



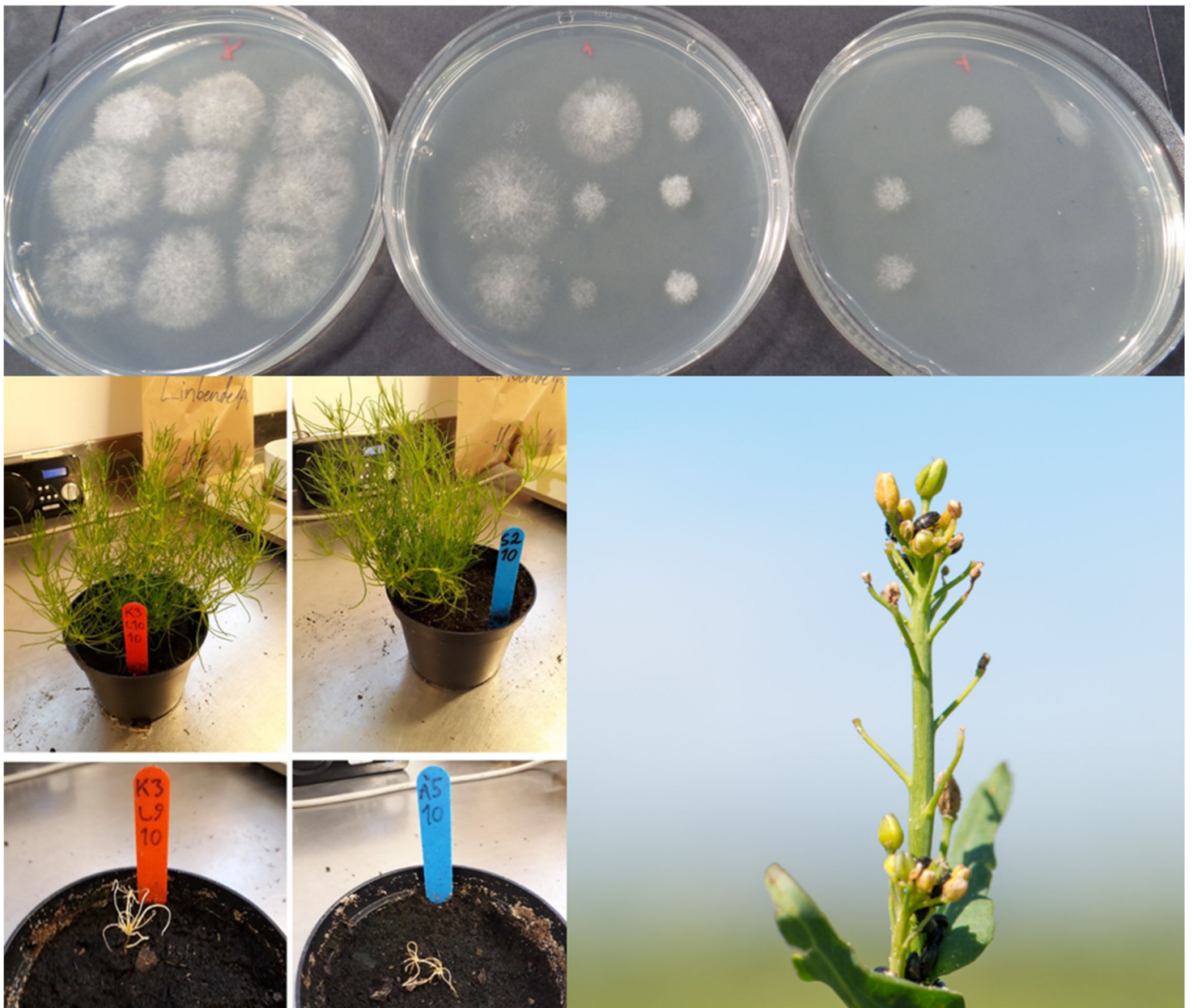
NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Plantevernmiddelresistens i norske jord- og hagebrukskulturer

Resultater fra kartlegging og overvåking i 2018

NIBIO RAPPORT | VOL. 5 | NR. 25 | 2019



Johansen NS, Nielsen KAG, Ringselle B, Børve J, Fajardo MB, Gauslå E, Stensvand A,
Strømeng GM

Divisjon for Bioteknologi og Plantehelse, Avdeling skadedyr og ugras i skog-, jord og hagebruk og
Avdeling soppsjukdommer i skog-, jord og hagebruk

TITTEL/TITLE

Plantevernmiddelresistens i norske jord- og hagebrukskulturer. Resultater fra kartlegging og overvåking i 2018

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Johansen Nina Svae, Nielsen Katherine AG, Ringselle Björn, Fajardo Marta Bosque, Gauslå Elisa, Stensvand Arne, Strømeng Gunn Mari

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
03.05.2019	5/25/2019	Åpen	10684	17/01223
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17-02283-1	2464-1162	25		

OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:

Landbruksdirektoratet

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Nina Svae Johansen

STIKKORD/KEYWORDS:

Akaricider, bringebær, eple, fungicider, glansbiller, gråskimmel, herbicider, insekticider, jordbær, korn, linbendel, kjemiske plantevernmidler, resistens, oljevekster, stivdylle, veksthuspinnmidd

Botrytis, *Brassicogethes*, fungicides, herbicides, insecticides, *Meligethes*, pesticide resistance, *Sonchus asper*, *Spergula arvensis*, *Tetranychus urticae*

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Plantevern
Plantevernmiddelresistens

Plant protection
Pesticide resistance

SAMMENDRAG/SUMMARY:**Sammendrag**

For å følge opp mistanke om og tidligere påvisninger av plantevernmiddelresistens, ble følsomheten for plantevernmidler undersøkt i 2018 hos: (1) glansbiller i seks felt med oljevekster i Akershus og Østfold, (2) veksthuspinnmidd i to jordbærfelt i Hedmark og Vest-Agder og tre bringebærtunneler i Vest-Agder og Sogn og Fjordane, (3) gråskimmel fra seks eplehager i Buskerud og Hordaland, (4) stivdylle i en kornåker i Akershus og (5) linbendel i to kornåkre i Akershus og Trøndelag. Tre av fem glansbillepopulasjoner var moderat resistente eller resistente mot Karate (lambda-cyhalothrin), fire av seks populasjoner var moderat resistente mot Mavrik (tau-fluvalinat), og tre av fire populasjoner hadde nedsatt følsomhet for Biscaya (tiaklopid). Ingen av glansbillepopulasjonene var resistente mot Avaunt (indoksakarb). Vi fant indikasjoner på at veksthuspinnmidd fra jordbær og bringebær kan være i ferd med å utvikle resistens mot Envidor (spirodiklofen), Floramite (bifenazat) og Danitron (fenpyroksimat). Med enkelte unntak ble det ikke påvist alvorlig grad av resistens hos veksthuspinnmiddden, men undersøkelsen har vært av begrenset omfang, og bør utvides. Ingen av

**NIBIO**NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

veksthusspinnmidd-populasjonene var resistente mot Vertimec (abamektin). Hos gråskimmel fra eple ble moderat resistens og resistens mot Topsin (tiofanatmetyl) påvist hos nesten halvparten av de 44 isolatene som ble testet, mens 18 % av 56 isolater var resistente mot Teldor (fenheksamid), og mellom 12 og 8 % var moderat resistente og/ eller resistente mot Scala (pyrimetamil), boskalid, Comet (pyraklostrobin) og Rovral (iprodion). Multiresistens ble funnet hos 15 % av isolatene. Det ble ikke funnet resistens mot fludioksinil. Det ble påvist resistens mot ALS-hemmerne Express (tribenuron-metyl) og Hussar OD (jodsulfuron-metyl-natrium) hos stivdylle i kornåkeren i Akershus, og mot Express, Hussar OD og Primus (florasulam) hos linbendel i kornåkrene i både Akershus og Trøndelag.

Summary

In 2018, pesticide resistance was surveyed in: (1) pollen beetles (*Brassicogethes* and *Meligethes* species complex) from six oilseed rape fields in Akershus and Østfold, (2) two-spotted spider mites (*Tetranychus urticae*) from two strawberry fields in Hedmark and Vest-Agder and three raspberry fields in Vest-Agder and Sogn og Fjordane, (3) grey mould from six apple orchards in Buskerud and Hordaland, (4) prickly sow-thistle (*Sonchus asper*) from a cereal field in Akershus and (5) corn spurry (*Spergula arvensis*) from two cereal fields in Akershus og Trøndelag. The pollen beetles were moderately resistant and resistant to lambda-cyhalothrin on three out of five sites, moderately resistant to tau-fluvalinate on four out of six sites, and showed reduced sensitivity to thiacloprid on three out of four sites. All the six pollen beetle populations were sensitive to indoxacarb. Indications of initial resistance development to spiroticlofen, bifentazate and/ or fenpyroximate was found in two-spotted spider mites from all the five sites with strawberry and raspberry. All the five mite strains were sensitive to abamectin. For grey mould (*Botrytis* spp.), moderate resistance and resistance to thiofanate methyl was detected in almost half of the 44 isolates tested, while 18 % of 56 isolates were resistant to fenhexamid and between 12 and 8 % of the isolates were moderately resistant and/ or resistant to pyrimethanil, boscalid, pyraclostrobin and iprodione. Multiresistance was found in 15 % of the isolates. All isolates were sensitive to fludioxonil. Prickly sow-thistle was resistant to the ALS-inhibitors tribenuron-methyl and iodsulfuron-methyl sodium, and corn spurry was resistant to tribenuron-metyl, jodsulfuron-metyl sodium and florasulam.

LAND/COUNTRY:	Norge/Norway
FYLKE/COUNTY:	Akershus
KOMMUNE/MUNICIPALITY:	Ås
STED/LOKALITET:	Høgskoleveien 7

GODKJENT /APPROVED

Ingeborg Klingen

NAVN/NAME

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER

Nina Svae Johansen

NAVN/NAME

Forord

Denne rapporten er skrevet på oppdrag fra Landbruksdirektoratet, og oppsummerer resultater fra kartlegginger og –overvåkinger av plantevernmiddelresistens hos diverse skadegjørere som NIBIO har utført i 2018. Resistensundersøkelsene har blitt gjennomført for å følge opp tilfeller med mistanke om og tidligere påvisninger av plantevernmiddelresistens, med sikte på å skaffe kunnskapsgrunnlag for å utarbeide forvaltningsmessige og praktiske tiltak for å håndtere resistenssituasjonen.

Resistensundersøkelsene har vært finansiert av prosjektene «Plantevernmidler: Beredskap og antiresistensstrategier» (2017-2019, Landbruksdirektoratet), «Virkemåter av PVM, plantevernmiddelresistens» (2016-2019, Landbruks- og Matdepartementet), «Optimalisert strategi for bruk av plantevernmidler i norsk bærproduksjon-Optibær» (2016-2018, Norges Forskningsråd) og «Plantevernmiddelresistens: Mutasjon, seleksjon og spredning-RESISTOPP» (2017-2021, NIBIO Strategisk Instituttstøtning, Norges Forskningsråd). Arbeidet er gjort i samarbeid med produsenter, Norsk Landbruksrådgiving, plantevernmidelfirmaer (Bayer AG, ADAMA Northern Europe B.V. og FMC Agricultural Solutions). Vi takker for godt samarbeid.

Ås, 03.05.19

Nina Svae Johansen

Innhold

1	Innledning.....	6
2	Overvåking av resistens mot insekticider hos glansbiller i oljevekster.....	7
2.1	Materiale og metode.....	7
2.2	Resultater og diskusjon.....	8
2.2.1	Lambda-cyhalotrin og tau-fluvalinat.....	8
2.2.2	Tiakloprid.....	9
2.2.3	Indoksakarb.....	11
3	Kartlegging av resistens mot akaricider hos veksthusspinnmidd i jordbær og bringebær. 12	
3.1	Materiale og metode.....	12
3.2	Resultater.....	12
3.2.1	Abamektin.....	12
3.2.2	Spirodiklofen.....	14
3.2.3	Bifenazat.....	15
3.2.4	Fenpyroksimat.....	16
3.3	Diskusjon og konklusjon.....	17
4	Kartlegging av fungicidresistens hos gråskimmel i eple.....	19
4.1	Materiale og metode.....	19
4.2	Resultat og diskusjon.....	19
5	Overvåking av herbicidresistens hos ugras i korn.....	21
5.1	Materiale og metode.....	21
5.2	Resultater og diskusjon.....	21
	Litteraturreferanser.....	24

1 Innledning

Bekjempelse av glansbiller i oljevekster, veksthuspinnmidd i jordbær og bringebær, gråskimmel i eple og ugras i korn er hovedsakelig basert på bruk av kjemiske plantevernmidler, fordi det mangler alternative planteverntiltak som er tilstrekkelig effektive. For å sikre en stabil avling av god kvalitet er produsentene derfor avhengige av at de plantevernmidlene som er godkjent for bekjempelse av disse skadegjørerne virker godt.

Resistens og multiresistens mot pyretroider og neonikotinoider hos glansbiller er påvist i de viktigste dyrkingsområdene for oljevekster, med lokale forskjeller i resistensnivå. Det har vært mistanke om resistens mot enkelte av middmidlene (akaricidene) som brukes mot veksthuspinnmidd i jordbær og bringebær, og innledende undersøkelser kan tyde på at dette stemmer. Resistens og multiresistens hos gråskimmel i jordbær og bringebær er et utbredt problem, og dette gjør bekjempelsen vanskelig. Det har også vært mistanke om at det kan forekomme resistens hos gråskimmel i eple. Flere ugrasarter har utviklet resistens mot ALS-hemmere, men de arbeidsintensive identifikasjonsmetodene som brukes i dag har gjort det vanskelig å undersøke omfanget av problemet og utvikle gode anti-resistensstrategier.

For å håndtere resistenssituasjonen i disse kulturene er det behov for å skaffe lokal kunnskap om forekomsten og nivået av resistens, og for å overvåke resistensutviklingen og effekten av risikoreduserende tiltak over tid. Denne rapporten inneholder resultater for 2018 fra kartlegging av plantevernmiddelresistens hos veksthuspinnmidd i jordbær og bringebær og gråskimmel i eple, og overvåking av resistensutviklingen hos glansbiller i oljevekster og hos stivdylle og linbendel i korn. En oversikt over kjent resistens i norske jord- og hagebrukskulturer fram til 2017 finnes hos Johansen et al. (2017).

2 Overvåking av resistens mot insekticider hos glansbiller i oljevekster

Glansbiller er et artskompleks som består av flere arter innen slektene *Brassicogethes* og *Meligethes*. I Europa er høy resistens mot insekticider særlig knyttet til rapsglansbille, *Brassicogethes aeneus*. Denne arten er står på EPPOs liste over arter med høy risiko for utvikling av resistens (EPPO 2015). Fem glansbille-arter ble funnet på fem lokaliteter i Akershus og Østfold i 2015: *Brassicogethes aeneus* (syn. *Meligethes aeneus*), *B. viridescens* (syn. *M. viridescens*), *M. coeruleivirens*, *M. subaeneus* og *M. subrugosus*. *Brassicogethes aeneus* dominerte på alle lokalitetene, og utgjorde fra 60 til 91 % av totalt antall biller som ble samlet inn på de ulike lokalitetene. Bekjempelse av glansbiller i oljevekster er hovedsakelig basert på sprøyting med kjemiske midler når skadeterskelen er oppnådd. Virksomme stoff med tre forskjellige biokjemiske virkemåter (BVM) er godkjent mot glansbiller i oljevekster: Pyreteroidene alfacypermetrin, deltametrin, lambda-cyhalothrin og tau-fluvalinat (BVM - 3A), neonicotinoidet tiakloprid (BVM 4A) og oksadiazinet indoksakarb (BVM 22A). Varierende grad av resistens mot lambda-cyhalotrin og tiakloprid er tidligere påvist hos glansbiller på flere lokaliteter i Sør-Norge (Johansen m.fl., 2017).

2.1 Materiale og metode

På grunn av den varme og tørre sommeren i 2018 var det store problemer med etablering av oljevekstene i mange distrikter, og vi fikk bare testet glansbiller fra seks felt med vårraps i Akershus og Østfold (tabell 1). Voksne biller ble samlet fra rapsplantene og transportert til NIBIO, der de ble oppbevart i ventilerte bokser med blomstertopper av raps til mat og skjul ved 18°C, 60% relativ luftfuktighet (RF) og 16:8 timer lys:mørke i et vekstområde i 1-2 døgn før testing. Testingen foregikk ved at 10-20 biller ble overført til testglass der innsiden av veggene var dekket med diagnostiske doser av lambda-cyhalotrin, tau-fluvalinat (virksomme stoff), Biscaya OD 240 eller Avaunt 150 EC. Bare biller som var i god vigør ble brukt i testene. Etter overføringen ble testglassene med biller inkubert i et forsøksrom ved 22°C, 60% RF og 16:8 timer lys:mørke. Antall døde, påvirkede og upåvirkede biller ble registrert etter 24 timer. Virkningen av midlene ble sammenlignet med en ubehandlet kontroll. Billene ble samlet inn av NIBIO og Norsk Landbruksrådgiving. Testglassene som ble brukt i resistenstestene ble levert av Bayer AG, ADAMA Northern Europe B.V. og FMC Agricultural Solutions. Resistens-testene ble utført hos NIBIO etter standardmetoder anbefalt av Insecticide Resistance Action Committee (IRAC).

Tabell 1. Sted og tidspunkt for innsamling av glansbiller, og bruk av insekticider før innsamling

Navn på glansbillepopulasjon	Innsamlingssted	Innsamlingsdato	Insekticider brukt i 2018, før innsamling av glansbillene
AK7-Ås-2018	1430 Ås, Akershus	29.05.2018	Usprøytet
AK9-Ski-2018	1400 Ski, Akershus	25.06.2018	Usprøytet
AK10-Algarheim-2018	2056 Algarheim, Akershus	28.06.2018	31.05.2018: Fastac (alfacypermetrin) 16.06.2018: Mavrik Vita (tau-fluvalinat)
AK11-Leirsund 2018	2015 Leirsund, Akershus	28.06.2018	15.05.2018: Karate (lambda-cyhalotrin, mot jordlopper)
ØF8-Rolvsøy-2018	1665 Rolvsøy, Østfold	07.06.2018	Usprøytet
ØF9-Rakkestad-2018	1890 Rakkestad, Østfold	07.06.2018	Usprøytet

2.2 Resultater og diskusjon

2.2.1 Lambda-cyhalotrin og tau-fluvalinat

Graden av resistens mot lambda-cyhalotrin og tau-fluvalinat ble vurdert ut fra skalaen i tabell 2. Resultatene viste at glansbillene fra Ås og Algarheim var følsomme for lambda-cyhalotrin, mens biller fra de andre lokalitetene var moderat resistente (Leirsund) og resistente (Ski og Rakkestad) (tabell 3). Resistensnivået ligger innenfor det som er blitt målt i de siste årene i disse områdene. Biller fra Rolvsøy ble ikke testet i 2018, men biller fra dette området testet i 2017 var resistente (nivå 4). Utviklingen av følsomhet for lambda-cyhalotrin og hos glansbiller samlet fra oljevekster på forskjellige lokaliteter i Norge i perioden 2007-2018 er vist i figur 1. Se Johansen m.fl. (2017) for en mer detaljert oversikt.

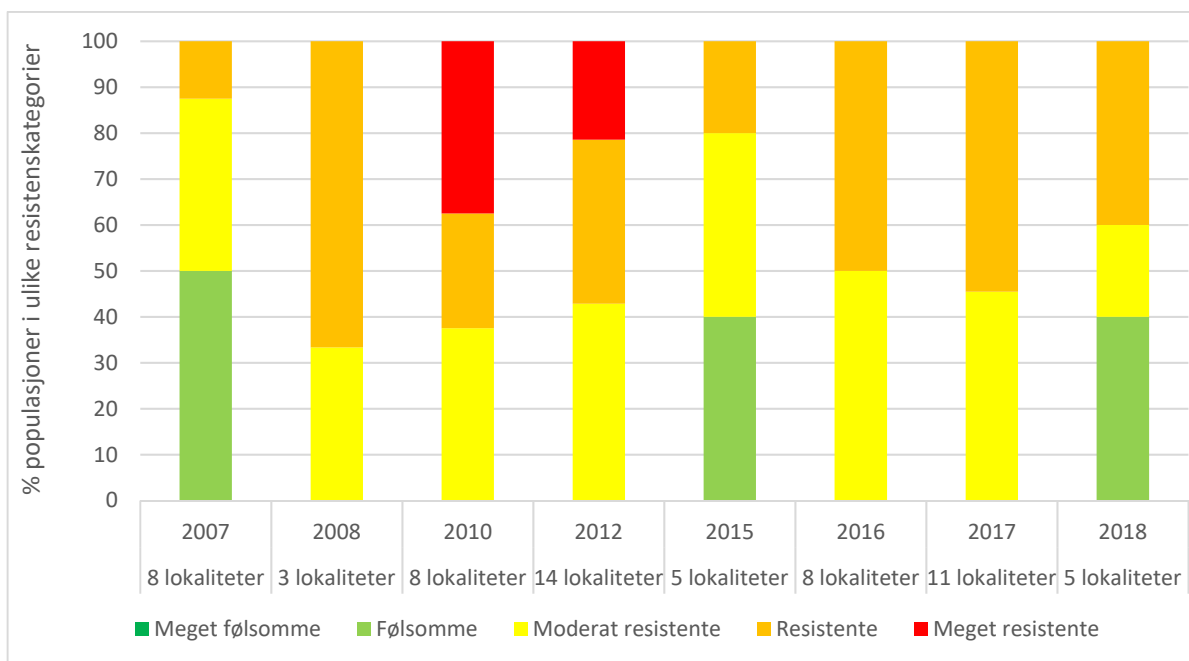
Mavrik (tau-fluvalinat) ble godkjent for bruk mot rapsglansbiller i oljevekster i Norge i 2017. Glansbillene fra Ski og Algarheim var følsomme for tau-fluvalinat, de andre fire populasjonene var moderat resistente (tabell 4). Følsomheten for tau-fluvalinat og lambda-cyhalotrin var omtrent den samme hos glansbiller fra Ås, Algarheim og Leirsund. Glansbiller fra Ski og Rakkestad hadde høyere følsomheten for tau-fluvalinat enn for lambda-cyhalotrin.

Tabell 2. Klassifisering av resistensnivå hos glansbiller ved bruk av IRAC Method no. 011 versjon 3, 2009 (IRAC 2009).

Diagnostisk dose (ng/cm ²)		Døde eller påvirkede biller	Klassifisering	Nivå
lambda-cyhalotrin	tau-fluvalinat			
75	480	100 %	Meget følsom (MR)	1
15	96	100 %		
75	480	100 %	Følsom (F)	2
15	96	<100 %		
75	480	90-99 %	Moderat resistente (MR)	3
75	480	50-89 %	Resistente (R)	4
75	480	<50 %	Meget resistente (HR)	5

Tabell 3. Prosent døde og påvirkede glansbiller (\pm SD) testet med lambda-cyhalotrin ved bruk av IRAC Method no. 011, versjon 3, 2009 (IRAC 2009). 75 ng lambda-cyhalotrin/cm² tilsvarer anbefalt dose for sprøyting i felt.

Glansbillepopulasjon	Antall biller	Dose (ng lambda-cyhalotrin/cm ²)			Resistensnivå
		0	15	75	
AK7-Ås-2018	89	3 \pm 5	66 \pm 18	100 \pm 0	F, nivå 2
AK9-Ski-2018	156	6 \pm 0,2	55 \pm 4	88 \pm 12	R, nivå 4
AK10-Algarheim-2018	146	10 \pm 6	89 \pm 4	100 \pm 0	F, nivå 2
AK11-Leirsund-2018	62	8 \pm 0,5	-	92 \pm 8	MR, nivå 3
ØF9-Rakkestad-2018	89	0 \pm 0	45 \pm 3	75 \pm 15	R, nivå 4



Figur 1. Følsomhet for lambda-cyhalotrin hos glansbiller samlet fra oljevekster i Hedmark, Akershus, Østfold, Vestfold, Buskerud og Telemark i perioden 2007-2018.

Tabell 4. Prosent døde og påvirkede glansbiller (\pm SD) testet med tau-fluvalinat ved bruk av IRAC Method no. 011, versjon 3, 2009 (IRAC 2009). 480 ng tau-fluvalinat/cm² tilsvarer anbefalt dose for sprøyting i felt.

Glansbillepopulasjon	Antall biller	Dose (ng tau-fluvalinat/cm ²)				Resistens-nivå
		0	96	480	960	
AK7-Ås-2018	363	8 \pm 3	79 \pm 9	98 \pm 3	100 \pm 0	MR, nivå 3
AK9-Ski-2018	407	5 \pm 3	56 \pm 14	100 \pm 0	100 \pm 0	F, nivå 2
AK10-Algarheim-2018	393	3 \pm 4	59 \pm 5	100 \pm 0	100 \pm 0	F, nivå 2
AK11-Leirsund-2018	222	3 \pm 5	25 \pm 2	92 \pm 0,4	100 \pm 0	MR, nivå 3
ØF8-Rolvøy-2018	137	2 \pm 4	32 \pm 25	96 \pm 7	-	MR, nivå 3
ØF9-Rakkestad-2018	361	0 \pm 0	42 \pm 20	98 \pm 3	100 \pm 0	MR, code 3

2.2.2 Tiaklopid

Virkingen av Biscaya OD 240 ble testet på fire glansbillepopulasjoner. Tiaklopid virker senere på billene enn pyretroidene, så maksimal mortalitet (døde og påvirkede biller) oppnås ikke ved avlesning av testen allerede etter 24 timer. Billenes følsomheten for Biscaya OD240 ble derfor vurdert opp mot forventet mortalitet etter 24 timer ved 1440 ng tiaklopid/cm², som tilsvarer dobbelt anbefalt dose for sprøyting i felt (IRAC, 2011, tabell 5). Resultatene viste at det bare var glansbillene fra Algarheim som var følsomme for Biscaya OD 240. Glansbillene fra Ås, Ski og Rakkestad hadde nedsatt følsomhet (< 95 % mortalitet ved 2 x anbefalt dose) (tabell 6). Populasjonen fra Rakkestad var mest resistent (60 % mortalitet ved 2 x anbefalt dose). Denne glansbillepopulasjonen var også mest resistent mot lambda-cyhalothrin, mens den var moderat resistent mot tau-fluvalinat. Resistensnivået i Ås, Ski og Rakkestad var omtrent det samme som det som ble målt i de samme områdene i 2016 og 2017. Utviklingen av

følsomhet for Biscaya OD 240 og hos glansbiller samlet fra oljevekster på forskjellige lokaliteter i Norge i perioden 2010-2018 er vist i figur 1. Se Johansen m.fl. (2017) for en mer detaljert oversikt.

Tabell 5. Klassifisering av resistensnivå hos glansbiller ved bruk av IRAC Method no. 021 (IRAC 2011). 1440 ng tiaklopid/cm² tilsvarer det dobbelte av anbefalt dose for sprøyting i felt.

% døde og påvirkede biller ved 1440 ng tiaklopid/cm ²	Resistensnivå
95-100	Følsom, 1
75-94,9	2
50-74	3

Tabell 6. Prosent døde og påvirkede glansbiller (± SD) ved tre diagnostiske doser av tiaklopid ved bruk av IRAC Method no. 021, versjon 3.4 2011 (IRAC 2011). 720 ng tiaklopid/cm² tilsvarer anbefalt dose for sprøyting i felt.

Glansbillepopulasjon	Antall biller	Dose (ng tiaklopid/cm ²)				Resistensnivå
		0	144	720	1440	
AK7-Ås-2018	120	10 ± 5	37 ± 5	70 ± 5	93 ± 0	2
AK9-Ski-2018	206	8 ± 8	38 ± 8	65 ± 8	85 ± 4	2
AK10-Algarheim-2018	200	10 ± 6	67 ± 2	83 ± 10	96 ± 4	1
ØF9-Rakkestad-2018	117	0 ± 0	17 ± 5	60 ± 19	60 ± 19	3
Forventet mortalitet hos følsomme biller (IRAC, 2011)		-	50 ± 10	93 ± 6	98 ± 3	1



Figur 2. Følsomhet for Biscaya OD 240 (tiaklopid) og hos glansbiller samlet fra oljevekster i Hedmark, Akershus, Østfold og Vestfold i perioden 2010-2018.

2.2.3 Indoksakarb

Følsomheten for Avaunt 150 EC (indoksakarb) ble testet hos alle de seks glansbillepopulasjonene. Det var ingen tegn til resistens mot dette preparatet. Mortaliteten lå mellom 94 og 100 % ved 63 ng indoksakarb/cm², og mellom 97 og 100% ved 255 ng indoksakarb/cm² (hhv. 25 og 100 % av anbefelt dose for sprøyting i felt), og det var ingen forskjeller i følsomheten hos biller fra ulike lokaliteter (tabell 7). Mortaliteten var innenfor det som er forventet hos følsomme biller ved de to diagnostiske dosene som ble brukt i testen (IRAC 2012). Det ser ikke ut til å ha vært noen endring i følsomheten for Avaunt 150 EC siden 2012, da følsomheten for dette preparatet ble testet første gang (tabell 8).

Tabell 7. Prosent døde og påvirkede glansbiller (± SD) ved to diagnostiske doser av indoksakarb ved bruk av IRAC Method no. 027, versjon 2, 2012 (IRAC 2012). 255 ng indoksakarb/cm² tilsvarer anbefalt dose for sprøyting i felt.

Glansbillepopulasjon	Antall biller	Dose (ng indoksakarb/ cm ²)		Resistensnivå
		63,75	255,0	
AK7-Ås-2018	180	97 ± 7	100 ± 0	Følsom
AK9-Ski-2018	205	94 ± 5	100 ± 0	Følsom
AK10-Algarheim-2018	200	100 ± 0	100 ± 0	Følsom
AK11-Leirsund-2018	76	-	97 ± 3	Følsom
ØF8-Rolvøy-2018	131	95 ± 4	100 ± 0	Følsom
ØF9-Rakkestad-2018	178	97 ± 4	100 ± 0	Følsom
Gjennomsnitt for alle populasjonene	162	96 ± 4	100 ± 2	Følsom
Forventet mortalitet hos følsomme biller (IRAC 2012)		>90	>90	Følsom

Tabell 8. Prosent døde og påvirkede glansbiller ± SD ved to diagnostiske doser av indoksakarb, i gjennomsnitt for populasjoner testet i juni 2012, juni 2017 og mai-juni 2018.

År	Antall glansbillepopulasjoner	Fylker populasjonene ble samlet fra	Dose (ng indoksakarb/ cm ²)	
			63,75	255,0
2012	7	Hedmark, Vestfold	83 ± 15	100 ± 0
2017	10	Akershus, Hedmark, Vestfold, Østfold	100 ± 1	100 ± 0
2018	6	Akershus, Østfold	96 ± 4	100 ± 2
Forventet mortalitet hos følsomme biller (IRAC 2012)			>90	>90

3 Kartlegging av resistens mot akaricider hos veksthusspinnmidd i jordbær og bringebær

De senere årene har jordbærdyrkere hatt mistanke om at veksthusspinnmidd (*Tetranychus urticae*) har utviklet resistens mot enkelte akaricider (kjemiske midler mot midd). I 2016 og 2017 ble følsomheten for Vertimec (abamektin, BVM 6), Floramite 240 SC (bifenazat, BVM 20D), Envidor 240 SC (spirodiklofen, BVM 23) og Danitron 5 SC (fenpyroksimat, BVM 21A) undersøkt hos veksthusspinnmidd fra to jordbærfelt i Ringsaker (Hedmark) og Søgne (Vest-Agder), og fra tre bringebærfelt i Brøvig (Vest-Agder), Innvik og Vangsnes (Sogn og Fjordane) (tabell 9). Resultatene indikerte nedsatt følsomhet for Floramite og/ eller Envidor i jordbærfeltene. I bringebær tydet resultatene på nedsatt følsomhet for Danitron på alle de tre lokalitetene, og for Envidor i Brøvig og Vangsnes. Det ble ikke funnet tegn til nedsatt følsomhet for Vertimec (Johansen m.fl., 2017).

3.1 Materiale og metode

I 2018 ble veksthusspinnmidd fra jordbærfeltene i Ringsaker og Søgne, og fra bringebærfeltene i Innvik og Brøvig, samlet inn på nytt (tabell 9), og følsomheten for Vertimec, Floramite 240 SC, Envidor 240 SC og Danitron 5 SC ble testet med de samme biologiske testene som ble brukt i 2016 og 2017: Norsk Landbruksrådgiving samlet inn blader med veksthusspinnmidd fra feltene og sendte dem til NIBIO, der spinnmidden ble oppformert på jordbær. Når det var nok individer til testing, ble voksne hunner overført til bladsirklener (Ø 2 cm) av jordbær (15 hunner per bladsirkel) som på forhånd var dyppet i løsninger med seks til syv ulike konsentrasjoner av hvert plantevernmiddel. Som kontroll ble bladsirklene dyppet i vann (Johansen, 2017). Antall døde, påvirkede og levende voksne hunner ble registrert etter 48 timer i testen med Vertimec, og etter 72 timer i testene med Floramite 240 SC og Danitron 5 SC. I testen med Envidor 240 SC ble mortaliteten hos avkommet til de behandlede hunnene registrert etter 7 dager. En følsom veksthusspinnmiddpopulasjon (Ref-2000) ble brukt som referanse. Denne middpopulasjonen har aldri vært eksponert for noen av de midlene som ble testet. Dataene ble analysert med Probit-analyse (MINITAB 18) av den delen av dose-respons-kurvene som ga mellom ca. 10 og 95 % mortalitet, og LC₅₀ og LC₉₅ (den dosen som dreper hhv. 50 og 95% av middene) ble beregnet. Referansestammen ble testet flere ganger, og viste noe variasjon i følsomhet for de ulike midlene. Nedsatt følsomhet hos en middpopulasjon ble antatt når LC₅₀ og LC₉₅ med tilhørende 95 % konfidensintervall var høyere enn tilsvarende høyeste verdier for referansestammen. Det ble lagt størst vekt på LC₅₀, som gir det mest presise estimatet. Resultatene er oppgitt i tabell 10-13, sammen med resultatene fra 2016 og 2017.

3.2 Resultater

3.2.1 Abamektin

Abamektin (Vertimec) er godkjent i jordbær, og brukes mot jordbærmidd etter høsting. Veksthusspinnmidd som befinner seg på jordbærplantene etter høsting blir også eksponert for Vertimec når det sprøytes mot jordbærmidd, og kan dermed utvikle resistens. Det ble ikke funnet tegn til nedsatt følsomhet for Vertimec, verken i 2017 eller 2018 (ikke testet i 2016) (tabell 10). Gjennomsnittlig LC₅₀ og LC₉₅ ± SD for alle populasjonene var hhv. 0,016 ± 0,007 og 0,086 ± 0,053. Vertimec hadde kun vært brukt i Søgne de siste 5 årene. I 2018 ble spinnmidd fra bringebær i Innvik og Vangsnes tatt med i testingen for sammenligning. Det var ingen forskjell på følsomheten hos spinnmidd fra jordbær og bringebær.

Tabell 9. Sted og tidspunkt for innsamling av veksthuspinnmidd, samt sprøytehistorikk for de feltene der midden ble samlet inn.

Middpopulasjon	Lokalitet	Kultur	Dato samlet fra felt	Midler brukt før innsamling	Sprøytehistorikk siste 5 år
VA1-Søgne	Søgne, Vest-Agder	Jordbær, friland	25.04.2016	Thiovit, Envidor	Floramite, Envidor, Vertimec, Thiovit
			24.04.2017	Usprøytet	
			05.07.2017	Envidor, Floramite	
			09.05.2018	Usprøytet	
HE1-Ringsaker	Ringsaker, Hedmark	Jordbær, friland	10.05.2016	Usprøytet	Floramite, og Envidor (2 spr. per år). Dårlig erfaring med Envidor
			15.05.2017	Usprøytet	
			31.08.2017	Envidor, Floramite	
			15.05.2018	Usprøytet	
VA2-Brøvig	Brøvig, Vest-Agder	Bringebær, tunnel	07.06.2016	Calypso,	Floramite, Envidor, Danitron
			05.07.2017	Danitron, Envidor, Floramite	
			-	-	
SF1-Innvik	Innvik, Sogn og Fjordane	Bringebær, tunnel	24.05.2016	Danitron, Floramite	Danitron, Floramite, Envidor (3-4 spr. per år), Thiovit, olje/såpe
			22.05.2017	Danitron, Floramite	
			05.06.2018	Danitron, Floramite	
SF4-Vangsnes	Vangsnes, Sogn og Fjordane	Bringebær, tunnel	-	-	Danitron
			27.06.2017	Danitron	
			11.06.2018	Danitron	
Ref-2000	Son, Akershus	Jordbær	-	Følsom referansestamme, usprøytet siden 2000	

Tabell 10. Følsomhet for Vertimec (abamektin) hos veksthuspinnmidd (*Tetranychus urticae*) fra jordbær friland og bringebær tunnel i 2017 og 2018. Probit-analyse, LC₅₀ og LC₉₅ er den beregnede dosen som dreper hhv. 50 og 95% av de voksne hunnene.

Middpopulasjon og testår	LC ₅₀ (mg VS/L)	95 % CI	LC ₉₅ (mg VS/L)	95 % CI	Stigningskoeffisient	SE
Ref-2000-2017	0,013	0,008 – 0,017	0,157	0,082 – 0,301	1,46	0,18
Ref-2000-2018	0,032	0,026 – 0,040	0,174	0,114 - 0,266	2,25	0,27
HE1-Ringsaker-2017	0,008	0,006 – 0,009	0,015	0,011 – 0,021	5,54	0,85
HE1-Ringsaker-2017 (Usprøytet 1 år i kultur i lab,)	0,012	0,010 – 0,014	0,031	0,023 – 0,040	3,97	0,54
HE1-Ringsaker-2018	0,016	0,013 – 0,020	0,077	0,050 – 0,118	2,41	0,33
VA1-Søgne-2017	0,015	0,012 – 0,020	0,071	0,044 – 0,115	2,47	0,37
VA1-Søgne-2018	0,015	0,012 – 0,019	0,090	0,056 – 0,144	2,12	0,28
SF1-Innvik-2018	0,024	0,020 – 0,030	0,108	0,075 – 0,156	2,54	0,31
SF4-Vangsnes-2018	0,014	0,012 – 0,017	0,051	0,035 – 0,073	2,94	0,41
Gjennomsnitt ± SD	0,016 ± 0,007		0,086 ± 0,053		2,86 ± 1,21	

3.2.2 Spirodiklofen

Spirodiklofen (Envidor 240 SC) er godkjent i både jordbær og bringebær tunnel (off-label), og hadde vært bruk på alle lokalitetene unntatt i Vangsnes de siste fem årene.

Jordbær: I Ringsaker var følsomheten for Envidor 240 SC noe nedsatt i 2016 og 2017, men var økt til samme nivå som referansestammen igjen i 2018 (tabell 11). I Søgne hadde spinnmidd som ble samlet inn før sprøyting om våren omtrent samme LC₅₀ som referansestammen i alle de tre årene, men LC₉₅ var høyere. Dette kan tyde på begynnende resistensoppbygging. I 2017 ble følsomheten for Envidor 240 SC hos spinnmidd fra Søgne målt både før og etter sprøyting i felt med Envidor 240 SC og Floramite 240 SC, og resultatet tyder på at midden var mer følsom før enn etter endt sprøyteprogram.

Bringebær: I Innvik var følsomheten for Envidor 240 SC nedsatt i 2016 og 2017, men var økt til samme nivå som referansestammen igjen i 2018. Spinnmidd fra bringebær i Brøvig (bare testet i 2016) og i Vangsnes (testet i 2017 og 2018) var resistente.

Tabell 11. Følsomhet for Envidor (spirodiklofen), hos veksthusspinnmidd (*Tetranychus urticae*) fra jordbær friland og bringebær tunnel i 2016, 2017 og 2018. Probit-analyse, LC₅₀ og LC₉₅ er den beregnede dosen som dreper hhv. 50 og 95% av de voksne hunnene.

Middpopulasjon og testår	LC ₅₀ (mg VS/L)	95 % CI	LC ₉₅ (mg VS/L)	95 % CI	Stignings- koeffisient	SE
Ref-2000-2016	6,6	5,2 – 8,3	46,4	38,9 – 55,3	1,94	0,17
Ref-2000-2018	0,3	0,1 – 0,9	3,1	2,2 – 4,5	1,62	0,49
HE1-Ringsaker- 2016	25,5	22,7 – 28,7	374,3	252,8 – 554,1	1,41	0,11
HE1-Ringsaker-2017	20,1	17,9 – 22,6	167,6	130,1 – 216,0	1,79	0,12
HE1-Ringsaker -2018	2,3	2,0 – 2,7	29,3	22,8 – 37,6	1,49	0,93
VA1-Søgne-2016	3,2	1,8 – 5,7	177,2	105,6 – 297,2	0,94	0,12
VA1-Søgne-2017	6,6	5,9 – 7,5	96,0	76,7 – 120,2	1,42	0,07
VA1-Søgne-2017 (etter sprøyting i felt) *	16,8	15,3 – 18,6	109,1	90,1 - 132,2	2,03	0,11
VA1-Søgne-2018	5,6	4,7 – 6,7	538,7	331,0 – 876,7	0,83	0,05
VA2-Brøvig-2016	50,6	46,0 – 55,6	349,8	261,7 – 467,4	1,96	0,13
SF1-Innvik-2016	11,5	10,1 – 13,1	202,6	149,8 – 273,9	1,32	0,08
SF1-Innvik 2017	16,5	15,0 – 18,1	105,4	87,2 – 127,5	2,04	0,11
SF1-Innvik-2018	1,7	1,4 – 2,2	66,3	49,1 – 89,4	1,04	0,06
SF4-Vangsnes 2017	LC ₅₀ og LC ₉₅ kunne ikke beregnes, maksimal mortalitet ved høyeste dose var 27 %					
SF4-Vangsnes 2018	32,6	28,6 – 37,1	712,7	497,7 – 1020,6	1,23	0,06

* Sprøytet med Envidor 240 SC i felt før testing

3.2.3 Bifenazat

Bifenazat (Floramite 240 SC) er godkjent i jordbær og bringebær tunnel (off-label), og hadde vært bruk på alle lokalitetene unntatt i Vangnes de siste fem årene. I 2016 og 2017 ble det brukt en annen serie av konsentrasjoner i resistentstestene enn i 2018, derfor er resultatene fra 2016/17 og 2018 vurdert hver for seg.

Tabell 12. Følsomhet for Floramite (bifenazat), hos veksthusspinnmidd (*Tetranychus urticae*) fra jordbær friland og bringebær tunnel i 2016, 2017 og 2018. Probit-analyse, LC₅₀ og LC₉₅ er den beregnede dosen som dreper hhv. 50 og 95% av de voksne hunnene.

Middpopulasjon og testår	LC ₅₀ (mg VS/L)	95 % CI	LC ₉₅ (mg VS/L)	95 % CI	Stignings- koeffisient	SE
Ref-2000-2016	29,1	24,5 - 34,6	94,6	69,9 - 128,0	3,22	0,50
Ref-2000-2017	25,3	17,4 - 34,7	576,4	179,7 - 1848,6	1,21	0,21
HE1-Ringsaker- 2016	32,0	25,3 - 40,5	281,7	127,0 - 624,9	1,74	0,34
HE1-Ringsaker-2017	61,3	45,6 - 82,2	445,6	175,5 - 1131,7	1,91	0,38
HE1-Ringsaker -2017 (etter sprøyting i felt)*	102,3	46,7 - 223,6	9890,5	623,7 - 1,6*10 ⁵	0,83	0,19
HE1-Ringsaker -2017 (etter sprøyting i felt fulgt av 5 uker usprøytet)	47,5	34,4 - 66,1	576,0	174,5 - 1901,0	1,52	0,33
VA1-Søgne-2016	29,3	23,2 - 37,0	258,4	126,4 - 558,1	1,74	0,31
VA1-Søgne-2017	11,9	8,5 - 16,7	62,1	36,6 - 105,5	2,54	0,45
VA1-Søgne-2017 (etter sprøyting i felt)*	27,4	21,1 - 35,6	195,4	102,5 - 372,5	1,93	0,34
VA2-Brøvig-2016	38,9	33,5 - 45,2	156,6	105,7 - 232,1	2,72	0,37
VA2-Brøvig-2017*	72,9	38,9 - 136,6	4956,7	504,5 - 4,8*10 ⁴	0,90	0,19
SF1-Innvik-2016*	29,4	24,5 - 35,4	105,5	75,0 - 148,5	2,97	0,48
SF1-Innvik-2017*	22,8	17,1 - 30,4	222,1	87,1 - 566,0	1,66	0,32
SF4-Vangnes-2017	19,3	14,3 - 26,1	161,8	84,0 - 311,9	1,78	0,32
Ref-2000-2018	2,9	2,5 - 3,4	7,4	5,5 - 10,0	4,04	0,68
HE-Ringsaker-2018	2,5	2,1 - 3,0	8,7	6,2 - 12,2	3,04	0,40
VA1-Søgne-2018 (1)	2,6	1,5 - 4,3	24,8	12,7 - 48,4	1,67	0,33
VA1-Søgne-2018 (2)	2,2	1,7 - 2,7	7,7	5,4 - 11,1	2,98	0,44
SF1-Innvik-2018*	7,8	5,2 - 11,7	353,8	129,3 - 967,9	0,99	0,14
SF4-Vangnes-2018	1,5	1,0 - 2,2	11,7	7,0 - 19,6	1,82	0,29

* Sprøytet med Floramite 240 SC

Jordbær: I Ringsaker var følsomheten for Floramite 240 SC hos spinnmidden som ble samlet inn før sprøyting om våren i 2016 omtrent den samme som referansestammen (tabell 12). I 2017 ble spinnmiddens følsomhet testet både før og etter sprøyting med Floramite 240 SC og Envidor 240 SC. Før sprøyting var LC₅₀ ca. dobbelt så høy som i 2016, og etter sprøyting var både LC₅₀ og LC₉₅ ytterligere økt. Etter en periode på fem uker, der spinnmiddene ble holdt i kultur på jordbær i laboratorium uten at de ble eksponert til Floramite eller andre akaricider, var følsomheten økt igjen til omtrent samme nivå som før sprøyting. Spinnmidd som ble samlet inn i 2018 var like følsomme for Floramite som referansestammen. Spinnmidden fra Søgne hadde omtrent samme følsomhet som referansestammen i alle de 3 årene, også de som ble samlet inn etter sprøyting med Floramite 240 SC og Envidor 240 SC i 2017.

Bringebær: Spinnmidden fra Brøvig var omtrent like følsom som referansestammen i 2016, men i 2017 var følsomheten redusert. Dette året ble det sprøytet med både Danitron 5SC, Envidor 240 SC og Floramite 240 SC før innsamling av midden om våren, og det kan være årsaken til den reduserte følsomheten. Spinnmidd fra Innvik hadde omtrent samme følsomhet som referansestammen i 2016 og 2017, på tross av at det var sprøytet med Floramite 240 SC før midden ble samlet inn. I 2018 var følsomheten noe redusert. Det ble ikke påvist nedsatt følsomhet for Floramite 240 SC hos spinnmidden fra Vangsnes. På denne lokaliteten var det ikke bruk Floramite de siste 5 årene.

3.2.4 Fenpyroksimat

Fenpyroksimat (Danitron 5 SC) er godkjent i bringebær, og hadde vært brukt regelmessig de siste fem årene på alle de tre lokalitetene med bringebær.

Bringebær: Det ble ikke påvist nedsatt følsomhet for Danitron 5 SC hos spinnmidd som ble samlet inn i Brøvig og Innvik i 2016 (Vangsnes ikke testet), men året etter var følsomheten svært lav både i Brøvig, Innvik og Vangsnes (tabell 13). I testene i 2018 ble det tatt med en dose som var 10 x høyere enn normaldosene. Disse testene bekreftet den reduserte følsomheten som ble funnet i 2017 i Innvik og i Vangsnes (Brøvig ikke testet). Det var blitt sprøytet med Danitron før innsamling av midd hvert år på alle lokalitetene, unntatt i Brøvig i 2016. I Innvik var det også blitt sprøytet med Floramite 240 SC. Danitronsprøytingene kan ha ført til en høyere andel resistente individer i populasjonen når midden ble samlet inn enn det som var tilfelle før sprøyting. Resistensgraden kan derfor være overestimert.

Jordbær: I 2018 ble følsomheten for Danitron også testet hos spinnmidd samlet fra jordbær. Spinnmidden fra Ringsaker var følsom for Danitron, men hos spinnmidden fra Søgne var følsomheten redusert. Testen med spinnmidd fra Søgne ble gjentatt etter at middene var blitt holdt i kultur på jordbær uten at de ble eksponert for Danitron eller andre akaricider i en periode på syv uker. Da var følsomheten for Danitron noe høyere, men fremdeles lavere enn referansestammen. Danitron er ikke godkjent i jordbær, men spinnmidd som har vært eksponert for Danitron og fått redusert følsomhet kan ha spredt seg til jordbær fra nærliggende bringebærfelt.

Tabell 13. Følsomhet for Danitron (fenpyroksimat), hos veksthuspinnmidd (*Tetranychus urticae*) fra jordbær friland og bringebær tunnel i 2016, 2017 og 2018. Probit-analyse, LC₅₀ og LC₉₅ er den beregnede dosen som dreper hhv. 50 og 95% av de voksne hunnene.

Middpopulasjon og testår	LC ₅₀ (mg VS/L)	95 % CI	LC ₉₅ (mg VS/L)	95 % CI	Stignings- koeffisient	SE
Ref-2000-2016	15,1	12,7 – 17,9	61,1	39,8 – 93,9	2,71	0,33
Ref-2000-2018	15,3	10,0 – 23,3	187,2	60,3 – 581,1	1,51	0,26
HE1-Ringsaker- 2018	6,1	0,3 – 20,0	199,5	80,9 – 492,1	1,09	0,28
VA1-Søgne-2018 (1)	48,4	17,5 – 133,6	2548,3	77,5 – 83799,2	0,96	0,32
VA1-Søgne-2018 (2) 7 uker etter test 1	39,2	26,5 – 57,9	433,3	215,4 – 859,9	1,58	0,26
VA2-Brøvig-2016	16,0	11,8 – 21,6	234,3	79,7- 689,0	1,41	0,29
VA2-Brøvig-2017*	LC ₅₀ og LC ₉₅ kunne ikke beregnes, maksimal mortalitet ved høyeste dose var 61 %					
SF1-Innvik-2016*	26,9	19,3 – 37,6	426,2	145,1 – 1251,8	1,37	0,22
SF1-Innvik-2017*	LC ₅₀ og LC ₉₅ kunne ikke beregnes, maksimal mortalitet ved høyeste dose var 33 %					
SF1-Innvik-2018*	49,2	31,8 – 76,3	1552,9	526,4 – 4580,8	1,10	0,17
SF4-Vangsnes-2017*	LC ₅₀ og LC ₉₅ kunne ikke beregnes, maksimal mortalitet ved høyeste dose var 27 %					
SF4-Vangsnes-2018 (1) *	47,8	29,9 – 76,5	506,5	101,6 – 2525,3	1,60	0,43
SF4-Vangsnes-2018 (2) * 5 uker etter test 2	74,1	46,9 – 116,9	1938,4	586,9 – 6401,8	1,16	0,22

* Sprøytet med Danitron 5SC i felt før innsamling

3.3 Diskusjon og konklusjon

Vurdering av resistenssituasjonen for veksthuspinnmidd i de to jordbærfeltene og de tre bringebærtunnelene er oppsummert i tabell 14. Det var ingen tegn til resistens mot Vertimec hos veksthuspinnmidd, verken i jordbær eller bringebær. Vertimec hadde kun vært brukt på et av innsamlingsstedene i løpet av de siste fem årene.

Resultatene indikerer at resistens mot Envidor 240 SC, Floramite 240 SC og Dantron 5 SC er under utvikling hos veksthuspinnmidd i de jordbær- og bringebærfeltene som var med i undersøkelsen. Alle de tre akaricidene hadde regelmessig vært brukt i bærfeltene i minst fem år.

Det kan se ut som om spinnmiddens følsomhet for akaricidene er noe lavere i bringebær i tunnel enn i jordbær på friland. Bringebær er en mer langvarig kultur enn jordbær, og tunneldyrkingen vil i større grad enn frilandsdyrking isolere egne stammer av spinnmidd. Dette kan ha bidratt til sterkere seleksjon av resistens i bringebærtunnelene enn i jordbær på friland.

Resistensprofilen og resistensgraden hos de ulike spinnmiddpopulasjonene varierte mellom år og lokalitet, og det ble funnet forskjeller i resistensgrad før og etter gjennomført sprøyteprogram. Resistensen har mest sannsynlig stor sammenheng med hvilke midler spinnmiddden har vært eksponert til over tid, men vi kan ikke si noe sikkert om hvilke andre årsaker som har bidratt til de variasjonene som ble funnet i denne undersøkelsen.

Denne resistensundersøkelsen har vært av begrenset omfang, og beskriver kun resistenssituasjonen i fem bærfelt. Det bør gjøres en bredere resistenskartlegging for å få en mer dekkende oversikt over resistenssituasjonen i jordbær og bringebær, og resistensutviklingen bør overvåkes framover.

For å kunne lage gode strategier som motvirker videre resistensoppbygging hos veksthuspinnmidd i jordbær og bringebær er det viktig at vi forstår i hvilken grad ulike dyrkingssystem og andre faktorer påvirker resistensutviklingen, og hvordan resistens spres i felt. Dette bør også undersøkes nærmere.

Tabell 14. Vurdering av resistenssituasjonen for veksthuspinnmidd (*Tetranychus urticae*) i de feltene med jordbær friland og bringebær tunnel som var med i denne undersøkelsen. 2=sannsynlig nedsatt følsomhet, 1=mulig nedsatt følsomhet, 0=ikke nedsatt følsomhet

Kultur	Fylke	Lokalitet	Envidor 240 SC	Floramite 240 SC	Vertimec	Danitron 5 SC
Jordbær friland	Vest-Agder	Søgne	1	0	0	2
	Hedmark	Ringsaker	1	1	0	0
Bringebær tunnel	Vest-Agder	Brøvig	2	2	-	2
	Sogn og Fjordane	Innvik	1	2	0	2
		Vangsnes	2	0	0	2

4 Kartlegging av fungicidresistens hos gråskimmel i eple

Gråskimmelsoppen, *Botrytis* spp., forårsaker begerråte og lagerråte i eple. Begerråte utvikles gjerne når det har vært fuktige forhold under blomstringen. Infisert frukt får misfarging og råte ved begerenden og kan modne for tidlig. Epler kan også bli smittet etter blomstring og bære med seg smitte, gråskimmelsporer, inn på lager der det gjerne er gunstige forhold for infeksjon hvis fruktvevet er svekket eller skadet. Eplesorter som skal lagres over tid, blir ofte sprøytet med Topsin (tiofanatmetyl) senest to uker før høsting for å bekjempe gråskimmelsoppen og unngå lagerråte. Tidligere undersøkelser indikerer at *Botrytis* i eple kan ha utviklet resistens mot tiofanatmetyl, så det er viktig å undersøke resistensutvikling hos soppen. Resistens mot tiofanatmetyl eller de aktive stoffene i andre fungicider brukt mot *Botrytis* i eple kan ha konsekvenser for kontroll av både begerråte og lagerråte.

4.1 Materiale og metode

Epler ble samlet inn fra seks frukthager i Buskerud og Hordaland. Etter inkubering ved høy luftfuktighet ble *Botrytis*-sporer høstet fra eplene og brukt til å lage sporesuspensjoner. Dråper av sporesuspensjonene ble overført til petriskåler med vekstmedia tilsatt ulike konsentrasjoner av fungicidene (middelgruppe i parentes) boskalid (SDHI), fenheksamid (hydroksyanilid), fludioksonil (fenylpyrrol), iprodion (dikarboksimid), pyraklostrobin (QoI) og pyrimetanil (anilinopyrimidin). For testing av tiofanatmetyl ble enkeltsporeisolater laget og lagret ved -20°C for senere testing. Når isolatene skulle testes, ble sporer tatt opp, overført til vekstmedia og inkubert for å produsere sporer til sporesuspensjoner. Petriskålene tilsatt fungicidene med dråper av sporesuspensjonene ble inkubert i ca. 14 timer ved 20°C, og lengden på 10 spirehyfer for hver kombinasjon av isolat og fungicid-konsentrasjon ble deretter målt i mikroskopet. Etter beregning av prosent vekst i forhold til kontroll (uten fungicid), kunne resistenskategori avgjøres etter tabellen publisert av Weber & Hahn (2011).

4.2 Resultat og diskusjon

Resistens mot tiofanatmetyl var mest utbredt: 29,5 og 18,2 % av *Botrytis*-isolatene var henholdsvis resistente og moderat resistente (tabell 15). Det var noe resistens mot fenheksamid, hvor 17,9 % av isolatene var resistente. For pyrimetanil var 3,6 og 5,4 % av isolatene henholdsvis resistente og moderat resistente. For boskalid og pyraklostrobin var henholdsvis 9,7 og 11,9 % av isolatene resistente. For fludioksonil var alle isolatene sensitive, og for iprodion hadde ingen isolater resistens, mens 8,2 % var moderat resistente. Av de 48 isolatene som ble testet for resistens mot tiofanatmetyl, fenheksamid og pyrimetanil, var 14,6 % multiresistente (figur 3). Resistens mot tiofanatmetyl og fenheksamid var den mest vanlige multiresistensen.

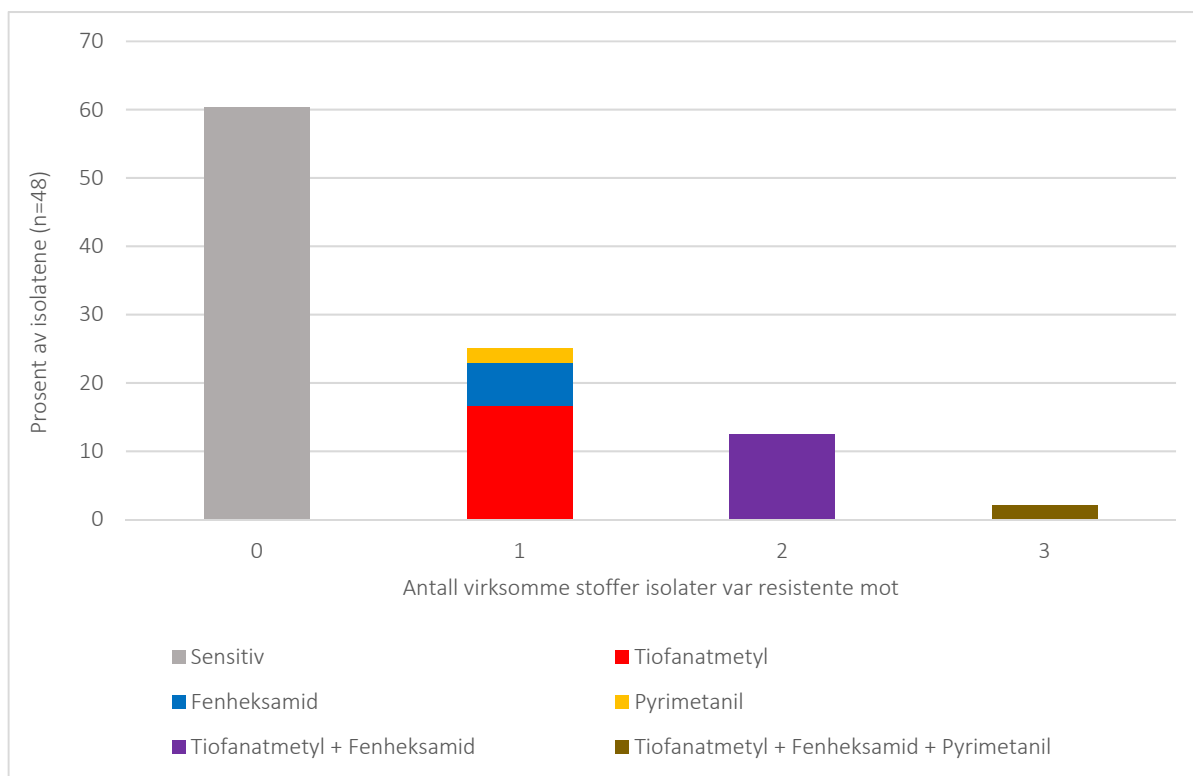
Fungicidresistens hos *Botrytis* i eple er ikke like utbredt som i jordbær og bringebær i Norge, men resistens mot de virksomme stoffene boskalid, fenheksamid, pyraklostrobin, pyrimetanil og tiofanatmetyl ble funnet. Topsin, som inneholder det aktive stoffet tiofanatmetyl, har blitt brukt i mange år for å kontrollere lagerråte, og rundt 30 % av isolatene hadde utviklet full resistens mot dette stoffet. Fenheksamid (preparat: Teldor) hadde også et betydelig antall isolater med resistens, mens det var relativt lite resistens mot pyrimetanil (preparat: Scala). Teldor og Scala er preparater som er brukt mot begerråte (gråskimmel) under blomstringen. Man må derfor være særlig oppmerksom på mulig utvikling av resistens mot Teldor hos gråskimmel i eple. De andre fungicidene som det ble resistens-testet

for, blir ikke brukt i eple, men er mye brukt mot gråskimmel og andre soppjukdommer i steinfrukt og bærvekster. At det finnes resistens mot boskalid og pyraklostrobin kan være fordi resistente stammer har beveget seg fra felt med steinfrukt eller bærvekster i nærheten. Det er også mulig at mutasjonene som gir resistens har oppstått tilfeldig i *Botrytis*-populasjonen. Andelen multiresistente soppstammer var relativt lav sammenlignet med det som er funnet i jordbær og bringebær. Men rundt 13 % av isolatene var resistente mot tiofanatmetyl og fenheksamid, noe som understreker at man må være forsiktig med bruken av Topsin og Teldor for å unngå økt grad av multiresistens. Resultater fra denne undersøkelsen er publisert i fagtidsskrift for næringen (Børve et al. 2018).

Tabell 15. Fordeling (%) av isolater av *Botrytis* spp., som ble samlet inn fra seks eplehager i Hordaland i 2017, på ulike resistens kategorier ved analyse av følsomhet overfor syv virksomme stoffer.

Virksomt Stoff	Sensitive	Mindre sensitive	Moderat resistente	Resistente	Antall isolater testet
Boskalid	12,9	77,4	- ¹	9,7	31
Fenheksamid	57,1	25,0	- ¹	17,9	56
Fludioksonil	100,0	0,0	0,0	- ¹	49
Iprodion	85,7	6,1	8,2	0,0	49
Pyraklostrobin	76,2	11,9	- ¹	11,9	42
Pyrimetaniil	5,4	85,7	5,4	3,6	56
Tiofanatmetyl	52,3	- ¹	18,2	29,5	44

¹ Kategorien ikke aktuell for dette virkestoffet (Weber & Hahn 2011)



Figur 3. Fordeling (%) av *Botrytis*-isolater fra eple på antall stoffer som enkelte isolater var resistente mot. Seks av 41 isolater var multiresistente, det vil si resistente mot to eller flere aktive stoffer. Ett isolat var resistant mot tre fungicider.

5 Overvåking av herbicidresistens hos ugras i korn

Det er i dag sju ugrasarter med påvist resistens mot ALS-hemmere i norsk kornproduksjon: stivdylle, linbendel, vassarve, balderbrå, då, kamilleblom og hønsegras. Forekomsten av resistens testes i dag med hjelp av biologiske tester der planter sprøytes under kontrollerte forhold i laboratorium, noe som tar mye tid og ressurser. I 2018 har vi testet graden av resistens hos en stivdylle- og to linbendel-populasjoner. Vi arbeider nå med å utvikle av molekylære metoder for å bestemme resistens på et raskere og billigere måte.

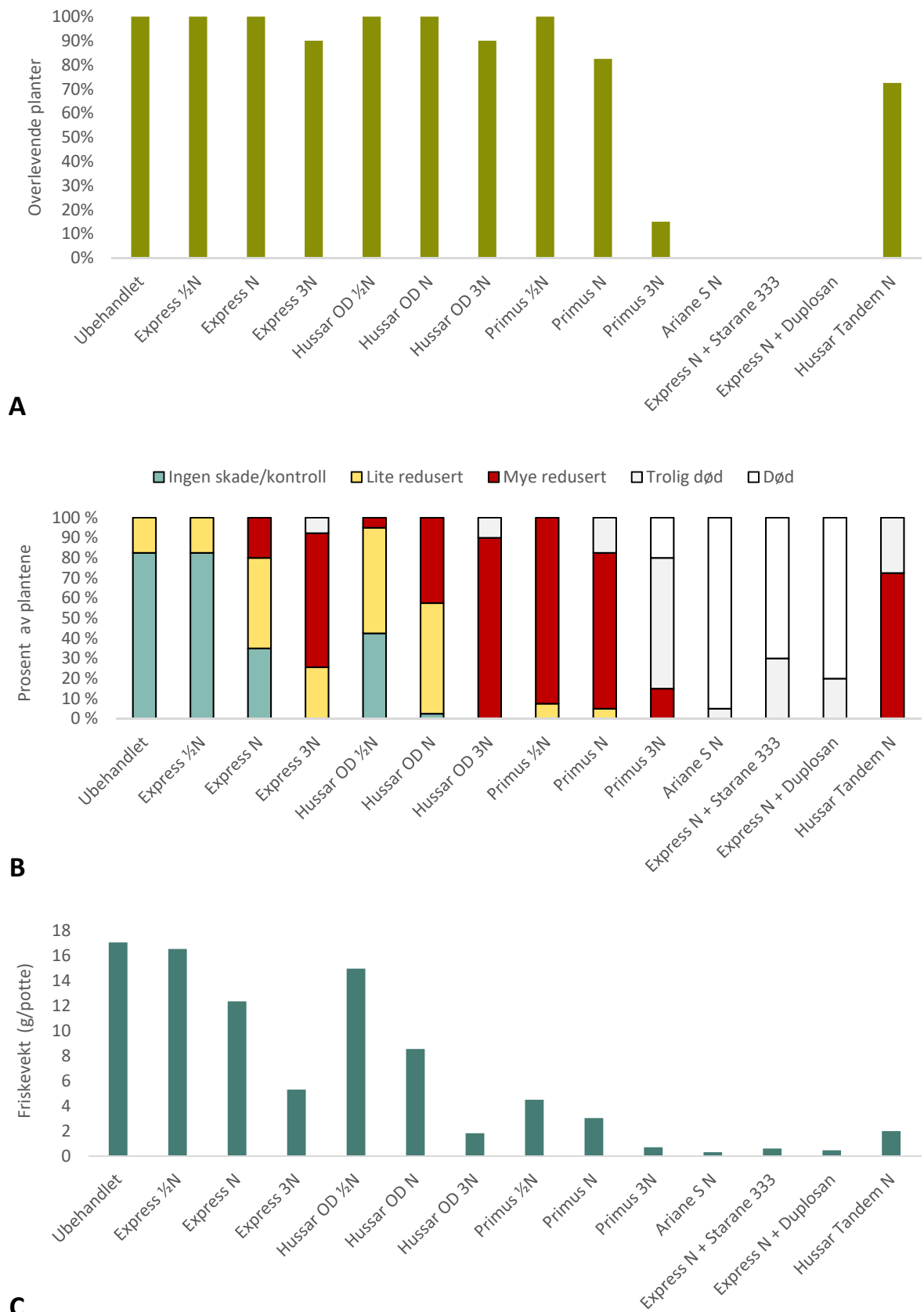
5.1 Materiale og metode

I 2010 samlet Bioforsk inn frø fra fire ruter i et kornfelt i Krogsrud i Akershus, og resistens mot ALS-hemmere ble påvist hos vassarve, stivdylle og balderbrå ved biologisk testing. I 2017 ble det samlet inn frø av stivdylle og linbendel fra de samme fire rutene i samme kornfelt, og i 2018 samlet Norsk Landbruksrådgivning i Trøndelag inn frø av linbendel fra et kornfelt i Selbu der kontroll med preparatet Express (tribenuron-metyl) hadde mislyktes. Som kontroll samlet NIBIO også inn linbendelfrø fra Ås i Akershus, der det aldri har vært problemer med resistens.

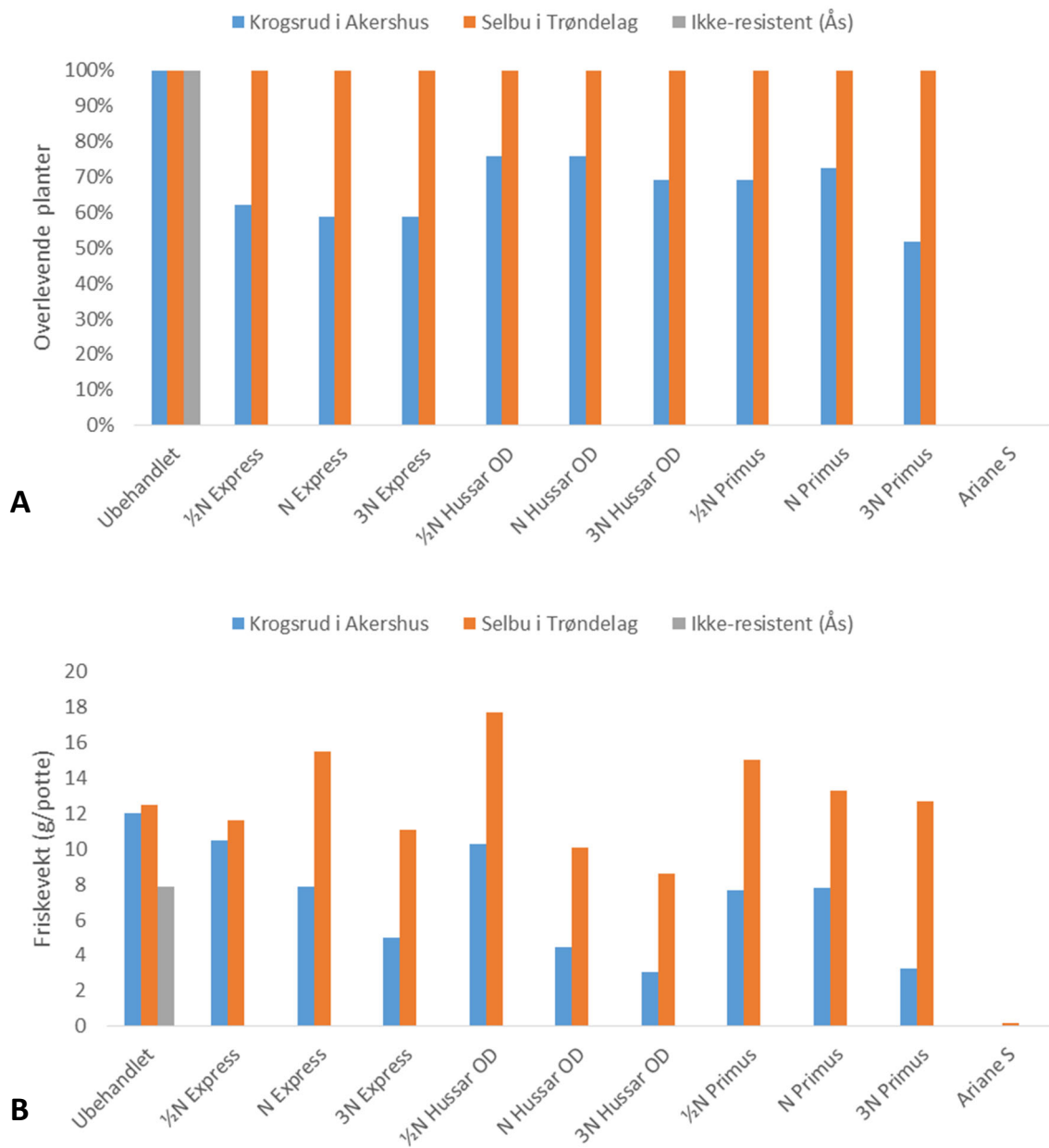
Stivdyllefrøene ble testet for følsomhet for Express (tribenuron-metyl), Hussar OD (jodsulfuron-metyl-natrium), Primus (florasulam), Ariane S (fluroksypyr-meptyl + klopuralid + MCPA), Express+Starane 333 (tribenuron-metyl + fluroksypyr-meptyl), Express + Duplosan (tribenuron-metyl + mekoprop-P) og Hussar + Tandem (tribenuron-metyl + diflufenikan) i biologiske tester vinteren 2017-2018. Linbendelfrøene ble testet for følsomhet for Express, Hussar OD, Primus, Ariane S i en biologisk test på slutten av 2018. Stivdyllepopulasjonen ble testet med frø fra 10 planter fra hver av de fire rutene (40 frøplanter for hvert ledd). Linbendelpopulasjonen fra Krogsrud hadde ikke 10 planter i hver rute, så da ble det testet frø fra så mange planter som ble funnet (opptil 10, totalt frø fra 29 planter per ledd). Linbendelfrøene fra Selbu og Ås ble testet med åtte og fem planter per ledd. Frøene ble sådd i brett, og etter spiring ble frøplantene prikket over i hver sin potte (1 plante per potte). Jorda i pottene var P-jord fra Tjerbo (<http://www.tjerbo.no/p-jord/#>). Plantene ble sprøytet når de hadde nådd BBCH 12-14. To-tre uker etter sprøyting ble virkningen av ugrasmidlene vurdert ut fra 1) om de hadde overlevd og 2) hvor mye skade de hadde fått. Plantene ble deretter høstet og veid (friskvekt).

5.2 Resultater og diskusjon

Det ble påvist resistens mot Express og Hussar OD hos stivdyllepopulasjonen fra Krogsrud (figur 4A). Det var også mange planter som overlevde sprøyting med Primus, men plantenes friskvekt var vesentlig lavere enn hos de usprøytete plantene (figur 4C). Molekylære tester viste at populasjonen hadde en hittil ukjent mutasjon i samme gen der det tidligere har blitt funnet en annen mutasjon som har gitt resistens hos stivdylle i (Park et al. 2012). At en del planter overlevde Hussar Tandem (fig. 4A og B) er antagelig fordi dette midlet ikke var effektivt i den jorden som ble brukt i forsøket. Ellers var alle resistensbryterne (Ariane S, Express+Starane 333, Express+Duplosan) effektive mot denne stivdyllepopulasjonen. Linbendelpopulasjonene fra både Krogsrud og Selbu viste høy resistens mot Express, Hussar OD og Primus (Fig. 5A-B). Selbupopulasjonen hadde 100% overlevende og nesten ingen reduksjon i friskevekt, selv ved tre ganger normal dose av alle de tre ALS-hemmerne. Populasjonen i Ås, som man antok var følsom for ALS-hemmere, ble drept av alle dose-nivåene, så villtypen av linbendel kan antas å ikke ha noen toleranse for de testede midlene. Materialet har ennå ikke blitt testet med molekylære metoder.



Figur 4. Effekten av normaldosene (N), ½N og 3N av ALS-hemmerne Express, Hussar OD og Primus, og av ulike resistens-brytere, på stivdylle innsamlet fra Krogsrud i Akershus. (A) viser overlevelse, (B) skadevurdering og (C) friskevekten av skuddenes biomasse.



Figur 5. Effekten av normaldosene (N), N og 3N av ALS-hemmerne Express, Hussar OD og Primus, samt av Ariane S, på tre populasjoner av linbendel fra Krogsrud og Ås i Akershus og fra Solbu i Trøndelag. (A) viser overlevelse og (B) friskevekten av skuddenes-biomasse.

Litteraturreferanser

- Børve, J., Nielsen, K.A.G., Strømeng, G.M. & Stensvand, A. 2018. Gråskimmel på eple har utvikla resistens mot kjemiske middel. Norsk frukt og bær 21(6):20-21.
- EPPO, 2015. Resistance risk analysis. PP1/213 (4). Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 45:371-387.
<https://pp1.eppo.int/standards/PP1-214-4>
- IRAC, 2009. IRAC Susceptibility Test Method no. 011, versjon 3, 2009. Pyrethroids-pyrethrins (3A)
<https://www.irac-online.org/methods/meligethes-aeneus-adults/>
- IRAC, 2011. IRAC Susceptibility Test Method no. 021, versjon 3.4, 2011. Neonicotinoids (4A).
<https://www.irac-online.org/methods/pollen-beetle-adults/>
- IRAC, 2012. IRAC Susceptibility Test Method no. 027, versjon 2, 2012. Indoxacarb (22A).
<https://www.irac-online.org/methods/meligethes-aeneus-adults-2/>
- Johansen, N.S. 2017. Protokoll for resistenstesting av *Tetranychus urticae*. Versjon 1.0, 2017. Internt NIBIO dokument.
- Johansen, N.S., Asalf, B., Eikemo, H., Ficke, A., Herrero, M., Le, V.H., Netland, J., Ringselle, B., Schjøll, A.F., Stensvand, A. & Strømeng, G.M. 2017. Plantevernmiddelresistens hos skadegjørere i norske jord- og hagebrukskulturer. NIBIO Rapport 3 (150) 2017. 60 s.
<https://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/2481104>
- Park, K.W., Kolkman, J.M., Mallory-Smith, C.A. 2012. Point mutation in acetolactate synthase confers sulfonyleurea and imidazolinone herbicide resistance in spiny annual sow-thistle [*Sonchus asper* (L.) Hill]. Canadian Journal of Plant science 92:303-309.
- Weber, R.W.S. & Hahn, M. 2011. A rapid and simple method for determining fungicide resistance in *Botrytis*. Journal of Plant Diseases and Protection 118 (1):17-25.

Nøkkelord:	Akaricider, bringebær, eple, fungicider, glansbiller, gråskimmel, herbicider, insekticider, jordbær, korn, linbendel, kjemiske plantevernmidler, resistens, oljevekster, stivdylle, veksthuspinnmidd
Key words:	Botrytis, Brassicogethes, fungicides, herbicides, insecticides, Meligethes, pesticide resistance, Sonchus asper, Spergula arvensis, Tetranychus urticae
Andre aktuelle publikasjoner fra prosjekt:	Johansen, N.S., Asalf, B., Eikemo, H., Ficke, A., Herrero, M., Le, V.H., Netland, J., Ringselle, B., Schjøll, A.F., Stensvand, A. & Strømeng, G.M. 2017. Plantevernmiddelresistens hos skadegjørere i norske jord- og hagebrukskulturer. NIBIO Rapport 3 (150) 2017. 60 s. https://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/2481104

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.