

Pesticideksponering kan afsløres ved ændring i planternes indholdsstoffer

Udarbejdet af: Beate Strandberg & Solvejg K. Mathiassen

I projektet ”Metabolic changes in plants as indicator for pesticide exposure – a pilot-study” har vi undersøgt sammenhængen mellem pesticideksponering og ændringer i planteindholdsstoffer i to plantearter, gåsemad og alm hvene. Vi har været specielt interesseret i at undersøge responset ved lave pesticiddoser og varigheden af responset med henblik på at vurdere potentialet for at benytte ændringer i planteindholdsstoffer som indikator for pesticideksponering. Vi fandt, at eksponering overfor de valgte pesticider resulterede i tydelige og signifikante ændringer i flere planteindholdsstoffer. Generelt var responset tydeligere hos gåsemad end hos almindelig hvene. For gåsemad var det muligt ud fra sammensætning af planteindholdsstofferne at adskille prøverne både med hensyn til dosering og tid siden eksponering.

Formål og baggrund

Der benyttes i dag flere tiltag for at reducere pesticidbelastningen og dermed den negative effekt af pesticider på naturlige habitater, der er naboer til pesticidbehandlede marker. I Danmark etableres fx sprøjtefri randzoner langs vandløb og eventuelt også langs levende hegn. Der findes imidlertid ingen brugbar metode til at måle om sådanne tiltag opfylder deres mål.

Det overordnede mål med nærværende pilotprojekt var at undersøge sammenhængen mellem pesticideksponering og ændringer i planteindholdsstoffer med henblik på at vurdere potentialet for at benytte ændringer i planteindholdsstoffer som indikator for pesticideksponering.

Undersøgelsen

Projektet bestod af fire delelementer: 1) dosis-respons forsøg; 2) fremstilling af plantemateriale til analyse af planteindholdsstofferne; 3) analyse af ændringer i planteindholdsstoffer ved NMR (Nuclear Magnetic Resonance) screening, og 4) identifikation af mønstre i de responderende planteindholdsstoffer.

To planter indgik i undersøgelserne: almindelig hvene (*Agrostis capillaris*) og gåsemad (*Arabidopsis thaliana*). Begge arter blev eksponeret overfor fire pesticidbehandlinger: to herbicider (metsulfon-methyl og glyphosat), et fungicid (epoxiconazol), samt en blanding af disse tre pesticider.

Undersøgelserne blev gennemført ved Institut for Bioscience og Institut for Agroøkologi, begge Aarhus Universitet. NMR screening og efterfølgende identifikation af planteindholdsstoffer blev gennemført ved Birmingham Universitet.

Hovedkonklusioner

Vi fandt at eksponering overfor de udvalgte pesticider resulterede i tydelige og signifikante ændringer i flere planteindholdsstoffer i de to undersøgte plantearter. Ændringerne i planteindholdsstofferne blev primært fundet indenfor to stofgrupper nemlig aminosyrer og kulhydrater, men der blev også set ændringer i organiske syrer, aminer og alkaloider.

De to plantearter responderede ikke ens. Kun tre indholdsstoffer: glutaminsyre, eddikesyre og suberinsyre, viste signifikante ændringer i begge plantearter og for alle tre stoffer var specificiteten af responset modsatrettet (Tabel 1). I gåsemad viste aminosyren glutaminsyre således et generelt respons, dvs. at det reagerede på samme måde overfor alle pesticider, her i form af en reduktion af indholdet. Indholdet af glutaminsyre i almindelig hvene viste derimod et specifikt respons, i form af et øget indhold ved eksponering overfor epoxiconazol og et reduceret indhold ved eksponering overfor de to øvrige pesticider samt pesticidblandingen. Tilsvarende modsatrettede respons blev fundet for de to andre organiske syrer.

TABEL 1. SIGNIFIKANTE ÆNDRINGER I PLANTEINDHOLDSTOFFER I ALM. HVENE OG GÅSEMAD EFTER EKSPONERING OVER FOR HERBICIDERNE METSULFURON-METHYL (MET) OG GLYFOSAT (GLYP), SVAMPEMIDLET EPOXYCONAZOL (EPOX) OG EN BLANDING AF DE TRE PESTICIDER (MGE) ANGIVET SOM DEN RELATIVE FORSKEL I FORHOLD TIL KONTROLPLANTER. GR INDIKERER ET GENERELT RESPONS, DVS. ET ENSARTET RESPONS, ENTEN OP ELLER NED, FOR ALLE PESTICIDER. SR INDIKERER ET SPECIFIKT RESPONS, DVS. FORSKELLIGT RESPONS OVER FOR PESTICIDERNE. 'SYN' ANGIVER AT EKSPONERING OVER FOR PESTICIDBLANDINGEN MGE RESULTERER I EN STØRRE EFFEKT END FORVENTET UD FRA SIMPEL ADDITION AF RESPONSET OVER FOR DE ENKELTE PESTICIDER.

		Relativ ændring i forhold til kontrol				Respons		
Plantearart	Planteindholdsstof	Met	Glyp	EpoX	MGE	GR	SR	Syn
Alm. hvene	Suberinsyre	0.88	0.56	0.94	0.66	x		
Gåsemad		0.81	21.04	0.67	0.16		X	
Alm. hvene	Eddikesyre	0.66	0.49	0.70	0.67	x		
Gåsemad		11.75	0.99	12.17	0.70		X	
Alm. hvene	Glutaminsyre	0.81	0.60	1.11	0.61		X	
Gåsemad		0.11	0	0.14	0.04	x		(x)

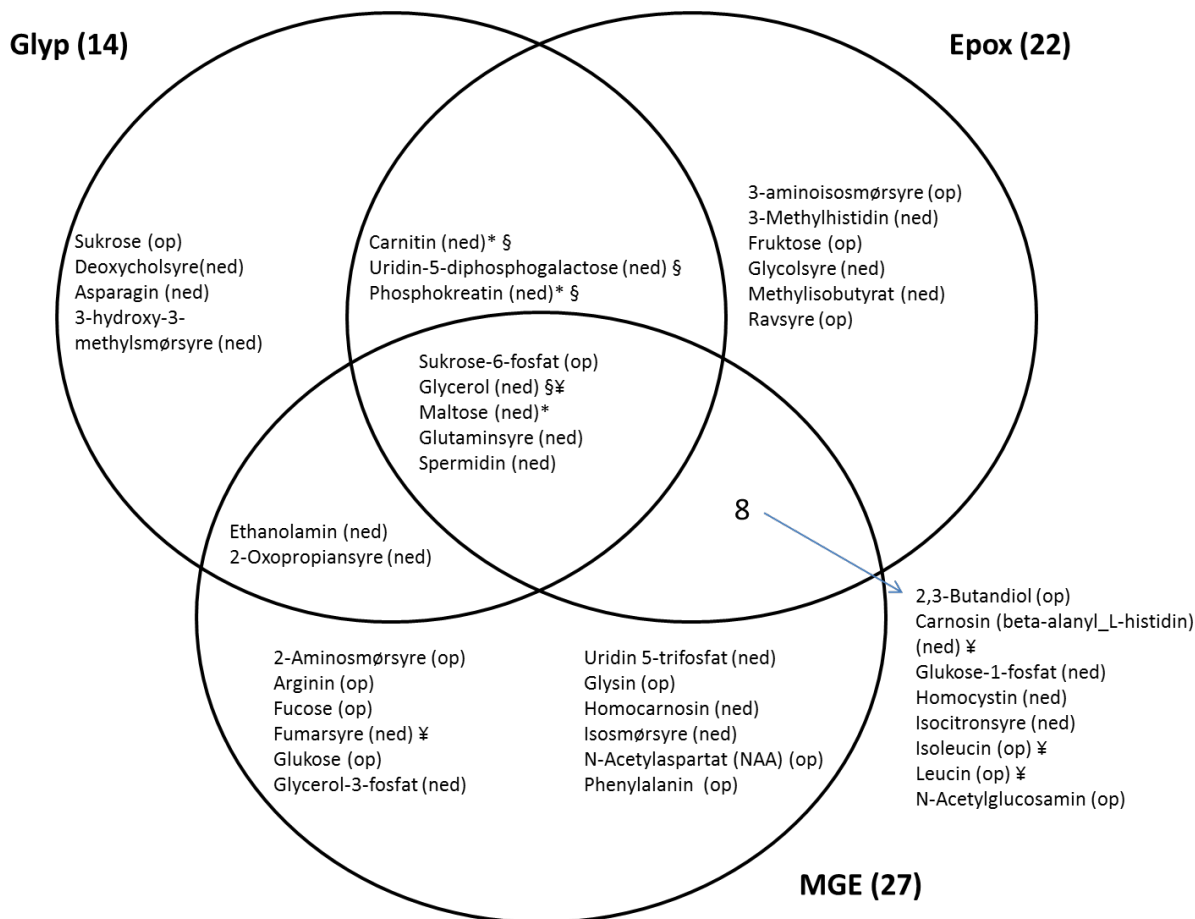
På artsniveau blev individuelle respons-mønstre af både generel og specifik karakter identificeret. Generelt var responset på pesticideksponeringen større hos gåsemad end hos almindelig hvene. Det gjaldt både effekten på biomasse og ændringerne i indholdsstofferne, hvor såvel antallet af påvirkede planteindholdsstoffer som omfanget af ændringerne i de enkelte stoffer var større hos gåsemad end hos almindelig hvene. For almindelig hvene var det således kun muligt at adskille eksponerede planter fra kontrolplanter ved de højeste doser (25 og 100 %) af glyphosat og af pesticidblandingen, mens det for gåsemad på baggrund af den ændrede sammensætning og mængde af udvalgte planteindholdsstoffer var muligt at differentiere prøverne både med hensyn til dosering og med hensyn til tid siden eksponering.

Sammenfattende har nærværende pilotprojekt vist, at pesticideksponering medfører ændringer i planteindholdsstofferne, og at NMR screening kan anvendes til identifikation af hvilke planteindholdsstoffer, der påvirkes af pesticideksponeringen. Resultaterne er dermed et lovende første trin i udviklingen af en potentiel indikator for pesticideksponering.

Projektresultater

Effekten af pesticideksponering på indholdsstoffer i gåsemad

Påvirkningen af planteindholdsstofferne ved pesticideksponering var tydeligst i gåsemad. Her kunne vi skelne pesticideksponerede planter fra kontrolplanter selv ved lave pesticiddoser, og det var muligt at adskille planteprov, der var eksponeret overfor forskellige pesticider (Figur 1). Eksponering overfor metsulfuron-methyl resulterede ikke i ændringer der var signifikant forskellige fra kontrolplanterne.



FIGUR 1. DIAGRAMMET VISER HVILKE PLANTEINDHOLDSTOFFER I PLANTEN GÅSEMAD (*ARABIDOPSIS THALIANA*), DER ÆNDRER SIG SIGNIFIKANT EFTER EKSPONERING OVERFOR GLYFOSAT (GLY), EPOXYCONALAZ (EPOX) OG EN Blanding AF METSULFURON-METHYL, GLYFOSAT OG EPOXYCONAL (MGE). HVER CIRKEL REPRÆSENTERER ET PESTICID. CIRKLER, DER OVERLAPPER HINANDEN, VISER INDHOLDSTOFFER, DER PÅVIRKES AF BEGGE/FLERE PESTICIDER. EFTER NAVNET PÅ PLANTEINDHOLDSTOFFET ER I PARENTES ANGIVET OM STOFFET REGULERES OP ELLER NED. SYMBOLERNE *, § OG ¥ ANGIVER STOFFER, DER PÅVIRKES SIGNIFIKANT AF HHV. GLYFOSAT, EPOXYCONAZOL OG BLANDINGEN MGE.

NMR-screening identificerer ændringerne i planteindholdsstoffer efter pesticideksponering

I projektet anvendte vi NMR (Nuclear Magnetic Resonans) screening af planteprov til at identificere hvilke planteindholdsstoffer, der ændres ved eksponering overfor pesticider. Med denne metode er det muligt at analysere for en lang række stoffer samtidig. Den anvendte ekstraktionsmetode er dog ikke nødvendigvis optimal i forhold til alle stofgrupper, desuden er NMR screening en relativ dyr metode.

Metoden viste sig velegnet til at identificere signifikante ændringer i en række planteindholdsstoffer i begge planter efter eksponering overfor både herbicider, et fungicid og en blanding af disse. Andre mindre kostbare metoder som fx HPLC vil med fordel kunne anvendes til yderligere undersøgelser af påvirkningen af specifikke stofgrupper. Ved undersøgelser af afgrænsede stofgrupper er det også muligt at vælge mere specifikke ekstraktionsmidler.

Ændringer i planteindholdsstoffer som mulig indikator for pesticideksponering

Som allerede omtalt resulterede eksponering af alm. hvene og gåsemad overfor pesticider i signifikante påvirkninger af indholdsstofferne i planterne, og vi fandt respons-mønstre af både generel karakter, dvs. at planterne reagerede på samme måde overfor alle pesticider, og af specifik karakter. Generelt var responset på pesticideksponeringen større hos gåsemad end hos almindelig hvene. I gåsemad var det muligt at adskille eksponerede planter fra ikke-eksponerede kontrolplanter også ved lave doseringer hvilket er en nødvendighed såfremt mønsteret i planteindholdsstoffer skal udvikles til en indikator for pesticideksponering af habitater, der omgiver den pesticidbehandlede mark.

Der er imidlertid lang vej igen før vi har en færdig og brugbar eksponeringsindikator. Blandt andet skal det undersøges hvorvidt andre stressfaktorer som fx tørke vil medføre tilsvarende ændringer i planteindholdsstofferne. Der skal desuden opstilles kriterier for pesticideksponeringsindikatorer således, at det er muligt at vurdere i hvilket omfang en potentiel indikator opfylder kravene. Hvis de fundne ændringer i planteindholdsstofferne viser sig at blive fremkaldt udelukkende af pesticider vil man kunne bruge generelle respons-mønstre til at afgøre hvorvidt en plante har været pesticideksponeret eller ej og det specifikke respons-mønster vil potentielt kunne fortælle hvilket pesticid planten har været eksponeret overfor.