní odrůdy a delší doba odstupu pěstování cukrovky na stejném pozemku. Další houbová choroba *Cercospora beticola* je silně ovlivňována počasím. Původně cukrovka poskytovala 0,4 tun cukru z hektaru při cukernatosti 6-8%, dnes při možné cukernatosti 16-18% se využívá se jen 13-14%, poskytuje 4-5 tun cukru z hektaru. Nyní se u nás cukrovka nešlechtí, všechny pěstované odrůdy jsou zahraniční provenience.

11. UDRŽOVACÍ ŠLECHTĚNÍ – UDRŽOVÁNÍ ODRŮD

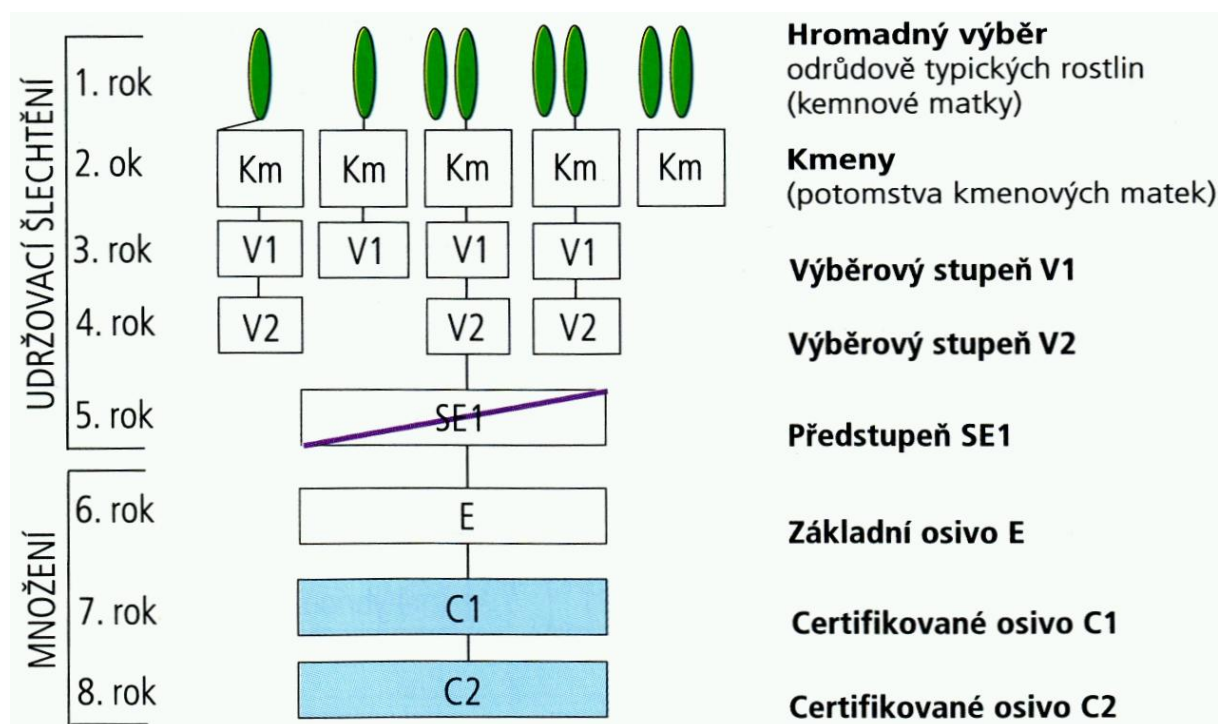
Udržování odrůd má za úkol zabezpečit stálost odrůdových vlastností registrované odrůdy. To bývá zajišťováno většinou šlechtitelem, vlastníkem odrůdy, nebo smluvně jiným subjektem, pod dohledem šlechtitele. Termín udržování je vhodnějším než udržovací šlechtění, protože nejde o šlechtění, tj. zlepšování vlastností, ale spíše o vysoce kvalitní semenářství. Je prováděno většinou výběrem buď **individuálním** (rostlin), nebo **hromadným** (rostlin, klasů). Zachování genetické identity odrůdy by bylo nejefektivnější dlouhodobým skladováním osiva, což ale pro velký objem potřebných osiv není možné. U sadby vůbec tento způsob není reálný. Kvalitu udržování kontroluje a ověřuje ÚKZÚZ prostřednictvím uznávacího řízení.

11. 1. Udržování odrůd typu linií

Odrůdy linie se udržují poměrně snadno. Často se používá na šlechtitelských pracovištích při udržování ječmene a pšenice klasový výběr (cca 100 až 1000 klasů), které se množí v řádcích jako **klasová potomstva** v prostorové izolaci od jiné odrůdy téhož druhu. Mohou se hodnotit rostliny uvnitř řádků podle různých kritérií (např. uniformity). Netypické řádky se před sklizní vyloučí a ponechané se sklídí společně a osivo se použije pro namnožení do dalších generací. Obvykle se na šlechtitelských pracovištích v ČR dělají dvě generace takovýchto výběrů a označují se V1 a V2 (viz obr. 7 udržování linií). Takovým způsobem se získává tzv. šlechtitelské osivo (breeder seed), po přemnožení pak základní osivo (basic seed) a následně i certifikované osivo. Uniformita u odrůd je důležitá pro udržení homogenity materiálu odrůdy, současně jen za těchto podmínek je možná odlišitelnost odrůd. Výnosové zkoušky už nejsou

při udržování odrůd linií ani u odrůd populací potřebné. Víceliniové odrůdy se získávají smícháním osiva linií (izolinií, s odlišnou rezistencí k patogenům), které jsou udržovány samostatně.

Obrázek 7: Udržování a množení samosprašných druhů (odrůd linií)



(Zdroj: Houba, Hosnedl, 2002)

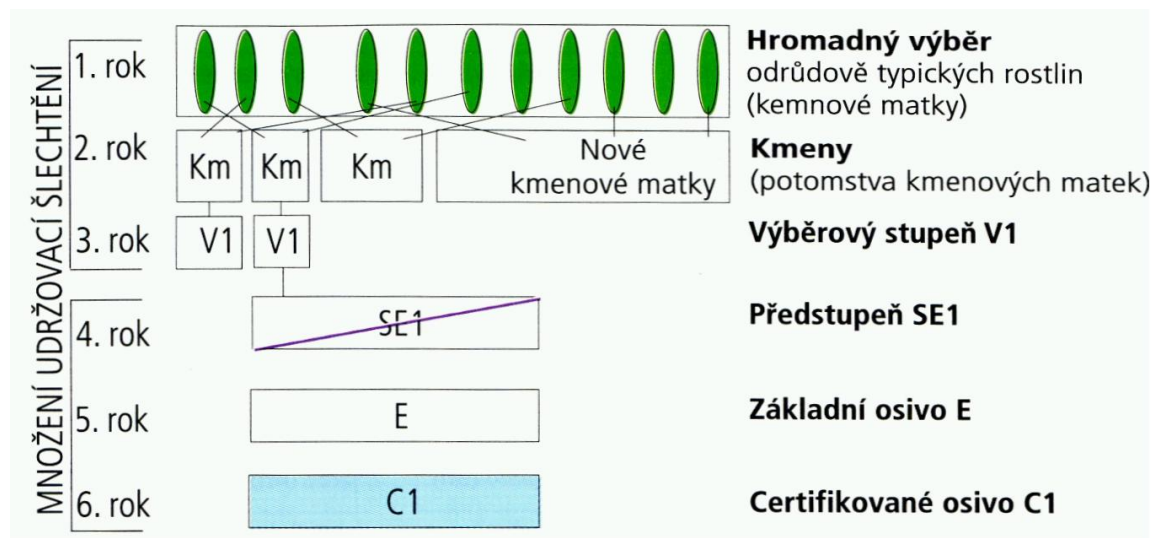
11. 2. Udržování odrůd typu populace

Odrůdy typu populace cizosprašných druhů potřebují k udržování pravděpodobné křížení mezi všemi komponenty v populaci. To předpokládá stejnou dobu kvetení. Tyto populace se rychle zbalancují po několika generacích volného opylení. Pak se provede hromadný výběr, který je účinnější před kvetením. Nejtypičtější, zdravé a podobné rostliny se použijí pro výsev nové výběrové školky, nevhodné se vyloučí a zůstávající rostliny se použijí jako základ pro předstupeň základního osiva. Výběr je možné dle potřeby opakovat (viz obr. 8).

Syntetické populace se udržují náročněji. Základ je v reprodukci základních komponent, které se musí udržovat během celé doby registrace odrůdy. To často dělá problémy s udržováním rodičovských klonů (např. u vojtěšky), většinou v důsledku napadení viry. V tom případě je vhodné klonování „*in vitro*“ s ozdravením od viróz. Při reprodukci odrůd-populací mimo oblast pěstování (adaptace) dochází často k přirozenému výběru. Doporučuje se raději

pěstovat při udržování těchto odrůd, nebo při množení, pouze jednu generaci mimo oblast adaptace.

Obrázek 8: Udržování a množení cizosprašných druhů (odrůd populací)



(Zdroj: Houba, Hosnedl, 2002)

11. 3. Udržování hybridních odrůd

Udržování odrůd hybridů spočívá na udržování rodičovských linií, jejichž osivo se získává samoopylením (u cizosprašných je to vynucené samosprašení – inzucht, inbreeding), nebo křížením rostlin uvnitř linie. Samoopylováním po více generací se ztrácí životnost linie, ale je tak zaručena čistota linie. Postup selekce v liniích je podobný jako u předchozích odrůd typu linie. Spočívá ve vyloučení odlišných rostlin, ty které zůstaly, se samoopylí a sklídí se osivo. Může se opět dělat selekce podle kritérií zvolených pro osivo (např. obsah glukosinolátů u řepky). V následujícím roce se vysejí semena jednotlivých rostlin do řádků, znovu proběhne samoopylení, osivo vyrovnaných rostlin se posoudí, část osiva se ponechá pro testování potomstva a ostatní osivo se ve stejném poměru z každé rostliny smíchá jako osivo inbreední linie.

Při výrobě předstupňů, tj. jednoduchých hybridů pro tvorbu dvou a víceliniových hybridů, se musí dbát na prostorovou izolaci jednotlivých hybridů a odstraňování odlišných typů rostlin před kvetením. Zvláštní péče je věnována pylově sterilním liniím a pylově sterilním jednoduchým hybridům. Mateřská a otcovská komponenta se pěstuje v pruzích v poměru 2:1 až 4:1. Mezi pruhy komponent musí být opět prostorová izolace pro odstraňování netypických rostlin a pro oddělenou sklizeň. Musí být zajištěno současné kvetení komponent, pokud jsou různě rané, a to buď postupným výsevem, nebo pomocí růstových regulátorů, které sjednotí

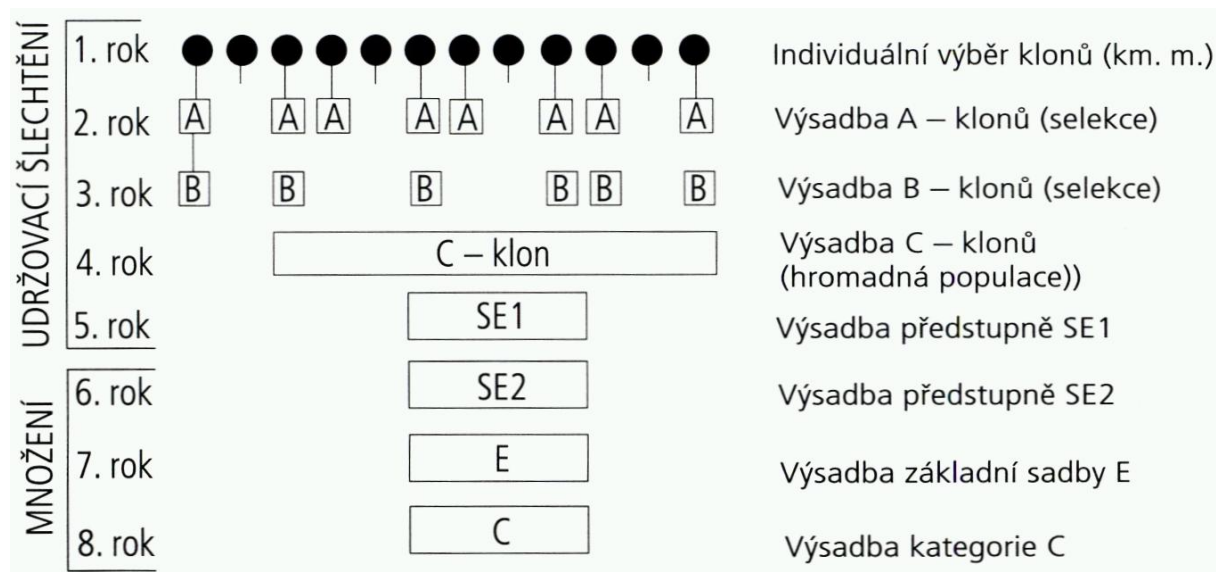
kvetení. Jako otcovská komponenta se používá často hybrid nebo syntetická odrůda, které se sestávají z více rodičů a potom je doba kvetení různá a celkově delší.

11. 4. Udržování odrůd typu klonů

Základ pro vznik odrůdy tohoto typu je vegetativní potomstvo jedné rostliny (obr. 9). Udržují se ale často ve formě více klonů (obdoba víceliniových odrůd). Udržování zde není problém šlechtitelsko-genetický, ale fytopatologický. Nejnebezpečnější jsou virové choroby. Proto nabývají na významu při udržování metody pěstování *in vitro*. Doporučuje se i v tomto postupu udržovat více klonů, tzv. **meriklonů**, u bramboru 3–5 (obr. 10).

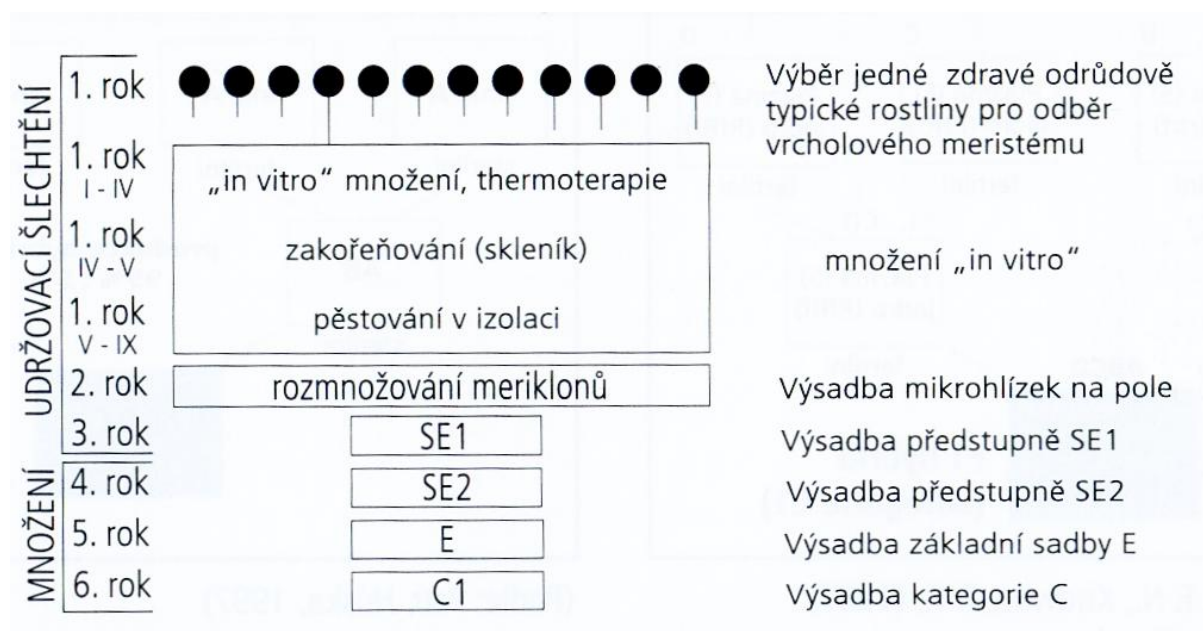
Z meristémových kultur zdravých hlíz se vypěstují rostliny (většinou z vrcholových meristémů), u několika klonů se provedou PCR (polymerase chain reaction – molekulární metoda, zde pro stanovení cizorodé DNA) testy na přítomnost virů, přes zimu se vypěstují ze zdravých klonů rostliny. V zimním období, kdy nejsou přítomni přenašeči virů (mšice) se rostliny vysadí do skleníků, projdou uznávacím řízením a klony se rozmnoží. U porostů z takto získaného materiálu byl zjištěn vyšší výnos než u tradičně rozmnožovaných klonů.

Obrázek 9: Udržování a množení bramboru



(Zdroj: Houba, Hosnedl, 2002)

Obrázek 10: Udržování a množení bramboru při využití explantátových kultur



(Zdroj: Houba, Hosnedl, 2002)

Pozn.: V obou schématech množení bramboru lze rozmnožovat kategorii C1 do C2

12. SOUČASNÝ STAV A LEGISLATIVA ŠLECHTĚNÍ A SEMENÁŘSTVÍ

Se vstupem ČR do Evropské unie a rozvojem mezinárodní spolupráce a mezinárodního obchodu s odrůdami a s osivy, byla v ČR přijata příslušná legislativní opatření formou zákona, která jsou v souladu s legislativou EU.

Českomoravská šlechtitelská a semenářská asociace, sdružující šlechtitele a producenty osiv, zastává názor, že právní ochrana odrůd je efektivní nástroj ochrany odrůd a umožňuje za určitých předpokladů získání finančních zdrojů pro šlechtění. Finanční zdroje pro vývoj nových odrůd pak představují: licence, náhrady za použití farmářských osiv, případně grantové projekty. Licenční poplatky za využívání odrůdy v ČR se vybírají za nechráněné odrůdy a odrůdy chráněné dle Šlechtitelského práva, (UPOV 1991 - Mezinárodní unie na ochranu nových odrůd rostlin), národní (na základě zákona o ochraně odrůd) nebo evropskou ochranou. Výběr náhrad za použití farmářských osiv je v ČR realizován na základě národní legislativy, v zahraničí dle druhu ochrany dle národní nebo evropské legislativy. Takto získané prostředky vytváří předpoklady pro ekonomickou samostatnost šlechtitelských firem. Ochrana odrůd na základě UPOV je efektivní nástroj pro ochranu odrůd – je však nutné další zdokonalování systému. Účinnost tohoto systému ve vztahu k financování vývoje nových odrůd je vyhovující při obměně certifikovaného osiva nad 55-60 %. Vystává nutnost zesílení ochrany odrůd a vymahatelnosti šlechtitelských práv. Při uplatňování zásad tržního přístupu

ve šlechtění a v semenářství vyvstala nutnost budování šlechtitelsko - semenářské vertikály (zajišťující propojenost úseků novošlechtění - udržování a množení odrůd - prodej osiva, sadby), s cílem zabezpečovat realizaci výsledků.

Základními legislativními dokumenty v oblasti šlechtění a semenářství je zákon č. 219/2003 Sb., o uvádění do oběhu osiva a sadby pěstovaných rostlin a o změně některých zákonů. Dále jsou to navazující vyhlášky: Vyhláška č. 129/2012 Sb., kterou se stanoví podrobnosti o uvádění osiva a sadby pěstovaných rostlin do oběhu, Vyhláška č. 61/2011 Sb., kterou se stanoví požadavky na odběr vzorků, postupy a metody zkoušení osiva a sadby a Vyhláška č. 378/2010 Sb., o stanovení druhového seznamu pěstovaných rostlin.

V podmínkách Evropského společenství je ochrana práv k odrůdám řešena ve dvou úrovních: národní a unijní (více bude sděleno v následující kapitole Zkoušení a registrace odrůd).

V době před rokem 1989 bylo registrováno v ČR několik odrůd (většinou do 10) jednotlivých druhů, v současnosti jsou to desítky až stovky odrůd. To je umožněno výše uvedenou legislativou, jejíž praktické provádění je v kompetenci Národního odrůdového úřadu (NOÚ při ÚKZÚZ). Tento systém na základě výše uvedených legislativních opatření k ochraně práv k odrůdám umožňuje uplatňování domácích odrůd v zahraničí. V současnosti se tak široce rozvíjí uplatňování zahraničních odrůd v nabídce sortimentu odrůd jednotlivých rostlinných druhů v ČR, řada domácích firem zastupuje šlechtitelské a semenářské firmy.

13. ZKOUŠENÍ A REGISTRACE ODRŮD

V souladu s evropskou legislativou je v České republice legislativně ošetřena:

- Ochrana práv k odrůdám
- Registrace odrůd
- Informace o odrůdách pro pěstitele

Tyto oblasti jsou dle zákona č. 219/2003 Sb. „O uvádění do oběhu osiva a sadby pěstovaných rostlin“ a o změně některých zákonů v kompetenci ÚKZÚZ, Národního odrůdového úřadu (NOÚ), který byl zřízen v souladu se směrnicemi EU po našem přistoupení do EU. Dále je v zákoně právně ošetřeno i **Doporučování odrůd v ČR**. ÚKZÚZ je ze zákona podřízený Ministerstvu zemědělství České republiky. Dne 10. 9. 2013 byl publikován zákon č. 279/2013 Sb., který nabyl účinnosti dne 1. 1. 2014 a v podstatě se v něm jedná o sloučení ÚKZÚZ a Státní rostlinolékařské správy (SRS), tak jak to bývalo dříve.

Národní odrůdový úřad (NOÚ)

NOÚ se v rámci své činnosti zabývá:

1. Ochranou práv k odrůdám a to na úrovni národní ochrana (CZ) a odrůdovým právem Společenství ve spolupráci s CPVO, tj. **Odrůdový úřad společenství**.
2. Registrací odrůd a to opět jednak v rámci ČR, kdy jsou nově vyšlechtěné a vyzkoušené odrůdy v ÚKZÚZ registrovány v Národní listině, kterou je **Seznam odrůd zapsaných ve Státní odrůdové knize (CZ)** a na úrovni unijní, kde je vytvořen **Společný katalog odrůd (EU)**. Po určité administrativní proceduře se stává odrůda u nás zaregistrovaná součástí Společného katalogu odrůd.
3. Poskytováním informací o odrůdách pro pěstitele. Každoročně vydává **Seznam doporučených odrůd** podle skupin plodin (obilniny, olejnin, okopaniny aj.), přehledy odrůd (tzv. listovky), které vycházejí v předstihu před Seznamy doporučených odrůd. Rovněž dává k dispozici **Výsledky pokusů pro užitnou hodnotu**.

13. 1. Ochrana práv k odrůdám

Ochrana práv k odrůdám zajišťuje držiteli šlechtitelského osvědčení výlučné právo k využívání chráněné odrůdy. Držitel šlechtitelských práv může jiné osobě poskytnout souhlas s využíváním chráněné odrůdy a stanovit výši licenčních poplatků za využívání odrůdy. Ochranná práva lze udělit odrůdě, která splňuje podmínky odlišnosti, uniformity, stálosti (DUS) a novosti a má vyhovující název.

V podmínkách Evropského společenství je ochrana práv řešena ve dvou úrovních:

1. **národní odrůdová práva** - jsou uplatňována na území jednoho nebo více členských států, v České republice podle zákona č. 408/2000 Sb., o ochraně práv k odrůdám, ve znění pozdějších předpisů;
2. **odrůdová práva Společenství** - spolupráce s (CPVO), jsou uplatňována na území všech členských států dle nařízení Rady (ES) 2100/94, o odrůdových právech Společenství, v platném znění.

Ochrana práv k odrůdám se týká ochrany odrůd všech rodů a druhů včetně jejich hybridů a zajišťuje výlučné právo k využívání odrůdy (licenční poplatky, výjimku tvoří farmářské osivo 50 % licenčního poplatku, malý pěstitel cca 22 ha).

13. 2. Zkoušky pro udělení ochrany práv (zkoušky DUS)

Organizuje a provádí NOÚ dle protokolů CPVO (Odrůdový úřad Společenství - OUS), obecných zásad zkoušení UPOV (Mezinárodní unie na ochranu nových odrůd rostlin) nebo národních klasifikátorů. Ve zkouškách se hodnotí odlišnost, uniformita a stálost přihlášených odrůd a dále se posuzuje novost, užitná hodnota a vhodnost navrženého názvu odrůdy. Nové

odřůdy se zkouší s ostatními srovnávacími odrůdami po dobu jednoho nebo více let. Dle typu sledovaného znaku se používají různé způsoby hodnocení (vizuální pozorování, měření, počítání, vážení a laboratorní testy).

Při hodnocení zkoušek DUS se hodnotí následující znaky:

Odlíšnost: Odrůda je odlišná, jestliže se zřetelně odlišuje od každé jiné obecně známé odrůdy projevem nejméně jednoho znaku vyplývajícího z jejího genotypu nebo kombinace genotypů.

Uniformita: Odrůda se považuje za uniformní, jestliže je dostatečně jednotná v projevu sledovaných znaků (viz tab. I). Míra uniformity se posuzuje v závislosti na způsobu rozmnožování (rostliny cizosprašné, samosprašné či vegetativně množené).

Stálost: Odrůda se považuje za stálou, jestliže v projevu sledovaných znaků zůstává beze změny po opakovaném množení nebo množitelského cyklu.

Novost: Odrůda splňuje podmínku novosti, jestliže ke dni podání žádosti o udělení ochranných práv nebyl rozmnožovací materiál použit ke komerčním účelům v ES před více než jedním rokem a mimo ES před více než čtyřmi roky před podáním žádosti. Zvláštní podmínky platí pro révu a ovocné druhy.

Název odrůdy: Je neoddělitelně spojen s odrůdou, které byla udělena ochranná práva. Prováděcí pravidla ke vhodnosti názvů odrůd stanovuje nařízení Komise (ES) č. 930/2000. Název odrůdy navrhuje šlechtitel již při přihlašování do zkoušek pro registraci a nesmí se shodovat s názvem žádné odrůdy uvedené v Evropském katalogu odrůd.

Ochrana práv k odrůdám:

Podmínky:	Trvání:
odlišnost	25 roků
uniformita	30 roků (dřeviny, chmel, vinná réva, brambor)
stálost	
novost (ČR 1rok, ostatní 4 roky, réva 6).	

Tabulka I: Příklady hodnocení znaků ve zkouškách DUS

Příklady znaků hodnocených ve zkouškách DUS		
Kvalitativní	Pseudokvalitativní	Kvantitativní
antokyanové zbarvení hypokotylu	barva květu	délka rostliny
přítomnost kapsaicinu	tvár plodu	šířka listu
ploidie	typ zrna	počet trnů

Příklady projevu vybraných odrůdových znaků hodnocených ve zkouškách DUS		
známka 2 = diploid	známka 1 = tvrdý	známka 1 = velmi krátká
známka 4 = tetraploid	známka 2 = tvrdý až mezityp	známka 3 = krátká
známka 6 = hexaploid	známka 3 = mezityp	známka 5 = střední
	známka 4 = mezityp až koňský zub	známka 7 = dlouhá
	známka 5 = koňský zub	známka 9 = velmi dlouhá
	známka 6 = cukrový	
	známka 7 = pukancový	

(Zdroj: Horáková, přednáška pro posluchače Mendelovy univerzity v Brně, 2013)

13. 3. Registrace odrůd

Registrace odrůd je základním předpokladem uznávání a uvádění do oběhu rozmnožovacího materiálu odrůd hospodářsky důležitých zemědělských a zeleninových druhů, révy a chmele. Pro pěstitele a další uživatele odrůd je registrace nejen zárukou užitné hodnoty odrůdy, odpovídající kvality rozmnožovacího materiálu, ale i zárukou ochrany zdraví lidí, zvířat, rostlin a životního prostředí. Řízení o registraci odrůdy probíhá podle zákona č. 219/2003 Sb. a o registraci odrůdy. Pravidelně jsou publikovány v Seznamu odrůd zapsaných ve Státní odrůdové knize a taktéž zveřejněny na www.ukzuz.cz. Z národních seznamů registrovaných odrůd členských států jsou sestavovány společné katalogy odrůd druhů zemědělských rostlin a odrůd druhů zeleniny. Odrůdy v nich zapsané smějí být uváděny do oběhu ve všech členských státech ES. Odrůda splňuje podmínky pro registraci jestliže:

- je odlišná, uniformní a stálá
- má užitnou hodnotu
- vyhovující název
- zajištěné udržovací šlechtění.

Registrace odrůdy se provádí na 10 roků, 20 roků u stálých kultur - réva, chmel, ovocné a okrasné dřeviny. Prodloužení je možné na základě žádosti, která musí být podaná nejpozději dva roky před uplynutím doby registrace. Registrace je povinná u odrůd druhů vypsanych v druhovém seznamu.

13. 3. 1. Zkoušky pro registraci odrůdy

Zkoušky pro registraci odrůdy organizuje NOÚ. Jejich součástí jsou vedle zkoušek **DUS** u významných zemědělských druhů i zkoušky **užitné hodnoty**, které se provádějí podle metodik NOÚ na zkušebních stanicích ÚKZUZ a také na smluvních pracovištích jiných organizací. Nové odrůdy se zkouší s ostatními srovnávacími odrůdami obvykle dva nebo tři roky v závislosti na druhu. Registrace odrůd je povinná u odrůd druhů vypsanych v druhovém seznamu (příloha zákona a vyhláška MZe).

Užitná hodnota

Odrůda má užitnou hodnotu, představuje-li souhrnem svých vlastností ve srovnání s jinými registrovanými odrůdami alespoň v některé pěstitelské oblasti zřejmý přínos pro pěstování, nebo pro její využití, anebo pro produkty od ní odvozené. Vykazuje-li odrůda některé vynikající vlastnosti, může být od jednotlivých horších vlastností odhlédnuto.

V rámci zkoušek užitné hodnoty se sledují významné hospodářské vlastnosti odrůd, jako jsou výnos, odolnost proti chorobám a škůdcům, odolnost proti vyzimování, odolnost proti poléhání, ranost a další. Současně jsou hodnoceny technologické a kvalitativní parametry (např. pekařská kvalita pšenice, sladovnická jakost, ječmene, organoleptické vlastnosti vína, stolní hodnota brambor). Výsledky pokusů pro užitnou hodnotu zajišťuje Odbor provozní a zkušební (OPZ) ÚKZÚZ. Zkoušky užitné hodnoty trvají: 3 roky, 2 roky u kukuřice, cukrovky a bramboru. Jejich součástí jsou:

- Polní pokusy – výnos, agronomické vlastnosti, odolnost proti napadení chorobami, reakce na ošetření, zakládají se ve všech výrobních oblastech ve třech opakování a dvou úrovních chemického ošetření a hnojení.
- Testy odolnosti – k převážně se vyskytujícím chorobám a škůdcům (provádí se i umělá infekce *Fusarium culmorum* ke zjištění odolnosti a tvorbě DON (deoxinivalenol).
- Jakost – jakostní ukazatele podle příslušnosti odrůdy k druhu, např. u pšenice se sledují znaky pro zařazení do kategorie E, A, B, C, CK - dle vhodnosti pro pekařské využití: přímý ukazatel - objem pečiva – RMT.

nepřímé ukazatele jakosti pšenice:

- Zeleného test
- vaznost mouky, tvrdost obilí
- obsah dusíkatých látek v sušině
- číslo poklesu
- objemová hmotnost

- alveografické hodnocení.

13. 4. Doporučování odrůd

Po vstupu České republiky do ES lze na našem území obchodovat s osivy a sadbou odrůd uvedených ve Společném katalogu odrůd druhů zemědělských rostlin. U hospodářsky významných druhů jsou v současné době zapsány v tomto katalogu tisíce odrůd. Obdobně jako ve většině evropských států byl i u nás vytvořen systém doporučování odrůd nejvhodnějších pro půdně klimatické podmínky ČR. O doporučení odrůdy rozhoduje Ústav ve spolupráci s odbornými plodinovými komisemi. Výsledky zkoušek jsou Ústavem každoročně publikovány jako Seznam doporučených odrůd a zveřejněny na www.ukzuz.cz

13. 4. 1. Zkoušky pro Seznam doporučených odrůd (SDO)

Zkoušky pro seznam doporučených odrůd organizuje NOÚ. Zařazeny mohou být pouze odrůdy registrované v ČR. V široké síti pokusů založených na 19 zkušebních stanicích ÚKZUZ a na smluvních pracovištích jiných organizací se hodnotí vhodnost odrůd pro pěstování v ČR podle metodiky Ústavu. Zkoušení pro SDO je v současné době prováděno u hospodářsky nejvýznamnějších zemědělských plodin (jejich dotování MZe je nyní z omezených finančních zdrojů omezeno a komise pro doporučování odrůd vede jednání s MZe).

Od roku 2004 jsou součástí Společného katalogu odrůd druhů zemědělských rostlin a odrůd druhů zeleniny i odrůdy registrované v ČR. Národní odrůdový úřad provádí zkoušky DUS pro Odrůdový úřad Společenství (OUS), národní odrůdové úřady členských států ES a třetích zemí.

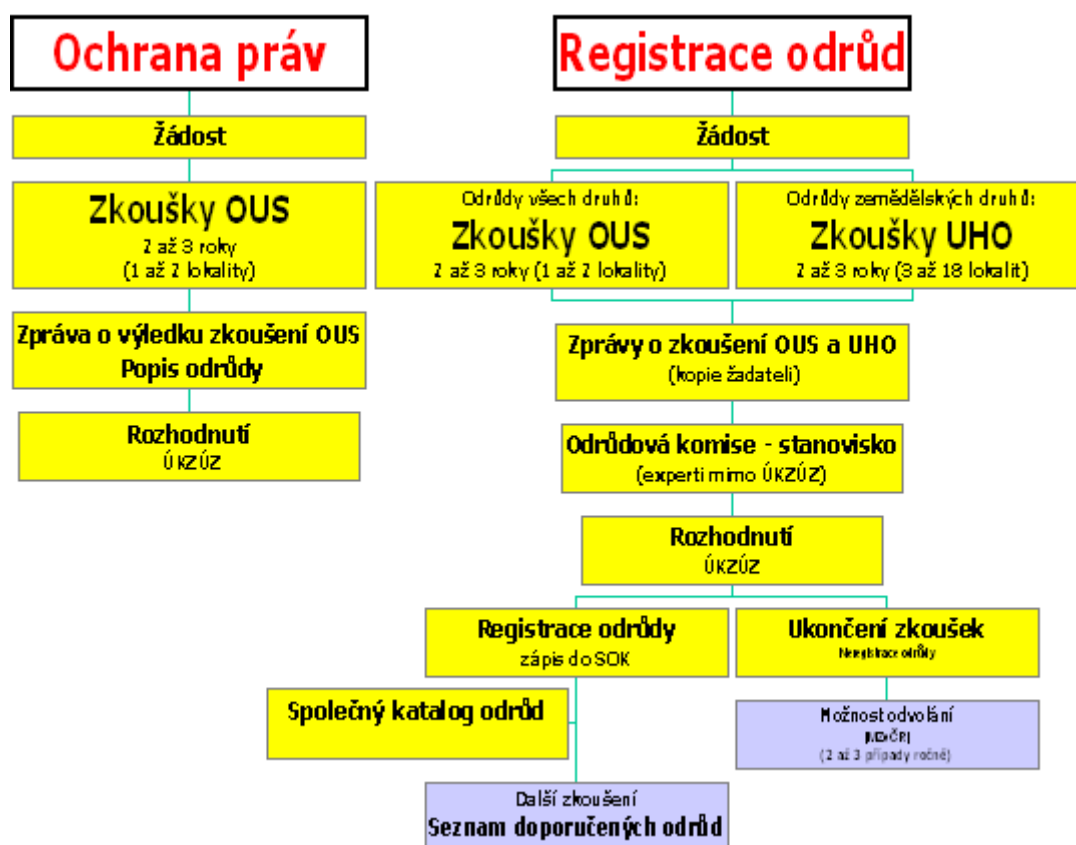
13. 4. 2. Zkoušky pro Odrůdový úřad Společenství (OUS)

Zkoušky pro OUS zajišťuje NOÚ následovně:

- zkoušení dle protokolů CPVO (Odrůdový úřad Společenství)
- obecné zásady zkoušení
 - UPOV (Mezinárodní unie na ochranu nových odrůd rostlin)
 - národní klasifikátory
- doba zkoušení je 2-3 roky
- na 1-2 lokality
- v rámci zkoušek pro OUS existuje mezinárodní spolupráce (smlouvy - Nizozemí, Maďarsko, Polsko, Slovensko).

Schematický přehled aktivit Národního odrůdového úřadu je uveden v obr. 11.

Obrázek 11: Přehled aktivit Národního odrůdového úřadu



(Zdroj: Dvořáčková, Přednáška pro posluchače Mendelovy univerzity v Brně, 2013)

Pozn.: OUS - Odrůdový úřad Společenství, UHO – Zkoušky užité hodnoty,

14. SEMENÁŘSTVÍ

Semenářství můžeme charakterizovat jako obor činnosti, který se zabývá rozmnožováním, nebo také reprodukcí osiv. Pod pojmem semenářství máme na mysli i množení sadby a to nejen bramboru, ale i ostatního vegetativně množeného materiálu. Dá se také říci, že semenářství je proces, při kterém dochází k reprodukci rozmnožovacího materiálu. Tento proces je spolu s udržovacím šlechtěním (udržováním) odrůdy, procesem nepřetržitým.

14. 1. Obecné základy semenářství

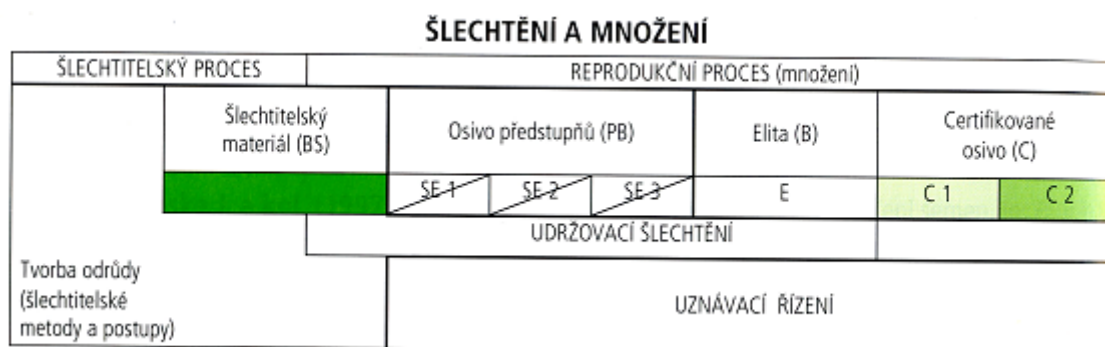
Pokud je odrůda životaschopná, je potřeba jejího osiva každoroční. Ideálem každého vlastníka odrůdy je udržení odrůdy na trhu co nejdéle, a to je zajištěno kvalitním udržováním odrůdy a jejím množím – semenářstvím. Velmi rozšířené nejen v češtině, ale i v jiných jazycích je přísloví: „Jaké osivo, taková sklizeň“. Nejen z tohoto přísloví je patrné, že osivo – tj. soubor

semen, vzniklých převážně generativním rozmnožováním, má velkou cenu. Již z Matoušova evangelia, v tzv. podobenství o rozsévači vyplývá, že skutečným středem pozornosti v tomto podobenství jsou semena a jejich užitek. Píše se v něm:...“semena, která padla na úrodnou půdu, přinesla užitek stonásobný, jiná šedesátinásobný, jiná třicetinásobný“...

Semeno získané z rostliny můžeme považovat za obdivuhodnou formu přenosu genetické informace z generace na generaci (Chloupek, 2008).

Aby osivo bylo kvalitní, musí být během rozmnožování zachována jeho genetická kvalita. To zabezpečuje hospodářské vlastnosti sklizeného produktu i osivové vlastnosti. Proto je nutné zachovávat přísná pravidla pro množení osiv a sadby odrůd, což zabezpečuje dobře prováděné semenářství. Semenářství je oborem, který vyžaduje znalosti z oborů souvisejících, tj. genetiky, šlechtění, agrotechniky, rostlinolékařství, skladování produkce i ekonomiky a obchodu. Z historie semenářství na našem území je patrné, že semenářství a jeho kontrola bylo a je na vysoké úrovni (viz kapitola historie semenářství). Česká republika patří k zemím s úspěšnou tradicí šlechtění odrůd i jejich rozmnožováním, tj. k zemím s vyspělým semenářstvím. Z obr. 12 je vidět, že semenářství je organicky spojeno se šlechtěním a udržovacím šlechtěním, neboli udržováním odrůd.

Obrázek 12: Návaznost šlechtění a množení odrůd



(Zdroj: Houba, Hosnedl, 2002)

V minulosti (od padesátých let do roku 1989) byla požadována po pěstitelích stoprocentní obměna osiva, což znamenalo, že každý hektar plochy pro produkci komodity, byl oset nebo osázen certifikovaným osivem či sadbou, pocházející ze semenářského podniku (Houba a Hosnedl, 2002). Počátkem devadesátých let se však situace diametrálně změnila, procento obnovy osiv a sadby výrazně kleslo až na 40 % (u obilnin a luskovin), množitelské plochy klesly na polovinu (s výjimkou ploch hybridů). Některé druhy přestaly být vůbec množeny. Zemědělci začali produkovat vlastní (farmářská) osiva a to většinou z ekonomických důvodů.

Jejich kvalita byla většinou velmi nízká. V současnosti je situace lepší, díky organizačním a legislativním opatřením i činnosti ČSMŠSA. Dle statistických údajů ČMŠSA je obměňováno osivo v některých zemích EU následujícími procenty (Rosenberg, 2010): Maďarsko 25 -27 %, Slovinsko 40 %, Chorvatsko 100 %, Srbsko 50–60 %, Polsko 8,2 %, Slovensko 40–45 %, v roce 2010 byl zaznamenán další výrazný pokles. V České republice bylo v roce 2009 oseto necertifikovaným osivem 622 tisíc hektarů obilnin. To představuje ztrátu na licenčních poplatcích cca 158 milionů Kč jen pro šlechtitele obilnin. Obměna osiv obilnin (jarní i ozimé formy) činila v roce 2010 v ČR 56,2 %, což bylo o 11 % méně než v roce předchozím. Největší objem certifikovaných osiv bylo použito v tomto roce u ploch s jarními formami, 85,5 % u pšenice a 72,1 % u ječmene. Přitom u ječmene jarního v roce 2010 byl zaznamenán pokles o 11 % oproti roku 2009. V celé Evropské unii v roce 2004 činila obměna osiv 47 %, nejnižší obměna osiv z výše uvedených států byla a zůstává v Polsku.

14. 2. Historie semenářství a vývoj semenářské legislativy

V roce 1877 byla založena Zemědělská rada a Ústav pro zemědělské pokusnictví a Pěstitelsko-technické kanceláře a agroekologická stanice, vedoucím byl MUDr. Otokar Nickerle. V roce 1897 byla založena Moravská zemská výzkumná stanice v Brně - Pisárkách. První zákonná úprava byla dána zákonem č. 128/1921 Sb. o uznávání původnosti odrůd, uznávání osiva a sadby a zkoumání odrůd kulturních rostlin v roce 1921. V roce 1924 bylo ustanoveno Mezinárodního sdružení na zkoušení osiv **ISTA** – International Seed Testing Association, které je činné dodnes. V roce 1951 byl vyhláškou č. 95/1951 Sb. zřízen Ústřední kontrolní ústav zemědělský, v roce 1961 byl schválen zákon č. 61/1964 Sb. O rozvoji rostlinné výroby.

V sedmdesátých létech minulého století byl národní systém pro množení osiv a sadby a jejich certifikaci (ÚKZÚZ) přidružen do komise **OECD** (Organizace pro ekonomickou spolupráci a rozvoj) a byla přijata schémata pro odrůdovou certifikaci v mezinárodním obchodě s osivy. Toto mezivládní fórum každoročně vydává Seznam odrůd, které připadají v úvahu pro certifikaci OECD. Musí být uznány jako odlišné a alespoň v jedné zemi musí mít akceptovatelnou hodnotu, k tomu se používá odrůdová certifikace na základě DUS (vysvětleno dříve v textu). Seznam obsahuje odrůdy, s nimiž se obchoduje mezinárodně, hlavními požadavky jsou pravost typu, odrůdová identita (tzn., zda odrůda během celé doby množení odpovídá popisu odrůdy, zejména v zahraničí) a čistota, daná minimálními hodnotami, kterým musí odpovídat.

Po změně politické situace a v souvislosti s rozdělením naší republiky, byl v roce 1996 přijat zákon č. 92/1996 Sb. O odrůdách osivu a sadbě pěstovaných rostlin a k němu byla vydána prováděcí vyhláška MZE ČR č. 191/1996 Sb. Poprvé byl v roce 2000 uveden v život zákon „O ochraně práv k odrůdám rostlin“ č. 408/2000 Sb. V roce 2003 vešel v platnost zákon č. 219/2003 Sb. O uvádění do oběhu osiva a sadby pěstovaných rostlin, spolu s prováděcími vyhláškami MZe ČR (současně platné jsou uvedeny již výše v kap. 12).

14. 3. Biologické a semenářské vlastnosti semen a sadby

Semena, (v některých případech plody), jsou rozmnožovací orgány generativního způsobu rozmnožování a tvoří z pohledu semenářského základ **osiva**. Semeno je tvořeno z obalových vrstev, ze zárodku (embrya) a zásobního endospermu (dělohy u jednoděložných a dvou děloh u dvouděložných rostlin). Semeno je nositelem genetických vlastností, odrůdových zvláštností, které jsou šlechtitelskou činností definovány a fixovány.

Pod pojmem **sadba** rozumíme rostlinný materiál používaný k vegetativnímu způsobu rozmnožování rostlin (hlíza, cibule, řízek, roub, výpěstek). Sadba je přímým pokračováním matečné rostliny, stejných somatických buněk se shodným genetickým základem (při vyloučení somatických mutací) a je rovněž nositelkou odrůdových znaků a vlastností.

Osivo nebo sadba jsou výsledným produktem rozmnožování, reprodukce rostlin. V předchozí části tohoto skriptu Obecné základy šlechtění bylo o reprodukci dostatečně pojednáno. Aby při reprodukci osiv a sadby nedocházelo ke změně odrůdových vlastností, musí být dodržovány určité zásady množení, podobně jako šlechtitel provádí udržovací šlechtění, aby se zachovaly znaky a vlastnosti, které měla odrůda při registraci.

14. 3. 1. Vývoj a zrání semen

Přechod rostlin z vegetativní do generativní fáze vývoje je podmíněn splněním nezbytných podmínek pro vývoj reprodukčních orgánů. U ozimých forem je to například nezbytnost projít stadiem **jarovizace**, tj. obdobím nízkých teplot, další podmínkou je tzv. **fotoperiodismus**, tj. nárok rostlin na délku dne při dokončení generativního vývoje, tj. kvetení a vytvoření reprodukčních orgánů. Podle nároku na délku dne se rozlišují rostliny **krátkodenní**, které vyžadují délku dne 12–14 hodin, rostliny **dlouhodenní** potřebují pro dokončení generativního vývoje den delší než 12 hodin. Druhy, které nemají vyhraněné požadavky na délku dne, jsou tzv. neutrální. Reprodukční vývoj končí v tzv. **fyziologické zralosti** (mass maturity), kdy rostliny dosahují maximální hmotnosti výnosu a sušiny, následuje zralost sklizňová (harvest maturity). Fyziologická zralost se využívá jako základní kritérium pro definici zrání. Dalším a

důležitým kritériem pro hodnocení zrání je doba oplození (anthese). Délka období mezi oplozením a fyziologickou zralostí závisí na druhu plodiny, odrůdě a podmínkách zrání. U obilnin trvá přibližně 30 dní. Po oplození mateřských základů semene vzniká zygota a z ní se během dalšího vývoje vytvoří embryo (zárodek). Oplození může mimo to vést i k vývoji endospermu, což je typické pro obilku obilnin. U brukvovitých je situace jiná, endosperm se během vývoje redukuje, až zcela vyčerpává embryem. Není-li ve vyvinutém semeni endosperm, jsou zpravidla části embrya (děložní lístky) zásobeny živinami pro počáteční vývoj. Embryo a endosperm jsou kryty obaly (oplodím a o semením), které při dozrání působí jako ochrana pro embryo. U některých druhů se vytvoří ještě obal plodu (z částí květu), pak také přebírá ochrannou funkci (např. lusk u luskovin, šešule u řepky, ořechy, pluchaté obilky u ječmene, nažky u slunečnice a pohanky, klubíčka u řepy). Při fyziologické zralosti je přerušen přívod živin z mateřské rostliny do semen a semena mají proto v této době nejvyšší vitalitu. Nejsou ale ještě vhodná pro sklizeň, protože mají vysokou vlhkost. Od fyziologické zralosti již dochází k **deterioraci** semen, tj. ke ztrátě vitality semen. Sklízí se až tehdy, kdy jsou již semena suchá (u obilnin při 14–15 % vlhkosti) a vhodná pro čištění a skladování.

14. 3. 2. Dormance semen

Semena kulturních i plevelných rostlin procházejí po dozrání určitým obdobím klidu. Některá semena jsou schopna klíčit ihned po dozrání, to však závisí na mnoha vnitřních i vnějších faktorech – podmínkách prostředí. Období klidu semen můžeme rozdělit na dormanci a quiescenci. Dormanci lze definovat jako stav, ve kterém jsou semena chráněna před klíčením v prostředí, které je normálně pro klíčení příznivé. Dormance je tedy přirozeným fyziologickým stavem neumožňujícím klíčení, zatímco **quiescence** představuje klid vynucený podmínkami prostředí. Vynucený klid je zcela přirozeným stavem suchých semen, u kterých překážkou klíčení není dormance, ale semeno nemá podmínky nutné pro klíčení, např. vodu nebo minimální teplotu.

Dormance exogenní je vyvolána nedostupností základních podmínek pro klíčení: vody a kyslíku, nebo ji mohou způsobit semenné obaly. Semenné obaly (testa) jsou příčinou tzv. tvrdých semen – tj. semena nemohou přijmout vodu. Vyskytují se např. u čeledi *Fabaceae* - leguminóz (luskovin a jetelovin), *Malvaceae* a *Liliaceae*. **Tvrdosemennost** způsobená anatomickou stavbou obalů způsobuje nepropustnost pro vodu a plyny. **Tvrdá semena** při zkoušce klíčivosti sice neklíčí a neplesniví stejně jako dormantní semena, ale na rozdíl od nich ani neobtnají. Klíčí až po delší době, někdy až po několika letech, a tak slouží k přežití druhu za nepříznivých podmínek. Jejich podíl v osivu je řízen geneticky a zvyšuje se příliš

rychlým sušením ať už při posklizňovém dozrávání (během dormance), nebo při pozdějším dosoušení. Tvrdá semena se zcela, nebo zčásti započítávají do klíčivých. Tvrdosemennost lze odstranit úpravou semen – narušením obalů – **skarifikací** a nebo chemicky, či selektivními enzymy (celuláza, pektináza). Skarifikace znamená použití obrušování semen, či šoky působenými střídavými teplotami apod. Z chemických látek lze použít slabý roztok kyseliny sírové, chloridu sodného, peroxidu vodíku (ten se využívá při také zkouškách klíčivosti). Semena musí být bezprostředně omyta a osušena.

Dormance endogenní je výsledkem přirozených vlastností semen, odpovídá druhovým a odrudovým vlastnostem. Vyvolávají ji i podmínky během vývoje a zrání semen, označujeme ji jako fyziologickou. Hlavní složkou je přítomnost inhibitorů klíčení (kyselina abscisová, ferulová a další fenolové kyseliny, kumarin), nebo látky ovlivňující osmotický tlak (organické kyseliny). Fytohormon ABA – kyselina abscisová má největší podíl na dormanci, původní její název byl dormin. Další příčinou tohoto druhu dormance může být nevhodná délka dne v době zrání semen (např. u řepy aj.) a vláhové podmínky v době zrání semen, pozice semen v květenství (např. u mrkve), stáří mateřské rostliny a teplota v období zrání. Může být odstraněna např. stratifikací (nabobtnalá semena jsou vystavena nízké teplotě např. u ovocných dřevin) a obdobnými prostředky jako u dormance exogenní.

Dormance sekundární představuje nově vyvolaný výskyt dormance u zralých, nedormantních semen. Nastává, jsou-li semena dána do podmínek pro klíčení nepříznivých, např. do podmínek anoxie, vodního stresu, nevhodné teploty apod.

14. 3. 3. Deteriorace a stárnutí semen

Vše živé, tedy i semena, podléhají stárnutí, které končí ztrátou životaschopnosti. Průvodním jevem stárnutí je **deteriorace**. Prakticky jsou semena vystavena deterioraci od fáze plné zralosti, kdy mají semena nejvyšší **vitalitu**. To znamená, že k určitému stupni deteriorace dochází již na mateřské rostlině a pokračuje po sklizni rychlostí závislou na podmínkách prostředí, ve kterém jsou semena uskladněna a na jejich vitalitě. V deterioraci existují rozdíly mezi druhy i odrudami, jsou rozdíly i v partiích osiva. Rychlost deteriorace je možné snížit zajištěním optimálních podmínek skladování semen (osiva). Skutečné poznání podstaty fyziologických jevů deteriorace není ukončeno a bude vyžadovat dalšího výzkumu.

Deteriorace osiva, neboli stárnutí (také **senescence**) osiva, je ztráta osivové hodnoty s časem. Nejde tedy o ztrátu kvality poškozením, i když poškozená semena stárnou rychleji. K deterioraci dochází již na mateřské rostlině v období mezi dosažením maximální hmotnosti semen a sklizní, v důsledku vysokých teplot a zejména za vysoké vlhkosti vzduchu, kdy často

dochází k porůstání (klíčení v klasech, latách, šešulích). Prakticky jsou deterioraci vystavena všechna semena od fáze zralosti, ve které dosáhnou nejvyšší vitality. Po sklizni pak deteriorace pokračuje při skladování a záleží na podmínkách skladování a na vitalitě semen, jak rychle pokračuje. Nelze ji zaměňovat za ztrátu kvality v důsledku mechanického poškození semen, i když samotné poškození semen náleží k vážným příčinám rychlé deteriorace. Při sklizni je poměrně časté poškození semen, jehož příčinou bývá nevhodná vlhkost semen či špatně seřízená sklízecí mlátička. Proto by se měla lupou sledovat poškození semen při sklizni. Pokud k němu dochází, je třeba snížit otáčky mlátícího bubnu, nebo vzdálit mlátící buben od mlátícího roštu. Při skladování dochází nejdříve ke ztrátě vitality a pak i klíčivosti. Zvyšuje se počet abnormálních klíčenců při zkouškách klíčivosti, osivo ztrácí typickou barvu, lesk a vůni, tmavne, zvyšuje se obsah volných mastných kyselin v semenech. Biochemické projevy deteriorace můžeme charakterizovat následovně: snižování intenzity dýchání a aktivity enzymatické činnosti, mění se poměr zásobních látek v semeni a narůstá podíl těch, které vznikají (např. polyfenolů, mastných kyselin, aldehydů), dochází ke změně struktury buněčných membrán, dochází ke změnám v syntéze nových látek, mohou se vyskytnout i mutace, což ovlivní genetické pozadí. Jsou projevy stárnutí i v barvě obalů semen vlivem oxidace fenolů, zvyšuje se podíl vadných klíčenců. Tmavnutí obalových vrstev se stářím semen je velmi časté a zřetelné. Další příčinou deteriorace může být i kontaminace půdními mikroorganismy (*Fusaria*, *Alternaria*, *Aspergillus* a *Penicillium* aj.). Osivo dostává plísňový zápach a začne se zahřívat v důsledku respirace plísní i osiva. Dojde-li k napadení agresivnějšími plísněmi semeno začíná hnit.

K symptomům **stárnutí semen** patří: redukce klíčivosti a především polní vzházivosti, zpomalená rychlost klíčení, nižší vitalita - projevující se zvýšenou citlivostí na podmínky prostředí při klíčení a vzházení.

Rychlost deteriorace, snižování vitality i rychlost ztráty životaschopnosti semen, jsou charakteristické vlastnosti botanických druhů, existují však značné mezidruhové rozdíly. Pro šlechtitele to může být signálem k uplatnění nového kritéria, vitality odrůdy a její stability.

14. 3. 4. Posklizňové dozrávání

Podstatou je přirozené odeznění dormance suchých semen při jejich uskladnění. Charakteristické je posklizňové dozrávání obilnin, kdy jeden až dva měsíce uskladnění postačí k dosažení vyklíčení obilek v maximální míře. Tento specifický typ dormance chrání porosty před nežádoucím porůstáním semen v klasech obilnin v období zrání a náhlých silných nebo vytrvalých srážkách. Dormance může způsobit problémy, když hned po sklizni

potřebujeme u ozimů posoudit klíčivost, nebo zpracovávat produkci, jako je tomu např. u sladovnického ječmene. Sladaři by potřebovali sladovat ječmen hned po sklizni, dormance tomu však brání, některé odrůdy mají dormanci až v délce tří měsíců. Dormance se projevuje i u hlíz, k jejímu přerušení se používá ošetření giberelinem, nebo etylénem. Naopak aplikací inhibičních látek zabráníme klíčení skladovaných hlíz.

14. 3. 5. Podmínky a technologie pěstování osiv

Porosty, na kterých jsou pěstovány druhy a odrůdy, sloužící k vypěstování osiv se nazývají **množitelské**, nebo také **semenářské porosty**. Přírodní podmínky pro pěstování osiva musí ve všech letech umožnit dokončení vývoje až do dozrání semen. Nepříznivě působí pozdní jarní, nebo předčasné podzimní mrazy, chladno, vlhko či sucho v době kvetení a opylování, deště při dozrávání aj. Vhodné jsou tedy oblasti slunečné s vyššími teplotami. Kvalitní osivo totiž vzniká na poli, i když jsou určité možnosti jeho zlepšení technologicky. Podmínky pro poskytnutí nejvyššího výnosu však nemusí zabezpečit získání kvalitního osiva. Vliv **provenience** (původu) osiva je tedy dán především distribucí asimilátů do semen.

Pozemek musí splňovat i **prostorovou izolaci**, která je významná zvláště u cizosprašných plodin; je vyšší u vyšších kategorií množení (u osiva šlechtitelského a základního) a menší při produkci certifikovaného. Množitelský porost se zakládá na pozemku, kde nebyl stejný druh pěstován u hrachu dva roky, u bramboru a jetelovin čtyři roky a u lnu, řepky, slunečnice a máku pět let (jde o tzv. **časovou izolaci**). Před kvetením se odstraní příměsi jiných odrůd, jiných druhů a plevelů. Zvláštní pozornost se věnuje plevelům i plodinám těžko odstranitelným při čištění.

Vhodná **doba sklizně** závisí především na vlhkosti semen, která souvisí se stupněm zralosti, při níž je dosaženo nejlepší biologické hodnoty semen. Při vysoké vlhkosti se totiž semena "rozmazávají", při příliš nízké praskají. Nejmenší poškození je při vlhkosti obilnin a hrachu 15-20 %, kukuřice 20-25 %, čočky a lnu do 35 % a jílku a srhy 30-35 %.

Způsob sklizně je prováděn jednofázově, z biologického hlediska je optimální dělená sklizeň, což se ale dnes v praxi u obilnin nepoužívá. U některých druhů (luskovin, jetelovin, řepky) se však s úspěchem používá desikace porostu, což umožňuje eliminovat podíl zelených částí rostlin a snížit tak vlhkost produkce semen. Nezbytný je tento zásah u porostu sadby bramboru.

14. 4. Kvalita osiva

14. 4. 1. Klíčení semen

Klíčení semen začíná z fyziologického hlediska příjmem vody a končí začátkem prodlužování embryonální osy, zpravidla kořínku. Klíčení zahrnuje množství složitých biochemických, fyzikálních a biologických procesů, jejichž vlivem se embryo transformuje z dehydratovaného klidového stavu do stadia se životaschopným metabolismem, který je završen růstem. Z pohledu fyziologů je snižena klíčivost záležitostí výskytu dormantních a neživých semen. Ze semenářského hlediska jsou klíčivá semena pouze ta, která jsou schopna poskytnout životaschopného jedince. Výskyt anomálních a poškozených jedinců se ke klíčivým semenům nezapočítává.

Konečná klíčivost semenářských partií osiva zpravidla nedosahuje 100 %, ale je nižší, u řady plodin dokonce významně nižší. Procento klíčivosti je vyjádřením podílu klíčivých semen v testovaném vzorku, hodnoceném na konci stanoveného období. To je vymezeno vyhláškou v počtu dnů, předpokládá se tedy, že je klíčení ukončeno. Jednotlivá semena však neklíčí stejnou intenzitou, rychlostí. Proto např. při stanovení hodnot klíčivosti při hodnocení partií pro skladování se vyjadřuje i rychlost klíčení. Podle metodik ISTA, kdy se počítá první počet klíčenců, můžeme na rychlost klíčení usuzovat dle hodnoty energie klíčení.

Ke klíčení potřebují semena nezbytné podmínky, jako je přístup kyslíku (nejcitlivější v polních podmínkách je ječmen), dostatek vody k bobtnání semen a dále k vývinu klíčku a teplota (podle druhu semen od 15 do 30 °C). Pro některé druhy je podmínkou i světlo (např. salát), jiné klíčí ve tmě (většina hospodářských druhů).

Základními požadavky na test klíčení jsou objektivita, rychlost, nízká cena reprodukovatelnost, uniformita a dobrá vysvětlitelnost. ISTA postupně zpřesňuje metodiky klíčení, aby se dosáhlo jejich co největší standardizace. Test klíčivosti představuje jeden z nejzákladnějších testů semenářské kontroly. Jeho výsledky bývají rozhodující při certifikaci osiv a obchod s osivem.

14. 4. 2. Životaschopnost semen

Vlastnost osiva, poskytnout za vhodných podmínek klíčení semen, je charakterizována jako životaschopnost. Lze ji vyjádřit biologickým testem klíčivosti, nebo biochemickými metodami. Z fyziologického hlediska je semeno klíčivé, když došlo k proražení obalů semen kořínkem. Pro praxi je důležité hledisko semenářské, kdy za životaschopná semena se považují ta, která mají za optimálních životních podmínek (laboratoře) poskytnout za určitou dobu životaschopného jedince – normální klíčící rostlinu. Pokud klíčící rostlina je anomální

(není schopna vývinu v normální rostlinu), nezahrnuje se do klíčivých semen. Podíl neživotaschopných semen v osivu znamená pro pěstitele vyšší náklady, související s vyššími výsevky.

14. 4. 3. Vitalita osiva

Procento klíčivosti není dostatečným vyjádřením semenářské hodnoty v případech, kdy dochází k rozdílům mezi zjištěnou laboratorní klíčivostí s vlastní polní vzcházivostí. Vitalita osiva je potenciál semene pro rychlé a uniformní vzejití a pro vývoj normálního semenáčku za širokého spektra polních podmínek. Vitalita bývá snižována fyziologickou deteriorací i mechanickou dezintegrací (poškozením), což se projeví výnosovou schopností v nejrůznějším prostředí. Klíčivost tedy představuje maximum dosažitelného, vitalita realitu. Klíčivost je vlastnost biologická, vitalita technologická. Zatím však nejsou pro všechny druhy oficiální testy vitality, protože mají nízkou opakovatelnost. Vitalita se může testovat podle:

- růstu a vývinu kořínků – hodnocení délky kořínků za určité časové období (kritickým faktorem je teplota),
- Hiltnerova testu (test laboratorní vzcházivosti) – klíčení v substrátu z cihlové drti nebo v písku v hloubce odpovídající setí,
- elektrické vodivosti výluhu ze zkoušených semen, to je oficiální test ISTA pro vitalitu hrachu a sóji,
- klíčivosti za chladu a sucha, např. 10 °C a v roztoku polyetylenglykolu ve vodě (koncentrace odpovídá -2 barům, což odpovídá bodu trvalého vadnutí rostlin (Chloupek et al., 2003),
- růstu semenáčků za přítomnosti stresu, nevýhodou je vliv velikosti semen na růst,
- biochemických testů, např. tetrazoliový test (barvení živého embrya) – používá se často u kukuřice, aktivita dekarboxylázy aj.,
- urychlení stárnutí, kdy se vzorky osiva navlhčí a vystaví teplotě kolem 40 °C a čím byla vitalita vyšší, tím více semen po tomto urychleném stárnutí vyklíčí.

Nejlepší výsledky hodnocení vitality přinesly kombinace testů což je však nákladné. Vitální mohou být jen zdravá semena. Hlavní příčinou ztráty vitality je poškození buněčných membrán, dané biochemickými změnami anebo i mechanickým poškozením. Poškození membrán vede k vyuhování elektrolytů, projevující se zvýšením elektrické vodivosti výluhu ze semen. Bylo zjištěno, že např. obilky ječmene ztratí pouze 5 % klíčivosti za 3000 let, pokud jsou skladovány při 5 % vlhkosti a teplotě 20 °C.

K hlavním vnějším faktorům, podílejících se na utváření nebo snižování vitality náleží vnější podmínky, tj. podmínky prostředí během vývinu semen a podmínky uskladnění. Závisí na vyváženosti teplotních a vlhkostních podmínek během zrání, sklizně, ošetření a uskladnění.

14. 4. 4. Vztah klíčivosti a vitality osiva k produktivitě porostu

Prvotním projevem klíčivosti a vitality osiva je vysoká polní vzcházivost a dosažení takové hustoty porostu, která se blíží optimu daného druhu a odrůdy. Obecně lze konstatovat, že vysoce vitální osivo se vyznačuje vyšší produkční schopností v porovnání s osivem méně vitálním při nízkých hustotách porostu, zatímco při hustotách blízkých optimu je tento vliv menší.

Neméně významným projevem kvality osiva je rychlost a vyrovnanost vzcházení. Nižší klíčivost a potenciál polní vzcházivosti lze eliminovat výsevkem, rychlost a vyrovnanost vzcházení však výsevkem regulovat nelze. To má praktický význam v tom, že úpravou výsevku můžeme upravit správným směrem hustotu porostu, ale příčinou nižšího výnosu zůstává nevyrovnané vzcházení.

Vztah mezi kvalitou osiva a porostem, který z něho pochází, začíná již při bobtnání semen. Pokud je příliš rychlé, může dojít k popraskání semene a napadení mikroorganismy. Obecně je však výhodné rychlé vzejití, které je často spojeno se schopností vyrovnat se s nepříznivými podmínkami prostředí. Kvalita osiva souvisí i s velikostí semen, velikostí klíčících rostlin, do doby než vyčerpají zásobní látky v semeni. Rozdíly ve velikosti klíčících rostlin mohou být u sponově setých rostlin zachovány až do sklizně, tak ovlivňuje i výnos (např. počet obilek v klase). Nebylo ale prokázáno, že by kvalitnější osivo bylo zárukou vyšší relativní růstové rychlosti, pokud byly vyloučeny abnormální a nemocné semenáčky. Jestliže je však kvalita osiva špatná, porost je řídký, snižuje se tak i výnos. Čím delší je období mezi výsevem a sklizní, tím menší bývá vliv kvality semen na výnos a jeho kvalitu. Proto se u zrnin neprojeví rozdíly v klíčivosti nad úředně stanovenou hranici. Patrnější rozdíly však mohou být u zelenin s krátkou vegetační dobou (ředkvičky, salát). U těchto druhů je přísně vyžadována uniformita výpěstků (jednotná velikost) v obchodech (supermarketech), která je dána kvalitou (vitalitou) osiva.

Kvalita osiva je dána mnoha ukazateli: odrůdovou kvalitou (tj. geneticky), odrůdovou pravostí a odrůdovou čistotou, klíčivostí, vitalitou osiva, čistotou osiva, zdravotním stavem aj.

14. 4. 5. Odrůdová kvalita

Vzniká během šlechtění zvýšením frekvence požadovaných genů, kódujících nejen adaptabilitu odrůdy, ale i kvalitu produktů, odolnost k chorobám a škůdcům aj. Během množení osiva může docházet ke genetickým příměsím (jiná odrůda, druh) a snížení odrůdové kvality osiva.

V porovnání výnosů z certifikovaného osiva o zaručené odrůdové čistotě a přesevem osiva byly u jarního ječmene zaznamenány velké rozdíly. Výnos porostu z certifikovaného osiva byl označen jako 100 %, z prvního přesevu činil 98 % a z druhého přesevu pouze 82 %. V Rakousku zjistili, že osivo farmářské, tzn. necertifikované, poskytlo u obilnin a luskovin v porovnání s certifikovaným osivem horší kvalitu ve všech hodnocených vlastnostech a ve většině případů nemohlo být uznáno (Chloupek, 2008).

Pravost odrůdy a čistota odrůdy jsou další charakteristiky kvality osiva, které se hodnotí podle:

- Laboratorních testů osiv, tj. podle vzhledu, barvy semen (zelený/žlutý hrách) či barvy semenáčků (cukrovka/krmná řepa), podle obsahu látek typických pro odrůdu (obsah mastných kyselin u řepky). Oficiálními testy je ověření odrůdové identity elektroforézou bílkovin u pšenice, ječmene, hrachu a jílku a pro zjištění hybridní čistoty u kukuřice. Dnes je běžné používání markerů podle polymorfismu DNA nebo podle obrazové analýzy.
- Vegetačních polních testů, které však zkoušku osiv o rok prodlužují. Na parcelách se hodnotí podíl odlišných rostlin.
- Polních přehlídek uznávaného porostu, zpravidla v době kvetení. Při přehlídce se hodnotí nejen stávající odrůdová pravost, ale i možnost jejího nepříznivého ovlivnění, tj. předplodiny v posledních 3-5 letech, prostorová izolace (nejen od jiných odrůd, ale i od možností přenosu chorob a škůdců i z jiných plodin a plevelů), u hybridů se hodnotí předepsaný podíl rodičovských komponent (počet řádků otcovských a mateřských), důslednost kastrace aj.

14. 4. 6. Čistota a vzhled osiva

Čistota osiva je charakterizována podílem příměsí semen jiných kulturních plodin, plevelů, neškodných příměsí (hrudky, kamínky, části rostlin aj.). Zvláště škodlivá jsou semena rostlin, která se buď těžko vyčistí, nebo působí velké škody (oves hluchý v ovsu, ohnice v brukvovitých, kokotice a šťovíky v jetelovinách). Jejich maximální přípustný výskyt je v

požadavcích na certifikované osivo uveden jmenovitě. Vyjadřuje se jako procentický podíl čistých semen ve zkoumaném vzorku.

Vzhled osiva je vlastnost, kterou může pěstitel přímo posoudit, tj. velikost semen, jejich plnost, lesk, vyrovnanost aj. Starší osivo ztrácí lesk a typické vybarvení, šedne a tmavne. Vůně osiva nesmí svědčit o zapaření a plesnivění, tedy i o rozmnožení mikroorganismů, které snižují vitalitu, případně i klíčivost.

14. 4. 7. Mikroflóra a zdravotní stav osiva

Zdravotní stav je důležitý, zejména pro výskyt patogenů a škůdců, které se přenáší osivem a nepůsobí na ně moření. Jsou to především fusariózy, antraknózy, pruhovitosti, braničnatky, námel, háčky háďátek aj. Některé mikroskopické patogenní houby přenosné osivem mohou vyvolat viditelné příznaky: barevné změny, lehké deformace. Nemusí přitom být snižená klíčivost osiva, ale může být poškozena vzcházející rostlina (např. fuzáriemi). Samostatnou skupinu tvoří vlastní choroby semen, patří k nim patogeny z rodů *Fusarium*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Aspergillus* aj. Jsou schopny produkovat toxické látky a inhibovat klíčení. Mezi nežádoucí organizmy patří i houby osivem nepřenosné (např. padlí a rzi), které nevyvolají onemocnění rostliny vzešlé z infikovaného semene, ale mohou výrazně snížit klíčivost osiva a způsobit i deformace klíčících rostlin.

14. 4. 8. Skladovací kvalita

Skladovací kvalita je dána zejména vlhkostí osiva, která spolu se skladovací teplotou určuje dobu skladovatelnosti. Snížení vlhkosti obilnin o 1% v rozsahu 14-5 % prodlouží životnost osiva na dvojnásobek. Každé snížení teploty o 5 °C v rozsahu 50-0 % rovněž prodlouží životnost osiva na dvojnásobek. Při vlhkosti nad 14 % může docházet k plesnivění, nad 18 % k samozahřívání a zapaření osiva. Při vlhkosti nad 40 % dochází ke klíčení. Je známo, že vlhkost osiva v rozmezí 10 – 14 % zabezpečí požadovanou klíčivost na další rok, je-li snížena pod 10 %, pak klíčivost je zabezpečena na delší dobu. Teplota nad 20 °C je nevýhodná zejména pro snížení životnosti semen, protože dochází k prodýchání zásobních látek, důležitých pro klíčení semen, ale napomáhá i rozvoji skladištních škůdců. Vlhkost semen souvisí s relativní vlhkostí vzduchu, při relativní vlhkosti vzduchu 30 % je rovnovážná vlhkost obilek 8-9 %, při 60 % 12-13 %. Pokud semena dosáhla rovnovážné vlhkosti při vyšší vlhkosti vzduchu, nemohou už vyschnout na vlhkost, kterou měla před tím. Když je osivo baleno v neprodyšných obalech během skladování, nedochází k rovnováze s relativní vlhkostí okolního prostředí, ale jen uvnitř obalu. Je to tedy ideální způsob skladování semen.

Skladovatelnost snižují i organické části v osivu (úlomky slámy, zrn, listů), proto je vhodné předčištění před uskladněním k čištění.

14. 4. 9. Biologická a produkční hodnota osiva

Biologická hodnota osiva je základem výnosového potenciálu odrůdy. Je souhrnem předchozích charakteristik, limituje maximální dosažitelný výnos porostu a jakost produkce za konkrétních podmínek prostředí. K nejdůležitějším semenářským parametrům kvality osiva patří vysoká klíčivost a dobrý zdravotní stav, pro pěstitele má rozhodující význam polní vzcházivost, rychlost a vyrovnanost vzcházení. Úspora nákladů vzniklá šetřením na kvalitě osiva je sporná, neboť porost z nekvalitního osiva neposkytne odpovídající ekonomický výnos, nebo musí pěstitel vynakládat další prostředky na opatření během růstu a vývoje porostu. Je známo, že kvalitní osivo je nejdůležitější a nejekonomičtější vnos při pěstování. V našich i evropských podmínkách je vliv kvality osiva na výnos prokazatelný, difference ve výnosu porostu obilnin činí 4 až 12 % podle kvality osiva. V extrémních případech, nízké kvality osiva může být výnos redukován o 15 až 20 %. U plodin s malou autoregulační schopností (např. u luskovin) může být rozdíl ve výnosu zapříčiněn kvalitou osiva ještě výrazněji.

Provenience osiva (původu osiva z hlediska jeho produkce) má prokazatelný vliv na různou produktivnost stejného osiva vypěstovaného v různých ekologických podmínkách. Rozdíly byly vyjádřeny 3 až 22 % a mohou být dokonce větší než rozdíly odrůdové. Osivo obilnin z řepařské oblasti bývá většinou produktivnější, avšak existují i vynikající semenářské lokality v obilnářské oblasti. Na kvalitě osiva se podílí i pěstitelské technologie a způsob úpravy – finalizace osiva.

V alternativním, ekologickém systému pěstování se klade na osivo zvláště důraz, protože v tomto systému nesmějí být používány pesticidy, ani minerální hnojiva ani moření. Zde musí být kvalitně založený porost zabezpečený kvalitním osivem. Doporučuje se používat výsev větších obilek, menší obilky mohou být napadeny chorobami (např. fuzáriemi).

14. 4. 10. Biologické vlastnosti sadby bramboru

Vegetativním množením rostlin se udržují v potomstvu genetické vlastnosti mateřské rostliny, avšak proměnlivé jsou negenetické vlastnosti, které ovlivňují vitalitu nových jedinců. Ke snížení vitality dochází u sadby z fyziologických nebo fytopatologických příčin (zejména virových onemocnění). Dormance pupenů (oček) je důležitým regulačním mechanismem

rostlin, který brání jejich klíčení v časovém období pro daný druh nepříznivém. Toto období úzce souvisí s teplotou ovzduší, v případě bramboru jsou to nízké teploty.

Životní cyklus bramboru začíná oddělením hlízy od mateřské rostliny. V tomto období neklíčí hlíza z důvodů endogenní dormance. Má vysoký obsah inhibičních fytohormonů a nízký obsah stimulačních. Klíčení začíná probuzením vrcholového pupenu (očka) v horní části hlízy. Pod pojem sadbová hodnota bramborové hlízy můžeme zahrnout:

- zdravotní stav hlíz,
- velikost a hmotnost hlíz – rozhoduje o množství zásobních látek a souvisí i s počtem oček na hlíze, který ovlivňuje počet stonků v trsu,
- potenciální hodnotu sadby – fyziologický věk,
- biochemický stav hlíz (aktivita enzymů, množství prodýchaných látek),
- podmínky uskladnění.

Sadbová hodnota hlízy se projevuje pouze první rok, v další reprodukci již ne, neboť není vlastností dědičnou, ale je utvářena během vegetačního období. Hodnotu sadby formují:

- lokalita – problémové jsou oblasti s virózami a množstvím přenašečů virových chorob,
- genetická odolnost vůči chorobám,
- počet přesadů šlechtitelského stupně,
- agrotechnika množení a semenářské zásahy (příprava sadby, termín sadby, ochrana proti chorobám a jejich přenašečům, výživa porostu, podmínky sklizně, třídění, uskladnění,
- náhodné přírodní faktory.

Na produkční schopnost sadby má značný vliv fyziologické stáří hlíz. Fyziologický věk je ovlivněn souhrnem podmínek povětrnostních, výživových, agrotechnických a podmínek uskladnění. Vážným problémem pěstování a udržování sadby je degenerace sadby. Degenerace byla definována jako ztráta schopnosti bramboru poskytnout úrodu při vegetativním množení, tzn. ztráta reprodukční schopnosti. Na rozdíl od sadbové hodnoty představuje trvalé snížení biologicko-fyziologické kvality sadby. To úzce souvisí s pěstebními podmínkami, které jsou příznivé pro šíření virových chorob. Proto úspěšné množení bramborové sadby lze realizovat pouze ve vymezených lokalitách, ze zákona č. 219 Sb., jsou to „**Uzavřené pěstitelské oblasti pro výrobu základní sadby bramboru**“.

14. 5. Úprava osiva

Bezprostředně po sklizni je nutné ošetření osiva, abychom zabránili ztrátám na kvalitě osiva. Mezi první zásah patří předčištění a snížení vlhkosti. Při technologických úpravách osiva dochází ke složité technologické manipulaci s osivem. Přitom je nutné dbát na to, aby nedocházelo k mechanickému poškození, např. semena nesmějí padat z větší výšky, ale musí třeba sklouzávat po šnekovitém násypu. Úprava osiva většinou sestává z několika po sobě následujících částí.

14. 5. 1. Předčištění a dosoušení osiva

Předčištění musí následovat co nejdříve po sklizni. Je nutné tehdy, obsahuje-li omlat mnoho příměsí, tj. úlomků rostlin, prachu, kamínků, protože je vysoké nebezpečí zapaření a ztráty vitality a klíčivosti. Je nutné zejména odstranit prach, který brání průchodu vzduchu a zelených částí rostlin (např. plevelů) z nichž se dostává vlhkost do již suchých semen. Je-li materiál vlhký a snižoval by průchodnost předčističky, je potřeba osivo nejdříve **dosušit**.

I po sklizni probíhá dozrávání semen, takže dosoušení musí být šetrné, aby nedošlo ke ztrátě vitality osiva. Pro toto dozrávání je výhodné postupné snižování vlhkosti semen a teplota nepřevyšující 25 °C (u trav), což vede ke zvýšení klíčivosti. Nejvíce vody obsahují škrobnatá semena (obilniny), méně semena bohatá na proteiny (luštěniny, jeteloviny) a nejméně olejnatá (řepka, slunečnice, hořčice). To znamená, že se olejnatá semena nejrychleji dosoušejí. Kritické hodnoty pro dosoušení jsou podle druhu nejčastěji mezi 35 až 45 °C.

Nejúčinnější je dosoušení teplým vzduchem, protože ohřátí vzduchu o 1 °C sníží jeho relativní vlhkost o 4-5 %. Účinnost sušení se zvýší, lze-li během několika hodin otáčet směr vhnění a odsávání sušícího teplého vzduchu. Drobná semena se musí sušit v nižší vrstvě, než velká, protože je mezi nimi málo volného prostoru. Důležité je pravidlo: čím vyšší je vlhkost semen, tím nižší musí být dosušecí teplota.

Osivo se skladuje při vlhkosti, která závisí na relativní vlhkosti vzduchu, kdy dochází k rovnovážnému stavu mezi vlhkostí vzduchu a semen, tj. u obilnin při 30% vlhkosti vzduchu se skladuje při 8-9 %, za 50% vlhkosti vzduchu při 10-12 % a při 70% vlhkosti vzduchu se skladuje při 14-15 % vlhkosti semen. U olejnatých semen činí odpovídající hodnoty 5,7 a 9 %. Je tedy zřejmé, že požadovanou vlhkost obilek nelze zajistit při vlhkosti vzduchu přes 70%.

14. 5. 2. Čištění a kalibrace osiva

Čištění slouží k odstranění příměsí a k hrubé kalibraci osiva. Využívají se různé principy, např. velikostní třídění na sítích, třídění vzduchem, podle povrchu semen (narázové třídiče, magnetické, sametové, odstředivé a další třídiče). Moderní způsob využívá i obrazové analýzy, kdy je v paměti fixován tvarový a velikostní ideotyp semen příslušné odrůdy, odlišné se vylučují.

Kalibrace podle hmotnosti, velikosti či tvaru vede k vyrovnanosti osiva, což je předpokladem pro vyrovnané vzcházení a uniformitu porostu.

14. 5. 3. Hydratační úpravy

Hydratační úpravy jsou poměrně nové metody a využívají se především u osiva zelenin a květin. Klíčivost, vzcháživost a jejich homogenitu lze zvýšit částečnou hydratací semen před výsevem (asi na 10-20 % z celkové vlhkosti pro plné nabobtnání), takže se zvýší metabolická aktivita, ale nedojde ke klíčení. Klíčení se po výsevu urychlí, je vyrovnanější, klíčenci rychleji odrostou období, kdy jsou náchylní k napadení chorobami a škůdci. Princip úpravy spočívá na částečném nebo úplném nabobtnání semen, které je postačující pro aktivování metabolických procesů, ale nepostačuje již ke klíčení. V průběhu hydratační fáze se v semenech aktivují i opravné mechanismy, které umožní částečnou opravu poškozených metabolických procesů, k nimž dochází stárnutím semen. Po tomto ošetření se musí semena opětovně vysušit. Nebezpečné je rychlé vysoušení, je třeba použít šetrné způsoby. U metod s předklíčováním v gelech a s návaznou technologií fluidního setí se osivo nemusí vysoušet. Hydratační úpravy se dělí na prehydrataci a priming.

14. 5. 3. 1. Prehydratace

Je takový režim hydratace, kdy je semenu volně voda dostupná a její příjem je regulován pouze vodním potenciálem semene. Semena bobtnají přímo ve vodě, nebo na filtračním papíru. Proces neřízené hydratace musí být po určité době ukončen, aby bylo zabráněno klíčení semen. U semen kořenových zelenin se ukazuje jako nejvhodnější doba mezi 12 až 24 hodinami.

14. 5. 3. 2. Priming

Název pochází z anglického „the prime“ – začátek a tak se může říci, že se jedná o „nastartování“ klíčení. Při této hydratační úpravě je příjem vody řízen bobtnáním v osmotickém roztoku, který má vyšší vodní potenciál než čistá voda a rychlost imbibice je

proto pomalejší a množství vody dostupné pro semena je omezené. Může být použit i roztok polyetylenglykolu (PEG), který do semen neproniká a tak mají semena omezenou dostupnost vody. Je to vysokomolekulární látka (6000 - 8000 daltonů). Dále to mohou být roztoky hořečnatých, draselných a vápenatých solí, glycerol a manitol. Účinek se může zvýšit i přidáním růstových fytohormonů, např. giberelinu, který odstraňuje dormanci a také pesticidů. Semena cukrovky, která prodělala priming lze odlišit od ostatních podle větší klíčivosti po dvou nebo třech dnech klíčení při 15 °C za tmy na papíru, namočeném vodou na dvojnásobek jeho hmotnosti.

Priming se může provádět i za použití pevného nosiče s nízkým matričním potenciálem, místo roztoku. Metoda je známa jako priming v pevné fázi (solid matrix priming – SMP). Jako nosič se používají přírodní látky, např. rašeliník nebo písek, existují i komerčně vyráběné nosiče Celite, Micro-cel (syntetický křemičitan vápenatý), nebo Zonolite (vermikulit), tj. jílovitý nerost ze skupiny slíd. Při tomto způsobu primingu jsou semena smíchána se zvlhčeným nosičem, ze kterého přijímají vodu. Po skončení je pevný nosič odstraněn na sítech.

Existují i další způsoby primingu, jejich přínosem je změknutí pletiv, retardující růst kořínku i embrya, zvyšující se syntéza makromolekul, aktivita enzymů i metabolismu. To se projeví mobilizací buněčných rezerv a urychlením růstu a diferenciaci buněk v důsledku přechodu genové exprese z vývojového do germinativního stavu. Priming se projeví rychlejším a vyrovnanějším klíčením semen a vzházením, snižuje se také poškození semen při výsevu do chladné půdy. U rajčat bylo pozorováno že priming v PEG snižuje minimální teplotu klíčení asi o 6 °C. Je uváděno, že priming snižuje reakci semen na stres ze zamokření při nedostatku kyslíku. Mechanismus působení primingu na vitalitu a životnost osiva není dosud plně objasněn. Za možné příčiny zlepšení vitality osiva lze uvést: odstranění toxických metabolitů, redukce příjmu vody u upravených semen, nastartování klíčení a zvětšení embrya, enzymatické opravy biochemických procesů pomocí opravného buněčného systému. Obecně je hydratace vhodná pro druhy s malými semeny (zeleniny, trávy).

14. 5. 4. Moření osiv

Chemické moření slouží k hubení patogenů, přenosných osivem. Je to běžně používaný postup úpravy osiva většiny zemědělských druhů, včetně osiv některých zelenin. Dlouho se používala k moření suchá rtuťnatá mořidla, z nichž se jedovatá rtuť dostávala do prostředí, jsou dnes minulostí. V současnosti některá používaná mořidla mají systemický účinek a nepůsobí tak jenom proti chorobám přenosným osivem, ale i proti raným infekcím chorob,

přenosných větrem, nebo pocházejících z půdy, do stadia 2-3 listů. Díky systémovému účinku působí moderní mořidla i proti patogenům uvnitř obilek, např. proti sněti mazlavé, sněti prašné, sněti tvrdé a braničnatce plevové.

Mořící přípravky lze rozdělit na:

- prášky pro suché nebo kombinované moření,
- smáčitelné prášky **proslurry** (aplikace mořidla ve vodní suspenzi) moření a inkrustaci,
- tekuté přípravky na bázi vodní suspenze, nebo roztoku v organických rozpouštědlech.

Suché moření zabezpečuje rovnoměrné namoření semen, avšak dochází k velkým ztrátám mořidla v průběhu moření, vyžaduje přísná hygienická opatření a účinnost není nejlepší. Tekutá aplikace na bázi organických rozpouštědel zabezpečuje vynikající ulpívání na povrchu semen, umožňuje moření i za mrazu, avšak hygienické problémy jsou značné a vyžadují speciální úpravy mořící linky. Inkrustace, tj. aplikace inkrustačního přípravku pro upevnění mořidla na povrchu semen, snižuje hygienické riziko od moření až po setí.

Technologie moření může být kontinuální, kdy je mořen nepřetržitý proud osiva, nebo diskontinuální s předem určenou dávkou osiva v mořícím prostoru a s příslušnou dávkou mořidla. Diskontinuální moření je kvalitnější, v mořícím prostoru je osivo uváděno do pohybu buď proudem vzduchu, kdy se jedná o tzv. fluidní moření ve vznosu, nebo je pohyb osiva zabezpečován mechanicky.

Moření se nesmí dělat dlouho před setím, protože může docházet ke ztrátě klíčivosti. Je vhodné mořit osivo až před sezónou použití osiva. Mořené osivo musí být řádně označené, aby se nepoužilo k potravinářským, nebo krmným účelům. Základní osivo pšenice, žita, tritikale, kukuřice, lnu a cukrovky se obvykle musí mořit. Certifikované osivo uvedených druhů se nemusí mořit tehdy, nepřesahuje-li v něm výskyt škodlivých patogenů stanovené hodnoty.

Alternativou chemického moření, zejména u zahradnických plodin je **moření horkou vodou**, které jednak hubí patogeny, ale může zvyšovat i klíčivost a vitalitu. U kukuřice se osvědčilo ponoření semen do vody horké 55 - 60 °C po dobu 15 minut, tak došlo k vyhubení *Fusarium moniliforme*. U pšenice osivo silně zamořené *Fusarium nivale* bylo místo chemického moření použito moření horkou vodou o teplotě 45 °C, což vykazovalo stejný efekt jako moření chemické. U mrkve a zelí se pak osvědčila při tomto postupu moření voda horká 55 °C na 20 minut, proti výskytu *Alternaria dauci* a *Alternaria brassiciola*.

Proti patogenům na semenech se pomocí **biologické ochrany** mohou použít i mikroorganismy např. *Phytium oligandrum* nebo *Trichoderma harzianum*. K moření se zkouší i fyzikální postupy, např. proud elektronů, nebo mikrovlnné záření.

Pro **ekologické systémy** pěstování rostlin se musí nakupovat osivo a sadba pocházející z porostů, které byly vedeny ekologickým způsobem alespoň po jednu generaci. Tzn. že osivo pochází z matečných rostlin pěstovaných ekologickým způsobem, u víceletých se musí pěstovat ekologicky po dobu dvou vegetačních období. Pro moření osiva jsou povolena pouze mořidla určená pro pásma hygienické ochrany 2. stupně – vnitřní pásmo a to jen tehdy, není-li k dispozici nemořené osivo a sadba.

14. 5. 5. Obalování osiv

Jedná se o speciální úpravy zlepšující kvalitu setí a rozdělení semen v řádku při přesných výsevech. Umožňuje aplikaci chemických přípravků, hnojiv a růstových látek v malém množství přímo na semeno, což je nejúčinnější a současně ekologické.

Při **inkrustaci** je na semeno aplikována pouze tenká vrstva přípravků, takže nedochází k zásadní změně tvaru semen. Materiál pro inkrustaci je směsí polymeru, aditiva (fungicid, insekticid, mikroprvky) a barviva. Semeno je do roztoku polymeru s rozpuštěným aditivem ponořeno, nebo se aplikuje nástřikem. Po aplikaci je nutné vysušení semen. Proces inkrustace se může opakovat za použití různých aditiv, takže se na povrchu vytváří několik vrstev. Pro inkrustaci se používá obdobných zařízení jako pro peletizaci, většinou s úpravami pro aplikaci polymeru a možnost sušení semen teplým vzduchem. Na rozdíl od peletizace je zvýšení hmotnosti semen při inkrustaci malé (1 - 10 %).

Při **peletizaci** je cílem dosažení pravidelného kulatého tvaru semen u semen nepravidelného tvaru, nebo zvětšení semen příliš malých (např. mák). Pak jsou tato semena pravidelně vysévána přesnými secími stroji. Peletizací se zlepšují výsevnické vlastnosti semen. I při peletizaci se používá do obalovací hmoty přísady pesticidů, hnojiv, inokulantů aj. Semena jsou vkládána do peletizačního bubnu nebo pánve, postříkána vodou a pak se k nim přidává plnidlo a adhezivum. Jako plnidlo se používá jíla, vápenec, mastek, vermikulit, jako adheziva pak bývá používána arabská guma, želatina nebo polyvinylalkohol. Konkrétní složení používaných směsí bývá předmětem firemních „know how“. Otáčením bubnu se na semena nabaluje plnidlo a formují se pelety. K odlišení produktů se přidává i barvivo. Důležitou vlastností pelet je soudržnost. Jsou využívány především u cukrovky a různých druhů zelenin (mrkev, cibule, salát) a květin. Poměr peleta : semeno se pohybuje např. u cukrovky od 4:9 až

přes 17 až 35:1, u zelenin až 100-150:1 (petunie, tabák). Peletizací se zvyšuje hmotnost semen 15 až 100krát.

Granulování upraví obal, v němž je semeno do tvaru malých válečků. **Výsevní pásky** obsahují speciálně upravená semena ve vzdálenosti odpovídajících vzdáleností rostlin v řádku. Výsev pak spočívá v ukládání těchto pásek. **Výsevní fólie** jsou obdobou pásek, zde jsou semena rozmístěna v určitém sponu.

14. 5. 6. Fluidní výsev a „umělá semena“

Fluidní výsev patří spolu s „umělými semeny“ k nejnovějším technikám používaným u rozmnožovacího materiálu. Při fluidním výsevu se vysévají předklíčená semena v ochranném obalu. Ten má omezit vliv vnějšího prostředí na vzcházení, které je tak vyrovnanější a lepší. Jestliže není možné takto naklíčená semena hned vyset, musí se skladovat v chladném prostředí a provětrávat vlhkým vzduchem, nebo v plastových pytlích ve vakuu nebo v prostředí dusíku, nebo ve výsevním gelu. Dobře připravené výsevní lůžko má umožnit kontinuální vývoj semenáčků.

Produkce „**umělých semen**“ je nejnovějším způsobem množení rostlin. Technologie rostlinných explantátů (explantátové kultury pro mikropropagaci) umožňuje využít pro množení jeden jediný genotyp, ze kterého lze získat namnožením dostatečný počet jedinců pro založení geneticky uniformního porostu. Tento postup by se mohl stát významným intenzifikačním faktorem u plodin, kde se používají odrůdy typu populace (trávy), syntetické populace (vojtěška), nebo u vegetativně množených dřevin, květin apod. Vlastně je tato technologie obdobou viviparií (živorodosti) např. u některých forem česneku, kdy se v květenství tvoří cibulky. Umělá semena jsou tvořena obvykle somatickým embryem, zabaleným do uměle vytvořených analogů semenných obalů. Takový obal musí embryo chránit před dehydratací, před poškozením během skladování a manipulace s osivem a musí umožnit embryu spolehlivé vyklíčení a vzejítí v příznivých podmínkách. Kromě embrya, které je vytvořeno biotechnologickými metodami, může obal obsahovat i živiny, („umělý endosperm“), případně fytohormony pro usnadnění procesu klíčení a vývoje mladé klíčící rostliny. Umělá semena mohou být hydratovaná, nebo vysušená. Nevýhodou umělých semen vytvořených obalováním somatických embryí v alginátu je malá odolnost k dehydrataci, křehkost, lepkavost, což omezuje komerční využití, ztěžuje vysévání. Z toho důvodu je pak třeba tato umělá semena obalovat v látkách, které zlepšují jejich vlastnosti tak, že mohou být vysévána jen mírně upravenými sečími stroji.

Využití se předpokládá u květin, okrasných dřevin, zelenin, lesních dřevin, ale i ve šlechtění vegetativně množených rostlin, u dvoudomých rostlin jako je chmel, kde se využívají jen samičí rostliny k produkci (také u chřestu). Další využitelnou skupinou z hlediska použití umělých semen je skupina plodin, kde je nutno uchovat a reprodukovat heterozní efekt. Dosud se však nepodařilo techniku regenerace ze somatických embryí zvládnout tak, aby se dala prakticky využívat.

14. 5. 7. Balení a adjustace osiva

Rozmnožovací materiál - osivo nebo sadba - musí být balen tak, aby měl kupující jistotu, že přebírá takové zboží, které je na obalu deklarováno. Proto jsou zavedena v ČR a zahraničí ustálená pravidla, vyplývající ze zákona a prováděcích předpisů, která musí být dodržována. Pro mezinárodní obchod platí v tomto směru zvláštní předpis.

Obal by měl být takový, aby nepoškodil vitalitu semen. Každý obal musí být předepsaným způsobem **adjustován**, tj. opatřen vhodným uzávěrem proti znehodnocení osiva a předepsanými údaji (např. firma, druh, odrůda, číslo partie, rok sklizně, kategorie množení a garance doby použití). Jde o opatřování obalů plombami a štítky, údaje na štítku obalu musí být čitelné a nesmazatelné (např. zatavené ve fólii). Veškerý rozmnožovací materiál, který podléhá uznávacímu řízení a certifikaci musí být balen a obaly úředně uzavírány a označovány podle pravidel obsažených v zákoně (č. 219/2003 Sb.) a prováděcích předpisech (vyhláškách).

Osivo některých plodin se prodává v tzv. **výsevních jednotkách** (kukuřice, cukrovka), které obsahují určitý počet semen, aby se zabránilo velkým rozdílům v jejich hmotnosti a tím se zajistil rovnoměrný výsev i vývin porostu. Výsevní jednotka u kukuřice obsahuje obvykle 80 až 100 tisíc semen, u cukrovky to bývá 100 tisíc semen, u semen zelenin jeden tisíc semen.

Praktickému použití vyhovují stále pytle o nižší hmotnosti 20 až 30 kg, ale i 50 kg, poněvadž předpokládá se ruční manipulace s balením osiva. Tam, kde se naopak aplikují moderní způsoby setí, aplikuje se technika s využitím plnění do velkozásobníků pomocí nakladačů, v praxi jsou stále oblíbenější velkoobjemové vaky o hmotnosti 0,5 až 1 tuny.

14. 5. 8. Skladování rozmnožovacího materiálu

Generativně rozmnožovaný materiál – osivo je možné s respektováním druhových rozdílů skladovat po mnoho let. Vegetativně rozmnožovaný materiál – sadbu lze skladovat omezenou dobu. Skladování se děje přechodně, v průběhu zpracování rozmnožovacího materiálu, nebo skladování již adjustovaného materiálu, který je připraven k distribuci. Rozmnožovací

materiál v prvním případě je většinou skladován v silech, v ohradových paletách, kontejnerech, volně ložený nebo ve speciálních boxech – sadba bramboru. V druhém případě musí být zajištěna obecná doporučení pro skladování osiv, vycházející z biologické podstaty materiálu. Jedná se především o:

- snížení vlhkosti na potřebnou hodnotu před uzavřením obalů,
- skladování při co nejnižší vzdušné vlhkosti a nižší, pokud možno ve stabilní teplotě vždy pod 20 °C, při vyšší teplotě dochází k aktivitě hmyzích škůdců,
- dobré větrání,
- zabezpečení proti hlodavcům, ptákům aj. škůdcům, včetně desinfekce, desinsekce a deratizace skladových prostor, stálá kontrola výskytu skladištních škůdců (hmyz, roztoči), důležitá je i fumigace podle Metodiky ochrany rostlin (škůdci mohou přežívat i v obalech),
- umístění obalů na suché podlaze, lépe na dřevěných podložkách (europalety apod.),
- v případě umístění osiv v ohradových paletách nebo silech zajištění provětrávání (odsávání vlhkosti).

U sadby, která se vesměs skladuje po sklizni v hrubém stavu, tj. pouze přetříděná, nejčastěji v paletách nebo klimatizovaných boxech a do finální úpravy se zpracovává až před expedicí, musí být zajištěno dobré větrání a nízká teplota (optimum jsou 4 °C).

Při skladování osiv a sadby je důležité dbát na zábranu záměny či pomíchání materiálů. Nezbytné je každou partii skladovat zvlášť a opatřovat partiiovými štítky, kde je uvedeno číslo partie, druh, odrůda, stupeň množení, hmotnost, počet obalů, množitel a ročník sklizně.

Dlouhodobé uskladnění je prevencí proti neočekávaným výkyvům ve sklizni či odbytu osiva. Základní osivo se má reprodukovat co nejméně, aby byl minimalizován genetický drift (posun) u samosprašných rostlin i náhodné cizosprašení. Proto je výhodné vypěstovat najednou co nejvíce základního osiva pro 4–6 letou potřebu reprodukce (Chloupek, 2008). Je to ale náročnější na skladovací prostory a podmínky skladování, použity by měly být nepropustné, vzduchotěsné obaly.

15. SPECIÁLNÍ SEMENÁŘSTVÍ

15. 1. Zásady úspěšného množení osiv

Zásady pro začínajícího množitele certifikovaného osiva by se daly shrnout následovně:

1. Dodržování legislativních podmínek, je vhodné se s nimi seznámit v dokumentaci ÚKZÚZ, nebo u semenářské firmy, pro kterou zamýšlí množitel smluvně množit.

2. Dodržování zásady, že pro množení osiv jsou potřebné ty nejlepší podmínky a péče. Ověření možností splnění požadavků na vyprodukování rozmnožovacího materiálu, tj. prověřit přírodní podmínky půdní – slunečné polohy, klimatické a povětrnostní podmínky zamýšlených množitelských ploch. Snížení výsevku, aby vyzrálá semena byla velká, vhodná výživa a ošetřování porostu.
3. Zvolení vhodného druhu a odrůdy a provenience osiva, která ovlivňuje kvalitu budoucí produkce. Používání certifikovaného osiva. Výběr nejvhodnějšího pozemku, odpovídajícího nároku daného množeního druhu a odrůdy.
4. Zvážení dostatečnosti technického vybavení množitele (secí, kultivační a sklízecí stroje, prostory pro skladování sklizených partií, dbát na nesmíchání sklizeného i setého osiva, nezavlečení příměsí aj.).
5. Včasné a kvalitní založení porostu (nezaplevelený hon, příprava setového lůžka).
6. Komunikace s přehližitelem porostu, včasné zabránění příčin k neuznání porostu a rozmnožovacího materiálu.
8. Sklizení dozrálého osiva včas, ve správné fázi zralosti, nepoškození osiva.
9. Sklizené osivo včas předčistit, případně dosušit a vyčistit.
10. Přípravení vzorku pro zkoušení v laboratoři (až po zaplombování) ve spolupráci se semenářskou firmou, ze všech partií sklizeného osiva.
11. Balení a adjustace osiva po jeho uznání a certifikaci.
12. Vhodné uskladnění osiva, aby nedocházelo ke snížení vitality.

15. 2. Množení drobnosemenných obilnin

Osivo s vyšší kvalitou je získáváno v příznivějších agroekologických podmínkách, např. u pšenice a ječmene tam, kde se dobře daří sladovnickému ječmeni a potravinářské pšenici. U všech obilnin (mimo kukuřice) je třeba zachovávat v osevním sledu časový odstup. Z pohledu semenářství je zapotřebí zvlášť upozornit na problémy s častým střídáním odrůd, které může zvyšovat riziko odrůdových příměsí z vyklíčených obilek z výdrolu v půdní zásobě.

15. 2. 1. Požadavky jednotlivých druhů

Pšenice – je náchylná k chorobám pat stébel; to je jeden z důvodů, proč nesmí být předplodinou pro stejný druh. Je samosprašná, ale v závislosti na odrůdě se vyskytuje i otevřené kvetení, kdy může dojít k cizosprašení. S výjimkou ekologického zemědělství se většinou neobejdeme bez použití pesticidů, včetně moření osiva.

Žito – snáší chladnější a vlhčí podmínky, daří se i ve vyšších polohách; v oblastech nižších a teplejších je náchylné k fuzariózám. Většinou snáší i větší mrazy, ale špatně přezimuje při napadení plísní sněžnou. Mohutný kořenový systém umožňuje lepší čerpání živin i na chudší půdě, ale za vyrovnané hnojení bez přebytku dusíku je vděčné. Extrémně vlhká půda a přehnojení působí poléhání. Může být zařazováno po obilninách. Je cizosprašné a větrosnubné. Optimální doba pro opylování je brzy ráno (teplota minim. 10 °C). Deštivé počasí v době kvetení způsobuje tzv. zubatost klasů (neúplné oplodnění). Minimální izolační vzdálenost od jiné odrůdy žita je 300 m.

Tritikale – je méně náročné než pšenice a většinou požadavků se blíží žitu. Je převážně samosprašné, ale z 10 až 40 % může kvést otevřeně. Potřebná izolace od jiných porostů žita, pšenice a jiných odrůd tritikale je 300 m.

Ječmen - mezi jarními a ozimými formami jsou rozdílné požadavky na přírodní podmínky. Jarní ječmen vyžaduje mírné, teplejší podnebí s dobře rozloženými srážkami, lepší půdu s dostatkem vápníku a potřebných živin („stará půdní síla“), nesnáší kyselou půdní reakci a „zamazání“ (z nedostatku kyslíku by semena nemohla vyklíčit). Ozimý ječmen snáší i sušší a méně úrodnou půdu. K nevhodným předplodinám pro semenářské plochy patří obilniny. Ječmen je samosprašný, otevřené kvetení je výjimečné za sucha.

Oves – daří se mu v chladnějším podnebí, odpovídajícímu bramborářské oblasti, prakticky ve všech půdách; čím lehčí půda, tím má být vlhčí klima. Díky mohutnému kořenovému systému dobře získává živiny a reaguje na vyrovnané minerální hnojení. Dobré předplodiny jsou jeteloviny, luskoviny a hnojené okopaniny. Nesmí být pěstován po sobě (háďátko ovesné, virózy). Je samosprašný.

15. 2. 2. Nároky na pěstování

Semenářské porosty obilnin nesmějí být vysévány po předplodině stejného druhu, nevhodné jsou i jiné druhy obilnin. Způsob zakládání porostů je obdobný jako u ploch běžného pěstování, ale aby byly množitelké porosty řidší (předpoklad větších semen), je třeba úměrně snížit výsevek asi o 10–20 % proti standardním údajům. V praxi by se měl výsevek stanovit podle počtu obilek na 1 ha (např. 4,5 mil. klíčivých semen). Nové typy odrůd, např. hybridní odrůdy žita dosahují poloviny hodnoty výsevku odrůd běžných. Tam, kde je podle vyhlášky nezbytné moření, nesmí se opomenut (výskyt snětí apod.). Důraz je kladen na zabránění výskytu ovsa hluchého, a proto mají význam selekce – odstraňování příměsí z množitelských porostů, zejména u předstupňů a elity. Bedlivá péče musí být věnována opatřením k zabránění příměsí jiných odrůd v porostech a v osivu. Ty se zpravidla zjistí ve

vegetační zkoušce a jsou příčinou neuznání. Na pozemku je proto dobře pěstovat stejnou odrůdu, neboť v půdní zásobě se mohou klíčivé obilky z výdrolu udržet několik let. Závadou při uznávání porostu je také výskyt žita nebo pšenice v tritikale a obráceně.

15. 2. 3. Škodlivé organismy

- a) **Karanténní organismy** – při jejich výskytu jsou porosty nebo osivo zamítnuty a osivo se nesmí použít k setí. V porostech pšenice a tritikale se nesmí vyskytnout sněť zakrslá (*Tilletia controversa*).
- b) **Choroby, škůdci a plevelé s limitovaným výskytem** (podrobněji uvedeno ve vyhlášce 129/2012 Sb.).

Jen v omezeném množství (vyjádřeno v procentech nebo v kusech na 100 m² nebo ve vzorku stanovené hmotnosti) se mohou vyskytovat: fuzariózy v klasech (*Fusarium ssp.*), (např. u pšenice, žita, tritikale a ječmene do 3 % v kategoriích předstupně a elita a do 5 % v kategoriích C), sněť prašná pšeničná (*Ustilago tritici*) u pšenice, sněť prašná ječmenná (*Ustilago nuda*) u ječmene, sněti ovesné (*Ustilago avenae U. levis*) u ovsa, sněti rodu *Tilletia* s výjimkou *Tilletia controversa* – např. u pšenice kat. C – 1 ks/100 m², u kat. Z se nesmí vyskytovat, sněť tvrdá ječmenná (*Ustilago hordei*) – např. u ječmene 1 ks/100 m², pruhovitost ječmene (*Drechslera graminea, Pyrenophora graminea*) – u ječmene do 3 %, oves hluchý (*Avena fatua*) a kříženci (fatuoidy) – např. u pšenice kat. C max. 5 rostlin na 100 m², v osivu se nesmí vůbec vyskytovat. V osivu nesmí být semena koukolu polního a pýru plazivého. Omezený výskyt je stanoven pro svízel přítulu (např. u základního osiva 2 kusy v 1000 g vzorku) a pro ředkev ohnici. U osiva žita je limitován výskyt sklerocií námele (*Claviceps purpurea*). V osivu se také nesmí vyskytovat sněťivá zrna rodu *Tilletia* ani jejich části a háčky háďátka (*Anguina tritici*).

c) Kromě uvedených limitovaných chorob a plevelů je třeba u porostů obilnin věnovat pozornost chorobám pat stébel (*Cercospora herpotrichoides, Ophiobolus graminis, Rhizoctonia solani* ad.), rzím (*Puccinia*), padlí travnímu (*Erysiphe graminis*), braničnatce plevové (*Septoria nodorum*), virové zakrslosti ovsa (*Avena virus*) a také mnoha škůdcům, jako jsou např. mšice, kohoutci, plodomorky, třásněnky, hrbáč osenní, bejlmorka sedlová, bodruška obilní, bzunka ječná a ve skladech pilousi.

15. 2. 4. Přehledy porostů

V uznávacím řízení je u certifikovaného osiva povinně prováděna jedna přehledka porostu, u předstupňů a základního rozmnožovacího materiálu je navíc zařazena druhá přehledka v době

dozrávání. Termín provádění přehlídek je závislý na stavu množitelského porostu, kdy je nejlépe hodnotitelný, např. u pšenice a tritikale je optimální čas těsně před květem, u žita v době květu, u ječmene po vymetání. Výskyt plevelných druhů a chorob se posuzuje nejlépe při druhé přehlídce před dozráváním. Podstatnými rozlišovacími znaky odrůd jsou např. u pšenice ojínění klasu nebo celé rostliny, tvar, hustota, délka a barva klasu, délka osiny a osinky aj., u ječmene ojínění, barva, tvar a hustota klasu, anthokyanové zbarvení špiček osin, u ovsa výskyt metlovitých lat a podobně. Zvláštní kritéria jsou sledována u hybridů (žito), kde je také požadována i větší prostorová izolace (1000 m u komponentů).

15. 2. 5. Sklizeň a úprava osiva

Při optimální době sklizně obilnin zrno musí být zrno plně vyzrálé a co nejsušší. Je vhodné vyčlenit ty části plochy, kde by mohlo v důsledku jiného stupně zralosti (např. místa ve stínu při okraji lesa, vlhčí části apod.) dojít při sklizni ke smíchání zrna různé vlhkosti a kvality. Zvláště citlivý je na to ječmen, ale platí to i pro ostatní druhy. Sklizené zrno musí být v nejkratší době předčištěno, zbaveno nečistot, aby nedošlo k zahřátí; u vlhčího osiva je to zcela prvořadé. Další mechanických manipulací by mělo být u osiva co nejméně, protože při každém pohybu, zejména po kovových částech čistících strojů dochází k oděrům a mikroskopickému poškození, které může být místem pronikání infekce, plísní apod. Suché a předčištěné zrno má být co nejdříve zcela vyčištěno a uskladněno při vlhkosti pod 15 %. Další ošetření, posklizňové úpravy, včetně moření apod., balení a finalizace spolu s uznáváním (certifikací) jsou pak prováděny podle odbytových a obchodních možností a potřeb.

Požadavky na vlastnosti osiva jsou konkrétně a přesně uvedeny pro jednotlivé druhy a kategorie ve vyhlášce (61/2011 Sb.). Nejvyšší vlhkost je 15 % (výjimka je např. u ozimů sklizených v roce výsevu – 17 %), analytická (laboratorní) čistota minimálně 98–99 %, klíčivost podle druhu nad 85–88 %. K limitovaným hodnotám patří kromě výskytu příměsí, kulturních druhů a plevelů také podíl zadriny a některé druhové zvláštnosti, které jsou v právním předpisu obsaženy.

15. 2. 6. Množení hybridního žita

Produkuje se ve více kategoriích, což vyplývá ze schématu šlechtění. **Předstupně**, tj. inbrední linie A, inbrední linie B jako matka a syntetik - tj. obnovitel fertility jako otec, se musí udržovat v přísné prostorové izolaci. Všechny předstupně se musí před kvetením zkontrolovat (několikrát) a odstranit odlišné rostliny z porostu. **Základní osivo** – hybrid A x B se

produkuje v oddělených pruzích, získané osivo na pylově sterilní linií A opylením linií B, která se po opylení vyseče, aby nemohlo dojít k příměsím. **Certifikované osivo** – vyseje se směs hybridu AB s opylovačem C. Pro snížení možnosti opylení nežádoucím pylem se porost obsévá opylovačem C a po odkvetení se vyseče. Produkce hybridního žita vyžaduje mnoho izolovaných množitelských stanovišť, které nemohou být v oblasti, kde se pěstuje potravinářské žito, z důvodů možnosti nežádoucího opylení.

15. 3. Množení hybridů kukuřice

Schéma produkce hybridního osiva vyplývá rovněž ze schématu šlechtění:

1. rok: Množí se odděleně a izolovaně od sebe na plochách rodičovské inbrední linie (A, B, C, D), rostliny jednotlivých linií se mohou navzájem opylovat.

2. rok: Řízeně se kříží vždy dvě a dvě inbrední linie pro výrobu jednoduchých hybridů. Řádky rodičovských linií se vysévají střídavě, v určeném poměru. Aby nedošlo k samoopylení mateřské linie, která bude produkovat hybridní osivo, musí se kastrovat, nebo musí být tato linie pylově sterilní. Jednoduché hybridy se mohou už použít jako finální produkt, nebo se použijí k výrobě tří- a čtyř- liniových hybridů.

3. rok: Kříží se dva jednoduché hybridy, které dají vznik čtyřliniovému hybridu, nebo se kříží jednoduchý hybrid s další inbrední linií. Rodiče se opět pěstují v pruzích.

Produkce hybridního osiva trvá nejméně dva, ale většinou tři roky, výnosy jsou nízké v důsledku inbrední deprese rodičů a také proto, že se po opylení otcovské řádky odstraňují (výnos osiva je tedy z menší plochy). Izolační vzdálenosti jsou od 200 do 500 m, což je také náročné dodržet.

Osivo kukuřice se inkrustuje a obaluje filmem v barvě (fialové), která odstraňuje ptáky, aby ji nevyzobávali. V porostu se musí provádět selekce, kastrace a kontrola sterility (pylově sterilních linií). Při selekci se odstraňují netypické rostliny před kvetením a po dobu kvetení. Sklízet osivo se má při vlhkosti pod 25 %. Dosoušecí teplota by neměla být vyšší než 42 °C a osivo by nemělo mít na uskladnění vlhkost vyšší než 14 %, pro dlouhodobější skladování 10 %. Osivo se moří, vitalita se zkouší chladovým testem, není ale povinný. Homogenita se vyjadřuje pomocí elektroforézy bílkovin.

15. 4. Množení odrůd řepky

Řepka se může množit na plochách, kde po čtyři roky nebyla pěstována, ani jiné druhy z brukvovitých, aby se zabránilo křížení s rostlinami z výdrolu. V každé generaci se kontroluje obsah glukosinolátů. SE1 a E kategorie musí mít obsah do 0,3 % a C kategorie do 0,8 %.

Dnes jsou k dispozici odrůdy s velmi nízkou hladinou glukosinolátů, šlechtěné hybridním systémem pylové sterility. V Severní Americe se prosazují technologie GMO, v Kanadě a USA jsou komerčně využívány. U nás už byla registrována odrůda typu „EO“ s vysokým obsahem kyseliny erukové. Olej z odrůd „high oleic“ má až 75 % kyseliny olejové, takže je vhodný pro zpracování za vyšších teplot (např. ke smažení). V ČR už byla taková odrůda registrována. Na zvolených pozemcích pro pěstování se nesmí vyskytovat hlízenka obecná, plíseň šedá a svízel přítula (neuznání porostů). Problémem jsou dřepčící, jejichž larvy zůstávají v půdě. Používá se inkrustované osivo s fialovým zabarvením proti ptákům. Porosty mají být řidší kvůli vývinu semen, šešulí. Řádky se volí širší 37,5-50 cm, pak se může mechanicky odstranit výdrol a pásovým postřikem aplikovat herbicidy. Mohou se použít chemické látky (**desikanty**) ke stejnoměrnému dozrání porostů. Sklízí se dobře vyztřelé porosty o vlhkosti semen 14-19 % a dosouší se vzduchem o teplotě jen o 5 – 7 °C vyšším než je teplota vzduchu na 8 % vlhkosti. Množení hybridních odrůd odpovídá v zásadě schématům jako u hybridů předchozích žita a kukuřice, používá se systém INRA/Ogura a CMS.

15. 5. Množení sadby bramboru

Doménou našich producentů sadby jsou zákonem vymezené již dříve citované, „Uzavřené pěstitelské oblasti pro výrobu základní sadby brambor“ (konkrétní katastry obcí jsou vyjmenovány v zákoně 219/2003 Sb.). V principu jde o udržení dobrého zdravotního stavu výchozí sadby kategorií předstupně a základní rozmnožovací materiál v oblastech, které jsou pro tuto činnost vymezené (několik set katastrů obcí ve 26 regionech ČR). Jsou to oblasti s nadmořskou výškou nad 450 m (oblast Českomoravské vysočiny). Sadba bramboru představuje 40 % nákladů na pěstování bramboru, proto musí být vyprodukována v potřebné kvalitě.

Sadbové brambory se třídí podle velikosti a tvaru hlíz, přičemž je stanovena minimální a maximální velikost hlízy v milimetrech podle tvaru hlíz: kulovité až kulovitooválné mají mít minimální rozměr 28 x 28 mm a maximální 60 x 60 mm, oválné až dlouhé pak 25 x 25mm a 55 x 55mm.

15. 5. 1. Nároky na přírodní podmínky, půdu, předplodiny a izolace

Ideální jsou pro brambory lehké písčité půdy, jaké jsou např. v rovinách sever. Německa, Holandska nebo Polska. U nás jsou ale podobné polohy pro produkci brambor nevyužitelné, protože spadají do tzv. degenerační oblasti, kde dochází rozšířením virových chorob k postupnému poklesu zdravotního stavu. Opakem jsou oblasti „regenerační“ v polohách nad

450 m nad mořem, s příznivým prouděním vzduchu a dostatkem vláhy 650 až 800 mm. Nevýhodou našich sadbových oblastí jsou převážně kamenité půdy; to se však v posledních letech daří eliminovat využíváním „odkameňovačů“ a podobných technologií. Na stejném pozemku nesmějí být sadbové brambory pěstovány nejméně čtyři roky. Nebezpečí přenosu chorob vyplývá z tzv. plevelných brambor, které v bramborářské oblasti zaplevelují porosty obilnin a dalších druhů.

15. 5. 2. Nároky na ošetřování porostu

Bez chemické ochrany se u sadbových brambor, s výjimkou ekologického pěstování, obvykle neobejdeme. Nezbytné jsou **negativní výběry** (selekce). Pro množení sadby je specifickým zásahem „předčasné ukončení vegetace“, spočívající v mechanickém, chemickém nebo kombinovaném jednorázovém zničení natě v termínu, který každoročně vyhláší pro jednotlivé regiony ÚKZÚZ. Cílem tohoto opatření je zabránit přenosu viróz náletem vektorů, chránit porost proti šíření plísně bramborové, usnadnit sklizeň a v neposlední řadě dosáhnout lepší vyzrálости, vyrovnanosti a optimální velikosti sadby. Zásah musí být přirozeně proveden v době, kdy je nárůst hlíz optimální. Chemický zásah (**desikace**) musí být opakován, pokud se při vlhkém počasí objevují tzv. obrosty (projevy obnovení vegetace), protože takové porosty mohou být intenzivně napadány přenašeči virových chorob.

15. 5. 3. Škodlivé organismy

Brambor je napadán značným počtem chorob virového, houbového a bakteriálního původu a také mnoha škůdci.

a) Karanténní organismy

Na pozemcích, kde byly zjištěny karanténní organismy, nesmí být brambor pěstován, sadba, u níž byl výskyt zjištěn během vegetace nebo po sklizni, musí být zlikvidována. Týká se to:

- rakoviny brambor (*Synchytrium endobioticum*),
- háďátka bramborového (*Globodera rostochiensis*),
- bakteriální kroužkovitost brambor (*Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus* - Cms),
- hnědé hniloby (*Ralstonia solanacearum*)

a některých viróz (*Mop-Top virus* a vřetenovitost hlíz – *Potato spindle tubervioid*).

b) Ostatní škodlivé organismy s limitovaným výskytem (dle vyhlášky):

V porostu se mohou vyskytnout:

bakteriázy: bakteriální černání stonků (*Erwinia carotovora* var. *carotovora*, *E. carotovora* var. *antoseptica* a *E. carotovora* var. *chryzanthema*)

houbové choroby: plíseň bramborová (*Phytophthora infestans*), kořenomorka bramborová (*Rhizoctonia solani*),

virózy: těžké virové choroby (TVCH)*, A – virus, Y – virus, virus svinutky, ostatní virové choroby: S – virus, M – virus, X – virus (* povinné zkoušení výskytu metodou ELISA)

škůdci: mandelinka bramborová (*Leptinotarsa decemlineata*), mšice: (*Myzus persicae*, *Aphis fabae*, *Aphis nasturtii*).

V sadbě (hlízách) se mohou vyskytnout:

- mokré bakteriální hniloby (*Erwinia caratowora*, *Pythium ultimum* a další),

- strupovitost obecná (*Streptomyces scabies*),

za napadení se považuje, až když napadený povrch hlízy je postižen z více než 30 %,

- suchá hniloba (*Fusarium spp.*, *Phoma spp.*),

- plíseň bramborová (*Phytophthora infestans*),

- vložkovitost (*Rhizoctonia solani*),

za napadení se považuje, až když povrch hlízy je postižen z více než 10 %.

Porosty i hlízy jsou napadány i jinými zde neuvedenými škodlivými organismy, jejichž hospodářský význam je menší.

Mezi fyziologické choroby lze mj. řadit dutost hlízy, hlízkování (růst malých hlíz na sadbě), rzivost dužniny (nejde-li o virovou chorobu), bujení lenticel, šednutí nebo modránání dužniny, vnitřní hnědnutí, rozpraskání hlízy (zajizvení), zmlazování hlíz s vytvářením „panenek“ (novotvarů).

15. 5. 4. Přehledka porostů a posklizňové zkoušky

Před výsadbou musí být na pozemku proveden odběr vzorků půdy ke zjištění výskytu rakoviny brambor a háďátka bramborového a výsledky musí být negativní. Jinak není množitelský porost možné přihlásit k uznání.

Při množení sadby brambor jsou konány **tři přehledky porostu**: první při průměrné výšce trsů 20 cm, druhá v plné vegetaci, třetí po předčasném ukončení vegetace (dva až tři dny po vyhlášení termínu desikace). Při první přehledce jsou mimo jiné zkontrolovány předepsané prostorové a mechanické izolace, nejvyšší povolené procento chybějících rostlin aj. Při druhé přehledce se posuzuje povolený výskyt odchylných typů nebo odrůd (např. u předstupňů a základní sazby se nesmějí takové příměsi vyskytovat).

Požadavky na **uznání množitelského porostu** brambor jsou poměrně přísné. Porost se neuzná, jestliže byly souvratě osázeny bramborami, v porostu byl zjištěn výskyt živých neokřídlených mšic, při selekci odkládáním natě do řádků, z porostu nebyly odstraněny (vyneseny) matečné hlízy a nové hlízy, nebyl dodržen termín desikace nebo byl zásah neúčinně proveden a byly zjištěny obrosty a z dalších příčin.

Součástí uznávacího řízení jsou posklizňové zkoušky. V principu je toto zkoušení prováděno tak, že jsou z porostu odebrány v určitém počtu vzorky hlíz. Z odebraného zkušebního vzorku těchto hlíz je pak vysázena skleníková zkouška. Z odebraných řízků, které z odpočítaných hlíz vyrostou, je na speciálních přístrojích vylisovaná šťáva, která je pak zkoušena metodou ELISA, a je hodnocen případný výskyt virových chorob. Překročil-li tento výskyt stanovenou limitní hranici, je porost reprezentovaný zkušebním vzorkem zamítnut. V současné době se počet takto zamítnutých porostů pohybuje s ročníkovými rozdíly v hodnotách kolem 5 až 8 %. Závislost na výskytu vektorů (přenašečů viróz) v předchozím i daném ročníku je zřejmá. V posledních letech se současně s odběrem vzorků na přítomnost viróz provádí odběr i na zkoušku výskytu karanténních bakterií podle zvláštních metodik Státní rostlinolékařské správy.

15. 5. 5. Sklizeň a úprava sadby

Sadbové brambory se sklízí s opatrností k mechanickému poškození asi tři až čtyři týdny po předčasném ukončení vegetace (chemicky proti snížení translokace virů i plísňe bramborové z natě do hlíz); vhodné je přesvědčit se, zda hlízy již mají zesílenou slupku. K zábraně ztrát a v zájmu lepší kvality je třeba nechat brambory během jednoho až dvou dnů oschnout a pak asi 10 dnů ponechat k vydýchání a zahojení případných poškození a oděrů (při teplotě 10 - 15 °C). Sadba se pak třídí a ukládá v dezinfikovaných skladech do ohradových palet nebo častěji do klimatizovaných boxů s tím, že se nejprve zbaví zeminy, která způsobuje nepropustnost vzduchu a uloží se při zajištění dobrého větrání při teplotě okolo 4 až 6 °C. Třídí se před uznáváním a přípravou k expedici. Finální obaly mohou být uzavřené a plombované pytle, nebo častěji otevřené obaly (kontejnery, palety apod.). Konečné třídění, odběr sadby pro mechanický rozbor, uznávání sadby a označení probíhá v souladu s podmínkami obsaženými v zákonu a vyhlášce.

15. 5. 6. Požadavky na jakost

Norma připouští nejvyšší přípustné hmotnostní procento vad, které se týkají:

hlíz jiných odrůd, hlíz napadených nebo poškozených mrazem či zapařením, mokrou hnilobou, suchou hnilobou, plísní bramborovou, strupovitostí, vložkovitostí, silným šednutím nebo černáním dužiny, silnou rzivostí, příměsí zeminy a nečistot, mechanicky poškozených hlíz, podsadbových a nadsadbových hlíz. V případě nekrotických změn slupky a dužniny je třeba provést doplňkovou laboratorní zkoušku. Posklizňové zkoušky, při nichž je ověřován výskyt virových chorob, jsou, jak bylo uvedeno, součástí hodnocení porostu. Maximální přípustné hodnoty výskytu virových chorob jsou dány normou podle kategorie v rozmezí 2 až 10 %. Přitom se těžké virové choroby započítávají poměrem 1:1 a ostatní virózy 1:0,3.

Pěstování bramboru ze semen je nutné při šlechtění (křížení), ale je uvažováno např. i jako alternativní metoda, zdůvodňovaná vysokými náklady při dopravě a uskladňování zejména v tropických oblastech. Semeny se nepřenášejí choroby, které se přenáší u bramboru hlízami. Avšak je nutné počítat s vysokou heterogenitou hlíz pěstovaných ze semen.

16. ZÁSADY PRO UVÁDĚNÍ ROZMNOŽOVACÍHO MATERIÁLU DO OBĚHU

Dle zákona „*O oběhu osiv a sadby pěstovaných rostlin*“ (č. 219 Sb.) je *uváděním do oběhu* myšleno obchodní skladování, prodej, nebo jiný způsob převodu nebo přechodu rozmnožovacího materiálu na jinou osobu, pokud jsou tyto činnosti prováděny za účelem jeho obchodního využití, přičemž za uvádění do oběhu se považuje rovněž nabízení k prodeji. 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. Ministerstvo zemědělství stanoví vyhláškou požadavky na vlastnosti rozmnožovacího materiálu uváděného do oběhu, mezní hodnoty výskytu škodlivých organismů, nejvyšší povolený počet generací v kategoriích rozmnožovací materiál předstupňů, základní rozmnožovací materiál a certifikovaný rozmnožovací materiál.

Rozmnožovací materiál zemědělských druhů a zeleniny se smí uvádět do oběhu pouze:

- je-li uznán v kategoriích šlechtitelský rozmnožovací materiál, rozmnožovací materiál předstupňů, základní rozmnožovací materiál nebo certifikovaný rozmnožovací materiál,
- jako standardní osivo zeleniny, je-li povoleno Ústavem jako obchodní osivo, jako směs osiv zemědělských druhů, zeleniny, případně rostlinných druhů neuvedených v druhovém seznamu.

V následujícím textu a kap. 16. 2. jsou interpretovány pojmy a kategorie rozmnožovacího materiálu dle výše uvedeného zákona.

Množitelským porostem je myšlen rostlinný porost k výrobě rozmnožovacího materiálu. **Partií** rozmnožovacího materiálu se označuje množství vyjádřené hmotností nebo počtem kusů stejnorodého rozmnožovacího materiálu, u rozmnožovacího materiálu chmele, révy, ovocných rodů a druhů a okrasných druhů též stejnorodého složení a původu. **Úřední zkouškou** odborné a zkušební úkony provedené ÚKZÚZ nebo pověřenou osobou podle zákona a podle zvláštního zákona. **Egalizací** se rozumí sloučení partií osiva nebo jejich částí stejného druhu a odrůdy. **Krajovou odrůdou** je myšlen soubor populací nebo klonů rostlinného druhu, které jsou přirozeně adaptovány na podmínky životního prostředí v jejich oblasti.

16. 1. Certifikace pro mezinárodní obchod podle OECD

Tato certifikace je podmíněna kontrolou druhové a odrůdové pravosti a čistoty vstupní (pre-control) a výstupní vegetační zkouškou (post-control), tzn. osiva vyšetěho a sklizeného. Vegetační zkoušky u nás zajišťuje ÚKZÚZ. Schématům OECD nepodléhá sadba brambor a jiných vegetativně množených druhů. **Vývoz** rozmnožovacího materiálu se řídí zvláštními předpisy a u druhů uvedených v pravidlech OECD a ISTA musí být vždy dodrženy principy certifikace podle uvedených mezinárodních organizací včetně zásad rostlinolékařské péče. ISTA zavazuje členské státy dodržováním pravidel (ISTA Rules) pro odběr vzorků a zkoušení osiv všech druhů podle stanovených metodik, jejichž cílem a smyslem je záruka odrůdové pravosti a čistoty odrůdy. Principem je zachování jednotnosti a uniformity tak, aby byla dosažena objektivita a celosvětově jednotný přístup. Rozdělení plodin podle schématu OECD koresponduje s rozdělením v EU. Jedná se o skupiny osiv: trav a leguminóz, obilnin, brukvovitých, řep, čiroků a kukuřice, zelenin a dalších, které se u nás nevyskytují. Veškerý mezinárodní obchod těchto skupin osiv musí být doprovázen certifikací OECD.

16. 2. Charakteristika množitelkých kategorií a vztah k úřednímu zkoušení a uznávání

V ČR a v Evropě i jinde ve světě se rozmnožovací materiál zařazuje do **kategorií**, které jsou definovány a označovány. Uznávání osiva a sadby (certifikace) je v mnoha zemích podobné a stejně se i označuje (anglicky certified seed, německy *zertifiziertes Saatgut* apod. Kategorie rozmnožovacího materiálu dle zákona, kterými je rozlišena biologická hodnota a rozsah sledování vlastností příslušného rozmnožovacího materiálu jsou uvedeny následovně a rovněž jsou uvedeny v obr. 13), jsou to:

- šlechtitelský rozmnožovací materiál,
- rozmnožovací materiál předstupňů,

- základní rozmnožovací materiál,
- certifikovaný rozmnožovací materiál,
- standardní osivo zeleniny,
- standardní rozmnožovací materiál révy,
- konformní rozmnožovací materiál ovocných rodů a druhů
- obchodní osivo.

Obrázek 13: Kategorie množitelského materiálu

Kategorie rozmnožovacího materiálu		Symbol	Barva návěšky	Podléhá uznávání ÚKZUZ	Pozn.
Šlechtitelské osivo-výchozí materiál (BREED SEED)				ne	*
Základní	Předzákladní (předstupně) (PRE-BREED)	SE 1	bílá s fialovým pruhem po diagonále šíře 5 mm	fakultativně	1,2
		SE 2		ano	
		SE 3		ano	
	Elita	E	bílá	ano	2
Certifikovaný	1. generace	C1	modrá	ano	
	2. generace	C2	červená	ano	
Standardní + CAC		S	tmavě žlutá	ne	
Obchodní		O (M)	hnědá	ne	
Směsi (druhové a odrůdové)			zelená	komponenty ano	

(Zdroj: Vyhláška č. 129/2012 Sb., kterou se stanoví podrobnosti o uvádění osiva a sadby pěstovaných rostlin do oběhu)

Pozn.: 1 Všechny generace základního a certifikovaného materiálu podléhají uznávání s výjimkou generace SE 1, která je povinně uznávána jen v případě, že je uváděna do oběhu.

2 Požadavky na vlastnosti množitelských porostů a rozmnožovacího materiálu u všech generací základního rozmnožovacího materiálu plodin generativně množených jsou shodné. U kategorií vegetativně množených plodin jsou odlišné ve vybraných kritériích (zdravotní stav),

* - neobchoduje se s ním, CAC – konformní materiál (výsadby trvalých kultur)

Šlechtitelským rozmnožovacím materiálem (Breeder Seed) se rozumí rozmnožovací materiál odpovídající úřednímu popisu a vlastnostem odrůdy v péči a odpovědnosti šlechtitele, nebo udržovatele odrůdy, který slouží k výrobě rozmnožovacího materiálu předstupňů a nepodléhá uznávacímu řízení, pokud není uváděn do oběhu.

Rozmnožovacím materiálem předstupňů je rozmnožovací materiál vyráběný nebo zajišťovaný udržovatelem odrůdy jako kategorie předcházející základnímu rozmnožovacímu materiálu. Nepodléhá povinnému uznávání, pokud z něj není bezprostředně vyráběné osivo (sadba) podléhající certifikaci nebo není předmětem obchodu.

Základní rozmnožovací materiál je rozmnožovací materiál (osivo, sadba), který slouží k výrobě certifikovaného rozmnožovacího materiálu a je vyroben udržovatelem nebo pod jeho dohledem přímo ze šlechtitelského rozmnožovacího materiálu nebo z rozmnožovacího materiálu předstupňů.

Certifikovaným rozmnožovacím materiálem je rozmnožovací materiál vyrobený přímo z uznaného šlechtitelského rozmnožovacího materiálu, z rozmnožovacího materiálu předstupňů nebo ze základního rozmnožovacího materiálu, anebo z certifikovaného rozmnožovacího materiálu. Podléhá povinnému uznávacímu řízení a je hlavní kategorií pro praktické využití osiva a sadby při zakládání produkčních ploch v zemědělství – rostlinné výrobě.

Standardním osivem je osivo registrované odrůdy zeleniny nebo odrůdy zeleniny zapsané ve společném katalogu odrůd, které nepodléhá uznávacímu řízení a které je určeno zejména k produkci zeleniny. Je vyráběno oprávněnou osobou, podléhá následné úřední kontrole.

Standardním rozmnožovacím materiálem révy je sadba, která je odrůdově pravá a odrůdově čistá, určená k produkci hroznů anebo k produkci rostlin nebo částí těchto rostlin, určených k produkci hroznů, která splňuje požadavky stanovené tímto zákonem, a u níž bylo úřední zkouškou ověřeno splnění těchto požadavků. **Konformním rozmnožovacím materiálem** (CAC – Conformitas agraria comunitatis) je rozmnožovací materiál ovocného rodu a druhu, který je odrůdově pravý a čistý a je určen k výrobě rozmnožovacího materiálu a sadby.

Obchodním osivem je osivo vyjmenovaných zemědělských druhů, které splňuje požadavky na pravost a čistotu druhu a nepodléhá uznávacímu řízení. Nezaručuje odrůdovou pravost a čistotu. Uvedena u něj musí být forma (ozimá, jarní) a ostatní stanovené údaje.

Zvláštní skupinu tvoří **směsi druhů a odrůd**, které musejí být u druhů podléhajících uznávání složeny jen z registrovaných odrůd, jejichž název a procentické složení je uvedeno na obalu. Návěsky mají zelenou barvu. Využívání **farmářských osiv** podléhá zvláštnímu režimu

(zákon č. 408/2000 Sb. O ochraně práv k odrůdám rostlin). Toto osivo (sadba) nesmí být uváděno do oběhu.

Generací je myšlen ročník nebo pořadí následného množení v rámci jedné kategorie rozmnožovacího materiálu používané u rozmnožovacího materiálu předstupňů, základního a certifikovaného rozmnožovacího materiálu. Z uvedeného tedy vyplývá, že jednotlivé kategorie rozmnožovacího materiálu mohou být při dodržování příslušných zásad zkoušení opakovaně rozmnožovány po více po sobě. Mluvíme pak o generacích, resp. **stupních množení** (stupeň se u nás používá nyní jen u vegetativně množených druhů). Např. kategorie předstupně (angl. Pre-basic, německy Vorstufensatgut), se u nás označuje symbolem SE (superelita) a opakovaně se množí dvě až tři generace a označují se pak indexem roku množení SE1 až SE3. Běžné označení generace (stupně) je rovněž u kategorie certifikovaný rozmnožovací materiál - C1 a C2.

V některých zemích jsou oproti našemu systému určité odlišnosti, např. Je opakovaně možné rozmnožovat i kategorii základní rozmnožovací materiál (Basic) a to až třikrát, ovšem při zachování všech kvalitativních znaků určených pro první reprodukci.

17. SEMENÁŘSKÁ KONTROLA

Pod pojmem semenářská kontrola je myšlena činnost, pověřené nezávislé instituce, úřadu, která zajišťuje dozor, kontrolu a zkoušení vlastností rozmnožovacího materiálu a vše, co souvisí s jeho uváděním do oběhu dle platného zákona a prováděcích vyhlášek. V ČR je výkonem státní semenářské kontroly v celém rozsahu působnosti pověřen ÚKZÚZ. Při množení osiva a sadby je semenářská kontrola zaměřena na:

- a) **Hodnocení množitelského porostu**, při němž se sledují předpoklady pro sklizeň zdravého, uniformního a odrůdovým znakům odpovídajícího osiva (sadby).
- b) **Hodnocení osiva (sadby)** laboratorními i jinými metodami (tzv. hodnocení ze vzorku).

V prvním okruhu činnosti zajišťuje činnost terénní služba kontrolní organizace (semenářská inspekce), která vykonává jednak práci spojenou s přehlížením množitelských porostů (úřední přehlížitelé) a jednak provádí odběr rozmnožovacího materiálu (úřední vzorkovatelé). Z těchto vzorků se poté připravují laboratorní vzorky ke zjišťování vlastností rozmnožovacího materiálu, tj. hodnocení osiva/sadby.

17. 1. Uznávací řízení a certifikace osiva a sadby

Uznávací řízení tedy probíhá, jak již bylo zmíněno u: a) množitelských porostů a b) u rozmnožovacího materiálu.

Postup při uznávacím řízení:

- a) podání žádosti u příslušného pracoviště ÚKZÚZ, ověření dokladů, provedení úředního posouzení a vydání rozhodnutí o uznání (neuznání) **množitelského porostu**,
- b) podání žádosti u příslušného pracoviště ÚKZÚZ, ověření dokladů, provedení úředního posouzení a vydání rozhodnutí o uznání (neuznání) **množitelského materiálu** (mohou být zařazeny i doplňkové vegetační zkoušky).

Kontrola množitelských porostů

Přehlížení množitelských porostů je základem **semenářské kontroly**. Množitelský porost je většinou polní porost (výjimečně může jít i o rostliny ve skleníku) určitého druhu, odrůdy, kategorie a generace, který je určen k reprodukci (rozmnožení) osiva (sadby) pro další pěstování, tj. k dalšímu rozmnožování nebo ke konečnému využití. Přehližitel postupuje podle schématu:

- kontrola dokladů (certifikát na osivo),
- ověření předplodin,
- kontrola označení porostu,
- přehlídka porostu.

17. 1. 1. Přehližky a podmínky uznávání množitelských porostů

Množitel si musí podat na příslušné územní pracoviště ÚKZÚZ **žádost o uznání množitelských porostů**, ve které uvede mimo jiné: druh, odrůdu, kategorii rozmnožovacího materiálu, původ osiva či sadby použité k založení porostu, smluvního množitele, polohu v katastru a výměru, sled předplodin, souhlas držitele šlechtitelských práv aj. Množitelský porost musí být před sklizní nejméně jednou posouzen (přehlédnut - **polní přehlídka**), u mnoha druhů však vícekrát. Porost posuzuje úřední **přehližitel (inspektor)** v době nejvhodnější pro posouzení vlastností odrůdy, zdravotního stavu a dalších ukazatelů. U většiny plodin hodnotí přehližitel: celkový stav porostu, předplodiny, dodržení prostorové a časové izolace, čistotu druhu, pravost a čistotu odrůdy, zaplevelení, zdravotní stav a další kritéria (např. mezerovitost). K hodnocení se používá devítibodová stupnice (9 bodů nejlepší stav). Porost musí být označen číslem množitelského porostu.

Porosty obilnin v kategorii SE, E a porosty hybridních odrůd se přehlízejí dvakrát, tj. od

vymetání do kvetení a při dozrávání. Porosty C1, případně i C2 jen jednou ve stejné době jako předchozí. Množení SE a E je možné na pozemcích, na kterých v předchozím roce nebyla pěstována obilnina a dva roky tentýž druh, množení C1 a C2 na pozemcích, na kterých nebyla v posledním roce pěstována obilnina.

Prostorová izolace k zamezení mechanické příměsi činí u všech obilnin jeden metr. K zamezení nežádoucího opylení např. u žita se požaduje nejméně 300 a 250 m izolace (podle kategorie) od jiné odrůdy žita a od tritikale 50 a 20 metrová. U tritikale je tomu obdobně, za nežádoucí zdroj sprášení se považuje naopak žito. U ječmene se např. požaduje mezi odrůdami stejné formy nejméně 100 m. Při kontrole porostu se hodnotí výskyt fuzarióz v klasech, výskyt snětí a pruhovitost ječmene, poněvadž jsou přenosné osivem. U kukuřice se množitelské porosty přehlíží čtyřikrát: před metáním, na začátku kvetení, při plném kvetení a na konci kvetení. Časová izolace je jeden rok, prostorová 200 m. U jetelovin se porost přehlédne jednou, od kvetení do začátku zrání, časová izolace po jetelovinách je 3 roky, prostorová mechanická 1 m, od zdrojů pylu 200 až 50 m, podle velikosti plochy množení.

Po provedení přehlídky porostu zhotoví přehližitel zápis výsledku, což je podklad k vydání uznávacího listu (certifikátu), či jeho zamítnutí. O **uznání množitelského porostu** vydává ÚKZÚZ **uznávací list**. Pokud však porost nesplnil podmínky kategorie rozmnožovacího materiálu, ve které má být uznán, je zamítnut, nebo se sestupní do nižší kategorie. Uznávají se i množitelské porosty odrůd již přihlášených k registraci. Nebyl-li porost uznán, nemůže být materiál z tohoto porostu sklizen jako osivo.

17. 1. 2. Uznávání rozmnožovacího materiálu – laboratorní zkoušení osiv a sadby

Pokud byl porost uznán, podá množitel **žádost o uznání rozmnožovacího materiálu**, kde se uvede množství, druh, odrůda a počet balení a čísla návěsek na balení, rok sklizně, číslo uznávacího listu a partie, údaj o chemickém ošetření, místě skladování a další údaje. Z vyčištěného osiva se odebere úředně, podle přesné metodiky, vzorek pro posouzení jakosti partie osiva. Metodické postupy (ISTA) stanovují základní kritéria pro zkoušení osiv a sadby. Laboratorní zkoušení většinou sestává z analytického hodnocení čistoty, klíčivosti, vlhkosti, pravosti druhu a odrůdy, hmotnosti tisíce semen. V určitých případech jsou doplněny další zkoušky jako: chladový test, biochemická zkouška životnosti, energie klíčení, zkoušky vzcházivosti a vitality, namoření osiva, kalibrace, stupeň ploidie a pravosti, elektroforéza bílkovinných markerů a u řepky např. stanovení kyseliny erukové a glukosinolátů. U pšenice a ječmene se požaduje např. maximální vlhkost osiva 15 %, klíčivost ve vzorku 85 %, čistota osiva 99 a 98 % (C1, C2), celkem 8 a 20 kusů jiných druhů ve vzorku (1 kg je hmotnost

vzorku na laboratorní zkoušení), 2 a 14 ks jiných druhů obilnin, 2 a 6 ks ohnice, podíl zadiny pod sítem 2,2 mm maximálně 3 %. Nesmí se vyskytovat obilky ovsa hluchého, fatuoidů (kříženci ovsa hluchého), pýru a sklerocia námele. Přípustná vlhkost osiva vojtěšky je 12 %, klíčivost 80 %, podíl tvrdých semen 40 %, čistota 97 %. U sadby bramboru se posuzuje především zdravotní stav skleníkovou zkouškou a imunologicky pomocí testu ELISA na výskyt viróz. Vady hlíz se hodnotí na povrchu (příměsi odrůd, poškození hlíz, hniloby, plíseň bramborová, strupovitost, vločkovitost) i na řezu (bakteriální kroužkovitost – CmS test, šednutí a černání dužniny, rzivost dužniny). Pravost a čistota odrůdy se posuzují podle morfologických znaků, jako je tvar hlíz, barva slupky, charakteristiky oček a klíčků.

Pokud materiál splňuje podmínky vyhlášky v laboratorních zkouškách (tzv. uznávání osiva ze vzorku), je vystaven **uznávací list**, s uvedením druhu, odrůdy, množství, partie, čísla uznávacího listu porostu, úpravě rozmnožovacího materiálu a použitého chemického přípravku, čísla návěsek aj. Některé činnosti spojené s uznáváním rozmnožovacího materiálu může provádět tzv. pověřená osoba, patřičně vzdělaná a s praxí.

17. 1. 3. Metody používané při zkoušení osiv a sadby

Současná praxe laboratorního zkoušení se opírá o pravidla ISTA i tuzemské předpisy. Výčet postupů a metod zkoušení osiv zemědělských a zahradních plodin převážně převzatých z platných pravidel ISTA (International Rules for Seed Testing – edition 2004) včetně doplňků a pravidel UPOV (International Union for the Protection of New Varieties of Plants) je uveden v tab. II. Několik metod zde uvedených je používáno jen v ČR, resp. není v ISTA popsáno. Metody zkoušení sadby (brambory, sazečka cibule a sadba česneku) vycházejí z původních norem (ČSN) upravených pro současný pracovní režim ÚKZÚZ.

Tabulka II: Výčet postupů a metod zkoušení osiv zemědělských a zahradních plodin

	Název metody	Označení
1.	Zkušební vzorek – převzetí, příprava, uložení	ISTA
2.	Zkouška čistoty	ISTA
3.	Početni stanovení semen JRD, choroboplodných útvarů a živočišných škůdců	ISTA / ČR
4.	Zkouška klíčivosti	ISTA
5.	Biochemická zkouška životnosti – tetrazoliový test	ISTA
6.	Zkoušení zdravotního stavu osiva	ISTA / ČR

7.	Zkoušení pravosti druhu a odrůdy	ISTA / ČR UPOV
8.	Zkoušení vlhkosti	ISTA
9.	Stanovení hmotnosti tisíce semen	ISTA / ČR
10.	Zkoušení obalovaného osiva	ISTA
11.	Zjišťování živočišných škůdců	ČR
12.	Sítové třídění	ČR
13.	Zkouška životnosti	ISTA
14.	Tolerance	ISTA
15.	Doklady o jakosti a množství – certifikáty o výsledcích laboratorních zkoušek	ISTA / ČR
16.	Zkoušení sadby brambor	ČR
17.	Zkoušení a posuzování cibulové sazečky a sadby česneku	ČR

(Zdroj: Ing. Schenk, ÚKZÚZ, 2013)

17. 2. Význam používání certifikovaných osiv

Úspěšné uznávací řízení je legislativním předpokladem výroby uznaného osiva a sadby, tj. osiva základního a certifikovaného. Certifikované osivo a sadbu produkují jenom subjekty registrované Ministerstvem zemědělství. Do oběhu smí uvádět rozmnožovací materiál jen registrované semenářské či obchodní firmy (dodavatelé). Ty ÚKZÚZ zaregistruje poté, co prokáží odbornou způsobilost a splní i jiné požadavky. Majitelé odrůd nemají většinou kapacity na množení a proto pro ně a pod jejich garancí osivo pěstují tzv. **smluvní množitelé**. Uznáván může být jen rozmnožovací materiál registrovaných odrůd (jak v ČR, tak ve Společném katalogu EU), nebo v případech, kdy se množí pro zahraničního odběratele. Formou uznávacího řízení je také osvědčování vlastností rozmnožovacího materiálu pro účely vývozu s vydáváním mezinárodně platných certifikátů.

Kvalita a výhoda používání certifikovaného osiva je dána větší péčí věnovanou semenářským porostům, která se projevuje vyšší klíčivostí a vzházivostí sklizeného osiva, menším podílem plevelů, lepším zdravotním stavem, lepším tříděním a kalibrací osiva, vyšší odrůdovou čistotou aj. Při nákupu uznaného rozmnožovacího materiálu musí mít kupující od prodávajícího k dispozici úřední návěšku (etiketu) na každém jednotlivém obalu s osivem/sadbou a příslušný doklad o prodeji (nákupu), tj. fakturu, výdejku. Na dokladu musí být uvedeno vše, co je uvedeno v rozhodnutí o uznání a dále: název (obchodní jméno) prodávajícího, druh, odrůda, množství rozmnožovacího materiálu, kategorie, generace a

identifikační údaj (č. partie), vyznačení doby použitelnosti, druh chemického ošetření a datum posledního odběru vzorku.

Semenářská kontrola v ČR je založena na fungování správního řádu. Finálním výstupem, jak je uvedeno výše v textu, je rozhodnutí o uznání množitelského porostu a rozmnožovacího materiál. Správní úřad vydává i rozhodnutí o povolení k vývozu a další certifikáty. Rovněž kontroluje oběh rozmnožovacího materiálu od výroby až po prodej a další manipulace, včetně obchodního skladování. Cílem je chránit trh (pěstitele) před nepoctivými praktikami, při nichž dochází k porušování zákona. Za porušování zákonných ustanovení jsou formou správního řízení udělovány pokuty a sankce.

POUŽITÁ LITERATURA A LEGISLATIVA

BRIGGS F. N., KNOWLES P. F.: Introduction to plant breeding. Reinhold, 1967, 426 s.

Buletin 1/2013 :Semenářská kontrola České republiky. www.ukzuz.cz

GRAMAN J., ČERNÝ J., HOUBA M., BERAN J.: Semenářství. Skriptum. Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, České Budějovice, 1996, 183 s. ISBN 80-7040-183-4

GRAMAN J., ČURN V.: Šlechtění rostlin (Obecná část). Skriptum. Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, České Budějovice, 1997, 133 s. ISBN 80-7040-255-5

GRAMAN J., ČURN V.: Šlechtění zemědělských plodin (obiloviny, luskoviny). Skriptum. Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, České Budějovice, 1998, 194 s. ISBN 80-7040-300-4

HORÁKOVÁ V.: Zkoušení odrůd ozimé pšenice. Přednáška pro posluchače Mendelovy univerzity v Brně, 2013.

HOUBA M., HOSNEDL V.: Osivo a sadba. Praktické semenářství. Nakladatelství Ing. Martin Sedláček, 2002, 186 s. ISBN 80-902413-6-0

CHLOUPEK O.: Genetická diverzita, šlechtění a semenářství. 3. vyd. Praha: Academia, 2008, 307 s. ISBN 978-80-200-1566-2.

CHLOUPEK O., EHRENBERGEROVÁ J., OPITZ VON BOBERFELD W., ŘÍHA P.: Selection of white clover (*Trifolium repens* L.) using root traits related to dinitrogen fixation. Field Crops Research 80: 57-62, 2003.

NOVÁČEK T.: Šlechtění na šlechtitelské stanici Plant Select. Přednáška pro posluchače Mendelovy univerzity v Brně, 2013.

O pěstování GM plodin budou rozhodovat samotné členské státy info@biotrin.cz

ROD J. a kol.: Šlechtění rostlin. SZN Praha, 1982, 354.s.

ROSENBERG L.:Výběr licenčních poplatků v ČR a v zahraničí. Přednáška pro posluchače Mendelovy univerzity v Brně, 2010.

SVAČINA P.:Základy šlechtitelské práce při tvorbě odrůd jarního sladovnického ječmene. Přednáška pro posluchače Mendelovy univerzity v Brně, 2013.

Vyhláška č. 125/2007 Sb., kterou se mění vyhláška č. 449/2006 Sb., o stanovení metodik zkoušek odlišnosti, uniformity, stálosti a užitné hodnoty odrůd

Vyhláška č. 378/2010 Sb., o stanovení druhového seznamu pěstovaných rostlin

Vyhláška č. 61/2011 Sb., kterou se stanoví požadavky na odběr vzorků, postupy a metody zkoušení osiva a sadby, (novela č. 206/2004 Sb.)

Vyhláška č. 129/2012 Sb., kterou se stanoví podrobnosti o uvádění osiva a sadby pěstovaných rostlin do oběhu

Zákon č. 408/2000 Sb., o ochraně práv k odrůdám rostlin a o změně zákona č. 92/1996 Sb., o odrůdách, osivu a sadbě pěstovaných rostlin, ve znění pozdějších předpisů, (zákon o ochraně práv k odrůdám).

Zákon č. 219/2003 Sb., o uvádění do oběhu osiva a sadby pěstovaných rostlin (úplné znění zákon č. 316/2006 Sb.),

Zákon č. 78/2004 Sb., o nakládání s geneticky modifikovanými organismy a genetickými produkty, ve znění pozdějších předpisů.

Autor	prof. Ing. Jaroslava Ehrenbergerová, CSc.
Název titulu	ODRŮDY, OSIVO A SADBA
Vydavatel	Mendelova univerzita v Brně Zemědělská 1, 613 00 Brno
Vydání	První, 2014
Náklad	200 ks
Počet stran	106
Tisk	ASTRON studio CZ, a.s.; Veselská 699, 199 00 Praha 9 Neprošlo jazykovou úpravou.
ISBN	978-80-7509-003-4

Tato publikace je spolufinancována z Evropského sociálního fondu a státního rozpočtu České republiky.

Byla vydána za podpory projektu OP VK CZ.1.07/2.2.00/28.0302 Inovace studijních programů AF a ZF MENDELU směřující k vytvoření mezioborové integrace.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ