

## Förstudie om nästa generations skyddsutrustning för kemikalieexponering i växthus



Richard Sott, SP - Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, tel 010-5165789,  
[richard.sott@sp.se](mailto:richard.sott@sp.se)  
Klara Löfqvist, JTI - Institutet för Jordbruks- och Miljöteknik, tel 010-5166904,  
[klara.lofqvist@jti.se](mailto:klara.lofqvist@jti.se)



# RAPPORT

Kontaktperson  
**Richard Sott**  
SP Kemi, Material och Ytor  
010-516 57 89  
richard.sott@sp.se

Datum  
2015-08-25

Beteckning  
4P03403

Sida  
1 (9)

## **Förstudie om nästa generations skyddsutrustning för kemikalieexponering i växthus**

Slutrapport till KSLA rapport H132-0038-SLO-01

Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien (KSLA)

Box 6806 (Drottninggatan 95 B)

113 86 STOCKHOLM

---

### **SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut**

*Postadress*  
SP  
Box 857  
501 15 BORÅS

*Besöksadress*  
Västeråsen  
Brinellgatan 4  
504 62 BORÅS

*Telefon / Fax / E-post*  
010-516 50 00  
033-13 55 02  
info@sp.se

Detta dokument får endast återges i sin helhet, om inte SP i förväg skriftligen godkänt annat.

## Syfte

Bestämning av växtskyddsmedel i luft- damm- och ytprover tagna i växthus efter besprutning, i syfte att identifiera spridningsvägarna hos växthusarbetare.

Studie av olika handskars skyddande förmåga mot växtskyddsmedel.

### 1. Bakgrund

För att kunna klara en säker produktion i växthus används kemiska växtskyddsmedel mot olika typer av patogener (svampar och insekter). Dessutom används retarderingsmedel för att styra plantans tillväxt och skapa en lönsam produktion. De som utför den kemiska växtskyddsåtgärden är utbildade, har behörighet och använder i viss utsträckning skyddsutrustning.<sup>1-3</sup> Däremot de som jobbar i växthuset efter utförd behandling är många gånger helt oskyddade. Exponeringsstudier gjorda på upptag av retarderingsmedlet Cycocel (Klormekvatklorid) visar att de som jobbar i växthus med cycocelbehandlade plantor har rester av cycocel i sin urin.<sup>4</sup>

Då växtskyddsmedel appliceras är det viktigt att alla plantor täcks väl och den rikliga besprutningen medför att även inerta ytor såsom bord, vävar och krukor i växthuset kontamineras. Hur nedbrytningen av kemikalierna ser ut på dessa ytor är idag inte känt. Det är dock tydligt att personal i växthus exponeras för och får i sig kemikalier under sitt arbete och det är oklart hur skadligt detta är för den enskilda individen.

Den stora utmaningen då det gäller skyddsutrustning i växthus är att hitta ett material som är praktiskt, bekvämt och funktionellt även vid hög temperatur (25-35°C) och luftfuktighet under en hel arbetsdag. För att kunna komma till botten med detta utvärderas exponeringsvägen genom att studera hur växthuspersonalen utsätts för dessa kemikalier, och vilka olika skyddsmaterial som ger tillräckligt skydd.

### 2. Metod

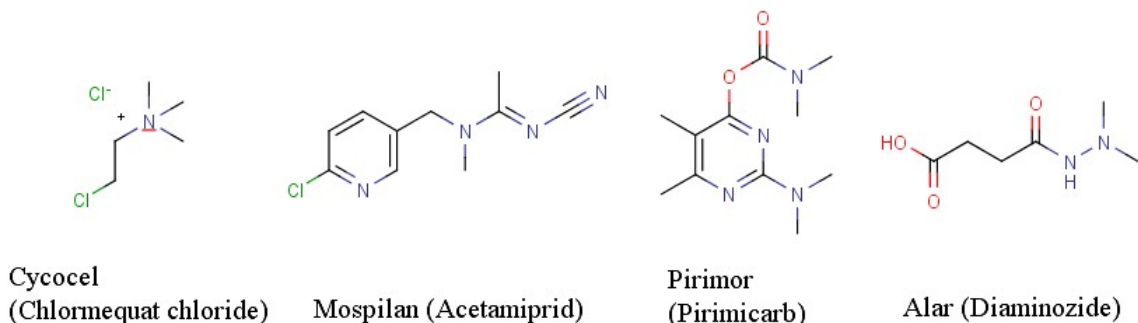
#### 2.1 Provtagning och analys av inomhusmiljön i växthus

Provtagning genomfördes i två olika anläggningar, vid en prydnadsväxtodlare i Skåne. De fyra föreningar som analyserades var Cycocel (Chlormequat chloride) och Alar (Diaminozide) som används som retarderingsmedel, samt Mospilan (Acetamiprid) och Pirimor (Pirimicarb) som används mot löss, se Figur 1. Enligt förhandsinformation användes Cycocel, Alar, Mospilan och Pirimor frekvent, men när provtagning genomfördes var Conserve (Spinosad), som används mot trips, använd istället för Pirimor. Dagen före provtagning hade växthus 8 besprutats med Cycocel och Alar medan växthus 5 hade besprutats med Mospilan och Conserve.

Två sorters luftprov samlades in på arbetsborden där växterna placerats; surgjorda kislerör för att samla flyktiga föreningar och filter för att samla partiklar eller droppar innehållande någon av växtskyddsmedlen. Provtagning av ytor gjordes med filterpapper indränkta med etanol, och dammprover från arbetsbord och golv samlades på en filterhållare kopplad till en dammsugare. Blankprover samlades utanför växthusen, på samma sätt som de övriga proverna. Under provtagningen utfördes arbete i i form av lastning i närheten av provtagare i växthus 8 medan inget arbete utfördes i närheten av provtagarna i växthus 5.

Proverna extraherades i metanol i ultraljudsbad före analys med LC-MS.

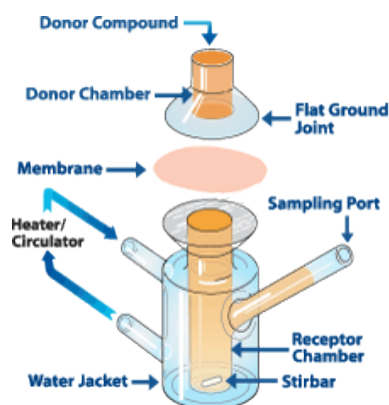
Figur 1. Molekylstrukturerna på de fyra studerade växtskyddsmedlen.



## 2.2 Permeabilitetstest av handskar

Fem olika handskar för olika användningsområden införskaffades för permeabilitetstesterna; två olika tjocka kemikalieresistenta handskar av nitril från Ansell, tjocka verkstadshandskar av nitril från Showa som är olje- och kemikalieresistenta, tjocka hushållshandskar i latex från Vileda, samt tunna engångshandskar i vinyl från Abena. Den skyddande förmågan undersöktes genom att mäta genombrottstiden för växtskyddsmedlen i en permeationscell (Franzcell, 5 ml, i.d. 10 mm från PermeGear) vid 23 °C, se Figur 2. En urklippt del av skyddshandsken placerades i permeationscellen med 0,5 ml lösning innehållande 0,7-2 mg/ml av Cycocel, Alar, Mospilan och Pirimor på ovansidan av ytan och 5 ml destillerat vatten under omrörning i kontakt med undersidan. Vätskan på undersidan provtogs (0,1 ml per provtillfälle) och analyserades upp till 24 h efter start eller tills genombrottstiden detekterats. Genombrottstiden definieras av ASTM F739 som  $0,1 \text{ ug/cm}^2/\text{min}$ .<sup>5</sup>

Figur 2. Vänster: Franz-cell för permeationstest monterad med Vileda Style latexhandske. Höger: Schematisk beskrivning av en Franz-cell.



### 3. Resultat och diskussion

#### 3.1 Inomhusmiljön i växthus

Resultatet från bestämning av de fyra växtskyddsmedlen ges i tabell 1-3 och foton på de provtagna områdena finns i Figur 3. Tabell 1 visar att Cycocel och Alar förekommer på de flesta av ytorna i både hus 8 och 5. Mospilan finns i 2 av 3 provtagna ytor i hus 5, samt i några av proverna från hus 8. Pirimor som ej använts för besprutning detekteras inte i något av proverna.

Flera ytprover från hus 8 innehåller Mospilan och nästan alla prover från hus 5 innehåller Cycocel och Alar. Detta är preparat som används frekvent inom företaget och trots att det inte var nybesprutat med substanserna så är det troligt att dessa föreningar finns kvar på ytorna sedan tidigare gjorda behandlingar.

Provtagning av ytor utanför hus 8 och blankfilter ger inga halter över lägsta detekterbara gräns.

Tabell 2 visar att dammproverna innehåller klormequatklorid och Alar i alla prover från hus 8 samt hus 5 och att Mospilan också finns i de flesta proverna. Dessutom detekteras Pirimor i de dammprover som tagits från golven i både hus 5 och hus 8. Det finns alltså kvar detekterbara mängder av alla fyra växthusmedlen på platser där det saknas uppgift om besprutning dagen innan, vilket betyder att de finns kvar från tidigare besprutningar.

I de tre prover där dammsugarprover tagits genom att provta luften utanför hus 8, inne i hus 8 samt inne i hus 5 detekteras inga växtskyddsmedel. Utomhusprovet som användes som blank visar inte heller några detekterbara mängder av växtskyddsmedel. Frånvaron av växtskyddsmedel i filterproverna inomhus indikerar att det är låg risk att exponeras för damm eller en aerosol innehållande växtskyddsmedel via inandning. De arbetsmoment som i största grad orsakar spridning av damm eller vätskedroppar i luften undersöktes dock inte, och det är därför svårt att utesluta att man kan andas in partiklar med växtskyddsmedel.

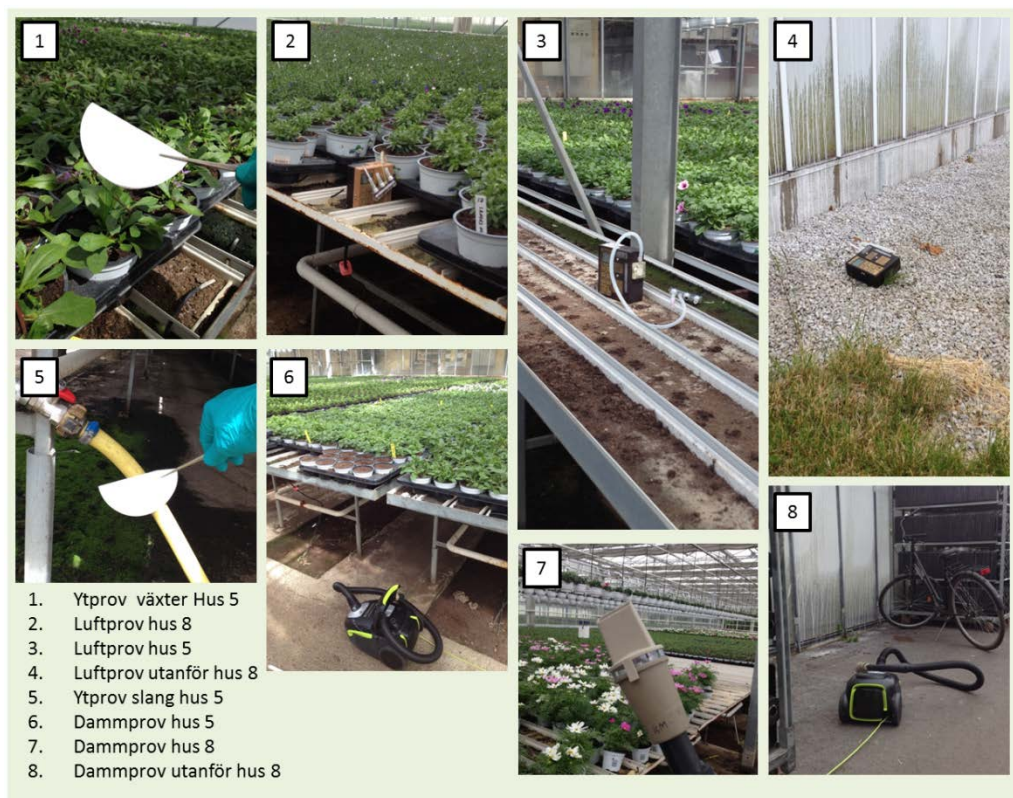


Tabell 1. Filterprover från ytor.

Prov	Mospilan ug tot	Cycocel ug tot	Pirimor ug tot (ej använd vid besprutn)	Alar ug tot	Plats för provtagning
F1	0,00	0,08	0,00	0	Utanför hus 8
F2	0,50	1,41	0,00	8,56	Hus 8 bordskanter yttre
F3	- *	1,41	0,02	17,45	Hus 8 Brätten och krukor
F4	0,28	0,81	0,01	6,92	Hus 8 Växter blad (scaevula)
F5	0,08	1,27	0,00	3,66	Hus 8 Bordskanter mellan
F6	0,00	0,21	0,01	0,08	Bus 8 brättern och krukor
F7	0,00	0,29	0,01	0,05	Hus 8 växter blad, ampelpetunia
F8	0,24	0,20	0,01	0,32	Hus 5 vattenslang
F9	0,95	0,47	0,04	1,08	Hus 5 Kanter bord krukor
F10	0,04	0,10	0,00	0,38	Hus 5 Blad från 3 olika växter
F11	0,00	0,00	0,00	0,00	Laboratorieblank

\* Provtagningen misslyckades

Figur 3. Provtagningsplatser i Tågerups trädgård vid Saxtorp i Skåne.



1. Ytprov växter Hus 5
2. Luftprov hus 8
3. Luftprov hus 5
4. Luftprov utanför hus 8
5. Ytprov slang hus 5
6. Dammprov hus 5
7. Dammprov hus 8
8. Dammprov utanför hus 8

Tabell 2. Dammsugarprover.

Prov	Mospilan ug tot	Cycocel ug tot	Pirimor ug tot (ej använd vid besprutn)	Alar ug tot	Plats för provtagning
D1	0,00	0,01	0,01	0,06	Utanför hus 8
D2	0,00	0,00	0,00	0,02	Hus 8, luft
D3	3,05	1,25	0,88	0,20	Hus 8, golv
D4	0,04	1,12	0,00	3,10	Hus 8, bord
D5	0,38	6,24	0,01	2,30	Hus 8, vävar och väggar
D6	0,00	0,12	0,01	0,00	Hus 5, luft
D7	0,07	1,00	0,45	0,07	Hus 5 Golv och bord

I tabell 3 ges resultaten från luftprover samlade med provtagare innehållande surgjord kiselgel och på filter. Inget av proverna visar detekterbara mängder av någon av växtskyddsmedlen, vilket visar att varken Cycocel och Alar eller Mospilan sprids via luften vid provtagningstillfället.

Tabell 3. Luftprover.

Prov	Mospilan ug tot	Cycocel ug tot	Alar ug tot	Pirimor ug tot (ej använd vid besprutn)	Plats för provtagning
Luftprover, surgjorda silikarör					
L1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	Hus 8
L2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	Utanför hus 8
L3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	Hus 5
L4	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	Utanför hus 5
Luftprover, pumpfilter					
LPF1	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	Hus 8
LPF2	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	Utanför hus 5
LPF3	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	Hus 5

### 3.2 Bestämning av genombrottstid för 5 olika handskar.

Resultatet för permeabilitetsmätningen presenteras i tabell 4. Alla handskar ger ett visst skydd mot vattenlösningar av växtskyddsmedlen (1 mg/ml) under den första timman vid 23°C. Bland handskarna som är klassade som kemikalieresistenta ger den tjocka handsken Ansell Sol-Vex gjord av Nitril ger den bästa skyddsförmågan där ingen av föreningarna detekteras under 24 h ( $< 0,06 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ). Test av de båda nitrilhandskarna Ansell TouchNtuff engångshandske och Showa 377 tjock verkstadshandske visar genombrottstider  $> 6$  h för alla fyra växtskyddsmedel.

Vileda Style Universal och Abena Vinyl powderfree har till skillnad från de övriga handskarna ingen märkning för kemikalieresistens, men ger ändå skydd under begränsad tid. Pirimor

detekteras i små mängder vid 78 min hos Vileda Style Universal (0,9 ug/cm<sup>2</sup>) men överstiger permeationshastigheten 0,1 ug/cm<sup>2</sup>/min först efter 6 h vilket resulterar i en genombrotts tid på > 6 h. Både Alar och Pirimor detekteras redan efter 78 min för Abena Vinyl powderfree (0,05 och 0,9 ug/cm<sup>2</sup> respektive). Genombrotts tiderna bestäms till > 155 min för Alar och > 45 min för eftersom permeationshastigheten understiger 0,1 ug/cm<sup>2</sup>/min för provtagningar gjorda fram till 155 respektive efter 45 min. Efter 24 h detekteras alla växtskyddsmedel som analyserats, för alla handskar förutom Ansell Sol-Vex.

Permeationstesterna utfördes vid 23 °C medan arbetet i växthus ibland utförs under högre temperaturer. Genombrotts tiderna förväntas då bli kortare, och för att få en bättre uppfattning av materialens skyddsförmåga vid höga temperaturer behövs det uppföljande studier.

De fyra föreningar som studerats utgör bara en liten del av de växtskyddsmedel som används, och även om de visar viss skyddsförmåga mot dessa är det fortfarande oklart vilken grad av skyddsförmåga de aktuella handskarna har för andra föreningar. Uppföljande studier skulle kunna utveckla skyddsplagg som skyddar mot en stor variation av växtskyddsmedel.

Tabell 4. Genombrotts tider för Mospilan, Cycocel, Alar och Pirimor.

	Alar	Pirimor	Mospilan	Cycocel
Ansell Sol-Vex, tjock nitrilhandske	> 24 h	> 24 h	> 24 h	> 24 h
Ansell TouchNtuff 92-600, engångshandske av nitril	> 6 h	> 6 h	> 6 h	> 6 h
Showa 377, tjock verkstadshandske av nitril	> 6 h	> 6 h	> 6 h	> 6 h
Vileda Style Universal, tjock latexhandske	> 6 h	> 6 h	-	-
Abena Vinyl powderfree, engångshandske av vinyl	> 155 min	> 45 min	-	-

#### 4. Slutsats

Analyserna av yt- damm- och luftprover från växthus besprutade med växtskyddsmedel visar två tydliga observationer; 1. Det finns detekterbara halter i filterprover och dammprover, men inga detekterbara halter i luftprover. 2. Det finns växtskyddsmedel på ytor och damm där det saknas uppgift om besprutning dagen innan, vilket betyder att de finns kvar från tidigare besprutningar. Eftersom föreningarna inte detekteras i luft men finns kvar på ytor en tid efter besprutning är det mycket troligt att de växthusarbetare som enligt tidigare studier har haft rester av cycocel i sitt urin har fått i sig detta via huden och inte via luften. Det kan dock inte uteslutas att man kan ha exponerats för växtskyddsmedlet genom att andas in damm som virvlar upp vid hantering.

Permeationstester av fem olika handskar visar att de tre handskarna som är klassade som kemikalieresistenta ger en god skyddsförmåga mot 1 mg/ml vattenlösning av växtskyddsmedlen vid 23 °C. Test av en hushållshandske av latex och tunna engångshandskar



av vinyl visar att även dessa skyddar mot de analyserade växtskyddsmedlen under en kortare tid, men som väntat ger de kortare genombrottstider än de klassade handskarna.

Sammanfattningsvis identifieras arbetsytor som bänkar, växter, krukor och vattenslangar som de troliga spridningsvägarna för Cycoceel, Alar och Mospilan. Permeationstest av 5 olika handskar visar att det borde vara möjligt att utveckla handskar som ger ett bra skydd mot de 4 testade växtskyddsmedlen samtidigt som dom inte ligger tätt mot huden och därmed används vid hög temperatur. Denna förstudien visar att det finns ett behov av fortsatta analyser i kombination med en utveckling nya skyddshandskar som kan skydda mot den stora variation av växtskyddsmedel använda. På så vis kan man minimera riskerna för exponering av växtskyddsmedel i odlingsbranscher där arbetare hanterar växter och ytor efter besprutning av.

## 5. Spridning av resultat

Resultatet av förstudien har använts som underlag till undervisning av behörighetsutbildningar vid JTI. En sammanfattning av rapporten har skickats till ett antal företag i växthusbranschen och tillverkare och försäljare av skyddskläder. Den sammanfattade rapporten ligger till grund för en publicering i branschtidningen VIOLA.

Vi tackar Kungliga Skogs- och Lantbruksakademien för finansiering av projektet.

**SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut**  
**SP Kemi, Material och Ytor - Kemi**

Richard Sott

## Referenser

- 1 David Nuyttens, Pascal Braekman, Stijn Windey and Bart Sonck, Potential dermal pesticide exposure affected by greenhouse spray application technique. *Pest Manag Sci* 2009; 65: 781–790
- 2 N. Bjugstad and T. Torgrimsen, Operator Safety and Plant Deposits when using Pesticides in Greenhouses. *J. agric. Engng Res.* (1996) 65, 205 – 212
- 3 D.K. Giles, A. Welsh, W.E. Stenke and S.G. Saiz, Pesticide inhalation exposure, air concentration and droplet size from greenhouse fogging. Health and Safety report HS-1729; Transactions of the ASAE Vol. 38(5):1321-1326, 1995
- 4 Margareta Littorin, Övervakning av exponering för bekämpningsmedel i växthus, Rapport 11/2013, Arbets-och miljömedicin Lund 2013.
- 5 ASTM. (1999) Standard test method for resistance of protective clothing materials to permeation by liquids or gases under conditions of continuous contact, ASTM F 739-99a. West Conshohocken, PA: American Society of Testing and Materials.