

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zemědělská fakulta

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Trvale udržitelné systémy hospodaření v krajině
(KS)

Katedra: Rostlinné výroby a agroekologie

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Potenciál využití planých, primitivních a kulturních druhů
rodu *Solanum* ve šlechtění bramboru

Autor: Jitka Pospíchalová

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Veronika Bártová, Ph.D

Konzultant bakalářské práce: doc. Ing. Jan Bárta, Ph.D.

České Budějovice 2012

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Fakulta zemědělská
Akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jitka POSPÍCHALOVÁ**
Osobní číslo: **Z09323**
Studijní program: **B4131 Zemědělství**
Studijní obor: **Trvale udržitelné systémy hospodaření v krajině**
Název tématu: **Potenciál využití planých, primitivních a kulturních druhů rodu *Solanum* ve šlechtění bramboru**
Zadávací katedra: **Katedra rostlinné výroby a agroekologie**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem práce je zhodnocení současného stavu a možností využití planých, primitivních a kulturních druhů rodu *Solanum* ve šlechtitelských programech kulturního bramboru (*Solanum tuberosum* L.). Práce bude vypracovaná formou literárního přehledu vytvořeného na základě kritického zpracování domácích i zahraničních literárních zdrojů.

Práce bude probíhat podle následujícího schématu:

1. Vypracování osnovy bakalářské práce; rozvržení jednotlivých kapitol a tematických okruhů.
2. Vyhledání relevantních publikací v domácích i zahraničních informačních databázích.
3. Zpracování získaných informací a vytvoření literární rešerše na dané téma.
4. Shrnutí dosažených poznatků a vlastní kritické zhodnocení potenciálu současného a budoucího využití planých, primitivních i kulturních druhů rodu *Solanum* v šlechtitelských programech bramboru (*S. tuberosum* L.).

Rozsah grafických prací: 5 stran
Rozsah pracovní zprávy: 35 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

J.E. Bradshaw & G.R. Mackay (eds.) (1994): Potato genetics. CAB International Wallingford, UK, 552 p.

Vreugdenhil D., Bradshaw J., Christiane Gebhardt Ch., Govers F., Mackerron D.K.L., Taylor M.A., Ross H.A. (2007): Potato Biology and Biotechnology: Advances and Perspectives. Elsevier Science, 800 p.


Publikace získané na základě vlastní práce s databázovými systémy a informačními zdroji (např. Web of Knowledge; Scopus, Wiley-Blackwell InterScience, ScienceDirect apod.)

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Veronika Bártová, Ph.D.**
Katedra rostlinné výroby a agroekologie
Konzultant bakalářské práce: **doc. Ing. Jan Bárta, Ph.D.**
Katedra rostlinné výroby a agroekologie

Datum zadání bakalářské práce: 18. února 2011
Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2012


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDEJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 13
370 05 České Budějovice


prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 18. února 2011

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci s názvem „Potenciál využití planých, primitivních a kulturních druhů rodu Solanum ve šlechtění bramboru“ jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

Datum:

Podpis studenta:

Poděkování :

Velice děkuji Ing. Veronice Bártové, Ph.D za odborné vedení mé bakalářské práce, za podporu a ochotu.

Děkuji svojí rodině za trpělivost i za jejich podporu při mém studiu.

Děkuji také paní Ing. Domkářové, PhD, Ing. Horáčkové, Csc a paní Součkové z VÚB Havlíčkův Brod.

ABSTRAKT

Bakalářská práce je zaměřena na současný stav a možnosti využití planých, primitivních a kulturních druhů rodu *Solanum* ve šlechtitelských programech kulturního bramboru (*Solanum tuberosum* L.). Součástí práce je historie domestikace bramboru, informace týkající se jeho biologie, morfologie a fyziologie. Práce je dále zaměřena na odrůdy a šlechtění bramboru. Nejvýznamnější částí práce je zhodnocení potenciálu současného a budoucího využití planých, primitivních a kulturních druhů rodu *Solanum* ve šlechtitelských programech kulturního bramboru (*Solanum tuberosum* L.).

Klíčová slova: brambory, plané, primitivní, kulturní druhy bramboru

ABSTRACT

The bachelor thesis is focused on actual situation and potential of wild, primitive and cultivated potato species (genus *Solanum*) usage in programmes of potato (*Solanum tuberosum* L.) breeding. The first part of the bachelor thesis describes history of potato domestication and gives basic information about potatoes - their biology, morphology and physiology. The second part is focused on the potato varieties and on problematic of potato breeding. The last part is focused on evaluation of present and future potential of wild, primitive and cultivated potato species in specific breeding programmes of cultivated potatoes (*Solanum tuberosum* L.).

Key words: potato, wild, primitive and cultural species the genus *Solanum*

OBSAH

OBSAH	8
1 Úvod	9
2 Cíl bakalářské práce	10
3 Literární přehled	11
3.1 Historie a význam brambor	11
3.2 Fylogeneze a systematika bramboru	14
3.3 Biologie, morfologie a fyziologie brambor	16
3.3.1 Anatomie	16
3.3.2 Růst	17
3.3.3 Látkové složení hlíz	18
3.4 Odrůdy a šlechtění brambor	22
3.4.1 Charakteristika některých planých druhů rodu <i>Solanum</i>	25
3.5 Využití planých, primitivních a kulturních druhů rodu <i>Solanum</i> ve šlechtitelských programech kulturního bramboru u nás a v zahraničí	29
ZÁVĚR	41
SEZNAM ZDROJŮ	42
PŘÍLOHOVÁ ČÁST	46

1 Úvod

Dnes jsou brambory pro své mnohostranné využití významnou hospodářskou plodinou, sloužící jako základní potravina, krmivo pro hospodářská zvířata a jako průmyslová surovina pro výrobu škrobu a lihu. Z hlediska lidské výživy zauímají svým významem čtvrté místo za obilovinami, pšenicí, rýží a kukuřicí. Slouží jako potravina doplňková k dosažení fyziologicky vyvážené stravy. Hlízy brambor jsou lehce stravitelné, dobře utišují hlad a jen málo zatěžují organismus. Současná spotřeba brambor ke konzumním účelům činí u nás v posledních letech 60-65 kg na osobu a rok. Ve vyspělých zemích poklesl konzum brambor v čerstvém stavu, ale výrazně narostl podíl potravinářských výrobků z brambor či průmyslově upravených. V USA při roční spotřebě 55kg brambor na obyvatele činí podíl výrobků asi 50%. V EU při průměrné spotřebě kolem 80 kg je to přibližně 27%. U nás tento podíl tvoří 16-19 %.

Po introdukci této plodiny do Evropy byly brambory chápány jako botanická kuriozita, pěstovaly se a studovaly v lékařských zahradách ze zájmu a pro lékařské účely. Jejich potenciál jako potravinářské plodiny byl prvně zjištěn v Irsku na konci 17. století a v 18. století. Podnebí a půda Irska se pro brambory osvědčily, ale jejich význam jako potravinářské plodiny se zvýšil také ze společenských a ekonomických důvodů. Přílišné spoléhání se na brambory však znamenalo, že epidemie plísně bramboru v roce 1845 a 1846 vedla k hladomoru v Irsku s výraznými společenskými dopady. V 18. století byly tedy brambory v Evropě považovány za potravinu a v 19. století byla uznána jejich nadvláda jako hlavní potravinářské plodiny. Před poklesem produkce a spotřeby brambor ve 20. století. Globálně byl však tento pokles vyrovnán situací v ostatních částech světa.

Během 17. a 18. století řada evropských zemí rozvíjela své politické a komerční zájmy v ostatních částech světa a evropští (britští, holandské, francouzští, portugalské a španělské) kolonisté a misionáři přivezli zpět do původních zemí výskytu běžné plodiny včetně brambor. Během 19. století se produkce brambor ve světě rozšířila, ale až expanze v Číně a Indii ve druhé polovině 20. století vedla tomu, že se tyto země staly první a třetí nejvýznamnější zemí v pěstování brambor na světě (BRADSHAW 2010).

2 Cíl bakalářské práce

Cílem práce bylo zhodnocení současného stavu a možností využití planých, primitivních a kulturních druhů rodu *Solanum* ve šlechtitelských programech kulturního bramboru (*Solanum tuberosum* L.).

3 Literární přehled

3.1 Historie a význam brambor

Z plodin, které byly po objevení Ameriky dovezeny, mají nezastupitelnou roli v historii evropského zemědělství vedle kukuřice a tabáku – brambory (MINX 1994).

Ale žádný z těchto darů Ameriky neměl tak obtížnou cestu do Starého světa a nesetkával se tu s takovým odporem jako brambor. Příčiny byly patrně v nezvyklosti jedlé části rostliny, ve skutečnosti, že se hlízy vytvářely v zemi, kdežto u jiných plodin jejich požitelné části vznikaly zcela jinak, vytvářely se jako plody nad zemí opylením a růstem semeníku. Vlastí brambor je velká kulturní oblast, která se vytvořila dávno před příchodem Evropanů v Západní části Jižní Ameriky na vysoko položených náhorních rovinách And (KUTNAR 2005).

První oblastí jsou vysoko položené horské pláně And v Peru a Bolívii a okolí jezera Titicaca. Tato oblast se vyznačuje nadmořskou výškou 1500 – 4300 m, velkými teplotními rozdíly mezi dnem a nocí, pravidelnými srážkami a je považována za vznik druhu *Solanum andigenum*, který má hlízy rohlíčkovitého tvaru s červenou slupkou (BLAŽÍČEK 2003).

Druhou oblastí je pobřeží Chile a ostrov Chiloe. Tato oblast se naopak vyznačuje přímořským klimatem s mírnými zimami a chladnými léty. Zde původní druh vytvořil hybridizací varietu, která byla vědci pojmenována *Solanum tuberosum* a má hlízy kulaté se světlou slupkou (JANDA 2006). Tento druh je považován za předchůdce evropských odrůd brambor.

Domorodí Indiáni z oblasti And a na území dnešní Kolumbie, Ekvadoru, Peru a části Chile pěstovali brambory nazývané papas. Archeologické nálezy z těchto oblastí dokazují, že obyvatelé And znali brambory již 2000 let před příchodem Španělů (JŮZL 2000). Evroptští dobyvatelé a mořeplavci se s bramborami poprvé setkali v první třetině 16. století na území bohatého, kulturně vyspělého a dobře organizovaného státu Inků v dnešním Peru. Když se r. 1532 zmocnili bílí obyvatelé, vedeni nevzdělaným španělským dobrodruhem Francisem Pizarrem, státu Inků, znali jeho zemědělci již celou řadu odrůd bramboru. Brambory byly Inkům hlavní potravou, která je chránila před hladem. Domorodci z nich připravovali polévku a chléb. Sušili je, a tak uchovávali na dlouhá léta. Sušené brambory se staly také hledaným předmětem živého výměnného obchodu mezi zemědělským obyvatelstvem hor a pasteveckým lidem z nížin, který za brambory nabízel a dával vlnu (KUTNAR 2005).

Do Evropy byly brambory dovezeny z Peru přes Španělsko, roku 1565 a jednalo se o druh *Solanum andigenum*. Odtud se rozšířily jako okrasné zahradní a léčivé rostliny s hlízkami rohlíčkovitého tvaru s červenou slupkou. V r. 1585 byly do Anglie dovezeny kulturní brambory (*Solanum tuberosum*), které pocházely z oblasti Chile. Byly to bílé kvetoucí rostliny s kulatými hlízkami a světlou slupkou, které se později staly základem evropských odrůd brambor (JŮZL 2000). V Irsku, které má přibližně stejné podnebí jako střední Chile, se brambory rychle rozšířily a staly se také v Evropě, již asi v polovině 17. století, polní kulturou. Z Anglie nastoupily pak další cestu do severní Evropy a první osadníci je s sebou přivezli na počátku 17. století do vznikajících anglických kolonií v Severní Americe (KUTNAR 2005).

Na území Čech se dostaly brambory v letech 1628-1630 a do konce 17. století zůstaly jen zahradní rostlinou. Jejich pěstování se rozšířilo po poznání, že lépe uživí stoupající počet obyvatel nežli obilniny. Hlavně se tak stalo po roce 1772, kdy byla v Evropě velká neúroda obilí a na základě výzvy a odměny vyhlášené Pařížskou vědeckou akademií prokázal francouz Parmentier užitečnost brambor. Odtud rozšířené pěstování ve Francii, Německu a Rakousku. Již roku 1781 se u nás brambory uznávaly jako potravina odstraňující hlad, jako vhodné krmivo pro hospodářská zvířata a dostaly se tak pravidelně na stůl hlavně na venkově vedle kaše, hrachu a zelí. Vzestup produkce brambor zaznamenal konec hladu, moru a jiných epidemií obvyklých zejména při neúrodě obilnin (PELIKÁN 2001).

Chudí lidé na Frýdlantsku a Chrudimsku dovedli již v šedesátých letech 18. století vyrábět z brambor po domácku mouku a péci z ní chléb. Další dějinná cesta brambor byla vyznačena tím, že se brzo začaly hodnotit a pěstovat jako vydatné krmivo pro hospodářské zvířectvo a jako cenná surovina k výrobě lihu, škrobu a sirupu. Již od sedmdesátých let 18. století se brambory doporučovaly jako krmivo. České bramborářství dosáhlo již před polovinou 19. století značných úspěchů. Brambory podle soudobých statistik zabíraly podle odhadu asi 6 procent obdělávané půdy v zemi. Ale právě v době, kdy se na počátku čtyřicátých let 19. století dobral české bramborářství úspěchů a proniklo do české společnosti a šlo se s ní, bylo ve svém dalším rozvoji a ve své existenci ohroženo neobyčejně zákeřným nepřítelem, dlouholetou katastrofální hnilobou. Hniloba se v suché a později v mokré formě rozšířila do všech výrobních oblastí Čech, nepostihla je však stejnou měrou. Ke konci čtyřicátých let choroba načas polevila, ale znovu propukla v letech 1851 – 1853, a to v míře daleko větší a ve formě zhoubnější. Boj proti chorobě byl neobyčejně ztěžován tím, že se neznala pravá podstata hniloby a že nebyly ani známy všechny příznaky a podmínky, za kterých se jí daří (KUTNAR 2005).

V polovině 19. století u nás už brambory patřily mezi základní potraviny a v zemědělských lihovarech nahrazovaly žito. Později byly ve škrobárnách zpracovány na bramborový škrob (JÚZL 2000).

Do pěstování brambor zasahovalo od druhé poloviny 19. století významně pokusnictví a šlechtitelství. Pokusy o hnilobě brambor konal již ke konci 18. století profesor botaniky a chemie na pražské univerzitě Josef Mikan. Lidové pokusnictví rozvíjelo se rozvíjelo zejména v období výskytu hniloby brambor ve čtyřicátých a padesátých letech 19. století. Od padesátých let byla zřizována pokusná pole nebo hospodářství velkostatky nebo se pokusy prováděly na pokusných hospodářstvích hospodářských škol jako součást jejich výuky a badatelské činnosti. Snahu vypěstovat kvalitnější odrůdy brambor podnítila neobyčejně jejich hniloba v polovině století. Pouhé empirické šlechtění, které je prastaré, se stávalo uvědomělou činností. Cílem bylo vypěstovat výnosnější a odolnější odrůdy. V našich zemích začíná šlechtění brambor o něco později než v západoevropských státech, dosahuje však brzo pozoruhodných výsledků. Roku 1877 byly na jihočeském schwarzenberském panství vyšlechtěny červené české brambory, které do vínku dostaly francouzské pojmenování Rouge de Bohême. Jedním z prvních českých šlechtitelů brambor byl jihočeský hospodář Karel Rambousek. Vyšlechtil prostředně ranou odrůdu Zborovské brambory. Od roku 1887 šlechtil brambory šlechtitelský podnik Nolčův v Horních Počernicích. Jeho zakladatelem byl Josef Nolč. Významných šlechtitelských úspěchů na přelomu století dosáhl ředitel velkostatku v Herálci Karel Sommer. Od let devadesátých vyšlechtil řadu dobrých stolních odrůd. Na Moravě se šlechtěním zabýval František Zdráhala z Kroměříže. V roce 1898 vznikl v Chlumci nad Cidlinou šlechtitelský závod Adolfa Dregera. Od konce osmdesátých let konala šlechtitelské pokusy s bramborami hospodářsko-botanická výzkumná stanice při táborské hospodářské akademii. Na počátku 20. století založila obchodní společnost Selekt svůj šlechtitelský závod v Pyšelích u Prahy a od roku 1915 zasahovalo do šlechtění brambor Hospodářské družstvo pěstitelů zemáků, které si vybuodovalo šlechtitelský závod v Německém (dnes Havlíčkově) Brodě. V roce 1921 zřídilo Družstvo hospodářských lihovarů Ústav pro zušlechtování zemáků ve Slapech-Vyklanticích u Pacova. Roku 1923 začala pracovat šlechtitelská stanice v Keřkově u Přibyslavi a pokusná stanice ve Valečově u Havlíčkova Brodu (KUTNAR 2005).

Největší rozmach byl u nás před 2. světovou válkou. V poválečném období docházelo ke snižování ploch i jejich produkce. V letech 1951 a 1955 bylo u nás osázeno 647 000 ha, v 1961-1965 došlo k poklesu plochy až na 489 000ha. Výrazný pokles nastal v roce 1990, kdy se plochy snížily na 109 299 ha. V roce 1999 byla celková sklizňová plocha 71 855 ha. V Evropě jsou v současné době ze zemí EU největšími producenty Německo, Nizozemí, Velká Británie a Francie. V Severní Americe-USA a Kanada (JÚZL 2000).

V České republice, tak jako ve většině států Evropy, v současné době došlo k poklesu ploch brambor. Příčiny tohoto stavu jsou ve snížení spotřeby, zvýšení výnosů a ve změnách využití brambor (DIVIŠ 2010).

3.2 Fylogeneze a systematika bramboru

Rod *Solanum* L. sekce *Petota Rumory* zahrnuje lilek brambor (*Solanum tuberosum*) a jeho plané příbuzné druhy. Tento rod je rozšířený v Americe od Spojených států amerických po Chile, Argentinu, a Urugua (HIJMANS, SPOONER 2001).

Z taxonomického hlediska je sekce *Petota* obtížně charakterizovatelná, např. HAWKES (1990) rozlišil 232 druhů, které uspořádal do 21 sérií, zatímco SPOONER, SALAS (2006) zredukovali seznam zástupců rodu *Solanum* na 189 druhů včetně 10 dalších druhů, které byly popsány až po roce 1990. S postupujícím výzkumem tito autoři předpokládají pokračující redukci. Mnoho druhů je morfologicky velmi podobných, často se liší například jen nepatrnými rozdíly ve zralosti nebo tvaru listů (SPOONER, VAN DER BERG 1992a).

Hranice mezi mnohými sériemi jsou uměle vytvořené a tudíž alternativní taxonomické zpracování je běžné (GREPLOVÁ et al., 2011).

Plané druhy bramboru se vyskytují na jihoamerické pevnině ve třech oblastech. Ve vysokohorské oblasti peruánské a přilehlých územích se vyskytuje značný počet druhů z několika sérií. Z nich v mezidruhovém křížení se uplatňují zejména druhy: *S. andigenum* Juz. Et Buk., *S. demissum* Lindl., *S. acaule* Bitt., *S. stoloniferum* Schlechtd., *S. vernei* Bitt. a některé další. Tyto druhy pocházející z oblasti blízko rovníku jsou krátkodenní, mají však některé cenné biologické a hospodářské vlastnosti pro šlechtění kulturního bramboru *S. tuberosum* L.. Z této oblasti pocházejí kulturní druhy ze série Andigena.

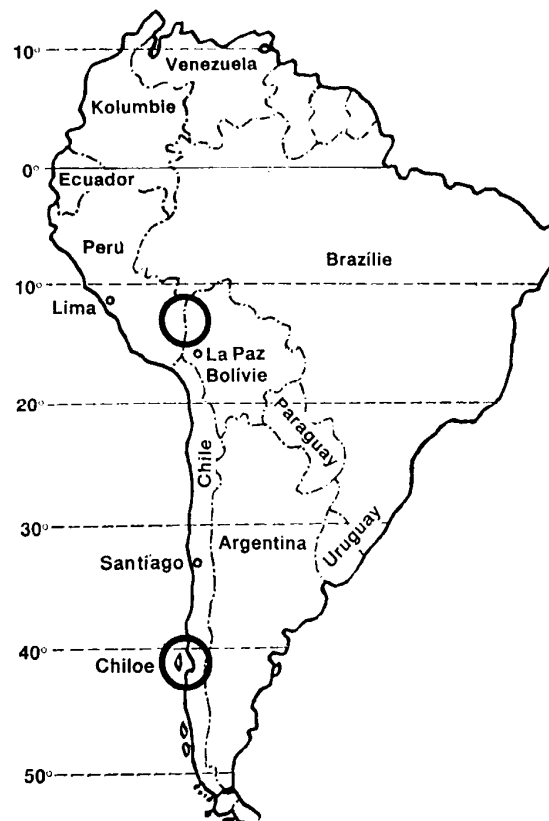
V nížinné oblasti chilské s přilehlými ostrovy se vyskytují druhy ze sérií *Tuberosa* a *Etuberosa*. Plané druhy z této nížinné subtropické oblasti jsou dlouhodenní nebo s neutrální fotoperiodickou reakcí při generativním rozmnožování. V nížinné oblasti uruguayské a v přilehlých územích se vyskytuje druh *S. commersonii* ze serie *Commersoniana*. V této oblasti nebyl zkulturněn žádný druh bramboru. Na vznik tetraploidních kulturních druhů *S. tuberosum* L. a *S. andigenum* Juz. et Buk. jsou mezi badateli některé rozdílné názory. Podle BUKAČOVA, KAMERAZE (1959) tetraploidní formy kulturních brambor vznikly z diploidních kulturních a planých druhů (RYBÁČEK 1988).

VAVILOV (1934) určil v Jižní Americe dvě genová centra zkulturnění bramboru, a to andské centrum v oblasti Peru a Bolívie a chiloánské centrum v Chile. BUKASOV (1971) označuje kulturní druh bramboru z andského centra jako *Solanum andigenum* Juz. Et Buk. a z chiloánského jako *Solanum tuberosum* L., u kterého odlišuje dva poddruhy, a to *S. tuberosum* ssp. *chiloatum* Buk. et Lechn. a *S. tuberosum* ssp. *europaeum* Buk. et Lechn (RYBÁČEK 1988).

SALAMAN (1937) uvádí, že kulturní brambor *S. andigenum* vznikl v andském centru a při stěhování Indiánů se dostal na jih, kde se vytvořila ekologická odchylka označovaná jako *S. tuberosum*. HAWKES (1944, 1978) slučuje oba druhy pod společným názvem *Solanum tuberosum*, u kterého uvádí dva poddruhy, a to *S. tuberosum* ssp. *andigenum* a *S. tuberosum* ssp. *tuberosum*.

Tetraploidnost obou kulturních druhů bramboru (*S. tuberosum* a *S. andigenum*) v průběhu jejich zkulturnění přispěla ke zvětšení hlíz a také ke snížení jedovatých a hořkých látek (RYBÁČEK 1988).

Obrázek č. 1: Genová centra brambor v Jižní Americe (RYBÁČEK 1988)



3.3 Biologie, morfologie a fyziologie brambor

3.3.1 Anatomie

Brambor hlíznatý (*Solanum tuberosum L.*) je dvouděložná rostlina. Je jednoletou bylinou, která může být rozmnožována generativně i vegetativně. U nás se v zemědělské výrobě rozmnožuje výhradně vegetativně hlízkami.

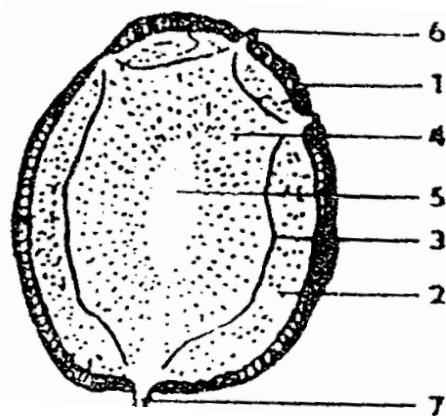
Nadzemními orgány bramboru jsou stonek, listy, květenství, květy, plod, semena. Charakter trsu je ovlivněn tvarem a typem natě. Typ natě určuje architekturu porostu. Rozlišuje se stonkový typ a listový typ. Podle tvaru trsu se rozeznává tvar kuželovitý, zarovnaný a deštníkovitý. Stonek je různě tlustý a dlouhý. Charakteristickým znakem je křídlení na hranách stonku. Listy bramboru jsou lichospeřené. List se skládá z řapíku prodlouženého ve vřeteno a lístků, lístečků, palistů a palístečků. Lichý lístek na vrcholu řapíku se označuje jako konečný. Listy jsou slabě, středně až velmi chlupaté. Barva listu může být hnědozelená, tmavozelená, světle zelená a zelená. Květenství je dvojitě umístěný na vrcholu stonku. Květy jsou zpravidla pětičetné. Plodem je bobule, která obsahuje 50 – 100 semen. Semena jsou drobná, vejčitého tvaru, zploštělá, světle žlutě zbarvená.

Podzemní soustava u semenáčů se skládá ze dvou částí. Ze zárodečného kořínku se vytváří kulový kořen prvotní kořenové soustavy s bohatě rozvětvenými postranními kořeny. Později se z podzemní části stonku a ze stolonů vytvářejí adventivní kořeny.

U rostlin množených hlízkami kořenovou soustavu tvoří větší počet stonkových a stolonových kořenů. Stolony jsou podzemní výhony, jejichž vrcholy se přeměňují v hlízy (MINX 1994).

Na hlíze rozeznáváme část pupkovou, která souvisí se stolonem, protilehlá část hlízy se nazývá korunková. Bramborovou hlízu můžeme z anatomického pohledu rozdělit na rozdílné zóny, jak je vidět na obrázku č. 2.

Obrázek č. 2 - Rozložení bramborové hlízy (KOS)



- 1 – slupka s korkotvorným pletivem
- 2 – korová vrstva
- 3 – kruh svazků cévních
- 4 – dutina
- 5 – srdéčko
- 6 – klíčící očko
- 7 – pupek

Vnější obal tvoří slupka (periderm). Je silná 0,125 až 0,166 mm, složená ze zorkovatělých buněk, dávající slupce hnědé zabarvení. Chrání hlízu před ztrátou vlhkosti a před infekcí plísní. Při poranění se v této vrstvě tvoří suberin za přítomnosti vzdušného kyslíku a nasycených mastných kyselin. Pak se nachází korová vrstva, složená ze dvou zón. Zóna pod peridermem je tvořena malými buňkami chudými na škrob, ale bohatými na bílkoviny. Druhou zónu, sahající k cévním svazkům, tvoří parenchymální buňky bohaté škrobem. Další je vrstva cévních svazků, tvořící v hlíze prsteneček. Vrstva je tvořena vnějším floémem, jímž jsou vedeny organické látky, xylémem, zajišťující vodní transport a vnitřním floémem. Na cévní svazky navazuje vnější dřev s velkými vodnatými buňkami. Vnitřní dřev je viditelná jako tmavé jádro. Dřev je tvořeno 0,1 – 0,2 mm velkými parenchymálními buňkami (PELIKÁN 2001).

3.3.2 Růst

Růstem rozumíme nevratné přibývání hmoty a též velikosti spojené s činností živé protoplazmy. Základem budoucí rostliny bramboru při generativním množení je zárodek, který je uložen v žlutém nebo žlutozeleném zploštělém vejčitém až ledvinitém semeni. Růst začíná klíčením. Příjem vody způsobuje bobtnání semene. V biologické etapě klíčení dochází k růstu zárodečného kořínku, který proniká prasklým osemením. Z klíčku vyrůstá nad zem více nebo méně větvený stonek, na jehož podzemní části vyrůstají stolony a na nich se vytvářejí hlízy.

Při vegetativním množení začíná růst klíčků z pupenů na hlíze. Klíček vyrůstá z probuzeného pupenu v očku. Můžeme na něm rozlišit základy pro vytvoření stonku. Již na klíčku se projevuje řada odrůdově specifických charakteristik.

Klíčky dále vyrůstají ve stonky, na jejichž podzemní části rostou adventivní kořeny a stolony. Stolony jsou metamorfované stonky bez chlorofylu. Rostou většinou nejdříve na nejspodnějších nodech, a pak postupně na vyšších. Délka stolonů rozhoduje o rozložení hlíz pod trsem. Je odrůdově charakteristická a ovlivňuje ji také rychlost zakládání hlíz. Růstu stolonů do délky předchází tzv. lag fáze – přestávka, fáze průtahu, zpoždění. Po fázi prodlužovacího růstu se růst stolonů zastavuje, jejich vrcholový pupen se ohýbá a vytváří tzv. háčkový stolon. Pak těsně pod špičkou začne stolon zesilovat. Tvorba hlízy začíná tloušťnutím vrcholového internodia stolonu. Brambor se tak každoročně vegetativně množí nově vytvářenými hlízami.

V jednotlivých etapách spolupůsobí regulační úloha fytohormonů. Je však obtížné rozhodnout, kdy tyto látky přímo indukují vznik hlízy a kdy jen regulují její další růst. Etapa stolonizace je na základě experimentálních údajů spojována s působením auxinů a giberelinů, na inhibici růstu stolonů se podílí jak pokles aktivity giberelinů, tak účinek etylenu a vlastní tvorba hlízy je spojována jak s aktivitou cytokininů, tak s aktivitou jasmonové a abscisové kyseliny a auxinu.

Nejvíce hmoty kořenů má rostlina bramboru v období před květem. Po iniciaci hlíz je růst všech ostatních orgánů zpožděn a hlízy mají dominantní meristémy a sinky (úložné prostory) pro organické a anorganické živiny.

Obecně se akceptuje, že existuje záporný vztah mezi růstem natě a hlíz. Když se například podpoří růst natě brzkou závlahou nebo aplikací minerálních hnojiv, pak je iniciace hlíz zpožděna. Naopak tuberizace je podporována, když je růst natě inhibován např. nízkými teplotami (VOKÁL et al. 2004).

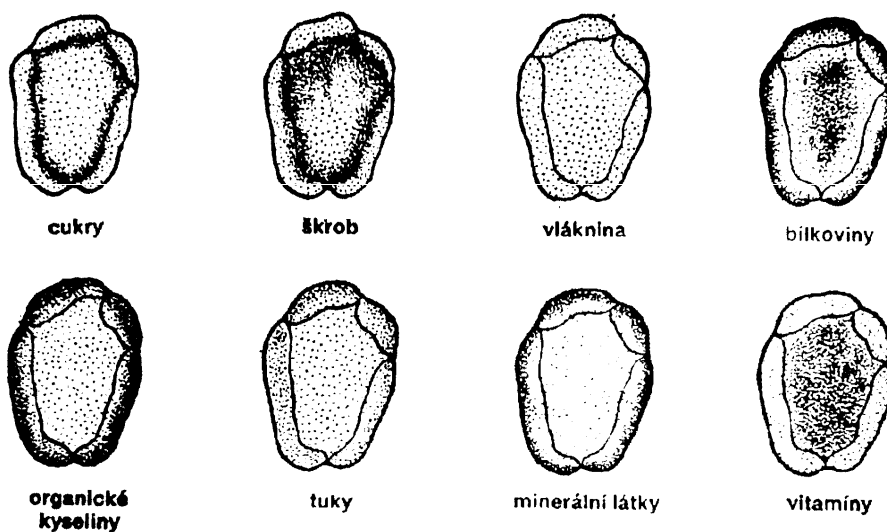
3.3.3 Látkové složení hlíz

Hlízy bramboru představují rostlinný produkt s vysokým obsahem škrobu. Hlavní látkou obsaženou v hlízách je však voda. V buňkách hlíz se voda vyskytuje ve formě volné a vázané. Volná voda představuje hlavní podíl tzv. hlízové vody. Je buněčnou šťávou vakuol obsahující značný podíl rozpustné sušiny kromě látek vázaných v buněčných strukturách. Voda vázaná představuje množství spojené s hydratací buněčných koloidů.

Obsah sušiny v hlízách se pohybuje v rozmezí 16-32 % čerstvé hmoty a je závislý hlavně na odrůdě, stupni vývoje hlízy, průběhu povětrnostních podmínek při pěstování a pěstitelské technologii. Hlavní látkou obsaženou v sušině hlíz je škrob.

Škrob plní v rostlinném organismu funkci hlavní zásobní látky, neboť je pohotovou zásobou glukózy. V buňkách hlíz brambor je uložen v podobě micel, zvaných škrobová zrna. Zrna jsou lasturovitě o velikosti 15-50 μm , ale i větší. Rozmístění škrobu v profilu hlízy není zcela homogenní, nejvyšší koncentrace jsou dosahovány v oblasti centrálního kruhu cévních svazků, jak je vidět na obrázku č. 3. Škrob brambor je složen ze dvou komponent – amylosy a amylopektinu (PRUGAR 2008).

Obrázek č. 3: Schéma naznačující přibližné rozložení hlavních látek v bramborové hlíze na podélném řezu (PRUGAR 2008)



Význam **dusíkatých látek** včetně **bílkovin** je pro jejich poměrně nízký obsah v čerstvé hmotě konzumentem-laikem často opomíjen. Obvykle je uváděna střední hodnota obsahu dusíkatých látek (neboli hrubých bílkovin), v čerstvé hmotě hlíz cca 2%, tzn. kolem 10% v sušině. Podíl bílkovin v obsahu dusíkatých látek však může kolísat vlivem genotypu a podmínek prostředí v poměrně značném rozpětí od 34-70 %. Nebílkovinné dusíkaté látky jsou členěny na volné aminokyseliny (15%), amidy asparagin a glutamin (23%) a ostatní dusíkaté látky (12%).

V současné době všeobecně převládá členění hlízových bílkovin podle molekulové hmotnosti na tři hlavní skupiny:

- 1) **patatin** (patatinový komplex či rodina patatinových bílkovin),
- 2) **skupinu inhibitorů proteas,**
- 3) **ostatní bílkoviny** (hlavně bílkoviny s enzymovou účastí na syntéze škrobu)

Patatin, resp. patatinové bílkoviny jsou glykoproteiny s molekulovou hmotností monomeru v rozsahu 39-43 kDa, které obvykle představují 20-40% hlízových bílkovin. Jsou považovány za hlavní zásobní bílkoviny hlíz, ale vykazují aktivitu více enzymů. Fyziologická role patatinu není zcela známa, ale předpokládá se účast na obranných reakcích organismu.

Skupina inhibitorů proteas (PIs) představuje celkem sedm tříd bílkovin s různými hodnotami izoelektrického bodu. Význam této skupiny v hlízách je především v úloze zásobních bílkovin a jako součást obranného systému, obzvláště vůči hmyzím škůdcům. V rostlinách obecně se PIs vyskytují často ve vysokých koncentracích, u brambor údajně tvoří kolem 30 % celkového množství proteinů. Kvůli inhibičnímu účinku PIs na trávicí enzymy konzumenta je nutné konzumovat hlízy dostatečně tepelně zpracované (PRUGAR 2008).

Bílkoviny hlíz bramboru jsou po nutriční stránce jedny z nejkvalitnějších bílkovin rostlinného původu vůbec (BÁRTA, ČURN, 2004; KASPER 2004; PRUGAR 2008).

To dokazuje příznivá skladba aminokyselin (tab.2) a hodnoty indexu esenciálních aminokyselin, které se pohybují kolem 83 % vaječného standardu. Za limitující aminokyseliny jsou u brambor označovány cystein, methionin a někdy také izoleucin (RALET, GUEGUEN 1999; PRUGAR 2008).

Tab. 2 Složení esenciálních aminokyselin bramborových bílkovin (v g vztaženo na 16 g N).(dle RALET, GUEGUEN 1999, VELÍŠEK et al. 1999; PRUGAR 2008).

Aminokyselina	Standard – vaječná bílkovina	Mléčná bílkovina	Hlízová bílkovina
Isoleucin	6,3	4,7	5,1
Lucin	8,8	9,5	8,1
Lysin	7,0	7,8	6,6
Methionin+Cystein	5,8	3,3	2,8
Fenylalanin+Tyrosin	10,1	10,2	10,8
Threonin	5,1	4,5	4,7
Tryptofan	1,6	1,4	1,5
Valin	6,8	5,8	5,5
Histidin	2,4	2,7	1,9

Lipidy jsou v hlízách obsaženy v nízké koncentraci, přibližně 0,1 % čerstvé hmoty. Nejvíce jich je obsaženo ve slupce a převládají v nich nenasycené mastné kyseliny – linolová (50 %), linoleová (20 %), palmitová (20 %) a stearová (5 %).

Z **cukrů** jsou zastoupeny monosacharidy glukosa a fruktosa a také disacharid sacharosa.

Kromě škrobu jsou v hlízách obsaženy i další **polysacharidy** – celulósa a hemicelulósa, pektiny, hexosany a pentosany. **Organické kyseliny** jsou zastoupeny především kyselinou citronovou a kyselinou jablečnou. Z **minerálních látek** je v hlízách nejvýznamnější obsah draslíku. Dále je v sušině zastoupen fosfor, hořčík, vápník, sodík, mangan aj.

Významný je i obsah stopových prvků, např. **selen** má v lidském organismu mnohostranný význam a hraje důležitou roli v ochraně před oxidativním poškozením buněk a tkání.

Hlízy jsou zdrojem **vitaminů** řady B, niacinu a hlavně **vitaminu C**, který je významným antioxidantem.

Z **fenolových látek** je v bramborách nejvíce zastoupena **kyselina chlorogenová** se svými deriváty, **kyselina kávová** a aminokyselina **tyrosin**. Současné poznatky potvrzují, že fenolové látky jsou součástí obranného mechanismu rostlin, mohou vyvolat rezistenci hlíz proti určitým patogenům, např. proti bakterii *Erwinia carotovora* nebo proti slimákům (FRIEDMAN 1997; PRUGAR 2008).

Z hlediska senzorické kvality má velký význam **obsah barviv** v hlízách, protože rozhodují nejen o barvě dužniny, ale svým obsahem také zvyšují podíl látek s antioxidační aktivitou. **Karotenoidy** jsou přítomny v dužnině všech odrůd brambor. Dnes jsou ceněny antioxidační vlastnosti všech karotenoidů. U odrůd brambor s modrofialovou nebo červenou dužninou jsou velmi dobré antioxidační vlastnosti určeny obsahem **anthokyanových barviv**.

Steroidní glykoalkaloidy (SGA) jsou tvořeny především dvěma hořkými glykoalkaloidy **solaninem a chaconinem**. Obsah SGA je dědičný a může se značně lišit mezi různými odrůdami.

V hlízách brambor se nacházejí také **kalysteginy**. Jedná se o alkaloidy se třemi až pěti hydroxylovými skupinami v různých pozicích (PRUGAR, 2008).

Z nebezpečných **cizorodých látek**, které mohou rostliny přijímat a v hlízách kumulovat, je třeba připomenout i těžké kovy, alifatické chlorované uhlovodíky, polycyklické aromatické uhlovodíky, či rezidua pesticidů (JŮZL, ŠTEFL 2002; PRUGAR 2008).

Zdraví škodlivé látky

Obsah dusičnanů nejvíce ovlivňují povětrnostní vlivy ročníku a s nimi související vyzrálост hlíz. Nejvyšší obsahy jsou v letech s nízkou srážkovou činností v červnu a červenci. Obsah dusičnanů se kuchyňskou úpravou podstatně snižuje.

Sledování obsahu **akrylamidu** odstartovalo zjištění švédských vědců, kteří v roce 2002 publikovali první výsledky o jeho možném vzniku ve výrobcích z brambor. Akrylamid není přirozeně obsažen v hlízách brambor, je tvořen až při tepelném zpracování z tzv. prekurzorů obsažených v hlízách, kterými jsou redukující cukry a aminokyselina asparagin. K tvorbě akrylamidu jsou nutné vysoké teploty kolem 150°C dosahované smažením nebo pečením. Na výši obsahu akrylamidu mají vliv i ty faktory, které ovlivňují obsah prekurzorů. Jedná se v první řadě o vliv odrůdy a vliv teploty při skladování. Pro zpracování na smažené výrobky jsou vybírány odrůdy s nízkým obsahem redukujících cukrů, protože kromě akrylamidu má vyšší obsah cukrů negativní vliv na barvu výrobků. Ze stejného důvodu se hlízy určené na zpracování skladují při optimální teplotě kolem 8°C, kdy nedochází ke kumulaci cukrů v hlíze (PRUGAR, 2008).

3.4 Odrůdy a šlechtění brambor

Odrůda u brambor, je nejnižší systematickou jednotkou a každá nová odrůda je kvalitativně nová forma, odlišná od dosavadních odrůd. Z genetického hlediska jsou odrůdy brambor klony – vegetativně množená potomstva vybraných rostlin. Z hlediska praktického využití je odrůda brambor nositelem řady charakteristických znaků a vlastností.

Z pěstitelského hlediska se rozlišují odrůdy podle délky vegetace na velmi rané, rané, polorané, polopozdní a pozdní. Pěstitelé vyžadují od odrůd dostatečný výnos hlíz, odolnost hlíz proti mechanickému poškození, odolnost proti chorobám a škůdcům, vhodnost ke skladování apod. Z hlediska spotřebitele jsou odrůdy brambor členěny na konzumní a průmyslové. Podobně jako u ostatních plodin jsou odrůdy brambor výsledkem dlouholeté práce šlechtitelů (MINX 1994).

Pěstitelé brambor mají u nás k dispozici velkou škálu odrůd, z níž mohou vybírat. Ve státní odrůdové knize ČR bylo pro rok 2010 zapsáno celkem 155 odrůd bramboru. Jednalo se o 34 velmi raných, 47 raných, 50 poloraných a 24 polopozdních až pozdních odrůd. České odrůdy byly v tomto sortimentu zastoupeny z 29,7 %. Z tohoto počtu bylo 104 odrůd testováno na odolnost k *Phytophthora infestans*. Ideální odrůda by měla být odolná vůči plísni bramboru v hlízách i v nati a pouze 4 odrůdy by v roce 2010 tuto podmínku splňovaly. Jednalo se o rané odrůdy Adéla a Poutník, o poloranou odrůdu Spirit a polopozdní až pozdní odrůdu Sibiu. Žádná z těchto odrůd však nevykazovala 100 % odolnost zároveň v nati a v hlízách (ČERMÁK 2010). Proto je snaha šlechtit odrůdy bramboru s co nejvyšším stupněm odolnosti k *P. infestans* (SEDLÁKOVÁ 2010). Převládají zahraniční odrůdy, které se většinou vyznačují vysokým výnosem a velmi dobrým vzhledem a kvalitou. České odrůdy obvykle vykazují vyšší odolnost k chorobám, především virovým. Při šlechtění nových odrůd brambor se používá křížení, a to nejen meziodrůdové, ale i mezidruhové. Využívají se techniky jakými jsou haploidizace, polyploidizace, mutační šlechtění, genové manipulace a tkáňové kultury.

V udržovacím šlechtění lze vycházet jednak klasicky z polních pozitivních klonových výběrů, prováděných šlechtiteli s ohledem na odrůdově typické vlastnosti a zdravotní stav materiálu. Nebo je množení šlechtitelského materiálu založeno na explantátovém způsobu množení. Tento moderní postup rozmnožování vychází z řízkování rostlin ozdravených meristemových klonů v podmínkách *in vitro*. Zdravotní stav u obou způsobů udržovacího šlechtění je kontrolován metodou ELISA. Přínos explantátového množení spočívá v tom, že je zahajováno z meristemových klonů aktivně zbavených patogenů a dokonale prověřených z hlediska zdravotního stavu. Vysoký koeficient rozmnožování umožňuje zkrátit cyklus polního množení předstupňů o 2 až 3 roky. Tím podstatně snížit riziko infekce virózami, které se jeví jako zvlášť významné u náchylných odrůd (VOKÁL, 2003).

Charakteristika metod používaných ve šlechtění bramboru:

➤ Haploidizace

Haploidy bramboru vykazují ve vztahu k tetraploidním odrůdám *Solanum tuberosum* ($2n=48$) poloviční počet chromozomů ($2n=24$), a jsou nazývány dihaploidy. Důvodem produkce haploidů bramboru je překonání mezidruhové nekřížitelnosti, především s diploidními druhy, s cílem dosáhnout postupně jejich převedení na nově šlechtěné odrůdy brambor. Další je možnost selekce na diploidní úrovni, což umožňuje získat požadované cíle na značně menším materiálu a v kratší době než na tetraploidní úrovni. Dosáhne se také výchozího šlechtitelského materiálu s vysokou homozygotností znaků a vlastností aj. Haploidy bramboru se získávají opylením odrůd *S. tuberosum* pylem některých diploidních druhů, zejména *S. phureja*, *S. rybinii*, *S. boyacense*, *S. simplicifolium*, *S. vernei*, *S. megistacrolobum*, *S. raphanifolium* aj. Dále je možné haploidy získat opylením odrůd *S. tuberosum* ozářeným pylem téhož druhu a vybráním haploidů z dvojčatových rostlin. K zvýšení produkce haploidů se využívá křížení na odříznutých stoncích, poněkud opožděné opylení, dvojí opylení, ozáření pylu aj. (ZADINA, JERMOLJEV 1976).

Schopnost produkce haploidů je založena dědičně. Geny podmiňující vznik haploidů jsou přenášeny pylem otcovské rostliny a zabraňují splynutí gamet. Haploidní jedinci vznikají dvojnásobným způsobem. Buď tzv. haploidní partenogenezí, tj. vývojem embrya z neoplozené samičí nebo samčí gamety, nebo apogametii, kdy se embryo vytváří z jiné buňky než ze samičí gamety (ZADINA, JERMOLJEV 1976).

➤ Polyploidie

Účelem polyploidizace u bramboru je převést materiál z nižšího stupně ploidie na vyšší stupeň, především diploidní druhy bramboru ($2n=24$) přenést na bázi tetraploidní ($2n=48$). Využíváním polyploidie se sleduje zejména umožnění křížitelnosti planých druhů bramboru s odrůdami *S. tuberosum*. Díky polyploidii se v kříženích začaly používat mnohé vzdálené druhy (*S. acaule*, *S. stoloniferum*, *S. polyadenium*, *S. verrucosum*, *S. pinnatisectum*, *S. vernei*), nesoucí geny imunity proti různým chorobám a škůdcům bramboru. Dále se převádí experimentálně získané haploidy bramboru na tetraploidní bázi. Jedná se zde o polyploidizaci haploidů bramboru, šlechtěných na diploidní bázi. Tím se získá výchozí šlechtitelský materiál vyznačující se vysokou homozygotností. Také dochází k překonání sterility mezidruhových hybridů. V tomto případě se jedná o tzv. amfidiploidizaci, tj. zdvojení počtu chromozomů sterilního hybridu se dvěma nehomologními genomy, čímž se dosáhne normální plodnosti (ZADINA, JERMOLJEV 1976).

➤ Mutační šlechtění

K vyvolávání mutací lze použít vlivů poškozujících DNA, která se reparačními mechanismy sice opraví (jinak by organismus nepřežil), ale vzniknou chyby. Často se používá záření nebo chemikálie. Mutační šlechtění je ovšem založeno na vzniku řady mutovaných genů a mutovaných – nepůvodních – bílkovin.

Mutační šlechtění je nejrizikovější metodou získávání nových odrůd (DROBNÍK 2006).

➤ Genové manipulace

Nabízejí předpoklad ovlivnění pouze jednoho nebo několika málo znaků při zachování všech ostatních charakteristik. Brambor je vegetativně množenou rostlinou, z čehož plyne možnost zachování příslušného znaku. Využití této metody při šlechtění bramboru však sebou nese i některé nevýhody. Kulturní brambor *S. tuberosum* L. je z hlediska genetického tetraploidní rostlinou, což vyvolává určité komplikace nejen při přenosu genů, ale i při jejich aktivaci. Dále u určitých znaků dochází k velké variabilitě projevu. Častým případem je výskyt nízké exprese genů u transformovaných rostlin. Transformované rostliny mají zpravidla zhoršený fenotypový projev v polních podmínkách, a proto je třeba provádět výraznou selekci a případně i zpětnou hybridizaci získaných transgenních rostlin. V důsledku rozbalancování genotypu se u transformovaných rostlin projevují morfologické změny, např. deformace hlíz, nebo nestabilní morfologické znaky. Za velice obtížnou je považována regenerace transformovaných rostlin. Časté jsou případy, kdy není vůbec možné kultivovat transformanta mimo sterilní *in vitro* prostředí (PAVLAS, POLZEROVÁ 2001).

V České republice má práce s genofondem kulturních rostlin velmi dlouhou tradici. V Havlíčkově Brodě se začala formovat genová banka bramboru v roce 1952. Klasický způsob každoročního vegetativního přesazování začal být od roku 1986 postupně nahrazován udržováním v kultuře *in vitro*, a v současné době jsou tímto postupem vedeny veškeré shromážděné materiály.

V současné době plní úkoly spojené s konzervací a využíváním genetických zdrojů v ČR 11 institucí, pověřených touto činností v rámci Národního programu konzervace a využití genofondu rostlin. Činnost řešitelských pracovišť pro jednotlivé druhové kolekce je koordinována Českou genovou bankou kulturních rostlin, která je součástí VÚRV Praha – Ruzyně, a tuto činnost vykonává z pověření Ministerstva zemědělství ČR. Je rovněž provozovatelem Informačního systému genetických zdrojů EVIGEZ. Od poloviny roku 2003 jsou činnosti spojené se shromažďováním, hodnocením, dokumentací a konzervací genetických zdrojů dané zákonem č. 148/2003 Sb. a změnou zákona č. 368/1992 Sb.

Jedním z řešitelských pracovišť působících v rámci Národního programu je Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, s.r.o., který zabezpečuje shromažďování, základní hodnocení, dokumentaci a dlouhodobé udržování kolekce bramboru, včetně planých a příbuzných druhů (HORÁČKOVÁ, DOMKÁŘOVÁ 2003).

3.4.1 Charakteristika vybraných planých druhů rodu *Solanum*

S.bulbocastanum je diploidní 1EBN druh, který je rezistentní k háďátku *Meloidogyne chitwoodi*. (AUSTIN et al. 1993; GREPLOVÁ 2011). Více je však znám pro vysokou úroveň rezistence k plísni bramboru. Hlavní oblast rozšíření jsou suché oblasti vysočiny centrálního Mexika a Guatemala. Z morfologického hlediska se jedná o rostlinu s šedozelenými listy, dosahující výšky od 30 do 100 cm, kvetoucí bíle. Uspořádání květní koruny řadí tento druh do skupiny primitivní *Stellata*. Tvoří bílé popřípadě krémové hlízy dosahující velikosti až 7 cm (CORRELL, 1962).

Dle HAWKES (1994) vykazuje tento druh rezistenci vůči *Erwinia carotovora*, některým druhům mšic, háďátkům *Globodera rostochiensis* a *G. pallida* a z abiotických faktorů vůči teplu a suchu. Je pro něj charakteristický především vysoký stupeň rezistence vůči všem známým rasám *P. infestans*, a to i v podmínkách silného infekčního tlaku. *S. bulbocastanum* tedy vykazuje rasově nespecifickou rezistenci k *P. infestans* (HELGELSON et al., 1998). V rámci projevu rezistence se nejedná o totální eliminaci symptomů plísně bramboru, ale jen o jejich obecnou supresi (COLTON et al., 2006). Vzhledem k sexuální inkompatibilitě *S. bulbocastanum* byla rezistence k plísni bramboru úspěšně přenesena do kulturního bramboru *S. tuberosum* ssp. *tuberosum* pomocí fúze protoplastů (HELGELSON et al., 1998; SEDLÁKOVÁ 2010).

S.pinnatisectum je další diploidní 1EBN druh, pocházející z Mexika (HAWKES 1994, SIDOROV et al., 1994, THIEME et al., 1995). Rostliny dorůstají výšky 25 – 60 cm, kvetou bíle a typem květní koruny jsou řazeny do skupiny primitivní *Stellata*. Rostlina vytváří často početné malé hlízy o velikosti 1,5 cm, které jsou zbarveny dočervena nebo dožluta (CORRELL, 1962). Vykazuje vysokou rezistenci k plísni bramboru a měkké hnilobě hlíz, kterou způsobuje *Erwinia carotovora*. Druh rovněž odolává abiotickým stresům, jako je vyšší teplota a sucho.

Rezistenci k různým rasám a izolátům *P. infestans* poskytuje i další mexický diploidní 2EBN druh ***Solanum verrucosum***. Nejfrekventovanější výskyt je ve velehorách centrálního Mexika v nadmořské výšce 2400 – 3200 m. Rostliny dosahují výšky až 60 cm, kvetou tmavě nebo světle purpurově a podle květní koruny jsou řazeny do skupiny odvozená *Rotata*. Hlízy mají převážně bílou barvu a dorůstají velikosti 3 – 6 cm (CORRELL, 1962).

Vlastnosti planých druhů jsou důvodem úsilí pro jejich zařazování do šlechtitelských programů, které jsou zaměřeny na zvýšení odolnosti kulturního bramboru k měnícím se podmínkám životního prostředí.

Jedním z dlouhodobě udržovaných druhů v genové bance *in vitro* Výzkumného ústavu bramborářského (VÚB) Havlíčkův Brod je i planý druh ***Solanum acaule***. Je udržován v kultuře *in vitro* v pěti genotypech. Tyto genotypy byly získány ze světových kolekcí genetických druhů bramboru. *Solanum acaule* je potenciálním zdrojem rezistence vůči bakteriálním chorobám (*Pseudomonas solanacearum*), virovým chorobám PVX (Potato virus X), PLRV-virová svinutka brambor, PSTDV-virová vřetenovitost brambor, cystotvorným hád'átkům (*Globodera rostochiensis*) a kořenovému hád'átku (*Meloidogyne inkognita*), mrazu, teple a suchu (HORÁČKOVÁ 2003).

Solanum acaule je tedy důležitým zdrojem pro vnášení pozitivních genů rezistence planých druhů do kulturního bramboru *Solanum tuberosum*. *Solanum acaule* je jeden ze sedmi hlízotvorných planých druhů, který figuruje v rodokmenech odrůd vyšlechtěných ve Skotsku od roku 1920 v institucích Plant Breeding Station a Scottish Crop Research Institute. Rostlina je malá, polehlá, vytváří růžici 15 - 20cm v průměru, obvykle bez stonku, ale za určitých podmínek růstu (zastíněná vegetace) stonek tvořit může a jeho výška dosahuje 8 - 20cm, rostlina je řídce chlupatá s jemnými bílými chlupy 2 - 4 mm dlouhými. Stolony jsou dlouhé a tlusté, bílé nebo mléčně bílé, 50 - 70 cm dlouhé. Hlízy jsou malé 1,5 - 2 cm velké, bílé, kulaté, vejčité nebo zploštělé. Listy jsou lichozpeřené, řapík je 1 - 3 cm dlouhý, stonek téměř válcový a pokrytý dlouhými řídce rozprostřenými chlupy. Lístky jsou poněkud vrásčité, přisedlé. Květenství tvoří 1 - 4 (-7) květů, květní stopka je velmi malá 3 - 7mm dlouhá, stopky jsou holé, řídce chlupaté, krátké a silné. Kalich symetrický nebo asymetrický, zvonkovitý, koruna kulatá, malá, většinou modrofialová až fialová. Čnělka dlouhá, silná, na spodní polovině pokrytá bradavkami, blizna má asi 1mm v průměru, kulovitá až oválná, plod 2cm dlouhý, obvykle vejčitý až kulovitý, občas dlouze kuželovitý, se špičatým vrcholem, zelený až tmavě zelený, často zabarvený lehce nachově. Druh *Solanum acaule* je rozšířen na jihu Ekvádoru, jihozápadě Peru, západě Bolívie a severu Argentiny. Z hlediska nároku na délku dne je *S. acaule* charakterizován tím, že na kvetení požaduje dlouhý den a na tuberizaci krátký den (ŠVECOVÁ 2011).

Druh ***Solanum berthaultii*** je jedním z dalších dlouhodobě uchovávaných planých druhů bramboru v genové bance in vitro VÚB Havlíčkův Brod. Je udržován v kultuře in vitro v šesti genotypech. *S. berthaultii* je nositelem rezistence vůči houbovým chorobám, virovým chorobám PSTVd-virová vřetenovitost brambor, hmyzím škůdcům-mandelince bramborové a mšici broskvoňové. Rostlina je silná až 1m nebo více vysoká, hustě ochlupená s jednoduchými žláznatými chlupy. Stonek je vzpřímený, jednoduchý nebo rozvětvený 10 - 20 mm silný na úpatí. Stolony jsou 1,5m dlouhé. Hlíza vejčitá až úzce vejčitá. Je velká, 4 - 5(-8) cm dlouhá, světle hnědá nebo hnědo-žlutá. Listy světle zelené, lichozpeřené, hladké a hustě žláznatě ochlupené. Má krátký ochlupený řapík. Květenství 5 -15 květů, vrcholičnaté nebo vrcholičnato-latnaté, kalich krátký chlupatý, 7 - 10 mm dlouhý, koruna pětiboká nebo hvězdicovitá, fialová nebo jasně fialová, občas bělavá s nápadnými široce trojúhelníkovými laloky. Prašníky kopinaté, čnělka zahnutá a blizna vejčitá. Plod zelený, kulovito - vejčitý, 2 - 2,5 cm v průměru, bíle skvrnitý. Druh *Solanum berthaultii* je rozšířen na jihu Bolívie, kvetení probíhá od ledna do března. K tuberizaci vyžaduje také krátký den. Z hlediska požadavků na stanoviště vyhovuje tomuto druhu křovinaté horské svahy s písčito-jílovitými kamennými půdami (ŠVECOVÁ 2011).

Solanum polyadenium Greenm.

Druh patří do série *Polyadenia*, je diploidní a je pro něj charakteristické 1EBN (BRADSHAW, MACKAY 1994). Vyskytuje se endemicky v horách centrálního Mexika v nadmořské výšce 1900 – 2900m. Rostliny dosahují výšky do 100 cm, květy mají nejčastěji bílou nebo krémovou barvu a podle květní koruny jsou řazeny do skupiny primitivní *Stellata*. Vytvářejí nápadně dlouhé převážně bíle zbarvené hlízy dosahující délky až 40cm. Charakteristické pro rostliny tohoto druhu je, obzvláště když jsou čerstvé, že vydávají silný nepříjemný zápach, který je podobný kopretině římbabě (*Chrysanthemum parthenium*) (CORRELL 1962). Tento druh je potenciálně vhodný pro šlechtění na rezistenci k *P. infestans* a k mandelince bramborové (HAWKES 1994; SEDLÁKOVÁ 2010).

Solanum microdontum Bitt.

Druh patří do série nekulturní *Tuberosa* je diploidní, popřípadě triploidní a patří do skupiny 2EBN (BRADSHAW, MACKAY 1994). Vyskytuje se na okrajích vlhkých lesů, společně s keři na skalnatých svazích, v písčitých půdách a okolo starých polí v nadmořských výškách 1300 - 3500m v oblastech jižní Bolívie a severovýchodní Argentiny. Rostliny rostou do výšky 1,5m, květy mají bílé obvykle se zelenou hvězdou uprostřed a typem květní koruny příslušící skupině primitivní *Rotata*. Hlízy jsou kulaté, mají růžovofialovou barvu a dosahují velikosti okolo 1cm (CORRELL 1962). *Solanum microdontum* je nositelem rezistence k *P. infestans*, *Ralstonia solanacearum*, *Erwinia carotovora*, háďátku *Meloidogyne incognita* a k abiotickým faktorům, jako jsou extrémní teplo a sucho (HAWKES 1994; SEDLÁKOVÁ 2010).

Solanum vernei Firbas and Ross.

Druh *S. vernei* patří do série nekulturní *Tuberosa*. Je diploidní a je pro něj charakteristické 2EBN (BRADSHAW, MACKAY 1994). Vyskytuje se endemicky v oblasti severozápadní Argentiny v nadmořské výšce 2300 - 3500 m. Rostliny dosahují výšky do 100 cm, kvetou různými odstíny vínové barvy a typem koruny patří mezi primitivní *Rotata*. Hlízy mají hnědavou barvu a dosahují velikosti do 8 cm (CORRELL 1962). *S.vernei* je rezistentní k *P. infestans*, háďátkům *Globodera rostochiensis* a *G.pallida* a je mrazuvzdorné (HAWKES 1994; SEDLÁKOVÁ 2010).

Solanum phureja(Juz. and Bukasov)

Druh *Solanum phureja* podobně jako druh *Solanum goniocalyx* vznikl z druhu *Solanum stenotumum*. Pěstuje se převážně ve Venezuele a střední Bolívii. Hlízy jsou oválné s fialovými skvrnami na slupce. U hlíz neprobíhá stádium dormance. U tohoto druhu byly nalezeny geny rezistence proti virům (PLVR, PVY) a plísni bramborové (*Phytophthora infestans*) (FRANCO-LARA, BARKER 1999, BRADSHAW et al. 1994; BRABCOVÁ 2011).

Solanum stenotomum (Juz. and Bukasov)

Tento druh je pěstován ve vysokohorských oblastech Peru a Bolívie. Byl vyselektován z původního diploidního planého druhu *Solanum leptophyes*. Některé formy jsou mrazuvzdorné (LISIŇSKA, LESZCZYŇSKI 1989, BRADSHAW et al. 1994; BRABCOVÁ 2011).

3.5 Využití planých, primitivních a kulturních druhů rodu *Solanum* ve šlechtitelských programech kulturního bramboru

V předkládané práci je proveden rozbor genetických zdrojů rodu *Solanum* udržovaných v genové bance in vitro ve VÚB Havlíčkův Brod z hlediska genetické rozmanitosti a navazujícího výzkumného a šlechtitelského uplatnění.

Kolekce genové banky je rozdělena podle charakteru udržovaného materiálu na šest podkolekcí uvedených v následujícím přehledu:

- 1) Odrůdy *Solanum tuberosum*
- 2) Tetraploidní kříženci *Solanum tuberosum*
- 3) Dihaploidy, diploidy
- 4) Kulturní druhy rodu *Solanum*
- 5) Plané druhy rodu *Solanum*
- 6) Mezidruhové hybridy rodu *Solanum*

1) V podkolekci **oddrůdy *Solanum tuberosum*** je soustředěno 1 076 vzorků. Podařilo se shromáždit 84,7 % originálních odrůd pocházejících z domácího šlechtění. Celá kolekce 94 odrůd domácího šlechtění prošla rozsáhlým ozdravováním od virové infekce a v současné době je viruprostá.

Ve VÚB jsou odrůdy z genové banky pravidelně využívány při řešení většiny výzkumných projektů z oblasti genetiky, virologie a tkáňových kultur. Poskytovány jsou výzkumným a šlechtitelským pracovištím a univerzitám doma i v zahraničí.

2) **Tetraploidní kříženci** tvoří soubor 256 genotypů jak zahraničního původu, tak genotypů získaných při výzkumném řešení geneticko – šlechtitelské problematiky ve VÚB, a rovněž materiály původem z novošlechtění. V této skupině jsou genové zdroje rezistentní proti plísni bramboru na bázi vertikální i horizontální rezistence, dále materiály s vyššími typy rezistence proti virovým chorobám (imunita, hypersenzitivita) a odolností k rakovině, ale i s dobrými konzumními vlastnostmi. U těchto materiálů je třeba počítat i s přítomností některých negativních vlastností, jako je horší tvar hlíz a zejména delší vegetační doba.

3) Podkolekce **Dihaploidy** představuje poměrně unikátní sbírku 242 indukovaných primárních a sekundárních dihaploidů, mezidruhových hybridů a regenerantů z pylových embryí. Tyto materiály byly z velké části (195) vyprodukovány v geneticko – šlechtitelském výzkumu VÚB při řešení programů zaměřených na rozšíření genetické variability materiálů formou šlechtění na diploidní úrovni. Rozdělení materiálu podle zaměření provedené hybridizace je uvedeno v tabulce č. 3.

Tab. 3. Rozdělení podkolekce Dihaploidy udržované v genové bance VÚB in vitro do skupin podle vzniku (HORÁČKOVÁ, DOMKÁŘOVÁ 2003)

Původ	Skupina	Počet	Původy materiálů, vlastnosti
Česká republika	1. primární dihaploidy	46	Apta, Apollo, Athene, Boubín, Clarissa, Empire, Galina, Hindenburg, Karin, Kera, Krasava, Petra, Ponto, Svatava, Tempora, Thomana, HR 62, KE 5, KE 51, KE 81, MR 6, MLR 8168/36P, R 308, SSSR 5, SSSR 16. Opylovači: <i>S.phureja</i> IVP 101 x IvP 48, IVP 48, IVP 101, IVP 35 x IVP 101, <i>S.phureja</i> D 3264, <i>S.phureja</i> Rum 1,2
	2. sekundární dihaploidy	29	Vzájemné křížení primárních dihaploidů
	3. sekundární dihaploidy s 2n gametami	80	Hol 2/4, 2/9, 2/18, 2/19, 2/22, 3/40 – opylovači s tvorbou 2n gamet
	4. dihaploidy x planý druh	18	<i>S.stenotomum</i> , <i>S.phureja</i> , <i>S.yungasence</i> , <i>S.berthaultii</i>
	5. planý druh x planý druh	2	<i>S.stenotomum</i> , <i>S.phureja</i>
	6. regeneranty z pylových embryí	20	

Primární dihaploidy (46) byly získány interspecifickým křížením tetraploidních *Solanum tuberosum* s klonem diploidního druhu *Solanum phureja*, který indukují parthenogenezi spojenou s pseudogamií. Mateřské odrůdy použité k produkci dihaploidů jsou uvedeny v tab. 3. Jako opylovače bylo použito několik klonů *Solanum phureja*. Nízká vitalita a slabá fertilita pylu indukovaných dihaploidů se zvyšuje tvorbou sekundárních dihaploidů (29). Křížení na diploidní úrovni je prováděno s cílem vnést do materiálu schopnost vytvářet neredukované gamety s diploidním počtem chromozomů. Kombinační šlechtění na diploidní úrovni využívá dihaploidů rovněž jako mezičlánek umožňujícího překonat mezidruhovou nekřížitelnost. V kolekci je 18 hybridů z křížení mezi dihaploidem a planým druhem a 2 mezidruhové hybridy. Nejvýznamnější rodičovské komponenty při těchto hybridizacích jsou shrnuty v tabulce 3. Poslední součástí podkolekce Dihaploidy je soubor regenerantů z pylových embryí (15) a soubor (5) somatických klonů kalusových regenerantů odvozených od dihaploidů, rovněž výsledek výzkumného řešení.

4) Podkolekce **Kulturní druhy rodu Solanum** zahrnuje soubor hlízotvorných primitivních kulturních druhů brambor s různou úrovní ploidie. Vývoj kulturních druhů bramboru a vzájemné evoluční vztahy mezi planými a kulturními druhy jsou znázorněny v příloze na obrázku č. 1. Konkrétně je v současné době v bance udržováno pět kulturních druhů:

- tetraploidní kulturní druh *Solanum tuberosum ssp. andigena* ($2n=48$) udržovaný v 5 vzorcích. Jak je zřejmé v příloze na obrázku č. 1, vznikl druh *Solanum tuberosum ssp. tuberosum*, do kterého náležejí nyní běžně pěstované tetraploidní odrůdy. Uvedený druh představuje zdroj horizontální i vertikální rezistence proti plísni bramboru, zdroj rezistence proti hád'átku bramborovému, zdroj odolnosti proti bakteriální hnilobě, zdroj extrémní rezistence a přecitlivělosti k virům X, Y, přecitlivělosti k viru S a kvality
- triploidní kulturní druh *Solanum chaucha*=*Solanum surimana* ($2n=36$) udržovaný v jednom vzorku. Zdroj vykazuje vysoký obsah škrobu.
- diploidní kulturní druh *Solanum phureja* ($2n=24$) udržovaný v 15 vzorcích. Tento druh obsahuje geny odolnosti proti plísni bramboru, rakovině, bakteriální hnilobě, virům X a Y. Součástí této skupiny jsou i primitivní odrůdy Criolla Negra a Chaucha Amarilla. Obvyklé je u tohoto druhu antokyanové zbarvení rostlin i hlíz a snížená dormance hlíz.
- diploidní kulturní druh *Solanum stenotomum ssp. stenotomum* ($2n=24$) udržovaný v 7 vzorcích. Jeho význam spočívá v odolnosti proti normálnímu i agresivním patotypům hád'átku bramborového, plísni bramboru na hlízách, bakteriální hnilobě a rakovině. Uplatňuje se také jako zdroj diplogamet.
- diploidní kulturní druh *Solanum stenotomum ssp. goniocalyx* ($2n=24$) udržovaný ve 3 vzorcích. Jeden vzorek je primitivní odrůda Garhuas Huayro. Druh poskytuje odolnost k více patotypům hád'átku bramborového.

V genové bance udržované kulturní druhy byly získány ze zahraničních genových bank, zejména z Mezinárodního střediska pro brambory v Limě, Peru (CIP), dále z Vědecko-výzkumného ústavu rostlinné výroby N.I. Vavilova, St. Petersburg (VIR), z Ústavu pro rostlinnou výrobu a šlechtění Braunschweig – Volkenrode (FAL), ze Stanice pro introdukci brambor, Sturgeon Bay, Wisconsin, USA (USPC) a z USDA – ARS pokusné stanice Aberdeen University Idaho, USA (DASEA). Materiály do banky byly poskytovány ve formě *in vitro* rostlin nebo jako semenné populace.

5) Podkolekce **Plané druhy rodu *Solanum*** je tvořena souborem 22 druhů tvořících hlízy a jednoho druhu netvořícího hlízy. Taxonomické zařazení druhů a rozdělení podle ploidie je uvedeno v příloze tabulka č. 1. Plané druhy udržované v kolekci *in vitro* jsou zvýrazněny.

Plané druhy představují zdroj široké genetické diverzity. Které geneticky podložené znaky a vlastnosti jsou obsažené v udržovaném souboru planých druhů, je shrnuto v příloze tabulka č. 2. Z tabulky vyplývá, že tento soubor představuje zdroj řady odolností proti významným chorobám, škůdcům brambor a odolností proti abiotickým stresům. Dále jsou udržované plané druhy poskytovány jako experimentální materiály pro řešení řady výzkumných projektů, například v případě glykoalkaloidů, identifikace donorů rezistence proti hád'átku bramborovému a plísni bramboru, somatické hybridizaci a dalších.

Součástí tabulky č. 2. v příloze je také údaj EBN (Endosperm Balance Number), který rozhoduje o další použitelnosti jednotlivých druhů pro křížení. Většina vývojově pokročilejších hlízotvorných planých druhů jsou diploidy s EBN 2. Jsou tedy snadno křížitelné s indukovanými dihaploidy *Solanum tuberosum*, rovněž s EBN 2.

6) Poslední udržovanou podkolekcí jsou **Mezidruhové hybridy**, ve které je shromážděný materiál výlučně zahraničního původu. Početně skupina představuje šest položek ve formě vícečetných populací. Skupina materiálu zvaná „Materiály mezidruhové hybridy s geny horizontální rezistence proti plísni bramboru“ je vytvořena z materiálu získaného z CIP Peru ve formě semenných populací. Jedná se o diploidní hybridní kombinace mezi indukovanými dihaploidy a planými druhy brambor s odolností proti plísni bramboru. Kolekci tvoří pět původů v celkovém počtu 37 jedinců. Uvedené materiály byly využívány při řešení projektů zaměřených na odolnost proti plísni bramboru. Vedle zjevné vysoké citlivosti k virovým chorobám je třeba u tohoto materiálu počítat s delší vegetační dobou.

Z výše uvedeného přehledu vyplývá, že v genové bance *in vitro* Havlíčkův Brod je uchována široká biodiverzita odrůd *Solanum tuberosum ssp. tuberosum*, tetraploidních kříženců *Solanum tuberosum* a dihaploidů. Rovněž uchovávané vzorky kulturních a planých druhů bramboru jsou dostupné pro šlechtitelská a výzkumná pracoviště. Také poskytují možnost výběru donorů významných hospodářsko-šlechtitelských vlastností pro experimentální řešení (HORÁČKOVÁ, DOMKÁŘOVÁ 2003).

Předmětem zájmu experimentálního šlechtění Výzkumného ústavu bramborářského v Havlíčkově Brodě jsou hlízotvorné plané druhy, zejména jihoamerický druh *S. berthaultii* a mexické druhy *S. bulbocastanum*, *S. pinnatisectum* a *S. verrucosum*.

V Havlíčkově Brodě byly také prováděny vědecké práce Biologické a šlechtitelské vlastnosti somatických hybridů dihaploidního *Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum* a *S. bulbocastanum*. Kdy fúzí protoplastů v elektrickém poli bylo získáno 27 somatických hybridů dihaploidních klonů *Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum* a vybraných klonů druhu *Solanum bulbocastanum*. U těchto genotypů byly charakterizovány šlechtitelsky významné morfologické, fyziologické, cytologické a biochemické vlastnosti. Somatické hybridy vykazovaly viditelně intenzivnější růst, vývoj a vzrůst než rodičovské genotypy a mnoho morfologických znaků přechodného charakteru. Odolnost k *Phytophthora infestans* byla hodnocena metodou listových terčů, a dále v podmínkách s přirozeným infekčním tlakem patogena v jednoletém pokusu v oblasti Prahy.

Výsledky této vědecké práce lze shrnout do následujících bodů:

1. Vysoká polní odolnost hybridů - v laboratorním pokusu soubor vykazoval střední až vysokou odolnost vůči všem rasám překonávajícím geny odvozené ze *Solanum demissum*.
2. Všechny hybridy byly schopné tvořit hlízy.
3. Hlízy obsahovaly množství glykoalkaloidů solaninu a chaconinu srovnatelné s výchozím dihaploidním bramborem, u třech genotypů byla zjištěna hodnota vyšší než limitních 200mg/kg čerstvé hmoty.

Cytologické vlastnosti byly hodnoceny z hlediska ploidie a fertility pylu. Podle výsledků průtokové cytometrie bylo všech 27 genotypů tetraploidních, a tedy potenciaálně vhodných pro křížení s tetraploidním bramborem. Variabilita pylových zrn nedosahovala deseti procent, což může významně limitovat další využitelnost hybridů ve šlechtitelském programu bramboru. Za předpokladu úspěšného křížení by však tyto hybridy mohly představovat velký potenciál ve šlechtění bramboru na rezistenci k *P. infestans* (SEDLÁKOVÁ et al. 2009).

Mezi další vědecké práce prováděné ve VÚB Havlíčkův Brod byla studie s označením „Využití mezidruhové hybridizace k rozšíření genetické diverzity genofonu bramboru“. Práce shrnuje poznatky o mezidruhové hybridizaci bramboru prováděné v letech 2004 až 2006. Pro získání mezidruhových hybridů (*S. tuberosum* x plané druhy) byly využity diploidní plané druhy s předpokládanou odolností vůči plísni bramboru a mandelince bramborové (*S. berthaultii* PI 310925 ozn. PS 8/2, *S. bulbocastanum* PI 243512 ozn. PS 12/16, *S. pinnatisectum* PI 320342 ozn. PS 5/6, *S. verrucosum* PI 161173 ozn. PS 16/4) a jejich tetraploidní regeneranti získaní mitotickou polyploidizací (*S. berthaultii* PS 8/2-OR 3/19, OR 8/6, *S. bulbocastanum* PS 12/16-OR 7/14, OR 7/19, *S. pinnatisectum* PS 5/6-OR 9/1, OR 9/8, *S. verrucosum* PS 16/4-OR 8/20, OR 9/19). Provedena byla jejich hybridizace s odrůdami *S. tuberosum*, s primárními dihaploidy *S. tuberosum*, vytvořenými partenogenezí nebo androgenézí a se sekundárními dihaploidy *S. tuberosum*. Použité materiály pocházely z banky genetických zdrojů bramboru, uchovávané ve Výzkumném ústavu v Havlíčkově Brodě. Vyhodnocení hybridnosti potomstva po mezidruhové hybridizaci bylo provedeno vizuálně pomocí morfologických znaků a metodou RAPD. Celkem bylo provedeno 227 kombinací a nakříženo 2465 květů, které nasadily 73 bobulí. Získáno bylo 428 semen, což představuje 0,17 semene na jeden květ a 5,86 semen na bobuli. Nejvyšší produkci semen na bobuli měla kombinace dihaploid *S. tuberosum* 99.189/4 x *S. berthaultii*, a to 53 semen na bobuli. Nejlepších výsledků při hybridizaci bylo dosaženo v roce 2006, kdy bylo celkem získáno 307 semen. U 35 semenáčů byla ověřena hybridnost pomocí morfologických znaků a pomocí metody RAPD (DOMKÁŘOVÁ et al., 2007).

Poslední vědeckou práci ve VÚB Havlíčkův Brod, kterou zde uvedu je studie Hodnocení rezistence k *Phytophthora infestans* u somatických hybridů *S. pinnatisectum* + *S. tuberosum* cv. Bintje A). Cílem této práce bylo zhodnotit rezistenci somatických hybridů a jejich rodičů k *P. infestans*. Byla potvrzena významná závislost rezistence na genotypu. Detailní statistické hodnocení určilo perspektivní somatické hybridy, u kterých stupeň růstu lézí byl podobný jako u *S. pinnatisectum* 8166. Tyto rezistentní genotypy reprezentovaly 35,5% všech testovaných jedinců. Rozdíly v efektivnosti infekce naopak nebyly prokázány. Rezistence byla závislá také na složení cytoplasmy a úrovni ploidie. Genotyp s typem cytoplasmy Wy (*S. pinnatisectum* 8166) byl nejodolnější. Podobná situace byla zjištěna v případě úrovně ploidie, kdy opět diploidní *S. pinnatisectum* 8166 předčil tetraploidní a hexaploidní genotypy (GREPLOVÁ, POLZEROVÁ 2010).

Moderní šlechtění bramboru v zahraničí

Ve světovém katalogu odrůd bramboru 2009/2010 (PIETERSE, HILS, 2009) je uvedeno více než 4 500 odrůd ze 102 zemí světa. Dále je k dispozici řada databází s moderními odrůdami, např. Evropská databáze kulturního bramboru (<http://www.europotato.org>), která v současné době obsahuje informace o 4 136 kulturních odrůdách. Moderní odrůdy zajišťují šlechtitelům rodičovské partnery adaptované na jejich cílové prostředí, vegetační období a konečné využití, ale kteří potřebují lokální zhodnocení a zdokonalení (BRADSHAW 2010).

Moderní šlechtění bramboru začalo v Anglii roku 1807, kdy Knight provedl první hybridizaci odrůd umělým opylením (KNIGHT, 1807). Během druhé poloviny 19. století se šlechtění rozvinulo v Evropě a Severní Americe, kdy začala výměna genetických zdrojů a pěstitelé, hobby šlechtitelé a semenáři vyvinuli řadu nových odrůd. I poté zůstalo pěstování semenáčků ze semen pocházejících z nasazených plodů běžnou praxí, která pokračovala do 20. století. Moderní šlechtění bramboru v Indii a Číně začalo později, ve 30. letech 20. století, ale od roku 1948 a 1978 se rychle rozvíjelo (GAUR et al., 2000; JIN et al., 2004; BRADSHAW 2010).

LOVE et al. (1998) uvedli důkazy významného vývoje ve šlechtění odrůd s dobrou zpracovatelskou hodnotou v Severní Americe od roku 1960. Během druhé poloviny 20. století byla zjištěna hodnota kulturních druhů z Jižní Ameriky pro rozšíření genetického základu evropských a severoamerických programů šlechtění. Šlechtitelské pokusy v Evropě a Severní Americe demonstrovaly, že jednoduchou hromadnou selekcí v severní zeměpisné šířce, v podmínkách dlouhého dne, se skupina *Andigena* bude adaptovat a tvořit rodičovské partnery vhodné pro přímé zapojení do evropských a severoamerických programů šlechtění bramboru (GLENDINNING, 1975; MUNOZ, Plaisted, 1981; BRADSHAW 2010).

V Ústředním výzkumném ústavu bramborářském v Indii je zájem o hybridy *Tuberosum* (mateřský partner) x krátkodenní *Andigena* při šlechtění pro subtropické planiny, kde se brambory pěstují v podmínkách krátkého dne (GOPAL et al., 2000; KUMAR, KANG, 2006). Řada indických odrůd bramboru vznikla křížením *Tuberosum* x *Andigena*, včetně Kufri Pukhraj, Kufri Giriraj, Kufri Chipsona II a Kufri Shailja (KUMAR et al., 2008; BRADSHAW 2010).

Celosvětově je velmi sledovaná rezistence vůči patogenu *Phytophthora infestans*, který způsobuje plíseň bramboru. ZLESÁK, THILL (2004) publikovali výsledky rozsáhlých sledování polní rezistence k *P. infestans* u 13 mexických a jihoamerických planých druhů. Zjistili, že mexické druhy jsou všeobecně odolnější než druhy jihoamerické a zároveň druhy 1EBN¹ jsou odolnější než druhy 2EBN a 4EBN (GREPLOVÁ et al., 2011).

Mezinárodní centrum pro brambory shromáždilo po svém vzniku v roce 1970 v Limě (Peru) kolekci více než 15 tisíc vzorků odrůd bramboru (krajových odrůd) pocházejících z devíti zemí Latinské Ameriky: Argentiny, Bolívie, Chile, Kolumbie, Ekvádoru, Guatemaly, Mexika, Peru a Venezuely. Do roku 1997 výzkumní pracovníci v CIP provedli již 46 124 hodnocení kolekce z hlediska reakcí odrůd na biotické a biotické stresy. Další níže uvedené genové banky mají rovněž kolekce kulturních druhů, ale jediné kolekce v CIP je považována za světovou kolekci. Tato kolekce je uchovávána klonálním množением na poli a *in vitro* (BRADSHAW, 2010).

Byla vykonána celá řada sběrových expedic. První expedice (ruské) proběhly ve 20. letech 20. století (HAWKES, 1990), poslední v 90. letech 20. století (SPOONER, HIJMANS, 2001). Byly sepsány příručky o bramborech Argentiny, Brazílie, Paraguaje a Uruguaje (HAWKES, HJERTING, 1969), Bolívie (HAWKES, HJERTING, 1989; OCHOA, 1990), Peru (OCHOA, 2004) a Severní a Střední Ameriky (SPOONER et al., 2004). Sběrové expedice vedly k založení řady kolekcí genetických zdrojů ve světě. Světová kolekce je uchována v CIP v Limě (Peru). Další hlavní kolekce genetických zdrojů jsou Kolekce bramboru Spojeného království (CPC, Dundee, Skotsko), Holandsko-německá kolekce bramboru (CGN, Wageningen, Nizozemí), Kolekce bramboru Gross Lüsewitz (GLKS, IPK, Gross Lüsewitz, Německo), Kolekce bramboru Institutu Vavilova (VIR, St. Petersburg, Rusko), Genová banka bramboru USA (NRSP-6, Sturgeon Bay, USA) a kolekce bramboru v Argentině, Bolívii, Chile, Kolumbii a Peru (BRADSHAW 2010).

Ve Scottish Plant Breeding Station a Scottish Crop Research Institute (SCRI) bylo od roku 1920 vyšlechtěno 72 odrůd. Původní genetická báze obsahovala rezistenci vůči rakovině bramboru a virům, ale nikoliv rezistenci vůči všem kmenům. Introgeneze genů rezistence z planých a kulturních druhů bramboru z Latinské Ameriky začala v roce 1932 na plíseň bramboru. Roku 1941 na viry a na háďátka bramborové v roce 1952. Sedm z 219 planých hlízotvorných druhů, určených Hawkesem v roce 1900, figuruje v rodokmenech odrůd SCRI: *Solanum demissum* pro rezistenci vůči plísni bramboru u 58. S.vernei pro rezistenci vůči háďátku bramborovému u 19 ti a S.microdontum pro rezistenci vůči PVY u 15. Další čtyři druhy *S. multidissectum*, *S. commersonii*, *S. maglia* a *S. acaule*. Rezistence vůči dalším houbovým chorobám byla získána spíše náhodou, nikoliv záměrným šlechtěním. Od roku 1970 zahrnuje šlechtění na výnos a kvalitu technologickou hodnotu a dobrou perspektivu mají odrůdy rezistentní vůči sládnutí vyvolanému nízkými teplotami (BRADSHAW 2009).

ŠLECHTĚNÍ NA REZISTENCI K PLÍSNI BRAMBORU

Toluca Valley, Mexiko je údajným centrem původu a diverzity *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, patogena plísně bramboru, takže je ideální oblastí pro hodnocení šlechtitelských populací bramboru na rezistenci k plísni. Přibližně 21 500 potomstev bylo hodnoceno v letech 1996-2005, a to stanovením procenta defoliace způsobené plísni bramboru během vegetace. Byl porovnáván počte rezistentních potomstev a jejich stupně rezistentní reakce z křížení rezistentní x náchylný (R x S) a rezistentní x rezistentní (R x R). Klón každého potomstva vysazený v Toluca Valley byl ve stejném roce vysazen u Aberdeenu (Idaho) za účelem hodnocení přijatelného typu hlíz. Perspektivní dceřiné fenotypy byly hodnoceny následující rok na rezistenci k plísni bramboru na hlízách na polních parcelách u Corvallis v Oregonu. Křížením R x R vzniklo 64 % rezistentního potomstva v porovnání s 29 % křížení R x S. Segregace na rezistenci k plísni bramboru v potomstvu ze specifického křížení R x S nejlépe vyhovovala poměru 1R:3S. Tento poměr segregace se dá objasnit genovým modelem, ve kterém je rezistence propůjčována přítomností dominantní alely na dvou lokusech. Větší procento rezistentního potomstva z křížení R x R ukazuje výhody pyramidálního uspořádání genů rezistence z různých genetických zdrojů. Tři perspektivní rodičovské klony s rezistencí k plísni a přijatelným typem hlíz vznikly z rodiny A95053. Ta má více zdrojů rezistence, které zahrnují *Solanum demissum* a *Solanum stoloniferum*, a to z mateřského partnera AWN86514-2 a otcovského partnera B0718-3 (WHITWORTH et al., 2007).

V Sorate, mikrocentru diverzity bramboru 2640 m.n.m. se intenzivně pěstují brambory phureja, pochází odtud několik planých forem bramboru a je zde velký výskyt *Phytophthora infestans*. Odrůdy bramboru phureja (Sphu) byly hodnoceny *in situ* na rezistenci k *P. infestans*. "Polo" phureja, red phureja "Chojllu" phureja (Sste), black phureja, yellow phureja, populace následujících planých druhů bramboru byly hodnoceny *ex situ*: 1) *Solanum acaule* (acl), *S. circaeifolium* (populace crc-LA, *S. crc-LB* a *crc-CO* a *S. achacachense-ach*), populace planých druhů z mikrocentra diverzity 2) *S. capsibaccarum* (cap), *S. berthaultii* (ber), *S. toralapanum* (tor) a *S. sparsipilum* (spl), kontrolní druhy mikrocentra. Odrůdy red phureja a black phureja měly vyšší hladinu rezistence (nižší AUDPC), vyšší výnosy a nižší úroveň plísně na hlízách v porovnání s rezistentními odrůdami. Populace acl, crc-LA, crc-LB a crc-CO vykazovaly vysoký stupeň rezistence k *P. infestans*. Naopak ach vykazovala vyšší stupeň náchylnosti, dokonce vyšší než phu. Tyto charakteristiky jsou ve shodě s jejich současnou *in situ* konzervací. Referenční populace tor vykázaly vysoký stupeň rezistence a cap, spl a ber podobnou hladinu náchylnosti jako phu. Náchylnost kontroly adg se shodovala s vysokou náchylností k *P. infestans* a náchylnost phu se shodovala s vysokou nespecifickou rezistencí k patogenu (COCA MORANTE et al., 2007).

Již téměř 40 let se materiál z genové banky v IPK Genebank External Branch Groß Lüsewitz hodnotí na rezistenci vůči *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary v nati a hlízách. Více než 2500 vzorků 112 planých a 7 kulturních druhů bylo vybráno na hlízy s až 1400 klony ročně odříznutím pupkové části a ponořením do suspenze zoospor (8-10 000 sporangí/ml). Téměř 1070 vzorků bylo hodnoceno pomocí testu na oddělených listech s 5 lístky na klon a kapkovou inokulací (12-15 000 sporangí/ml). Tři izoláty byly smíchány s V1-11. Podmínky inkubace: 16-17 °C, více než 90% vlhkost. Nejvyšší pravděpodobnost zjištění kombinací s velmi vysokou rezistencí vůči plísni v hlízách a nati je u *S. bulbocastanum*, *S. cardiophyllum*, *S. circaeifolium*, *S. pinnatisectum*, *S. trifidum*, *S. demissum*, *S. hougasii*, *S. polytrichon* a *S. stoloniferum*. Druhy *S. berthaultii* a *S. chacoense* neměly rezistenci vůči plísni v hlízách. Druh *S. acaule* byl částečně rezistentní pouze v hlízách (DARSOW et al., 2002).

V minulosti byl hlavním cílem v IPK Genebank External Branch Groß Lüsewitz využití *S. demissum* (dms) při šlechtění přenos genů hypersensitivity. Naopak, relativní rezistence proti plísni se používala pouze v introdukcích posledních 30 let. Zjistilo se, že vyšší frekvence linií dms v rodokmenu odrůdy byla spojena s vyšší hladinou rezistence. Ve většině případů není zdroj dms ani počet fází křížení zřejmý. Ve šlechtitelském programu se jako zdroj relativní rezistence proti plísni využívá nejméně 24 různých vzorků dms. Několikaleté hodnocení rezistence proti plísni z potenciálních zdrojů zahrnuje vyloučení těchto zdrojů způsobené napadením virem před křížením. Zdokonalení dalších hodnotných znaků brambor cestou zpětného křížení je spojeno s poklesem rezistence proti plísni. Výjimkou může být dobrý systém selekce. Přestože horizontální rezistence je považována za nezávislou na patotypu, je možné, že zachování velké genetické diverzity hostitelské rezistence je schopné udržet hladinu i stálost tohoto typu rezistence (DARSOW, SCHÜLER, 1998).

ŠLECHTĚNÍ NA REZISTENCI K MĚKKÉ HNILOBĚ BRAMBOR

Diploidní klony bramboru, mezidruhově hybridy druhů *Solanum* s původem *S. tuberosum*, *S. chacoense*, *S. yungasense*, *S. phureja*, *S. gourlayi* a *S. demissum*, s rezistencí k měkké hnilobě, byly kříženy s tetraploidními klony na úrovni 4x-2x. 24 tetraploidních rodin vzniklých v systému North Carolina II bylo hodnoceno na rezistenci hlíz k měkké hnilobě v laboratorním testu a na základní hospodářské znaky v polních pokusech vedených po dobu 2 let. Dále byla hodnocena rodina vzniklá křížením 4x-2x dvou náchylných rodičovských partnerů.

Statistická analýza údajů prokázala významné účinky obecné (GCA) a specifické (SCA) kombinační schopnosti, ročníku, GCA (samičí partner) x ročník, GCA (samčí partner) x ročník a SCA x ročník na dědičnost rezistence k měkké hnilobě. Asi 35 % potomstva bylo vybráno jako rezistentní k měkké hnilobě, a z tohoto množství 11% vykazovalo kombinaci vysoké rezistence a dobrého výnosu hlíz, hmotnosti a vzhledu hlíz. Vztah mezi rezistencí k měkké hnilobě a vybranými hospodářskými znaky nebyl zaznamenán nebo byl slabě průkazný a sporadický. Rezistenci k měkké hnilobě zjištěnou u diploidních hybridů bramboru lze přenést do kulturního tetraploidního genofondu křížením $4x-2x$, a velké množství potomstva vykazuje rezistenci (LEBECKA et al., 2005).

ŠLECHTĚNÍ NA REZISTENCI K *MELOIDOGYNE CHITWOODI*

Studium bylo zaměřeno na využití druhu *Solanum schenckii* ($2n=6x=72$, EBN=4) jako nového zdroje rezistence proti háďátku *Meloidogyne chitwoodi*. Byly hodnoceny dvě strategie: křížení s tetraploidními nebo diploidními brambory a křížení se *Solanum demissum* jako "bridge" druhem. Rostliny se pěstovaly ve skleníku při fotoperiodě 16 hodin, při teplotě 22/18 °C den/noc. Klony *S. schenckii* (Snk) (6 rezistentních a 4 náchylné) byly použity k vývoji hybridů F1 s různými náchylnými tetraploidními nebo diploidními klony *S. tuberosum* a s náchylným hexaploidem *S. demissum*. Hybridy F1 z rezistentních klonů *S. schenckii* byly kříženy s tetraploidním *S. tuberosum* k získání rostlin BC1. Křížení tetraploidního *S. tuberosum* a *S. schenckii* bylo úspěšné pouze, pokud byl druh *S. schenckii* použit jako mateřský komponent. Ale pravá semena byla získána, pokud se tento druh použil jako otcovský komponent. Z křížení *S. schenckii* a *S. demissum* byly získány dobré výsledky, tedy 20 semen na plod. Podle očekávání byly hybridy Snk x Tbr4x pentaploidní a hybridy Tbr2 x Snk byly tetraploidní. Všechny hybridy Dms x Snk byly hexaploidní. 6 rezistentních klonů *S. schenckii* a dva náchylné klony *S. schenckii* daly pouze 21 pentaploidních hybridů a 6 tetraploidních hybridů kvůli nízké úrovni klíčení semen. Všechny hybridy F1 pocházející z diploidního a tetraploidního druhu *S. tuberosum* nebo z druhu *S. demissum* vykazaly srovnatelnou rezistentní reakci, ale mnohem silnější než byla reakce hybridů dihaploidního *S. tuberosum* x *S. sparsipilum*, které mají rezistenci proti *M. fallax*, geneticky příbuzným s *M. chitwoodi* (KERLAN et al., 2005).

ŠLECHTĚNÍ NA REZISTENCI NA VIRUS MOP-TOP-NEKRÓZY

Nekrotické symptomy (rzihost kroužkovitá) v hlízách způsobené mop top pomovirem (PMTV) se staly závažným problémem pro výrobu brambor ve Skandinávii. PMTV je přenášen patogenem prašné strupovitosti (*Spongospora subterranea*) a v současné době nejsou k dispozici žádné metody ochrany. Šlechtitelské linie (NY99 a NY103) ze šlechtitelského programu Cornellovy univerzity, dvě linie *tuberosum x acaule* (TA3.8.3.3 a TA3.5.3.7) z CIP a jedna linie (IvP35) *Solanum phureja* byly hodnoceny na rezistenci vůči PMTV v polních pokusech ve Švédsku v roce 1998 a 1999. V obou letech měla linie NY99 nízký výskyt infekce PMTV v hlízách a napadené hlízy vykázaly nízkou akumulaci PMTV, což ukazuje, že NY99 je perspektivním novým zdrojem rezistence vůči PMTV pro šlechtitelské programy. Kromě toho může být vhodná pro pěstování ve Skandinávii, což je třeba ověřit v rozsáhlejších polních pokusech (SANDGREN et al., 2002).

ŠLECHTĚNÍ NA REZISTENCI K *PHTHORIMAEA OPERCULELLA*

V Itálii představuje mol bramborový (PTM) nebezpečného škůdce brambor, který se vyskytuje po celé zemi. Klony planých druhů *Solanum berthaultii*, *S. commersonii*, *S. pinnatisectum*, *S. sparsipilum*, *S. spgazzini*, *S. sucrense*, *S. tarijense* a kříženci *S. tuberosum x S. berthaultii* byly hodnoceny na rezistenci proti populaci PTM izolované na poli ve střední Itálii. Pomocí antibiozního testu na hlízách v laboratoři a polního antibiozního pokusu. Několik klonů *S. sparsipilum* a *S. pinnatisectum* vykázalo antibiozní vliv na přežití larev a antixenozy nadzemních a podzemních částí rostlin. Na poli nevykázaly genotypy se žlaznatými trichomy na listech přepokládaný účinek antixenozy nadzemních částí rostlin (ARNONE et al., 1998).

ZÁVĚR

Poznatky získané při řešení této bakalářské práce vykazují vhodnost použití nekulturních druhů rodu *Solanum* v somatické hybridizaci se kulturním druhem *S. tuberosum* ssp. *tuberosum*. Řada planých a primitivních druhů rodu *Solanum* vykazuje rezistenci vůči významným patogenům bramboru jakými jsou např. *Erwina carotovora*, *Phytophthora infestans*, viroidu vřetenovitosti brambor; vůči hád'átkům *Globodera rostochiensis*, *G.pallida* a *Meloidogyne inkognita*; významným škůdcům bramboru mandelince bramborové a některým druhům mšic. Dále jsou tyto druhy potencionálně vhodné pro šlechtění pro zvýšení odolnosti kulturního druhu *S. tuberosum* vůči řadě abiotických faktorů, jako jsou extrémní teplo a sucho. Mezi další klady využití zástupců rodu *Solanum* v somatické hybridizaci druhu *S. tuberosum* patří vznik materiálu, který se vyznačuje vysokou homozygotností znaků a vlastností. Díky těmto vlastnostem jsou tyto druhy (somatické hybridy) perspektivním šlechtitelským materiálem a významným prvkem řešení řady výzkumných projektů.

Problémem při šlechtění se mohou stát tzv.vnitřní bariéry, na které je možné narazit při zpětném nasyčovacím křížení s kulturním bramborem. Rozhozením genotypu se u rostlin projevují morfologické změny, např. deformace hlíz nebo nestabilní morfologické znaky a delší vegetační doba. Mezidruhovému křížení prodlužuje šlechtění o několik let.

Jako dalších se při šlechtění používají kulturní druhy rodu *Solanum*, kterými jsou např. *S. andigenum*, *S. chaucha*, *S. phureja*, *S. stenotomum* aj. Tyto druhy jsou zdrojem rezistence proti plísni bramboru, hád'átku bramborovému, zdrojem odolnosti proti bakteriální hnilobě, zdrojem extrémní rezistence a přecitlivělosti k virům X,Y a rakovině. Uplatňují se jako zdroj diplogamet a také vysokého obsahu škrobu.

Velkým problémem je snaha šlechtitelů vyšlechtit nejrychlejší a nejvýhodnější produkci nových odrůd (např. odrůdy s vysoce kvalitním škrobem, odrůdy pro extrémní pěstitelské podmínky, ap.). Je možné počítat s tím, že nebude stačit klasické šlechtění, ale dojde nebo už dochází k používání i jiných metod ve šlechtění, jako jsou fúze protoplastů, metody transgeneze nebo analýz DNA.

SEZNAM ZDROJŮ

ARNONE, S.-MUSMECI, S.-BACCHETTA, L.,(1998). Research in *Solanum* spp. of sources of resistance to the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Zeller), *Potato Research*, 41 (1), 39-49.

BAMBERG, J. B., HANNEMAN Jr. R. E.,(1990). Allelism of Endosperm Balance Number (EBN) in Mexican tuber-bearing *Solanum* species. *Theoretical and Applied Genetics*, 80, 161 – 166.

BLAŽÍČEK J., (2003), Brambory do Čech až z konce světa, *Koktejl 2003*, roč.XII, 12, 132.

BRABCOVÁ A.,(2011), Studium proteinové skladby hlíz vybraných kulturních druhů rodu *Solanum*, (Diplomová práce), České Budějovice, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, katedra Rostlinné výroby a agroekologie, 63 p.

BRADSHAW, J.E., (2009), Potato breeding at the Scottish Plant Breeding Station and the Scottish Crop Research Institute 1920-2008, *Potato Research*, 52 (2), 141-172.

BRADSHAW, J.E., (2010), Root and tuber crops, Springer science + Business Media, LLC 2010, ISBN 978-0-387-92764-0, 310 p.

CARPUTO, D., FRUSCIANTE, L., PELOGUIN, S. J.,(2003). The Role of $2n$ Gametes and Endosperm Balance Number in the Origin and Evolution of Polyploids in the Tuber-Bearing *Solanums*. *Genetics*, 163, 287 – 294.

COCA MORANTE, M.-TOLIN TORDOYA, I.-MONTEALEGRE VILLANUEVA, N., (2007), Resistencia a *Phytophthora infestans* Mont de Bary de variedades de papas phurejas (*Solanum phureja* Juzepczuk et Bukasov) y de especies de papas silvestres, la Paz, Bolivia, *Plant Genetic Resources Newsletter*, 151, 43-48.

CORRELL, D. S.,(1962). *The Potato and Its Wild Relatives*. Texas Research Foundation, Renner, Texas, 606 p.

ČERMÁK V., (2010), Seznam doporučených odrůd bramboru 2010, Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský Brno, ISBN 978-80-7401-025-5, 109 p.

DARSOW, U.-SCHÜLER, K., (1998), *Solanum demissum* in potato breeding, Beiträge zur Züchtungsforschung, 4 (2), 31-33, (Proceedings. International Symposium "Breeding Research on Potatoes." Groß Lüsewitz, (6701/A 187).

DARSOW, U.-SCHÜLER, K.-SCHILDE-RENTSCHLER, L., (2002), Late blight resistance of potato species and its introduction in potato breeding, In: Abstracts of Papers and Posters. Potatoes Today and Tomorrow. 15th Triennial Conference of the EAPR. Hamburg 2002, July 14-19, 225 p. (6973/B 198/15).

DIVIŠ, J.: Pěstování rostlin, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2010, České Budějovice, 260 p., ISBN 978-80-7394-216-8.

DOMKÁŘOVÁ J.,-KREUZ L.,-ŠVECŮVÁ R.,-GREPLOVÁ M.,-HORÁČKOVÁ V.,-POLZEROVÁ H., (2007), Využití mezidruhové hybridizace k rozšíření genetické diverzity genofondu bramboru (A), Vědecké práce-Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, 15, 19-28.

DROBNÍK J., (2006), Biotechnologické šlechtění, Text referátu na semináři ČZU 18.5.2006., (www.biotrin.cz/czpages/opn028.htm, 13.4.2012).

GREPLOVÁ, M. – POLZEROVÁ, H.,-DOMKÁŘOVÁ J.,(2011), Introdukce sexuálně izolovaných planých druhů rodu *Solanum* do šlechtění bramboru, Bramborářství, 19 (5), 13-16.

GREPLOVÁ, M. – POLZEROVÁ, H.,(2010), Hodnocení rezistence k *Phytophthora infestans* u somatických hybridů *S. pinnatisectum* + *s. tuberosum* cv. Bintje (A), Vědecké práce – Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod 18, 77-84

HAWKES, J. G. ,(1994). Origins of Cultivated Potatoes and Species Relationships. In: Bradshaw, J. E., Mackay, G. R. 1994. Potato genetics. CAB International, Cambridge, 3 - 42. ISBN 0 85198 869 5.

HAWKES, J. G., JACKSON, M. T.,(1992). Taxonomic and evolutionary implications of the Endosperm Balance Number hypothesis in potatoes. Theoretical and Applied Genetics, 84, 180 – 185.

HORÁČKOVÁ V., -DOMKÁŘOVÁ J., (2003), Biologický potenciál genofondu bramboru udržovaného v genové bance *in vitro*, Vědecké práce 14-Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, VÚB 2003, 87-101.

JANDA M., (2006), Kde je pravlast našich brambor, 21.století, 1, 114, ISSN 1214 - 1097.

JŮZL M. A KOL., (2000), Rostlinná výroba III (okopaniny), Brno: MZLU v Brně, .232 p., ISBN 80-7157-446-5.

KERLAN, M.-C.-DANTEC, J.P.-ROUAUX, C.-ET AL.,(2005), Utilisation of *Solanum schenckii* to confer resistance to the root-knot nematode *Meloidogyne chitwoodi*, In Abstracts of Papers and Posters. 16th Triennial Conference of the EAPR, July 17 to 22, , Bilbao, Spain, 287-289.

KUTNAR F.,(2005), Malé dějiny brambor, 216, ISBN 80-85010-58-5.

LAPTEV, J. P.,(1988). Heteroploidia v šl'achtení rastlín. Příroda, Bratislava, 278 p. ISBN 064-026-88.

LEBECKA, R.-ZIMNOCH-GUZOWSKA, E.-KACZMAREK, Z., (2005), Resistance fo soft rot (*Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*) in tetraploid potato families obtained from 4x-2x crosses, American Journal of Potato Research, 82 (3), 203-210.

MINX L. A KOL, (1994), Rostlinná výroba III (okopaniny), Praha: Agronomická fakulta VŠZ v Praze.

PELIKÁN M., Jakost a zpracování rostlinných produktů, (2001), Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2001, České Budějovice, 235 p., ISBN 80-7040-502-3.

PRUGAR A KOL., (2008), Kvalita rostlinných produktů na prahu 3.tisíciletí, 241-255 p., Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s., Praha, ISBN 978-80-86576-28-2.

RYBÁČEK V. A KOL., (1988), Brambory, Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1988, 360 p.

SANDGREN, M.-PLAISTED, R.L.-WATANABE, K.N., (2002), Evaluation of some North and South American potato breeding lines for resistance to potato mop-top virus in Sweden, American Journal of Potato Research, 79 (3), 205-210.

SEDLÁKOVÁ V.,(2010), Tvorba a molekulární detekce somatických hybridů bramboru s vyšší odolností k plísni bramboru (Disertační práce), Praha, s.158, Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, katedra genetiky a šlechtění.

SEDLÁKOVÁ V. A KOL., (2009), Biologické a šlechtitelské vlastnosti somatických hybridů dihaploidního *Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum* a *S. bulbocastanum*(Č), Vědecké práce- Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, 17, 55-66.

ŠVECOVÁ, R.,(2011), Druh *Solanum acaule* - zdroj rezistence vůči biotickým a abiotickým faktorům, *Bramborářství*, 19 (1-2), 14-16.

ŠVECOVÁ, R.,(2011), Druh *Solanum berthaultii*, *Bramborářství*, 19 (4), 16-17.

VOKÁL B. A KOL., (2004), Pěstování brambor, Agrospoj, Praha, s.261.

VOKÁL B., ČEPL, J., HAUSVATER, E., RASOCHA, V.,(2003). Pěstujeme brambory. Grada, Praha, 103 p. ISBN 80-247-0567-2.

WHITWORTH, J.-NOVY, R.G.-PAVEK, J.J.-ET AL., (2007), Multiple-site identification of potato parent clones conferring high levels of late blight resistance with a corresponding genetic model for resistance, *American Journal of Potato Research*, 84 (4), 4, 313-321.

ZADINA, J., JERMOLJEV, E.,(1976). Šlechtění bramboru. Academia, Praha, 359 p.

Internetové zdroje :

DROBNÍK 2006 :
www.biotrin.cz/czpages/opn028.htm, (Cit.13.4.2012).

PAVLAS,POLZEROVÁ2001:
www.agrokrom.cz/texty/metodiky/brambory/clanky_brambory/transgenoze_k...,
(Cit.30.4.2001) .

PŘÍLOHOVÁ ČÁST

Tabulka č.1 Klasifikace nejdůležitějších planých a kulturních druhů bramboru a jejich blízkých příbuzných (HAWKES 1994)

Subsektce a série	Druhy zařazené do skupin podle počtu chromozomů (x =12)				
	2x	3x	4x	5x	6x
Subsektce Estolonifera Série					
I. Etuberosa	<i>S.brevidens</i> <i>S.etuberosum</i>				
II. Juglandifolia	<i>S.lycopersicoides</i>				
Subsektce Potatoe Série					
I. Morelliformia	<i>S.morelliforme</i>				
II. Bulbocastana	<i>S.bulbocastanum</i>	<i>S.bulbocastanum</i>			
III. Pinnatisecta	<i>S.brachistotrichum</i> <i>S.cardiophyllum</i> <i>S.jamesii</i> <i>S.pinnatisectum</i> <i>S.trifidum</i>	<i>S.cardiophyllum</i> <i>S.jamesii</i>			
IV. Polyadenia	<i>S.polyadenium</i> <i>S.lesteri</i>				
V. Commersoniana	<i>S.commersonii</i>				
VI. Circaeifolia	<i>S.capsicibaccatum</i> <i>S.circaeifolium</i>				
VII. Lignicaulia	<i>S.lignicaule</i>				
VIII. Olmosiana	<i>S.olmosence</i>				
IX. Yungasensa	<i>S.chacoense</i> <i>S.tarijense</i> <i>S.yungasense</i>				
X. Megistacroloba	<i>S.boliviense</i> <i>S.megistacrolobum</i> <i>S.sanctae-rosae</i> <i>S.toralapanum</i>				
XI. Cuneolata	<i>S.infundibuliforme</i>				

Subsekte a série	Druhy zařazené do skupin podle počtu chromozomů ($x=12$)				
	2x	3x	4x	5x	6x
XVI. Tuberosa (kulturní)	<i>S. x ajanhuiri</i> <i>S.phureja</i> <i>S.stenotomum</i> <i>S.stenotomum subsp.goniocalyx</i>	<i>S. x chacha</i> <i>S. x juzepczukii</i>	<i>S.tuberosum subsp.tuberosum</i> <i>S.tuberosum subsp.andigena</i>	<i>S. x curtilobum</i>	
XVII. Acaulia			<i>S.acaula</i>		<i>S.albicans</i>
XVIII. Longipedicellata		<i>S. x vellis-mexici</i>	<i>S.fendleri</i> <i>S.hjertingii</i> <i>S.papita</i> <i>S.polytrichon</i> <i>S.stoloniferum</i>		
XIX. Demissa				<i>S. x dedemissum</i> <i>S. x edinense</i>	<i>S.brachycarpum</i> <i>S.demissum</i> <i>S.querreroense</i> <i>S.hougasii</i> <i>S.iopetalum</i> <i>S.schenckii</i>

Tabulka č.2

Plané druhy bramboru udržované v genové bance in vitro-potencionální donory rezistence k biotickým a abiotickým stresům (HORÁČKOVÁ, DOMKÁŘOVÁ 2003)

Biotické a abiotické stresy	Donor rezistence a (EBN-Endosperm Balance Number)
Houbové choroby -plíseň bramboru (Phytophthora infestans)	S.berhaultii (EBN 2), S.bulbocastanum (EBN 1), S.demissum (EBN 4), S.mikrodonum (EBN 2), S.pinnatisectum (EBN 1), S.polyadenium, S.stoloniferum (EBN 2), S.vernei (EBN 2), S.verrucosum (EBN 2)
-rakovina bramboru (Synchytrium endobioticum)	S.acaule (EBN 2), S.sparsipilum (EBN 2), S.spegazzinii (EBN 2)
-strupovitost obecná (Streptomyces scabies)	S.chacoense (EBN 2), S.yunqasense (EBN 2)
Bakteriální choroby -Pseudomonas solanacearum	S.chacoense (EBN 2), S.sparsipilum (EBN 2), S.mikrodonum (EBN 2)
-Erwinia carotovora	S.bulbocastanum (EBN 1), S.chacoense (EBN 2), S.demissum (EBN 4), S.leptophyes (EBN 2), S.mikrodonum (EBN 2), S.pinnatisectum (EBN 1)
Virové choroby -PVX (Potato virus X)	S.acaule (EBN 2), S.chacoense (EBN 2), S.sparsipilum (EBN 2), S.sucense (EBN 2)
-PVY (Potato virus Y)	S.demissum (EBN 4), S.stoloniferum (EBN 2)
-PLRV (Potato leaf roll virus)	S.acaule (EBN 2), S.brevidens (EBN 1)
-PSTVd (Spindle tuber viroid)	S.acaule (EBN 2), S.berhaultii (EBN 2), S.querreroense (EBN 4)
Hád'átka -cystotvorná hád'átka (Globodera rostochiensis, g.pallida)	S.acaule (EBN 2), S.bulbocastanum (EBN 1), S.gourlai (EBN 2), S.sparsipilum (EBN 2), S.spegazzinii (EBN 2), S.sucense (EBN 2), S.vernei (EBN 2)
-hád'átka kořenové (Meloidogyne inkognita)	S.chacoense (EBN 2), S.mikrodonum (EBN 2), S.pinnatisectum (EBN 1)
Hmyzí škůdci -mandelinka bramborová (Leptinotarsa decemlineata)	S.berhaultii (EBN 2), S.chacoense (EBN 2), S.demissum (EBN 4), S.polyadenium
-mšice broskvoňová (Myzus persicae)	S.berhaultii (EBN 2), S.bulbocastanum (EBN 1), S.stoloniferum (EBN 2)
Fyziologického původu -mráz	S.acaule (EBN 2), S.brevidens (EBN 1), S.demissum (EBN 4), S.vernei (EBN 2)
-teplo a sucho	S.acaule (EBN 2), S.bulbocastanum (EBN 1), S.chacoense (EBN 2), S.mikrodonum (EBN 2), S.pinnatisectum (EBN 1)

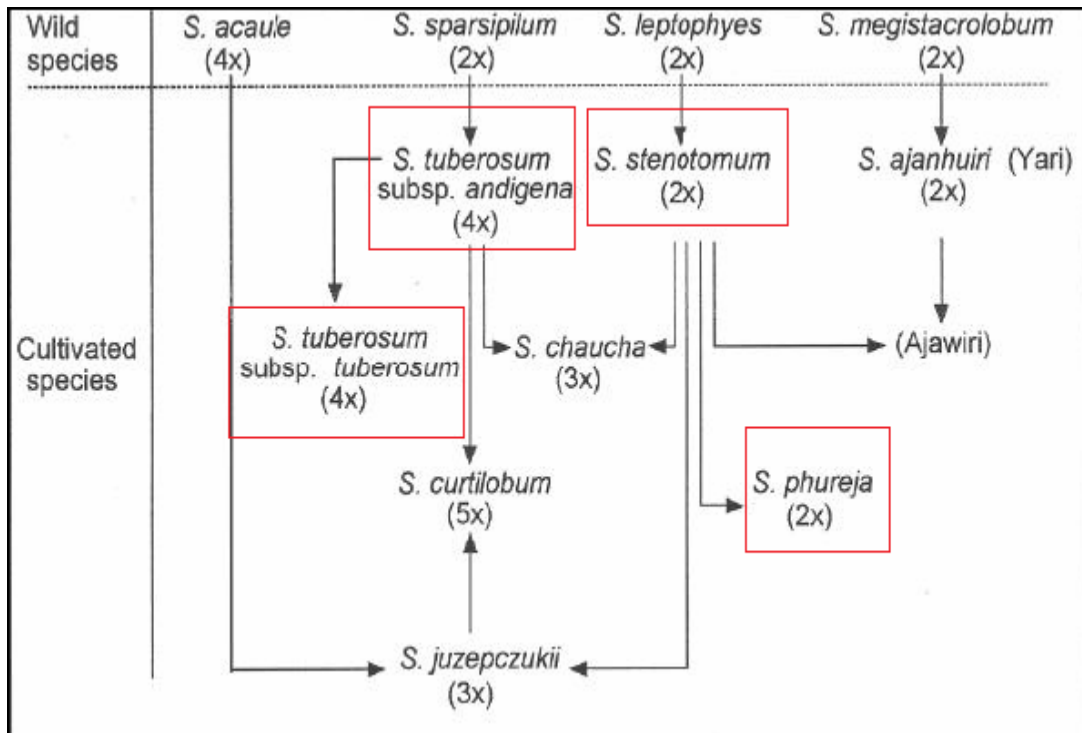
EBN (Endosperm balance number)

Je geneticky podmíněná, dávkově závislá schopnost křížení fungující u tuberizujících druhů rodu *Solanum* (BAMBERG, HANNEMAN 1990).

Hodnota EBN koreluje s předpokládanou evolucí a současnou taxonomií tuberizujících druhů bramboru (HAWKES, JACKSON 1992). V rámci rodu *Solanum* se vyskytují tři skupiny druhů, lišící se v tomto ukazateli o stavu endospermu. Tyto skupiny se na první pohled liší například uspořádáním květní koruny (HAWKES 1994). Mexické i jihoamerické druhy patřící do skupiny primitivní *Stellata* kvetou bíle a je pro ně charakteristické 1EBN. Evoluce typu květní koruny charakteristické pro skupinu *Rotata* je pravděpodobně spojena s endospermem typu 2EBN, který vznikl v Jižní Americe (HAWKES, JACKSON 1992).

Lilek brambor (*Solanum tuberosum* L.) patří do skupiny 4EBN a je podle této teorie nejlépe křížitelný s autotetraploidními druhy *S. gourlai*, *S. sucrense*, *S. tuberosum* ssp. *andigena* a allohexaploidy ze série *Demissa* (*S. demissum*). Většina allohexaploidních druhů rodu *Solanum* přísluší k 2EBN, diploidní druhy vykazují ve většině případů příslušnost k 1EBN. Druhy s 1EBN se snadno kříží v rámci skupiny, mimo ni pouze vzácně. Po snížení tetraploidního počtu chromozómů bramboru *S. tuberosum* ssp. *tuberosum* se snižuje rovněž EBN, což je výhodné při vzdálené hybridizaci s 2EBN druhy (HAWKES 1994). Dalším faktorem, který kromě EBN ovlivňuje evoluci polyploidních druhů je tvorba tzv. 2n gamet. Tyto gamety mají počet chromozómů shodný se somatickou buňkou a vznikají v důsledku modifikované meiozy, která ovlivňuje specifická stadia mikro a megasporogeneze (CARPUTO et al., 2003). Vzájemné splývání 2n gamet vede ke vzniku tetraploidních genotypů (LAPTEV 1988; SEDLÁKOVÁ 2010).

Obrázek č. 1: Vývoj kulturních druhů bramboru a vzájemné evoluční vztahy mezi planými a kulturními druhy (HAWKES 1990)



Z uvedeného schématu (obr. č. 1) vyplývá, že *Solanum tuberosum* subs. *andigena* (4n) vznikl z planého diploidního druhu *Solanum sparsipilum*, podobně jako *Solanum stenotomum* (2n) vznikl z planého diploidního druhu *Solanum leptophyes*. Z tetraploidního druhu *Solanum tuberosum* subs. *andigena* se vyvinul *Solanum tuberosum* subs. *tuberosum* a ze *Solanum stenotomum* se vyvinul druh *Solanum phureja*.