

A large photograph of a field of purple clover flowers in bloom, with green leaves and stems. The background is a clear blue sky. The image is partially obscured by a white box in the top left and a green diagonal line at the bottom.

SLU Grogrunds årsrapport 2020

Växtförädling för en hållbar och klimatsmart livsmedelsproduktion
i samverkan med näring och samhälle

SLU Grogrunds årsrapport 2020

Utgivningsår: 2021, Alnarp

Utgivare: SLU Grogrund, fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet

SLU ID: SLU.Itv.2021.4.6-315

Foto porträtt sid 3 och 16: Johanna Norin, Jenny Svennås-Gillner, Johan Gunseus och Gun Bernes

Text: Lisa Beste, SLU

Layout: Frida Karlsson, Advant

Omslagsfoto: Desirée Börjesdotter, rödklöver, *Trifolium pratense*

Tryck: SLU Alnarp repro



Lena Åsheim, styrgruppens ordförande

” Växtförädlingen bidrar kraftfullt till en växande, hållbar och lönsam produktion av livsmedel i Sverige.

Det är SLU Grogrunds vision, och den visar att här behövs toppkompetens, kunskap, engagemang och marknadsförankring. Vi är på god väg.

SLU Grogrund har fyllt tre år och vårt innovationsprogram har en spännande portfölj av projekt och utbildningsinsatser som på olika sätt med tiden kommer att leda till att visionen uppfylls.

SLU Grogrund har en stabil finansiering där den statliga delen är omistlig. Företagens andel är stor, men det är oerhört viktigt att det offentliga visar vägen och står bakom betydelsen av svensk växtförädling för framtiden. Tack vare det vågar företagen investera och anställa.

Livsmedelsgrödor är vår huvudfåra men i praktiken levererar den här produktionen mervärden även utanför livsmedelskedjan. Ofta går sidoströmmar till energisektorn och till den delen av jordbruket som producerar miljö- och klimatnytta, biologisk mångfald och "jordhälsa". Konkurrenskraftiga och mångsidiga jordbruks- och trädgårdsföretag tillgodoser många viktiga behov. SLU Grogrund ska göra det svenska jordbruket starkare. ”



Eva Johansson, programchef

” År 2020 – ett alldeles ovanligt år som vi nog kommer att komma ihåg för alltid – pandemiåret. När pandemin började satt vi och funderade på om det skulle vara över på två veckor, en månad eller ta längre tid.

När kriserna duggar tätt – torka, människor tvingas på flykt, covid-19 – blir behovet av SLU Grogrund allt tydligare. Möjligheterna att kunna odla och försörja en befolkning med mat, trots en osäker omvärld blir påtagligt viktiga. För mig som programchef för SLU Grogrund, märks behoven i form av en fortsatt ström av projektidéer som ramlar in - där akademi, näringsliv och samhälle enats om ansatserna. Våra projekt tar fram intressanta resultat och utvecklar nya metoder som kommer att bidra och i vissa fall redan bidrar till en framgångsrik växtförädling. Vi ser ett ökat antal studenter på våra växtförädlingsinriktade kurser och program – människor som sedan också får relevanta jobb i samhället.

Jag ser fram emot att så småningom se de nya sorterna och grödorna från SLU Grogrund på åkrarna i Sverige. Trots att många nya tekniker som snabbar på processen etablerats tack vare programmet, så är ju växtförädling fortfarande en långsiktig verksamhet som alltid gör avsevärd skillnad i framtiden. ”

Innehåll

SLU Grogrund – centrum för växtförädling av livsmedelsgrödor	5
Våra projekt	7
SLU Grogrunds nya projekt 2020	10
Förbättring av rapskakans kvalitet för högvärdiga foder och livsmedelsändamål	10
HeRo – Healthy Roots: Utveckling av verktyg för urval av sorter med fokus på rotsystemet	10
Kostnadseffektiv genomisk selektion	10
Växtförädling som optimerar grödors interaktion med mikroorganismer, för bättre försvar mot sjukdomar, större skördar och minskad användning av kemiska växtskyddsmedel	11
Ärtan – garantin för framtidens gröna protein	11
Milstolpar och uppnådda resultat 2020	12
Växtmaterial	12
Metodutveckling och nya kunskaper	14
Forskare, företag och samhälle i samverkan	16
Vad betyder SLU Grogrund för ...	16
... SLU som universitet?	16
... lantbruksföretagaren?	16
... offentlig sektor?	16
Nya växtförädlingsmetoder för en mer hållbar och lönsam vallodling i hela Sverige	17
Förädling baserad på genomik	19
Bättre vall med robust rödklöver	19
En grogrund för nya generationer växtförädlare	20
Vetenskapligt granskade artiklar	22
Examensarbeten	22
Populärvetenskapliga publikationer	22
Intervjuer och presentationer i media	22
Publikationer och publicitet	22
Vetenskapliga presentationer	23
Populärvetenskapliga presentationer	23

SLU Grogrund – centrum för växtförädling av livsmedelsgrödor

SLU Grogrund är ett nationellt kompetenscentrum för växtförädling som ska säkerställa tillgången till nya växtsorter anpassade för svenska odlingsförhållanden och bidra till en ökad hållbar livsmedelsproduktion i hela Sverige.

Centret startade 2018 och under 2020 bestod projektportföljen av sammanlagt 17 forsknings-, utvecklings- och innovationsprojekt som handlar om växtförädling av livsmedelsgrödor, nya produkter, teknikutveckling och kompetensuppbyggnad. I projekten samarbetar forskare från akademien med aktörer från livsmedelsnäringen, jordbrukssektorn och samhället.

Målet är att utveckla livsmedelsgrödor för svensk trädgårds- och jordbruksnäring, som möter de utmaningar, krav och önskemål som produktionen står inför, så som en växande befolkning, klimatförändringar och nya trender bland konsumenterna.

Genom att samla akademi och näringsliv utnyttjar SLU Grogrund befintlig utrustning och kompetens för att ta fram ny kunskap och kompetens och bidra till att öka den inhemska matproduktionen och självförsörjningen. I linje med den svenska livsmedelsstrategin ska centret säkra tillgången till växtsorter för en hållbar och konkurrenskraftig jordbruks- och trädgårdsproduktion i hela Sverige. Det sker genom utveckling av innovativa metoder och produkter, som möjliggör en cirkulär och biobaserad tillväxt.

SLU Grogrund är ett av Sveriges lantbruksuniversitetets (SLU:s) särskilda uppdrag från regeringen. Det är ett centrum organisatoriskt placerat direkt under fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap vid SLU i Alnarp.



Ärt, Pisum sativum, en proteinrik gröda som ingår i SLU Grogrund's växtförädlingsprojekt.

FOTO: ANNA INGESDOTTER

Våra projekt



Accelererad och kostnadseffektiv sortutveckling genom genombaserad växtförädling

PROJEKTKOORDINATOR

Larisa Gustavsson, inst. för växtförädling, SLU
larisa.gustavsson@slu.se, 040-41 51 63

DELTAGANDE ORGANISATIONER:

SLU och Äppelriket Österlen



Framtidens åkerböna för mat och foder

PROJEKTKOORDINATOR

Åsa Grimberg, inst. för växtförädling, SLU
asa.grimberg@slu.se, 040-41 55 41

DELTAGANDE ORGANISATIONER:

SLU, Kalmar Ölands Trädgårdsprodukter, Lantmännen och Sveriges Stärkelseproducenter



Förbättring av rapskakans kvalitet för högvärdiga foder och livsmedelsändamål

PROJEKTKOORDINATOR

Li-Hua Zhu, inst. för växtförädling, SLU
li-hua.zhu@slu.se, 040-41 53 73

DELTAGANDE ORGANISATIONER:

SLU, Gunnarhögs Gård AB, Lantmännen och Lunds Universitet



Genomisk selektion i rödklöver

PROJEKTKOORDINATOR

Mulatu Geleta Dida, inst. för växtförädling, SLU
mulatu.geleta.dida@slu.se, 040-41 55 93

DELTAGANDE ORGANISATIONER:

SLU, Hushållningssällskapet Sjuhärad, Lantmännen och LRF



HeRo – Healthy Roots: Utveckling av verktyg för urval av sorter med fokus på rotsystemet

PROJEKTKOORDINATOR

Martin Weih, inst. för växtproduktionsekologi, SLU
martin.weih@slu.se, 018-67 25 43

DELTAGANDE ORGANISATIONER:

SLU och Lantmännen



Härdiga must- och cideräpplesorter

PROJEKTKOORDINATOR

Kimmo Rumpunen, inst. för växtförädling, SLU
kimmo.rumpunen@slu.se, 044-26 58 33

DELTAGANDE ORGANISATIONER:

SLU, Ekofrukt/Livsträdgården Svinaberga, Herrljunga Musteri AB, Kiviks Musteri AB, Stora Juleboda Gård, Svenska Musterier och Äppelriket Österlen



Klimatstabil vete: Förädling av robust och högkvalitativt vete för ökad livsmedelsförsörjning

PROJEKTKOORDINATOR

Ramune Kuktaite, inst. för växtförädling, SLU
ramune.kuktaite@slu.se, 040-41 53 37

DELTAGANDE ORGANISATIONER:

SLU, Lantmännen och Lilla Harrie Valskvarn AB



Kostnadseffektiv genomisk selektion

PROJEKTKOORDINATOR

Aakash Chawade, inst. för växtförädling, SLU
aakash.chawade@slu.se, 040-41 53 28

DELTAGANDE ORGANISATIONER:

SLU, Findus Sverige AB/Nomad Foods, Lantmännen och MariboHilleshög Research AB



Nya effektiva metoder för förädling av timotej

PROJEKTKOORDINATOR

Pär Ingvarsson, inst. för växtbiologi, SLU
par.ingvarsson@slu.se, 018-67 32 30

DELTAGANDE ORGANISATIONER:

SLU, Lantmännen och LRF



Produkter baserade på proteinrika grödor: behov och möjligheter

PROJEKTKOORDINATOR

Helena Persson Hovmalm, inst. för växtförädling, SLU
helena.persson@slu.se, 040-41 53 37

DELTAGANDE ORGANISATIONER:

SLU, Axfoundation, Kalmar Ölands Trädgårdsprodukter, Lantmännen, RISE och Sveriges Stärkelseproducenter



Resistensförädling för friska grödor

PROJEKTKOORDINATORER

Magnus Karlsson, inst. för skoglig mykologi och växtpatologi, SLU och Tina Henriksson, Lantmännen
magnus.karlsson@slu.se, 018-67 18 37
tina.henriksson@lantmannen.com

DELTAGANDE ORGANISATIONER:

SLU, Findus Sverige AB/Nomad Foods, Lantmännen, MariboHilleshög Research AB, Sveriges Stärkelseproducenter och Potatisodlarna



Rybs - en flexibel och tålig oljegröda för Sverige

PROJEKTKOORDINATOR

Anders Carlsson, inst. för växtförädling, SLU
anders.carlsson@slu.se, 040-41 55 61

DELTAGANDE ORGANISATIONER:

SLU, Jerrestad Agro AB, Svalöf Consulting AB och Hushållningssällskapet Norrbotten-Västerbotten

Våra projekt




Utveckling av fenotypning för vete och sockerbeter

PROJEKTKOORDINATOR

Aakash Chawade, inst. för växtförädling, SLU
aakash.chawade@slu.se, 040-41 53 28

DELTAGANDE ORGANISATIONER:

SLU, Lantmännen och MariboHilleshög Research AB



Växtförädling som optimerar grödors interaktion med mikroorganismer, för bättre försvar mot sjukdomar, större skördar och minskad användning av kemiska växtskyddsmedel

PROJEKTKOORDINATOR

Laura Grenville-Briggs Didymus,
inst. för växtskyddsbiologi, SLU
laura.grenville.briggs@slu.se, 040-41 52 47

DELTAGANDE ORGANISATIONER:

SLU, Lunds Universitet, MariboHilleshög Research AB och Lantmännen



Ärtan - garantin för framtidens gröna protein

PROJEKTKOORDINATOR

Cecilia Hammenhag, inst. för växtförädling, SLU
cecilia.hammenhag@slu.se, 073-613 80 70

DELTAGANDE ORGANISATIONER:

SLU, Foodhills, Kalmar Ölands Trädgårdsprodukter, Lantmännen och Sveriges Stärkelseproducenter



Växtförädling av stärkelsepotatis – ökad kvalitet för ett mer uthålligt resursutnyttjande

PROJEKTKOORDINATOR

Folke Sitbon, inst. för växtbiologi, SLU
folke.sitbon@slu.se, 018-67 32 43

DELTAGANDE ORGANISATIONER:

SLU och Sveriges Stärkelseproducenter



Yin-yang baserade markörer för förädling av spannmål

PROJEKTKOORDINATOR

Chuanxin Sun, inst. för växtbiologi, SLU
chuanxin.sun@slu.se, 018-67 32 52

DELTAGANDE ORGANISATIONER:

SSLU, Lantmännen, LRF och Sveriges Stärkelseproducenter



Fler projekt startar 2021

Vallgrödor blir foder för djuren i lantbruket. Inom SLU Grogrund har vi tre projekt som handlar om vall, se sid 17–19.

FOTO: JULIO GONZALEZ, SLU



SLU Grogrund nya projekt 2020

Under 2020 har SLU Grogrund sju satsat fem nya projekt. Det handlar om långsiktiga innovationsprojekt som alla har det övergripande målet att bidra till en ökad svensk produktion av livsmedel. I projekten ingår raps, vete, ärt, potatis och sockerbeta – fem viktiga grödor för det svenska lantbruket.

Vissa utmaningar inom växtförädlingen är av generell natur, till exempel sådant som har med rötternas näringsupptag att göra. Nya rön på dessa områden kommer sannolikt bli tillämpbara i växtförädlingen av fler än en gröda. I andra fall kan ett problem gälla en egenskap hos endast en eller ett fåtal specifika grödor, till exempel förekomsten av ohälsosamma ämnen i fröna hos en viss växt. Inom SLU Grogrund satsar vi på växtförädling på både djupgrävande och bred front och vi är glada att kunna presentera våra nya projekt som karaktäriseras av ett effektivt utnyttjande av resurser och hög relevans för den svenska livsmedelsproduktionen och samhället.

Förbättring av rapskakans kvalitet för högvärdiga foder och livsmedelsändamål

Förutom att vi i Sverige bör öka vår självförsörjning av livsmedel, behöver vi ta vara på mer av det som är ätbart från växterna vi odlar på åkrarna. Raps odlas främst för utvinning av olja från frön, och restprodukten pressas till en frökaka som används som foder till framför allt kor. I det här projektet utvecklar vi nya rapssorter som ska bidra till att det högvärdiga proteinet som frökakan från raps innehåller, i högre grad kan användas i livsmedel för människor och som foder till fler djur. Bittra och ohälsosamma ämnen gör frökakan oätlig för många djur och människor, därför är vårt mål att använda moderna växtförädlingsmetoder för att få bort de giftiga och beska ämnena från rapsfröna. Det kommer i sin tur att öka lönsamheten i rapsodlingen, när lantbrukarna får två huvudprodukter från en och samma gröda.

HeRo – Healthy Roots: Utveckling av verktyg för urval av sorter med fokus på rotsystemet

Grödornas rotsystem är viktiga för upptag av näring, motståndskraft mot sjukdomar och tålig-
het mot extremväder. Friska rotsystem ger säkrare skördar under varierande miljöförhållanden. Målet med det här femåriga projektet är att identifiera växters rotegenskaper, som växtförädlare kan fokusera på för urval av odlingssäkra sorter. Målet är också att utvärdera dessa egenskaper i specifika odlingssystem. På sikt ska vi även identifiera genetiska markörer för de egenskaper som har med rotsystemet och säkrare skördar att göra. Vi vill veta hur samspelet mellan rötterna, mikroorganismerna och växtnäringen i marken ser ut. I början koncentrerar vi oss på höstvete, men senare kommer vi att inkludera fler grödor i studierna.

Kostnadseffektiv genomisk selektion

Genomisk selektion är en växtförädlingsmetod som går ut på att identifiera genetiska markörer och att koppla dessa markörer till olika egenskaper som är viktiga när växtförädlaren väljer ut individer i sina förädlingslinjer. Målet med det här projektet är att göra metoden genomisk selektion kostnadseffektiv för befintliga kommersiella växtförädlingsprogram. Under projektets fem år fokuserar vi på genetiska markörer för blomning och sockerproduktion i sockerbeta, avkastning, tidighet, färg och smakegenskaper hos ärt, och avkastning, vinterhärdighet, protein- och stärkelseinnehåll i höstvete. Vi vill veta vilka markörer som är viktigast att använda, utesluta vissa markörer samtidigt som vi bibehåller exaktheten i våra re-

sultat. Vi kommer att utveckla genetiska modeller, för att *förutsäga* vilka växter som har de önskvärda egenskaperna. Resultaten kommer i framtiden att bli användbara även för andra grödor. Vi ska också bygga upp ett nätverk för kunskapsutbyte om genomisk selektion.

Växtförädling som optimerar grödors interaktion med mikroorganismer, för bättre försvar mot sjukdomar, större skördar och minskad användning av kemiska växtskyddsmedel

Vissa växter är mer framgångsrika än andra när det gäller att locka till sig och etablera goda relationer med mikroorganismer. I det här projektet studerar vi hur olika linjer av sockerbeta, vete och potatis varierar i förmåga att etablera och bibehålla en gynnsam symbios med mikrober. Vi behöver utveckla en pålitlig och snabb metod för att kunna studera växters förmåga att leva i symbios med mikrober för att kunna studera dessa egenskaper hos många genotyper. Vi vill också knyta ihop kunskaperna om vad som händer mellan växterna och mikroberna på molekylär nivå, med hur man kan använda mikroorganismer för att grödorna ska

växa bättre i jordbruket. Det övergripande målet är att förädla fram sorter som samarbetar extra bra med mikroorganismer och som kan odlas med mindre mängder kemikalier och ge bättre skördar tack vare att de är friskare.

Ärtan – garantin för framtidens gröna protein

Det finns en stor efterfrågan på svenskodlat växtbaserat protein för både djurfoder och livsmedel. En ökad odling av baljväxter, såsom ärtor och bönor, är en viktig del av lösningen för att uppnå en mer hållbar livsmedelsproduktion. Ärt har en lång odlingstradition i Sverige. Ett viktigt mål med det här projektet är att bygga upp ett nytt förädlingsprogram för de tre ärttyperna foderärt, kokärt och industriärt. Vi skapar förutsättningar för att utveckla nya ärtsorter för svenska odlingsförhållanden på ett kostnads- och tidseffektivt sätt med moderna växtförädlingsmetoder. Hög avkastning, bra råvarukvalitet och stresstålighet är viktiga egenskaper som vi fokuserar på. Målet är också att ta reda på vilka ärtor som lämpar sig bäst för kokning och extraktion av proteiner, och vilka som har sötare smak eller innehåller önskade ämnen.



Små plantor av ärt, Pisum sativum.

FOTO: CECILIA HAMMENHAG

Milstolpar och uppnådda resultat 2020

Verksamhetsåret 2020 har till stor del präglats av restriktioner kopplade till coronapandemin, vilket har gjort att vi har haft behov av att hitta nya lösningar, både för arbetet inom projekten och i programmet som helhet. Ett exempel på en sådan lösning är de nätverksträffar som vi numera har varje månad online, och som vi kommer att ha nytta av när livet återgår till det normala igen.

Fem nya projekt har startat under 2020 och inom dessa har vi börjat mobilisera och rekrytera kompetens, till exempel postdoktorer och doktorander, och bygga upp strukturer och strategier för det kommande arbetet. Till exempel har vi identifierat de bästa extraktionsmetoderna, optimerat laborationsprotokoll och valt ut växtmaterial. Övriga projekt har redan nu börjat leverera intressanta resultat både vad gäller det faktiska växtmaterialet för framtidens konkurrenskraftiga, hållbara och hälsosamma sorter av grödor, samt kunskaper och metodutveckling som ger den svenska växtförädlingen nya möjligheter, högre precision och gör den mer kostnadseffektiv.

Växtmaterial

Tillgång till växtmaterial med stor variation för olika egenskaper är en av de viktigaste förutsättningarna för framgångsrik växtförädling. Därför har vi samlat in en stor mängd av olika växter inom våra projekt och dessa har sedan undersökts för variation i egenskaperna, så att intressanta genotyper ska kunna väljas ut för fortsatt förädling. Här beskriver vi ett axplock av sådana insamlingar och undersökningar inom SLU Grogrund.

Under 2020 har vi samlat in över 200 äldre och nyare sorter av rybs som har sitt ursprung i Europa, Kanada och Asien, i syfte att etablera en innovativ förädling av nya svenska vårbyssorter. Vi har valt ut 192 av dessa för att studera den genetiska variationen och släktskapet mellan sorterna, och förekomsten av viktiga egenskaper så som tidig mognad, hög avkastning och sjukdomsresistens. För detta har vi identifierat markörer för gener som vi vet är involverade i att reglera biosyntes av

frölja, motståndskraft mot sjukdomar, och andra önskvärda egenskaper. Avancerade DNA-analyser visar att de olika accessionerna av rybs bildar fem genetiskt distinkta grupper och vi kommer att välja ut växter från dessa grupper för att göra nya korsningar. I DNA-analysen hittade vi också rybslinjer med mutationer i intressanta gener. Vi ska undersöka hur dessa mutationer påverkar rybsens egenskaper. I samband med uppförökningen av materialet kunde vi också observera en stor variation i blomningstid hos de olika rybsorterna.

Vi har valt ut cirka 200 förädlingslinjer av ärt och 400 förädlingslinjer av höstvetete som ska ingå i projektet *Kostnadseffektiv genomisk selektion*. Ärt-sorterna har genomgått så kallad genotypning, för att se hur deras arvsmassa ser ut. Det här är de första stegen i arbetet med att utveckla en billig variant av den nya urvalsmetoden *genomisk selektion* för växtförädlingen av dessa grödor.

En tredje runda med korsningar mellan lovande sorter av åkerböna har utförts under året, och vi förökar nu upp frön från det resulterande växtmaterialet i Sverige och i Chile. Vi har även förökat upp bönor från ytterligare 250 varianter av åkerböna, i fält i Svalöv, och testat protokoll för screening av agronomiska egenskaper hos dessa. Preliminära data säger att det finns en stor variation att bygga framtidens förädling av åkerböna på, till exempel vad gäller böornas storlek, tidighet och plantornas höjd.

Elva sorter av vårrops har genomgått en studie där vi extraherat och karakteriserat proteinerna som finns i fröna. Vi vill ha rapssorter med högvärdiga

proteiner som går att använda som foder och livsmedel. Vi kunde se att innehållet av ohälsosamma glukosinolater minskade ner till 1–4 procent av startkoncentrationen under en vattenbaserad extraktionsprocess. En av sorterna i analysen gav en högre avkastning av proteiner än de andra.

Inom projektet för förädling av robust och högkvalitativt vete har 14 sorter av höstveten genomgått en bred kvalitetsbedömning med avseende på proteinkoncentration, vattenabsorption, mineralinnehåll, falltal (som visar stärkelsens klistrighet och bakningsduglighet) och andra egenskaper som ger en bra deg i bakningsprocessen.

Inom projekten som ska möjliggöra en genomikbaserad växtförädling av vall, har vi etablerat fleråriga försök, i fält och växthus, med vallväxterna timotej och rödklöver, och identifierat intressanta genetiskt distinkta accessioner bland dessa. Läs mer om de projekten på sid 17–19.

Äpplesorter, som finns i den nationella genbankens samling i Alnarp, har fått sina gener kartlagda med hjälp av DNA-teknik. Studien avslöjar spännande släktskap mellan sorterna, och resultaten kommer att göra det lättare för äppelförädlare att utnyttja genetiska resurser på ett smart sätt. Vi har identifierat äppelträd som är lämpliga att använda som föräldrar i förädlingen av nya sorter som behövs för en utökad äppelproduktion i flera regioner i Sverige. Den här kartläggningen kommer också att underlätta genbankens arbete med äpplesorterna.

Vi har screenat förädlingspopulationer av äpple och identifierat lovande växtmaterial för juice- och ciderproduktion, och studerat viktiga juice- och cideregenskaper bland äpplena som finns i SLU:s samling. Vi har odlat upp plantor från frön framtagna genom korsningar mellan cideräpplesorter och dessertäpplena, i ett urval anpassat för odling i olika klimatförhållanden i Sverige.

Vi har identifierat korn som producerar höga halter hälsosamma kostfibrer och som samtidigt har bra stråstyrka, tidig mognad och ger hög skörd. Vi har gjort fältförsök i Skåne, Västergötland och Ångermanland och förökar upp utsäde från den mest intressanta kornlinjen för att bland annat testa hur bra den är att använda när man bakar

bröd. Med hjälp av genomredigande studerar vi de gener som styr kornets innehåll av kostfibrer och stärkelse. Under året har vi också vidareutvecklat ett protokoll för genomredigering av just korn.

I arbetet med att utveckla nya sorter med hög motståndskraft mot sjukdomar har vi genomfört fältförsök med höstveten från Nordiskt Genresurscenters (NordGens) samling och Lantmännens förädlingslinjer. Vi identifierade linjer med hög motståndskraft mot gulrost. Vi har också karakteriserat graden av motståndskraft mot *Fusarium*-angrepp hos över tusen vetelinjer. En screening av motståndskraft mot sjukdomar hos 56 utvalda populationer av rödklöver har initierats. Fältförsök i infekterad jord och artificiella inokuleringsstester i växthus har genomförts med förädlingslinjer av ärt, för att mäta toleransnivåerna mot rottröta. Vi har även startat upp fältförsök för att testa sjukdomsresistens hos sorter av sockerbeta och stärkelsepotatis.



Mastersstudenten Jenny Östberg tar fröprover av äkerböna, *Vicia faba*.

FOTO: ÅSA GRIMBERG



Forskarna tar fram sorter av åkerböna, Vicia faba, som växer bra, och har egenskaper som passar livsmedelsindustrin. Med hjälp av påsar går det att undvika korspollinering mellan plantorna i fältförsöket.

FOTO: ÅSA GRIMBERG

Vi har mätt halterna av giftiga glykoalkaloider i stärkelsepotatis och matpotatis och observerat betydande skillnader mellan olika sorter. Vi har valt ut några potatissorter för att undersöka om det finns ett mönster i uttrycket av arvsanlag, som går att koppla till dessa skillnader, och som går att utnyttja i växtförädlingen av stärkelsepotatis med låga halter glykoalkaloider.

Metodutveckling och nya kunskaper

För att trygga fortsatta framgångar för den svenska växtförädlingen och matproduktionen i Sverige, behöver vi säkerställa och tillgängliggöra användandet av nya metoder och tekniker, samt utveckla ny kunskap och kompetens. Nedan presenterar vi ett urval av hur vi inom SLU Grogrunds projekt arbetar med detta.

Vi har byggt en ny utrustning för bildanalys som kallas Phenocave. I den kan vi studera hur växter växer under olika odlingsförhållanden, exempelvis under olika typer av stress. Vi har testat denna facilitet med vete och sockerbeta och sett att den fungerar bra. Med hjälp av Phenocave har vi kunnat utvärdera hur olika typer av behandlingar påverkar sockerbetornas frön.

För att göra fenotypningen (fastställandet av egenskaper) inom växtförädlingen billigare har

vi testat att använda en enkel RGB-sensor för att detektera sjukdomar och torkstress hos växter. Våra resultat indikerar att denna kostnadseffektiva metod är tillräckligt bra för den här typen av analyser. Genom att automatisera fenotypningen kan man utvärdera fler plantor under kortare tid, och på så sätt utveckla nya sorter av grödor snabbare. Vi har utvecklat protokoll för fenotypning med drönare i stora fältförsök, med olika typer av sensorer. I ett försök med över 1000 förädlingslinjer av vete kunde vi se en stark korrelation mellan 1) den observerade tillväxten när plantorna var små och 2) den slutliga avkastningen. Slutsatsen är att drönare kan användas för att studera den tidiga tillväxten hos höstvetepantor och förutsäga avkastningsegenskaperna i förädlingsmaterialet.

För att kunna sekvensera genomet hos timotej och andra arter som ingår i *Phleum*-släktet, har vi utvecklat ett protokoll för att extrahera DNA med hög molekylvikt från dessa växter. Vi har utvecklat en effektiv metod för att ta reda på antalet uppsättningar av kromosomer som olika accessioner av dessa växter har i sina celler (ploiditeten), tagit fram protokoll för storskalig växtkloning, och metoder för att bedöma egenskaper relaterade till tillväxt, utveckling och avkastning i storskaliga försök i växthus.

Som ett led i utvecklingen av nya genomiska verktyg för att analysera genetisk variation i rödklöver, har vi utvecklat hundratals så kallade genetiska markörer (*single nucleotide polymorfism (SNP) markers*) bland annat med hjälp av DNA-sekvenser som finns tillgängliga i databaser online. Vi har använt dessa markörer för att kartlägga variationen i 294 accessioner av rödklöver från NordGen och 90 accessioner från Lantmännen. Läs mer om projekten som handlar om timotej och rödklöver på sid 17–19.

Vi har optimerat protokollen som vi använder för att generera rapsplantor från protoplaster (celler utan cellvägg), en användbar metod inom den molekylära växtförädlingen. Tolv gener har klonats från raps och vi ska tysta ner dessa med hjälp av genomredigering för att se om vi kan minska ner innehållet av ohälsosamma glukosinolater i rapsfrön. Några genomredigerade mutationslinjer är redan framtagna. Vi har även analyserat innehållet av olja, proteiner och glukosinolater i befintligt förädlingsmaterial av raps.

Genetiska markörer för att bedöma typ av tillväxt hos åkerböna har utvärderats i tio olika sorter av baljväxten. Vi har också tagit vävnad från bönor som befinner sig i olika utvecklingsfaser, för att se vilka gener som uttrycks i dessa och så småningom kunna identifiera gener som är intressanta att använda som molekylära markörer.

Vi har utvecklat protokoll som ska snabba på växtförädlingen av sjukdomsresistenta sorter av grödor. Det handlar bland annat om en metod för att bedöma *Fusarium*-angrepp hos vete, genetiska markörer för svartpricksjuka, ett hydroponiskt system för att screena patogener som angriper rödklöver och hyperspektral bildanalys för att mäta potatisplantors motståndskraft mot potatisbladmögel.

SLU Grogrund samarbetar med forskare från Wageningen och Köpenhamn för att kartlägga äppelsorternas arvsanlag. Under året har vi integrerat data om äpplets arvs massa för att få så fullständiga och korrekta genetiska kartor som möjligt. Resultaten ska ge växtförädlare möjlighet att ta beslut baserade på genomik och att på ett effektivt sätt identifiera och utnyttja den genetiska potentialen i förädlingsmaterialet.

I ett samarbetsprojekt med kollegor i Nanjing i Kina har vi kunnat visa hur samspel mellan skötselåtgärder, markfauna och mykorrhizasvampar påverkar kväveupptaget hos vete.

Studier av glutenproteiner i vete har visat att vetets arvsanlag är det som påverkar gluteninnehållet mest, men innehållet av stora polymerer av glutenprotein påverkas också relativt mycket av förhållandena under tillväxtsäsongen. Interaktionen mellan arv och miljö påverkar innehållet av monomeriska och polymeriska proteintyper och det har betydelse för vetemjölets kvalitet. Vi har mätt denna kvalitet med en metod som bara kräver några milligram mjöl, och jämfört vår kvalitetsbedömning med industrins mätmetoder. Vi har också använt röntgentomografi för att bedöma glutenstyrkan hos fyra utvalda vårvetesorter som odlats under olika klimatförhållanden.

Vi har studerat genetiken hos ett antal *patogener* som angriper grödor. Bland annat har vi analyserat mikroorganismerna i prover som vi tagit från rötter hos rödklöver, med hjälp av DNA-tester. I studier av sockerbeta hittade vi viruset *Turnip yellow virus* (TuYV) hos plantor som även infekterats av andra virus. Det är första gången som just TuYV identifierats i sockerbeta i Sverige och det tyder på att det döljer sig en större komplexitet bakom virusjukdomarna som drabbar våra grödor, än vad vi känner till idag.

Cirka femtio personer som representerar primärproduktionen, forskningen, livsmedelsindustrin, organisationer, opinionsbildare, detaljister, grossister och den offentliga upphandlingen av livsmedel och måltidstjänster, har blivit intervjuade om olika aspekter kring proteinrika grödor. Vi har skickat ut en enkät till lantbrukare som odlar baljväxter för att ta reda på vad de anser vara viktigt för att åstadkomma en ökad växtproteinproduktion i Sverige. En annan enkät har skickats ut till lantbrukare som har djurhållning, för att undersöka olika aspekter av att använda proteinrika grödor som foder. En tredje enkät skickade vi till 1000 konsumenter för att undersöka deras attityder till proteinrika livsmedelsprodukter.

Forskare, företag och samhälle i samverkan

SLU Grogrund har blivit en viktig mötesplats för forskare, små och stora företag i växtförädlings- och livsmedelsbranschen, och representanter från den offentliga sektorn i vårt avlånga land. Samverkan är ett ledord i SLU Grogrunds uppdrag och det är fantastiskt att se hur nya frågeställningar, idéer och projekt växer fram inom vårt centrum. Forskningen inom växtförädlingen ligger ofta nära tillämpningen, och samarbetet mellan akademi, företagare och samhällsrepresentanter skapar unika förutsättningar för att få fram innovationer som kan förbättra grödorna vi odlar och gynna den svenska livsmedelssektorn.

Vad betyder SLU Grogrund för ...

... SLU som universitet?

”Som ny rektor fick jag förmånen att inviga SLU Grogrund 2019 och vid nästa besök blev jag överraskad över den omfattande mängd utvecklingsprojekt inom växtförädling som redan spirade i den svenska myllan. SLU Grogrunds goda resultat är för mig ett kvitto på att våra medarbetare har forskningsbaserad kunskap, energi och vilja att bidra och samverka med näringen, såväl som att branschen kan kroka arm med varandra i samhällsviktiga frågor. Den nationella livsmedelsstrategin är viktig för oss alla, potentialen för hela livsmedelskedjan måste nyttjas fullt ut om vi ska klara att mätta fler och samtidigt minska miljöpåverkan. Som rektor är jag stolt över att se hur SLU bidrar till livsmedelsstrategin, och jag gör numer min pesto på gröna ärtor!”



– Maria Knutson Wedel, rektor vid SLU

... lantbruksföretagaren?

”Att man hela tiden tar fram nya växter är en viktig del i gårdarnas utveckling, särskilt om vi ska möta framtidens utmaningar med ett varmare klimat, vilket kommer förändras mer ju längre norrut man befinner sig, med både utmaningar och nya möjligheter. Att vi har en lokal växtförädling är då viktigt för oss lantbrukare i Norrland, Sverige och Norden. Att nya sorter provas och

utvecklas i vårt klimat är essentiellt. I norr är vall den enskilt största och viktigaste grödan, där gör SLU Grogrund ett viktigt arbete med sin innovativa forskning och utveckling av nya sorter. Om det svenska lantbruket ska hänga med i konkurrensen ute i världen och anpassa sig i ett föränderligt klimat behövs svensk växtförädling!”



– Johan Liljebäck, mjölkföretagare i Överkalix och ledamot i Norrmejeriers styrelse

... offentlig sektor?

”Vi på länsstyrelsen har som uppdrag att arbeta med att livsmedelsstrategin i ett regionalt perspektiv genomförs och att verka för utveckling av hela länet. Om vi ska lyckas med att öka livsmedelsproduktionen i hela Sverige, som är ett av de centrala målen, behövs växtmaterial som är anpassade för alla delar av vårt land och som är robusta i ett förändrat klimat. SLU Grogrund är genom sin breda ansats både vad gäller grödor och odlingsområden en viktig pusselbit för att vi ska nå dit och att vi får lönsamma och uthålliga lantbruksföretag i hela landet.”



– Lars Ericson, lantbruksexpert och biträdande enhetschef på Länsstyrelsen Västerbotten

Nya växtförädlingsmetoder för en mer hållbar och lönsam vallodling i hela Sverige

Timotej och rödklöver är två viktiga grödor i den svenska vallodlingen. I samverkan tar forskare och växtförädlare fram bättre sorter som bidrar till en mer lönsam lokal proteinfoder- och livsmedelsproduktion i hela Sverige. Nya metoder för att utvärdera agronomiska egenskaper ska bidra till effektivare och mer precisa urval.

”Nu har det rullat igång”, säger Pär Ingvarsson, professor vid SLU som koordinerar projektet *Nya effektiva metoder för förädling av timotej*, som lägger grunden till en modernisering av växtförädlingsprogrammet för vallgräset.

Under 2020 har han och kollegorna, tillsammans med Lantmännen, startat ett stort fältförsök med 266 populationer av timotej. Företaget har valt ut populationerna som utgörs av både marknadsorter och förädlingsmaterial, och fältförsöket är förlagt till Skåne, Uppland och Västerbotten. Forskarna ska titta på tillväxtegenskaperna hos timotejplantorna och bland annat dokumentera hur bra de är på att övervintra.

– Snö och is som smälter och fryser sliter hårt på plantorna, så förmågan att klara de kalla vintrarna i norr är en viktig egenskap, förklarar Pär Ingvarsson.

Tanken är också att skörda plantorna och undersöka vilken kvalitet de har som proteinfoder. De ska ha ett högvärdigt näringsinnehåll och vara lättsmälta för korna som ska äta fodret.

Samtidigt, i ett lite mindre fältförsök utanför Uppsala, undersöker forskarna i projektet 250 accessioner av timotej insamlat från olika platser i hela Skandinavien. De tittar på den genetiska variationen i materialet och hoppas att de ska hitta önskvärda växtegenskaper som går att korsa in i kommersiella sorter av Timotej. De letar efter egenskaper som kan finnas i dessa accessioner, som kommer från Nordiskt Genresurscenter,

NordGen, och som *inte* finns i de kommersiella sorterna.

En viktig fråga när det gäller vallodling är hur många gånger man kan skörda vallen under en säsong.

– I Skåne går det ofta att ta ut både tre och fyra skördar per år, men i norr oftast bara två. Därför är det viktigt att titta på hur tidigt sorterna kommer igång att växa på våren och hur snabbväxande de är, säger Pär Ingvarsson.



Doktoranden Yousef Rahimi studerar olika accessioner av timotej och andra Phleum-arter.

FOTO: GIRMA BEDADA

Forskarna tar reda på genetikerna bakom egenskaperna hos rödklöver.
FOTO: CECILIA HAMMENHAG



Förädling baserad på genomik

I SLU Grogrundprojektet som handlar om förädling av vallväxterna timotej och rödklöver, börjar forskarna från grunden med att skapa förutsättningar för urval baserade på genomik. Målet är att knyta egenskaperna till genetiska mönster och sedan ska man kunna utgå ifrån informationen som finns i DNA-tester för att ta reda på vilka egenskaper växterna har. Hur ser DNA:t ut hos de som klarar kalla vintrar i norra Sverige? Vilka anlag är avgörande för att en planta ska komma igång och växa tidigt på våren?

– Det finns knappt någon information alls om genetiken hos timotej idag. Vi börjar med att sekvensera hela genomet, alltså arvsmassan, för att få något att bygga vidare på, säger Pär Ingvarsson.

Om vi tänker på arealer, så är vall det vi odlar mest på jordbruksmarken i Sverige. Det finns platser i norr där det inte passar att odla så mycket annat, där är vallväxterna extra viktiga. Dessutom är vallgrödorna viktiga för att få åkermark att återhämta sig, efter att man till exempel odlat spannmål några år, i synnerhet om man samodlar vallgräset med exempelvis rödklöver som är en kvävefixerande gröda.

Bättre vall med robust rödklöver

I SLU Grogrundprojektet *Genomisk selektion i rödklöver* utvecklar forskaren Mulatu Geleta Dida och hans kollegor det nya genetiska verktyget genomisk selektion för att göra urval i växtförädlingen av rödklöver. Projektet är ett samarbete mellan SLU, Lantmännen, Hushållningssällskapet Sjuhärad och LRF.

Forskarna använder sorter, syntetiska populationer och förädlingspopulationer från Lantmännen, och gamla sorter, samt vilda och halvilda populationer från NordGen. Totalt ingår 532 olika varianter av rödklöver i fältförsöken som ska användas för att klargöra sambanden mellan växternas egenskaper och den bakomliggande genetiken. Metoden genomisk selektion innebär att man tittar på hur hela arvsmassan, genomet, ser ut och knyter genetiska mönster till egenskaper hos sorter eller växtindivider.

– För att utveckla metoden behöver vi använda genotyper av rödklöver som är bra, men som har distinkta egenskaper, och det är de plantorna vi identifierat och analyserar nu, säger Mulatu Geleta Dida.

Rödklöver är den mest betydelsefulla baljväxten i foderproduktionen i Sverige. De viktigaste egenskaperna hos grödan är hög avkastning, bra uthållighet, sjukdomsresistens och foderkvalitet. Försöket är utlagt på fyra platser i landet, i Skåne, Västergötland, Ångermanland och Jämtland för att kunna utvärdera sorterna i olika odlingsförhållanden.

– I framtiden kommer förädlare att kunna använda metoden som vi utvecklar till att identifiera intressant växtmaterial anpassade för svenska odlingsförhållanden och produktionssystem. Genomisk selektion kommer att minska ner tiden det tar att utveckla nya sorter. Det är målet med vår forskning, säger Mulatu Geleta Dida.

Rödklöver ingår också i det stora SLU Grogrundprojektet *Resistensförädling för friska grödor* som bland annat fokuserar på att utveckla nya rödklöversorter med stark motståndskraft mot sjukdomarna klöverröta och rotröta. När rödklöver infekteras av dessa svampsjukdomar får plantorna skador som ger sämre tillväxt och lägre uthållighet. Lantmännen är med även i detta projekt.

Genom att förädla fram sorter med hög resistens mot sjukdomar, kan användningen av kemiska växtskyddsmedel minskas.

Medarbetare i projektet har åkt runt och samlat in rödklöver från hela landet, från Norrbotten till Skåne, och grävt upp plantor i lantbrukares fält. De har analyserat plantorna för att se vilka mikroorganismer som finns i och omkring rötterna, och de har utvecklat en screeningmetod för att kunna utvärdera skillnader i plantornas resistens egenskaper mot flera olika patogener samtidigt. Forskarna vill hitta plantor med både bra och dåliga resistens egenskaper för att i nästa steg kunna analysera arvsanlagen bakom motståndskraften och utveckla genetiska markörer för de viktiga resistensgenerna.

En grogrund för nya generationer växtförädlare

SLU Grogrund har en viktig roll i att gynna tillväxten av kompetens på området växtförädling. ”Det är roligt att se hur intresset för växtförädling och livsmedelsförsörjning växer bland våra studenter”, säger Salla Marttila som ansvarar för SLU Grogrundns utbildningsaktiviteter.

Under året 2020 har SLU Grogrund fortsatt med det viktiga arbetet att locka studenter på universitetets utbildningar till att vilja lära sig mer om växtförädling och kanske välja en karriär på området.

– Min roll är att vara lite av en lobbare, både inom grundutbildningen och forskarutbildningen. Sedan ska jag också jobba med att hitta former för kompetensutveckling utanför SLU, till exempel i form av vidareutbildning inom växtförädling för personal på företag, säger Salla Marttila.

Hittills har det varit stort fokus på just SLU:s grundutbildningskurser.

– Vi har identifierat vilka kurser som handlar om växtförädling och genetik. Det kan vara hela kurser eller enskilda moment inom en kurs. Mitt mål är att studenterna på alla utbildningsprogram, där växtförädling på något sätt är viktigt, ska få veta vad SLU Grogrund är. Vi ordnar seminarier med presentationer från SLU Grogrundns olika projekt med tanken att så frön hos studenterna så att de kanske blir intresserade av att göra sitt examensarbete eller praktikkurs inom SLU Grogrund.

Samhällsanknytning och samarbete med företag är en bärande tanke genom hela SLU Grogrund. Representanter från näringsliv och samhälle är med från början och identifierar och formulerar problem tillsammans med forskarna i projekten.

– Företagen blir glada när de ser att det finns studenter som vill göra praktik eller examensarbete om något som också är intressant ur företagets perspektiv. Det är en väldigt viktig del av SLU

Grogrund att lägga grund för den typen av kontakter. Det gynnar alla parter; studenter, forskare och företag, och i slutändan hela samhället.

Salla Marttila konstaterar att det finns stor nyfikenhet om växtförädling bland dagens studenter på exempelvis trädgårdsingenjörsprogrammet.

– Många studenter tänker på framtidens livsmedelsförsörjning och klimatförändringar och då faller det sig naturligt att se växtförädlingen som en viktig del i det.

Niklas Klementsson tog sin hortonomexamen vid SLU i Alnarp i augusti 2020. Han gjorde sitt



SLU-studenter i solen utanför Alnarpsgården.

FOTO: VIKTOR WRANGE

masterarbete hos företaget MariboHilleshög och hittade sedan ett jobb där direkt efter grundutbildningen.

– Jag sökte mig till hortonomutbildningen för att jag hade ett generellt intresse för växter och tyckte att det var fint i Alnarp. Väl här tyckte jag att kurserna i växtförädling var otroligt intressanta. Om jag minns rätt var det nog biotekniken som lockade mig till den här inriktningen, berättar han.

Under de två sista åren på utbildningen blev han helt såld på växtförädling. På en av kurserna åkte han på ett studiebesök till MariboHilleshög i Landskrona och fick kännedom om deras sockerbetsförädling. När det sedan var dags att göra sitt masterarbete hörde Niklas Klementsson av sig till företaget.

– Och på den vägen är det. Precis när jag blev färdig med masterarbetet behövde de en förädlingsassistent i ett av sina förädlingsprogram, och jag fick jobbet. Nu jobbar jag med att hålla koll på fröer som ska korsas med varandra, deras vikter och genetik. Det krävs mycket organisation och planering i ett förädlingsprojekt, berättar han.



Niklas Klementsson hittade ett jobb hos MariboHilleshög direkt efter hortonomutbildningen.

FOTO: JULIA BENGTSOON



Salla Marttila ansvarar för SLU Grogrundns utbildningsaktiviteter.

FOTO: KERSTIN BRISMAR

Salla Marttila och hennes medarbetare har under året som gått startat upp en forskarskola för doktorander.

– Doktorander som är finansierade av SLU Grogrund är per automatik med i forskarskolan, men även andra doktorander som är intresserade av växtförädling är välkomna, säger hon.

Forskarskolan hade en kickoff i maj, med bland annat en digital inspirationsföreläsning av professor emeritus Roland von Bothmer som är en välkänd forskare inom växtförädlingen.

–Vi kunde inte träffas på campus på grund av restriktionerna kring coronapandemin, men det blev lyckat ändå.

Salla Marttila planerar att ha mer kontakt med företag som är med i SLU Grogrund om vad det kan finnas för önskemål om kompetensutveckling för personalen på företagen.

–Vi har workshoppar och seminarier som är öppna för alla som är intresserade. Men vi skulle också kunna anordna kurser speciellt anpassade efter företagens önskemål, till exempel om nya molekylära metoder, säger Salla Marttila.

Publikationer och publicitet

Under 2020 startade SLU Grogrund en frukostseminarieserie, online, med presentationer och diskussioner om ämnen som är relevanta för svensk växtförädling och livsmedelsproduktion. Var fjärde vecka samlar det digitala nätverket personer från akademi, näringsliv och offentlig sektor. Det har blivit en uppskattad mötesplats i dessa tider då SLU Grogrund, liksom många andra, har behövt ställa in flera arrangemang och workshoppar, till följd av den pågående pandemin. Under året som gått har vi också, i vanlig ordning, presenterat SLU Grogrundens projekt, innovationsidéer och forskningsresultat, vetenskapligt och populärt. Det handlar dels om så kallade referensgranskade vetenskapliga publikationer och presentationer, och dels om populärvetenskaplig kommunikation i media och på olika möten (som i år främst skett online).

Vetenskapligt granskade artiklar

Kumar D, Kushwaha S, Delvento C, Liatukas Ž, Vivekanand V, Svensson J T, Henriksson T, Brazauskas G, Chawade A. (2020) Affordable phenotyping of winter wheat under field and controlled conditions for drought tolerance. *Agronomy* 10(6): 882.

Kumar Kushwaha S, Vetukuri R R, **Odilbekov F**, Pareek N, **Henriksson T, Chawade A.** (2020) Differential Gene Expression Analysis of Wheat Breeding Lines Reveal Molecular Insights in Yellow Rust Resistance under Field Conditions. *Agronomy* 10(12): 1888.

Nybom H, Ahmadi-Afzadi M, **Rumpunen K**, Tahir I. (2020) Review of the impact of apple fruit ripening, texture and chemical contents on genetically determined susceptibility to storage rots. *Plants* 9(7): 831.

Skytte af Sättra J, Troggio M, **Odilbekov F**, Sehic J, Mattisson H, Hjalmarsson I, **Ingvarsson P K, Garkava-Gustavsson L.** (2020) Genetic Status of the Swedish Central collection of heirloom apple cultivars. *Scientia Horticulturae* 272: 109599.

Yang H, Zhou J, **Weih M**, Li Y, Zhai S, Zhang Q, Chen W, Liu J, Liu L, Hu S. (2020) Mycorrhizal nitrogen uptake of wheat is increased by earthworm activity only under no-till and straw removal conditions. *Applied Soil Ecology* 155: 103672.

Examensarbeten

Klementsson N. (2020) Evaluation of sugar beet genes involved in *Rhizoctonia solani* resistance. *Epsilon*.

Pettersson J. (2020) Detection of poleroviruses causing virus yellows in sugar beet. *Epsilon*.

Issa I. (2020) Domestication of *Lepidium campestre* with genome editing CRISPR/Cas9 – Analysis whether the genome editing CRISPR/Cas9 can be utilized in the domestication work of *Lepidium campestre*. *Epsilon*.

Gustavsson Ruus A. (2020) Virus yellows in sugar beets in Sweden and Europe. *Epsilon*.

Populärvetenskapliga publikationer

Blystad D-R, **Kvarnheden A**, Valkonen J. (2020) Plant viruses. *Plant Pathology and Plant Diseases*, s. 107-131, Tronsmo A M, Collinge D B, Djurle A, Munk L, Yuen J och Tronsmo A (författare och editörer), CABI, Wallingford, Oxfordshire, Storbritannien.

Grimberg Å. (2020) 'I spåren av corona' om vikten av ökad självförsörjningsgrad på livsmedel. *SLU Future Foods* webb, 24 april.

Lama S. (2020) Bread-making quality in a changing climate: In search of of climate stable genotypes and robust screening methods for wheat. *LTV-fakultetens introduktionsuppsats 2020:3*.

Skytte af Sättra J, Hjalmarsson I, **Garkava-Gustavsson L.** (2020) Släktforskning bland svenska äppelsorter – ny teknik avslöjar gamla släktband. *LTV-fakultetens faktablad 2020:12*.

Spendrup S, Fernqvist F, Ramestam L, Eriksson D, Anflo E, Söderlind M, Windfäll E, Öhman A, Martinsson E, Jonson C. (2020) Växtförädling i hortikulturell frilandsodling - SLU Grogrund. *LTV-fakultetens rapportserie 2020:2*.

Intervjuer och presentationer i media

Bengtsson D, Cepplitis A. Stor satsning på svenska bönor. *Grodden*, nr 2.

Chuanxin S. Skräddarsytt korn kan snart komma ut på marknaden. *Cerealier*, nr 3.

Johansson E, Kuktaite R. Framtidens mat är både hälsosam och klimatsmart. *Cerealier*, nr 3.

Johansson E. Grogrund ett nav inom växtförädling. *Cerealier*, nr 3.

Kuktaite R. De utvecklar framtidens smarta vetesorter. *Cerealier*, nr 3.

Carlsson A. Rybs en framtidsprodukt i Norrland? *Norran*, 27 mars.

Zhu L-H. Så ska svenskodlad raps bli den nya sojan. *Livsmedel i fokus*, 5 maj.

Carlsson A, Persson C. Satsning på oljegröda för norra Sverige. *Jordbruksaktuellt*, 11 maj.

Zhu L-H. Potential för raps som proteinkälla i livsmedel. *Jordbruksaktuellt*, 19 maj.

Zhu L-H. Ett projekt vid SLU Grogrund för att göra raps godare så det kan användas till mer. *Lantbruksnytt*, 26 maj.

Skytte af Sättra J. Metoder och tekniker i växtförädlingen. *Shaping our Food*, 26 juni.

Zhu L-H. Raps - framtidens proteinkälla? *Mat & Klimat*, 13 augusti.

Rumpunen K, Jensen J. Klimatet ställer nya krav på äppelodlarna. *Extrakt*, 18 augusti.

Grimberg Å. Så så här sent. Sveriges Radio Odlas med P1, 31 augusti.

Grimberg Å. Åkerbönan ska bli bättre mat för människor. Vetenskapsradion Nyheter, 31 augusti.

Henriksson T. Växtförädlingsprojekt går under jorden. Land Lantbruk, 18 september.

Östbring K, Persson A. Framtidens mat. SVT Vetenskap, 20 september.

Grimberg Å. Här växer framtidens fårs. Råd & Rön, 21 september.

Östbring K. Debatt med kocken Niklas Ekstedt. SVT Aktuellt, 21 september.

Zhu L-H. Den globala efterfrågan på protein förväntas vara dubbelt så hög år 2050. Tillväxt - Handelsbankens kundtidning för skogsägare och lantbrukare, 25 september.

Grimberg Å. Fattigmaten kan bli framtidens proteingröda. Vetenskapsradion På djupet, 13 oktober.

Eriksson D, **Andersson M**, Jansson S, Nilsson A, Tenning P, **Zhu L-H**, and Åhnberg A. Låt kraften i gensaxen förbättra våra grödor. Svenska Dagbladet, 16 oktober.

Östbring K. Mat som tas fram genom forskning är inte onaturlig. Dagens Nyheter Debatt, 18 oktober.

Andersson M. Nobelpris på väg till ditt kök – så skapar gensaxen ny och bättre potatis. Sydsvenskan, 25 oktober.

Grimberg Å. Tema frö, Några frågor till.... Viola, 30 oktober.

Andersson M. Gensaxen ska göra det möjligt att utvinna mer protein ur potatis. Vetenskapsradion Nyheter, 9 november.

Östbring K. Framtidens kött är grönt: en gigantisk omställning. Sydsvenskan, 14 november.

Andersson M, Hofvander P. Så förbättras grödorna av nobelprisad teknik. Vetenskapsradion På djupet, 1 december.

Garkava-Gustavsson L, Skytte af Sättra J. Sjukdomsresistenta och klimat-anpassade äppelsorter. Sveriges Utsädesförenings Tidskrift specialnummer 2020 - Växtförädling vid SLU, 18 december.

Vetenskapliga presentationer

Johansson E, Geleta M, Ingvarsson P. (2020) Växtförädling av vallväxter inom SLU Grogrund. Poster på Vallkonferens 2020. Uppsala, 4–5 februari.

Öhlund L. (2020) Aktuella växtförädlingsprojekt på Lantmännen med inriktning vall. Muntlig presentation på Vallkonferens 2020. Uppsala, 4–5 februari.

Spendrup S, Fernqvist F, Ramestam L, Newson W R, Persson Hovmalm H. Academia and industry in a joint mission to explore the potential for a sustainable Swedish production of protein rich plant based products. Inbjudna talare (Spendrup S) på 14th International European Forum on System Dynamics and Innovation in Food Networks. Garmisch-Partenkirchen, Tyskland, 10–14 februari.

Kvarnheden A. (2020) Viruses – common inhabitants of plants. Inbjudna talare på Estonian University of Life Sciences. Tartu, Estland, 27 februari.

Singh K, Poimenopoulou E, **Pettersson J, Puthanveed V, Lennefors B-L, Kvarnheden A.** (2020) Climate change and increased risk for infection of crops with turnip yellows virus. Muntlig presentation (Kvarnheden A) på 17th Smögen Summer Symposium on Virology. Online, 21 augusti.

Grimberg Å. (2020) Framtidens åkerböna för livsmedel och foder. Inbjudna talare på South Baltic Food Innovation Workshop: Pulses – Innovations from field to fork. Online, 9 september.

Singh K, Poimenopoulou E, **Pettersson J, Puthanveed V, Kvarnheden A.** (2020) High incidence of turnip yellows virus in Swedish rapeseed plants and a possible spillover to sugar beet. Muntlig presentation (Puthanveed V) på International Institute of Sugar Beet Research – Pests and Diseases Meeting. Online, 28 september.

Garkava-Gustavsson L. (2020) Ten year of research on resistance to European canker in Sweden. Muntlig presentation på Fourth International Workshop on European Fruit Tree Canker and Resilient Orchards. Online, 2-6 november.

Skytte af Sättra J, Odilbekov F, Garkava-Gustavsson L. (2020) Genetic

dissection of resistance to the European canker in 'Aroma'. Muntlig presentation på Fourth International Workshop on European Fruit Tree Canker and Resilient Orchards. Online, 2–6 november.

Ekblad T. (2020) Phenomics. Inbjudna talare på Swedish Network of Beet Research Symposium. Online, 3 november.

Laura Grenville-Briggs. (2020) Breeding for Biologicals. Inbjudna talare på Swedish Network of Beet Research Symposium. Online, 3 november.

Puthanveed V, Pettersson J, Alexandersson E, Lennefors B-L, Kvarnheden A. Virus Yellows. Inbjudna talare (Pettersson J och Kvarnheden A) på Swedish Network of Beet Research Symposium, Online, 3 november.

Chawade A, Koc A. (2020) Proximal Phenotyping. Muntlig presentation på 6th Annual Nordic Plant Phenotyping Network Workshop. Online, 27 november.

Laura Grenville-Briggs. (2020) Breeding for Biologicals. Inbjudna talare på Annual PlantLink Symposium. Online, 12 november.

Odilbekov F, Chawade A, Siino V, Levander F, Garkava-Gustavsson L. (2020) Comparisons of protein profiles of apple cultivars varying in the levels of resistance to European canker. Poster på 10th Rosaceae Genomics Conference. Online, 9-11 och 16-18 december.

Skytte af Sättra J, Troggio M, Odilbekov F, Hjalmarsson I, Ingvarsson P K, Garkava-Gustavsson L. (2020) Genome wide characterization of the Swedish central collection of heritage apple cultivars. Poster på 10th Rosaceae Genomics Conference. Online, 9–11 och 16-18 december.

Populärvetenskapliga presentationer

Grimberg Å. Framtidens åkerböna för livsmedel och foder. Projektmöte inom Färskskördad åkerböna, Agroväst. Online, 16 april.

Karlsson M, Chawade A, Henriksson T, Öhlund L, Dixelius C, Kvarnheden A, Alexandersson E. Resistensförädling för friska grödor. Webbinarium för intressenter. 30 november.



SCIENCE AND
EDUCATION **FOR**
SUSTAINABLE
LIFE