



# Genbanksmaterial av ärt och åkerböna

En inventering av tillgängliga växtgenetiska resurser för förädling för svenska förhållanden

---

***Gene bank material of pea and faba bean.***

*An inventory of available plant genetic resources for breeding for Swedish conditions*

Linnea Svensson



Självständigt arbete i trädgårdsvetenskap • 15 hp

Sveriges lantbruksuniversitet, SLU

Institutionen för biosystem och teknologi

Trädgårdsingenjör odling

Alnarp 2022



# Genbanksmaterial av ärt och åkerböna

En inventering av tillgängliga växtgenetiska resurser för förädling för svenska förhållanden

*Gene bank material of pea and faba bean.*

*An inventory of available plant genetic resources for breeding for Swedish conditions*

Linnea Svensson

**Handledare:** Åsa Grimberg, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Växtförädling

**Bitr. handledare:** Cecilia Hammenhag, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Växtförädling

**Bitr. handledare:** Ulrika Carlson-Nilsson, Nordiskt Genresurscenter (NordGen)

**Examinator:** Larisa Gustavsson, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Växtförädling

**Omfattning:** 15 hp

**Nivå och fördjupning:** Grundnivå, G2E

**Kurstitel:** Självständigt arbete i trädgårdsvetenskap

**Kurskod:** EX0844

**Program/utbildning:** Trädgårdsingenjör odling

**Kursansvarig inst.:** Institutionen för biosystem och teknologi

**Utgivningsort:** Alnarp

**Utgivningsår:** 2022

**Omslagsbilder:** Nordiskt Genresurscenter, bearbetade

**Upphovsrätt:** Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.

**Nyckelord:** *Pisum sativum*, *Vicia faba*, växtgenetiska resurser, genbanker, växtförädling, svenska förhållanden, inhemskt producerat protein

## Sveriges lantbruksuniversitet

Fakultet för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap  
Institutionen för biosystem och teknologi

## Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i JA, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i NEJ, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Läs om SLU:s publiceringsavtal här: <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.

## Sammanfattning

För att kunna trygga livsmedelsförsörjningen i världen krävs grödor som är anpassade för odling i olika klimatregioner. Genom växtförädling kan nya sorter av grödor, som är bättre anpassade, tas fram. Genbanker spelar en viktig nyckelroll i förädlingsarbetet genom att de bevarar och distribuerar växtgenetiska resurser med varierande egenskaper.

År 2017 antogs Sveriges livsmedelsstrategi. Målet är att öka mängden inhemskt producerade livsmedel. Som en del i strategin startades SLU Grogrund med projekt för forskning och förädling av olika grödor, bland annat ärt och åkerböna. Dessa två proteingrödor och deras egenskaper har undersökts i detta arbete. Litteraturstudien redogör för vilka egenskaper, för förädling av ärt och åkerböna, som är viktiga i ett svenskt perspektiv. Exempel på egenskaper som beskrivs är typ av material, växtsätt, frömorfologi och sjukdomsresistens. Utöver detta har mängden tillgängligt genbanksmaterial av ärt och åkerböna undersökts. Resultatet visar att sökportalen Genesys och genbankernas databaser anger olika uppgifter om växtmaterialet. Detta gör det svårt för användaren att på enkelt sätt hitta och komma åt önskvärt material. De olika genbankernas databaser fungerar på olika sätt och vissa är svåra att hitta till vilket försvårar sökbarheten. Slutligen fokuserar arbetet på att kartlägga hur mycket av det tillgängliga materialet, av ärt och åkerböna, som är karakteriserat med avseende på ovan listade egenskaper. Kring detta dras slutsatsen att det finns relativt mycket information om materialets ursprung; typ av material och geografisk hemvist. Biologiska egenskaper, till exempel stärkelsehalt, fröstorlek och mognadstid, är endast en mindre andel av materialet karakteriserat för. Att det saknas karakteriseringar för en stor del av det tillgängliga växtmaterialet av ärt och åkerböna, försvårar för växtförädlare att hitta intressanta växtgenetiska resurser.

*Nyckelord: Pisum sativum, Vicia faba, växtgenetiska resurser, genbanker, växtförädling, svenska förhållanden, inhemskt producerat protein*

## Abstract

Crops that are adapted to be grown in different climate regions are demanded if the food supply should be secured. Through plant breeding new varieties, that are adapted, can be produced. Gene banks play an important key role in the plant breeding through their conservation and distribution of plant genetic resources with different characteristics.

The Swedish food strategy was adopted in 2017. The goal is to increase the amount of domestically produced food. As a part of the strategy SLU Grogrund was established with projects for research and plant breeding of different crops, for example pea and faba bean. These two protein crops and their characteristics are examined in this study. The literature study explains the characteristics, for plant breeding of pea and faba bean, that are important in a Swedish perspective. Examples of characteristics that are described are type of material, growth habit, seed morphology and resistance to diseases. Beyond this the amount of available gene bank material of pea and faba bean have been studied. The results show that the gateway Genesys and the databases of the gene banks report different information. This makes it difficult for the user to, in a simple way, find and get access to desired material. The databases of the different gene banks work in different ways, and some are hard to find, which complicates the searchability. Finally, the study focuses on mapping how much of the available material, of pea and faba bean, that is characterized regarding the above listed characterizations. Concerning this, it is concluded that there is relatively much information about the origin of the material; type of material and geographical residence. A minor proportion of the material are characterized for biological characteristics, for example starch content, seed size and maturation time. The lack of characterizations for a great deal of the available plant material of pea and faba bean, makes it hard for plant breeders to find interesting plant genetic resources.

*Keywords:* Pisum sativum, Vicia faba, plant genetic resources, gene banks, plant breeding, Swedish conditions, domestically produced protein

# Innehållsförteckning

<b>Tabellförteckning</b> .....	<b>8</b>
<b>Figurförteckning</b> .....	<b>10</b>
<b>Förkortningar</b> .....	<b>11</b>
<b>1. Inledning</b> .....	<b>12</b>
1.1 Bakgrund .....	12
1.1.1 Agenda 2030 och De globala målen.....	12
1.1.2 Konventionen om biologisk mångfald och International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture .....	12
1.1.3 Sveriges livsmedelsstrategi och SLU Grogrund .....	12
1.1.4 Inhemskt producerat växtprotein.....	13
1.1.5 Ärtväxter ( <i>Fabaceae</i> ).....	13
1.1.6 Ärt ( <i>Pisum sativum</i> ) .....	14
1.1.7 Åkerböna ( <i>Vicia faba</i> ).....	15
1.1.8 Genbanker.....	15
1.1.9 Genesys.....	16
1.2 Syfte och frågeställning.....	17
<b>2. Metod</b> .....	<b>18</b>
2.1 Personlig kommunikation, SLU Grogrund .....	18
2.2 Litteraturstudie.....	18
2.3 Undersökning av befintligt genbanksmaterial.....	18
2.3.1 Sökportal.....	18
2.3.2 Urval av genbanker .....	19
2.3.3 Vidare information om accessionerna.....	19
2.3.4 Fotografier .....	20
<b>3. Resultat</b> .....	<b>21</b>
3.1 Litteraturstudie.....	21
3.1.1 Karaktärisering .....	21
3.1.2 Ursprungsinformation .....	21

3.1.3 Biologiska egenskaper .....	22
3.2 Befintligt genbanksmaterial.....	27
3.2.1 Tillgängligt material .....	27
3.2.2 Information om accessionerna .....	30
3.2.3 Karakteriseringar utifrån angivna egenskaper .....	39
3.2.4 Fotografier .....	42
3.2.5 Undantag i studien .....	42
<b>4. Diskussion.....</b>	<b>44</b>
4.1 Litteraturstudie.....	44
4.2 Undersökning av befintligt genbanksmaterial.....	44
4.2.1 Tillgängligt material .....	44
4.2.3 Information om accessionerna .....	45
4.2.4 Fotografier .....	46
4.2.5 Undantag i studien .....	47
<b>5. Slutsats .....</b>	<b>48</b>
<b>6. Referenser .....</b>	<b>50</b>
<b>Bilagor.....</b>	<b>58</b>
Tack.....	62



# Tabellförteckning

Tabell 1: Ärt (*Pisum sativum*). Antal accessioner av ärt angivna som *Yes* och *Not Provided* angående *Available for distribution* på sökportalen Genesys.

Tabell 2: Åkerböna (*Vicia faba*). Antal accessioner av åkerböna angivna som *Yes* och *Not Provided* angående *Available for distribution* på sökportalen Genesys.

Tabell 3: Ärt (*Pisum sativum*). Antal tillgängliga accessioner på genbankernas hemsidor och databaser.

Tabell 4: Åkerböna (*Vicia faba*). Antal tillgängliga accessioner på genbankernas hemsidor och databaser.

Tabell 5: Ärt (*Pisum sativum*). Sammanställning av information om de 15 genbanker med flest accessioner av ärt. Baserat på information från Genesys, FAO och institutens hemsidor, databaser och descriptors-sidor.

Tabell 6: Åkerböna (*Vicia faba*). Sammanställning av information om de 15 genbanker med flest accessioner av åkerböna. Baserat på information från Genesys, FAO och institutens hemsidor, databaser och descriptors-sidor.

Tabell 7: Ärt (*Pisum sativum*). Sammanställning av tidigare beskrivna karaktärsbeskrivningar av biologiska egenskaper. Baserat på information från genbankernas descriptors-sidor.

Tabell 8: Åkerböna (*Vicia faba*). Sammanställning av tidigare beskrivna karaktärsbeskrivningar av biologiska egenskaper. Baserat på information från genbankernas descriptors-sidor.

Tabell 9: Ärt (*Pisum sativum*). Genbanker med fotograferade accessioner och eventuellt antal fotografier. Baserat på information från genbankernas hemsidor/databaser.

Tabell 10: Åkerböna (*Vicia faba*). Genbanker med fotograferade accessioner och eventuellt antal fotografier. Baserat på information från genbankernas hemsidor/databaser

Tabell B1: Ärt (*Pisum sativum*). Lista över egenskaper angivna Hammenhag.

Tabell B2: Åkerböna (*Vicia faba*). Lista över egenskaper angivna Grimberg.

Tabell B3: Ärt (*Pisum sativum*). Antal accessioner per genbank karakteriserade utifrån ursprungsinformation och biologiska egenskaper. Baserad på information från genbankernas databaser.

Tabell B4: Åkerböna (*Vicia faba*). Antal accessioner per genbank karakteriserade utifrån ursprungsinformation och biologiska egenskaper. Baserad på information från genbankernas databaser.

## Figurförteckning

Figur 1: Ärt (*Pisum sativum*). Sammanställning av antal accessioner karakteriserade utifrån ursprungsinformation och biologiska egenskaper. Baserat på information från genbankernas databaser. Nollorna visar de biologiska egenskaper som ingen genbank karakteriserat.

Figur 2: Åkerböna (*Vicia faba*). Sammanställning av antal accessioner karakteriserade utifrån ursprungsinformation och biologiska egenskaper. Baserat på information från genbankernas databaser. Nollor visar de biologiska egenskaper som ingen genbank karakteriserat.

## Förkortningar

EURISCO	The European Search Catalogue for Plant Genetic Resources
FAO	The Food and Agriculture Organization of the United Nations
ICARDA	International Center for Agricultural Research in the Dry Areas
ITPGRFA	International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture
NordGen	Nordiskt Genresurscenter
SMTA	The Standard Material Transfer Agreement
WIEWS	World Information and Early Warning System on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture

# 1. Inledning

## 1.1 Bakgrund

### 1.1.1 Agenda 2030 och De globala målen

För att gynna och arbeta för hållbar utveckling antogs *Agenda 2030* på FN-toppmötet 2015 i New York (United Nations [UN] u.å.b). Det finns fyra övergripande mål i agendan som ska uppnås till år 2030; avskaffa extrem fattigdom, minska ojämlikheter och orättvisor i världen, främja fred och rättvisa och lösa klimatkrisen (UNDP u.å.b). För att uppnå detta finns 17 mål formulerade, *De globala målen*, som i sin tur är nedbrutna i 169 delmål. Mål 2 är *Ingen hunger* och beskrivs mer utförligt som: “Avskaffa hunger, uppnå tryggad livsmedelsförsörjning och förbättrad nutrition samt främja ett hållbart jordbruk” (UNDP u.å.a). Delmål 2.5 anger vikten av att bevara den genetiska mångfalden i livsmedelsproduktion. Detta innefattar bevarande av genmaterial av både växter och djur. Vikten av välskött och diversifierade växt- och fröbanker betonas.

### 1.1.2 Konventionen om biologisk mångfald och International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture

År 1993 trädde Konventionen om biologisk mångfald (Convention on Biological Diversity, [CBD]) i kraft (Secretariat of the Convention on Biological Diversity u.å.a). CBD syftar till att bevara biologisk mångfald och att de genetiska resurserna används på ett hållbart och rättvist sätt (Miljödepartementet 2019). International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture (ITPGRFA) är ett sätt att implementera delar av CBD (Food and Agriculture Organization of the United Nation [FAO] u.å.c). Syftet med ITPGRFA är att värna bönders rättigheter, se till att växtgenetiska resurser kan användas av alla och att fördela vinsterna från användandet på ett rättvist sätt (FAO u.å.a). Genom att ansluta sig till ITPGRFA förbinder sig länder att dela med sig av den genetiska mångfald som bevaras i offentliga genbanker (FAO u.å.b). The Standard Material Transfer Agreement (SMTA) är ett standardiserat avtal för att handla med växtgenetiska resurser för mat och jordbruk inom ITPGRFA (FAO u.å.d).

### 1.1.3 Sveriges livsmedelsstrategi och SLU Grogrund

År 2017 antogs Sveriges livsmedelsstrategi, där målet är att landet ska öka mängden inhemskt producerade livsmedel (Näringsdepartementet 2017). Detta ska bland annat leda till fler jobb på landsbygden, bidra till hållbar utveckling och höja Sveriges självförsörjningsgrad. Detta ska i sin tur bidra till att hela livsmedelskedjan blir mer robust vid eventuella påfrestningar. Som ett led i att uppfylla livsmedelsstrategin instiftade regeringen år 2018 SLU Grogrund (SLU

Grogrund 2021b). SLU Grogrund är ett kompetenscentrum för växtförädling, där kunskap och nya metoder ska utvecklas. Inom Grogrund finns projekt för forskning och förädling av olika grödor, bland annat *Framtidens åkerböna för mat och foder* och *Ärtan - garantin för framtidens gröna protein* (SLU Grogrund 2021a; SLU Grogrund 2022b).

#### 1.1.4 Inhemskt producerat växtprotein

Protein är en viktig del i varje människas kosthållning och bidrar med livsviktiga komponenter för kroppens uppbyggnad (Livsmedelsverket 2022b). Cirka 63 % av EU:s totala behov av växtprotein importeras från andra länder och den största importen är av sojaböner (Europeiska kommissionen 2018). Merparten av all soja används som djurfoder (Wåhlin 2012) men även många vegetariska köttsubstitut görs av sojaprotein (Riaz 2001). Produktionen av soja är på flera sätt ohållbar (Wåhlin 2012) och från många håll efterfrågas andra typer av proteinkällor, som dessutom är närproducerade (Europeiska kommissionen 2018). Sverige har en lång odlingstradition av arter och åkerböner, grödor som är anpassade för klimatet i landet (Leino & Nygård 2008). År 2021 användes dock bara 1,9 procent av åkermarken för odling av dessa grödor (Olsson 2021). En av anledningarna till detta är att det finns behov av nya sorter (SLU Grogrund 2021a; SLU Grogrund 2022b). Exempelvis behöver olika egenskaper i grödorna förbättras så att det finns sorter som kan odlas i fler delar av landet. Det finns även behov av sorter som är bättre lämpade för humankonsumtion, i stället för foder vilket många av dagens sorter är anpassade för.

#### 1.1.5 Ärtväxter (*Fabaceae*)

Familjen *Fabaceae* är en stor och varierande växtfamilj, den rymmer allt från stora träd i exempelvis släktet *Acacia* (*Acacia* sp.) till lågväxta arter av vicker (*Vicia* sp.) (Catalogue of life 2022a).

Växter ur familjen *Fabaceae* benämns ofta baljväxter. De har gemensamt att de genom symbios med bakterier i marken kan binda kväve från luften (Evert et al. 2013). De vanligaste bakterierna som fixerar kväve är *Rhizobium* och *Bradyrhizobium*. Dessa tar sig in i baljväxternas rötter på vilka speciella strukturer bildas, dessa kallas noder. I nodulerna binds kväve in från luften och blir tillgängligt för växten. Bakterierna får i utbyte kol att använda till energi i sin metabolism. Att odla kvävefixerande baljväxter för att berika sina odlingsjordar har varit känt länge. Evert et al. (2013) uppger att den naturintresserade filosofen Theophrastus redan på 300-talet före vår tideräkning skrev att grekerna odlade åkerböner (*Vicia faba*), för att gödsla sina jordar. Fortfarande används baljväxter som en viktig komponent i växelbruk och odlas innan mer kvävekrävande grödor (Eriksson et al. 2005). Antingen kan all grönmassa skördas och de kväverika nodulerna lämnas i marken, eller kan hela plantorna plöjas ner och

bidra med både organiskt material och kväve. Olika baljväxter fixerar olika mycket kväve, men experiment har visat att vid gynnsamma förhållanden kan så mycket som 70–500 kg N/ha/år bindas in.

### 1.1.6 Ärt (*Pisum sativum*)

Släktet *Pisum* är en liten del av familjen *Fabaceae* och är indelat i tre arter; *Pisum abyssinicum*, *Pisum fulvum* och *Pisum sativum* (Catalogue of life 2022b). *Pisum sativum* är den art som odlas sedan länge i Sverige och som detta arbete fokuserar på (Leino & Nygårds 2008). Tidigare delades *P. sativum* upp i två olika arter baserat på bedömningen om de blommade i vitt, trädgårdsärt (*P. sativum*) eller i färg, åkerärt (*P. arvense*). Numera är de sammanslagna under artnamnet *P. sativum*. *Pisum sativum* delas in i sju undergrupper. Nedan följer en kort beskrivning av dessa grupper.

**Foderärt** kallas ofta gråärt och har en lång odlingstradition i Sverige (Nygårds 2007). Foderärter blommar med lila blommor, till skillnad från övriga som blommar vitt (Leino & Nygårds 2008). Fröna innehåller högre halter av fenoler, till exempel tanniner, än de från de andra grupperna av *P. sativum* (Kour et al. 2020). Fröna är oftast släta (Leino & Nygårds 2008). Ärtorna är oftast i en blå-grå-grön-brun nyans och är prickiga eller marmorerade (Leino & Nygårds 2008). Storleken på ärtorna kan variera. Foderärten odlas framför allt, som namnet anger, som foder till djur men kan även förtäras av människor. Innan de äts kokas de torkade ärtorna, alternativt mals de ner till proteinrikt mjöl.

**Socketärt** konsumeras som hela och färska baljor innan fröna mognat (Leino och Nygårds 2008). Socketärtens baljor saknar membran vilket gör dem lättuggade och krispiga. Socketärter är den grupp av ärter som har kortast period mellan sådd och skörd och passar att odla i även i de nordligaste delarna av Sverige.

**Kokärt** producerar gröna eller gula ärter som efter skörd torkas (Leino och Nygårds 2008). De blötläggs och kokas innan de äts. Vanligaste är de klassiska gula ärtorna som används till ärtsoppa (Israelsson 2007).

Både **Märgärt** och **Spritärt** odlas för skörd av de färska fröna (Nygårds & Leino 2013). Skillnaden mellan dem är att märgärtens torkade frön är skrynkliga medan spritärtens är släta. Detta beror på sockerhalten. Märgärtor lagrar mer socker än stärkelse och det motsatsen gäller för spritärtor. Märgärtor har, av denna anledning, en sötare smak än spritärtor. Spritärten är hårdigare och kan därmed odlas längre norrut i Sverige än märgärten (Israelsson 2007). Färskskördade ärter kallas även konserverter eller gröna ärter (Karlsson 2020).

**Brytmärgärt** är en korsning mellan märgärt och sockerärt (Nygårds 2007). De skördas som hela baljor. Fröna lagrar socker och är därmed skrynkliga och baljväggarna är tjocka (Nygårds och Leino 2013).

**Brytsockerärt** skiljer sig från brytmärgärt genom att den har släta frön. Precis som brytmärgärt skördas och äts baljorna hela och råa (Nygårds och Leino 2013; Nygårds 2007).

### 1.1.7 Åkerböna (*Vicia faba*)

*Vicia*, Vickersläktet, är ett släkte inom familjen ärtväxter *Fabaceae* som består av 213 arter (Catalogue of life 2022c). *Vicia faba*, åkerböna, är en av arterna som används som kulturväxt. På svenska är arten även känd under namnen bondböna och favaböna (Sveriges lantbruksuniversitet [SLU] 2019). Dessutom förekommer den alternativa stavningen, fababöna (Nordisk råvara u.å). När namnet bondböna används syftas det ofta på de varianter av bönan som har större frön och som vanligtvis används av hobbyodlare (Sveriges Lantbruksuniversitet [SLU] 2019). Namnet åkerböna syftar, precis som namnet säger, främst på de sorter som odlas på åkrar. Fröna av dessa är mindre och därför lättare att hantera i såmaskiner inom jordbruket. Arten delas in i tre eller fyra grupper beroende på storleken på fröna (López-Bellido et al. 2005). Undergrupperna **Mayor**, **Equina**, **Minor** och **Paucijuga** anges av López-Bellido et al. (2005) som en indelning från största till minsta storlek på fröna. Enligt Svensk kulturväxtdatabas (SKUD) finns även en undergrupp som heter **Minuta** (Svensk kulturväxtdatabas [SKUD] 2020). Både Minuta och Minor är namnet på de runda småfröiga sorterna som odlas på åkrar. Tusenkornsvikten för Minuta/Minor är under 500 g (Singh et al. 2012). Paucijuga har de allra minsta fröna och är en primitiv form av arten, dess tusenkornsvikt är mindre än 250 g. Equina kallas på svenska för hästbönor (SKUD 2010) och har medelstora frön, tusenkornsvikten är mellan 500–1000 g (Singh et al. 2012). Mayor eller Major har de största fröna, med en tusenkornsvikt på över 1000 g. Det är den typ som på svenska kallas bondböna (SLU 2019).

För enkelhetens skull benämns alla grupper av *V. faba* i detta arbete för åkerbönor.

### 1.1.8 Genbanker

Det finns över 1 750 olika genbanker i världen som tillsammans bevarar mer än 7,4 miljoner olika fröprover (FAO 2010). *Ex situ*- bevarande är när genresurser, till exempel frön, pollen eller DNA, bevaras utanför sitt naturliga habitat (Jaisankar et al. 2018). Genom att skapa optimala förhållanden får genmaterialet en ökad chans att överleva i genbankerna. Många *ex situ*- genbanker för växter, fokuserar på att förvara frön, torkade till låg vattenhalt, i låg



temperatur under lång tid. Som en extra säkerhetsåtgärd öppnade år 2008 Svalbard Global Seed Vault (Regjeringen.no u.å). Frövalvet på Svalbard är en plats för att förvara säkerhetskopior av frön av livsmedelsrelaterade grödor från världens genbanker. I april 2022 fanns 17 292 fröprover av ärter och 4 699 av åkerbönor bevarade i frövalvet på Svalbard (Svalbard Global Seed vault 2020).

Inom organisationer som arbetar med bevarande, till exempel genbanker och botaniska trädgårdar, används ofta termen ”accession”. En accession är ett unikt och distinkt fröprov som representerar till exempel en sort, en lantsort, en förädlingslinje eller en population och som lagras för bevarande och användande (Crop Genebank Knowledge Base u.å). Ett accessionsnummer är ett unikt nummer som betecknar en accession. Numret består ofta av ett prefix som betecknar samlingen eller genbanken, ett sekvensnummer som är unikt och eventuellt ett suffix som håller isär olika uppförökningar av accessionen (Genesys Global Portal on Plant Genetic Resources [Genesys] 2022b)

Genbanker har också en viktig funktion i att samla information om de bevarade accessionerna. Informationen kan bestå av dokumentation i form av *Passport data* eller *Passport descriptors* vilket beskriver accessionernas taxonomi och ursprung (Wageningen University and Research u.å). Genbankerna kan även ha ytterligare information om till exempel olika karaktäriseringar som gjorts av accessionerna. Att karaktärisera en växtsort betyder att dess egenskaper studeras, utvärderas och dokumenteras (SLU 2022).

### 1.1.9 Genesys

Eftersom det finns ett stort antal genbanker i världen, med en stor mängd accessioner, kan det vara svårt att orientera sig bland informationen. Genesys är en sökportal med syfte att göra det enkelt att söka efter växtmaterial från flera olika genbanker (Genesys 2022a). Hemsidan innehåller information om miljontals accessioner och samlar information från olika genbanker, forskningscentrum och andra institut. Meningen med hemsidan är att användaren ska slippa söka efter växtmaterial i flera olika separata databaser. Genom att applicera olika filter kan accessioner med specifika egenskaper sorteras ut.

Genesys drivs av organisationen Crop Trust. Organisationen grundades på uppdrag av Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) och Consultative Group for International Agricultural Research (CGIAR) för att gynna bevarandet och användandet av biologisk mångfald inom odlade grödor (Crop Trust u.å.a). Arbetet finansieras av donationer från olika sektorer, bland annat olika länders regeringar, den privata sektorn, stiftelser och olika jordbruksorganisationer (Crop Trust u.å.b). Genesys anger, som exempel på var data inhämtas, källorna European Plant Genetic Resources Search Catalogue (EURISCO) och CGIAR (Genesys 2022a).

## 1.2 Syfte och frågeställning

Detta arbete syftar till att undersöka vad det finns för tillgängliga växtgenetiska resurser som kan vara av intresse vid den svenska förädlingen av ärt och åkerböna.

Vad finns det för tillgängligt växtmaterial i världen som kan vara av intresse vid förädling av ärt och åkerböna för svenska odlingsförhållanden?

För att kunna svara på denna frågeställning delades den upp i följande delfrågor:

- Vilka egenskaper för ärt och åkerböna är viktiga för förädlingen i Sverige?
- Var går det att hitta tillgängligt växtmaterial bland befintligt genbanksmaterial som matchar dessa kriterier?
- Hur tillgängliggör olika genbanker sitt material?
- Hur ser sökbarheten ut i olika genbanker?

## 2. Metod

### 2.1 Personlig kommunikation, SLU Grogrund

För att få information om vilka egenskaper som är av betydelse vid förädling av ärt och åkerböna för svenska förhållanden har forskare vid Institutionen för Växtförädling, Åsa Grimberg och Cecilia Hammenhag, kontaktats. De är koordinatörer inom SLU Grogrund, *Framtidens åkerböna för mat och foder* respektive *Ärtan - garantin för framtidens gröna protein* inom vilka nya förädlingsprogram av grödorna startats hos Lantmännen i Svalöv. Grimberg och Hammenhag har angett vilka egenskaper som förädlare är intresserade av och har även gett sin syn på varför dessa är intressanta. Egenskaperna finns listade i Tabell B1 och Tabell B2. I en senare del av arbetet har dessa egenskaper använts i sökningar av relevant växtmaterial i genbankernas databaser.

### 2.2 Litteraturstudie

Litteraturstudien har som syfte att beskriva de egenskaper som angetts och förklara varför de är viktiga. För att hitta information till litteraturstudien har flertalet sökmotorer använts, bland annat Web of Science, Google Scholar, SLU Primo och Google.

### 2.3 Undersökning av befintligt genbanksmaterial

#### 2.3.1 Sökportal

För att undersöka var befintligt genbanksmaterial av ärt och åkerböna finns har sökportalen Genesys använts som utgångspunkt. På Genesys anges, förutom genbanker, även olika institut som har genbanksmaterial bevarat. För enkelhetens skull benämns även dessa institut för genbanker i detta arbete. För fördjupad information om, och karakterisering av, växtmaterialet har därefter genbankernas hemsidor och databaser använts.

I detta arbete har koder använts för att beteckna de olika genbankerna. Koderna kommer från World Information and Early Warning System (WIEWS). Detta är FAO:s informationssystem om växtgenetiska resurser för mat och jordbruk (FAO u.å.e). Informationssystemet innefattar bland annat en lista med över 17 000 institut och organisationer som, nationellt, regionalt och internationellt, arbetar med bevarande av växtgenetiska resurser. Dessa, av FAO registrerade, institut betecknas med en speciell kod, på engelska kallad *WIEWS instcode*. Denna unika kod fungerar över hela världen, som en beteckning för institutet. Exempelvis är NordGens kod

SWE054. Alla registrerade institut, och deras kod, går att hitta via en söksida på FAO:s hemsida; [https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?no\\_cache=1](https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?no_cache=1).

### 2.3.2 Urval av genbanker

De genbanker som förvaltar flest accessioner av ärter och åkerbönor har sorterats ut med hjälp av Genesys. På Genesys anges namnet på den aktuella arten i en sökruta och ytterligare sökkriterier kan uppges som till exempel geografiskt ursprung eller specificerade klimatdata. Vid sökningarna i Genesys har de latinska artnamnen *Pisum sativum* eller *Vicia faba* använts som sökord. Tillgängligheten filtreras under rubriken *Available for distribution; Yes, No* eller *Not provided* kan väljas. För att i detta arbete få fram de accessioner som *kan* vara tillgängliga har *Yes* och *Not provided* valts. Som ytterligare kriterium har en exkludering av historiskt material angivits. Historiskt material finns inte tillgängligt och har därmed inte inkluderats i denna undersökning (Genesys 2022b). För att avgränsa arbetet har de 15 genbanker med flest accessioner för ärter respektive åkerbönor utifrån ovan angivna kriterier valts. Dessa genbanker listas under rubriken *Accession overview*.

Eftersom genbanker som bevarar material inte fungerar som museer utan innehåller dynamiska samlingar kan uppgifterna om materialet förändras över tid. Anledningar till att informationen avseende en accessions tillgänglighet för beställning ändras kan till exempel vara om accessionen nyligen beställts av många och nu behöver uppföras. Detta kan också behövas om fröerna börjar tappa i grobarhet. Olika typer av uppgifter om accessionerna kan tillkomma till exempel evaluerings – eller karaktäriseringsdata. Informationen om accessionerna i detta arbete är hämtade mellan 2022-02-14 och 2022-03-29.

### 2.3.3 Vidare information om accessionerna

Vidare information om accessionerna, som förvaltas av de 15 genbankerna för respektive gröda, har sedan eftersökts. På Genesys informationssidor, *Genebank details*, anges information om varje genbank. Där finns uppgifter om i vilket land genbanken ligger, varifrån informationen är inhämtad och i vissa fall en länk till genbankens hemsida. Via länkarna har genbankernas hemsidor besökts.

På genbankernas hemsidor har sedan en databas med information om olika accessioner försökt hittas. Avsikten har varit att finna den ursprungliga källan till fakta om accessionerna och därmed även hitta ytterligare information om dem. Även i genbankernas databaser har en sökning på arterna *P. sativum* och *V. faba* gjorts. Syftet med dessa undersökningar har varit att ta reda på hur många accessioner som är karaktäriserade, och för vilka egenskaper. Flera olika typer av egenskaper kan undersökas vid karaktärisering, till exempel morfologiska, biologiska,

kemiska och fenologiska (GRIN Czech Release 1.10. u.å). Dessa egenskaper har i detta arbete sammanförts och kallas *Biologiska egenskaper*. Information som rör accessionernas ursprung; geografisk hemvist och typ av material, kallas i detta arbete för *Ursprungsinformation*. De egenskaper av intresse, som pekats ut av Grimberg och Hammenhag, har sökts i genbankernas databaser. Antalet accessioner som matchar kriterierna har sammanställts. Om till exempel egenskapen lågt växtsätt angetts som intressant för växtförädlingen i Sverige, har alla accessioner som är karakteriserade utifrån växtsätt tagits med i sammanställningen.

#### 2.3.4 Fotografier

Många genbanker har även publicerat fotografier av sina accessioner. Dessa kan vara användbara för förädlaren om de till exempel visar blommfärg. För att hitta fotografierna är det ibland möjligt att vid en sökning i databaserna välja att enbart få fram accessioner som är fotograferade (*With images*). Ett exempel på en databas som fungerar på detta sätt är The Crop Research Institute i Tjeckien (CZE122). En sammanställning har gjorts - av de genbanker som har fotograferat sina accessioner. Ingen kategorisering har gjorts angående vad fotografierna föreställer. I denna undersökning har fotografier inte använts för att karakterisera accessionerna. Detta eftersom det inte går att göra automatiska sökningar på egenskaper via fotografier.

## 3. Resultat

### 3.1 Litteraturstudie

#### 3.1.1 Karaktärisering

Vid växtförädling är syftet att kombinera olika genvarianter för att få fram förbättrade sorter av en gröda (SLU 2022). För att ta reda på vilka olika egenskaper en sort har kan den karaktäriseras. Denna information är värdefull och kan användas av bland andra växtförädlare. Karaktäriseringen är resurskrävande i form av pengar, tid, utrymme och kunskap och görs av växtförädlingsföretag, universitet och genbanker (Nordiskt Genresurscenter [NordGen] 2020).

#### 3.1.2 Ursprungsinformation

##### 3.1.2.1 Typ av material

Många genbanker anger vilken typ av material de olika accessionerna är av. I genbankernas databaser anges detta under titeln *Improvement level* eller *Biological status*. Detta beskriver om materialet är vildväxande eller domesticerat. Vid domesticering kan det anges till exempel om accessionen är en lantsort (*Traditional cultivar/landrace*), en av förädlare framtagen sort (*Breeding/research material*) eller en mutant (*Mutant*) (Nordic Baltic Genebanks Information System [GeNBIS] u.å). Med hjälp av denna information kan en förädlare läsa ut intressant fakta om accessionen. Hammenhag<sup>1</sup> anger att denna typ av information hjälper henne att förstå hur plantan som odlas från fröet kommer att växa. Om accessionen är en *cultivated variety*, eller *Advanced or improved cultivar* beräknas sorten vara uniform i sitt växtsätt och genetiskt homogen. Enligt Ulrika Carlson- Nilsson<sup>2</sup>, växtexpert för baljväxter på NordGen, har sorten, om den inte är alltför gammal, troligtvis genomgått sorttester och har funnits på en sortlista. Om accessionen klassats som en *Traditional cultivar/landrace* utgår Hammenhag<sup>1</sup> i stället från att sorten är genetiskt heterogen och att växtsättet kan vara mer varierat. Vildväxande material, i genbanken klassat som *Wild*, kan vara intressant eftersom det ofta innehar mer ursprungliga egenskaper. Dessa vildväxande accessioner och deras genetiska variation är än så länge inte så väl undersökta (Smýkal et al. 2013). I de vildväxande sorterna har man framför allt letat efter sjukdomsresistens. Det vildväxande materialet kan bära på många olika viktiga egenskaper och det är viktigt att också dessa bevaras och karaktäriseras.

---

<sup>1</sup> Cecilia Hammenhag, forskare vid Institutionen för Växtförädling, SLU, mailkontakt den 7 april 2022

<sup>2</sup> Ulrika Carlson- Nilsson, senior forskare, NordGen, mailkontakt den 7 april 2022

### 3.1.2.2 Geografisk hemvist

Många genbanker anger varifrån accessionerna härstammar. Att veta var accessionen har sin geografiska hemvist är värdefull information för förädlare eftersom det ofta indikerar under vilka omständigheter grödan vuxit och därmed anpassats till. För accessioner som utgörs av vilt växtmaterial eller lantraser har habitatet som de vuxit i på ett naturligt sätt selekterat växtmaterialet och anpassat den till den aktuella växtplatsen (Smýkal et. al 2013). Till exempel om en ärt växer på en torr plats har plantor som tidigt sätter blommor en större chans att hinna reproducera sig, innan torkan blir för allvarlig, än de som är senblommande. Egenskapen att vara tidigblommande gynnas på så sätt. Är en förädlare på jakt efter material för att ta fram en torktålig ärt är det en god idé att i första hand leta efter material som härstammar från torra områden.

### 3.1.3 Biologiska egenskaper

#### 3.1.3.1 Växtsätt

Ärt (*Pisum sativum*). Ärtplantor är ursprungligen långa, slingrande och kräver stöd för att baljorna med frön ska kunna skördas på ett så enkelt sätt som möjligt (Smýkal et. al 2013). För att effektivisera skörden har förädling för lågväxande plantor varit viktigt. Denna egenskap beror på en mutation i LE-genen, som uttrycks genom förändrad gibberellinsyntes (Reid & Ross 2011). Detta reglerar längden mellan internoderna och gör därmed plantan kortare. Vid odling på fält är lågväxta plantor av stor vikt eftersom de inte kräver stöttning (Smýkal et. al 2013). Lodging, att plantorna lägger sig ner, undviks därför lättare (Smýkal et. al 2013). Egenskapen beskrevs av "genetikens fader" Gregor Mendel redan på 1860-talet och det var Orland E. White som år 1917 döpte den till LE-genen (Reid & Ross 2011).

Åkerböna (*Vicia faba*). För åkerbönor är växtsättet främst intressant i form av om plantan är determinant eller icke-determinant. Icke-determinanta sorter fortsätter att växa och producera nya blommor och baljor så länge de yttre miljöfaktorerna tillåter (Sjödin 1971). Detta bidrar till att baljorna mognar ojämnt och att skörden därmed försvåras. En determinant växttyp avslutar i stället sin blomning oavsett yttre miljöfaktorer och frömognaden kan bli mer homogen. Determinanta sorter är intressanta vid förädling för svenskt klimat där säsongen är kort och det finns en risk att fröna inte hinner mogna. Ett determinant växtsätt bidrar också till att plantan blir mer kompakt vilket kan underlätta vid mekaniserad skörd (Nurmansyah et al. 2020). De kortare åkerbönplantorna bidrar till att risken för lodging minskar (Avila et al. 2007). Fördelningen av upptagna näringsämnen fördelas också mer jämnt mellan plantans reproduktiva och vegetativa delar vilket bidrar till ett större skördeindex.

### 3.1.3.2 Bladmorfologi

Ärt (*Pisum sativum*). En av de viktigaste framgångarna för den moderna ärtförädlingen, tillsammans med upptäckten av LE-genen, är framtagningen av sorter som är, bladlösa *semi leafless* (Smýkal et al. 2013). Detta betyder att plantorna utvecklar färre blad och i stället fler klängen. Denna egenskap gör att plantornas klängen hakar fast i andra plantor, de stöttar då varandra och lodging undviks. Denna bladtyp kallas också *Afila*.

Åkerböna (*Vicia faba*). Bladformen på åkerbönor kan variera kraftigt, de kan vara smala, runda eller ett mellanting (Nurmansyah et al. 2020). Enligt Grimberg<sup>3</sup> har de i projektet "Framtidens åkerböna för mat och foder" försökt dra slutsatser om vilka egenskaper bladformen är kopplad till. Vid odling på fält 2021 konstaterades att de plantor som har ett determinant växtsätt ofta har mer rundade blad. Dock kan bladformen skilja en del mellan var på plantan bladen sitter, långt upp eller långt ner vilket gör det svårt att dra några större slutsatser baserat på bladform.

### 3.1.3.3 Rötter

Genom att odla plantor med ett välutvecklat rotsystem förbättras vatten- och näringsupptaget (Jeudy et al. 2016). Detta ökar i sin tur avkastningen. Genom att studera rotsystemet på ärter och åkerbönor kan man se hur välutvecklat det är, men även hur mycket noder som finns på rötterna. Att tänka på är att det även finns abiotiska faktorer, som kan påverka rottillväxten till exempel jordstruktur, vattenmättnad och temperatur. Nodulation förutsätter att bakterierna *Rizobium* och *Bradyrhizobium* finns i jorden (Evert & Eichhorn 2013). Att karaktärisera plantdelar som finns under jord är komplicerat, tar mycket tid och är därmed kostsamt. Detta har därför inte gjorts i så stor utsträckning (Jeudy et al. 2016).

### 3.1.3.4 Frö morfologi

Ärt (*Pisum sativum*). Karaktäriseringen av ärtfrönas utseende är delvis kopplat till det näringsmässiga innehållet. Som nämnts tidigare kan man skilja mörkgrön och spritärt åt genom att studera om fröna är skrynkliga eller släta, de skrynkliga innehåller mer socker i relation till stärkelse och tvärtom (Nygårds & Leino 2013). Ärtans utseende kan också vara kopplat till proteininnehållet. En skrynklig ärt kan indikera att ärtorna har högre halter av protein (Gueguen & Barbot 1988). Även färgen kan säga något om proteininnehållet. I en studie av 56 olika linjer konstaterade Tzitikas et al. (2006) att bruna ärtor innehöll högre halter av protein (26,7 %) än de gula (21,8 %) och gröna (21,5 %).

---

<sup>3</sup> Åsa Grimberg, forskare vid Institutionen för Växtförädling, SLU, mailkontakt den 2 mars 2022



Åkerböna (*Vicia faba*). När det kommer till storleken på fröna för åkerbönor som ska odlas i nordiska klimat, är små frön mer eftertraktade (Stoddard & Hämäläinen 2011). Detta beror både på att småfröigt utsäde är lättare att maskinså och att fröna torkar bättre efter skörden. Formen på åkerböfröna kan variera mellan mer runda former till plattare (Lyhagen 2016). När fröna ska sås med maskin underlättar det dessutom om sorterna är av den runda typen.

### 3.1.3.5 Tidighet/Mognad

Sveriges geografiska läge innebär att odlingsäsongen är relativt kort. För att grödorna ska hinna mogna och skörden bli så stor som möjligt anger Grimberg<sup>4</sup> och Hammenhag<sup>5</sup> att tidighet är en viktig egenskap. Både för ärter och åkerbönor studerar man hur tidigt plantorna sätter blommor, eftersom det är starten för frötvecklingen. Att plantan har en kort tid mellan sådd och blomning indikerar att fröna bör hinna mogna fram innan växtsäsongen är över. Man kan också ange mognadstiden som ett mått på tidighet i en gröda. Detta kan anges antingen som tiden mellan sådd och mognad eller tiden mellan blomning och mognad. Man bör dock vara uppmärksam på att mognadstiden är olika beroende på i vilken form grödan skördas. Av naturliga skäl tar det längre tid för fröna som ska skördas helt mogna och torkade än för de som odlas för att frysas gröna och färska (Karlsson 2020).

### 3.1.3.6 Torktålighet och tolerans för vattenmättnad

På grund av de olika klimatförändringar som drabbar världen ändras förutsättningarna för odling av olika grödor (Hoegh-Guldberg et al. 2018). För att i framtiden kunna odla ärter och åkerbönor, även vid händelse av eventuella extremväder, är det viktigt att ta reda på hur olika sorter av grödor klarar av torka eller stora mängder vatten.

### 3.1.3.7 Avkastning

I takt med att världens befolkning ökar, medan åkerarealen som ska föda befolkningen i stället riskerar att krympa, ställs stora krav att öka grödornas avkastning (UN u.å.a; Schiermeier 2019). Det är avkastningen som avgör hur ekonomiskt hållbar grödan blir för odlaren. Avkastningen är i sig en egenskap, som beror på en rad olika andra egenskaper i grödan, till exempel hur tålig den är mot olika växtsjukdomar eller skadeinsekter (SLU 2022).

---

<sup>4</sup> Åsa Grimberg, forskare vid Institutionen för Växtförädling, SLU, mailkontakt den 2 mars 2022

<sup>5</sup> Cecilia Hammenhag, forskare vid Institutionen för Växtförädling, SLU, mailkontakt den 7 april 2022

### 3.1.3.8 Protein

Den kemiska sammansättningen av frö och kärna är viktig för livsmedelsgrödor. För de, i detta arbete aktuella grödorna, som vanligen benämns som proteingrödor, är proteininnehållet en särskilt viktig egenskap. Både ärt och åkerböna är proteinrika grödor som, nu och i framtiden, får en allt viktigare roll. Detta när konsumtionen av kött rekommenderas minska i syfte att uppnå mer hållbara livsmedelssystem med högre andel vegetabiliskt baserad mat (Schiermeier 2019). Att förädla fram sorter med höga halter av protein är därmed eftersträvansvärt.

För ärtor kan proteininnehållet variera mellan 13 % och 38 % (Daba & Morris 2022) medan åkerböner innehåller cirka 30 % protein (Warsame et al. 2018). Det är både genetiska faktorer och odlingsmiljön som påverkar halten protein. Även sammansättningen av proteinet kan variera. Flera olika gener är med och påverkar vilken kvantitet och kvalitet som proteinet i ärtorna och åkerbönerna får.

### 3.1.3.9 Stärkelse

Ärt ses främst som en proteingröda men fröna innehåller även upp till 50 % högkvalitativ stärkelse (Smykal et al. 2014). Detta gäller även för åkerböner som innehåller upp till 45 % stärkelse (Hoover & Sosulski 1991). Stärkelseinnehållet är dock negativt korrelerat till proteininnehållet (Daba & Morris 2022; Duc et al. 1999). Det vill säga att det är svårt att förädla för att höja både proteinhalt och stärkelsehalt. Detta gäller för både ärter och åkerböner. Förslagsvis fokuseras förädlingen i stället på två olika slutmål; att ta fram en proteinrik typ och en stärkelsarik typ.

### 3.1.3.10 Antinutrientier

Ärt (*Pisum sativum*). Antinutrientier är ämnen som gör livsmedel mindre välsmakande eller mindre nyttiga för människor (Satya et al. 2010). Till exempel kan antinutrientier hämma upptaget av olika näringsämnen. När det gäller antinutrientier i ärtor uppger Hammenhag<sup>6</sup> att förädlare främst är intresserade av halterna av saponiner, lektiner och proteasinhistorer. Saponiner är ämnen som i växter tros fungera som ett försvar mot insekter och patogener (Osborn 2003). Saponinerna bidrar till en bitter smak i ärtorna och ger även en metallisk och kärv känsla i munnen vid förtäring (Price et al. 1985). Lektiner kan orsaka magsmärta, illamående, kräkningar och diarre (Livsmedelsverket 2022a). Halterna minskar om ärtorna blötläggs och de förstörs vid kokning. Lektiner kan också försämra förmågan att ta upp näringsämnen och mineraler (Geraldo et al. 2022). Proteasinhistorer försämrar förmågan att bryta ner protein och stärkelse.

---

<sup>6</sup> Cecilia Hammenhag, forskare vid Institutionen för Växtförädling, SLU, mailkontakt den 7 april 2022

Åkerböna (*Vicia faba*). Tanniner, convicin och vicin är tre antinutrientier som studeras i åkerbönor (Duc et al. 1999). Tanniner finns koncentrerade i fröskalet hos åkerböna (Geraldo et al. 2022) och är en trolig orsak till att fröna smakar beskt (Kaur 2020). Tanninerna bidrar också till att näringsupptaget för den som konsumerar åkerbönor försämras (Geraldo et al. 2022). Att förädla fram sorter med låga halter av tanniner är framför allt viktigt när det gäller åkerbönor, som ska användas som djurfoder eftersom de då äts i oskalad form (Ryberg 2020). När åkerbönor däremot är avsedda att användas i vissa livsmedel för humankonsumtion, kan det vara ekonomiskt försvarbart att skala fröna. Därmed är det inte lika viktigt med tanninfria sorter. Sorter som blommar med helt vita blommor innehåller en lägre halt av tanniner, än de sorter som blommar i andra färger eller som har en svart prick i det vita (så kallade brokblommiga) (Crépon et al. 2010).

Även färgen på åkerbönan fröskal är relaterad till tannininnehållet (Crofton & Bond 1998). De frön som har en grå-beige, grågrön eller mörkgrå färg innehåller lägre halter medan bruna, svarta, röda, lila och gula innehåller en högre halt. Värt att tänka på är, att de som har en beige färg kan innehålla låga eller höga tanninhalter och när fröna åldras kan färgen förändras. Detta kan till viss del försvåra bedömningen. Ämnena convicin och vicin är alkaloida glykosider. Det finns människor som, till följd av en mutation, saknar enzymet G6PD (glukos-6-fosfat-dehydrogenas) och därför inte kan bryta ner convicin och vicin (Tuominen 2022). Vid intag av convicin och vicin, leder bristen på enzym till att blodkropparna riskerar att förstöras vilket leder till allvarlig blodbrist. I medelhavsområdet, där denna enzymbrist är vanligare, kallas sjukdomen för favism. Även för djur är convicin och vicin antinutrientier (Crépon et al. 2010). Försök har bland annat visat att foder med låga halter av ämnena, ger bättre produktionsresultat hos värphöns och gödkycklingar.

Det finns några få sorter av åkerbönor, som är förädlade för att innehålla låga halter av tanniner, convicin och vicin, men de vanligaste sorterna innehåller fortfarande höga halter (Crépon et al. 2010). Det finns goda möjligheter att genom förädling sänka halterna av antinutrientier och därmed förbättra sorternas nutritionella värde.

### 3.1.3.11 Sjukdomstolerans

Genom att fokusera på att ta fram sorter av ärter och åkerbönor som är toleranta mot olika biotiska faktorer kan avkastningen ökas. Både för åkerbönor och ärter är ärtrottröta (*Aphanomyces euteiches*) och andra rottrötter/rotsjukdomar, till exempel *Phytophthora pisi*, *Fusarium solani*, *Pythium* spp., *Rhizoctonia* spp. och *Phoma* spp., allvarliga problem (Jordbruksverket u.å.e). Ärtrottröta och andra rottrötter beror på svampar eller algsvampar som infekterar rötterna. Vilosporerna från svampar och algsvampar kan överleva i jorden i många år, vilket gör att en växtföljd på minst sju år är av största vikt. Dock anger Jordbruksverket att

grödans mottaglighet också spelar en viktig roll för hur mycket av patogenerna som uppförökas. Bladmögel förekommer både på ärter (*Peronospora viciae* f. sp. *psii*) och åkerbönor (*Peronospora viciae*) (Jordbruksverket u.å.d; Jordbruksverket u.å.a). Bladmögel är vanliga angrepp och kan orsaka skördeförkluster, speciellt om angreppet kommer tidigt på säsongen. Även mjöldagg är vanligt på de båda grödorna och orsakar också skördeförkluster. Angrepp av både bladmögel och mjöldagg gynnas av fuktigt och svalt väder vilket ofta är en realitet i Sverige (Department of Primary Industries and Regional Development's Agriculture and Food [DPIRD] 2015; Jordbruksverket u.å.a; Jordbruksverket u.å.d) Ärter och åkerbönor kan även drabbas av andra skadegörare som till exempel virus, nematoder och bladlöss. Övriga problem, som anges specifikt för åkerböna, är bönsmyg (*Bruchus rufimanus*) och chokladfläcksjuka som orsakas av svampen *Botrytis fabae* (Jordbruksverket u.å.c; Jordbruksverket u.å.b).

## 3.2 Befintligt genbanksmaterial

Nedan följer resultaten från undersökningen av det befintliga materialet på de 15 genbanker som har flest accessioner av ärter respektive åkerbönor enligt Genesys. Informationen som har eftersökts är den som uppgetts som särskilt intressant ur ett förädlingsperspektiv och som har beskrivits i avsnitt 3.1. De angivna koderna inom parentes betecknar de olika genbankerna enligt beskrivning i Tabell 5 och Tabell 6.

### 3.2.1 Tillgängligt material

För att accessionerna ska vara relevanta i dagens förädlingsarbete krävs det att de är beställningsbara, det vill säga tillgängliga. En första sak som noterades angående tillgängliga accessioner, var att det på Genesys går att kryssa i sökrutorna *Yes*, *No* eller *Not provided* under kategorin *Available for distribution*. *Yes* innebär att genbankerna gett Genesys information om att accessionerna är tillgängliga för distribution. Önskas accessionen beställas, skickar Genesys vidare en förfrågan till genbanken. *Not provided* innebär att Genesys inte fått information från genbankerna huruvida accessionerna är tillgängliga eller inte. Det naturliga hade varit att välja de accessioner som på Genesys klassats som tillgängliga (*Yes*). Men undersöker man detta vidare för ärter, ser man att majoriteten av accessionerna är klassade som *Not provided*. Av de accessioner på de 15 genbanker, som valts att studera för detta arbete, är enbart 3911 klassade som tillgängliga (*Yes*) (Tabell 1), det vill säga 8,7 %. För resterande 41 231 tillhandahålls ingen information om tillgängligheten (*Not provided*). Motsvarande siffror för åkerböna är 2802 (*Yes*) och 14 749 (*Not provided*) (Tabell 2), det vill säga 19 % är tillgängliga.

Tabell 1: Ärt (*Pisum sativum*).

Antal accessioner av ärt angivna som Yes och Not Provided angående Available for distribution på sökportalen Genesys.

Ärt ( <i>Pisum sativum</i> )		
Kod Genbank	Available for distribution?	
	Yes	Not provided
AUS165		7401
USA022		6128
LBN002	3911	
DEU146		3753
GBR247		3494
GBR165		3298
CZE122		2435
SWE054		2394
UKR001		2184
POL003		2122
GBR016		2116
BGR001		1747
ITA436		1716
ITA394		1225
HUN003		1218
<b>Totalt</b>	<b>3911</b>	<b>41231</b>

Tabell 2: Åkerböna (*Vicia faba*).

Antal accessioner av ärt angivna som Yes och Not Provided angående Available for distribution på sökportalen Genesys.

Åkerböna ( <i>Vicia faba</i> )		
Kod Genbank	Available for distribution?	
	Yes	Not provided
LBN002	2802	
AUS165		2737
DEU146		2320
GBR016		1547
RUS001		1269
POL003		1059
ESP004		907
ROM007		802
USA022		782
BGR001		751
PRT001		723
NLD037		718
ESP046		410
CZE122		389
HUN003		335
<b>Totalt</b>	<b>2802</b>	<b>14749</b>

Detta resultat väckte frågan om det verkligen kunde vara enbart 8,7 % (3911 styck) av ärtaccessionerna och 19 % (2802 styck) av åkerbönsaccessionerna som var tillgängliga. För att ta reda på om detta stämde besöktes genbankernas databaser.

För att hitta till genbankernas hemsidor och databaser har i första hand Genesys sidor *Genebank details* använts. I de fall det inte funnits information om genbankens hemsida på Genesys har EURISCO, FAO eller Google använts, för att hitta den ursprungliga källan med information om accessionerna. Vissa genbankers hemsidor kunde inte hittas. I vissa fall ledde sökningarna enbart till en generell hemsida för ett institut eller organisation, där ingen information om genbanksmaterial fanns. Det finns även genbanker som har hemsidor, men som inte kunnat ge någon information för detta arbete. Exempel på detta är genbanken N.I. Vavilov Research Institute of Plant Industry (RUS001), där majoriteten av informationen endast är på ryska. Undersökningen visar att det finns genbanker, som inte har någon hemsida eller en öppen databas, som man kan söka i. Ett exempel är Australian Grains Genebank (AUS165).

Ytterligare ett exempel på en genbank utan öppen databas är ICARDA (LBN002). Även hemsidor där ingen information kunnat hämtas finns listade i Tabell 5 och Tabell 6. Om en mailadress har hittats på Genesys, FAO, EURISCO eller Google, har denna använts för att försöka få kontakt med genbanken och ta reda på mer information om accessionerna. I Tabell 5 och Tabell 6 anges om försök till kontakt gjorts via mail.

På de genbanker som har en hemsida och/eller en databas konstaterades det att sättet att söka information om tillgänglighet skilde sig. För att få fram information, kan till exempel kriterier som *Available* eller *Available under SMTA conditions* väljas på vissa databaser. Det finns också databaser där de som är tillgängliga automatiskt visas vid en sökning. Det finns några europeiska genbanker där ingen information hittas om accessionerna på deras hemsidor eftersom de valt att visa informationen på EURISCO i stället. Via EURISCO går det inte att beställa accessionerna och därmed räknas dessa inte som tillgängliga. Resultatet från sökningen efter tillgängliga accessioner på genbankernas databaser visas i Tabell 3 (ärt) och Tabell 4 (åkerböna).

Tabell 3: Ärt (*Pisum sativum*).  
Tillgängliga accessioner på genbankernas hemsidor och databaser.

Ärt ( <i>Pisum sativum</i> )	
Kod Genbank	Antal
AUS165	0
USA022	5240
LBN002	0
DEU146	5186
GBR247	4554
GBR165	0
CZE122	2389
SWE054	1877
UKR001	5
POL003	611
GBR016	0
BGR001	0
ITA436	4227
ITA394	0
HUN003	0
<b>Totalt</b>	<b>24089</b>

Tabell 4: Åkerböna (*Vicia faba*)  
Tillgängliga accessioner på genbankernas hemsidor och databaser.

Åkerböna ( <i>Vicia faba</i> )	
Kod Genbank	Antal
LBN002	0
AUS165	0
DEU146	2587
GBR016	0
RUS001	0
POL003	305
ESP004	171
ROM007	196
USA022	604
BGR001	0
PRT001	0
NLD037	718
ESP046	410
CZE122	375
HUN003	0
<b>Totalt</b>	<b>5366</b>

Tabell 3 och Tabell 4 visar att många genbanker inte har några tillgängliga accessioner. Trots detta blir det totala antalet tillgängliga accessioner fler än de som på Genesys anges som *Yes*. För att tydliggöra detta är 24 089 ärtaccessioner tillgängliga enligt genbankernas

hemsidor/databaser medan endast 3 911 uppges som tillgängliga på Genesys (Tabell 1 och Tabell 3). Motsvarande siffror för åkerböna är 5 366 och 2 802 (Tabell 2 och Tabell 4). Av detta kan man konstatera att många av de som klassas som *Not provided* troligtvis är tillgängliga, men att genbankerna av någon anledning inte tillhandahåller den informationen via Genesys.

### 3.2.2 Information om accessionerna

Det visade sig att Genesys inte tillhandahåller särskilt mycket information om accessionernas egenskaper. Ursprungsinformationen gick att hitta på Genesys, men ingen information om de biologiska egenskaperna gick att hitta. Därför besöktes genbankernas respektive databaser. Där upptäcktes att olika typer av information kunde hittas på flera olika sätt. Metoden att hitta ursprungsinformation, i form av typ av material och geografisk hemvist, skiljde sig från metoden för att hitta de biologiska egenskaperna. På många av genbankerna som hade en databas angavs typ av material och geografisk hemvist under rubriken *Passport descriptors* eller under *Advanced Search Criteria*. För att enkelt hitta accessioner med specifika biologiska egenskaper, hade flera av genbankernas databaser en speciellt utformad sökmotor. Egenskaperna hittas ofta under rubriken *Descriptors* (i detta arbetet kallat descriptors-sidor).

I undersökningen konstaterades att det även finns genbanker som har karaktäriseringar av sina accessioner, men som inte gjort dem tillgängliga via specifika sökmotorer (descriptors-sidor). Ett exempel är genbanken Istituto di Bioscienze e Biorisorse, Consiglio Nazionale delle Ricerche (ITA436), där information om accessionerna hittas via Mediterranean Germplasm Database. Denna databas har information om bevarade accessioners morfologi/fenologi, men informationen är enbart tillgänglig om en specifik accessions informationssida besöks. Med andra ord är det inte möjligt att söka och sortera ut de önskvärda egenskaperna. Accessioner från genbanker som fungerar på detta sätt har inte tagits med i denna undersökning eftersom de ej kan klassificeras som sökbara.

De 15 genbanker, som enligt Genesys har flest bevarade accessioner, är sammanställda; ärter (Tabell 5) respektive åkerbönor (Tabell 6). I sammanställningen finns den information som vid detta arbete hittats om koderna, som betecknar genbankerna (*WIEWS instcode*), genbankernas namn, i vilket land genbanken ligger och länkar till information om genbanken på FAO. Tabellerna visar resultaten av undersökningar om vilka genbanker som har en hemsida, vilka som har en databas där det går att söka efter accessionerna samt eventuella länkar till dessa. De genbanker som har en specifik sökmotor för accessionerna, en så kallad descriptors-sida, är också listade i tabellerna.

Tabell 5. Ärt (*Pisum sativum*). Sammanställning av information om de 15 genbanker med flest accessions av ärt. Baserat på information från Genesys, FAO och institutens hemsidor, databaser och descriptors-sidor.

Ärt ( <i>Pisum sativum</i> )				
Kod Genbank	Namn Genbank	Land	Genbank hemsida	Genbank databas
AUS165	Australian Grains Genebank, Agriculture Victoria	Australien	NEJ	NEJ
USA022	Western Regional Plant Introduction Station, USDA-ARS, Washington State University	USA	<a href="https://www.ars.usda.gov/">https://www.ars.usda.gov/</a>	<a href="https://npgsweb.ars-grin.gov/gringlobal/search">https://npgsweb.ars-grin.gov/gringlobal/search</a>
LBN002	International Centre for Agricultural Research in Dry Areas	Libanon	<a href="https://www.icarda.org/">https://www.icarda.org/</a>	NEJ
DEU146	Genebank, Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research	Tyskland	<a href="https://www.ipk-gatersleben.de/">https://www.ipk-gatersleben.de/</a>	<a href="https://gbis.ipk-gatersleben.de/gbis2i/faces/index.jsf">https://gbis.ipk-gatersleben.de/gbis2i/faces/index.jsf</a>
GBR247	Germplasm Resources Unit, John Innes Centre, Norwich Research Park	Storbritannien	<a href="https://www.jic.ac.uk/research-impact/germplasm-resource-unit/">https://www.jic.ac.uk/research-impact/germplasm-resource-unit/</a>	<a href="https://www.seedstor.ac.uk/search-panel.php">https://www.seedstor.ac.uk/search-panel.php</a>
GBR165	Science and Advice for Scottish Agriculture, Scottish Government	Storbritannien	<a href="https://www.sasa.gov.uk/">https://www.sasa.gov.uk/</a>	NEJ
CZE122	Czech Republic Crop Research Institute	Tjeckien	<a href="https://www.vurv.cz/">https://www.vurv.cz/</a>	<a href="https://grinczech.vurv.cz/gringlobal/search.aspx?">https://grinczech.vurv.cz/gringlobal/search.aspx?</a>
SWE054	Nordic Genetic Resource Center	Norden	<a href="https://www.nordgen.org/">https://www.nordgen.org/</a>	<a href="https://www.nordic-baltic-genebanks.org/gringlobal/search.aspx">https://www.nordic-baltic-genebanks.org/gringlobal/search.aspx</a>
UKR001	Institute of Plant Production n.a. V.Y. Yurjev of UAAS	Ukraina	<a href="https://yuriev.com.ua/en/">https://yuriev.com.ua/en/</a>	<a href="https://yuriev.com.ua/en/katalog-produkcii/katalog/goroh/">https://yuriev.com.ua/en/katalog-produkcii/katalog/goroh/</a>
POL003	Plant Breeding and Acclimatization Institute	Polen	<a href="https://ihar.edu.pl/">https://ihar.edu.pl/</a>	<a href="https://wyszukiwarka.ihar.edu.pl/en">https://wyszukiwarka.ihar.edu.pl/en</a>
GBR016	Genetic Resources Unit, Institute of Biological, Environmental & Rural Sciences, Aberystwyth	Storbritannien	NEJ	NEJ
BGR001	Institute for Plant Genetic Resources 'K.Malkov'	Bulgarien	<a href="http://ipgrbg.com/en/">http://ipgrbg.com/en/</a>	NEJ (använder EURISCO)
ITA436	Istituto di Bioscienze e Biorisorse, Consiglio Nazionale delle Ricerche	Italien	<a href="https://www.ibbr.cnr.it/ibbr/">https://www.ibbr.cnr.it/ibbr/</a>	<a href="https://www.ibbr.cnr.it/mgd/?action=search">https://www.ibbr.cnr.it/mgd/?action=search</a>
ITA394	CREA-Centro di Ricerca Zootecnica e Acquacoltura - Sede di Lodi	Italien	<a href="https://www.crea.gov.it/en/home">https://www.crea.gov.it/en/home</a>	NEJ
HUN003	Centre for Plant Diversity, Nödik	Ungern	<a href="http://www.nodik.org/english/">http://www.nodik.org/english/</a>	NEJ



Tabell 5. Fortsättning.

Ärt ( <i>Pisum sativum</i> )				
Kod Genbank	Genbank descriptor	Genesys	FAO WIEWS	Mail vid behov (svar? JA/NEJ)
AUS165	NEJ	<a href="http://genesys-pgr.org">Australian Grains Genebank, Agriculture Victoria (genesys-pgr.org)</a>	<a href="https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=AUS165#details">https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=AUS165#details</a>	JA (JA)
USA022	<a href="https://npgsweb.ars-grin.gov/gringlobal/descriptors">https://npgsweb.ars-grin.gov/gringlobal/descriptors</a>	<a href="http://genesys-pgr.org">Western Regional Plant Introduction Station, USDA-ARS, Washington State University (genesys-pgr.org)</a>	<a href="https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=USA022#details">https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=USA022#details</a>	EJ BEHOV
LBN002	NEJ	<a href="http://genesys-pgr.org">International Centre for Agricultural Research in Dry Areas (genesys-pgr.org)</a>	<a href="https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=LBN002#details">https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=LBN002#details</a>	JA (NEJ)
DEU146	<a href="https://gbis.ipk-gatersleben.de/">https://gbis.ipk-gatersleben.de/</a>	<a href="http://genesys-pgr.org">Genebank, Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research (genesys-pgr.org)</a>	<a href="https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=DEU146#details">https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=DEU146#details</a>	EJ BEHOV
GBR247	NEJ	<a href="http://genesys-pgr.org">Germplasm Resources Unit, John Innes Centre, Norwich Research Park (genesys-pgr.org)</a>	<a href="https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=GBR247#details">https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=GBR247#details</a>	EJ BEHOV
GBR165	NEJ	<a href="http://genesys-pgr.org">Science and Advice for Scottish Agriculture, Scottish Government (genesys-pgr.org)</a>	<a href="https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=GBR165#details">https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=GBR165#details</a>	EJ BEHOV
CZE122	<a href="https://grinczech.vurv.cz/gringlobal/descriptors.aspx">https://grinczech.vurv.cz/gringlobal/descriptors.aspx</a>	<a href="http://genesys-pgr.org">Gene bank (genesys-pgr.org)</a>	<a href="https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=CZE122#details">https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=CZE122#details</a>	EJ BEHOV
SWE054	<a href="https://www.nordic-baltic-genebanks.org/">https://www.nordic-baltic-genebanks.org/</a>	<a href="http://genesys-pgr.org">Nordic Genetic Resource Center (genesys-pgr.org)</a>	<a href="https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=SWE054#details">https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=SWE054#details</a>	EJ BEHOV
UKR001	NEJ	<a href="http://genesys-pgr.org">Institute of Plant Production n.a. V.Y. Yurjev of UAAS (genesys-pgr.org)</a>	<a href="https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=UKR001#details">https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=UKR001#details</a>	EJ BEHOV
POL003	<a href="https://wyzukiwarka.ihar.edu.pl/en/">https://wyzukiwarka.ihar.edu.pl/en/</a>	<a href="http://genesys-pgr.org">Plant Breeding and Acclimatization Institute (genesys-pgr.org)</a>	<a href="https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=POL003#details">https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=POL003#details</a>	EJ BEHOV
GBR016	NEJ	<a href="http://genesys-pgr.org">Genetic Resources Unit, Institute of Biological, Environmental &amp; Rural Sciences, Aberystwyth University</a>	<a href="https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=GBR016#details">https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=GBR016#details</a>	JA (NEJ)
BGR001	NEJ	<a href="http://genesys-pgr.org">Institute for Plant Genetic Resources 'K.Malkov' (genesys-pgr.org)</a>	<a href="https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=BGR001#details">https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=BGR001#details</a>	JA (JA)
ITA436	NEJ	<a href="http://genesys-pgr.org">Istituto di Bioscienze e Biorisorse, Consiglio Nazionale delle Ricerche (genesys-pgr.org)</a>	<a href="https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=ITA436#details">https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=ITA436#details</a>	EJ BEHOV
ITA394	NEJ	<a href="http://genesys-pgr.org">CREA-Centro di Ricerca Zootecnica e Acquacoltura - Sede di Lodi (genesys-pgr.org)</a>	<a href="https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=ITA394#details">https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=ITA394#details</a>	JA (NEJ)
HUN003	NEJ	<a href="http://genesys-pgr.org">Centre for Plant Diversity (genesys-pgr.org)</a>	<a href="https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=HUN003#details">https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=HUN003#details</a>	JA (NEJ)

Tabell 6. Åkerböna (*Vicia faba*). Sammanställning av information om de 15 genbanker med flest accessioner av åkerböna. Baserat på information från Genesys, FAO och institutens hemsidor, databaser och descriptors-sidor.

Åkerböna ( <i>Vicia faba</i> )				
Kod Genbank	Namn Genbank	Land	Genbank hemsida	Genbank databas
LBN002	ICARDA	Libanon	<a href="https://www.icarda.org/">https://www.icarda.org/</a>	NEJ
AUS165	Australian Grains Genebank	Australien	NEJ	NEJ
DEU146	Genebank, Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research	Tyskland	<a href="https://www.ipk-gatersleben.de/">https://www.ipk-gatersleben.de/</a>	<a href="https://gbis.ipk-gatersleben.de/gbis2i/faces/index.jsf">https://gbis.ipk-gatersleben.de/gbis2i/faces/index.jsf</a>
GBR016	Genetic Resources Unit, Institute of Biological, Environmental & Rural Sciences,	Storbritannien	NEJ	NEJ
RUS001	N.I. Vavilov Research Institute of Plant Industry	Ryssland	<a href="http://www.vir.nw.ru/en/">http://www.vir.nw.ru/en/</a>	NEJ
POL003	Plant Breeding and Acclimatization Institute	Polen	<a href="https://ihar.edu.pl/">https://ihar.edu.pl/</a>	<a href="https://wyszukiwarka.ihar.edu.pl/en">https://wyszukiwarka.ihar.edu.pl/en</a>
ESP004	Centro Nacional de Recursos Fitogenéticos	Spanien	<a href="https://www.inia.es/Pages/Home.aspx">https://www.inia.es/Pages/Home.aspx</a>	<a href="https://bancocrf.inia.es/en/accessions">https://bancocrf.inia.es/en/accessions</a>
ROM007	Suceava Genebank	Rumänien	<a href="https://svgenebank.ro/">https://svgenebank.ro/</a>	<a href="https://svgenebank.ro/svgbform_mls_itpgrfa.asp">https://svgenebank.ro/svgbform_mls_itpgrfa.asp</a>
USA022	Western Regional Plant Introduction Station	USA	<a href="https://www.ars.usda.gov/">https://www.ars.usda.gov/</a>	<a href="https://npgsweb.ars-grin.gov/gringlobal/search">https://npgsweb.ars-grin.gov/gringlobal/search</a>
BGR001	Institute for Plant Genetic Resources 'K.Malkov'	Bulgarien	<a href="http://ipgrbg.com/en/">http://ipgrbg.com/en/</a>	NEJ (använder EURISCO)
PRT001	Banco Português de Germoplasma Vegetal (BPGV)	Portugal	<a href="https://www.inia.pt/bpgv">https://www.inia.pt/bpgv</a>	<a href="http://bpgv.inia.pt/gringlobal/search.aspx?">http://bpgv.inia.pt/gringlobal/search.aspx?</a>
NLD037	Centre for Genetic Resources, the Netherlands	Nederländerna	<a href="http://www.cgn.wur.nl">http://www.cgn.wur.nl</a>	<a href="https://cgngenis.wur.nl/ZoekGewas.aspx?ID=1315wd4u&amp;Cropnumber=12">https://cgngenis.wur.nl/ZoekGewas.aspx?ID=1315wd4u&amp;Cropnumber=12</a>
ESP046	Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica. Centro Alameda del Obispo	Spanien	<a href="https://www.juntadeandalucia.es/organismos/agriculturagadania/pescaydesarrollosostenible.html">https://www.juntadeandalucia.es/organismos/agriculturagadania/pescaydesarrollosostenible.html</a>	<a href="https://bancocrf.inia.es/en/accessions">https://bancocrf.inia.es/en/accessions</a>
CZE122	The Crop Research Institute (CRI)	Tjeckien	<a href="https://www.vurv.cz/">https://www.vurv.cz/</a>	<a href="https://grinczech.vurv.cz/gringlobal/search.aspx">https://grinczech.vurv.cz/gringlobal/search.aspx</a>
HUN003	Centre for Plant Diversity	Ungern	<a href="http://www.nodik.org/english/">http://www.nodik.org/english/</a>	NEJ

Tabell 6. Fortsättning.

Åkerböna ( <i>Vicia faba</i> )				
Kod Genbank	Genbank descriptor	Genesys	FAO WIEWS	Mail vid behov (svar? JA/NEJ)
LBN002	NEJ	<a href="https://genesys-pgr.org/">International Centre for Agricultural Research in Dry Areas (genesys-pgr.org)</a>	<a href="https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=LBN002#details">https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=LBN002#details</a>	JA (NEJ)
AUS165	NEJ	<a href="https://genesys-pgr.org/">Australian Grains Genebank, Agriculture Victoria (genesys-pgr.org)</a>	<a href="https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=AUS165#details">https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=AUS165#details</a>	JA (JA)
DEU146	NEJ	<a href="https://genesys-pgr.org/">Genebank, Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research (genesys-pgr.org)</a>	<a href="https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=DEU146#details">https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=DEU146#details</a>	EJ BEHOV
GBR016	NEJ	<a href="https://genesys-pgr.org/">Genetic Resources Unit, Institute of Biological, Environmental &amp; Rural Sciences, Aberystwyth University</a>	<a href="https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=GBR016#details">https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=GBR016#details</a>	JA (NEJ)
RUS001	NEJ	<a href="https://genesys-pgr.org/">N.I. Vavilov Research Institute of Plant Industry (genesys-pgr.org)</a>	<a href="https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=RUS001#details">https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=RUS001#details</a>	JA (NEJ)
POL003	NEJ	<a href="https://genesys-pgr.org/">Plant Breeding and Acclimatization Institute (genesys-pgr.org)</a>	<a href="https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=POL003#details">https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=POL003#details</a>	EJ BEHOV
ESP004	NEJ	<a href="https://genesys-pgr.org/">Centro Nacional de Recursos Fitogenéticos (genesys-pgr.org)</a>	<a href="https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=ESP004#details">https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=ESP004#details</a>	EJ BEHOV
ROM007	NEJ	<a href="https://genesys-pgr.org/">Suceava Genebank (genesys-pgr.org)</a>	<a href="https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=ROM007#details">https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=ROM007#details</a>	JA (NEJ)
USA022	<a href="https://npgsweb.ars-grin.gov/gringlobal/descriptors">https://npgsweb.ars-grin.gov/gringlobal/descriptors</a>	<a href="https://genesys-pgr.org/">Western Regional Plant Introduction Station, USDA-ARS, Washington State University (genesys-pgr.org)</a>	<a href="https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=USA022#details">https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=USA022#details</a>	EJ BEHOV
BGR001	NEJ	<a href="https://genesys-pgr.org/">Institute for Plant Genetic Resources 'K.Malkov' (genesys-pgr.org)</a>	<a href="https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=BGR001#details">https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=BGR001#details</a>	JA (JA)
PRT001	<a href="http://bpgv.inia.vpt/gringlobal/descriptors.aspx">http://bpgv.inia.vpt/gringlobal/descriptors.aspx</a>	<a href="https://genesys-pgr.org/">Banco Português de Germoplasma Vegetal (genesys-pgr.org)</a>	<a href="https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=PRT001#details">https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=PRT001#details</a>	EJ BEHOV
NLD037	<a href="https://cgngenis.wur.nl/ZoekGewas.aspx?ID=1315wd4u&amp;Cropnumber=12">https://cgngenis.wur.nl/ZoekGewas.aspx?ID=1315wd4u&amp;Cropnumber=12</a>	<a href="https://genesys-pgr.org/">Centre for Genetic Resources, the Netherlands (genesys-pgr.org)</a>	<a href="https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=NLD037#details">https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=NLD037#details</a>	EJ BEHOV
ESP046	NEJ	<a href="https://genesys-pgr.org/">Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica. Centro Alameda del Obispo (genesys-pgr.org)</a>	<a href="https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=ESP046#details">https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=ESP046#details</a>	EJ BEHOV
CZE122	<a href="https://grinczech.vurv.cz/gringlobal/descriptors.aspx">https://grinczech.vurv.cz/gringlobal/descriptors.aspx</a>	<a href="https://genesys-pgr.org/">Gene bank (genesys-pgr.org)</a>	<a href="https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=CZE122#details">https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=CZE122#details</a>	EJ BEHOV
HUN003	NEJ	<a href="https://genesys-pgr.org/">Centre for Plant Diversity (genesys-pgr.org)</a>	<a href="https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=HUN003#details">https://www.fao.org/wIEWS/data/organizations/en/?instcode=HUN003#details</a>	JA (NEJ)

Av de 15 genbanker med flest arter har 53 % en databas där det går att hitta information om de bevarade accessionerna (Tabell 5). För åkerbönor har 60 % av de 15 genbankerna en databas (Tabell 6). Av de 15 genbanker med flest arter har 33 % en descriptors-sida där det går att söka efter accessionernas specifika biologiska egenskaper (Tabell 5) och för åkerbönor är motsvarande siffra 27 % (Tabell 6).

När de olika genbankernas descriptors-sidor undersöktes, visade det sig att de namngett karaktärsbeskrivningarna av de biologiska egenskaperna på olika sätt. Till exempel kan *Fröfärg/Seedcolor* ha sökts, medan genbankerna i stället benämner egenskapen som *Seed coat color*, *Testa colour* eller *Basic colour of seed testa*. Tabell 7 och Tabell 8 visar en sammanställning av genbankernas olika karaktärsbeskrivningar och under vilken rubrik de är samlade.

Tabell 7. Ärt (*Pisum sativum*). Sammanställning av tidigare beskrivna karaktärsbeskrivningar av biologiska egenskaper. Baserad på information från genbankernas descriptors-sidor.

Ärt ( <i>Pisum sativum</i> )						
Kod genbank	Växtsätt	Planthöjd	Lodging	Bladmorfologi	Rotarkitektur	Fröfärg
USA022	Growth habit	Plant height, final		Leaflet morphology	Root Descriptors	Seedcoat color
DEU146	Growth habit			Leaflets		Basic colour of seed testa
GBR247				Leaflet morphology		Testa colour
CZE122		003 Stem - length	059 Lodging - resistance	011 Leaf - type		043 Seed - other colour at full
SWE054	Growth habit	Plant: height (cm)		Leaf: leaflets		
POL003	Growth habit			Leaf shape		Seed coat color

Tabell 7. Fortsättning.

Ärt ( <i>Pisum sativum</i> )					
Kod genbank	Fröyta	Fröform	Fröstorlek	Frövikt	Frömönster
USA022	Seed surface			Seed weight 100	Seed pattern
DEU146	Seed shape		Seed size		Ornamentation of seed
GBR247	Testa surface			Seed Weight (g)	Testa marbling
CZE122	041 Seed - ripe seed surface	040 Seed - ripe seed shape		095 Seed- 1000-seed weight (green peas)	044 Seed - testa pattern
SWE054			Seed: size (1-9 scale)		Seed: testa marbling
POL003	Seed texture				Marbled drawings on a seed coat

Tabell 7. Fortsättning.

Ärt ( <i>Pisum sativum</i> )				
Kod genbank	Mognadstid	Blomningstid	Proteinhalt	Stärkelsehalt
USA022	Days to maturity	Days to flower	Protein percentage	
DEU146				
GBR247		Days to flower		
CZE122	057 Vegetation period - sowing - seed ripeness - cultivar (days)	Vegetation period - sowing - flowering - cultivar (days)	101 Seed - crude protein content	105 & 107 Seed-starch content (smooth/wrinkle seeded pea)
SWE054	Seed/Pod Full Maturation	Full Flowering		
POL003		Days to flower		

Tabell 7. Fortsättning.

Ärt ( <i>Pisum sativum</i> )				
Kod genbank	Rotröta ( <i>Aphanomyces euteiches</i> )	Rotröta ( <i>Fusarium solani</i> )	Mjöldagg	Bladmögel
USA022	Aphanomyces Root Rot	Fusarium Root Rot	Powdery mildew	
DEU146				
GBR247			Powdery mildew (Erysiphe pisi susceptibility)	Downey mildew (Peronospora pisi)
CZE122		066 Fusarium foot rot of pea - resistance	067 Mildew of pea, powdery mildew of pea- resistance	068 Downy mildew of pea - resistance
SWE054				
POL003				

Tabell 8: Åkerböna (*Vicia faba*). Sammanställning av tidigare beskrivna karaktärsbeskrivningar av biologiska egenskaper. Baserad på information från genbankernas descriptors-sidor.

Åkerböna ( <i>Vicia faba</i> )						
Kod Genbank	Växtsätt	Planthöjd	Lodging	Bladform	Fröfärg	Fröform
USA022		Plant height	Lodging	Leaflet shape	Seed coat color	
NLD037		Growth height cm	Lodging susceptibility		Testa color	
CZE122	001 Stem - growth type	002 Stem - length	Lodging - resistance		009 Seed - primary colour	008 Seed - shape

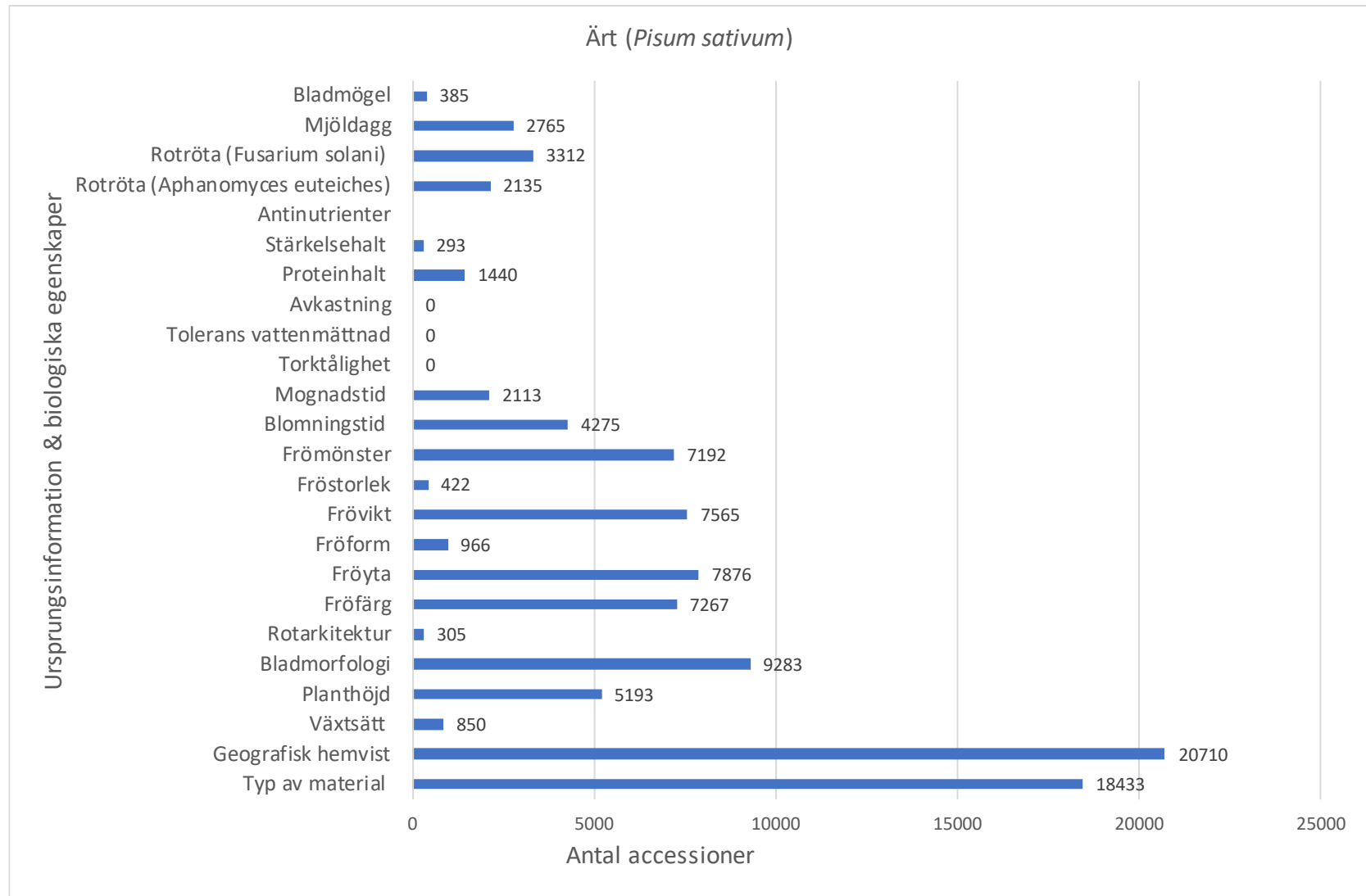
Tabell 8: Fortsättning.

Åkerböna ( <i>Vicia faba</i> )					
Kod Genbank	Frömönster	Frövik	Mognadstid	Blomningstid	Avkastning per planta
USA022		Seed weight 100	Days to Pod Maturity	Days to flower	Seed yield per plant
NLD037		Thousand grain weight (gram)	Ripening time	Flowering time begin	
CZE122	010 Seed - pattern, secondary testa colour distribution	011 Seed - 1000-seed weight			

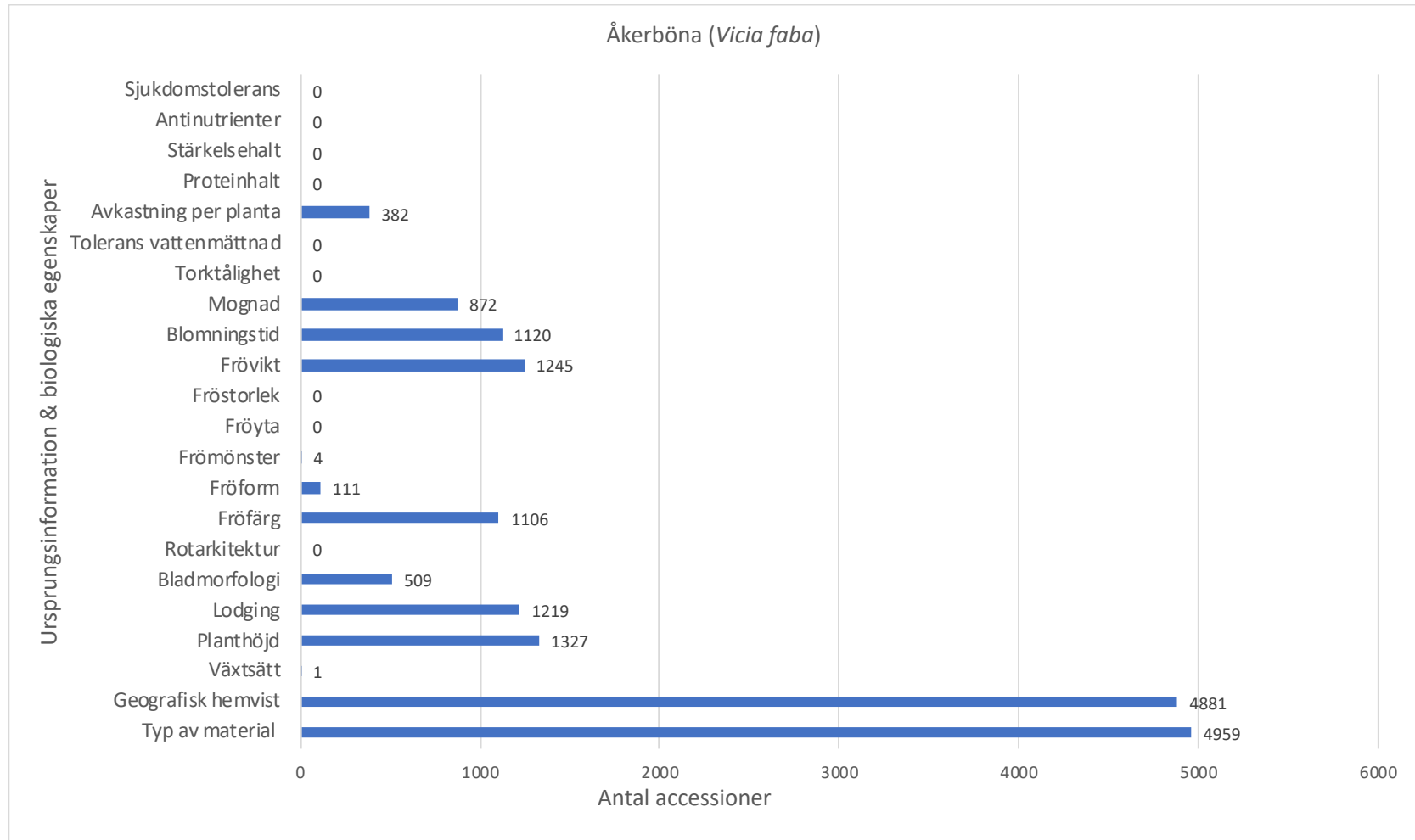
### 3.2.3 Karaktäriseringar utifrån angivna egenskaper

Figur 1 (ärt) och Figur 2 (åkerböna) visar resultaten av fördjupade undersökningar om accessionernas ursprungsinformation och biologiska egenskaper. Tabellerna visar hur många av de totalt 26 657 ärterna och de totalt 5 590 åkerböna som är karaktäriserade utifrån de egenskaper som angivits av Grimberg och Hammenhag. Som exempel går det att utläsa att 1 327 accessioner av åkerböna är karaktäriserade avseende planthöjd (Figur 2). Generellt visar resultatet på att det för båda grödorna är geografisk hemvist och typ av material som är den vanligaste förekommande informationen för tillgängligt växtmaterial. För ärt finns det information om biologiska egenskaper för ett större antal accessioner än vad det finns för åkerböna.





Figur 1: Ärt (*Pisum sativum*). Sammanställning av antal accessioner karakteriserade utifrån ursprungsinformation och biologiska egenskaper. Baserat på information från genbankernas databaser. Nollorna visar de biologiska egenskaper som ingen genbank karakteriserat.



Figur 2: Åkerböna (*Vicia faba*). Sammanställning av antal accessioner karakteriserade utifrån ursprungsinformation och biologiska egenskaper. Baserat på information från genbankernas databaser. Nollorna visar de biologiska egenskaper som ingen genbank karakteriserat.

I Bilagor finns information om de genbanker som bevarar de karaktäriserade accessionerna som angivits i Figur 1 respektive 2. Exempelvis går det att utläsa att The Crop Research Institute i Tjeckien (CZE122) har 1 590 accessioner av ärt som är karaktäriserade utifrån fröfärg (Tabell B3). Medan motsvarande siffra för åkerböna är 111 accessioner (Tabell B4).

### 3.2.4 Fotografier

Vid undersökningarna av genbankernas hemsidor och databaser visade det sig att vissa accessioner kompletterades med fotografier. Det finns fotografier på olika delar av växterna, till exempel blommor, rötter, hela plantor och på frön. Egenskaper, som kan observeras från fotografier är bland annat växtsätt, fröfärg, fröform, fröyta och fröstorlek. I Tabell 9 (ärt) och Tabell 10 (åkerböna) finns en sammanställning av de genbanker som har fotografier på sina accessioner. Fotografier kan fungera som ett komplement till de karaktärer som söks och presenterats i Figur 1 (ärt) och Figur 2 (åkerböna).

Tabell 9: Ärt (*Pisum sativum*).  
Genbanker med fotograferade accessioner och eventuellt antal fotografier. Baserat på information från genbankernas hemsidor/databaser.

Ärt ( <i>Pisum sativum</i> )	
Kod Genbank	Fotografier (eventuellt antal)
USA022	Ja (4505)
DEU146	Ja
GBR247	Ja
CZE122	Ja (116)
SWE054	Ja (1738)
UKR001	Ja (5)

Tabell 10: Åkerböna (*Vicia faba*).  
Genbanker med fotograferade accessioner och eventuellt antal fotografier. Baserat på information från genbankernas hemsidor/databaser.

Åkerböna ( <i>Vicia faba</i> )	
Kod Genbank	Fotografier (eventuellt antal)
DEU146	Ja
USA022	Ja (567)
NLD037	Ja (84)
GBR247	Ja

### 3.2.5 Undantag i studien

Undersökningen visade att två av de genbanker som bevarar flest accessioner inte har öppna databaser.

International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA, LBN002), är den genbank som enligt Genesys har flest accessioner av åkerböna, 9 657 stycken. Enligt Genesys var ICARDA även den genbanken med tredje flest ärtaccessioner, 4 508 stycken. På ICARDAS hemsida hittas dock inget sätt att söka information om hur många accessioner de bevarar, om accessionerna är karaktäriserade eller hur de beställs. Det enda sätt som i detta arbete hittats,

för att efterfråga accessioner från ICARDA, är via Genesys. Via Genesys var 3 911 accessioner av ärt och 2 802 accessioner av åkerböna möjliga att efterfråga.

Enligt Genesys är Australian Grains Genebank (AUS165) den genbank som har allra flest ärtaccessioner, 7 401 stycken (Tabell 1). De har även 2 737 accessioner av åkerböner enligt Genesys (Tabell 2). Australian Grains Genebank har ännu ingen databas där det finns information om accessionerna, eller där det går att beställa fröer. Jayne Wilson<sup>7</sup> meddelar via mail att en databas kommer att lanseras inom kort. Än så länge behöver man, via mail, kontakta genbanken för mer information. Man får då en Excel-fil med en lista över vilka accessioner de bevarar. Vid mailkorrespondens 2022-04-06 uppges de ha 6 374 accessioner av ärt och 2 439 av åkerböna. I listan anges också, i vissa fall, information om var accessionerna har sitt geografiska ursprung och vilken typ av material det är. Listan anger ingen information om att accessionerna är tillgängliga eller ej. För att få reda på detta behövs en beställningsförfrågan via mail göras. Inga övriga karaktäriseringar av accessionerna är gjorda. Eftersom det inte, på ett enkelt sätt, går att veta vilka accessioner som är tillgängliga räknas accessionerna i Australian Grains Genebank inte med i tabellerna eller figurerna (Tabell 3, Tabell 4, Tabell B1, Tabell B2, Figur 1 och Figur 2).

---

<sup>7</sup> Jayne Wilson, Australian Grains Genebank, mailkontakt den 6 april 2022

## 4. Diskussion

### 4.1 Litteraturstudie

Litteraturstudien beskriver de egenskaper som, enligt Grimberg och Hammenhag, är viktiga vid förädling ur ett svenskt perspektiv. Listan på viktiga egenskaper skulle eventuellt kunna se annorlunda ut, om frågan ställts till andra forskare och förädlare. Många av de egenskaper som Grimberg och Hammenhag angett som viktiga för förädlingen i Sverige, är samma som genbankerna har fakta om, dock i olika utsträckning för de olika grödorna. Samtidigt är det många av de listade egenskaperna som genbankerna saknar karaktäriseringar av. Om detta beror på att genbankerna inte haft resurser för att karaktärisera accessionerna, eller om de valt andra egenskaper att karaktärisera, skulle en fördjupad undersökning kunna redogöra för.

### 4.2 Undersökning av befintligt genbanksmaterial

#### 4.2.1 Tillgängligt material

Som Tabell 3 och Tabell 4 visar är det flera genbanker som inte har några tillgängliga accessioner. Detta kan till exempel bero både på att hemsidan inte hittats eller att informationen på hemsidan/databasen inte är sökbar.

Som resultatet (Tabell 1–4) visar, finns det fler accessioner angivna som tillgängliga på genbankernas databaser, än de som Genesys klassat som tillgängliga (*Yes*). Om man enbart väljer att studera accessionerna som klassats som *Yes* och utesluter accessioner som klassats som *Not provided* missas värdefull information. För att få reda på hur många tillgängliga accessioner som faktiskt finns bör tillgängligheten, för de som klassats som *Not provided*, undersökas via genbankernas databaser. Att det ofta inte finns någon information om accessionerna är tillgängliga eller ej på Genesys, gör att Genesys användbarhet kan diskuteras. Meningen med Genesys är att göra det lättare att söka efter accessioner för att använda vid till exempel förädlingsarbete. Svårigheterna med att söka efter tillgängliga accessioner via Genesys gör att det finns en risk att en förädlare missar att det går att hitta fler tillgängliga accessioner. Konsekvensen av detta kan bli att färre accessioner väljs ut och att den genetiska variationen, i eventuella förädlingsprojekt, blir mindre.

Anledningen till att tillgängligheten inte anges på Genesys kan vara att det inte finns ett system för att smidigt föra över data mellan genbankens databas och Genesys. För att det skulle fungera optimalt skulle "lagersaldot" behövas uppdateras direkt på både Genesys och genbankens databas när någon gjort en beställning av fröer. Detta för att ett korrekt antal tillgängliga

accessioner ska visas på både Genesys och genbankens databas. Dessutom skulle beställningssystemet i Genesys eventuellt behövas ses över. En beställning av accessioner via Genesys fungerar genom att ett mail med en förfrågan om de önskade accessionerna skickas till den genbank som bevarar dem. Att hantera denna typ av beställningsmail kräver troligtvis mycket resurser av genbanken. I nuläget kan detta vara en anledning till att genbankerna hellre försöker få användaren att besöka genbankens databas och använda sig av deras beställningssystem. I framtiden skulle detta eventuellt kunna fungera bättre, det handlar framför allt om att resurser behövs för att utveckla de tekniska lösningarna.

Både när det gäller de historiska och de tillgängliga accessionerna krävs uppmärksamhet vid sökning i genbankernas databaser. För att få fram ett korrekt antal tillgängliga accessioner, måste den sökande se till att en exkludering av historiskt material gjorts och att enbart beställningsbara accessioner har valts. Metoderna att söka i de olika databaserna skiljer sig åt och detta försvårar sökbarheten och användarvänligheten.

Det kan finnas flera olika anledningar till att accessioner inte är tillgängliga. Det kan vara på grund av att det tillfälligt finns för få frön i genbankens samling (NordGen 2020). De frön som finns kvar behövs för att genbanken ska kunna uppföröka accessionen för att få nya frön om till exempel många beställningar gjorts av accessionen. Detta kan i sin tur bero på att det nyligen beställts mycket frön från den specifika accessionen. En annan anledning kan vara att grobarheten har försämrats på de bevarade fröna. Eftersom frön har en begränsad livslängd, har genbanker en viktig uppgift att, med jämna mellanrum, revitalisera de bevarade accessionerna innan grobarheten blir för låg. Vad gäller det historiska materialet omfattar det, enligt Carlson-Nilsson<sup>8</sup> att hos NordGen, både material som inte längre finns fysiskt eller material som det finns en mindre mängd frön av, ett så kallat referensprov, vilket inte går att beställa. Det historiska materialet finns ändå registrerat i databasen för att dokumentera att accessionerna funnits i genbanken.

#### 4.2.3 Information om accessionerna

Att många av de genbanker som bevarar flest arter respektive åkerbönor saknar mycket information om accessionerna är problematiskt. För arter är det enbart 53 % av genbankerna som har en databas, för åkerbönor är det 60 %. Anledningarna till detta kan vara flera, som till exempel tidsbrist, otillräckliga resurser för att organisera en databas eller andra prioriteringar.

De genbanker som gjort informationen om de biologiska egenskaperna tillgängliga via en specifik descriptors-sida gör det enkelt för användaren att söka efter önskvärda karaktärer.

---

<sup>8</sup> Ulrika Carlson- Nilsson, senior forskare, NordGen, mailkontakt den 7 april 2022

Dessa genbanker har både satsat på att karaktärisera vissa av sina accessioner och har ett bra system för att göra informationen tillgänglig. Det finns genbanker som har karaktäriserat sina accessioner, men som inte gjort dem sökbara via en specifik descriptors-sida. Mycket värdefull information finns då på databaserna, men det är svårt att söka och hitta accessioner med specifika egenskaper. Detta gör materialet mindre användbart. Att endast 33 % (ärt) respektive 27 % (åkerböna) har en särskild sida för att söka efter specifika biologiska egenskaper, kan visa att många genbanker av någon anledning, inte har odlat upp accessionerna för att karaktärisera dem. Anledningar kan vara att det krävs mycket arbete både för att odla upp och karaktärisera en gröda. Ytterligare en anledning kan vara att andra, eventuellt ekonomiskt viktigare grödor, har prioriterats för karaktärisering.

Att genbankerna, på sina descriptors-sidor, har namngett karaktärsbeskrivningar på olika sätt kan göra det svårt att söka efter önskade egenskaper. Det kan också vara svårt att jämföra resultaten från de olika genbankerna.

Att flest accessioner har information om geografisk hemvist och typ av material beror troligtvis på, att dessa fakta lämnats när fröerna donerats och registrerats i genbanken. Genbankerna behöver dock oftast göra egna insatser, för att samla in information om de biologiska egenskaperna. Ett undantag, som Carlson-Nilsson<sup>9</sup> uppger, är när accessioner donerats till genbankerna direkt från ett nedlagt förädlingsprojekt då karaktäriseringsdata i vissa fall kan medfölja. Tabellerna visar tydligt vilka genbanker, som har haft möjlighet att karaktärisera sina accessioner utifrån de biologiska egenskaperna.

#### 4.2.4 Fotografier

Att genbankerna har fotograferat sina accessioner kan visa vilken typ av satsningar de har gjort på sina samlingar. Det kan visa att de har odlat upp sina accessioner för att karaktärisera dem och under arbetets gång fotograferat dem. Fotografier kan också fungera som ett sätt att skjuta fram karaktäriseringarna till framtiden. De yttre egenskaperna går att läsa av via fotografierna när resurser finns tillgängliga.

Fotografier på accessionerna är bättre än ingen information alls. Om en accession saknar karaktärisering av biologiska egenskaper, men är fotograferad, kan en förädlare själv göra bedömningar. Detta är dock ett tidskrävande arbete och för en förädlare är det mer användbart om genbanken gjort karaktäriseringar och gjort dessa sökbara.

---

<sup>9</sup> Ulrika Carlson- Nilsson, senior forskare, NordGen, mailkontakt den 7 april 2022

#### 4.2.5 Undantag i studien

Två av de genbanker som bevarar många accessioner av ärter och åkerbönor, ICARDA (LBN002) och Australian Grains Genebank (AUS165), saknar helt öppna databaser. Detta gör att man inte kan söka någon information om de biologiska egenskaperna för accessioner från dessa. Eftersom dessa genbanker har mycket material av ärt och åkerböna, är detta anmärkningsvärt.

Information om var ICARDA:s accessioner kan beställas har inte kunnat hittas på deras hemsida. Dock är ICARDA den genbank som Genesys visade hade flest accessioner tillgängliga av både ärter och åkerbönor. ICARDA hade 3 911 accessioner av ärter och 2 802 accessioner av åkerbönor tillgängliga via Genesys. Att ICARDA:s accessioner står som möjliga att efterfråga via Genesys indikerar att genbanken har valt att använda sig av Genesys för att distribuera fröer i stället för att ha en egen databas. Att göra ett urval av intressanta accessioner via Genesys försvårar dock för förädlare, då Genesys inte tillhandahåller någon information om accessionernas biologiska egenskaper.

Korrespondens med Australian Grains Genebank via mail visar att antalet ärter och åkerbönor, som anges på Genesys, inte stämmer med antalet som de själva uppger. Att Australian Grains Genebank saknar en databas gör det svårt att beställa intressant material, då accessionerna inte är karakteriserade och det inte anges vilka som är beställningsbara. Dock uppger Australian Grains Genebank att de inom en snar framtid kommer att lansera en databas. Troligtvis kommer detta att förenkla sökbarheten.



## 5. Slutsats

Syftet i detta arbete har varit att undersöka vilka egenskaper, för förädling av ärter och åkerbönor, som är viktiga i ett svenskt perspektiv. Information om hur många accessioner som finns karakteriserade och i vilka genbanker dessa finns bevarade har undersökts. Under inhämtningen av information från genbankerna utvärderades också sökbarheten i dessa.

De egenskaper som konstateras vara viktiga för förädling för svenska förhållanden är; typ av material, geografisk hemvist, växtsätt, bladmorfologi, rotarkitektur, frö morfologi, blomningstid, mognadstid, torktåligghet, tolerans för vattenmättnad, avkastning, proteinhalt, stärkelsehalt, antinutrientier och sjukdomstolerans.

Angående sökbarheten konstateras det att det finns många hinder på vägen fram till de tillgängliga accessionerna, som kan vara av intresse för förädling av grödorna. En slutsats är att det är svårt att hitta genbankernas hemsidor och databaser. Att vissa genbanker helt saknar hemsida och/eller databas försvårar ytterligare. Det framkommer också många undantag när fakta om accessionerna söks, till exempel att det krävs att man mailar genbankerna. En annan slutsats är att mängden tillgängligt växtmaterial som anges på sökportalen Genesys ofta inte stämmer med antalet som genbankernas databaser anger. Genesys utger sig för att vara en sökportal, som ska förenkla sökningar efter accessioner i världens genbanker. Man ska genom att använda Genesys slippa gå igenom många olika, separata, databaser. Detta arbete visar dock att det ofta krävs ytterligare sökningar, i genbankernas databaser. Frågan som väckts under arbetets gång är hur användbar Genesys egentligen är för en forskare, som är på jakt efter material till sitt förädlingsarbete. Genesys grundtanke, att slippa söka på olika databaser, är god men för att sökportalen ska bli mer användbar bör förbättringar göras angående tillgängligheten och hur man hittar information om de biologiska egenskaperna.

Att flera av genbankernas databaser fungerar på olika sätt skapar ytterligare svårigheter att hitta det växtmaterial som eftersöks. Ett tydligt exempel är skillnaden i hur genbankerna benämner de olika karakteriserade egenskaperna. Ett exempel är olika frö morfologiska egenskaper. Hade det funnits ett gemensamt system kring hur de benämns hade sökbarheten förenklats.

Resultaten av undersökningarna på genbankernas hemsidor och databaser visar att det saknas information och karakteriseringar av många bevarade accessioner. Geografisk hemvist och typ av material finns det mest information om. Majoriteten av accessionerna saknar information om de biologiska egenskaperna. Detta försvårar för en växtförädlare som söker efter specifika egenskaper i materialet. I en rapport gjord av FAO 2010 konstaterades det att det saknades dokumentation och karakteriseringar av mycket genbanksmaterial (FAO 2010). I de fall det fanns information om accessionerna, var det svårt att få tillgång till den och den var oftast inte

standardiserad. Trots att 12 år gått sedan rapporten publicerades, och att digitaliseringen av genbankernas information utvecklats, uppmärksammas samma problematik i detta arbete.

Många års arbete med att samla in växtmaterial har gjort att det finns en stor genetisk mångfald i världens genbanker. För att växtmaterialet ska kunna användas till förädling, och därigenom bidra till att uppfylla det globala målet att “Avskaffa hunger, uppnå tryggad livsmedelsförsörjning och förbättrad nutrition samt främja ett hållbart jordbruk” (UNDP u.å.a), är nästa viktiga steg att karaktärisera det.

Ett exempel är att det i de 15 genbanker som bevarar flest arter finns totalt 24 089 tillgängliga accessioner. *Bladmorfologi* är den biologiska egenskap som flest av dessa är karaktäriserade för (totalt 38,5 %). Majoriteten av accessionerna är alltså inte karaktäriserade och det finns potential att de 61,5 % okaraktäriserade besitter egenskaper som kan bli av stor betydelse i framtidens förädlingsarbete. Arbetet med att karaktärisera dessa accessioner och tillgängliggöra denna information är viktig och kommer att kräva stora resurser. Att veta att accessionerna är bevarade och hålls vid liv i genbanker tryggar dock möjligheten att karaktärisering kan genomföras i framtiden.

## 6. Referenser

- Avila, C.M., Atienza, S.G., Moreno, M.T. & Torres, A.M. (2007).  
Development of a new diagnostic marker for growth habit selection in faba bean  
(*Vicia faba* L.) breeding. *Theoretical and applied genetics*, 115 (8), 1075–1082.  
<https://doi.org/10.1007/s00122-007-0633-y>
- Catalogue of life (2022a). *Search the catalogue of life checklist*.  
[https://www.catalogueoflife.org/data/search?TAXON\\_ID=623QT&rank=species&status=accepted&status=provisionally%20accepted](https://www.catalogueoflife.org/data/search?TAXON_ID=623QT&rank=species&status=accepted&status=provisionally%20accepted) [2022-03-12]
- Catalogue of life (2022b). *Search the catalogue of life checklist*.  
[https://www.catalogueoflife.org/data/search?TAXON\\_ID=623QT&facet=rank&facet=issue&facet=status&facet=nomStatus&facet=nameType&facet=field&facet=authorship&facet=extinct&facet=environment&limit=50&offset=0&q=pisum%20&rank=species&status=accepted&status=provisionally%20accepted](https://www.catalogueoflife.org/data/search?TAXON_ID=623QT&facet=rank&facet=issue&facet=status&facet=nomStatus&facet=nameType&facet=field&facet=authorship&facet=extinct&facet=environment&limit=50&offset=0&q=pisum%20&rank=species&status=accepted&status=provisionally%20accepted) [2022-03-12]
- Catalogue of life (2022c). *Vicia*.  
<https://www.catalogueoflife.org/data/taxon/86N6> [2022-04-26]
- Crépon, K., Marget, P., Peyronnet, C., Carrouée, B., Arese, P. & Duc, G. (2010).  
Nutritional value of faba bean (*Vicia faba* L.) seeds for feed and food. *Field crops research*, 115 (3), ss. 329–339. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2009.09.016>
- Crofton, G.R.A. & Bond, D.A. (1998). A review on the genetics of seed coat colour and hilum colour in field bean with comments on some implications for national listing and certification. *Plant Varieties and Seeds*, 11(2), ss. 97-106.  
<https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=GB1997053722> [2022-04-05]
- Crop Genebank Knowledge Base (u.å.). *Terms used on the Crop Genebank Knowledge Base*.  
<https://cgb.cgiar.croptrust.org/index.php/learning-space-mainmenu-454/glossary/Glossary-1/> [2022-05-15]
- Crop Trust (u.å.a). *Our History*. <https://www.croptrust.org/about-us/our-history/>  
[2022-03-28]
- Crop Trust (u.å.b). *Our Donors*. <https://www.croptrust.org/about-us/donors/>  
[2022-03-28]
- Daba, S.D. & Morris, C.F. (2022). Pea proteins: Variation, composition, genetics, and functional properties. *Cereal chemistry*, 99 (1), ss. 8–20.  
<https://doi.org/10.1002/cche.10439>

- Department of Primary Industries and Regional Development's Agriculture and Food (DPIRD) (2015). *Diagnosing downy mildew in field peas*.  
<https://www.agric.wa.gov.au/mycrop/diagnosing-downy-mildew-field-peas>  
[2022-04-23]
- Duc, G., Bao, S., Baum, M., Redden, B., Sadiki, M., Suso M.J., Vishniakova, M. & Zong, X. (2010). Diversity maintenance and use of *Vicia faba* L. genetic resources. *Field crops research*, 115 (3), ss. 270–278.
- Duc, G., Marget, P., Esnault, R., Le Guen, J. & Bastianelli, D. (1999). Genetic variability for feeding value of faba bean seeds (*Vicia faba*): Comparative chemical composition of isogenics involving zero-tannin and zero-vicine genes. *The Journal of agricultural science*, (133), ss. 185–196. <https://doi.org/10.1017/S0021859699006905>
- Eriksson, J., Wiklander, L., Nilsson, I. & Simonsson, M. (2005). *Wiklanders Marklära*. Lund: Studentlitteratur.
- Europeiska kommissionen (2018). *Rapport från kommissionen till rådet och Europaparlamentet om utvecklingen av vegetabiliska proteiner i Europeiska unionen*. Bryssel: Europeiska kommissionen. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018DC0757&from=EN> [2022-04-26]
- Evert, R. F., Eichhorn S. E. & Raven, P.H. (2013). *Raven biology of plants*. 8 uppl., New York: W. H. Freeman.
- Food and Agriculture Organization of the United Nation (FAO) (2010). *The Second Report on The State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*. Rom: FAO. <https://www.fao.org/3/i1500e/i1500e.pdf> [2022-02-16]
- Food and Agriculture Organization of the United Nation (FAO) (u.å.a). *Farmers' Rights*. <https://www.fao.org/plant-treaty/areas-of-work/farmers-rights/en/> [2022-05-05]
- Food and Agriculture Organization of the United Nation (FAO) (u.å.b). *The Multilateral System*. <https://www.fao.org/plant-treaty/areas-of-work/the-multilateral-system/overview/en/> [2022-05-05]
- Food and Agriculture Organization of the United Nation (FAO) (u.å.c). *The Right to Food*. <https://www.fao.org/right-to-food/areas-of-work/projects/rtf-global-regional-level/itpgrfa/en/> [2022-02-21]
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (u.å.d). *What is the SMTA?* <https://www.fao.org/plant-treaty/areas-of-work/the-multilateral-system/the-smta/en/> [2022-05-05]

- Food and Agriculture Organization of the United Nation (FAO) (u.å.e). *WIEWS – World Information and Early Warning System on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*. <https://www.fao.org/wiews/background/en/> [2022-05-05]
- Genesys Global Portal on Plant Genetic Resources (Genesys) (2022a). *About Genesys*. <https://www.genesys-pgr.org/content/about/about> [2022-03-28]
- Genesys Global Portal on Plant Genetic Resources (Genesys) (2022b). *Accession passport data basics*. <https://www.genesys-pgr.org/documentation/basics#mcpd-historic> [2022-05-13]
- Geraldo, R., Santos, C.S., Pinto, E. & Vasconcelos, M.W. (2022). Widening the Perspectives for Legume Consumption: The Case of Bioactive Non-nutrients. *Frontiers in plant science*, 13, ss. 772054–772054. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.772054>
- GRIN Czech Release 1.10. (u.å.). *Descriptors*. <https://grinczech.vurv.cz/gringlobal/descriptors.aspx> [2022-04-23]
- Gueguen, J. & Barbot, J. (1988). Quantitative and qualitative variability of pea (*Pisum sativum* L.) protein composition. *Journal of the science of food and agriculture*, 42 (3), 209–224. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740420304>
- Hoegh-Guldberg, O., D. Jacob, M. Taylor, M. Bindi, S. Brown, I. Camilloni, A. Diedhiou, R. Djalante, K.L. Ebi, F. Engelbrecht, J. Guiot, Y. Hijjoka, S. Mehrotra, A. Payne, S.I. Seneviratne, A. Thomas, R. Warren, and G. Zhou (2018). Impacts of 1.5°C Global Warming on Natural and Human Systems. I Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (red.) *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*. In Press. <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/chapter-3/> [2022-05-11]
- Hoover, R & Sosulski, F.W. (1991). Composition, structure, functionality, and chemical modification of legume starches: a review. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, 69 (1). <https://doi.org/10.1139/y91-012>
- Israelsson, L. (2007). *Handbok för köksträdgården*. 2 uppl., Stockholm: Wahlström & Widstrand.

- Jaisankar, I., Velmurugan, A. & Sivaperuman, C. (2018). Biodiversity Conservation: Issues and Strategies for the Tropical Islands. I Sivaperuman, C., Singh, A.K., Velmurugan, A. & Jaisankar, I. (red.) *Biodiversity and Climate Change Adaptation in Tropical Islands*. USA: Academic Press, ss. 525-552. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813064-3.00019-3>
- Jeudy, C., Adrian, M., Baussard, C., Bernard, C., Bernaud, E., Bourion, V., Busset, H., Cabrera-Bosquet, L., Cointault, F., Han, S., Lamboeuf, M., Moreau, D., Pivato, B., Prudent, M., Trouvelot, S., Truong, H.N., Vernoud, V., Voisin, A.-S., Wipf, D. & Salon, C. (2016). RhizoTubes as a new tool for high throughput imaging of plant root development and architecture: test, comparison with pot grown plants and validation. *Plant methods*, 12 (1), ss. 31–31. <https://doi.org/10.1186/s13007-016-0131-9>
- Jordbruksverket (u.å.a). *Bönbladmögel Åkerböror*. Jönköping: Jordbruksverket. [https://fou.jordbruksverket.se/vxinfo/mobil/answer\\_skade.php?ogras\\_id=0536](https://fou.jordbruksverket.se/vxinfo/mobil/answer_skade.php?ogras_id=0536) [2022-04-23]
- Jordbruksverket (u.å.b). *Bönsmyg Åkerböror*. Jönköping: Jordbruksverket. [https://fou.jordbruksverket.se/vxinfo/mobil/answer\\_skade.php?ogras\\_id=0537](https://fou.jordbruksverket.se/vxinfo/mobil/answer_skade.php?ogras_id=0537) [2022-04-23]
- Jordbruksverket (u.å.c). *Chokladfläcksjuka Åkerböror*. Jönköping: Jordbruksverket. [https://fou.jordbruksverket.se/vxinfo/mobil/answer\\_skade.php?ogras\\_id=0519](https://fou.jordbruksverket.se/vxinfo/mobil/answer_skade.php?ogras_id=0519) [2022-04-23]
- Jordbruksverket (u.å.d). *Ärtbladmögel Ärter*. Jönköping: Jordbruksverket. [https://fou.jordbruksverket.se/vxinfo/mobil/answer\\_skade.php?ogras\\_id=0534](https://fou.jordbruksverket.se/vxinfo/mobil/answer_skade.php?ogras_id=0534) [2022-04-23]
- Jordbruksverket (u.å.e). *Ärtrotröta Ärter*. Jönköping: Jordbruksverket. [https://fou.jordbruksverket.se/vxinfo/mobil/answer\\_skade.php?ogras\\_id=0535](https://fou.jordbruksverket.se/vxinfo/mobil/answer_skade.php?ogras_id=0535) [2022-04-23]
- Karlsson, A-M. (2020) Odling av ärter i Sverige. *Jordbruket i siffror* [blogg], 3 september. Jordbruksverket. <https://jordbruketisiffror.wordpress.com/2020/09/03/odling-av-arter-i-sverige/> [2022-04-12]
- Kaur, N., Awasthi, P. & Tiwari, S. (2020). Chapter 12 - Fruit crops improvement using CRISPR/Cas9 system. I Singh, V. & Dhar, P.K. (red.) *Genome Engineering via CRISPR-Cas9 System*. London: Elsevier Inc, ss. 131–145. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818140-9.00012-X>

- Kour J., Nayik, G.A., Haq, R., Anand, N., Shafiq Alam, M., Ramaiyan, B., Sharma, R., Nazir, N. & Banerjee, S. (2020) Pea. I Nayik G.A. & Gull A. (red.) *Antioxidants in Vegetables and Nuts - Properties and Health Benefits*. Singapore: Springer, ss. 3–17. [https://doi.org/10.1007/978-981-15-7470-2\\_1](https://doi.org/10.1007/978-981-15-7470-2_1)
- Leino, M.W. & Nygård, L. (2008). Puggor och pelusker - svenska lokalsorter av ärt. *Svensk Botanisk Tidskrift*. 102 (3–4), ss.153–162.
- Leino, M.W. & Nygård, L. (2013). *Klint Karins kålrot och mor Kristins böna: om Fröuppropets kulturarv*. Alnarp: SLU.
- Livsmedelsverket (2022a). *Lektiner i baljväxter*. <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/oonskade-amnen/vaxtgifter/lektiner> [2022-05-12]
- Livsmedelsverket (2022b). *Protein*. Uppsala: Livsmedelsverket. <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/naringsamne/protein> [2022-04-26]
- López-Bellido, F.J., López-Bellido, L. & López-Bellido, R.J. (2005). Competition, growth and yield of faba bean (*Vicia faba* L.). *European Journal of Agronomy*. 23(4), ss. 359-378. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2005.02.002>
- Lyhagen, R. (2016). Växtförädling och sortframställning vid Svalöf och Weibulls under 130 år (del 3). *Sveriges utsädesförenings tidskrift*, (2).
- Miljödepartementet (2019). *Konventionen om biologisk mångfald (CBD)*. <https://www.regeringen.se/artiklar/2019/10/konventionen-om-biologisk-mangfald-cbd/> [2022-02-22]
- Nordic Baltic Genebanks Information System (GeNBIS) (u.å). *Advanced Search Criteria*. <https://www.nordic-baltic-genebanks.org/gringlobal/search.aspx> [2022-04-07]
- Nordisk råvara (u.å). *Bondböna Alexia, skalad*. <https://nordiskravara.se/produkterblog/bondbona-skalad> [2022-04-26]
- Nordiskt Genresurscenter (NordGen) (2020). *Växthus och fält*. <https://www.nordgen.org/vart-arbete/om-nordgen-vaxter/genbanksarbetet/vaxthus-och-falt/> [2022-05-02]
- Nurmansyah, Alghamdi, S.S. & Migdadi, H.M. (2020). M2 mutant populations induced by gamma radiation and diethyl sulfate. *Journal of King Saud University - Science*, 32 (2), ss. 1647–1658. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2019.12.024>

- Nygårds, L. (2007). *Om örter: en etnobotanisk skrift*. Alnarp: Centrum för biologisk mångfald.
- Näringsdepartementet (2017). *En livsmedelsstrategi för Sverige – fler jobb och hållbar tillväxt i hela landet* (Regeringens proposition 2016/17:104). Stockholm: Regeringskansliet.
- Olsson, Y. (2021). *Jordbruksmarkens användning 2021. Slutlig statistik*. Jönköping: Jordbruksverket. <https://jordbruksverket.se/om-jordbruksverket/jordbruksverkets-officiella-statistik/jordbruksverkets-statistikrapporter/statistik/2021-10-19-jordbruksmarkens-anvandning-2021.-slutlig-statistik#h-Sammanfattning> [2022-04-25]
- Osborn, A.E. (2003). Saponins in cereals. *Phytochemistry*, 62(1), ss. 1-4. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(02\)00393-X](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(02)00393-X)
- Price, K.R., Griffiths, N.M., Curl, C.L. & Fenwick, G.R. (1985). Undesirable sensory properties of the dried pea (*Pisum sativum*). The role of saponins. *Food Chemistry*, 17(2), ss. 105-115. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(85\)90079-2](https://doi.org/10.1016/0308-8146(85)90079-2)
- Regjeringen.no (u.å). *Svalbard Globale frøhvelv*. [https://www.regjeringen.no/no/tema/mat-fiske-og-landbruk/svalbard\\_global\\_frohvelv/id462220/](https://www.regjeringen.no/no/tema/mat-fiske-og-landbruk/svalbard_global_frohvelv/id462220/) [2022-02-16]
- Reid, J.B. & Ross, J.J. (2011). Mendel's genes: toward a full molecular characterization. *Genetics (Austin)*, 189 (1), ss. 3–10. <https://doi.org/10.1534/genetics.111.132118>
- Riaz, N.M (2001). *Textured Soy Protein and Its Uses*. College Station: Texas A&M University. [https://www.researchgate.net/profile/Mian-Riaz/publication/265996879\\_Textured\\_Soy\\_Protein\\_and\\_Its\\_Uses/links/57711cb308ae842225ac01e4/Textured-Soy-Protein-and-Its-Uses.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Mian-Riaz/publication/265996879_Textured_Soy_Protein_and_Its_Uses/links/57711cb308ae842225ac01e4/Textured-Soy-Protein-and-Its-Uses.pdf) [2022-04-26]
- Ryberg, J. (2020) Här växer framtidens färs. *Råd & Rön*, 21 september. <https://www.radron.se/vardagskunskap/har-vaxer-framtidens-fars/> [2022-04-10]
- Satya, S., Kaushik, G. & Naik, S.N. (2010). Processing of food legumes: a boon to human nutrition. *Mediterranean Journal of nutrition and metabolism*, 3 (3), ss. 183–195. <https://doi.org/10.1007/s12349-010-0017-8>
- Schiermeier, Q. (2019). Eat less meat: UN climate-change report calls for change to human diet. *Nature*, 8 augusti. <https://www.nature.com/articles/d41586-019-02409-7> [2022-05-11]
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity (u.å.a). *Introduction*. <https://www.cbd.int/intro/> [2022-02-21]



- Secretariat of the Convention on Biological Diversity (u.å.b). *List of Parties*.  
<https://www.cbd.int/information/parties.shtml> [2022-02-21]
- Singh, B.K., Gupta, A., & Singh, L. (2012). Improvement of faba bean (*Vicia faba* L.).  
I Singh, A.K. & Bhatt, B.P. (red.) *Faba bean (Vicia faba L.): A potential leguminous crop of India*. [https://www.researchgate.net/publication/256982114\\_Improvement\\_of\\_faba\\_bean\\_Vicia\\_faba\\_L](https://www.researchgate.net/publication/256982114_Improvement_of_faba_bean_Vicia_faba_L) [2022-04-26]
- Sjödén, J. (1971). Induced morphological variation in *Vicia faba* L. *Hereditas*, 67 (2), ss. 155–179. <https://doi.org/10.1111/j.1601-5223.1971.tb02371.x>
- SLU Grogund (2021a). *Framtidens åkerböna för mat och foder*.  
<https://www.slu.se/centrumbildningar-och-projekt/grogund/projekt/framtidens-akerbona-for-mat-och-foder/> [2022-04-25]
- SLU Grogund (2021b). *SLU Grogund - ett kunskapsnav för svensk växtförädling*.  
<https://www.slu.se/centrumbildningar-och-projekt/grogund/om-grogund/>  
[2022-04-24]
- SLU Grogund (2022b). *Ärtan - garantin för framtidens gröna protein*.  
<https://www.slu.se/centrumbildningar-och-projekt/grogund/projekt/artan---garantin-for-framtidens-grona-protein/> [2022-04-25]
- Smýkal, P., Redden, R., Maxted, N. & Coyne, C. (2013). Peas. I Singh, M., Upadhyaya, H.D. & Bisht, I.S. (red.) *Genetic and Genomic Resources of Grain Legume Improvement*, ss. 41-80. Amsterdam: Elsevier Inc. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-397935-3.00003-7>
- Stoddard, F. & Hämmäläinen, K. (2011). Towards the world's earliest maturing faba beans. *Grain Legumes*, (56). <http://www.legvalue.eu/resource-section/ils-magazine-grain-legumes-issue-56-april-2011/> [2022-03-14]
- Svalbard Global Seed vault (2020). *Search in the Seed Portal*.  
<https://seedvault.nordgen.org/Search> [2022-04-26]
- Svensk kulturväxtdatabas (SKUD) (2010). *Vicia faba Equina-Gruppen*.  
<https://skud.slu.se/nav/taxa/6246619> [2022-04-24]
- Svensk kulturväxtdatabas (SKUD) (2020). *Vicia faba Minuta-Gruppen*.  
<https://skud.slu.se/nav/taxa/6246620> [2022-04-24]
- Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) (2019). *Svenska favabönor framtidens mat?*  
<https://www.slu.se/ew-nyheter/2019/3/favabonor/> [2022-04-26]

- Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) (2022). *Forskning på institutionen för växtförädling*. <https://www.slu.se/institutioner/vaxtforadling/Forskning/> [2022-05-13]
- Tuominen, P. (red.) (2022). *Vad innebär brist på G6PD?* Region Skåne, 1177 Vårdguiden. <https://www.1177.se/Skane/fragor--svar/nationellt/sjukdomar--besvar/vad-ar-g6pd/> [2022-04-24]
- Tzitzikas, E.N., Vincken, J.-P., de Groot, J., Gruppen, H. & Visser, R.G.F. (2006). Genetic Variation in Pea Seed Globulin Composition. *Journal of agricultural and food chemistry*, 54 (2), ss. 425–433. <https://doi.org/10.1021/jf0519008>
- UNDP (u.å.a). *Mål 2: Ingen hunger*. <https://www.globalamalen.se/om-globala-malen/mal-2-ingen-hunger/> [2022-02-20]
- UNDP (u.å.b). *Om globala målen*. <https://www.globalamalen.se/om-globala-malen/> [2022-02-20]
- United Nations (UN) (u.å.a). *Goal 2: Zero Hunger*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/hunger/> [2022-05-02]
- United Nations (UN) (u.å.b). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. <https://sdgs.un.org/2030agenda> [2022-02-20]
- Wageningen University and Research (u.å). *Passport data*. <https://www.wur.nl/en/Research-Results/Statutory-research-tasks/Centre-for-Genetic-Resources-the-Netherlands-1/Plant-Genetic-Resources/Genebank/CGN-crop-collections/CGN-potato-collection/Passport-data.htm> [2022-05-13]
- Warsame, A.O., O’Sullivan, D.M. & Tosi, P. (2018). Seed Storage Proteins of Faba Bean (*Vicia faba* L): Current Status and Prospects for Genetic Improvement. *Journal of agricultural and food chemistry*, 66 (48), ss. 12617–12626. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b04992>
- Wåhlin, M. (2012). *Mera soja mindre mångfald - En granskning av sojaimporten från Brasilien*. Stockholm: Swedwatch. [https://www.swedwatch.org/wp-content/uploads/2016/12/swedwatch\\_-\\_mera\\_soja\\_mindre\\_mangfald.pdf](https://www.swedwatch.org/wp-content/uploads/2016/12/swedwatch_-_mera_soja_mindre_mangfald.pdf) [2022-04-26]

# Bilagor

Tabell B1: Ärt (*Pisum sativum*)  
Lista över egenskaper angivna Hammenhag.

Ärt ( <i>Pisum sativum</i> )	
Egenskaper	
Ursprungsinformation	
Typ av material	
Geografisk hemvist	
Biologiska egenskaper	
Växtsätt	Planthöjd
	Lodging
Bladmorfologi	
Rotarkitektur	
Frömfologi	
	Färg
	Yta
	Form
	Vikt
	Storlek
	Mönster
Blomningstid	
Mognadstid	
Torktålighet	
Tolerans vattenmättnad	
Avkastning	
Proteinhalt	
Stärkelsehalt	
Antinutrient	
	Saponiner
	Lektiner
	Proteasinhibitorer
Sjukdomstolerans	
	Rotröta ( <i>Aphanomyces euteiches</i> )
	Rotröta ( <i>Fusarium solani</i> )
	Mjöldagg
	Bladmögel

Tabell B2: Åkerböna (*Vicia faba*)  
Lista över egenskaper angivna av Grimberg.

Åkerböna ( <i>Vicia faba</i> )	
Egenskaper	
Ursprungsinformation:	
Typ av material	
Geografisk hemvist	
Biologiska egenskaper:	
Växtsätt	Planthöjd
	Lodging
Bladmorfologi	
Rotarkitektur	
Frömfologi	
	Färg
	Yta
	Form
	Vikt
	Storlek
	Mönster
Blomningstid	
Mognadstid	
Torktålighet	
Tolerans vattenmättnad	
Avkastning	
Proteinhalt	
Stärkelsehalt	
Antinutrient	
	Tanniner
	Convicin/Vicin
Sjukdomstolerans	
	Rotröta ( <i>Aphanomyces euteiches</i> )
	Rotröta ( <i>Fusarium solani</i> )
	Mjöldagg
	Bladmögel

Tabell B3: Ärt (*Pisum sativum*). Antal accessioner per genbank karakteriserade utifrån ursprungsinformation och biologiska egenskaper. Baserad på information från genbankernas databaser.

Ärt ( <i>Pisum sativum</i> )														
Kod Genbank	Egen databas	Geografisk hemvist	Typ av material	Växtsätt	Bladmorfologi	Blomningstid	Mognadstid	Planthöjd	Proteinhalt	Stärkelsehalt	Fröfärg	Fröyta	Fröform	Frövik
AUS165	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
USA022	5240	5122	5240	255	3260	3189	1086	3193	1091	0	2297	2474	0	4593
LBN002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DEU146	5186	3920	4870	595	273	0	0	0	0	0	254	447	0	0
GBR247	4554	4504	4554	0	2673	0	0	0	0	0	2845	2868	0	2901
GBR165	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CZE122	2389	2119	2376	0	2305	827	827	1824	349	293	1590	1611	966	71
SWE054	1877	1612	789	0	275	259	200	176	0	0	0	0	0	0
UKR001	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
POL003	611	385	604	0	497	0	0	0	0	0	281	476	0	0
GBR016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BGR001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ITA436	4227	3048	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ITA394	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HUN003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabell B3: Fortsättning.

Ärt ( <i>Pisum sativum</i> )										
Kod Genbank	Fröstorlek	Frömönster	Rotröta ( <i>Aphanomyces euteiches</i> )	Rotröta ( <i>Fusarium solani</i> )	Mjöldagg	Bladmögel	Nematoder	Rotarkitektur	Aminosyra- sammansättning	Lodging
AUS165	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
USA022	0	2311	2135	2623	959	0	2188	305	0	0
LBN002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DEU146	414	260	0	0	0	0	0	0	0	0
GBR247	0	2873	0	0	1670	339	0	0	0	0
GBR165	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CZE122	0	1432	0	689	136	46	0	0	1	252
SWE054	8	6	0	0	0	0	0	0	0	0
UKR001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
POL003	0	310	0	0	0	0	0	0	0	0
GBR016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BGR001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ITA436	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ITA394	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HUN003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabell B4: Åkerböna (*Vicia faba*). Antal accessions per genbank karakteriserade utifrån ursprungsinformation och biologiska egenskaper. Baserad på information från genbankernas databaser.

Åkerböna ( <i>Vicia faba</i> )														
Kod Genbank	Egen databas	Geografisk hemvist	Typ av material	Växtsätt	Blomningstid	Mognadstid	Planthöjd	Bladform	Fröfärg	Fröform	Frömönster	Frövik	Avkastning per planta	Lodging
LBN002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AUS165	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DEU146	2587	2308	2557	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GBR016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RUS001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
POL003	305	305	132	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESP004	171	130	163	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ROM007	196	183	195	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
USA022	604	602	575	0	532	247	564	509	314	0	0	557	382	486
BGR001	0	378	248	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PRT001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NLD037	718	669	562	0	588	627	648	0	681	0	0	681	0	619
ESP046	410	309	401	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CZE122	375	375	374	1	0	0	115	0	111	111	4	7	0	114
HUN003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GBR247	207	75	198	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GRC005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
USA974	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## Tack

Jag vill rikta ett hjärtligt tack till mina handledare; Åsa, Ulrika och Cecilia. Tack för bra diskussioner och matnyttig information.

Speciellt tack till mina föräldrar som stöttat med det mesta; långa diskussioner om ämnet, genomläsning(ar) och klappar på axeln. Ni är guld värda!

Tack även till mina vänner, speciellt Clara, för pepp och att ni lyckats distrahera mig från detta arbete ibland!

Linnea