



Spridning av mjöldryga genom renkavle

Hugo Lomander

Examensarbete/Självständigt arbete • 15 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för växtproduktionsekologi
Program/Utbildning: Agronom mark/växt
Uppsala 2023





Sklerotier av mjöldryga i råg. Foto: Adam Kranz



Renkavleax i vetebestånd. Foto: Kenraiz Krzysztof Ziarnek

Spridning av mjöldryga genom renkavle

Spread of Ergot by means of Blackgrass

Hugo Lomander

Handledare:	Anneli Lundkvist, SLU, Institutionen för växtproduktionsekologi
Bitr. handledare:	Björn Andersson, SLU, Institutionen för skoglig mykologi och växtpatologi
Bitr. handledare:	Iris Feuerhahn, Växtskyddscentralen Landskrona
Bitr. handledare:	Therese Christerson, Växtskyddscentralen Landskrona
Examinator:	Theo Verwijst, SLU, Institutionen för växtproduktionsekologi

Omfattning:	15 hp
Nivå och fördjupning:	Grundnivå, G2E
Kurstitel:	Självständigt arbete i biologi
Kurskod:	EX0894
Program/utbildning:	Agronom mark/växt
Kursansvarig inst.:	Institutionen för vatten och miljö
Utgivningsort:	Uppsala
Utgivningsår:	2023
Upphovsrätt:	Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.
Nyckelord:	<i>Alopecurus myosuroides</i> Huds., <i>Claviceps purpurea</i> Tul., gräs, gräsblandningar, gräskanter, höstsådd, höstvetete, kantzoner, klimat, väder

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

Mjöldryga (*Claviceps purpurea* Tul.) är en svampsjukdom som leder till stora skador på framför allt råg och vete. Den är vanligt förekommande i Europa och befaras öka i framtiden. Renkavle (*Alopecurus myosuroides* Huds.) betraktas som en av de bidragande faktorerna bakom mjöldrygans spridning. Det är ett utav de mest betydelsefulla gräsogräs i Europa och befaras öka kraftigt i Sverige framöver. Detta kandidatarbete syftar till att studera hur renkavle påverkar förekomsten av mjöldryga i fält. Arbetet består av en genomgång av litteratur samt intervju med erfarna personer inom området. Både gräs och gräsogräs kan bidra till överföringen av mjöldryga till gröda. Större mjöldrygaangrepp har observerats närmare gräskanter medan de tenderar att avta mot mitten av fältet. Förändrade odlingslandskap med större arealer bestående av gräsytor som tillåts blomma samt en alltmer utbredd användning av reducerad jordbearbetning gynnar mjöldryga. Överföringen av smitta sker framför allt genom sekundär spridning genom honungsdagg med sporer som förflyttas via insekter, regnstänk eller direktkontakt. Renkavle anses som en faktor i spridningen av *C. purpurea* genom att tidig blomning passar mjöldrygans livscykel och ger senare infektion av spannmålsgrödan. En alltmer utbredd herbicidresistens har dessutom konstaterats i bestånd av renkavle vilket ytterligare riskerar att försvåra möjligheten till att minimera problematiken med mjöldryga. De viktigaste faktorerna som påverkar risken för att smittas är blommornas vävnadsmotstånd samt öppenhet. Väderleken är också av stor betydelse eftersom den bland annat påverkar hur utdragen blomningen blir. En stor skillnad råder i risken för att drabbas av mjöldrygaangrepp mellan olika sädeslag, men även mellan sorter av samma spannmål. En omfattande skillnad i förekomsten av mjöldryga har kvantifierats hos olika vetesorter, det är däremot inget som tas hänsyn till i växtförädlingen eller rådgivning. För tillfället sker endast förädling på ökad tålighet mot mjöldryga bland rågsorter. I framtiden är det dock tänkbart att även ta större hänsyn till de sortskillnader som vete uppvisar. Tidigare studier som genomförts har inte behandlat svenska sorter vilket hade varit värdefullt, särskilt i drabbade områden.

Nyckelord: *Alopecurus myosuroides* Huds., *Claviceps purpurea* Tul., gräs, gräsblandningar, gräskanter, höstsådd, höstvete, kantzoner, klimat, väder

Abstract

Ergot (*Claviceps purpurea* Tul.) is a fungal disease that causes major damage to rye and wheat. It is common in Europe and is expected to increase in the future. Black-grass (*Alopecurus myosuroides* Huds.) is considered one of the contributing factors behind the spread of ergot. It is one of the most important grass weeds in Europe and is expected to increase strongly in Sweden in the future. This bachelor thesis aims to study how black-grass affects the occurrence of ergot in the field. This was done through a review of literature and interviews with experienced people in the field. Both cultivated grasses and weed grasses can contribute to the transfer of ergot to cereal crops. Larger levels of ergot infestation have been observed closer to grass edges while the level of attack tends to decrease towards the center of the field. Changes in the agricultural landscapes with larger areas consisting of grass that are allowed to flower, as well as the increasingly widespread use of reduced tillage, strongly favor black-grass. The transmission of inoculum occurs primarily through secondary spread by spores containing honeydew that is transferred via insects, rain splash or direct contact. Black-grass is considered one of the most difficult weeds because its early flowering favours the life cycle of the ergot and its subsequent infection of cereal crop. An increasingly widespread herbicide resistance has also been shown in black-grass populations, which further risks making it more difficult to minimize the problem with ergot. The most important factors affecting the infection risk are the tissue resistance and openness of the flowers. The weather conditions are also of great importance because, among other things, they affect how long the flowering will be. There is a big difference in the risk of being affected by ergot between different types of grain and between varieties of the same grain. A large difference in the occurrence of ergot in different wheat cultivars has been quantified, but this is not taken into account in plant breeding or advisory services. At the moment, only breeding for increased resistance to ergot is taking place in rye. In the future, however, it would be advisable to also take greater account of the varietal differences that wheat exhibits. Previous studies on ergot have not dealt with Swedish varieties, which would have been valuable, especially in affected areas.

Keywords: *Alopecurus myosuroides* Huds., autumn sowing, Black grass, *Claviceps purpurea* Tul, climate, ergot, grass, grassland, grass mixtures, margins, weather, winter wheat

Innehållsförteckning

Figurförteckning	10
Ordlista	11
1. Inledning	12
1.1 Bakgrund.....	12
1.2 Syfte	12
1.3 Frågeställningar	13
1.4 Metod	13
2. Bakgrund	14
2.1 Mjöldryga.....	14
2.1.1 Förgiftning orsakat av mjöldryga	14
2.1.2 Värdväxter	15
2.1.3 Infektion	16
2.1.4 Sklerotiebildning	17
2.1.5 Kontaminerad spannmål.....	19
2.2 Renkavle	19
2.2.1 Utbredning och förekomst.....	19
2.2.2 Biologi	20
2.2.3 Spridning via frön.....	22
2.2.4 Groning, övervintring, tillväxt och blomning.....	23
2.2.5 Konkurrens, sjukdomar och resistens	24
3. Spridning av mjöldryga genom renkavle	26
3.1 Kantzoner och blomningstid hos gräsarter	26
3.2 Primär infektion jämfört med sekundär infektion.....	28
3.3 Varierande mottaglighet för mjöldryga	29
3.4 Växtförädling och mjöldryga.....	30
4. Intervju	32
4.1 Syfte	32
4.2 Frågor och svar	32
4.2.1 Finns det skillnader i mjöldrygaangrepp mellan platser?	32
4.2.2 Vilka observationer har gjorts i fält?	34

4.2.3	Vilka kan orsakerna bakom mjöldryga vara och vilka förebyggande åtgärder är viktiga?	34
4.2.4	Hur betydelsefullt är sortval?	35
4.2.5	Vilken effekt har väder och klimat på angreppen?	35
5.	Diskussion	36
5.1	Bidrar renkavle till spridning av mjöldryga till spannmål?	36
5.2	Hur påverkar primär respektive sekundär spridning av mjöldryga förekomsten i råg och vete?.....	38
5.3	Hur betydelsefull är blommornas öppenhet för risken att smittas?.....	39
5.4	Behov av forskning kring mjöldryga framöver.....	39
	Referenser.....	41
	Tack	45

Figurförteckning

Figur 1. Fynd av mjöldryga markerad på Sverigekarta. Prickkartan är från artportalen och fynden är inrapporterade av allmänheten. https://www.artportalen.se/ViewSighting/ViewSightingAsMap	15
Figur 2. Honungsdagg på renkavleax. Foto: Jacquin Dominique	17
Figur 3. Sklerotium av mjöldryga på rågax. Foto: Jacquin Dominique	18
Figur 4. Fynd av renkavle markerad på Sverigekarta. Prickkartan är från artportalen och fynden är inrapporterade av allmänheten. https://www.artportalen.se/ViewSighting/ViewSightingAsMap	20
Figur 5. Ax från renkavle. Foto: Kenraiz Krzysztof Ziarnek.....	21
Figur 6. Renkavleax i kornfält. Foto: Oliver Macdonald Maccheek.....	21
Figur 7. Karta över området med mycket mjöldryga. Foto: Peter Hansson.....	33
Figur 8. Karta över Höganäs respektive Hjärnarp och Ängelholm. https://minkarta.lantmateriet.se/	33

Ordlista

Gangrän	Är ett annat ord för kallbrand. Det innebär att vävnaden dör.
Konvulsion	Innebär krampanfall och onormala psykiska upplevelser.
Phylum	Taxonomisk klassifikation
Sklerotier	Överlevnadsorgan

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Under de senaste åren har mjöldryga blivit ett allt större problem i det svenska jordbruket. Även renkavle är ett ökande bekymmer och anses vara ett av de mest problematiska ogräsen i Europa, dels på grund av utbredd resistens mot ogräsmedel och dels beroende på omfattande odling av höstsäd. Renkavle har dessutom visat sig inverka på spridningen av just mjöldryga från gräskanter och mindre kontrollerade områden intill själva grödan. Själva idén till arbetet kom från ett intresse att skriva om renkavle som ogräs. Tidigare arbeten gjorde det intressant med en ny infallsvinkel, så efter att ha rådfrågat min handledare som i sin tur var i kontakt med Jordbruksverket bestämdes det att arbetet skulle fokusera på renkavlens betydelse för spridningen av mjöldryga.

1.2 Syfte

Arbetet syftar till att studera det eventuella sambandet mellan spridning av mjöldryga och förekomst av renkavle. Både mjöldryga och renkavle utgör ett allt större problem i det svenska lantbruket. Det är därför intressant att undersöka problemet och försöka klargöra hur betydelsefull renkavle är för spridningen av mjöldryga. I och med uppfattningen att både mjöldryga och renkavle kan tänkas bli ett större bekymmer i framtiden är det dessutom intressant att studera andra länder med mer omfattande problem med renkavle såsom Storbritannien.

1.3 Frågeställningar

- På vilket sätt och i vilken omfattning bidrar renkavle till spridning av mjöldryga till spannmål jämfört med andra ogräs?
- Hur betydelsefull är blommornas öppenhet för risken att smittas, finns det flera faktorer, sortskillnad?
- Hur påverkar primär respektive sekundär spridning av mjöldryga förekomsten i råg och vete?

1.4 Metod

Metoden som användes för att besvara frågeställningarna var en litteraturstudie tillsammans med en mindre intervju. Främst användes sökmotorerna Web of Science och Google Scholar samt tilldelat material från handledare. Böcker, artiklar, vetenskapliga rapporter, personlig kommunikation och lagstiftning har använts som informationskälla till arbetet. Sökorden som användes var framför allt; ”mjöldryga”, ”ergot”, ”*Claviceps purpurea* Tul.”, ”renkavle”, ”Black-grass”, ”*Alopecurus myosuroides* Huds.” samt olika kombinationer av ord kopplat till mjöldryga och renkavle. Källornas referenser har sedan gett upphov till nya artiklar vilket har medfört att mer information tillkommit. Arbetet fokuserar främst på smitta av mjöldryga från renkavle till råg och vete, framför allt eftersom det är ett mer välstuderat fenomen. De flesta källor som används kommer från exempelvis Tyskland och Storbritannien eftersom få studier är gjorda i Sverige och andra europeiska länder.

2. Bakgrund

2.1 Mjöldryga

Svampen som orsakar sjukdomen mjöldryga (*Claviceps purpurea* Tul.) tillhör sporsäcksvamparna, även kallat Ascomycota. Den finns spridd över stora delar av världen och förekommer inom hela den tempererade zonen. Svampen producerar sexuella sporer i sporsäckar eller asci vilket har gett namn till det phylum som mjöldryga tillhör (Haarmann et al. 2009). Mjöldryga ger upphov till mörkfärgade böjda sklerotier i spannmålsaxen vilka är svampens överlevnadsorgan (Schiff 2006). Förr ansågs sklerotierna ”dryga ut mjölet” vilket har gett det allmänna namnet på växtsjukdomen. Ibland används namnet *Secale cornutum* L. för mjöldryga vilket är en farmaceutisk benämning (Nationalencyklopedin u.å.).

2.1.1 Förgiftning orsakat av mjöldryga

Mjöldryga har flertalet negativa effekter på både människor och djur. Den kan leda till förgiftningssjukdomen ergotism vilket är ett samlingsnamn på symtomen som ges. Bland annat kan mjöldryga vid intag leda till besvär såsom hallucinationer, feber och skakningar i kroppen (Schiff 2006). Det kan i värsta fall också leda till missfall för gravida och kraftiga okontrollerbara ryckningar i kroppen. Under historien har flertalet större epidemier inträffat vars orsak kan knytas samman med mjöldrygaförgiftning efter konsumtion av rågröd (Van Dongen et al. 1995). I vissa fall ska befolkningen ha halverats till följd av mjöldryga. Under mitten av 1950-talet drabbades Pont-Saint-Esprit i Frankrike av mer än 200 fall av skador kopplat till mjöldryga (Schiff 2006). Nuförtiden är det däremot ovanligt eftersom kontroll och rensningsteknik gör att sklerotierna kan undvikas i mycket stor omfattning (Kommissionens förordning (EU) 2021/1399).

Det är sklerotierna som upphov till de beskrivna symtomen. Bland annat så innehåller de mycket giftiga alkaloider så kallade mykotoxiner, däribland ergometrin, ergotamin och histamin (Haarmann et al. 2009). Ergotamin är ett av de mest skadliga ämnen som återfinns i växtriket. Flertalet olika varianter av svampen som ger mjöldryga förekommer, det gör att symtomen efter förtäring kan se olika

ut. Den gangränösa typen är vanligare i Frankrike och kan leda till kallbrand samt förlorade kroppsdelar (Van Dongen et al. 1995). I Tyskland dominerar i stället den konvulsiva sorten vilken kan leda till hallucinationer och muskelkramper (Van Dongen et al. 1995; Schiff 2006).

Vetskapen om mjöldrygans påverkan på människor återfinns långt tillbaka i tiden, bland annat har mjöldryga använts som läkemedel för att underlätta förlossningar redan år 1100 f.Kr i Kina (Schiff 2006). Detta skedde dock med flertalet biverkningar. År 1938 upptäcktes en organisk syra under en studie av mjöldryga, senare kom den att kalla lysergsyra vilket är den aktiva syntetiska ämnet i drogen LSD (Schumann 2000; Haarmann et al. 2009). Än i dag används ämnen utvunna från mjöldryga inom sjuk- och förlossningsvården även om en minskning skett, bland annat nyttjas alkaloiden ergotamin mot exempelvis migrän.

2.1.2 Värdväxter

Svampen är obligat parasitisk och angriper flertalet sädeslag som råg, vete (Schumann 2000) och ris, men den kan också drabba gräsgräs som renkavle och kvickrot. Även på fodergräs som ängssvingel, hundäxing och timotej har angrepp påvisats vara vanligt. Mjöldryga tros kunna smitta mellan olika arter av gräs, däremot är det inte säkerställt (figur 1) (Jennéus 1990).



Figur 1. Fynd av mjöldryga markerad på Sverigekarta. Prickkartan är från artportalen och fynden är inrapporterade av allmänheten. <https://www.artportalen.se/ViewSighting/ViewSightingAsMap>

Mjöldryga har drygt 400 olika sorters gräs som värdväxt varav majoriteten av de svenska gräsen kan bli angripna (Haarmann et al. 2009). Råg har störst risk för att drabbas av mjöldryga bland spannmålsslagen. Anledningen till detta är att rågen

har öppen blomning samt blommor under längre tid och löper därigenom större risk att infekteras av mjöldryga (Bayles et al. 2009). Svampen kan bara infektera öppna blommor och ett tydligt samband finns mellan växtsort, blomningslängd och väderförhållanden. Det krävs också att blomanlaget är obefruktat för att sporena ska kunna infektera växten. Så fort pollen når pistillens märke och befruktar blomman kan inte infektion av mjöldryga ske hos de flesta gräs (Schumann 2000). I slutändan handlar det om ifall det är pollenslangen eller svamphyferna som först når främnet, det avgör om sklerotier kommer att utvecklas (Miedaner & Geiger 2015).

2.1.3 Infektion

Den primära spridningen av mjöldryga inleds på våren genom att så kallade stroma med en långsmal vit stam och en röd topp bildas på sklerotierna strax före värdväxtens blomning (Schumann 2000). Från varje enskilt sklerotium kan uppemot 50 stroma bildas som i sin tur innehåller stora mängder fruktkroppar (peritecier) i den röda toppen (Miedaner & Geiger 2015). Hög luftfuktighet och nederbörd gynnar bildningen av dessa fruktkroppar som innehåller sporsäckar (asci) där kvinnliga (ascogonia) och manliga (antheridia) könsceller ger bildning av ascosporer. Ascosporeorna är trådformiga och totalt kan åtta bildas i varje sporsäck vilka sedan sprider sig till värdväxten under gynnsamma förhållanden (Menzies & Turkington 2015). Den primära infektionen sker när ascosporeorna når en värdväxt som befinner sig i blomning. För att mjöldrygasvampen ska kunna gro krävs det att blomman är obefruktad (Schumann 2000). Svampens mycel växer ner i fruktämnet på blomman och efter att svampen vuxit till sig skapas speciella hyfer (konidoforer) som är en avknoppning av svampmycelet som har förmåga att bilda konidier, det vill säga asexuella sporer (Miedaner & Geiger 2015).

Den sekundära spridningen av mjöldryga sker genom att konidiesporer sprids till värdväxtens blommande delar, varpå de infekterar fruktämnet. Så småningom bildas hyfer i det infekterade axet som förgrenar sig till mycel och skapar sklerotier med anlag för fruktkroppar (Miedaner & Geiger 2015). Konidierna utsöndras av gräset och sprids genom insekter, framför allt viaflugor vilka lockas till den söta klibbiga vätska som omger konidierna. Vätskan som kallas honungsdagg (figur 2) är det första observerbara symtomet som visar sig, oftast upptäcks dock svampen först när sklerotierna blir synliga (Holgersson 2020).

Honungsdagg är en blandning av växtsaft från floemet och svampsporer. Fem till tio dagar efter den primära smittan kan man se honungsdagg (Jennéus 1990). Variation finns mellan hur lång tid det tar från infektion till att honungsdagg uppenbarar sig, hos korn går det relativt snabbt medan det dröjer längre för vete (Menzies & Turkington 2015).



Figur 2. Honungsdagg på renkavleax. Foto: Jacquin Dominique

Svampen kan framför allt spridas sekundärt både effektivt och långväga genom insekter, men det kan även ske genom vind, regnstänk eller som kontaktsmitta mellan axen (Persson 2019). Både luftfuktighet och temperatur har stor inverkan på svamptillväxten, den mest gynnsamma temperaturen ligger i spannet 20–30°C. Pollen kan gynna koloniseringen av pistillens fruktämne genom att svampens groddslang följer samma väg som pollenslangen. Blomman har dessutom svårt att identifiera skillnaden mellan vad som är svamp och pollen vilket underlättar för svampens chans att lyckas infektera (Holgerrson 2020).

2.1.4 Sklerotiebildning

Mot slutet på sommaren upphör bildandet av konidier (Miedaner & Geiger 2015) och sklerotier börjar växa fram på det angripna fruktämnet. De hornformade cylindriska sklerotierna (mjöldrygorna) blir oftast drygt en centimeter lång, (figur 2) (Bayles et al. 2009). De består av en ljus hård inre vävnad bestående av mycel- och lagringsvävnad. Den mörka färgen skyddar mot miljöfaktorer som UV-ljus.



Figur 3. Sklerotium av mjöldryga på rågax. Foto: Jacquin Dominique

Beroende på värdväxt kan storleken på sklerotierna variera, från ett par millimeter till 40 millimeter i råg (Jennéus 1990). En stor del av de mogna sklerotierna faller av axen och når marken innan spannmålsskörden sker. De sklerotier som når marken övervintrar i jorden och startar sjukdomscykeln kommande säsong. Väl i marken överlever de drygt ett år (Schumann 2000), som mest har sklerotier konstaterats överleva tre år.

Främst är det tre parametrar som har betydelse för mjöldrygans chans till att skapa en infektion i värdväxten; 1) hur länge blommorna är öppna, 2) storleken av märket och 3) den tid som märket kräver för att dra till sig pollen (Miedaner & Geiger 2015). Den mängd pollen som förekommer i luften är också en viktig faktor vilket ökar möjligheten till befruktning och därmed motverkar smitta. Vissa menar dock på att mjöldryga kan infektera pistillen, detta trots att den befruktats tidigare (Miedaner & Geiger 2015). Täta högblad med möjlighet att öppna och stänga sig motverkar risken för infektion hos blommorna (Miedaner & Geiger 2015). Osynkroniserade bestånd vad gäller blomning löper större risk att drabbas (Schumann 2000) på grund av en mera utdragen blomningstid.

I dagsläget saknas direkta åtgärder för att kunna bekämpa mjöldryga i fält. Det gör att förebyggande metoder såsom plöjning och putsning av gräsvallar är det som

finns att tillgå för lantbrukare. Rent utsäde är också en viktig faktor för att minska mängden inokulum, det vill säga antalet sklerotier (Bayles et al. 2009).

2.1.5 Kontaminerad spannmål

För människor är risken mycket låg för att drabbas av förgiftning. Vissa sklerotier följer dock med skörden och drygt 99% avlägsnas därför genom rensning. En del mindre sklerotier kan däremot fortsatt finnas kvar. Mängden av sklerotier som återfinns korrelerar dock inte nödvändigtvis med den uppmätta halten av alkaloider vilket tidigare var uppfattningen (Ruhland & Tischler 2008). Boskap löper istället större risk eftersom foderhanteringen inte är lika säker. En annan möjlighet är att de får i sig mjöldryga från gräs vid betning. Symtomen är likartade som hos människor (Jennéus 1990). Nuförtiden är ergotism i stort sett eliminerad som sjukdom för människor men är däremot fortfarande en betydande sjukdom för djur (Malysheva et al. 2014).

De regler som finns i dagsläget kommer efter ett EU-beslut att stramas åt ytterligare i vissa fall. För oprocessad spannmål ligger gränsvärdet för mjöldryga på 0,2 g/kg. Råg däremot har ett högre accepterat värde på 0,5 g/kg, men från och med 1 juli 2024 så sänks siffran till 0,2 g/kg. Kvarnprodukter har istället gränsvärden som avser mjöldrygaalkaloider, för spannmål är gränsen 150 µg/kg för produkter som når konsumenten. Gränsvärdet för råg kommer sänkas den 1 juli från 500 till 250 µg/kg i kvarnprodukter medan det behålls på samma nivå för de övriga spannmålen (Kommissionens förordning (EU) 2021/1399).

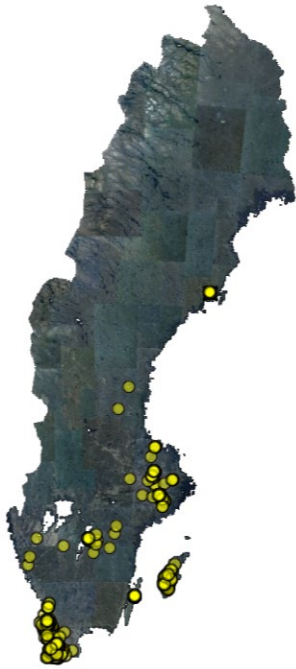
2.2 Renkavle

2.2.1 Utbredning och förekomst

Renkavle (*Alopecurus myosuroides* Huds.) tros ha kommit till Sverige under 1800 talet genom import av utsäde (Naylor 1972b). Under lång tid har renkavle varit mycket sällsynt förekommande i Sverige, därigenom har ogräset funnits med på den svenska rödlistan över sällsynta arter (Olsson 2007). Ursprungligen kommer renkavle från Asien och Europa (Menegat et al. 2018). I Storbritannien blev den ett problem först under mitten av 1900-talet (Bond et al. 2007). Den förekommer rikligt i spannmålsfält i Storbritannien, Frankrike och Tyskland (Holm et al. 1997) och anses vara en av de ekonomiskt mest betydelsefulla ogräsarterna (Hurlé 1993).

Renkavle uppgavs 1997 förekomma som ogräs i drygt ett 20-tal grödor i 37 länder (Naylor 1972a; Holm et al. 1997). Problemen med renkavle är som störst i höstsådda grödor såsom höstkorn, höstraps och höstvetete, men den är också

problematisk i majs, bönor och sockerbetor (Fogelfors 2016). I Sverige är det först under senare decennier som renkavle har uppmärksammats som ett ökande problem och särskilt drabbat är Skåne (Olsson 2007) (figur 4). Arten förekommer även i norra Uppland (Andersson & Åkerblom Espeby 2009) och har hittats sporadiskt i Umeåtrakten som nordligast (Menegat et al. 2018). Tyngre jordar med högre lerhalt och god vattenhållande förmåga har ofta större förekomst av renkavle (Metcalf et al. 2018).



Figur 4. Fynd av renkavle markerad på Sverigekarta. Prickkartan är från artportalen och fynden är inrapporterade av allmänheten. <https://www.artportalen.se/ViewSighting/ViewSightingAsMap>

2.2.2 Biologi

För att renkavle ska utvecklas på ett gynnsamt sätt bör medeltemperaturen överstiga 15°C (Sauerborn & Koch 1988). Odlingsgränsen för höstgrödor är också betydelsefull för hur långt norrut som renkavle förekommer vilket gör det till ett mindre potentiellt problem i nordligt belägna områden (Andersson & Åkerblom Espeby 2009). Renkavleplantorna norrut har dessutom visat sig vara mindre i storlek och ha lägre grad av överlevnad vilket stärker uppfattningen om temperaturens betydelse för plantornas utveckling, tillväxt och frösättning (Milberg & Andersson 2006).

Ett av de tydligaste kännetecknen för renkavle är den smala axvippan bestående av sträva brunviolettera småax vilket har gett arten det engelska namnet "black-grass" (Thruston 1972) (figur 5, 6). Småaxen är i sin tur glest behårade och blanka samt har skärmfjäll som är strävt vingkantade. Skärmfjällen skiljer sig på så vis från andra arter inom släktet kavle (*Alopecurus*) (Olsson 2007), såsom ängskavle eller

kärrkavle. Axen kan bli 4–7 centimeter långa. De är tunna med avsmalnande ändar och sitter på strån som vars bas vanligtvis är knäböjd (Naylor 1972a). Bladen är till färgen blågröna. De är vidare långspetsade, kala, samt en aning sträva. Längden kan variera från 3 till 17 centimeter och bladslidan är vanligtvis lila (Moss 1990). Ståndarknapparna är till färgen ljusorangea vilket står i kontrast till det mörka axet (Holm et al. 1997).



Figur 5. Ax från renkavle. Foto: Kenraiz Krzysztof Ziarnek



Figur 6. Renkavleax i kornfält. Foto: Oliver Macdonald Maccheek

Renkavle räknas som tuvbildande gräs och växer i mindre tuvor med en varierande höjd på 20–80 centimeter. Den klarar av att växa på styvare jordar och även under vattenmättade förhållanden genom att rotsystemet är förhållandevis grunt (Naylor 1972a). Mullhaltiga delar av fälten med lite högre pH och tyngre jord tycks vara extra utsatta för renkavle (Metcalf et al. 2018) vilket gör att den ofta uppträder fläckvis. Vid torkstress påverkas renkavle negativt genom minskad frösättning, både vad gäller mängden frön samt dess vikt (Naylor 1972a).

2.2.3 Spridning via frön

Renkavle tillhör de vinterannuella gräsogräsen och har en ettårig livscykel, dvs. den är strikt annuell. Spridningen av renkavle sker enbart med frön (Menegat et al. 2018). Den gror främst under hösten vilket gör att den gynnas av ensidig odling av höstsäd. Plantorna kan också gro under tidig vinter eller vår förutsatt att förhållandena är gynnsamma. De olika tillväxtförhållandena under höst och vår medför att plantorna ser olika ut. Vårgroende plantor saknar de utpräglade horisontella rosettlika skotten, som höstgroende plantor har, och istället är deras skott riktade uppåt (Naylor 1972a). Omsättningen av fröbanken under varje år ligger på mellan 50-80 % av den totala mängden frön (Chadoeuf et al. 1984; Fogelfors 2016). Genom att gå in i sekundär groningsvila kan fröna från renkavle överleva i marken upp till 11 år. De flesta bedöms dock överleva upp till fyra år (Bond et al. 2007).

Mätningar av antalet renkavlefrön i marken har gjorts för att kvantifiera fröbankens storlek och en variation mellan 200–64 500 frön per kvadratmeter har påvisats (Roberts & Chancellor 1986). Fröbanken visade sig även kunna både öka och minska snabbt i mängd beroende hur marken nyttjades. En studie (Moss 1985) visade dock att fröbanken kunde uppnå max 50 000 frön per kvadratmeter. Vid odling av höstvetete syntes en kraftig ökning av fröbanken redan efter ett par år medan en ordentlig minskning observeras vid odling av vall och vårgroddor (Roberts & Chancellor 1986). Trots att reduktionen av fröbanken kan vara mycket drastisk så är mängden frön per kvadratmeter ofta stor. Anledningen till detta är att fröproduktionen är generellt mycket stor (Lutman et al. 2013). Vid mindre lyckad ogräskontroll kan frömängden i marken tiodubblas under en säsong (Moss 1990). I medeltal producerar renkavle drygt 100 frön per ax. Antalet kan dock variera mellan 20-300 frön per ax beroende på dess längd (Naylor 1972a; Moss 2013). Antalet sidoskott som bildar ax och längden på axen har stor inverkan på den totala produktionen av frö som varje renkavleplanta producerar (Moss 1983).

Fröna utvecklas, mognar och drörs till marken vanligtvis i slutet av juli till början av augusti (Fogelfors 2016). Fröna från renkavlen mognar tidigare än

spannmålsgrödan. Redan samma höst gror de flesta fröna efter en kort primär groningsvila emellan (Naylor 1972a). Om fröna inte gror på hösten kan de gå in en sekundär groningsvila vilket möjliggör att de kan gro nästkommande vår eller år (Moss 1990). Den sekundära groningsvilan kräver högre temperaturer för att brytas och förstärks snarare av låga temperaturer i slutet av sommaren. Flertalet försök har visat att ljusexponering är av stor betydelse för groning av renkavlefrön. Höstgroende frön har visat sig kräva kortare exponering av ljus genom att groningsvilan inte är lika djup. Färre frön gror på våren eftersom det då behövs längre ljusexponeringstider för att groningen ska starta. Höstbearbetning har därför visat sig vara effektivare än vårbearbetning för att locka frön att gro och därmed minska renkavlens fröbank (Andersson & Åkerblom Espeby 2009).

2.2.4 Groning, övervintring, tillväxt och blomning

Groning kan ske från september till slutet av november såvida djupet inte överstiger fem centimeter eftersom fröna är känsliga för ljus (Menegat et al. 2018). Växlingar i ljus och temperatur kan sätta fart på groningen. Den kan starta vid så låga temperaturer som 0–5°C. Den mest gynnsamma groningstemperaturen börjar däremot runt 15°C (Sauerborn & Koch 1988; Holm et al. 1997) och sträcker sig upp mot 25°C innan en avmattning sker. Bond et al. (2007) uppger däremot att den bästa möjliga temperaturen för renkavlens groning redan ligger i intervallet 8-15°C.

Vid temperaturer lägre än 5°C upphör tillväxten. Om plantorna inte lyckats bestocka sig överlever de sällan temperaturer under -8°C. Bestockningen av renkavleplantor medför att de kan överleva temperaturer ner till -30°C (Bond et al. 2007). Bestockningen av renkavleplantorna inleds vid 3-4 bladsstadiet (Holm et al. 1997) och övervintringen sker oftast i tvåbladsstadiet (Naylor 1972a). Vanligtvis producerar renkavle 2–12 sidoskott. Fler sidoskott kan bildas men oftast hämmas sidoskottsproduktionen av konkurrens från andra plantor. Bestockning av renkavle sker både under höst och vår varpå blomningen sker redan i maj (Moss 2013).

Höga temperaturer, beskuggning och groningsvila gör att renkavle inte kan gro på sommaren genom att dessa faktorer inhiberar groning (Naylor 1972a). Stora årsvisa skillnader har uppmätts i groningsvila hos olika frön vilket anses bero på skillnader i växtmiljön för moderplantorna (Menegat et al. 2018). Orsaken bakom variationerna i groningsvila kan kopplas till moderplantans miljöförhållanden och dess genetiska material (Andersson & Åkerblom Espeby 2009).

Renkavle behöver ingen vernalisering för att producera blommor. Däremot gynnas de plantor som utsätts för lägre temperaturer genom en tidigarelagd blomning (Bond et al. 2007). Den största delen av renkavlens pollen sprids via vinden vilket bidrar till korspollinering genom att pollen med olika egenskaper blandas och kan

flyttas längre sträckor men renkavle kan dock även självpollinera (Menegat et al. 2018). Blomningen varar uppåt tio dagar och börjar i toppen av axet för att sedan fortsätta nedåt (Holm et al. 1997). Höstgroende plantor kan starta blomningen i maj och fröna kan då drösa i slutet av juni (Menegat et al. 2018). Drösningen kan pågå ända fram till augusti. Generellt inträffar den runt 13-60 dagar efter blomning mycket beroende dock på rådande väderförhållanden (Holm et al. 1997).

Den största delen av fröna från renkavle i Storbritannien har drösats före skörden av höstvetete. En betydande mängd av fröna kan dock finnas kvar på moderplantan när tröskningen av höstkorn sker eftersom kornet mognar tidigare än höstvetete (Moss 1983). Höstgrodda plantor av renkavle blommar så tidigt som i mitten av maj vid runt 30 veckors ålder. De plantor som grott på våren blommar i juni efter endast 10 veckor gamla (Naylor 1972b) Jämfört med höstgrödor så har renkavle en snabbare livscykel. Det innebär att fröna hinner drösa innan skörd sker av grödan (Menegat et al. 2018). Under mitten av drösningen är grobarheten som bäst. Frön med låg grobarhet kan kopplas till att de kommer från blommor som inte korspollinerats (Moss 1983).

2.2.5 Konkurrens, sjukdomar och resistens

En fördel som renkavle har är dess starka konkurrensförmåga gentemot höstspannmål. Anledningen är att höstsäd är konkurrenssvagt till en början under höst och vinter vilket gör att arten kan konkurrera framgångsrik med grödan (Menegat et al. 2018). Framför allt handlar det om interspecifik konkurrens om näringsämnen och rotutrymmen mellan ogräset och grödan (Naylor 1972a). Först efter bestockningen kan renkavle skjuta strån som når högre än vetestråna vilket innebär att ljuskonkurrens inte är avgörande för skördenedsättningar (Holm et al. 1997). Behovet av näringsämne hos renkavle är av samma mängd som för vete eller korn vad gäller kalium, fosfor och kväve (Holm et al. 1997). Vid förekomst av renkavle blir skördenedsättningen uppenbar redan vid få plantor. Redan vid drygt ett dussin per kvadratmeter kan utfallet bli 5 procent (Moss 2017). Om tätheten av plantor närmar sig 200 stycken per kvadratmeter kan skördenedsättningen uppgå till 20 procent (Holm et al. 1997).

Sjukdomar såsom kronrost, svartrost och mjöldryga är problem i stråsäd och kan spridas dit genom gräsogräs (Bond et al. 2007). Renkavle har liksom vete öppna blommor för att möjliggöra korspollinering, det förhöjer risken för att smittas av mjöldryga (Holm et al. 1997). Smittorisken ökar ju mer öppna blommorna är vilket är orsaken till att renkavle drabbas hårdare av mjöldryga än både vete och korn (Bayles et al. 2009).

Herbicidresistent renkavle är idag vanligt förekommande i Sverige. Få verksamma substanser tillsammans med nya herbicider, korta växtföljder och dåligt utnyttjade odlingstekniker bidrar till ökad resistens. Tre olika sorters resistens förekommer hos renkavle, metabolisk resistens, specifik ALS-resistens och specifik ("target-site") ACCase-resistens. Individer och populationer av renkavle kan bära på flera sorters resistens, den vanligaste är metabolisk resistens. Den innebär att ogräset bryter ned verksamma substanser i herbiciden och på så vis överlever. ACCase herbicider påverkar ogräset genom att aktiviteten av meristem i tillväxtpunkten motverkas. ALS-hämmare binder till olika enzym i växten och kan därigenom hindra bildandet av aminosyror (Pålsson Andersson 2019).

3. Spridning av mjöldryga genom renkavle

Under det senaste decenniet har förekomsten av mjöldryga i framför allt råg och vete rapporterats som högre än vanligt under flertalet år (Persson 2019). En viktig orsak till att mjöldryga ökar i Sverige bedöms vara de vanligt förekommande kantzoner runt fälten. Dessa består i många fall av olika gräsarter som kan vara värdväxter för mjöldryga. Mjöldryga som infekterar vilda gräs betraktas som potentiell risk för att överföra inokulum till stråsäd (Campbell 1957). Ett av de viktigaste ogräsen är renkavle som på senare tid ökat kraftigt i landet och snabbt utvecklar resistens mot herbicider (Nilsson 2023). Nya sorter av spannmål har även lyfts fram som en bidragande orsak. Många kantzoner och hänsynsytor såsom skalbaggsåsar kan även fungera som uppförökningsplats för ogräs, anledningen är att de ofta lämnas relativt ostörda. Med hänsynsytor menas områden som antingen brukas lågintensivt eller som har lämnats orörda för att gynna till exempel mångfald (Bayles et al. 2009).

Förutom införandet av gräsinsådda kantzoner bedöms flera förändringar inom jordbruket ligga bakom ökningen av mjöldryga i fält. Som exempel kan nämnas misslyckade bekämpningar av resistent renkavle, tidigare sådd av höstgrödor och övergång till mindre jordbearbetning. Reducerad jordbearbetning gynnar mjöldryga eftersom det räcker med att mjöldrygans sklerotier hamnar på ett markdjup över 5 centimeter för att den ska hindras sporulera kommande säsong (Bretag & Merriman 1981).

3.1 Kantzoner och blomningstid hos gräsarter

I en studie utförd i Storbritannien observerades att mjöldryga var vanligare i gräskanter med ogräs och naturlig föryngring jämfört med insådd. Resultat visade också att mjöldryga från olika gräsarter hade olika förmåga att infektera vete, och att det även fanns en inomartsvariation i förmågan att infektera vete mellan mjöldrygavarianter från samma sorts gräs (Bayles et al. 2009). En av slutsatserna var att gräsarter med sen blomning reducerar risken för smitta till intilliggande gröda. Gräs med sena blomningsdatum bidrar till att minska risken för spridning av mjöldryga till grödan under samma säsong eftersom perioden av honungsdagg inte kommer sammanfalla med vetets blomningsperiod (Bayles et al. 2009).

Renkavle är ett av de tidigast blommande gräsen vilket kan ske redan i maj (Moss 2013). Ascosporer observerades i maj till början på juni, under den perioden blommar renkavle, däremot är det för tidigt för blomning av vete vilket sker senare. Den högsta nivån av producerade ascosporer visade sig under juni. Man såg också att ascosporer släpptes något tidigare vilket kan vara ett resultat av allt mildare vintrar. Vetets blomning har däremot inte påverkats så mycket eftersom det är mer ljusberoende (Bayles et al. 2009).

Engelska undersökningar har visat att alla gräsarter och vallgräs kan fungera som sekundär smittkälla för mjöldrygaangrepp i råg, vete och korn (Campbell 1957). Risken för sekundär spridning till vete ökade vid förekomst av renkavle (Mantle et al. 1977). Mängden mjöldryga visade sig ha ett positivt linjärt samband med förekomsten av renkavle. Sekundär spridning genom honungsdagg visade sig förekomma över korta avstånd, endast 0,4 m visade sig kunna förhindra spridning. Direktkontakt bedömdes vara en viktig orsak till den korta spridningen (Bayles et al. 2009). Luftburna ascosporer eller asexuella konidier tros komma från bland annat renkavle och överföra smittan därifrån (Wood & Coley-Smith 1982).

Det finns en risk att blommande gräs som smittas av mjöldryga kan överföra det till spannmålsgrödan samt bygga upp en reservoar i marken som kan bidra till kommande infektionscykel nästa säsong. Kantzonerna utgör en större risk genom att förse grödan med sekundärt inokulum från gräset. Framst drabbas det närmsta fältets närliggande område eftersom direktkontakt kan ske (Bayles et al. 2009). Vid förekomst av sent utvecklade sidoskott vid fältkanterna ökar problemen. Avslagna fältkanter eller herbicidbehandlade ytor mellan fältet och kanterna minskar därför risken för mjöldrygainfektion. En tydlig sjukdomsgradient kopplad till sekundärt inokulum inom ett avstånd av 1,5 meter från gräskanten kunde fastslås. Inget samband fanns däremot mellan mängden honungsdagg som producerades och förmågan att producera sklerotier (Mantle et al. 1977).

I kantonerna var förekomsten av mjöldryga oftast högst, troligtvis eftersom de är mindre påverkade och har mer problemogräs. Det konstaterades vara högre angrepp i naturligt genererade kantoner jämfört med insådda. Möjligheten finns till att kunna justera sammansättningen i fältkanter för att minska risken för spridning till gröda. I och med den lagstiftning som finns är det svårare att bekämpa gräs längs fältkanter och på åkerholmar. Tidigare fanns möjligheten att använda bekämpningsmedel (Bayles et al. 2009). Arealer som inte odlas har ökat med hänsyn till miljö och mångfald. Den totala mängden mjöldryga som tröskades korrelerade väl med de nivåer som observerats från ax med stora och små angrepp av mjöldryga. Områden såsom vändtegar eller sprutspår gynnar mjöldryga genom att plantorna tenderar att blomma senare vilket förlänger fönstret för angrepp (Bayles et al. 2009).

3.2 Primär infektion jämfört med sekundär infektion

Kunskap saknas om betydelsen av primär jämfört med sekundär infektion och möjligheten att inokulum skapas utanför eller inne i beståndet av grödan. Primärt inokulum bedöms ligga bakom infektionshårdar medan sekundärt inokulum bidrar till dess spridning (Mantle et al. 1977). Inga bevis tyder på att kantzoner med gräs ger en gradient av smitta i vetegröda vilket skulle kunna härledas till primärt inokulum. Gräskanterna kan däremot bidra till den totala mängden inokulum av mjöldryga i åkermiljön (Bayles et al. 2009). Studier visade att primära infektioner genom ascosporer i vete var mycket sällsynt. Spannmål är utsatt för flera källor till primärt inokulum, dels genom mjöldryga inifrån fältet, det vill säga från föregående säsong eller genom utsädet. Risker för primär smitta finns även från fältkanter, gräsmarker, trädor eller obrukade områden.

Sekundärt inokulum som utgörs av konidier från gräs som infekterats i eller vid sidan av fältet är också en riskfaktor. En studie från Storbritannien visade att sekundär spridning genom konidier ofta infekterade vete. Främst gällde det vetepartier med sen sidoskottsbildning till exempel längs sprutspår, fältkanter eller områden med renkavleangrepp i grödan. Effektiviteten av honungsdagg för spridning beror hur väl gräsets blomning överlappar med vete. Det påverkas även av vilken gräsart och dess förmåga att smittas av mjöldryga (Mantle et al. 1977).

Både de insådda gräsen och ogräsen kan drabbas av angrepp. Mjöldryga från samma plats har visat variation i smittsamhet beroende på värdväxt. Sådda ytor gav lägre risk för mjöldryga vilket kan ha berott på att mängden ogräs var mindre där. I gräskanter ligger sklerotierna dessutom ofta ostörda vilket gör att de överlever bättre (Mantle et al. 1977). Det är därför viktigt att lägga större fokus på att besiktiga fältkanter, se över skötseln av dem och eventuellt val av gräs samt exempelvis skörda drabbad areal separat. Även sen jordbearbetning kan minska mjöldryga i spannmål (Bayles et al. 2009).

Primär infektion i gröda genom ascosporer är mindre förekommande, medan konidier från närliggande gräsmarker är av stor vikt för spridningen. Det är framför allt tidigt blommande gräs som är betydelsefullt (Bayles et al. 2009). Man har sett att en hög population av renkavle ger högre förekomst av mjöldryga i vete, särskilt vid tidiga vetefält. Mindre lyckad herbicidbehandling tenderade att ge större problem. Vid angrepp av renkavle återfinns en större mängd mjöldryga i vetegrödan. Blomningsperioden för renkavle är idealisk för primär infektion från ascosporer, följd av bildandet av honungsdagg för vidare infektion av höstveten när det blommar som mest. Renkavle i nära anslutning till grödan har visat sig vara en av de mest allvarliga faktorerna bakom spridningen av mjöldryga till vete. På vete och renkavle har det hittats varianter med snarlika alkaloidspektrum (Mantle et al.

1977). Isolat från tidigt blommande gräs har visat sig ha högre smittsamhet mot vete. Kavle- och gröearterna (*Alopecurus spp.*, *Poa spp.*) hör till tidigt blommande gräs och bedöms utgöra en större risk än sent blommande gräs (Mantle & Shaw 1976).

3.3 Varierande mottaglighet för mjöldryga

Stora skillnader i risken för infektion av mjöldryga i vete har påvisats mellan olika år och platser i Storbritannien. En del områden visade på kraftig infektion medan andra områden drabbades av låga nivåer. Stora skillnader i fältresistens uppmättes, inga vetesorter var helt resistenta men vissa uppvisade större motståndskraft. Med fältresistens menas effekten av vävnadsmotstånd kombinerat med förmågan att undkomma infektion på grund av blomningsegenskaper, framför allt mekaniska skydd (Bayles et al. 2009).

Mjöldryga har störst möjlighet att angripa grödor eller gräs som blommar öppet. Detta eftersom blommor som är stängda under pollineringen får ett mekaniskt skydd mot svampsporer. Blomningens öppenhet påverkas av fysiska egenskaper: storleken på ståndarknapparna, hur mycket de sticker ut, axets kompakthet, andelen obefruktade blommor. En sluten blomma har därmed lägre risk att drabbas då den skyddas mekaniskt. Framför allt påverkas infektionen av märkets storlek, hur fort märket tar upp pollen och mängden pollen som tillverkas (Miedaner & Geiger 2015). En gemensam uppfattning tycks vara att mjöldrygainfektion endast kan ske ett par dagar efter att blomman befruktats (Willingale 1986). Fönstret för smitta efter pollinering varar i cirka 7 dagar, efter det är risken för infektion mycket låg.

Växlingar i temperatur och nederbörd under säsongen har visat sig ge större effekt jämfört med variationen i blommans öppningsgrad. Blötare förhållanden ger även en längre sporulering hos *C. purpurea*. Känsligheten för mjöldryga visade sig i en studie på vete till stor del bero på vävnadsresistens, medan storleken på blommornas öppning var av underordnad betydelse (Bayles et al. 2009). Väder har en betydande inverkan på blommornas öppenhet hos grödan samt gräset. Väderförhållande har stor inverkan på flertalet blomningsegenskaper, främst temperatur och nederbörd (De Vries 1971). Därför är det svårt att säga vad som är kopplat till sorten och vilka egenskaper som beror på miljöfaktorer.

Spannmål varierar i mottaglighet enligt ordningen: råg, rågvete, vete, korn, havre, där råg är mest mottaglig. I ett engelskt försök uppmättes signifikanta skillnader mellan hur kraftigt vetesorter riskerade att drabbas av mjöldryga. Det bedöms främst bero på olika genetiska egenskaper i kvantitativ vävnadsresistens mot mjöldryga baserat på att de uppmätta skillnaderna nästintill var konstanta trots

varierande miljö och år. Tecken finns även på att olika varianter av mjöldryga skiljer sig åt i värdval och patogenicitet för olika spannmål (Bayles et al. 2009). Det råder motsatta meningar om stamspecificitet bland mjöldryga. Det flesta stammar tros dock kunna gå från en värd till en ny som finns isolerad, dock har det identifierats stammar av mjöldryga som är anpassade till olika värdväxter (Campbell 1957).

Vissa menar att begränsningar finns gällande vilka värdar som olika stammar av mjöldryga kan nyttja. Vid en undersökning där ett antal gräsarter inokulerades med en lösning av konidier av en mjöldrygaisolat från vete visade renkavle (*Alopecurus myosuroides*), ängskavle (*Alopecurus pratensis*), hundäxing (*Dactylis glomerata*) och ängssvingel (*Festuca pratensis*) tecken på angrepp redan efter en behandling. Flertalet gräs såsom rörsvingel (*Festuca arundinacea*) och engelskt rajgräs (*Lolium perenne*) saknade bildning av sklerotier helt vilket talar för teorin om stamspecificitet (Mantle et al. 1977).

Under ett försök där mjöldryga kvantifierades hittades störst mängd i kvickrot, hundäxing, renkavle, italienskt rajgräs. Självpollinerande gräs har mindre risk att angripas. En mindre synkroniserad blomningsperiod medför däremot att risken ökar, därför är hybridråg särskilt utsatt (Miedaner & Geiger 2015). Risken för mjöldrygainfektion ökar genom minskad eller fördröjd pollinering. Extra utsatta är sterila hybridfrön eftersom de endast kan nyttja korspollinering och tenderar att skapa mindre pollen (Wood & Coley-Smith 1982). Vete uppträder hansteril under den inledande blomningen. Under den perioden är det extra känsligt för att smittas, dels för att blomman är öppen, men också för att inget pollen kan befrukta pistillen (Mantle et al. 1977).

Mjöldryga har inte visat några stora tecken på att vara ett större problem i ekologisk odling jämfört med konventionell produktion vilket kan bero på senare sådd samt längre och mer varierade växtföljder. Inga uppenbara skillnader finns i odlingsmetoder när det handlar om mängden sklerotier som bildas (Bayles et al. 2009).

3.4 Växtförädling och mjöldryga

Ingen hänsyn tas till mjöldrygaresistens eller blomningsegenskaper som kan kopplas till tåligare sorter i förädlingsarbete av vete. Det skulle därför vara värdefullt att utveckla en molekylär markör för att indikera resistens, motstånd eller mottaglighet (Bayles et al. 2009). Mjöldrygaresistens utvärderas för närvarande inte i förädling av vete, det medför att bönder inte har information för att kunna välja sorter med lägre risk samtidigt som förädlarna saknar kunskap för att förbättra

sorterna. Bevis har hittats för att en genetisk resistens mot mjöldryga finns i genpoolen hos nordeuropeiskt höstvet (Bayles et al. 2009). Inom rågförädling sker förädling mot tåligare sorter som klarar av mjöldryga bättre. För svensk del sker förädlingen i Tyskland på de sorter som används här.

4. Intervju

4.1 Syfte

Syftet med intervjun var att samla information om hur utmaningarna kring mjöldryga och renkavle ser ut i ett område i nordvästra Skåne där det finns misstankar om att detta gräsgräs kan bidra till spridning av mjöldryga.

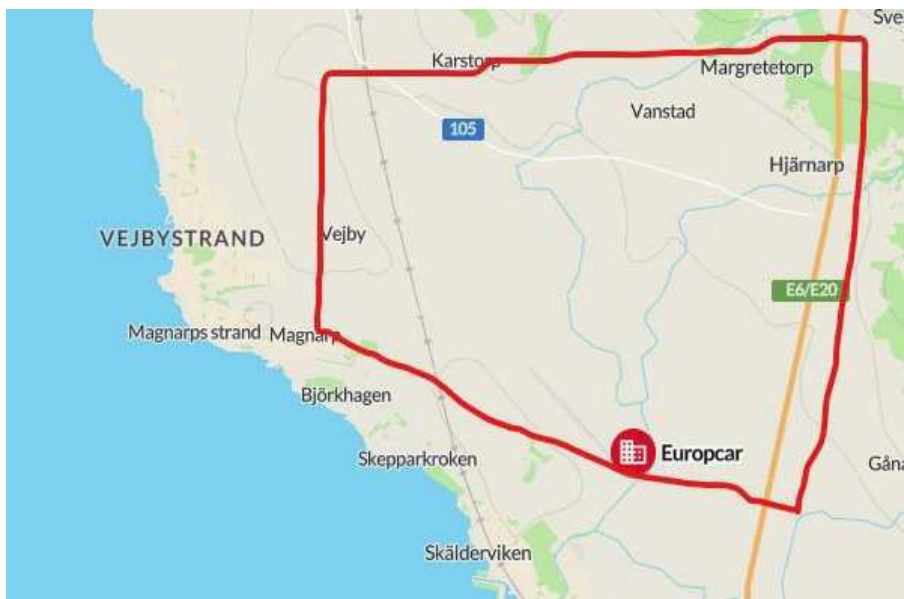
En intervju gjordes med Peter Hansson och Elna Svensson på Vallberga Lantmän där ett antal frågor gick igenom. Nedan redovisas svaren på dessa frågor.

4.2 Frågor och svar

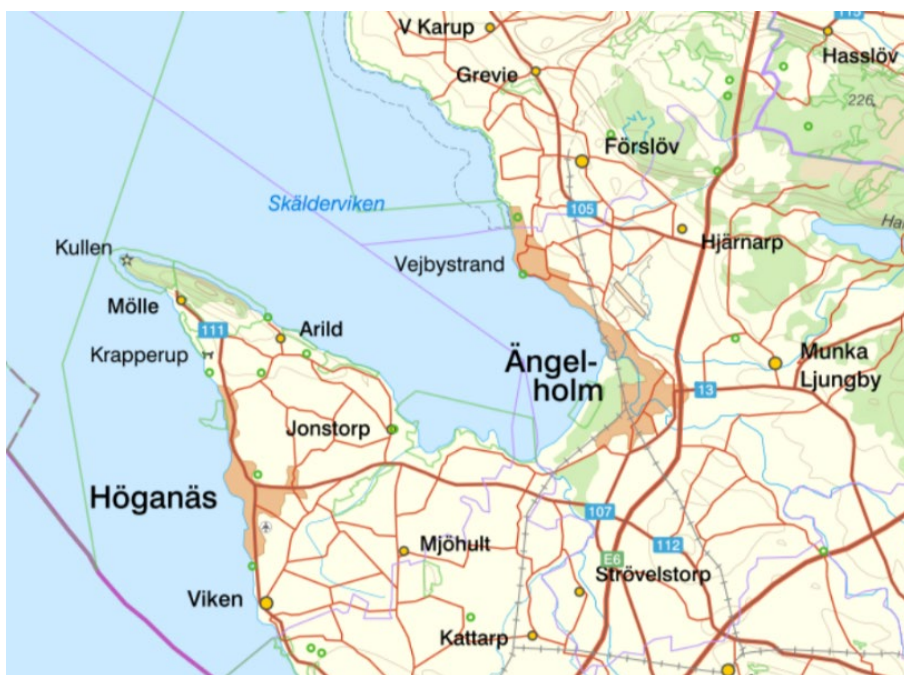
4.2.1 Finns det skillnader i mjöldrygaangrepp mellan platser?

Det finns ett område i form av en triangel från Hjärnarp och Ängelholm som sträcker sig ut mot kusten (Figur 7). Där har betydande mjöldrygaangrepp konstaterats i råg och vete. I denna problemtriangel finns mycket trädad areal som utgör uppförökningsplatser för renkavle. Vidare har inte åkrarna plöjts på över tio år eftersom det är mer tidseffektivt att köra reducerad jordbearbetning jämfört med plöjning. Detta kan eventuellt gynna mjöldrygaangrepp. I problemområdet finns också en lantbrukare med 70 ha gräs som ej putsas. Peter är dock inte helt övertygad om att plöjning skulle kunna motiveras eftersom gräset i gräskanterna fortfarande finns kvar som en betydande faktor för mjöldryga.

Peter och Elna bedömer att vädret är en viktig faktor bakom ökade mjöldrygaangrepp. Kallt väder ger längre blomning med större angreppsrisik. Triangeln ligger lågt geografiskt vilket ger kallare och fuktigare väderlek med längre blomning i stråsåden. Hallandsåsen, som ligger nära området, har också en avkylande effekt. I Höganäs-området har ingen mjöldryga observerats men här är det också betydligt varmare och området omges av hav på båda sidor (Figur 8).



Figur 7. Karta över området med mycket mjöldryga. Foto: Peter Hansson



Figur 8. Karta över Höganäs respektive Hjärnarpsstrand och Ängelholm. <https://minkarta.lantmateriet.se/>

4.2.2 Vilka observationer har gjorts i fält?

Mjöldryga har observerats i framför allt råg, Peter och Elna har även funnit mjöldryga i höst- och vårvete. De har däremot inte gjort några fynd i korn men utesluter inte att mjöldryga förekommer även där. Angreppen i råg upplevs vara kraftigare i de ax som är högre och sticker upp i beståndet.

Under vissa år är utvintringen i höstvete extra stor vilket har medfört att stora ytor såtts in med vårvete. De insådda fläckarna tenderar att få mycket mjöldryga, särskilt om de sorter som används är blommar sent. I körspår hamnar höstvetet efter i utveckling vilket gör att det blommar senare och får tydligt kraftigare angrepp jämfört med övriga fältet. De körspår som gödseltunnan eller sprutan skapar är problematiska eftersom plantorna hamnar efter i utvecklingen och lättare infekteras av mjöldryga. Peter och Elna har noterat en märkbart större omfattning av angrepp närmare gräskanter och vändtegar. De menar att man kan börja titta i exempelvis sprutspåren för att avgöra om angrepp finns i det övriga fältet. Finns det mycket där så förekommer det även på andra delar av fältet. På en hästgård där timotej, ängssvingel och rajgräs förekom upplevde Peter det som att en gradient av angreppsgrad fanns i spannmålen närmare området med gräsen. Minst angrepp konstaterades mot mitten av fältet.

4.2.3 Vilka kan orsakerna bakom mjöldryga vara och vilka förebyggande åtgärder är viktiga?

Peter och Elna menar på att gräskanterna är en viktig faktor vid mjöldryga i fält. De påpekar att gräskanterna i odlingslandskapet har ökat på en tioårsperiod, dessutom så klipps de senare vilket medfört att gräsen hinner blomma. EU-stöd är bitvis problematiskt genom att det leder till att kala fläckar som drabbats av utvintring, sås in med vårvete.

För att undvika att insådd med vårvete efter utvintring förvärrar problemet menar de att det är viktigt att välja en tidigt blommande sort. En annan åtgärd kan vara att välja grödor såsom havre, vårkorn och åkerböna. De upplever att problemen förvärras ju mer vete som förekommer i växtföljden, att odla vete tre av fem år är inte ovanligt. I området används reducerad jordbearbetning eftersom fälten utgörs av styv lera vilket man uppfattar som en bidragande orsak.

Renkavle är ett betydande ogräs i området. Peter och Elna menar att lantbrukare generellt är rätt duktiga på renkavlebekämpning. De som har haft renkavle länge och sett det hanterar det ofta bättre. De flesta gårdar har renkavle, dock dyker den upp på gårdar som ej haft det. Resistens mot herbicider förekommer i stor omfattning och ökar vilket de ser som problematiskt.

4.2.4 Hur betydelsefullt är sortval?

Skillnader i tålighet finns mellan sorter. Peter och Elna använder de bästa sorterna med avseende på mjöldryga från tyska rågförsök. I fält observerar de inga större skillnader i angrepp även om det antas finnas. Det är dock många parametrar utöver tålighet mot mjöldryga som man måste ta hänsyn till i sortval. De lyfter fram bättre rensningsteknik som en viktig faktor för att hantera mjöldrygan efter skörd vilket är oberoende av sort.

4.2.5 Vilken effekt har väder och klimat på angreppen?

Lång kall vår ger sen blomning vilket gör att grödorna blommar mer samtidigt och under längre tid. Peter tror att vindavdrift från åkerbönsfält kan vara av betydelse för mjöldryga eftersom det är en öppen gröda vilket gör att vinden lätt kan komma ner och föra med sig sporer. Sporena kommer framför allt från sklerotier som bildats tidigare år när spannmål har odlats i fälten med åkerböna.

Sett till Tysklands klimat och mjöldrygaförekomst är det tänkbart att större problem kan väntas i Sverige om vi får ett liknande klimat framöver menar Peter. De berättar att angreppen har ökat lite under en tioårsperiod och att det spritt sig mer i landet. Stora skillnader i angreppsgrad mellan år har dock konstaterats.

5. Diskussion

De flesta svenska gräs kan angripas av mjöldryga, bland annat renkavle och kvickrot. Renkavle upplevs som ett av de mest besvärliga ogräsen i vårt jordbrukssystem i södra Sverige. Det beror dels på att renkavle är en vinterannuell och därför gynnas av den stora mängd höstspannmål som odlas i Europa. En annan bidragande faktor är renkavlens utbredda resistens mot herbicider och dess förmåga att bilda stora mängder frön. Angreppen av mjöldryga är allra främst ett problem i råg och vete. Varför ökar då angreppen av mjöldryga och varför varierar det mellan år? En anledning till de årsvisa variationer som har visat sig beror till stor del på vädret. Svalare och blötare förhållanden under blomningen medför att den blir mer utdragen och underlättar sporbildningen samt senare möjlighet till infektion.

5.1 Bidrar renkavle till spridning av mjöldryga till spannmål?

Studier i Storbritannien visade att renkavle var ett av de gräsen som är mest utsatt för mjöldrygaangrepp, och det främsta ogräset som bidrar till mjöldryga i spannmål. Det bidrar till att gynna svampens livscykel genom att vara värdväxt och möjliggör en ökad förekomst av mjöldryga i spannmålsgrödan. Renkavle kan bidra med att bygga upp en reservoar av sklerotier i fältkanterna till nästkommande säsong. Dessutom kan renkavle smitta blommande spannmål genom sekundär spridningen via asexuella konidier från fältkanterna. Det beskrivs som den viktigaste källan till mjöldryga i fält under en och samma säsong (Bayles et al. 2009).

Tidig sådd av höstspannmål tillsammans med en allt mer utbredd användning av reducerad jordbearbetning har visat sig gynna renkavle (Hurle 1993). Insådd av vårvete i utvintrade fläckar av höstvete medför förmodligen en större risk för mjöldryga eftersom fältet blommar under längre tid. En ytterligare förändring som skett inom jordbruket bortsett från tidigare sådd är att mängden obrukad och mindre påverkad areal har ökat. Vanligtvis utgör gräs en betydande del av dessa ytor. Den största risken finns bland de områden där artsammansättningen är okontrollerad och som antingen inte slås alls eller först efter att gräsen blommat. Om sådana områden skulle slås av skulle axen hindras från att gå i blom och bidra till sekundär spridning.

Mjöldryga visade sig vara mer vanligt förekommande i spannmål nära de ytor som inte brukades aktivt utan som i stället hade en naturlig föryngring tillsammans med hög andel ogräs. Ogräs såsom renkavle är mycket konkurrenskraftigt och växer kraftigt med betydligt fler ax om konkurrensen från andra arter är låg (Moss 2013). I och med renkavlens tidiga blomning riskerar plantorna att utsättas för en primär infektion. En viktig åtgärd är därför att renkavle om möjligt putsas innan de går i blom, dels minskar det tillskottet till fröbanken och även möjligheten till fortsatt livscykel för mjöldrygan då en värdväxt avlägsnas. Även i fält är det viktigt att hålla efter renkavle genom exempelvis plöjning eller herbicider, eftersom den också är ett problematiskt ogräs.

Olika stammar av mjöldryga anses ha olika förmåga att angripa olika värdväxter bland både sådda gräs och ogräs. Stammarna har i sin tur visat olika grader av angrepp beroende på vilket gräs det handlar om (Bayles et al. 2009). Detta gör att möjligheten finns att identifiera ogräs med extra stor risk att sprida smitta till exempelvis vete. Möjligheten finns att anpassa val av sort på gräs och gröda och anpassa dem efter varandra. Gräset bör blomma sent och vara mindre benäget att drabbas av mjöldryga. Grödan ska helst å andra sidan blomma under en kort period och så synkroniserat som möjligt. Ofta ligger riskområden i fältkanter, sprutspår eller vändtegar. Där tenderar nämligen spannmålen att ligga efter i blomningsfas. Det gör att risken för sekundär spridning utifrån är stor. Insekter tros också föredra honungsdagg från olika växter vilket i sin tur kan vara betydelsefullt för överföringen. Det är dock oklart vilken betydelse de har för den sekundära spridningen (Mantle et al. 1977).

Det hade varit värdefullt att få bättre förståelse för variationen inom mjöldryga och möjliga skillnader mellan geografiska områden. Dels hade det möjliggjort att sorterna av spannmålsgrödor som odlas på en viss plats hade kunnat anpassas efter ogräsen med störst risk till överförande av mjöldryga. Likaså finns möjligheten att insådda gräs kan anpassas efter lokala förutsättningar. Exempelvis har sent blommande gräs visat sig minska risken för infektion i gröda eftersom förekomsten av honungsdagg inte sammanfaller med blomningsperioden för grödan (Bayles et al. 2009).

Att variera växtföljden mellan olika grödor är också av stor vikt. Det är dock viktigt att ha i åtanke att även vallgräs kan drabbas av smitta vilket kan påverka foderkvalitén. Även bland vallgräsen finns en stor variation där hundäxing och italienskt rajgräs är bland de känsligaste arterna (Bayles et al. 2009). Därför kan det vara betydelsefullt att se över sina sortval av gräs. Möjligheten finns även att

prioritera spannmålsgrödor som tenderar att få lägre grad av angrepp såsom korn och havre eller minska mängden spannmål i växtföljden.

5.2 Hur påverkar primär respektive sekundär spridning av mjöldryga förekomsten i råg och vete?

Den primära spridningen uppfattas enbart bidra med att bygga upp en reservoar av inokulum till nästkommande år. Sklerotierna övervintrar i jorden och påverkas till stor del av vilken sorts jordbearbetning som görs eller inte görs. Det är genom sekundär spridning som vete smittas och det beskrivs som den viktigaste källan till mjöldryga i fält under en och samma säsong. Ekologisk odling kunde inte bevisas vara mer utsatt för angrepp av mjöldryga. Det beror förmodligen till stor del på att den typen av mark tenderar att plöjas mer ofta. På så vis reduceras inte bara mängden överlevande sklerotier utan även renkavlens fröbank (Bayles et al. 2009).

En bättre spridning av existerande kunskap kring gräs som riskerar att föröka upp och smitta grödan sekundärt vore önskvärt. I många fall kan man utifrån vetskapen om skillnader mellan grässorterna justera sammansättningen i närliggande gräsmarker för att reducera risken för överföring av mjöldryga och uppförkning av inokulum (Bayles et al. 2009). Vid val av exempelvis rågsort så kan det vara en god idé att välja en tåligare sort om mjöldryga är ett utbrett problem. Genom att renkavle är så pass tidigt blommande möjliggör det att de första tecknen på mjöldryga bör finnas där. På så vis kan risken för angrepp i spannmålsgrödan bedömas utifrån hur infekterad renkavle är.

Renkavle gynnas av hög lerhalt och trivs i mullhaltigare delar av fältet, anledningen är att de har relativt grunda rötter och på så sätt gynnas på de platserna med bättre vattenhållande förmåga (Metcalf et al. 2018). Bildningen av stroma från sklerotier av *C. purpurea* främjas även de av markfukt vilket kan tänkas förvärra den primära infektionen i renkavle, och därmed öka risken för ett kraftigare sekundärt angrepp av mjöldryga i spannmålsgrödan.

En av de mest effektiva åtgärderna för att undvika sklerotier i fält och minska mängden inokulum är att plöja (Jennéus 1990). På så vis motverkas den primära infektionen under våren och potentiell sekundär spridning till grödan. Mjöldrygans sklerotier överlever drygt 1-3 år och kan inte gro samt sprida sporer om djupet överstiger fem centimeter. Plöjning särskilt på hösten bidrar även till att minska renkavlens fröbank kraftigt, fröna överlever i snitt 4 år och grobarheten avtar betydande med tiden. Renkavle har visat sig vara ett av de mest problematiska ogräsen som fungerar som värdväxt för mjöldryga. Den bidrar till att gynna

svampens livscykel och möjliggör en ökad förekomst i spannmålsgrödan. I jordbrukssystem med allt mer reducerad jordbearbetning tenderar sklerotier och renkavlefrön lämnas mer ostörda vilket möjliggör kraftigare angrepp av mjöldryga.

5.3 Hur betydelsefull är blommornas öppenhet för risken att smittas?

I Storbritannien gjordes en omfattande studie över inhemska spannmålssorter som visade att det fanns stor skillnad mellan olika sorters motståndskraft mot mjöldryga, men att ingen sort var helt resistent. Sortskillnaderna beror på vävnadsresistens och hur öppna blommorna är. Blommornas öppenhet påverkas inte bara av vilken sort det var, utan även till stor del av miljöfaktorer. Konsekvensen blir att det är svårare att utifrån en viss sorts egenskaper redogöra för hur känslig den är eftersom egenskaperna uttrycks på olika sätt beroende på plats och år. Vädret har visat sig vara mycket viktig för risken att infektion av mjöldryga sker. Dels påverkar vädret längden på blomningsperioden, men också sporererna. Risken är som störst under svala förhållanden vilket ger utdragen blomning (Bayles et al. 2009).

Råg är den mest angripna spannmålsgrödan och framför allt beror det på att den blommar öppet under lång tid (Jennéus 1990). Det är två viktiga egenskaper som man skulle kunna förädla på för att minska risken för mjöldryga i råg så den närmar sig vete och korn. En molekylär markör som indikerar tålighet och mottaglighet vore värdefullt och skulle kunna underlätta förädlingsarbetet.

Mindre synkroniserad blomning har visat sig vara en viktig faktor till ökade angrepp, anledningen är att den totala blomningsperioden blir längre. Det är därför tänkbart att fläckvis etablering och omsådda ytor är något som riskerar att leda till ökad problematik vilket kan vara viktigt att ha i åtanke om problemen redan är utbredda. Delade meningar råder om hur stor betydelse blomningsegenskaperna har. De uppfattas framför allt fungera som en mekanisk barriär för sporererna vilket hindrar dem från att nå märket på blomman. Vävnadsresistens har också lyfts fram som en viktig faktor och anses vara av högre betydelse för möjligheterna infekteras (Bayles et al. 2009).

5.4 Behov av forskning kring mjöldryga framöver

Insatsmedel saknas för att bekämpa mjöldryga i fält, vilket innebär att förebyggande åtgärder såsom sortval är det enda sättet att reducera problemet. Bland svenska vetesorter saknas tålighet mot mjöldryga som ett kriterium vid förädling.

Det finns endast försök på råg från Tyskland i dagsläget. Information om vilka vetesorter som kan tänkas vara tåligare respektive känsligare skulle vara användbart. Förmodligen råder det en stor skillnad i mottaglighet mot mjöldryga vilket kan tänkas vara av större betydelse ju mer angreppen breder ut sig. Vete är dessutom den mest odlade spannmålsgrödan i Sverige med störst risk för att smittas efter råg. De två viktigaste egenskaperna för tålighet mot mjöldryga är vävnadsmotstånd och blomningsegenskaper (Bayles et al. 2009). Sortens blomningstidpunkt och blomningslängd är också av stor vikt. Genom fältförsök med svenska sorter hade man kunnat kartlägga skillnaderna och försöka nå ut med informationen till rådgivare och lantbrukare. Odlare skulle därmed kunna minska risken för infektion i sin gröda och vidare spridning av mjöldryga.

Kunskap saknas om betydelsen av det inokulum som genererats inne i fältet respektive utanför i fältkanterna och dess påverkan på mjöldrygaangreppet i fält. Det är dessutom svårt att uppskatta om primär jämfört med sekundär infektion är av störst betydelse för mängden mjöldryga i det spannmål som tröskas (Mantle & Shaw 1976). Vetskapen är av stor vikt för att förhindra bildning av sklerotier genom att motverka mjöldrygan från att fullfölja sin livscykel.

Vädret i framtiden spås leda till kortare och mildare vintrar. Uppfattningen är att det medför att produktionen av ascosporer under våren från sklerotierna kommer ske tidigare. Blomningstidpunkten av själva spannmålsgrödan å andra sidan bedöms inte förflyttas på samma sätt eftersom den är beroende av ljusförhållandena (Bayles et al. 2009). Riktigt hur tidigrelagd sporproduktion påverkar mjöldrygans möjlighet till att infektera primärt är oklart. Exempelvis är renkavle bland det första ogräset att utveckla blommor på våren och beroende på när sporer släpps är det tänkbart att effekten blir annorlunda. Möjligheten finns att andra värdväxter passar bättre för mjöldrygans livscykel vad gäller blomningsdatum. Det är något som skulle behöva undersökas vidare i framtida forskning.

Det finns en uppfattning att mjöldryga från olika gräs har varierande förmåga att infektera sekundärt till olika spannmålsgrödor. Betydelsen av att olika stammar av mjöldryga kan ge hög respektive låg risk att överföra sjukdomen är känd. Det råder dock en viss oenighet om det finns en skillnad i storleken av det spektrum av värdväxten som en stam kan ha (Mantle & Shaw 1976). Mer kunskap skulle behövas gällande skillnader mellan olika stammars egenskaper och förutsättningar för att bättre förstå den variation som finns.

Referenser

- 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>
- Bayles, R., Fletcher, M., Gladders, P., Hall, R., Hollins, W., Kenyon, D. & Thomas, J. (2009). Towards a sustainable whole-farm approach to the control of Ergot. *HGCA Project Report*, (No.456). <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20093254357> [2023-03-29]
- Bond, W., Davies, G. & Turner, R. (2007). The biology and non-chemical control of black-grass (*Alopecurus myosuroides* Huds). *The biology and non-chemical control of black-grass (Alopecurus myosuroides Huds)*.,. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20067200569> [2023-03-14]
- Bretag, T.W. & Merriman, P.R. (1981). Effect of burial on survival of sclerotia and production of stromata by *Claviceps purpurea*. *Transactions of the British Mycological Society*, 77 (3), 658–660. [https://doi.org/10.1016/S0007-1536\(81\)80122-2](https://doi.org/10.1016/S0007-1536(81)80122-2)
- Campbell, W.P. (1957). Studies on ergot infection in gramineous hosts. *Canadian Journal of Botany*, 35 (3), 315–320. <https://doi.org/10.1139/b57-028>
- Chadoeuf, R., Barralis, G. & Lonchamp, J.P. (1984). Evolution of the seed potential of annual weeds in cultivated soil. *Comptes rendus du 7ème colloque international sur l'écologie, la biologie et la systématique des mauvaises herbes.*, 63–70
- De Vries, A.Ph. (1971). Flowering biology of wheat, particularly in view of hybrid seed production — A review. *Euphytica*, 20 (2), 152–170. <https://doi.org/10.1007/BF00056076>
- EU (2021). KOMMISSIONENS FÖRORDNING (EU) 2021/1399. Tillgänglig: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021R1399&from=EN> [2023-04-05]
- Fogelfors, H. (2016). *Vår mat*. Lund: Studentlitteratur.
- Haarmann, T., Rolke, Y., Giesbert, S. & Tudzynski, P. (2009). Ergot: from witchcraft to biotechnology. *Molecular Plant Pathology*, 10 (4), 563–577. <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2009.00548.x>
- Holgersson, L. (2020). *Mjöldryga (Claviceps purpurea): ett ökande problem i Sverige*. Sveriges lantbruksuniversitet.
- Holm, L., Doll, J., Holm, E., Pancho, J.V. & Herberger, J.P. (1997). *World Weeds: Natural Histories and Distribution*. John Wiley & Sons.

- Hurle, K. (1993). Integrated management of grass weeds in arable crops. *Brighton crop protection conference, weeds. Proceedings of an international conference, Brighton, UK, 22-25 November 1993.*, (Vol. 1), 81–88
- Jennéus, A. (1990). *Faktablad om växtskydd-Mjöldryga*. Tillgänglig: https://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/ekol/faktablad/faktablad-vaxtskydd/faktablad_om_vaxtskydd_18j.pdf [2023-04-05]
- Lutman, P.J.W., Moss, S.R., Cook, S. & Welham, S.J. (2013). A review of the effects of crop agronomy on the management of *Alopecurus myosuroides*. *Weed Research*, 53 (5), 299–313. <https://doi.org/10.1111/wre.12024>
- Malysheva, S.V., Larionova, D.A., Mavungu, J.D.D. & Saeger, S.D. (2014). Pattern and distribution of ergot alkaloids in cereals and cereal products from European countries. *World Mycotoxin Journal*,. <https://doi.org/10.3920/WMJ2013.1642>
- Mantle, P., Shaw, S. & Doling, D. (1977). Role of Weed Grasses in Etiology of Ergot Disease in Wheat. *Annals of Applied Biology*, 86 (3), 339-. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1977.tb01848.x>
- Mantle, P.G. & Shaw, S. (1976). Role of ascospore production by *Claviceps purpurea* in aetiology of ergot disease in male sterile wheat. *Transactions of the British Mycological Society*, 67 (1), 17–22. [https://doi.org/10.1016/S0007-1536\(76\)80002-2](https://doi.org/10.1016/S0007-1536(76)80002-2)
- 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>
- Menzies, J.G. & Turkington, T.K. (2015). An overview of the ergot (*Claviceps purpurea*) issue in western Canada: challenges and solutions. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 37 (1), 40–51. <https://doi.org/10.1080/07060661.2014.986527>
- Metcalf, H., Milne, A.E., Webster, R., Lark, R.M., Murdoch, A.J., Kanelo, L. & Storkey, J. (2018). Defining the habitat niche of *Alopecurus myosuroides* at the field scale. *Weed Research*, 58 (3), 165–176. <https://doi.org/10.1111/wre.12300>
- Miedaner, T. & Geiger, H.H. (2015). Biology, Genetics, and Management of Ergot (*Claviceps* spp.) in Rye, Sorghum, and Pearl Millet. *Toxins*, 7 (3), 659–678. <https://doi.org/10.3390/toxins7030659>
- Milberg, P. & Andersson, L. (2006). Evaluating the potential northward spread of two grass weeds in Sweden. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*, 56 (2), 91–95. <https://doi.org/10.1080/09064710510029132>
- Moss, D.S. (2013). Everything you really wanted to know about black-grass but didn't know who to ask.
- Moss, S. (2017). Black-grass (*Alopecurus myosuroides*): Why has this Weed become such a Problem in Western Europe and what are the Solutions? *Outlooks on Pest Management*, 28 (5), 207–212. https://doi.org/10.1564/v28_oct_04
- Moss, S.R. (1983). The production and shedding of *Alopecurus myosuroides* Huds. seeds in winter cereals crops. *Weed Research*, 23 (1), 45–51. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.1983.tb00519.x>

- Moss, S.R. (1985). The survival of *Alopecurus myosuroides* Huds. seeds in soil. *Weed Research*, 25 (3), 201–211. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.1985.tb00636.x>
- Moss, S.R. (1990). The seed cycle of *Alopecurus myosuroides* in winter cereals: a quantitative analysis. *Symposium on integrated weed management in cereals. Proceedings of an EWRS symposium, Helsinki, Finland, 4-6 June 1990.*, 27–35
- Nationalencyklopedin (u.å.). *Secale cornutum*.
<https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/secale-cornutum> [2023-05-25]
- Naylor, R.E.L. (1972a). *Alopecurus Myosuroides* Huds. (A. Agrestis L.). *Journal of Ecology*, 60 (2), 611–622. <https://doi.org/10.2307/2258364>
- Naylor, R.E.L. (1972b). Aspects of the Population Dynamics of the Weed *Alopecurus myosuroides* Huds. in Winter Cereal Crops. *Journal of Applied Ecology*, 9 (1), 127–139. <https://doi.org/10.2307/2402051>
- Nilsson, A. (2023). *Bekämpning av renkavle*. Tillgänglig:
<https://www.slu.se/institutioner/biosystem-teknologi/aktuella-projekt/avslutade/CSE/bekampning-av-renkavle/> [2023-05-15]
- Olsson, K.-A. (2007). – Floraförändringar i Skåne under de senaste 50 åren.
- Persson, P. (2019). Mjöldryga och kolvsjuka – två uppstickare 2019.
- Pålsson Andersson, S. (2019). *Kontroll av renkavle (Alopecurus myosuroides Huds.) utan glyfosat*. [Grundnivå, G2E]. <https://stud.epsilon.slu.se/14877/> [2023-05-25]
- Roberts, H.A. & Chancellor, R.J. (1986). Seed banks of some arable soils in the English midlands. *Weed Research*, 26 (4), 251–258. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.1986.tb00704.x>
- Ruhland, M. & Tischler, J. (2008). Determination of ergot alkaloids in feed by HPLC. *Mycotoxin Research*, 24 (2), 73–79. <https://doi.org/10.1007/BF02985284>
- Sauerborn, J. & Koch, W. (1988). Untersuchungen zur Keimungsbiologie von sechs tropischen Segetalarten. *Weed Research*, 28 (1), 47–52.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.1988.tb00784.x>
- Schiff, P.L. (2006). Ergot and Its Alkaloids. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 70 (5), 98
- Schumann, G.L. (2000). *Ergot of Rye (Esporão do Centeio - Português)*. *Ergot of Rye (Esporão do Centeio - Português)*.
<https://www.apsnet.org/edcenter/disandpath/fungalsco/pdlessons/Pages/ErgotPort.aspx> [2023-03-29]
- Thruston, J.M. (1972). Blackgrass(*Alopecurus myosuroides* Huds.) and its control. *Brit Weed Contr Conf Proc.*,
https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Blackgrass%28Alopecurus+myosuroides+Huds.%29+and+its+control&author=Thruston%2C+J.M.&publication_year=1972 [2023-03-28]
- Van Dongen, P.W.J. (1995). *History of ergot alkaloids from ergotism to ergometrin*. Tillgänglig: http://ergotism.info/en/1995_history_of_ergot_alkaloids.pdf [2023-04-03]

- Willingale, J. (1986). Postpollination Stigmatic Constriction, the Basis of Ergot Resistance in Selected Lines of Pearl Millet. *Phytopathology*, 76 (5), 536. <https://doi.org/10.1094/Phyto-76-536>
- Wood, G. & Coley-Smith, J.R. (1982). Epidemiology of ergot disease (*Claviceps purpurea*) in open-flowering male-sterile cereals. *Annals of Applied Biology*, 100 (1), 73–82. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1982.tb07193.x>

Tack

Ett stort tack riktas till Anneli Lundkvist som varit handledare för kandidatarbetet. Vidare tack till Björn Andersson, Hanna Friberg, Iris Feuerhahn och Therese Christerson som bidragit som biträdande handledare. Slutligen vill jag tacka Peter Hansson och Elna Svensson från Vallberga lantmän som delat med sig av sina erfarenheter från fält.

