

Förädlingsverksamhet vid Institutionen för växtförädling, SLU

Anders Carlsson. Professor/ Prefekt, Inst. för växtförädling, SLU Alnarp

SUF Årsmöte, 3 juni 2022

Sammanfattning

- Många olika grödor
- Tempererat, Sub-tropisk, och Tropiskt klimat
- Mål (några exempel)
 - Analys av genetisk diversitet
 - Framtagning/ utveckling av förädlingsverktyg (t.ex. molekylära markörer)
 - Utveckling av förädlingsmetoder t.ex. genomisk selektion
 - Utveckling av molekylära metoder t.ex. genomeditering, Crispr-Cas



Exempel på VF projekt med utvecklingslandsfokus

(finansiering främst SIDA och VR utveckling)

Ethiopia and Tanzania

Guizotia		Addis Ababa Univ (AAU), Etiopien
Finger millet		AAU
Durum Vete		AAU
Sorghum		AAU
Etiopisk senap (<i>Brassica carinata</i>)		AAU
Kaffe		Etiopien
Banan		Tanzania
Plantan		Tanzania
Avokado		Tanzania
Durum Vete		Etiopien (AAU)



Exempel på VF projekt med utvecklingslandsfokus

(finansiering främst SIDA och VR utveckling)

Bangladesh, Sudan, Senegal, Zambia

Vete	Blast	Bangladesh
Vete	Blast	New application for Zambia
Durum Wheat		Senegal river basin
Sesam	Diversity Studies	Sudan
Pearl Millet	Abiotic/biotic stress	Sudan
Sorghum	Abiotic/biotic stress	Sudan



Exempel på VF projekt med finansiering från SLU Grogrund

<https://www.slu.se/centrumbildningar-och-projekt/grogrund/>

Gröda	Målsättning	Samarbetspartners
Vete	Klimatsmart	Lantmännen, Lilla Harrie Valskvarn
Vete, Havre	Lågt kadmiumupptag	Lantmännen
Vete, sockerbeta	Genomeditering i livsmedelsgrödor	Lantmännen, MariboHilleshög
Vete, Sockerbeta	Metoder för automatiserad fenotypning	Lantmännen, MariboHilleshög
Sockerbeta, ärtor och höstvetes	Kostnadseffektiv genomisk selektion	MariboHilleshög, Findus, Lantmännen

Exempel på VF projekt med finansiering från SLU Grogrund

Gröda	Målsättning	Samarbetspartners
Rödklöver	Genomisk selektion i rödklöver	Lantmännen, Hushållnings-sällskapet Sjuhärad, Lantbrukarnas Riksförbund
Rybs	Nytt förädlingsmaterial och molekylära verktyg	Jerrestad Agro och Hushållningssällskapet Västerbotten/Norrbotten
Raps	Rapskakans kvalitet	Lunds Universitet, Lantmännen och Gunnarshögs Gård AB
Åkerböna	Initiering av förädlingsprogram	Lantmännen, Lyckeby, Kalmar Ölands Trädgårdsprodukter
Ärta (foderärt, kokärt (gulärt, fältärt) och industriärt)	Nytt förädlingsprogram	Lantmännen, Foodhills, Kalmar Ölands



SLU Grogrund 2020-2024

ÄRTAN

-garantin för framtidens gröna protein



KALMAR - ÖLANDS
TRÄDGÅRDSPRODUKTER



Lyckeby

Projektkoordinator Cecilia Hammenhag (PhD), Institutionen för
växtförädling SLU

MÖTER EFTERFRÅGAN PÅ GRÖNA PROTEINER

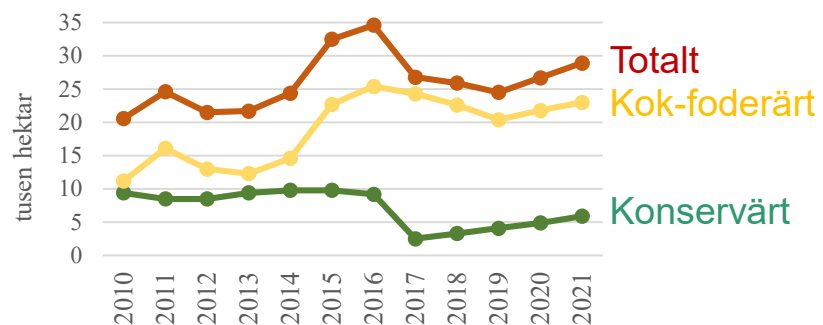
Ärtbrist i mataffären!



Få baserad på svensk råvara

Ärtans tid är nu!

Ärtodling Sverige år 2010-2021



Sorter ej anpassade för humankonsumtion och framtidens klimat



VISION

SKAPA FÖRUTSÄTTNINGAR

NYA ÄRTSORTER

SVENSKA ODLINGSFÖRHÅLLANDEN

ÖKAD AVKASTNING

KLIMATSÄKRAD KVALITET



PROJEKTAKTIVITETER

Lantmännen



FÖRÄDLING

material



ÄRTKOLLEKTION (300 typer)

utvärdering



Kokbarhet

Protein,
antinutrierter



RÅVARUKVALITET

data



Fält



Biotron

utvärdering



ABIOTISK STRESS



KARTLÄGGA DNA



Torka Vattenmättnad

Önskelistan

Definierad mognadstid

Klarar torka/vatten

Upprätt växtsätt

Hög sockerhalt

STOR GENETISK VARIATION = STORA MÖJLIGHETER



Åkerböna

För mat och foder



 Lantmännen



KALMAR - ÖLANDS
TRÄDGÅRDSPRODUKTER

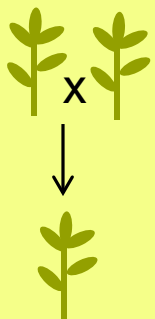


Lyckeby
(Sveriges
Stärkelseproducenter)

Projektkoordinator Åsa Grimberg (PhD) , Institutionen för
växtförädling SLU

Projekttaktiviteter

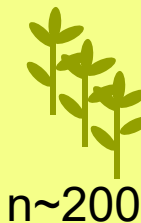
WP1. Utveckling av
förädlingsprogram



WP2.
Genotypsamling av
åkerböna



WP3. Fenotypning av
genotypsamling i fält,
frökvalitetsanalyser



WP4. Genotypning
och utveckling av
genomiska
förädlingsverktyg
(GWAS)



WP5. Molekylära
studier av
fröegenskaper i
livsmedelsperspektiv



WP6.
Kommunikation/
Outreach



WP1. Förädlingsprogram, Lantmännen

- Korsningar görs initialt mellan kommersiellt tillgängliga sorter
- Senare kan även annat växtmaterial introduceras i programmet



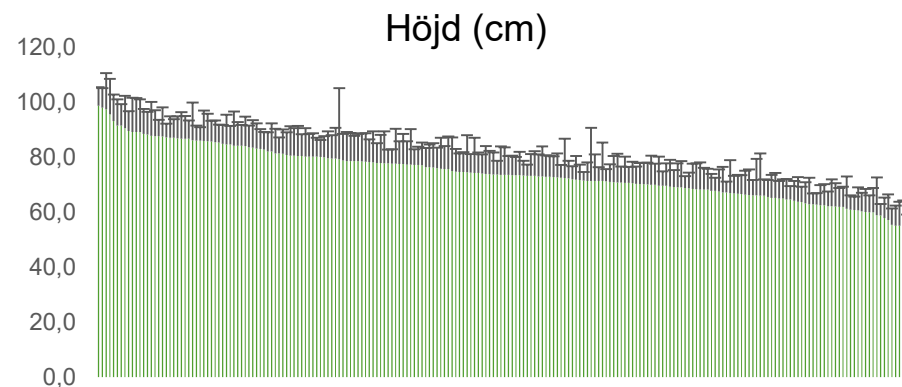
WP leaders: Alf Ceplitis, Diana Bengtsson,
Lantmännen



WP2. Karakterisering av genotypsamlingen i fältförsök 2021, 2022 (n=220)

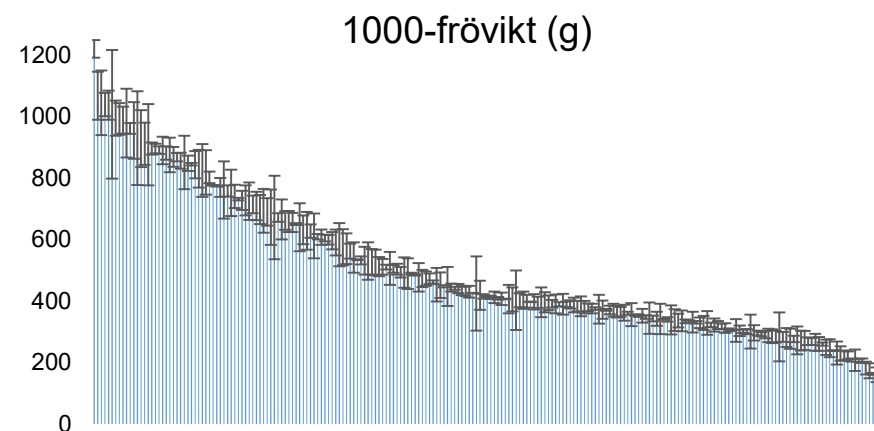
Agronomiska egenskaper

- Växtsätt
- Blomfärg
- Höjd
- Tidighet
- Sjukdoms- och insektsangrepp
- Frön per planta

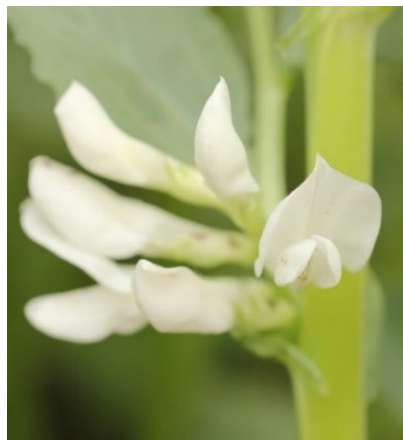


Frökvalitet

- Storlek, vikt, färg, form
- Skaltjocklek
- Proteinhalt
- Stärkelsehalt och kvalitet (kokbarhet)
- Oljehalt och kvalitet
- Convicin/vicine-halt
- Tanninhalt



WP3. Stor genetisk diversitet tillgänglig i *Vicia faba*



(Foto Hannah Ohm, Åsa Grimberg, Anna Nieto Esteve)

ÄPPLE

Uppdaterat SLU förädlingsprogram

Förädlare Kimmo Rumpunen (Doc.), Institutionen för växtförädling
SLU

Vilken typ av äpple efterfrågas?

- Nya dessertäppelsorter
- Nya cideräppelsorter
- Äppelsorter för de norra delarna av Sverige
- Nya grundstammar

Vision



Foto: Viktor Wrange

Nya äppelsorter?

- Motståndskraft mot olika sjukdomar: kräfta, lagringssjukdomar
- God lagringsduglighet
- God hårdighet
- Sen blomning
- Frosttolerans i blomning
- Sensoriska aspekter och produktkvalitetsaspekter
- Olika typer av äppelkvalitet för olika typer av produkter



Foto: Helena Persson Hovmalm



Foto: Helena Persson Hovmalm



Foto: Jenny Svénnås-Gillner

Vad krävs?

- Utveckling och implementering av sortutvecklingsmetoder som minskar generationstiderna och därmed påskyndar sortframställningen
- Samverkan över hela landet kring utvärdering av växtmaterial i regelrätta sortförsök
- Selektion och utvärdering i relevanta odlingssystem under tillräckligt lång tid
- Möjlighet att ta tillvara växtmaterial som har potential inom särskilda nischområden
- Sortprovning i samarbete med näringen



Vad behövs för att nå målen?

- Kontinuitet oavsett vilken satsning som görs
- Långsiktig finansiering av selektionsförädlingen
- Årliga pengar till forskningspopulationer, dvs pengar för att bygga upp och underhålla det forskningsmaterial som planteras i Alnarp
- För förädling av industrifrukt behövs en stark efterfrågan från industrin, förädling och utvärdering bör genomföras i samarbete med industripartner(s)



Nytt upplägg för SLUs framtida äppleförädlingsprogram

- Minskat antal korsningar, med fokus på hård selektion tidigt i urvalsprocessen
- Ökat fokus på systematiskt insamlande av data, samt analys av densamma (genotyp och fenotyp)
- Långsiktigt korsningsarbete (“pre-breeding”) som komplement till selektionsförädlingen, t.ex. för att förbättra föräldrapoolen



Genbank för förädlingmaterial

“Föräldrapoolen” ~300 sorter, med plats för viss framtida expansion, 2-3 träd av varje sort, att använda till korsningsarbete

Kollektion för insamling av fenotypdata

~200 sorter i randomiserad blockdesign, visst utrymme lämnas för att kunna komplettera med ytterligare genotyper

Pre-breeding material

Diverse populationer
M.siversii-hybrider



Foto: Viktor Wrange

Tre delprojekt

”Huvudmannaskap för äppleförädling”

Anders Nilsson

”Härdiga must- och cideräppelsorter”

Kimmo Rumpunen

”Accelererad och kostnadseffektiv sortutveckling
genom genombaserad växtförädling”

Larisa Gustavsson



Huvudmannaskap för äppleförädling

Bakgrund

- Frågan om huvudmannaskapet för förädlingsprogrammet har varit i behov av en genomlysning

Mål

- Utredning av vilka möjligheter som finns för huvudmannaskapet för förädlingsprogrammet.
 - Huvudmannaskapet rekommenderas ligga kvar hos SLU.



Härdiga must- och cideräppelsorter

Bakgrund

- En växande och entreprenörs driven ciderindustri i Sverige.
- Odlingssvärda äppelsorter för ciderproduktion efterfrågas.
 - Dessertäpplen saknar tanniner, som behövs för traditionell cidertillverkning.
 - De flesta cideräppelsorter är mindre lämpade för svensk odling.



Bild: www.systembolaget.se

Härdiga must- och cideräppelsorter

Mål

- Utvärdera ett urval av befintliga sorter fenotypiskt.
- Göra nya korsningar, och screena befintliga populationer.
 - Odlingsvärda befintliga sorter och lovande selektioner har identifierats.
 - Nytt material har tagits fram genom korsningar.



Accelererad och kostnadseffektiv sortutveckling genom genombaserad växtförädling

Bakgrund

- Förädlingsprogrammet är idag fenotypbaserat, vilket gör att det tar lång tid innan de första selektionerna kan göras.
- Stora tekniska framsteg har gjorts inom äpplegenomiken det senaste decenniet, genom internationella samarbetsprojekt.
 - Genomikbaserad förädling kan bidra till en effektivare växtförädling, men också starkt bidra till SLU's kärnverksamhet.



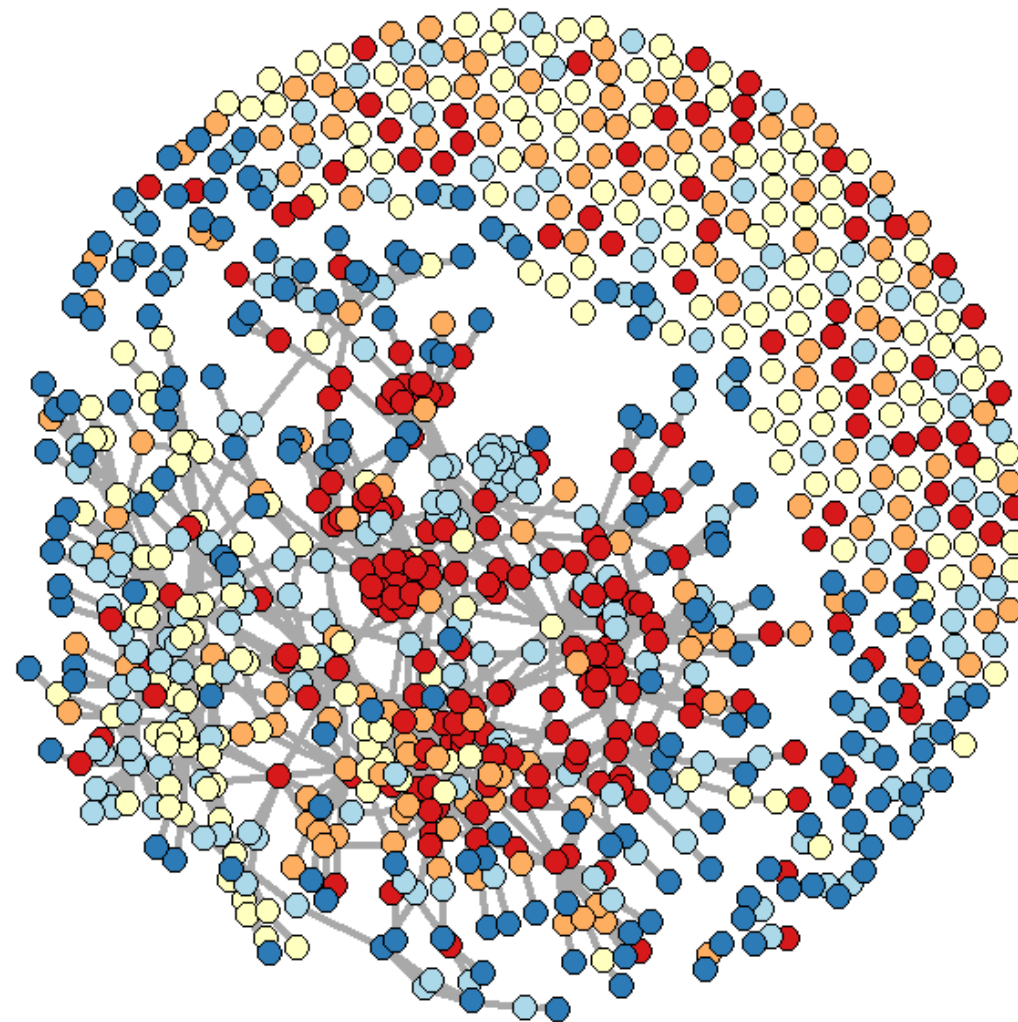
Accelererad och kostnadseffektiv sortutveckling genom genombaserad växtförädling

Mål

- Etablera infrastruktur för genombaserad växtförädling i äpple.
 - Bygga upp kompetens på området.
 - Kurera genbanksmaterial.
 - Identifiera nya QTL-regioner för relevanta egenskaper.
 - Validera publicerade QTL-regioner för den lokala genpoolen.



Accelererad och kostnadseffektiv sortutveckling genom genombaserad växtförädling



Figur 2. Nätverksplot av släktskap bland svenska kulturarvssorter och förädlingsmaterial. Varje punkt är en unik genotyp, streck anger förälder-barn förhållande. Röd = Balsgård; Orange = Extern; Beige = Kulturarv; Ljusblå = Nordisk; Mörkblå = Förälder från litteratur eller samarbetsparter, ej genotypad inom projektet.



Accelererad och kostnadseffektiv sortutveckling genom genombaserad växtförädling

Klimatanpassning

- Invintring
 - Höstsenescens
- Medel från KSLA för att bättre förstå den genetisk bakgrunden till historisk klimatanpassning



*Figur 4. Foto taget i den Centrala samlingen den 9:e Novemeber, 2020. Vänster: 'Tersmeden', Höger: 'Särsö'
Foto: Jonas Skytte af Sättra*



Organisation framtida sortutveckling av äpple

- Växtförädlare på 25% (docent Kimmor Rumpunen) som leder etablering och utveckling av sortutvecklingsprogram
- Chefen för avd för växtförädling fastlägger inriktning och mål för sortutvecklingsprogrammet
- Gruppen för sortutveckling av äpple (vetenskaplig referensgrupp), kompetens vid institutionen såväl som SLU i stort tas tillvara
- Rådet för sortutveckling av äpple, medlemmar från SLU, näringslivet och andra aktörer i samhället



Potatis

SLUs förädlingsprogram

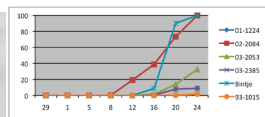
Projektkoordinator Rodomiro Ortiz (Prof.), Institutionen för växtförädling, SLU

Fredrik Reslow (förädling), Institutionen för växtförädling SLU

Svensk potatisförädling, bedrivs vid Institutionen för växtförädling, SLU



Potatismångfald från Anderna



Förädling mot potatisbladmögel



Ny potatishybrider med önskade egenskaper

Förädlingsprofil

Nya potatis sorter, speciellt med resistens mot potatisbladmögel och brunröta, lämpade för odling i Sverige på grund av hög skörd och knolkvalitet

Grund

Oomyceten angriper bladverket (potatisbladmögel) och kan även spridas till potatis (brunröta). effektiv värdväxtresistens som alternativ till fungicider för att minimera attacker

Mean ($\pm$ standard error) of best linear unbiased predictors (BLUPs) of potato tuber yield (kg in 10-plant plot using square lattice designs with two reps) and starch content (%), estimated based on specific gravity recording using weight in air and under water) in SLU's Svensk potatisförädling breeding clones and available cultivars for farm planting in Sverige

Site	N	Tuber yield (TY)	Tuber weight per size grading (%)				Flesh's starch (FS)	Stress lost (%)	
			< 40	40 – 50	50 – 60	> 60		TY	FS
Helgegården	169	10.98 $\pm$ 0.21	6	26	38	30	15.00 $\pm$ 0.19		
Mosslunda (late blight)	169	7.75 $\pm$ 0.29	10	31	32	26	12.17 $\pm$ 0.18	-29.42	-18.67
Umeå (day length)	169	6.92 $\pm$ 0.12	21	41	26	12	10.27 $\pm$ 0.17	-36.98	-31.53

Public potato breeding progress for the Nordic Region of Europe: evidence from multisite testing of selected breeding clones and available released cultivars

Fredrik Reslow^a, Ulrika Carlson-Nilsson^{a,b}, José Crossa ^{c,d}, Jaime Cuevas^e and Rodomiro Ortiz ^a

ABSTRACT

The breeding of new cultivars is a powerful approach to increase both the quantity and quality of potato harvest per land unit. The aim of this research was to determine using multi-site testing the progress made by the genetic enhancement of potato in Sweden in the last 1.5 decades by comparing advanced breeding clones (T₄ upwards) bred in Sweden (Svensk potatisförädling hereafter) *versus* available released cultivars in Europe and grown in its Nordic Region. The multi-site testing results show that potato breeding based in Scandinavia offers to the growers of the Nordic Region of Europe cultivars for prevailing farming environments and end-user needs rather than relying, as happens today in the market, on foreign cultivars. These cultivars bred elsewhere are not always very suitable for the challenging Nordic agroecosystems, as shown by the results of the multi-site testing herein. Such an approach on relying on foreign cultivars may be advocated for not funding potato breeding in, and for Fennoscandia by those ignoring the results shown by this research.

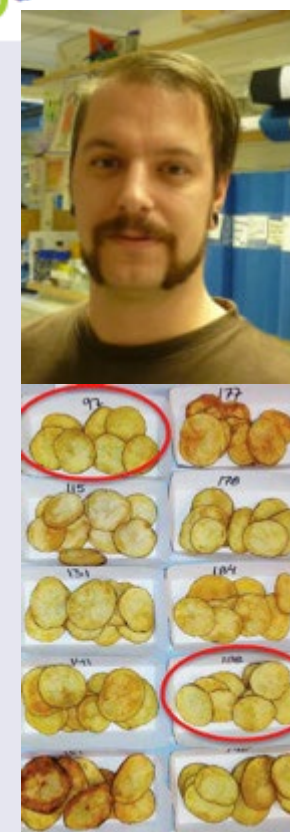


Table 1. Testing the germplasm bred, along with checks (C) across testing sites in Scandinavia according to their best linear unbiased predictors (BLUPs) for total tuber yield (kg in 10-plant plot^{−1}).

Breeding Clone or Released Cultivar	Generation (Pedigree), Crossing or Country Release Year	Tuber Yield	Weight within Each Tuber Size (kg)				Tuber Flesh's Starch (%)	AUDPC ^z
			<40 mm	40–50 mm	50–60 mm	>60 mm		
‘Connect’ (C)	YP 98-3 × ‘Satina’ The Netherlands 2012	16.22	0.58	2.31	4.19	8.68	11.99	120.99
SLU 1402009	T ₅ [(04-3262 × ‘Ora’) × ‘Satina’]	16.13	0.30	2.02	3.65	10.87	13.32	95.63
SW 0101011	T ₈ (93-1015 × ‘Vivaldi’)	15.31	0.38	2.80	4.02	8.92	12.26	189.74
2-IV-4	T ₆ [(grr × ‘Superb’) × MPI50.140.5)]	15.18	1.21	4.21	4.50	3.10	11.23	148.64
SLU-SW 0502047	T ₉ (‘Superb’ × ‘Fakse’)	15.15	0.42	2.87	5.01	6.01	8.98	137.02
→ SLU 1314015	T ₆ (D09 1:2 1701 × ‘Carolus’)	15.10	0.40	2.40	3.90	8.69	13.80	99.16
‘Galactica’	‘Torridon’ × ‘Picasso’ Ireland 2003	13.79	0.46	2.75	4.11	6.80	12.14	162.32
SW 0003022	T ₈ (93-1015 × 93-1081)	13.65	0.44	2.45	3.80	7.57	11.88	185.66
‘Linda’	‘Clivia’ × ‘Hansa’ Germany 1974	13.24	1.57	3.94	3.30	1.85	12.52	268.41
SLU 1414011	T ₅ (C08II69 × ‘Sarpö Mira’)	13.15	0.74	2.82	3.57	5.12	8.80	207.54
‘Maestro’	‘Agria’ × G81TT155.1 France 2001	13.14	0.36	2.69	3.88	6.70	11.37	222.88
‘Carolus’(C)	‘Agria’ × AR 00- 94-17 The Netherlands 2012	11.95	0.61	3.18	3.87	3.68	13.26	157.73
‘Solist’(C)	Unknown Germany 1999	9.56	0.31	3.22	4.05	1.57	11.08	289.33
‘Bintje’ (C)	‘Munstersen’ × ‘Jaune D’or’ The Netherlands 1910	8.60	0.78	3.12	2.41	0.96	13.06	290.37
‘King Edward’ (C)	‘Magnum Bonum’ × ‘Beauty of Hebron’ Great Britain 1900	8.55	0.62	2.95	2.91	1.70	14.07	272.61
Trials’ grand mean		9.36	0.72	2.66	2.80	2.62	12.49	234.24
LSD _{0.05}		3.69	0.63	1.21	1.47	2.65	1.55	40.33
Coefficient of variation (%)		17.94	41.07	26.68	29.74	47.88	6.04	8.65

^z Area under disease progress curve due to oomycete *Phytophthora infestans* causing late blight.



Annual genetic gains (%) based on best linear unbiased predictors in EU potato breeding [1800s – 2019] as measured in high yield potential site at Helgegården, Skåne, Sverige during 2020 (using an incomplete block design with two replications of 10-plant plots under fungicide treatment)

Breeding clone or released cultivar	Number of cultivars	Tuber yield	Tuber size				Flesh's starch
			< 40	40 – 50	50 – 60	> 60	
EU at large	114	0.216 **	-0.435 **	-0.062 NS	0.259 **	0.550 **	-0.111 **
France	14	0.291 **	-0.625 *	0.061 NS	0.399 **	0.591 NS	-0.153 **
Germany	43	0.205 NS	-1.248 **	-0.386 NS	0.447 NS	0.843 NS	-0.322 **
Great Britain	14	0.034 NS	-0.034 NS	-0.119 NS	-0.112 NS	0.394 NS	-0.110 NS
The Netherlands	32	0.137 NS	-0.187 NS	-0.228 NS	0.063 NS	0.534 NS	-0.107 NS

**** , * and NS indicate significant slope (trait on year of release) at $P \leq 0.01$ or $P \leq 0.05$, and non-significant at $P > 0.05$, resp.**



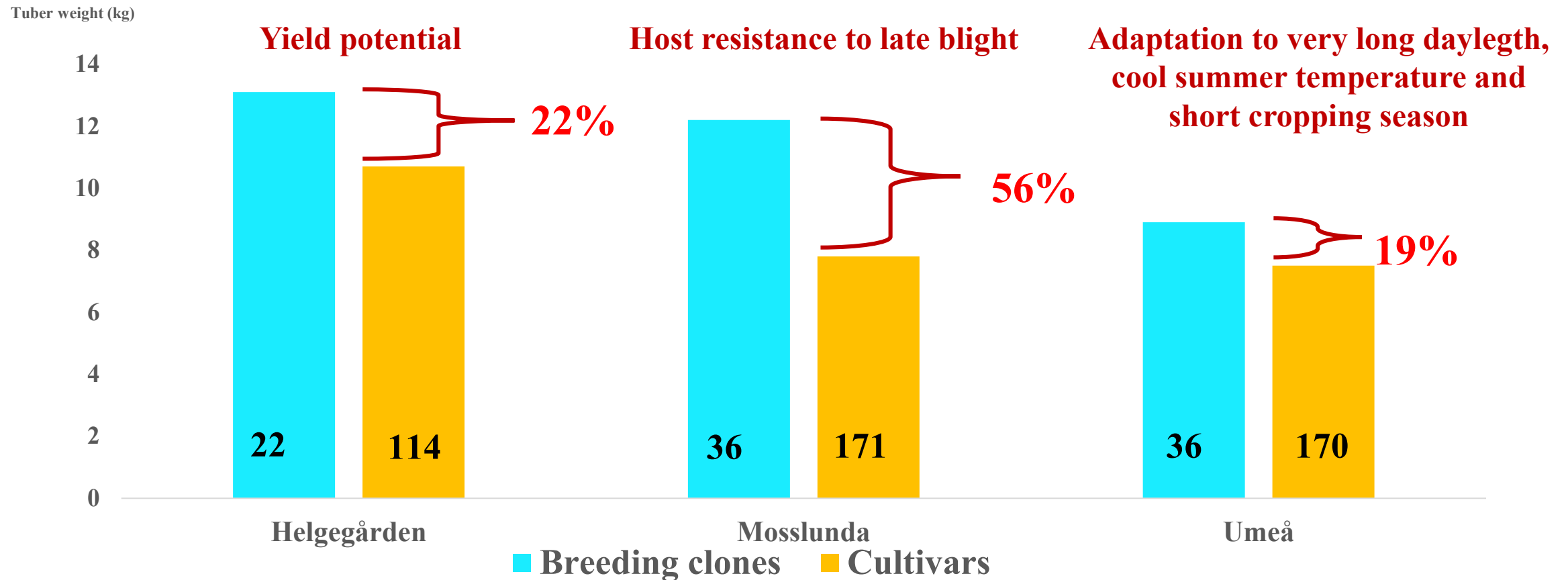
National tuber yields at harvest (hg ha⁻¹) in Sweden 1961–2019

National annual productivity gains for potato grown in Sweden were on average 0.7% in the last 60 years, and breeding (thru mostly the use of released cultivars in Europe) contributed only about 1/3 of it



Source: FAOSTATS (2021)

Total tuber weight (10-plant plot) of breeding clones (blue bar) versus released EU potato cultivars (orange bar) at three testing sites in Sweden. Numbers within each bar are the total number of breeding clones or released cultivars, while percentages after the braces indicate the average differences between them in each testing site



(Source: Reslow et al. 2022)