

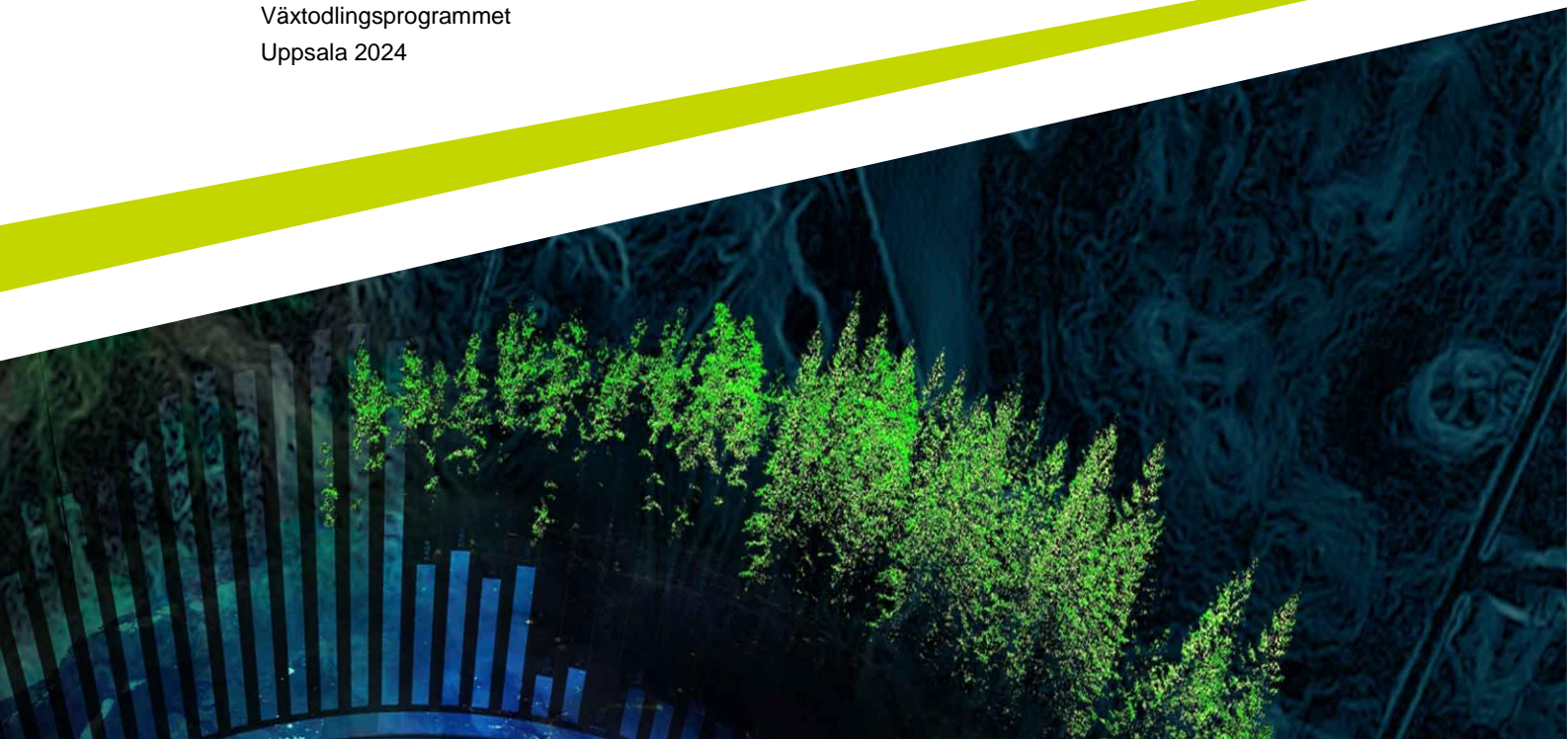


Kombination av mekanisk och kemisk ogräsbekämpning

Integrerad bekämpning av gräsogräs i stråsäd

Gustav Persson

Examensarbete/Självständigt arbete • 15 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för växtproduktionsekologi
Växtodlingsprogrammet
Uppsala 2024



Kombination av mekanisk och kemisk ogräsbekämpning Integrerad bekämpning av gräsogräs i stråsäd

Combination of mechanical and chemical weed control. Integrated control of grass weeds in cereals

Gustav Persson

Handledare: Theo Verwijst, SLU, Institutionen för växtproduktionsekologi
Bitr. handledare: Anneli Lundkvist, SLU, Institutionen för växtproduktionsekologi
Bitr. handledare: Iris Feuerhahn, Växtskyddscentralen Landskrona, Jordbruksverket
Bitr. handledare: Karl-Fredrik Olsson, Växtskyddscentralen Kalmar, Jordbruksverket
Examinator: Ida Kollberg, SLU, Institutionen för växtproduktionsekologi

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

Nyckelord: *Alopecurus myosuroides* Huds., *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv., integrerade bekämpningsmetoder, integrerat växtskydd, kemekanisk, mekanisk och kemisk ogräsbekämpning, stråsäd

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap
Institutionen för växtproduktionsekologi

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.

Sammanfattning

Behovet av att kunna kombinera olika metoder för att bekämpa ogräs på ett optimalt sätt i lantbruket blir allt större. Detta beror bland annat på ändrade förutsättningar på grund av förändrat klimat, nya ogräsarter och ökad herbicid-resistensproblematik. Syftet med denna litteraturstudie var att utreda möjligheterna att kombinera mekanisk och kemisk ogräsbekämpning och därmed optimera både den miljömässiga och ekonomiska hållbarheten samt främja integrerat växtskydd. Mer specifikt skulle det utredas vilka möjligheter det fanns för kombinerad bekämpning i en körning, över en säsong i en gröda och över en växtföljd. Speciellt låg fokus på att identifiera möjligheter till kombinerade åtgärder i höstsäd med renkavle och vårsäd med hönshirs. Just dessa ogräs var intressanta att studera och jämföra eftersom det föreligger stora skillnader mellan i vilka grödor de orsakar störst problem, tillsammans med deras problematiska egenskaper som gör dem svårbekämpade. Studien baserades på forskningsrapporter inom området vilka togs fram genom sökningar i databaser och på internet. Resultaten visade att det finns ett par intressanta möjligheter att kombinera mekanisk och kemisk ogräsbekämpning i dessa grödor med dessa ogräs. Dels finns möjligheter att i en körning kombinera mekanisk och kemisk bekämpning genom radhackning tillsammans med sprutning i raden. Över en säsong handlar de flesta kombinationsmöjligheterna om någon form av ogräsharvning eller radhackning kombinerat med en herbicidbehandling vid ett annat tillfälle, för att minska antalet kemiska behandlingar som behöver göras. Även användning av falsk såbädd och avdödning av ogräsen, mekaniskt eller kemiskt, är en metod för kombinerad mekanisk och kemisk bekämpning. De försöksresultat som finns för renkavle respektive hönshirs med dessa metoder visar på bra bekämpningseffekter med minskad ogräsförekomst, i nivå med konventionell bredsprutning. I en växtföljd är det viktigt att dels odla grödor som tillåter en kombination av bekämpningsmetoder, dels att odla varierat. Grödorna bör även tillåta den optimala jordbearbetningsstrategi som föreligger med tanke på ogräsens frögroningsförmåga. Det är även att föredra om en senarelagd sådd med falsk såbädd går att tillämpa. Det kan även konstateras att forskningsläget inom detta område är tämligen tunt och skulle behöva utökas, särskilt vad gäller hönshirs och växtföljder. Slutligen finns det alltså goda möjligheter att kombinera mekanisk och kemisk ogräsbekämpning med bra resultat, men mer forskning på området skulle vara mycket önskvärt.

Nyckelord: *Alopecurus myosuroides* Huds., *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv., integrerade bekämpningsmetoder, integrerat växtskydd, kemekanisk, mekanisk och kemisk ogräsbekämpning, stråsäd

Abstract

The need to combine different weed control methods in an optimal way in agriculture is increasing. This is due to, among other things, changed conditions due to climate change, new weed species and increased herbicide resistance problems. The purpose of this literature study was to investigate possibilities of combining mechanical and chemical weed control methods to optimize both environmental and economic sustainability as well as to promote IPM. More specifically, the aim was to identify possibilities to combine different weed control methods: (i) at one occasion, (ii) in a crop during a growing season and (iii) in a crop rotation. In particular, focus was on possibilities for combined methods in cereals with blackgrass and/or barnyard grass problems. These weeds were interesting to compare because there is a strong contrast between in which crops the weeds cause problems, together with their problematic properties that make them difficult to control. The study was based on scientific reports which were found in databases and on the internet. The results showed that there were a couple of interesting approaches to combine mechanical and chemical weed control methods in these crops with these weeds. There are possibilities to combine mechanical and chemical control in one run through row hoeing combined with spraying in the row. Over a season, most combinations involve some form of weed harrowing or row hoeing combined with an herbicide treatment at another time, which reduce the number of chemical treatments that needs to be done. Practicing stale seed bed and then control the weeds, chemically or mechanically, is also a method of mechanical-chemical control. Results from research projects regarding control of blackgrass and barnyard grass with these methods show good control effects with reduced weed occurrence, similar with conventional broadcast spraying. In a crop rotation, it is important to grow crops that allow combined control methods but also to alternate between spring sown and autumn sown crops as well as annual and perennial crops. The crops should also allow for the optimal tillage strategy available given the weed's seed germination ability. It is also preferable that a delayed sowing with stale seed bed can be applied. It can also be stated that the knowledge base within this area is rather scarce, and more research is needed, especially regarding barnyard grass and crop rotations. Finally, there are significant opportunities to achieve effective results by combining mechanical and chemical weed control, but further research in this area is highly desirable.

Keywords: *Alopecurus myosuroides* Huds., cereals, *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv., integrated control methods, integrated pest management, mechanical and chemical weed control, mechanical-chemical

Innehållsförteckning

| | |
|---|-----------|
| Förklaringar | 8 |
| 1. Inledning | 9 |
| 1.1 Bakgrund..... | 9 |
| 1.1.1 Ogräsbekämpning | 9 |
| 1.1.2 Renkavle | 11 |
| 1.1.3 Hönshirs | 13 |
| 1.2 Syfte | 15 |
| 1.3 Avgränsningar | 15 |
| 2. Metod..... | 17 |
| 3. Resultat | 18 |
| 3.1 Metoder för att kombinera mekanisk och kemisk bekämpning i samma körning ... | 18 |
| 3.2 Metoder för att kombinera mekanisk och kemisk bekämpning i en gröda..... | 20 |
| 3.2.1 Renkavle | 20 |
| 3.2.2 Hönshirs | 22 |
| 3.3 Metoder för att kombinera mekanisk och kemisk bekämpning i en växtföljd | 23 |
| 3.3.1 Renkavle | 23 |
| 3.3.2 Hönshirs | 24 |
| 4. Diskussion | 25 |
| 4.1 Mekanisk och kemisk bekämpning i samma körning..... | 26 |
| 4.2 Mekanisk och kemisk bekämpning i en gröda | 28 |
| 4.3 Mekanisk och kemisk bekämpning i en växtföljd | 30 |
| 5. Slutsats | 32 |
| Tack | 34 |
| Referenser..... | 35 |

Förklaringar

| | |
|---------------------------------|--|
| Band-/radsprutning | Kemisk behandling över endast en rad |
| Bredsprutning | Kemisk behandling över hela ytan |
| Direkta bekämpningsmetoder | Åtgärder för direkt bekämpning av befintliga ogräs, kan vara mekanisk eller kemisk |
| Indirekta bekämpningsmetoder | Förebyggande åtgärder mot ogräs, för att stärka grödans konkurrenskraft och minska förekomst av ogräsfrön och rötter |
| Kemekanisk | Kombination av mekanisk och kemisk behandling |
| Rotationsplöjning | Plöjning med visst intervall i växtföljden |
| Synergi | Samverkan mellan två faktorer där summan av verkan blir större (eller mindre) än verkan för de enskilda faktorerna var för sig |

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Integrerat växtskydd är något som alla lantbrukare i EU enligt lag måste tillämpa (*Europaparlamentets och rådets direktiv 2009/128/EG 2009*). Det kan göras på en mängd olika sätt och målet är bland annat att använda sig av kemiska växtskyddsmedel på ett hållbarare sätt. Detta kan innebära minskad användning eller strävanden efter att använda dem på ett bättre och effektivare sätt. Som ett led i detta kan man tänka sig kombinerade bekämpningsmetoder för att utnyttja de bästa effekterna av de kemiska växtskyddsmedlen där de behövs, samtidigt som man kan minska den totala användningen.

Intensiv herbicidanvändning har lett till att en del ogräs utvecklats resistens mot preparaten och därmed inte går att bekämpa med samma effektivitet (Lundkvist 2014), och då måste andra bekämpningsmetoder till. Två ogräs som utvecklats till riktiga problemogräs på grund av dess biologiska egenskaper och som dessutom har lätt att utveckla resistens mot herbicider är renkavle (*Alopecurus myosuroides* Huds.) och hönshirs (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.) (Bajwa et al. 2015; Jordbruksverket 2022), varför det är mycket intressant att hitta alternativa metoder för bekämpning av dessa. Kontrasten mellan när på året och därmed i vilka grödor de två ogräsen uppträder, där renkavle framför allt är ett problem i höstsådda grödor medan hönshirs är ett problem i vårsådda grödor, gör en analys av dessa ännu intressantare. Att ha denna starka kontrast i egenskaperna mellan två gräsogräs är ganska ovanligt, varför en jämförelse mellan dem är spännande.

1.1.1 Ogräsbekämpning

Ogräsbekämpning är ett ständigt aktuellt ämne inom lantbruket. Vare sig vi vill eller inte förekommer växtarter i de odlingsystem vi använder oss av som inte är önskvärda, eftersom de konkurrerar om ljus, näring och vatten med de grödor vi odlar. För att uppnå skördar av önskvärd kvantitet och kvalitet måste dessa bekämpas. Idag sker den mesta direkta ogräsbekämpningen i det konventionella jordbruket med hjälp av kemiska växtskyddsmedel. Eftersom detta inte enbart är

positivt, då det bland annat kan leda till att växtskyddsmedlen sprids till oönskade platser i miljön, finns det regler och mål för hur växtskyddsmedlen får och ska användas, med målet att användningen helst ska minska (Lundkvist 2014).

Det främsta alternativet till kemisk ogräsbekämpning är mekanisk bekämpning. Med rätt tajming kan effekterna vara mycket goda även med mekanisk bekämpning, men ofta är det mer arbetskrävande och ger en mer osäker bekämpningseffekt. Därför är kemisk bekämpning oftare mer produktionseffektiv. Det finns ett flertal mekaniska bekämpningsmetoder, både indirekta och direkta. Indirekta mekaniska metoder kan exempelvis handla om någon typ av jordbearbetning i förebyggande syfte. De vanligaste direkta metoderna i växande gröda är ogräsharvning och radhackning. Ogräsharvning sker med en lätt pinnharv och innebär en grund bearbetning där små ogräs kan täckas med jord eller rivas upp med rötterna. Effekten av ogräsharvning avtar ju större ogräsen blir. Det brukar talas om tre typer av ogräsharvning, dels blindharvning, som genomförs mellan sådd och grödans uppkomst, dels harvning efter uppkomst och dels selektiv harvning som genomförs när grödan vuxit till sig lite och är större och robustare. Ogräsharvning kan ha effekt på de flesta ogräsen om de är tillräckligt små, dock inte på vegetativa delar av fleråriga ogräs. Ogräsharvning kan göras i de flesta grödor, framför allt är det aktuellt att köra på våren, men vid goda förhållanden kan även ogräsharvning på hösten vara aktuellt (Lundkvist 2014).

Radhackning kan utföras i de flesta grödor under förutsättning att radavståndet är rätt, eftersom det krävs precision för att inte hacka bort grödan i raden. För stråsäd är det i dagsläget 25 centimeters radavstånd som är aktuellt. Radhackning har effekt på de flesta ogräsen mellan raderna, både frö- och rotogräs, om bekämpningen görs rätt, men även i raden kan man få viss bekämpningseffekt om man kan mylla de ogräs som finns där. Radhackning görs oftast på våren men kan under bra förutsättningar också göras på hösten vid behov. Finns det behov kan radhackning utföras ganska långt in i grödans utveckling, stråsäd kan radhackas fram till cirka DC 43 (Ståhl 2012).

En av de negativa effekterna med att utföra mekanisk bekämpning i växande gröda är att grödan kan ta skada och hämmas. Detta gäller till stor del ogräsharvning i växande gröda (Andersson et al. 2013), men även radhackning i en mer utvecklad gröda kan skada denna om hackningen görs för djupt och för nära raden (Ståhl 2012). Flera ogräsharvningar över en säsong i samma gröda kan ha skördenedsättande effekter (Andersson et al. 2013). Det är dock så att det inte bara är mekanisk bekämpning som kan skada grödan, utan även kemisk kan göra det, om den inte utförs på rätt sätt (Lundkvist 2014).

För att kombinera fördelar med olika direkta, och indirekta, bekämpningsåtgärder och därmed kunna minska beroendet av en enskild åtgärd, som herbicidanvändning, brukar man tala om integrerad bekämpning. Integrerade bekämpningsmetoder innebär att man använder sig av och kombinerar olika metoder för att bekämpa ogräs, både indirekt och direkt. Detta kan gälla både mekaniska, biologiska och kemiska metoder och kombinationer av dessa (Bajwa et al. 2015). Ofta kan integrerade metoder, om de är utförda på rätt sätt, innebära minst lika bra ogräskontroll som den enskilt bästa metoden, vilken ofta är herbicidbaserad, vilket kan ge möjligheter till minskat beroende av herbicider (Chikowo et al. 2009).

En del av den integrerade bekämpningen kan vara att kombinera mekanisk och kemisk bekämpning. Detta för att minska beroendet av herbicider och de negativa konsekvenserna med användningen av dem, undvika resistensbildning och kunna bekämpa ogräs som blivit resistent men samtidigt kunna utnyttja de positiva aspekterna med den kemiska bekämpningen. Det skulle innebära större möjligheter att använda alla tillgängliga verktyg för att säkerställa skördens kvantitet och kvalitet, och därmed lantbrukarens ekonomi och livsmedelssäkerheten. Samtidigt skulle det ta hänsyn till problemen med överanvändning av kemiska växtskyddsmedel och den ökande resistensproblematiken. Detta är något som är mycket intressant och en del av framtidens integrerade växtskydd, inte minst med tanke på resistensproblematik som finns och lagförslag om kraftigt minskad användning av växtskyddsmedel.

Metoder för att kombinera mekanisk och kemisk bekämpning har i vissa grödor förekommit en längre tid. I sockerbetor har det förekommit ett antal decennier att man kombinerat radhackning med bandsprutning vilket minskat användningen av kemiska växtskyddsmedel i sockerbetsodlingen (Olsson 1995 se Gottfridsson & Jönsson 2014). Även i andra radsådda grödor som majs är denna metod förekommande. Eftersom det blir svårare och svårare att bekämpa gräsogräs kemiskt på grund av den ökande resistensproblematiken rekommenderas bland annat att kombinera mekanisk och kemisk bekämpning (Lundkvist 2014).

1.1.2 Renkavle

Renkavle (*Alopecurus myosuroides* Huds.) är ett ettårigt gräsogräs, framför allt höstgroende men även till viss del vårgroende. Frönas livslängd är cirka 5 år, och dess groning stimuleras av ljus (Fogelfors 2023). Renkavle är mycket konkurrenskraftigt och kan därför bli ett stort problem i odlingen (Jordbruksverket 2022b), oftast uppträder den på något tyngre jordar (Syngenta 2020). Renkavle har lätt att utveckla resistens mot herbicider, bland annat på grund av att den enkelt kan utveckla två skilda typer av resistens. Dels genetisk resistens, där en mutation gör

växten mindre känslig mot preparaten, och dels metabolisk resistens där renkavlens lättare bryter ner substanserna (Logardt 2013).

Renkavlens livscykel gör den till ett perfekt ogräs i höstsådda grödor. Den gror tidigt på hösten, ungefär samtidigt som etablering av höstgrödor sker. Den kan sedan växa till bra under hösten och vintern, och endast en liten andel av fröna gror på våren. Mognaden sker innan eller i samband med grödans mognad. Förutom detta har det även visat sig att den har lätt att utveckla resistens mot många av de herbicider som används i bekämpningen av den (Koch 1968; Naylor 1970).

Renkavlefrönas groningsvila på hösten spelar stor roll för lämplig bekämpnings- och bearbetningsstrategi inför höstsådden. Med en kort groningsvila är effekterna på fröbanken (en minskad sådan) mycket positiva vid tillämpning av falsk såbädd och senarelagd sådd, genom att man får många frön att gro som sedan lätt kan bekämpas innan sådd. Med en lägre groningsvila blir effekten av en senarelagd sådd mycket sämre, och då rekommenderas istället en djupare bearbetning (plöjning) för att bli av med fröna, alternativt eller kombinerat med en tidigare sådd av grödan för att den ska vara stark och konkurrenskraftig när renkavlefröna gror (Nilsson et al. 2014). Längden på groningsvilan är något som varierar utifrån bland annat årsmånen (Andersson & Åkerblom Espeby 2009) och är något som Jordbruksverket testat och skickar ut information om varje höst (Jordbruksverket 2022b).

För att inte uppföröka renkavlens fröbank krävs det enligt studier 95-procentiga bekämpningseffekter i plöjningsfria system och minst 90-procentiga effekter i plöjda system. För att uppnå en bekämpningseffekt på mer än 90-procent har försök visat att det krävs kemisk behandling både höst och vår (Jordbruksverket 2022b).

Kemisk ogräsbekämpning av renkavle sker framför allt på hösten, antingen innan grödans uppkomst eller efter uppkomsten (Nilsson et al. 2014). Renkavle påverkar skörd främst under hösten vilket gör att lyckade höstbekämpningar ger bättre effekt än vårbehandlingar (Holm 1997). Kemisk behandling vår och höst är en vanlig strategi för bekämpningen (Syngenta 2020). Renkavle kan i vissa fall besprutas så många gånger som fyra, en innan sådd, en efter sådd innan grödans uppkomst, en på hösten efter grödans uppkomst och en på våren (Menegat & Nilsson 2019). Enbart en vårbehandling kan också genomföras men då har redan viss negativ konkurrens med grödan förekommit under vintern (Holm 1997). Höstbehandlingar medför däremot större risk för utlakning av preparat till vatten vid sämre förhållanden för spridning av herbiciderna. Det finns även risker för efterföljande gröda vid herbicidanvändning på hösten, vid eventuell utvintring av huvudgrödan som framtvingar omsådd på våren. Därför skulle icke-kemiska kontrollåtgärder på hösten vara mycket välkomna (Nilsson et al. 2014).

Renkavlekontroll kan framöver inte enbart bygga på kemiska kontrollåtgärder, utan integrerade metoder måste tillämpas, särskilt eftersom effekterna av herbicider troligen kommer minska (Menegat & Nilsson 2019). Preparaten som finns att tillgå för bekämpning i växande gröda kan i dagsläget ha så låg effektivitet som 50-60 procent (Dahlgren 2023). Enskilt har inte alltid indirekta metoder stabila och bra effekter, men kombinerat och tillsammans med direkta metoder innebär de signifikant ökning i bekämpningseffektivitet och därmed en stor potential att minska problem med resistens och resistensspridning (Menegat & Nilsson 2019).

1.1.3 Hönshirs

Hönshirs, (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.), är ett åreullt, i huvudsak vårgroende gräsogräs som inte övervintrar. Det är en C4 växt och är ursprungligen tropisk. Den gillar därför värme och gror senare på säsongen när jordtemperaturen är 14-15°C. Dess sena groning gör den svårare att hantera med de vanligaste mekaniska och kemiska metoderna (Norsk Landbruk 1985). Groningen kan vara utdragen över säsongen. Hönshirs anses globalt vara det tredje värsta ogräset (Semb Tørresen et al. 2022). Detta beror till stor del på dess snabba tillväxt, stora fröproduktion och dess förmåga att snabbt anpassa sig till många olika miljöer (Shabbir et al. 2019). Den breder lätt ut sig och konkurrerar därför bra med grödan. Hönshirs kan ha en mycket stor fröproduktion och kan producera 1000-2000 frön per planta i vårt klimat. I jorden kan fröna överleva i upp till 10 år (Jordbruksverket 2022a).

Hönshirs tål ljuskonkurrens dåligt men tar snabbt chansen om en lucka eller mista i beståndet skulle finnas och breder ut sig där. Den är därför ett stort problem i radsådda grödor (Jordbruksverket 2022a), men även i vårstråsåd kan det bli problem vid en sämre etablering, vid mistor eller i körspår (Persson 2024). Kemisk behandling ganska sent på säsongen är den vanligaste bekämpningsåtgärden (Jordbruksverket 2022a). Hönshirs är ett oftare förekommande problem på lättare jordar än renkavle (Hansén 2019), men det finns även en del problem på leror (Persson 2024). Att hönshirs främst förekommer på lättare jordar kan bero på att de snabbare torkar upp på våren och att de därmed fortare blir varma och når optimal groningstemperatur. Dessutom är det oftare förekommande med grödor som gynnar hönshirs på lättare jordar, som majs (Lilliehöök 2020).

Att hönshirs gror sent innebär att den inte går att bekämpa effektivt i den ordinarie kemiska ogräsbekämpningen i vårsåd (Hansén 2019). Detta innebär problem med bekämpningen, dels med att nå ner och få bra träffbild genom mycket biomassa (VKM 2016), dels med att det ska finnas herbicider som har effekt och är godkända (Hansén 2019).

Tidig sådd för att få ett tätt bestånd och bra konkurrens är en mycket viktig faktor för att begränsa hönshirsens (Samuelson & Bagavathiannan 2022). Att hönshirs gynnas av mer plats kan stödjas av en studie där groning av hönshirs minskade med mindre radavstånd, vilket ledde till ökad kontroll av de tidigt groende hönshirsfröna och därmed en lägre biomassa för ogräset, samt att en ökad utsädesmängd bidrog till ökad konkurrens från grödan. Ett mindre radavstånd minskar dock möjligheterna för radhackning (Chauhan & Johnson 2010).

Hönshirsens groning stimuleras av bearbetning. Därför kan direktsådd minska förekomsten av hönshirs i grödan. Låter man fröna ligga på ytan är också chansen större att de förstörs av väder och vind eller av fröpredation. Att groningen stimuleras av bearbetning tillsammans med det faktum att groningstiden är relativt kort innebär stora möjligheter att bekämpa hönshirsens genom att anlägga en falsk såbbädd. Då får hönshirsens gro och bekämpas sedan innan sådd med en lättare mekanisk eller kemisk bekämpning (Samuelson & Bagavathiannan 2022).

Att plöja ner fröna kan också vara ett effektivt sätt att kontrollera hönshirsens då det går att begrava fröna på ett djup där de inte kan gro, under förutsättning att man inte plöjer varje år så att man vänder upp livsdugliga frön igen. Frön som ligger djupare förblir groningsdugliga en längre tid än frön som ligger närmare eller på ytan (Samuelson & Bagavathiannan 2022).

En tidig jordbearbetning på våren innebär att jorden värms upp vilket i sin tur tillsammans med en uppskjuten sådd och falsk såbbädd kan innebära möjligheter att bekämpa hönshirsens innan sådd på våren (HRAC Europe 2021). Enligt Samuelson & Bagavathiannan (2022) kan blindharvning ha viss effekt på hönshirs, men inte lika bra som på mindre ogräsarter. De hävdar även att radhackning skulle kunna vara effektivt om man verkligen kan skära av rötterna eller täcker plantorna med jord. Samtidigt anger de att det skulle vara en liten risk att stimulera fler frön att gro med en mekanisk bearbetning i grödan då groningstiden för hönshirs är relativt kort (Samuelson & Bagavathiannan 2022). Att hönshirs kan gro långt in på växtsäsongen är dock något som skulle kunna tala emot detta (Gianuzzi 2022).

Kemiska preparat för bekämpning i växande stråsådd finns att tillgå förutom för havre (Jordbruksverket 2022a). Selektiva kemiska behandlingar har ofta god effekt och ett flertal preparat finns att tillgå, både för behandling i stråsådd och i tvåhjärtbladiga växter (Semb Tørresen et al. 2022). Effekten av kemisk behandling kan dock bero på om resistens utvecklats eller ej (VKM 2016). Hönshirs har nämligen en förmåga att utveckla resistens mot flera olika verkningsmekanismer hos växtskyddsmedlen (Persson 2024). För att förhindra att de herbicider som idag är effektiva tappar sin effektivitet är det viktigt att inte bara förlita sig på kemiska

metoder, utan också att använda andra metoder som förbättrad växtföljd och integrerade bekämpningsstrategier (Claerhout et al. 2015).

1.2 Syfte

Syftet med rapporten är att utreda vilka möjligheter det finns att kombinera mekanisk och kemisk ogräsbekämpning över tid för att främja integrerat växtskydd. Fokus kommer att ligga på stråsådesodling och speciellt på bekämpning av problemogräsen renkavle och hönshirs. Detta ska göras genom att i litteraturstudien undersöka hur man kan kombinera mekanisk och kemisk bekämpning i en och samma körning, i en gröda över en odlingssäsong och över en växtföljd, med utgångspunkt i de respektive ogräsens egenskaper. Att dela upp arbetet i dessa tre delar som spänner över olika tidshorisonter är intressant eftersom det ger olika perspektiv på frågan ogräsbekämpning. Ogräsbekämpning görs givetvis direkt vid en enskild körning, men det är också en process som pågår kontinuerligt över tid, dels över växtsäsongen, men även över hela växtföljden.

Att kunna kombinera mekanisk och kemisk ogräsbekämpning är ett intressant och relevant ämne för att om möjligt kunna minska behovet och användningen av herbicider och samtidigt gynna miljömässig och ekonomisk hållbarhet. Renkavle och hönshirs är två mycket konkurrenskraftiga och problematiska ogräs som lätt utvecklar herbicidresistens, som dessutom kontrasterar kraftigt mellan i vilka grödor de orsakar störst problem. Detta gör dem mycket intressanta att undersöka. Frågeställningar som ska besvaras är:

- Vilka metoder finns det för att kombinera mekanisk och kemisk ogräsbekämpning i stråså mot renkavle och hönshirs
 - i samma körning?
 - över en odlingssäsong?
 - i en växtföljd?

1.3 Avgränsningar

Arbetes fokus har legat på den del av den integrerade bekämpningen som handlar om mekanisk och kemisk bekämpning och framför allt möjliga kombinationer av dessa. Detta innebär att andra delar av det integrerade växtskyddet inte i större utsträckning tas upp här. Vidare har fokus varit på stråså med störst tyngd på ogräsen renkavle och hönshirs, vilket betyder att andra grödor och ogräs inte utreds.

Information kring rekommendationer för användningar av olika preparat tas inte upp utan här hänvisas bara till termen ”herbicer”, bland annat därför att godkännanden av preparat på marknaden snabbt ändras och därför skulle bli inaktuella i en rapport av detta slag. Där hänvisas det i stället till exempelvis Jordbruksverkets aktuella rekommendationer.

2. Metod

Arbetet är en litteraturstudie baserat på i huvudsak vetenskapliga artiklar och till viss del annan relevant branschinformation i form av hemsidor, läroböcker och tidskrifter. Det flesta artiklarna har hittats genom sökningar i databaserna Google Scholar och Web of Science med söktermer som exempelvis "combined mechanical and chemical weed control", "integrated weed management", "*Alopecurus myosuroides*", "*Echinochloa crus-galli*", "Integrerad ogräsbekämpning i radsådda grödor" och kombinationer av dessa termer. Eftersom det i vissa fall funnits förhållandevis lite forskning, eller ibland åtminstone något svårhittad har även sökmotorn Google varit till hjälp i sökandet efter relevant forskning, där ett par rapporter som inte dykt upp på andra ställen kommit fram. Relevanta vetenskapliga artiklar har även tagits fram genom att följa referenser i andra studentarbeten och forskningsrapporter.

3. Resultat

3.1 Metoder för att kombinera mekanisk och kemisk bekämpning i samma körning

Metoder för att köra en kombinerad mekanisk och kemisk behandling i en och samma körning handlar bland annat om att utföra radhackning och radsprutning kombinerat (Emgardsson 2018). Att radhacka och bandspruta kan reducera användningen av herbicider med 40-75 procent beroende på avståndet mellan raderna (Baumann & Slembrouck 1994). Land Lantbruk hänvisar till försök gjorda av Jordbruksverket och Hushållningssällskapet. Man rapporterar om en kombinerad så kallad hackspruta som hackar mellan raderna och sprutar i raden. Grödan i försöken är höst- och vårspannmål, vårraps och åkerbönor, alla sådda med radavstånd på 25 centimeter. Med hjälp av en tratt över munstyckena begränsas spridningen växtskyddsmedlet till raden på ca 8 centimeter medan en hackning utförs mellan raden på 18 centimeter. Tekniken ska spara två tredjedelar av det kemiska preparatet men kapaciteten att hinna avverka areal rapporteras vara begränsad jämfört att enbart spruta (Emgardsson 2018).

I försök från SLU, JTI och Hushållningssällskapet visades också på möjligheter till kombinerad sprutning och radhackning i samma körning (Lundkvist et al. 2015). I ett större försök med höstvetete, åkerböna och vårraps visades att radsprutning plus radhackning är ett fullgott alternativ till bredsprutning i höstvetete. Både med avseende på örtogräs och renkavle gällande ogräsförekomst och avkastning för höstvetegrödan. Vid 25 centimeters radavstånd konstaterades ett minskat behov av herbicider med mer än 65-procent jämfört med standardbehovet vid bredsprutning i en vanlig höstvetegröda med ett radavstånd på 12,5 centimeter (Lundkvist et al. 2015).

Varken skörd eller ogräsförekomst skilde sig signifikant från varandra vad gällde de bästa resultaten i försöken, som dels var bredsprutning med full dos och dels en integrerad bekämpning med radsprutning och hackning mellan raderna. I de specifika renkavleförsöken sågs en något lägre total ogräsförekomst i leden med bredsprutning jämfört med den integrerade behandlingen, men vad gällde renkavleförekomsten fanns inga skillnader mellan dessa led (Lundkvist et al. 2015). Detta visar att radsprutningsteknik är möjlig att använda i spannmål, men det finns dock behov av utveckling av appliceringstekniken (Lundkvist 2016).

De behov av utveckling som förelåg handlade bland annat om problem med stopp i munstyckena, framför allt på grund av det låga vätskeflöde som krävs för att åstadkomma den bredd på sprutduschen (8-10 centimeter) som var målet för

radspjutningen (Lundkvist et al. 2015). Problem med stopp i munstyckena orsakade av det låga vätskeflödet är ett välkänt problem som tidigare tagits upp i forskningen (Tillett 2005). Vidare fanns problem med radföljningstekniken då man i vissa system använder sig av kameror för att följa raderna, och dessa hade ibland svårt med detta då grödan var liten eller raden heterogen (Lundkvist et al. 2015).

Fler utmaningar med denna typ av bekämpning är att radsådd, för att senare kunna hacka och spruta i raderna, kräver hög precision och att avståndet mellan alla billar är konstant och stabilt. Annars finns det stora risker att man hackar bort delar av raderna, eftersom man gärna, med hög precision, vill komma så nära raden som möjligt (Tillett 2005; Lundkvist et al. 2015). Förutom att utföra en hackning och sprutning samtidigt går det även med hjälp av kombinerade så+hack-system, exempelvis Cameleon, att så och spruta i raden samtidigt (Lundkvist et al. 2015).

Även viss typ av problematiskt väderberoende kan föreligga då det krävs att förutsättningarna ska vara goda för både sprutning och hackning vid en kombinerad körning. Problem med vindavdrift kan förekomma liksom att jorden inte har optimala förutsättningar för hackning, exempelvis för hög markfuktighet. Vindavdrift kan förskjuta träffbilden utanför raden vilket är problematiskt, något som till viss del dock kan åtgärdas genom att placera en huv över munstycket som i större utsträckning skyddar munstycket och styr träffbilden. Väderberoendet försvårar möjligheterna för en kombinerad bekämpning och kan till exempel korta sådant som såfönster, om man tänkt sig att exempelvis spruta i raden samtidigt som man sår (Lundkvist et al. 2015).

Tidigare forskning har även visat att det är möjligt att utföra mekanisk och kemisk bekämpning i en körning med bra resultat, men utveckling av tekniken har då efterfrågats, framför allt på precisionssidan där det varit svårt att få bra precision och kunna komma nära raderna med hackutrustningen (Ohlson 1996; Hagenvall & Nilsson 1997 se Nilsson et al. 2019). Utvecklingen av precisionstekniker i lantbruket är något som gått väldigt mycket framåt de senaste 20 åren, varför detta problem är mindre idag (Nilsson et al. 2019). Dammbildning i samband med en kombinerad mekanisk och kemisk behandling är något som uppmärksammats i forskningen men man har inte kunnat visa några försämrade effekter av preparaten på grund av dammet. Dammbildningen är dock något man måste ha i åtanke, särskilt om man tänker sig att gå ner ytterligare i vätskeflöde (Ohlson 1996).

3.2 Metoder för att kombinera mekanisk och kemisk bekämpning i en gröda

Kombinationer av mekanisk och kemisk bekämpning i en gröda kan handla om ogräsharvning kombinerat med herbicidanvändning, eller om sprutning i raden kombinerat med hackning mellan raderna. Det går även att tänka sig en herbicidkörning innan sådd eller innan uppkomst för att sedan hacka mellan raderna efter uppkomst eller ogräsharva (Scavo & Mauromicale 2020). Separat sprutning och hackning kan även göras med samma maskin fast vid olika tillfällen, till exempel om väder- eller markförhållandena är sådana att det inte passar att köra en kombinerad behandling i en körning (Lundkvist et al. 2015).

I försök från Östergötland 2001 undersöktes olika kombinationer av ogräs- och blindharvning med kemiska behandlingar. En kemisk behandling med hel eller halv dos kombinerat med blind- och/eller ogräsharvning gav lägre ogräsförekomst och högre skörd än enbart olika kombinationer av mekanisk behandling. Högst skörd och lägst ogräsförekomst gav dock leden med enbart kemisk behandling, även om skillnaderna mellan den enbart kemiska den kombinerade kemekaniska behandlingen inte var så stora. Detta skulle kunna tänkas bero på att grödan till viss del kan ta skada av en mekanisk behandling (Arvidsson 2001 se Gustafsson 2012).

3.2.1 Renkavle

Att ogräsharva och kombinera det med kemiska behandlingar för att bekämpa renkavle har visat sig ha goda effekter (Andersson et al. 2013). I försök jämfördes obehandlade led med rent mekaniska, rent kemiska och kombinerade mekaniska och kemiska bekämpningsåtgärder mot örtogräs och renkavle. Den kombinerade bekämpningen har handlat om en eller flera ogräsharvningar på hösten och/eller våren kombinerat med kemiska behandlingar på höst och/eller vår. Renkavle kan effektivt bekämpas med hjälp av en kombinerad strategi med en selektiv ogräsharvning på hösten uppföljt av en kemisk behandling på våren, något som minskar det totala behovet av herbicidanvändning. Den mekaniska behandlingen på hösten kan försvaga renkavleplantorna och därmed öka effektiviteten av den kemiska behandlingen. Vid tjänliga förhållanden för ogräsharvning på hösten är effekterna på både renkavle och örtogräs goda, kombinerat med en kemisk behandling, och kombinationen ger synergieffekter. Även selektiv ogräsharvning på våren kan vara effektivt på lättbearbetade jordar, men med stor andel etablerad renkavle och styvare leror är inte denna typ av vårbehandling tillräcklig (Andersson et al. 2013).

I de fall där två kemiska behandlingar normalt behövs går det bra att ersätta den ena med en ogräsharvning på hösten under tjänliga förhållanden med goda resultat.

Skador på grödan efter en harvning är inte av några större problem utan är övergående så länge den utförs när förhållandena är de rätta (Andersson et al. 2013). I vissa av leden hade den mekaniska behandlingen bäst ogräseffekt, bättre än herbicidbehandling höst och vår (Nilsson 2017).

Är fröbanken stor och groningsvilan kort på hösten kan man med mycket stor fördel tillämpa senarelagd sådd och falsk såbädd för att sedan mekaniskt eller kemiskt kunna bekämpa renkavlen innan sådd. Att även inför vårsådd göra en falsk såbädd på hösten är ett bra alternativ då cirka 80-procent av fröna gror på hösten, och om de är bekämpade är det alltså bara 20-procent av fröna kvar att bekämpa på våren (Logardt 2013). En fördröjd sådd genom en falsk såbädd kan tillsammans med en kemisk behandling öka kontrolleffektiviteten i renkavlebehandlingen. Enbart en fördröjd sådd och falsk såbädd kan reducera renkavlebeståndet med 25-procent. En falsk såbädd som får ogräsen att gro är mycket bra då möjligheterna för bekämpning av dessa med icke-selektiva, mekaniska eller kemiska, metoder är stora, jämfört med de selektiva metoder som finns tillgängliga i växande gröda. En fördröjd sådd och därmed senare etablering för ogräsen innebär också minskad möjlighet för de överlevande/senare groende ogräsen att utveckla stor biomassa. Detta kan medföra en bättre och säkrare ogräskontroll överlag, kombinerat med andra direkta bekämpningsmetoder (Menegat & Nilsson 2019).

Utöver detta finns även stöd för synergistiska effekter av en fördröjd sådd med en falsk såbädd och en kemisk behandling, där den kemiska behandlingen fick bättre effekt än vid ett tidigt sått höstvetet. Detta föreslås bland annat bero på faktorer i herbicidernas verkanssätt, där en mer finfördelad jordstruktur (finare såbädd) som kan bli fallet med de något fler bearbetningar som en falsk såbädd innebär, kan betyda en bättre fördelning av jordverkande preparat (som prosulfokarb) på hösten. De synergistiska effekterna kan även bero på biologiska faktorer som att tillväxten och upptaget av herbiciderna hos renkavlen sker långsammare senare på hösten och därmed ger en bättre effekt. En senare etablering innebär också att renkavleplantorna är mindre till storleken och har mindre biomassa och därmed är mer lättbekämpade på våren vid en kemisk behandling (Menegat & Nilsson 2019).

En kemisk behandling i kombination med ogräsharvning ökar chansen att nå 90-100 procents effekt i bekämpningen av renkavlen. Blindharvning mellan sådd och uppkomst i kombination med kemisk behandling kan även det öka bekämpningseffekten. Inför vårsådd bör höstgrodd renkavle bekämpas mekaniskt eller med glyfosat. En senarelagd sådd i kombination med falsk såbädd där renkavlen avdödas innan sådd av grödan har i försök visat sig vara mycket effektiv de år då groningsvilan är kort (Jordbruksverket 2022b). Att utföra den mekaniska bekämpningen av renkavle på hösten är bra eftersom det på hösten gror fler renkavlefrön än på våren, på grund av att dess ljuskrav gör att den lättare gror då

(Andersson & Åkerblom Espeby 2009). Samtidigt är renkavleplantor som etableras på hösten innan sådd lätta att bekämpa mekaniskt (Menegat et al. 2018).

3.2.2 Hönshirs

Det finns vissa prövade metoder för integrerad mekanisk och kemisk bekämpning av hönshirs. En studie från Norge indikerade att ogräsharvning på våren kunde ge bra kontroll av hönshirsens även om resultatet var något osäkert, medan en kombinerad bekämpning med radhackning och herbicider tidigt på växtsäsongen bara gav en 41-procentig effekt jämfört med kemisk behandling senare på säsongen (Semb Tørresen 2020). En simulationsstudie visade att ogräsharvning och radhackning kan ha effekt mot hönshirs, där harvning gav bättre resultat nära tiden för sådd medan effekten av radhackning blev bättre och bättre ju längre tid från sådd det hade gått (Colbach et al. 2010).

Radhackning i radsådda grödor har bra effekt mot hönshirs mellan raderna (Semb Tørresen et al. 2022). Radhackning mot hönshirs skulle kunna vara mycket effektivt eftersom hönshirsens plantor skulle vara relativt små även när grödan är större på grund av hönshirsens sena groning (VKM 2016). Att radhackning kan vara effektivt mot hönshirs rapporteras även från andra källor, och kan därför kombineras med kemisk bekämpning (Washington State University 2022).

I växande stråsäd kan ogräsharvning vara det enda alternativet för mekanisk bekämpning, vilket dock kan vara svårt att utföra med en god effekt på grund av hönshirsens sena groning. När en ogräsharvning skulle vara aktuell för god effekt mot hönshirsens är stråsåden sannolikt alldeles för långt kommen i utvecklingen för att harvning ska vara ett alternativ. Ogräsharvning i stråsäd mot hönshirs behöver testas och utvärderas för att rekommendationer ska kunna ges (VKM 2016).

I en polsk studie i vårmete med kombinerad mekanisk och kemisk behandling mot ogräs hade en tidig ogräsharvning tillsammans med en kemisk behandling med ett preparat god effekt på hönshirs. Effekten var mycket bättre än en ren mekanisk behandling bestående av två ogräsharvningar och minst lika bra som ren kemisk behandling bestående av två herbicider (Głowacka 2009). En annan studie indikerade samma tendens, där kemisk behandling med radhackning och ett herbicidpreparat kontrollerade hönshirs bättre än både två radhackningar (rent mekanisk) och två besprutningar (rent kemisk) (Głowacka 2010).

Enligt Lilliehöök (2020) ser rådgivare i Sverige problem med att ogräsharva i grödan då de ser att det snarare skulle stimulera mer hönshirs till att gro, samtidigt som grödan sannolikt är alldeles för stor när en ogräsharvning egentligen skulle vara aktuell för en bra effekt mot hönshirsens. Däremot uppges det att radhackning kan vara ett bra effektivt mekaniskt alternativ. Att det inte förekommer så många

försök kring detta kan till viss del bero på att mycket av hönshirsbekämpningen hittills till stor del baserats på herbicider (Lilliehöök 2020).

En del studier har visat att enbart mekanisk eller indirekt behandling som plöjning eller falsk såbädd av hönshirs inte ger tillräcklig effekt, utan att en kemisk behandling i växande gröda är starkt föredra för att få en god kontroll av hönshirs (Bollich et al. 2002; Jordan & Bollich 2002). Integrerade bekämpningsmetoder för bekämpning av specifikt hönshirs är väldigt lite utforskade och mer forskning skulle behöva göras (Bajwa et al. 2015).

3.3 Metoder för att kombinera mekanisk och kemisk bekämpning i en växtföljd

För att bekämpa ogräs, med bland annat mekaniska och kemiska metoder, bör en sund och varierad växtföljd eftersträvas. Finns problem med svårbekämpade höstgroende arter som renkavle bör man ha minst 40-procent vårsådda grödor. Att ha fleråriga grödor i växtföljden, som vall eller fröodling, är också positivt. Finns problem med hönshirs, som i stället gynnas av mycket vårsådda grödor i växtföljden, bör mer höstgrödor eller fleråriga grödor odlas (Feuerhahn et al. 2024).

3.3.1 Renkavle

För renkavlebekämpning är varierad växtföljd med vårsådda, konkurrenskraftiga, grödor en viktig faktor för bekämpning (Fogelfors 2023). Likaså är vall i växtföljden positivt. Växtföljden är viktig för att kunna få in mekaniska bearbetningsmöjligheter som plöjning och därmed kunna minska beroendet av endast herbicider i bekämpningen av renkavlen. Plöjning bör användas om fröbanken är måttlig till liten medan en stor fröbank bäst bekämpas med reducerade jordbearbetningsmetoder där fröna får ligga på ytan, alternativt med rotationsplöjning där plöjningen sker runt vart 5 år för att inte vända upp livsdugliga frön (Logardt 2013).

Eftersom majoriteten av renkavlefröna gror på hösten är en höstbearbetning, oavsett om en höst eller vårgröda ska etableras, att föredra för att minska fröbanken när den grodda renkavlen sedan kan bekämpas (Andersson & Åkerblom Espeby 2009).

Mot renkavle är positiva åtgärder i växtföljden även senarelagd sådd på hösten. Likaså är bearbetning i grödan, som exempelvis ogräsharvning, positivt, om grödan tåler det. Att skifta olika grödor i växtföljden är också viktigt för att inte gynna en viss typ av konkurrens, och det ger även möjligheter till att använda herbicider med olika verkningsmekanism i växande gröda (Moss & Clarke 1994).

3.3.2 Hönshirs

Störst problem med hönshirs kan i svenska odlingsförhållanden upplevas i radsådda grödor som majs, sockerbetor, potatis och grönsaker (Gianuzzi 2022). Höstsäd och vall i växtföljden är bra bekämpningsåtgärder mot hönshirs (Semb Tørresen et al. 2022). Vall kan fördröja och förhindra infektion av nya frön samtidigt som det kan göra att eventuell fröbank i jorden reduceras om liggtiden är 3-4 år (VKM 2016). Odling av höstgrödor gör att höstgroende hönshirsplantor dör under vintern, och de plantor som gror under våren möter sannolikt stark konkurrens från en väletablerad gröda vilket gör att de får svårt att överleva (Sjursen 1993 se VKM 2016).

Efter en vårgröda där man har haft hönshirs kan det vara fördelaktigt att etablera exempelvis höstraps på hösten, då detta reducerar fröbanken, enligt ovan (De Mol et al. 2015). Skuggning av hönshirs minskar både dess tillväxt och fröproduktion. Därför är det fördelaktigt att så så tidigt som möjligt och att ha en gröda som kan skugga eventuell hönshirs bra. Därför kan också täta rader vara bra (Chauhan 2013). Havre ska helst inte ingå i växtföljden om det finns problem med hönshirs, eftersom det inte finns några gräsherbicider godkända att köra i havre mot hönshirs (Eriksson 2020; Jordbruksverket 2022a).

4. Diskussion

För att bättre förstå effekter av och kunna rekommendera olika bekämpningsmetoder av kemisk typ skulle det behövas mer forskning och försök. Dels rent teknik- och appliceringsmässigt för att förbättra de tekniska och mekaniska metoderna för kombination av mekaniska och kemiska bekämpningar, som exempelvis hur munstycken ska utformas och placeras i samband med samtidig radhackning för optimal funktion. Dels behövs även fler försök och utvärderingar kring bekämpningseffekter mot ogräs i olika grödor för de kemiska metoderna för att veta hur effektiva de är jämfört med andra alternativ.

Särskilt tunt är materialet kring hönshirs. Där har det varit mycket svårt att hitta relevant information, vilket tyder på att fler konkreta studier behövs. För att kunna ge välunderbyggda rekommendationer till odlare i Sverige skulle studier av dessa slag gärna genomföras i svenska eller likande förhållanden. Genom att i studier jämföra bekämpningseffekter mellan obehandlade, enbart mekaniskt bekämpade, kemiskt bekämpade och enbart kemiskt bekämpade hade man kunnat utvärdera dessa och se vilka metoder som faktiskt har bäst effekt. I de mekaniska och kemiska bekämpningarna hade det gärna fått ingå utvärderingar av både ogräsharvning och radhackning, samt olika kombinationer med kemiska preparat och tester för att se när i tiden de olika bekämpningarna ska genomföras för att få bäst effekt. Idag saknas också konkret information kring hur pass mycket en mekanisk bekämpning av hönshirs i växande gröda stimulerar nya frön att gro och vad det innebär för ogräskontrollen, något som hade varit mycket relevant att ta reda på för att kunna ge riktiga råd kring när och hur kombinationer av mekanisk och kemisk bekämpning ska göras.

Att hönshirs enligt litteraturen kan bekämpas med radhacka i radsådda grödor skulle kunna innebära att det även med fördel går att bekämpa den i spannmålsgrödor med större radavstånd anpassade till radhackning, men mer forskning skulle vara önskvärd då detta inte är något som är testat i stråsäd. Det verkar idag saknas studier som direkt tittat på effekter av kombinerade mekaniska och kemiska behandlingar av hönshirs. Därför har slutsatserna här mestadels baserats på den information som hittats om enskilda mekaniska eller kemiska behandlingars verkan och möjligheter att kombinera dessa utifrån erfarenhet och forskning kring hur det fungerar i andra grödor. Skulle de föreslagna mekaniska metoderna fungera bra kan de absolut vara ett mycket gott komplement till de kemiska behandlingarna och kunna minska behovet av herbicider.

För att det ska gå att kombinera mekaniska och kemiska bekämpningsmetoder krävs det givetvis att båda delarna finns tillgå i den aktuella grödan och för det

aktuella ogräset. Finns inte det är det svårt att hitta lämpliga kombinationsåtgärder. Givetvis kan man alltid tänka sig att standardmetoder inom den mekaniska bekämpningen som ogräsharvning och radhackning är ett alternativ, men man vill gärna se forskning på effekterna på det aktuella ogräset för att kunna uttala sig mer säkert om hur effektiviteten och funktionen är. Därför måste mer forskning på området göras.

En korrekt mekanisk bekämpning har alltid fungerat men tar tid, och kostar därmed pengar (Dahlgren 2023). En nackdel eller begränsande faktor med att införa mer mekanisk bekämpning, vilket också är en av anledningarna till att det inte används i större utsträckning, är den lägre kapacitet att avverka areal per tidsenhet som det har. I dagens rationaliserade jordbruk finns det inte alltid tid att använda sig av mer arbetskrävande metoder när de ekonomiska marginalerna är små. Därför är det nästan alltid det billigaste och mest tids effektivt alternativet, vilket ofta är kemisk behandling, som är den metod som används. Denna metod har oftast även en säkrare ogräseffekt (Lundkvist 2014). För att inte överutnyttja denna resurs och exempelvis riskera att funktionen försvinner genom resistens, eller i de fall där resistens redan uppkommit och detta bekämpningsalternativ inte längre finns att tillgå, är det dock viktigt att andra metoder finns att tillgå. Att kapaciteten att avverka areal är lägre när man använder sig av kombinerade metoder gäller både när det handlar om kombinationer i en och samma körning eller vid olika tillfällen. Detta beror bland annat på den kortare arbetsbredd eller lägre körhastighet som krävs eftersom det handlar om ett precisionsarbete att exempelvis radhacka.

De presenterade metoderna är de som litteraturen tagit upp och därför har kunnat utvärderas. Eftersom det framför allt finns en uppsjö av mekaniska bearbetnings- och bekämpningsmetoder skulle det kunna tänkas finnas fler möjligheter att kombinera mekanisk och kemisk bekämpning, men om dessa inte är påtänka eller testade är det svårt att presentera dem här.

4.1 Mekanisk och kemisk bekämpning i samma körning

Denna studie visar att det finns metoder för att kombinera mekanisk och kemisk bekämpning i samma körning. I de försök som gjorts har det visats att kontrolleffekterna mot ogräs kan vara lika höga som vid en ren kemisk behandling och att de är högre än vid en ren mekanisk bekämpning. Detta är mycket lovande resultat som visar att det går bra att minska mängden använda herbicider och ändå uppnå tillfredsställande resultat vad gäller ogräskontroll och skörd, med rätt kombination av metoder. Det är även lovande ur herbicidresistenssynvinkel, både för att minskad användning minskar risken för att resistens uppstår, men också för

att det innebär möjligheter att på ett bättre sätt bekämpa ogräs som är resistent eller vars toleransnivå för vissa herbicider ökat.

Som med de flesta metoder finns det alltid förbättringsmöjligheter. De metoder som använts för att testa hur det fungerar att köra mekaniskt och kemiskt i en och samma körning har rapporterats ha vissa problem. Dessa behöver åtgärdas för att öka säkerheten i metoden, och i förlängningen kunna innebära att det går att använda dem i större skala i den konventionella odlingen. Det handlar då om att förbättra munstyckena och appliceringstekniken för herbiciderna, eftersom de låga vätskemängder som är eftersträvansvärda när träffbilden inte ska vara så bred innebär svårigheter, framför allt vad gäller att kunna hålla ett tillräckligt högt tryck så att det inte stoppar i munstyckena. Ett stopp i ett munstycke som inte upptäcks kan få följden att en rad blir utan bekämpning, med uppförökning av problemogräs som tänkbar följd. Även dammbildning som kan uppstå i samband med radhackningen skulle kunna tänkas vara ett problem, men går att åtgärda genom att skydda munstyckena med exempelvis någon form av huv. En huv hjälper också till att hålla sprutduschen där man vill ha den och minskar eventuella problem med vindavdrift.

För att med den här tekniken kunna hacka så stor del av arealen som möjligt är det eftersträvansvärt att kunna komma så nära raden som möjligt. Därför är ökad precision något som man gärna vill åt. Enligt ovan är detta något som tidigare forskning på området efterfrågat för att öka säkerheten i radhackning kombinerat med radsprutning. Med dagens mycket mer precisa precisionstekniker som GPS och kamerastyrning är det mycket lättare att utföra denna typ av åtgärder med hög precision, och med tanke på hur fort utvecklingen gått inom detta område kan det nog förväntas att precisionen kan öka ytterligare. Med ökad precision och säkerhet skulle det framöver kunna vara möjligt att kunna hacka med mindre radavstånd, till och med ner till 12,5 centimeter som är standard i stråsådesgrödor, vilket hade varit mycket önskvärt eftersom minskat radavstånd innebär att grödan kan konkurrera bättre med ogräsen (Lundkvist 2014).

En annan utmaning med kombinerad bekämpning i samma körning är att vädret och markförutsättningar inte alltid är optimala för att utföra både radhackning och sprutning samtidigt. Blåser det för mycket är det kanske inte lämpligt att spruta och är det för blött i marken kan det vara olämpligt att göra en mekanisk bearbetning. Det betyder att om målet är att utföra den kombinerade behandlingen i en körning finns det risk att fönstret när denna bekämpning är möjlig blir mycket smalare än om varje behandling skulle utförts var för sig. Detsamma gäller i de fall då sådd och besprutning samtidigt kan tänkas vara aktuellt. I sådana fall där det inte bedöms lämpligt att utföra båda behandlingarna samtidigt, men att det på grund av olika omständigheter inte går att vänta med en körning, går det att dela den kombinerade

behandlingen i två omgångar och invänta att de yttre förutsättningarna är bra för respektive behandling. Givetvis tappas då fördelar med att kunna göra allt i en körning, vilket ju är en stor tidsbesparing, men är inte förutsättningarna de rätta för en bekämpning är det inte mycket att göra åt.

Det saknas direkta försök för hönshirs vad gäller kombinationer av mekanisk och kemisk bekämpning. Däremot skulle metoderna i sig, radhackning kombinerat med radsprutning, absolut kunna vara applicerbara i en vårstråsådesgröda anpassad för radhackning för att bekämpa hönshirs. För renkavle finns det viss försöksdata som visat lovande resultat, där bekämpningseffekten mot renkavlen var lika god med det kombinerade systemet som med enbart kemisk bekämpning. Däremot skulle det givetvis vara önskvärt med fler försök även på renkavlen, för att få ett tydligare underlag att utgå ifrån.

4.2 Mekanisk och kemisk bekämpning i en gröda

Att kombinera mekanisk och kemisk ogräsbekämpning över en säsong handlar enligt litteraturen mycket om att försöka ersätta någon direkt behandling med kemiska preparat med en mekanisk behandling. De studier som gjorts både på renkavle och hönshirs, även om de inte är så många, visar på att det finns goda möjligheter att göra på detta vis. Bekämpningseffekterna har i stort varit på samma nivåer som vid en ren kemisk behandling. Att kombinera mekanisk och kemisk bekämpning innefattar inte bara direktbekämpning i grödan, utan även bekämpning innan sådd och efter skörd. Då handlar det om vilka jordbearbetningsstrategier som är lämpliga, och om möjligheter till falsk såbädd och eventuell avdödning med glyfosat.

Kombinationen av mekanisk och kemisk bekämpning i en gröda bygger till viss del på vilka möjligheter det finns för den mekaniska bearbetningen. Vilken mekanisk bearbetningsstrategi man ska använda sig av beror enligt beskrivningen ovan på en rad faktorer, men är relativt lika både för renkavle och hönshirs. Faktorer som avgör är dels hur gröningsvilan ser ut, för arten och för året, dels vilken taktik man vill tillämpa. Ett alternativ är att begrava frön djupt så att de inte kan gro och så att man därmed blir av med dem. Detta föresätter dock att man sedan väntar ett antal år med att vända jorden igen för att inte återföra livsdugliga frön till ytan. Rotationsplöjning kan alltså fungera bra. Ett alternativ är att tillämpa någon form av direktsådd där man genom att låta fröna ligga kvar på ytan ser till så att så många av dem som möjligt förstörs direkt. Reducerad bearbetning där man rör runt i jorden men behåller fröna på gröningsbart djup är kanske det minst fördelaktiga. Ett ytterligare alternativ är att utnyttja gröningsvilligheten som finns och anlägga en falsk såbädd för att kunna bekämpa ogräsen.

Att tillämpa tekniken med falsk såbädd på våren för att bekämpa hönshirs, som litteraturen nämnt som en kontrollåtgärd, förutsätter att temperaturen och ljuset är tillräckligt för att groningen ska ske. Detta är inte givet tidigt på våren med tanke på hönshirsens temperaturkrav. Alltså blir det då kanske lite svårt att både så tidigt för att få en frodig, tät och konkurrenskraftig gröda och att samtidigt tillämpa falsk såbädd. Falsk såbädd innebär ju en fördröjd sådd, något man inte vill ha på våren (Fogelfors 2023). Man får då kanske välja mellan de två alternativen och försöka avgöra vad som kan vara det viktigaste, tidig sådd och bättre förutsättningar för grödan, eller senare sådd och större möjligheter till bekämpning av problemogräs. Möjligheten finns ju dock att tillämpa falsk såbädd om man har en gröda som ska sås senare, något som till exempel kanske skulle kunna vara aktuellt innan typ majs eller potatis som vanligen sås/sätts i maj.

En möjlighet att bekämpa ogräs som är resistent mot en eller flera verkningsmekanismer i selektiva herbicider är att hitta möjligheter att bekämpa dem icke-selektivt, antingen mekaniskt på något vis eller kemiskt med glyfosat, där resistens ännu inte uppstått i Sverige (Feuerhahn et al. 2024). En avdödande behandling med glyfosat följt av ogräsharvning alternativt radhackning i den växande grödan kan då vara ett bra sätt att kombinera mekanisk och kemisk bekämpning när ogräset exempelvis uppvisar resistens. Att radhackning kan vara en effektiv del i strategin mot resistent renkavle visades även vid en maskindemonstration i Skåne våren 2024 (Olofsson 2024).

Att grödan enligt litteraturen kan ta skada av den mekaniska bekämpningen är något som även bör tas i beaktande vid kombinerad mekanisk och kemisk bekämpning. Om skadorna leder till skördenedsättande effekter gör det även att grödans konkurrensförmåga med ogräsen minskar, vilket även försämrar ogräsbekämpningseffekten. För mycket mekanisk bekämpning är alltså inte alltid positivt, men enligt Andersson et al. (2013) är en ogräsharvning under rätt förhållanden inga som helst problem. Problem med skador på grödan kommer när ett flertal mekaniska bekämpningar utförs (Andersson et al. 2013). Att bekämpa kemiskt är dock inte heller en garanti för att grödan inte kan ta skada (Lundkvist 2014).

I de försök som gjorts med renkavle var en av de kombinationsmöjligheter som gav bäst resultat vad gäller ogräskontrollen en ogräsharvning på hösten uppföljt av en kemisk behandling på våren (Andersson et al. 2013). Det bör dock tas i beaktande att vad gäller resistensproblematiken i renkavle är det framför allt mot de herbicider som används på våren som resistens föreligger, och inte i lika stor utsträckning mot de herbicider som används på hösten (Feuerhahn et al. 2024). Att behandla med herbicider på hösten och sedan ogräsharva på våren skulle därför kunna tänkas vara ett logiskt alternativ, men problem med goda jordförhållanden för ogräsharvning på

styvare jordar på våren kan föreligga (Andersson et al. 2013), samtidigt som försöksdata för just denna kombination saknas.

4.3 Mekanisk och kemisk bekämpning i en växtföljd

Ur litteraturen är det svårt att hitta mycket information om växtföljder och kombinationer av mekanisk och kemisk bekämpning. I stället får slutsatserna och resonemangen om lämpliga möjligheter för kemekanisk kombination nedan baseras på den allmänna information som finns om ogräsen och lämpliga bekämpningsstrategier av dessa. Det kan finnas förklaringar till det tunna forskningsläget kring växtföljder och lämpliga bekämpningsmöjligheter. Det tar tid att genomföra studier av växtföljder eftersom det måste gå ett antal år innan några slutsatser går att dra. Problemen med resistensproblematiken är också något som är relativt nytt, vilket gör att få studier hunnit komma i gång eller att några resultat inte hunnit komma ut. Till exempel finns just nu ett pågående projekt om hönshirs där bland annat effekter av växtföljd studeras (Jordbruksaktuellt 2023). Sen är det också så att långsiktighet i forskningen hindras av att forskningsanslag ofta bara gäller för kortare perioder och att det därmed är svårt att få pengar till långsiktiga projekt. Studier av växtföljdseffekter kräver långliggande fältförsök, möjligheter till detta hämmas dock kraftigt av bristen på långsiktighet i anslagen.

Att kombinera mekanisk och kemisk bekämpning över en växtföljd på ett bra sätt innebär att man får leta möjligheter och grödor som gör det möjligt att använda sig av olika typer av bekämpningsmetoder. Grunden i detta måste vara en varierad och mångsidig växtföljd. Ett exempel på en bekämpningsmetod kan vara att få ett strikt sommarannuellt ogräs att gro på hösten genom en höstgröda eller falsk såbädd. De grodda ogräsen dör sedan under vintern, vilket är en mycket bra åtgärd att använda tillsammans med herbicider. För att kunna använda sig av de metoder som presenterats under avsnitten om kombinationer i en körning och i en gröda är det viktigt att tänka på att grödorna ska vara kompatibla med dessa metoder, något många av de vanligaste grödorna är. En annan faktor som är begränsande för vilka bekämpningsmöjligheter som finns är vilken tillgång till rätt maskiner man har.

Om man tar in mer klassiska radsådda grödor eller exempelvis raps med större radavstånd på 25 eller 50 centimeters avstånd ökar det möjligheten till radhackning i växtföljden. Stora radavstånd är dock negativt för hönshirskontrollen enligt ovan då den kan få mycket ljus och lite konkurrens. Därför bör kanske inte grödor med större radavstånd ingå i växtföljden om problem med hönshirs föreligger. Att ha andra grödor än stråsäd i växtföljden innebär också möjligheter att använda sig av andra verkningsmekanismer i den kemiska behandlingen (Nilsson 2018).

I de fall där det hypotetiskt skulle vara så att det finns problem med både renkavle och hönshirs finns inga entydiga sätt att lösa detta, men med kombinerade och anpassade åtgärder är det inte omöjligt att få bukt med problemen. Enligt den litteratur som finns ska vall eller fröodling ingå i växtföljden (Feuerhahn et al. 2024). Sedan bör vår- och höstgrödor växlas helst vartannat år. Grödor som tillåter något senarelagd sådd och falsk såbädd är att föredra, särskilt på hösten men även på våren. Ett diversst grödval som tillåter användning av olika verkningsmekanismer hos de herbicider som används är gynnsamt. Grödor som klarar mekanisk ogräsbekämpning är också fördelaktigt, antingen ogräsharvning eller grödor i rader anpassade för radhackning.

5. Slutsats

Det finns ett flertal sätt att kombinera mekanisk och kemisk ogräsbekämpning. Ett flertal studier har visat att bekämpningseffekterna och skördeutbytet av olika sådana integrerade bekämpningsmetoder har varit på samma nivå som en rent kemisk bekämpning med herbicider, samtidigt som det totala behovet av växtskyddsmedel minskar. En sammanfattning av de presenterade metoderna hittas i *tabell 1*. Vad gäller framför allt forskningsläget kring hönshirs i svenska förhållanden skulle det behövas fler studier, men även på renkavlesidan hade det varit välkommet. Det hade även varit bra med mer forskning generellt kring kombinerade mekaniska och kemiska metoder, växtföljder samt en teknikutveckling där metoderna blir bättre och mer precisa.

Tabell 1: Möjligheter till kombinerade mekaniska och kemiska bekämpningsåtgärder mot renkavle och hönshirs i stråsäd

| Kombinerade bekämpningsåtgärder | Renkavle | Hönshirs |
|--|--|--|
| <i>I en körning</i> | Radhackning + radsprutning är testat med gott resultat | Radhackning + radsprutning skulle kunna vara möjligt |
| <i>I en gröda</i> | Ogräsharvning/radhackning + herbicidbehandling | Ogräsharvning/radhackning + herbicidbehandling |
| | Falsk såbädd + avdödning | Falsk såbädd + avdödning |
| <i>I en växtföljd</i> | Rotationsplöjning | Rotationsplöjning |
| | Direktsådd | Direktsådd |
| | Falsk såbädd på hösten + avdödning | Falsk såbädd på hösten + avdödning |
| | Grödor som tillåter olika verkningsmekanismer hos herbiciderna | Grödor som tillåter olika verkningsmekanismer hos herbiciderna |

Att metoderna för bekämpning av renkavle och hönshirs är i princip samma enligt *tabell 1* trots att den stora kontrast som föreligger kring i vilka grödor och när ogräsen är problem kan tyckas vara konstigt. Detta har dock en rad förklaringar.

Avgränsningarna för rapporten, som innebär att endast stråsäd ska behandlas i större utsträckning, gör att andra grödor där bekämpningsmetoderna eventuellt skulle skilja sig mer inte tas upp här. Därtill är det även så att metoderna för att bekämpa ogräs inte är oändliga, särskilt om man begränsar sig till endast stråsäd, och de vanligaste metoderna är ofta de som också är mest effektiva. Vidare finns det ju inte bara olikheter mellan gräsogräs renkavle och hönshirs utan även en hel del likheter, vilket gör att bekämpningen av de båda kan tendera likartad. Den stora skillnaden mellan bekämpningarna av de två ogräsen, vilket inte framgår av *tabell 1*, är när en bekämpning ska göras. Eftersom renkavle och hönshirs inte är problem i samma grödor ska bekämpningarna ofta inte göras vid samma tid. Bekämpning av renkavle kan vara aktuell, beroende på metod, både höst och vår, medan hönshirsbekämpningen framför allt är aktuell på våren och sommaren. Detta betyder dock inte att bekämpningarna alltid ska göras vid olika tidpunkter, exempelvis kan en falsk såbädd på hösten vara aktuellt för både renkavle- och hönshirsbekämpning.

Tack

Ett stort tack riktas till handledare för arbetet Theo Verwijst och biträdande handledare Anneli Lundkvist för deras hjälp och stöd med arbetet och dess upplägg, samt till biträdande handledare Iris Feuerhahn och Karl-Fredrik Olsson på Jordbruksverkets växtskyddscentraler för idéer kring arbetets innehåll. Tack riktas även till examinatorn Ida Kollberg och opponenter Karl Lingham för relevanta påpekanden och synpunkter som förbättrat rapporten.

Referenser

- Andersson, A., Hansson, D., Nilsson, A.T. & Svensson, S.-E. (2013). *Mekanisk och integrerad bekämpning av renkavle (Alopecurus myosuroides Huds.) – Slutrapport 2013*.
<https://login.lantbruksforskning.se/sbs/projectbank/downloadPb?appFormId=402880f6485f65ff01485f8b703b0160> [2024-05-07]
- Andersson, L. & Åkerblom Espeby, L. (2009). Variation in seed dormancy and light sensitivity in *Alopecurus myosuroides* and *Apera spica-venti*. *Weed Research*, 49 (3), 261–270. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2009.00695.x>
- 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>
- Bollich, P.K., Salassi, M.E., Webster, E.P., Regan, R.P., Romero, G.R. & Walker, D.M. (2002). An evaluation of Clearfield rice production on a stale seedbed. *Making conservation tillage conventional: building a future on 25 years of research. Proceedings of 25th Annual Southern Conservation Tillage Conference for Sustainable Agriculture, Auburn, AL, USA, 24-26 June, 2002*, 184–189
- Chauhan, B.S. & Johnson, D.E. (2010). Implications of narrow crop row spacing and delayed *Echinochloa colona* and *Echinochloa crus-galli* emergence for weed growth and crop yield loss in aerobic rice. *Field Crops Research* 117 (2–3), 177–182. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2010.02.014>
- Chikowo, R., Faloya, V., Petit, S. & Munier-Jolain, N.M. (2009). Integrated Weed Management systems allow reduced reliance on herbicides and long-term weed control. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 132 (3), 237–242.
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2009.04.009>
- Claerhout, S., Reheul, D. & De Cauwer, B. (2015). Sensitivity of *Echinochloa crus-galli* populations to maize herbicides: a comparison between cropping systems. *Weed Research*, 55 (5), 470–481. <https://doi.org/10.1111/wre.12160>
- Colbach, N., Kurstjens, D.A.G., Munier-Jolain, N.M., Dalbiès, A. & Doré, T. (2010). Assessing non-chemical weeding strategies through mechanistic modelling of blackgrass (*Alopecurus myosuroides* Huds.) dynamics. *European Journal of Agronomy*, 32 (3), 205–218. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2009.11.005>
- Dahlgren, H. (2023). *Nya verktyg i kampen mot renkavle. ATL - Lantbrukets Affärstidning*. <https://www.atl.nu/okad-resistens-kraver-nya-satt-att-hantera-renkavle> [2024-05-13]
- Emgardsson, P. (2018). *Mindre ogräsmedel med hackspruta. Land Lantbruk*.
<https://www.landlantbruk.se/mindre-ograsmedel-med-hackspruta> [2024-05-05]

- Eriksson, J. (2020). Hönshirs - Problemogräs på intåg i vårt område!? Uddevallakonferensen 10 januari 2020. SLU, Skara.
<https://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/mom/fieldstations/uddevallakonf/2020/13jakoberikssonpres.pdf> [2024-05-10]
- Europaparlamentets och rådets direktiv 2009/128/EG (2009). *Europeiska unionens officiella tidning*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0128> [2024-06-09]
- Feuerhahn, I., Sundgren, A., Olsson, K.-F., Andersson, M. & Schön, J. (2024). *Kemisk ogräsbekämpning 2024*. Jordbruksverket.
<https://www2.jordbruksverket.se/download/18.765a35dc13f7d0bf7c4114f/1712047479936/be20.pdf> [2024-05-09]
- Fogelfors, H. (2023). *Vår mat: odling av åker- och trädgårdsgrödor i ett klimat under förändring: biologi, klimat, förutsättningar och historia*. Andra upplagan. Studentlitteratur.
- Gianuzzi, M. (2022). *Stor spridning av hönshirs – trivs i vårsådda grödor*. *ATL - Lantbrukets Affärstidning*. <https://www.atl.nu/stor-spridning-av-honshirs-trivs-i-varsadda-grodor> [2024-05-10]
- Głowacka, A. (2009). The influence of strip intercropping systems on weed infestation in spring wheat. *Annales UMCS, Agricultura*, 64 (4).
<https://doi.org/10.2478/v10081-009-0049-2>
- Głowacka, A. (2010). Changes in weed infestation of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under conditions of strip intercropping and different weed control methods. *Acta Agrobotanica*, 63 (2).
<http://agro.icm.edu.pl/agro/element/bwmeta1.element.dl-catalog-010804c7-5844-4d4b-b526-b04ded87eb8f> [2024-05-11]
- Gottfridsson, D. & Jönsson, M. (2014). *Ny teknik för kombinerad radrensning och bandsprutning*. Självständigt arbete, Lantmästarprogrammet. SLU, Alnarp.
https://stud.epsilon.slu.se/7468/1/gottfridsson_et_al_141104.pdf [2024-05-06]
- Gustafsson, I. (2012). *Integrerat växtskydd (IPM) – metoder för ogräsreglering*. Självständigt arbete, Agronom mark/växt. SLU, Uppsala.
https://stud.epsilon.slu.se/4405/7/gustafsson_i_120627.pdf [2024-05-05]
- Hansén, K. (2019). *Dyrt och svårt att bekämpa hönshirs*. *Land Lantbruk*.
<https://www.landlantbruk.se/dyrt-och-svart-att-bekampa-honshirs> [2024-05-10]
- Holm, L.G. (red.) (1997). *World weeds: natural histories and distribution*. Wiley.
- HRAC Europe (2021). Weed fact sheet *Echinochloa crus-galli*.
<https://hracglobal.com/europe/files/docs/EHRAC-Weed-Fact-Sheet-ECHCG.pdf> [2024-05-11]
- Jordan, D.L. & Bollich, P.K. (2002). Influence of cover crops and tillage on Barnyardgrass control and rice yield. *Proc. of 25th Annual Southern Conservation Tillage Conference for Sustainable Agriculture, Auburn, AL, USA 24-26 June, 2002*, 296–299
- Jordbruksaktuellt (2023). *40 miljoner till lantbruksforskning*. *Jordbruksaktuellt*.
<https://www.ja.se/artikel/2234126/40-miljoner-till-lantbruksforskning.html> [2024-05-20]

- Jordbruksverket (2022a). *Hönshirs - ogräs med stor fröproduktion*.
<https://jordbruksverket.se/vaxter/odling/vaxtskydd/vaxtskyddsatgarder/honshirs>
 [2024-05-10]
- Jordbruksverket (2022b). *Renkavle - ogräs som är mycket konkurrenskraftigt*.
<https://jordbruksverket.se/vaxter/odling/vaxtskydd/vaxtskyddsatgarder/renkavle>
 [2024-05-11]
- Koch, W. (1968). Environmental factors affecting the germination of some annual grasses. In Proceedings of the 9th British Weed Control Conference, Brighton, UK, 18–21 November 1968, 14–19
- Lilliehöök, A. (2020). *Hönshirs – ett gräsogräs på frammarsch*. Självständigt arbete, Agronom mark/växt. SLU, Uppsala.
https://stud.epsilon.slu.se/16049/1/lilliehook_a_200903.pdf [2024-05-10]
- Logardt, S. (2013). *Renkavle kräver mer än bara besprutning*. *Jordbruksaktuellt*.
<https://www.ja.se/Default.asp?p=42893&pt=105&m=3433> [2024-05-07]
- Lundkvist, A. (2014). *Ogräskontroll på åkermark*. Jordbruksverket.
<https://www2.jordbruksverket.se/download/18.3b9afa9e14ff69c6f6174608/1443007152050/ovr28.pdf> [2024-05-07]
- Lundkvist, A. (2016). Radhackning och radsprutning - funkar det?
https://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/mom/fieldstations/uddevallakonf/anneli-lundkvist_160115.pdf [2024-05-05]
- Lundkvist, A., Algerbo, P., Andersson, A., Gilbertsson, M., Hansson, D., Nilsson, A.T., Ståhl, P., Stenberg, M. & Verwijst, T. (2015). *Integrerad bekämpning av annuella ogräs genom radhackning och radsprutning i ettåriga grödor*. Slutredovisning, 1 mars 2015. Dnr: 4.1.18-11218/13. Jordbruksverket. [2024-05-04]
- Menegat, A., Milberg, P., Nilsson, A.T.S., Andersson, L. & Vico, G. (2018). Soil water potential and temperature sum during reproductive growth control seed dormancy in *Alopecurus myosuroides* Huds. *Ecology and Evolution*, 8 (14), 7186–7194. <https://doi.org/10.1002/ece3.4249>
- Menegat, A. & Nilsson, A.T.S. (2019). Interaction of preventive, cultural, and direct methods for integrated weed management in winter wheat. *Agronomy*, 9 (9), 564. <https://doi.org/10.3390/agronomy9090564>
- Moss, S.R. & Clarke, J.H. (1994). Guidelines for the prevention and control of herbicide-resistant black-grass (*Alopecurus myosuroides* Huds.). *Crop Protection*, 13 (3), 230–234. [https://doi.org/10.1016/0261-2194\(94\)90083-3](https://doi.org/10.1016/0261-2194(94)90083-3)
- Naylor, R.E.L. (1970). The Prediction of Blackgrass Infestations. *Weed Research*, 10, 296–299
- Nilsson, A.T. (2017). Renkavle - ett växande problem.
https://www.google.com/search?sca_esv=0e0d77e718b5103d&sca_upv=1&q=Anders_NilssonTS_Renkavle.pdf&nfpr=1&sa=X&ved=2ahUKEwiFj-O5lM6GAxUllMMKHfU0CvYQvgUoAXoECAgQAg&biw=1366&bih=633&pr=1 [2024-05-07]

- Nilsson, A.T., Andersson, A. & Hansson, D. (2014). Såtidpunkter, sorter och utsädesmängder i renkavleproblematiken. <https://fou.jordbruksverket.se/fou/dl/Fil-004093> [2024-05-09]
- Nilsson, A.T., Lundkvist, A., Algerbo, P.-A., Ståhl, P., Stenberg, M., Gilbertsson, M., Hansson, D. & Verwijst, T. (2019). *Projekt: Integrerad bekämpning av ettåriga ogräs genom radhackning och radsprutning i höstoljevaxter*. (Slutredogörelse, september 2019). <https://sfo.se/kunskap/integrerad-bekampning-av-ettariga-ogras-genom-radhackning-och-radsprutning-i-hostoljevaxter/> [2024-05-04]
- Norsk Landbruk (1985). *Barnyard grass. Honsehirse*. <https://www.webofscience.com/wos/cabi/full-record/CABI:19850774260> [2024-05-11]
- Ohlson, P.-O. (1996). *Ogräsbekämpning i sockerbetor med en kombinerad bandspruta och radrensare*. (Rapport 211). https://pub.epsilon.slu.se/4259/1/211_Ohlson.pdf [2024-05-09]
- Olofsson, S. (2024). *Radhackning en del av strategin mot renkavle. Greppa Näringen*. [text]. <https://greppa.nu/nyheter/nyheter/arkiv---nyheter/2024-04-30--radhackning-en-del-av-strategin-mot-renkavle> [2024-06-01]
- Persson, C. (2024). *Fjolåret drömsåsong för svårstoppad hönshirs. ATL - Lantbrukets Affärstidning*. <https://www.atl.nu/fjolaret-dromsasong-for-svarstoppad-honshirs> [2024-05-10]
- Samuelson, S. & Bagavathiannan, M. (2022). *Barnyardgrass. GROW (Getting Rid Of Weeds)*. <https://growwm.org/weeds/barnyardgrass/> [2024-05-10]
- Scavo, A. & Mauromicale, G. (2020). Integrated weed management in herbaceous field crops. *Agronomy*, 10 (4), 466. <https://doi.org/10.3390/agronomy10040466>
- Semb Tørresen, K. (2020). *Controlling Echinochloa crus-galli in cereals, potatoes and vegetables - Prosjektbanken. Prosjektbanken - Forskningsrådet*. <https://prosjektbanken.forskningsradet.no/project/FORISS/267700> [2024-05-10]
- Semb Tørresen, K., W. Berge, T. & Sjursen, H. (2022). *Kycklinghirs*. <https://leksikon.nibio.no/l/oppslag/208/> [2024-05-11]
- Shabbir, A., Chauhan, B.S. & Walsh, M.J. (2019). Biology and management of *Echinochloa colona* and *E. crus-galli* in the northern grain regions of Australia. *Crop and Pasture Science*, 70 (11), 917–925. <https://doi.org/10.1071/CP19261>
- Ståhl, P. (2012). Radhackning - från sådd till skörd i lantbruksgrödor. Jordbruksverket. https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_jo/jo12_1.pdf [2024-05-07]
- Syngenta (2020). *Renkavle*. Syngenta. <https://www.syngenta.se/grasogras/renkavle> [2024-05-09]
- Tillett, N. (2005). *Cost-effective weed control in cereals using vision guided inter-row hoeing and band spraying systems*. (HGCA, Project Report No. 370). Tillett and Hague Technology Limited. <https://projectblue.blob.core.windows.net/media/Default/Research%20Papers/Cereals%20and%20Oilseed/pr370.pdf> [2024-05-06]
- VKM (2016). *Risk Assessment of cockspur grass (Echinochloa crus-galli)*. (VKM Report 2016: 23). Scientific Opinion of the Panel on Plant Health of the Norwegian

Scientific Committee for Food Safety. https://fhi.braze.unit.no/fhi-xmlui/bitstream/handle/11250/2471790/15_903_VKM%2BH%25C3%25B8nsehirse_FINAL%2B31%2B05%2B2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y [2024-05-10]

Washington State University (2022). *Weeds: Barnyardgrass – Echinochloa crus-galli. Hortsense*. <https://hortsense.cahnrs.wsu.edu/fact-sheet/barnyardgrass-echinochloa-crus-galli/> [2024-05-10]