

NaturErhvervstyrelsen

Vedrørende udredning af pollenspredning fra genmodificeret majs under danske forhold (PL-2012-24 og BP-2013-30).

NaturErhvervsstyrelsen, har i e-mail af 25. april 2012 ved bestilling anmodet DCA (Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug) om, at:

Udarbejde konkrete forslag til trinvis nedsættelse af dyrkningsafstande mellem marker med genmodificeret majs og marker med henholdsvis konventionel og økologisk majs ved hjælp af værnebælter med ikke-modificeret majs under danske dyrkningsforhold (typiske markarealer m.v.). Forslagene skal relatere sig til afstande mellem marker med genmodificeret majs og konventionel majs på 150 m, henholdsvis mellem marker med genmodificeret majs og økologisk majs på 300 m. Resultaterne skal danne baggrund for overvejelser om at supplere de nuværende krav om dyrkningsafstande i den nuværende sameksistenslovgivning med muligheden for at indføre værnebælter. Værnebælter vil kunne muliggøre en trinvis nedsættelse af dyrkningsafstandene på henholdsvis 150 og 300 m.

For områder med intens majsdyrkning vil værnebælter kunne anvendes som supplement til dyrkningsafstandene. Der ønskes derfor endvidere en vurdering af, om de samme antal værnebælter til nedsættelse af dyrkningsafstandene kan anvendes til dette formål.

Baggrunden for ovennævnte bestilling er at: *I rapporten fra Udredningsgruppen vedrørende sameksistens mellem genetisk modificerede, konventionelle og økologiske afgrøder fra 2007 hvori anføres, at der mangler viden om bl.a. majs pollen-spredning under danske forhold herunder virkningen af værnebælter. Det anføres videre, at der er behov for at etablere det nødvendige videns- og erfaringsgrundlag for håndtering af sameksistens i områder med intens majsdyrkning.*

De nuværende regler for sameksistens mellem genmodificerede og konventionelle og økologiske afgrøder foreskriver for majs en dyrkningsafstand på 150 m uanset om naboafgrøden er konventionel eller økologisk majs [Redaktionel bemærkning: Her må skulle stå økologisk majs som det sidste]. Der er imidlertid opstået et politisk ønske om at operere med differentierede dyrkningsafstande, så 150 m kun

DCA - Nationalt Center for
Fødevarer og Jordbrug

Karl Tolstrup

Specialkonsulent

Dato: 08. maj 2013

Direkte tlf.: 87151265

Mobiltlf.: 22172062

Fax: 8715 6076

E-mail:

karl.tolstrup@agrsci.dk

Afs. CVR-nr.: 31119103

Reference: ktp

Side 1/2



gælder som afstand til konventionel majs mens der bør fastsættes en dyrkningsafstand til økologisk majs på 300 m.

Herudover har Udredningsgruppen foreslået anvendelse af værnebælter med konventionel majs rundt om marker med genmodificeret majs som middel til at nedsætte dyrkningsafstandene. Det skulle herved være muligt at fastlægge en trinvis nedsettelse af afstandene i takt med antallet af værnerækker.

Vi har noteret at: *"Det er vigtigt ved denne bestilling, at besvarelsen behandles fortroligt til den er blevet behandlet i den ministerielle beslutningsproces".*

Det vedhæftede notat som svar på anmodningen er udarbejdet af Forskningsleder Birte Boelt og Lektor Johannes Ravn Jørgensen, Institut for Agroøkologi.

Vedrørende det nævnte ønske om at operere med differentierede dyrkningsafstande skal i øvrigt henvises til vedlagte tidligere fremsendte *Fagligt bidrag vedrørende dyrkning af GM-afgrøder af raps, majs, kartofler, bederoer, hvede og byg fra 2011*, bl. a. tabel 4 s. 24 og tilhørende forklaring, der ifølge forfatterne herover fortsat er nyeste viden vedrørende dette for majs.

Med venlig hilsen

Karl Tolstrup
Koordinator for myndighedsrådgivning
Specialkonsulent

Kopi til: Center for Innovation, FVM

Udredning af pollenspredning fra genmodificeret majs under danske forhold

(Opgave nr. PL-2012-24; nyt nr. BP-2013-30)

Forfattere:

Birte Boelt og Johannes Ravn Jørgensen

Institut for Agroøkologi (AGRO)

Aarhus Universitet (AU)

RESUME

Der er ikke udført undersøgelser af pollenspredning og virkningen af værnebælter på pollenspredning mellem GM- og ikke-GM-majsmarker i Danmark. Nyere publikationer fra 2008-2011 præsenterer relevante data fra nordtyske undersøgelser, hvor effekt af markstørrelse af pollen-donor (GM-mark) og pollen-modtager (ikke-GM-mark) samt isolationsafstand viser, at isolationsafstand og størrelsen/dybden af ikke-GM-marken har størst betydning for indholdet af GM i modtager-marken. Endvidere er separat afhøstning af ikke-GM-markens yderste kant et væsentligt virkemiddel til at reducere GM-indhold i modtager-mark.

Majsarealet i Danmark er i fortsat stigning. Dyrkningen er koncentreret i områder med stor malkekvægsproduktion og sandholdige jorde. Den gennemsnitlige markstørrelse er næsten ens i konventionel og økologisk produktion og er henholdsvis 5,6 og 5,9 ha for majs til ensilage. Marker med majs til modenhed er generelt mindre. Hvis det antages, at marker fortrinsvis er kvadratiske vil dybden af en 5 ha mark være ca. 112 m (markbredde og marklængde: $224 \text{ m} \times 224 \text{ m} = 50.176 \text{ m}^2$).

I de nordtyske undersøgelser var højeste GM-indhold i en mark med 102 m dybde 0,8% ved en isolationsafstand på 78 m. Hvis der blev foretaget en separat afhøstning af 3 m i ikke-GM-markens kant, reduceredes GM-indholdet til 0,6%, og ved afhøstning af 6 m til 0,5% og ved afhøstning af 12 m til 0,4%. I mindre marker dvs. marker med en dybde på 51 m fandtes GM-indhold $>0,9\%$ i to ud af ti marker, og selvom der blev afhøstet 3 m af ikke-GM-marken, lykkedes det ikke at reducere GM-indholdet til $<0,9\%$. Ud fra modelberegninger baseret på markdata er den nødvendige isolationsafstand i marker med 102 m dybde fundet at være $<24 \text{ m}$ for majs til ensilage og 88 m for kernemajs ved en GM tærskelværdi på 0,7%.

I de nordtyske undersøgelser havde værnebælter af konventionel majs rundt om GM-majsmarken ingen reducerende effekt på GM-indkrydsning i ikke-GM-marken.

De tyske undersøgelser publiceret i perioden 2008-2011 viser, at ved anvendelse af separat afhøstning/værnebælter hos ikke GM-dyrkeren kan isolationsafstanden reduceres, men størrelsen/dybden af ikke-GM marken og majsens anvendes (til ensilage eller kernemajs) har stor indflydelse på isolationsafstand og værnebæltets bredde. Den gennemsnitlige markstørrelse i Danmark er større end de data, som er anvendt i de tyske undersøgelser. Derfor vurderes datagrundlaget endnu for spinkelt til at foreslå konkrete nedsættelser af de danske dyrkningsafstande som følge af anvendelse af separat afhøstning/værnebælter. En yderligere komplikation ved anvendelse af værnebælter er, at de har størst effekt hos ikke GM-dyrkeren (separat afhøstning).

Dyrkningspraksis og anvendelse i Danmark

Dyrkning af majs (*Zea mays* L.) til modenhed lykkes kun i områder med en lang, varm vækstsæson. Majs kræver en jordtemperatur på mindst 8°C for at spire optimalt, og majs er følsom over for kuldeperioder efter fremspiring. På lokaliteter med mildt klima kan såning ske fra midten af april, mens såningen på områder med risiko for nattefrost må udsættes til slutningen af april eller senere afhængig af året. Udenlandske majsforædlere har imidlertid udviklet sorter, der er interessante i dansk grovfoderproduktion, idet de under vore klimaforhold kan nå at udvikle kolber med gulmodne kerner. På dette stadium, der indtræder i september-oktober, er majsafgrøden velegnet til ensilering som helsæd. Kolberne indeholder store mængder stivelse og andre sukkerstoffer og er langt mere værdifulde end de øvrige plantedele. Dyrkning af majshelsæd kan gennemgående betragtes som en sikker afgrøde i hele landet, mens der i store dele af landet er knyttet betydelig usikkerhed til dyrkning af majs til modenhed dvs. kolbemajs eller kernemajs.

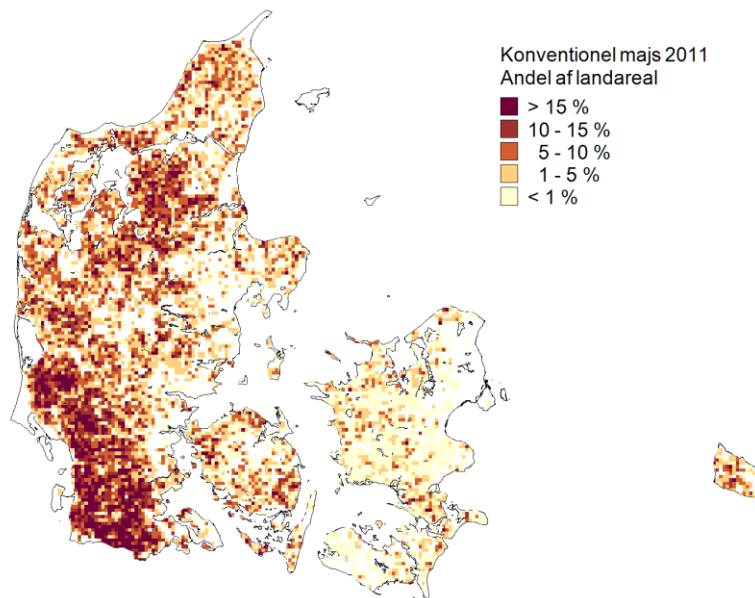
Tabel 1. Dyrkningsareal af majs i Danmark 2006 og 2012

Dyrkningsår	2006	2012
Konventionelt dyrket majs til ensilering	130.400 ha	179.000 ha
Konventionelt dyrket majs til modenhed	1.300 ha	12.600 ha
Konventionelt dyrket majs til konsum	300 ha	-
Konventionelt dyrket majs i alt (afrundet)	132.000 ha	192.000 ha
Økologisk dyrket majs til ensilering	5.600 ha	5.500 ha
Økologisk dyrket majs til modenhed	15 ha	48 ha
Økologisk dyrket majs til konsum	25 ha	-
Økologisk dyrket majs i alt (afrundet)	5.600 ha	5.500 ha
I alt majs (afrundet)	137.600 ha	197.500 ha

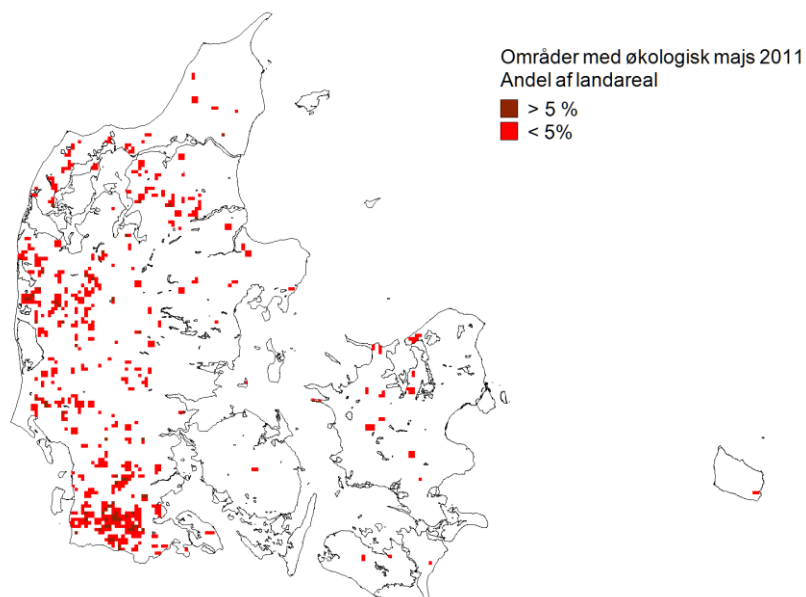
Kilde: Udtræk af oplysninger om markplan fra ansøgning om enkeltbetaling 2012 pr. 1. januar 2013. Udtrækket er bearbejdet af Inge T. Kristensen (AGRO, AU).

Dyrkningsarealet er siden 2006 steget fra 137.600 til 197.500 ha i 2012 (tabel 1) og udgør ca. 7,5% af det dyrkede areal, lokalt dog op til ca. 20%. Majs dyrkes i Danmark derfor primært til anvendelse som ensilage, hvor hele planten høstes. Dyrkningen er især udbredt i Jylland og på Fyn i forbindelse med de store kvægbrug. Der er dog en stigende interesse for dyrkning af majs til modenhed og til konsum. Der er ingen

majsforædling eller opformering af frø i Danmark. Figur 1 viser den regionale fordeling af konventionelt dyrket majs i 2011, og figur 2 viser den regionale fordeling af økologisk dyrket majs i 2011. For både konventionelt og økologisk dyrket majs er der en koncentration af dyrkningen i Sønderjylland og en relativt begrænset dyrkning på Sjælland og Øerne.



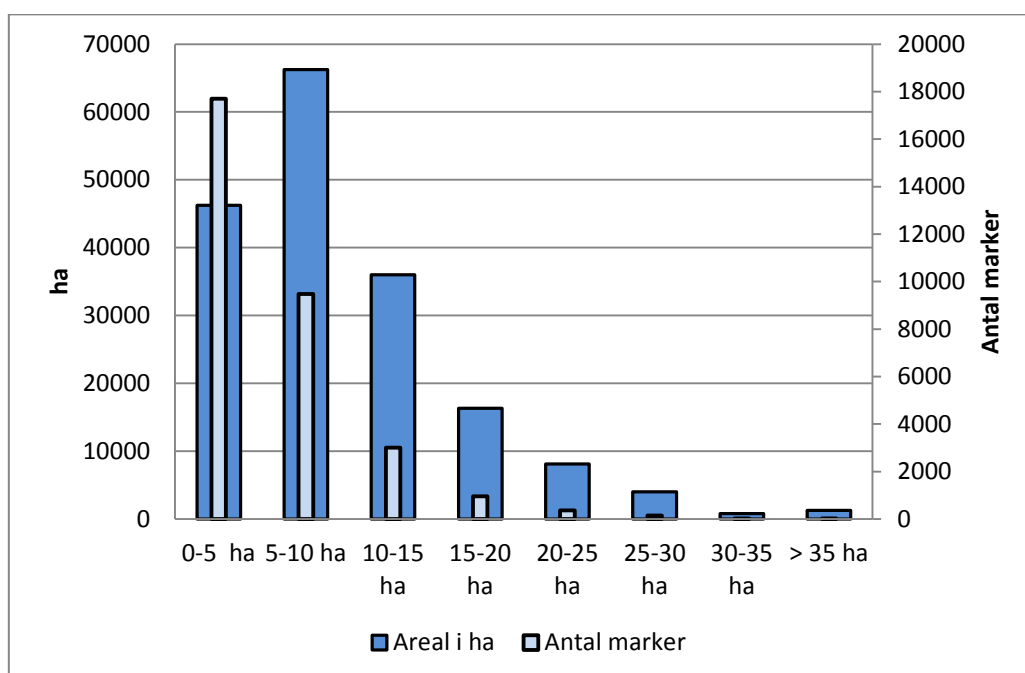
Figur 1. Dyrkningsareal med konventionelt dyrket majs i 2011. Figur produceret af Inge T. Kristensen, AGRO, AU.



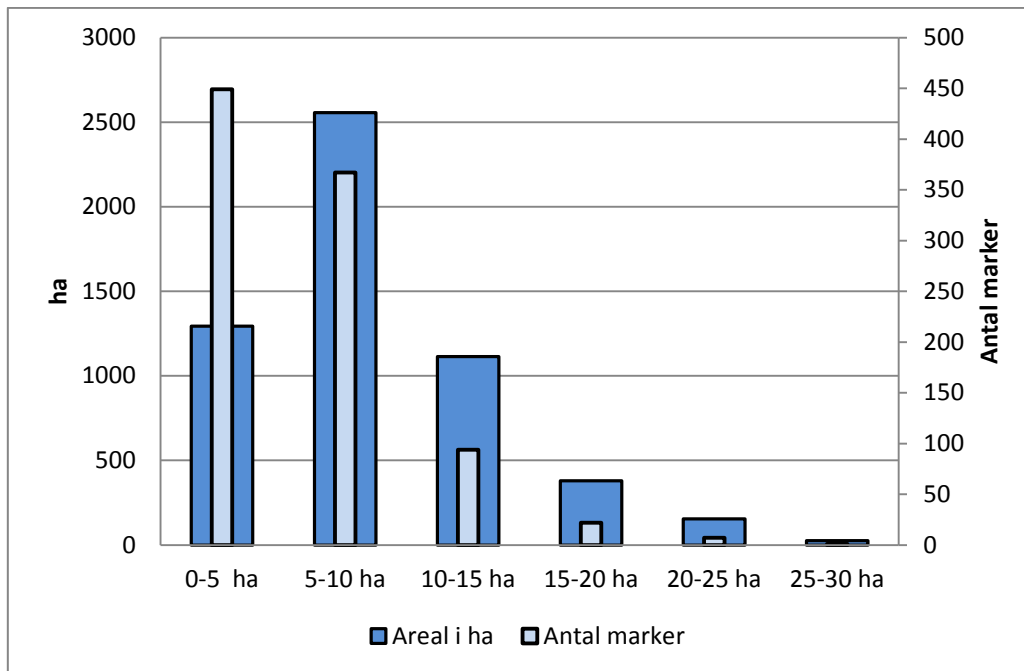
Figur 2. Dyrkningsareal med økologisk dyrket majs i 2011. Figur produceret af Inge T. Kristensen, AGRO, AU.

Produktionen af majs dyrket til ensilage var fordelt på hhv. 31.700 konventionelt dyrkede marker og 950 økologisk dyrkede marker i 2012 med et gennemsnitligt areal på henholdsvis 5,6 og 5,9 ha (figur 3 og 4). Der er således ikke den store forskel i markstørrelsen. Der er dog relativt flere små (< 5 ha) konventionelt dyrkede marker end økologisk dyrkede marker til ensilage.

Arealet med majs dyrket til modenhed er fordelt henholdsvis på 3.600 konventionelt dyrkede marker og 10 økologisk dyrkede marker, med et gennemsnitligt areal på henholdsvis 3,5 og 4,8 ha.

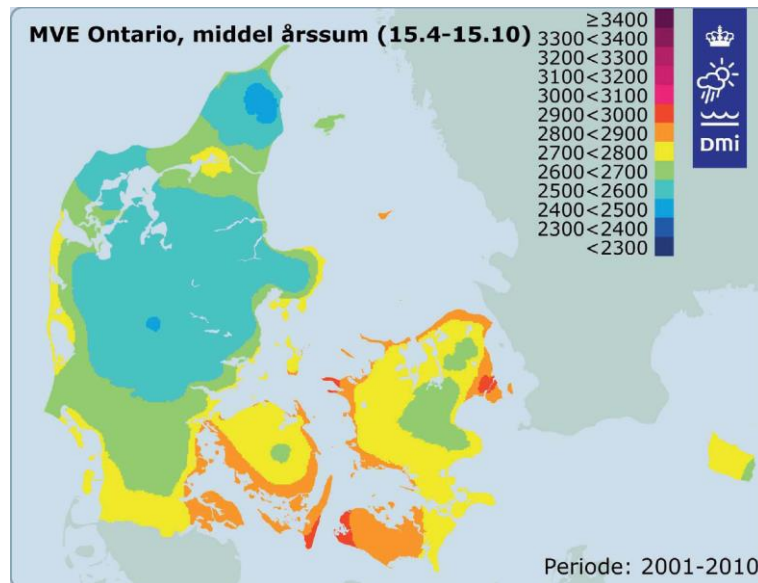


Figur 3. Antal marker og samlet areal af konventionelle arealer med majs til ensilage i 2012 fordelt på markstørrelse (Enkeltbetaling december 2012).



Figur 4. Antal marker og samlet areal af økologiske omlagte arealer med majs til ensilage i 2012 fordelt på markstørrelse (Enkeltbetaling december 2012).

I Danmark anvendes metrologiske temperaturdata, de såkaldte Ontario majsvarmeenheder, beregnet fra 15. april til 15. oktober, til at beskrive majsens dyrknings- og produktionspotentiale. Ifølge Videncenter for Landbrug skal der være mindst 2400 majsvarmeenheder, for at tidlige sorter kan modnes til helsæd, dvs. at de kan opnå 30-32 pct. tørstof senest midt i oktober. Store områder i Midt- og Nordjylland har færre end 2400 majsvarmeenheder, hvilket gør disse område mindre egnede til majsdykning. Tilsvarende skal der være mindst 2700 majsvarmeenheder i vækstsæsonen, for at tidlige sorter kan modne til kolbemajs og kernemajs, dvs. at de inden udgangen af oktober kan opnå 55 pct. tørstof i kolberne til kolbemajs og 40 pct. vand i kernerne til kernemajs. I et nyere dansk studie har man undersøgt årsager til stigningen i det danske majsareal. Stigningen er fortrinsvis sket i områder med stor malkekvægsproduktion og på sandjord, men den har også været koblet til de stigende temperaturer (Odgaard et al., 2011).



Figur 5. Gennemsnit af majsvarmeenheder i 2001 til 2010. Kilde:DMI.

Morfologi

Den i Danmark dyrkede majs er typisk en 2 - 2,5 meter høj enårig plante. Majs er sambo, dvs. har adskilte hanlige og hunlige blomster på samme plante. De hanlige småaks sidder i en sammensat top i spidsen af strået, mens de enblomstrede hunlige småaks sidder tæt skruetillet på en tyk akse omgivet af dækblade i de nedre bladhjørner. Normalt er der kun én kolbe pr. plante (Sortinfo.dk.). Basis af kolben er typisk mellem 60 og 130 cm over jordoverfladen.

Kilder til spredning

Som beskrevet i Udredningen fra 2003 (Tolstrup et al., 2003) og Supplerende rapport fra 2007 (Tolstrup et al., 2007) er majs en vind- og fremmedbestøver, som er ekstremt dryssefast. Under naturlige forhold reproduceres majs kun gennem frø. Majs har ingen spirehvile, den høstes overvejende som hele planter til ensilering og har ikke vilde slægtninge den kan krydse med i Danmark. Majs er, hvor den dyrkes, én af de vigtigste pollenkilder for honningbier (Keller et al., 2005), primært fordi den blomstrer på et tidspunkt, hvor udbuddet af pollen er meget begrænset. Da honningbier imidlertid ikke besøger majsens hunblomster, som ikke producerer nektar, bidrager bierne ikke til genspredning i majs. Den primære form for spredning er via vindspredning af pollen til nabomarker eller indblanding via utilstrækkelig rensning af høstmaskiner.

Pollenspredning i majs afhænger først og fremmest af vindretning og vindhastighed, dernæst af et synkroniseret blomstringsforløb mellem donor- og modtagermark, og efterfølgende af modtager-markens størrelse/dybde (Langhof et al., 2010).

Dyrkning af majs i Danmark er endnu på den nordlige grænse for denne afgrødes udbredelse. Derfor er der ikke mulighed for at reducere pollenspredning i majs ved forskydning i sådato og dermed i blomstringsdato under danske forhold.

Pollen

Majspollen frigives primært om formiddagen, og det har en levetid på maksimalt to timer (Luna et al., 2001). Høj temperatur og lav luftfugtighed reducerer majspollenets levetid. Majspollen er i forhold til pollen fra andre græsser relativt store. Baltazar et al. (2005) angav pollen diameteren til at være mellem 94 og 103 μm . En enkelt majsplante kan producere op til 2×10^6 pollen per dag (Jarosz et al., 2003) og totalt mellem $6 \times 10^6 - 25 \times 10^6$ afhængig af sorten (Bannert & Stamp, 2007). Dette vil med en plantetæthed på 10 planter pr. m^2 svare til ca. 250 millioner pollen som frigives pr m^2 . Majspollen er omgivet af et beskyttende lag bestående af en resistent ydervæg (exine) og en celluloserig cellevæg, (intine) (Cheng & Pareddy, 1994). Pollen frigives fra de hanlige småaks over en periode på en til to uger. Der er en tendens til, at de hanlige blomster og pollen modnes tidligere end de hunlige blomster og støvfang. På de hunlige småaks er støvfangenes modtagelighed for pollen således forskudt 1-3 dage i forhold til frigivelsen fra hanblomsterne (Sleper og Poehlman, 2006). Som konsekvens af den forskudte blomstring mellem han- og hunblomster, den korte pollenspredningsperiode og modtagelighed i hunblomsterne foregår bestøvningen mellem donor og modtagerplanter over en 7-dages periode (Bannert & Stamp, 2007). Majs har en selvbestøvningsrate på ca. 5% (Sleper og Poehlman, 2006).

Pollen spredes primært med horisontale vinde, men turbulens og termiske vinde kan sprede pollenkornt vertikalt. Bannert og Stamp (2007) angiver disse vertikale vindbevægelser som en forklaring på langdistance-spredning af majspollen. Disse opretgående vindbevægelser ses oftest i markens yderkant.

I den danske sortsafprøvning under lovbestemt værdiafprøvning for majshelsæd i 2010-12 og sortsafprøvningen under Landsforsøg for kernemajs (2010-12) varierer blomstringstidspunktet for hanblomsterne fra sidste uge af juli ind til første uge af august (Sortinfo.dk). Der er ubetydelig forskel i blomstringstidspunktet mellem majshelsæd og kernemajs. Dette kan tilskrives, at majs har nået sin foreløbige nordlige udbredelse i Danmark jf. kravet til majsvarmeenheder, og at der dermed er et begrænset antal dyrkningsegne sorter. Den begrænsede udstrækning af blomstringsperioden og af variationen i det registrerede blomstringstidspunkt mellem de dyrkede sorter giver således ikke i Danmark en mulighed for at reducere risikoen for krydsbestøvning mellem GM og ikke-GM-marker ved at forskyde etableringstidspunktet og dermed forskyde blomstringsperioden.

Værnebælter

Et værnebælte kan placeres omkring GM- og/eller ikke-GM-marken. Værnebæltet kan udgøres af majs eller andre afgrøder. Hvis værnebæltet er placeret hos ikke-GM-dyrkeren og udgøres af majs, vil den høstede majs oftest skulle afsættes mærket som GM.

Ceddia et al. (2009) har i et modelstudie undersøgt betydningen af værnebælter hos henholdsvis en GM- og en ikke-GM-producent. Resultaterne viste, at der er størst effekt af værnebæltet, når det er placeret rundt om ikke-GM-marken. Tilsvarende fandt Rühl et al. (2011) i markforsøg tre steder i Nordtyskland. Her var på hver lokalitet etableret et GM- og et ikke-GM-majsareal med 51 m isolationsafstand. GM-marken var placeret vest for ikke-GM-marken, og den var opdelt i tre felter, der havde henholdsvis ingen, 9 m og 18 m

ikke-GM-majs værnebælter i den østlige side af arealet dvs. i kanten af GM-marken, som vendte mod ikke-GM-areale. På alle tre lokaliteter blomstrede GM, ikke-GM og værnebælterne med få dages interval, og ved modenhed blev indsamlet kerneprøver på positioner 0, 5, 10, 20, 30, 50, 70 og 90 m ind i ikke-GM-marken målt fra den kant, som vendte mod GM-marken på to lokaliteter og op til 50 m ind i ikke-GM-marken på den tredje lokalitet. GM-indholdet faldt som forventet, jo længere væk fra markkanten kerneprøven blev udtaget, og GM-indholdet på markniveau var i intet tilfælde over 0,9%. Der var imidlertid ingen reducerende effekt af hverken 9 m eller 18 m værnebælte på GM-indholdet i ikke GM-marken. I GM marken resulterede ikke-GM værnebæltet i en pollenfortynding, som reducerede GM-indholdet i de yderste 2-5 m af GM-marken.

Værnebælter bestående af andre plantearter end majs vurderes at have mindre effekt end værnebælter bestående af majs (Langhof et al., 2008). Selv ikke høje planter som eksempelvis solsikker var nogen fysisk barriere for majs pollen. Forfatterne anfører, at det måske er afgrødens arkitektur og afgrødens evne til at tilbageholde pollen frem for plantehøjde, som har en effekt i forhold til genspredning. Dette studie er udført med kort afstand (12 m) mellem donor og modtager, hvorfor det ikke er repræsentativt for pollenspredning på mark- og landskabsniveau.

Ovenstående er ét af flere nyere, tyske studier af værnebælters effekt i forhold til at reducere pollenspredning og dermed GM-indkrydsning i ikke-GM-marker. Studierne viser at pollenspredning i majs først og fremmest afhænger af vindretning og vindhastighed, dernæst af et synkroniseret blomstringsforløb mellem donor- og modtagermark, og efterfølgende af modtager-markens størrelse/dybde (Langhof et al., 2010). I en 204 m dyb mark var 51 m isolationsafstand tilstrækkeligt til at opnå et GM-indhold <0,9% i kernemajs, men en mark med mindre dybde krævede en større isolationsafstand. I majs til ensilage viser studierne at 50 m isolationsafstand tilsvarende vil være tilstrækkeligt til at opnå et GM-indhold <0,9% i en ikke-GM-mark med 50 m dybde. På baggrund af disse resultater anbefaler Langhof et al. (2010) differentierede isolationsafstande i forhold til ikke-GM-markens dybde.

Anbefalingen er baseret på et tre-årigt markforsøg udført i 2005-07 på to lokaliteter og på endnu et markforsøg i Nordtyskland i 2006-07. GM-markerne (donor) var i intervallet 2,4-3,4ha med undtagelse af en enkelt mark, som var på 1,6 ha, mens ikke-GM-markerne var i intervallet 3,4-4,8ha. Isolationsafstandene var henholdsvis 24, 51 og 78 m, og suppleredes i 2007 med et forsøg med 102 m isolationsafstand. Prøverne blev udtaget i markdybder på 51, 102 og 204 m. Ved isolationsafstanden 102 m og markdybden 51 m fandtes et GM-indhold 1,0%, men ved markdybden 102 m var det højest fundne GM-indhold 0,6%.

En anden mulighed for at reducere GM-indholdet i ikke-GM marken er at afhøste den yderste kant separat (svarende til et værnebælte) af ikke-GM-marken, som vender over mod GM-marken. Langhof et al. (2010) inkluderede afhøstning af ikke-GM-markens yderste kant i de nævnte undersøgelser og fandt, at hvis der i marken med 51 m dybde blev afhøstet 3 m af markens yderkant faldt GM-indholdet fra 1,0% til 0,7%; 6 m 0,5% og 12 m 0,3%.

Forfatterne har beregnet den nødvendige isolationsafstand for marker med forskellig dybde (51, 102 og 204 m) og for afhøstning af yderste markkant (0, 3, 6 og 12 m) i relation til GM-tærskelværdi for GM-indhold i total høst af henholdsvis kernemajs og majs til ensilage. I majs til ensilage kan en tærskelværdi på 0,7% opnås ved en isolationsafstand på 69 m og ingen afhøstning af markkant i en mark med 51 m dybde; og ved isolationsafstand på <24 m ved markdybder på 102 og 204 m. I marken med 51 m dybde

reduceredes den nødvendige isolationsafstand til 33 m ved 3 m afhøstet markkant; 28 m ved afhøstning af 6 m markkant og <24 m ved afhøstning af 12 m markkant.

Disse undersøgelser dokumenterer betydningen af isolationsafstande mellem GM- og ikke-GM-majsmark, betydningen af ikke-GM-markens størrelse/dybde og endeligt af at afhøste den yderste kant af ikke-GM-marken separat i relation til krydsbestøvning fra GM til ikke-GM-majs.

Rühl & Langhof (2011) undersøgte tilsvarende betydningen af GM-markens størrelse/dybde for pollenspredningen til ikke-GM-modtagermarken, men fandt ingen indflydelse heraf. Dette er ikke i overensstemmelse med undersøgelser af Palaudelmas et al. (2012), som fandt at GM- donormarkens størrelse var positivt korreleret med pollenspredningen i modtagermarken. En fordobling af donormarken resulterede i 7% højere GM-indhold i modtagermark, hvor det målte GM-indhold i en afstand af 10 m fra donormark i alt steg fra 3,62% til 4,75% når donormarkens areal steg fra 0,5ha til 4ha. Forfatterne konkluderer imidlertid, at modtagermarkens størrelse/dybde har større betydning for GM-indholdet, hvilket bekræfter resultaterne præsenteret af Langhof et al. (2010).

Referencer

- Baltazar, B.M., de Jesus Sanchez-Gonzalez, J., Cruz-Larios, L., Schoper, J.B. 2005. Pollination between maize and teosinte: an important determinant of gene flow in Mexico. *Theoretical and Applied Genetics* 110: 519-526
- Bannert, M., Stamp, P. 2007. Cross-pollination of maize at long distance. *European Journal of Agronomy* 27: 44-51
- Ceddia, M.G., Bartlett, M., Perrings, C. 2009. Quantifying the effect of buffer zones, crop areas and spatial aggregation on the externalities of genetically modified crops at landscape level. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 129: 65-72.
- Cheng, P. C., Pareddy, D.R. 1994. Morphology and Development of the Tassel and Ear. Chapter 5. In: M Freeling, V Walbot, eds. *The Maize Handbook*. Springer-Verlag New York. pp 37-47.
- Jarosz, N., Loubet, B., Durand, B., McCartney, A., Foueillassar, X., Huber, L. 2003. Field measurements of airborne concentration and deposition rate of maize pollen. *Agricultural and Forest Meteorology* 119: 37-51 0020
- Keller, I., Fluri, P, Imdorf, A. 2005. Pollen nutrition and colony development in honey bees: part I. *Bee World* 86(1): 3-10.
- Langhof, M. , Hommel, B., Hüsken, A., Schiemann, J., Wehling, P., Wilhelm, R., Rühl, G. 2008. Coexistence in Maize: Do Nonmaize Buffer Zones Reduce Gene Flow between Maize fields? *Crop Science* 48: 305-316.
- Langhof, M., Hommel, B., Hüsken, A., Njontie, C., Schiemann, J.; Wehling, P., Wilhelm, R., Rühl, G. 2010. Coexistence in Maize: Isolation Distance in Dependence on Conventional Maize Field Depth and Separate Edge Harvest. *Crop Science* 50: 1496-1508.
- Luna, S., Figueroa, J., Baltazar, B., Gomez, R.L., Townsend, R., Schoper, J.B. 2001. Maize Pollen Longevity and Distance Isolation Requirements for Effective Pollen Control. *Crop Science* 41: 1551-1557
- Odgaard, M.V., Bøcher, P.K., Dalgaard, T., Svenning, J.C. 2011. Climatic and non-climatic drivers of spatiotemporal maize-area dynamics across the northern limit for maize production – A case study from Denmark. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 142: 291-302.
- Palau-del-màs, M., Melé, E., Monfort, A., Serra, J., Salvia, J., Messeguer, J. 2012. Assessment of the influence of field size on maize gene flow using SSR analysis. *Transgenic Research* 21: 471-483.
- Rühl, G., Langhof, M. 2011. Coexistence in Maize: Effect of the Genetically Modified Maize field Depth on Pollen-mediated Gene Flow. *Crop Science* 51: 2186-2193.
- Rühl, G., Hommel, B., Hüsken, A., Mastel, K., Schiemann, J., Wehling, P., Langhof, M. 2011. Coexistence in Maize: Effect on Pollen-Mediated gene flow by conventional Maize Border rows Edging Genetically Modified Maize fields. *Crop Science* 51: 1748-1756.
- Sleper, D.A., Poehlman, J.M. 2006. Breeding Corn (Maize). Chapter 17. In: *Breeding Field Crops*, Edition 5. Blackwell Publishing pp 277-296.
- Tolstrup, K., Andersen, S.B., Boelt, B., Buus, M., Gylling, M., Holm, P.B., Kjellsson, G., Pedersen, S., Østergaard, H., Mikkelsen, S.A. 2003. Sameksistens mellem genetisk modificerede, konventionelle og økologiske afgrøder. Rapport fra Udredningsgruppen. 236 pp.
<http://www.fvm.dk/files/Filer/Landbrug/Rapport%20fra%20udredningsgruppen%20-%20internet-version.pdf> aktiveret 10 februar 2011.

Tolstrup, K., Andersen, S.B., Boelt, B., Gylling, M., Holm, P.B., Kjellsson, G., Pedersen, S., Østergaard, H., Mikkelsen, S.A. 2007. Sameksistens mellem genetisk modificerede, konventionelle og økologiske afgrøder. Supplerende rapport fra Udredningsgruppen. 92 pp.