

Vilda kulturväxtsläktingar

– för framtidens föda

Crop Wild Relatives

– for the food of the future

Linnea Druid

David Thiele

Handledare: Jenny Hagenblad

Examinator: Agneta Johansson

Innehållsförteckning

1. Sammanfattning	1
1.1. Abstract.....	1
2. Inledning.....	3
2.1. Vad är kulturväxtsläktingar? Varför är de viktiga?	3
2.2. Frågeställningar	5
3. Bakgrund	6
3.1. Hur definieras kulturväxtsläktingar?	6
3.2. Bevarandearbetet	8
4. Metod	10
5. Litteraturstudie	12
5.1. Bevarandearbete som gjorts.....	12
5.1.1. Tidiga globala projekt	12
5.1.2. Internationella konventioner	12
5.1.3. Bevarandestrategier.....	13
5.1.4. Globalt arbete för <i>in situ</i> och <i>ex situ</i> -bevarande	16
5.1.5. Europa	19
5.2. Bevarandearbete som behöver göras	22
5.3. Sverige	24
6. Diskussion	28
6.1. Återkoppling till resultatet.....	28
6.2. Samverkan och ansvar	28
6.3. Prioriteringar.....	29
6.4. Norden och Sverige	30
6.5. Globala målet.....	31
7. Pedagogisk diskussion.....	33
8. Slutsatser	36
9. Referenslista	37

1. Sammanfattning

Jordbruket står inför många utmaningar. Grödorna behöver bland annat anpassas till ett förändrat klimat. Här är grödornas vilda släktingar, *kulturväxtsläktingar* viktiga, då de bär på stor genetisk variation. För att kulturväxtsläktingarna ska kunna användas i arbetet med att anpassa och utveckla dagens grödor är det av största vikt att de bevaras. Denna litteraturstudie syftar till att göra en kartläggning av bevarandearbetet som gjorts och behöver göras samt presentera Sveriges bevarandearbete. Litteraturstudien visar att flera internationella konventioner, bevarandestrategier och samarbeten har haft betydelse för bevarandearbetet. Vissa stora fröinsamlingsprojekt har gjorts och på vissa platser har skyddade områden för kulturväxtsläktingar upprättats. Dock krävs fortfarande ett omfattande bevarandearbete. Planer måste omsättas i praktiken, projekt finansieras och politiskt engagemang öka. I Sverige är arbetet på ett tidigt stadie, men vissa framsteg har gjorts och arbete pågår. Att öka kännedomen om kulturväxtsläktingar kan vara ett sätt att ge bevarandearbetet högre status och mer resurser. Där kan biologilärare göra en viktig insats genom att inkludera kulturväxtsläktingar och dess betydelse i undervisningen, till exempel att eleverna får arbeta med frågor om hur framtidens mat tillgång kan säkras.

Nyckelord: bevarandearbete, biologiundervisning, Europa, ex situ, in situ, kulturväxtsläktingar, strategier, Sverige

1.1. Abstract

Agriculture is facing several great challenges. The crops need, among other things, to be adapted to a changing climate. Here, the wild relatives of the crops, the *crop wild relatives*, are important since they carry a vast amount of genetic diversity. For the crop wild relatives to be used in the process of adapting and improving today's crops, it is essential that they are conserved. This literature review aims to make a survey of the previous conservation efforts and the work that remains, as well as presenting the conservation efforts in Sweden. The review shows that several international conventions, conservation strategies, and collaborations have been significant for the conservation efforts. Some large seed collecting projects have been completed and, in some places, protected areas for crop wild relatives have been established. However, extensive conservation efforts are still required. Plans need to be actualized, projects

funded, and political incentive increased. The Swedish conservation efforts are still at an early stage, but some progress has been made and work is in ongoing. Increasing awareness about crop wild relatives could result in their conservation receiving a higher status and increased funds. Biology teachers can make an important contribution to this by including crop wild relatives and their significance in class, for example by letting students work with questions concerning the security of the futures food production.

Keywords: biology teaching, conservation, crop wild relatives, Europe, ex situ, in situ, strategies, Sweden

2. Inledning

2.1. Vad är kulturväxtsläktingar? Varför är de viktiga?

Kan vi lita på att våra grödor ger oss mat i framtiden? Stor genetisk diversitet är en förutsättning för att växter ska kunna anpassas till snabbt förändrande förhållanden som exempelvis klimatförändringarna kommer orsaka. Den genetiska diversiteten i våra odlade grödor har dock minskat kraftigt sedan grödorna domesticerades (Bayer m.fl., 2022; Kassa m.fl., 2012; Kilian m.fl., 2006). Ett intensivt och riktat förädlingsarbete har gett oss grödor som bland annat ger stor avkastning, är lätta att skörda, är smakrika och möjliga att transportera långa sträckor. Detta har dock även gjort att stora delar av det ursprungliga genetiska materialet gått förlorat och att individerna inom arten blivit väldigt genetiskt lika (Rauf m.fl., 2010). Ett exempel är att ett fält med morotsplantor kan producera skördeklara morötter vid samma tidpunkt, men också att ett angrepp av morotsfluga skulle kunna förstöra hela skörden då alla individer är lika känsliga för detta.

Vidare vet vi att klimatförändringarna kommer leda till högre temperaturer, med vilket skördeförlusterna förväntas bli omkring 6–10 % per 1 °C uppvärmning av odlingssäsongens medeltemperatur (Dempewolf m.fl., 2014). För vissa grödor kan förlusterna bli så stora som 25 % (Vincent m.fl., 2022). För att förhindra detta krävs att grödorna anpassas till ett förändrat klimat med bland annat högre temperaturer, förändrade nederbördsmonster och förändrade biotiska miljöfaktorer (Dempewolf m.fl., 2014). Samtidigt som grödorna behöver anpassas till ett förändrat klimat behöver de även kunna producera högre och stabilare avkastning för att uppfylla FN:s globala mål ”Ingen hunger”, där ambitionen är att, på ett hållbart sätt, säkra mat tillgången för alla människor (United Nations Development Programme [UNDP], 2021).

Tidigare har så kallade lantsorter varit en naturlig del av jordbruket. Lantsorter är odlade grödor med stor variation, som är väl anpassade till olika lokala miljöer och är ett resultat av naturlig selektion i kombination med traditionella jordbruksmetoder (Harlan, 1975). Lantsorterna har utgjort, och är fortfarande, en viktig källa till genetisk diversitet i utvecklandet av nya och förbättrade moderna grödor. Dock har odling av lantsorter minskat kraftigt sedan jordbruket moderniserades (Harlan, 1975) och för att överkomma de stora utmaningar som jordbruket står inför behövs fler och bredare källor till genetisk diversitet (Dempewolf m.fl., 2014; Ford-Lloyd m.fl., 2011).

Här är grödornas *vilda* släktingar, *kulturväxtsläktingar* (eng. crop wild relatives, CWR), av stor betydelse. Dessa har under lång tid naturligt anpassats till miljön de lever i och har därmed stor

genetisk variation. De kan därför bära på gener som till exempel resistans mot svampangrepp, torkresistens, tålig het mot höga temperaturer eller motståndskraft mot skadedjur (Dempewolf m.fl., 2014). Exempelvis har strandbeta (*Beta vulgaris maritima*), en kulturväxtsläkting till sockerbeta (*Beta vulgaris vulgaris*), använts i förädlingsarbete och resulterat i sockerbetssorter med resistans mot rhizomania, en sjukdom orsakad av ett virus som har orsakat stora problem för jordbruket (Biancardi m.fl., 2002; Grimmer m.fl., 2007). De resistenta sorterna har förhindrat stora skördeförluster (Biancardi m.fl., 2002; Grimmer m.fl., 2007). Kulturväxtsläktingarna, och den genetiska diversitet de bär på, utgör därmed centrala resurser i arbetet med att utveckla de odlade grödorna (Dempewolf m.fl., 2017). De anses även vara viktiga för arbetet med att anpassa grödor till de förändrade förhållanden som klimatförändringarna kommer leda till (Dempewolf m.fl., 2014).

Dessvärre hotas kulturväxtsläktingarna, precis som andra växter och organismer, av utrotning och minskad genetisk diversitet. Att den biologiska mångfalden bland växter minskar beror till största del på ett förändrat markanvändande, inklusive jord- och skogsbruk, samt på överexploatering (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services [IPBES], 2019). I framtiden förespås även klimatförändringarna få större inverkan på biologisk mångfald (Jarvis m.fl., 2008). Utdöendetakten är nu många gånger högre än genomsnittet för de senaste 10 miljoner åren (IPBES, 2019). Därför är det av största vikt att skyndsamt arbeta med bevarandeåtgärder för biologisk mångfald i allmänhet och kulturväxtsläktingar i synnerhet.

För att kulturväxtsläktingarna ska kunna användas i arbetet med att anpassa och utveckla dagens grödor är det av största vikt att de bevaras. För att arbetet med bevarande ska kunna genomföras på ett framgångsrikt sätt behöver situationen kartläggas, dels med avseende på det arbete och de åtgärder som gjort hittills, dels med avseende på vad som finns kvar att göra. Denna litteraturstudie ämnar genomföra en sådan kartläggning. Först kommer ett globalt perspektiv antas för att ge en överblick av situationen, vartefter ett mer detaljerat perspektiv antas genom att presentera arbetet i Europa. Vidare ges en presentation av situationen i Sverige. Utöver detta syftar litteraturstudien till att belysa betydelsen av kulturväxtsläktingar för att ge fler en förståelse för kulturväxtsläktingarnas roll i säkrandet av framtidens matproduktion.

För att koppla temat kulturväxtsläktingar till skolans värld och närmare bestämt gymnasieskolans biologiundervisning kommer avslutningsvis en pedagogisk diskussion att föras. I undervisningen ska biologins betydelse i samhället tas upp (Skolverket, u.å.). Med tanke på de många samhällseliga aspekterna som presenterats ovan passar det bra att inkludera

kulturväxtsläktingar här. Det kan även vara en möjlighet till att introducera artkunskap, något som annars sällan förekommer i gymnasieskolans biologiundervisning, men som är viktigt med tanke på den utbredda växtblindhet som verkar finnas idag (Wandersee & Schussler, 1999).

2.2. Frågeställningar

- Vilket arbete och vilka åtgärder har gjorts för att bevara vilda kulturväxtsläktingar?
- Vilket arbete och vilka åtgärder behöver göras för att bevara vilda kulturväxtsläktingar?
- Hur ser statusen ut för bevarandearbetet av vilda kulturväxtsläktingar i Sverige?

3. Bakgrund

3.1. Hur definieras kulturväxtsläktingar?

En kulturväxtsläkting kan definieras som en vild växt vilken, på grund av ett relativt nära genetiskt släktskap med en gröda, kan komma till användning vid exempelvis förädlingsarbete (Maxted m.fl., 2006). Även Milleur och Hodgkin (2004) presenterar en liknande definition. Båda definitionerna visar också att grödan inte nödvändigtvis måste vara för mat, utan även grödor som odlas för medicin, skog, foder eller dekoration anses ha kulturväxtsläktingar.

En bred definition kan vara att alla växter inom samma släkte som en gröda klassas som kulturväxtsläktingar (Maxted m.fl., 2006). Detta är även en definition som många använder när en nationell lista över kulturväxtsläktingar ska skapas (Fitzgerald m.fl., 2019; Kell m.fl., 2017). Med denna definition blir dock gruppen kulturväxtsläktingar oftast mycket stor och bevarandeåtgärder kan därför sällan göras för hela gruppen (Maxted m.fl., 2013). Något som underlättar när taxa ska prioriteras är att klassificera kulturväxtsläktingar genom genpoolskonceptet (Harlan & de Wet, 1971) eller taxagrupperkonceptet (Maxted m.fl., 2006). Där delas de in i mindre grupper utifrån sitt förhållande till grödan, där olika grupper kan ges olika hög prioritet (Harlan & de Wet, 1971; Maxted m.fl., 2006).

Genpoolskonceptet utgår ifrån hur enkelt en gröda kan korsas med en vild släkting (Harlan & de Wet, 1971). De vilda släktingarna kan delas in i tre huvudgrupper enligt genpoolskonceptet (GP):

- Primär genpool (GP-1), här ingår de odlade sorterna av grödan i GP-1A och de vilda eller förvildade formerna i grupp GP-1B
- Sekundär genpool (GP-2) inkluderar arter som är mer avlägset släkt än i GP-1 och där det är svårt, men möjligt, att överföra gener till grödan med konventionella metoder.
- Tertiär genpool (GP-3), för arter i denna grupp krävs mer avancerade gentekniska metoder för genöverföring, om det ens är möjligt (Harlan & de Wet, 1971).

Den stora fördelen med genpoolskonceptet är att den ger bra prediktion för korsningsmöjligheten mellan grödan och andra växter (Harlan & de Wet, 1971). Eftersom korsning och genöverföring är målet med att använda kulturväxtsläktingar ger genpoolskonceptet värdefull information om huruvida en viss korsning kommer lyckas (Maxted m.fl., 2006). Konceptet har använts av många författare (t.ex. Castañeda-Álvarez m.fl., 2016; Dempewolf m.fl., 2014), framförallt när det handlar om kulturväxtsläktingar till de mest

odlade grödorna. Det finns dock vissa begränsningar med genpoolskonceptet, så som att det krävs korsningsdata eller andra genetiska data för växterna av intresse (Maxted m.fl., 2006). Då kulturväxtsläktingar utgör en mycket stor del av den totala växtfloran, uppskattningsvis 77 % av europeiska och medelhavsfloran, är det i princip omöjligt att hämta tillräckliga data kring dessa för att applicera genpoolskonceptet (Maxted m.fl., 2006). Genpoolskonceptet bedöms endast kunna appliceras på cirka 22 % av europeiska och medelhavsfloran (Maxted m.fl., 2006). Konceptet kommer därmed utesluta många växter som kan vara nära släktingar med användbara egenskaper. Där data finns att tillgå är genpoolskonceptet ändå att föredra då det ger goda indikationer för huruvida korsningar mellan utvalda kulturväxtsläktingar och en gröda kommer vara framgångsrika (Maxted m.fl., 2006).

Taxagrupperkonceptet togs fram för att möta de begränsningar som finns med genpoolskonceptet (Maxted m.fl., 2006). Det behövdes ett enkelt sätt att bedöma släktskap som kan appliceras på hela floran och som inte kräver korsningsdata. Konceptet använder taxonomisk nivå för att dela in växter i olika grupper, så kallade taxagrupper (TG) (Maxted m.fl., 2006):

- TG 1a – grödan
- TG 1b – växter av samma art som grödan
- TG 2 – växter i samma serie eller sektion som grödan
- TG 3 – växter i samma undersläkte som grödan
- TG 4 – växter i samma släkte som grödan

Taxagrupperkonceptet är enkelt att använda och kräver endast en flora, digital eller fysisk, över växter i regionen. Här är regionens flora utgångspunkten och därifrån hittas grödor som till exempel ingår i samma släkte (Maxted m.fl., 2006). Detta kan jämföras med genpoolskonceptet där utgångspunkten är en lista med grödor och släktingar till dessa placeras in i grupper utifrån tillgänglig korsnings- och genetiska data (Maxted m.fl., 2006). Ett problem med taxagrupperkonceptet är att den taxonomiska indelningen inte alltid speglar det genetiska släktskapet eller visar andra genetiska faktorer som kan påverka huruvida korsning med grödan är möjlig. Det kan till exempel finnas skillnader i polyploidinivå som gör att en växt inte går att korsa med grödan, även om de placerats inom samma undersläkte (Maxted m.fl., 2006).

Taxagrupperkonceptet kan även begränsas av den taxonomiska detaljnivå växten har tilldelats, då konceptet förutsätter en taxonomisk indelning med undersläkten och sektioner. Om så inte finns riskerar nära besläktade arter att hamna i en högre taxagrupp och därmed inte prioriteras

för bevarande. Även om de grunder taxonomer använder för att dela in växter i olika taxonomiska nivåer varierar, tros den taxonomiska hierarkin ändå vara en bra approximation för släktskap (Maxted m.fl., 2006).

Utifrån dessa två koncept föreslår Maxted m.fl (2006) att växter tillhörande GP-1 eller GP-2, alternativt TG 1 till TG 4 kan anses vara tillräckligt nära släkt med grödan för att klassas som kulturväxtsläktingar. Hela denna grupp kan dock bli mycket stor, varför författarna även föreslår att taxa tillhörande GP-1B, TG 1b och TG 2 bör tilldelas högre prioritet då de kan anses vara nära släkt till grödan, medan taxa i GP-2, TG 3 och TG 4 är mer avlägset släkt och därmed bör få lägre prioritet. Vincent m.fl. (2013) har även använt ett tredje koncept, provisorisk genpool (PGP), vilket kan beskrivas som ett slags mellanting mellan GP- och TG-koncepten. PGP-konceptet kan användas när det inte finns något officiellt publicerat genpoolskoncept, samtidigt som taxonomisk klassificering under släkte saknas, men någon typ av korsningsdata eller genetiska data finns att tillgå.

3.2. Bevarandearbetet

Nikolai Vavilov (1887–1943), en rysk agronom och botanist, var bland de första att uppmärksamma kulturväxtsläktingars potential i växtförädling (Meilleur & Hodgkin, 2004). Runt 1920–1940 drev Vavilov ett flertal insamlingsprojekt av växter och fröer där han fokuserade på de platser i världen som han menade var grödornas ursprung (Vavilov, 1997). Målet var att studera och ta tillvara på den stora diversitet grödornas vilda släktingar bar på. Frösamlingarna dokumenterades systematiskt och bevarades för senare användning, men användes också för studier kring variation, korsning och förädling. År 1940 hade kollektionen uppnått en storlek på 200 000 exemplar, insamlat från 64 länder (Vavilov, 1997).

Denna metod för bevarande av genetiska resurser, där fröer samlas in och sparas på så kallade genbanker, är ett exempel på *ex situ*-bevarande. Begreppet *ex situ* betyder ”inte på plats” och innebär att bevarandet sker på andra platser än där växterna finns i naturen (CBD, 1992). *Ex situ* kan jämföras med *in situ*, vilket innebär bevarande ”på plats” genom exempelvis skyddade områden (CBD, 1992). Den största fördelen med *in situ* är att växterna fortsätter evolvera (FAO, 1997; Heywood & Dulloo, 2006; Iriondo & De Hond, 2008) och har därför möjlighet att till exempel anpassas till det förändrande klimatet. Detta gör bland annat att växter med egenskaper som kan bidra till att klimatanpassa jordbruket skulle kunna upptäckas. Att bevara växter *in situ* kan också ha indirekta fördelar för andra arter och ekosystem genom att till exempel producera

mat eller bomaterial för olika djur. Nackdelen med *in situ*-bevarande är att det ofta är dyrt, kräver skötsel och arbete under lång tid samt kan vara omständligt att upprätta rent praktiskt (Iriondo & De Hond, 2008; Maxted & Kell, 2008). *Ex situ*-bevarande har fördelen att materialet blir lättillgängligt för de som vill använda fröerna (FAO, 2010). Däremot har inte alla växter frön som lämpar sig för denna typ av förvaring (FAO, 2011). Den stora nackdelen med *ex situ*-bevarande är att evolutionen stannar av under tiden fröet lagras i en genbank (Soulé & Mills, 1992; FAO, 1997).

4. Metod

En litteratursökning har utförts i lämpliga databaser för biologiområdet. Databaserna Google Scholar, Scopus och Web of Science ansågs lämpliga för sökningen.

Inledningsvis togs sökord fram utifrån syftet. Exempel på sökorden och söksträngar presenteras i Tabell 1 nedan. Fler lämpliga sökord identifierades utifrån frågeställningarna samt från relevanta artiklars nyckelord. Funna artiklar har bidragit med förslag på specifika artiklar via referenslistan och/eller relaterade artiklar angivna i databasen. I vissa fall har sådana referenser ansetts relevanta för syftet och frågeställningarna, varpå dessa referenser har sökts upp.

För att hantera litteratursökningen strukturerat bokfördes sökningarna i en tabell (se exempel i Tabell 1). Varje rad i tabellen representerar en söksträng. Söksträngarna representerar ett visst söktema, en fråga eller ett sökområde, till exempel handlar första söktemat om att hitta en definition på kulturväxtsläktingar. Sökorden kategoriserades i grupper, begreppskategorier, där alla ord/fraser inom en grupp på olika sätt liknar varandra, till exempel i form av synonymer. Mellan ord/fraser användes OR och mellan begreppskategorierna användes AND. Detta kallas boolesk sökning och används för att få relevanta men avgränsade sökresultat (David & Sutton, 2016). I referenshanteringsprogrammet noterades söksträngens nummer, i en anteckning till artikeln, för att enkelt veta hur artikeln hittades. Om ytterligare begrepp eller begreppskategorier lades till i ett söktema, exempelvis tema 2, gjordes en ny rad i tabellen som då fick namnet 2(2) för tema 2, söksträng 2 (se exempel i Tabell 1).

Urvalet av artiklar i respektive sökning har gjorts genom att först sortera efter relevans, sedan överblickades titlarna. När en titel ansågs intressant i förhållande till denna studies syfte, valdes artikeln ut, varpå abstract och rubrikerna i artikeln lästes. Även metoddelen lästes i vissa fall för ytterligare information om artikeln. Ansågs artikeln fortfarande relevant utifrån denna studies syfte, så sparades den för eventuell användning.

Tabell 1. Presentation av de första söksträngarna. Varje söktema motsvarar en delfråga eller ett sökområde. Liknande ord/fraser placerades i begreppskategorier, mellan vilka AND användes vid sökning. Om nytt begrepp lades till gjordes en ny söksträng på samma tema (jämför söktema 2, söksträng 1 mot söksträng 2).

Söktema (Söksträng)	Begreppskategori	Begreppskategori	Begreppskategori
1(1)	”crop wild relative” OR “crop wild relatives” OR CWR	Definition OR meaning	
2(1)	”crop wild relative” OR “crop wild relatives” OR CWR	food security OR conservation OR status OR progress	
2(2)	”crop wild relative” OR “crop wild relatives” OR CWR	food security OR conservation OR status OR progress	global

5. Litteraturstudie

5.1. Bevarandearbete som gjorts

5.1.1. Tidiga globala projekt

Även om kulturväxtsläktingarnas värde uppmärksammades, av bland annat Vavilov, redan i början på 1900-talet (Vavilov, 1997) dröjde det till omkring 1970-talet innan det gjordes några större försök till ett systematiskt bevarande. Då påbörjade International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR, idag Bioversity International) ett globalt arbete med att samla in hotade eller viktiga lantsorter och kulturväxtsläktingar för bevarande i genbanker. Inom projektet utformades även ett nätverk av bassamlingar för omkring 40 viktiga grödor (IBPGR, 1983). Projektet startades som ett svar på en ökande medvetenhet om genetisk erosion, det vill säga förlust av alleler eller hela arter, som bland annat orsakats av ett hårt växtförädlingsarbete och ett moderniserat jordbruk (FAO, 1997; Khoury m.fl., 2022).

IBPRG-projektet bidrog, framför allt under perioden 1975–1995, med att över 220 000 kollekt av lantsorter och kulturväxtsläktingar tillhörande mer än 1 000 olika släkten och 4 000 olika arter från 136 länder samlades in (Thormann m.fl., 2015). Dock tillhörde de flesta (78,6 % av kollekten) 80 släkten. Totalt utgjorde omkring 27 % av kollekten kulturväxtsläktingar från 115 länder. Drygt hälften (53,4 %) av de insamlade kulturväxtsläktingarna var fodergrödor, medan 10,4 % var cerealier, 9,4 % var ärtväxter, 7,6 % var grönsaker och 7,6 % rot- och stamknölar. Att 27 % av kollekten var kulturväxtsläktingar tyder på en stor riktad insats, då den totala andelen kulturväxtsläktingar i genbanker är betydligt lägre. Olika värden för detta har presenterats, Maxted och Kell (2009) har angett att 3–4 % av de totala kollektionerna utgörs av kulturväxtsläktingar, medan FAO (2010) har uppskattat siffran till omkring 17 %. IBPGR-projektet medförde också att antalet genbanker ökade kraftigt, från några stycken år 1975 till över 400 faciliteter för medel- och långtidsförvaring år 1996 (Thormann m.fl., 2015). Antalet genbanker har fortsatt att växa och uppskattades 2010 till över 1 750 (FAO, 2010).

5.1.2. Internationella konventioner

Ett flertal internationella konventioner som antagits har haft stor betydelse för arbetet med bevarande och användning av växtgenetiska resurser för mat och jordbruk (eng Plant Genetic

Resources for Food and Agriculture, PGRFA). Här ges en kort presentation av några betydelsefulla konventioner:

- 1983 antog Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) den första stora överenskommelsen kring växtgenetiska resurser *International Undertaking on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture* (IUPGRFA), som bland annat syftade till att bevara genetiska resurser av värde för jordbruket (FAO, 1983).
- 1993 signerade och ratificerade 168 länder *Convention on Biological Diversity* (CBD) (CBD, 1992), där länderna bland annat antar sig att arbeta för bevarande av biologisk mångfald och som fått stor betydelse för detta arbete.
- 1996 antog 150 länder *Global Plan of Action for Plant Genetic Resources* (GPA), vilket är en handlingsplan för bevarande, både *in situ* och *ex situ*, samt för hållbar användning av växtgenetiska resurser (FAO, 1996). Den utgör bland annat ett stöd för länder att praktiskt genomföra sina antaganden enligt *The International Treaty on Plant Genetic Resources Food and Agriculture* (ITPGRFA). Planen uppdateras periodvis, senaste versionen, andra GPA, publicerades 2011 (FAO, 2011).
- 2001 antogs *The International Treaty on Plant Genetic Resources Food and Agriculture* (ITPGRFA) av FAO. Det är en uppdaterad version av 1983:s konvention, harmoniserad med CBD och nu lagligt bindande. Länderna antar sig att bland annat vidta åtgärder för att bevara växtgenetiska resurser (FAO, 2001).

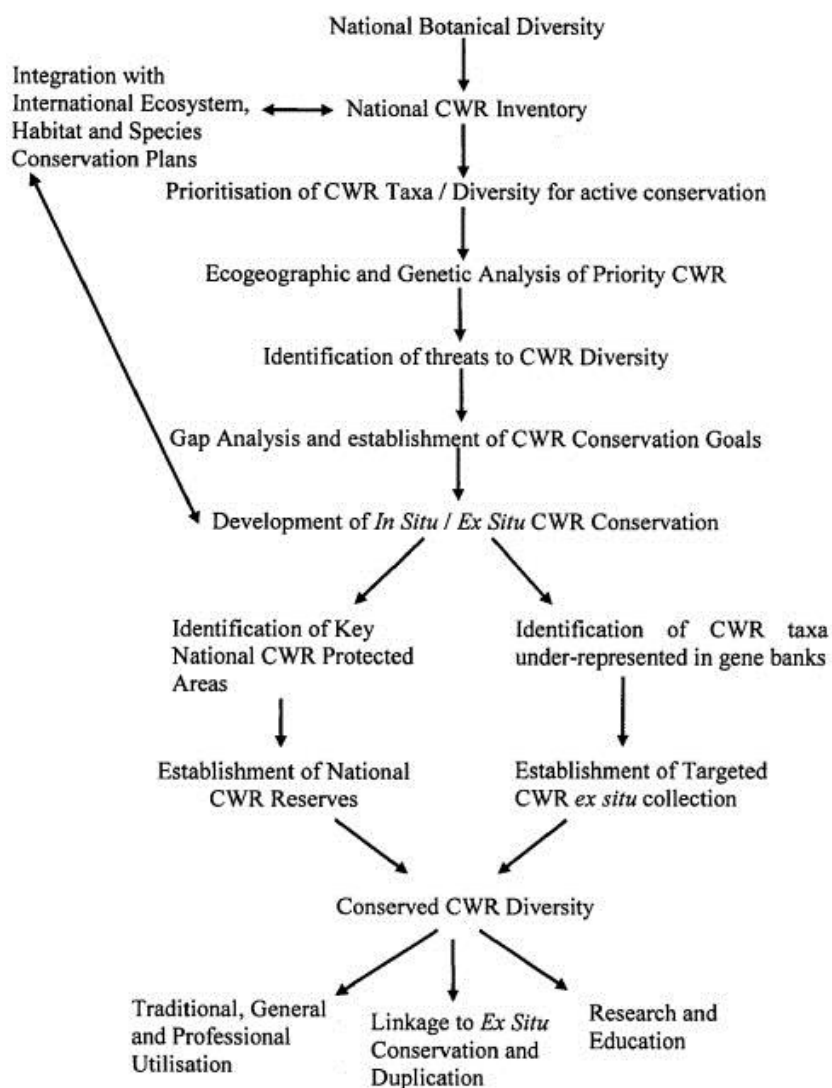
Konventionerna har medfört att bevarande av kulturväxtsläktingar har fått högre prioritet både nationellt och internationellt. De har även bidragit till ett skiftat fokus från att se *ex situ* som enda lösningen, till att se det som ett komplement till *in situ*-bevarande, vilket istället bör användas som den huvudsakliga metoden (CBD 1992; FAO, 2001). Detta har också gjort att olika projekt för såväl *ex situ*- (Dempewolf m.fl., 2014) som *in situ*-bevarande har startats och att strategier och riktlinjer för bevarandearbetet tagits fram (Hunter & Heywood, 2011; Maxted m.fl., 2007; 2015).

5.1.3. Bevarandestrategier

Då bevarande av växtgenetiska resurser är ett globalt problem och växter inte låter sig begränsas av till exempel landsgränser, krävs bevarandearbete på flera nivåer och samverkan mellan dessa (Maxted m.fl., 2013; Maxted & Kell, 2009). Ett exempel på ett sådant samarbete är ECPGR,

ett europeiskt samarbete för växtgenetiska resurser (Maxted m.fl., 2015) som beskrivs vidare längre fram. Flera författare påtalar att bevarandearbete kan ske på tre huvudnivåer, individuell, nationell eller global nivå (Hunter & Heywood, 2011; Maxted m.fl., 2015; Maxted & Kell, 2009). På den individuella nivån kan det handla om att enskilda personer på eget bevåg arbetar med bevarandeåtgärder för kulturväxtsläktingar utifrån det skyddade område eller genbank de ansvarar för, men det kan också vara att dessa aktörer utför åtgärder som beslutats på högre nivå (Maxted m.fl., 2010; Maxted & Kell, 2009). Mer systematiskt bevarandearbete kan ske på nationell och global nivå, där myndigheter och organisationer är ansvariga (Maxted & Kell, 2009).

Den nationella nivån innefattar att varje land bör ta fram en plan för landets eget bevarandearbete (Maxted & Kell, 2009). En nationell bevarandestrategi är något som även framhålls som centralt, och som många länder antagit sig att göra, enligt bland andra GPA (FAO, 2011) och CBD (1992). Maxted m.fl. (2007) har utformat en bevarandestrategi för Storbritannien som också kommit att utgöra en grund för internationella rekommendationer kring framställning av nationella bevarandestrategier (Magos Brehm m.fl., 2017; Maxted m.fl., 2013). Enligt dessa är några vanliga, och rekommenderade, steg att göra en nationell och en prioriterad checklista över kulturväxtsläktingar, utifrån den prioriterade listan göra en ekogeografisk analys och gapanalys, samt formulera bevarandeåtgärder utifrån resultatet på analyserna (Figur 1). Dessa olika punkter beskrivs vidare nedan. Målet med en nationell bevarandestrategi är att en representativ del av landets kulturväxtsläktingar systematiskt bevaras genom en kombination av *in* och *ex situ*-bevarande (Maxted & Kell, 2009).



Figur 1. Schematisk presentation av hur en nationell bevarandestrategi för kulturväxtsläktingar kan tas fram (Maxted m.fl., 2007). Reproducerad med tillstånd från utgivaren.

Ett föreslaget första steg i en nationell bevarandestrategi är att ta fram en lista över kulturväxtsläktingar i landet som sedan kan kompletteras med användbar information om växterna, så som användning eller hotstatus (Maxted m.fl., 2007). För att skapa listan rekommenderas en floristisk ansats (Figur 1, Maxted m.fl., 2007), där den nationella floran används som utgångspunkt, en metod som också används av de flesta länder (Labokas m.fl., 2018). Ett alternativ är att utgå från en lista med grödor och därifrån undersöka vilka vilda släktingar som finns inom varje grödas genpool (Maxted m.fl., 2013). Den senare varianten har tidigare varit det huvudsakliga angreppssättet och användes bland annat för en tidig lista över Europas kulturväxtsläktingar (Heywood & Zohary, 1995).

När en mer omfattande checklista för området skapats behöver prioriteringar av listans taxa göras (Maxted m.fl., 2007; Maxted & Kell, 2009). Prioritering kan göras utifrån olika kriterier,

där de vanligaste är 1) grödans socioekonomiska värde, 2) potentiell användning av kulturväxtsläktingen i förädlingsarbete baserat på släktskap eller tidigare användning, 3) hotstatus (Kell m.fl., 2017). Det finns även ett flertal olika metoder för att bedöma och summera växternas prioritet utifrån de olika kriterierna. Metoderna har visat sig resultera i prioritetslistor vars taxa kan skilja sig mycket åt mellan metoderna (Kell m.fl., 2017).

Andra steg som rekommenderas i en bevarandestrategi är ekogeografisk analys och gapanalys (Maxted m.fl., 2007; Maxted & Kell, 2009). En ekogeografisk analys kan bland annat användas för att identifiera populationer för bevarande med så stor genetisk diversitet som möjligt (IBPGR, 1985). Detta kan göras genom att använda olika klimatparametrar så som temperatur, nederbörd eller höjd över havet och jämföra med arters geografiska utbredning (Allahham & Hasasneh, 2008). Metoden utgår ifrån att växter påverkas av och anpassas till olika klimatförhållanden, vilket gör att en population på toppen av ett berg, där medeltemperaturen är relativt låg och nederbörden stor, kan ha andra anpassningar och alleler jämfört med en population som växer på en lägre höjd, med lite högre temperaturer och mindre nederbörd.

En gapanalys kan användas för att identifiera platser eller taxa där ytterligare insatser krävs. Exempelvis kan taxa som inte har tillräckligt skydd *in* eller *ex situ* identifieras och därefter kan lämpliga bevarandeåtgärder tillskrivas och prioriteras (Maxted m.fl., 2007). Målet för *in situ*-bevarandet är enligt Maxted m.fl. (2007) att upprätta så kallade genetiska reservat, vilka är skyddade områden som sköts och övervakas i syfte att bevara genetisk diversitet (Maxted & Kell, 2009). Upprättande av genetiska reservat har dock endast gjorts på ett fåtal platser (Engels & Thormann, 2020; Labokas m.fl., 2018).

5.1.4. Globalt arbete för *in situ* och *ex situ*-bevarande

På global nivå bör arbete ske på ett liknande sätt som på nationell nivå, men med fokus på de viktigaste grödorna globalt (Maxted & Kell, 2009). Bevarandearbete på global nivå påbörjades redan på Vavilovs tid med insamling av frön och växtmaterial för *ex situ*-bevarande (Vavilov, 1997) och har fortsatt med bland annat upprättande av olika konventioner och strategier som beskrivet ovan. På senare tid har det globala arbetet utvecklats genom att en global lista över prioriterade kulturväxtsläktingar skapats (Vincent m.fl., 2013). Detta utgör en viktig förutsättning för vidare bevarandeåtgärder på global nivå. Listans taxa är kopplade till världens socioekonomiskt viktigaste matgrödor och grödor som utgör en betydande del av människors näringsintag (Vincent m.fl., 2013). Listan består av 1 667 prioriterade taxa av

kulturväxtsläktingar tillhörande 173 grödogrupper (t.ex. släktingar till kål, paprika eller quinoa) som lagts in i en databas¹ och kompletterats med information om bland annat trivialnamn, prioriteringskoncept och distributionsområde. För prioritering av taxa användes GP- och TG-koncepten som föreslaget av Maxted m.fl. (2006), tillsammans med provisorisk genpool (PGP) som applicerades där publicerat genpoolskoncept och fullständig taxonomisk klassificering saknades, men korsningsdata mellan arter fanns. Databasen är den första av sitt slag genom att inkludera en stor mängd information om varje taxa, fritt tillgängligt för alla i ett webbaserat system (Vincent m.fl., 2013).

Bevarandestatus för kulturväxtsläktingar *ex situ* har undersökts i ett flertal studier (Castañeda-Álvarez m.fl., 2016; Vincent m.fl., 2013). Hur många accessioner av ett taxon som räknas som tillräckligt finns ingen generell gräns för, men Brown och Marshall (1995) har föreslagit 50 accessioner som en lägsta nivå för att bevara den genetiska diversiteten hos ett taxon. Dessa 50 accessioner ska då komma från 50 genetiskt olika populationer och en accession ska innehålla frön/material från minst 50 individer (Brown & Marshall, 1995). Av taxa från den globala listan som presenterades ovan hade omkring 75 % av listans taxa färre än 50 accessioner bevarade *ex situ*, omkring 56 % färre än 10 accessioner och 33 % av listans taxa fanns inte alls representerade i genbanker (Vincent m.fl., 2013). Av de 422 taxa på primär nivå (GP1b, TG1b och PGP1b) hade 242 färre än 50 accessioner. Sammantaget bedömdes bevarandestatusen som undermålig för de flesta av de prioriterade kulturväxtsläktingarna (Vincent m.fl., 2013). Även andra forskare har nått slutsatsen att *ex situ*-kollektionerna för kulturväxtsläktingar varit otillräckliga. Enligt Castañeda-Álvarez m.fl. (2016) var över 95 % av de 1 076 kulturväxtsläktingar som undersöktes otillräckligt bevarade *ex situ*.

För att förbättra bevarandet *ex situ* och samtidigt förenkla användandet av kulturväxtsläktingar till världens viktigaste grödor startades projektet “Adapting Agriculture to Climate Change” 2011 med det långsiktiga målet anpassa jordbruket till klimatförändringarna och säkra framtidens matproduktion (Dempewolf m.fl., 2014). Projektet samlade mellan 2013–2019 in frön från 28 globalt viktiga grödors genpooler, vilket resulterade i 3 002 accessioner från 242 taxa insamlat i 22 länder runt om i världen (Müller m.fl., 2021). För vissa grödors genpooler, exempelvis vete (*Triticum* L.) och korn (*Hordeum* L.), var insamlingen lyckad vad gäller diversiteten av populationer och arter. Vetesläktingar bedömdes visserligen redan innan ha relativt god representation *ex situ* enligt Castañeda-Álvarez m.fl. (2016), men då vete är en

¹ <http://www.cwrdiversity.org/checklist/>

mycket central gröda i världen är ytterligare insamlingar av dess släktingar viktigt (Dempewolf m.fl., 2014). Insamlingen var mindre lyckad för till exempel potatis (*Solanum tuberosum* L.), banan (*Musa* L.) och ris (*Oryza* L.) (Müller m.fl., 2021). Banan var en gröda vars släktingar enligt Castañeda-Álvarez m.fl. (2016) hade hög prioritet för vidare insamling och kommer således fortsätta ha hög prioritet. Durrasläktingar, som också gavs hög prioritet för insamling av Castañeda-Álvarez m.fl. (2016), var dock en grupp där insamlingen bedömdes lyckad enligt Müller m.fl., 2021.

Som tidigare nämnts handlade det tidiga arbetet med kulturväxtsläktingar främst om insamlingar för *ex situ*-bevarande. Det var först runt 1990-talet röster började höjas för *in situ*-bevarande, då bland annat IBPGR skrev en rapport om detta (IBPGR, 1985). Arbetet för *in situ*-bevarande har gått långsamt, men vissa framsteg har gjorts (FAO, 2010). Mellan den första och andra rapporten *State of the Worlds Plant Genetic Resources* ökade antalet länder som undersökt bevarandestatus för kulturväxtsläktingar från fyra till 28 (FAO, 2010). På några platser har aktiva bevarandeåtgärder antagits för *in situ*-bevarande av kulturväxtsläktingar, exempelvis i Etiopien för vilda kaffesorter, *Coffea arabica*, och i Mexiko för majssläktingar (FAO, 2010).

Enligt FAO:s WIEWS ("World Information and Early Warning System on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture") är totalt 4 577 arter av kulturväxtsläktingar eller vilda matgrödor aktivt bevarade *in situ* i världen (FAO, 2022a). Det anges också finnas 2 653 *in situ*-områden i världen där kulturväxtsläktingar eller vilda matgrödor specifikt omnämns i områdets skötselplan (FAO, 2022b). Siffrorna kan dock vara missvisande menar Rubio Teso m.fl. (2020), då innebörden av aktivt *in situ*-bevarande inte är helt tydlig. Exempelvis hade vilda matgrödor från ett område i Tyskland räknats som aktivt bevarade, fastän de aktiva åtgärderna endast rörde skötsel av skogen och inte specifikt kulturväxtsläktingar eller vilda matgrödor (Rubio Teso m.fl., 2020). Trots att siffrorna i WIEWS kan vara överskattade rankas dessa indikatorer bland de lägsta (FAO, 2022a; 2022b), vilket visar att de åtgärder som finns är långt ifrån tillräckliga.

Även andra bedömningar som gjorts av kulturväxtsläktingars bevarandestatus *in situ* visar att de inte har tillräckligt skydd (Vincent m.fl., 2019). En stor del av kulturväxtsläktingarna finns inom befintliga skyddade områden (Vincent m.fl., 2019). Dock betyder inte nödvändigtvis detta att den genetiska diversiteten är väl bevarad, då de allra flesta skyddade områden saknar aktiva åtgärder och övervakning av genetisk diversitet (FAO, 2011; 2022b). Dessutom förekommer en stor andel kulturväxtsläktingar utanför skyddade områden. Många är till exempel ruderater

och växer på störda, mänskligt påverkade områden (Maxted m.fl., 2013). Än så länge sker dock det mesta *in situ*-bevarandet inom skyddade områden (Maxted m.fl., 2013).

Det har presenterats förslag på platser för upprättandet av ett globalt *in situ*-nätverk (Maxted & Kell, 2009; Vincent m.fl., 2019). Enligt analyser skulle 20 specifika områden runt om i världen, varav hälften i skyddade områden och hälften utanför skyddade områden, kunna skydda 475 arter av kulturväxtsläktingar. Platserna är utvalda för att innehålla så stor inomartsvariation som möjligt. Genom att inkludera olika miljötyper som varje art förekommer i bevaras växter med många olika anpassningar och på så sätt även en stor genetisk variation (Vincent m.fl., 2019).

5.1.5. Europa

I Europa finns en organisation, ECPGR (The European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources), där medlemsländerna samarbetar i olika projekt bland annat för att bevara PGRFA både *in* och *ex situ*. Större delen av de europeiska länderna är medlemmar i ECPGR (ECPGR, 2022). ECPGR har som långsiktigt mål att varje land ska nominera platser i sitt land för *in situ*-bevarande, vilka sedan är tänkta att förenas med *in situ*-platser från andra länder för att bilda ett stort europeiskt *in situ*-nätverk. För att nå dit behöver först varje land upprätta en nationell bevarandestrategi som också måste godkännas av landets ansvariga myndigheter (Maxted m.fl., 2015). Som hjälp i arbetet med att upprätta nationella bevarandestrategier finns en guide framtagen, *Interactive Toolkit for Crop Wild Relative Conservation Planning* (Magos Brehm m.fl., 2017), vilken är baserad på *Resource Book for the Preparation of National Plans for Conservation of Crop Wild Relatives and Landraces* (Maxted m.fl., 2013) och bygger på den strategi som presenterades i Figur 1. För att följa upp hur långt olika länder kommit i arbetet med att ta fram en nationell strategi och få den godkänd utförde Labokas m.fl. (2018) en studie som bland annat undersökte ländernas arbete utifrån sex huvudpunkter:

1. Nationell checklista över kulturväxtsläktingar
2. Prioriteringslista över kulturväxtsläktingar, samt kompletterande information, så som om GP- eller TG-koncept använts, växtens biologi, användning eller hot
3. Diversitetsanalys av prioriterade kulturväxtsläktingar
4. Gapanalys och redovisning av vilka bevarandeåtgärder som måste prioriteras
5. Implementering av prioriterade *in/ex situ* bevarandeåtgärder av lämpliga myndigheter
6. Ökad medvetenhet/kännedom om kulturväxtsläktingar, dess värde, användning och behov av bevarande

I undersökningen fann de (Labokas m.fl., 2018) bland annat att:

13 länder (43 %) var i uppstarten av att utveckla en nationell bevarandestrategi:

- framställning av nationell checklista pågick (Grekland, Lettland, Polen)
- enbart nationell checklista hade gjorts (Estland)
- nationell checklista och prioriteringslista var klar (Bulgarien, Belarus, Sverige)
- tagit mist ett steg bortom prioritering (Tyskland, Italien, Litauen, Nederländerna, Portugal, Turkiet)

14 länder (47 %) hade kommit närmare målet att ha en publicerad bevarandestrategi, godkänd av ansvariga myndigheter:

- ett första utkast att presentera för myndighet var klart (Armenien, Tjeckien, Irland, Norge, Rumänien)
- publicerad strategi (Cypern, Spanien, Israel, Ryssland)
- publicerad och godkänd strategi (Azerbajdzjan, Danmark, Finland, Kroatien (enbart för inhemska fruktarter), Storbritannien)

Tre länder (10 %) länder hade inte påbörjat utformandet av en strategi (Österrike, Bosnien-Hercegovina, Serbien).

Alla länder måste inte nödvändigtvis inkludera alla av de sex huvudpunkterna som presenterades ovan i sin strategi, utan det är upp till varje land att utforma den lämpligaste strategin utifrån de lokala förutsättningarna. Vilka punkter som inkluderas ger dock en bild av hur omfattande strategin kommer vara. Den absolut vanligaste punkten länder inkluderar i sin nationella bevarandestrategi är en lista över prioriterade kulturväxtsläktingar i landet (Labokas m.fl., 2018). Denna punkt inkluderades av alla länder (27) som hade påbörjat arbetet med en nationell bevarandestrategi. 11 länder (41 %) inkluderade alla sex huvudpunkter i sin strategi (Labokas m.fl., 2018).

Enligt Labokas m.fl. (2018) hade många länder planer på att upprätta genetiska reservat och/eller extra *in situ*-platser (områden som inte redan var skyddade) i sin nationella strategi. Få länder hade dock implementerat dessa planer då studien gjordes. Formella genetiska reservat hade endast upprättats i Portugal, Norge och Storbritannien vid tidpunkten för studien (Labokas m.fl., 2018). Redan för omkring 20 år sedan fann Milleur och Hodgkin (2004) att många länder gjort planer och hittat lämpliga områden för *in situ*-bevarande, men att få faktiskt verkställt dem. Nyligen har dock genetiska reservat för kulturväxtsläktingar till seleri upprättats i

Tyskland. Tyskland hade dock inte skapat en nationell bevarandestrategi vid denna tidpunkt, vilket visar att det går att nå praktisk handling även utan en formell strategi (Bönisch & Frese, 2020).

5.2. Bevarandearbete som behöver göras

Något som regelbundet rekommenderas och därmed kan anses vara en åtgärd av stor vikt är arbetet med planer och strategier för bevarandet av kulturväxtsläktingar (Fitzgerald m.fl., 2019; Maxted m.fl., 2010; Vincent m.fl., 2022). Att enbart ta fram planer och strategier för sakens skull utan att de leder till något är fel väg att gå. Det gäller att planerna och strategierna faktiskt omsätts i praktiken också, det vill säga att åtgärder vidtas och bevarandearbetet kommer igång (Engels & Thormann, 2020). Det är en fördel om planerna och strategierna först verkställs och publiceras av ansvariga myndigheter (Labokas m.fl., 2018). Därefter kan det praktiska arbetet komma igång. Dock finns en viss tröghet här, då planerna och strategierna inte alltid når fram till steget att omsättas i praktiken, vilket har påpekats under lång tid (Meilleur & Hodgkin, 2004). Trögheten finns fortfarande än idag (Magos Brehm m.fl., 2019; Pilling m.fl., 2020). Problemet behöver lösas så att det praktiska arbetet kan komma igång. En bakomliggande orsak kan vara att det i många fall råder en oklar ansvarsfördelning gällande det praktiska bevarandearbetet (Magos Brehm m.fl., 2019; Maxted m.fl., 2010). För varje plan och/eller strategi som tas fram måste det tydliggöras vem eller vilka som bär ansvaret för det praktiska arbetet.

Ekonomi och politik är två avgörande faktorer för att samarbete och samordning kring bevarandeinsatserna ska fungera. Utan finansiering kommer inte bevarandeinsatserna att kunna genomföras (Engels & Thormann, 2020). Likaså gäller om politiskt engagemang i frågan saknas (Engels & Thormann, 2020; Labokas m.fl., 2018). När politiskt engagemang finns är det viktigt att aktörer som praktiskt ska jobba med bevarandet, exempelvis lokalbefolkning, kommuner och markägare, involveras i beslutsfattandet för att lämpliga och genomförbara bevarandeinsatser ska kunna sättas in (Engels & Thormann, 2020; Labokas m.fl., 2018). Ett förslag för att det praktiska arbetet ska kunna genomföras enligt plan är att ett avtal upprättas mellan ansvarig myndighet och den eller de som ska utföra det praktiska arbetet, exempelvis markägare (Vincent m.fl., 2022).

En aspekt som ofta lyfts fram är att mer samordning och samarbete kring de olika bevarandeinsatserna behövs (Dempewolf m.fl., 2017; Engels & Thormann, 2020; Labokas m.fl., 2018). Engels & Thormann (2020) förespråkar exempelvis att det bör tas fram ett standardformat för insamling av data till databaser på den nationella nivån. Det underlättar om alla länder har samma system när data sedan ska rapporteras vidare till en global databas. Inrapporteringen av data, exempelvis enskilda kulturväxtsläktingars bevarandestatus, måste även förbättras så att de olika bevarandeinsatserna kan utvärderas och väljas ut för bästa möjliga

bevarandearbete (Dempewolf m.fl., 2017). Utan inrapportering blir det svårt att veta statusen för bevarandearbetet och vilka bevarandeinsatser som är optimala. Dessutom finns risken att betydelsefull information om specifika kulturväxtsläktingar går förlorad (Castañeda-Álvarez m.fl., 2016).

Engels & Thormann (2020) påpekar att bevarandearbetet inte enbart ska vara fokuserat på *in* eller *ex situ*. Istället bör bevarandearbetet ske både *in* och *ex situ* med utgångspunkt i att det som bevaras *in situ* också ska bevaras *ex situ*, vilket skapar en sorts reserv. Om problem uppstår med *in situ*-bevarandet föreslår Engels & Thormann (2020) att det satsas på *ex situ*-bevarandet, i form av genbanker. Samtidigt förespråkar bland annat Vincent m.fl. (2022) och FAO (2011) att bevarandearbetet behöver fokusera mer på *in situ*-bevaringen.

För framgångsrik *in situ*-bevaring är det viktigt att respektive land har en tydlig plan (Engels & Thormann, 2020; Maxted m.fl., 2012), vilken kan utformas utifrån den rekommenderade nationella bevarandestrategin i Figur 1 (Maxted m.fl., 2007). För framgångsrik *ex situ*-bevaring poängterar Engels & Thormann (2020) och Maxted m.fl. (2013) att respektive land måste rikta in sin insamling på de mest hotade och högst prioriterade kulturväxtsläktingarna. Återigen bygger det på den nationella bevarandestrategin som kan tas fram enligt Figur 1 (Maxted m.fl., 2007).

Sammanfattningsvis kan det konstateras att både *in* och *ex situ*-bevarandet för många kulturväxtsläkter är undermåligt (t.ex. FAO, 2022a; 2022b; Vincent m.fl., 2019). Fler och riktade insatser för *in* och *ex situ*-bevarande av kulturväxtsläktingar behövs.

5.3. Sverige

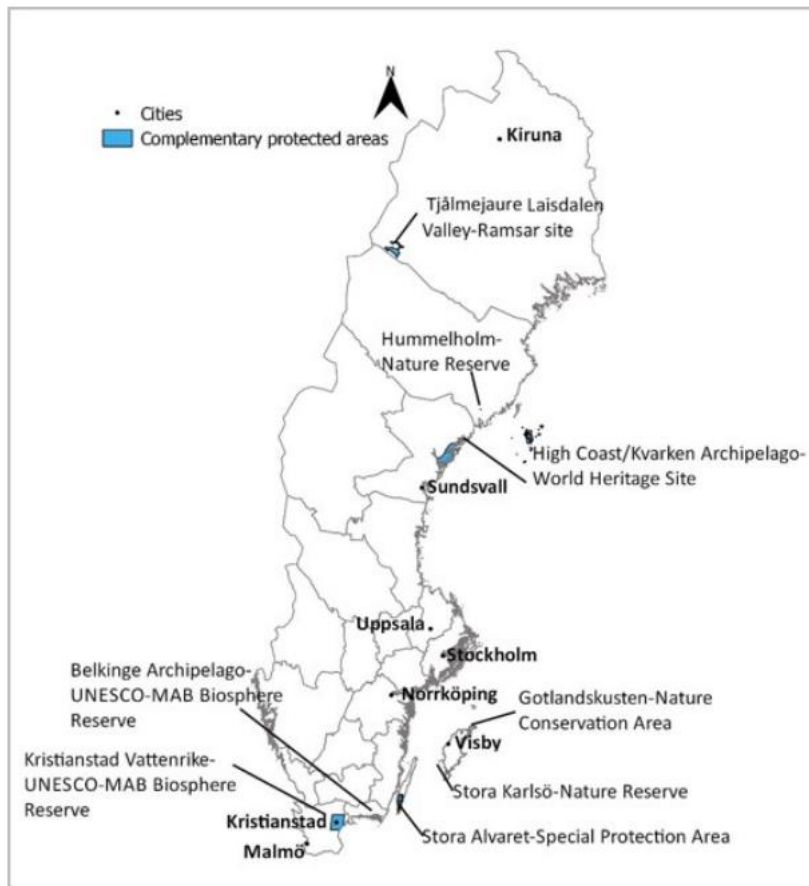
Precis som i många andra stora frågor arbetar Sverige inte bara ensamt, utan i samarbete med andra nordiska länder. I över 40 år har de samarbetat kring *ex situ*-bevarande av växtgenetiska resurser (Palmé m.fl., 2021), där de största samlingarna finns hos NordGen, en regional genbank för växtgenetiska resurser (Fitzgerald m.fl., 2020). Insamlingar av vissa specifika taxa har gjorts, men de flesta prioriterade taxa bedöms ändå vara otillräckligt bevarade *ex situ* (Palmé m.fl., 2019). Arbetet pågår just nu i de nordiska länderna för att inventera och samla in frön från utvalda områden (Palmé m.fl., 2021).

2015 inleddes ett nordiskt projekt med fokus på *in situ*-bevarande av kulturväxtsläktingar. Inom detta samarbete har en nordisk checklista² tagits fram med över 2 700 taxa, släkt med grödor för både mat, foder, skog, medicin och dekoration (Fitzgerald m.fl., 2017). En prioriterad lista³ med 115 taxa har sedan framställts där släktingar till mat- och fodergrödor prioriterats och ytterligare prioriteringar har gjorts utifrån grödans socioekonomiska värde och potentiell användning av släktingen i förädlingsarbete (Fitzgerald m.fl., 2018; 2020). Komplementäranalyser, ELC (Eco-geografic Land Characterization)-kartor och gapanalyser har gjorts för Norden för att identifiera platser där en stor diversitet kan bevaras med så få platser som möjligt (Fitzgerald m.fl., 2019). Dessa platser rangordnades i en lista, enligt vilken den första platsen i Sverige, Myskoxcentrum i Tännäs, blev plats 12 på listan.

Liknande analyser har också gjorts för enbart Sverige där potentiella platser för *in situ*-bevarande av kulturväxtsläktingar har identifierats (Weibull & Phillips, 2020). Där identifierades åtta platser (se Figur 2 och Tabell 2) som skulle kunna skydda 101 av 102 (99 %) prioriterade taxa som identifierats för Sverige. Den högst prioriterade platsen var Kristianstad Vattenrike, som också är en av tre platser i Sverige som valts ut för inventering och fröinsamling (Palmé m.fl., 2021). Anmärkningsvärt är att listan skiljde sig avsevärt från den nordiska listan. De två platser med högst prioritet enligt Weibull och Phillips (2020), saknades helt i listan av Fitzgerald m.fl. (2019). Detta skulle kunna bero på att lite olika data användes och andra urval gjordes i den svenska respektive den nordiska studien. Fler datapunkter per yta gav också en högre upplösning på de resulterande kartorna för den svenska studien (Weibull & Phillips, 2020).

² Den fullständiga nordiska checklisten kan hittas på: <https://www.gbif.org/dataset/8027d8d5-c8bc-4d54-bee9-f854f141b442>

³ Den prioriterade listan kan hittas på: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.5688130.v3>



Figur 2. Karta med åtta identifierade skyddade områden som skulle kunna skydda 101 prioriterade taxa (Weibull & Phillips, 2020) (CC BY 4.0).

Tabell 2. Lista över skyddade områden som tillsammans kan skydda 101 av 102 prioriterade taxa i Sverige. ”Number of taxa” är totala antalet olika taxa i området, ”Number of additional taxa” är antal unika taxa i området (Weibull & Phillips, 2020) (CC BY 4.0).

Protected area	Designation	Number of taxa	Number of additional taxa	Priority	Cumulative %
Kristianstad Vattenrike	UNESCO-MAB Biosphere Reserve	85	85	1	84,2%
Stora Alvaret	Special Protection Area (Birds Directive)	71	6	2	90,1%
Tjålmejaure-Laisdalen	Ramsar Site, Wetland of International Importance	19	3	3	93,1%
Blekinge arkipelag	UNESCO-MAB Biosphere Reserve	77	2	4	95,0%
Gotlandskusten	Nature Conservation Area	66	2	5	97,0%
Stora Karlsö	Nature Reserve	43	1	6	98,0%
Höga kusten/ Kvarkens arkipelag	World Heritage Site	42	1	7	99,0%
Hummelholm	Nature Reserve	14	1	8	100,0%
		Total	101		

För att öka medvetenheten och kännedomen om kulturväxtsläktingar hos allmänheten har det nordiska samarbetet även skapat en utställning om kulturväxtsläktingar som flyttat runt mellan olika botaniska trädgårdar och liknande i de nordiska länderna. Utställningen har bland annat bestått av metallskyltar med växtporträtt och foldrar med grundläggande information om kulturväxtsläktingar, anpassat för respektive land (Palmé m.fl., 2021). I Sverige gjordes utställningen under 2021 på tre platser Öland, Helsingborg och Göteborg. Fler utställningar planeras under 2022 i Tyresta nationalpark, Jamtli friluftsmuseum utanför Östersund och Naturum, Höga kusten (Palmé m.fl., 2021).

Ytterligare arbete för ökad medvetenhet har varit att en hemsida skapats (<https://www.nordgen.org/en/projekts/crop-wild-relatives/>) eller (<https://www.nordgen.org/projekts/vilda-kulturvaxtslaktingar/>). Där finns bland annat information om projekten och växtporträtt presenteras. Växtporträtten delas även via sociala medier (Palmé m.fl., 2019). För att öka dataunderlaget för vidare forskning och samtidigt stimulera allmänhetens intresse via medborgarforskning startades också ett projekt inom iNaturalist⁴, en hemsida och en app. Där kan användare både identifiera och rapportera fynd av

⁴Nordiska projektet på iNaturalist: <https://www.inaturalist.org/projects/nordic-crop-wild-relatives>

kulturväxtsläktingar som sedan verifieras till forskningsklass genom att experter godkänner artbestämningen (Palmé m.fl., 2019).

Mer arbete planeras, bland annat studie av inomartsvariation hos fyra fokus arter lingon (*Vaccinium vitis-idaea*), kummin (*Carum carvi*), Hassel (*Corylus avellana*) (Palmé m.fl., 2021) och ängssvingel (*Festuca/Schedonorus pratensis*) (Jenny Hagenblad, pers. komm.), samt klimatmodellering av prioriterade taxa för att undersöka hur arters utbredning kan påverkas av klimatförändringarna. Det nordiska projektet har erhållit fortsatt finansiellt stöd fram till 2024. Det ska dock påpekas att organisationen inte har någon långvarig finansiering, vilket är avgörande för framtida arbete (Palmé m.fl., 2021).

6. Diskussion

6.1. Återkoppling till resultatet

Arbetet med bevarande av kulturväxtsläktingar har pågått sedan Vavilov uppmärksammade dessa resurser, men hade till en början låg prioritet och bestod främst av insamlingar för *ex situ*-bevarande (Vavilov, 1997; IBPGR, 1983). Antagandet av ett flertal konventioner på 1980–2000-talet ledde successivt till att kulturväxtsläktingar och dess bevarande började få högre prioritet (CBD, 1992; FAO 1996; 2001). Det var också bland annat konventioner som dessa som gjorde att *in situ*-arbetet fick en större betydelse. Det har skrivits ett antal böcker i ämnet och förslag för hur bevarandestrategier kan utformas har tagits fram (Maxted m.fl., 2007; 2008; Maxted & Kell 2009). Detta har också lett till att många länder har påbörjat eller tagit fram nationella bevarandestrategier (Labokas m.fl., 2018).

Listor och prioriteringslistor över kulturväxtsläktingar har framställts, både på global och regional nivå (Europa, Norden), samt för enskilda länder (Fitzgerald m.fl., 2019; Labokas m.fl., 2018; Vincent m.fl., 2013). Det har även utförts olika analyser för att identifiera platser lämpliga för upprättande av reservat, samt taxa och platser som bör prioriteras för insamling till genbanker. Även om insamling av frön för *ex situ*-bevarande pågår och flera stora projekt har utförts (Dempewolf m.fl., 2014) så bedöms kollektionerna ändå vara otillräckliga för i princip alla taxa (Castañeda-Álvarez m.fl., 2016; Müller m.fl., 2021). Mer riktat arbete för insamling av kulturväxtsläktingar krävs, samtidigt som det måste ske i samverkan med *in situ*-bevarande.

6.2. Samverkan och ansvar

Vad gäller *in situ*-bevarandet är det många författare (t.ex. Engels & Thormann, 2020; Labokas m.fl., 2018; Meilleur & Hodgkin, 2004) som påpekat att bevarandeplaner som skapas sällan omsätts i praktiken. Orsaker som nämns är bland annat bristande samverkan mellan olika myndigheter och frågan om vem som faktiskt ansvarar för bevarande av kulturväxtsläktingar (Engels & Thormann, 2020; Meilleur & Hodgkin, 2004). Med en tydligare uppdelning av arbetsuppgifter kan det bli lättare att se till att inget åtgärdsområde missas och att inte dubbelt arbete görs. *In situ*-bevarande är också en punkt där det gjorts mycket få insatser specifikt för kulturväxtsläktingar och där det finns mycket kvar att göra, varför det är viktigt att skyndsamt överkomma dessa hinder med samordning och ansvar.

Hur ansvarsfördelningen mellan olika aktörer ser ut skiljer sig mellan olika länder, men ofta finns någon naturvårdsenhet och någon jordbruksenhet. Exempelvis har Naturvårdsverket i Sverige ansvar för skydd av värdefulla områden och hotade arter och Jordbruksverket har ansvar för utveckling av jordbruket och matproduktionen. Eftersom kulturväxtsläktingar både är viktiga resurser för jordbruket, men samtidigt är vilda växter som behöver bevaras i sina naturliga miljöer, kan tänkas att det ligger i båda myndigheters intresse att bevara kulturväxtsläktingarna. Problemet verkar vara att jordbruksenheter sällan arbetar med vilda växter och naturvårdsenheter främst arbetar med hotade arter, vilket kulturväxtsläktingar inte alltid är. På så vis kan ansvaret för kulturväxtsläktingar hamna mitt emellan dessa enheter. Att tydliggöra dessa ansvarsområden, men också främja samarbete mellan dessa enheter, kan vara bra steg mot att göra bevarandearbetet för kulturväxtsläktingar enklare.

Förslagsvis skulle jordbruksenheter kunna bidra genom att bevara en del av de kulturväxtsläktingar som växer utanför skyddade områden. Kulturväxtsläktingar kan exempelvis förekomma i och runt odlingar, på hagmark och i vägkanter (Maxted m.fl., 2013). I och kring jordbrukslandskapet skulle kulturväxtsläktingar kunna skyddas, till exempel genom att lantbrukare ser till att lämna breda kantzoner på fälten eller att minimalt med ogräsmedel används. Detta kan regleras av ansvarig jordbruksenhet, så att lämpliga områden för kulturväxtsläktingar upprätthålls under lång tid. Även andra myndigheter och organisationer kan spela en viktig roll i bevarandearbetet. Längs vägkanter kan bland annat kulturväxtsläktingar bevaras genom lämplig skötselplan, så som att de inte klipps ner för tidigt. I Sverige finns till exempel projektet ”Artrika vägkanter” som drivs av Trafikverket (Runesson, 2012) där kulturväxtsläktingar specifikt skulle kunna inkluderas. Även Naturskyddsföreningen (2022) har nyligen startat ett liknande projekt. Vidare är samarbetet mellan olika myndigheter och organisationer viktigt. Genom att utnyttja allas expertis på bästa sätt kan ett optimalt bevarandearbete bedrivas, både *in* och *ex situ*.

6.3. Prioriteringar

En annan fråga är vilka kulturväxtsläktingar som bör prioriteras. Det har visat sig att de listor och prioriteringar över kulturväxtsläktingar som skapas kan bli väldigt olika, både vad gäller inkluderade taxa och omfattning, beroende på vilka kriterier och vilken metod som används (Magos Brehm m.fl., 2010; Kell m.fl., 2017; Labokas m.fl., 2018). Ett kriterium som ofta används vid prioritering av kulturväxtsläktingar är grödans socioekonomiska värde (Kell m.fl.,

2017; Labokas m.fl., 2018). Detta gör att de kulturväxtsläktingar som prioriteras är släktingar till de grödor som odlas mest idag, som har högst ekonomiskt värde eller som bidrar till stora delar av människans näringsintag. Därmed blir det även viktigt att listor görs både på nationell och internationell nivå. På nationell nivå kan då mer lokala grödor, till exempel teff, få högre prioritet, medan globalt viktiga grödor, som vete, kan prioriteras på global nivå.

Då varje land har specifika förutsättningar vad gäller till exempel budget är det viktigt att varje land själva får avgöra hur omfattande deras prioriterade lista blir. Samtidigt är kulturväxtsläktingar inte jämnt fördelade mellan länder, utan förekommer mer i vissa länder eller områden. Rimligtvis bör då länder med hög densitet av kulturväxtsläktingar ha en mer omfattande prioritetslista. Här blir samarbete och finansiellt stöd viktigt för att se till att värdefull diversitet bevaras. Eftersom bevarandet av kulturväxtsläktingar är ett globalt problem krävs insatser, engagemang och finansiering från alla länder. Dock har inte alla länder samma förutsättningar, så här gäller att länder med bättre förutsättningar bidrar med ekonomiskt, tekniskt och kunskapsmässigt stöd till länder med sämre förutsättningar. Internationella samarbeten och öppen kommunikation är alltså mycket viktig både för att se till att de viktigaste kulturväxtsläktingarna bevaras och för att olika länders bevarandeåtgärder och utvalda taxa ska komplettera varandra.

6.4. Norden och Sverige

Betydelsen av arbete som sker på flera nivåer, bland annat på nationell och regional nivå, kan exempelvis ses i det nordiska samarbetet. De analyser som gjordes inom det nordiska samarbetet resulterade i en lista på förslagna *in situ*-platser som skiljde sig från den lista som senare skapades genom en svensk analys (Fitzgerald m.fl., 2019; Weibull & Phillips, 2020). Dels kan detta handla om att olika data och kriterier har använts, dels om att analysen kan ge högre upplösning, det vill säga högre detaljnivå, när den utförs på ett mindre område. Dessa samband har även blivit tydliga när kartor på olika nivåer observerats genom litteraturstudien. Exempelvis när globala analyser (t.ex. Vincent m.fl., 2019) av diversitet gjorts verkar hela Norden ointressant, medan bilden blir en annan i den nordiska (Fitzgerald m.fl., 2019) och den svenska (Weibull & Phillips, 2020) analysen. Dock är listan över kulturväxtsläktingarna som analyseras inte densamma i den globala respektive den nordiska analysen, men det visar ändå på vikten av att göra mer lokala listor och analyser. Ännu tydligare blir det i jämförelse mellan den nordiska och svenska analysen där listan av kulturväxtsläktingar i princip är densamma.

Där ser Sverige betydligt mer intressant ut i den svenska analysen. Om Sverige inte hade gjort en egen analys kan betydelsefulla områden med stor diversitet ha riskerat att förbises.

Inom det nordiska projektet har det gjorts relativt snabba framsteg, med tanke på att projektet inleddes 2015. Nordiska listor över kulturväxtsläktingar har skapats och platser för *in situ*-bevarande har valts ut (Fitzgerald m.fl., 2019). Dessutom har de medverkande länderna, som Sverige gjort egna insatser (Weibull & Phillips, 2020). Dock är vidare arbete helt beroende av fortsatt finansiering, annars riskerar arbetet att stanna vid dessa projekt. Detta är något som även identifierats som ett problem i bevarandearbetet. Det behövs större finansiellt stöd och politiskt engagemang för att dessa projekt ska fortsätta och komma vidare till praktiskt bevarande.

Ett sätt att skapa engagemang är att öka medvetenheten om kulturväxtsläktingar och dess betydelse för framtidens matproduktion. Detta har exempelvis gjorts inom det nordiska samarbetet genom en hemsida med växtporträtt och olika utställningar (Palmé m.fl., 2021). Politiska beslut och finansiellt stöd till bland annat forskning styrs ofta av vad som är aktuellt i samhällsdebatten. Genom att öka kännedom och kunskap om detta hos allmänheten kan arbetet med kulturväxtsläktingar få högre status och därmed prioritet.

6.5. Globala målet

För att avsluta den här diskussionsdelen vill vi återkomma till FN:s globala mål ”Ingen hunger” (UNDP, 2021), som vi presenterade i inledningen. Med klimatförändringarna, exempelvis i form av högre temperaturer, väntas skördeförstörningar hos våra grödor som konsekvens då grödorna inte är anpassade till det förändrade klimatet (Dempewolf m.fl., 2014). Därför behöver vi vända oss till vilda kulturväxtsläktingar som under lång tid har anpassats till sina naturliga livsmiljöer och kan bära på många värdefulla egenskaper, till exempel motståndskraft mot skadedjur (Dempewolf m.fl., 2014). Den genetiska diversiteten i kulturväxtsläktingarna innehar utgör en god resurs för utveckling av våra odlade grödor och för anpassning av grödor till klimatförändringarna (Dempewolf m.fl., 2017). På så vis bidrar kulturväxtsläktingarna till arbetet med att uppnå det globala målet ”Ingen hunger”, som syftar till att säkra födotillgången för världens alla människor på ett hållbart sätt (UNDP, 2021). Vår ambition i den här rapporten har varit att göra en sorts kartläggning över bevarandearbetet med utgångspunkt i kulturväxtsläktingarnas betydelse för födotillgången. Detta för att undersöka vilket bevarandearbete som gjorts hittills och vilka åtgärder som finns kvar att göra för fortsatt

bevarande av kulturväxtsläktingarna. En del av rapportens syfte är att belysa betydelsen av kulturväxtsläktingarnas roll i arbetet med bland annat det globala målet ”Ingen hunger” och därför har det varit viktigt att undersöka bevarandearbetets status. Vi kan avslutningsvis konstatera att det är centralt med ett fortsatt bevarandearbete av *Vilda kulturväxtsläktingar – för framtidens föda*.

7. Pedagogisk diskussion

Bevarande av kulturväxtsläktingar kan vara ett naturligt och aktuellt sätt att komma in på biologins betydelse i samhället, vilket också är något som ska inkluderas i gymnasieskolans biologiundervisning (Skolverket, u.å.). Samtidigt kan då undervisningen bidra till att bevarandearbetet får högre prioritet genom att fler får kännedom om kulturväxtsläktingarna. Exempelvis kan undervisningen ta avstamp i klimatförändringarna som väntas drabba våra grödor i form av försämrade skörd, vilket utgör ett hot mot framtidens matförsörjning (Dempewolf m.fl., 2014). Eleverna kan då få jobba med frågan hur vi säkrar framtidens matförsörjning. Frågan kan ställas i relation till FN:s globala mål "Ingen hunger" som syftar till att mattillgången för världens befolkning måste säkras på ett hållbart sätt (UNDP, 2021). Våra grödor behöver anpassas till ett förändrat klimat i kombination med god avkastning. Samtidigt behöver maten, till exempel grödorna, räcka till allt fler människor i takt med befolkningsökningen.

Nedan följer några exempel på hur kulturväxtsläktingar kan inkluderas i gymnasieskolans biologiundervisning.

En uppgift kring FN:s globala mål "Ingen hunger" (UNDP, 2021) skulle kunna vara att eleverna, exempelvis i par eller grupp, får ta fram information om olika grödor. Syftet kan vara att eleverna tar reda på hur framtidens mattillgång säkras med särskilt avseende på några utvalda grödor som ris, potatis och kikärter. Avsikten är att eleverna upptäcker grödornas vilda kulturväxtsläktingar som en god resurs för att säkra framtidens mattillgång. De kan upptäcka att kulturväxtsläktingarna utgör källor till genetisk diversitet och kommer med nyttiga egenskaper. Eleverna får då söka information om kulturväxtsläktingar som resurs, exempelvis med avseende på grödornas tålighet mot värme, torka och/eller skadedjur. På det sättet behandlas det centrala innehållet inom ekologiavsnittet (biologi 1), bland annat frågor om biologisk mångfald samt ekologiskt hållbar utveckling (Skolverket, u.å.). Till den här uppgiften kan nordiskt genresurscenters hemsida (www.nordgen.org) nyttjas, vilken vi presenterade i avsnitt 5.3. Där hittas bland annat information om kulturväxtsläktingar (så kallade växtporträtt).

Något som flera forskare tar upp som en del av bevarandearbetet är en ökad medvetenhet och kännedom om kulturväxtsläktingar hos allmänheten (t.ex. Maxted m.fl., 2013; Pilling m.fl., 2020). En ökad medvetenhet om kulturväxtsläktingar och kännedom om vad de kan bidra med kan leda till att frågan får komma fram mer i samhällsdebatten, exempelvis genom att fler människor belyser frågan och påtalar bevarandearbetets betydelse för politiker och/eller

ansvariga myndigheter. Här kan biologilärare bidra genom att inkludera kulturväxtsläktingar i undervisningen. Inom centrala innehåll som samhällsfrågor om hållbar utveckling, genetikens användningsområden och principer för indelning av organismvärlden kan kulturväxtsläktingar inkluderas (Skolverket, u.å.). Aspekter som kulturväxtsläktingarnas betydelse för framtidens föda, deras egenskaper och exempel på sådana växter (arter/slakten) kan tas upp när temat behandlas i undervisningen. Den här rapporten kan fungera som inspiration eller underlag till läraren för undervisningsinnehållet på temat. På det sättet gör biologilärare en insats att öka medvetenheten och kännedomen om kulturväxtsläktingar, åtminstone hos en viss del av allmänheten, det vill säga gymnasieelever som läser biologi. Eleverna kan i sin tur bidra till ökad medvetenhet och kännedom hos allmänheten genom att sprida information om kulturväxtsläktingar till personer i sin omgivning, till exempel vänner och familj.

En möjlig idé är även att biologilärare startar upp projekt som syftar till att eleverna får lära sig att känna igen olika växter, exempelvis grödor och kulturväxtsläktingar. Då täcks punkten i det centrala innehållet under biologins karaktär och arbetsmetoder att identifiera organismer in (Skolverket, u.å.). Ett projekt skulle kunna utformas som artbingo. Det innebär att en bingobricka med bilder och namn på ett antal utvalda arter/växtgrupper delas ut av läraren till eleverna. Sedan får eleverna ”spela artbingo” några veckor lämplig tid på året, förslagsvis i maj eller september. När eleverna identifierar någon art/växtgrupp från bingobrickan kryssar de den. Efter avslutat bingo spel (några veckor) kan då eleverna jämföra sina bingobrickor och utbyta information om de olika arterna. Läraren kan också gå igenom några arter, ställa frågor till eleverna om växternas karaktärer för igenkänning, var de hittade arterna och liknande.

Förhoppningsvis kan man som lärare på det här sättet så ett frö hos eleverna att vilja lära sig känna igen växter. Kunskaperna kan eleverna ta med sig i privatlivet för att kanske på eget bevåg börja uppmärksamma sig på växter de ser i sin omgivning. Växter av särskilt intresse, exempelvis invasiva sådana och kulturväxtsläktingar, som eleverna möjligen identifierar kan de rapportera in i Artdatabankens Artportal och/eller via appen iNaturalist, vilken vi presenterade i avsnitt 5.3. Som biologilärare kan man i alla fall uppmana eleverna att rapportera in växter av särskilt intresse. På så vis kan eleverna bidra med information till berörda myndigheter och forskare som är intresserade av var vissa arter finns.

Avslutningsvis kan biologiundervisningen och biologilärarna ses som ett led i bevarandet av kulturväxtsläktingar genom att dels utbilda elever i biologi, dels bidra till att öka elevernas intresse för växter. Eventuellt kan elever inspireras till att i framtiden arbeta med frågor som

bevarandet av kulturväxtsläktingar. Gymnasieskolans biologiundervisning utgör således en del i utbildningen av personer som potentiellt kan komma att arbeta med sådana frågor.

8. Slutsatser

Sammanfattningsvis ser vi att mer bevarandearbete behöver omsättas i praktiken, framför allt *in situ*-bevarande. För detta krävs bättre finansiellt stöd, politiskt engagemang, samt samarbete mellan myndigheter och organisationer, på såväl nationell som internationell nivå. Ett sätt att uppnå detta är att öka medvetenheten och kännedomen om kulturväxtsläktingar hos allmänheten. Här kan bland annat lärare bidra genom att inkludera kulturväxtsläktingar i sin undervisning, till exempel med artbingo eller att elever får arbeta med frågor om hur framtidens mattillgång kan säkras. På så sätt får elever bland annat lära sig att identifiera organismer och får kunskaper om biologins betydelse i samhället. Samtidigt kan detta vara ett sätt att lyfta frågan om kulturväxtsläktingar i samhällsdebatten.

9. Referenslista

- Allahham, S. & Hasasneh, H. (2008). Using GIS models to locate potential sites for wheat wild relative conservation in the Palestinian Authority Areas. I: N. Maxted, B. V. Ford-Lloyd, S. P. Kell, J. M. Iriondo, M. E. Dulloo & J. Turok (Red.), *Crop Wild Relative Conservation and Use*, s. 364 – 379. CAB International, Wallingford.
- Bayer, P. E., Valliyodan, B., Hu, H., Marsh, J. I., Yuan, Y., Vuong, T. D., Patil, G., Song, Q., Batley, J., Varshney, R. K., Lam, H.-M., Edwards, D., & Nguyen, H. T. (2022). Sequencing the USDA core soybean collection reveals gene loss during domestication and breeding. *The Plant Genome*, 15(1), e20109. <https://doi.org/10.1002/tpg2.20109>
- Biancardi, E., Lewellen, R.T., De Biaggi, M., Erichsen, A.W & Stevanato, P. (2002). The origin of rhizomania resistance in sugar beet. *Euphytica* 127, 383–397. <https://doi.org/10.1023/A:1020310718166>
- Brown, A.H.D., Marshall, D.R. (1995). A basic sampling strategy: theory and practice. I: Guarino, L., Ramanatha Rao, V., Reid, R. (Red.), *Collecting Plant Genetic Diversity: Technical Guidelines* (s. 75–91). Cambridge University Press, Cambridge.
- Bönisch, M & Frese, L. (2020, September 12). Designation of genetic reserves for wild celery species in Germany. I *Crop wild relative*. http://www.cropwildrelatives.org/fileadmin/templates/cropwildrelatives.org/upload/documents/CWR_Newsletter_Issue_12.pdf
- Castañeda-Álvarez, N. P., Khoury, C. K., Achicanoy, H. A., Bernau, V., Dempewolf, H., Eastwood, R. J., Guarino, L., Harker, R. H., Jarvis, A., Maxted, N., Müller, J. V., Ramirez-Villegas, J., Sosa, C. C., Struik, P. C., Vincent, H., Toll, J., Khoury, C. K., Achicanoy, H. A., Bernau, V., ... Toll, J. (2016). Global conservation priorities for crop wild relatives. *Nature Plants*, 2(4), 1–6. <https://doi.org/10.1038/nplants.2016.22>
- CBD. (1992). 8. *Convention on biological diversity. Rio de Janeiro, 5 June 1992*. https://treaties.un.org/doc/Treaties/1992/06/19920605%2008-44%20PM/Ch_XXVII_08p.pdf
- David, M. & Sutton, C. D. (2016). *Samhällsvetenskaplig metod*. (S-E. Torhell, övers.; uppl. 1:5). Lund: Studentlitteratur AB. (Originalutgåvan publicerad 2011).
- Dempewolf, H., Baute, G., Anderson, J., Kilian, B., Smith, C., & Guarino, L. (2017). Past and Future Use of Wild Relatives in Crop Breeding. *Crop Science*, 57(3), 1070–1082. <https://doi.org/10.2135/cropsci2016.10.0885>

- Dempewolf, H., Eastwood, R. J., Guarino, L., Khoury, C. K., Müller, J. V., & Toll, J. (2014). Adapting Agriculture to Climate Change: A Global Initiative to Collect, Conserve, and Use Crop Wild Relatives. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 38(4), 369–377. <https://doi.org/10.1080/21683565.2013.870629>
- ECPGR. (2018). *European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources (ECPGR): Phase IX (2014–2018)* (Annual Progress Report, nr. 2018). Rom: Bioversity International. Från https://www.ecpgr.cgiar.org/fileadmin/bioversity/publications/pdfs/AR2018_final_14_06_2019.pdf
- ECPGR. (2021). *European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources (ECPGR): Phase X (2019–2023)* (Annual Progress Report, nr. 2021). Rom: The Alliance of Bioversity International and CIAT. Från https://www.ecpgr.cgiar.org/fileadmin/bioversity/publications/pdfs/ECPGR_Annual_Report_2021.pdf
- ECPGR. (2022). Overview. Från <https://www.ecpgr.cgiar.org/about/overview>
- Engels, J. M. M., & Thormann, I. (2020). Main Challenges and Actions Needed to Improve Conservation and Sustainable Use of Our Crop Wild Relatives. *Plants*, 9(8), 968. <https://doi.org/10.3390/plants9080968>
- FAO. (1983). *Resolution 8/83*. https://www.fao.org/wiews-archive/docs/Resolution_8_83.pdf
- FAO. (1997). State of the worlds plant genetic resources [SoWPGR].
- FAO. (2001). *International treaty on plant genetic resources for food and agriculture*. <https://www.fao.org/3/i0510e/i0510e.pdf>
- FAO. (2010). *The Second Report on the State of the worlds plant genetic resources for food and agriculture* [SoWPGR-2]. <https://www.fao.org/3/i1500e/i1500e.pdf>
- FAO. (2011). *Second global plan of action for plant genetic resources for food and agriculture* (GPA2). <https://www.fao.org/3/i2624e/i2624e00.pdf>
- FAO. (2022a). *WIEWS – World Information and Early Warning System on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*. Indicator 12: Number of crop wild relatives and wild food plants species actively conserved in situ. <https://www.fao.org/wiews/data/domains/detail/en/?code=12>
- FAO (2022b) *WIEWS – World Information and Early Warning System on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*. Indicator 10: Percentage of national in situ conservation sites with management plans addressing crop wild relatives and wild food plants. <https://www.fao.org/wiews/data/domains/detail/en/?code=10>

- FAO GPA. (1996). *Global Plan of Action for the Conservation and Sustainable Utilization of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture – and the Leipzig Declaration*.
<https://www.fao.org/3/aj631e/aj631e.pdf>
- Fitzgerald, H., Aronsson, M., Asdal, Å., Endresen, D., Kiviharju, E., Lund, B., Palmé, A., Rasmussen, M., Weibull, J., and Porbjörnsson H. (2017). *Nordic crop wild relative (CWR) checklist dataset*. Version 1.10. Nordic Genetic Resource Center, NordGen.
<https://doi.org/10.15468/itkype>
- Fitzgerald, H., Palmé, A., Aronsson, M., Asdal, Å., Bjureke, K., Endresen, D., Göransson, M., Hyvärinen, M., Kiviharju, E., Lund, B., Borgen Nilsen, L., Rasmussen, M., Thorbjörnsson, H., Weibull, J. & Wind, P. (2021). *The Nordic Priority Crop Wild Relative Dataset*. figshare. Dataset. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.5688130.v3>
- Fitzgerald, H., Palmé, A., Asdal, Å., Endresen, D., Kiviharju, E., Lund, B., Rasmussen, M., Thorbjörnsson, H., & Weibull, J. (2019). A regional approach to Nordic crop wild relative in situ conservation planning. *Plant Genetic Resources*, 17(2), 196–207.
<https://doi.org/10.1017/S147926211800059X>
- Fitzgerald H., Palmé, A., Hagenblad, J. & Weibull, J. (2020). A Nordic network for Crop Wild Relative conservation. *Crop wild relative* 12, 10–13.
 (http://www.farmerspride.eu/, http://www.cropwildrelatives.org/resources/publications/newsletters/)
- Ford-Lloyd, B. V., Schmidt, M., Armstrong, S. J., Barazani, O., Engels, J., Hadas, R., Hammer, K., Kell, S. P., Kang, D., Khoshbakht, K., Li, Y., Long, C., Lu, B.-R., Ma, K., Nguyen, V. T., Qiu, L., Ge, S., Wei, W., Zhang, Z., & Maxted, N. (2011). Crop Wild Relatives—Undervalued, Underutilized and under Threat? *BioScience*, 61(7), 559–565. <https://doi.org/10.1525/bio.2011.61.7.10>
- Grimmer, M.K., Trybush, S., Hanley, S., Francis, S.A., Karp, A & Asher, M.J.C (2007) An anchored linkage map for sugar beet based on AFLP, SNP and RAPD markers and QTL mapping of a new source of resistance to *Beet necrotic yellow vein virus*. *Theor Appl Genet* 114, 1151–1160. <https://doi.org/10.1007/s00122-007-0507-3>
- Harlan, J.R. (1975). Our Vanishing Genetic Resources. *Science*, 188, 618–621
<https://doi.org/10.1126/science.188.4188.618>
- Harlan, J. R., & de Wet, J. M. J. (1971). Toward a Rational Classification of Cultivated Plants. *Taxon*, 20(4), 509–517. <https://doi.org/10.2307/1218252>

- Heywood, Vernon & Dulloo, Mohammad. (2006). *In situ Conservation of Wild Plant Species – a Critical Global Review of Good Practices*. IPGRI Technical Bulletin, 11. Rom: IPGRI.
- Heywood, V. & Zohary, D. (1995). A catalogue of the wild relatives of cultivated plants native to Europe. *Flora Mediterranea* 5, 375–415.
- Hunter, D. & Heywood, V. (2011) *Crop Wild Relatives: A Manual of in situ Conservation*. London: Earthscan.
- IBPGR. (1985). *Ecogeographical surveying and In Situ conservation of crop relatives*. Rom: IBPGR Secretariat.
- Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services [IPBES]. (2019). *Global assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. Brondizio, E. S., Settele, J., Diaz, S., Ngo, H. T. (Red.). IPBES secretariat, Bonn, Germany.
- International Board for Plant Genetic Resources [IBPGR]. (1983). *Annual Report 1983*. Rom: International Board for Plant Genetic Resources. Från https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/user_upload/online_library/publications/pdfs/IBPGR_AnnualReport_1983.pdf
- Iriondo, J.M. & De Hond, L. (2008). Crop Wild Relative In Situ Management and Monitoring: the Time Has Come. I Maxted N, Ford-Lloyd BV, Kell S.P, Iriondo J, Dulloo E, Turok J. (red.). 2008. *Crop Wild Relative Conservation and Use*. CAB International, Wallingford, UK.
- Jarvis, A., Lane, A., & Hijmans, R. J. (2008). The effect of climate change on crop wild relatives. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 126(1), 13–23. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2008.01.013>
- Kassa, M. T., Penmetsa, R. V., Carrasquilla-Garcia, N., Sarma, B. K., Datta, S., Upadhyaya, H. D., Varshney, R. K., Wettberg, E. J. B. von, & Cook, D. R. (2012). Genetic Patterns of Domestication in Pigeonpea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) and Wild *Cajanus* Relatives. *PLOS ONE*, 7(6), e39563. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0039563>
- Kell, S. P., Ford-Lloyd, B. V., Brehm, J. M., Iriondo, J. M., & Maxted, N. (2017). Broadening the Base, Narrowing the Task: Prioritizing Crop Wild Relative Taxa for Conservation Action. *Crop Science*, 57(3), 1042–1058. <https://doi.org/10.2135/cropsci2016.10.0873>
- Khoury, C. K., Brush, S., Costich, D. E., Curry, H. A., de Haan, S., Engels, J. M. M., Guarino, L., Hoban, S., Mercer, K. L., Miller, A. J., Nabhan, G. P., Perales, H. R., Richards, C., Riggins, C., & Thormann, I. (2022). Crop genetic erosion:

- Understanding and responding to loss of crop diversity. *New Phytologist*, 233(1), 84–118. <https://doi.org/10.1111/nph.17733>
- Kilian, B., Özkan, H., Kohl, J., von Haeseler, A., Barale, F., Deusch, O., Brandolini, A., Yucel, C., Martin, W., & Salamini, F. (2006). Haplotype structure at seven barley genes: Relevance to gene pool bottlenecks, phylogeny of ear type and site of barley domestication. *Molecular Genetics and Genomics*, 276(3), 230–241. <https://doi.org/10.1007/s00438-006-0136-6>
- Labokas, J., Maxted, N., Kell, S., Brehm, J. M., & Iriondo, J. M. (2018). Development of national crop wild relative conservation strategies in European countries. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 65(5), 1385–1403. <https://doi.org/10.1007/s10722-018-0621-x>
- Magos Brehm J, Kell S, Thormann I, Gaisberger H, Dulloo ME and Maxted N. (2017). *Interactive Toolkit for Crop Wild Relative Conservation Planning version 1.0*. Birmingham: University of Birmingham & Rom: Bioversity International. Available at: www.cropwildrelatives.org/conservation-toolkit/.
- Magos Brehm, J., Kell, S., Thormann, I., Gaisberger, H., Dulloo, M. E., & Maxted, N. (2019). New tools for crop wild relative conservation planning. *Plant Genetic Resources*, 17(2), 208–212. <https://doi.org/10.1017/S1479262118000527>
- Magos Brehm, J., Maxted, N., Martins-Loução, M. A., & Ford-Lloyd, B. V. (2010). New approaches for establishing conservation priorities for socio-economically important plant species. *Biodiversity and Conservation*, 19(9), 2715–2740. <https://doi.org/10.1007/s10531-010-9871-4>
- Maxted N, Avagyan A, Frese L, Iriondo JM, Magos Brehm J, Singer A, Kell SP. (2015). *ECPGR Concept for in situ conservation of crop wild relatives in Europe*. Wild Species Conservation in Genetic Reserves Working Group. Rom: European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources.
- Maxted, N., Ford-Lloyd, B. V., Jury, S., Kell, S., & Scholten, M. (2006). Towards a definition of a crop wild relative. *Biodiversity and Conservation*, 15(8), 2673–2685. <https://doi.org/10.1007/s10531-005-5409-6>
- Maxted, N. & Kell, S.P. (2008). Linking In Situ and Ex Situ Conservation with Use of Crop Wild Relatives. I Maxted N, Ford-Lloyd BV, Kell SP, Iriondo J, Dulloo E, Turok J. (red.). 2008. *Crop Wild Relative Conservation and Use*. Wallingford: CAB International.

- Maxted, N., & Kell, S. (2009). *ESTABLISHMENT OF A GLOBAL NETWORK FOR THE IN SITU CONSERVATION OF CROP WILD RELATIVES: STATUS AND*. 112.
- Maxted, N., Kell, S., Ford-Lloyd, B., Dulloo, E., & Toledo, Á. (2012). Toward the Systematic Conservation of Global Crop Wild Relative Diversity. *Crop Science*, 52(2), 774–785. <https://doi.org/10.2135/cropsci2011.08.0415>
- Maxted, N., Kell, S., Toledo, Á., Dulloo, M., Heywood, V., Hodgkin, T., Hunter, D., Guarino, L., Jarvis, A., & Ford-Lloyd, B. (2010). A global approach to crop wild relative conservation: Securing the gene pool for food and agriculture. *Kew Bulletin*, 65, 561–576. <https://doi.org/10.1007/s12225-011-9253-4>
- Maxted N, Labokas J, Palmé A (sammanställare). (2017). *Crop wild relative conservation strategies: Planning and implementing national and regional conservation strategies* (Proceedings of a Joint Nordic/ECPGR Workshop, 19-22 September 2016, Vilnius, Lithuania). Rom: European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources. Från https://www.ecpgr.cgiar.org/fileadmin/bioversity/publications/pdfs/CWR_Workshop_2016_Proceedings_Final_web_24_04_2017.pdf
- Maxted N, Magos Brehm J and Kell S. (2013). *Resource book for preparation of national conservation plans for crop wild relatives and landraces*. Birmingham: University of Birmingham.
- Maxted, N., Scholten, M., Codd, R., & Ford-Lloyd, B. (2007). Creation and use of a national inventory of crop wild relatives. *BIOLOGICAL CONSERVATION*, 18.
- Meilleur, B. A., & Hodgkin, T. (2004). In situ conservation of crop wild relatives: Status and trends. *Biodiversity & Conservation*, 13(4), 663–684. <https://doi.org/10.1023/B:BIOC.0000011719.03230.17>
- Müller, J. V., Cockel, C. P., Gianella, M., & Guzzon, F. (2021). Treasuring crop wild relative diversity: Analysis of success from the seed collecting phase of the ‘Adapting Agriculture to Climate Change’ project. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 68(7), 2749–2756. <https://doi.org/10.1007/s10722-021-01229-x>
- Naturskyddsföreningen. (28 mars 2022). *Naturskyddsföreningen ska skapa världens längsta blomsteräng*. <https://www.naturskyddsforeningen.se/artiklar/naturskyddsforeningen-ska-skapa-varldens-langsta-blomsterang/>
- Palmé, A., Lund, B., Kiviharju, E., Fitzgerald, H., Thorbjörnsson, H., Hagenblad, J., Weibull, J., Fjellstad, K.B , Bjureke, K., Nilsen, L.B., Göransson, M., Häggblom, M., Hyvärinen, M., Aronsson, M. & Lyytikäinen, V. (2021, oktober 13). Recent progress on crop wild relative conservation in the Nordic region. I *Crop wild relative*.

http://www.cropwildrelatives.org/fileadmin/templates/cropwildrelatives.org/upload/images/pdf/CWR_Newsletter_issue_13.pdf

- Palmé, A., Fitzgerald, H., Weibull, J., Kristina Bjureke, Kaija Eisto, Dag Endresen, Jenny Hagenblad, Marko Hyvärinen, Elina Kiviharju, Birgitte Lund, Morten Rasmussen and Hjörtur Þorbjörnsson. (2019). *Nordic Crop Wild Relative conservation: A report from two collaborative projects 2015–2019*. TemaNord. <http://dx.doi.org/10.6027/TN2019-533>
- Pilling, D., Bélanger, J., Diulgheroff, S., Koskela, J., Leroy, G., Mair, G., & Hoffmann, I. (2020). Global status of genetic resources for food and agriculture: Challenges and research needs : *Genetic Resources*, 1(1), 4–16.
<https://doi.org/10.46265/genresj.2020.1.4-16>
- Rauf, S., Khan, A., daSilva, J. A., & Naveed, A. (2010). Consequences of Plant Breeding on genetic diversity. *International Journal of Plant Breeding*, 4, 1–21.
- Rubio Teso, M.L., Álvarez Muñiz, C., Gaisberger, H., Kell, S., Lara-Romero, C., Magos Brehm, J., Maxted, N. and Iriondo, J.M. (2020). *In situ plant genetic resources in Europe: crop wild relatives*. Farmer's Pride.
https://more.bham.ac.uk/farmerspride/wp-content/uploads/sites/19/2020/10/D1.2_In_situ_PGR_in_Europe_crop_wild_relatives.pdf
- Runesson, K. (2012). *Vegetation och flora i vägkanter – effekter av olika metoder för skötsel och underhåll*. Kunskapssammanställning. CBM:s skriftserie 63. Centrum för biologisk mångfald.
<https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/cbm/dokument/publikationer-cbm/cbm-skriftserie/cbm-skrift63.pdf>
- Skolverket. (u.å.). *Ämne—Biologi*.
<https://www.skolverket.se/undervisning/gymnasieskolan/laroplan-program-och-amnen-i-gymnasieskolan/gymnasieprogrammen/amne>
- Soulé, M.E. & Mills, L. (1992). *Conservation genetics and conservation biology: a troubled marriage*. Environmental Studies, University of California.
https://www.umt.edu/research/millslab/files/2015/01/2015_01_29_19_34_02.pdf
- The Origin, Variation, Immunity and Breeding of Cultivated Plants* (translated by K. Starr Chester). 1951. *Chronica Botanica* 13:1–366, Arquivo.pt - preservada pelo Arquivo.pt
- Thormann, I., Fiorino, E., Halewood, M., & Engels, J. M. M. (2015). Plant genetic resources collections and associated information as a baseline resource for genetic diversity

- studies: An assessment of the IBPGR-supported collections. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 62(8), 1279–1293. <https://doi.org/10.1007/s10722-015-0231-9>
- United Nations Development Programme [UNDP]. (2021, december 27). *Mål 2: Ingen hunger*. Globala målen. <https://www.globalamalen.se/om-globala-malen/mal-2-ingen-hunger/>
- Vavilov, N.I (1997) *Five Continents* (translated by Doris Löve) IPGRI, Rome; VIR, St. Petersburg. [419.pdf \(biodiversityinternational.org\)](https://www.biodiversityinternational.org/pdfs/419.pdf)
- Vincent, H., Amri, A., Castañeda-Álvarez, N. P., Dempewolf, H., Dulloo, E., Guarino, L., Hole, D., Mba, C., Toledo, A., & Maxted, N. (2019). Modeling of crop wild relative species identifies areas globally for in situ conservation. *Communications Biology*, 2(1), 136. <https://doi.org/10.1038/s42003-019-0372-z>
- Vincent, H., Hole, D., & Maxted, N. (2022). Congruence between global crop wild relative hotspots and biodiversity hotspots. *Biological Conservation*, 265, 109432. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109432>
- Vincent, H., Wiersema, J., Kell, S., Fielder, H., Dobbie, S., Castañeda-Álvarez, N. P., Guarino, L., Eastwood, R., León, B., & Maxted, N. (2013). A prioritized crop wild relative inventory to help underpin global food security. *Biological Conservation*, 167, 265–275. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.08.011>
- Wandersee, J. H., & Schussler, E. E. (1999). Preventing Plant Blindness. *The American Biology Teacher*, 61(2), 82–86. <https://doi.org/10.2307/4450624>
- Weibull, J., & Phillips, J. (2020). Swedish Crop Wild Relatives: Towards a national strategy for in situ conservation of CWR. *Genetic Resources*, 1(1), 17–23. <https://doi.org/10.46265/genresj.2020.1.17-24>