

# Natur og miljømæssig risikovurdering af skimmelresistent CRISPR-CAS kartoffel Ydun

---

Rådgivningsnotat fra DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug

Morten Strandberg

Institut for Ecoscience, Aarhus Universitet

# Datablad

---

Titel:	Natur og miljømæssig risikovurdering af skimmelresistent CRISPR-CAS kartoffel Ydun.
Forfattere:	Seniorrådgiver Morten Strandberg, 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. Natur og miljømæssig risikovurdering af skimmelresistent CRISPR-CAS kartoffel Ydun. 8 sider. Rådgivningsnotat fra DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, Aarhus Universitet, leveret: 11.04.2023
Rådgivning fra DCA:	Læs mere på <a href="https://dca.au.dk/raadgivning/">https://dca.au.dk/raadgivning/</a>

## Bestillingen

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 forslåede risikohåndtering er fyldestgørende.

## Baggrund

Ansøgningen er indsendt af Københavns Universitet og KMC Amba (Petersen og Feder 2023) og gælder forsøgsudsætning af skimmelresistent kartoffel med sortsnavnet Ydun. Formålet med ansøgningen er at teste Ydun-kartofflens modstandskraft imod kartoffelskimmel (*Phytophthora infestans*) under markforhold. 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 tø og frost medfører at efterladte knolde fryser ihjel. Dette er også oplyst uden referencer og er ikke kvantificeret i forhold til temperatur og overlevelseshastighed. I risikovurderingen nedenfor er det derfor antaget at Ydun-kartofflen 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 ¾ af arealet med kartofler. Samtidig er kartofler med et belastningsindeks på 18,2 BI/ha den danske afgrøde med den højeste pesticidbelastning (Miljøstyrelsen 2022).

## 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, Ydun til omgivelserne
2. risiko for spredning af den Crispr-Cas modificerede kartoffel, Ydun til naturen
3. risiko for spredning af det modificerede gen fra Ydun kartofflen til vilde slægtninge i Europa
4. risiko for miljø og natur i forbindelse spredning af det modificerede gen fra Ydun 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 Ydun. 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 optræde invasivt i Danmark eller andre steder i verden vurderes ikke at adskille sig fra andre sorter af *Solanum tuberosum*. Derfor vurderes sandsynligheden for at der kan ske spredning med efterfølgende etablering i omgivelserne at være negligerbar, lige som det gælder for ikke modificerede kartofler (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, Nogle Stillehavsøer, Tyrkiet, Sydafrika m.fl. (CABI 2014). Der opfordres til at det ved dyrkning i sådanne områder 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 er ikke påvist 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 højst sandsynligt kun resultere i sterilt afkom. Risikoen for natur og miljø forbundet med sådan spredning af den skimmelresistente Crispr-Cas modificerede kartoffel vurderes på den baggrund at være negligerbar.

4. Spredning af gener fra Ydun 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 20m, blev der ikke fundet hybridfrø. Sandsynligheden for at der i forbindelse med forsøgsudsætningerne sker genspredning fra Ydun-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 for miljø forbundet med genspredning fra Ydun-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 skimmelresistente kartoffel Ydun vurderes derfor at være negligerbar. I forbindelse med den ansøgte forsøgsudsætning vurderes sandsynligheden for at Ydun kartoflerne spredes til naturen og etablerer sig der, at være negligerbar. Sandsynligheden for at modifikationen har ændret Ydun-kartofflens kuldetolerance så den får en øget vinteroverlevelse, vurderes at være negligerbar, og der forventes derfor ikke nogen forskel på Ydun-kartofflens overlevelsesmulighed i naturen i forhold til andre skimmelresistente kartofler. Forekomsten af genspredning til vilde slægtninge forekommer i praksis ikke. Effekterne på arter og natur af en eventuel 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 betydeligt fra dyrkning af konventionelle kartofler på et tilsvarende areal. Risikoen for miljøet forventes derfor heller ikke at adskille sig betydeligt fra den risiko for miljøet der er forbundet med dyrkning af konventionelle kartofler, og risikoen for en forøget miljøpåvirkning vurderes derfor at være negligerbar. Tværtimod vil dyrkning af skimmelresistente kartofler kunne medvirke til at nå målet om en 50% reduktion af pesticidforbruget i EU inden 2030 (European Commission 2020). Et svensk studie har for nylig vist at man ved information, hvor man fremviser marker og produkter, samt besvarer spørgsmål kan øge andelen af befolkningen der er positive over for transgene skimmelresistente kartofler (Bubolz et al 2022). Samtidig er skimmelresistente kartofler økonomisk attraktive for landbrugserhvervet, da besparelser på dyre bekæmpelsesmidler kan øge overskuddet ved kartoffeldyrkning. I Sverige er det estimeret at bekæmpelse af skimmel i kartofler udgør en udgift på ca. 3000 dkr/ha (Fagerström og Wibe 2011; Eriksson et al. 2016).

7. Den af ansøger foreslåede overvågning i forbindelse med forsøgsudsætningen vurderes at være tilstrækkeligt. Den foreslåede efterbehandling med gentagne harvninger året efter forsøget efterlader en lille sandsynlighed for at enkelte skimmelresistente Crispr-Cas kartofler overlever på arealet. Overvågning og fjernelse af disse i de følgende fire år vurderes at være tilstrækkelig til at sikre at sandsynligheden for spredning af kartofler efter forsøget er negligerbar.

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 fjerne oversete kartoffelknolde er tilstrækkelige til at minimere sandsynligheden for uønskede effekter på natur og miljø. Dette skyldes bl.a. 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 negligerbare.

## 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. Ved eventuel dyrkning vil der være mulighed for reduceret anvendelse af fungicider til bekæmpelse af kartoffelskimmel, hvilket medfører at påvirkningen af miljøet i og omkring dyrkningsstedet bliver mindre end ved tilsvarende dyrkning af kartofler som ikke er skimmelresistente. Endvidere vil anvendelse af skimmelresistente kartofler bidrage til EU's mål om at reducere pesticidforbruget, hvilket også vil spare landbruget for udgifter til fungicider.

I forbindelse med den specifikke forsøgsudsætning vurderes de af ansøger foreslåede tiltag for at hindre spredning af materiale fra Ydun-kartoflen at være tilstrækkelige til at sikre at sandsynligheden for at der sker en uønsket påvirkning af natur og miljø vil være negligerbar.

Det vurderes meget lidt sandsynligt at den pågældende modifikation til skimmelresistens vil medføre ændringer i kartoflens kuldetolerance. Dette udelukker dog ikke at spørgsmålet kan opstå i forbindelse med en eventuel markedsføring af Ydun-kartoflen.

## 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.
- Bubolz, J. Sleboda, P. Lehrman, A. Hansson, S-O. Lagerkvist, C.J. Andersson, B. Lenman, M. Resjö, S. Ghislain, M. Zahid, M.A. Kieu, N.P. Andreasson, E. 2022. Genetically modified (GM) late blight-resistant potato and consumer attitudes before and after a field visit. *GM Crops & Food* 13, 290-298.
- CABI 2014 *Solanum tuberosum* (potato) [www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.50561](http://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.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, W.J. 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
- Eriksson, D. Carlson-Nilsson, U. Ortiz, R. Andreasson, E. 2016. Overview and breeding strategies of table potato production in Sweden and the Fennoscandian Region. *Potato Res.* 59(3), 279–94.
- European Commission (EC), 2020. A farm to fork strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system; [https://food.ec.europa.eu/system/files/2020-05/f2f\\_action-plan\\_2020\\_strategy-info\\_en.pdf](https://food.ec.europa.eu/system/files/2020-05/f2f_action-plan_2020_strategy-info_en.pdf)
- FAOSTAT 2020. <https://www.potatonewstoday.com/2022/03/28/fao-updates-global-potato-statistics/>
- Fagerström, T. Wibe, S. 2011. Genvägar eller senvägar? Rapport till Expertgruppen för miljöstudier 2011:3, ISBN 978-91-38-23594-2
- Hansen, K. 1984. Dansk feltflora. Gyldendal.
- Hartvig, P. 2015. Atlas Flora Danica. Gyldendal, København.
- Kudsk, P. 2012. Notat vedrørende udarbejdelse af bekæmpelsesstrategi over for overvintrende genmodificerede kartofler. DCA notat.
- McPartlan, H.C. Dale, P.J. 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.
- Petersen, B.L. Feder, C. 2023. Ansøgning udsætning af CrisprCAS kartoffel til kartoffelstivelsesproduktion, med forbedret modstandskraft imod kartoffelskimmel (*Phytophthora infestans*). GUDP-projekt: "KRISPS. Kartofler med Resistens og Innovativ Stivelse som Platform for Synergi mellem grøn og økonomisk bæredygtighed."
- 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.