

DIGITALE BIER

kan afsløre uønskede effekter af sprøjtegift

Bierne går tilbage i Europa og Nordamerika, og sprøjtemidler menes at være en del af årsagen. Derfor arbejder bl.a. danske forskere nu på at simulere en digital honningbikoloni, som kan indgå i en realistisk vurdering af skadelige bivirkninger fra giftstoffer under komplekse forhold i naturen.

Dronningen er bien markeret med en gul prik på forkroppen. Hun er omgivet af arbejderbier, som passer hende. Foto Yoko L. Dupont.

Forfatterne



Yoko Luise Dupont er seniorforsker i biologi. yoko.dupont@bios.au.dk



Per Kryger er seniorforsker, Institut for Agroøkologi, Aarhus Univ. per.kryger@agro.au.dk



Jørgen Aagaard Axelsen er seniorforsker. jaa@bios.au.dk



Peter Borgen Sørensen er seniorforsker. pbs@bios.au.dk



Christopher John Topping er professor MSO. cjt@bios.au.dk

Alle ved Institut for Bioscience, Aarhus Universitet bortset fra Per Kryger.

I foråret 2018 vedtog EU et forbud mod udendørs anvendelse af tre stoffer, som hører til de såkaldte neonikotinoide. Stofferne har ellers i årevis været nogle af de mest anvendte insektmidler på verdensplan. Men i de senere år har flere og flere undersøgelser dokumenteret, at de nu forbudte stoffer er skadelige for bier, både vilde bier og honningbier. Da bierne er vigtige bestøvere for mange af vores afgrøder samt mange vilde planter, har skadevirkninger i sidste ende betydning for den globale fødevarer sikkerhed.

For at afdække de mange og komplekse faktorer, som er med til at stresser honningbier, iværksatte Det Europæiske Fødevarer sikkerheds-

agentur, EFSA, i 2015 MUST-B-ind-satsen. MUST-B står for *EU efforts towards the development of a holistic approach for the risk assessment on Multiple STressors in Bees*. Her skal forskellige delprojekter bringe os nærmere en forklaring på, hvad der ligger til grund for forhøjede tab af honningbikolonier i nyere tid.

Standardtests er for simple

Honningbier er sociale insekter, som lever i familier med en dronning og op til 40-50.000 arbejderbier. Dronningens eneste opgave er at lægge æg, mens arbejderne gør rent i stedet, tager sig af æg og larver, holder vagt og ikke mindst samler føde og vand. Det er under den indsamling, de bliver udsat

for sprøjtegifte, som de risikerer at bringe med hjem til kolonien.

Normalt testes sprøjtegifte grundigt i laboratoriet på en række organismer, inden de bliver brugt på afgrøder. I såkaldte standardtests påsættes stoffet direkte på ryggen af f.eks. et antal raske honningbier, og giftigheden måles som dødeligheden af bierne indenfor 48 timer. Jo flere døde, jo giftigere er stoffet. Den slags tests undersøger dog kun skadevirkningerne af stofferne på kort sigt og tager ikke hensyn til, hvordan organismer udsættes for giften i naturen.

Men sprøjtegift kan også have effekter, som ikke umiddelbart medfører døden. Nogle neoniko-

Yderligere læsning

Bruus, M., Dupont, Y. L., Sørensen, P. B., Steenberg, T. 2015. Bier og sprøjtemidler – en farlig cocktail. *Aktuel Naturvidenskab* 5: 26-31.

Jeppesen, A. S., Dupont, Y. L., Frederiksen, J. Ø., Sørensen, P. B. 2018. Vild med bidans. *Aktuel Naturvidenskab* 5: 12-14.

www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/bee-health

ApisRAM-teamet

Ud over forfatterne deltager David Wallis, Flemming Skov, Geoffrey Groom fra Aarhus Universitet, Annette Bruun Jensen fra Københavns Universitet, Fani Hatjina fra Hellenic Agricultural Organization 'DEMETER' i Grækenland samt Noa Simon-Delso, Centre Apicole de Recherche et d'Information fra Belgien.

Feltundersøgelsesteamet

Ud over forfatterne deltager Marianne Bruus, Beate Strandberg, Mette Balslev Greve og Annie Enkegaard fra Aarhus Universitet, José Paulo Sousa, Nuno Capela, Artur Sarmiento, Henrique Azevedo-Pereira, Sílvia Castro, Joana Alves og Antonio Silva fra University of Coimbra, Portugal, Alice Pinto og Thiago Alves fra Polytechnic Institute of Bragança, Portugal, Birgit Lichtenberg-Kraag fra Länderinstitut für Bienenkunde, Tyskland samt Juan Lopez Martinez og Rosario Santiago Valvedo fra Laboratorio Analítico Bioclínico, Spanien.

tinoider har f.eks. vist sig at have ikke-dødelige, men mere langsigtede konsekvenser. Bier, der udsættes for små koncentrationer af stofferne, bliver dårligere til at samle føde og til at finde hjem, og larverne voksende langsommere og færre udklækkes. Desuden bliver biernes immunforsvar svækket. Det kan føre til, at sygdomme, som bierne normalt kan kontrollere, får et fatalt forløb.

I felten bliver bier også påvirket af andre stressfaktorer, herunder sygdomme, snylttere og rovdyr samt svingende forekomst og kvalitet af blomsterføden i landskabet. Syge eller dårligt ernærede bier er muligvis mere sårbare for andre stresspåvirkninger. Resultater fra tests i laboratoriet kan derfor kun i begrænset omfang overføres til mere komplekse og mindre gunstige forhold i naturen. Selvom feltforsøg er ønskværdige i tillæg til laboratorietests til vurdering af sideeffekter af sprøjtegift, er denne type undersøgelser desværre langt mere omfattende og dyrere end laboratorietests. Derfor bliver de sjældent udført, og de indgår ikke i kravene til godkendelse.

Computermodel kombinerer mange faktorer

Men der er en tredje mulighed for at undersøge effekter af sprøjtegift: computersimuleringer. De kan hurtigt og billigt forudsige betydningen af flere kombinerede faktorer såsom klima, tilgængelighed af blomster og sygdomme. Dette er netop formålet med en helt ny model: ApisRAM, *Regulatory*

Assessment Model for honeybees.

ApisRAM er udviklet under MUST-B af et forskerhold fra Aarhus Universitet sammen med partnere fra Grækenland, Belgien og Københavns Universitet. Modellen simulerer, hvordan en koloni af honningbier søger føde i et landskab, og hvordan deres koloniopbygning og adfærd påvirkes, når de udsættes for stresspåvirkninger som sprøjtegift, fødemangel, sygdomme og snylttere. ApisRAM er en såkaldt agent-baseret simulering. Det vil sige, at den forudsiger koloniens reaktion ud fra de enkelte biers adfærd. Modellen simulerer altså hver eneste bi, larve, æg og endda hver enkelt snylter i stedet i korte tids-trin på blot 10 minutter. Det giver en meget højere grad af detaljer end tidligere modeller.

De enkelte biers opførsel i modellen styres af beslutninger på baggrund af et komplekst system af moduler, som er forbundet med hinanden. Et fødesøgningsmodul simulerer eksempelvis, hvor hver enkelt bi i kolonien flyver hen i landskabet på et givent tidspunkt og dermed, hvad netop den bi udsættes for af sprøjtegift. Fordi fødesøgningsmodulet er sammenkoblet med et modul, som simulerer koloniens dynamik, kan simuleringerne af de enkelte bier bruges til at bedømme f.eks. input af ressourcer eller sprøjtegift til kolonien. Denne information kan igen bruges til at forudsige, hvordan kolonien klarer sig med hensyn til f.eks. æglægning, honningproduktion eller andre parametre, som har betydning for biernes overlevelse og formering på længere sigt.

Feltforsøg forfiner modellen

Før en simulation kan bruges til risikovurdering, er det altafgørende, at den afspejler virkeligheden. I et parallelt projekt til ApisRAM indsamles der derfor i 2019 og 2020 detaljerede data fra bifamilier, som bruges til løbende at teste og forbedre modellen. Projektet udføres af forskere fra Aarhus Universitet, University of Coimbra og Polytechnic Institute of Bragança (Portugal), samt Danmarks Biavlforening, Laboratorio Analítico Bioclínico (Spanien, pesticidanalyselaboratorium), og Länderinstitut für Bienenkunde (Tyskland, pollenanalyse laboratorium).

Projektet omfatter et stort forsøg på landskabsniveau med fire landskaber i Danmark, som hører til den nordlige EU-pesticidreguleringszone, samt to landskaber i Portugal, som hører til den sydlige EU-pesticidreguleringszone. I hver af de seks områder følges fem bifamilier nøje gennem de to år.

De danske forsøgsområder er typiske landbrugslandskaber: to på Sjælland og to i Jylland. På én sjællandsk og én jysk lokalitet bliver der gennemført en eksperimentel sprøjtning af 6 hektar raps med et stof, som er giftigt for bier. I de to andre områder – kontrolområder – bliver der ikke udført eksperimentel sprøjtning, men der laves tilsvarende målinger på forsøgsbifamilierne (se boks).

Modellens evne til at forudsige risikoen for påvirkning med sprøjtegift afhænger altså helt af, hvor præcis simuleringen stemmer overens med observerede data. Modellen forventes derfor først endeligt klar i 2021, når alle input fra feltundersøgelsen er indarbejdet. Men det er værd at vente på.

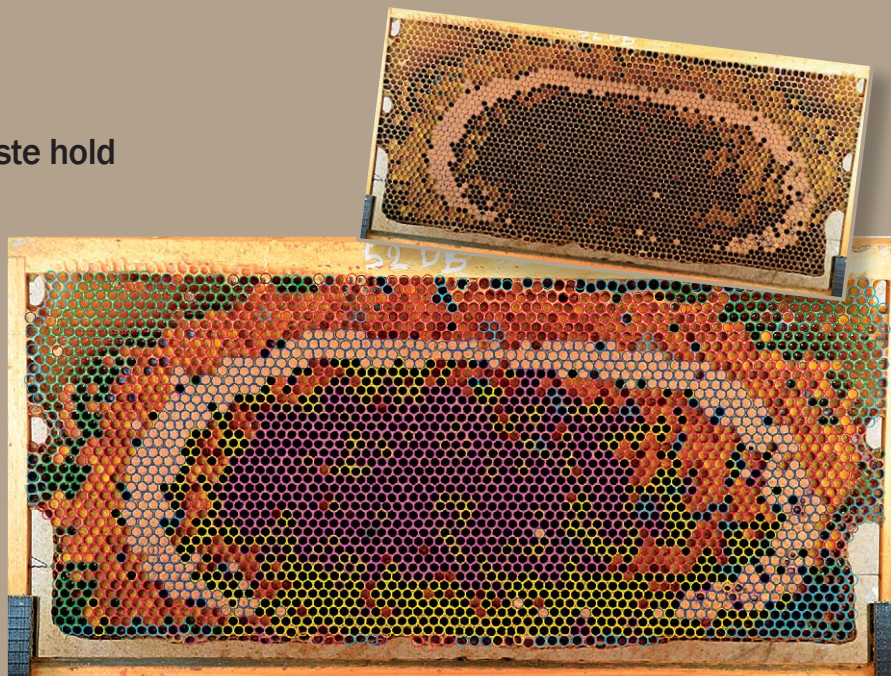
En realistisk model kan i fremtiden blive et vigtigt redskab i landskabsforvaltning og planlægning, således at vi bedst muligt kan tilgodese både bier, biavlere og landmænd og i sidste ende den globale fødevarer-sikkerhed. ■

Bidans afslører foretrukne fødesteder

Cirka en tredjedel af arbejderbierne flyver ud og indsamler føde i forskellige dele af landskabet. Disse arbejdere udsættes i varierende grad for en række giftstoffer i løbet af blomstringssæsonen. Derfor er en del af projektet dedikeret til at finde ud af, hvor bierne flyver hen. Det sker dels ved at kortlægge store blomsterressourcer i landskabet – dels ved at afkodes biernes danse. Med dansen kommunikerer honningbierne retning og afstand fra stedet, hvor bierne har fundet en god ressource (se *Aktuel Naturvidenskab* 5, 2018). På den måde bliver det muligt at afdække biernes (sandsynlige) fødesøgning i landskabet.

Bierne følges på nærmeste hold

Honningbier er både økonomisk og økologisk vigtige nyttedyr. Avanceret teknologi gør det muligt præcist at måle tilvækst og tab i bifamilien samt arbejderbierne aktivitetsniveau og landskabsudnyttelse. Koblet med kendskabet til belastningen fra sprøjtegift, sygdomstryk og forekomst af blomsterføde, bliver det muligt at give et bud på, hvordan bierne påvirkes af en sprøjtning i et givent landskab, og hvilke følger det får for kolonien. Disse data skal bruges i evalueringen af computermodellen, og giver os indsigt i, om simuleringer kan bruges som et redskab, der supplerer simple laboratorietests til vurdering af sprøjtemidlers giftighed for bier i naturen.



↑ Koloniopbygningen kan måles nøjagtigt ved hjælp af en nyudviklet metode, hvor alle tavler i bistadet systematisk fotograferes og analyseres med et billedanalyseprogram. Programmet kan genkende yngelceller med æg, larver, pupper, honning og pollen (her angivet med forskellige farver). Programmet er udviklet af Thiago Alves og Pedro João Rodrigues fra Polytechnic Institute of Bragança, Portugal. Indsat foto viser tavlen uden billedanalyse. Foto: Nuno Capela.



← Antallet af voksne bier i en familie kan måles slet og ret ved at veje bierne. Arbejderbier er nemlig meget ensartede og vejer hver 100 mg. I praksis vejes alle tavlerne i stedet med og uden bier, så vægtforskellen angiver den såkaldte "bistyrke", altså mængden af voksne bier i familien. Foto: Yoko L. Dupont

→ Bitælleren er en anordning, som sættes direkte på udflyvningshullet nederst i stedet. For at komme ud og ind, skal bierne over en gennemsigtig plade, og her bliver de filmet nedefra. Filmstumpen analyseres dernæst af en computer, som identificerer bifamiliens aktivitetsniveau ved at tælle, hvor mange bier der bevæger sig ind og ud. Forskellen mellem de to tal afslører, hvor mange arbejdere der går tabt under fødesøgningen. Foto: Yoko L. Dupont.

