

## Effekterne på pesticidbelastningen ved indførelse af glyfosat-resistent majs

Notat udarbejdet til Miljøstyrelsen (MST)

Jens Erik Ørum

Institut for Fødevare- og Ressourceøkonomi (IFRO)

30. september 2015

MFVM 433 bilag 2

### Indledning og baggrund

MST har på grundlag af egne beregninger, i et grundnotat til Folketingets Europaudvalg (Europaudvalget, 2014), redegjort for, at pesticidbelastningen er moderat højere ved dyrkning af glyfosat-tolerant majs, end ved dyrkning af konventionel majs. Med henblik på at få en grundigere og mere detaljeret analyse af problemstillingen, har Miljøstyrelsen (MST) bedt IFRO gennemføre en supplerende, selvstændig analyse af hvorledes en indførelse af (glyfosat-resistent) GMO majs vil påvirke opfyldelsen af målet i sprøjtemiddelstrategien om en 40 pct. reduktion i landbrugets pesticidbelastning. I nærværende notat præsenteres IFROs beregninger og vurdering af effekterne på landbrugets pesticidbelastning ved en indførelse af glyfosat-resistent GMO majs i dansk landbrug.

Glyfosat er et herbicid, der kan bekæmpe almindeligt forekommende ukrudt og spildkorn samt nedvisne afgrøder, og det indgår som aktivstoffet i et utal af ukrudtsmidler, der i folkemunde ofte blot omtales som Roundup. Ideen med glyfosat-resistent majs er, at glyfosat kan udbringes i den voksende majs, hvor den billigt og effektivt bekæmper al anden vegetation (ukrudt og spildfrø) end netop majs. Alternativt skal majsbehandles med dyrere og mindre effektive majs herbicider og/eller, som f.eks. i økologisk dyrket majs, radrenses. Majsens glyfosat-resistens er opnået ved genmodificering (GMO). Majs og andre afgrøder kan med GMO teknik også modificeres til at være resistente over for såvel andre aktivstoffer som forskellige skadevoldere. Nærværende notat omhandler kun indførelse af glyfosat-resistent GMO majs, der i det følgende blot omtales som glyfosat-resistent majs. Ligeledes anvendes pesticider, herbicider og behandlinger som synonyme for hhv. sprøjtemidler, ukrudtsmidler og sprøjtninger.

### Majs og majs herbicider

Arealet med konventionelt dyrket majs udgjorde i 2013 ca. 191.000 ha, hvoraf langt størstedelen var majs til helsæd også benævnt silomajs. Til sammenligning dyrkes der ca. 4.900 ha økologisk majs til helsæd. De herbicider, der anvendes i konventionelt dyrket majs giver, jf. Bekæmpelsesmiddelstatistik 2013 (MST 2014), en behandlingshyppighed (BH) på mellem 1,32 og 1,39 BI pr. ha, og en pesticidbelastning på mellem 0,28 og 0,29 B pr. ha. Når pesticidbelastningen, som her, opgøres pr. ha, omtales den også som en fladebelastning (BF).

Behandlingshyppighed og pesticidbelastning for herbicider i afgrøden **majs** 2013, jf. Bekæmpelsesmiddelstatistik 2013 (MST 2014, bilag 6 og 7, p. 96 og 97).

Datagrundlag	Behandlingshyppighed (BH)	Pesticidbelastning (B pr. ha)	Belastningsindeks (B pr. BI)
Solgte mængder (bilag 6)	1,39	0,29	0,21
Indberettede sprøjtejournaldata (bilag 7)	1,32	0,28	0,21

Det fremgår også af tabellen, at en gennemsnitlig hektardosis af majs herbicider (1 BI pr. ha) udløser en pesticidbelastning på 0,21 B pr. BI (og dermed et belastningsindeks på 0,21 B pr. BI). De mest anvendte

aktivstoffer til ukrudtsbekæmpelse i majs fremgår ikke direkte af bekæmpelsesmiddel-statistikken, men et specialudtræk baseret på de for 2013 indberettede sprøjtejournaldata, se nedenstående tabel, viser, at i alt seks aktivstoffer tegner sig for tæt på 100 pct. af det samlede forbrug.

Behandlingshyppighed og pesticidbelastning for herbicider anvendt i majs opsummeret pr. aktivstof. Data er baseret på specialudtræk fra indrapporteret pesticidforbrug for 2013.

Aktivstof	Behandlings- hyppighed (BH)	Pesticid- belastning (B pr. ha)	Belastnings- indeks (B pr. BI)	andel af BH	andel af B
Mesotrion	0,44	0,07	0,15	34 %	24 %
Foramsulfuron + Iodosulfuron	0,38	0,04	0,12	29 %	15 %
Thifensulfuron-methyl	0,23	0,05	0,22	18 %	18 %
Fluroxypyr	0,16	0,09	0,55	12 %	31 %
Bentazon	0,08	0,03	0,41	6 %	12 %
i alt	1,29	0,28	0,22	100 %	100 %

Det fremgår af tabellen, at midler med aktivstoffet mesotrion tegner sig for 34 pct. af den samlede behandlingshyppighed for herbicider i majs, men det er midlerne med fluroxypyr, der har det største belastningsindeks (0,55 B pr. BI) og udgør den største andel (31 pct.) af den samlede pesticidbelastning (B) for de anvendte majs herbicider. Det skal for en ordens skyld bemærkes, at pesticidbelastningen ikke kun afhænger af aktivstofferne, men også af hvorledes midlerne, de indgår i, er formuleret. Derfor kan midler med samme aktivstof godt have forskellig pesticidbelastning. I ovenstående tabel er belastningen knyttet til midlernes formulering indregnet (overvæltet til aktivstofferne).

For 2013 og 2014 er der for majs indrapporteret anvendelse af hele syv forskellige midler (registreringsnumre) med indhold af fluroxypyr og belastningsindekset for disse midler varierer fra 0,21 til 0,63 B pr. BI. Der er således, tilsyneladende, gode muligheder for at udskifte de mest belastende fluroxypyr-midler med andre, mindre belastende midler. Det er ikke i nærværende notat vurderet, om et eller flere af ovenstående aktivstoffer (og midler) er under udfasning eller i nær fremtid vil blive pålagt yderligere/væsentlige restriktioner i anvendelsen. Sådanne tiltag vil naturligvis kunne fremme interessen for dyrkning af glyfosat-resistent majs, i det omfang, at glyfosat ikke rammes af tilsvarende begrænsninger og restriktioner.

### Behandlingshyppighed og belastning for glyfosat

I et typisk middel med glyfosat, fx Roundup Bio, indgår der 360 gram glyfosat pr. liter. og, jf. Bekæmpelsesmiddelstatistik 2013 (MST 2014, tabel B.2.1, p. 66), går der 1.260 gram glyfosat til en såkaldt standard- eller hektardose (BI). Glyphosat-midlet Roundup Bio har en pesticidbelastning på 0,23 B pr. BI, hvori indgår en sundhedsbelastning på nul. For andre glyfosat midler, med en anden, mere belastende formulering, som fx Glyphogan, der også indeholder 360 gram glyfosat pr. liter, kan der udløses en væsentligt højere sundhedsbelastning. For Glyphogan er der således en samlet pesticidbelastning på 0,45 B pr. BI. I praksis anvendes mange forskellige glyfosatmidler med forskellige formuleringer og forskellige koncentrationer af glyfosat. Behandlingshyppighed og pesticidbelastning for samtlige glyfosatmidler anvendt på det samlede omdriftsareal indberettet for 2013 fremgår af nedenstående tabel.

Behandlingshyppighed og pesticidbelastning for **glyfosat** midler anvendt på det samlede omdriftsareal i 2013 jf. Bekæmpelsesmiddelstatistik 2013 (MST 2014, bilag 6 og 7, p. 96 og 97)

Datagrundlag	Behandlingshyppighed (BH)(BI pr. ha)	Pesticidbelastning (B pr. ha)	Belastningsindeks (B pr. BI)
Solgte mængder (bilag 6)	0,21	0,08	0,38
Indberettede sprøjtejournaldata (bilag7)	0,48	0,19	0,40

### Herbicidanvendelse i glyfosat-resistent majs

IFRO har ikke foretaget en selvstændig vurdering af behovet for glyfosat, andre herbicider, mekanisk ukrudtsbekæmpelse eller sædskiftejusteringer som følge af dyrkning af glyfosat-resistent majs. Fra MST er det imidlertid oplyst, at der på grundlag af vurderinger fra SEGES og DCA samt EFSA, skal anvendes en glyfosat-dosering på hhv. 2 x 720 og 2 x 1.080 gram pr. ha. I de videre analyser er der taget udgangspunkt i begge doseringer, dog således at den samlede vurdering, for ikke at undervurdere effekten af glyfosat-resistent majs, er baseret på den høje dosering. Det er desuden antaget, at udbyttet er uændret og der ikke er behov for andre herbicider end glyfosat i den glyfosat-resistente majs.

De 2 x 720 og 2 x 1.080 gram glyfosat pr. ha svarer til et forbrug på hhv. 4 og 6 liter (360 gram glyfosat pr. liter) glyfosatmidler pr. ha, hvilket igen svarer til en behandlingshyppighed (BH) på hhv. 1,33 og 2,00 BI pr. ha. Forudsættes det, at der anvendes det samme mix af glyfosat-holdige midler i glyfosat-resistent majs som i sædskiftet i øvrigt, vil det udløse en pesticidbelastning på mellem 0,52 og 0,78 B pr. ha.

Når konventionelt dyrket majs erstattes af glyfosat-resistent majs betyder det således, at behandlingshyppigheden (BH) for herbicider øges fra 1,29 til mellem 1,33 og 2,00 BI pr. ha, mens pesticidbelastningen for herbicider øges fra 0,28 til mellem 0,52 og 0,78 B pr. ha. I denne beregning er det antaget, jf. ovenstående tabel, at pesticidbelastningen for den gennemsnitlige glyfosat ligger på mellem 0,38 og 0,40 B pr. BI. Med den højeste dosering (6 liter pr. ha) betyder det, at pesticidbelastning i majs øges med 0,5 B pr. ha.

Majsarealet udgjorde som nævnt 191.000 ha i 2013, svarende til 8,7 pct. af det konventionelt dyrkede areal i omdrift. Omlægges alt majs til glyfosat-resistent majs og behandles med den højeste dosering af glyfosat, vil det medføre en forøgelse af pesticidbelastningen for det samlede konventionelt dyrkede areal på 0,039 B pr. ha. Sammenholdt med den nuværende pesticidbelastning (MST 2014, tabel 1, p. 6) på 3,49 B pr. ha for det samlede konventionelt dyrkede areal i omdrift, giver det en forøgelse i landbrugets samlede pesticidbelastning på ca. 1,25 pct. En omlægning vil således medføre en meget begrænset stigning i landbrugets samlede pesticidbelastning. Dette resultat understøtter den af MST i grundnotatet (Europaudvalget 2014) fremførte konklusion, at pesticidbelastningen kun er moderat højere ved dyrkning af glyfosat-tolerant majs, end ved dyrkning af konventionel majs.

### Ændret middelvalg som følge af nye pesticidafgifter

De nye pesticidafgifter, der trådte i kraft 1. juli 2013, er i høj grad baseret på midlernes pesticidbelastning, og det forventes at de mest belastende midler, hvor det er muligt, vil blive erstattet med mindre belastende og dermed billigere midler. Det vil givetvis betyde en ændring i produktsammensætningen for såvel de traditionelle majsherbicider som for glyfosatmidlerne. Antages det, at der fremover kun anvendes glyfosatmidler med den lavest mulige pesticidbelastning, fx Roundup Bio, der har en pesticidbelastning på 0,23 B pr. BI i forhold til den nuværende belastning for glyfosatmidler på 0,38-0,40 B pr. BI, ændres

merbelastningen ved en omlægning til glyfosat-resistent majs sig fra 0,5 B pr. ha til 0,18 B pr. ha. De nye afgifter vil naturligvis også påvirke middelvalget for de traditionelle majs herbicider. Det er imidlertid en kompleks opgave at forudsige den forventede tilpasning for disse midler, men det kunne være et godt bud, at ikke mindst de midler, der indeholder fluroxypyr, der som nævnt har et relativt højt belastningsindeks, vil blive forsøgt udskiftet med mindre belastende fluroxypyr midler (ændret formulering) eller midler med andre, mindre belastende aktivstoffer.

Det er således ikke på et opdateret grundlag vurderet, hvorledes et fuldt gennemslag af de nye pesticidafgifter vil påvirke middelsammensætning og pesticidbelastningen for herbicider anvendt i konventionelt dyrket majs. En sådan analyse, hvor ikke mindst mulighederne for en økonomisk rationel anvendelse mulighederne for substitution af forskellige ukrudtsmidler, mekanisk ukrudts bekæmpelse, sædskiftejusteringer og IPM indgår, går ud over rammerne for et kort notat og vil ikke mindst kræve et væsentligt, planteværnsfagligt bidrag fra DCA. En sådan, mere gennemgribende, tværfaglig analyse af den forventede effekt af de nye, differentierede pesticidafgifter, ikke blot for majs, men også for vintersæd, vårsæd, raps og sukkerroer er seneste gennemført i 2012 (Ørum et al, 2013). Det er i øvrigt i den analyse, at muligheden for en reduktion i pesticidbelastningen på 40 pct. er fremkommet og sandsynliggjort.

Med det nuværende middelvalg og forudsætningen om anvendelse af en høj dosering glyfosat i glyfosat-resistent majs øges den samlede belastning, som beregnet ovenfor, med godt 1 pct. Der er, som nævnt, ikke gennemført en detaljeret analyse, med brug af aktuelle priser og midler, for den forventede tilpasning i herbicidanvendelsen i konventionelt dyrket majs, men det vurderes at den relative merbelastning, på godt 1 pct. også vil gælde, når de nye afgifter er slået fuldt igennem, og den samlede pesticidbelastning, jf. den aktuelle sprøjtemiddelstrategi, er reduceret med 40 pct. Dette begrundes med, at det er lige så sandsynligt at belastningen med tiden, når den nye afgift er slået fuldt igennem, reduceres lige så meget for de traditionelle majs herbicider som for glyfosat-midlerne.

#### **Ændret arealanvendelse og driftsøkonomiske forhold**

I de gennemførte beregninger er det forudsat, at det kun er det nuværende majsareal, der omlægges til glyfosat-resistent majs. Der er derimod ikke regnet på det driftsøkonomiske incitament til at foretage en sådan omlægning, og det er ikke diskuteret, hvorledes en omlægning vil påvirke ukrudtstrykket i sædskiftet, påvirke etablering af efterafgrøder i majs eller påvirke rentabiliteten i majsdyrkingen og dermed størrelsen af majsarealet.

Majs dyrkes primært som en monokultur, dvs. mange år med majs efter majs. Det er derfor begrænset, hvorledes en omlægning kan reducere behovet for herbicider i de øvrige afgrøder i sædskiftet, men den ensidige anvendelse af kun et herbicid på samme areal, år efter år, vil alt andet lige kunne medføre en øget risiko for udvikling af glyfosat-resistent ukrudt. Glyfosat-resistent ukrudt vil i majs og andre afgrøder kunne bekæmpes med de traditionelle herbicider, men glyfosat vil ikke længe, lige så effektivt, kunne anvendes som et effektivt totalmiddel mod ukrudt i sædskiftet. Det vil alt andet lige kunne medføre en række begrænsninger i sædskiftet og føre til en øget anvendelse af flere, specifikke ukrudtsmidler og dermed en højere pesticidbelastning for hele omdriftsarealet. Skulle problemet opstå, kan man forvente, at det dels opdages i tide, dels imødegås med en effektiv rådgivning og regulering. Også derfor, er effekten på sprøjtemiddelstrategien samt de praktiske og økonomiske effekter af et sådant scenarie ikke analyseret og taget i betragtning i nærværende notat.

Det er almindeligt kendt/antaget, at efterafgrøder effektivt kan begrænse den ellers høje kvælstofudvaskning i majs. Set i lyset af den stadige fokus på en målrettet regulering af landbrugets kvælstofudledning, er det derfor en væsentlig forudsætning for landbrugets incitament til at dyrke den glyfosat-resistente majs, at glyfosat-behandlingerne kan forenes/indpasses med etablering af effektive efterafgrøder, især i de egne af landet, hvor kvælstofudledningen med en fremtidig, mere målrettet regulering skal begrænses mest.

Det kræver naturligvis en forbedret rentabilitet eller væsentlige dyrkningstekniske fordele at skifte til glyfosat-resistent majs. I Håndbog til driftsplanlægning 2014 (Videncentret for Landbrug, 2014, side 7) er der i DB-kalkuler for majshelsæd budgetteret med en omkostning på ca. 590 kr. pr. ha til herbicider samt en omkostning på 2 x 150 kr. pr. ha til udbringning. Når prisen på glyfosat (360 g/l), jf. Middeldatabasen (SEGES 2014), ligger på mellem 50 og 60 kr. pr. liter, koster de 4-6 liter glyfosat mellem 200 og 360 kr. pr. ha og. Antages det, at udbyttet er uændret i den glyfosat-resistente majs og at den, lige som den konventionelle majs, skal sprøjtes med herbicider to gange, medfører omlægningen umiddelbart en gevinst på omkring 300 kr. pr. ha. Herfra skal naturligvis trækkes en eventuel meromkostning til glyfosat-resistent majsudsæd. Da der i Håndbog til driftsplanlægning er regnet med en produktionsværdi på ca. 11.000 kr. pr. ha og en omkostning på 1.600 kr. pr. ha til konventionelle udsæd i majshelsæd, giver gevinsten på 300 kr. pr. ha, i bedste fald for landmanden, plads til en reduktion i produktionsomkostningerne på 2,7 pct., og i værste fald for landmanden, mulighed for en merpris på op imod 20 pct. for glyfosat-resistent majsudsæd.

Rentabiliteten har som sagt stor betydning for udbredelsen af glyfosat-resistent majs, men den mulige udbredelse er på ingen måde begrænset til de nuværende majsarealer. Er den glyfosat-resistente majs tilstrækkelig rentabel, vil den dels kunne erstatte andre grovfoderafgrøder, primært sædskiftegræs, dels blive mere interessant som energiafgrøde på fx arealer, hvor der i dag dyrkes korn. Da vintersæd og sædskiftegræs i dag dyrkes med hhv. en meget højere og en meget lavere pesticidbelastning end for majs, kan det derfor have langt større betydning for opfyldelse af sprøjtemiddelstrategien, hvor meget majs der dyrkes og hvor - konventionelt såvel som glyfosat-resistent - end hvor meget pesticidforbruget øges ved en omlægning af de nuværende majsarealer. I Bekæmpelsesmiddelstatistikken (MST, 2013, p. 97, tabel 7) er der således, på grundlag af de indberettede sprøjtejournaldata, beregnet en total (ikke kun herbicider) pesticidbelastning for majs, vintersæd og sædskiftegræs på hhv. 0,46, 3,17 og 0,06 B pr ha. Og baseret på salgsdata (MST, 2013, p. 96, tabel 6) en samlet pesticidbelastning på hhv. 0,79, 4,68 og 0,22 B pr. ha. I runde tal, er belastningen således 3,0 B pr. ha lavere og 0,5 B pr. ha højere for konventionel dyrket majs sammenlignet med hhv. vintersæd og sædskiftegræs. Antages det desuden, at majsens omlægges og behandles med en høj dosering glyfosat, øges forskellen i runde tal til -2,5 og +1,0 B pr. ha for majs i forhold til hhv. vintersæd og sædskiftegræs.

Det kan med disse forudsætninger beregnes, at en (ikke særlig sandsynlig) fordobling af majsarealet, hvor 190.000 ha vintersæd omlægges til hhv. konventionel og glyfosat-resistent majs til fx biogasproduktion, vil reducere landbrugets samlede pesticidbelastning med hhv. 7,4 og 5,0 pct. På samme måde vil en (lige så sandsynlig) fordobling af majsarealet med konventionel og glyfosat-resistent majs på bekostning af arealet med sædskiftegræs, øge landbrugets samlede pesticidbelastning med hhv. 1,2 og 3,7 pct.

Relativ effekt på landbrugets samlede pesticidbelastning ved en øget (en fordobling af arealet) dyrkning af konventionel og glyfosat-resistent majs på bekostning af arealerne med hhv. vintersæd og sædskiftegræs.

Majstype	Ved øget majsdyrkning på bekostning af arealet med vintersæd	Ved øget majsdyrkning på bekostning af arealet med sædskiftegræs
Konventionel	-7,4%	1,2%
Glyfosat-resistent	-5,0%	3,7%

I bedste fald vil der være tale om en reduktion i landbrugets pesticidbelastning på -5,0 pct. hvis majsarealet fordobles med henblik på fx en øget biogasproduktion, og i værste fald en forøgelse på 3,7 pct., hvis majsarealet fordobles med henblik på en øget grovfoderproduktion, når majsens samtidigt omlægges til glyfosat-resistent majs.

### Konklusion

Det vurderes på grundlag af de skitserede forudsætninger og beregninger, hvor der ikke mindst anvendes en høj dosering glyfosat i den glyfosat-resistente majs, at en fuld omlægning af det nuværende majsareal til glyfosat-resistent majs, vil øge landbrugets samlede pesticidbelastning med 1,25 pct. Der er således tale om et overkantsskøn, og der kan argumenteres for, at en lavere glyfosat-dosering, som vurderet af DCA og SEGES, vil være tilstrækkelig. Der kan endvidere argumenteres for, at en begrænset rentabilitet, og en begrænsning i muligheden for etablering af efterafgrøder i den glyfosat-resistente majs vil medføre en endnu mindre forøgelse eller, at en god rentabilitet i dyrkning af glyfosat-resistent majs til fx energiformål på bekostning af arealet med vintersæd, endog, vil kunne medføre en pæn reduktion i landbrugets pesticidbelastning. Endeligt kan der argumenteres for, at en forbedret rentabilitet i grovfoderproduktion med glyfosat-resistent majs vil medføre, at majsarealet ikke blot omlægges, men også forøges på bekostning af arealet med især sædskiftegræs. For de to (værste og bedste, men lidet sandsynlige) scenarier, hvor majsarealet omlægges og fordobles på bekostning af arealet med vintersæd og sædskiftegræs, er der beregnet en ændring i landbrugets samlede pesticidbelastning på hhv. -5,0 og +3,7 pct. Det kan derfor konkluderes, at en indførelse af glyfosat-resistent majs, med stor sandsynlighed, vil have en meget begrænset betydning for opfyldelsen af sprøjtemiddelstrategiens målsætning om en reduktion i pesticidbelastningen på 40 pct.

### Referencer

Europaudvalget (2014). Grundnotat til Folketingets Europaudvalg:

<http://www.ft.dk/samling/20142/almdel/euu/bilag/143/1546778.pdf>

MST (2014). Bekæmpelsesmiddelstatistik 2013, Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 6 2014:

<http://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2014/12/978-87-93283-33-6.pdf>

SEGES (2014). Middeldatabasen: [www.Middeldatabasen.dk](http://www.Middeldatabasen.dk)

Videncentret for Landbrug (2014). Håndbog til driftsplanlægning 2014. Videncenter for Landbrug/Landbrugsforlaget.

Ørum JE, Jørgensen LN, Kudsk P (2013). Potentiel reduktion i pesticidbelastning ved substitution af midler og anvendelse af IPM. IFRO Udredning Nr. 2013/17:

[http://curis.ku.dk/ws/files/98465825/IFRO\\_Udredning\\_2013\\_17.pdf](http://curis.ku.dk/ws/files/98465825/IFRO_Udredning_2013_17.pdf)