

Exponering och effekt av bekämpningsmedel vid odling av trädgårdsprodukter. V1146018. Slutrapport.

Mjöldagg i gurka

Ett av de största problemen inom gurkodling är mjöldagg. Mjöldagg (*Spaerotheca fuliginea*) orsakar skördebortfall och kan förkorta odlings säsongen. För att hantera angreppen styr odlarna klimatet i den mån de bedömer möjligt och har mjöldaggsresistenta sorter. Resistensen är dock inte fullständig och för att bekämpa angrepp användes Fungazil UPMA på gurka. Fungazil innehåller 133,5 g/L av **imazalilsulfat** och är godkänt till 20151231. Preparatet får användas högst två gånger per kultur med 0,75% lösning och ca 200 L/1000 m². Karenstid till skörd är tre dagar. AOEL för imazalil är 0,05 mg/kg/d och ADI 0,025 mg/kg/d (www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/1526).

Skorv i äpple

Ett stort problem i svensk äppleodling är olika typer av svampproblem såsom t ex skorv. Äppelskorv orsakas av svampen *Venturia inaequalis* och angriper både frukt och blad. För att undvika problem används bland andra fungiciden Scala. Scala innehåller 400 g/L av **pyrimetanil** och är godkänt till 20190430. Preparatet är skonsamt mot de naturligt förekommande nyttodjuret men resistens har börjat rapporteras. Rekommenderad dos är 0,7 L/m trähöjd/ha och odlarna ger normalt 1,5 L/ha som kurativ dos och 0,75 L/ha i preventiv dos. Behandling får ske från grön spets till avslutad blomning och utförs därmed företrädesvis i maj månad. AOEL för pyrimetanil är 0,12 mg/kg/d och ADI 0,2mg/kg/d (www.efsa.europa.eu/sites/default/files/scientific_output/files/main_documents/61r.pdf).

Sysselsatta inom gröna näringen, särskilt de som arbetar i avgränsade utrymmen, riskerar att exponeras för kemiska bekämpningsmedel. Det medför en potentiell risk för störningar i nervsystem, hormonsystem och fortplantning samt för malignitet, luftvägssjukdom och allergier. Hur exponerad en odlare blir beror bl.a. på appliceringsteknik, tid som förflutit efter applicering, klimat, ventilationsförhållanden, hanteringsrutiner, skyddsutrustning och kemikaliers inneboende egenskaper. Såväl sprutförare som andra anställda, som utför kulturarbete i behandlade lokaler och som har direktkontakt med behandlat växtmaterial är i riskzonen. Variationerna i hur sprutförare skyddar sig är stora och de som jobbar i kontaminerade utrymmen efter utförd bekämpning använder i stort sett ingen skyddsutrustning. Inga luftmätningar görs och luftgränsvärden saknas. Än mindre kontrolleras exponering via huden, som för vissa ämnen är en viktig upptagsväg. Fastställda regler om återinträdestid efter behandling saknas, vilket är ett problem både för arbetsgivare och anställda. Sprutförare erhåller utbildning men de som utför arbete efter bekämpning har många gånger bristfällig riskinformation.

Det finns alltså skäl att 'övervaka' yrkesverksammas exponering. Ett sätt är att bestämma exponeringsbiomarkörer (nedbrytningsprodukter av ett ämne eller dess metaboliter i kroppsvätskor). På Avdelningen för Arbets- och miljömedicin (AMM) har vi med stöd från flera forskningsfinansiärer etablerat metoder för analys av ett antal exponeringsbiomarkörer för bekämpningsmedel i urinprov. Vi har undersökt sådana markörer hos allmänbefolkning i Skåne, hos prydnadsväxtodlare och några plantskolor. Liknande exponeringsstudier pågår i Mellanamerika. Nu har vi även undersökt yrkesverksamma som odlar växthusgrönsaker eller frukt i Sverige.

Syfte

Övergripande syfte var att undersöka exponering och ev. effekter av kemiska bekämpningsmedel hos odlare av växthusgurka och äpple och vid behov ge råd för att minska exponeringen. Översiktligt ville vi också uppmärksamma förekomst av biologiska bekämpningsmedel och ev. hälsorisker

Material

Undersökta grupper. Det har varit mycket svårt att rekrytera odlare till projektet men med stöd av vår referensgrupp kunde vi slutligen engagera åtta företag (av varierande storlek) som använder imazalil

vid produktion av slanggurka i växthus, varifrån 28 personer deltog, samt 20 odlare som använde pyrimetanol, främst äppleodlare. Undersökningarna pågick mellan 2012 och 2015, provtagningarna till och med 2014.

I de experimentella exponeringsstudierna deltog två försökspersoner (fp), en kvinna och en man.

Metoder

Exponering.

Exponeringsbiomarkörer i urin och humanexperiment. Valet av bekämpningsmedel föll på imazalil (a.s. i Fungazil) i gurkföretag och pyrimetanol (a.s. i Scala) hos äppleodlare. Kriterier för urvalet var: medlet ska användas tämligen allmänt i respektive bransch, tillräckligt mycket om dess metabolism, åtminstone hos försöksdjur, ska vara känt och en tillräckligt stor fraktion av det aktiva ämnet eller dess metabolit/er ska utsöndras till urinen. Kemiska analysmetoder för dessa två ämnen har utvecklats av AMM med stöd från detta projekt, FORMAS, Region Skåne och Lunds Universitet. Metoderna har validerats genom humanexperiment där två frivilliga försökspersoner (fp) exponerats på huden och via munnen (peroralt) för undersökning av urinutsöndringen. Efter hudexponering av imazalil på en mindre yta av underarmshuden tejpades huden också upprepade gånger. Varje tejpbit representerade minst ett lager hud och halten av imazalil mättes i varje tejpbit.

Exponeringsbiomarkörer i urinprov från odlare. Urinprover från yrkesverksamma i gurk- respektive äppleodlingar vid oexponerade och exponerade tillfällen, före och efter bekämpning har samlats in. Instruktionen var att deltagaren vid varje planerat arbetstillfälle skulle samla minst ett urinprov före och tre prov efter arbetet med det aktuella kemiska medlet eller med kontaminerade plantor. Det första 'efter-provet' skulle lämnas ca 2 tim efter avslutat arbete, det andra 10-12 tim senare och det tredje ytterligare 10-12 tim senare. I några fall har provsamlingen upprepats, såväl under samma säsong (år) som under olika säsonger. Referensgruppen har bistått i beslut om prioriteringar under projektets gång: Det bedömdes bland annat viktigare att engagera fler deltagare kommande år än att upprepa exponeringsövervakningen för *alla* som redan medverkat.

Observation av arbetsmiljön. Observationer och intervjuer om sprutmetod, arbetssätt, säkerhetsrutiner och skyddsutrustning gjordes av en hortonom och en läkare från AMM. Utifrån observationerna klassades och riskbedömdes det arbete som deltagarna utförde. Riskbedömningen baserades på flera faktorer som bedömdes spela roll för respektive exponeringsväg.

Var *gurkodlare* erhöll en siffra som angav den risk som odlaren bedömdes ha utsatts för, där 0 motsvarar mycket liten risk då kontakten med sprutmedlet minimerats genom bl a rätt skyddsutrustning, 1 betyder en klar risk, t ex om odlaren inte använt skyddsutrustning eller på annat sätt befunnit sig i en mycket kontaminerad arbetssituation eller miljö. Om odlaren använt för gammal skyddsutrustning eller hanterat den felaktigt har riskfaktorn 0,5 erhållits. Riskfaktorerna har sedan adderats. Slutligen har tiden odlaren haft kontakt med medlet, direkt eller indirekt, samt hur lång tid det var sedan bekämpningen utfördes, dvs återinträdestiden, vägts in. Såväl sprutförare som de som utförde kulturarbete efter utförd behandling har klassificerats och förhållandena vid 39 olika arbetstillfällen har bedömts: (A) Risk (0-8) för exponering via huden under alla arbetsmoment har bedömts utifrån sprutmetod och relevant skyddsutrustning. (B) Risk (0-4) för exponering via luftvägarna har bedömts utifrån sprutmetod och vilken skyddsutrustning som använts vid påfyllnad och sprutning. (C) Risk (0-6) kopplad till tillredning och blandning av preparat; såväl risk via hud som luftvägar har vägts in. (D) Risk (0-5) kopplad till sprutningen; såväl risk via hud som luftvägar har vägts in. (E) Risk (0-15) kopplad till sprutningsarbete med hänsyn tagen till exponering via hud, luftvägar och tidsåtgång för bekämpning. (F) Risk (0-3) kopplad till efterarbete i kontaminerade miljöer. (G) Risk (0-18) kopplad till efterarbete med hänsyn tagen till tidsåtgång för arbetet samt återinträdestid efter utförd bekämpning.

Bland *äppleodlarna* omfattas endast sprutförare. Förutom de som använder fläktspruta ingår en odlare som sprutat med bomspruta i jodgubbsodling (1 individ) och odlare som helt eller delvis sprutar för hand i äpplekulturer (2 individer) eller i växthus (med nedåtriktad stråle och lågt tryck) på växande perenner (1 individ). Särskilt äppleodlarna som använde handhållen utrustning befann sig därför nära

sprutduschen medan övriga äppelodlare befann sig i traktor med eller utan tät hytt. (A) Risken (0-4) för exponering via huden under alla arbetsmoment har bedömts utifrån sprutmetod och relevant skyddsutrustning. (B) Risken (0-3) för exponering via luftvägarna har bedömt utifrån sprutmetod och vilken skyddsutrustning som använts vid påfyllnad och sprutning. (C) Risk (0-6) kopplad till tillredning och blandning av preparat; såväl risk via hud som luftvägar har vägts in. (D) Risk (0-3) kopplad till sprutningen; såväl risk via hud som luftvägar har vägts in. (E) Risk (0-9) kopplad till sprutningsarbete med hänsyn tagen till exponering via hud, luftvägar och tidsåtgång för bekämpning.

I både gurkodlingar och produktion av äpple används biologiska växtskyddsmetoder i kombination eller istället för kemiska preparat. Exponering och utnyttjande av *biologiska bekämpningsmedel* undersöktes översiktligt genom observation och förfrågan.

Effekter av exponering.

Intervju. En läkare från AMM tog upp arbets- och sjukdomsanamnes genom intervjuer efter strukturerade frågeformulär. Tolk anlätades för de deltagare som hade annat modersmål än svenska eller engelska. Initialt ombads deltagarna också att fylla i en matdagbok om födointag dagarna före urinproven, eftersom vi tidigare sett, att dieten kan spela roll för urinens halt av bekämpningsmedel. På grund av tidsbrist, hos deltagarna, avbröt vi insamling av matdagböcker.

Spirometri. Luftvägssjukdom som astma förekommer i ökad omfattning i lantbruk/ trädgård och bland bekämpningsmedelsexponerade. Deltagarnas lungfunktion undersöktes därför med spirometri efter arbetet.

Allergi-screening. Tidigare studier visar på förekomst av allergi och luftvägssjukdom efter kontakt med biologiska bekämpningsmedel som rovkvalster och bakterier. Ev. allergi hos deltagarna undersöktes genom bestämning av IgE-antikroppar mot vanliga luftvägsallergen (Phadiatop). Bekämpningsmedel kan ha hormonstörande effekter, bl a på sköldkörtelfunktionen och

tyroidea-status undersöktes (med kliniska rutinlaboratorieprov) efter arbetet.

Urinprov har samlats för senare analys av en markör för *oxidativ stress*, 8-oxo-7,8-dihydro-2'-deoxyguanosine (8-Oxo-dG), nedbrytningsprodukter av DNA, som speglar genotoxiska effekter.

Resultat med kommentarer

Nya analysmetoder för imazalil och pyrimetanil i urin

Vätskekromatografiska metoder med masspektrometri (LC-MS-MS) har tagits fram för imazalil respektive pyrimetanil i urin och validerats i humanförsök [Faniband et al. 2012 (Bilaga A) och 2015 (Bilaga B och C)]. LC-MS-MS metoden för imazalil och en av dess metaboliter, DCPI, har detektionsgränsen 0,2 ng/mL och den för pyrimetanil är 0,1 ng/mL. Humanförsök med fp, en kvinna och en man, utfördes, dels med peroralt intag, dels med hudexponering.

Fp exponerades peroralt för en dos motsvarande varderas ADI för *imazalil*. Halveringstiderna (den tid det tar för koncentrationen av ett ämne att halveras från ett utgångsvärde) för utsöndringen av imazalil var för kvinnan 2,6 och 7,6 timmar för en snabb respektive en långsam fas. För mannen var halveringstiderna 1,9 och 13 timmar. DCPI hade ett liknande förlopp som imazalil. Både kvinnan och mannen nådde sina maximala utsöndringshalter efter 2-3 timmar. Efter 100 timmar hade 10 % av given dos utsöndrats, nästan allt av det inom första dygnet. Resterande mängder av de givna doserna utgjordes av andra metaboliter (som vi dock inte kunnat kvantifiera). Nedbrytningsprodukter kan också gå till levern och utsöndras till feces (det har setts i experiment på råttor).

Dosen som sattes på underarmshuden var dubbelt så hög som den perorala dosen. Halveringstiderna för utsöndringen av imazalil var för kvinnan 10 timmar och för mannen 6,6 timmar och för DCPI 6,1 timmar för kvinnan och 6,8 för mannen. Hos båda fp uppnåddes toppkoncentrationen av imazalil och metaboliten i urinen efter ca 10 timmar. Totalt återfanns endast mellan ca 2 % och 5% av given dos i urinen. Resten fanns som andra nedbrytningsprodukter och också kvar i 'bandaget' kring underarmen. Med tejpmetoden visades att imazalil hade trängt in i huden t o m den tolfte tejp, där vi fortfarande fann rester av imazalil hos båda fp.

LC-MS-MS-metoden för *pyrimetanil* i urin tillämpades för två fp, som intog ämnet per os i en dos som motsvarade 50% av deras ADI. En hydroxylerad metabolit, OH-pyrimetanil (OH-P), var bäst som exponeringsbiomarkör och följde en modell med en snabbare och en långsammare fas.

Halveringstiderna för utsöndring var hos kvinnan 4 och 14 timmar och för mannen 3 och 15 timmar. Hos båda återfanns 70-80% av pyrimetanil-dosen i urinen som OH-P, nästan allt inom första dygnet. Högst halt i urinen uppmättes hos båda efter ca 2 timmar.

Vid hudexponeringsförsöken fick de båda fp samma dos, halva ADI, av pyrimetanil på underarmshuden. Halveringstiderna nu var för kvinnan ca 6 och 30 timmar för den snabba och den långsamma utsöndringsfasen av metaboliten, för mannen ca 7 och 18 timmar. Max-halt av utsöndringen nåddes efter 8 timmar hos kvinnan och efter 11 timmar hos mannen. Totalt återfanns bara 10% av dosen i kvinnans urin, hos mannen 20%. Resterande mängd har troligen eliminerats via andra metaboliter till urin eller feces eller först tagits upp i sköldkörtel eller lever (som experimentellt skett hos råttor). Tejpmetoden visade att ämnet penetrerar djupt: till och med den 15:e tejen i ordning från samma ställe av huden hade påtagliga halter av pyrimetanil, hos kvinnan några hundra ng/mL, hos mannen flera tiotal ng/mL.

Gurkodlare exponerade för imazalil.

Odlarna. Såväl egna företagare som anställda, de flesta migrantarbetare, deltog, totalt 28 personer i åldern 18-67 (median 33, medel 40) år. Sex av dem var kvinnor; åtta var rökare, nio hade tidigare rökt och 10 var livslånga ickerökare. Antal år i gurkodling ses i Tabell 1.

Tabell 1. Antal år i gurkodling.

Antal år i gurkodling	
Medel	14
Median	7
Min	≤1
Max	52

Tabell 2. Antal undersökta i gurkodling.

Antal undersökta deltagare	
2012	3
2013	16
2012, 2013	3
2014	6

Odlarna undersöktes i maj, juni, augusti och september 2012-14 (Tabell 2). Fjorton odlare deltog mer än en gång samma säsong, tre mer än en säsong. Undersökningstillfällena inföll för 20 personer tidig höst, för en person på senvåren och sju personer deltog såväl tidig höst som på senvåren.

Risk för exponering. Odlarna arbetade antingen med både sprutarbete och kulturarbete med gurkplantorna, alternativt arbetade de endast med kulturarbete. Ingen utförde enbart sprutning. Av de 28 deltagarna hade 12 personer inte arbetat med blandning eller sprutning under undersökningarna utan endast utfört kulturarbete i växthusen såsom skötsel av plantor, plockning, inplastning etc. medan 16 personer deltog efter att ha både blandat och/eller sprutat och utfört andra kulturarbeten. I riskbedömningarna har en rad faktorer vägts in. I gurkodlingarna skedde appliceringen på något av följande tre sätt: handhållen eller manuellt körd vertikal sprutramp (3 företag), sprutrobot som hanteras i mittgången där radbytet sker (4 företag), kalldimning (3 företag). Då växthussprutorna hanterades var det vanligt att en person hjälpte till med hanteringen av slangen vilket i många fall ledde till att två personer exponerades vid sprutningen. I dessa gurkodlingar har riskklassningen av arbetstillfällen delats upp i tre kategorier: tillfällen där odlaren blandat och sprutat, tillfällen där odlaren endast hjälpt till vid sprutningen samt tillfällen där odlaren endast arbetat i kontaminerade miljöer efter sprutningen med övriga kulturarbeten.

Utsöndring av imazalil. Analyser har gjorts av såväl de uppmätta halterna (rådata) som av de täthetsjusterade och kreatininjusterade halterna. De justerade värdena skiljer sig dock inte nämnvärt från rådata och här presenteras därför endast rådata.

Halten av imazalil i *alla* 198 urinprov som odlarna lämnat vid olika tillfällen före eller efter arbete varierade från <0,2 ng/mL (under detektionsgränsen) upp till 58 ng/mL och metaboliten DCPI varierade mellan <0,2 och 10 ng/mL. De tillfällen då odlarna deltagit i både sprutning/blandning/kulturarbete var högsta halten imazalil 58 och metaboliten DCPI 10 ng/mL. När odlarna endast utfört kulturarbete hade de som högst 7,9 ng/mL av imazalil och 3,3 ng/mL av DCPI.

De som skötte blandning och besprutning med hjälp av kalldimning uppvisade inga eller ytterst låga halter av imazalil eller DCPI efter behandlingen, medan de som utförde kulturarbete efter kalldimning kunde bli påtagligt exponerade, speciellt om de arbetade i växthus som nyligen (\leq dagen innan) behandlats.

Ökning av halterna. Högsta och lägsta halt av imazalil och DCPI under den första säsong som odlare deltog framgår av Tabell 3 och 4. Tabell 5 och 6 visar motsvarande data för de tre som deltog mer än en säsong. De som undersöktes flera gånger samma säsong gick inte alltid tillbaka till sitt första ('oexponerade') utgångsvärde. Baserat på var och ens lägsta och högsta halt under första säsong, så ökade halten imazalil mellan 1 och 409 (medeltal 22, median 5) gånger. Motsvarande data för DCPI: ökningen var mellan 1 och 73 (medel 11, median 2) gånger. Tre deltagare fanns det skäl att besöka snart igen, då deras halter var markant högre än de övrigas. Efter information och råd hämtades nya urinprover. För de tre som undersöktes ännu en säsong ökade halten imazalil mellan lägsta och högsta värde 5-21 gånger och DCPI 2-6 gånger.

Tabell 3. Imazalil-halter (ng/mL) första säsongen.

	Högst halt	Lägst halt
N	28	28
Medel	3,9	0,24
Median	0,99	<0,2
Minimum	<0,2	<0,2
Maximum	58	0,97

Tabell 4. DCPI-halter (ng/mL) första säsongen.

	Högst halt	Lägst halt
N	28	28
Medel	1,6	<0,2
Median	,23	<0,2
Minimum	<0,2	<0,2
Maximum	10	0,24

Tabell 5. Halter av imazalil (ng/mL) nästa säsong.

	Högst halt	Lägst halt
N	3	3
Medel	3,5	0,45
Median	3,0	<0,2
Minimum	2,2	<0,2
Maximum	5,3	1,1

Tabell 6. Halter av DCPI (ng/mL) nästa säsong.

	Högst halt	Lägst halt
N	3	3
Medel	1,4	0,26
Median	0,90	<0,2
Minimum	0,27	<0,2
Maximum	3,1	0,51

Risikfaktorer och halter. Den klassning vi gjort av risk/faktorer/ för deltagande personer vid 39 tillfällen korrelerades mot den högsta halt som då uppmättes hos personerna vid dessa tillfällen. Hudexponeringen tycks ha haft större betydelse för halterna än luftvägsexponeringen: Signifikanta korrelationer sågs för den totalt bedömda hudexponeringen (A) och högsta imazalilhalt i urin (Spearman's rho= $r_S=0,60$; $p=0,01$) respektive DCPI i urin ($r_S=0,45$; $p=0,05$). Mellan den totalt bedömda inandningen (B) och imazalil fanns en korrelation ($r_S=0,37$; $p=0,02$), också med DCPI ($r_S=0,27$; $p=0,1$). Risk bedömningen av sprutnings momentet (D) var också korrelerad till imazalil- och DCPI-halterna med $r_S=0,36$ ($p=0,03$) respektive $r_S=0,37$ ($p=0,02$).

Som bakgrund till odlarnas halter kan nämnas, att morgonurinprov från 285 individer ur allmänbefolkningen, som främst exponeras genom intag av livsmedel, visar att 18 och 13% har halter av imazalil respektive DCPI över detektionsgränsen; som mest uppmättes 4,1 respektive 6,1 ng/mL med median $\leq 0,2$ (\leq detektionsgränsen).

Effekter. Tio odlare hade från och till besvär från främst övre luftvägarna; två associerade symtomen till arbetet men inte speciellt till imazalil. Undersökning av lungfunktionen visade i huvudsak värden inom normalområdet; låga värden inom det normala fanns hos några /tidigare/ rökare. Allergi mot luftvägsallergena ämnen påvisades hos 4/27 (15%). Några odlare påtalade symtom på 'gurkklåda'. Sköldkörtelhormonerna i blodet var normala. Flera bejakade förekomst av ergonomiskt belastande

arbetsmoment, en del odlare hade också besvär från muskler och leder. Andra anställda nämnde trötthet och långa arbetsdagar: 10-12, upp till 15 timmar per dygn, sex dagar i veckan under högsäsong.

Exponering och effekt av biologiska växtskyddsmedel. I gurkodling förekom olika typer av rovkvalster såsom *Neuseiulus cucumeris* eller *Phytoseiulus persimilis*. Intervjuer inkluderande sjukdomsanamnes, allergiscreeningsblodprov och spirometri ingav emellertid inte misstanke om allergiska reaktioner associerade till de biologiska bekämpningsmedlen.

Äppelodlare m fl exponerade för pyrimetamil

Odlarna. De flesta men inte alla i denna grupp om 20 personer var egna företagare, alla män; 18 odlade äpplen, en person jordgubbar och en person prydnadsväxter i växthus. De var 28-74 (median 53, medel 51) år gamla. Ingen var dagligrökare men sex personer hade tidigare rökt och två rökte då och då. Antal år i yrket ses i Tabell 7.

Undersökningar av exponering för pyrimetamil i äppleodlingar (och i jordgubbar) gjordes 2013-2014 under april, maj och juni, de månader då medlet i huvudsak används, medan en behandling av perenner i växthus utfördes i december (Tabell 8). I några fall har provinsamling skett upprepade gånger såväl under samma säsong (4 personer) som under olika (3 personer) säsonger.

Tabell 7. Äppleodlarnas år med odling.

År med odling	
Medel	27
Median	29
Min	3
Max	55

Tabell 8. Antal undersökta äppelodlare 2012-2014.

Antal undersökta deltagare	
2012	1
2013	13+1
2014	9+1
Totalt	25

Risk för exponering. Appliceringen av växtskyddsmedel i äppleodlingar sker oftast med hjälp av fläktsprutor som ger en kraftig exponeringsrisk. Betydande riskfaktorer för äppelodlarna är därför om de sitter i en traktor med slutet eller öppen hytt. Av de 16 äppelodlare med fläktspruta har 8 st öppen traktorhytt eller ingen hytt alls. Endast en av de åtta som har en traktor med slutet hytt och kolfilter sköter kolfiltret enligt de rekommendationer som finns på att det ska plockas ut efter varje sprutning och bytas en gång om året. Övriga faller på en av dessa båda punkter. Övriga faktorer som har bedömts för fruktodlarna är vilka skyddskläder som de har haft. Det finns många som använder skyddskläder men samtliga har förbättringsmöjligheter. Exempelvis var det endast 5 odlare som använde handskar av rätt material, bytta med korrekta tidsintervall. Många använder handskar av nitril men byter dem för sällan. Äppelodlare som sprutar för hand exponeras särskilt lätt och under längre tid.

Tabell 9. Halter av OH-P (ng/mL) första säsong bland alla som använt pyrimetamil.

	Högsta halt	Lägsta halt
N	20	20
Medel	131	13
Median	22	1,1
Minimum	0,98	<0,10
Maximum	1416	104

Tabell 10. Halter av OH-P (ng/mL) nästa säsong bland de som använt pyrimetamil.

	Högsta halt	Lägsta halt
N	3	3
Medel	958	54
Median	147	34
Minimum	4,8	<0,10
Maximum	2720	127

Tabell 11. Halter av OH-P (ng/mL) första säsong bland äppelodlare med fläktspruta.

	Högsta halt	Lägsta halt
N	16	16
Medel	52	4,0
Median	22	0,69
Minimum	0,98	<0,10
Maximum	381	20

Utsöndring av pyrimetamil. Analyser har gjorts såväl av de uppmätta halterna (rådata) av metaboliten OH-P som av täthetsjusterade och kreatininjusterade halter. Precis som i fallet med imazalil, så skiljer de justerade värdena inte nämnvärt från rådata. Här presenteras därför endast rådata.

Halterna i *alla* 109 prov insamlade från de 20 odlarna under de 3 åren varierade mellan <0,10 (under detektionsgränsen) och 2720 ng/mL. Sprutning med handhållen spruta gav de högsta halterna. - För jämförelse kan nämnas, att 48% av skånsk allmänbefolkning har halter av OH-P över detektionsgränsen; median $\leq 0,1$ (\leq detektionsgränsen).

Ökning av halterna. Högsta och lägsta halter av OH-P hos alla odlare framgår av Tabell 9 och 10. Jämfört med varje individs lägsta värde steg första säsongen halten mellan 2,2 och 415 gånger (medel 56 och median 16 gånger). Tre odlare besöktes igen, informerades om sina resultat och råd om preventiva åtgärder diskuterades. De 3 deltog åter följande säsong steg mellan 1,2 och 80 gånger (medel 50, median 68 gånger). Halter endast för äppelodlare med fläktspruta ses i Tabell 11. De 16 individerna ökade under säsongen mellan 2,6 och 415 gånger (medel 67 och median 19 gånger). En äppelodlare med fläktspruta deltog följande säsong också; då var högsta halten 4,8 ng/mL och lägsta <0,10.

Riskfaktorer och halter. Odlarnas halter relaterades till vår skattning av risk och riskfaktorer vid de 25 tillfällena bland de 20 odlare som vi studerade: En korrelation ($r_s=0,34$; $p=0,09$) antydde mellan högsta halt av OH-P och vilka risker som man totalt utsatte sig för vid själva sprutningen med hänsyn tagen till tidsåtgång (E). Om endast äppelodlare som applicerade med hjälp av fläktspruta analyserades, framkom en viss korrelation mellan högsta urinhalt och risken som man utsatte sig för vid tillredning och blandning (C) ($r_s=0,47$; $p=0,04$).

Effekter. Ögon- och övre luftvägsbesvär från och till sista året rapporterades av 13 odlare och 10 hade haft hosta, bronkit eller astma/liknande/ besvär, tre av dem misstänkte ev. arbetsrelation men inte kopplat till pyrimetamil. Av besvär som odlarna kopplade till användning av 'växtskyddsmedel' var huvudvärk vanligast. Nästan alla (18/20) bejakade förekomst av ergonomiskt belastande arbetsmoment, som vid beskärning och lyft av lådor och de flesta hade arbetsrelaterade besvär både från övre och nedre extremiteterna och ryggen. Såväl smärttillstånd som vibrationsskador förekom. Lungfunktionen undersökt efter en arbetsdag visade i huvudsak normala värden, några /tidigare/ rökare dock inom lägre normalområdet. Hos 5/20 (25%) påvisades allergiantikroppar mot vanliga luftvägsallergen. Sköldkörtelproven var normala utom hos en odlare med känd tyroideasjukdom.

Exponering och effekt av biologiska växtskyddsmedel. I äppelodlingarna var det biologiska växtskyddsmedlet Turex (*Bacillus thuringiensis* kuestaki/aizawa) vanligast. Sammanvägning av intervjuer, allergiblodprov och spirometri gav inte stöd för förekomst av allergier mot bakterien.

Diskussion

Resterna av de båda bekämpningsmedlen i urinen, exponeringsbiomarkörerna, kan användas för exponeringsövervakning, trots att inte all exponering enligt våra humanexperiment fångas med

respektive markör. Den högsta halten efter avslutat arbete/avslutad exponering ses vanligen i de urinprov som lämnas efter 10-12 timmar, vilket skulle kunna spegla en hudexponering. Det gäller inte minst imazalil. Relationen till riskfaktorerna i arbetsmiljön visade på hudexponeringens betydelse för urinalterna av imazalil. Men alla urinportioner efter arbete har ju inte samlats in och toppar av exponeringsbiomarkörerna kan ha kommit tidigare. Som antyds av humanförsöken, så kan också individuella metabola variationer finnas i hanteringen av de båda substanserna.

Individer som haft uppenbart riskbeteende har högre halter i urinen. Men det finns de som till synes är mindre noggranna men likväl inte har de höga halterna. Det kan vara så, att vår uppfattning om riskfaktorer är bristfällig och för grov och framför allt inte fullständig. Metabola förhållanden kan också spela roll.

Det är också så, att inte bara de som medverkar i besprutningsmoment exponeras utan också de som endast utför kulturarbete i gurkodlingen. En avgörande faktor för deras exponering, av urinalterna att döma, är tiden från besprutning till återinträde. Vi har sett ett antal tydliga exempel på detta.

De arbetsmoment som ingår i den sprutansvariges arbete kring kalldimning har däremot inte medfört någon synbar exponering.

Upplägget med att lämna urinflaskor till deltagarna i gurk- och äppelodlingarna fungerade mestadels väl men i en del fall hade etiketterna på urinflaskorna försvunnit och egna lösningar tagits till, varvid tveksamheter kunnat uppkomma om tidpunkten då urinen lämnades i respektive flaska. Det har också i en del fall varit svårt att erhålla ett urinprov före det exponerade arbetet, då vissa odlare sprutar under flera dagar (i olika växthus eller på olika platser) under sprutsäsongen. Några har också glömt att lämna prov före arbetet och då har ett "grundprov" måst lämnas vid en senare tidpunkt.

Tyvärr har det varit svårt för många odlare att med god framförhållning kunnat meddela oss när bekämpningen skulle ske. Ofta har beslut om spruttillfälle tagits med mycket kort varsel. Särskilt för äppelodlaren är ju väderleken avgörande. Detta har gjort att vi inte alltid kunnat följa behandlingen utan har varit tvungna att förlita oss på vad odlaren efteråt berättat om förhållandena. Det finns alltså en osäkerhet i vår klassning av miljöförhållandena i arbetet.

Odlarnas exponering beskriv bäst genom att ange hur många gånger deras halter ökar under en säsong. Ökningen i urinen är för båda ämnena flera tiotals gånger och mer i några fall. Bland gurkodlarna ökar både sprutförare och kulturarbetande ungefär lika många gånger men de senare från lägre nivåer. Skillnaden mellan lägsta och högsta värden under en säsong är i många fall stor men de som sprutar frekvent under säsongen kommer inte alltid ner till sin halt före säsongen. Det får betänkas när man tolkar hur stor ökningen av en halt är.

Viktigt var att återföra resultaten till deltagarna och nästan alla odlare besöktes avslutningsvis personligen 2014-2015 för återkoppling av analysresultaten av bekämpningsmedelsrester i urinen. Skyddsutrustningen bedömdes då okulärt och information om förbättringsåtgärder i hanteringen av sprutmedel, kontaminerat växtmaterial samt användningen och materialet i skyddsutrustning (klädsel, handskar, andningsmask). Det finns en mycket stor spridning i användning av skyddsutrustning bland odlarna från mycket god till ingen användning alls men samtliga odlare kan förbättra sin hantering och sitt val av skyddsutrustning. Behovet av utbildning om kemiska bekämpningsmedel och uppföljning bedöms stor; det gäller både de som utför bekämpning och de som inte själva gör det.

Vi tror att medvetenheten eller engagemanget kring arbetsmiljöfrågor hos odlare vi träffat ökat bara genom att studien har utförts. Texter för vi, att andningsmasker och skyddsoveraller och lämpligare skyddshandskar anskaffades under projektets gång. Även att användning av handskar utökades till arbetsuppgifter där man inte tidigare haft sådana, som texter vid manuell utplantering av tiram-betade fröer.

Odlarnas urinalter av imazalil och pyrimetanil är i de flesta – men inte alla - fall inte mycket högre än de halter som kan förekomma i allmänbefolkningen. Och även om exponeringen i de två kulturerna inte torde överskrida de mått vi har för risk (AOEL eller ADI), finns skäl att sikta mot minimerad exponering för de undersökta substanserna. Man ska också betänka, att de endast utgör en andel av alla de bekämpningsmedel som används i odlingen. Om de sammanlagda effekterna av flera olika

medel vet vi inte tillräckligt. För att åstadkomma en minskning av exponeringen för dessa två och andra bekämpningsmedel behöver källorna till exponering också efterforskas bättre. Dessutom behöver fler aktiva substanser undersökas.

Några odlare hade övre luftvägsbesvär som delvis relaterades till arbetet men inte till exponering för bekämpningsmedel. Andelen allergitestpositiva var låg bland gurkodlarna. De flesta arbetande i gurkföretagen var anställda migrantarbetare från Polen, Litauen och Ukraina, länder som har en lägre förekomst av allergibenägenhet än i Sverige. Det kan spela roll för den låga andelen. Lungfunktionsvärdena hos både gurk- och äppelodlarna föll inom normalområdet. Dominerande hälsoproblem i de två grupperna, särskilt bland äppleodlarna (som i snitt var äldre och hade fler år inom yrket) var muskuloskelettala besvär.

Spridning av resultat

Resultaten har förmedlats till alla undersökta deltagare och vår referensgrupp. De kommer också att spridas till branschen vid årsmöten eller andra sammankomster. En artikel är inskickad till tidskriften (Viola) och en vetenskaplig publikation är publicerad i Journal of Analytical Toxicology.

Slutsatser och rekommendationer:

- * Exponering för imazalil i odling av växthusgurka och av pyrimetamil i odling av äpplen kunde påvisas via halter av nedbrytningsprodukter i urinen.
- * Halterna kunde relateras till arbetet.
- * Flerfaldiga ökningar av halterna uppmättes under säsong.
- * Alla blir exponerade i växthusmiljön, även de som utför kulturarbete.
- * Kort tid till återinträde ger högre halter.
- * Sprutmetoder som handspruta som ger hög exponering borde överges.
- * Alla hade förbättringspotential.
- * Skyddsanvändning bör öka och förbättras:
- * Nitrilhandskar och andningsskydd med rätta filter.
- * Kunskap om bekämpningsmedel behöver ökas generellt.
- * Och dessutom spridas till flera än de som får gå sprutkurser.
- * Återinträdesintervallet så långt som möjligt tills vi vet vad det ska vara.
- * Vi har inte förstått alla källor och vägar till exponering.
- * Mer ingående studier behövs.
- * Så att korrekta och välunderbyggda råd om arbetssätt och t ex återinträde i växthus kan ges.
- * Exponeringen för andra medel bör undersökas.

