



Framtida C4-ogräs i Sverige

Förändringar i ogräsfloran

Future C4 weeds in Sweden – changes in the weed flora

Ellen Landström

Examensarbete/Självständigt arbete • 15 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för växtproduktionsekologi
Agronomprogrammet - mark/växt
Uppsala 2024



Framtida C4-ogräs i Sverige - förändringar i ogräsfloran

Future C4 weeds in Sweden – changes in the weed flora

Ellen Landström

Handledare: Anneli Lundkvist, SLU, institution för växtproduktionsekologi
Examinator: Ida Kollberg, SLU, institution för växtproduktionsekologi

Omfattning: 15 hp
Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E
Kurstitel: Självständigt arbete i Biologi
Kurskod: EX0894
Program/utbildning: Agronom mark och växt
Kursansvarig inst.: Institutionen för vatten och miljö
Utgivningsort: Uppsala
Utgivningsår: 2024

Nyckelord: C4, fotosyntes, jordbruk, klimatförändringar, ogräs, växtodling

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap

Institution för växtproduktionsekologi

Sammanfattning

På grund av klimatförändringar och ändrade odlingssystem kommer svenskt jordbruk få en ändrad ogräsflora. I detta arbete undersöktes därför riskerna C4-ogräs kan orsaka i ett förändrat svenskt klimat. Det gjordes genom en litteraturstudie med fokus på vilka arter som finns i mellersta Europa samt genom intervjuer med forskare och rådgivare med erfarenhet av C4-växter. Litteraturen visade att water use efficiency (WUE) och att nutrient use efficiency (NUE) är bättre vid högre temperaturer och torra hos C4-växter jämfört med C3-växter vilket kommer att ge dem en konkurrensfördel i ett förändrat klimat. Utifrån litteraturstudien identifierades även arton ogräsarter av relevans för svensk växtodling i framtiden. Bland de arterna kan man se en del likheter. De allra flesta arterna är gräs, majoriteten av dem är även sommarannuella kortdagsväxter medan ett fåtal är perenna kortdagsväxter. Gemensamt för många är även att de benämns vara mycket anpassningsbara och plastiska. I intervjuerna framkom det att hönshirs är den art man har mest erfarenhet av i Sverige och Norge. Man har även börjat se kavelhirs i Norge samt svinamarant och kolvhirs i Sverige. I Nederländerna har man längre erfarenhet av C4-ogräs. Där börjar man få problematik kring herbicidresistens hos hönshirs. Andra C4-ogräs som skapar många problem där är fingerhirs och jordmandel. Utifrån intervjuerna framkom det att det främst var konkurrenssvaga grödor som var utsatta men även andra grödor kunde bli utsatta. Framför allt majs var utsatt då det också är en C4-växt. Sammanställer man resultaten från litteraturen och intervjuerna kan man dela in arterna efter deras etableringspotential som ogräs i Sverige. Hönshirs är redan etablerad och sprider sig idag norrut i landet. Kavelhirs, kolvhirs, fingerhirs, blodhirs, svinamarant och bukethirs håller på att etablera sig. Amerikansk hönshirs, kortborstig kavelhirs, kavelhirs och grå kavelhirs skulle kunna etablera sig i landet i dagens klimat och ogräsdurra, hundtandsgräs, jordmandel, kinesisk kavelhirs, hirs, transvalhirs, hösthirs och grön amarant kan komma att etableras i landet med ett förändrat klimat. Dessa ogräs kan komma in, främst i odling på sandiga jordar, där konkurrenssvaga och vårsådda grödor är stor del av växtföljden och där det också finns risk för torka. Även stående vatten är en riskfaktor för att få in flera av ogräsen. Spridningsvägar in i landet är främst ocertifierade frön (utsäde, fågelfrö etc.) och inom landet med maskiner. För de grödor där dessa ogräs ställer till problem, framför allt majs, kan införandet av dessa arter i landet innebära en ökad kostnad och försvåring av odlandet av dessa grödor. Det kommer då bli viktigt att använda sig av integrerat växtskydd (IPM). Flera av arterna har även visat stor kapacitet till att utveckla herbicidresistens och skulle detta börja förekomma i Sverige skulle odling av de grödor som påverkas försvåras ytterligare. Det är därför viktigt att förebygga spridning av C4-ogräs.

Nyckelord: C4, fotosyntes, jordbruk, klimatförändringar, ogräs, växtodling

Abstract

Due to climate change, Swedish agriculture will experience a change in weed flora composition. Therefore, this study investigated the risks that C4 weeds may pose in an altered Swedish climate. This was examined by a literature review focusing on species found in Central Europe, along with interviews with researchers and advisers. The literature revealed that Water Use Efficiency (WUE) and Nutrient Use Efficiency (NUE) are more efficient in C4 plants at higher temperatures and drought compared to C3 plants, providing them with a competitive advantage in a changing climate. Based on the literature review, eighteen species relevant to Swedish agriculture in the future were identified. Among these species, some similarities could be observed. Most are grasses, and the majority are also summer annual short-day plants, with a few being perennial short-day plants. Many of them are described as highly adaptable and having high plasticity. In the interviews, it was found that barnyard grass is the C4 weed most spread in Sweden and Norway. Green foxtail is becoming a concern in Norway, and redroot pigweed and foxtail millet in Sweden. In the Netherlands, they have a long experience with C4 weeds, and issues with herbicide resistance are emerging in barnyard grass. Other problematic C4 weeds there include large crabgrass and yellow nutsedge. In all three countries, the experience is that primarily weakly competitive crops are affected, but other crops could also be at risk. Corn is particularly vulnerable as it is also a C4 plant. Among the mentioned species, barnyard grass is already established and spreading northward, while green foxtail, foxtail millet, large crabgrass, hairy crabgrass, redroot pigweed, and witchgrass are in the process of establishing. American barnyard grass, hooked bristlegrass, and yellow bristlegrass could establish themselves in the current climate and Johnson grass, Scutch grass, yellow nutsedge, Japanese bristlegrass, proso millet, guinea grass fall panic grass, and green amaranth may establish with a changed climate. These weeds may enter, especially in cultivation on sandy soils, where weakly competitive crops are a significant part of the crop rotation and there is a risk of drought. Standing water is also a risk factor for several of these weeds. The main pathways for their spread into the country are uncertified seeds and within the country through machinery. For crops where these weeds cause problems, especially corn, the introduction of these species into the country may increase costs and complicate cultivation. Therefore, it will be important to implement Integrated Pest Management (IPM). Several of the species have shown a significant capacity to develop herbicide resistance, and if this were to occur in Sweden, the cultivation of affected crops would be further complicated. Hence, it is important to prevent this from happening.

Keywords: Agriculture, C4, climate change, crop cultivation, photosynthesis, weed

Innehållsförteckning

Tabellförteckning	7
Förkortningar	8
1. Inledning	9
1.1 Bakgrund	9
1.2 Syfte och frågeställningar	10
1.3 Avgränsningar	10
2. Metod.....	12
2.1 Litteraturstudie	12
2.2 Intervjuer	12
3. Resultat och diskussion.....	14
3.1 Fotosyntes.....	14
3.1.1 C3-fotosyntes.....	14
3.1.2 Fotorespiration och koldioxid	15
3.1.3 C4-fotosyntes.....	15
3.1.4 CAM-fotosyntes	16
3.1.5 C2-fotosyntes.....	16
3.1.6 Water use efficiency (WUE).....	16
3.1.7 Nutrient use efficiency (NUE)	17
3.1.8 Ogräsfloran och framtida klimatförändringar	17
3.2 Arternas biologi och karaktär	18
3.2.1 Arter ur hönshirssläktet (<i>Echinochloa</i>).....	19
3.2.2 Arter ur kolvhirssläktet (<i>Setaria</i>)	20
3.2.3 Arter ur fingerhirssläktet (<i>Digitaria</i>).....	21
3.2.4 Arter ur vipphirssläktet (<i>Panicum</i>)	22
3.2.5 Ogräsdurra (<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.).....	23
3.2.6 Hundtandsgräs (<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.)	23
3.2.7 Jordmandel (<i>Cyperus esculentus</i> L.).....	23
3.2.8 Arter ur amarantsläktet (<i>Amaranthus</i>)	24
3.2.9 Likheter mellan arterna	24
3.3 Intervjuer - Erfarenheter av C4-ogräs	25
3.3.1 Sverige.....	25
3.3.2 Nederländerna	26

3.3.3 Norge	27
3.4 Bedömning av C4-arternas etableringspotential som ogräs i Sverige.....	27
3.4.1 C4-arter som sprider sig i Sverige idag	28
3.4.2 C4-arter som håller på att etablera sig	28
3.4.3 C4-arter som skulle kunna etablera sig idag	29
3.4.4 C4-arter som skulle kunna etablera sig i framtiden	30
3.5 Utbredningspotential för C4-arter i Sverige	31
3.5.1 Temperatur	31
3.5.2 Nederbörd	31
3.5.3 Jordarter.....	32
3.5.4 Grödor.....	32
3.5.5 Odlingssystem	33
3.5.6 Spridningsvägar	33
3.5.7 Konsekvenser	33
3.6 Bekämpning	33
3.6.1 Herbicidresistens	34
3.6.2 Integrerat växtskydd	34
3.7 Behov av vidare arbete	36
4. Slutsatser.....	38
Referenser.....	39
Tack	46
Bilaga 1.....	47
Bilaga 2.....	48
Bilaga 3.....	49

Tabellförteckning

Tabell 1 Förklaringar av termer använda i kapitel 3.2 (Nationalencyklopedin 2023).....	18
Tabell 2 Arterna indelad i vilka som sprider sig idag och håller på att etablera sig samt vilka som skulle kunna etablera sig idag och i framtiden.....	28
Tabell 3 Indelning av arter som arbetet tar upp i familj, släkte och art samt växtens svenska namn.....	47
Tabell 4 Sammanfattning av karaktärsdrag av arterna med dess livsrytm, fotoperiodism samt ifall den har allelopatiska egenskaper, utlöpare och om den minskar foderkvaliteten.....	48
Tabell 5 Arternas förekomst i Sverige (SLU 2024).	49

Förkortningar

CAM	Crassulacean acid metabolism
IPM	Integrerat växtskydd
NUE	Nutrient use efficiency
PEP	Phosphoenolpyruvate
PEPC	Phosphoenolpyruvate carboxylase
RuBisCO	Ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase
WUE	Water use efficiency

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Klimatet kommer förändras enligt alla potentiella klimatscenarier presenterade i den senaste rapporten från ”Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)” (Calvin et al. 2023). Den globala temperaturen har ökat med i genomsnitt 1,34–1,83°C jämfört med perioden 1850–1900. Det är också troligt att ökningarna kommer fortsätta.

Årsmedeltemperaturen förväntas öka i hela Sverige (Sjökvist et al. 2015). Ökningen kommer vara högre i norra än i södra Sverige. Nederbördsmönstren kommer att förändras och medelårsnederbörden kommer att öka. Ökningen kommer främst ske på vintern medan en minskning kan ske på sommaren. Eftersom temperaturen ökar under sommaren men inte nederbörden finns det en ökad risk för sommartorka (Fogelfors et al. 2009). En annan påtaglig påverkan är ökningen av koldioxidhalten, vilken främst beror på mänsklig påverkan (Calvin et al. 2023). Framtida ökning av koldioxidhalten beror på hur beslutfattare, politiker och världen kommer att agera men en högre halt än vi haft tidigare kan förväntas.

Dessa förändringar leder till nya möjligheter och utmaningar för det svenska jordbrukssystemet. Den högre temperaturen kommer bland annat leda till en längre växtsäsong vilket möjliggör odling av fler grödor (Fogelfors et al. 2009). En förändring är att det förväntas bli mer gynnsamt för växter med C4-fotosyntes (Eckersten et al. 2008). De har en konkurrensfördel gentemot C3-växter när det kommer till varma och torra klimat och kommer därför kunna ta en större plats även i Sverige i framtiden.

Majs är en domesticerad C4-växt och dess användning i Sverige förväntas öka med ett varmare klimat (Fogelfors et al. 2009). Det finns skillnad i majsodling jämfört med de vanliga grödorna idag. Främst att majs odlas med större radavstånd och har dålig ogräskonkurrerande förmåga (Melin & Sigfridsson n.d.).

Ogräsfloran förväntas också ändras med ett förändrat klimat (Eckersten et al. 2008). Ogräs är viktigt att ta hänsyn till då de påverkar jordbruket på många sätt. Ett ogräs är en växt som växer på en plats där den inte är önskad (Monaco et al. 2002). De konkurrerar om resurser, överför sjukdomar till jordbruksgrödor och minskar kvaliteten på produkterna (Zimdahl 2018). Detta leder till ökade kostnader för att hantera problemet. Samtidigt kan ogräs minska värdet på marken och begränsa vilka grödor som kan odlas på den.

Eftersom förhållanden blir mer gynnsamma för C4-växter kommer fler C4-växter kunna dyka upp som ogräs i det svenska odlingssystemet. Den ökade potentialen för att odla majs kan ytterligare öka risken för att dessa ogräs kommer in. Kartläggning av de potentiella arterna och att ta lärdom från länder där denna problematik redan finns är nödvändigt för att lantbruksnäringen ska vara förberedd på en potentiell förändring av ogräsfloran i Sverige.

1.2 Syfte och frågeställningar

Detta arbete syftar till att undersöka C4-ogräsens framtid i Sverige. Därför kommer arbetet besvara dessa frågeställningar:

1. Vad har C4-ogräs för egenskaper som gör att de kan dyka upp, etablera sig och bli problem i svensk växtodling i framtiden?
2. Vilka är de potentiella ogräsarter med C4-fotosyntes som kan påverka svensk växtodling i framtiden?
3. Under vilka förhållanden kommer C4-ogräs att ha påverkan på växtodlingen och hur kommer den påverkan att se ut?

1.3 Avgränsningar

Arbetet är baserat på litteratur och intervjuer. Sökningarna har begränsats till två språk, svenska, och engelska, även latinska namn på växterna har använts. Då källor på andra språk använts har endast abstract lästs.

Arterna som tas upp bedöms vara av relevans för svensk växtodling framöver. Därför ligger fokus på de arter som förekommer som ogräs i Europa för närvarande. För dessa arter har sedan en avvägning gjorts av arternas nuvarande utbredning samt i vilka typer av jordbrukssystem de skapar problem. Utifrån denna avvägning har de arter som verkar relevanta för svenskt jordbruk tagits upp i denna uppsats.

På grund av arbetets tidsram har beslut tagits att inte gå in på vilka herbicidpreparat som får användas och som fungerar på de olika ogräsen. Arbetet kommer inte heller gå in särskilt djupt på vilka mekaniska bekämpningsmetoder som fungerar, utan en mer allmän diskussion förs om hur man kan hantera arterna utifrån integrerat växtskydd (IPM).

2. Metod

2.1 Litteraturstudie

Litteraturstudien utfördes genom inhämtande av information från den vetenskapliga databasen Google Scholar samt från SLU:s bibliotek. Vid tillfällen då artiklar som hittades hade använt intressanta källor användes även deras referenslistor för att hitta mer litteratur. Kombinationer av dessa ord har använts för att söka information: "C4", "fotosyntes", "photosynthesis", "ogräs", "weed", "Europé", "majs", "maize" med flera. Under arbetets gång noterades alla C4-ogräs som kom upp i litteraturen för att sedan studera dem art för art genom att söka på de olika arternas namn på svenska, engelska och latin.

2.2 Intervjuer

Intervjuer utfördes för att få en tydligare bild av arternas utbredning från personer som stött på dessa arter i arbetslivet. Frågorna som ställdes kom till i samarbete med handledare. Under intervjuerna kom det upp samtalsämnen utanför frågorna beroende på personens kunskapsområden. Alla intervjuer genomfördes digitalt via Zoom. Personerna som intervjuades var: växtodlingsrådgivare Frans Johnson (Hushållningssällskapet, Kalmar Kronoberg Blekinge), forskare Timo Sprangers (Wageningen University, Nederländerna) och forskare Kirsten Tørresen (Norwegian Institute of Bioeconomy Research, Norge).

Frågor som diskuterades var:

1. Vad är din erfarenhet av C4-växter?
2. Vilka C4-ogräs har du stött på hos odlarna?
3. Hur problematiska är de för odlarna?
4. Hur har problematiken ändrats under den tid du varit i kontakt med C4-ogräs?

5. Hur tror du att framtiden (ändrat klimat, nya odlingssystem) kommer påverka förekomsten av C4 ogräs?
6. Vilka C4-ogräs tror du kommer att ge fler problem för lantbrukarna?

3. Resultat och diskussion

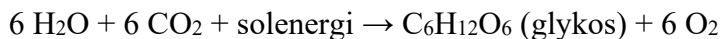
3.1 Fotosyntes

I detta avsnitt beskrivs olika fotosyntessystem samt hur dessa inverkar på växternas konkurrensförmåga med avseende på WUE (Water use efficiency) och NUE (Nutrient use efficiency).

3.1.1 C3-fotosyntes

Det finns olika fotosyntessystem och den vanligast förekommande typen i växtriket är C3-fotosyntesen vilken beskrivs nedan.

Fotosyntes är omvandling av koldioxid och vatten till glykos och syre med hjälp av solenergi (Hall & Rao 1999):



Växten tar upp vatten via rötterna, koldioxid via klyvöppningar på undersidan av bladen och solenergi via kloroplasterna. Fotosyntesen sker sedan i växtcellernas kloroplaster som innehåller klorofyll.

Fotosyntesen är uppdelad i två fotosystem: ljusreaktioner och mörkerreaktioner. I ljusreaktionerna omvandlas solenergi till kemisk bunden energi. Detta sker genom en elektrontransportkedja driven av solenergin som bildar NADPH (nicotinamide adenine dinucleotide phosphate) och ATP (adenosine triphosphate). Denna energi används sedan i mörkerreaktionerna (Calvin-cykeln) för att binda koldioxid och vätejoner och bilda glukos och syre. Detta görs genom att enzymet RuBisCO (ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase) kombinerar ribulos-1,5-bisfosfat med koldioxid och bildar 3-fosfoglycerat till Calvin-cykeln där byggstenarna till glukos (kolhydrater) bildas. Glukos lagrar därmed den energi som växten har tagit upp via solljuset.

3.1.2 Fotorespiration och koldioxid

Fotorespiration sker under mörkerreaktionerna (Hall & Rao 1999). Är koldioxidhalten för låg startar fotorespiration då enzymet RuBisCO binder syre i stället för koldioxid. Fotorespiration uppstår vanligtvis under varma och torra dagar när klyvöppningarna stängs och koncentrationen av syre blir högre än koldioxidhalten i bladen (Peterhansel & Maurino 2011). Fotorespirationen skyddar växten genom att frigöra överskottsenergi men är samtidigt en ogynnsam process då växten förlorar energi och kol.

C4, CAM och C2 är andra fotosyntessystem som har utvecklats för att minska växtens fotorespiration. Fotosyntessystemen hos C4 och CAM växter gör att koncentrationen av koldioxid runt RuBisCO kan ökas till mycket högre nivåer än i C3-systemet (Hall & Rao 1999). Denna koncentrationshöjning minimerar risken för fotorespiration. Då affiniteten RuBisCO har för syre ökar vid högre temperaturer är detta mer gynnsamt i varma förhållanden, samt vid torra förhållanden då stomata är mer stängda och mindre koldioxid kan släppas igenom (Peterhansel & Maurino 2011).

3.1.3 C4-fotosyntes

C4-fotosyntes har utvecklats vid minst 66 distinkta tillfällen i evolutionen (Sage et al. 2012). Det är hur dessa växter binder koldioxid som skiljer dem från C3-växterna.

Hos C4-växter binds koldioxiden i ett försteg innan den tas upp av RuBisCO. I C4-fotosyntesen binds koldioxid först i mesofyllceller och transporteras sedan till intilliggande bundle sheath-celler (Sage et al. 2012; Paulus et al. 2013). Enzymet PEPC (fosfoenolpyruvate carboxylase) konverterar koldioxid till bikarbonat, som förenas med PEP (fosfoenolpyruvate) för att bilda oxaloättiksyra. Malat bildas sedan och transporteras till bundle sheath cellen där det decarboxyleras. Resultatet är pyruvat, NADPH (nicotinamide adenine dinucleotide fosfate) och koldioxid. Pyruvat återvänder till mesofyllcellen och fosforyleras till PEP, detta bildar därför en sluten cykel. Den frigjorda koldioxiden binds av RuBisCO till ribulos-1,5-bisfosfat och bildar 3-fosfoglycerate till Calvin-cykeln.

Detta system används för att PEPC, som har högre affinitet till koldioxid än RuBisCO, kan binda koldioxid även vid låga koncentrationer (Ghannoum et al. 2011). Att koldioxiden flyttas till en annan cell gör att assimileringen av koldioxid blir högre då koncentrationsskillnaden innanför och utanför stomatan är större

C4-växter använder således koldioxid mer effektivt än C3-växter. De får på detta sätt en lägre koldioxidkompensationspunkt än C3-växter. Med koldioxid-

kompensationspunkt menas den lägsta koldioxidkoncentrationen i luften då koldioxidbindning kan ske. C3-växter har en koldioxidkompensationspunkt mellan 30–80 ppm medan C4 har <10 ppm (Hall & Rao 1999).

3.1.4 CAM-fotosyntes

Det finns ytterligare varianter av kolbindning i olika fotosyntessystem. Medan C4-fotosyntesen delar upp det mellan två celler (mesofyll- och bundle sheath-celler) delar CAM-fotosyntesen upp det mellan dag och natt (Hall & Rao 1999). CAM-systemet använder liknande funktioner för att kunna öka koncentrationen av koldioxid runt RuBisCO. Skillnaden är att den har stomatan öppet på natten, då binder PEPC koldioxid i samma steg som i C4-fotosyntesen tills den bildat malat. Den transporteras sedan för att lagras i vakuolen tills under dagen när ljusreaktionerna sker. Då transporteras den ur vakuolen och bildar pyruvat som sedan går in i Calvencykeln.

Detta gör att CAM-växterna kan fotosyntetisera helt utan att öppna stomatan under den del av dygnet de riskerar att förlora vatten (Hall & Rao 1999). CAM-växter har därför även ännu lägre koldioxidkompensationspunkt än C4-växter, medan C4 har <10 ppm har CAM <5 ppm. Den här typen av fotosyntes är därför anpassad till ännu mer torra och varma klimat än C4-fotosyntesen.

3.1.5 C2-fotosyntes

Det finns även växter med C2-fotosyntes vilket är den minst vanligt förekommande fotosyntestypen (Peterhansel & Maurino 2011). De återsamlar koldioxid som gått förlorad av enzymet RuBisCO vid fotorespiration och ökar därigenom sin koldioxideffektivitet (Lundgren 2020). När RuBisCO binder syre i stället för koldioxid skapas glycin som i C3-växter tas om hand om i samma cell. I C2-växter finns inte enzym som katalyserar nedbrytning av glycin i samma cell utan glycin förflyttas till bundle sheath celler där nedbrytningen katalyseras av glycine decarboxylase. Då bildas bland annat koldioxid. Genom att förflytta denna reaktion till bundle sheath celler kan man skapa en ökad koldioxidhalt i de cellerna och på samma sätt som i C4 växten få ett ökad kolbindande. På det sättet får C2-växter en lägre koldioxidkompensationspunkt än C3-växter.

3.1.6 Water use efficiency (WUE)

WUE beror på fysiologiska och genetiska egenskaper (Leakey et al. 2019). Den varierar under växtens utveckling och tillväxt samt med miljön. Begreppet syftar till mängden kol som blir biomassa i förhållande till hur mycket vatten som krävs för att producera den. Det är viktigt att ha i åtanke att det inte är samma sak som

torktålighet. Torktålighet är en stressmekanism vilket WUE inte är. De har dock en hel del gemensamt och överlappar till viss del.

C4-växter har högre WUE än C3-växter. Detta beror på att de kan assimilera mer koldioxid i förhållande till den vattenmängd som behöver användas (Ghannoum et al. 2011). Denna fördel kommer från att växterna binder koldioxiden med PEPC som har högre affinitet till koldioxid än RuBisCO. Via bindningen med PEPC flyttas koldioxiden till bundle sheat-celler som gör att koncentrationsskillnaden innanför och utanför stomata är större vilket också ökar assimileringen av koldioxid. På det sättet kan stomatan vara öppen under mindre tid än hos en växt med C3-fotosyntes. Det gör att mindre vatten transpireras vilket blir gynnsamt vid tillfällen då vatten är en begränsande resurs.

3.1.7 Nutrient use efficiency (NUE)

Begreppet NUE beskriver hur effektivt växten kan använda näringsämnen som resurs (Adhikari et al. 2023). NUE beror på växtens förmåga att ta upp näringsämnen från jorden och effektiviteten i näringsämnesmetabolismen inom växten. En växt som har bättre NUE är en starkare konkurrent om näring som resurs. På så sätt orsakar ett ogräs med hög NUE en starkare konkurrens om näringsämnena än ett ogräs med lägre NUE.

För att kompensera för de förluster fotorespirationen skapar behöver C3-växter skapa mer RuBisCO (Ghannoum et al. 2011). Vid högre temperaturer kan det innebära att tre till fyra gånger så mycket kväve läggs på RuBisCO för att nå samma katalytiska funktion som i en C4-växt. Vid tillfällen då risken för fotorespiration ökar, alltså i varma och torra miljöer, kommer det därför vara en konkurrensfördel för C4-växter som inte behöver bilda mer RuBisCO. Det verkar främst vara för kväve det finns tydliga skillnader i NUE mellan C4- och C3-växter (Halsted & Lynch 1996). Dessutom verkar C4-växter tolerera lägre nivåer av fosfor än C3-växter.

3.1.8 Ogräsfloran och framtida klimatförändringar

Idag finns det få C4-växter etablerade i Sverige (Fogelfors et al. 2009). Då det är flera variabler som väger in i hur gynnsamma klimatförändringarna kommer vara för de olika fotosyntessystemen är det svårt att säga exakt hur mycket de olika variablerna inverkar. En ökad koldioxidhalt i luften kommer leda till en minskad fotorespiration hos C3-växter vilket gynnar deras tillväxt och reproduktion (Peterhansel & Maurino 2011). Det är dock förväntat att klimatförändringarna generellt utsätter C3-växterna för ökad stress, då temperaturen i atmosfären kommer att öka och risken för torka bli större. Ökad temperatur gör att RuBisCO

binder sämre till koldioxid och därmed ökar fotorespirationen vilket C4-växter kan undvika till skillnad från C3-växter. Om man dessutom väger in att NUE och WUE är bättre hos C4-växter vid ökad temperatur och torka (Ghannoum et al. 2011) så är det troligt att C4-växter får en ökad konkurrensförmåga i det framtida svenska klimatet.

3.2 Arternas biologi och karaktär

Detta avsnitt är en sammanställning av arter som enligt litteraturen finns i delar av Europa (Tyskland, Nederländerna, Belgien, Polen etc.) och vars klimat Sverige förväntas bli mer likt. Det arter som tas upp är dessutom etablerade i odlingssystem som är relevanta för Sverige. Detta är alltså inte en komplett lista över C4-ogräs utan den håller sig till de ogräs som bedöms kunna bli problem i den svenska odlingen framöver. Deras karaktärer som ogräs kommer tas upp för att få en bild av vilka effekter deras etablering i svenskt jordbruks skulle kunna ha. Karaktärsdragen som tas upp här är de som i litteraturen tagits upp som specifikt för arterna snarare än specifikt för att de är C4-växter vilket skiljer sig från de resonemang som förts kring WUE och NUE (se avsnitt 3.1.6 och 3.1.7). Deras taxonomi och viktiga biologiska egenskaper finns sammanfattat i bilagorna 1–4.

För att alla ska kunna ta del av denna information tas termer som kommer att användas i beskrivningen av arterna upp (tabell 1). Dessa beskrivningar baseras på Nationalencyklopedin (Nationalencyklopedin 2023).

Tabell 1 Förklaringar av termer använda i kapitel 3.2 (Nationalencyklopedin 2023).

Term	Förklaring
Allelopati	Förmåga att avge ämnen som hämmar andra växter
Annuell	Ettårig växt
Fenotyp	Fysiska skepnaden som resultat av arv och miljö
Fröbank	En mängd frön som vilar i marken och gror när rätt betingelser möts
Groningsvila	Tillstånd som gör att fröet inte gror
Kortdagsväxt	Blommar när nattlängderna överskrider deras kritiska fotoperiod
Morfologi	Hur växten är uppbyggd
Perenn	Flerårig växt
Rhizom	Underjordiska utlöpare
Stolon	Ovanjordiska utlöpare

3.2.1 Arter ur hönshirssläktet (*Echinochloa*)

Det finns 40-50 gräsarter i hönshirssläktet men hönshirs (*Echinochloa crus-galli*) klassas som det värsta ogräset av dem (Hoste & Verloove 2022). Det finns dock fler ogräs i samma släkte som ställer till problem i odlingen. I Europa ger *E. crus-galli* och amerikansk hönshirs (*E. muricata*) stora problem i odlingen. *E. crus-galli* finns redan etablerad i Sverige medan *E. muricata* återfinns i mellersta Europa (Belgien, Nederländerna, Tyskland med flera).

Hönshirs (Echinochloa crus-galli (L.) P. Beauv.)

Gräset *E. crus-galli* är en sommarannuell kortdagsväxt som trivs i varmare klimat (Bajwa et al. 2015). *E. crus-galli* förökar sig inte genom vegetativa delar utan bara genom frön och plantan kan producera stora mängder frön. Fröna har en livslängd på fem år i snitt men det varierar beroende på hur djupt de ligger. Därför kan det byggas upp en stor fröbank av ogräset.

Groning sker snabbare och mer frekvent vid höga temperaturer och mycket ljus (Taylorson & Dinola 1989). Grobarheten blir mindre beroende av ljus ju högre temperaturen är. *E. crus-galli* kan blomma 4 veckor efter groning och trots att den huvudsakligen är en kortdagsväxt kan den även gå i blom under långdagsförhållanden. (Vengris et al. 1966). Groning sker under hela säsongen, detta kan leda till problem då groningen därför kan ske efter den ordinarie bekämpningen och dessa plantor då inte blir bekämpade.

Den är mycket anpassningsbar och är en av världens mest skadliga ogräs (Bajwa et al. 2015). Den är också känd för att vara en av de tidigaste arterna som uppvisat resistensproblem och bildar snabbt herbicidresistens på grund av sin anpassningsförmåga. I 36 olika jordbruksgrödor räknas den som ett ogräs. Den tål mycket blöta förhållanden och är därför vanligt förekommande i risodling men den ställer också till problem i andra grödor med dålig konkurrensförmåga som exempelvis majs (Maun & Barrett 1986).

Under de senaste decennierna har den ökat i många delar av världen (Bajwa et al. 2015). I Södra Sverige är *E. crus-galli* etablerat men det har förekommit fall längre norrut (Lilliehöök 2020). I Sverige har problemen framförallt varit i majs, sockerbetor och grönsaksodling (Jordbruksverket 2022). Under senare åren har den även dykt upp i stråsäd i södra och mellersta Sverige.

Amerikansk hönshirs (Echinochloa muricata (P. Beauv.) Fernald)

Gräset *E. muricata* har spridits till Europa från Amerika (Hoste 2004; Hoste & Verloove 2022). Den är mycket lik *E. crus-galli* till utseendet och det är därför lätt att ta fel på dessa. Den är inte lika vanlig i risodling utan förekommer mest i majs

(Hoste & Verloove 2022). Studier i Belgien har visat att fall som man tidigare trott varit *E. crus-galli* istället är *E. muricata* och att fallen har ökat under 1900-talet (Hoste 2004). I Amerika har man upptäckt att den är lite mindre aggressiv som ogräs i jordbruk än *E. crus-galli* men att den fortfarande kan orsaka stora problem (Tahir & Roma-Burgos 2021).

3.2.2 Arter ur kolvhirssläktet (*Setaria*)

Släktet *Setaria* består av drygt 100 gräsarter (Webster 1993). Arter ur släktet är vanligt i sydligare delar av Europa men mindre vanliga som ogräs i majs i Danmark och Tyskland (Jensen et al. 2011). Arterna i familjen är plastiska i sin fenotyp. Detta gör att flera arter är effektiva ogräs som anpassar sig väl efter olika miljöer (Darmency & Dekker 2011). Arterna som tas upp som relevanta för Sverige är alla sommarannuella, kortdagsväxter som befruktas via självpollinering (Steel et al. 1983; Douglas et al. 1985; Nurse et al. 2009; Dowsett et al. 2019). Dessa arter är så anpassningsbara att de kan undvika att bli påverkade av flera sorters herbicider och de har visat tendenser till att bilda herbicidresistens (Darmency & Dekker 2011).

Kavelhirs (Setaria viridis (L.) P. Beauv.)

Gräset *S. viridis* finns etablerat i Sverige (SLU 2024) men det hittades ingen litteratur om arten som ogräs i Sverige. Den övervintrar som frö i eller på jorden (Douglas et al. 1985). Avgörande för groning är hur djupt fröet ligger i marken då koleoptilen inte blir mer än 1 cm. Plantan är i stället beroende av tillväxten från den första internoden för att komma upp ur jorden. Temperaturen är också avgörande för groning och den optimala groningstemperaturen är 20–30°C. Temperatur och fotoperiod är de två viktigaste faktorerna som styr växtens fenologiska utveckling (Swanton et al. 1999). Högre temperaturer gör att den blir mindre beroende av fotoperioden.

S. viridis är mest konkurrenskraftigt om den gror samtidigt som eller strax efter en gröda (Douglas et al. 1985). Den är framför allt konkurrensstark om kväve och kan assimilera det i samma takt som vete. Den bör bekämpas mellan ett och tre bladsstadiet och går bra att hantera med herbicider. Då den utvecklas snabbt har man bara ett kort tidsfönster då den kan bekämpas vilket kan skapa problem.

Kolvhirs (Setaria italica (L.) Beauv.)

S. italica är mycket nära besläktat med *S. viridis* (Darmency & Dekker 2011). Vad som skiljer dessa åt är att *S. italica* har gått igenom domesticeringsprocesser då den är en jordbruksgröda i Asien. Denna art finns även som ogräs i framför allt majs. Arten tappar konkurrensförmåga om man ökar planttätheten hos grödan (Mhlanga et al. 2016). *S. italica* är etablerat som ogräs på åkermark på Öland (Johnson 2024).

Grå kavelhirs (Setaria pumila (Poir.) Roem. & Schult.)

S. pumila är ett gräsgräs som minskar foderkvaliteten och kan göra att idisslare undviker att beta av vallen (Dowsett et al. 2019). Fröna kan överleva djurens matsmältning och de kan där igenom spridas med gödsel. Den har liknande temperatur- och dagslängdskrav som *S. viridis* men har bättre förmåga att gro större djup i marken. Något som skiljer den från *S. viridis* är att den förekommer på betesmarker (Orlandi et al. 2017). Ogräsets förekomst korrelerar med temperatur. Den klarar sig även bra under torra perioder. Denna art är bättre än de andra i släktet på att gå in i groningsvila (Steel et al. 1983).

Kortborstig kavelhirs (Setaria verticillata (L.) P. Beauv.)

S. verticillata klarar kallare klimat än *S. viridis* (Darmency & Dekker 2011). Denna art skapar olika mikroklimat mellan olika skott vilket leder till att frön från samma planta har olika mycket inducerad groningsvila och där igenom olika groningsmönster (Franke et al. 2009). Den kan även anpassa groningen efter miljön. Till exempel kan tidig sprutning leda till att den försenar plantans uppkomst.

Kinesisk kavelhirs (Setaria faberi Herrm.)

S. faberi härstammar från Asien men förekommer nu även i Europa (Nurse et al. 2009), bland annat har den hittats i Sverige, Norge och Danmark (Maslo & Šarić 2018; SLU 2024). Den skapar främst problem i majs och sojaböna (Nurse et al. 2009). Den är mycket känslig för beskuggning och förekommer därför mest i mycket konkurrenssvaga grödor.

3.2.3 Arter ur fingerhirssläktet (*Digitaria*)

Det finns över 800 arter i detta grässläkte varav en mängd som ger ogräsproblematik (Henrard 1950; Touafchia et al. 2023). Arterna av ogräskaraktär är biologiskt mycket lika (Jones et al. 2021). De är sommarannueller och gror vid temperaturer mellan 20–30°C. Vid låga temperaturer går fröna in i groningsvila. Efter ett år har frönas grobarhet minskat signifikant, med mer än 50 %. Förökning sker framförallt genom självpollinering men kan ske med korspollinering, i sådana fall från intilliggande individer (Ebinger 1962). Blomningen är dagslängdsberoende och sker när fotoperioden är mellan 10-14 h (Jones et al. 2021).

Fingerhirs (Digitaria ischaemum (Schreb.) Muhl.)

D. ischaemum finns etablerad i Sverige (SLU 2024) och hittas i Skåne, Halland, Blekinge och Göteborg. Ingen litteratur hittades som nämnde denna som ett nuvarande ogräsproblem i Sverige. Den trivs bäst på sandiga jordar och är vanligt förekommande tillsammans med *S. viridis* (Franke et al. 2009).

Blodhirs (Digitaria sanguinalis (L.) Scop.)

D. sanguinalis har allelopatiska egenskaper som påverkar vete, majs och sojaböna (Zhou et al. 2013). Ämnena veratric syra, matol och (-) -loliolide utsöndras som rotexsudat vilket påverkar grödan och mikrolivet negativt. Arten är vanligt förekommande i majsodling i mellersta Europa (Belgien, Polen, Ungern) och väldigt vanlig längre söderut (Frankrike, Spanien, Rumänien och Italien) (Jensen et al. 2011).

3.2.4 Arter ur vipphirssläktet (*Panicum*)

Panicum-släktet är sommarannuella kortdagsväxter och det ingår ungefär 450 gräsarter i släktet (Verloove 2001; Aliscioni et al. 2003). Under 1900-talet och framåt har taxonomin ändrats och många arter som tidigare räknats till släktet gör det inte idag. Arter ur detta släkte ställer till med problem i majsodling i bland annat Tyskland och Polen (Jensen et al. 2011)

Hirs (Panicum miliaceum L.)

Som ogräs härstammar *P. miliaceum* från varianter av samma art som används som jordbruksgröda (Scholz 1983; Cavers & Kane 2016). Den förekommer som ett allvarligt ogräs i majs. Arten kan bygga upp en beständig fröbank och kan därför vara svår att bli av med (Cavers et al. 1992). Dessutom är den tillräckligt nära besläktat med majs för att kunna överföra sjukdomar (Cavers & Kane 2016). Denna art är främst ett problem i östra Europa (Xu et al. 2019).

Buketthirs (Panicum capillare L.)

P. capillare skapar problem i bland annat vete och majs (Clements et al. 2004). Fotoperioden är viktigt för groning då fröna går in i groningsvila när det blivit mogna som de håller tills de blir utsatta för ljus. De gror senare på säsongen och konkurrensförmågan är sämre än hos många vanliga C4-ogräs (Kroh & Stephenson 1980; Clements et al. 2004). Arten verkar i stället bli framgångsrik genom sin uthållighet och sin förmåga att bilda en fröbank.

Hösthirs (Panicum dichotomiflorum Michx.)

P. dichotomiflorum har visat sig vara toxisk för mindre idisslare som får (Miles et al. 1992; Sillman et al. 2019). Den trivs i fuktig jord men tål trots det torrare förhållanden även fast den inte når sin fulla potential (Sillman et al. 2019; Chiruvelli et al. 2022).

Transvalhirs (Panicum schinzii Hack.)

P. schinzii har förekommit som ett gräsogräs i majs i Nederländerna sedan 1995 (Fons & Pieter 2002). Den har dock varit mindre vanligt än *P. dichotomiflorum*.

Denna art har liksom *P. dichotomiflorum* visat sig vara toxiskt för får (Miles et al. 1992).

3.2.5 Ogräsdurra (*Sorghum halepense* (L.) Pers.)

Gräset *S. halepense* är en perenn kortdagsväxt som bildar rhizom (Warwick & Black 1983). Rhizomet gror lätt även vid upphackning i små bitar. Det tål dock inte minusgrader (Hull 1970). Arten har stor fröproduktion och kan både själv- och korspollineras (Warwick & Black 1983). Fröna går in i groningsvila och frönas grobarhet hålls uppe under lång tid. Studier har visat att det kan bevara sin grobarhet i upp till 25 år (Peerzada et al. 2023). En fröbank byggs därför lätt upp av arten. Fröna överlever dessutom matsmältningen hos idisslare.

S. halepense är även mycket plastisk i sin fenotyp och anpassar sig till många olika miljöer, exempelvis har den en bra förmåga att växa även vid låga ljusnivåer (McWhorter & Jordan 1976). Denna plasticitet gör att arten sprider sig även till nordligare breddgrader trots att det är en huvudsakligen tropisk växt (Burt & Wedderspoon 1971). Idag har arten spridits i stora delar av Europa (Yang et al. 2023). Enligt en enkätstudie om ogräs i majs i Europa ställer den till stora problem i Ungern, Rumänien, Spanien och Italien (Jensen et al. 2011).

3.2.6 Hundtandsgräs (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.)

C. dactylon är ett perennt gräsogräs som har snabb reproduktion, stark livskraft och är trampålig (Wang et al. 2020). Den har allelopatiska effekter som minskar rottillväxt och planthöjd på grödan (Rezaei & Yarnia 2009; Mushtaq et al. 2020). Arten förökar sig framförallt med stoloner och rhizom (Soares et al. 2023). Groning hos rhizom är inhiberad vid temperaturer under 10 °C (Horowitz 1972). Morfologin och biomassaallokeringen är ljusberoende och det bildas mindre utlöpare vid lägre ljusnivåer och även vid brist på näringsämnen (Dong & de Kroon 1994).

Arten har påvisats orsaka skördeförkluster i bland annat majs och vete (Soares et al. 2023). I Europa förekommer den i de södra och östra delarna, i bland annat Italien, Rumänien och Spanien är arten vanligt förekommande i majs (Weber & Gut 2005; Jensen et al. 2011). Vid enstaka tillfällen har den observerats även i Sverige (SLU 2024)

3.2.7 Jordmandel (*Cyperus esculentus* L.)

C. esculentus är ett perennt halvgräs som är rhizombildande (Mulligan & Junkins 1976; Riemens et al. 2008). Den bildar stamknölar, de är de enda växtdelarna som övervintrar. Den kan också spridas med frön har det upptäckts i Belgien (Riemens

et al. 2008). Man har inte observerat detta i Nederländerna och detta sätt att föröka sig bör vara av mindre vikt.

Arten har visat sig vara ett ogräs i olika grönsaker, potatis, majs och havre (Mulligan & Junkins 1976). Den har stor spridning i Centraleuropa (Follak et al. 2015) (Weber & Gut 2005). I Nederländerna har den ställt till med stora problem och det är därför reglerat vad man får odla om man fått in detta ogräs (Riemens et al. 2008; Sprangers 2024).

3.2.8 Arter ur amarantsläktet (*Amaranthus*)

Amarantsläktet består av 70 olika arter (Trucco & Tranel 2011) där alla är sommarannueller (Costea et al. 2004). Arterna i detta släkte har starka tendenser till att bilda resistens mot herbicider (Tranel et al. 2002; Costea et al. 2004; Trucco & Tranel 2011). De anpassar sig fenotypiskt efter olika miljöer och de klarar en variation av jordar med olika texturer och pH (Costea et al. 2004; Trucco & Tranel 2011). Konkurrensförmågan tar arterna för sig av plats och ljus. Dessa arter klassas som några av världens värsta ogräs och kan till exempel minska majsskördar med upp till 90 %. De kan även ställa till stora problem i sockerbeter. Ifall de förekommer i bete kan de vara toxiska för betesdjur.

Svinamarant (Amaranthus retroflexus L.)

A. retroflexus räknas som ett örtogräs i 60 olika grödor (Costea et al. 2004). Den har allelopatiska effekter på vete (Qasem 1995). Finns det rester av ogräset kvar i marken kan den därför minska skörden av vete nästkommande år. Denna art är mest konkurrenskraftig av amaranterna vilket tros bero på dess snabbare utveckling (Weaver 1984). Denna art finns på vissa ställen på Öland idag (Johnson 2024).

Grön amarant (Amaranthus hybridus L.)

Denna art har ett större behov än svinamarant av att ha en lång tillväxtperiod (Weaver 1984). Detta gör att den är mer begränsad av växtsäsongens längd och detta blir en begränsande faktor i dess spridning norrut.

3.2.9 Likheter mellan arterna

Utifrån de arter som tas upp kan man se en del likheter. De allra flesta arterna är gräs, detta är rimligt då de allra flesta C4-växter är just gräs (Sage et al. 2012). En majoritet av ogräsen är sommarannuella kortdagsväxter, ett fåtal är perenna kortdagsväxter. Något som togs upp angående fler av arterna var att de blir mindre beroende av fotoperioden vid högre temperatur. Många benämns även som mycket anpassningsbara och plastiska.

Några av likheterna går att koppla till att dessa arter är just C4-ogräs. Dels att majs togs upp som den mest utsatta grödan. Då majs är en C4-växt kräver den liknande förhållanden som dessa ogräs och detta gör att man ger gynnsamma förhållanden även för ogräsen när man gynnar majsen som gröda. Dels förekommer de främst i konkurrenssvaga grödor när det kommer till solljus. Detta beror på att C4-växter inte har en konkurrensfördel när det kommer till solljus. I tätare bestånd med grödor som konkurrerar starkare om solljus blir därför solljus den begränsande faktorn vilket C4-växter inte kan konkurrera lika bra om som C3-växter.

3.3 Intervjuer - Erfarenheter av C4-ogräs

Detta avsnitt sammanställer den kunskap som kom fram ur intervjuerna med personer med erfarenheter av C4-ogräs. Intervjuerna gav information om erfarenheter från Sverige, Nederländerna och Norge.

3.3.1 Sverige

Intervju genomfördes med Frans Johnson (rådgivare på Hushållningssällskapet Kalmar Kronoberg Blekinge) som genom sitt arbete samlat på sig mycket erfarenheter av C4-ogräs i Sverige, framför allt hönshirs (*E. crus-galli*).

I Sverige är det hönshirs som det finns mest erfarenhet kring. Andra arter som togs upp i intervjun var kolvhirs (*S. italica*) och svinamarant (*A. retroflexus*) som man börjat se i fält på Öland. Hönshirs har funnits i landet länge och fick stor spridning under 2000-talet. Man tror att den har kommit in i landet via Öland dit den kom med köksfröodling. Den stora spridningsvägen inom landet har främst skett med jordbruksmaskiner.

Man har främst sett problem hos odlare av konkurrenssvaga grödor. Framför allt majsodlingen är drabbad och man har sett att ogräset spridit sig i takt med majsodlingen. Man har under de senaste åren sett att problemet förekommer i fler grödor då de är konkurrenssvaga. Ett exempel är att vallodling där man sett hönshirs under torra år då etableringen är dålig. Ett problem som togs upp med hönshirs är att den kan gro över hela säsongen och har en snabb utveckling. Därför kommer det nya plantor som den ordinarie bekämpningen under vår/sommaren missar som bildar frön. Det är i stor utsträckning dessa plantor som leder till att det bildas en fröbank av ogräset.

Den erfarenhet som finns av kolvhirs visar att den producerar mindre plantor i storlek än hönshirs som inte heller är lika konkurrensstarka. Man har i stället sett att det blir mycket talrikt. Kolvhirs verkar ha samma spridningsvägar som hönshirs

och finns idag på ett antal fält på Öland. Man har även börjat se svinamarant på vissa fält men hittills i mindre utsträckning.

Hur stort problem C4-ogräs kommer spela i framtiden anser Frans beror på hur resistensbildningen kommer se ut då det idag anses gå att hantera hönshirs mycket bra med herbicider. Även vilka nya arter som kommer in i landet kommer påverka hur framtiden ser ut.

3.3.2 Nederländerna

Från Nederländerna intervjuades Timo Sprangers som är forskare vid Wageningen University och som via sin forskning och möten med jordbrukare fått erfarenheter om C4-ogräs.

I Nederländerna har man länge haft erfarenheter av ogräs med C4-fotosyntes. Man har sett att problemen ökat med tiden. Det nämndes i intervjun att sydligaste Sverige idag har ett liknande klimat som Nederländerna när problemet började dyka upp på 1970-talet.

Hönshirs (*E. crus-galli*) är den art de har längst och mest erfarenhet av. De ser idag att de har god förmåga att hantera den men att det börjar dyka upp fler fall av herbicidresistens. Detta anses vara en stor utmaning då mekanisk bearbetning mot hönshirs visat sig vara svår att lyckas med. Detta kommer innebära ett behov av att förändra odlingsystemen i landet för att kunna hantera hönshirs med mindre herbicider. Forskning från Nederländerna har visat att frön av hönshirs gror även efter att ha gått igenom matsmältningsorganen hos idisslare och kan därför spridas via gödseln. På gårdar med nötkreatur där majsodling är vanligare är där man fått störst problem med hönshirs.

Fingerhirs (*D. ischaemum*) togs även upp under intervjun som ett C4-ogräs som ställer till många problem. Den förekommer på liknande platser som hönshirs. Den har förökats upp av att man har haft gräsvallar som en fånggröda på sandiga jordar efter man odlat majs. I Nederländerna är dessa vallar krav för att minska näringsläckage vid majsodling vilket gör att det är mycket vanligt odlingsystem. Detta ogräs är svårt att hantera både kemiskt och mekaniskt och är därav ett problemogräs.

Den tredje arten som nämndes var jordmandel (*C. esculentus*). Den skiljer sig från de andra arterna rent biologiskt då den är ett halvgräs och betar sig därför också annorlunda i jordbruket. I Nederländerna har man många specialgrödor, bland annat tulpaner. Denna art har främst ställt till problem i sådan odling där det förstör kvaliteten och man inte får exportera produkten om man får in den. Det är därför reglerat vad man får odla om man fått in detta ogräs på sin mark i Nederländerna.

3.3.3 Norge

Från Norge intervjuades forskare Kirsten Tørresen från Norwegian Institute of Bioeconomy Research (NIBIO) som fått erfarenheter om C4-ogräs genom sin forskning och möten med jordbrukare.

I Norge har man främst sett problem med hönshirs. Hönshirs har man sett är mycket variabel och reagerar mycket på miljön den är i. Dels trivs den på mark med dålig dränering, dels vid torka. Den är etablerad på flera ställen i Norge, längst norrut där den kan föröka sig är runt Trondheimsfjorden. In i Norge har hönshirs kommit med grönsaksfrön och spridning i landet sker främst med maskiner men tros även spridas med fåglar och gödsel.

Hönshirs (*E. crus-galli*) orsakar främst problem i grönsaksodling men har även börjat förekomma i stråsäd. Ogräset är svårare att bekämpa i stråsäd än i grönsaksodling då det främst är bekämpning med den verksamma substansen pinoxaden som kan användas i stråsäd medan det finns fler tillgängliga inom grönsaksodlingen. Mekanisk bekämpning har gett osäkra resultat, det fungerar ibland och ibland inte.

Ett problem med hönshirs som togs upp var att hitta den i fält. Om man jämför med flyghavre, som man ser sticka upp över stråsäden, kan den variabla hönshirsens finnas i många olika höjder och det är därför inte självklart att plantorna är högre än grödan. Det gör det svårare att kontrollera ett fält som man gör med flyghavre. Dessutom gror den även när grödan har hunnit tillväxa längre och då kan den vara mycket svår att hitta.

Kavelhirs (*S. viridis*) är inte ett lika etablerat problem men det är en art man börjat stöta på i Norge. En svårighet med denna art är att den är mycket svår att skilja från hönshirs i tidiga stadier. Den är inte lika konkurrensstark som hönshirs enligt de norska erfarenheterna man har av arten.

3.4 Bedömning av C4-arternas etableringspotential som ogräs i Sverige

I detta avsnitt kommer arterna bedömas utifrån deras biologi och karaktär tillsammans med information från genomförda intervjuer (se avsnitten 3.2 och 3.3 ovan). Hur etablerade de är idag har även tagits hänsyn till (bilaga 3). Arterna bedöms där av utifrån potentialen att etablera sig i Sverige. Detta är även sammanställt nedan (tabell 2).

Tabell 2 Arterna indelad i vilka som sprider sig idag och håller på att etablera sig samt vilka som skulle kunna etablera sig idag och i framtiden.

Sprider sig	Håller på att etableras	Skulle kunna etableras idag	Skulle kunna etableras i framtiden
Hönshirs	Blodhirs Buketthirs Fingerhirs Kavelhirs Kolvhirs Svinamarant	Amerikansk hönshirs Grå kavelhirs Kortborstig kavelhirs	Grön amarant Hirs Hundtandsgräs Hösthirs Jordmandel Kinesisk kavelhirs Ogräsdurra Transvalhirs

3.4.1 C4-arter som sprider sig i Sverige idag

Hönshirs ställer redan idag till problem i stora delar av Sverige (Lilliehöök 2020; Johnson 2024). Andra arter i familjen (*Echinochloa*) är inte etablerade i Sverige men har dykt upp vid enstaka tillfällen. Hönshirs är nog den art som kommer sprida sig mest samt ha störst påverkan på kort sikt då den redan är såpass etablerad i landet. Den anses vara här för att stanna och har visat stor potential i andra delar av världen att bilda resistens mot herbicider vilket vi inte sett i Sverige än men kan se i framtiden.

3.4.2 C4-arter som håller på att etablera sig

En del av arterna beskrivna i denna del kommer vara sådana som tagits upp i litteratur- (avsnitt 3.2) eller intervjudelen (avsnitt 3.3) och som inte ställer till problem i jordbrukssammanhang i Sverige idag men ändå finns etablerade i landet och/eller har dykt upp i enstaka fall i fält.

I kolvhirssläktet (*Setaria*) är kavelhirs (*S. viridis*) etablerad i landet (bilaga 3), dessutom har man börjat stöta på kolvhirs (*S. italica*) i fält på Öland (Johnson 2024). På grund av att den har sen uppkomst i vårt klimat och att den inte är så konkurrensstark är det främst i majsodling som den kommer kunna vara ett problem. Kavelhirs är något man i Norge börjat se i jordbrukssammanhang. Kavelhirs förekommer ofta tillsammans med arten fingerhirs (*D. ischaemum*) (Franke et al. 2009). Fingerhirs ställer idag till stora problem i Nederländerna (Sprangers 2024). Framför allt har fingerhirs förökats upp där genom att man haft gräsvallar som fånggröda på sandiga marker som man sedan odlat majs på. Den är mycket svår att hantera både kemiskt och mekaniskt och är därför ett stort problemogräs. Arten förekommer även i Sverige (bilaga 3). Då den redan är

etablerad finns det stor potential att det i Sverige snart börjar synas problem liknande de i Nederländerna.

Blodhirs (*D. sanguinalis*) togs inte upp som ett lika stort problem i Nederländerna som fingerhirs som den delar släkte med (Sprangers 2024). Den är i stället mer vanlig längre österut i Europa (Weber & Gut 2005). Den är också etablerad i södra Sverige idag (bilaga 3). Den påverkar hittills inte majsodling i nordligare länder som Danmark och Tyskland (Jensen et al. 2011) vilket kan bero på att klimatet inte är tillräckligt gynnsamt ännu i kombination med att den inte är lika konkurrenskraftig som fingerhirs.

Svinamarant (*A. retroflexus*) är en annan art man sett börjat etableras på Öland (Johnson 2024). Denna art tar för sig mer än många andra av de arter som tas upp. Att den börjat dyka upp kan mycket väl innebära att den snart är mycket vanlig. Med dess snabba utveckling och tillväxt (Weaver 1984) i kombination med allelopatiska effekter (Qasem 1995) skulle den kunna ställa till med stora problem för de lantbrukare som får in den på åkern.

Buketthirs (*P. capillare*) är en annan art som är etablerad i landet (bilaga 3) men den har inte nämnts som något större problem varken i Sverige eller Nederländerna. Den är ett mindre konkurrensstarkt ogräs och bygger i stället upp en stor fröbank och är uthållig (Clements et al. 2004). Klimatet behöver antagligen anpassas mer för att den skall bli konkurrensstark nog att börja etableras i odlingsystemen.

3.4.3 C4-arter som skulle kunna etablera sig idag

Arter som tas upp i denna del är inte etablerade eller har upptäckts i svensk odling ännu. De har däremot, enligt litteraturen, karaktärsdrag som gör att de skulle kunna etableras i Sverige idag.

Den amerikanska hönshirs (*E. muricata*) ska vara mycket lik hönshirs och man har upptäckt att den är vanligare än man tidigare trott i många länder i Europa. Man kan anta att den skulle bete sig som hönshirs om vi fick in den samt att den liksom hönshirs skulle kunna etableras idag.

Grå kavelhirs (*S. pumila*) är en art som minskar foderkvaliteten vilket skulle kunna bli ett problem för de bönder som använder majs som foder till nötkreatur. Den har liknande klimatkrav som kavelhirs och skulle därför kunna spridas i Sverige om den kom in idag (Dowsett et al. 2019). Kortborstig kavelhirs (*S. verticillata*) som klarar kallare klimat än kavelhirs skulle också kunna etableras i Sverige (Darmency & Dekker 2011). Den verkar vara mindre allvarlig som ogräs än de andra arterna i släktet (*Setaria*) som tas upp.

3.4.4 C4-arter som skulle kunna etablera sig i framtiden

I denna del diskuteras resterande arter. Med ett förändrat klimat kan det komma att vara möjligt för dessa att etablera sig i Sverige.

Utbredningen av kinesisk kavelhirs (*Setaria faberi* R.A.W. Herrm.) är mer sydlig än den av kavelhirs (Weber & Gut 2005; Jensen et al. 2011). Kinesisk kavelhirs skulle kunna etableras i landet vid ökade temperaturer men det är mindre risk för att denna etableras idag än de andra i kolvhirssläktet (*Setaria*).

Många arter ur vipphirssläktet (*Panicum*) finns främst som ogräs i Centraleuropa (Weber & Gut 2005). De tas inte upp som lika allvarliga i litteraturen som flera andra nämnda ogräs. Arter ur detta släkte ställer inte till så många problem i majsodling i intilliggande Danmark (Jensen et al. 2011) men med ett förändrat klimat skulle detta kunna ändras och en invasion av dessa arter skulle kunna ske även i Norden. Hirs (*P. miliaceum*) skulle framför allt påverka den svenska majsodlingen då den sprider många sjukdomar till majs (Cavers & Kane 2016). Idag är den utbredd i östra Europa (Weber & Gut 2005). Hösthirs (*P. dichotomiflorum*) och transvalhirs (*P. schinzii*) skulle kunna vara ett problem för fårproducenter om de får in det på sina vallar och i sitt grovfoder då arterna har toxiska effekter på får (Miles et al. 1992). Detta skulle främst vara en risk om man hade använt majs som foder även till får vilket man inte gör.

Grön amarant (*A. hybridus*) är en annan av arterna som vi först kommer kunna se i Sverige i framtiden. Arten kräver längre växtsäsong än svinamarant (*A. retroflexus*) (Weaver 1984), den kan därför först dyka upp i Sverige när klimatförändringarna skapat en längre växtsäsong.

För de perenna ogräsen som tas upp gäller de främst de arter som reproduceras via utlöpare (bilaga 2). Vad som skulle kunna hämma deras etableringspotential är att deras växtdelar måste överleva vinterförhållandena i Sverige. Ogräsdurra (*S. halepense*) och hundtandsgräs (*C. dactylon*) är inte så vanliga i centrala Europa ännu utan finns mer i sydligare delar av Europa (Weber & Gut 2005). Ogräsdurra är dock väldigt plastisk (McWhorter & Jordan 1976) och det kan finnas en risk att denna art etableras i sydliga delar av Sverige då den kan komma att överleva de mildare vintrarna i framtiden. Hundtandsgräs finns också främst i sydligare delar av Europa idag men kan gro redan vid 10°C (Horowitz 1972) och skulle därför också kunna etableras i sydliga delar av Sverige. Jordmandel (*C. esculentus*) är den av dessa arter som hittas närmast Sverige, bland annat har den varit ett stort problem i specialgrödor i Nederländerna (Sprangers 2024).

3.5 Utbredningspotential för C4-arter i Sverige

Detta avsnitt kommer placera in den kunskap om C4-arterna, som tagits upp i avsnitten 3.1–3.4, i ett bredare svenskt perspektiv för att få förståelse för i vilka sammanhang dessa C4-ogräs har störst chans att skapa problem. Det kommer även kopplas till erfarenheter från både Sverige och andra länder.

3.5.1 Temperatur

Arterna som tas upp i avsnitt 3.2 (Arternas biologi och karaktär) är alla kortdagsväxter. Fler av dessa blir dock mindre beroende av fotoperioden vid högre temperaturer. Sveriges långdagsförhållanden kommer därav bli mindre avgörande för deras utbredningspotential. Som nämnts i avsnitt 3.1 (Fotosyntes) kommer en ökad temperatur även ge arterna en konkurrensfördel när det kommer till WUE och NUE. Därför kommer det bli lättare för många av dem att etablera sig då temperaturen ökar i landet.

Till vilka breddgrader de kommer sprida sig är svårt att säga då vi inte vet exakt hur klimatförändringarna kommer ta sig i uttryck. Det är dessutom inte bara temperaturen utan även odlingssystem, nederbörds- och jordartförhållande som styr var arterna trivs. Därför är temperaturen i sig inte en tillräckligt tydlig parameter för att avgöra vilka ogräs som kommer sprida sig vart. Enbart med avseende på temperaturen kan man dock säga att södra delarna av landet kommer vara mer utsatta än de norra delarna då temperaturen kommer vara högre i söder än i norr även i framtiden.

3.5.2 Nederbörd

Erfarenheter kring C4-ogräs i Sverige rör främst hönshirs, se avsnitt 3.4 (Intervjuer). Dessa erfarenheter säger att det uppstår problem med hönshirs dels när det är mycket torrt, dels på platser med mycket stående vatten (Johnson 2024). Detta går att applicera på de andra C4-ogräsen då de beter sig på liknande sätt enligt den litteratur som tas upp i 3.2 (Arternas biologi och karaktär). Detta är viktigt att ha i åtanke då klimatförändringarna leder till mer extremväder vilket innebär perioder med mycket regn men även perioder med mycket torra (Johnsson et al. 2019).

Förutom att C4-ogräsen har bättre WUE kan torra leda till mindre konkurrensstarka grödor vilket gynnar C4-ogräsen. Detta har man sett i svaga vallgrödor i östra Sverige under de senaste fem åren då det förekommit mycket torra dagar (Johnson 2024). Vid de tillfällen då det kommer mycket nederbörd är riskerna större för att få stående vatten. Dessutom är mycket av den svenska dräneringen i behov av underhåll (Larsson et al. 2014).

Utbredningen kan därför komma att ske på de platser i landet där det förekommer mer torka samt i de delar där risken för stående vatten är hög. Nederbörden i sig avgör inte hur stora riskerna är. Topografi-, evapotranspirations-, diknings- och jordartsförhållanden är andra faktorer som är med och styr detta (Eriksson et al. 2011), se vidare avsnitt 3.5.3 (Jordarter). Därför kan riskerna för att dessa ogräs breder ut sig baserat på detta vara väldigt lokala. Till och med så lokalt att vissa delar av ett fält som ligger på en kulle och blir mer utsatt för torka, eller i en svacka där det kan bildas stående vatten kan vara mer utsatta för etablering av dessa ogräs än andra delar av fältet.

3.5.3 Jordarter

Jordarter en avgörande faktor för markens vattenhållande förmåga (Eriksson et al. 2011). Lättare jordar leder till högre risk för torka och tunga leror har lättare för att få stående vatten. Därför är det en faktor att ha hänsyn till, tillsammans med nederbördsförhållandena.

Av avsnittet om C4-arter att döma (3.2) är det många av arterna som främst trivs på lättare jordar. Detta kan bara delvis förklaras med att lättare jordar är mer utsatta för torra förhållanden. De blir även varmare snabbare (Eriksson et al. 2011) vilket gör att C4-ogräsen får gynnsamma förhållanden snabbare än på en tyngre jord. Därför kan man säga att risken för etablering av C4-ogräs ökar ju lättare jordar man har, framför allt på sandjordar.

3.5.4 Grödor

Hönshirs har spridits parallellt med majsodlingen i Sverige (Johnson 2024). Detta förklaras med att majs också är en C4-gröda. Den gynnas då av samma förhållanden som C4-ogräsen. Därför har man skapat gynnsamma förhållanden även för hönshirs genom att optimera förhållandena för majsen.

Det har visat sig, under de senaste åren då det varit torka i många delar av östra Sverige, att hönshirs kan ta för sig även i andra grödor ifall de har mindre konkurrenskraft. Grödans konkurrensförmåga är en avgörande faktor för C4-ogräsens förmåga att ta plats. Som avsnittet 3.2 visar trivs C4-ogräs sämre vid konkurrens om ljus. Därför är även andra konkurrenssvaga grödor utsatta, exempelvis potatis, sockerbetor och dåligt etablerade bestånd av spannmål och oljeväxter.

I Norge har grönsaksodlingen varit mest utsatt av hönshirs men även stråsådd sådd på våren blir mer och mer utsatt (Tørresen 2024). Eftersom de flesta ogräsen som tas upp är sommarannueller är detta förväntat då de har större chans att konkurrera med vårgroende grödor än med höstgroende som har ett försprång på våren.

3.5.5 Odlingssystem

I Nederländerna har det varit hos de jordbrukare som odlar majs till nötkreatur som spridningen varit störst av hönshirs och fingerhirs (Sprangers 2024). Detsamma gäller i Sverige med hönshirs (Johnson 2024). Har man dessutom flera konkurrenssvaga grödor i sin växtföljd ökar riskerna för problem.

Då en majoritet av C4-arterna är sommarannueller så kan man anta att system med mer vårsådda grödor bör vara mer utsatta. Detta stämmer mer med erfarenheter från Norge med att vårsådd stråsäd är utsatt för hönshirs (Tørresen 2024). För ogräsdurra, hundtandsgräs och jordmandel som är perenna är fleråriga grödor mer utsatta.

3.5.6 Spridningsvägar

Ocertifierat utsäde verkar vara en huvudsaklig spridningsväg av nya ogräs in i Sverige och Norge (Jonsson et al. 2015; Johnson 2024; Tørresen 2024).

När det gäller hönshirs så verkar jordbruksmaskiner varit den viktigaste spridningsfaktorn inom Sverige och Norge (Johnson 2024; Tørresen 2024). Att vi har större gårdar med maskiner som kör runt på större områden gör att spridningen har ökat. I Bohuslän tror man att spridning även sker med gäss och en viss spridning sker antagligen med vilda djur. I Nederländerna har det upptäckts att frön av hönshirs gror även efter att ha gått igenom matsmältningsorganen hos idisslare och kan därför spridas via gödseln (Sprangers 2024). Detta är då ytterligare en spridningsväg.

3.5.7 Konsekvenser

Utifrån utbredningspotentialen kommer dessa ogräs kunna skapa problem främst på sandiga jordar i områden som utsätts för torka och som det odlas mycket konkurrenssvaga vårgrödor på. Även de marker som har stående vatten är mer utsatta.

En etablering av dessa ogräsarter kommer leda till en försvåring i odlingen av konkurrenssvaga grödor. Framför allt för majsodlingen då det är den mest utsatta grödan. Detta kan innebära att när klimatet blir mer gynnsamt för majsodling begränsas den i stället av ogräs.

3.6 Bekämpning

Bekämpning av dessa ogräs kommer bli mer aktuellt i framtiden då dessa arter kan komma in i odlingssystem i Sverige. Därför tas det upp, i ett brett perspektiv, för

att undersöka vilka konsekvenser att behöva bekämpa nya ogräs har på hur den svenska växtodlingen går till.

3.6.1 Herbicidresistens

Många av arterna som tas upp är plastiska, har stor anpassningsförmåga och framför allt arterna i hönshirssläktet (*Echinochloa*) och amarantsläktet (*Amaranthus*) verkar ha stora tendenser till att bilda herbicidresistens är slutsatser som kan dras från litteraturen som redovisas i avsnitt 3.2 (Arternas biologi och karaktär). I Nederländerna har man haft problem med flera av dessa arter en längre tid. Man har främst hanterat C4-ogräsen med herbicider men idag har herbicidresistens börjat dyka upp hos hönshirs (Spranger 2024). Där kommer framför allt förändrade växtföljder behöva implementeras på grund av detta. I Sverige och Norge skulle det innebära stora svårigheter att hantera arterna om vi fick in det (Johnson 2024; Tørresen 2024).

Om resistens kommer in skulle det innebära att förändringar i bekämpningsstrategin behöver implementeras då vår nuvarande bekämpning är beroende av herbicider i stor utsträckning. Det kan innebära ökade produktionskostnader och att jordbruket blir begränsat i sin växtföljd och sina metoder. För att förebygga detta är det viktigt att man använder preparat med skilda verkningsmekanismer. Låga doser kan även leda till resistens så man bör använda en effektiv dos när man använder herbicider. Man ska även hålla nere ogrästrycket på sina fält och ha en varierad odling. Det är viktigt att man följer IPM, se avsnitt 3.6.2 (Integrerat växtskydd).

3.6.2 Integrerat växtskydd

Förebygga

Utifrån framtidsprognosen för C4-ogräs i Sverige är vårgroende konkurrenssvaga grödor mest utsatta. Därför bör dessa inte utgöra för stora delar av växtföljden, framför allt inte på sandiga jordar eller där det finns risk för torka. Höstgrödor och en bra etablerad vall är förebyggande för många av dessa ogräs då de flesta av ogräsen som tas upp är sommarannueller. De konkurrerar alltså bättre med en gröda som etablerats på våren då grödan inte har samma försprång som en höstgröda.

Bra etablerade grödor är alltid en fördel mot ogräs. I detta fall då det gäller ogräs som är konkurrenskänsliga stämmer detta ännu mer. Då torka dels ger ogräsen konkurrensfördelar och kan skapa konkurrenssvaga grödor kan användandet av bevattning när det behövs också förebygga dessa arter som ogräs. Det är inte självklart att man på alla platser kommer kunna kompensera för det torrare klimatet med bevattning. Det beror på vilken tillgång på vatten som finns vilket med ett förändrat klimat kan bli en mer begränsad resurs även i Sverige.

Stående vatten ökar också riskerna för att dessa ogräs tar för sig. Därför bör man förebygga detta genom exempelvis täckdikning. Detta gäller även om vi får in C4-arter som är perenner. Mot dem skiljer sig bekämpningsstrategin från de annuella genom att de missgynnas av den högre grad bearbetning som sker när man har ettåriga grödor jämfört med exempelvis en flerårig vall.

Att förhindra spridning kommer också att vara viktigt. Då jordbruksmaskiner varit den huvudsakliga spridningsvägen för hönshirs kan man anta att många av de andra arternas fröer kommer sprida sig på ett liknande sätt (Johnson 2024). Även gödsel kan vara en spridningsväg framför allt inom gårdar. Därför bör man exempelvis tvätta sina maskiner mellan fält. Att minimera spridningen in i landet är viktigt och det är viktigt att alla använder certifierat utsäde för att vi inte skall få in dessa arter. Det kanske inte främst är jordbrukare som använder sådant utsäde utan hobbyodlare och liknande. Information borde därför delas med hela i samhället.

Bevaka

Man bör, som jordbrukare, bedöma riskerna för C4-ogräs på sin gård och agera utifrån det. Man ska anpassa åtgärderna man använder sig av efter vilka ogräs man har. I vissa miljöer är C4-ogräsen benägna att dyka upp, som torra platser, på sandiga jordar eller om man har stående vatten. De är även vanligare i konkurrenssvaga grödor, speciellt majs.

Behovsanpassa (Direkta åtgärder)

Utifrån vilka av arterna som upptäcks bör man sedan implementera riktade åtgärder. De perenna arterna har alla utlöpare och går därför att behandla med jordbearbetning. Vad som bör tänkas på är när det kommer till sommarannuellerna är att många av dem även har sen groningen. Det kan innebära att man missar dem med den vanliga bearbetningen på våren.

Som sista utväg kan man i IPM använda herbicider mot dessa arter. Det har funnits en god effekt på hönshirs med herbicidbehandlingar i maj eller juni men man får ofta en till groningen även efter (Johnson 2024). Det är de plantorna som sedan sätter frön. Dessa frön kan bilda en fröbank. Detta är ett problem om man vill bli av med hönshirs.

Följa upp

Det sista viktiga steget i IPM är att följa upp och bedöma hur de man gjort fungerat. Detta kommer bli extra viktigt då erfarenheter kring hur dessa arter skall behandlas inte finns i någon större utsträckning i Sverige. Därför bör man undersöka resultatet som ens behandling hade samt anteckna det.

3.7 Behov av vidare arbete

Detta arbete är en sammanställning av litteratur och praktisk erfarenhet kring många C4-arter. Arbetet blir därför begränsat i hur djupt man kan gå in på varje art utifrån de tidsramar som är uppsatta. För att öka beredskapen inför nya ogräsarter skulle arbeten/sammanställningar kring de olika släktena eller specifika arter vara gynnsamt. Det finns redan mycket information kring hönshirs men flera av de andra arterna skulle behöva utredas. Fördelaktigt vore det om det gjordes innan de blir ett problem och inte efter att de finns etablerade i svenska fält.

I kombination med en djupare blick in i de enskilda arterna skulle en fördjupning i hur de olika arterna kan bekämpas på bästa sätt vara nödvändig för att kunna hantera dess potentiella problematik. Framför allt direkta metoder går inte detta arbete tillräckligt djupt in på. Arterna skiljer sig mer eller mindre i hur de kan bekämpas på ett framgångsrikt sätt och därför skulle varje art för sig behöva studeras och kopplas till ett svenskt sammanhang. Då herbicidresistens är vanligt förekommande bland flera av arterna skulle även detta kunna undersökas. Även att kolla på spridningsvägar för arterna kommer vara viktigt då alla arter inte nödvändigtvis behöver bete sig som de som kommit in i landet redan. Dessutom har detta arbete inte tagit upp fröernas överlevnad i biogas och hur detta skulle kunna leda till spridning av dem.

Spridningsvägar är något som kommer avgöra utbredningen av arterna. De erfarenheter som tas upp är enbart av några av arterna. Framför allt hönshirs fanns det erfarenheter kring. Det är inte självklart att alla arter betar sig likadant och kommer därför vara viktigt att undersöka spridningsvägar närmare för alla arter.

Att kunna identifiera dessa arter kommer bli en viktig kunskap för att jordbrukare ska kunna arbeta med IPM. Därför skulle en svensk nyckel med dessa ogräs kunna skapas. Dessutom är taxonomin inom vissa släkten, framförallt hönshirssläktet, inte helt tydlig (Maun & Barrett 1986; Hoste & Verloove 2022). Detta verkar bero på stor inom-artvariation och att vissa av arterna inom släktena är mycket lika. Det finns få studier om skillnader mellan arterna. Att de sprider sig till nya ställen innebär ett behov av att skilja arterna åt på platser där kunskapen inte finns vilket gjort att man blandat ihop arter. Detta skulle alltså vara information som om den fanns lättillgänglig skulle underlätta arbetet för odlare och rådgivare när dessa arter börjar etablera sig.

Det är även viktigt att information om detta når de som påverkas av det, alltså jordbrukare. Förutom att de behöver kunna känna igen arterna som kan komma bör de också veta vad det kan innebära för dem. Genom kunskap kan odlarna både förebygga att problem uppstår samt hantera det problem som dyker upp. Därför är

det inte bara viktigt att man fördjupar sig mer på ämnet utan det behöver portioneras på ett sådant sätt att det går att ta del av i alla led i lantbruksbranschen.

4. Slutsatser

Detta arbete syftade till att undersöka hur framtiden för C4-ogräs ser ut i Sverige. Utifrån den litteratur som användes drogs slutsatser om att C4-växter har bättre WUE och NUE jämfört med C3-växter.

18 arter av relevans för svensk växtodling i framtiden hittades. Av dem är hönshirs redan etablerad och sprider sig idag norrut landet och kavelhirs, kolvhirs, fingerhirs, blodhirs, svinamarant och buketthirs håller på att etablera sig i Sverige. Amerikansk hönshirs, kortborstig kavelhirs och grå kavelhirs skulle kunna etablera sig i landet i dagens klimat. Ogräsdurra, hundtandsgräs, jordmandel, kinesisk kavelhirs, hirs, transvalhirs, hösthirs och grön amarant kan komma att etableras i landet med ett förändrat klimat.

Dessa ogräs kan komma in, främst i odling på sandiga jordar, där kurrenssvaga grödor är stor del av växtföljden och det finns risk för torka. Även stående vatten är en riskfaktor för flera av ogräsen.

Spridningsvägar in i landet är främst ocertifierade frön och inom landet med maskiner. För de grödor där dessa ogräs ställer till problem, framför allt majs, kan införandet av dessa arter i landet innebära en ökad kostnad och försvåra odlandet av dessa. Det kommer då bli viktigt att använda sig av IPM. Flera av arterna har visat stor kapacitet till att utveckla herbicidresistens och skulle detta uppkomma i Sverige skulle odling av de grödor som påverkas försvåras ytterligare, det är därför viktigt att förbygga detta.

Referenser

- Adhikari, S., Anuragi, H., Chandra, K., Tarte, S.H., Dhaka, S.R., Jatav, H.S. & Hingonia, K. (2023). Chapter six - Molecular basis of plant nutrient use efficiency - concepts and challenges for its improvement. In: Aftab, T. & Hakeem, K.R. (eds) *Sustainable Plant Nutrition*. Academic Press. 107–151.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-443-18675-2.00001-8>
- Aliscioni, S.S., Giussani, L.M., Zuloaga, F.O. & Kellogg, E.A. (2003). A molecular phylogeny of *Panicum* (*Poaceae: Paniceae*): Tests of monophyly and phylogenetic placement within the *Panicoideae*. *American Journal of Botany*, 90 (5), 796–821. <https://doi.org/10.3732/ajb.90.5.796>
- Bajwa, A.A., Jabran, K., Shahid, M., Ali, H.H., Chauhan, B.S., & Ehsanullah (2015). Eco-biology and management of *Echinochloa crus-galli*. *Crop Protection*, 75, 151–162. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2015.06.001>
- Burt, G.W. & Wedderspoon, I.M. (1971). Growth of Johnsongrass: Selections under different temperatures and dark periods. *Weed Science*, 19 (4), 419–423
- Calvin, K., et.al. (2023). *IPCC, 2023: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>
- Cavers, P.B. & Kane, M. (2016). The biology of Canadian weeds: 155. *Panicum miliaceum* L. Charles, M.T. (ed.) (Charles, M. T., ed.). *Canadian Journal of Plant Science*, 96 (6), 939–988. <https://doi.org/10.1139/cjps-2015-0152>
- Cavers, P.B., Kane, M. & O'Toole, J.J. (1992). Importance of seedbanks for establishment of newly introduced weeds: A case study of proso millet (*Panicum miliaceum*). *Weed Science*, 40 (4), 630–635
- Chiruvelli, V.S.D.K.S., Sandhu, H.S., Cherry, R. & Odero, D.C. (2022). Influence of soil water content on growth and panicle production of fall panicum (*Panicum dichotomiflorum*). *Weed Technology*, 36 (5), 678–684.
<https://doi.org/10.1017/wet.2022.75>
- Clements, D.R., Stephen J. Darbyshire, A.D., Cavers, P.B. & Sartonov, A.D. (2004). The biology of Canadian weeds. 127. *Panicum capillare* L. *Canadian Journal of Plant Science*, 84 (1), 327–341. <https://doi.org/10.4141/P02-147>
- Costea, M., Weaver, S.E. & Tardif, F.J. (2004). The biology of Canadian weeds. 130. *Amaranthus retroflexus* L., *A. powellii* S. Watson and *A. hybridus* L. *Canadian Journal of Plant Science*, 84 (2), 631–668. <https://doi.org/10.4141/P02-183>

- Darmency, H. & Dekker, J. (2011). *Setaria*. In: Kole, C. (ed.) *Wild crop relatives: Genomic and breeding resources: Millets and grasses*. Springer. 275–296. https://doi.org/10.1007/978-3-642-14255-0_15
- Dong, M. & de Kroon, H. (1994). Plasticity in morphology and biomass allocation in *Cynodon dactylon*, a grass species forming stolons and rhizomes. *Oikos*, 70 (1), 99–106. <https://doi.org/10.2307/3545704>
- Douglas, B.J., Morrison, I.N., Thomas, A.G. & Maw, M.G. (1985). The biology of Canadian weeds.: 70. *Setaria viridis* (L.) Beauv. *Canadian Journal of Plant Science*, 65 (3), 669–690. <https://doi.org/10.4141/cjps85-089>
- Dowsett, C., Buddenhagen, C., James, T. & McGill, C. (2019). Yellow bristle grass (*Setaria pumila*) germination biology. https://agresearch.figshare.com/articles/journal_contribution/Yellow_bristle_grass_Setaria_pumila_germination_biology/22739648/1 [2024-01-23]
- Ebinger, J.E. (1962). Validity of the grass species *Digitaria adscendens*. *Brittonia*, 14 (3), 248–253. <https://doi.org/10.2307/2805260>
- Eckersten, H., Andersson, L., Holstein, F., Fogelfors, B.M., Lewan, E., Sigvald, R., Torsell, B. & Karlsson, S. (2008). *Bedömningar av klimatförändringars effekter på växtproduktion inom jordbruket i Sverige*. Institutionen för växtproduktionsekologi, SLU. https://pub.epsilon.slu.se/3366/1/No_6.pdf. [2024-01-25]
- Eriksson, J., Dahlin, S., Nilsson, I. & Simonsson, M. (2011). *Marklära*. Första upplagan. <https://www.studentlitteratur.se/kurslitteratur/naturvetenskap-och-miljo/geovetenskap/marklara/> [2024-01-29]
- Fogelfors, H., Wivstad, M., Eckersten H., Holstein, F., Johansson, S and Verwijst, T. (2009). *Strategic Analysis of Swedish Agriculture* Institutionen för växtproduktionsekologi, SLU. https://pub.epsilon.slu.se/4626/1/fogelfors_et_al_100325.pdf
- Follak, S., Aldrian, U., Moser, D. & Essl, F. (2015). Reconstructing the invasion of *Cyperus esculentus* in Central Europe. *Weed Research*, 55 (3), 289–297. <https://doi.org/10.1111/wre.12145>
- Fons, A.I.R. & Pieter, P.F.S. (2002). *Panicum schinzii* Hack. ingeburgerd in Nederland. *Gorteria Dutch Botanical Archives*, 28 (4), 77–80
- Franke, A.C., van Dijk, W. & Riemens, M.M. (2009). *Setaria verticillata*, *Digitaria ischaemum* and *Geranium molle*: biology and control, a review of literature. Wageningen University, the Netherlands. <https://edepot.wur.nl/5345> [2024-01-27]
- Ghannoum, O., Evans, J.R. & von Caemmerer, S. (2011). Chapter 8 Nitrogen and water use efficiency of C4 Plants. In: Raghavendra, A.S. & Sage, R.F. (eds) *C4 photosynthesis and related CO2 concentrating mechanisms*. Springer Netherlands. 129–146. https://doi.org/10.1007/978-90-481-9407-0_8
- Hall, D.O. & Rao, K. (1999). *Photosynthesis*. Cambridge University Press.
- Halsted, M. & Lynch, J. (1996). Phosphorus responses of C₃ and C₄ species. *Journal of Experimental Botany*, 47 (4), 497–505. <https://doi.org/10.1093/jxb/47.4.497>

- Henrard, J.T. (1950). *Monograph of the genus Digitaria*.
<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19501602927> [2024-01-23]
- Horowitz, M. (1972). Development of *Cynodon dactylon* (L.) Pers. *Weed Research*, 12 (3), 207–220. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.1972.tb01209.x>
- Hoste, I. (2004). The naturalisation history of *Echinochloa muricata* in Belgium, with notes on its identity and morphological variation. *Belgian Journal of Botany*, 137 (2), 163–174
- Hoste, I. & Verloove, F. (2022). Taxonomy of the weed species of the genus *Echinochloa* (*Poaceae*, *Panicaceae*) in Southwestern Europe: Exploring the confused current state of affairs. *PhytoKeys*, 197, 1–31.
<https://doi.org/10.3897/phytokeys.197.79499>
- Hull, R.J. (1970). Germination control of Johnsongrass rhizome buds. *Weed Science*, 18 (1), 118–121
- Jensen, P., Bibard, V., Czembor, E., Dumitru, S., Foucart, G., Froud-Williams, R., Jensen, J.E., Saavedra, M., Sattin, M., Soukup, J., Palou, A.T., Thibord, J.-B., Voegler, W. & Kudsk, P. (2011). *Survey of weeds in maize crops in Europe*.
https://www.researchgate.net/publication/232775702_SURVEY_OF_WEEDS_IN_MAIZE_CROPS_IN_EUROPE
- Johnson, F. (2024). Intervju om C4-ogräs i Sverige. Hushållningsällskapet Kalmar Kronoberg Blekinge, Sverige
- Jones, E.A.L., Contreras, D.J. & Everman, W.J. (2021). Chapter 9 - *Digitaria ciliaris*, *Digitaria ischaemum*, and *Digitaria sanguinalis*. In: Chauhan, B.S. (ed.) *Biology and Management of Problematic Crop Weed Species*. Academic Press. 173–195.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822917-0.00014-8>
- Jonsson, M., Friberg, H., Andersson, B., Andersson, L., Viketoft, M., Taylor, A., Bommarco, R. & Glimskär, A. (2015). Invasiva arter och samordning kring växtskydd i miljöövervakning för åkermark. <https://res.slu.se/id/publ/86383> [2024-02-04]
- Jordbruksverket (2022). *Hönshirs - ogräs med stor fröproduktion*. .
<https://jordbruksverket.se/vaxter/odling/vaxtskydd/vaxtskyddsatgarder/honshirs> [2024-01-18]
- Kroh, G.C. & Stephenson, S.N. (1980). Effects of diversity and pattern on relative yields of four michigan first year fallow field plant species. *Oecologia*, 45 (3), 366–371.
<https://doi.org/10.1007/BF00540207>
- Larsson, T., Maré, L. de, Lindmark, P., Rangsjö, C.-J. & Johansson, T. (2014). *Jordbrukets markavvattningsanläggningar i ett nytt klimat*.
https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_rapporter/ra13_14.pdf [2024-01-29]
- Leakey, A.D.B., Ferguson, J.N., Pignon, C.P., Wu, A., Jin, Z., Hammer, G.L. & Lobell, D.B. (2019). Water use efficiency as a constraint and target for improving the resilience and productivity of C3 and C4 crops. *Annual Review of Plant Biology*, 70 (1), 781–808. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-042817-040305>

- Lilliehöök, A. (2020). *Hönshirs – ett gräsogräs på frammarsch*. Självständigt arbete. Institutionen för växtproduktionsekologi, SLU.
https://stud.epsilon.slu.se/16049/1/lilliehook_a_200903.pdf
- Lundgren, M.R. (2020). C2 photosynthesis: a promising route towards crop improvement? *New Phytologist*, 228 (6), 1734–1740.
<https://doi.org/10.1111/nph.16494>
- Maslo, S. & Šarić, Š. (2018). Giant foxtail (*Setaria faberi*, Poaceae): a new alien species in the flora of Bosnia and Herzegovina.
http://www.bio.bas.bg/~phytolbalcan/PDF/24_1/PhytolBalcan_24-1_07_Maslo_&_Saric.pdf
- Maun, M.A. & Barrett, S.C.H. (1986). The biology of Canadian weeds.: 77. *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. *Canadian Journal of Plant Science*, 66 (3), 739–759.
<https://doi.org/10.4141/cjps86-093>
- McWhorter, C.G. & Jordan, T.N. (1976). The effect of light and temperature on the growth and development of Johnsongrass. *Weed Science*, 24 (1), 88–91
- Melin, M. & Sigfridsson, K. (n.d.). Växtodling i Sverige 2040.
https://media1.gradvis.se/2020/12/Gradvis_vaxtodling_web.pdf
- Mhlanga, B., Chauhan, B.S. & Thierfelder, C. (2016). Weed management in maize using crop competition: A review. *Crop Protection*, 88, 28–36.
<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.05.008>
- Miles, C.O., Wilkins, A.L., Munday, S.C., Holland, P.T., Smith, B.L., Lancaster, M.J. & Embling, P.P. (1992). Identification of the calcium salt of epismilagenin .beta.-D-glucuronide in the bile crystals of sheep affected by *Panicum dichotomiflorum* and *Panicum schinzii* toxicoses. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40 (9), 1606–1609. <https://doi.org/10.1021/jf00021a026>
- Monaco, T.J., Weller, S.C. & Ashton, F.M. (2002). *Weed Science: Principles and Practices*. John Wiley & Sons.
- Mulligan, G.A. & Junkins, B.E. (1976). The biology of Canadian weeds. 17. *Cyperus esculentus* L. *Canadian Journal of Plant Science*, 56 (2), 339–350.
<https://doi.org/10.4141/cjps76-052>
- Mushtaq, W., Siddiqui, M.B., Hakeem, K.R. (2020). Allelopathy potential of important crops. In: *Allelopathy*. SpringerBriefs in Agriculture. Springer, Cham.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-40807-7_3
- Nationalencyklopedin (2023). Nationalencyklopedin. <https://www.ne.se> [2024-01-29]
- Nurse, R.E., Darbyshire, S.J., Bertin, C. & DiTommaso, A. (2009). The Biology of Canadian Weeds. 141. *Setaria faberi* Herrm. *Canadian Journal of Plant Science*, 89 (2), 379–404. <https://doi.org/10.4141/CJPS08042>
- Orlandi, S., Nucera, E., Mosimann, E., D’Adda, G., Garzoli, D., Bertossa, M., Lonati, M. & Lombardi, G. (2017). Drivers of *Setaria pumila* (Poir.) Roem. et Schult growth and impact on forage quality in lowland Switzerland meadows. *Grass and Forage Science*, 72 (1), 154–162. <https://doi.org/10.1111/gfs.12200>
- Paulus, J.K., Schlieper, D. & Groth, G. (2013). Greater efficiency of photosynthetic carbon fixation due to single amino-acid substitution. *Nature Communications*, 4 (1), 1518. <https://doi.org/10.1038/ncomms2504>

- Peerzada, A.M., Ali, H.H., Hanif, Z., Bajwa, A.A., Kebaso, L., Frimpong, D., Iqbal, N., Namubiru, H., Hashim, S., Rasool, G., Manalil, S., van der Meulen, A. & Chauhan, B.S. (2023). Eco-biology, impact, and management of *Sorghum halepense* (L.) Pers. *Biological Invasions*, 25 (4), 955–973.
<https://doi.org/10.1007/s10530-017-1410-8>
- Peterhansel, C. & Maurino, V.G. (2011). Photorespiration redesigned. *Plant Physiology*, 155 (1), 49–55. <https://doi.org/10.1104/pp.110.165019>
- Qasem, J.R. (1995). The allelopathic effect of three *Amaranthus* spp. (pigweeds) on wheat (*Triticum durum*). *Weed Research*, 35 (1), 41–49.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.1995.tb02015.x>
- Rezaei, F. & Yarnia, M. (2009). Allelopathic effects of *Chenopodium album*, *Amaranthus retroflexus* and *Cynodon dactylon* on germination and growth of safflower. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 7 (2), 516–521
- Riemens, M.M., Weide, R. & Runia, W. (2008). Nutsedge, Biology and control of *Cyperus rotundus* and *Cyperus esculentus*, review of a literature survey. PPO report 3250100200. Plant Research International B.V., Wageningen University, the Netherlands. <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/22974>
- Sage, R.F., Sage, T.L. & Kocacinar, F. (2012). Photorespiration and the evolution of C4 photosynthesis. *Annual Review of Plant Biology*, 63 (1), 19–47.
<https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-042811-105511>
- Scholz, H. (1983). Die Unkraut-Hirse (*Panicum miliaceum* subsp.ruderales) — neue Tatsachen und Befunde. *Plant Systematics and Evolution*, 143 (3), 233–244.
<https://doi.org/10.1007/BF00986381>
- Sillman, S.J., Lee, S.T., Claborn, J., Boruch, J. & Harris, S.P. (2019). Fall panicum (*Panicum dichotomiflorum*) toxicosis in three juvenile goats. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation : Official Publication of the American Association of Veterinary Laboratory Diagnosticians, Inc*, 31 (1), 90–93.
<https://doi.org/10.1177/1040638718820083>
- Sjökvist, E., Axén Mårtensson, J., Dahné, J., Köplin, N., Björck, E., Nylén, L., Tengdelius Brunell, J., Nordborg, D., Hallberg, K. & Södling, J. (2015). *Klimatscenarier för Sverige : Bearbetning av RCP-scenarier för meteorologiska och hydrologiska effektstudier*. SMHI.
<https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:smhi:diva-2844> [2024-01-15]
- SLU (2024). *Artportalen*. <https://artportalen.se/> [2024-01-27]
- Soares, P.R., Galhano, C. & Gabriel, R. (2023). Alternative methods to synthetic chemical control of *Cynodon dactylon* (L.) Pers. A systematic review. *Agronomy for Sustainable Development*, 43 (4), 51. <https://doi.org/10.1007/s13593-023-00904-w>
- Sprangers, T. (2024). Interview about C4 weeds in the Netherlands. Wageningen University, the Netherlands
- Steel, M.G., Cavers, P.B. & Lee, S.M. (1983). The biology of Canadian weeds. 59. *Setaria glauca* (L.) Beauv. and *S. verticillata* (L.) Beauv. *Canadian Journal of Plant Science*, 63 (3), 711–725. <https://doi.org/10.4141/cjps83-088>

- Swanton, C.J., Huang, J.Z., Deen, W., Tollenaar, M., Shrestha, A. & Rahimian, H. (1999). Effects of temperature and photoperiod on *Setaria viridis*. *Weed Science*, 47 (4), 446–453
- Tahir, H. & Roma-Burgos, N. (2021). Fecundity and seed dormancy variation within and among *Echinochloa* species. *Frontiers in Agronomy*, 3. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fagro.2021.623425> [2024-02-26]
- Taylorson, R.B. & Dinola, L. (1989). Increased phytochrome responsiveness and a high-temperature transition in barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) seed dormancy. *Weed Science*, 37 (3), 335–338
- Tørresen, K. (2024). Intervju om C4-ogräs i Norge. Norwegian Institute of Bioeconomy Research (NIBIO), Norway
- Touafchia, S., Maurin, O., Boonsuk, B., Hodkinson, T.R., Chantaranonthai, P., Rakotomalala, N., Randrianarimanana, F., Randriamampianina, J.A., Roy, S., MacKinnon, L., Rakotoarinivo, M., Besnard, G., Haeverymans, T. & Vorontsova, M.S. (2023). Evolutionary history, traits, and weediness in *Digitaria* (*Poaceae: Panicoideae*). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 203 (1), 1–19. <https://doi.org/10.1093/botlinnean/boad014>
- Tranel, P., Wassom, J., Jeschke, M. & Rayburn, A. (2002). Transmission of herbicide resistance from a monoecious to a dioecious weedy *Amaranthus* species. *Theoretical and Applied Genetics*, 105 (5), 674–679. <https://doi.org/10.1007/s00122-002-0931-3>
- Trucco, F. & Tranel, P.J. (2011). *Amaranthus*. In: Kole, C. (ed.) *Wild crop relatives: Genomic and breeding resources: Vegetables*. Springer. 11–21. https://doi.org/10.1007/978-3-642-20450-0_2
- Vengris, J., Kacperska-Palacz, A.E. & Livingston, R.B. (1966). Growth and development of barnyard grass in Massachusetts. *Weeds*, 14 (4), 299–301. <https://doi.org/10.2307/4040970>
- Verloove, F. (2001). A revision of the genus *Panicum* (*Poaceae, Paniceae*) in Belgium. *Systematics and Geography of Plants*, 71 (1), 53–72. <https://doi.org/10.2307/3668753>
- Wang, M., Zhang, J., Guo, Z., Guan, Y., Qu, G., Liu, J., Guo, Y. & Yan, X. (2020). Morphological variation in *Cynodon dactylon* (L.) Pers., and its relationship with the environment along a longitudinal gradient. *Hereditas*, 157. <https://doi.org/10.1186/s41065-020-00117-1>
- Warwick, S.I. & Black, L.D. (1983). The biology of Canadian weeds.: 61. *Sorghum halepense* (L.) Pers. *Canadian Journal of Plant Science*, 63 (4), 997–1014. <https://doi.org/10.4141/cjps83-125>
- Weaver, S.E. (1984). Differential growth and competitive ability of *Amaranthus retroflexus*, *A. powellii* and *A. hybridus*. *Canadian Journal of Plant Science*, 64 (3), 715–724. <https://doi.org/10.4141/cjps84-098>
- Weber, E. & Gut, D. (2005). A survey of weeds that are increasingly spreading in Europe. *Agronomy for Sustainable Development*, 25 (1), 109–121
- Webster, R.D. (1993). Nomenclature of *Setaria* (*poaceae: Paniceae*). *SIDA, Contributions to Botany*, 15 (3), 447–489

- Xu, Y., Liu, M., Li, C., Sun, F., Lu, P., Meng, F., Zhao, X., He, M., Wang, F., Zhu, X., Zhao, X. & Zhou, H. (2019). Domestication and spread of broomcorn millet (*Panicum miliaceum* L.) revealed by phylogeography of cultivated and weedy populations. *Agronomy*, 9 (12), 835. <https://doi.org/10.3390/agronomy9120835>
- Yang, M., Zhao, H., Xian, X., Qi, Y., Li, Q., Guo, J., Chen, L. & Liu, W. (2023). Reconstructed global invasion and spatio-temporal distribution pattern dynamics of *Sorghum halepense* under climate and land-use change. *Plants*, 12 (17), 3128. <https://doi.org/10.3390/plants12173128>
- Zhou, B., Kong, C.-H., Li, Y.-H., Wang, P. & Xu, X.-H. (2013). Crabgrass (*Digitaria sanguinalis*) Allelochemicals that interfere with crop growth and the soil microbial community. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61 (22), 5310–5317. <https://doi.org/10.1021/jf401605g>
- Zimdahl, R.L. (2018). *Fundamentals of weed science*. Academic Press.

Tack

Jag vill tacka min handledare Anneli och min examinator Ida. Även tack till studentopponenten Carl-Hugo för kloka synpunkter, Frans, Kirsten och Timo för att jag fick ta del av alla era erfarenheter, och till sist Claës och Oskar för er välbehövlige språkliga input.

Bilaga 1

Tabell 3 Indelning av arter som arbetet tar upp i familj, släkte och art samt växtens svenska namn.

Familj	Släkte	Art	Svenskt namn
Poaceae	Echinochloa	crus-galli	Hönshirs
Poaceae	Echinochloa	muricata	Amerikansk hönshirs
Poaceae	Setaria	viridis	Kavelhirs
Poaceae	Setaria	italica	Kolvhirs
Poaceae	Setaria	pumila	Grå kavelhirs
Poaceae	Setaria	verticillata	Kortborstig kavelhirs
Poaceae	Setaria	faberi	Kinesisk kavelhirs
Poaceae	Digitaria	ischaemum	Fingerhirs
Poaceae	Digitaria	sanguinalis	Blodhirs
Poaceae	Panicum	miliaceum	Hirs
Poaceae	Panicum	capillare	Buketthirs
Poaceae	Panicum	dichotomiflorum	Hösthirs
Poaceae	Panicum	schinzii	Transvalhirs
Poaceae	Sorghum	halepense	Ogräsdurra
Poaceae	Cynodon	dactylon	Hundtandsgräs
Cyperaceas	Cyperus	esculentus	Jordmandel
Amaranthaceae	Amaranthus	retroflexus	Svinamarant
Amaranthaceae	Amaranthus	hybridus	Grönamarant

Bilaga 2

Tabell 4 Sammanfattning av karaktärsdrag av arterna med dess livsrytm, fotoperiodism samt ifall den har allelopatiska egenskaper, utlöpare och om den minskar foderkvaliteten

Art	Livsrytm	Foto-periodism	Allelopatiska egenskaper	Utlöpare	Minskar foderkvalitet
Hönshirs	Annuell	kortdag			
Amerikansk hönshirs	Annuell	kortdag			
Kavelhirs	Annuell	kortdag			
Kolvhirs	Annuell	kortdag			
Grå kavelhirs	Annuell	kortdag			Ja
Kortborstig kavelhirs	Annuell	kortdag			
Kinesisk kavelhirs	Annuell	kortdag			
Fingerhirs	Annuell	kortdag			
Blodhirs	Annuell	kortdag	Ja		
Hirs	Annuell	kortdag			
Buketthirs	Annuell	kortdag			
Hösthirs	Annuell	kortdag			Ja
Transvalhirs	Annuell	kortdag			Ja
Ogräsdurra	Perenn	kortdag		Ja	
Hundtandsgräs	Perenn	kortdag	Ja	Ja	
Jordmandel	Perenn	kortdag		Ja	
Svinamarant	Annuell	kortdag	Ja		Ja
Grönamarant	Annuell	kortdag			Ja

Bilaga 3

Tabell 5 Arternas förekomst i Sverige (SLU 2024).

Art	Svensk förekomst
Hönshirs	Etablerad och reproducerande
Amerikansk hönshirs	Tillfällig förekomst
Kavelhirs	Etablerad och reproducerande
Kolvhirs	Tillfällig förekomst
Grå kavelhirs	Tillfällig förekomst
Kortborstig kavelhirs	Tillfällig förekomst
Kinesisk kavelhirs	Tillfällig förekomst
Fingerhirs	Etablerad och reproducerande
Blodhirs	Etablerad och reproducerande
Hirs	Tillfällig förekomst
Buketthirs	Etablerad och reproducerande
Hösthirs	Tillfällig förekomst
Transvalhirs	Tillfällig förekomst
Ogräsdurra	Tillfällig förekomst
Hundtandsgräs	Tillfällig förekomst
Jordmandel	Tillfällig förekomst
Svinamarant	Tillfällig förekomst
Grönamarant	Tillfällig förekomst

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. Även om du inte publicerar fulltexten kommer den arkiveras digitalt. Om fler än en person har skrivit arbetet gäller krysset för samtliga författare. Du hittar en länk till SLU:s publiceringsavtal på den här sidan:

- <https://libanswers.slu.se/sv/faq/228316>.

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.