



Igangværende projekter under Miljøstyrelsens Bekæmpelsesmiddelforskningsprogram

From (screen) hit to DNT toxicant

(Universität Konstanz)

Projektbeskrivelse

Large progress has been made during the past years concerning the development of animal-free test methods that are designed to assess developmental neurotoxicity (DNT) hazard within much shorter time and with lower financial effort than the standard animal tests. The concept behind these new approach methods (NAM) is that neurodevelopment requires the activation of so-called key neurodevelopment processes (KNDP), and that it is assumed that DNT toxicants interfere with at least one of these processes. On this basis, test methods have been established that model at least one of the KNDP (such as cell migration, cell differentiation, neurite growth or formation of electrical networks). Several of these tests have a good documentation and technical robustness status. Thus, they have been found (e.g. during an EFSA/OECD workshop in 2017) to be ready to be used to screen potential toxicants. The next two big scientific questions are: (1) how do hits in such screens translate to DNT toxicants; i.e. what is the accuracy of screen prediction models, and how reliable are such data for toxicological hazard predictions?; (2) how do positive results from NAM (disturbance of a KNDP) translate to the usual apical endpoints that regulators are accustomed to? This project combines expertise from two of the world-leading test developers, combined with formal advice by the JRC (ECVAM) and the EPA (Tox21) program, to address these questions in a stepwise manner. Concerning the first question, it will be explored, what procedures need to be implemented to confirm a screen-hit as being robust and toxicologically meaningful. Although such considerations are highly developed in the efficacy area of drug discovery, the field of toxicology has until now hardly developed strategies to address this scientific problem. Also, concerning question-1, this project will allow, for the first time ever in the DNT field, the evaluation of inter-laboratory variability of NAMs used to predict DNT hazard. The latter is generally seen as one of the indispensable conditions for the regulatory use of data. With respect to question-2, a very initial classification will be attempted to characterize potential toxicants as disturbing structural features of nervous system development (i.e. leading to 'malformations' of the nervous tissue) and/or causing functional deficits (i.e. impairing the proper function of the nervous system). The former type of lesion could be a disarray or size reduction of a given brain area; the latter type could be a neurotransmitter system dysbalance associated with hyperactivity.

Test af pesticiders giftighed uden brug af forsøgsdyr

(Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø)

Projektbeskrivelse

En 'kunstig lunge' kan påvise, om imprægnerings produkter på sprayform og inhaleringsmedicin kan give akut forgiftning i lungerne, hvis man indånder dem. Det er dermed muligt at teste disse stoffers akutte giftighed hurtigt og uden brug af forsøgsdyr. Men kan den kunstige lunge også bruges til at teste pesticider, der sprayeres på fx planter? Det vil vi undersøge i dette projekt.

Ifølge EU's lovgivning skal der dokumenteres, at et pesticid, som skal sprayes på, ikke giver brugeren akut lungeforgiftning. Formålet er at beskytte de personer, som anvender pesticiderne. Testen skal udføres på forsøgsdyr, og det er både dyrt og etisk uforvarsomt. Kravet er, at man skal teste produktet i en koncentration der halvdelen af dyrene dør, og mange forsøgsdyr vil derfor blive udsat for unødigt smerte og lidelse.

EU's lovgivningen giver mulighed for, at man i stedet kan bruge en regnemetode til at klassificere et kemisk stofs skadelige effekt. Forskere har imidlertid vist, at denne metode ikke klassificerer pesticiderne korrekt. Det skyldes med stor sandsynlighed, at pesticider ofte består af mange forskellige ingredienser, som kan påvirke hinandens giftighed. Så selve produktet er mere giftigt, end den samlede giftighed af de enkelt komponenter - en problemstilling, som svar til den, vi har fundet for sprayprodukter til imprægnering.

Den kunstige lunge er en enkel metode til at teste, om et kemisk stof kan give akut forgiftning i lungerne. Metoden viser, om stoffet påvirker lungesurfaktantens funktion. Lungesurfaktanten er en væske, som består af proteiner og vand. Den dækker lungernes indre overflade i et meget tyndt lag, og er livsvigtig for lungernes funktion. Den regulerer lungernes overfladespænding, mens man trækker vejret. Hvis funktionen ødelægges, får man en akut lungeforgiftning og symptomer som hoste, trykken for brystet og åndenød.

Vi vil måle den effekt, som pesticider til sprøjtning har i den kunstige lunge og sammenligne det med den effekt, pesticiderne har på vejrtrækningen hos mus, som bliver udsat for de samme produkter. På den måde kan vi teste, om metoden kan bruges til at klassificere de forskellige pesticiders giftighed, og på sigt forhåbentlig blive godkendt som alternativ metode til at teste, om pesticider kan medføre akut lungeforgiftning.

Risikopfattelser og -kommunikation om bekæmpelsesmidler

(Institut for Statskundskab, Syddansk Universitet)

Projektbeskrivelse

Hvordan skal man kommunikere, hvis man vil have folk til at kende til de risici, som er forbundet med brugen af bekæmpelsesmidler, og have dem til at justere deres adfærd derefter? Det spørgsmål vil vi bidrage til at svare på gennem dette forskningsprojekt, der anvender en palette af forskellige metoder. I projektets første del undersøger vi gennem fokusgruppeinterview, hvorfra almindelige danskere får oplysninger om bekæmpelsesmidler, hvordan de opfatter bekæmpelsesmidler, herunder de risici, som er forbundet med dem, og hvordan deres kilder til information hænger sammen med deres opfattelser af risici ved bekæmpelsesmidler. Folk har vidt forskellige vaner i forhold til, hvor meget og hvor de opsøger information i en hverdag, der rummer utallige informationskanaler, og de påvirkes også forskelligt af den information, de møder. Derfor er deres opfattelser af bekæmpelsesmidler og de risici, som er forbundet med dem, både et spørgsmål om, hvor de får information fra, og hvordan de forholder sig til informationen. Fokusgrupperne vil vise, hvilke informationskanaler og hvilke individuelle faktorer der er væsentlige at inddrage i den næste del af projektet. Herefter undersøges vha. en spørgeskemaundersøgelse blandt et repræsentativt udsnit af den danske befolkning, om resultaterne fra fokusgrupperne gælder for danskerne generelt

Når projektet har sikret viden om, hvor danskerne møder information om bekæmpelsesmidler, og hvordan de forholder sig til og tolker den information, er næste skridt at undersøge, hvordan man kan sikre en kommunikation om bekæmpelsesmidler, der tiltrækker folks opmærksomhed, og som reducerer potentielle fejlopfattelser, og som ændrer folks intentioner i retning af at følge de anvisninger, som kommer fra myndighederne. Vi undersøger det i en række eksperimenter. De første anvender såkaldte eye-trackere til at undersøge, hvilke elementer af informationen der tiltrækker opmærksomhed, og hvilken effekt informationen har på folk. En af svaghederne ved samfundsvidenskabelige eksperimenter er ofte, hvorvidt resultaterne kan generaliseres til en bredere

befolkning. Derfor følger vi op ved at gennemføre tre eksperimenter indlejret i spørgeskemaundersøgelser blandt et repræsentativt udsnit af danskerne, hvilket giver os mulighed for at undersøge om, resultaterne gælder for danskerne generelt. Ved at inddrage flere danskere får vi også mulighed for at undersøge, hvordan forskellige målgrupper påvirkes forskelligt af forskellige typer information. Samlet vil projektet sikre værdifuld viden om, hvordan folk får information om bekæmpelsesmidler, og hvordan man mest effektivt kan kommunikere om bekæmpelsesmidler.

Direkte effekter af pesticider og biocider på CatSper Ca²⁺ kanalen i humane sædceller - Ny metode til screening for hormonforstyrrende virkninger

(Afdeling for Vækst og Reproduktion, Rigshospitalet)

Projektbeskrivelse

Vi har for nyligt vist, at visse miljøkemikalier kan virke hormonforstyrrende, idet de kan efterligne det naturlige kvindelige kønshormon, progesteron, og derved påvirke sædcellens specifikke calciumkanal CatSper. Sådanne kemikalier kan derved forstyrre vigtige sædcellefunktioner både ved at efterligne og ved at hæmme den normale progesteron-signalering, der er absolut nødvendig for normal fertilitet. Progesterons stimulering af CatSper-kanalen er essentiel for sædcellernes bevægelighed og evne til at finde frem til ægget i æggelederen. Adskillige studier har vist at en hæmmed progesteron-signalering medfører en mindsket fertilitet. Human eksponering til miljøkemikalier, der forstyrrer denne progesteron-signalering, kan derfor potentielt nedsætte fertiliteten og øge behovet for kunstig befrugtning.

Ved vores oprindelige screening af miljøkemikalier inkluderede vi enkelte pesticider og biocider, bl.a. DDT og Lindan, som havde udtalte effekter på sædcellerne i vores analyser. Disse 'gamle' pesticider er nu forbudt i de fleste lande. Moderne pesticider og biocider var til gengæld ikke inkluderet i vores oprindelige screening og vi mener derfor, at det er højst relevant at bruge metoden til at screene en større gruppe af de moderne pesticider og biocider, der bruges i dag. Formålet med dette ansøgte projekt er derfor at undersøge mindst 100 høj-eksponeringspesticider og biocider for progesteron-lignende effekter på CatSper kanalen i humane sædceller.

Vores hypotese er, at der også blandt de pesticider og biocider, der anvendes i dag, kan være nogle, som har evnen til at forstyrre den normale progesterons-signalering og derfor alene, eller som en del af en større 'cocktail' med andre kemikalier, kan hæmme fertiliteten hos mennesker. Vi vil i projektet fokusere på organochlorider, organofosfater, pyrethroider, carbamater og azoler og lægge vægt på stoffer, hvor eksponering af befolkningen er veldokumenteret. Inden projektstart vil vi konsultere Miljøstyrelsen om hvilke pesticider og biocider, der kan være særlig relevante for de regulerende myndigheder i Danmark og i EU.

I undersøgelsen vil vi desuden inddrage såkaldte hjælpestoffer i pesticidprodukter. Disse kan spille en større rolle end hidtil antaget. Det nationale amerikanske informationscenter om pesticider skriver således: 'Although other ingredients are sometimes called "inert", the name does not mean that they are non-toxic.' I overensstemmelse hermed har vi tidligere vist, at de hyppigt anvendte inerte hjælpestoffer, nonylphenol og phenylphenol, havde udtalt forstyrrende virkning på sædcellens CatSper kanal.

Resultaterne fra projektet vil bidrage med viden i forhold til brugen og reguleringen af moderne pesticider/biocider, og bidrager til at opklare, hvorfor fertilitetsproblemer er så hyppige og brugen af kunstig befrugtning er stigende.

Biocid rotation og kontrol af mikrobiologisk resistens udvikling i fødevarerindustrien (DTU Fødevarerinstitutionen)

Projektbeskrivelse

Fødevarevirksomheder, store som små, beror sig på brug af biocider eller desinfektionsmidler til at nulstille mikrobiologien efter afslutning af den daglige produktion. Hvis rengøring og desinfektion ikke i tilstrækkelig grad fjerner alle mikroorganismer fra overflader af produktionsudstyr, kan der opstå en smittefare, da bakterier og svampe kan overføres til fødevarer på næste produktionsdag. Ved vedvarende brug af et desinfektionsmiddel kan der opstå resistens blandt mikroorganismene, hvilket kan føre tab af effekt. Den farlige bakterie, *Listeria monocytogenes*, har fx vist sig at være særdeles dygtig til at udvikle resistens og etablere sig i produktionsmiljøet, hvilket leder til utallige tilbagekald af spiseklare fødevarer og udbrud af den potentielt dødelige listeriosis sygdom.

Dette projekt vil tage udgangspunkt i anbefalingen om, at virksomhederne skal rotere desinfektionsmidler for at undgå opbygning af resistens blandt mikroorganismene. Formålet med projektet er at undersøge variationer i resistens blandt industrielle *L. monocytogenes* stammer og mikrobiotaen fra produktionsmiljøer, hvilke rotationer, der virker, og hvor ofte, der skal skiftes desinfektionsmiddel for at nedbringe resistens og opnå et effektivt og bæredygtigt biocidforbrug med et formindsket forbrug og udledning.

Vi vil undersøge resistensudviklingen hos mindst 100 *L. monocytogenes* stammer overfor almindelige desinfektionsmidler fx hypoklorit, poredikesyre og kvarternære ammonium stoffer som funktion af eksponering (koncentration, tid) og tilstedeværelsen af organiske stoffer (snavs) og biofilm. Der er speciel fokus på resistensdannelse i biofilm med *L. monocytogenes*. Resistensudvikling i mikrobiotaen fra produktionsmiljøet hos vores samarbejdspartnere undersøges også i relation til industrielle forhold med simulering af deres brug af biocider. Med afsæt i de opnåede resultater undersøges forskellige rotationsstrategier med skift af desinfektionsmiddel for at belyse, hvordan resistens hos bakterier i og uden for biofilm påvirkes, dvs. undertrykkes den eller udvikles der krydsresistens?

Resultaterne fra dette forskningsprojekt skaber ny viden om hvordan industriel brug af desinfektionsmidler påvirker den mikrobielle økologi og resistensdannelse, specielt hos den farlige *L. monocytogenes* bakterie. Den nye viden kan bruges til at formindske udvikling af resistens og dermed også forbruget af desinfektionsmidler.

Undersøgelser af mulige punktkilder inkl. azol-fungicid brug for udvikling af azol resistent *Aspergillus fumigatus*

(Statens Serum Institut)

Projektbeskrivelse

Azole resistance in human fungal pathogens has increased over the past twenty years, especially in immunocompromised patients. Similarities and cross-resistance between azoles used in medicine and agricultural azole fungicides used in crop protection, has put focus on whether the increased resistance rate reported in patients with aspergillosis, is a result of extensive use of azoles in the agricultural environment. *Aspergillus* species, and especially *Aspergillus fumigatus*, are among the dominating causes of patient morbidity and mortality from fungi. Alternative drugs for control of aspergillosis are limited, expensive, less efficacious, more toxic and require intravenous administration.

Azoles are also used in wood and textile preservation and consumer and animal health products, but the majority is used in agriculture and horticulture, when applied as seed treatment or as a spray for control of plant pathogenic diseases. Azoles are today the most widely used group of fungicides providing control of a wide range of plant pathogens in many crops. The potential conflict between the level of agricultural use and the durability of clinical effectiveness of azoles highlights how limited the antifungal toolbox is, where neither "side" can afford to lose a mode of action (through resistance or a ban of use) as this will have major impact on agricultural production and on cost and outcome of patients with aspergillosis.

So far, only limited investigations have been made on the occurrence of azole resistant *A. fumigatus* in the Danish environment, as also specified and summarised in a recent report from SSI. The aim of this project is to investigate potential hotspots for developing resistance in AP (i.e. where is resistance development occurs in DK). Moreover, to investigating if and how specific azoles can select for resistance, when applied to *A. fumigatus* population with low frequency of azole-resistance (i.e. which fungicide, concentrations and application frequencies are determinants for resistance development in *A. fumigatus*). Hotspots for sampling will be picked based on knowledge on actual use of azoles in the environment as well as based on experiences published in literature. Both agricultural environments (soils, compost heaps, straw environment), gardens and storage places will be investigated for azole concentration and AF populations. Isolated *A. fumigatus* from hot spots will be tested for specific resistance mutations and screened for susceptibility to relevant medical azoles and azole fungicides incl. 1,2,4 triazole metabolites, which are commonly found in field samples.

Eksponering for pyrethroider under udviklingen og indvirkning på hjerne- og hjertefunktion

(IST, Syddansk Universitet)

Projektbeskrivelse

Pyrethroider er insektmidler som i stigende grad anvendes og befolkningen udsættes især fra rester i frugt, grøntsager og kornprodukter. Nedbrydningsprodukter af pyrethroider kan nu måles i urin hos stort set alle, herunder børn og gravide kvinder, som også påvist i Odense Børnekohorte. Pyrethroider er nervegifte, som primært påvirker spændingsafhængige natrium-kanaler, der er vigtige for ledning og overførsel af elektriske impulser i nervesystemet. Da tilsvarende natrium-kanaler er væsentlige for hjertemusklens sammentrækning, mistænkes pyrethroider for også at være skadelige for hjertet men der mangler viden om dette. Desuden menes pyrethroider at kunne påvirke skjoldbruskkirtels hormoner, og selv små ændringer i moderens niveauer af disse hormoner under graviditeten kan påvirke udviklingen af fosterets hjerne. Eksponering for pyrethroider i følsomme perioder i fosterliv og barndom kan derfor måske påvirke barnets udvikling og medføre øget sygdomsrisiko senere i livet. Kun få befolkningsundersøgelser har undersøgt, om der er sammenhæng mellem tidlig udsættelse for pyrethroider og nervesystemets udvikling hos børn og resultaterne er modstridende. Ingen studier har undersøgt om pyrethroider kan påvirke hjertemuskelceller fra mennesker eller hjertekarsystemet hos børn. I Odense Børnekohorte er gravide kvinder bosat i Odense Kommune og deres børn fulgt med gentagne spørgeskemaer, kliniske undersøgelser herunder måling af blodtryk, samt blod og urinprøver. Børnene er bl.a. blevet testet for symptomer på ADHD og autisme ved 5 år og deres kognitive funktion (inkl. IQ) er testet i 7-årsalderen. Kohorten giver en enestående mulighed for at undersøge, om udsættelse for pyrethroider i graviditet og barndom har betydning for børnenes kognitive udvikling og deres blodtryk i barndommen. Der er allerede analyseret nedbrydningsprodukter fra pyrethroider i 1200 urinprøver fra møderne i graviditeten og langt de fleste (94%) havde målbare koncentrationer, som vi har fundet relateret til højere ADHD-score blandt børnene i 2-4-årsalderen. Vi er aktuelt ved at måle de samme nedbrydningsprodukter i urinprøver indsamlet fra 460 børn i 5-års alderen og ønsker at supplere med yderligere 400 urinprøver. Vi ønsker desuden at undersøge om pyrethroider binder sig til proteinet, transthyretin, som transporterer skjoldbruskkirtelhormoner i blodbanen, og om de påvirker moderens koncentration af hormonerne, og derved indirekte kan skade hjernens udvikling hos fosteret. Endelig ønsker vi at undersøge om pyrethroider påvirker sammentrækningen i hjertemuskelceller (kardiomyocytter) ved hjælp af en helt ny metode baseret på stamceller fra mennesker. Resultaterne fra projektet vil bidrage med vigtig ny viden om mulige langtidseffekter af pyrethroider i sårbare befolkningsgrupper og mekanismer bag og vil kunne anvendes i myndighedernes regulering af disse stoffer.

Miljø- og arbejdsrelateret eksponering for svamperesistens

(Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø)

Projektbeskrivelse

Infektioner med resistente svampe er dyrere og sværere at behandle, hvilket fører til hospitalsindlæggelser af længere varighed og til højere dødelighed. For at forbygge udvikling og spredning af resistente svampe, og at mennesker får infektioner med disse svampe, er det vigtigt at få vide om, hvor der er resistente svampe, og hvor mennesker udsættes for dem.

Formålet med dette projekt er at afdække, om der er fungicidresistente svampe i en række specifikke miljøer herunder arbejdsmiljøer, og om risikoen for at blive udsat for resistente svampe i disse miljøer. Projektet skal dermed danne grundlag for at vurdere, om der er behov for nye strategier til at undgå brug af pesticider i de forskellige miljøer. Det vil også vise, om der er en ændring i resistens over tid - fx som et resultat af ændringer i reguleringen af pesticider.

Konkretisering

Den danske forskning i fungicidresistens har hovedsageligt fokuseret på den klasse af fungicider, der hedder azoler, og på svampearten *Aspergillus fumigatus*. Svampe kan imidlertid udvikle resistens over for andre fungicider, og der findes mange andre svampearter, som kan give helbredsproblemer. På Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø (NFA) har vi en enestående samling af over 1.800 luftprøver indsamlet i forskellige arbejdsmiljøer inklusiv boliger gennem 20 år, og vi indsamler stadig prøver.

Luftprøverne er indsamlet med en såkaldt sampler monteret på medarbejdere og i områder på følgende steder: konventionelt og økologisk jordbrug og gartneri; renovation; rensningsanlæg; boliger; hospitaler; plejehjem. Derudover har vi også indsamlet prøver fra hobbydueavl.

Prøverne er indsamlet gennem hele arbejdsdage (8 timer), og det er disse prøver, som vi hermed søger om støtte til at analysere.

Målet er at afdække hvilke svampearter der har udviklet resistens, hyppighed af resistens og hvilke midler der er udviklet resistens over for, og om udvikling af resistens er knyttet til bestemte miljøer eller perioder.

Ved at bruge prøver fra en række miljøer med forskellige niveauer af brug af fungicider, kan vi belyse om der er forskelle i risikoen for at svampe udvikler resistens i disse miljøer. Denne viden er relevant, fordi det kan belyse i hvilke miljøer der bør anvendes andre strategier end fungicider til at undgå svampevækst. Desuden opnås relevant viden om, hvor udsættelse for fungicidresistente svampe kan udgøre en risiko for de ansatte. Projektet vil dermed bidrage om relevant viden om forekomsten af fungicidresistens i miljøet.

Bedre værktøjer til vurdering af hormonforstyrrende egenskaber af biocider og pesticider – ToAD

(DTU Fødevarerinstitutionen)

Projektbeskrivelse

EU lovgivningen kræver, at alle biocider og pesticider undersøges grundigt for hormonforstyrrende effekter. De nuværende testmetoder og den eksisterende vejledning er dog ikke tilstrækkelig, og efterlader den vurderende myndighed med vanskelige overvejelser. I dette projekt vil vi adressere to udfordringer i vurderingen af hormonforstyrrende effekter. Vi vil øge forståelsen af, hvordan forskellige mekanismer bag hormonforstyrrende effekter på reproduktionssystemet spiller sammen, og dermed forbedre muligheden for at forudsige effekter af pesticider og biocider ud fra screeningsstudier uden brug af dyreforsøg. Dernæst vil vi udvikle nye metoder til at screene biocider

eller pesticider for potentielle effekter på retinoid-signalering, uden brug af dyreforsøg. Retinoid-signalering er nødvendig for udvikling af en lang række organsystemer i alle dyrearter, inklusive reproduktionssystemet, immunsystemet og skeletdannelse. Nyere undersøgelser har vist, at kemikaliepåvirkning af retinoid-signalering spiller sammen med hormonforstyrrende mekanismer, og en øget forståelse af dette samspil vil være nødvendig for at kunne forudsige skadevirkning af stoffer, der påvirker retinoid-signalering, især under fosterudviklingen. Endnu er der ikke udviklet testmetoder til at screene for, om biocider og pesticider kan påvirke retinoid-systemet. Disse nye metoder, samt øget forståelse af samspillet mellem forskellige hormon-forstyrrende mekanismer, vil lette myndighedernes vurdering af hormonforstyrrende egenskaber af pesticider og biocider. Desuden vil de understøtte brugen af alternative metoder til risikovurderingen af pesticider, biocider og andre kemikalier, samt, bidrage til en forbedret vurdering af risikoen for menneskers sundhed i forhold til faktisk eller anslået eksponering.

Undersøgelse af forekomsten af pesticider i den danske pindsvinebestand (*Erinaceus europaeus*)

(Institut for Kemi og Biovidenskab, Aalborg Universitet)

Projektbeskrivelse

Populærvidenskabelig projektbeskrivelse på dansk og eventuelt også på engelsk (maksimalt 400 ord): Bestandene af pindsvin er i tilbagegang i Europa. Én af årsagerne menes at være forgiftning med bekæmpelsesmidler som rottegift og sneglegift. Dette forskningsprojekt vil for første gang undersøge hvilke bekæmpelsesmidler, der ophobes i de danske pindsvin. Vi vil basere vores undersøgelser på prøver fra 275 døde pindsvin, som er indsamlet af frivillige danskere fra hele landet. Vi vil desuden supplere analyserne med prøver af hår og pigge fra levende pindsvin. Formålet med projektet er at beskrive problemets omfang, nemlig hvilke og hvor mange giftstoffer, der ophober sig i pindsvinene, men også hvordan det påvirker pindsvinenes generelle helbredstilstand. Resultaterne skal bruges som videnskabelig dokumentation for effekten af bekæmpelsesmidler på pindsvinenes overlevelse og trivsel.

Pindsvinene har tidligere været overset i danske undersøgelser af pesticiders indflydelse på vildtlivet. Men grundet pindsvinets fødevalg, som dækker eksempelvis insekter, snegle og ådsler, kan de potentielt repræsentere tilstedeværelsen af en bred vifte af forskellige bekæmpelsesmidler såsom rottegifte, insektgifte og sneglegifte. Da pindsvinene bevæger sig igennem beplantning af forskellig art, fra villahaver til parker og landbrugsarealer, og er tilpasset til at leve i alle slags habitater, er der også stor sandsynlighed for at de kommer i kontakt med ukrudtsmidler. Pindsvinene lever desuden i det samme, lille område igennem livet, og man vil derfor kunne fortolke undersøgelsens resultater med stor geografisk præcision.

Pindsvineprøverne, som skal indgå i undersøgelsen, stammer fra et helt unikt datasæt af indsamlede, døde pindsvin fra hele Danmark. Det er særdeles usædvanligt at have en så stor og geografisk bred repræsentation af en art i forskningen. Med den prøvestørrelse, pindsvinenes brede fødevalg og evne til at trives i alle slags habitater (levesteder), kan pindsvinene også bruges som modeldyr for den danske pattedyrsfauna.

Da andre prøver fra de indsamlede pindsvin allerede er blevet undersøgt i tidligere forskningsprojekter, kan vi desuden fortolke på fundene af bekæmpelsesmidler i pindsvinene i forhold til alder, parasitbyrde, køn, geografi, habitattype, genetik/indavl, tandsundhed og forekomst af MRSA. Det vil give nogle interessante indikationer på effekten af ophobningen af bekæmpelsesmidler i vilde dyr, og besvare spørgsmål, som toksikologiske undersøgelser af vildtliv ikke normalt formår at behandle, da der ikke er data til det.

Forskningsprojektet vil give et indblik i omfanget og effekten af bekæmpelsesmidler på pindsvins overlevelse, og vil desuden sætte os i stand til at påvirke forbrugeradfærden, og ultimativt bidrage til optimeringen af initiativer til at bevare arten i den danske natur.

Emissioner af kvaternære ammoniumforbindelser (QUAT-Fate)

(Institut for Miljøvidenskab, Aarhus Universitet)

Projektbeskrivelse

Quaternary ammonium salts (QUATs), e.g. benzalkoniumchloride, are used both as biocides (in wood protection, human and veterinary hygiene) and as detergents. The applications under the biocidal products directive faces challenges on assessing emissions and concentrations in the environment correctly as assessments are done on single use (within one product type) only.

This project aims at assessing the fate especially degradation processes and degradation products of QUATs in i) soil, ii) wastewater treatment as well as iii) testing which source is contributing how much to the emissions and whether biocidal and detergent use can be discriminated analytically using high resolution HPLC with high resolution mass spectrometry utilizing chromatographic fingerprinting and stable isotope ratios, iv) compare source strength of quaternary ammonium salts from stormwater and wastewater treatment. The project will be conducted to move the knowledge beyond the prediction of simple models such as SimpleTreat as predictions from this modelling tool for charged compounds does not seem to work too well.

A market survey will give insight into usages of QUATs in Denmark.

Experiments will be conducted to differentiate sorption to sludge, biodegradation in wastewater treatment plants as well as determining the removal rates and the concentrations in discharges from wastewater treatment plants. These data will be used to calculate mass flows into the Danish environment. These will be compared to inputs from stormwater (usage on rooftops and wood protection).

The input from wastewater treatment and stormwater will be compared to concentrations in surface waters in which the dilution of effluent wastewater and stormwater is known.

Currently only a very few of the 50 applications for QUATs under biocidal product directive are decided upon, indicating towards high uncertainties in the presented data. This project is aiming to produce more clarity for this.

Et pilotprojekt - Eksponeringsveje for pesticider i harer i agerlandet

(Institut for Kemi og Biovidenskab, Aalborg Universitet)

Projektbeskrivelse

Antallet af danske harer (*Lepus europaeus*) har været faldende gennem flere år. Vildtudbyttet af harer er faldet fra omkring 400.000 harer før 1960 til omkring 41.000 om året i dag, og et gennemsnitligt fald på 4% per år i de seneste 20 år. Selvom vildtudbyttet til en vis grad afhænger af jagttraditioner, viser udbyttet et tydeligt fald. Harer i Danmark er et yndet jagtobjekt og anvendes til konsum. Det formodes at årsagerne til harens tilbagegang i Danmark er ændringer i landbrugslandets dyrkningsformer og anvendelse af pesticider i agerlandet. Harer er valgt som fokusart i risikovurderingen i rapporten "The Northern Zone in accordance with Regulation EC 1107/2009". Harer lever i åbne landskaber og søger føde i agerlandet i markskel og på marker. Nyere undersøgelser af harer viser, at harer i dag ikke kun lever af vilde urter, men også en lang række markafgrøder som byg, majs, rødkløver og græs, og at de søger føde i sprøjtezone, hvor de udsættes for oversprøjtning

med pesticider. Harer kan derfor være særligt udsatte i forhold til pesticider, som de både kan optage gennem føden, men også gennem andre eksponeringsveje som indånding og dermal absorption. I projektet vil vi screene 100 harer for en lang række pesticider. Sundhedstilstanden og reproduktion vil blive undersøgt hos 400 harer. Projektet er et pilotprojekt og vil vurdere om der kan være sammenhæng mellem forekomst af pesticider og harernes helbredstilstand. Desuden vil der være fokus på, om der kan være andre eksponeringsveje end føden for pesticider til harer. Resultaterne af undersøgelsen vil også være vigtig i forhold til andet markvildt, som søger føde i markskel og småhabitater i agerlandet.

Harerne vil blive indsamlet via det netværk som allerede eksisterer i forbindelse med "faldvildt-ordningen", hvor dyrlæger ved Aalborg Universitet (AAU) og DTU-Center for Diagnostik (DTU-CfD), hvert år undersøger 1000-2000 vilde dyr for sygdomme. Faldvildt-ordningen samarbejder Naturstyrelsens enheder og jægere. Desuden indsamles harer gennem Falck redningstjeneste. Der modtages i øjeblikket ca. 40 harer om året, men dette ønskes udvidet til 100 harer pr år i projektperioden. De 40 harer om året indgår som medfinansiering dvs. ca. 10% af obduktionsomkostningerne.

Formålet med projektet er at undersøge:

- om der kan findes pesticider i danske harer i så høje koncentrationer, at det må forventes at påvirke helbred og reproduktion
- undersøge om der kan påvises andre eksponeringsveje for pesticider for hare i agerlandet end gennem føden.

Formidling af resultater:

Projektet vil blive afsluttet med en rapport til Miljøstyrelsen. Desuden vil resultater i dialog med styrelsen formidles til relevante medier og målgrupper. Videnskabeligt vil resultaterne blive publiceret i relevante tidsskrifter og offentliggjort ved nationale- og internationale konferencer.

Modellering og kortlægning af risiko for pesticideksponering på oplandsskala (MOMAPEST)

(Institut for Bioscience, Aarhus Universitet)

Projektbeskrivelse

Der er behov for modeller til at give realistiske vurderinger af pesticideksponering af overfladevand og grundvand på landskabsniveau. Komplekse, fuldt distribuerede modeller med store krav til inputdata har tidligere været forsøgt anvendt til at beskrive pesticidtransport i vandløb i Danmark uden tilfredsstillende resultat.

Formålet med projektet er at undersøge, om den semi-distribuerede model SWAT kan anvendes under danske forhold til at beregne og visualisere pesticideksponering af grundvand og overfladevand fra lille skala til landskabsniveau. SWAT er en frit tilgængelig, open source økohydrologisk oplandsmodel, som fleksibelt kan tilpasses de tilgængelige inputdata. SWAT er en holistisk model, som parallelt beskriver hydrologi, sediment-, næringsstof- og pesticiddynamik. Der er mulighed for at inddrage ikke-landbrugskilder til pesticideksponering, f.eks. frugt- og juletræsplantager og byområder. SWAT har været anvendt til at beskrive pesticiddynamik i en række studier i USA og Europa

I projektet udvikles et modul til SWAT til beskrivelse af transport af opløste og partikelbundne pesticider gennem makroporer og drænrør. Modulet valideres mod monitoringsdata fra en række dræn. SWAT udvides med den nye model og testes på data fra to landovervågningsoplande med detaljerede pesticidmonitoringsdata. Den udvidede SWAT-model anvendes i en stor-skala opsætning på hele Fyn. Der bygges ovenpå en regional SWAT-model, som er opsat i projektet IMAGE finansieret af Det Strategiske Forskningsråd til at beskrive hydrologi og næringsstoffdynamik. Der udvikles en transferfunktion på grundlag af detaljerede pesticidanvendelsesdata fra landovervågningsprogrammet, som kan opdatere den regionale SWAT-model med afgrøde- og brugstype-specifikke

pesticidanvendelsesdata. Modellen beskriver omsætning og transport af pesticider til grundvand og overfladevand. På grundlag af modellens output udarbejdes detaljerede kort over risikoområder for pesticidtab og vandområder i risiko for pesticideksponering. Projektet vil afdække fordele og ulemper ved at anvende SWAT som et koncept til landsdækkende modellering og risikovurdering af pesticideksponering.

Persistence and Accumulation of Triazole-Fungicides in Soil and Their Conversion to 1,2,4-Triazole (TriaFung) (Miljøkemisk Afdeling, GEUS)

Projektbeskrivelse

I dette forskningsprojekt vil vi undersøge triazol-fungiciders skæbne i danske landbrugsjorde. Disse pesticider er persistente i topjord på grund af høj sorption og lav bionedbrydelighed, hvilket kan føre til ophobning af stofferne i topjorden efter gentagne sprøjtninger. Triazole-fungiciderne i sig selv har lav sandsynlighed for at udvaske til grundvandet, men de kan langsomt hydrolyseres til 1,2,4-triazol, et stof som ikke sorberer, og som kan udvaske lang tid efter sprøjtning med moderstofferne. Det er denne persistens og akkumulering af triazole-moderstoffer og den efterfølgende langsomme ”blødning” af den mobile metabolit 1,2,4-triazole, som vil udforske nærmere i det foreslåede projekt. Projektets grundlæggende forskningsspørgsmål er: Hvor lang tid forbliver triazole-herbicer i jorden, og i hvilken grad skyldes deres forsvinden aging-effekter såsom dannelse af bound residue, som stadigvæk kan ”bløde” 1,2,4-triazol? Er triazol-fungicider ophobet i dansk landbrugsjord, og er der en korrelation mellem moderstoffernes koncentration i pløjelaget og udvaskningen af 1,2,4-triazol i drænvand? Og endelig, findes der en naturlig kilde til 1,2,4-triazol i områder, hvor der ikke er noget antropogen input?

In this study, we will investigate the fate of triazole fungicides in Danish agricultural fields. Due to high sorption and low degradability, these compounds may persist in the topsoil and may accumulate after repeated application. The triazole-fungicides may not themselves leach to underlying aquifers, but they may slowly hydrolyze to 1,2,4-triazole, a compound that does not sorb and may leach from the topsoil long after application of the parent compounds. It is this persistence and accumulation of triazole parent compounds and the subsequent slow “bleeding” of the mobile metabolite 1,2,4-triazole, that we will look into in the proposed project. The basic research questions are: How long do the triazole fungicides persist in soil and to which extent is their dissipation due to aging effects such as formation of bound residue that can still “bleed” 1,2,4-triazole? Has there been any accumulation of triazole fungicides in Danish agricultural topsoil and is there a correlation between the concentration of parent compounds in the plough layer and the leached concentration of 1,2,4-triazole in tile drains? And finally, is there a natural source of 1,2,4-triazole in areas with no anthropogenic input?

FUNGISOURCE – Fungicider i træbeskyttelse og landbrug – to kilder til de samme stoffer i grundvandet?

(Miljøkemisk Afdeling, GEUS)

Projektbeskrivelse

I projektet, afklares mulige kilder til fungicidrester i det danske grundvand. Det seneste års tid er der konstateret meget høje indhold af N,N-dimethylsulfamid (N,N-DMS) i dansk grundvand inklusive en del drikkevandsboringer. N,N-DMS er et nedbrydningsprodukt fra fungicidet tolylfluanid, som dels har været anvendt i frugt- og bærproduktion men også har indgået som biocid i diverse produkter til maling og beskyttelse af udendørs træværk. Forekomster af N,N-DMS i bestemte dele af især Hovedstadsområdet peger på, at biocidanvendelse i områder med mange træhuse er en sandsynlig

kilde til grundvandsforurening. Et andet nyligt fundet stof, også vidt udbredt i dansk grundvand, er 1,2,4-triazol, som også er et nedbrydningsprodukt fra fungicider som anvendes i både landbrugsmæssig sammenhæng og som biocid i træbeskyttelse og maling. I projektet afklares, hvad kilderne til de to nedbrydningsprodukter er i det danske grundvand, om vi kan forvente af forureningen har toppet, og hvor længe forureningen vil vare ud i fremtiden. Dette gøres gennem fire arbejdsopgaver: 1. En undersøgelse af, hvilke kilder der har været til fungiciderne i træbeskyttelsesprodukter og maling, og hvor store kilderne fra disse produkter har været gennem tiderne. Kombineret med en beregning af, hvor store træarealer, der forventes at være behandlet med produkterne, vil der blive beregnet kildestyrker i bebyggede områder. Disse vil blive sammenlignet med kildestyrker fra landbrugsmæssig brug af fungiciderne. 2. Forekomst af fungiciderne og deres nedbrydningsprodukter undersøges i fire udvalgte områder; to bebyggede områder, en jordbærmark og en frugtplantage. Vi undersøger forekomsten af potentiel fremtidig forurening fra akkumulerede fungicider i overjorden, forekomst af stofferne i umættet zone med sugeceller, og forekomsten i det øverste grundvand under lokaliteterne med rammeboringer. Et af de bebyggede områder og jordbærmarken er lokaliseret i indvindingsoplandet til Hovedstadens Forsyningsselskab (HOFOR), hvor forurening med N,N-DMS er konstateret. 3. Gennem laboratorieforsøg undersøges nedbrydning og sorption af fungiciderne og deres nedbrydningsprodukter i forskellige jordlag på de fire feltlokaliteter; over-jord, underjord og grundvandssediment. Desuden undersøges iltindholdet i grundvandssedimentets betydning for nedbrydning af N,N-DMS og 1,2,4-triazol. 4. Resultaterne fra de andre arbejdsopgaver bruges til at modellere forekomsten af N,N-DMS og 1,2,4-triazol i grundvand på oplandsniveau. Som eksempler benyttes to af HOFOR's indvindingsoplande, hvor der pt. er konstateret forurening med N,N-DMS, men med henholdsvis landbrugsanvendelse og biocidanvendelse som formodede forureningskilder. Der vil i den forbindelse også blive foretaget varighedsberegninger, altså en forudsigelse af, hvor langt ud i fremtiden vi kan forvente at grundvandsforureningen med N,N-DMS og 1,2,4-triazol vil vare.

SURFPEST – Måling af betydningen af overfladisk afstrømning som transportvej for pesticider fra mark til vandløb

(Institut for Bioscience, Aarhus Universitet)

Projektbeskrivelse

Overfladisk afstrømning er en ofte overset transportvej, men med en stigende og højere intensiv nedbør måske en vigtig, direkte transportvej for pesticider fra mark til overfladevand. En sådan transportvej kan især have betydning for eventuelle pulser af pesticider i vandløb. Transportveje kan føre både opløste og partikel-bundne pesticider til overfladevand. Der er derfor et stort behov for flere kvantitative opgørelser af betydningen heraf på både mark og oplandsniveau.

Den direkte transportvej som overfladisk afstrømning udgør under intensiv nedbør og snesmeltning er desuden mangelfuldt beskrevet i modeller, så der er et stort behov for at få indsamlet data som kan medvirke til at udvikle og validere modeller for overfladisk afstrømning da denne transportvej forventes at blive vigtigere når klimaet ændrer sig mod mere nedbør og mere ekstreme nedbørshændelser. I projektet måles og kvantificeres overfladisk afstrømnings betydning som transportvej fra mark til vandløb og deres indflydelse på pulskoncentrationer af opløste og sedimentbundne pesticider i tre mindre vandløb i Vestjylland og Østjylland. Der udvikles og af testes en ny metode til hydrografopsplitning af overfladisk afstrømning støttet af sensormålinger af ledningsevne, anvendelse af stabile isotoper som tracere, samt støttet af en række fysisk-kemiske parametre analyseret ved udtag af samtidige vandprøver i overfladisk afstrømning og vandløb med automatiske prøvetagere.

Pesticideksponeringsrisiko for flagermus i landbrugsområder – BatPER

(Institut for Bioscience, Aarhus Universitet)

Projektbeskrivelse

Gældende metoder til risikovurdering for bekæmpelsesmidler for fugle og pattedyr vurderes ikke at være tilstrækkeligt dækkende for eksponering af flagermus. Risikovurderingen omhandler fx ikke risikoen for dermal eksponering og inhalering af bekæmpelsesmidler som flagermus kan opleve, hvis de jager insekter samtidig med udbringningen af bekæmpelsesmidlerne. Endvidere er der generel dårlig viden om toksiciteten af bekæmpelsesmidlerne for flagermus i forhold til de typiske testorganismer, og de toksiske effekter under flagermusenes dvaleperiode.

Alle flagermusarter er strengt beskyttede i Danmark og resten af Europa. Alle flagermusbestandes status er desuden meget følsomme over øget dødelighed, fordi arterne alle har relativt lange levetider og lave reproduktionsrater. Desuden flyver flagermus ofte mange kilometer hver nat for finde insektrige jagtområder, fx over marker, langs levende hegn eller i frugtplantager, hvorved de kan udsættes for pesticider. Flagermus kan ligefrem opsøge landbrugsmaskiner, dels fordi flagermusene fouragerer på de insekter som sværmer op omkring maskinerne, og dels fordi flagermusene tiltrækkes af lys på maskinerne. Den adfærd medfører en stor risiko for at flagermusene bliver direkte oversprøjtet med bekæmpelsesmidler eller eksponeres dermalt og inhalerer midlerne, når flagermusene fouragerer i pesticidsky-en bag sprøjtebombene.

I dette projekt vil vi undersøge eksponeringsrisikoen for flagermus i dansk land-brugslandskaber inklusiv frugtplantager ved at:

- 1/ Kvantificere aktiviteten af flagermus i tid og rum gennem sommeren i landbrugsområder,
- 2/ Undersøge flagermus' fourageringsadfærd i flagermusenes yngletid og ved pesticidudbringning,
- 3/ Modellere flagermus' brug i landbrugshabitater og eksponeringsrisikoen.

Rumlige og temporære mønstre i aktivitet af flagermus i landbrugshabitater og frugtplantager undersøges med passive ultralydsdetektorer i 10 studieområder. Ultralydsdetektorerne, der registrerer flagermusenes ekkolokaliseringsskrik, placeres langs levende hegn og skovbryn ud mod marker og i frugtplantager i 10 døgn i hvert studieområde hver måned fra sidst i maj til september. Desuden undersøges fourageringsadfærden med flagermusdetektorer og direkte observationer i yderligere 10 områder først på sommeren i flagermusenes yngleperiode.

Flagermusenes forekomst og habitatbrug er meget afhængig af landskabssammensætningen.

Risikokort for flagermus modelleres ved at kombinere den empiriske viden om flagermusaktivitet i tid og rum med landskabssammensætningen (fx heterogeniteten og sammensætning af levende hegn og skovbryn, afstand til skov og andre relevante habitattyper), sammensætningen af afgrøder i studieområderne og typiske brugsmønstre for bekæmpelsesmiddel.

Projektet vil give empirisk viden om flagermus' brug af landbrugsområder og deres adfærd ifm. pesticidudbringning. Resultaterne vil bidrage til mere realistiske risikovurderinger ift. flagermus og praktiske anbefalinger til at udgå udbring af bekæmpelsesmidler på tidspunkter og steder, hvor der er høj risiko for eksponering af flagermus.

Snyltehvepse i raps: en oversat ressource i bekæmpelsen af skadedyr

(Institut for Plante og Miljøvidenskab, Københavns Universitet)

Projektbeskrivelse

Vinterraps tegner sig for 7% af det dyrkede areal i Danmark men for en langt større andel af den samlede belastning med insekticider. Raps angribes gennem hele vækstsæsonen af en række specialiserede skadedyr, hvis betydning for udbyttet varierer med år, lokalitet og afgrødens evne til at kompensere for skaderne. De vigtigste skadedyr er rapsjordløppen, glimmerbøssen, skulpesnudebillen og skulpegalmmyggen. Hos flere skadedyr er der dokumenteret resistens overfor insektmidler, og det

vurderes at mindst 2/3 af rapsarealet i Europa nu er berørt af resistens overfor insektmidler. Der er derfor et påtrængende behov for, at det sideløbende med udvikling af monitoring, varsling og bedre sprøjteteknik også undersøges, hvorvidt den tilgængelige viden om naturligt forekommende fjender af skadedyrene kan operationaliseres og aktivt indgå i landmændenes beslutninger om direkte bekæmpelse.

Alle rapsens skadedyr angribes af snyltehvepse, hvoraf de fleste indvandrer i rapsmarken i løbet af vækstsæsonen og som ofte parasiterer >30% af skadedyrene. I det pilotprojekt, som nærværende projekt følger op på, er det bekræftet at de vigtigste snyltehvepse forekommer i danske rapsmarker fra meget tidligt i vækstsæsonen frem til høst. I samme periode beslutter landmanden, om rapsmarkerne skal behandles med insekticider, baseret på skadetærskler, historik, risikovillighed og praktiske forhold. For øjeblikket er det ikke muligt at inddrage den lokale "bank" af snyltehvepse og deres naturlige kontrol af skadedyrene i disse beslutninger, bl.a. fordi skadedyrene på grund af snyltehvepsenes livscyklus først påvirkes det følgende år. Det er derfor projektets formål at identificere faktorer af betydning for forekomsten af snyltehvepse med fokus på faktorer, der kan påvirkes af landmænd og som således kan anvise måder at understøtte nyttedyrene. Projektet vil udnytte SEGES's registreringsnet som består af ca 70 rapsmarker fordelt i hele landet til at kortlægge forekomsten af rapsskadedyrenes snyltehvepse og deres aktivitet i form af parasitering, at undersøge betydningen af afstanden mellem dette års rapsmarks og sidste års mark for forekomsten af snyltehvepse, samt at undersøge betydningen af sprøjtehistorik og jordbehandling i rapsmarker på landskabsniveau. Endelig vil vi undersøge, om det er muligt at udvikle DNA-baserede monitoringsmetoder, der synliggør tilstedeværelsen af snyltehvepsene for landmanden og som på længere sigt kan indgå i både bekæmpelsesstrategier og i en langsigtet forvaltning af snyltehvepsene på bedriftsniveau, parallel til fx vildtforvaltning.

Mikrobiologiske bekæmpelsesorganismer i IPM strategier – nedsat risiko for fungicidresistens og reduceret pesticidforbrug

(Institut for Plante og Miljøvidenskab, Københavns Universitet)

Projektbeskrivelse

Projektet er en forlængelse af det igangværende miljøstyrelsesprojekt "Mikrobiologiske bekæmpelsesorganismer i IPM strategier – nedsat risiko for fungicidresistens og reduceret pesticidforbrug" (MST-667-00266), hvor markforsøg er et bærende element. På grund af ekstrem tørke i 2018 kom der ikke brugbare data fra markforsøget og derfor søger vi om yderligere et års markforsøg i 2020, da der ellers kun vil være resultater fra et års markforsøg.

I traditionelt landbrug bekæmpes de fleste kornsygdomme med kemiske fungicider, hvorimod der er meget få muligheder for direkte bekæmpelse i økologisk jordbrug. Af miljøhensyn bliver der færre fungicider til rådighed og endnu vigtigere, så er antallet af forskellige virkningsmekanismer for fungiciderne også reduceret. Det betyder, at de tilbageværende midler bruges i større omfang og det øger risikoen for udvikling af fungicidresistens. Det vil sige at de sygdomsfremkaldende (patogene) svampe bliver ufølsomme overfor fungicidet. Ifølge principperne for "Integreret Plantebeskyttelse" (IPM) skal man generelt reducere brugen af fungicider. Det er her biologisk bekæmpelse med gavnlige mikroorganismer kommer ind som et lovende alternativ.

I vores igangværende miljøstyrelsesprojekt fokuserer vi på at bekæmpe de alvorlige hvedesygdomme gråplet forårsaget af svampen *Zymoseptoria tritici* og aksfusariose forårsaget af *Fusarium*-svampe og på at reducere ophobning af mykotoksiner produceret af *Fusarium*-arter i akset. I 2018 var der meget svage angreb af *Septoria* og ingen aksfusariose på grund af tørken.

Vi vil undersøge om de to gavnlige mikroorganismer, svampen *Clonostachys rosea* og produktet Serenade der indeholder bakterien *Bacillus subtilis* (erstatte bakterien *Pseudomonas chlororaphis*), enten alene eller sammen med lave doser af fungicider, kan reducere den samlede anvendelse af

fungicider i marken. Samtidig ser vi på om brug af biologisk bekæmpelse kan reducere risikoen for at *Z. tritici* bliver ufølsomhed overfor fungicider (fungicidresistens) og hvilke genmutationer der ligger til grund for resistensudviklingen. Vi undersøger også om de gavnlige organismer kan tolerere at blive tilført sammen med fungicider og hvordan de naturligt forekommende mikroorganismer, f.eks. dem, der potentielt kan fremkalde plantesygdomme, påvirkes.

Samlet set vil det forlængede projekt styrke vores viden om, hvordan biologisk bekæmpelse kan integreres i fremtidige IPM strategier til reduktion af forbruget af kemiske fungicider og nedsætte risikoen for udvikling af fungicidresistens. Biologisk bekæmpelse forventes at få en betydelig rolle i de nye IPM-strategier, bl.a. fordi brug af sådanne organismer anses som mere sikre end klassiske fungicider.

Kombination af biologiske bekæmpelsesmidler til forbedret bekæmpelse af skadedyr i jordbær i tunneler

(Institut for Plante og Miljøvidenskab, Københavns Universitet)

Projektbeskrivelse

Strawberry production in tunnels on artificial substrate increases in Denmark, but the protected conditions can also provide optimal conditions for the development of pests such as spider mites and thrips. Growers therefore regularly release predatory mites during the season. However, these biological control agents are not always sufficient in spider mite control, and growers therefore also often apply pesticides to control these pests. Strawberry plants can also be attacked by root feeding insect larvae which can be targeted by specific fungi, entomopathogens, that can infect and kill the insects. Recent evidence shows that root inoculations with these entomopathogenic fungi also inhibit the population developments of spider mites in strawberry. Dual application of biological control agents both aboveground (predatory mites) and belowground (entomopathogenic fungi) could therefore potentially provide enhanced control of spider mites and thrips as well as protect the plants against root feeding pests. The present project aims to evaluate the combined effect of root inoculation with the fungus *Metarhizium brunneum* with application of predatory mites on pest control. The experiments will first be carried out in controlled greenhouse conditions to elucidate the individual and combined contributions of the two control agents when strawberry plants are grown in artificial substrate, and the approach will then be tested under field conditions in facilities at commercial strawberry growers. In the field, the effects of the pest control strategy on the pest complex and overall plant vigor will be evaluated during the growth season. In addition, induction of selected defense responses in the plants from the greenhouse experiments will be evaluated by molecular methods to elucidate the mechanisms behind the effects. The proposed strategy is expected to contribute knowledge needed for limiting pesticide applications in strawberry tunnel production in Denmark.

Afgrødetilpassede blomsterstriber til IPM og bestøvere

(Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet)

Projektbeskrivelse

Bestøvere og naturlige fjender af skadedyr er afgørende for planteproduktionen, men er også en vigtig del af den funktionelle biodiversitet i landbrugslandskabet. Bekymring for nedgangen i antallet af insekter har fået landmænd til at etablere blomsterstriber, enten i form af frivillige tiltag som blomsterstriber langs mark-kanter eller som regelsatte miljøfokusområder (MFO). Fra et biodiversitetssyns-punkt er blomsterstriber kun et supplement til forbedringer i mængde og kvalitet af habitater, men de er attraktive for landmændene som en måde at synliggøre biodiversitetsvenlige handlinger på. Hidtil har der været mest opmærksomhed på bestøveres brug af blomsterstriber, men

fremover skal landmændene også overholde IPM-principperne, der kræver, at de ”beskytter naturlige fjender ved brug af økologiske infrastrukturer”. Derfor er det relevant at udvikle blomsterstriber, som også er rettet mod naturlige fjender af skadedyr. Eksisterende blomsterstriber er variable: enårige, toårige eller flerårige, og udsået med forskellige frøblandinger i foråret eller efteråret. Der mangler viden om den sæsonmæssige udvikling af blomsterressourcer i striberne i forhold til såtid og alder. Ligeledes er værdien af enkelte plantearter og artsblandinger for henholdsvis naturlige fjender og bestøvere under danske forhold ikke veldokumenteret. Dette projekt sigter mod at udfylde disse videnshuller og gøre det muligt at designe artsblandinger bestående af planter rettet mod relevante bestøvere og naturlige fjender. Vi fokuserer på raps, der har mange skadedyr, en høj insekticidbelastning og hvor skadedyrsbekæmpelsen udfordres af insekticidresistens. Fra et igangværende MST-projekt ved vi, at snyltehvepse, der angriber de tre vigtigste raps skadedyr, er udbredt i danske marker. ”Skræddersyede blomsterstriber” til raps skal derfor designes og etableres så de tilgodeser både snyltehvepse og relevante bestøvere. I plotforsøg på to lokaliteter undersøger vi 1) hvordan plantearter, der er relevante for bestøvere og raps-snyltehvepse, fungerer agronomisk og biologisk, 2) hvordan snyltehvepse og bestøvere udnytter plantearter som fødekilder og til reproduktion, i renbestand og i blomsterblandinger og 3) om vilde bier og snyltehvepse overvintrer i blomsterstriber. Den viden, der genereres, vil muliggøre fremtidig design af afgrødespecifikke blomsterstriber, der understøtter lokale populationer af naturlige fjender og bestøvere, med en potentiel reduktion i insekticidanvendelse og et øget udbytte som resultat.

Implementering og kommunikation af en miljørisikovurdering for bier med flere samtidige stressfaktorer

(Institut for Bioscience, Aarhus Universitet)

Projektbeskrivelse

En stigende erkendelse blandt forskere, EU rådgivere og EFSA har ført til et forslag om udviklingen af en ny miljørisikovurdering for bier, som inddrager flere samtidige stressfaktorer. Dette forslag er under behandling i EU, og ikke indarbejdet i retningslinjer for miljørisikovurdering endnu. Formålet med dette projekt er at udvikle en metode til implementering af den nye, forståede miljørisikovurdering, og vurdere betydningen under danske forhold og for bestande af honningbier og vilde enlige bier. Projektet udforsker beskrivelsen af de risici, som påpeges af den nye miljørisikovurdering, og hvordan sådanne risici kan kommunikeres til myndigheder og forvaltere. Et centralt punkt i projektet er at udforske effekten af kompleksitet under de lokale landskabssammenhænge, som påvirker miljørisikovurderingerne. Ligeledes vil lokale og nationale forhold af betydning blive inddraget i en sammenligning mellem Danmark, Polen og Holland. Hypotesen om at honningbier er mindre sårbare end vilde enlige bier vil også blive vurderet, da fokus i miljørisikovurderinger bør være på de mest sårbare arter, som ikke er mål for bekæmpelsen. Resultaterne vil også blive brugt til at vurdere præstationen af de modeller, som udvælges til at indgå i miljørisikovurderinger. Dette vil bidrage til at øge tilliden til det nye system.

Projektet vil bruge en ny GIS-baseret metode til at konstruere detaljerede simulationer i faktiske landskaber i Danmark, Polen og Holland, samt bruge disse til at vurdere effekten af pesticider i scenarier (landskabsforhold, pesticidbelastning, klimaforhold mv), som defineres ved inddragelse af nøgleinteressenter. Resultaterne vil blive sammenlignet indenfor og mellem landene. For Danmark vil resultater af simuleringer ved forsimpning af input eller model blive sammenlignet med resultater ved inddragelse af forskellige niveauer af kompleksitet, herunder flere samtidigt virkende stressfaktorer. Formålet med denne øvelse er at afdække fordele og ulemper ved at øge detaljeringsgraden ved simulationer, og ydermere, om komplekse vekselvirkninger øger robustheden mod pesticideffekter hos honningbier i forhold til enlige bier. Modellerne vil blive evalueret ved at sammenligne forudsigelser af

modellerne i bestemte landskaber med feltdata fra de samme landskaber, for at bestemme modellernes præstationsevne.

Resultaterne forventes at have stor betydning, idet de vil danne grundlag for udvikling af en ny, mere realistisk og præcis miljørisikovurdering. Videnskabeligt vil resultaterne bidrage med viden om kontekst afhængighed og betydningen af komplekse systemers struktur for stabiliteten af naturlige bestande. Projektet er første skridt på vejen mod implementering af en miljørisikovurdering med inddragelse af flere samtidige stressfaktorer, resultaterne forventes derfor at have stor nyhedsværdi og offentlig interesse.