

UNDERSØGELSE AF UDVIKLINGEN AF HERBICIDRESISTENS 2021

METTE SØNDERSKOV

DCA RAPPORT NR. 225 • APRIL 2024 • RÅDGIVNING



AARHUS
UNIVERSITET

DCA - NATIONALT CENTER FOR FØDEVARER OG JORDBRUG



Undersøgelse af udviklingen af herbicidresistens 2021

DCA RAPPORT NR. 225 • DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug

FORFATTER:

Seniorrådgiver Mette Sønderskov

Institut for Agroøkologi

Aarhus Universitet



AARHUS
UNIVERSITET

DCA - NATIONALT CENTER FOR FØDEVARER OG JORDBRUG



Datablad

Titel:	Undersøgelse af udviklingen af herbicidresistens 2021
Serie og nummer:	DCA rapport nr. 225
Rapporttype:	Rådgivningsrapport
Udgivelsesår:	April 2024. 1. udgave. 1. oplag
Forfatter:	Seniorrådgiver Mette Sønderskov, Institut for Agroøkologi, AU
Fagfællebedømmelse:	Professor Per Kudsk, Institut for Agroøkologi, AU
Kvalitetssikring, DCA:	Specialkonsulent Stine Mangaard Sarraf, DCA Centerenheden
Rekvirent:	Miljøstyrelsen, Miljøministeriet
Dato for bestilling/levering:	15.04.2021/20.03.2024
Journalnummer:	2024-0641410 og 2024-0641433
Finansiering:	Rapporten er finansieret af Miljøstyrelsen, Miljøministeriet.
Ekstern kommentering:	Ja. Miljøstyrelsen, Dansk Planteværn og SEGES har haft udkast til rapporten til kommentering. Det var kun SEGES der havde kommentarer. Kommentarerne kan ses her: LINK
Eksterne bidrag:	Nej.
Kommentarer til besvarelse:	Rapporten er en opfølgning på monitoringsrapporten: Etablering af en status for forekomst af herbicidresistens i Danmark (2013-2015) udgivet i 2016. I forbindelse med nærværende projekt, har der været nedsat en følgegruppe. Følgegruppe bestod af Carsten Fabricius (SEGES), Jens Erik Jensen (SEGES), Bolette P. Neve (Dansk planteværn), Anita Fjelsted (MST), Ulla Jakobsen (MST) og Bettina Gylden (MST). Som en del af denne opgave er der indsamlet og behandlet nye data, og rapporten præsenterer resultater, som ved rapportens udgivelse ikke har været i eksternt peer review eller er publiceret andre steder. Ved en evt. senere publicering i tidsskrifter med eksternt peer review vil der derfor kunne forekomme ændringer. Nærværende DCA rapport er – med få redaktionelle tilpasninger – identisk med rådgivning til Miljøstyrelsen leveret den 20.03.2024
Citeres som:	Sønderskov, M. 2023. Undersøgelse af udviklingen af herbicidresistens 2021. 52 sider. Rådgivningsrapport fra DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, Aarhus Universitet, leveret: 20.03.2024.
Rådgivning fra DCA:	Læs mere på https://dca.au.dk/raadgivning/
Ophavsret:	Rapporten er omfattet af gældende regler om ophavsret
Layout:	Rapportkoordinator Jette Ilkjær, DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, AU
Fotos:	Forside: Solvejg k. Mathiassen

Sideantal: 51 sider

ISBN: Trykt version: 978-87-94420-35-8. Elektronisk version: 978-87-94420-36-5

ISSN: 2245-1684

Tryk: DigiSource.dk

Internetversion: <https://dcapub.au.dk/djfpublikation/index.asp?action=show&id=1512>

Forord

Projektet er finansieret af Miljøstyrelsen (MST) og udført ved Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet (AGRO, AU). Projektets følgegruppe bestod af Carsten Fabricius (SEGES), Jens Erik Jensen (SEGES), Bolette P. Neve (Dansk Planteværn), Anita Fjelsted (MST), Ulla Jakobsen (MST) og Bettina Gylden (MST). Der har været afholdt 3 følgegruppemøder fra aug. 2021 – mar. 2022.

Som opfølgning på en monitoringsrapport, som blev gennemført i 2013-15 (Mathiassen og Kudsk, 2016), skulle der indsamles et antal prøver svarende til det antal, den foregående rapport var baseret på. Erfaringerne fra tidligere var, at AGRO, AU, selv skulle stå for indsamlingen for at sikre, at frøprøverne blev indsamlet. Derfor blev der ansat en studentermedhjælper, som skulle stå for indsamlingen. De indmeldte forsøg fra landsforsøg, samt GEP-enheder viste sig desværre ikke at kunne levere det ønskede antal frøprøver på alle arter. Især for ukrudtsgræsser som rajgræs og agerrævehale resulterede indsamlingen ikke i et tilstrækkeligt antal frøprøver. Dette skyldes primært, at udbredelsen af disse græsarter er så voldsom og tabsvoldende, at landmændene ikke vil lade usprøjtede parceller stå, indtil græsarternes frø er modne. I 2022 forsøgte AGRO at supplere antallet af frøprøver ved henvendelse til GEP-enheder og gennem landsforsøg. Det lykkedes desværre ikke at få øget antallet af prøver.

En tak til alle der har hjulpet med at identificere mulige lokaliteter til prøveindsamling: GEP-enheder, agrokemiske firmaer, lokale planteavlskonsulenter og forsøgsværter. Stor tak til vores teknikere i AGRO, Betina A. Bendtsen, Christian A. Nielsen m.fl., som med omhyggelighed har oprenset frøprøver og stået for den praktiske del af resistenstestene. Sidst men ikke mindst tak til Kirsten Jensen og Charlotte H. Knudsen for korrekturlæsning og opsætning.

Indholdsfortegnelse

1	Baggrund.....	6
2	Indledning.....	7
2.1	Definitioner	8
3	Formål.....	10
4	Metode.....	11
4.1	Indsamling og behandling af frøprøver	11
4.2	Valg af ukrudtsarter.....	11
4.3	Valg af herbicider og doseringer	11
4.4	Screening.....	12
4.5	Dosis-responsforsøg	14
5	Resultater	16
5.1	Alm. fuglegræs (<i>Stellaria media</i>)	16
5.1.1	Screeningsforsøg: Fuglegræs	17
5.1.2	Dosis-responsforsøg: Fuglegræs	19
5.2	Lugtløs kamille (<i>Tripleurospermum inodorum</i>).....	21
5.2.1	Screeningsforsøg: Lugtløs kamille.....	22
5.2.2	Dosis-responsforsøg: Lugtløs kamille.....	22
5.3	Enårig rajgræs (<i>Poa annua</i>)	25
5.3.1	Screening: Enårig rajgræs.....	26
5.3.2	Dosis-responsforsøg: Enårig rajgræs	28
5.4	Agerrævehale (<i>Alopecurus myosuroides</i>)	30
5.4.1	Screeningsforsøg: Agerrævehale	30
5.4.2	Dosis-responsforsøg: Agerrævehale	31
5.5	Italiensk rajgræs (<i>Lolium multiflorum</i>)	32
5.5.1	Screening: Italiensk rajgræs.....	33
5.5.2	Dosis-responsforsøg: Italiensk rajgræs	34
5.6	Almindelig rajgræs (<i>Lolium perenne</i>)	35
5.6.1	Screening: Almindelig rajgræs	36
5.6.2	Dosis-responsforsøg: Almindelig rajgræs	37
5.7	Sammenfatning af resultater	39
6	Diskussion og konklusion.....	40
7	Referencer	43
8	Bilag	44

1 Baggrund

I 2013 -15 udførte Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet (AGRO, AU) en undersøgelse af udbredelsen af herbicidresistens i Danmark på udvalgte ukrudtsarter (Mathiassen og Kudsk, 2016). Formålet med denne undersøgelse var at tilvejebringe et referenceniveau for udbredelsen af herbicidresistens inden den differentierede pesticidskat, som blev indført i 2013, påvirkede herbicidanvendelsen. Blandt de midler, som blev billigere at anvende, var for eksempel sulfonylureamidlerne (ALS-hæmmere), som i resistensmæssig sammenhæng betegnes som 'høj-risikomidler'. Flere af de aktivstoffer, som betegnes som resistensbrydere (for eksempel prosulfocarb og pendimethalin), blev til gengæld meget dyre at anvende som følge af en høj afgift. I forhold til herbicidresistens kunne man således forvente en uheldig sideeffekt af pesticidafgiften, hvor antallet af kendte resistenstilfælde ville stige eller nye arter ville udvikle resistens.

Undersøgelsen i 2013-2015 omfattede ca. 300 populationer af 8 ukrudtsarter, som blev indsamlet som frø i de ubehandlede parceller i ukrudtsforsøg fordelt over hele landet. Resultaterne viste, at der var resistens i 8% af prøverne. Mest udbredt var resistens hos agerrævehale (30% af de indsamlede prøver), fuglegræs (15%) og alm. og ital. rajgræs (hhv. 19 og 14%). Græsarterne blev både testet for resistens over for ACCase-hæmmere og ALS-hæmmere, mens de tokimbladede arter kun blev testet for ALS-resistens.

Formålet med indeværende projekt var at følge op på monitoringen fra 2013-2015 og undersøge, om der kunne ses en udvikling i forekomsten af resistens hos udvalgte ukrudtsarter. For at sikre sammenlignelighed med den tidligere udførte monitorering, fulgte projektet samme metode for indsamling af frøprøver. Da der ikke blev observeret resistens hos alle ukrudtsarter inkluderet i den første monitorering, blev antallet af arter begrænset i denne opfølgende monitorering. Målet var at undersøge resistens hos tre af de enkimbladede arter, der indgik i den første monitorering: agerrævehale, italiensk og almindelig rajgræs og to tokimbladede arter: fuglegræs og lugtløs kamille. Ud over de nævnte arter blev lugtløs kamille igen taget med, selv om der ikke blev konstateret resistens i 2013-15, da rådgivere og konsulenter har talt om udbredt resistens hos denne art. Enårig rapgræs blev inkluderet som ny art, da der blev registreret resistens over for ALS-hæmmere for første gang i 2015 efterfulgt af en række tilfælde i årene 2017-2022. Enårig rapgræs optræder i alle afgrøder, ofte i stort antal, og er en væsentlig forureningskilde af frøgræs.

2 Indledning

Siden de første observationer af resistens i 1980'erne i Nordamerika hos almindelige brandbæger og canadisk bakkestjerne over for triaziner er der registreret en kraftig stigning i antallet af arter, der er resistente over for en eller flere virkemekanismer (oftest ALS- og ACCase-hæmmere). Der er desuden et stigende antal arter og populationer, der udviser non target-site resistens (NTSR). Hvor target-site resistens (TSR) over for ALS- og ACCase-hæmmere giver et meget højt niveau af resistens, er NTSR mere variabel i resistensniveau.

Specielt resistens hos ukrudtsgræsser giver grund til bekymring, da disse græsser ofte optræder i stort antal og har en høj konkurrenceevne over for afgrøden. Antallet af aktivstoffer med virkning over for græsukrudsarter er desuden begrænset specielt til bekæmpelse i korn og frøgræsser.

Siden det første monitoringsprojekt (Mathiassen og Kudsk, 2016) er resistens hos rajgræs undersøgt i flere projekter. AGRO har deltaget i ERAnet-projektet, RELIUM, hvor resistensmønsteret i rajgræs i Grækenland, Italien og Danmark blev analyseret og sammenlignet (Scarabel et al. 2020). Desuden er der foretaget en monitoring af resistens hos alm. og ital. rajgræs i Danmark i 2017 i et projekt finansieret af Miljøstyrelsen, hvor mere end 120 prøver blev testet for resistens. I projektet 'Resistent rajgræs – udvikling og forebyggelse', bevilget under Miljøstyrelsens Pesticidforskningsprogram, blev resistensniveauet undersøgt i 28 populationer indsamlet i de samme marker i 2017 og 2019-20 (hhv. 13 og 15 populationer identificeret som enten følsomme eller resistente populationer). I begge perioder blev der fundet hyppigere forekomst af resistens over for ALS-hæmmere (repræsenteret ved mesosulfuron + iodosulfuron) end over for ACCase-hæmmere (repræsenteret ved clodinafop). Resistensniveauet over for ALS-hæmmere, og i mindre grad ACCase-hæmmere, var generelt højere i 2019-20 sammenlignet med 2017. Dette indikerer, at resistensudviklingen er fortsat i mange marker. Molekylære analyser af 17 af de indsamlede populationer fra 2019-20 viste, at target-site resistens er mere udbredt over for ALS-hæmmere end over for ACCase-hæmmere.

Foruden projekter med fokus på herbicidresistens udførte AGRO indtil 2021 hvert år resistenttest af frøprøver, som blev indsamlet af jordbrugere og konsulenter i marker, hvor der var konstateret en utilstrækkelig effekt af en ukrudtssprøjtning. Disse prøver er velegnede til at finde ny resistens hos nye arter, og de giver et godt overblik over resistenssituationen. Det er dog ikke muligt at sige noget om resistensniveauet i den enkelte mark, da der er tale om marker, hvor der er sket en selektion som følge af tidligere herbicidbehandlinger. Der er hovedsageligt blevet indsendt prøver af rajgræs og agerrævehale i de seneste år, og størstedelen af prøverne har vist sig at være resistente. Senest er flere indsendte prøver af enårig rapgræs blevet testet for resistens, og der er fundet resistens over for ALS-hæmmere i fem prøver af denne art. Tre af disse prøver er fra majsmarker, hvor kombinationen af foramsulfuron + iodosulfuron er det eneste herbicid til bekæmpelse af græsukrudt, mens de to andre prøver er fra henholdsvis et kornrigt sædskifte og et sædskifte med frøgræs, hvor specielt iodosulfuron ofte anvendes (Mathiassen 2020, Brodam 2021). Der er desuden gennemført en screening af populationer af enårig rapgræs fra engrapgræsmarker i 2022, som indikerer, at resistens hos enårig

rapgræs er udbredt i sædskifter med engrapgræs (Forekomst af sulfonylurearesistens hos enårig rapgræs i engrapgræsmarker, Frøafgiftsfonden 2022).

Den generelle udvikling, at flere og flere ukrudtsarter er påvirket af resistens og en forholdsvis hurtig stigning af antallet af observation for hver art, fortsætter (Tabel 1). Specielt de mange fund af resistens over for enårig rapgræs siden 2015 giver grund til bekymring. For frøgræsafgrøder er det afgørende, at der kan leveres rene partier af frø, og enårig rapgræs er stort set umulig at sortere fra engrapgræs. I en afgrøde som engrapgræs er iodosulfuron det eneste aktivstof til bekæmpelse af enårig rapgræs. Da ALS-hæmmere bruges i stort set alle konventionelt dyrkede afgrøder, er der en meget høj risiko for resistensudvikling, selv i et varieret sædskifte.

Tabel 1: Oversigt over herbicidresistens i Danmark, august 2016. Antallet af resistentilfælde er ikke opdateret efter 2016, bortset fra antal for enårig rapgræs, som senest er opdateret i 2020. Der er mange nyere tilfælde af resistens hos græsukrudtsarterne, specielt italiensk rajgræs og agerrævehale.

Ukrudtsart	Resistenstype	Første tilfælde	Antal af tilfælde
Fuglegræs	Target-site	1991	36
Hanekro	Target-site	1999	1
Agerrævehale	Target-site Non target-site	2001	104
Kornvalmue	Target-site	2003	12
Ital. rajgræs	Target-site Non target-site	2010	63
Lugtløs kamille	Target-site	2010	20
Gul okseøjle	Target-site	2010	2
Vindaks	Non target-site	2010	8
Hyrdetaske	Target-site	2011	1
Alm. rajgræs	Target-site Non target-site	2014	3
Enårig rapgræs	Target-site Non target-site?	2015	12

2.1 Definitioner

Herbicidresistens: En ukrudtsplantes evne til at overleve og formere sig efter behandling med en herbiciddosering, som tidligere var tilstrækkelig til at bekæmpe den pågældende art under sammenlignelige forhold.

Target site-resistens (TSR): En punktmutation i plantens DNA, som medfører, at bindingsstedet (target site) i planten er ændret, så aktivstoffet ikke længere kan bindes og dermed udøve sin virkning. Der er ofte tale om et meget højt resistensniveau. Denne mekanisme er typisk årsag til resistens over for ALS-hæmmere hos tokimbladede arter. Også hos græsukrudtsarterne kendes flere punktmutationer, som medfører target site-resistens hos både ALS- og ACCase-hæmmere.

Non target-site resistens (NTSR): En fælles betegnelse for forskellige mekanismer. Der kan for eksempel være tale om nedsat optagelse eller transport af aktivstoffet rundt i planten eller en øget nedbrydning af aktivstoffet i planten. En øget nedbrydning af aktivstofferne kaldes også *metabolisk resistens*, hvor flere mindre mutationer i planten medfører en øget produktion af enzymer, som nedbryder herbicidaktivstoffer i planten. Dermed reduceres den mængde af aktivstof, som når frem til virkningsstedet. Et andet eksempel på NTSR er øget produktion af det enzym, som herbicidet hæmmer dannelsen af, hvilket nedsætter plantens følsomhed over for behandling med herbicidet. Flere forskellige aktivstofgrupper kan påvirkes på samme tid. Denne mekanisme er den hyppigste årsag til resistens hos græsukrudsarter i Danmark.

Krydsresistens: Resistens over for et aktivstof i en gruppe medfører resistens over for andre aktivstoffer med samme virkningsmekanisme.

Multipel resistens: Resistens over for aktivstofgrupper med forskellige virkningsmekanismer.

Resistensindeks: Det antal gange herbiciddoseringen skal øges for at opnå samme bekæmpelseeffekt på en resistent som på en følsom population af den pågældende ukrudsart. I monitoringen er alle resistensindeks beregnet ved 50% effekt.

HRAC: Det klassificeringssystem, som aktivstoffer grupperes efter. I 2020 besluttede Herbicide Resistance Action Committee (HRAC) at lave systemet om, så virkningsmekanismegrupperne bliver nummereret i stedet for at bruge den bogstavkode, som tidligere er anvendt. ACCase-hæmmere tilhører gruppe 1 (tidligere A), og ALS-hæmmere tilhører gruppe 2 (tidligere B). En fuld oversigt over HRAC grupper kan findes på <https://hracglobal.com/tools/hrac-mode-of-action-classification-2022-map>.

3 Formål

Formålet med projektet var at undersøge forekomsten af herbicidresistens i Danmark som opfølgning på en undersøgelse fra 2013-2015 (Mathiassen og Kudsk, 2016), hvor der blev etableret en baseline for forekomst af resistens hos udvalgte ukrudtsarter. Forekomsten blev målt i form af antallet af marker med resistens samt frekvensen af resistente planter og resistensniveau i den enkelte mark. Baseline 2013-2015 blev etableret netop med det formål at have en reference til fremtidige undersøgelser. Ud over en opfølgning på baseline 2013-2015 var formålet at monitorere udbredelsen af resistens hos enårig rapgræs, som giver grund til bekymring.

4 Metode

Moniteringen omfatter frøprøver indsamlet fra ubehandlede forsøgsled i GEP-ukrudtsforsøg til høst samt Landsforsøg i 2021 (en prøve i 2022).

4.1 Indsamling og behandling af frøprøver

Der blev i alt indsamlet 133 frøprøver i 2021 samt en ekstra prøve af italiensk rajgræs i 2022, hvilket giver 134 prøver i alt. Indsamlingen af frø blev udført af AU-AGRO (i 2022 blev prøven indsamlet af det lokale rådgivningscenter).

Prøveudtagning er udført, som beskrevet i 'Vejledning til indsamling af frø' (bilag 1). Delprøver er udtaget tilfældigt 4 til 6 steder i hver af de ubehandlede parceller og er efterfølgende blandet til en samlet prøve. Frøprøverne er tørret ved stuetemperatur. Hos AU-AGRO er prøverne rensat og eventuelt forbehandlet for at forbedre spireevnen. Som standardbehandling er alle frø af agerrævehale, almindelig og italiensk rajgræs varmebehandlet ved 30°C i minimum 3 uger inden såning.

4.2 Valg af ukrudtsarter

Moniteringen omfatter seks ukrudtsarter, hvoraf fire er græsukrudtsarter: italiensk rajgræs (*Lolium multiflorum*, LOLMU), almindelig rajgræs (*Lolium perenne*, LOLPE), agerrævehale (*Alopecurus myosuroides*, ALOMY) og enårig rapgræs (*Poa annua*, POAAN), og to tokimbladede arter: lugtløs kamille (*Tripleurospermum inodorum*, MATIN) og fuglegræs (*Stellaria media*, STEME). Der er fokuseret på de ukrudtsarter, som udviste højest hyppighed i baseline 2013-2015, plus enårig rapgræs.

4.3 Valg af herbicider og doseringer

I projektet er effekten undersøgt for de herbicidgrupper, som der tidligere er fundet resistens over for hos de pågældende arter. For de tokimbladede arter (fuglegræs og kamille) er der udelukkende fundet resistens over for ALS-hæmmere og primært gruppen af sulfonyleuremidler. Til målrettet bekæmpelse af græsukrudt efter fremspiring er der to herbicidgrupper (ALS- og ACCase-hæmmere) på markedet i Danmark. Der er tidligere fundet resistens over for begge grupper hos agerrævehale, italiensk rajgræs og alm. rajgræs. Hos enårig rapgræs er der udelukkende fundet resistens over for ALS-hæmmere. Der er ikke ACCase-hæmmere på det danske marked, som har effekt på enårig rapgræs.

På de tokimbladede arter, hvor resistensmekanismen forventeligt er TSR, er der i screeningen anvendt samme dosering som ved screeningen i 2013-2015, dvs. en dosering som er 10 gange højere end den dosering, der forventes at give 90% effekt på de følsomme referencepopulationer (ED₉₀) (Tabel 2). For fuglegræs blev der desuden foretaget en indledende screening med markdoseringen for tribenuron (10 g as/ha), hvilket er væsentlig højere end den dosering, som blev anvendt i 2013-15 (0,5 g ai/ha). Dette var ikke en del af den oprindelige plan, men er medtaget i nærværende rapport, da disse resultater blev brugt som supplement ved udvælgelsen af de populationer, der skulle testes i dosis-

responsforsøg. For græsukrudsarterne (bortset fra enårig rapgræs) er der oftest tale om NTSR, hvilket oftest giver et lavere resistensniveau. For ikke at overse NTSR-resistente populationer er der på græsukrudsarterne anvendt en dosering, der kun er tre gange højere end ED₉₀ for de følsomme populationer.

Tabel 2: Herbicider og doseringer anvendt i screeningsforsøgene. Nuance 75 WG og Primera Super blev sprøjtet i blanding med 0,1% Agropol; Topik EC og Hussar OD blev sprøjtet i blanding med 0,5 l/ha Renol og MaisTer blev sprøjtet i blanding med 0,67 l/ha MaisOil. FP = færdig produkt, salgsprodukt

Ukrudtsart	Herbicid (reg. nr.)	Aktivstof	Indhold (g a.s./L eller kg (anvendt dosering))	Doserin g (g a.s./ha)
Fuglegræs 1. screening	Nuance Max 75 WG (347-36)	Tribenuron-methyl	750 (13,3 g FP/ha)	10,0
Fuglegræs 2. screening				5
Lugtløs kamille				10,0
Enårig rapgræs	Hussar OD (18-419)	Iodosulfuron	100 (0,1 l FP /ha)	10,0
	MaisTer (18-442)	Foramsulfuron + iodosulfuron	300 + 10 (50 g FP /ha)	15 + 0,5
Italiensk rajgræs	Topik EC (369-74)	Clodinafop	100 (0,2 l FP/ha)	20,0
	Atlantis OD (18-505)	Mesosulfuron + iodosulfuron	10 + 2 (0,4 l FP/ha)	4 + 0,8
Almindelig rajgræs	Topik EC (369-74)	Clodinafop	100 (0,2 l FP/ha)	20,0
	Atlantis OD (18-505)	Mesosulfuron + iodosulfuron	10 + 2 (0,4 l FP/ha)	4 + 0,8
Agerrævehal e	Primera Super (18-432)	Fenoxaprop-P	69 (1 l FP/ha)	38,0
	Atlantis OD (18-505)	Mesosulfuron + iodosulfuron	10 + 2 (0,6 l FP/ha)	6 + 1,2

4.4 Screening

Formålet med screeningsforsøgene var at få en vurdering af frekvensen af følsomme og potentielt resistente individer i den enkelte frøprøve. Der blev sået 2-3 bakker af hver population (ubehandlet, herbicid 1, herbicid 2) (Tabel 1, Figur 1). Frøene blev sået i spirebakker med 104 huller. For hver art blev der sået to følsomme og to resistente referencepopulationer. De følsomme referencepopulationer er populationer, som løbende er opformeret og testet under kontrollerede forhold. De resistente referencepopulationer er udvalgt fra tidligere undersøgelser. For enårig rapgræs var de følsomme referencer udvalgt fra eksisterende populationer af enårig rapgræs, hvor der ikke var konstateret

resistens, og de resistente referencer opformeret fra de første bekræftede resistente populationer (2015-2019).

Efter fremspiring blev der udtyndet til en plante pr. hul. Sprøjtningen blev udført i en kabinesprøjte. Planterne blev sprøjtet på 4-6 bladstadiet for de tokimbladede arter, og græsukrudtet blev sprøjtet lidt tidligere (2-4 bladstadiet). Der blev anvendt ISO-110-02 dyser, et tryk på 3 bar og en hastighed på 5,4 km/time, hvilket gav en væskemængde på ca. 150 l/ha.

Antallet af levende og døde planter i screeningsbakkerne blev optalt tre uger efter sprøjtning (Figur 1). Alle planter blev høstet, og friskvægt af plantematerialet blev målt. Planterne blev tørret i en ovn ved 80° C i 36 timer, hvorefter tørvægten blev målt. Effekt på antal planter (% overlevelse) samt effekt på biomasse (reduktion af friskvægt/plante i forhold til ubehandlet) blev beregnet. Effekter er sammenlignet med tilsvarende effekter på de følsomme og resistente referencepopulationer. Udgangspunktet var, at populationer, hvor effekten var mindre end 75% på både antal planter og biomasse, blev klassificeret som potentielt resistente. Afvigelser fra dette kriterie angives i de enkelte afsnit under resultater for hver art.





Figur 1: *Eksempler på screeningsbakker med hhv. enårig rapgræs og fuglegræs. Øverste foto (A) viser effekten over for en population af enårig rapgræs, fra venstre mod højre: ubehandlet, sprøjtet med iodosulfuron (resistent population), sprøjtet med foramsulfuron + iodosulfuron (følsom population). Nederste foto (B) viser effekten over for en population af fuglegræs fra venstre mod højre: sprøjtet med tribenuron-methyl (resistent population) og ubehandlet.*

4.5 Dosis-responsforsøg

For at verificere forekomst af resistens observeret i screeningsforsøgene og kvantificere graden af resistens blev der udført dosis-responsforsøg med de populationer, hvor screeningsforsøgene indikerede resistens. Forsøgene blev udført i 1-L potter i væksthuse. Der blev anvendt 5 doseringer og 3 gentagelser (enkelte doseringer 2-5 gentagelser) af hver behandling. Planterne blev sprøjtet i en kabinesprøjte (se ovenfor) og høstet 3 uger senere med måling af frisk- og tørvægt, som beskrevet ovenfor. Resultaterne blev analyseret ved hjælp af non-lineære regressioner ved anvendelse af nedenstående doseringsmodel (1) (Streibig *et al.*, 1993):

$$U = \frac{D - C}{1 + \exp[b(\log(ED_{50}) - \log(z))]} + C \quad (1)$$

U er friskvægt per potte, z er doseringen, D er den øvre asymptote, som angiver friskvægt pr. potte ved meget lave doseringer, og C er den nedre asymptote, hvilket vil sige biomasse pr. potte ved meget høje doseringer. ED_{50} er den dosering, der reducerer friskvægten med 50% i forhold til ubehandlet, og b er doseringskurvens hældning omkring ED_{50} . I de fleste tilfælde kunne en doseringsmodel med en fast nedre asymptote bruges, dvs. at der er en fast nedre grænse (C) på 0. Pakken drc i programmet R blev brugt i analysen.

Ud fra ED_{50} -doseringerne kan resistensindeks (R_i) beregnes (2). Dette indeks er et mål for graden af resistens. R_i viser, hvor mange gange doseringen på den resistente population skal øges i forhold til doseringen på den følsomme referencepopulation for at opnå samme (i dette tilfælde 50%) reduktion af biomasse. For TSR er R_i ofte større end 10, mens det for NTSR ofte er mindre end 10. I denne

monitoring har vi valgt at klassificere populationer som resistente, når R_i var større end 3, hvilket var det niveau, der blev benyttet i 2013-2015. Lavere resistensniveauer kan skyldes en naturlig variation i følsomhed inden for ukrudtsarten.

$$R_i = \text{ED}_{50} \text{ population} / \text{ED}_{50} \text{ følsom reference (2)}$$

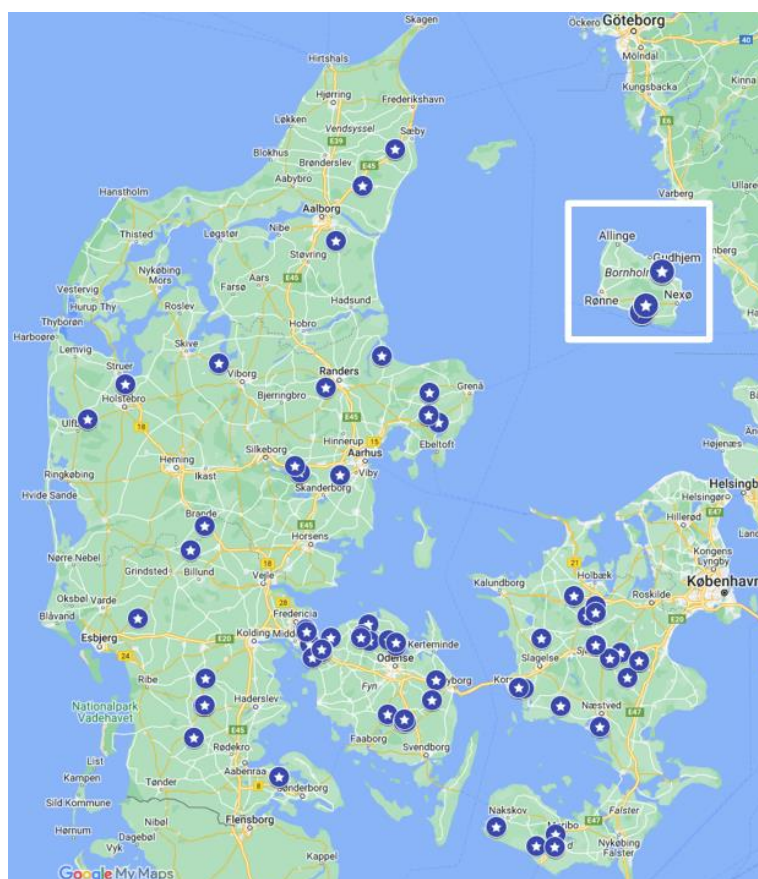
Da det ikke altid er muligt at estimere dosis-responskurven og bestemme ED50, blev effekten på friskvægt illustreret efter bedømmelse på en skala fra S – 5 (Tabel 3).

Tabel 3: *Klassificering på en skala fra fuld følsomhed (S) til 5 (under 25%)*

Klasse	Effekt (%)	
	Minimum	Maximum
S	85	100
1	70	<85
2	55	<70
3	40	<55
4	25	<40
5	0	<25

5 Resultater

På nogle lokaliteter er der indsamlet prøver af flere arter i samme mark. De tæller kun som én prøve (oversigt over lokaliteter, Figur 2). Fordelingen af prøver mellem de enkelte ukrudtsarter fremgår af Tabel 4.



Figur 2: Kort over lokaliteter, hvor der blev indsamlet frøprøver i 2021. På nogle lokaliteter blev der indsamlet prøver af flere ukrudtsarter.

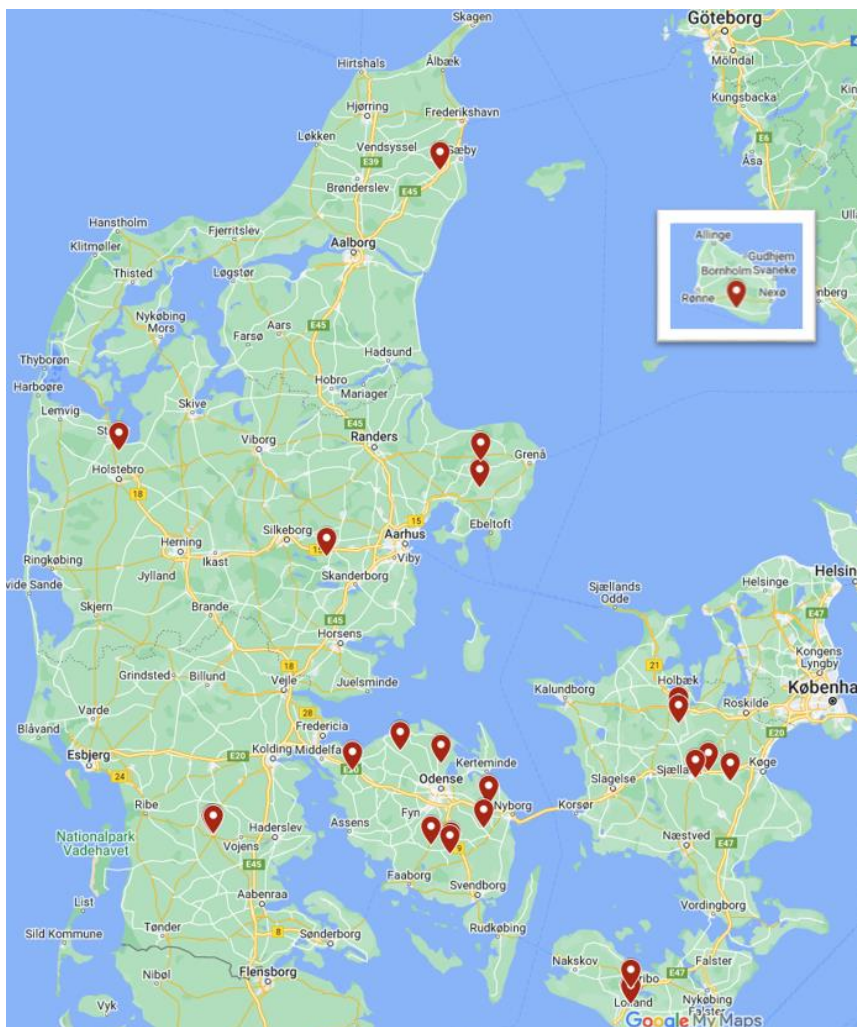
Tabel 4: Fordeling af prøver i monitoring for herbicidresistens på de enkelte ukrudtsarter i 2021.

Ukrudtsart	I alt
Fuglegræs	26
Lugtløs kamille	30
Enårig rapgræs	50
Italiensk rajgræs	7
Almindelig rajgræs	15
Agerrævehale	6
I alt	134

5.1 Alm. fuglegræs (*Stellaria media*)

Der blev i alt indsamlet 26 prøver af fuglegræs fordelt over hele landet (5 prøver fra Sjælland, 3 fra Lolland, 1 fra Bornholm, 8 fra Fyn og 9 fra Jylland) (Figur 3). Der er dog en underrepræsentation af prøver

fra Jylland generelt. De anvendte følsomme populationer (ID 1 og ID STEME57/68) samt den ene resistente population (ID STEME2012_2) spirede tilfredsstillende, mens den anden resistente population (ID 762) havde dårlig fremspiring i screeningsforsøgene, men spirede nogenlunde i dosis-responsforsøget. Det er derfor den resistente population ID STEME2012_2, der benyttes som resistent reference i screeningen.



Figur 3: Kort over lokaliteter, hvor der blev indsamlet frøprøver i 2021 på fuglegræs. Enkelte lokaliteter ligger så tæt på hinanden at de ikke ses på kortet.

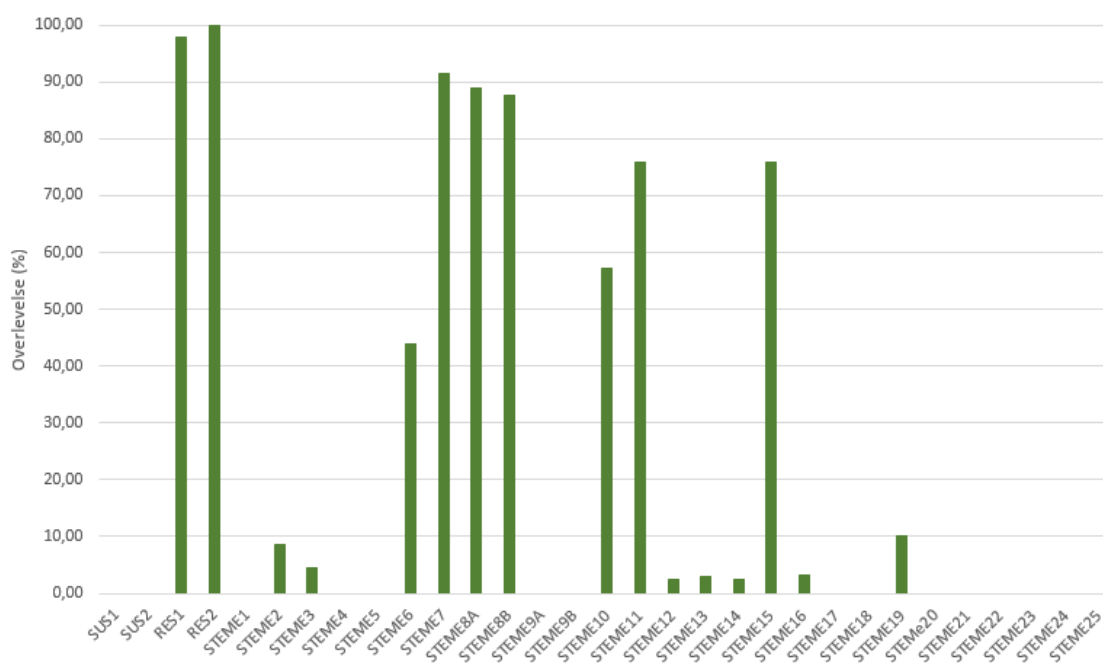
5.1.1 Screeningsforsøg: Fuglegræs

I det første screeningsforsøg var responset fra referencepopulationerne som forventet. De følsomme populationer (SUS1: ID1/2003/2020 og SUS2: forsøgspopulation bestående af STEME57-68) blev fuldstændig bekæmpet, mens der var en høj overlevelse hos de to resistente populationer (RES1: ID STEME2012_2 og RES2: ID762/2012). I andet screeningsforsøg var effekten på de følsomme populationer mellem 57% og 67% og mortalitetsprocenten mellem 78% og 95%, hvilket var lavere end forventet (Bilag 2).

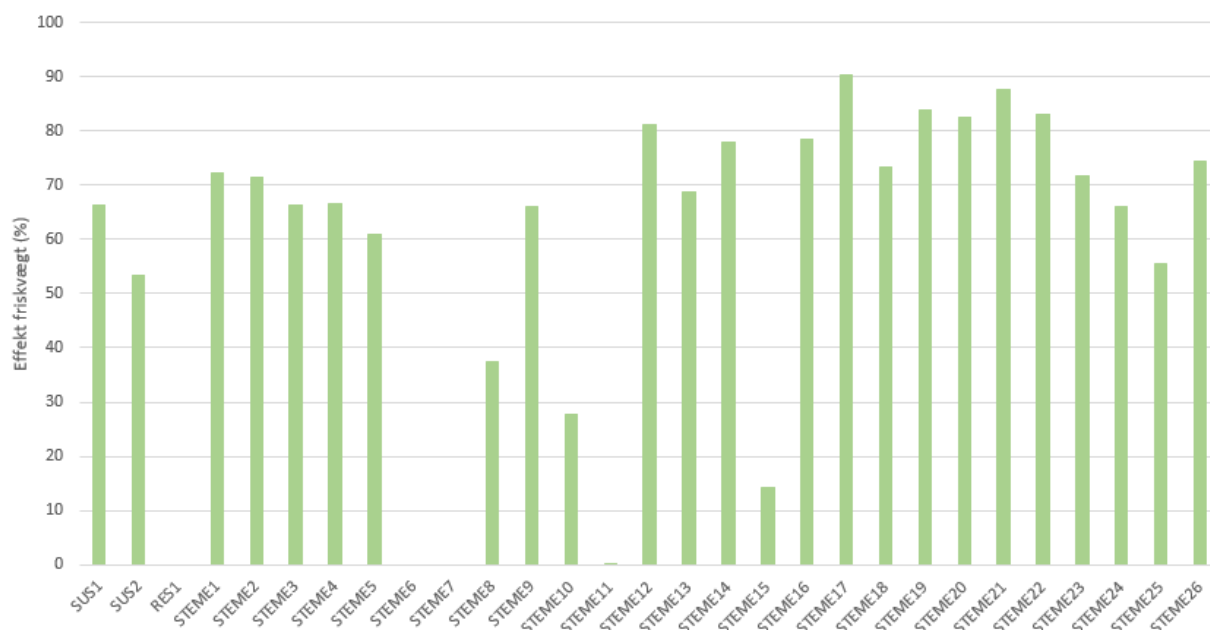
Resultaterne fra screeningerne indikerede resistens over for tribenuron-methyl hos seks populationer (STEME6-8, STEME10 - 11 og STEME15). Disse blev udvalgt på baggrund af lav effekt på antal (< 10%) i

den første screening og/eller under 65% effekt på både antal og biomasse i anden screening (figur 4 og 5). Da der kun var 53-66% effekt på den følsomme reference, blev grænseniveauet på 75% effekt vurderet til at være for højt. Enkelte andre populationer lå relativt lavt i effekt og antal i anden screening (65-75%), men hvis der havde været fuld effekt i første screening, blev det vurderet som usandsynligt, at den lave effekt skyldtes resistens. Fire populationer (STEME3, STEME5, STEME9 og STEME19) havde ikke et entydigt respons i de to screeningsforsøg (enten på antal eller biomasse i et af de to screeningsforsøg).

Frekvensen af resistens inden for den samme mark kan estimeres ud fra screeningsforsøgene, hvor antallet af overlevende planter er optalt. For de resistente referencer ligger antal overlevende på 97-100%. For de testpopulationer, som udviste resistens, lå tallet mellem 43 og 93% (STEME6-8, 10-11, 15). Referencepopulationerne er opformeret og vil derfor bestå næsten udelukkende af resistente individer, hvorimod de indsamlede populationer i de fleste tilfælde består af en blanding af resistente og følsomme individer.



Figur 4: Overlevende planter (%) fra første screeningsforsøg, hvor der blev testet med en høj dosering (10 g as/ha). SUS1: ID1/2003/2020, SUS2: forsøgspopulation bestående af STEME57-68, RES1: IDSTEME2012_2, RES2: ID62/2012. De populationer, hvor andelen af overlevende er over 20%, udviste også resistens i dosis-responsforsøget. Der er to STEME8 og STEME9 populationer (A+B), da der blev indsamlet frø to gange i samme mark – da responsen var ens, blev de to populationer slået sammen i dosis-responsforsøget.



Figur 5: Effekt på friskvægt (%) fra andet screeningsforsøg, hvor der blev testet med en dosering svarende til ED_{90} for fuglegræs (0,5 g a.s./ha). SUS1: ID1/2003/2020, SUS2: forsøgspopulation bestående af STEME57-68, RES1: IDSTEME2012_2, RES2: ID62/2012. De populationer, hvor effekten er lav, udviste også lav effekt i dosis-responsforsøget.

5.1.2 Dosis-responsforsøg: Fuglegræs

Resistensniveauet i ni potentielt resistente populationer blev efterfølgende undersøgt i dosis-responsforsøg. STEME19 kunne ikke inkluderes i dosis-responsforsøget, da der var en dårlig fremspiring. I forsøget indgik de samme følsomme og resistente referencer som i screeningsforsøget. Der blev anvendt 8 doseringer af tribenuron (0,3-40 g a.s./ha, faktor 2 mellem doser), hvor dosering 1-5 blev anvendt på de følsomme referencer og dosering 4-8 på den resistente referencepopulation samt de potentielt resistente populationer. Dette er meget høje doseringer, som skyldtes, at der skete en fejl ved sprøjtning. Dette blev opdaget straks efter sprøjtning (samme dag), og alle populationer, hvor der var potter nok blev sprøjtet med en ekstra dosering på 0,5 g a.s./ha. For de fleste populationers vedkommende var der 5 overskydende potter, som blev sprøjtet, for disse var der altså fem gentagelser. Undtaget herfra var STEME7, hvor der kun var 2 ekstra potter, og STEME11, hvor der kun var fire ekstra potter, og dermed hhv. 2 eller 4 gentagelser samt den resistente reference RES2, hvor der ingen ekstra potter var.

Da de følsomme referencer fik meget høje doseringer, var effekten høj, og det var ikke muligt at estimere ED_{50} ud fra dosis-responskurven. Dette betød, at der reelt ikke kunne beregnes et resistensindeks for populationerne ud fra testdata. For at estimere en værdi blev ED_{50} fra 2013-2015-rapporten benyttet, da ID 1 også blev benyttet i disse forsøg. ED_{50} for ID 1 i 2013-2015-rapporten var 0,03 g a.s./ha.

Resistensindekset for tribenuron-methyl var 13-37 for de resistente referencepopulationer (Tabel 5). Det betyder, at for at opnå 50% effekt skal doseringen på de resistente referencepopulationer øges 13-37 gange i forhold til doseringen på den følsomme referencepopulation. Der var store standardfejl for nogle ED₅₀, da de anvendte doseringer ikke dækkede hele doseringskurven. Klassificeringen på en skala fra fuld følsomhed til 5 illustrerede, at populationerne STEME3, STEME5 og STEME9 ikke havde lavere følsomhed over for tribenuron-methyl end de følsomme referencer (Tabel 6).

Tabel 5: Beregnede resistensindeks for tribenuron-methyl på fuglegræs. ED₅₀ for ID 1 fra Baseline 2013-2015 rapporten* er benyttet som følsom referencepopulation, IDSTEME2012_2 og ID 762 er tribenuron-methyl resistente referencepopulationer. †: standardfejl på ED₅₀ var stor, og R-indekset skal derfor vurderes med forbehold. ‡: dosis-responskurven for STEME7 blev analyseret med en 2-parameter-funktion.

Tribenuron-methyl			
Population	ED ₅₀	ED ₅₀ std. fejl	R-indeks
ID 1 (følsom)	0,03*	0,005*	1,0
RES 1: IDSTEME2012_2	0,82	0,188	32,8
RES 2: ID 762	0,40	0,321†	15,7
STEME3	ikke estimeret	-	-
STEME5	ikke estimeret	-	-
STEME6	0,30	0,124†	12,0
STEME7	0,14‡	0,310†	5,6
STEME8	0,42	0,015	16,7
STEME9	ikke estimeret	-	-
STEME10	0,35	1,528†	14,2
STEME11	0,92	0,617	36,8
STEME15	0,62	0,091	24,7

Tabel 6: Relativ effektivitet på friskvægt for alm. fuglegræs vurderet efter følsomhedsskala. S: 85-100%, 1: 70-84,9%, 2: 55-69,9%, 3: 40 – 54,9%, 4: 25-39,9%, 5: 0-24,9%.

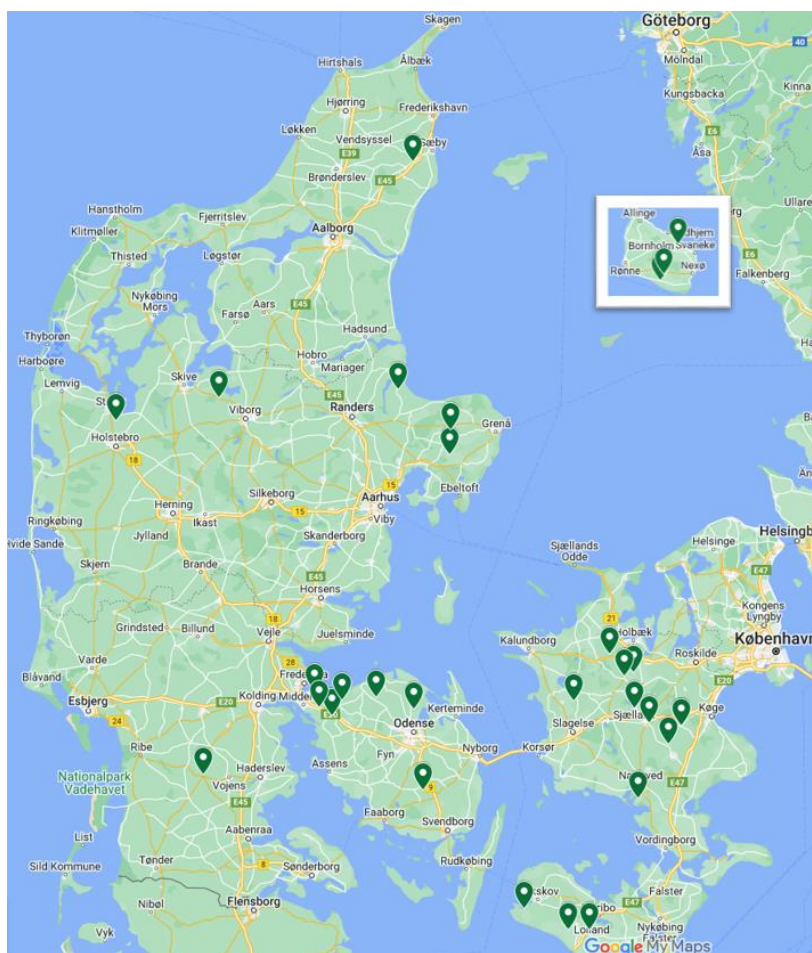
Population	Tribenuron-methyl (g as/ha)								
	0.3	0.5	0.6	1.25	2.5	5	10	20	40
SUS 1	S	S	S	S	S	S	NA	NA	NA
SUS 2	S	S	S	S	S	S	NA	NA	NA
RES 1	NA	4	NA	NA	3	S	S	S	S
RES 2	NA	NA	NA	NA	S	S	S	S	S
STEME3	NA	S	NA	NA	S	S	S	S	S
STEME5	NA	S	NA	NA	S	S	S	S	S
STEME6	NA	2	NA	NA	1	S	S	S	S
STEME7	NA	4	NA	NA	2	NA	S	NA	S
STEME8	NA	2	NA	NA	1	S	S	S	S
STEME9	NA	S	NA	NA	S	S	S	S	S
STEME10	NA	1	NA	NA	S	S	S	S	S
STEME11	NA	4	NA	NA	3	2	1	S	S
STEME15	NA	4	NA	NA	3	S	S	S	S

Konklusion for alm. fuglegræs

Seks populationer ud af de 26 testede populationer (23%) blev klassificeret som resistente over for tribenuron-methyl. Frekvensen af resistens i disse populationer (STEME6-8, 10-11, 15) lå mellem 43 og 92%. I 2013-15 blev der registreret resistens i 15% af prøverne. Det er altså sket en stigning på 8 procentpoint.

5.2 Lugtløs kamille (*Tripleurospermum inodorum*)

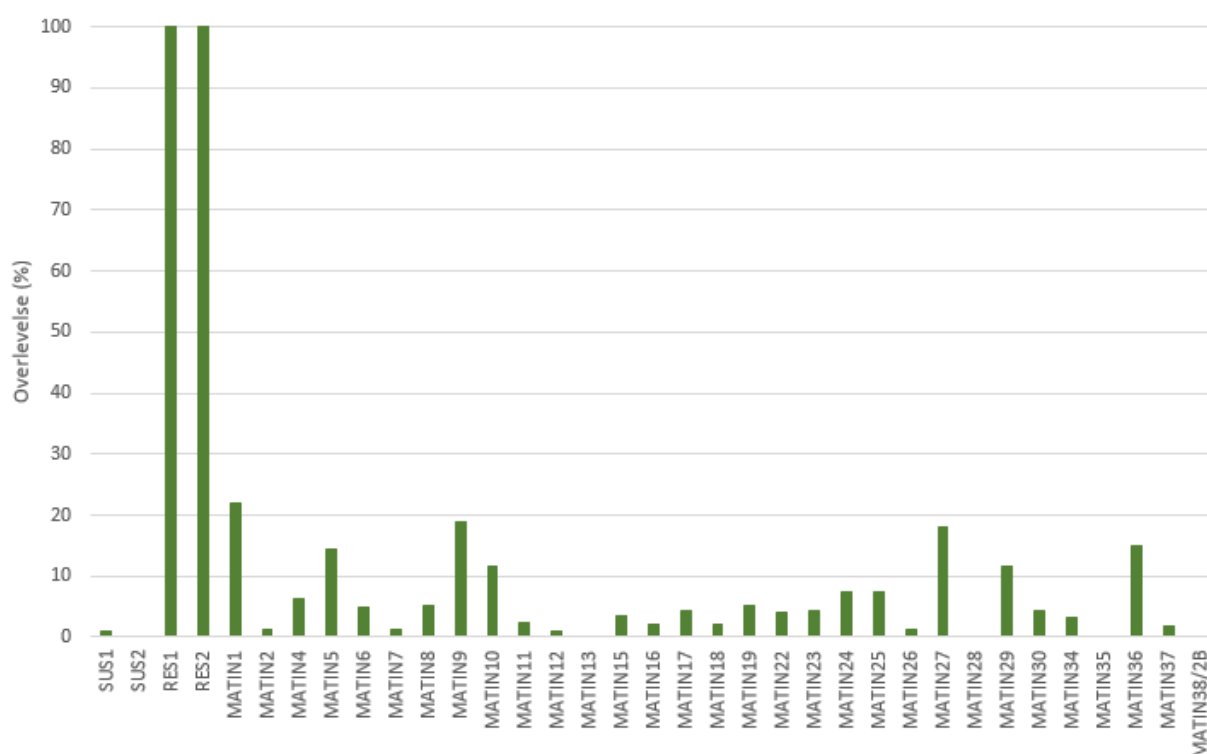
Der blev i alt indsamlet 30 prøver af lugtløs kamille fordelt over hele landet (10 prøver fra Sjælland, 3 fra Lolland, 3 fra Bornholm, 7 fra Fyn og 7 fra Jylland) (Figur 6). Igen er der en underrepræsentation af prøver i Jylland. MATIN2 og MATIN38/2B blev indsamlet i samme mark. De anvendte følsomme populationer (IDMATIN2014_18 og IDMATIN764) samt de resistente populationer (IDMATIN2014_30 og IDMATIN2015_103) spirede tilfredsstillende.



Figur 6: Kort over lokaliteter, hvor der blev indsamlet frøprøver i 2021 på lugtløs kamille. Enkelte lokaliteter ligger så tæt på hinanden at de ikke ses på kortet.

5.2.1 Screeningsforsøg: Lugtløs kamille

Referencepopulationerne responderede som forventet. De følsomme referencepopulationer viste 87-92% effekt på friskvægt og 98-100% effekt på antallet af overlevende planter. For de resistente referencepopulationer var der under 20% effekt på friskvægt og ingen effekt på antallet af overlevende planter. For testpopulationerne var der ingen, der havde en effekt lavere end 75% på både antal og friskvægt. Der var 4 og 16 populationer, der havde lavere effekt end 80% på henholdsvis friskvægt og tørvægt (data ikke vist). Der var kun én population, der lå under 80% effekt på antal, mens 19 havde effekter over 95% på antal (Figur 7). Da der var populationer, som havde væsentlig højere overlevelse end de følsomme referencepopulationer, blev der til dosis-responsforsøget udvalgt 15 populationer (MATIN1-2, MATIN4-5, MATIN8-10, MATIN12-13, MATIN15, MATIN24-25, MATIN27, MATIN29 og MATIN36), som enten havde højere overlevelse eller lavere effekt på frisk- og/eller tørvægt end de følsomme referencepopulationer (Bilag 3).



Figur 7: Overlevelse (%) i screeningsforsøget med lugtløs kamille. SUS1: IDMATIN2014_18, SUS2: IDMATIN764, RES1: IDMATIN2014_30, RES2: IDMATIN2015_103. Population MATIN 2 og MATIN38/2B er fra samme mark og population MATIN 9 og 10 er fra samme mark.

5.2.2 Dosis-responsforsøg: Lugtløs kamille

Resistensniveauet i de sytten potentielt resistente populationer blev efterfølgende undersøgt i dosis-responsforsøg. I forsøget indgik de samme følsomme og resistente referencer som i screeningsforsøget. Der blev anvendt 8 doseringer af tribenuron-methyl (0,125-16 g a.s./ha, faktor 2 mellem doser), hvor dosering 1-5 blev anvendt på de følsomme referencer og dosering 4-8 på den resistente

referencepopulation samt de potentielt resistente populationer. MATIN2 og MATIN38/2B, som var fra samme mark, gav samme respons i screeningsforsøget og blev derfor slået sammen i dosis-responsforsøget.

Resistensindekset for de resistente referencer var hhv. 13,5 og 218,4. ED_{50} for RES1 blev brugt som sammenligningsgrundlag, da standardfejlen for RES2 var meget stor. Der var syv testpopulationer, der havde R-indeks over 3,0, men fem af disse havde store standardfejl på ED_{50} -værdierne, og disse kunne derfor ikke klassificeres som resistente. MATIN25 og MATIN27 havde R-indeks mellem 5 og 6 og blev klassificeret som resistente. R-indekset for disse populationer var dog mindre end halvdelen af indekset for RES1 (Tabel 7). Der var desuden variationer i respons alt efter, om antal overlevende planter eller biomasse blev anvendt som parameter. Foruden MATIN25 og MATIN 27 havde populationer som MATIN9, MATIN10 og MATIN24 et højt antal overlevende planter i dosis-responsforsøget. Klassificering efter følsomhed viste ingen indikation på resistens hos testpopulationerne (Tabel 78). Der blev udført en t-test for ED_{50} for forskellen mellem den følsomme reference, SUS2, og hhv. MATIN25 og MATIN27, hvor p-værdierne var <0.001 for MATIN25 og 0,038 for MATIN27. Derfor blev de to populationer vurderet som værende mindre følsomme over for tribenuron-methyl.

Tabel 7: Beregnede resistensindeks for tribenuron-methyl på lugtløs kamille. †: standardfejl på ED₅₀ var stor, og R-indekset skal tages med forbehold. ‡: dosis-responskurven blev analyseret med en 2-parameter-funktion.

Tribenuron-methyl			
Population	ED ₅₀	ED ₅₀ std. fejl	R-indeks
SUS1: IDMATIN18	0,079	0,016‡	
SUS2: IDMATIN764	0,09	0,010	
RES1: IDMATIN30	1,13	0,025‡	13,5
RES2: IDMATIN103	18,0	70,828†	(218,4)
MATIN1	0,02	0,024	0,2
MATIN2	0,20	0,148†	2,4
MATIN4	0,28	0,232†	3,4
MATIN5	NA	NA	NA
MATIN8	0,12	0,079†	1,5
MATIN9	0,31	0,165†	3,7
MATIN10	0,29	0,142†	3,4
MATIN12	0,21	0,110†	2,5
MATIN13	0,16	0,200†	1,9
MATIN15	0,28	0,270†	3,4
MATIN24	0,01	0,278†	0,2
MATIN25	0,50	0,079	6,0
MATIN27	0,45	0,134	5,4
MATIN29	0,12	0,060	1,4
MATIN36	0,29	0,68†	3,4

Tabel 8: Relativ effektivitet på friskvægt for lugtløs kamille vurderet efter følsomhedsskala. S: 85-100%, 1: 70-84,9%, 2: 55-69,9%, 3: 40 – 54,9%, 4: 25-39,9%, 5: 0-24,9%.

Population	Tribenuron-methyl (g ai/ha)							
	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16
SUS 1	2	2	1	S	S			
SUS 2	2	1	S	S	S			
RES 1				3	2	2	1	1
RES 2				5	5	4	3	2
MATIN1				S	S	S	S	S
MATIN2				S	S	S	S	S
MATIN4				S	S	S	S	S
MATIN5				S	S	S	S	S
MATIN8				S	S	S	S	S
MATIN9				S	S	S	S	S
MATIN10				S	S	S	S	S
MATIN12				S	S	S	S	S
MATIN13				S	S	S	S	S
MATIN15				S	S	S	S	S
MATIN24				S	S	S	S	S
MATIN25				S	S	S	S	S
MATIN27				S	S	S	S	S
MATIN29				S	S	S	S	S
MATIN36				S	S	S	S	S

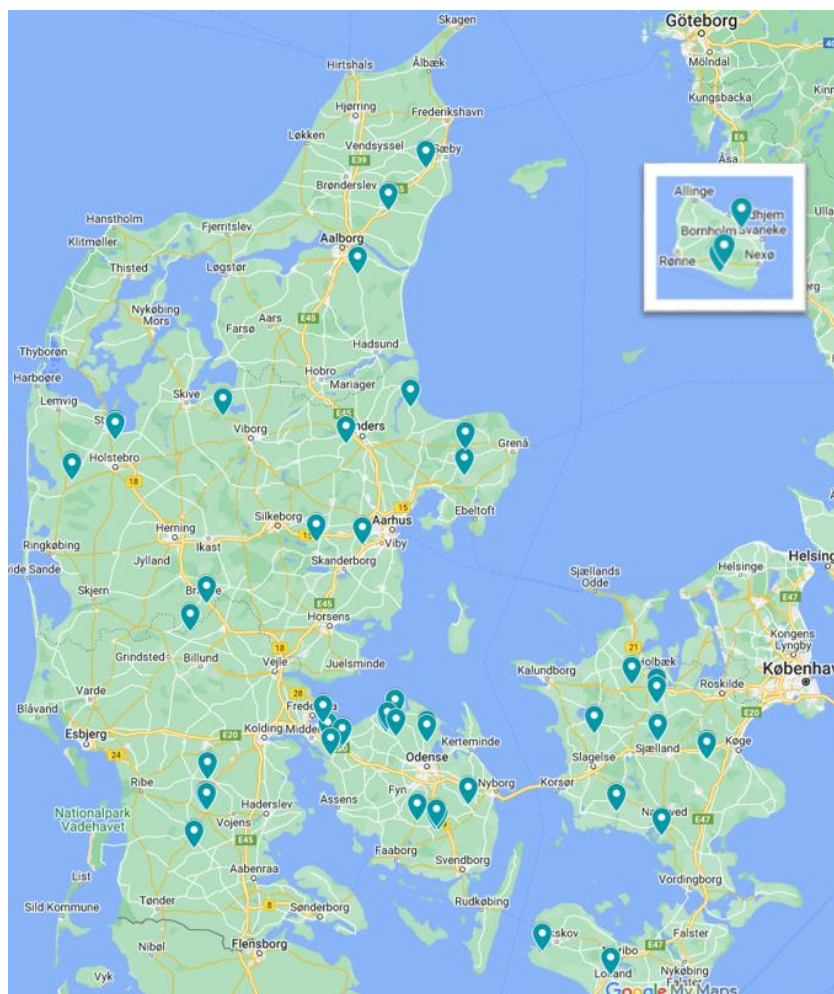
Konklusion for lugtløs kamille

Der var to populationer ud af de 30 testede populationer (7%), der, i henhold til kriteriet for R-indeks, var resistente over for tribenuron-methyl, når usikkerheden på ED₅₀ tages i betragtning. De to populationer var MATIN25 med et R-indeks på 6,0 og MATIN27 med et R-indeks på 5,4. Frekvensen af resistens i disse populationer varierede mellem 7 og 18% (hhv. MATIN25 og MATIN27). Der er dog ikke observeret en nedsat effekt svarende til den, der blev registreret for de resistente referencepopulationer (R-indeks 13,5 for RES1), hvilket betød, at klassificeringen efter følsomhed ikke viste resistens hos de to populationer. For lugtløs kamille blev der kun registreret resistens hos 1% af prøverne i 2013-15 (1 ud af 92 prøver), hvorimod 7% af prøverne blev vurderet som værende resistente i 2021 (2 ud af 30 prøver). Det er en ændring på 6 procentpoint.

5.3 Enårig rapgræs (*Poa annua*)

Der blev indsamlet 50 prøver af enårig rapgræs fordelt over hele landet (9 prøver fra Sjælland, 2 fra Lolland, 3 fra Bornholm, 15 fra Fyn og 21 fra Jylland) (Figur 8). Enårig rapgræs blev screenet med både iodosulfuron (Hussar OD) og foramsulfuron+iodosulfuron (MaisTer). De anvendte følsomme populationer (SUS 1: ID 1255/2014 og SUS 2: ID 1233/1255) samt de resistente populationer (RES 1: IDPOAAN5_2019 og RES 2: IDPOAAN3_2019) spirede tilfredsstillende. Begge resistente referencer er registreret som værende resistente over for iodosulfuron, og RES1 er desuden resistent over for iodosulfuron+foramsulfuron. Begge aktivstoffer tilhører sulfonyleureagruppen, men der er forskelle i resistensrespons over for disse aktivstoffer. Der er tidligere registreret resistens over for disse aktivstoffer på bedrifter i Danmark. Resistens over for iodosulfuron alene er registreret for en række populationer

uanset forudgående sædskifte, mens resistens over for foramsulfuron+ iodosulfuron er registreret hos populationer, som er indsamlet i sædskifter med stor andel af majs eller ensidig majsdyrkning.



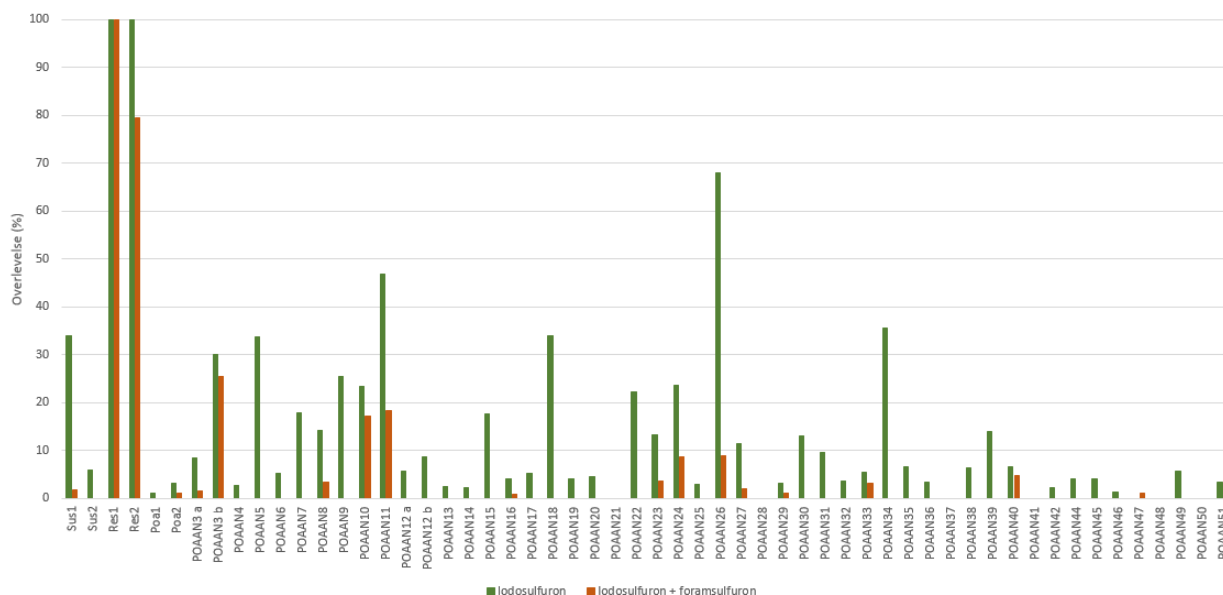
Figur 8: Kort over lokaliteter, hvor der blev indsamlet frøprøver i 2021 på enårig rapgræs.

5.3.1 Screening: Enårig rapgræs

Der var varierende respons hos de følsomme referencepopulationer, hvor der kun blev opnået mellem 57 og 75% effekt på antal for den følsomme reference ID 1255/2014, mens der var en høj effekt over for ID 1233/1255 (90-98%) ved behandling med iodosulfuron (Figur 9). Der blev fundet en høj effekt målt som friskvægt hos begge de følsomme referencepopulationer. Der var høj effekt på både antal og biomasse over for foramsulfuron+iodosulfuron. Responset fra de resistente referencepopulationerne var entydige: 100% overlevelse ved behandling med iodosulfuron og 74-100% overlevelse for foramsulfuron+iodosulfuron. Resultatet for den resistente reference, RES1: IDPOAAN5_2019, stemte overens med, at der tidligere er konstateret resistens over for begge grupper af aktivstoffer. RES2: IDPOAAN3_2019 har tidligere kun vist resistens over for iodosulfuron. I screeningen var der modsatrettede effekter over for iodosulfuron+foramsulfuron på biomasse (ca. 85% effekt på friskvægt) og overlevelse (ca. 20%), mens populationen udviste resistens over for iodosulfuron alene målt som både biomasse og antal (Bilag 4).

Da der var modsatrettede effekter for biomasse og antal overlevende planter for en række testpopulationer, blev kriteriet for udvælgelse til videre test i dosis-responsforsøget en kombination af effekt på biomasse og antal overlevende planter. Hvis der var lav overlevelse men høj effekt på biomasse, blev det ikke vurderet som et tegn på resistens. Der var seks testpopulationer, som havde effekter under 75% på både friskvægt og antal over for iodosulfuron (POAAN3b, POAAN5, POAAN9, POAAN11, POAAN26 og POAAN34), og yderligere en population (POAAN18) med lav effekt på antal, som også lå tæt på grænsen for effekt på tørvægt (76%). Effekten af foramsulfuron+iodosulfuron fulgte kun i mindre grad effekten for iodosulfuron. Der var lavere effekt på både antal (74%) og friskvægt (79%) hos POAAN3 b, mens kun friskvægt var lavere for POAAN5, POAAN26 og POAAN34, mens ikke hos POAAN9, POAAN11 og POAAN18. De nævnte populationer blev udvalgt til nærmere undersøgelse i dosis-responsforsøget. Der var enkelte andre populationer, hvor der blev registreret lavere effekt på antal, men da effekten på friskvægt var høj, og der også sås en svingende effekt på antal for den ene følsomme reference (SUS1), blev dette ikke anset for at være nok til videre test.

Hvis der udelukkende ses på antal, så var andelen af potentielt resistente populationer 20% (10 populationer ud af 50) for iodosulfuron, mens den kun var 2% (1 population ud af 50) for foramsulfuron+iodosulfuron.



Figur 9: Overlevelse i screeningsforsøg med iodosulfuron og iodosulfuron+foramsulfuron. SUS1: ID 1255/2014, SUS2: ID 1233/1255, RES1: IDPOAAN5, RES2: IDPOAAN3. Der er to Poa3 og POA12 populationer (a+b), da der blev indsamlet frø to gange i samme mark.

5.3.2 Dosis-responsforsøg: Enårig rapgræs

Resistensniveauet i de syv udvalgte populationer blev efterfølgende undersøgt i dosis-responsforsøg. I forsøget indgik de samme følsomme og resistente referencepopulationer som i screeningsforsøget. Der blev anvendt 8 doseringer af iodosulfuron (0,6-80 g a.s./ha, faktor 2 mellem doser) og foramsulfuron+ iodosulfuron (0,9+0,03 – 120+4 g a.s./ha, faktor 2 mellem doser), hvor dosering 1-5 blev anvendt på de følsomme referencer og dosering 4-8 på den resistente referencepopulation samt de potentielt resistente populationer.

5.3.2.1 Iodosulfuron (Hussar OD)

Resistensniveauet for de to resistente referencer var højt, men det var ikke muligt at estimere ED₅₀ uden en stor standardfejl, da der var en stor variationen i effekterne ved de lave doseringer (Tabel 9). R-indekset er dog med sikkerhed højere end for de testede populationer. Når kriteriet for resistens er lagt på et R-indeks på 3, så er der ingen populationer, der kom over grænsen. Klassificeringen efter følsomhed viste også, at hvor effekten ikke er over 85% var effekten på linje med den mindst følsomme reference (SUS1) (Tabel 10). Efter sprøjtning var mange planter af enårig rapgræs lysegrønne, og de voksede ikke. Det var derfor svært at vurdere, om de var døde. Der blev ved høst kigget efter frisk plantevæv i vækstpunktet for at bedømme om en plante var død eller havde mulighed for at vokse videre. For de tre mindst følsomme testpopulationer (POAAN3 b, POAAN11 og POAAN34) var der overlevende planter ved dosering 7 og 8 (40 g a.s./ha og 80 g a.s./ha). Da disse doseringer ikke er anvendt på de følsomme referencepopulationer, er det ikke muligt direkte at sammenligne til disse populationer. Antallet af overlevende planter og biomasse ved høst var dog væsentlig lavere end for de resistente referencer.

Tabel9: Beregnede resistensindeks (R_i) for iodosulfuron på enårig rapgræs. †: standardfejl på ED₅₀ var stor, og R-indekset skal tages med forbehold. R-indeks er beregnet ud fra et gennemsnit af ED₅₀ for de to følsomme referencer.

Iodosulfuron			
Population	ED ₅₀	ED ₅₀ std.fejl	R-indeks
SUS1: ID 1255/2014	2,1	2,55	
SUS2: ID 1233/1255	1,3	0,94	
RES1: ID POAAN5	165,7†	759,32	97,2
RES2: ID POAAN3	1091,9†	3782,30	641,0
POAAN3 b	Ikke estimeret	-	-
POAAN5	2,6†	1,30	1,5
POAAN9	0,30†	0,27	0,2
POAAN11	1,5†	1,07	0,9
POAAN18	1,3†	0,52	0,8
POAAN26	3,6	0,29	2,1
POAAN34	1,8	0,86	1,1

Tabel 5: Relativ effektivitet på friskvægt for enårig rapgræs sprøjtet med iodosulfuron vurderet efter følsomhedsskala. S: 85-100%, 1: 70-84,9%, 2: 55-69,9%, 3: 40 – 54,9%, 4: 25-39,9%, 5: 0-24,9%.

Population	Iodosulfuron (g ai/ha)							
	0,6	1,25	2,5	5	10	20	40	80
SUS1	4	3	2	1	1			
SUS2	4	2	2	S	S			
RES1				5	5	5	5	4
RES2				5	5	5	4	4
POAAN3 b				S	S	S	S	S
POAAN5				S	S	S	S	S
POAAN9				S	S	S	S	S
POAAN11				1	S	S	S	S
POAAN18				S	S	S	S	S
POAAN26				1	S	S	S	S
POAAN34				1	1	S	S	S

5.3.2.2 Foramsulfuron+iodosulfuron (MaisTer)

Der er ikke udregnet ED₅₀-værdier for foramsulfuron+iodosulfuron, da alle populationer var følsomme over for dette herbicid (Figur 10). De sprøjtede planter af enårig rapgræs stod meget længe med lyse gul-grønne skud, men der var ingen tilvækst, og de sprøjtede planter fremstod visuelt som de følsomme referencer.



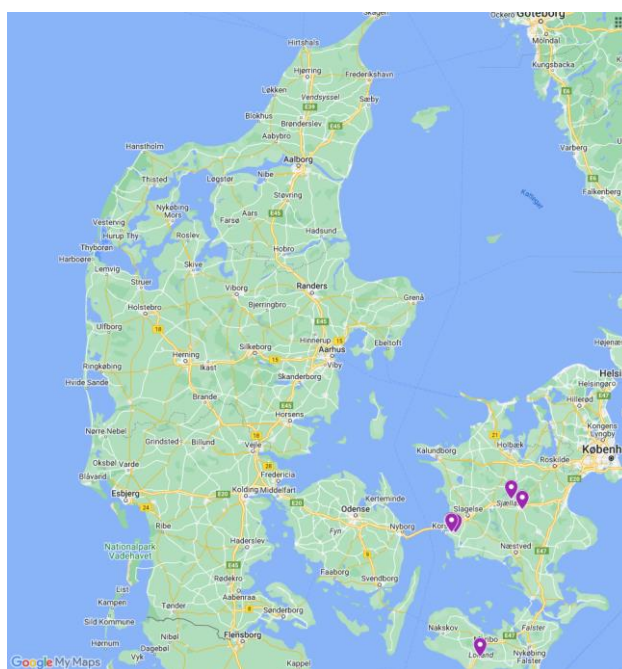
Figur 10: Dosis-responsforsøget med foramsulfuron+iodosulfuron. Den ene følsomme reference ses i forgrunden fulgt af den resistente reference (POAAN5). De testede populationer ses i rækkerne i baggrunden i venstre side af bordet.

Konklusion for enårig rapgræs

Der var ingen af de 51 testede populationer, der var resistente over for foramsulfuron+iodosulfuron (MaisTer) og heller ikke over for iodosulfuron i følge kriteriet for R-indeks (R-indeks >3). Dog er der indikationer på en lavere effekt hos enkelte populationer i screeningen over for både iodosulfuron og iodosulfuron+mesosulfuron. Effekterne er ikke så lave som hos de resistente referencepopulationer.

5.4 Agerrævehale (*Alopecurus myosuroides*)

Der blev i alt indsamlet 6 prøver af agerrævehale (5 prøver fra Sjælland og 1 fra Lolland) (Figur 11). De få prøver er ikke repræsentative for Danmark, da agerrævehale er et problem i mange områder af Danmark ud over Sjælland. Det blev forsøgt at finde egnede lokaliteter til indsamling igen i 2022, men ingen forsøg blev meldt ind, som opfyldte kriterierne for indsamling. Der blev meldt enkelte forsøg ind, men alle blev slået af, inden agerrævehaleplanterne havde udviklet modne frø. Agerrævehale blev screenet med både fenoxaprop-P (Primera Super) og iodosulfuron+mesosulfuron (Atlantis OD). De anvendte følsomme populationer (ID 85/2020 og ID 1280/2015) samt de resistente populationer (ALOMY178 og ALOMY179) spirede tilfredsstillende. Begge resistente referencepopulationer er tidligere konstateret resistente over for både ALS- og ACCase-aktivstoffer.

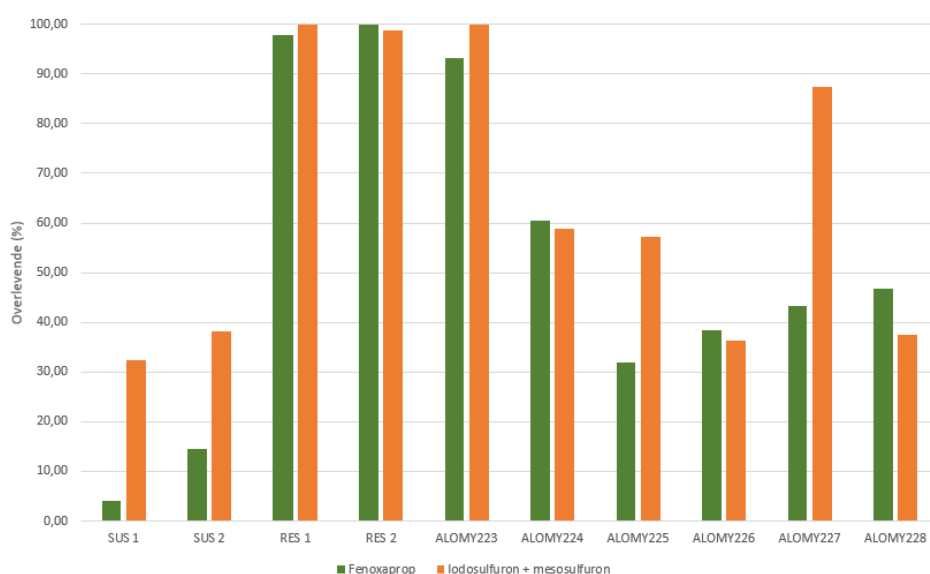


Figur 11: Kort over lokaliteter, hvor der blev indsamlet frøprøver i 2021 på agerrævehale.

5.4.1 Screeningsforsøg: Agerrævehale

Der var en relativt høj effekt på friskvægt (88-90% effekt) og antal overlevende planter (85-96% effekt) hos de følsomme referencepopulationer over for fenoxaprop-P, mens der var meget lave effekter hos de resistente referencepopulationer (0-3% effekt). Responset over for iodosulfuron+mesosulfuron var lavere (ca. 80% for friskvægt og 62-67% for antal overlevende planter), men stadig væsentlig højere end for de resistente referencepopulationer (0-2% effekt) (Figur 12 og Bilag 5). Dermed var der et godt

sammenligningsgrundlag i screeningen. For testpopulationerne var der kun en population, hvor effekten var under 75% effekt for både friskvægt og antal overlevende planter for fenoxaprop-P (ALOMY223), og med yderligere to populationer var effekten målt som tørvægt under 75% (ALOMY224, ALOMY 228), mens alle populationer var karakteriseret ved under 75% effekt på antal overlevende planter (Figur 7). Effekten af iodosulfuron+mesosulfuron var under 75% for tre populationer (ALOMY223, ALOMY224 og ALOMY227), mens alle populationer viste under 75% effekt målt som tørvægt og antal overlevende planter (Bilag 5). Der var derfor grund til at undersøge alle testpopulationer i dosis-responsforsøg, men der var ikke frø tilbage af alle de indsamlede populationer.



Figur 12: Procent overlevende planter fra screeningsforsøg med fenoxaprop (Primera Super) og iodosulfuron+mesosulfuron (Atlantis OD). SUS 1 (ID 85/2020), SUS 2 (ID 1280/2015), RES 1 (ALOMY178) og RES 2 (ALOMY179).

5.4.2 Dosis-responsforsøg: Agerrævehale

Resistensniveauet i to af de seks potentielt resistente populationer blev efterfølgende undersøgt i dosis-responsforsøg. De fire resterende testpopulationer spirede enten dårligt, eller der var ikke flere frø tilbage. I forsøget indgik de samme følsomme og resistente referencepopulationer som i screeningsforsøget. Der blev anvendt 8 doseringer af fenoxaprop-P (8,625-552 g a.s./ha, faktor 2 mellem doser) og iodosulfuron+mesosulfuron (0,112+0,56 – 7,2+36 g a.s./ha, faktor 2 mellem doser), hvor dosering 1-5 blev anvendt på de følsomme referencer og dosering 4-8 på de resistente referencepopulationer samt de potentielt resistente testpopulationer. For de to testpopulationer, hvor der var frø til at etablere et dosis-responsforsøg, og som havde en tilstrækkelig fremspiring, var R-indekset over 7 for fenoxaprop-P og 3,0 for iodosulfuron+mesosulfuron for ALOMY223 (Tabel 11). Værdien for ALOMY224 var under 3,0. Klassificeringen efter effekt på friskvægt indikerede ligeledes, at der var resistens hos ALOMY223 over for både fenoxaprop-P og iodosulfuron+mesosulfuron, mens ALOMY224 var på niveau med de følsomme referencer (Tabel 12)

Tabel 6: Beregnede resistensindeks (R_i) for fenoxaprop og iodosulfuron+mesosulfuron på agerrævehale. R -indeks er beregnet ud fra et gennemsnit af ED_{50} for de to følsomme referencer. †: standardfejl på ED_{50} var stor, og R -indekset skal tages med forbehold. De tilnærmede værdier (~) er baseret på visuelle estimater af ED_{50} , da dosis-responskurven ikke kunne estimeres vha. modellen.

	Fenoxaprop-P			Iodosulfuron + mesosulfuron		
Population	ED_{50}	ED_{50} std. fejl	R-indeks	ED_{50}	ED_{50} std. fejl	R-indeks
SUS1: ID 185/2020	0,24	0,043		0,54	0,105	
SUS2: ID 1280/2015	0,23	0,103		0,54	0,194	
RES1: ALOMY178	~ 3,5	NA	~ 15	3,1	1,418†	5,7
RES2: ALOMY179	~ 3,5	NA	~ 15	4,2	2,244†	7,7
ALOMY223	~ 1,8	NA	~7,6	1,6	0,355	3,0
ALOMY224	0,4	0,060	1,8	0,7	0,192	1,2

Tabel 7: Relativ effektivitet på friskvægt for agerrævehale sprøjtet med hhv. fenoxaprop-P eller iodosulfuron+mesosulfuron vurderet efter følsomhedsskala. S: 85-100%, 1: 70-84,9%, 2: 55-69,9%, 3: 40 – 54,9%, 4: 25-39,9%, 5: 0-24,9%.

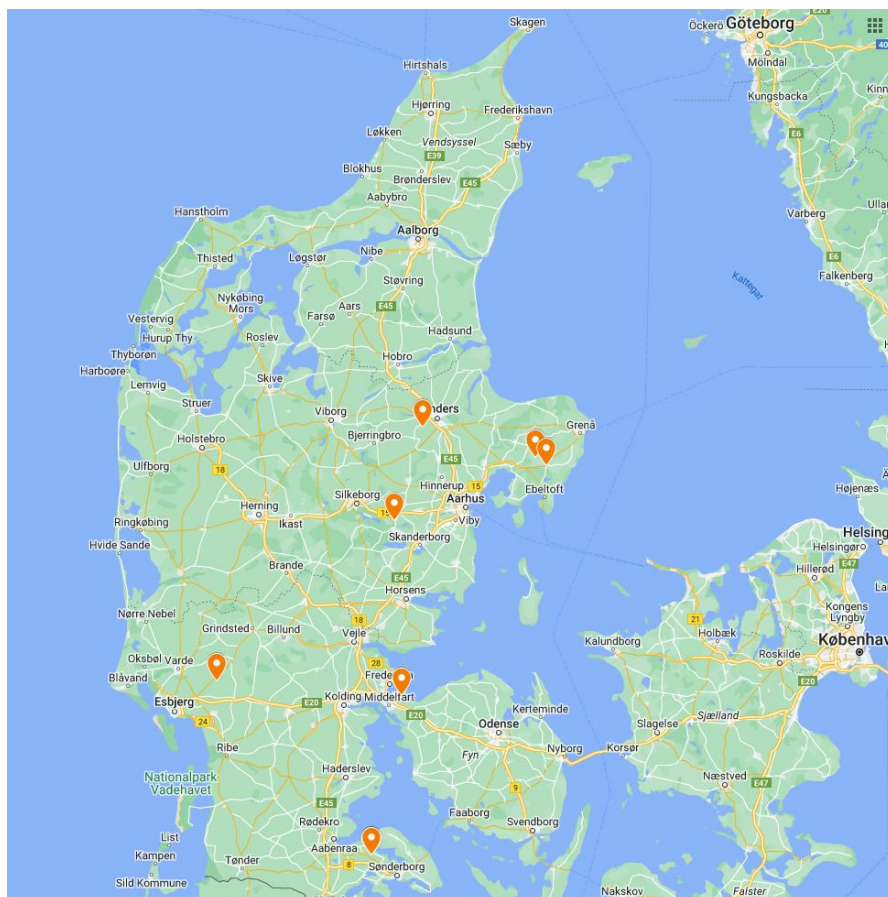
Population	fenoxaprop							Iodosulfuron+ mesosulfuron						
	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	0,0563	0,1125	0,225	0,45	0,9	1,8	3,6
SUS1 ID85/20202	5	2	S	S	S			5	5	5	5	1		
SUS2 ID1280/2015	5	1	S	S	S			5	5	5	5	S		
RES1 ALOMY178			5	4	5	4	3			5	5	5	4	3
RES2 ALOMY179			5	4	4	4	5			5	5	5	5	3
ALOMY223			5	5	4	5	4			5	5	4	3	1
ALOMY224			2	S	S	S	S			4	5	1	S	S

Konklusion for agerrævehale

Der var ikke muligt at indsamle et tilstrækkeligt antal af prøver for agerrævehale, og der kan derfor ikke drages nogle konklusioner vedrørende status for herbicidresistens. Af de seks indsamlede prøver var der en population, som var resistent over for begge aktivstofgrupper, mens de resterende fem populationer viste en tendens til lavere effekt over for fenoxaprop-P, mens fire af dem havde tendens til lavere effekt over for iodosulfuron+mesosulfuron. Frekvensen af resistens hos ALOMY223 var 93% for fenoxaprop-P og 100 % for iodosulfuron+mesosulfuron.

5.5 Italiensk rajgræs (*Lolium multiflorum*)

Der blev i alt indsamlet 8 prøver af italiensk rajgræs (en prøve indsamlet i 2022) (8 prøver fra Jylland, hvoraf to er fra samme mark) (Figur 13). De få prøver er ikke repræsentative for Danmark, da italiensk rajgræs er et problem i flere områder af Danmark. Der er dog store problemer på Djursland og i de østlige Jylland, hvor de indkomne prøver er fra. Det blev forsøgt at finde egnede lokaliteter til indsamling igen i 2022, men kun et forsøg blev meldt ind, som opfyldte kriterierne for indsamling. Der blev meldt enkelte andre forsøg ind, men de ubehandlede parceller blev slået af, inden rajgræsplanterne havde modne frø. Italiensk rajgræs blev screenet med både clodinafop (Topik EC) og iodosulfuron+mesosulfuron (Atlantis OD). De anvendte følsomme populationer (DK2017_001_LM og DK2020_038_LM) samt de resistente populationer (DK2020_061_LM og DK2020_078_LM) spirede tilfredsstillende. Begge resistente referencepopulationer er tidligere konstateret resistente over for både ALS- og ACCase-aktivstoffer.



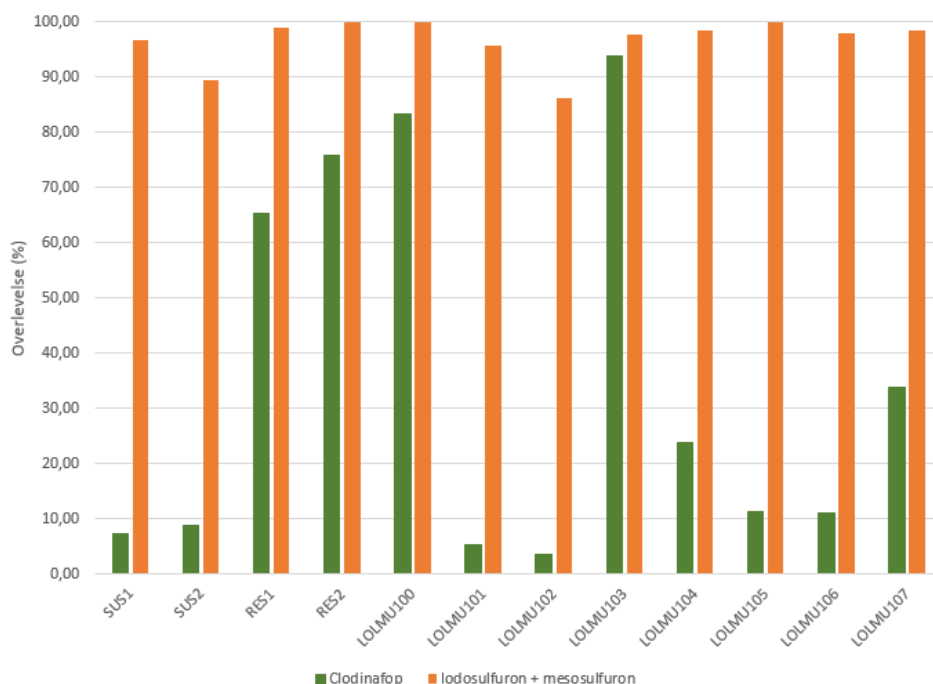
Figur 13: Kort over lokaliteter, hvor der blev indsamlet frøprøver i 2021 (+ 1 i 2022) på italiensk rajgræs.

5.5.1 Screening: Italiensk rajgræs

Responset for de følsomme referencepopulationer var som forventet højt over for clodinafop (86-90% for friskvægt og 91-93% for antallet af overlevende planter). Der var lavere respons over for iodosulfuron+mesosulfuron (61-77% for friskvægt og 3-11% for antallet af overlevende planter) for de følsomme referencepopulationer. De resistente referencepopulationer gav et lavere respons på friskvægt for begge herbicider og også for antallet af overlevende planter for clodinafop, men for iodosulfuron+ mesosulfuron var der ikke forskel på følsomme og resistente referencepopulationer målt som antal overlevende planter (bilag 6).

For testpopulationerne behandlet med clodinafop var der mindre end 75% effekt på friskvægt hos to af testpopulationerne, men der var mindre end 75% effekt på tørvægt og overlevelse hos tre af populationerne (Figur 14). Med de to populationer, hvor der var mindre end 75% effekt på friskvægt, var der også lavere effekt målt som tørvægt og overlevelse. Derudover var der to af de indsamlede populationer, hvor der var lav effekt på hhv. tørvægt og overlevelse (Figur 9). Testpopulationerne LOLMU100, LOLMU103 og LOLMU107 viser tegn på nedsatte effekter. Doseringen, der blev valgt til screening af iodosulfuron+ mesosulfuron (Atlantis OD) var for lav til at konstatere resistens, da de følsomme populationer havde en høj overlevelse (89% og 97%). I tidligere forsøg var der observeret høje effekter med denne dosering (bl.a. i monitoringen i 2013-2015). Vurderet ud fra screeningsforsøget, havde clodinafop lav effekt på LOLMU100 og LOLMU103, mens der var en tendens

til lav effekt over for LOLMU104 og LOLMU107. LOLMU104 og LOLMU107 kunne ikke testes yderligere pga. mangel på frø. LOLMU100, LOLMU103 og LOLMU105/106 blev testet yderligere i dosis-responsforsøget.



Figur 14: Procent overlevende planter fra screeningsforsøg med clodinafop (Topik EC) og iodosulfuron+mesosulfuron (Atlantis OD) for italiensk rajgræs. SUS 1 (DK2017_001_LM), SUS 2 (DK2020_038_LM), RES 1 (DK2020_061_LM) og RES 2 (DK2020_078_LM).

5.5.2 Dosis-responsforsøg: Italiensk rajgræs

Testpopulationerne LOLMU100 og LOLMU103 blev testet med clodinafop, og LOLMU100, LOLMU105 og LOLMU106 blev testet med iodosulfuron+mesosulfuron i dosis-responsforsøget. Der var desværre ikke nok frø til at lave dosis-responsforsøg med alle populationer, hvor der var observeret nedsat effekt i screeningsforsøget. I dosis-responsforsøget indgik de samme følsomme og resistente referencer som i screeningsforsøget. Der blev anvendt 8 doseringer af clodinafop (1,25-80 g a.s./ha, faktor 2 mellem doser) og iodosulfuron + mesosulfuron (0,112+0,56 – 7,2+36 g a.s./ha, faktor 2 mellem doser), hvor dosering 1-5 blev anvendt på de følsomme referencer og dosering 4-8 på de resistente referencepopulationer samt de potentielt resistente testpopulationer. Der var for få frø tilbage af LOLMU103 til at inkludere alle doseringer af clodinafop, så denne population blev kun sprøjtet med dosering 3, 5 og 6.

Der var indikation på resistens over for clodinafop i begge de testede populationer (LOLMU100 og LOLMU103) med resistensindeks over 10. Der var dog meget store standardfejl på disse estimater. Der var ligeledes indikation på resistens over for iodosulfuron+mesosulfuron hos de testede populationer. For LOLMU103 var R-indekset på 2, når gennemsnittet af de to resistente referencepopulationers ED₅₀ blev brugt, men i sammenligning med den mest følsomme reference ville R-indekset ligge lige over 3,0 (Tabel 8). Klassificeringen efter effekt på friskvægt indikerede ligeledes, at der var resistens hos alle de

testede populationer over for både clodinafop og iodosulfuron+mesosulfuron, men da de følsomme referencer også havde lav respons på behandlingerne, er det en usikker konklusion (Tabel 9).

Tabel 8: Beregnede resistensindeks (R_i) for clodinafop og iodosulfuron+mesosulfuron på italiensk rajgræs. f : standardfejl på ED_{50} var stor, og R -indekset skal tages med forbehold. R -indeks er beregnet ud fra et gennemsnit af ED_{50} for de to følsomme referencer.

	Clodinafop			Iodosulfuron + mesosulfuron		
Population	ED_{50}	ED_{50} std. fejl	R-indeks	ED_{50}	ED_{50} std. fejl	R-indeks
SUS1: DK2017_001_LM	0,2	0,04		0,7	0,08	
SUS2: DK2020_038_LM	0,2	0,03		0,3	0,10	
RES1: DK2020_061_LM	1,5	1,27	9,0†	1,0	0,31	2,1†
RES2: DK2020_078_LM	0,5	0,17	2,7	1,9	1,07	3,9†
LOLMU100	2,0	2,86	12,3†	5,7	6,96	11,5†
LOLMU103	2,0	10,00	12,3†	1,0	0,08	2,0
LOLMU105*				1,6	0,19	3,3
LOLMU106*				2,6	0,43	5,2

*LOLMU105 og 106 er samlet i samme mark

Tabel 9: Relativ effektivitet på friskvægt for italiensk rajgræs sprøjtet med hhv. clodinafop eller iodosulfuron+mesosulfuron vurderet efter følsomhedsskala. S: 85-100%, 1: 70-84,9%, 2: 55-69,9%, 3: 40 – 54,9%, 4: 25-39,9%, 5: 0-24,9%.

Population	Clodinafop							Iodosulfuron+ mesosulfuron						
	0.0125	0.025	0.05	0.1	0.2	0.4	0.8	0.056	0.0113	0.225	0.45	0.9	1.8	3.6
SUS 1	5	5	5	4	2			5	5	5	5	1		
SUS 2	5	5	5	4	2			4	5	2	3	1		
RES 1			5	5	5	3	5			4	5	4	2	S
RES 2			5	5	2	4	2			4	5	3	3	2
LOLMU100			5	5	3	4	4			5	5	5	3	3
LOLMU103			5		4		4			5		4		S
LOLMU105*										5	5	4	2	1
LOLMU106*										5	5	5	3	2

*LOLMU105 og 106 er samlet i samme mark

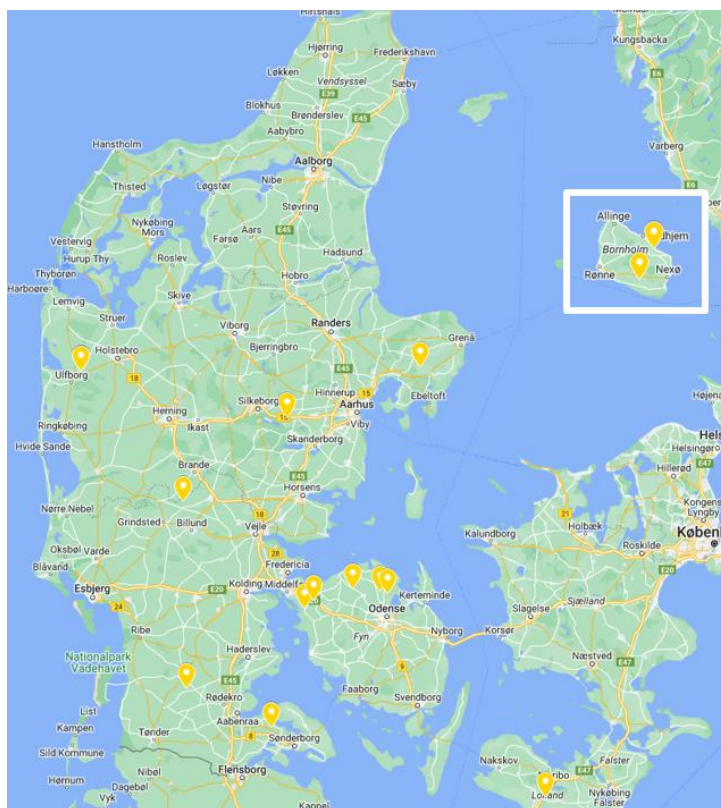
Konklusion for italiensk rajgræs

Der blev ikke indsamlet et tilstrækkeligt antal af prøver af italiensk rajgræs, og der kan derfor ikke drages nogle generelle konklusioner vedrørende udbredelsen af herbicidresistens. Af de 8 indsamlede prøver, hvoraf to er fra samme mark, var der 2 populationer, som sandsynligvis var resistente over for begge aktivstofgrupper (LOMU100 og LOMU103). Yderligere en population (LOLMU107) viste en tendens til resistens over for begge aktivstofgrupper, men kunne ikke testes i dosis-responsforsøget pga. mangel på frø. Derudover var der indikation på ALS-resistens hos LOLMU105 og LOLMU106. Det betyder, at 50% af prøverne sandsynligvis var resistente over for en eller begge aktivstofgrupper. Frekvensen af overlevende planter lå imellem 97 og 100% for disse populationer.

5.6 Almindelig rajgræs (*Lolium perenne*)

Der blev i alt indsamlet 15 prøver af almindelig rajgræs (7 prøver fra Jylland, 5 fra Fyn, 1 fra Lolland og 2 fra Bornholm) (Figur 15). De få prøver er ikke repræsentative for Danmark, da almindelig rajgræs er et problem i flere områder af Danmark, men prøverne er dog mere dækkende end for italiensk rajgræs.

Der blev forsøgt på at finde egnede lokaliteter til indsamling igen i 2022, men ingen af de indmeldte forsøg opfyldte kriterierne for indsamling. Almindelig rajgræs blev screenet med både clodinafop (Topik EC) og iodosulfuron+mesosulfuron (Atlantis OD). De anvendte følsomme populationer (DK2017_004_LP og LOLPE13) samt de resistente populationer (DK2017_012_LP og LOLPE10) spirede tilfredsstillende. Begge resistente referencepopulationer er tidligere konstateret resistente over for både ALS- og ACCase-aktivstoffer.



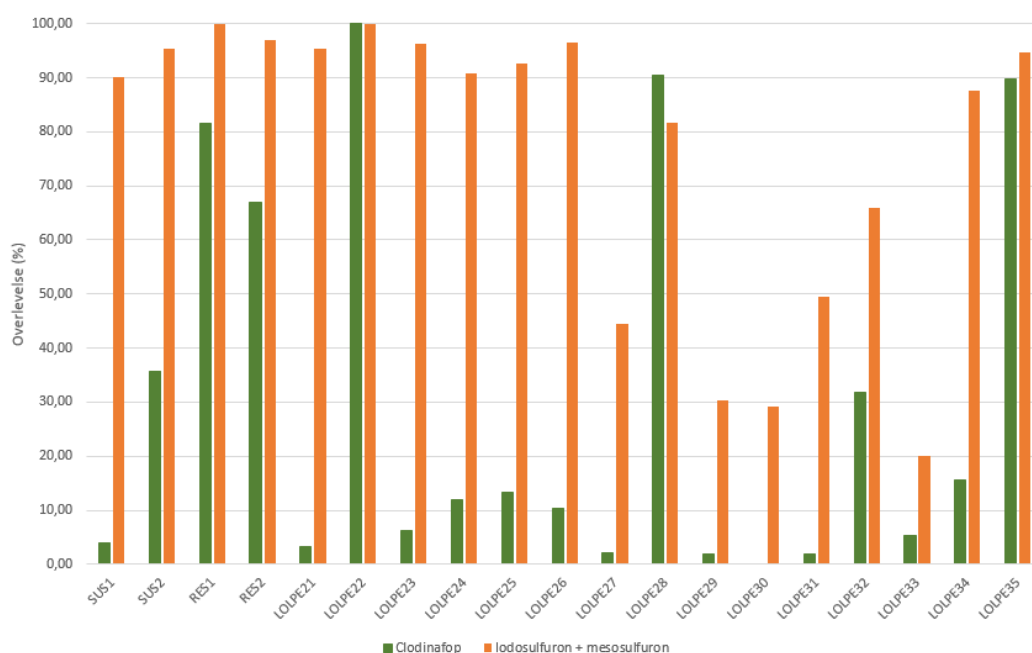
Figur 15: Kort over lokaliteter, hvor der blev indsamlet frøprøver i 2021 på almindelig rajgræs.

5.6.1 Screening: Almindelig rajgræs

Der var ikke store forskelle mellem de følsomme og resistente referencepopulationer for clodinafop (Topik EC). Over for både de formodede følsomme og de resistente referencepopulationer blev der observeret effekter på frisk- og tørvægt, som lignede hinanden. Men der var væsentlig højere effekt på antallet af overlevende planter for de følsomme referencepopulationer end for de resistente referencepopulationer. For iodosulfuron+mesosulfuron (Atlantis OD) var der ingen væsentlige forskelle på følsomme og resistente referencepopulationer (Bilag 7).

For to testpopulationer var der mindre end 75% effekt på både frisk- og tørvægt samt antal planter ved behandling med clodinafop (LOLPE32 og LOLPE 35), men yderligere tre testpopulationer havde lavere effekt for mindst én af parametrene (LOLPE27, LOLPE28 og LOPE33). Ved behandling med iodosulfuron+mesosulfuron var der ni af testpopulationerne, hvor effekten var under 75% for alle tre parametre, men på yderligere to testpopulationer var effekten under 75% på tørvægt og antal. Kun én

testpopulation udviste effekter over 75% på antal (Figur 16). Der var ikke tilstrækkeligt med frø til at teste LOLPE22 og LOLPE28 i dosis-responsforsøget, selvom begge populationer viste nedsatte effekter over for begge aktivstofgrupper på antallet af overlevende planter i screeningen.



Figur 16: Procent overlevende planter fra screeningsforsøg med clodinafop (Topik EC) og iodosulfuron+mesosulfuron (Atlantis OD) for almindelig rajgræs. SUS 1 (DK2017_004_LP), SUS 2 (LOLPE13), RES 1 (DK2017_012_LP) og RES 2 (LOLPE10).

5.6.2 Dosis-responsforsøg: Almindelig rajgræs

I dosis-responsforsøget indgik de samme følsomme og resistente referencer som i screeningsforsøget. Der blev anvendt 8 doseringer af clodinafop (1,25-80 g a.s./ha, faktor 2 mellem doser) og iodosulfuron+mesosulfuron (0,112+0,56 – 7,2+36 g a.s./ha, faktor 2 mellem doser), hvor dosering 1-5 blev anvendt på de følsomme referencer og dosering 4-8 på de resistente referencepopulationer samt de potentielt resistente testpopulationer. Da der ikke var frø nok til at teste alle de populationer, som blev vurderet som potentielt resistente i screeningsforsøget, blev LOLPE27, LOLPE32 og LOLPE35 testet med clodinafop og LOLPE21, LOLPE23-27, LOLPE32, og LOLPE34-35 testet med iodosulfuron+mesosulfuron (Tabel 15). Der var ingen frø tilbage af LOLPE22 og LOLPE28, hvor clodinafop havde lav effekt på antal overlevende planter. Resultaterne af dosis-responsforsøget var usikre pga. af store standardfejl på ED₅₀, især på nogle af referencepopulationerne. Der var ingen af effekterne på testpopulationerne, der resulterede i R-indeks over 3,0, bortset fra LOLPE32 behandlet med clodinafop, men her var standardfejlen på ED₅₀ for stor til at resultatet var sikkert. Klassificeringen af følsomhed gav ligeledes et uklart billede, da begge aktivstofgrupper havde et meget lavt effektniveau over for de følsomme referencer (Tabel 16). Indikationen var, at de tre populationer testet med clodinafop var resistente, mens der ingen indikation var på resistens over for iodosulfuron+mesosulfuron.

Tabel 10: Beregnede resistensindeks (R_i) for clodinafop og iodosulfuron+mesosulfuron på almindelig rajgræs. †: standardfejl på ED_{50} var meget stor, og R -indekset skal tages med forbehold. Den store standardfejl på SUS1 for både clodinafop og iodosulfuron+mesosulfuron gjorde at R -indeks blev beregnet baseret på ED_{50} fra SUS2.

	Clodinafop			Iodosulfuron + mesosulfuron		
Population	ED_{50}	ED_{50} std. fejl	R-indeks	ED_{50}	ED_{50} std. fejl	R-indeks
SUS1: DK2017_004_LP	0,60	0,735		1,26	1,096	
SUS2: LOLPE13	0,36	0,161		0,75	0,038	
RES1:	0,71	0,116	1,96	13,60	16,819	18,07†
RES2: LOLPE10	0,73	0,155	2,03	1,01	0,010	1,34
LOLPE21				0,87	0,097	1,16
LOLPE23				0,88	0,095	1,17
LOLPE24				0,77	0,104	1,02
LOLPE25				0,97	0,094	1,29
LOLPE26				0,97	0,108	1,29
LOLPE27	0,36	0,062	0,99	0,62	0,072	0,82
LOLPE32	1,21	0,718	3,37†	1,16	0,199	1,54
LOLPE34				0,73	0,066	0,97
LOLPE35	0,73	0,138	2,04	0,75	0,082	1,00

Tabel 11: Relativ effektivitet på friskvægt for almindelig rajgræs sprøjtet med hhv. clodinafop eller iodosulfuron+mesosulfuron vurderet efter følsomhedsskala. S: 85-100%, 1: 70-84,9%, 2: 55-69,9%, 3: 40 – 54,9%, 4: 25-39,9%, 5: 0-24,9%.

Population	Clodinafop (g ai/ha)							Iodosulfuron+ mesosulfuron (g ai/ha)						
	0,0125	0,025	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8	0,056	0,0113	0,225	0,45	0,9	1,8	3,6
SUS 1	5	5	5	5	5			5	5	5	5	5		
SUS 2	5	5	5	5	4			5	5	5	5	2		
RES 1			5	5	5	4	2			5	5	5	3	5
RES 2			5	5	5	5	2			5	5	4	S	S
LOLPE21										5	5	2	S	S
LOLPE23										5	5	3	S	S
LOLPE24										5	5	2	S	S
LOLPE25										5	5	3	S	S
LOLPE26										5	5	3	S	S
LOLPE27			5	5	4	3	1			5	4	1	S	S
LOLPE32			5	5	5	5	4			5	5	4	1	S
LOLPE34										5	5	2	S	S
LOLPE35			5	5	5	5	3			5	5	2	S	S

Konklusion for almindelig rajgræs

Der blev ikke indsamlet et tilstrækkeligt antal af prøver af almindelig rajgræs til at der kan drages konklusioner vedrørende udbredelsen af resistens. Resultaterne fra dosis-responsforsøget viste ikke resistens hos nogen af de 15 indsamlede populationer.

5.7 Sammenfatning af resultater

Der blev i alt indsamlet 133 frøprøver i 2021, og der blev indsamlet 1 ekstra prøve af italiensk rajgræs i 2022, dvs. 134 prøver i alt. Prøverne blev samlet i ubehandlede forsøgsparceller i effektivitetsforsøg med herbicider. De indledende screeninger af effekt på antal overlevende og biomasse af et eller to herbicider indikerede resistens i en række prøver, som derefter blev yderligere testet. I fuglegræs var 23% af prøverne resistente, i kamille 7%. Med et R-indekskriterie på minimum 3 for resistens blev der ikke fundet resistens hos enårig rapgræs, men der var udsving i følsomheden hos enkelte populationer. Dette tyder på, at frekvensen af resistens er lav i de marker, hvor frøene er samlet. Der blev ikke indsamlet nok prøver af agerrævehale, italiensk og almindelig rajgræs til at drage konklusioner for disse arter. Frekvensen af resistens for alm. fuglegræs, lugtløs kamille og enårig rapgræs var 7,5% (8 ud af 107 populationer).

6 Diskussion og konklusion

Denne undersøgelse er en opfølgning på en tilsvarende undersøgelse i 2013-2015 (Mathiassen og Kudsk, 2016) og derfor er samme metode valgt for at kunne sammenligne resultaterne af de to monitoringer af resistens. Der er indsamlet frø i ubehandlede parceller i herbicidforsøg (GEP- og Landsforsøg) i sommeren 2021 (plus en enkelt prøve i 2022). Det er tale om, hvad der kan beskrives som en semi-randomiseret tilgang da GEP- og Landsforsøg udføres i alle dele af landet, og placeringen af forsøgene ikke er fastlagt forud, men selvfølgelig er forsøgene placeret ud fra en forventning om ukrudtsfloraens sammensætning (Figur 2). Specielt for de tabsvoldende græsukrudtsarter agerrævehale og rajgræsserne, som ofte er målukrudtsarter i et effektivitetsforsøg, betyder det, at der kun er tale om en semi-randomisering. For de tokimbladede arter samt enårig rapgræs, som forekommer i næsten alle marker, er der tale om en egentlig randomisering, da forsøgene sjældent er anlagt med disse arter som målukrudtsart. At anvende effektivitetsforsøg giver to fordele 1) der er altid en ubehandlet behandling i forsøgene, der sikrer, at der kan indsamles frø fra planter, der ikke er sprøjtet i den sæson, hvori frøene indsamles, og 2) der opnås en tilfredsstillende geografisk spredning. Da der ikke er den samme hyppighed af alle ukrudtsarter i hele landet, vil de indsamlede arter være fordelt forskelligt på landsplan. Det ses dog af fordelingen af prøver for arterne, at der ikke er opnået en tilstrækkelig dækning af hele landet, specielt Vest- og Nordjylland er underrepræsenteret.

Nogle arter er mere udsat for udvikling af resistens end andre på grund af deres biologi. Faktorer som stor frøproduktion, kort levetid for frøene i jorden og fremmedbestøvning øger risikoen for resistensudvikling (Vencill et al., 2014). I den første monitorering i 2013-2015 blev der fokuseret på otte ukrudtsarter, som er almindeligt forekommende i Danmark, og hvor der hos seks af arterne allerede var fundet flere tilfælde af resistens i Danmark. Risikoen for resistens blev vurderet som høj for fem af disse (agerrævehale, rajgræs (italiensk og almindelig), vindaks og kornvalmue), mens risikoen blev vurderet som middel for to ukrudtsarter (fuglegræs og kamille). Kornblomst blev medtaget som en ukrudtsart, hvor der endnu ikke er fundet tilfælde af resistens i Danmark, men hvor der blev vurderet at være en vis risiko (enårig, stor frøproduktion, fremmedbestøver og bekæmpelse primært med ALS-hæmmere). Monitoreringen viste, at resistens var mest udbredt hos agerrævehale (30% af de indsamlede prøver) fulgt af almindelig og italiensk rajgræs (hhv. 15 og 19% af prøverne). For fuglegræs var 15 % af prøverne resistente, i kornvalmue 5 % og i lugtløs kamille 1%. Der blev ikke fundet resistens hos kornblomst og vindaks. Det blev besluttet at udelade kornvalmue, kornblomst og vindaks i 2021-monitoreringen, men at medtage lugtløs kamille, da tilbagemeldingen fra praksis var, at der var et stigende problem med resistens i denne ukrudtsart. Enårig rapgræs er konstateret resistens på flere lokaliteter siden 2016 og blev derfor inkluderet i den nye monitorering.

Antallet af frøprøver for fuglegræs, lugtløs kamille og enårig rapgræs var i underkanten af det ønskede i 2021 men dog tilfredsstillende. Niveaue af resistens hos alm. fuglegræs var 15% i 2013-2015. For at kunne påvise en 20-25% ændring fra 15 procentpoint for fuglegræs viste analysen fra Mathiassen & Kudsk (2016) at der skulle indsamles op mod 75 prøver. Det lykkedes at indsamle 26 frøprøver for alm.

fuglegræs, hvilket betyder, at kun meget store ændringer i hyppigheden af resistens vil være statistisk signifikante. Der blev fundet 23% prøver med resistens i 2021. Det er en stigning på 8 procentpoint, men en stigning på 59%, hvis man beregner forskellen imellem frekvensen i 2013-15 og 2021. Antallet af prøver er ikke stort nok til at konkludere, at denne ændring er signifikant, men giver en indikation af, at resistens hos alm. fuglegræs er stigende. Fordelingen af prøver var ikke fuldstændig repræsentativ for Danmark, da der var en overvægt af prøver fra Fyn, Sjælland og øerne. I det vestlige Jylland dyrkes mere vårsæd, hvor der er færre virkemekanismer hos de tilgængelige herbicider at benytte bl.a. over for fuglegræs. Det er opfattelsen hos de lokale rådgivere, at frekvensen af resistens hos fuglegræs er højere i områderne med meget stor andel af vårsæd (korn). Den skæve fordeling af prøver for fuglegræs vil ikke kunne fange en sådan forskel.

For lugtløs kamille blev der kun registreret resistens hos 1 % af prøverne i 2013-15, hvor imod 7% af prøverne blev registreret som resistente i 2021 (2 ud af 30 prøver). Antallet af prøver er lige som for alm. fuglegræs ikke stort nok til at konkludere, om der er tale om en signifikant stigning i forekomsten af resistens, men giver indikation af, at der også er sket en stigning hos lugtløs kamille. For at påvise en ændring på 10 procentpoint angiver rapporten fra 2016, at der skulle samles 35 prøver.

Der blev ikke registreret resistens hos enårig rapgræs, men der var stor variation i responset hos populationerne. Resistens hos enårig rapgræs er tidligere observeret i sædskifter med meget majs og i marker med engrapgræs. I sådanne sædskifter benyttes ALS-hæmmere hyppigt, da der ikke er andre virkemekanismer til rådighed i disse afgrøder til bekæmpelse af enårig rapgræs. Det betyder, at der anvendes ALS-hæmmere mod enårig rapgræs i flere år i træk, hvis ikke hvert år. Det er ikke almindeligt at have afgrøder som raps, roer eller hestebønner i sædskifter med majs og engrapgræs, og dermed er der ikke mange alternativer til ALS-hæmmerne til bekæmpelse af enårig rapgræs i sædskiftet. I 2022 blev der i engrapgræsmarker fundet resistens hos 10 ud af 34 prøver (Forekomst af sulfonyleurearesistens hos enårig rapgræs i engrapgræsmarker, Frøafgiftsfonden 2022). Disse prøver stammede fra marker, der var behandlet med ALS-hæmmere inden indsamling, og markerne var derfor ikke tilfældigt udvalgt. Engrapgræs dyrkes primært på øerne, så det er ikke en landsdækkende undersøgelse. Dog giver det en indikation af, at der skal holdes øje med resistens hos enårig rapgræs, da der ligeledes er konstateret resistens i marker med ensidig eller hyppig majsdyrkning.

Det var ikke muligt at samle det ønskede antal prøver for græsukrudsarterne agerrævehale, italiensk og almindelig rajgræs. Der er flere grunde til det lave antal prøver, men den vigtigste var, at hovedparten af forsøgene var anlagt i landmænds marker, og disse landmænd er meget tilbageholdende med at lade forsøgene og specielt de ubehandlede parceller stå, til græsukrudtet er modent, og der kan høstes spiredygtige frø. De vurderer, at det frøkast, der vil ske, kan øge jordens frøpulje af disse tabsvoldende arter betragteligt. Derfor blev der ikke indsamlet nok prøver af de tre græsukrudsarter til at give et repræsentativt billede af resistenssituationen. Monitoringsrapporten fra 2016 giver et estimat for antallet af prøver, der er nødvendige for at kunne vurdere ændringer i resistensniveau over en årrække (Mathiassen og Kudsk 2016). Antallet af nødvendige prøver afhænger af det resistensniveau, man sammenligner med (frekvensen af resistens i 2013-15), og hvor små

ændringer af resistens, man ønsker at registrere. Jo mindre ændringer man ønsker at detektere, des flere prøver er nødvendige. F.eks. vil det være nødvendigt med 40 prøver for at detektere en 50% ændring for en art, hvor 30% af prøverne i 2013-15 blev vurderet som resistente, mens det vil være nødvendigt med 140 prøver for at konstatere en 40% ændring. For arter som agerrævehale, italiensk og almindelig rajgræs blev der fundet resistens hos hhv. 30%, 14% og 19% i undersøgelsen fra 2013-15. Det vil sige, at der skulle have været indsamlet mellem 40 og 75 prøver af hver art for at kunne påvise ændringer mellem 20 og 50% for disse arter. Det var kun muligt at indsamle hhv. 6, 7 og 15 prøver, og det er dermed ikke muligt at sige noget om udviklingen af resistens for disse arter. Hvis der fremadrettet skal gennemføres monitoringer af udviklingen af resistens hos disse meget tabsvoldende græsukrudtsarter, så skal strategien for indsamling af prøver ændres. Vil man arbejde med hele planter, kunne man vælge at grave et antal planter op i efteråret, plante dem i pletter og lade dem vokse i væksthuse og behandle dem med herbicider, når de er i god vækst igen. Alternativt kunne man udtage bladprøver og kigge efter de kendte resistensmutationer. Med denne metode vil man imidlertid kun fange de planter, der udviser TSR. Det generelle indtryk er, at der i flere områder i Danmark er stigende problemer med resistens hos agerrævehale og rajgræsser.

For alle arter gælder, at frøene er indsamlet i usprøjtede parceller, og dermed vil de testede populationer fra marker med resistens bestå af frø fra både følsomme og resistente individer i marker. I marker, hvor resistens ikke er udbredt, vil det være svært at få et entydigt svar specielt i dosis-responsforsøgene; til gengæld får man viden, om frekvensen af resistens i de enkelte populationer, hvilket er vigtigt for at opdage begyndende resistensudvikling.

7 Referencer

- Brodam C., (2021). Forskere advarer mod resistens i enårig rapgræs. Nyheder fra Institut for Agroøkologi.
<https://agro.au.dk/aktuelt/nyheder/vis/artikel/forskere-advarer-mod-resistens-i-enaarig-rapgraes>
- Mathiassen, S. K. (2020). Enårig rapgræs er nu også resistent. *Magasinet MARK*, 36-37.
- Mathiassen, S. K. og Kudsk P. (2016) Etablering af en status for forekomst af herbicidresistens i Danmark (2013-2015), DCA rapport, nr. 84
- Scarabel, L., Panozzo, S., Loddo, D., Mathiassen, S. K., Kristensen, M., Kudsk, P., Gitsopoulos, T., Travlos, I., Tani, E., Chachalis, D., Sattin, M. (2020). "Diversified Resistance Mechanisms in Multi-Resistant *Lolium* spp. in Three European Countries." *Frontiers in Plant Science* 11.
- Streibig J.C, Rudemo M. & Jensen J.E. (1993). Dose-response curves and statistical models. In: Streibig J.C. & Kudsk P. (Eds). *Herbicide bioassays*. CRC Press. Boca Raton
- Vencill W., Nichols R., Webster T. & Moss S. 2014. Framework for an expert evaluation for the evolution of weed resistance. Abstract to 26th German Conference on Weed Biology and Weed Control, Section 1: Herbicide resistance – methods, p. 45.51, March 11-13, 2014 Braunschweig, Germany.

8 Bilag

Bilag 1: Vejledning til indsamling af frø

Moniteringen omfatter følgende 6 ukrudtsarter:

Agerrævehale

Italiensk rajgræs

Almindelig rajgræs

Enårig rapgræs

Lugtløs kamille

Fuglegræs

I hvert herbicidforsøg indsamles frø af de af ovenstående 6 ukrudtsarter, som forekommer i forsøget. I de fleste tilfælde vil det være muligt at indsamle frø af de aktuelle arter på samme tid, men i nogle tilfælde kan det være nødvendigt at indsamle ad to gange. Frøene indsamles i de ubehandlede forsøgsled. Det er vigtigt, at indsamlingen sker tilfældigt i den enkelte parcel, og at der indsamles frø fra alle gentagelser. I hver parcel indsamles der frø 4-6 steder i parcellen (afhængigt af afgrøde kan det gøres ved at følge afgrøderækkerne eller ved at følge en diagonal). Frøene indsamlet i forsøgets 3 eller 4 gentagelser blandes sammen til en prøve pr. ukrudtsart.

Det vigtigste for at sikre en god spireevne af frøet er, at det er modent, når det indsamles.

Lidt om indsamling af de enkelte ukrudtsarter

Agerrævehale, almindelig og italiensk rajgræs

Den bedste måde at indsamle frø af græsser på er at medbringe en bakke og slå aks/toppe mod bakken. På den måde indsamles kun de modne frø. Alternativt kan man afklippe hele aks og toppe. Det indsamlede plantemateriale puttes i papirposer og stilles til tørring ved stuetemperatur i en uges tid, før det sendes til Aarhus Universitet. Der indsamles minimum 30 aks/toppe.

Lugtløs kamille

Indsamling af frø sker ved at afklippe blomsterhoveder af lugtløs kamille. Forsøg at vælge de mest modne blomsterhoveder, da lugtløs kamille modner meget uens. Det indsamlede plantemateriale puttes i papirposer og stilles til tørring ved stuetemperatur i en uges tid, før det sendes til Aarhus Universitet. Der indsamles minimum 30 blomsterhoveder.

Fuglegræs

Frø af fuglegræs indsamles ved at afrive totter af fuglegræs og samle materialet i en stor papirpose. Da der indsamles frisk plantemateriale sammen med frøene, er det meget vigtigt, at plantematerialet tørres godt ved stuetemperatur, før det sendes til Aarhus Universitet. Hvis man ikke har en stor papirpose, kan man samle plantematerialet i en indkøbspose af plastik, men så er det vigtigt, at plantematerialet forinden breddes ud på et stykke papir eller plastik til tørring. Der indsamles minimum 5-6 totter pr. gentagelse.

Tørring af frø skal ske ved stuetemperatur

Bilag 2: Screeningsresultater

Bilag 2

Effekt (%) af tribenuron-methyl på biomasse (friskvægt og tørvægt) og antal af fuglegræs. Populationer, der efterfølgende er testet i dosis-responsforsøg, er markeret med gråt.

Population	1. Screening Tribenuron-methyl (10 g a.s/ha)			2. Screening Tribenuron-methyl (5 g a.s/ha)		
	Effekt friskvægt	Effekt tørvægt	Effekt antal	Effekt friskvægt	Effekt tørvægt	Effekt antal
ID1/2003/2020 (Følsom)	93,4	88,2	100,0	66,2	67,3	4,7
Mix STEME57-68 (Følsom)	94,0	88,7	100,0	53,3	57,6	22,3
IDSTEME2012_2 (Resistent)	81,6	81,4	2,1	-18,2	-19,7	0,0
ID762/2012 (Resistent)	55,1	62,6	0,0	NA	NA	NA
STEME1	87,1	81,1	100,0	72,3	66,9	4,3
STEME2	80,9	75,0	91,3	71,3	68,7	31,8
STEME3	78,7	68,9	95,6	66,2	62,6	67,3
STEME4	87,5	80,7	100,0	66,7	75,7	45,3
STEME5	84,0	75,6	100,0	61,0	64,1	0,0
STEME6	77,8	71,3	56,1	-13,1	-1,2	4,2
STEME7	62,3	62,4	8,5	-26,6	-11,5	0,0
STEME8A	39,7	38,0	11,0	37,4	36,5	0,0
STEME8B	45,3	43,5	12,4			
STEME9A	38,8	16,6	100,0			
STEME9B	79,5	69,1	100,0	65,9	66,6	0,0
STEME10	69,7	64,0	42,9	27,7	28,8	13,6
STEME11	62,0	65,1	24,1	0,3	-2,2	5,3
STEME12	94,2	87,6	97,5	81,2	76,5	28,0
STEME13	67,1	50,1	96,9	68,8	67,3	1,0
STEME14	82,7	71,7	97,5	77,9	73,0	5,3
STEME15	83,6	76,6	24,2	14,3	18,1	0,0
STEME16	90,9	86,1	96,8	78,4	75,0	12,9
STEME17	94,4	91,1	100,0	90,2	85,5	83,8
STEME18	91,8	86,3	100,0	73,3	69,6	5,1
STEME19	92,7	89,4	90,0	83,8	77,6	61,0
STEMe20	90,5	84,2	100,0	82,4	79,3	2,5
STEME21	94,2	88,2	100,0	87,6	82,9	69,4
STEME22	94,8	90,2	100,0	83,0	80,5	11,7
STEME23	95,5	92,1	100,0	71,8	70,2	43,2
STEME24	88,3	82,3	100,0	66,2	66,5	16,7
STEME25	94,2	89,7	100,0	55,6	59,9	16,3
STEME26	NA	NA	NA	74,4	73,1	30,6

Bilag 3

Effekt (%) af tribenuron-methyl på biomasse (friskvægt og tørvægt) og antal af lugtløs kamille. Populationer, der efterfølgende er testet i dosis-responsforsøg, er markeret med gråt.

Population	Tribenuron-methyl (10 g a.s/ha)		
	Effekt friskvægt	Effekt tørvægt	Effekt antal
IDMATIN2014_18 (Følsom)	92,1	85,7	98,9
IDMATIN764 (Følsom)	87,9	85,1	100,0
IDMATIN2014_30 (Resistent)	-32,9	-11,0	0,0
IDMATIN2015_103 (Resistent)	19,5	33,5	0,0
MATIN1	79,2	70,8	78,2
MATIN2	85,4	72,2	98,8
MATIN4	78,6	71,2	93,6
MATIN5	95,9	95,9	85,7
MATIN6	92,6	83,9	95,0
MATIN7	87,3	77,4	98,8
MATIN8	81,0	74,6	94,8
MATIN9	71,8	65,0	81,2
MATIN10	89,3	79,3	88,4
MATIN11	91,6	88,3	97,6
MATIN12	85,6	76,8	99,0
MATIN13	84,5	72,0	100,0
MATIN15	84,7	73,5	96,6
MATIN16	87,9	80,8	97,9
MATIN17	89,0	80,9	95,6
MATIN18	91,9	85,8	97,8
MATIN19	84,3	81,8	94,7
MATIN22	86,3	78,1	95,9
MATIN23	87,3	80,9	95,6
MATIN24	78,8	73,4	92,5
MATIN25	83,1	79,5	92,6
MATIN26	90,9	87,0	98,9
MATIN27	83,7	77,8	82,0
MATIN28	84,6	76,2	100,0
MATIN29	86,6	80,6	88,4
MATIN30	87,3	80,1	95,6
MATIN34	89,0	83,1	96,8
MATIN35	87,1	81,1	100,0
MATIN36	83,1	79,8	85,1
MATIN37	93,7	91,9	98,3
MATIN38/2B	86,0	73,5	100,0

Bilag 4

Effekt (%) af tribenuron-methyl og floramsulfuron+iodosulfuron på biomasse (friskvægt og tørvægt) og antal af enårig rapgræs. Populationer, der efterfølgende er testet i dosis-responsforsøg, er markeret med gråt.

Population	Iodosulfuron (10 g a.s./ha)			Foramsulfuron + Iodosulfuron (15 + 0,5 g a.s./ha)		
	Effekt friskvægt	Effekt tørvægt	Effekt antal	Effekt friskvægt	Effekt tørvægt	Effekt antal
ID1255/2014 (Følsom)	85,4	83,3	74,7	91,0	87,1	97
ID1255/2014 (Følsom) §	80,9	74,2	57	90,2	80,5	100
ID1233/1255 (Følsom)	86,3	80,5	90	86,6	81,2	100
ID1233/1255 (Følsom)§	80,6	72,9	98	90,7	79,8	100
IDPOAAN5_2019 (Resistent)	31,0	32,4	0	16,4	20,8	0
IDPOAAN5_2019 (Resistent) §	7,9	9,2	0	-60,0	-49,7	0
IDPOAAN3_2019 (Resistent)	23,9	26,5	0	87,7	82,7	14
IDPOAAN3_2019 (Resistent) §	17,5	12,4	0	85,4	72,0	26
POAAN1	90,8	83,8	NA	91,5	84,7	100
POAAN2	82,1	70,4	97	84,2	72,1	99
POAAN3 a	88,0	77,8	92	91,8	83,6	98
POAAN3 b	NA	73,5	70	NA	79,4	75
POAAN4	85,8	77,7	97,3	88,1	79,8	100
POAAN5	72,7	63	66	73,3	55,9	100
POAAN6	81,9	70,1	94,7	80,7	67,0	100
POAAN7	86,4	74,6	82	84,3	72,2	100
POAAN8	83,5	73,6	86	86,7	75,0	97
POAAN9	77,3	66,9	75	78,7	66,1	100
POAAN10	94,3	90,2	76,7	94,5	90,2	83
POAAN11	51,6	52,1	53	85,7	75,6	82
POAAN12 a	92,5	NA	94,3	95,0	92,4	100
POAAN12 b	87,6	79,7	91	87,1	79,1	100
POAAN13	89,6	84,5	98	89,9	83,5	100
POAAN14	89,9	81,9	98	87,8	78,4	100
POAAN15	88,7	82,7	82	89,9	85,5	100
POAAN16	89,4	82,7	96	89,0	81,3	99
POAAN17	82,7	69,6	95	78,5	64,9	100
POAAN18	84,1	76,4	66,0	85,2	73,9	100
POAAN19	89,3	81,0	95,9	89,1	78,7	100
POAAN20	83,5	71,6	95	80,5	66,7	100
POAAN21 §	NA	NA	NA	91,8	78,3	100
POAAN22	84,6	78,0	78	87,4	75,7	100
POAAN23	88,2	83,5	87	93,5	88,4	96
POAAN24	75,1	63,7	76	82,6	73,3	91
POAAN25	76,0	65,2	97	80,0	67,4	100
POAAN26	72,1	67,0	32,0	70,6	56,6	91
POAAN27	87,2	78,5	88,5	88,4	81,2	98
POAAN28 §	87,7	77,9	100,0	88,7	79,4	100
POAAN29 §	89,6	78,1	97	91,1	81,6	99
POAAN30 §	89,1	80,3	87	88,2	76,8	100
POAAN31 §	89,8	80,3	90	91,0	82,4	100
POAAN32 §	81,3	64,8	96	80,2	64,8	100
POAAN33 §	88,6	81,3	95	89,0	81,3	97
POAAN34 §	45,5	35,2	64,4	75,5	57,4	100

POAAN35 §	86,5	74,7	93,4	86,9	70,9	100
POAAN36 §	80,7	62,1	97	82,6	66,5	100
POAAN37 §	87,3	74,4	100	87,5	76,0	100
POAAN38 §	84,6	72,2	94	88,5	77,8	100
POAAN39 §	89,7	77,7	86	90,7	81,9	100
POAAN40 §	88,1	77,8	93	88,8	77,8	95
POAAN41 §	NA	NA	NA	90,2	78,4	100
POAAN42 §	93,0	84,2	98	91,6	81,8	100
POAAN44 §	88,1	80,3	96	87,6	77,2	100
POAAN45 §	88,6	81,8	96	90,5	83,0	100
POAAN46 §	85,6	72,8	99	87,7	76,7	100
POAAN47 §	87,0	75,7	100	87,0	76,6	99
POAAN48 §	84,4	73,1	100	82,6	68,6	100
POAAN49 §	90,9	84,4	94	89,6	83,2	100
POAAN50 §	81,2	67,2	100	79,7	63,7	100
POAAN51 §	78,6	63,5	97	78,4	64,9	100

§: screeningen blev udført ad to omgange; populationer testet i anden omgang er mærket med §.

Bilag 5

Effekt (%) af fenoxaprop-p og iodosulfuron+mesosulfuron på biomasse (friskvægt og tørvægt) og antal af agerrævehale. Populationer, der efterfølgende er testet i dosis-responsforsøg (D-R test), er markeret med gråt.

Population	Fenoxaprop-p (38 g a.s/ha)			Iodosulfuron+ mesosulfuron (1,2 + 6 g a.s/ha)		
	Effekt friskvægt	Effekt tørvægt	Effekt antal	Effekt friskvægt	Effekt tørvægt	Effekt antal
ID85/20202, opf. 2020 (Følsom)	88,9	79,6	96	79,2	62,4	68
ID1280/2015 (Følsom)	90,5	83,2	85	79,1	65,1	62
ALOMY178_SE (Resistent)	-5,5	4,1	2	-19,5	-4,6	0
ALOMY179_SE (Resistent)	-27,7	-12,0	0	-18,1	1,8	1
ALOMY223	14,4	22,0	7	4,8	14,8	0
ALOMY224	78,6	72,4	40	66,7	57,3	41
ALOMY225	88,0	81,3	68	76,5	72,4	43
ALOMY226	85,4	81,8	62	81,3	66,7	64
ALOMY227* ikke nok frø til D-R test	84,6	80,5	57	68,5	65,9	13
ALOMY228* ikke nok frø til D-R test	75,4	70,9	53	82,9	72,7	63

Bilag 6

Effekt (%) af clodinafop og iodosulfuron+mesosulfuron på biomasse (friskvægt og tørvægt) og antal af italiensk rajgræs. Populationer, der efterfølgende er testet i dosis-responsforsøg (D-R test), er markeret med gråt.

Population	Clodinafop (20 g a.s./ha)			Iodosulfuron+ mesosulfuron (0,8 + 4 g a.s./ha)		
	Effekt friskvægt	Effekt tørvægt	Effekt antal	Effekt friskvægt	Effekt tørvægt	Effekt antal
DK2017_001_LM (Følsom)	90,1	77,9	93	76,7	63,0	3
DK2020_038_LM (Følsom)	86,4	72,0	91	61,1	54,0	11
DK2020_061_LM (Resistent)	51,2	45,0	35	38,3	35,5	1
DK2020_078_LM (Resistent)	58,4	51,0	24	-3,9	-7,3	0
LOLMU100	53,3	51,5	17	24,7	28,3	0
LOLMU101* ikke nok frø til D-R test	93,8	82,0	95	63,6	58,5	4
LOLMU102* ikke nok frø til D-R test	90,5	73,8	97	63,0	53,3	14
LOLMU103	16,9	13,5	6	51,7	45,1	2
LOLMU104* ikke nok frø til D-R test	87,1	78,3	76	58,6	54,5	1
LOLMU105**	87,4	77,3	89	27,4	31,2	0
LOLMU106**	87,8	80,0	89	21,7	16,5	2
LOLMU107* ikke nok frø til D-R test	88,6	83,0	66	40,2	30,0	2

**LOLMU105 og 106 er samlet i samme mark

Bilag 7

Effekt (%) af clodinafop og iodosulfuron+mesosulfuron på biomasse (friskvægt og tørvægt) og antal af almindelig rajgræs. Populationer, der efterfølgende er testet i dosis-responsforsøg (D-R test), er markeret med gråt.

Population	Clodinafop (20 g a.s/ha)		Effekt antal	Iodosulfuron+ mesosulfuron (0,8 + 4 g a.s/ha)		
	Effekt friskvægt	Effekt tørvægt		Effekt friskvægt	Effekt tørvægt	Effekt antal
DK_2017_004_LP (Følsom)	93,9	88,3	96	60,3	56,9	10
IDLOLPE13 (Følsom)	77,4	74,2	64	36,9	43,7	5
DK2017_012-LP (Resistent)	71,6	69,1	18	32,8	33,0	0
IDLOLPE10 (Resistent)	90,6	83,9	33	64,4	60,8	3
LOLPE21	93,3	84,8	97	58,0	49,1	5
LOLPE22* ikke nok frø til D-R test	93,2	86,1	0	50,4	52,1	0
LOLPE23	90,5	81,7	94	52,3	39,4	4
LOLPE24	90,8	84,2	88	63,6	56,9	9
LOLPE25	90,6	84,1	87	56,7	54,3	7
LOLPE26	91,5	83,4	90	67,2	62,0	4
LOLPE27	88,2	64,9	98	44,4	13,3	55
LOLPE28	90,1	77,3	10	76,7	65,6	18
LOLPE29	94,7	87,2	98	85,3	76,7	70
LOLPE30	93,5	85,1	100	90,6	81,0	71
LOLPE31	93,6	83,9	98	83,1	73,4	51
LOLPE32	53,4	43,1	68	52,4	45,9	34
LOLPE33	91,6	72,6	95	88,5	72,6	80
LOLPE34	89,9	82,8	84	62,1	55,6	13
LOLPE35	36,4	28,4	10	92,2	84,4	5

Om DCA

DCA - Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug er den faglige indgang til jordbrugs- og fødevareforskningen ved Aarhus Universitet.

Centret omfatter institutter og forskningsmiljøer, der har aktiviteter på jordbrugs- og fødevareområdet. Det er primært Institut for Agroøkologi, Institut for Husdyrvidenskab, Institut for Fødevarer, Center for Kvantitativ Genetik og Genomforskning samt dele af Institut for Ingeniørvidenskab.

Aktiviteterne i DCA understøttes af en centerenhed, der varetager og koordinerer opgaver omkring myndighedsbetjening, erhvervs- og sektorsamarbejde, internationalt samarbejde og kommunikation.

Forskningsresultater fra DCA

Resultater fra forskningen publiceres i internationale, videnskabelige tidsskrifter. Publikationerne kan findes via universitets publikationsdatabase (pure.au.dk).

DCA rapporter

DCA's rapportserie formidler hovedsageligt myndighedsrådgivning fra DCA til Miljø- og Fødevareministeriet. Der kan også udgives rapporter, som formidler viden fra forskningsaktiviteter. Rapporterne kan frit hentes på centrets hjemmeside: dca.au.dk.

Nyhedsbreve

DCA udsender et nyhedsbrev, der løbende orienterer om jordbrugs- og fødevareforskningen og herunder om nye forskningsresultater, rådgivning, uddannelse, arrangementer og andre aktiviteter. Det er gratis at tilmelde sig nyhedsbrevet, og det kan ske på dca.au.dk.

RESUME

I 2013-15 blev der etableret et referencegrundlag for resistensniveauet hos fire græsarter og fire tokimbladede arter, som viste, at der var herbicidresistens på 8% af lokaliteterne for de indsamlede prøver. De højeste niveauer af resistens blev fundet hos græsukrudtsarterne: agerrævehale (30% af de indsamlede prøver) og henholdsvis 19% og 14% af de indsamlede prøver hos almindelig og italiensk rajgræs. For de tokimbladede arter fandtes det højeste resistensniveau hos fuglegræs (15% af de indsamlede prøver). Frøprøverne blev indsamlet i ubehandlede forsøgsparceller fordelt over hele Danmark. Formålet med denne opfølgende monitoring i 2021 var at undersøge, om resistensniveauet var steget i løbet af de mellemliggende år. Resultaterne viste, at der er en tendens til et stigende antal lokaliteter med resistens hos fuglegræs og lugtløs kamille, mens antallet af prøver var for lille til at konkludere om udbredelsen af resistens er ændret for agerrævehale og rajgræsarterne. Enårig rapgræs blev medtaget i 2021, da der i de mellemliggende år er observeret resistens hos denne art på flere lokaliteter. Der blev dog ikke identificeret resistens hos enårig rapgræs på de lokaliteter, hvor frøprøverne i denne undersøgelse blev indsamlet.