

Diskussion af resultater fra afsætningsforsøg om sprøjteteknikkens betydning for risiko for afsætning af pesticider på indvendige tagflader i henholdsvis høje og lave kulturer dyrket i væksthuse

Indledning

AU Flakkebjerg har gennemført 2 forsøg om sprøjteteknik i henholdsvis lave og høje kulturer i væksthuse:

- *Metoder til at reducere afsætning af pesticider på væksthusenes vinduer ved sprøjtning af lave væksthuskulturer. (bilag 1)*
- *Metoder til at reducere afsætning af pesticider på væksthusenes vinduer ved sprøjtning af høje væksthuskulturer. (bilag 2)*

Forsøgene er gennemført foranlediget af Dansk Gartneri. Formålet med forsøgene var at undersøge, hvor stor en risiko der er for afsætning/afdrift af pesticider på væksthusenes tage indvendigt. AU Flakkebjerg har foretaget 2 særskilte forsøgsopsætninger i henholdsvis lave kulturer og høje kulturer. Lave kulturer repræsenterede simulerede prydplanter dyrket på borde. Mens høje kulturer simulerede væksthusrøntsager, der dyrkes på gulve med vertikal vækst opad.

Resultaterne er publiceret i 2 særskilte rapporter. Rapporterne indeholder imidlertid kun målinger af, hvor meget afdrift der er sket under de respektive sprøjteteknikker. Der er således ikke foregået en egentlig tolkning af resultaterne samt en perspektivering i forhold til, hvad der er af viden på området, herunder frilandsproduktioner.

Dansk Gartneri har derfor ønsket en dybere tolkning af de fundne resultater, idet rapportererne forventeligt skal indgå i Miljøstyrelsens sagsbehandling af pesticider, der ønskes godkendt til åbne væksthuse.

Godkendt af Miljøstyrelsen har HortiAdvice fået opgaven med at analysere disse resultater der er præsenteret på de følgende sider.

Behandling af resultater

Det er valgt at arbejde videre med et gennemsnit af målepunkterne Kip og Trepel (begge er placeret indvendigt på tagfladen af væksthuset). Jævnfør rapporterne afviger værdierne ikke væsentligt fra hinanden, og i praksis gør det ingen forskel om sprøjtevæsken afsættes ved kip eller ved trempel på indersiden af tagfladen.

Metodikmålingerne vurderes værende en slags baggrundstøj, der fratrækkes gennemsnittet af de målte værdier. I forsøget er metodikmålingerne fortaget ved målepunktet trempel og på gulvet. Målingen på gulvet er højere end ved trempel, og da der ikke er afsætningsmåling på gulvet, fratrækkes kun metodikmålingen fra trempel.

Gennemsnittet af de to målepunkter (kip og trempel) fratrukket metodikværdien fra trempel er efterfølgende omregnet til procent af udsprøjtet. I rapporten oplyses det, at den udsprøjtede mængde svarer til en afsætning på 294,8 mikrogram tracer på arealet af petriskålens underskål.

Grundet tagets hældning er overfladen af taget større end fladen nedenunder, hvorpå der er sprøjtet. Det anslås, at 1 ha grundareal svarer til 1,1 ha tagflade, dette er indregnet. (Jensen H. J. et al., 1980).

Først gennemgås resultater fra lave kulturer (simuleret sprøjtning af pottedplanter på horisontale flader; borde eller gulv), efterfølgende resultaterne fra høje kulturer (simuleret sprøjtning af væksthusrøntsager i rækker).

Lave kulturer (pottedplanter på horisontale flader; borde eller gulv)

Tracer afsat pr. petriskål i forhold til den udsprøjtede mængde tracer				
Lave kulturer - Tracer				
	Med skyggegardin		Uden skyggegardin	
	Gennemsnit minus metodik	Procent af udsprøjtet	Gennemsnit minus metodik	Procent af udsprøjtet
Sprøjteteknik	(nanogram)	(%)	(nanogram)	(%)
Bom F 01	5,5	0,0018	2,8	0,0009
Bom IDK 01	4,0	0,0014	4,4	0,0015
Lanse TN 18	27,2	0,0092	56,6	0,0192
Lanse ASJ HCA	13,5	0,0046	14,8	0,0050

Bomsprøjte:

Ingen statistisk forskel på forstøvning eller brug af gardin.

Lansesprøjte:

Med gardin: 50 % mindre afsætning ved brug af grov forstøvning.

Uden gardin: ca. 75 % mindre afsætning ved brug af grov forstøvning.

Høje kulturer (væksthusgrøntsager i rækker)

Tracer afsat pr. petriskål i forhold til den udsprøjtede mængde tracer				
Høje kulturer - Tracer				
	Med skyggegardin		Uden skyggegardin	
	Gennemsnit minus metodik	Procent af udsprøjtet	Gennemsnit minus metodik	Procent af udsprøjtet
Sprøjteteknik	(nanogram)	(%)	(nanogram)	(%)
Bom F 01	8,0	0,0027	6,45	0,0022
Bom IDK 01	10,2	0,0035	10,15	0,0034
Lanse TN 18	34,9	0,0118	57,1	0,0194
Lanse ASJ HCA	18,7	0,0063	27,65	0,0094

Bomsprøjte:

Ingen statistisk forskel på forstøvning eller brug af gardin. (Samme som Lav kultur).

Lansesprøjte:

Med gardin: 50 % mindre afsætning ved brug af grov forstøvning. (Samme som Lav kultur).

Uden gardin: ca. 50 % mindre afsætning ved brug af grov forstøvning. (Lidt mindre forskel som Lav kultur).

Diskussion af resultater

I rapportererne fra Flakkebjerg konkluderes det, at de fundne værdier fra sprøjtning med bom-sprøjte (både horisontalt og vertikalt) er meget lave og kun ca. 2-3 gange det niveau, der er fundet i metodikdelen. I forrige afsnit er der udregnet, hvilken procentdel af den udsprøjtede mængde, der er afsat på undersiden af tagfladen.

For at kvantificere rapportens vurdering samt de omregnede procenter, følger her, for henholdsvis lave kulturer og for høje kulturer, to beregninger på hvilken mængde middel og mængde aktivstof, der ville kunne blive afsat på undersiden af tagfladen, såfremt der blev sprøjtet en hektar, med midlets tilladte dosis.

Her er der ligeledes taget højde for det øgede tagfladeareal i forhold til grundarealet, grundet tagets hældning.

Der er ikke taget højde for eventuel lys-nedbrydning af sprøjtemiddel afsat på indersiden af tagfladen.

Eksempler på mængde afsat middel og aktivstof, lave kulturer; Azatin EC og Teppeki:

Pesticid afsat på 1,1 ha tagflade ved sprøjtning af 1 ha grundareal				
Lave kulturer - Azatin EC				
	Med skyggegardin		Uden skyggegardin	
	Azatin EC, dosis: 1 l/ha	Aktivstof i Azatin EC (26 g/l)	Azatin EC, dosis: 1 l/ha	Aktivstof i Azatin EC (26 g/l)
Sprøjteteknik	(milliliter)	(milliliter)	(milliliter)	(milliliter)
Bom F 01	0,0203	0,00053	0,0104	0,00027
Bom IDK 01	0,0149	0,00039	0,0162	0,00042
Lanse TN 18	0,1013	0,00263	0,2110	0,00549
Lanse ASJ HCA	0,0504	0,00131	0,0552	0,00144

Pesticid afsat på 1,1 ha tagflade ved sprøjtning af 1 ha grundareal				
Lave kulturer – Teppeki				
	Med skyggegardin		Uden skyggegardin	
	Teppeki, dosis: 0,140 kg/ha	Aktivstof i Teppeki (500 g/kg)	Teppeki, dosis: 0,140 kg/ha	Aktivstof i Teppeki (500 g/kg)
Sprøjteteknik	(gram)	(gram)	(gram)	(gram)
Bom F 01	0,0028	0,00142	0,0015	0,00073
Bom IDK 01	0,0021	0,00104	0,0023	0,00114
Lanse TN 18	0,0142	0,00709	0,0295	0,01477
Lanse ASJ HCA	0,0071	0,00353	0,0077	0,00387

Eksempler på mængde afsat middel og aktivstof, høje kulturer; Azatin EC og Floramite 240 SC:

Pesticid afsat på 1,1 ha tagflade ved sprøjtning af 1 ha grundareal				
Høje kulturer - Azatin EC				
	Med skyggegardin		Uden skyggegardin	
	Azatin EC, dosis: 1 l/ha	Aktivstof i Azatin EC (26 g/l)	Azatin EC, dosis: 1 l/ha	Aktivstof i Azatin EC (26 g/l)
Sprøjteteknik	(milliliter)	(milliliter)	(milliliter)	(milliliter)
Bom F 01	0,0297	0,0008	0,0241	0,0006
Bom IDK 01	0,0381	0,0010	0,0379	0,0010
Lanse TN 18	0,1302	0,0034	0,2131	0,0055
Lanse ASJ HCA	0,0696	0,0018	0,1032	0,0027

Pesticid afsat på 1,1 ha tagflade ved sprøjtning af 1 ha grundareal				
Høje kulturer - Floramite 240 SC				
	Med skyggegardin		Uden skyggegardin	
	Floramite 240 SC, dosis: 0,6 kg/ha	Aktivstof i Flora- mite 240 SC (240 g/kg)	Floramite 240 SC, dosis: 0,6 kg/ha	Aktivstof i Flora- mite 240 SC (240 g/kg)
Sprøjteteknik	(gram)	(gram)	(gram)	(gram)
Bom F 01	0,0178	0,0043	0,0144	0,0035
Bom IDK 01	0,0228	0,0055	0,0227	0,0055
Lanse TN 18	0,0781	0,0188	0,1278	0,0307
Lanse ASJ HCA	0,0418	0,0100	0,0619	0,0149

Perspektivering

Rapporterne beskriver den mængde tracer (pesticid i praksis), som afsættes på undersiden af væksthushets tagflade enten ved direkte afsætning; dysen/dyserne sprøjter væsken direkte på tagfladen, eller ved afdrift; hvor luftstrømme, enten termiske eller ved energi fra sprøjtetrykket fører dråberne til afsætning på væksthushets tagflade.

Ved omregning af rapporternes resultater til afsætning i procent af den udsprøjtede dosering samt ved kvantificering i form af eksempler med udsprøjtning af pesticider ved deres til-ladte dosering, er det forsøgt at anskueliggøre hvilke mængder der reelt kan blive afsat ved de forskellige sprøjteteknikker, med og uden gardin trukket for.

Eksempel med et væksthushet på 1.000 kvadratmeter.

Hvis et væksthushet med pottedplanter på 1.000 kvadratmeter sprøjtes med insektmidlet Teppeki, og der anvendes den teknik, som jævnfør rapporten afsætter den største procentvise andel af den udsprøjtede mængde (højtrykskærresprøjte med fin forstøvning samt gardinerne trukket fra), vil der på indersiden af tagfladen (af væksthushet på 10.000 m²) blive afsat 0,00295 gram Teppeki, svarende til 0,00148 gram aktivstof. Anvendes bomsprøjte afsættes der 10 gange mindre.

Et review over massebalancer for sprøjtevæske udbragt med marksprøjter og tågesprøjter på friland viser, at der ofte ikke kan gøres rede for en forholdsvis stor del af den udsprøjtede dosering. Den manglende fraktion udgjorde for markafgrøder fra 5,5 - 26,1 %, mens den for træfrugt sprøjtet med tågesprøjter i et enkelt tilfælde var oppe på 61,8 %. Det har ikke været muligt at afdøre årsagen ud fra undersøgelserne, men reviewest konklusion er, foruden at påpege usikkerheder ved nogle af metodikkerne, at flere resultater indikerer, at den luftbårne afdrift kan udgøre en væsentlig del af den fraktion, der ikke kan gøres rede for (Jensen P. K & Olsen M. H., 2014).

AU Flakkebjergs egne forsøg fra 2016 og 17 viser, at sprøjtning med marksprøjte, selv med kompakte luftinjektionsdyser med 75 % afdriftsreduktion (MD 02 ved 3 bar) er der 20 % af den udsprøjtede sprøjtevæske, der ikke kan redegøres for (Jensen P. K et al., 2020).

Sammenlignes resultaterne fra væksthushetsforsøget med de ovennævnte resultaterne omkring afdrift på friland, vurderes det, at der i væksthushet er en meget lille afdrift til tagfladen. Dette skyldes med stor sandsynlighed, at der under sprøjtning i væksthushet ikke er væsentlig med vindbevægelse, der kan føre til afdrift/opdrift. Dette betyder, at størsteparten (>99%) af sprøjtevæske og aktivstof vil dale ned og afsættes på og omkring planterne.

HortiAdvice, 30. juni 2021

Kilder:

Jensen H. J. et al., 1980, Væksthusteknik, VæksthusINFO.

Jensen P. K & Olsen M. H., 2014, Spray mass balance in pesticide application: A review, Crop Protection.

Jensen P. K et al., 2020, Samlet forståelse af spraydrift, luftbåren afdrift og fordampning, Miljøstyrelsen.

Rapport

Metoder til at reducere afsætning af pesticider på væksthuses vinduer ved sprøjtning af lave væksthuskulturer



Titelside

Titel	Metoder til at reducere afsætning af pesticider på væksthuses vinduer ved sprøjtning af lave væksthuskulturer
Antal sider	16
Udført for:	HortiAdvice
Udført af:	Aarhus Universitet Technical Sciences Institut for Agroøkologi Flakkebjerg, DK-4200 Slagelse Tlf: 8715 8195
Forfatter:	Peter Kryger Jensen E-mail: PKJ@agro.au.dk
Fagfællebedømmelse:	Peter Hartvig
Forsøgsteknikere:	Kaspar Ingvordsen, Per Elmegaard Andersen og Mie Hyldegård Jensen
Laborant:	Lena Christensen
Ekstern bistand:	Niels Enggaard Klausen, HortiAdvice, skaffede kærresprøjte til lancesprøjtning og gennemførte behandlinger med denne

Indhold

Titelside.....	2
Indhold	3
Indledning.....	4
Materialer og metoder	4
Resultater og diskussion.....	7
Konklusion.....	8
Referencer.....	8
Billeder	9
Bilag 1	13

Indledning

Ved sprøjtning i væksthuse anvendes flere forskellige sprøjtesystemer. Fælles for systemerne er, at sprøjtevæsken forstøves til dråber, som skal sikre fordeling i den behandlede kultur. Metoderne indebærer, at der er risiko for, at en del af sprøjtevæsken ikke afsættes på kulturen men transporteres rundt i væksthuset, hvor nogle af dråberne kan afsættes på væksthushusets vinduer. Pesticid, der er afsat på vinduer i væksthuset, kan efterfølgende blive transporteret ud af væksthuset med kondensvand via eksempelvis kondensrender. Formålet med forsøget var at undersøge metoder til at reducere afsætningen af sprøjtevæske på indersiden af glasset i taget på væksthuse ved sprøjtning af lave væksthuskulturer. Til det formål blev der testet to relevante sprøjtesystemer begge kombineret med anvendelsen af dyser, der sikrer forskellig forstøvning af sprøjtevæsken. De anvendte sprøjteteknikker blev testet dels uden og dels med anvendelsen af afskærmning i form af skyggegardin under udsprøjtningen. Teorien er, at skyggegardinet vil kunne opfange en del af den sprøjtevæske, der alternativt afsættes på væksthushusets ydre glasflader, samt at pesticiderne vil blive nedbrudt på skyggegardinet.

Materialer og metoder

Forsøget blev udført i et væksthuse på Forskningscenter Flakkebjerg, der har dimensionerne 9 x 6 meter med en trempelhøjde på 3 m. Væksthuset er udstyret med et standard skyggegardin (stofftype Bonar Phormitex 66 B, der forhandles af Garditec). Der blev afsat et areal på 5,5 x 3,5 meter, der skulle simulere et areal med en lav testkultur, som blev sprøjtet. Arealstørrelsen blev valgt, således at det var muligt at behandle arealet med en hjulmonteret bomsprøjte fra de støbte gange i væksthuset. Sprøjtning kan omfatte mange forskellige kulturer af væksthuseplanter og med stor variation i størrelse og bladfylde. Til at simulere sprøjttemål blev det valgt at montere et camouflagenet på arealet (se billeder 5 - 7). Formålet med camouflagenettet var at opnå en overflade, der minder om planter. Camouflagenettet er elastisk som blade, når det rammes af sprøjtevæske, og camouflagenettet filtrerer ligeledes sprøjtevæsken under transport mod underlaget. Forsøget blev udført efter følgende plan:

Faktor 1. Sprøjteteknik

1. Bomsprøjte fin forstøvning. Hardi F-01 fladsprededyse ved 3 bar og 0,4 l/min.
2. Bomsprøjte meget grov forstøvning. Lechler IDK-01 ved 3 bar og 0,4 l/min.
3. Lansesprøjtning meget fin forstøvning. Standard TN 18 dyse ved 45 bar og 4,6 l/min.
4. Lansesprøjtning meget grov forstøvning. ASJ HCA 80-03 dyse ved 3 bar og 1,6 l/min.

Faktor 2. Afskærmning (hele væksthuset)

1. Ingen afskærmning
2. Afskærmning med skyggegardin

Sprøjteteknik er valgt ud fra forslag fra HortiAdvice. De to typer udstyr, bomsprøjte og lansesprøjte, udgør hovedparten af det udstyr, der anvendes til sprøjtning i væksthuse. Sprøjteteknik 1 og 3 er de to typisk anvendte teknikker til henholdsvis bomsprøjte og lansesprøjte i praksis. De to øvrige teknikker er medtaget for at undersøge, hvor vidt anvendelse af grovere forstøvning til henholdsvis bom- og lansesprøjte ændrer afsætningsprofilen i væksthuset. Bomsprøjtning blev udført med en såkaldt cykelsprøjte monteret med 2 m bom, som sprøjtede arealet fra begge sider (billede 5). Med bomsprøjten blev der anvendt standard fladsprededyser og en bomhøjde på 50 cm samt en væskemængde på 1500 l/ha, der blev opnået ved at tilpasse hastigheden.

Lansesprøjtning blev udført med en højtrykskærresprøjte, og trykket blev målt ude ved dyserne. Griflen på lanssen var udstyret med to dyser. Væskemængde ved lansesprøjtning var ligeledes sat til 1500 l/ha. Dette blev opnået ved at sprøjte arealet på 19 sekunder ved behandling 3 og på 54 sekunder i behandling 4. Lansesprøjtning med meget fin henholdsvis meget grov forstøvning er vist i billede 6 og 7.

TN 18 dysen er en standard hulkegledyse, som anvendes ved lancesprøjtning. Der foreligger ikke oplysninger om klassifikation af forstøvning ved de to anvendte dysetryk. Den opgivne klassifikation af forstøvning fra sprøjteteknik 3 er derfor aflæst efter data fra producenten Spraying Systems. ASJ HCA 80-03 er en hulkegledyse klassificeret som meget grov forstøvning ved 3 bar. Klassifikation af forstøvning for sprøjteteknik 1-2 samt 4 er i henhold til det internationale BCPC system (British Crop Protection Council beskrevet i Southcombe *et al.*, 1997).

Skyggegardinet, der blev brugt som afskærmning i faktor 2 (billede 4), var enten trukket helt fra eller trukket for i hele væksthuset.

Der foreligger ingen guidelines for måling af pesticidtab ved sprøjtning i væksthuse. I forsøget er der anvendt elementer fra afdriftsforsøg på friland (sprøjtbevæske med fluorescerende tracer, samplere i form af petriskåle, opbevaring og analyse af samplere) samt en metodik, der er tilpasset væksthuseforsøg. Den fluorescerende tracer er således den internationale standard ved afdriftsforsøg. Metodikken er udviklet på baggrund af forsøg i 2020 samt flere metodikforsøg gennemført i slutningen af 2020 og begyndelsen af 2021 forud for dette forsøg. I det sidste metodikforsøg blev objektglas og underskåle af petriskåle testet som samplere og dermed repræsentant for væksthuses glastag. På baggrund af metodikforsøget blev underskåle af petriskåle valgt som samplere. Petriskålens underskål har den fordel i forhold til objektglas, at underskålen er let at håndtere uden at risikere kontaminering under op- og nedtagning. Der skal et minimum af væske til at opløse tracer i underskålen i forhold til den mængde, der kræves ved objektglas. Endvidere blev der registreret baggrundsforurening på objektglas i modsætning til underskålen. De sidste to faktorer betyder, at der opnås en betydeligt lavere detektionsgrænse ved anvendelse af petriskålens underskåle.

Forsøget blev gennemført med 6 gentagelser. Før hver sprøjtning var der opsat underskåle til petriskåle i 2 placeringer over det sprøjtede areal, ved 1.) Kip og 2.) Trempel (se billede 1-3). For at undgå kontaminering var der opsat en holder ved de 2 pladser. I holderen blev der nedsat en træplade, hvorpå underskålen var monteret. Underskålen til petriskålen var formonteret på træpladen således, at risikoen for kontaminering under opsætning og nedtagning var minimeret. Efter hver sprøjtning ventedes 2 minutter før indsamling af pladerne med petriskåle. Petriskålen fra en plade udgør en prøve, så der opnås to prøver pr. sprøjtning – en for hver placering. Efter indsamling tvangsudluftedes væksthuset i 3 minutter ved at åbne alle vinduer maksimalt. Herefter blev næste hold plader med petriskåle placeret ved kip og trempel, og næste sprøjtning kunne gennemføres. Ovenstående procedure blev gennemført på baggrund af metodikforsøgene, der viste, at det pågældende interval var tilstrækkeligt til at minimere indholdet af aerosoler i væksthuset til den/de efterfølgende behandlinger.

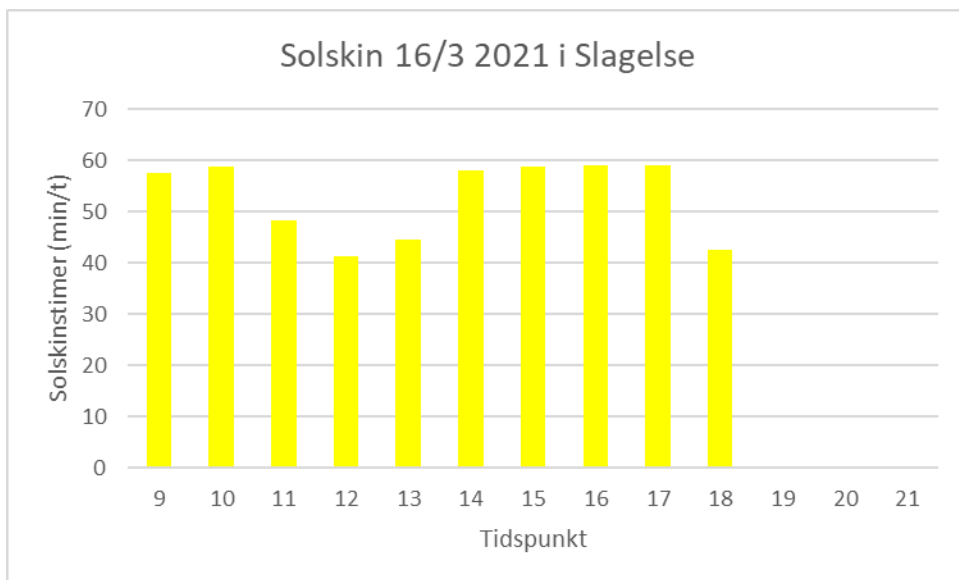
I forsøget blev følgende metodikdel gennemført for at teste, hvor effektivt tvangsudluftning tømmer væksthuset for dråber med tracer herunder de meget små dråber kendt som aerosoler (dråber < 1 mikrometer). Efter hver gentagelse gennemføres proceduren med indsamling af plader, udluftning af væksthuse samt placering af nye plader. Ved metodikdel placeres en plade ved trempel samt en plade med underskål på gulv. Der foretages ingen sprøjtning, og disse plader og objekter indsamles efter 2 minutters placering.

Som sprøjtbevæske blev der anvendt vand tilsat fluorescerende tracer samt spredemiddel. Der blev anvendt en dosering på 200 g/ha af acid brilliant flavin 7G (Waldeck GmbH). Efter hver sprøjtning blev der påsat låg på petriskålene, som blev opbevaret køligt og mørkt indtil analyse. Mængden af tracer på objekterne blev bestemt med fluorimetri. Tracerkoncentrationen blev bestemt på et Perkin Elmer LS 50B spektrometer. Petriskålene blev tilsat 20 ml milliQvand og rystet. Herfra blev der udtaget en prøve på 6 µl, der blev anvendt i spektrometret. Prøven blev belyst (excitation) ved en bølglængde på 410 nm, og emission blev målt ved 518 nm. Ud fra en standardkurve med stigende koncentration af traceren blev indholdet af tracer i prøverne bestemt. Fluorescensmåling er en semikvantitativ målemetode. Målingerne af tracer er vist som faktisk registreret dosis af tracer i hver position fratrukket nulpunktsmåling (milliQvand + spredemiddel). Ud fra disse

data kan effekt af sprøjteteknik og afskærmning på den relative afsætning af sprøjtevæske ved målepunkterne beskrives. Den absolutte afsætning kan ligeledes beskrives. Doseringen af 200 g/ha tracer svarer til, at der ved hver sprøjtning er udsprøjtet en potentiel dosering på 294,8 mikrogram på et areal, der svarer til petriskålens underskål.

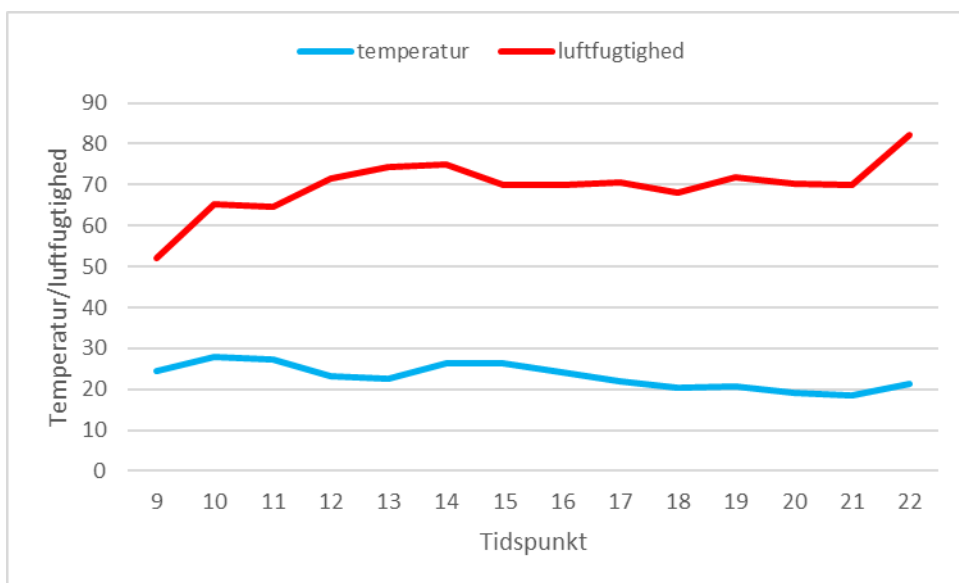
Der er vedlagt billeder, som viser opstilling samt sprøjtning.

Forsøget blev gennemført den 16. marts 2021 i tidsrummet 9:00 til 21:00 på en dag med overvejende solskin (figur 1).



Figur 1. Solskin (minutter/time) d. 16. marts i Slagelse.

Temperaturen i væksthuset var sat til 22°C men varierede som følge af solskin, udluftning og færdsel. Faktisk temperatur og luftfugtighed i væksthuset under forsøget fremgår af figur 2.



Figur 2. Temperatur og luftfugtighed i væksthuset den 16. marts 2021 under forsøgsudførelse.

Resultater og diskussion

Den afsatte mængde tracer på underskåle af petriskåle placeret to steder i loftet af væksthuse under sprøjtning er vist i tabel 1 for alle kombinationer af behandlinger og målesteder. Alle enkeltmålinger, med gennemsnit på forsøgsled niveau samt standardafvigelse er vist i bilag 1. Mellem hver gentagelse blev der målt afsætning af tracer på to placeringer i underskåle af petriskåle, der var placeret i 2 minutter i pågældende placering uden, at der foregik sprøjtning. Afsætningen af tracer i de to placeringer, der indgik i denne metodikdel, er vist i tabel 2, der viser gennemsnittet for de 6 gentagelser. Enkeltværdierne viste ikke tegn på ændringer i niveau i løbet af forsøget/dagen.

Tabel 1. Afsat mængde tracer (nanogram pr. prøve) ved to placeringer i væksthuses loft efter sprøjtning med 4 teknikker i kombination med anvendelse af +/- skyggegardin under sprøjtning.

	Skyggegardin		Uden skyggegardin		LSD ₉₅	
	Kip	Trempel	Kip	Trempel	Kip	Trempel
Bom F-01 dyse	9,1	8,2	7,1	4,9	Ns	Ns
Bom IDK-01 dyse	6,9	7,5	8,1	7,0	Ns	Ns
Lanse TN 18 dyse	31,6	29,1	55,7	63,8	9,5	11,2
Lanse ASJ HCA 80-03	19,0	14,4	18,2	17,8	9,5	11,2
LSD ₉₅	9,5	11,2	9,5	11,2		

Tabel 2. Afsat mængde tracer (nanogram pr. prøve) i metodiktest, hvor underskåle af petriskåle var placeret i 2 minutter før indsamling. Der blev ikke gennemført sprøjtning, mens underskåle var placeret i væksthuset.

Koncentration	Placering	
	På gulv	Trempel
	4,2	3,2

Den statistiske analyse viste, at der ikke var nogen effekt af placering af målested, hvilket også fremgår af tabel 1, hvor de afsatte mængder tracer ved kip og trempel i alle kombinationer er sammenlignelige. Der var en stærkt signifikant effekt af forskellige sprøjteteknikker på afsætning af tracer ved de to målesteder i loftet af væksthuset. Med bomsprøjte er der med begge dysetyper opnået næsten identiske resultater i de to placeringer, både med og uden skyggegardin. De fundne værdier er meget lave og kun ca. 2-3 gange det niveau, der er fundet i metodikdelen (tabel 2), hvor der ikke blev foretaget sprøjtning. Dette er opnået på trods af, at der er meget stor forskel i forstøvning fra de 2 dyser/teknikker, der er testet på bomsprøjten. Lansesprøjtning har medført markant højere tab til væksthuses loft og specielt med TN 18 dysen, der er anvendt ved et tryk, som giver en meget fin forstøvning. Ved lansesprøjtning med ASJ HCA 80-03 dysen er der ligeledes fundet en statistisk signifikant større mængde tracer ved væksthuses loft end ved de to bomsprøjteteknikker. Dette skal ses i forhold til, at der ved lansesprøjtning med ASJ HCA dysen er anvendt en meget grov forstøvning. Sprøjtemetoden har således haft større betydning for tabet end den anvendte forstøvning.

Ved bomsprøjtning udsprøjtes sprøjtevæsken lodret ned mod kultur/sprøjtemål fra 50 cm højde, mens lansesprøjtning gennemføres ved, at kulturen sprøjtes fra begge sider med en håndholdt lanse. Generelt er bomsprøjtning en teknik, der er reproducerbar, og hvor variation primært skal tilskrives hastighed og bomhøjde. Ved lansesprøjtning udsprøjtes sprøjtevæsken til dels horisontalt, og da lanser er håndholdt, vil vinklen uvægerligt variere, ligesom fordelingen af sprøjtevæske vil være mere uens end med bomsprøjten. Denne metodik vil derfor ligeledes være mindre reproducerbar. Lansesprøjter er på trods af dette et meget hyppigt anvendt udstyr hos væksthusegartnere på grund af udstyrets fleksibilitet.

Den statistiske analyse viste, at effekten af afskærmning isoleret set havde en begrænset effekt på tab til kip/trempel, men der var et stærk vekselvirkning mellem sprøjteteknik og afskærmning. Det fremgår da også af tabel 1, at der er opnået sammenlignelige resultater for tab med teknik 1, 2 og 4 uanset afskærmning. Med

teknik 3, hvor de store tab blev fundet, var der derimod en stærk signifikant effekt af skyggegardin. Det fremgår af tabel 1, at anvendelsen af skyggegardin overordnet set har halveret tabet af sprøjtevæske til kip/trempel med teknik 3 (den meget fintforstøvende lansesprøjtning med TN 18 dyse).

De tracermængder, der er fundet ved kip og trempel (tabel 1), skal ses i forhold til, at der teoretisk er udsprøjtet en dosering, der svarer til ca. 295.000 nanogram på samme areal på den sprøjtede testkultur.

Konklusion

I forsøget blev afsætning af tracer ved to målesteder i taget over det sprøjtede areal i et væksthuse undersøgt. Der var ikke forskel på afsætningen ved kip og trempel. Forsøget viste generelt små tracerværdier ved anvendelse af bomsprøjte selv ved anvendelse af fin forstøvning. Der blev generelt fundet markant højere værdier af tracer ved lansesprøjtning uanset den anvendte forstøvning med lansesprøjten. De største tab blev fundet ved sprøjtning med meget fin forstøvning med lansesprøjte. Lansesprøjtning med meget grov forstøvning medførte større tab til kip/trempel end bomsprøjtning med fin forstøvning og understreger dermed betydningen af sprøjtemetode for tabet.

Med den meget fint forstøvende TN 18 dyse anvendt til lansesprøjtning blev der opnået en halvering i de fundne tab til kip/trempel med anvendelse af skyggegardin. For de øvrige teknikker var der begrænset effekt af afskærmning, hvilket formentlig skyldes, at tabene med de øvrige teknikker generelt var lave.

Referencer

Southcombe, E.S.E., Miller, P.C.H., Ganzelmeier, H., van de Zande, J.C., Miralles, A. & Hewitt, A.J. 1997. The international (BCPC) spray classification system including a drift potential factor. Proceedings of the Brighton Crop Protection Conference - Weeds. 1997. November 1997. Brighton. UK. p.371-380.

Billeder



Billede 1. Placering af de to målesteder ved kip samt ved trempel. Holderne til prøver er markeret med pile.



Billede 2. Isætning af træplade med monteret underskål i holder ved trempel.



Billede 3. Træplade med underskål fra petriskål monteret med fin tråd. Tråden kan fjernes uden at berøre underskålens inderside, når denne skal afmonteres efter nedtagning. På billedet er træpladen nedsat i holderen.



Billede 4. Skyggegardin trukket for - skjuler målestederne.



Billede 5. Bomsprøjtning.



Billede 6. Lancesprøjtning med meget fin forstøvning (TN18 dyse).



Billede 7. Lancesprøjtning med meget grov forstøvning (ASJ HCA 8003 dyse).

Bilag 1

Bilag 1. Afsat mængde tracer (nanogram pr petriskål). Tabellen viser resultatet af de enkelte gentagelser, gennemsnit for forsøgsledet samt standardafvigelse på målingerne for hvert forsøgsled.

Teknik 1. Bomsprøjte fin forstøvning med Hardi F-01 dyse.

Afskærmning	Placering	Gentagelse	Afsat tracer pr. prøve (nanogram)	Gennemsnit forsøgsled	Standardafvigelse.
Skyggegardin	Kip	1	10,6		
Skyggegardin	Kip	2	10,2		
Skyggegardin	Kip	3	15,0		
Skyggegardin	Kip	4	7,9		
Skyggegardin	Kip	5	0,7		
Skyggegardin	Kip	6	10,2	9,1	4,7
Skyggegardin	Trempel	1	4,0		
Skyggegardin	Trempel	2	13,6		
Skyggegardin	Trempel	3	8,4		
Skyggegardin	Trempel	4	0,5		
Skyggegardin	Trempel	5	15,0		
Skyggegardin	Trempel	6	7,9	8,2	5,5
Uden skyggegardin	Kip	1	1,0		
Uden skyggegardin	Kip	2	3,2		
Uden skyggegardin	Kip	3	4,7		
Uden skyggegardin	Kip	4	6,7		
Uden skyggegardin	Kip	5	7,4		
Uden skyggegardin	Kip	6	19,7	7,2	6,6
Uden skyggegardin	Trempel	1	5,5		
Uden skyggegardin	Trempel	2	0,3		
Uden skyggegardin	Trempel	3	7,4		
Uden skyggegardin	Trempel	4	5,2		
Uden skyggegardin	Trempel	5	6,4		
Uden skyggegardin	Trempel	6	4,5	4,9	2,4

Bilag 1 fortsat

Teknik 2. Bomsprøjte meget grov forstøvning med Lechler IDK-01 dyse.

Afskærmning	Placering	Gentagelse	Afsat tracer pr. prøve (nanogram)	Gennemsnit forsøgsled	Standardafvigelse.
Skyggegardin	Kip	1	3,0		
Skyggegardin	Kip	2	7,6		
Skyggegardin	Kip	3	10,1		
Skyggegardin	Kip	4	2,5		
Skyggegardin	Kip	5	9,7		
Skyggegardin	Kip	6	8,2	6,9	3,3
Skyggegardin	Trempel	1	4,2		
Skyggegardin	Trempel	2	12,8		
Skyggegardin	Trempel	3	15,0		
Skyggegardin	Trempel	4	3,9		
Skyggegardin	Trempel	5	4,0		
Skyggegardin	Trempel	6	5,4	7,5	5,0
Uden skyggegardin	Kip	1	6,6		
Uden skyggegardin	Kip	2	12,9		
Uden skyggegardin	Kip	3	14,8		
Uden skyggegardin	Kip	4	4,4		
Uden skyggegardin	Kip	5	6,9		
Uden skyggegardin	Kip	6	3,0	8,1	4,7
Uden skyggegardin	Trempel	1	7,6		
Uden skyggegardin	Trempel	2	8,1		
Uden skyggegardin	Trempel	3	9,6		
Uden skyggegardin	Trempel	4	9,1		
Uden skyggegardin	Trempel	5	3,5		
Uden skyggegardin	Trempel	6	4,2	7,0	2,5

Bilag 1 fortsat

Teknik 3. Lansesprøjtning meget fin forstøvning TN18 dyse ved 45 bar.

Afskærmning	Placering	Gentagelse	Afsat tracer pr prøve (nanogram)	Gennemsnit forsøgsled	Standardafvigelse.
Skyggegardin	Kip	1	46,5		
Skyggegardin	Kip	2	29,7		
Skyggegardin	Kip	3	20,7		
Skyggegardin	Kip	4	32,6		
Skyggegardin	Kip	5	30,2		
Skyggegardin	Kip	6	29,7	31,6	8,4
Skyggegardin	Trempel	1	26,2		
Skyggegardin	Trempel	2	48,4		
Skyggegardin	Trempel	3	57,6		
Skyggegardin	Trempel	4	16,5		
Skyggegardin	Trempel	5	9,4		
Skyggegardin	Trempel	6	16,8	29,1	19,5
Uden skyggegardin	Kip	1	45,7		
Uden skyggegardin	Kip	2	42,0		
Uden skyggegardin	Kip	3	94,8		
Uden skyggegardin	Kip	4	75,3		
Uden skyggegardin	Kip	5	32,4		
Uden skyggegardin	Kip	6	44,4	55,7	23,9
Uden skyggegardin	Trempel	1	51,7		
Uden skyggegardin	Trempel	2	72,1		
Uden skyggegardin	Trempel	3	114,7		
Uden skyggegardin	Trempel	4	44,0		
Uden skyggegardin	Trempel	5	39,0		
Uden skyggegardin	Trempel	6	61,2	63,8	27,7

Bilag 1 fortsat

Teknik 4. Lansesprøjtning meget grov forstøvning ASJ HCA 80-03 dyse ved 6 bar.

Afskærmning	Placering	Gentagelse	Afsat tracer pr. prøve (nanogram)	Gennemsnit forsøgsled	Standardafvigelse.
Skyggegardin	Kip	1	30,7		
Skyggegardin	Kip	2	16,5		
Skyggegardin	Kip	3	19,2		
Skyggegardin	Kip	4	23,0		
Skyggegardin	Kip	5	9,7		
Skyggegardin	Kip	6	14,8	19,0	7,3
Skyggegardin	Trempel	1	17,6		
Skyggegardin	Trempel	2	21,7		
Skyggegardin	Trempel	3	11,6		
Skyggegardin	Trempel	4	15,1		
Skyggegardin	Trempel	5	10,9		
Skyggegardin	Trempel	6	9,4	14,4	4,7
Uden skyggegardin	Kip	1	23,9		
Uden skyggegardin	Kip	2	24,7		
Uden skyggegardin	Kip	3	23,5		
Uden skyggegardin	Kip	4	8,1		
Uden skyggegardin	Kip	5	15,5		
Uden skyggegardin	Kip	6	13,8	18,2	6,8
Uden skyggegardin	Trempel	1	20,3		
Uden skyggegardin	Trempel	2	17,1		
Uden skyggegardin	Trempel	3	27,0		
Uden skyggegardin	Trempel	4	11,1		
Uden skyggegardin	Trempel	5	9,6		
Uden skyggegardin	Trempel	6	21,7	17,8	6,6

Rapport

Metoder til at reducere afsætning af pesticider på væksthuses vinduer ved sprøjtning af høje væksthuskulturer



Titelside

Titel	Metoder til at reducere afsætning af pesticider på væksthuses vinduer ved sprøjtning af høje væksthuskulturer
Antal sider:	17
Udført for:	HortiAdvice
Udført af:	Aarhus Universitet Technical Sciences Institut for Agroøkologi Flakkebjerg, DK-4200 Slagelse Tlf: 8715 8195
Forfatter:	Peter Kryger Jensen E-mail: PKJ@agro.au.dk
Fagfællebedømmelse:	Peter Hartvig
Forsøgsteknikere:	Kaspar Ingvordsen, Per Elmegaard Andersen og Mie Hyldegård Jensen
Laborant:	Lena Christensen
Ekstern bistand:	Niels Enggaard Klausen, HortiAdvice, skaffede kærresprøjte til lansesprøjtning og gennemførte behandlinger med denne

Indhold

Titelside.....	2
Indhold	3
Indledning.....	4
Materialer og metoder	4
Resultater og diskussion.....	7
Konklusion.....	8
Referencer.....	9
Billeder	10
Bilag 1	14

Indledning

Ved sprøjtning i væksthuse anvendes flere forskellige sprøjtesystemer. Fælles for systemerne er, at sprøjtevæsken forstøves til dråber, som skal sikre fordeling i den behandlede kultur. Metoderne indebærer, at der er risiko for, at en del af sprøjtevæsken ikke afsættes på kulturen men transporteres rundt i væksthuset, hvor nogle af dråberne kan afsættes på væksthusets vinduer. Pesticid, der er afsat på vinduer i væksthuset, kan efterfølgende blive transporteret ud af væksthuset med kondensvand via eksempelvis kondensrender.

Formålet med forsøget var at undersøge metoder til at reducere afsætningen af sprøjtevæske på indersiden af glasset i taget på væksthuse ved sprøjtning af høje væksthuskulturer som agurk og tomat. Til det formål blev der testet to relevante sprøjtesystemer begge kombineret med anvendelsen af dyser, der sikrer forskellig forstøvning af sprøjtevæsken. De anvendte sprøjteteknikker blev testet dels uden og dels med anvendelsen af afskærmning i form af skyggegardin under udsprøjtningen. Teorien er, at skyggegardinet vil kunne opfange en del af den sprøjtevæske, der alternativt afsættes på væksthusets ydre glasflader, samt at pesticiderne vil blive nedbrudt på skyggegardinet.

Materialer og metoder

Forsøget blev udført i et væksthuse på Forskningscenter Flakkebjerg, der har dimensionerne 9 x 6 meter med en trempelhøjde på 3 m. Væksthuset er udstyret med et standard skyggegardin (stofftype Bonar Phormitex 66 B, der forhandles af Garditec). Der blev afsat et behandlingsareal på 24 m² (3,7 x 6,5 meter), hvor der blev opstillet simuleret kultur af en høj afgrøde. På arealet blev der opstillet 4 rækker simuleret testkultur med en højde på to meter. Arealstørrelsen blev valgt, således at det var muligt at behandle arealet med den hjulmonterede vertikale bomsprøjte fra de støbte gange i væksthuset. Sprøjtning kan omfatte mange forskellige kulturer af væksthuseplanter og med stor variation i størrelse og bladfyldte. Til at simulere sprøjtemål blev der monteret camouflagenet på det areal, der udgjorde de fire rækker simuleret høj væksthusekultur (se billeder 5-7). Formålet med camouflagenettet var at opnå en overflade, der minder om planter. Camouflagenettet er elastisk som blade, når det rammes af sprøjtevæske, og camouflagenettet filtrerer ligeledes sprøjtevæsken under transport mod underlaget. Ved sprøjtning blev den simulerede kultur sprøjtet fra begge sider. Den anvendte dosering udgjorde 200 g/ha udbragt på 24 m² behandlingsareal. Forsøget blev udført efter følgende plan:

Faktor 1. Sprøjteteknik

1. Vertikal bomsprøjte fin forstøvning. Hardi F-01 fladsprededyse ved 6 bar og 0,55 l/min.
2. Vertikal bomsprøjte medium forstøvning. Lechler IDK-01 ved 6 bar og 0,55 l/min.
3. Lansesprøjtning meget fin forstøvning. Standard TN 18 dyse ved 45 bar og 2,3 l/min.
4. Lansesprøjtning grov forstøvning. ASJ HCA 80-03 dyse ved 6 bar og 1,7 l/min.

Faktor 2. Afskærmning (hele væksthuset)

1. Ingen afskærmning
2. Afskærmning med skyggegardin

Sprøjteteknik er valgt ud fra forslag fra HortiAdvice. De to typer udstyr, bomsprøjte og lansesprøjte, udgør hovedparten af det udstyr, der anvendes til sprøjtning i væksthuse. Sprøjteteknik 1 og 3 er de to typisk anvendte teknikker til henholdsvis bomsprøjte og lansesprøjte i praksis. De to øvrige teknikker er medtaget for at undersøge, hvorvidt anvendelse af grovere forstøvning til henholdsvis bom- og lansesprøjte ændrer afsætningsprofilen i væksthuset. Bomsprøjtning blev udført med en vertikal bomsprøjte monteret med 2 m bom påmonteret 5 stk. dyser, som sprøjtede den simulerede kultur fra begge sider (billede 5). Med bomsprøjten blev der anvendt de angivne standard fladsprededyser samt en væskemængde på 1669 l/ha, der blev opnået ved at tilpasse hastigheden.

Lansesprøjtning blev udført med en højtrykskærresprøjte, og trykket blev målt ude ved dyserne. Væskemængde ved lansesprøjtning var ligeledes sat til 1669 l/ha. Ved lansesprøjtning med TN18 dyse blev der anvendt en dyse på lansen og en sprøjtetid på 44 sekunder. Ved behandling 4 blev der anvendt to ASJ HCA 80-03 dyser og en behandlingstid på 71 sekunder for at nå den ønskede væskemængde. Ved lansesprøjtning blev den simulerede kultur ligeledes behandlet fra begge sider (billede 6 og 7).

TN 18 dysen er en standard hulkegledyse, som anvendes ved lansesprøjtning. Der foreligger ikke oplysninger om klassifikation af forstøvning ved de to anvendte dysetryk. Klassifikation af forstøvning fra sprøjteteknik 3 er derfor aflæst efter data fra producenten Spraying Systems. ASJ HCA 80-03 er en hulkegledyse klassificeret som grov forstøvning ved 6 bar. Klassifikation af forstøvning for sprøjteteknik 1-2 samt 4 er i henhold til det internationale BCPC system (British Crop Protection Council beskrevet i Southcombe *et al.*, 1997).

Fladsprededyse Hardi F-01 (sprøjteteknik 1) angives som "fin" forstøvning op til 5 bar af fabrikanten, der ikke angiver forstøvning ved højere tryk.

Skyggegardinet, der blev brugt som afskærmning i faktor 2 (billede 4), var enten trukket helt fra eller trukket for i hele væksthuset.

Der foreligger ingen guideline for måling af pesticidtab ved sprøjtning i væksthuse. I forsøget er der anvendt elementer fra afdriftsforsøg på friland (sprøjtevæske med fluorescerende tracer, samplere i form af petriskåle, opbevaring og analyse af samplere) samt en metodik, der er tilpasset væksthuseforsøg. Den fluorescerende tracer er således den internationale standard ved afdriftsforsøg. Metodikken er udviklet på baggrund af forsøg i 2020 samt metodikforsøg gennemført 2020/2021 forud for dette forsøg. I det sidste metodikforsøg blev objektglas og underskåle af petriskåle testet som samplere og dermed repræsentant for væksthuses glastag. På baggrund af metodikforsøget blev underskåle af petriskåle valgt som samplere. Petriskålens underskål har den fordel i forhold til objektglas, at underskålen er let at håndtere uden at risikere kontaminering under op- og nedtagning. Der skal et minimum af væske til at opløse tracer i underskålen i forhold til den mængde, der kræves ved objektglas. Endvidere blev der registreret baggrundsforurening på objektglas i modsætning til underskålen. De sidste to faktorer betyder, at der er en betydeligt lavere detektionsgrænse ved anvendelse af petriskålens underskåle.

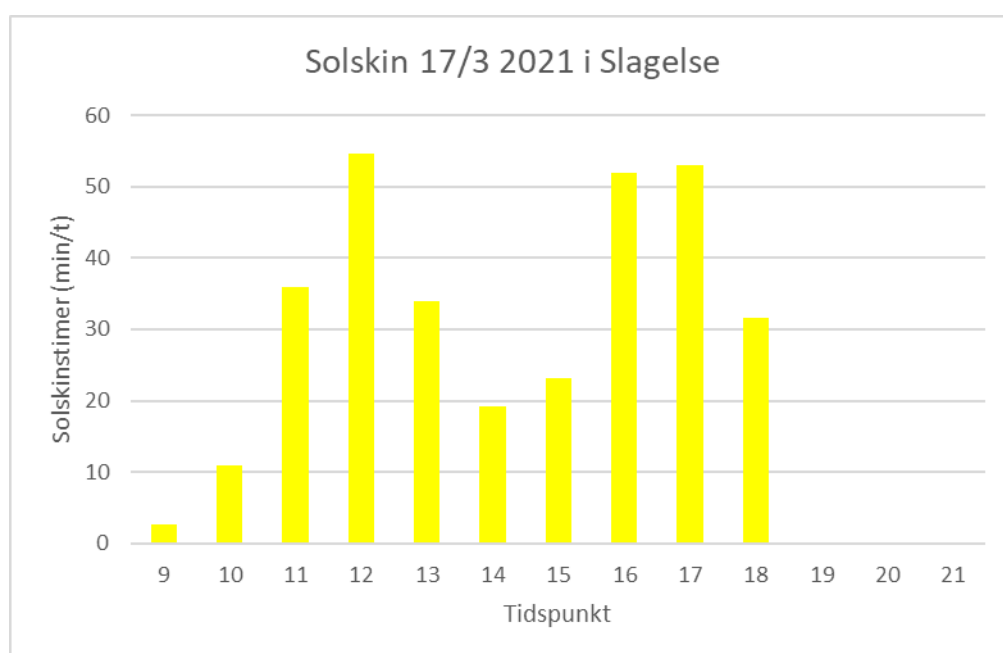
Forsøget blev gennemført med 6 gentagelser. Før hver sprøjtning var der opsat underskåle til petriskåle i 2 placeringer over det sprøjtede areal, ved 1. Kip og 2. Trempel (se billede 1-3). For at undgå kontaminering var der opsat en holder ved de 2 pladser. I holderen blev der nedsat en træplade, hvorpå underskålen var monteret. Underskålen til petriskålen var formonteret på træpladen, således at risikoen for kontaminering under opsætning og nedtagning var minimeret. Efter hver sprøjtning var der afsat et interval på 2 minutter før indsamling af pladerne med petriskåle. Petriskålen fra en plade udgør en prøve, således at der opnås to prøver pr. sprøjtning, en for hver placering. Efter indsamling tvangsudluftes væksthuset i 3 minutter, hvor alle vinduer åbnes maksimalt. Herefter placeres næste hold plader med petriskåle ved kip og trempel, og næste sprøjtning kan gennemføres. Ovenstående procedure blev gennemført på baggrund af metodik forsøget, der viste, at det pågældende interval var tilstrækkeligt til at minimere aerosolindhold i væksthuset til den/de efterfølgende behandlinger.

I forsøget blev følgende metodikdel gennemført for at teste, hvor effektivt tvangsudluftning tømmer væksthuset for dråber med tracer herunder de meget små dråber kendt som aerosoler (dråber < 1 mikrometer). Efter hver gentagelse gennemføres proceduren med indsamling af plader, udluftning af væksthuse samt placering af nye plader. Ved metodikdel placeres en plade ved trempel samt en plade med underskål på gulv. Der foretages ingen sprøjtning, og disse plader og objekter indsamles efter 2 minutters placering.

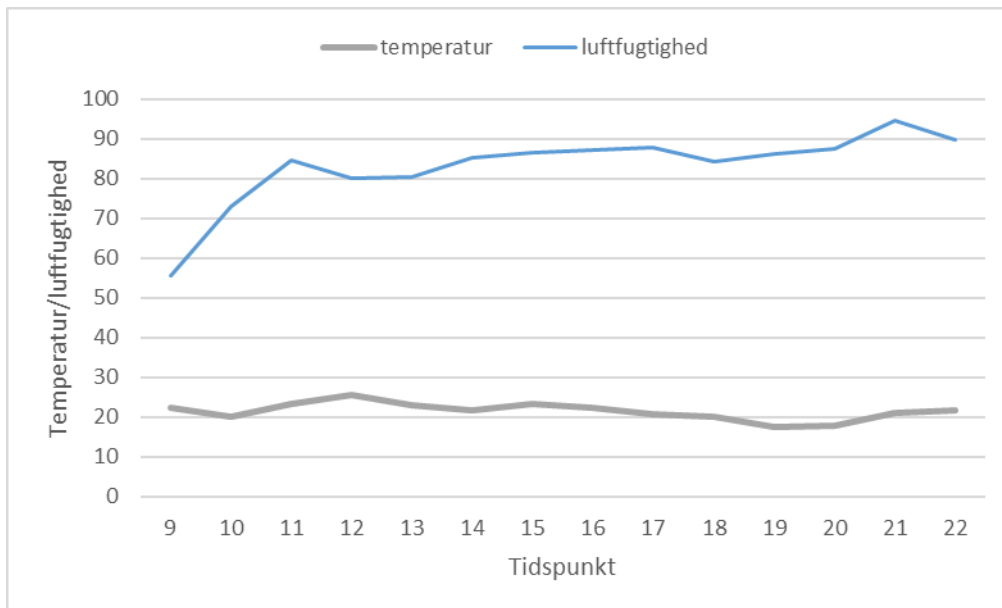
Som sprøjtevæske blev der anvendt vand tilsat fluorescerende tracer samt spredemiddel. Der blev anvendt en dosering på 200 g/ha af acid brilliant flavin 7G (Waldeck GmbH). Efter hver sprøjtning blev der påsat låg på petriskålene, som blev opbevaret køligt og mørkt indtil analyse. Mængden af tracer på objekterne blev bestemt

med fluorimetri. Tracerkoncentrationen blev bestemt på et Perkin Elmer LS 50B spektrometer. Petriskålene blev tilsat 20 ml milliQvand og rystet, hvorefter der blev udtaget en prøve på 6 µl. Prøven blev belyst (excitation) ved en bølgelængde på 410 nm, og emission blev målt ved 518 nm. Ud fra en standardkurve med stigende koncentration af traceren blev indholdet af tracer i prøverne bestemt. Fluorescensmåling er en semikvantitativ målemetode. Målingerne af tracer er vist som faktisk registreret dosis af tracer i hver position fratrukket nulpunktsmåling (udslag fra milliQvand + spredemiddel). Ud fra disse data kan effekt af sprøjteteknik og afskærmning på afsætning af sprøjtevæske ved målepunkterne beskrives. Den absolutte afsætning kan ligeledes beskrives. Doseringen af 200 g/ha tracer svarer til, at der ved hver sprøjtning er udsprøjtet en potentiel dosering på 294,8 mikrogram på et areal, der svarer til petriskålens underskål.

Forsøget blev gennemført den 17. marts 2021 i tidsrummet 9:00 til 21:00 på en dag med vekslende skydække (figur 1). Temperaturen i væksthuset var sat til 22°C men varierede som følge af solskin, udluftning og færdsel. Faktisk temperatur og luftfugtighed i væksthuset under forsøget fremgår af figur 2.



Figur 1. Solskin (minutter/time) den 17. marts 2021 i Slagelse.



Figur 2. Temperatur og luftfugtighed i væksthuset den 17. marts 2021 under forsøgsudførelse.

Resultater og diskussion

Den afsatte mængde tracer på underskåle af petriskåle placeret to steder i loftet af væksthuse under sprøjtning er vist i tabel 1 for alle behandlinger. Alle enkeltmålinger med gennemsnit på forsøgsledniveau samt standardafvigelse er vist i bilag 1. Mellem hver gentagelse blev der målt afsætning af tracer på to placeringer i underskåle af petriskåle, der var placeret i 2 minutter i pågældende placering uden, at der foregik sprøjtning. Afsætningen af tracer i de to placeringer, der indgik i denne metodikdel, er vist i tabel 2, der viser gennemsnittet for de 6 gentagelser. Enkeltværdierne viste ikke tegn på ændringer i niveau i løbet af forsøget/dagen.

Tabel 1. Afsat mængde tracer (nanogram pr. prøve) efter sprøjtning i væksthuse i simuleret høj kultur.

	Skyggegardin		Uden skyggegardin		LSD ₉₅	
	Kip	Trempel	Kip	Trempel	Kip	Trempel
Vertikal bom F-01 dyse	12,5	13,0	11,9	10,6	Ns	Ns
Vertikal bom IDK-01 dyse	13,3	16,7	12,5	17,4	Ns	Ns
Lanse TN 18 dyse	43,1	36,3	58,0	65,8	12,2	14,2
Lanse ASJ HCA 80-03 dyse	22,5	24,4	37,9	27,0	12,2	Ns
LSD ₉₅	12,2	14,2	12,2	14,2		

Tabel 2. Afsat mængde tracer (nanogram pr: prøve) i metodiktest hvor underskåle af petriskåle var placeret i 2 minutter før indsamling. Der blev ikke gennemført sprøjtning, mens underskåle var placeret i væksthuset.

	Placering	
	På gulv	Trempel
Tracermængde pr. petriskål	5,9	4,8

Den statistiske analyse viste, at der ikke var noget effekt af placering af målested, hvilket også fremgår af tabel 1, hvor de afsatte mængder tracer ved kip og trempel i alle kombinationer er sammenlignelige. Der var en stærkt signifikant effekt af sprøjteteknik på afsætning af tracer i loftet af væksthuset. Med vertikal bomsprøjte er der med begge dysetyper opnået næsten identiske resultater i de to placeringer både med og uden skyggegardin. De fundne værdier er meget lave og kun ca. 2-3 gange det niveau, der er fundet i metodik delen (tabel 2) hvor der ikke blev foretaget sprøjtning. Dette er opnået på trods af, at der er meget stor forskel i forstøvning fra de 2 dyser/teknikker, der er testet på bomsprøjten. Lansesprøjtning har medført markant højere tab til væksthuses loft og specielt med TN 18 dysen, der er anvendt ved et tryk, som giver en meget fin forstøvning. Ved lansesprøjtning med ASJ HAC 80-03 dysen er der ligeledes fundet en højere mængde tracer ved væksthuses loft end ved de to bomsprøjte teknikker. Forskellen er dog kun statistisk sikker, hvor der ikke er anvendt skyggegardin. Dette skal ses i forhold til, at der ved lansesprøjtning med ASJ HCA dysen er anvendt en grov forstøvning. Sprøjtemetoden har således haft større betydning for tabet end den anvendte forstøvning.

I høje kulturer anvendes der under alle omstændigheder en sprøjteteknik, hvor sprøjtevæsken udsprøjtes horisontalt mod kulturen fra siden. Det mindre tab med vertikal bomsprøjte skal formentlig tilskrives det faktum, at selvom sprøjtevæsken udsprøjtes horisontalt, er udsprøjtningshøjde og vinkel fra den øverste dyse konstant ved korrekt anvendelse. Ved korrekt anvendt vertikal bomsprøjte vil der derfor ikke ske udsprøjtning over kulturhøjde, som må forventes at være den del af sprøjtevæsken, der kan give anledning til de største tab.

Med lansesprøjtning foregår udsprøjtning håndholdt, og ved sprøjtning af en kultur, der er højere end sprøjteføreren, er det nødvendigt at bevæge lansen på en måde, så udsprøjtning fra dyserne foregår såvel horisontalt som opadrettet for at befugte hele kulturen. Denne teknik vil derfor potentielt give anledning til, at en del af sprøjtevæsken passerer over kulturhøjde og kan give anledning til afsætning på væksthuses ydre flader. Et andet aspekt ved lansesprøjtning, der formodes at kunne give anledning til større tab, er anvendelse af det høje tryk med teknik. Det høje tryk tilfører dråberne en stor energi, som det kræver en større distance, før dråberne har afgivet igen. Det kan medføre, at en del af sprøjtetouchen passerer igennem den sprøjtede kultur.

Den statistiske analyse viste, at effekten af afskærmning i form af skyggegardin havde en begrænset effekt på tab til kip/trempel. Ved anvendelse af vertikal bomsprøjte er der således fundet samme tab til kip/trempel med og uden afskærmning, hvilket også skyldes generelt små tracerværdier ved alle kombinationer. I dette forsøg i høje kulturer blev der ikke opnået signifikant vekselvirkning mellem sprøjteteknik og afskærmning. Med teknik 3, hvor de store tab blev fundet, reducerede anvendelsen af skyggegardin tracermængden ved kip og trempel med henholdsvis 24 og 45%. Med lansesprøjtning og grov forstøvning med HCA-ASJ dysen blev der kun registreret effekt af skyggegardin ved kip, hvor værdien var reduceret med 40%, hvor der var anvendt skyggegardin.

De tracermængder, der er fundet ved kip og trempel (tabel 1), skal ses i forhold til, at der teoretisk er udsprøjtet en dosering, der svarer til ca. 295.000 nanogram på samme areal på den sprøjtede testkultur.

Konklusion

I forsøget blev afsætning af tracer ved to målesteder over det sprøjtede areal i et væksthus undersøgt. Der var ikke forskel på afsætning ved kip og trempel. Forsøget viste generelt små tracerværdier ved anvendelse af vertikal bomsprøjte selv ved anvendelse af fin forstøvning. Der blev fundet højere værdier af tracer ved lansesprøjtning uanset den anvendte forstøvning med lansesprøjten. De største tab blev fundet ved sprøjtning med meget fin forstøvning med lansesprøjte. Lansesprøjtning med grov forstøvning medførte større tab til kip/trempel end bomsprøjtning med fin forstøvning og understreger dermed betydningen af sprøjtemetode for tabet.

Med den meget fint forstøvende TN 18 dyse anvendt til lancesprøjtning blev tabet til kip/trempel reduceret med 24-45% ved anvendelse af skyggegardin. Med lancesprøjtning og grov forstøvning blev der fundet en mindre reduktion i tab ved anvendelse af skyggegardin. Med vertikal bomsprøjte var der ingen effekt af afskærmning, hvilket formentlig skyldes, at tabene med denne teknik generelt var lave.

Referencer

Southcombe, E.S.E., Miller, P.C.H., Ganzelmeier, H., van de Zande, J.C., Miralles, A. & Hewitt, A.J. 1997. The international (BCPC) spray classification system including a drift potential factor. Proceedings of the Brighton Crop Protection Conference - Weeds. 1997. November 1997. Brighton. UK. p.371-380.

Billeder



Billede 1. Placering af de to målesteder ved kip samt ved trempel. Holderne til prøver er markeret med pil.



Billede 2. Isætning af træplade med monteret underskål i holder ved trempel.



Billede 3. Træplade med underskål fra petriskål monteret med fin tråd. Tråden kan fjernes uden at berøre underskålens inderside, når denne skal afmonteres efter nedtagning. På billedet er træpladen nedsat i holderen.



Billede 4. Skyggegardin trukket for - skjuler målestederne.



Billede 5. Høj væksthuskultur simuleret med camouflagenet. Målested i kip ses øverst.



Billede 6. Vertikal bomsprøjtning i simuleret høj kultur.



Billede 7. Lancesprøjtning med meget fin forstøvning (TN18 dyse.)



Billede 8. Lancesprøjtning med meget grov forstøvning (ASJ HCA 8003 dyse).

Bilag 1

Bilag 1. Afsat mængde tracer (nanogram pr. petriskål). Tabellen viser resultatet af de enkelte gentagelser, gennemsnit for forsøgsledet samt standardafvigelse på målingerne for hvert forsøgsled.

Teknik 1. Bomsprøjte fin forstøvning med Hardi F-01 dyse

Afskærmning	Placering	Gentagelse	Afsat tracer pr. prøve (nanogram)	Gennemsnit forsøgsled	Standardafvigelse
Skyggegardin	Kip	1	16,8		
Skyggegardin	Kip	2	7,9		
Skyggegardin	Kip	3	10,2		
Skyggegardin	Kip	4	12,4		
Skyggegardin	Kip	5	14,6		
Skyggegardin	Kip	6	13,3	12,5	3,2
Skyggegardin	Trempel	1	11,6		
Skyggegardin	Trempel	2	19,3		
Skyggegardin	Trempel	3	7,9		
Skyggegardin	Trempel	4	15,5		
Skyggegardin	Trempel	5	8,6		
Skyggegardin	Trempel	6	15,1	13,0	4,4
Uden skyggegardin	Kip	1	27,6		
Uden skyggegardin	Kip	2	10,2		
Uden skyggegardin	Kip	3	5,2		
Uden skyggegardin	Kip	4	10,2		
Uden skyggegardin	Kip	5	9,7		
Uden skyggegardin	Kip	6	8,2	11,9	7,9
Uden skyggegardin	Trempel	1	17,0		
Uden skyggegardin	Trempel	2	6,6		
Uden skyggegardin	Trempel	3	9,7		
Uden skyggegardin	Trempel	4	8,6		
Uden skyggegardin	Trempel	5	8,4		
Uden skyggegardin	Trempel	6	13,1	10,6	3,8

Bilag 1 fortsat

Teknik 2. Bomsprøjte grov forstøvning med Lechler IDK-01 dyse.

Afskærmning	Placering	Gentagelse	Afsat tracer pr. prøve (nanogram)	Gennemsnit forsøgsled	Standardafvigelse
Skyggegardin	Kip	1	15,5		
Skyggegardin	Kip	2	8,7		
Skyggegardin	Kip	3	5,0		
Skyggegardin	Kip	4	23,2		
Skyggegardin	Kip	5	9,7		
Skyggegardin	Kip	6	17,6	13,3	6,7
Skyggegardin	Trempel	1	13,1		
Skyggegardin	Trempel	2	27,2		
Skyggegardin	Trempel	3	6,6		
Skyggegardin	Trempel	4	25,4		
Skyggegardin	Trempel	5	13,9		
Skyggegardin	Trempel	6	13,9	16,7	8,0
Uden skyggegardin	Kip	1	17,5		
Uden skyggegardin	Kip	2	15,0		
Uden skyggegardin	Kip	3	9,7		
Uden skyggegardin	Kip	4	6,7		
Uden skyggegardin	Kip	5	15,8		
Uden skyggegardin	Kip	6	10,1	12,5	4,2
Uden skyggegardin	Trempel	1	22,7		
Uden skyggegardin	Trempel	2	14,6		
Uden skyggegardin	Trempel	3	17,3		
Uden skyggegardin	Trempel	4	21,8		
Uden skyggegardin	Trempel	5	21,8		
Uden skyggegardin	Trempel	6	6,4	17,4	6,3

Bilag 1 fortsat

Teknik 3. Lansesprøjtning meget fin forstøvning TN18 dyse ved 45 bar.

Afskærmning	Placering	Gentagelse	Afsat tracer pr. prøve (nanogram)	Gennemsnit forsøgsled	Standardafvigelse
Skyggegardin	Kip	1	41,3		
Skyggegardin	Kip	2	32,9		
Skyggegardin	Kip	3	68,2		
Skyggegardin	Kip	4	42,7		
Skyggegardin	Kip	5	35,1		
Skyggegardin	Kip	6	38,1	43,1	12,9
Skyggegardin	Trempel	1	34,1		
Skyggegardin	Trempel	2	107,7		
Skyggegardin	Trempel	3	17,8		
Skyggegardin	Trempel	4	19,0		
Skyggegardin	Trempel	5	23,0		
Skyggegardin	Trempel	6	16,1	36,3	35,6
Uden skyggegardin	Kip	1	45,5		
Uden skyggegardin	Kip	2	43,5		
Uden skyggegardin	Kip	3	43,8		
Uden skyggegardin	Kip	4	115,4		
Uden skyggegardin	Kip	5	47,9		
Uden skyggegardin	Kip	6	51,6	58,0	28,3
Uden skyggegardin	Trempel	1	57,6		
Uden skyggegardin	Trempel	2	58,6		
Uden skyggegardin	Trempel	3	104,0		
Uden skyggegardin	Trempel	4	60,5		
Uden skyggegardin	Trempel	5	43,2		
Uden skyggegardin	Trempel	6	70,7	65,8	20,7

Bilag 1 fortsat

Teknik 4. Lansesprøjtning grov forstøvning ASJ HCA 80-03 dyse ved 6 bar.

Afskærmning	Placering	Gentagelse	Afsat tracer pr. prøve (nanogram)	Gennemsnit forsøgsled	Standardafvigelse
Skyggegardin	Kip	1	18,8		
Skyggegardin	Kip	2	31,9		
Skyggegardin	Kip	3	22,3		
Skyggegardin	Kip	4	22,7		
Skyggegardin	Kip	5	27,9		
Skyggegardin	Kip	6	11,3	22,5	7,2
Skyggegardin	Trempel	1	37,5		
Skyggegardin	Trempel	2	37,5		
Skyggegardin	Trempel	3	28,9		
Skyggegardin	Trempel	4	17,1		
Skyggegardin	Trempel	5	19,2		
Skyggegardin	Trempel	6	6,6	24,4	12,3
Uden skyggegardin	Kip	1	38,1		
Uden skyggegardin	Kip	2	33,1		
Uden skyggegardin	Kip	3	23,5		
Uden skyggegardin	Kip	4	92,7		
Uden skyggegardin	Kip	5	23,5		
Uden skyggegardin	Kip	6	16,3	37,9	28,0
Uden skyggegardin	Trempel	1	28,4		
Uden skyggegardin	Trempel	2	22,5		
Uden skyggegardin	Trempel	3	21,8		
Uden skyggegardin	Trempel	4	44,4		
Uden skyggegardin	Trempel	5	37,0		
Uden skyggegardin	Trempel	6	7,7	27,0	12,8