

# Vurdering af indeslutnings- foranstaltninger i forbindelse med dyrkning af genetisk modificeret hvede, byg og kartoffel

---

Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi

Dato: 12. september 2019

Morten Strandberg & Christian Damgaard

Institut for Bioscience

Rekvirent:  
Miljøstyrelsen  
Antal sider: 6

Faglig kommentering:  
Bodil Ehlers  
Kvalitetssikring, centret:  
Jesper Fredshavn



AARHUS  
UNIVERSITET

DCE - NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Tel.: +45 8715 0000  
E-mail: [dce@au.dk](mailto:dce@au.dk)  
<http://dce.au.dk>

# Indhold

Bestillingen	3
Hvede <i>Triticum aestivum</i>	3
Byg <i>Hordeum vulgare</i>	4
Kartoffel <i>Solanum tuberosum</i>	5
Referencer	5

## Bestillingen

TITEL: Vurdering af indeslutningsforanstaltninger i forbindelse med dyrkning af genetisk modificerede planter

KORT BESKRIVELSE AF OPGAVEN: I forbindelse med klassificering af en udendørs dyrkningsplads til genetisk modificerede planter, anmoder Miljøstyrelsen om bistand til vurdering af nødvendige indeslutningsforanstaltninger for at undgå pollenspredning fra hhv. kartofler, hvede og byg dyrket i pletter.

Drivhuset består af en bund af overlagte fliser, vægge af kanalplader, en ende af metalgitter/net og er overdækket af et fuglenet.

Kartoflernes blomster bliver klippet af inden de blomstrer, for at undgå spredning af pollen, men der er foreløbigt ingen ekstra indeslutningsforanstaltninger for hvede og byg.

Miljøstyrelsen ønsker en faglig vurdering af, hvorvidt der er risiko for pollenspredning ved disse indeslutningsforanstaltninger, og om der er behov for yderligere indeslutningsforanstaltninger for at undgå spredning af pollen fra byg, hvede og kartofler.

DATO FOR BESTILLING: 02-09-2019

ØNSKET FRIST FOR BESTILLINGEN: 16-09-2019

### Hvede *Triticum aestivum*

Hvede er en overvejende selvbestøvende kornsort, med et normalt lavt (1-2%) potentiale for fremmedbestøvning ved spredning af pollen med vinden (Gustafson et al. 2005). Ifølge OGTR (2008a) kan fremmedbestøvning under særlige forhold være op til 10%. Pollen fra hvede kan med vinden spredes mere end 1000 m fra donormarken (Waines & Hegde 2003). Spredningsdistancen fra donormarken afhænger både af donormarkens størrelse og af vindhastigheden. Hvede har sin oprindelse i Mellemøsten/Asien (OGTR 2008a). Der er ingen vilde slægtninge til hvede i Danmark og dermed ikke nogen vilde plantearter transgen hvede kan hybridisere med (Hartvig 2015). Slægten gedeøje (*Aegilops*) som er nært beslægtet med hvede, findes tættest på Danmark omkring Middelhavet. Gener fra imidazolin-tolerant hvede er fundet i gedeøje (Gaines et al. 2008). Brødhvede og andre beslægtede hvedearter, som spelt, emmer og enkorn kan optræde på ruderater og lignende steder (Hartvig 2015). Dermed er der mulighed for at der kan ske genspredning til hvede og slægtninge af hvede, også uden for marker med hvededyrkning.

Sandsynligheden for at der sker fremmedbestøvning af receptorhvede med afkom til følge, aftager hurtigt med afstanden mellem donorhveden og receptorhveden (Loureiro et al. 2012), og afhænger af vindhastighed, luftfugtighed, nedbør, jordfugtighed (tørke) og hvilke sorter af hvede der er tale om (Loureiro et al. 2007; 2012).

Hvis målet er at undgå pollenspredning fra den indesluttede hvede 100%, så er der ikke tvivl om at forsøgsområdet skal udformes med foranstaltninger der umuliggør pollenspredning. En sådan foranstaltning bør være i form af en barriere som ikke kan passeres af pollen. I praksis vil en afstand på > 100 m fra dyrkningsområdet til nærmeste hvedeplanter også reducere pollenspredning

til receptorplanter til et niveau der vil være vanskeligt at påvise. Hvis målet omvendt er at pollenspredning ikke må føre til forekomst af mere end 0,9% af transgenet i ikke-transgen hvede i omgivelserne, så er en isolationsdistance en mulighed i forhold til forekomst af hvede i receptormarker. Loureiro et al (2007) fandt at udkrydsningsraten faldt til under 1 % ved afstande højere end 8 meter fra kilden. Forsøget beskrevet i Loureiro et al (2007) var foretaget med receptorplanter der havde fået fjernet støvknapperne, således at de ikke kunne selvbestøve. Ved en afstand på 100 m fandt Loureiro et al (2012) en maksimal udkrydsningsrate på 0,03%. Tilsvarende fandt Dong et al (2016) ved anvendelse af en hansteril hvedesort som receptor, at forekomsten af GM-fremmedbestøvet hvede blev reduceret med 50% ved en afstand på 3,15 m og med 95% ved en afstand på 20,93 m. Matuz-Cadiz et al. (2007) fandt ved hjælp af en sort med lyseblå farve i aleuron-laget, en maksimal afstand for fremmedbestøvning på 2,75 km fra en stor (> 20 ha) kommerciel hvedemark. Gatford et al (2006) fandt i et feltforsøg med transgen og konventionel hvede, at i 12 meters afstand fra de transgene donorplanter var fremmedbestøvningsraten mellem 0,012% og 0,0037% hos den konventionelle hvede.

**AU vurderer på den baggrund at sandsynligheden for en forekomst på mere end 0,9 % transgener i konventionel hvede er meget lille, selv ved meget små afstande mellem den transgene hvede og konventionel hvede, men at selv en sikkerhedsafstand på 100 m ikke fuldstændigt udelukker forekomsten af GM-fremmedbestøvet hvede jævnfør studiet af Matuz-Cadiz et al (2007). Det vil for hvede være muligt at foretage mere nøjagtige beregninger baseret på litteraturdata. Uden en fysisk barriere, der sikrer, at der ikke sker pollenspredning vil det være vanskeligt med 100% sikkerhed at undgå at der sker fremmedbestøvning af hvede i omgivelserne. Såfremt transgenet medfører en konkurrencemæssig fordel hos hvede, forvildet hvede, slægtninge til hvede og vilde arter der kan bestøves af hvede, vil det pågældende transgen med mindre pollenspredning forhindres, med en ikke-negligierbar sandsynlighed over tid forekomme permanent i både dyrket og forvildet hvede.**

### **Byg *Hordeum vulgare***

Selv om byg er selvbestøvende forekommer der spredning af pollen fra bygplanter med vinden (Ritala et al. 2002). I et review om bygs biologi konkluderes det at selvbestøvningsraten er ca. 99 % hos byg (OGTR 2008b) og dermed lidt højere end hos hvede. Dette indikerer at fremmedbestøvning er lidt sjældnere hos byg end hos hvede.

Ritala et al. (2002) undersøgte pollenmedieret spredning af transgener fra en genmodificeret byg til en han-steril byg i forskellige afstande op til 100 m. De fandt at fremmedbestøvning hurtigt faldt med afstanden, og kun i ganske få tilfælde forekom i afstande af 50 m og 100 m. Spredningen til almindelig byg som kunne selvbestøve blev undersøgt i en meters afstand fra den transgene donorbyg, og her blev fundet mellem 0 og 7% fremmedbestøvning fra GM-byggen. Ritala et al. (2002) konkluderede at fremmedbestøvning af byg sker sjældent, men at afstandskrav mellem GM-bygmarker og konventionelle bygmarker er nødvendige. I det aktuelle tilfælde, hvor der er tale om en begrænset udsætning vil sandsynligheden for fremmedbestøvning af byg i nærheden af udsætningen være mindre end når der er tale om spredning mellem bygmarker. Gatford et al (2006) fandt i et feltforsøg med anvendelse af transgen og konventionel byg, at fremmedbestøvningsraten hos byg i op til 12 m afstand fra donorplanter var 0,005%.

AU vurderer på baggrund af ovenstående, at sandsynligheden for en forekomst på mere end 0,9 % transgener i konventionel byg er meget lille, selv ved meget små afstande mellem transgen byg og konventionel byg. Dog vil selv en sikkerhedsafstand på 100 m ikke fuldstændigt udelukke forekomsten af GM-fremmedbestøvet byg. Da der er færre tilgængelige data for byg vil det ikke være muligt at foretage lige så sikre beregninger som for hvede, men det forventes at med en lavere fremmedbestøvningsrate vil beregninger foretaget for hvede være et konservativt estimat også for byg. Derfor er det vanskeligt uden fysisk sikring mod pollenspredning at sikre sig 100% mod at der sker pollenspredning til bygplanter i omgivelserne. Såfremt transgenet medfører en konkurrencemæssig fordel hos byg, slægtninge til byg og vilde arter der kan krydse med byg, vil det pågældende transgen med mindre pollenspredning forhindres med en ikke-negligibel sandsynlighed over tid forekomme permanent i både dyrket og vildtvoksende byg.

### **Kartoffel *Solanum tuberosum***

Kartoffel hører til natskyggefamilien *Solanaceae* og stammer fra Sydamerika (CFIA u.å.; Hartvig 2015). Den kan ikke krydse med de arter fra natskyggefamilien, der naturligt forekommer i Danmark og Europa i øvrigt. Kartoffler kan som knolde overleve milde danske vintre og dermed kan de optræde på steder hvor kartofler har været dyrket, hvor kartofler kan ende som følge af utilsigtet spredning, dvs. vejkanter, jordbunker, strandvolde mm. (Hartvig 2015). Sådanne steder kan de overleve i en årrække (Hartvig 2015).

Det er vanskeligt at sikre sig 100 % mod blomstring, så der vil være en lille sandsynlighed for, at der på trods af hensigten med afklipning kan ske pollenspredning med bestøvende insekter. Pollenspredning til konventionelle kartofler vil der ligeledes være en lille sandsynlighed for, hvis der er marker inden for bestøvende insekters flyveafstand. Honningbiens flyveafstand er eksempelvis op til 10 km, men honningbienen bestøver ikke kartoffel i ret stort omfang (Scurrah et al 2008). Skogsmyr (1994) undersøgte pollenspredning mellem to kartoffelsorter plantet i varierende afstand fra donorkartofflen, og fandt en høj grad af fremmedbestøvning også på den længste afstand (1000 m). Den mest sandsynlige bestøver var den 2 - 2½ mm lange glimmerbøsse *Meligethes aeneus*, som både har organer til at transportere pollen og evnen til at flyve langt. Andre insekter, der bestøver kartofler, er humlebie og fluer. Et fintmasket net vil kunne forhindre insekters pollenspredning.

Ydermere, vil små knolde, der ikke bliver opdaget i pottejorden, med stor sandsynlighed være spiringsdygtige. De vil kunne blomstre de efterfølgende sæsoner, hvis jorden fra potterne spredes. Det er derfor vigtigt at sikre en passende behandling af jorden fra potterne.

AU vurderer at såfremt det sikres at der ikke kan ske pollenspredning enten gennem fjernelse af alle blomster eller ved hjælp af en fysisk barriere, og at oversete knolde fra potterne destrueres, så vil spredning af gener fra den transgene kartoffel til andre kartoffelsorter kun ske med en negligerbar sandsynlighed.

### **Referencer**

CFIA (uden år) The biology of *Solanum tuberosum* L. Potatoes. <http://www.inspection.gc.ca/plants/plants-with-novel-traits/applicants/directive-94-08/biology-documents/solanum-tuberosum-l-/eng/1330982063974/1330982145930>

- Gaines, T. A., Henry, W. B., Byrne, P. F., Westra, P., Nissen, S. J., and Shaner, D. L. 2008. Jointed goatgrass (*Aegilops cylindrica*) by imidazolinone-resistant wheat hybridization under field conditions. *Weed Sci.* 56: 32–36.
- Gatford, K. T., Basri, Z., Edlington, J., Lloyd, J., Qureshi, J. A., Brettell, R., and Fincher, G. B. 2006. Gene flow from transgenic wheat and barley under field conditions. *Euphytica* 151: 383–391.
- Gustafson DI, Horak MJ, Rempel CB, Metz SG, Gigax DR and Hucl P 2005. An empirical model for pollen-mediated gene flow in wheat. *Crop Science* 45: 1286–1294. <http://crop.sci-journals.org/cgi/reprint/45/4/1286>
- Hartvig, P. (red) 2015. Atlas Flora Danica. Gyldendal, København.
- Loureiro I, Escorial MC, González-Andujar JL, García-Baudin JM, Chueca MC. 2007. Wheat pollen dispersal under semiarid field conditions: potential outcrossing with *Triticum aestivum* and *Triticum turgidum*. *Euphytica*; 156(1-2):25–37. doi: 10.1007/s10681-006-9345-7
- Loureiro I, Escorial MC, Gonzalez A, Chueca MC. 2012. Pollen-mediated gene flow in wheat (*Triticum aestivum* L.) in a semiarid field environment in Spain. *Transgenic Research*; 21(6):1329–39. doi: 10.1007/s11248-012-9619-x PM
- Matus-Cadiz, M. A., Hucl, P., & Dupuis, B. 2007. Pollen-mediated gene flow in wheat at a commercial scale. *Crop Sci.*, 47, 573–581
- OGTR 2008a. The biology of *Triticum aestivum* L. em Thell (Bread Wheat). Office of the gene technology regulator. 49 s.
- OGTR 2008b. The Biology of *Hordeum vulgare* L. (barley). Office of the gene technology regulator. 44 s.
- Ritala, A., Nuutila, A. M., Aikasalo, R., Kauppinen, V., and Tammissola, J. 2002. Measuring gene flow in the cultivation of transgenic barley. *Crop Sci.* 42, 278–285.
- Scurrah, M., Celis-Gamboa, C., Chumbiauca, S., Salas, A., and Visser, R. G. F. 2008. Hybridization between wild and cultivated potato species in the Peruvian Andes and biosafety implications for deployment of GM potatoes. *Euphytica* 164:881–892. DOI 10.1007/s10681-007-9641-x
- Skogsmyr, I. 1994. Gene dispersal from transgenic potatoes to conspecifics: a field trial. *Theor. Appl. Genet.* 88: 770–774.
- Waines JG and Hegde SG. 2003. Intraspecific gene flow in bread wheat as affected by reproductive biology and pollination ecology of wheat flowers. *Crop Sci* 43:451–463 (2003).