

## Samenvatting van de milieurisicobeoordeling voor een vergunning onder vaste voorschriften met amylose-vrije zetmeelaardappels

In dit document wordt een samenvatting gegeven van de milieurisicobeoordeling die is uitgevoerd voor veldproeven met genetisch gemodificeerde (gg) zetmeelaardappels.

Deze zetmeelaardappels zijn zodanig gemodificeerd zodat ze minder amylose produceren. Amylose is een zetmeel. Zetmeel is een mengsel van polysacchariden (suikerketens) en vormt in planten de belangrijkste vorm van opslag van koolhydraten. Het zetmeel in aardappelknollen bestaat uit twee soorten: amylose en amylopectine. Bij de productie van zetmeel uit aardappels wil men alleen het amylopectine isoleren en niet het amylose. Om het amylose te verwijderen uit het zetmeel worden veel chemicaliën gebruikt. De gg-zetmeelaardappels produceren minder amylose en als gevolg zijn er minder chemicaliën nodig bij de productie van zetmeel uit dit soort aardappels.

Een uitgebreide versie van de milieurisicobeoordeling is te vinden in de milieurisicobeoordelingstabel, die onderdeel uitmaakt van het dossier met standaardgegevens dat door minister te beschikking is gesteld. Het gaat hierbij om veldproeven met gg-aardappels waarmee al veel ervaring is opgedaan en waarbij nooit schadelijke milieueffecten zijn gevonden. De milieurisicobeoordeling is uitgevoerd voor veldproeven met een maximale omvang van 10 hectare per jaar.

### *Aardappel*

Zetmeelaardappels worden niet geconsumeerd door mensen, maar worden gebruikt om zetmeel uit te winnen. Dit zetmeel kan gebruikt worden voor allerlei producten, zoals lijm en stijfjel. Bijproducten van zetmeelaardappels kunnen worden gebruikt als veevoer. Voor veldproeven met gg-zetmeelaardappels, geldt dat al het materiaal van de veldproef, inclusief, de aardappels, na afloop van de proeven vernietigd moeten worden.

Zetmeelaardappels vormen in Nederland een belangrijk akkerbouwgewas en worden met name in noordoost Nederland geteeld. Aardappels kunnen zich in Nederland niet zonder menselijk ingrijpen handhaven, dit is onder meer een gevolg van de koude gevoeligheid. Verwildering van aardappels is in Nederland nog nooit aangetoond. Aardappelplanten worden geteeld vanuit pootgoed en dus niet vanuit zaad. Dit pootgoed wordt vooraf gecontroleerd op ziekten en kwaliteit.

Aardappels vormen pollen, zaden en knollen, waarmee ze zich kunnen verspreiden. Van het gewas aardappel is bekend dat uitkruising via pollen in de praktijk geen rol speelt. De gg-aardappel kan in Nederland niet uitkruisen naar wilde verwanten. De aardappel kan wel uitkruisen naar andere cultuurrassen, maar slechts in beperkte mate en enkel over korte afstanden. De (effectieve) verspreiding van (delen van) aardappelplanten zoals via pollen is beperkt tot ten hoogste 5 à 10 meter van de grens van het proefveld. De pollenkorrels van aardappels worden verspreid via insecten en de wind. Gelet op het feit dat deze korrels relatief zwaar zijn neemt het percentage uitkruising sterk af naarmate de afstand toeneemt. Ook aardappelzaden die door kleine zoogdieren worden verspreid hebben geen overlevingskans. Dit omdat deze zaailingen buiten het proefveld niet kunnen overleven, omdat ze de competitie met andere planten niet doorstaan. Ook zullen gevormde planten in het kader van schimmelziektebestrijding worden verwijderd. Verspreiding via knollen is onder Nederlandse teelt condities te verwaarlozen. Onbedoelde verspreiding of vermenging van knollen zou voornamelijk mogelijk kunnen zijn bij vervoer, opslag of later in de keten bij de verwerking. Dit is iets dat de teler kan voorkomen door zorgvuldig te handelen. Voor de teelt betekent dit dat de teler veelal een 3 meter manoeuvreerruimte zal aanleggen rondom het veld zodat vermenging tijdens de oogst wordt voorkomen. Ook vervoer en opslag van aardappelknollen wordt volgens voorschriften uitgevoerd.

### *Kgz sequenties*

De zetmeelaardappel wordt genetisch gemodificeerd met sequenties (stukjes van een gen) die afkomstig zijn uit aardappel, namelijk van het *kgz* gen. Het *kgz* gen codeert voor een enzym, genaamd korrelgebonden zetmeelsynthase (KGZ). Dit enzym zorgt voor de vorming van zetmeel (amylose) in de aardappel. Door delen van het *kgz* gen in omgekeerde oriëntatie (antisense) in het aardappelgenoom te brengen, of in de vorm van een zogenaamde hairpin, kan het 'eigen' KGZ enzym niet meer worden gevormd. Hierdoor vindt dus remming plaats van de vorming van amylose. Omdat de *kgz* sequentie achter een knolspecifieke promotor is geplaatst, waarbij de promotor zorgt dat de sequenties alleen in de knol worden afgelezen, zal de remming voornamelijk plaatsvinden in de knollen. Hierdoor ontstaat een amylose-vrije aardappel.

### *Milieurisicobeoordeling kgz sequenties*

In de milieurisicobeoordeling wordt beoordeeld of deze ingebrachte *kgz* sequentie kan leiden tot schadelijke effecten op het milieu: op planten, mens en dier, op insecten en micro-organismen.

#### Mogelijk schadelijk effecten op planten

De genetische modificatie leidt tot een wijziging in de samenstelling van zetmeel in de aardappelknollen. Hierdoor zou mogelijk de vorstgevoeligheid kunnen veranderen. Als de vorstgevoeligheid vermindert, zouden minder knollen kapotvriezen waardoor het jaar erna meer planten opkomen (opslagplanten). Hierdoor zou de gg-aardappel kunnen verwilderen.

De waarschijnlijkheid dat dit gebeurt is verwaarloosbaar. Ten eerste heeft onderzoek uitgewezen dat bij een (maximaal) verlaagd amylosegehalte de vorstgevoeligheid niet significant is veranderd in vergelijking met de vorstgevoeligheid van de niet-gemodificeerde aardappels. Ten tweede zijn al vele veldproeven met dergelijke amylose vrije gg-aardappels uitgevoerd in Nederland. Daarbij is nooit verwildering van gg-planten aangetoond.

#### Mogelijk schadelijk effecten op mens, dier en insecten

In de genetisch gemodificeerde aardappelplanten zal de vorming van een functioneel KGZ enzym geremd worden en dus de vorming van het amylose zetmeel. Er wordt dus geen nieuwe stof gevormd die schadelijk kan zijn voor mens, dier of insecten. De waarschijnlijkheid dat dit leidt tot schadelijke effecten is verwaarloosbaar. Er treedt alleen een verandering op in de samenstelling van zetmeel in de knollen, niet in bovengrondse plantendelen. Zetmeel is niet toxisch of allergeen. Daarom worden geen schadelijke effecten verwacht als gevolg van een verandering in zetmeelsamenstelling op mensen, dieren en insecten die in contact komen met de knollen.

#### Mogelijk schadelijke effecten op de bodem

Er is overwogen of er door de teelt van de gg-aardappels een schadelijk effect op de bodem kan plaatsvinden, e.g. op micro-organismen die verantwoordelijk zijn voor nutriëntkringlopen, zoals voor koolstof, stikstof. Het resultaat van de genetische modificatie zal zijn dat in de knollen van de gg-aardappelplanten amylose niet langer meer aanwezig is. De waarschijnlijkheid dat dit leidt tot schadelijke effecten is verwaarloosbaar. Zowel amylose als de andere zetmeelsoort amylopectine zijn grote moleculen. Het enige verschil tussen amylose en amylopectine is de vertakkinggraad. Beide moleculen zijn veel te groot om voor (micro)organismen direct als voedingsbron te dienen. De micro-organismen in de bodem breken amylose en amylopectine af tot de glucose (suiker) moleculen die wel direct als voedingsbron dienen. Omdat amylose en amylopectine worden afgebroken tot dezelfde voedingsbron worden geen schadelijke effecten op de bodemmicro-organismen verwacht.

#### *Merkergenen ahas en nptII*

Bij het genetisch modificeren van gg-planten wordt vaak gebruik gemaakt van merkergenen. Slechts een klein deel van de planten bevatten na de stap van genetische modificatie ook daadwerkelijk de gewenste DNA sequentie (zoals *kgz* sequenties). Daarom is het noodzakelijk een selectiesysteem te hebben waarmee de gg-planten met die gewenste sequenties in een vroeg stadium geïdentificeerd kunnen worden. Dit gebeurt meestal met merkergenen die coderen voor een resistentie tegen antibiotica of herbiciden. Dit zijn genen die gekoppeld aan de bedoelde sequentie (zoals de *kgz* sequentie) in plantcellen worden ingebracht, waarna de gevormde plantencellen worden gegroeid op een voedingsbodem waaraan dit antibioticum of herbicide is toegevoegd. Alleen de planten die de *kgz* sequentie gekoppeld aan het merkergeen bevatten, kunnen dan op de voedingsbodem groeien. Merkergenen zoals *ahas* en *nptII* worden alleen maar voor deze selectie gebruikt.

Het merkergeen *ahas* codeert voor het enzym acetohydroxyacid synthase (AHAS) en is afkomstig uit de plant *Arabidopsis* (Zandraket). Door expressie van het AHAS enzym in plantencellen worden deze cellen resistent tegen imidazolinonen herbiciden. De resistentie is wordt alleen tijdens het proces van genetische modificatie gebruikt. Het maakt de planten echter onvoldoende tolerant voor commerciële toepassing van de herbiciden onder veldcondities.

Het *nptII* gen codeert voor het antibioticum kanamycine. *NptII* wordt veel gebruikt als merkergeen in gg-planten en staat bekend als veilig. Kanamycine wordt niet als antibioticum toegepast op mensen.

#### Milieurisicobeoordeling ahas en nptII

Beide genen zijn beoordeeld op mogelijk schadelijke milieurisico's, op dezelfde manier zoals hierboven staat beschreven voor de *kgz* sequentie. Ook deze genen zijn veelvuldig toegepast in veldproeven met aardappels, dit geldt met name voor het merkergeen *nptII*. Hierbij zijn nooit schadelijke effecten gevonden.

Het enzym AHAS speelt een rol de vorming van eiwitten in planten. Het enzym staat niet bekend als toxisch of allergeen en *ahas* genen zijn wijdverbreid aanwezig in planten en dieren. *NptII*

codeert voor een enzym NPTII dat resistentie geeft tegen het antibioticum kanamycine. Het eiwit is niet toxisch of allergeen, kanamycine resistentie komt wijdverbreid voor in het milieu en kanamycine wordt niet als antibioticum toegepast op mensen.

Conclusie milieurisicobeoordeling

Er worden geen schadelijk effecten op het milieu verwacht als gevolg van de aanwezigheid van de *kgz* sequenties, de merkgenen *ahas* of *nptII* of hun combinatie in aardappel. Bovendien is al veel ervaring opgedaan met veldproeven in Nederland met amylose-vrije gg-aardappels en aardappels die de bovengenoemde merkgenen bevatten. Hierbij zijn nooit schadelijk effecten aangetoond. Op basis daarvan wordt geconcludeerd dat mogelijke risico's voor het milieu als gevolg van de aanwezigheid van *kgz* sequenties en de merkgenen *ahas* en *nptII* in de amylose-vrije gg-aardappels verwaarloosbaar zijn.