

SLUTRAPPORT

Potatisförädling med inriktning på resistens mot bladmögel/brunnröta

BAKGRUND

Potatis kan angripas av många olika sjukdomar men bilden har förändrats genom åren. De stora problemen med bladmögelangrepp kvarstår dock och är numera en av de allvarligaste sjukdomarna. Angreppen orsakas av oomyceten *Phytophthora infestans* som även ger upphov till brunröta. Tyvärr är många av de sorter som i dag odlas i vårt land mycket mottagliga vilket medför att höga halter av kemiska bekämpningsmedel årligen måste användas i potatisodlingen. Mer än tio gånger så många kilo aktiv substans per ha på behandlad areal användes 2006 i potatisodling (matpotatis och stärkelsepotatis) jämfört med i t ex stråsäd och sockerbetar (Jordbruksstatistisk årsbok 2010). Över 40 % av den totala fungicidanvändningen i det svenska jordbruket utgörs av bekämpning mot bladmögel/brunnröta. Detta trots att potatisodlingen sedan minst 20 år tillbaka upptagit endast 1 % av åkermarken (Jordbruksstatistisk årsbok 2010). Antalet bekämpningstillfällen under en säsong är högt och kan vissa år med högt infektionstryck vara två gånger/vecka i södra Sverige. Förutom att den höga användningsnivån kan leda till ökad risk för fungicidresistens bidrar den också till ökade produktionskostnader och naturligtvis även ökade hälso- och miljörisker. Vi står också inför en framtid där fler och fler av de tidigare använda preparaten förbjuds och antalet möjliga verktyg att bekämpa sjukdomen minskar. Även konsumenternas ökade medvetenhet och önskemål om minskad kemikalieanvändning bidrar till en ökad efterfrågan på nya potatissorter med bättre motståndskraft.

Phytophthora infestans är vad man kallar heterotallisk med två kända parningstyper, A1 och A2. Patogenen kan inte föröka sig sexuellt utan att båda parningstyperna är närvarande. Fram till slutet av 1980-talet fanns enbart (A1) allmänt i världen och *P. infestans* överlevde i princip genom vegetativ förökning av den ursprungliga populationen. Den spreds som levande mycel i växtmaterial från säsong till säsong. A2 fanns i princip enbart i centrala Mexiko. Sedan 1970-talet har dock A2 dykt upp mer och mer runt om i världen vilket ytterligare ökat problematiken. Sverige nåddes av A2 någon gång på 1980-talet, med största sannolikhet på grund av importerat infekterat utsäde. I många länder har introduktionen av A2 medfört en introduktion även av genotyper av *P. infestans* som är resistent mot den kurativa fungiciden metalaxyl (Wale et al., 2008). Sexuell förökning, som är möjlig vid förekomst av båda parningstyperna, kan medföra ökad risk att *P. infestans* utvecklas till en jordburen smitta eftersom oosporer då kan bildas. Med dessa kan svampen överleva i jorden, och en infektion kan starta så fort förhållandena är gynnsamma och en värdväxt finns tillgänglig. Möjligheten till sexuell rekombination bidrar också med stor sannolikhet till att patogenen kan utveckla sin virulens och aggressivitet i snabbare takt. I Sverige förekommer A1 och A2 i förhållandet 1:1 vilket leder till hög risk för sexuell förökning jämfört med andra länder där den ena parningstypen A1 fortfarande dominerar starkt (Andersson, 2006).

Phytophthora infestans utgör därför i allra högsta grad ett reellt hot för potatisodlingen om inte resistensen i det tillgängliga sortmaterialet förbättras. På lång sikt är den enda bärkraftiga lösningen förädling av nya mer resistent sorter. En väg att skapa dessa är genom att överföra resistensegenskaper från vilda *Solanum*-arter. Västeuropeiska och amerikanska förädlare har ofta använt samma eller besläktade korsningsföräldrar av *Solanum tuberosum* och den genetiska diversiteten har blivit alltför snäv för att man där ska lyckas hitta resistent kloner. Dessutom har man mest arbetat med rasspecifik resistens som lätt bryts ner medan kvantitativ resistens, så kallad fältresistens, inte har fått tillräcklig uppmärksamhet.

Både odlare och konsumenter har på senare år visat ett ökat intresse för nya sorter (Danielsson, 2003) men ett stort antal av de utländska sorterna är inte anpassade för våra nordiska odlingsförhållanden. Ökad dagslängd och speciella klimatförhållanden gör att odlingarna drabbas av sjukdomar som man inte behöver ta så stor hänsyn till söderut. Dessutom har fortfarande de flesta länder i Västeuropa skonats från den betydligt aggressivare populationen av *P. infestans* som förekommer i Sverige.

Konsumenter ställer i dag helt andra krav på potatisen de köper än tidigare. Även butikernas marknadsföring har förändrats. Vi vill gärna se potatisen vi köper och den ska vara tvättad och se bra ut. Ett attraktivt skal är därför viktigare nu än förr.

Enligt svensk livsmedelslag får matpotatis inte innehålla mer glykoalkaloider (solanin + chakonin) än 200 mg/kg färskvikt. Glykoalkaloider finns naturligt i potatis och medverkar till smaken men för höga halter är skadligt att få i sig. Halten är sortberoende men kan även öka om potatisen stressas t ex genom ogynnsamt väder vid odlingen, ljusexponering vid odling/lagring eller mekaniska skador. Vilda potatisarter innehåller ofta mycket höga halter.

SYFTE

För att minska kemikalieanvändningen i svensk potatisodling och ge ett maximalt utbyte av säljbar potatis har projektet i första hand inriktats mot bättre motståndskraft mot *P. infestans*. Genetiskt betingad resistens mot *P. infestans* utgör ryggraden vid integrerad produktion av potatis.

De primära delmålen har därför under hela projektiden varit att

- 1) bygga upp en kollektion av potatiskloner med bra resistens mot *P. infestans* helst i kombination med bra kvalitet och goda odlingsegenskaper och studera interaktionen med den svenska patogenpopulationen av *P. infestans*
- 2) identifiera nya resistenskällor för *P. infestans* (framför allt vilda potatissläktingar från Syd- och Mellanamerika) och studera interaktionen med den svenska patogenpopulationen
- 3) inkorporera de nya resistenskällorna i moderna potatissorter anpassade för nordiskt klimat

Tanken med projektet är att resultaten i förlängningen ska kunna bidra till framtagning av nya potatissorter för i första hand den nordiska marknaden. Sorterna skall ha hög saluförbar avkastningspotential, som fås genom god odlingssäkerhet, god motståndskraft mot viktiga skadegörare med tonvikt på *P. infestans* samt specifika kvalitetsegenskaper för matpotatis. En resistent potatis accepteras naturligtvis inte av konsumenterna och livsmedelsindustrin om den inte har egenskaper som attraktivt utseende, låg tendens till mekaniska skador och goda kokegenskaper (utseende, smak och textur). Glykoalkaloidhalterna ska dessutom ligga väl under det gränsvärde som livsmedelslagen anger. Fokus har legat på framställning av matpotatis (inte för fritering).

MATERIAL OCH METODER

Material från Svalöf Weibull AB (SW) f d förädlingsprogram

Projektet bedrevs under perioden 2006-01-01—2006-08-31 på SW. Hösten 2006 övertogs cirka 1/3 av SWs tidigare potatisförädlingsmaterial av SLU, Alnarp. Materialet utgjordes av frö och matpotatiskloner som hade minst en korsningsförälder med förbättrad bladmögelresistens. Förteckning över det ingående materialet återfinns i Lägesrapport (1).

Konventionella riktade korsningar utfördes under åren 2006, 2009 och 2010. Antalet erhållna frön visas i Tabell 1. Hanterbar mängd frön såddes året efter i växthus. En miniknöl från varje planta skördades och utgjorde nästkommande års utsäde i den första fältgenerationen (K0) (Tabell 1). Åren 2008 och 2009, då inga nya korsningar utfördes året innan, såddes i stället frön från det stora frömaterialet som övertagits från SW.

Parallellt med K0 odlades material från tidigare generationer som gått vidare efter urval (K1, K2 och K3). Jämförande försök (JF) planterades åren 2006, 2007 och 2008. Där jämfördes de mest lovande selektionerna med varandra och med mätarsorten Bintje. År 2010 planterades de mest lovande nummersorterna (14 st) tillsammans med 23 kommersiella sorter för en slutlig utvärdering framför allt med tanke på bladmögelses resistens. Åren 2007 och 2008 planterades speciella bladmögelförsök.

Under 2008 drabbades försöksfälten av en ovanligt kraftig bladlusinvasion vilket gjorde att angrepp av virus Y (PVY) drabbade materialet kraftigt. Ett hårt urval kunde därför göras avseende resistens mot PVY. Materialet reducerades därmed drastiskt vilket innebar att det följande år inte fanns något material till K2- respektive K3-försök. De kvarvarande, och mest lovande selektionerna från tidigare år hölls i odling under 2009 och ingick sedan i det ovan beskrivna utvärderande försöket 2010.

Under 2006 odlades materialet på SWs försöksfält utanför Landskrona. Följande år har odlingen skett som köpt tjänst av Hushållningssällskapet i Borgeby.

Motståndskraft mot bladmögelse utvärderades årligen upprepade gånger i fält. Under 2006 gjordes graderingar enligt den metod SW tidigare använt. För att kunna samarbeta med andra forskare beslutades 2007 att i stället använda sig av både labtest och fältbedömningar enligt riktlinjer som utarbetats inom European Concerted Action on Blight (EUCABLIGHT). I fält har därför bedömningar från och med 2007 i stället gjorts enligt EUCABLIGHTs protokoll som procent angripna blad. Under 2007 utfördes bedömningarna i samarbete med Erland Liljeroth, SLU, Alnarp (SLF-projekt S0649003). Åren 2009 och 2010 bedömdes angreppen i K0, K1 och K2 (enbart 2010)

Under 2007, 2008 och 2010 har speciella bladmögelförsök utförts där materialet planterats i 3–4 upprepningar med den bladmögelskänsliga sorten Bintje inplanterad med jämna mellanrum för ökat infektionstryck. Avläsningar gjordes var 3–4:e dag från första synliga angrepp fram till plantornas nedvissnande. År 2007 ingick 25 förädlingskloner och 9 mätarsorter i bladmögelförsöket. Följande år ingick 47 kloner, mätarsorter och äldre sorter från Nordgens samlingar. I försöket 2010 ingick 14 förädlingskloner tillsammans med 23 kommersiella sorter.

Tabell 1. Antal frön från korsningar utförda inom projektet, antal sådda frön från tidigare utförda korsningar samt antal kloner planterade i K0, K1, K2 och K3 respektive projektår. Varje års fröplantpopulation markeras med en egen färg.

	Frön från egna korsningar	Sådda frön	K0	K1	K2	K3
2006	6 000	3 500	5 000	425	57	8
2007	-	3 500	3 120	515	125	18
2008	-	3 800	2 260	333	108	23
2009	10 000	2 800	1 660	38	-	-
2010	800	2 300	1 240	340	10	-

För beskrivning av labtesten se Lägesrapport (1). Angreppsgraden bedöms i % infekterad bladyta. Nordiska isolat med hög grad av patogenisitet erhöles från Björn Andersson, SLU, Ultuna (SLF-projekt S0649004). I 2007 års labtest ingick material från K3 och JF och ett antal EUCABLIGHT-standard sorter. Från och med 2008 har labtesterna utförts med patotyper från en svensk population av *P. infestans* (SE03058, A1) även den erhållen från Björn Andersson. Detta isolat innehöll virulensgenerna 1.2.3.4.7.10.11. År 2008 testades

växthusodlat material från 28 kloner från K3 och JF-generationerna, 7 mätarsorter (Bintje, Asterix, Escort, Ora, Robijn, Superb och Viktoria) samt 9 sorter från Nordgen.

Motståndskraften mot brunröta i knölna undersöktes i labtester genom infektion med samma isolat som vid bladmögeltesterna. För detaljerad beskrivning se Lägesrapport (2). Vid testen graderas mängden utvecklat mycel efter infektion på snittytan av en knöl (skala 0–3, 0=avsaknad av mycel). Även lesionens utbredning inuti knölen bedöms (skala 1–9, 9=ingen utbredning). Hösten 2008 utvärderades det förädlingsmaterial som tidigare under året uppvisat god bladmögelresistens i labtester och fältförsök. Även sex olika äldre sorter ur Nordgens kollektion plus tre förädlingskloner med goda egenskapskombinationer ingick. Sortvalet baserades på resultat från Nordgens egna tester 1993–2002 av bladmögel/brunnröta. År 2009 och 2010 utfördes tester av i K1, K2 (enbart 2010) och de mest lovande selektionerna från tidigare generationer.

Halten glykoalkaloider (chakonin + solanin) analyserades med hjälp av HPLC enligt Livsmedelsverkets metod. Analysen gjordes i K2, K3 och JF fram till och med år 2008. År 2009 och 2010 utfördes den på materialet i K1, K2 och på de lovande selektionerna.

Egenskaper såsom resistens mot virus, kräfta, nematoder, tidighet, avkastning, knölarnas utseende, koktyp, smak, textur m m bedömdes årligen i olika steg i urvalsprocessen. För information se Lägesrapport (1) och (2).

Vilda potatissläktingar

Syd- och Mellanamerika

Ett stort antal vilda potatissläktingar ställdes till projektets förfogande 2007 tack vare det samarbete som inleddes med den ryska forskaren Dr Nadezhda Zoteyev, N.I. Vavilov Institute of Plant Industry Ryssland. Materialet var i form av frö och såddes i Alnarps växthus 2008 för uppförökning. Fem centralamerikanska accessioner av vildarter (*S. demissum* Lindl., *S. guerreroense* Corr., *S. neoantipoviczii* Buk., *S. papita* Rydb., *S. verrucosum* Schlecht.) och fyra sydamerikanska (*S. acaule* Bitt., *S. andigenum* Juz et Buk., *S. berthaultii* Hawk. och *S. ruiz-ceballosii* Carl.) ingick i materialet tillsammans med fyra arthybrider (*S. microdontum* Bitt. x *S. tarijense* Hawk., *S. neoantipoviczii* x *S. phureja*, *S. tuberosum* x *S. polytrichon* Rydb. och (*S. vernei* Bitt. x *S. phureja*) x *S. tuberosum*). Samtliga kan sätta knölar under långdagsförhållanden. För detaljerad beskrivning se Lägesrapport (2).

Blad från de olika populationerna testades för bladmögelresistens enligt samma metod som ovan. Dock bedömdes angreppen enligt en skala 1–9 till skillnad från % angripen bladyta. Även knölar testades för motståndskraft mot brunröta enligt ovan.

Glykoalkaloidhalten i 22 av accessionerna undersöktes 2008.

Hybridisering

År 2009 utfördes de första korsningarna där resistenskällor från både det vilda artmaterialet och utvalda förädlingskloner ingick. Även fröplantor från åtta ryska sorter speciellt selekterade för god resistens mot bladmögel ingick liksom olika kommersiella sorter. Arterna som användes var; *S. berthaultii* (ber) (2x), *S. demissum* (dms) (6x), *S. guerreroense* (grr) (6x), *S. kurtzianum* (ktz) (2x), *S. papita* (pta) (4x), *S. neoantipoviczii* (nan) (2x), *S. ruiz-ceballosii* (rcb) (2x), *S. microdontum* (mcd) (2x) x *S. tarijense* (tar) (2x), *S. neoantipoviczii* (2x) x *S. phureja* (phu) (2x), *S. tuberosum* (tbr) (4x) x *S. polytrichon* (plt), *S. andigenum* (adg) (4x), *S. phureja* (2x). De sistnämnda två arterna har i tidigare arbete framgångsrikt använts av Dr Zoteyeva som korsningsbryggor mellan vilda arter och *S. tuberosum*-sorter för att framställa triploida hybrider (Zoteyeva, 1986). Ytterligare korsningar gjordes 2010.

Korsningarna utfördes under sommaren på avskurna stjälgar (moder) som förvarades stående i vattenfyllda behållare i växthus. Blommorna emaskulerades två dagar innan pollinering. Pollen insamlades från fältodlade plantor. Stjälkarna stod kvar i växthuset tills bär

av normal storlek hade bildats. Antalet bär som kan utvecklas tillfredsställande på varje stjälk är begränsat därför sparades i snitt ett till fyra bär. Efter skörd eftermognade bären i rumstemperatur innan fröna rensades ut och förvarades i frys fram till sådd.

RESULTAT OCH DISKUSSION

1) Kollektion av potatiskloner

Selekterat material med ursprung från SW utgör huvuddelen av den kollektion av potatiskloner med bra resistens mot *P. infestans* som byggts upp inom projektet. Tyvärr har dock hittills inga kloner hittats som kombinerar resistensen med så hög kvalitet och goda odlingsegenskaper att de direkt kan bli nya sortkandidater. Inte desto mindre utgör de värdefulla genkällor att använda i det växtförädlingsprogram som numera pågår på Alnarp finansierat av SLF, Formas, SJV och SLU och är en naturlig fortsättning på det nu rapporterade SLF-projektet. Samtliga kloner som har visat sig värdefulla har meristemförökas bevaras nu i den *in vitro*-genbank som byggts upp inom ramen för detta projekt. Det ska också betonas att på grund av den stora mängd frön som överfördes från SW har ännu inte samtligt material utvärderats.

Phytophthora infestans

I fältförsöken 2007 visade sig klonen 93-1015 vara den mest resistenta och har så varit under samtliga år. Fyra av de övriga förädlingsklonerna (01-1224, 02-2084, 03-2053, 03-2385) visade sig vara avsevärt bättre än Bintje och visade första tecken på infektion en och en halv till två veckor senare. Följande år uppvisade Bintje 50 % angrepp i slutet av augusti men klonerna 93-1015, 03-2053, 04-2085, 04-2662 och 04-3262 var då fortfarande gröna och friska liksom mätarsorten Ora. Övriga kloner hade vissnat ner. Bäst av de äldre sorterna från Nordgen var Elin, Hårek, Karjalan Musta och N-73-22-2 vilka uppvisade angrepp på mindre än 2 %. Under 2009 gjordes urvalet i K0 och K1 i första hand efter genotypernas motståndskraft mot bladmögel. I K0 gick cirka 20 % vidare till K1 medan 26 % från 2009 års K1 var tillräckligt motståndskraftiga för att inte kasseras. Även 2010 låg andelen genotyper som selekterades på grund av god resistens kring 20 % i K0. I K1 var andelen utvalda kring 30 %. När det gäller de lovande selektionerna från tidigare år visade det jämförande försöket att flera av dem fortfarande hade god resistens. Bäst var 93-1015, 01-1224, 03-2385, 03-2402, 04-2081, 04-2085, 04-2214, 04-2669 och 04-3262.

I labtesten 2007 erhöles stora skillnader i motståndskraft mellan de olika ingående klonerna. Inga nekroser upptäcktes i testsorterna Ora och Escort eller hos 93-1015 och 03-2402. Nummersorterna visade sig också ha god fältresistent i det bladmögel försök där de ingick. De har således utmärkt fältresistens men tyvärr allt för låg avkastningspotential och kvalitet för att vara intressanta för marknadsföring som nya sorter. De är däremot mycket värdefulla som korsningsföräldrar i växtförädlingsarbetet. År 2008 fick fyra av de 28 testade förädlingsklonerna inga angrepp alls i labtesten (03-2053, 03-2385, 04-2669 och 04-3262). Även detta år hade 93-1015 mycket god resistens. Ytterligare fyra kloner fick enbart svaga angrepp (01-1224, 04-2081, 04-2085 och 04-2662). Även detta år uppvisade mätarsorterna Escort och Ora 0 % angrepp. Resultaten överensstämde väl med fältbedömningarna och materialet gick vidare i förädlingsprogrammet och bevaras i kollektionen av resistenta kloner.

Brunrötetesterna 2008 visade att fyra av förädlingsprogrammets kloner hade mycket bra resistens (04-2662, 04-2081, 04-2669 och 04-3262). Klon 93-1015 som visat sig överlägsen när det gäller bladmögelresistensen hade tyvärr en mindre god resistens mot brunröta. Bäst bland de ingående mätarsorterna var Matilda som dock inte var i närheten av förädlingsklonerna. De bladmögelresistenta sorterna Escort och Ora hade något sämre resistens än Matilda. Bland de äldre sorter från Nordgens som ingick är Elin och Hårek

tänkbara kandidater som korsningsföräldrar med god resistens mot brunröta. Dessa sorter uppvisade även god resistens mot bladmögel. Även Kiva hade mycket bra brunrötaresistens men något sämre bladmögelresistens. Sorterna har inkorporerats i projektets kollektion av genkällor. Ingen av de undersökta förädlingsklonerna från Nordgen hade tillräcklig resistens. I brunrötetesten av 2010 års K1 hade 91 % av de testade klonerna som selekterats ut på grund av god bladmögelresistens i fält ett medelvärde <1 för mycelutbredning (skala 0–3 där 0=inget mycel). En stor del av dessa kloner hade även lågt medelvärde för lesionens utbredning (>7 på skala 1–9 där 9=ingen utbredning). Cirka 66 % av klonerna i K1 låg under 1 i mycelförekomst och 100 % hade en lesionsutbredning >7. I det jämförande försöket uppvisade samtliga kloner utom 02-2084 och 91-102 en mycelförekomst <1 i snitt. När det gäller lesionens utbredning hade klonerna 01-1224, 04-2214, 04-2640 och 91-102 värden <7.

Glykoalkaloider

För resultat av 2006–2008 års resultat se Lägesrapport (1) och (2). Av de totalt 38 genotyperna i 2009 års K1 valdes de 18 mest lovande ut och analyserades. Tre stycken innehöll halter över gränsvärdet. En av dem kasserades men två av dem gick trots detta vidare till 2010 års K2-försök eftersom de uppvisade god resistens mot bladmögel. I 2010 års analys visade det sig att de nu låg klart under gränsvärdet vilket visar på vikten av att analysera samma genotyper under flera år. Skillnaderna beror troligtvis på att halten glykoalkaloider kan öka då plantan/knöln utsätts för stress. Av de nio återstående genotyperna i 2010 års K2 hade nu ingen över det tillåtna gränsvärdet. Vid 2010 års analyser av nummersorterna i det jämförande försöket fick klonen 93-1015 höga värden. Detta har noterats även tidigare år. Även den bladmögelresistenta klonen 04-2085 visade sig ha halter över gränsvärdet. Bland 2010 års K1 erhöll 19 av de knappt 100 utvalda genotyperna halter över gränsvärdet. De som inte hade väldigt goda övriga egenskaper kasserades.

2) Kollektion av nya resistenskällor

Under sommaren 2008 uppförökades det vildmaterial som erhållits från Vivilov institutet och utgör nu stommen i en kollektion av vilda *Solanum*-släktingar som successivt byggts upp inom projektet.

Phytophthora infestans

I det inokuleringsstest som genomfördes 2008 visade det sig att alla fröplantor av *S. demissum* och *S. guerreroense* var mycket motståndskraftiga mot bladmögel. Hos accessioner av de andra arterna klöv resistensen i olika hög grad. Exempelvis uppvisade *S. acaule* och *S. papita* förhållandet 3 resistent:1 moderat resistent plus mottagliga plantor (Se i övrigt Lägesrapport (2)). Enstaka mycket resistent plantor identifierades även hos *S. berthaultii*, *S. neoantipoviczii* och *S. verrucosum*. I tester som tidigare utförts med isolat från Ryssland och Polen uppvisade dessa accessioner mycket högre resistensgrad än med det svenska isolatet vilket visar vikten av att evaluera med svenska patotyper som troligtvis är mer aggressiva.

Många av accessionerna klöv starkt för resistens mot brunröta när knölar infekterades med *P. infestans* hösten 2008. Resistent genotyper hittades hos *S. papita*, *S. ruiz-ceballosii*, *S. neoantipoviczii* och *S. anidgenum*. Förhållandet hos den sistnämnda var 1 resistent:2 moderat resistent:1 mottaglig vilket pekar på att resistensen här styrs av dominant gener. Även i arthybriden *S. neoantipoviczii* x *S. phureja* hittades flera motståndskraftiga genotyper. Av 18 undersökta fröplantor visade 14 stycken hög grad av resistens. Även arthybriderna *S. microdontum* x *S. tarijense*, *S. tuberosum* x *S. polytrichon* och (*S. vernei* x *S. phureja*) x *S. tuberosum* innehöll varierande antal fröplantor med knölar med hög resistens. Allt material av vildarter och arthybrider med godkänd resistensgrad för bladmögel alternativt brunröta har behållits i projektets kollektion för nya resistenskällor.

Glykoalkaloider

Glykoalkaloidhalten hos de 22 vilda accessioner som undersöktes 2008 varierade mellan 180 och 1700 mg/kg färskvikt. Detta visar vikten av att kontrollera glykoalkaloidhalten noggrant i avkomman efter korsningar med vildarter. Hybriden mellan *S. polytrichon* och *S. tuberosum* hade lägst halt.

3) Inkorporering av de nya resistenskällorna i moderna potatissorter

Inom släktet *Solanum* finns ca 2 000 olika arter. Det finns med andra ord en mycket stor genpool med vilda arter att ösa ur för att förbättra den odlade potatisen. Det har under årens lopp visats att resistensgener från vilda arter kan bidra med varaktig resistens (Hermanova, 2007). Av flera olika anledningar är dock många arter inte helt lätta att korsa med varandra. Ploiditalen varierar från diploid ($2n=24$) till hexaploid ($6n=72$) men mer än 70 % av arterna är diploida. Buso *et al.* (1999) rapporterade att material som erhålls i korsningar med diploida arter ofta är mer framgångsrikt än det som härstammar från tetraploider. Individuella kloner selekterade från $4x-2x$ populationer gav en väsentligt högre avkastning än vad de tetraploida föräldrasorterna kunde uppvisa.

Under 2009 utfördes ett stort antal korsningar som gav upphov till cirka 10 000 frön. Många av föräldrarna tillhörde vilda arter som utgör viktiga genkällor för olika värdefulla egenskaper. Målsättningen är att de resulterande hybriderna så småningom ska bidra till skapandet av genotyper med resistens mot ekonomiskt viktiga sjukdomar såsom *P. infestans* och virus kombinerat med tillfredsställande avkastning och knölkvalitet. Med hänsyn till de olika ploiditalen hos arterna/sorterna som användes lades stor vikt vid planeringen av hur de olika genotyperna skulle kombineras. Intraploida korsningar var olika kombinationer av $2x \times 2x$ respektive $4x \times 4x$. I dessa kombinationer användes $4x$ accessioner från *S. tuberosum* \times *S. tuberosum* och *S. tuberosum* \times *S. tuberosum* spp. *andigenum*. Dessutom användes sorterna Kiva, Ora, Rosamunda och Superb samt förädlingsklonerna 93-1015, 04-2081, 04-2385, 04-2662 och 04-3262. Även bladmögelsresistenta selektioner från den ryska sorten Aurora, selektioner från *S. tuberosum* spp. *andigenum* och de två interspecifika hybriderna *S. tuberosum* \times *S. phureja* och 01-12 H (tbr, adg och phu) från VIR användes. I $2x$ -kombinationerna ingick olika vilda och en odlad potatisart (*S. phureja*).

Korsningar med odlade sorter och arter

Antalet bär och frön från korsningar mellan olika accessioner av *S. tuberosum* och *S. tuberosum* spp. *andigenum* visas i Tabell 2. Reciproka korsningar visade att det har stor betydelse vilken genotyp som väljs som moder respektive fader. Kombinationen Ora \times 04-3262 gav t ex nästan dubbelt så många frön per bär när Ora användes som moder.

Flertalet frön från tio av de fungerande kombinationerna såddes och odlades i krukor i växthus under 2010 för produktion av miniknölar till utsäde för 2011 års K0. Detta är kombinationer som vi bedömer samtliga skall kunna innehålla genotyper med god potential att direkt kunna selekteras för ett flertal goda egenskaper såsom avkastning, utseende, smak och kokkvalitet. Eventuellt kan ytterligare korsningar med de arthybrider som togs fram under 2009 (se nedan) bli aktuella för ytterligare förbättring av resistensen mot exempelvis *P. infestans*.

Tabell 2. Frukt- och frösättning i fungerande korsningar med accessioner från *S. tuberosum* och *S. tuberosum* spp.*andigenum*. Kombinationer markerade med blått såddes 2010 för utsädesproduktion och selektion till 2011 års K0.

Moder	Fader	Antal bär	Antal frö per bär
04-3262	Ora	4	69
Ora	04-3262	1	120
04-2081	Kiva	3	110
04-2081	Ora	3	80
04-2662	Kiva	3	66
04-2662	Ora	2	48
04-2662	Superb	2	102
Ora	Superb	3	145
Rosamunda	04-3262	1	170
93-1015	Kiva	2	94
93-1015	Ora	1	120
adg 05-A3	Kiva	1	102
adg 05-A3	Superb	3	206
adg 05-A3	(tbr x phu)	1	150
01-12H	Superb	5	141
08-sel. Aurora	(tbr x phu)	1	49

Interspecifika korsningar

Korsningar utfördes i 64 olika kombinationer med 128 olika mödrar. Totalt pollinerades 366 blommor. Korsningar från 35 av kombinationerna (76 mödrar, 251 pollinerade blommor) resulterade inte i någon frukt/frösättning vilket visar på kompatibilitetsproblematiken vid hybridisering av potatis. Även kombinationer med accessioner med samma ploidinivå misslyckades i vissa fall. Exempelvis erhöles ingen fruktsättning då diploida *S. berthaultii* korsades med vare sig *S. kurtzianum*, *S. neoantipoviczii*, *S. neoantipoviczii* x *S. phureja* eller *S. microdontum* x *S. tarijense* (samliga diploida). Korsningar mellan föräldrar med olika ploidinivå gav högst antal frön per bär i reciproka korsningar mellan *S. neoantipoviczii* och *S. papita*. Bäst frösättning mellan föräldrar med samma ploidinivå erhöles när *S. ruiz-ceballosii* korsades med *S. berthaultii*. Fungerande kombinationer redovisas i Tabell 3.

Tabell 3. Frösättning i fungerande interspecifika korsningar gjorda 2009. Rödmarkerade kombinationer såddes och uppförades 2010. Delar av materialet utvärderades i labttester avseende resistens mot *P. infestans* i knölar och blad. Mycelltillväxt enligt skala 0–3 (0=ingen utbredning), lesionutbredning 0–9 (9=ingen utbredning) och bladinfektionen 0–9 (9=inga angrepp).

Moder	Fader	Antal bär	Antal frö per bär	Mycel/Lesion	Bladinfektion
Aurora	rcb	1	29		
dms	Superb	2	46		
dms	adg	3	34		
grr	Superb	1	40	0,4/5,6	9,0
grr	adg	7	54	1,1/6,5	9,0
ktz	adg	3	1	Inga knölar	5,0
nan	adg	8	2		
01-12H	ber	4	1		
93-1015	ber	7	2	0,2/6,7	5,7
93-1015	ktz	7	1	2,5/7,0	5,0
(phu x tbr)	ber	3	2		
(phu x tbr)	(mcd x tar)	3	1		9,0
(phu x tbr)	rcb	2	1		
phu	ber	3	75		
phu	(mcd x tar)	3	47		
phu	rcb	2	68		
(nan x phu)	phu	2	17		

pta	phu	12	49		
nan	ber	6	36	0,0/6,1	5,9
nan	ktz	7	8	0,0/6,7	9,0
nan	pta	10	101		9,0
nan	rcb	6	75	0,0/6,3	9,0
nan	(mcd x tar)	3	50	0,0/5,4	7,6
pta	ktz	7	33	1,0/5,1	8,5
pta	nan	9	75	0,0/5,9	9,0
rcb	ber	1	278	0,0/7,0	7,3
rcb	ktz	2	96	Inga knölar	5,0
dms	(mcd x tar)	7	30		
(mcd x tar)	ber	4	34		
(mcd x tar)	ktz	5	113		5,3

Våren 2010 såddes frön från flertalet av korsningarna för uppförökning samt test och selektion avseende resistens mot bladmögel/brunnröta. Fröna såddes i växthus, drogs upp till lämplig storlek och planterades därefter ut i bänkård.

Bladmögelresistenta 93-1015 har i testerna för resistens mot brunröta visat sig vara relativt mottaglig. Korsningar utfördes mellan 93-1015 och de brunröteresistenta arterna *S. berthaultii* och *S. kurzianum*. Vid labtest av resistensen uppvisade knölar från korsningen med *S. berthaultii* en klar förbättring (Tabell 3). Tyvärr kunde dock konstateras att resistensen mot bladmögel i medeltal hade försämrats jämfört med hos 93-1015 men enstaka individer hade värden på 7 (9=inga angrepp). Hybridpopulationen från *S. guerreroense* x Superb uppvisade klara förbättringar i bladmögelresistens jämfört med sorten Superb som är mycket känslig.

De bästa genotyperna sett ur resistenssynpunkt kommer att väljas ut och planteras 2011 för fortsatt utvärdering och användande i korsningar. De kommer också att bevaras i form av meristemplantor i vår *in vitro*-genbank för senare användning.

Korsningsarbetet fortsatte 2010 (Tabell 4), dock i mindre omfattning jämfört med 2009 eftersom mycket arbete framöver kommer att läggas på att utvärdera det stora antal fröplantor som 2009 års korsningar gett upphov till.

Tabell 4. Fungerande korsningskombinationer 2010 samt antal producerade bär och frön.

Moder	Fader	Antal bär	Antal frö
(mcd x tar) x ktz	Aurora	3	2
93-1015	rcb x ktz	3	3
93-1015	rcb x ktz	3	2
Aurora	nan x phu	8	20
Aurora	rcb	1	9
Bintje	rcb	1	2
Fontana	adg	2	80
grr x adg	rcb	1	2
grr x adg	(mcd x tar) x ktz	2	2
grr x adg	Rcb	1	3
grr x Superb	adg	8	403
Hybrid 01	rcb	5	7
Hybrid 01	(mcd x tar) x ktz	1	37
Maestro	adg	1	42
nan x (mcd x tar)	grr x adg	2	16
nan x pta	(mcd x tar) x ktz	4	100
Superb	rcb	1	1
tbr x phu	(mcd x tar) x ktz	1	12
tbr x plt	grr x Superb	3	51
tbr x plt	rcb	3	12
Udacza	(mcd x tar) x ktz	2	6

Samarbete

Under 2006 etablerades ett samarbete med övriga grupper som erhöll medel från SLF/FORMAS för bladmögelforskning i potatis. Detta samarbete fortsatte under hela projekttiden och den svenska bladmögelgruppen, som utgörs av forskare vid SLU i Alnarp och Ultuna träffas fortfarande regelbundet och utbyter material och forskningsresultat. Den del av gruppen som tidigare tillhörde Lunds Universitet har numera flyttat till Växtskyddsbiologi, SLU, Alnarp, vilket ytterligare har intensifierat samarbetet oss emellan.

Under senare delen av 2007 etablerades ett samarbete med Dr Nadezhda Zoteyeva vid Genetic Department of N.I. Vavilov Institute of Plant Industry, St. Petersburg, Ryssland. Dr zoteyeva har tidigare studerat resistens mot *P. infestans*, virus X och Y samt koloradoskalbagge i ett stort antal vilda potatisarter (Zoteyeva, 2004). Dr Zoteyeva har ställt sin mycket värdefulla arbetskollektion av vilda potatissläktingar till projektets förfogande och arbetat som gästforskare tillsammans med både Kerstin Olsson och Ulrika Carlson-Nilsson under ett flertal perioder.

RESULTATFÖRMEDLING OCH PUBLIKATIONER

Inga ytterligare publikationer har tillkommit sedan Lägesrapporterna.

Förutom det som angetts i lägesrapporten avseende 2007-09-01 till 2008-12-31 har följande resultatförmedling gjorts;

- Ulrika Carlson-Nilsson har redovisat växtförädlingsprogrammet och resultat därifrån vid ett möte anordnat av SLU, Alnarp, Växtskyddsbiologi, på initiativ av potatis- och betodlarorganisationerna samt rådgivare på Hushållningssällskapet 19/10 2010
- Ulrika Carlson-Nilsson och gästforskare Nadezda Zoteyeva har presenterat poster och artikel (Crossability of wild potato species and advanced breeding lines resistant to late blight) vid EuroBlight Workshop i Arras, Frankrike, maj 2010
- Ulrika Carlson-Nilsson och Nadezda Zoteyeva kommer att presentera två posters och artiklar (1) Tuber formation in progenies derived from two short-day dependent Mexican potato species resistant to *Phytophthora infestans* och 2) Resistance to *Phytophthora infestans* in eleven interspecific potato hybrids) vid The 18th Triennial Conference of the European Association for Potato Research i Oulu, Finland, juli 2011
- Ulrika Carlson-Nilsson och doktorand Firuz Odilbekov kommer att presentera poster och artikel (Early blight resistance in potato germplasm) vid ovanstående konferens

REFERENSER

- Andersson, B., 2006. Hur studeras patogenen? Inlägg vid SLF:s sem. "Ska potatisbladmögel bestämma hur vi äter i framtiden?", Stockholm, 31 mars.
- Buso, J.A., Boiteux, L.S. & Peloquin, S.J. 1999. Multitrait selection system using populations with a small number of interploid (4x-2x) hybrid seedlings in potato: degree of high-parent heterosis for yield and frequency of clones combining quantitative agronomic traits. Theor. Appl. Genet. 99:81-91.
- Danielsson, L. 2003. Många prövar sortlistans nyheter. Potatis & Grönsaker. 4:16-19.
- Hermanova, V., Barta, J. & Curn, V., 2007. Wild potato species: characterization and biological potential for potato breeding. Czech. L. Genet. Plant Breed. 43(3):83-81.
- Wale, S., Platt, H.W. & Cattlin, N., 2008. Diseases, Pests and Disorders of Potatoes. Manson Publishing Ltd. London, UK.
- Zoteyeva, N., 1986. Sources of resistance to *Phytophthora infestans* (Mont. De Bary) in wild and cultivated potato species. PhD Thesis. L. VIR. P.16.
- Zoteyeva, N., Chrzanowska, M., Evstratova, L., Fasulati, S. & Yusupov, T. 2004. Resistance in wild potato species to diseases and pests, Catalog of VIR collection, St. Petersburg.