

Natur og miljømæssig risikovurdering af stivelsesmodificeret CRISPR-CAS kartoffel Wotan

Rådgivningsnotat fra DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug

Morten Strandberg & Bodil Ehlers

Institut for Ecoscience, Aarhus Universitet



AARHUS
UNIVERSITET

DCA - NATIONALT CENTER FOR FØDEVARER OG JORDBRUG



Datablad

Titel:	Natur og miljømæssig risikovurdering af stivelsesmodificeret CRISPR-CAS kartoffel Wotan.
Forfattere:	Seniorrådgiver Morten Strandberg og seniorforsker Bodil Ehlers, Institut for Ecoscience, AU
Fagfællebedømmelse:	Professor Christian F. Damgaard, Institut for Ecoscience, AU
Kvalitetssikring, DCA:	Specialkonsulent Johanna Höglund, DCA Centerenheden, AU
Rekvirent:	Landbrugsstyrelsen, Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri (FVM)
Dato for bestilling/levering:	08.02.2023 / 11.04.2023
Journalnummer:	2023-0490796
Finansiering:	Besvarelsen er udarbejdet efter kontrakt indgået pr marts 2023 mellem Aarhus Universitet og Landbrugsstyrelsen "Kontrakt om ansøgning vedr. forsøgsudsætning, GMO" (gengivet fra kontrakt).
Ekstern kommentering:	Nej
Eksterne bidrag:	Nej
Kommentarer til besvarelse:	Yderligere har Akademisk medarbejder Inger Holme, Professor Henrik Brinch-Pedersen og Tenure Track adjunkt Claus Krogh Madsen, Institut for Agroøkologi, AU bidraget med rådgivning til den bestilte opgave.
Citeres som:	Strandberg, M. Ehlers B. Natur og miljømæssig risikovurdering af stivelsesmodificeret CRISPR-CAS kartoffel Wotan. 7 sider. Rådgivningsnotat fra DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, Aarhus Universitet, leveret: 11.04.2023
Rådgivning fra DCA:	Læs mere på https://dca.au.dk/raadgivning/

Bestillingen

Landbrugsstyrelsen har modtaget to ansøgninger om godkendelse af forsøgsudsætning af genmodificerede kartofler, jf. vedlagte filer til bestillingen. Inden styrelsen træffer afgørelse, bedes AU om en vurdering af ansøgningen. Det gælder en vurdering af ansøgningen i forhold til udsætningsdirektivet (2001/18/EF) art. 6 og bilag IIIB samt en miljømæssig risikovurdering af den foreslåede forsøgsudsætning.

Landbrugsstyrelsen beder om en miljømæssig risikovurdering af den ansøgte forsøgsudsætning, jf. udsætningsdirektivet. Risikovurderingen skal tage udgangspunkt i det vedlagte materiale fra ansøgeren, herunder ansøgers egen miljørisikovurdering. Risikovurderingen skal identificere mulige uønskede effekter af den genetisk modificerede plante, som forsøgsudsætningen kan medføre, og sandsynligheden for, at de indtræffer. Det bør også vurderes, om ansøgers foreslåede risikohåndtering er fyldestgørende.

Baggrund

Ansøgningen er indsendt af Københavns Universitet og KMC Amba (KMC, 2023a) og gælder forsøgsudsætning af stivelsesmodificeret kartoffel med sortsnavnet Wotan. Formålet med ansøgningen er dels at, teste den CrisprCAS modificerede kartoffels sammensætning af amylopektin og amylose med henblik på at erstatte kemisk modificeret stivelse, dels at, teste om de ændrede stivelsesegenskaber er konstante ved dyrkning på friland. Ansøger oplyser at kartoflerne vil blive optaget med hånden, og i følge ansøger medfører det at meget få kartofler efterlades i jorden. Dette er oplyst uden referencer og er ikke kvantificeret. Ligeledes oplyses at en vinter med vekslende tøj og frost medfører at efterladte knolde fryser ihjel. Dette er også oplyst uden referencer og er ikke kvantificeret i forhold til temperatur og overlevelsesgrad. I risikovurderingen nedenfor er det derfor antaget at Wotan-kartoffelen overlever og spredes som andre kartofler. Derfor udgør ansøgers ikke-refererede og ikke kvantitative oplysninger ikke en hindring for at gennemføre risikovurderingen.

Bortset fra frøafgrøderne korn og raps er kartofler med et dyrket areal på ca. 62800 ha blandt de mest dyrkede afgrøder i Danmark (Miljøstyrelsen 2022; FAOSTAT 2020). Det gennemsnitlige udbytte på tværs af alle kartoffeltyper udgør under danske forhold ca. 44 t/ha. Stivelseskartofler udgjorde i 2020 knap $\frac{3}{4}$ af arealet med kartofler. Samtidig er kartofler med et belastningsindeks på 18,2 BI/ha den danske afgrøde med den højeste pesticidbelastning (Miljøstyrelsen 2022). Stivelseskartofler udgør samtidig en stigende andel af det samlede kartoffelareal og har også et højere BI/ha end de øvrige kartoffeltyper (Miljøstyrelsen 2022).

Transgen kartoffelansøgning

En transgen stivelsesmodificeret og kanamycinresistent kartoffel EH92-527-1 blev godkendt til dyrkning og markedsføring i EU i 2010. Producenten BASF valgte efter et par år at trække den fra det europæiske marked. Efterfølgende blev dyrkningstilladelsen trukket tilbage af de europæiske myndigheder (Reuters 2013). EFSA's GMO-panel vurderede i 2012, at der ikke kunne forventes andre effekter på natur og miljø af den transgene kartoffel EH92-527-1 end dem der forekommer ved anden kartoffeldyrkning (EFSA 2012).

Risikovurdering

AU's natur og miljømæssige risikovurdering omfatter følgende punkter, som alle har til formål at identificere uønskede effekter af forsøgsudsætningen. Det vurderes endvidere om ansøgers risikohåndtering er fyldestgørende for at undgå uønskede effekter på natur og miljø. Vurderingen er gældende for den ansøgte forsøgsudsætning.

1. risiko for spredning af den Crispr-Cas modificerede kartoffel, Wotan til omgivelserne
2. risiko for spredning af den Crispr-Cas modificerede kartoffel, Wotan til naturen
3. risiko for spredning af det modificerede gen fra Wotan kartofflen til vilde slægtninge i Europa
4. risiko for miljø og natur i forbindelse spredning af det modificerede gen fra Wotan kartofflen til dyrkede konventionelt forædlede kartofler.
5. risiko for effekter på naturen
6. risiko for effekter på miljøet i øvrigt
7. behov for overvågning
8. Vurdering af om ansøgers risikohåndtering er fyldestgørende

1. Kartofler *Solanum tuberosum* kan afhængigt af varighed og hårdhed af vinterens kuldegrader i varierende omfang overleve mange danske vintre (Kudsk 2012), hvilket ses som spirende kartofler i efterfølgende afgrøder. Selv fem år efter sidste kartoffelafgrøde kan der forekomme kartofler i efterfølgende afgrøder (Schnipper 2019). Noget lignende gælder sandsynligvis også den Crispr-Cas modificerede kartoffel Wotan. Der er således en stor sandsynlighed for at der vil forekomme overlevende Crispr-Cas-kartofler på det pågældende forsøgsareal året efter dyrkningen. Sandsynligheden for at de modificerede kartofler vil kunne sprede sig fra forsøgsudsætningen og optræde invasivt i omgivelserne, vurderes at være negligerbar. Dette svarer til en tilsvarende dyrkning af ikke modificerede kartofler, som ikke anses for at kunne etablere sig varigt i omgivelserne under danske forhold (Simon et al 2010; Hartvig 2015). Ansøgningen om forsøgsudsætning indeholder ikke oplysninger om den modificerede kartoffels hårdførhed over for frost, hvilket foreslås undersøgt i forbindelse med forsøgsudsætningen og opfølgningen på den. Eventuel vinteroverlevelse på markfladen og dens næromgivelser forventes kun at medføre negligerbare effekter på natur og miljø. Den dermed forbundne risiko for natur og miljø forventes derfor at være negligerbar sammenlignet med dyrkning af tilsvarende konventionelle kartofler.

2. Der er ikke fundet oplysninger om permanente selvreproducerende forekomster af kartoffelplanter i den danske natur, men kartoffelplanter er fundet flere steder som følge af tilfældig spredning fra spildkartofler efter tidligere dyrkning. I Atlas Flora Danica perioden som forløb fra 1992 til 2015 blev kartoffel således fundet i 647 kvadrater, svarende til 49% af de undersøgte kvadrater (Hartvig 2015). Her blev den især fundet i vejkanter, markkanter, jordbunker, tangvolde og strandbredder mv., hvor den kan forekomme i en årrække efter at den er blevet spredt (Hartvig 2015). Ifølge Hartvig (2015) sker spredningen eksempelvis ved tab i forbindelse med transport og bortskaffelse af haveaffald. Uden for sit oprindelsesområde i Bolivia og Peru anses kartoffel nogle steder som et problematisk ukrudt. Dette gælder lande som USA, Australien, Indonesien, Tyrkiet, Sydafrika, Stillehavsøer m.fl. (CABI 2014). Der opfordres i flere af disse områder til at det ved dyrkning sikres at spredning til omgivelserne undgås (CABI 2014).

3. I Danmark og Europa udgøres de nærmeste vilde slægtninge til kartoffel *Solanum tuberosum*, af arter i slægten Natskygge *Solanum*, som kartoffel også tilhører. Der er ifølge Flora Europaea 14 arter der tilhører denne slægt i Europa (Tutin et al. 1972). I Danmark er følgende to hovedarter af slægten naturligt forekommende; sort natskygge og bittersød natskygge. Hartvig (2015) nævner derudover nogle underarter af bittersød natskygge. Nogle af de europæiske arter er også fundet indslæbt i Danmark (Hansen 1984; Hartvig 2015). Krydsninger mellem kartoffel og de europæiske natskyggearter forekommer ikke i naturen, men der er ved menneskets mellemkomst lavet hybrider mellem sort natskygge og kartoffel (Eijlander & Stiekema 1994). Dette foregik ved at fjerne støvdragerne hos sort natskygge og derefter bestøve den med kartoffelpollen. Forsøget medførte frø der kunne spire, men de hybridplanter der kom ud af det var sterile. Ydermere fandt McPartlan og Dale (1994) i et forsøg, hvor planterne stod nær hinanden, ingen genspredning fra kartoffel til sort natskygge og bittersød natskygge. I praksis må kartoffel betragtes som en art, der ikke kan krydse med vilde europæiske arter af Natskygge *Solanum*, og selv hvis dette skulle ske, vil hændelsen kun resultere i sterilt afkom. Risikoen for natur og miljø forbundet med sådan spredning af den stivelsesmodificerede kartoffel vurderes på den baggrund at være negligerbar.

4. Spredning af gener fra Wotan kartofler til konventionelle dyrkede kartofler kan ske ved spredning af pollen. Pollenspredning fra kartoffel kan ske ved insekters pollenindsamling, dog spiller honningbier ingen rolle i spredningen af kartoffelpollen (Enkegaard & Kryger 2012). Nogle arter af humlebier er derimod effektive fremmedbestøvere af kartofler (Batra 1993). Forsøg med kanamycinresistente kartofler har vist at hybridisering mellem kartofler af samme sort aftager meget hurtigt med afstanden mellem planterne. McPartlan og Dale (1994) fandt således, at nærtstående planter havde en hybridiseringsrate på 24%, mens der ved en afstand på 10 m var en hybridiseringsrate på 0,017%. Hvis afstanden var 20 m, blev der ikke fundet hybridfrø. Sandsynligheden for at der i forbindelse med forsøgsudsætningerne sker genspredning fra Wotan-kartoflerne til andre kartofler er derfor ekstremt lav, når det tages i betragtning at blomsterne fjernes i forsøgsudsætningen. Da der samtidig ikke forventes andet end negligerbare effekter for natur og miljø af sådan pollenspredning, vurderes risikoen for natur og miljø forbundet med genspredning fra Wotan-kartofler til dyrkede kartofler at være negligerbar.

5. Påvirkningen af naturindholdet på markfladen forventes ikke at adskille sig fra den påvirkning der finder sted ved anden dyrkning af konventionelle kartofler. Risikoen for forøgede effekter på markfladens natur som følge af dyrkning af den stivelsesmodificerede kartoffel Wotan vurderes derfor at være negligerbar. Sandsynligheden for at Wotan kartoflerne spredes til naturen i forbindelse med forsøgsudsætningen og etablerer sig der, vurderes at være negligerbar. Forekomsten af genspredning til vilde slægtninge forekommer i praksis ikke. Effekterne på arter og natur af en sådan spredning vurderes endvidere at være negligerbare. Risikoen for effekter på naturen forventes derfor også at være negligerbar.

6. Sandsynligheden for effekter på miljøet i øvrigt som følge af forsøgsudsætningen forventes ikke at adskille sig betydende fra dyrkning af konventionelle stivelseskartofler på et tilsvarende areal. Risikoen for miljøet forventes derfor heller ikke at adskille sig fra den risiko for miljøet der er forbundet med dyrkning af konventionelle kartofler, og risikoen for en forøget miljøpåvirkning vurderes derfor at være negligerbar.

7. Behovet for overvågning i forbindelse med forsøgsudsætningen som det er foreslået af ansøger vurderes at være tilstrækkeligt. Den foreslåede efterbehandling året efter forsøget efterlader en lille sandsynlighed for at enkelte stivelsesmodificerede kartofler overlever på arealet ud over det første år. Det vurderes at disse lige som overlevende konventionelle kartofler vil forsvinde i løbet af en kort årrække. Dog bør der ikke på arealet produceres læggekartofler eller andre kartofler i en årrække efter forsøgsudsætningens afslutning. Det formodes at dette under alle omstændigheder vil blive undgået for at undgå spredning af kartoffelsygdomme.

Såfremt en eventuel efterfølgende markedsføringsansøgning skal ske i henhold til EU's Udsætningsdirektiv 2001/18/EC vil der kunne forekomme krav til beskrivelse af en general overvågning, fx indsamling af oplysninger om arter der interagerer med kartofler, fx jordbundsorganismer, herbivorer og pollinatorer.

8. Det vurderes at ansøgers tiltag til at undgå at oversete kartoffelknolde er tilstrækkelige i forhold til at minimere sandsynligheden for mulige uønskede effekter på natur og miljø. Dette skyldes primært at sandligheden for at overlevende knolde vil medføre uønskede effekter på natur og miljø som adskiller sig fra effekter af konventionelle kartofler vurderes at være negligerbar.

Konklusion

Ud over den miljømæssige påvirkning der i form af pesticidanvendelse og intensiv jordbehandling sker ved konventionel kartoffeldyrkning, er der alene identificeret negligerbare risici for natur og miljø forbundet med den ansøgte forsøgsudsætning.

I forbindelse med den specifikke forsøgsudsætning vurderes de af ansøger foreslåede tiltag for at hindre spredning af materiale fra Wotan-kartofflen, at sikre en meget lille sandsynlighed for at der sker spredning til omgivelserne.

Uden at det er et krav til forsøgsudsætningen, endsige noget der påvirker konklusionen af risikovurderingen, foreslås det at den modificerede kartoffels kuldetolerance sammenlignet med tilsvarende ikke modificerede kartoffelsorter undersøges. Spørgsmålet om den modificerede kartoffels mulige ændrede kuldetolerance vil sandsynligvis opstå i forbindelse med en eventuel ansøgning om markedsføring.

Referencer

- Batra, SWT. 1993. Male-fertile Potato Flowers are Selectively Buzz-Pollinated only by *Bombus terrestris* Kirby in Upstate New York. *Journal of the Kansas Entomological Society* 66(2), 252-254.
- CABI 2014 *Solanum tuberosum* (potato) www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompdiem.50561
- EFSA 2012. Scientific Opinion on a request from the European Commission for the assessment of the scientific elements put forward by Luxembourg to support the prohibition for the placing on the market of GM potato EH92-527-1 for cultivation purposes in Luxembourg. *EFSA Journal* 10(9), 2874. <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2012.2874>
- Eijlander, R. Stiekema, WJ. 1994. Biological containment of potato (*Solanum tuberosum*): outcrossing to the related wild species black nightshade (*Solanum nigrum*) and bittersweet (*Solanum dulcamara*). *Sex Plant Reprod* 7, 29-40.
- Enkegaard, A. Kryger, P. 2012. Honningbier og genmodificerede planter. *DJF Markbrug* 141, 33 s
- FAOSTAT 2020. <https://www.potatonewstoday.com/2022/03/28/fao-updates-global-potato-statistics/>
- Hansen, K. 1984. Dansk feltflora. Gyldendal.
- Hartvig, P. 2015. Atlas Flora Danica. Gyldendal, København.
- KMC 2023a. Ansøgning udsætning af CrisprCAS modificeret kartoffel til kartoffelstivelsesproduktion, med ændrede stivelsesegenskaber. KMC Amba, Herning. 8 s.
- Kudsk, P. 2012. Notat vedrørende udarbejdelse af bekæmpelsesstrategi over for overvintrende genmodificerede kartofler. DCA notat.
- McPartlan, HC. Dale, PJ. 1994. An assessment of gene transfer by pollen from field-grown transgenic potatoes to non-transgenic potatoes and related species. *Transgenic Research* 3, 216-225.
- Miljøstyrelsen 2022. Bekæmpelsesmiddelstatistik 2020, Behandlingshyppighed og pesticidbelastning baseret på salg og forbrug. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 54.
- Reuters 2013. <https://www.reuters.com/article/eu-gmo-potato-idUSL6N0JS1TH20131213>
- Schnipper, SO. 2019. Spildkartofler, pigæbler og andre ukrudtsudfordringer! <https://www.bj-agro.dk/media/1447/bj-agro-kartoffeldag-indlaeg-sos-uoensket-plantvaekst-feb2019.pdf>
- Simon, R. Xie, CH. Clausen, A. Jansky, SH. Halterman, D. Conner, T. Knapp, S. Brundage, J. Symon, D. Spooner, D. 2010. Wild and Cultivated Potato (*Solanum sect. Petota*) Escaped and Persistent Outside of its Natural Range. *Invasive Plant Science and Management* 3, 286–293.
- Tutin, TG. Heywood, VH. Burges, NA. Moore, DM. Valentine, DH. Walters, SM. Webb, DA. 1972. *Flora Europaea* Vol 3. Cambridge University Press.