


# **GGO-vrije additieven en hulpstoffen voor biologische (dier-)voeding**

**Een verkenning van knelpunten en  
oplossingen**

**LIS Consult  
H.C. de Vriend  
De Vriesstraat 13  
2613 CA Delft**

** +31 (0)70 3280990**

** +31 (0) 6 23868017**

** [devriend@lisconsult.nl](mailto:devriend@lisconsult.nl)**

** [www.lisconsult.nl](http://www.lisconsult.nl)**

# Inhoudsopgave

	pagina
Samenvatting	1
1 Inleiding	3
1.1 Probleemstelling	3
1.2 Werkwijze	4
2 Het juridisch kader	5
2.1 EU Verordening biologische productiemethode (834/2007/EG)	5
2.2 EU Richtlijn 2001/18 inzake de doelbewuste introductie van genetisch gemodificeerde organismen in het milieu	6
2.3 EU Verordening etikettering en traceerbaarheid van genetisch gemodificeerde levensmiddelen en veevoeders (1829/2003/EG)	6
2.4 EU Toelating van additieven en hulpstoffen in levensmiddelen en veevoeders	7
2.5 EU Richtlijn 2001/15/EG inzake stoffen die voor specifieke voedingsdoeleinden aan voor bijzondere voeding bestemde levensmiddelen mogen worden toegevoegd	8
2.6 EU Richtlijn voor ingeperkt gebruik (90/219/EG)	8
2.7 Nationale wetgeving voor ‘ggo-vrij’ of soortgelijke aanduidingen	9
3 Resultaten	11
3.1 Ervaren knelpunten	11
3.2 Non-ggo additieven in de biologische levensmiddelen- en mengvoederproductie	13
3.2.1 Levensmiddelen	13
3.2.2 Diervoeders	16
3.3 Non-ggo hulpstoffen in de biologische levensmiddelen- en diervoederproductie	17
3.3.1 Levensmiddelen	18
3.3.2 Diervoeders	19
4 Conclusies en oplossingsrichtingen	21
4.1 Conclusies	21
4.2 Oplossingsrichtingen	22
4.2.1 Vragenlijst als hulpmiddel bij het opstellen van non-ggo verklaringen	22
4.2.2 Biologische certificering van leveranciers van premixen en halffabrikaten	24
4.2.3 Biologische certificering van additieven	24
4.2.4 Alternatieve bronnen voor additieven	26
4.2.5 Afstemmen van de voorwaarden voor het gebruik van ‘ggo-vrij’ aanduidingen met de eisen voor biologische producten	26
4.2.6 Aangepast toelatingsbeleid voor complexe, natuurlijke enzymmengsels	27
4.2.7 Gedetailleerde database met non-ggo producten	27
4.2.8 Maatregelen voor het gebruik van hulpstoffen of additieven waarvoor geen non-ggo variant meer beschikbaar is	28
Bijlage 1: Geraadpleegde literatuur	29
Bijlage 2: Voorbeelden van non-ggo verklaringen	34
2.1: Het InfoXGen model	34
2.2: Concept van een model voor een non-ggo verklaring voor opname in bijlage XIII van Verordening 834/2007/EG	35
Bijlage 3: Vitaminen en hun productiewijze	36
Bijlage 4: Amino-zuren en hun toepassing in voedingsmiddelen en veevoeders	37

Bijlage 5: Enzymen en hun toepassingen	39
Bijlage 6: Enzymen van enkele grote enzymproducenten en hun ggo-herkomst	43
6.1: Enzymen van Novozymes geproduceerd met behulp van gg-micro-organismen	43
6.2: Enzymen van DSM	45
6.3: Enzymen van Genencor-Danisco	47
Bijlage 7: Lijst met commerciële enzymen	48

## Samenvatting

De EU Verordening inzake de biologische productiemethode en aanduidingen dienaangaande op landbouwproducten en levensmiddelen (2092/91) sluit het gebruik van genetisch gemodificeerde organismen en/of daarvan afgeleide producten in de biologische landbouw uit. Ook in de nieuwe Verordening (834/2007/EG) die op 1 januari 2009 van kracht wordt is dit verbod opgenomen. Die uitsluiting heeft ook betrekking op additieven en hulpstoffen die met behulp van genetisch gemodificeerde micro-organismen (ggmo's) zijn geproduceerd. Deze additieven en hulpstoffen zijn echter uitgezonderd van de wettelijke etiketteringsplicht voor genetisch gemodificeerde levensmiddelen en diervoeders. Hierdoor is de biologische sector afhankelijk van informatie die op vrijwillige basis door fabrikanten en leveranciers moet worden verstrekt. Voorts zijn er diverse "gangbare" richtlijnen en verordeningen van toepassing op ggo's, additieven en hulpstoffen, waardoor soms onduidelijk is wat wel en wat niet is toegestaan.

In de praktijk blijkt het voor biologische producenten moeilijk om aan ggo vrij verklaringen voor additieven en hulpstoffen te komen. Bovendien bieden de verklaringen die worden verstrekt niet altijd de garantie dat het betreffende product ook daadwerkelijk zonder gebruik van ggo's is geproduceerd

In deze verkenning is getracht een zo helder mogelijk overzicht te bieden van:

1. additieven en hulpstoffen die mogelijk met behulp van ggo's worden geproduceerd;
2. additieven en hulpstoffen waarbij de beschikbaarheid van non-ggo alternatieven problematisch is of dat in de toekomst kan worden;
3. oplossingen die bij kunnen dragen aan verbeterde transparantie en beschikbaarheid

### Transparantie en betrouwbaarheid van ggo-vrij verklaringen

Het opstellen van een dergelijk overzicht blijkt geen eenvoudige opgave te zijn. Er zijn enkele databanken ontwikkeld met als doel het aanbod van ggo- en non-ggo ingrediënten, additieven en hulpstoffen inzichtelijk te maken. De informatie in deze databanken blijkt echter of een zeer algemeen karakter te hebben (TransGen), of zeer onvolledig te zijn (InfoXGen). Het vullen van zo'n databank is ook geen eenvoudige opgave, omdat men afhankelijk is van de informatie die fabrikanten willen verstrekken. Bij veel fabrikanten en leveranciers ontbreekt het aan transparantie. Er zijn weliswaar enkele producenten die een lijst publiceren met alle commerciële producten die met behulp van ggo's zijn geproduceerd, maar in de meeste gevallen is dit soort informatie niet vrij toegankelijk. In dat geval is de afnemer afhankelijk van de bereidheid van de leverancier om een non-ggo verklaring af te geven. Die non-ggo verklaringen blijken echter niet altijd betrouwbaar te zijn. Ook wordt het samenstellen van concrete overzichten van ggo- en non-ggo producten bemoeilijkt door het feit dat veel producten zijn samengesteld (bijvoorbeeld uit meerdere enzymen).

Anno 2008 kan een groot aantal vitaminen, aminozuren, aroma's en enzymen in principe met behulp van ggo's worden gemaakt. Het is niet altijd duidelijk of in de praktijk ook van die mogelijkheid gebruik wordt gemaakt, maar diverse grote producenten van deze additieven en hulpstoffen, zoals DSM-Roche, Novozymes, Genencor-Danisco, BASF en Adisseo, passen ggo-productieprocessen zeker op commerciële schaal toe. De productie vindt voor een belangrijk deel in China plaats. Vanwege het gebrek aan transparantie kan slechts een gefragmenteerd beeld worden geschetst van ggo- en non-ggo additieven en hulpstoffen op productniveau. Hierdoor kan ook niet in alle gevallen met zekerheid worden gesteld of er sprake is van een problematische situatie voor de biologische sector.

## Beperkt aantal knelpunten

Desondanks is voor een beperkt aantal gevallen vastgesteld dat er anno 2008 sprake is van een knelpunt. Het betreft:

- Vitamine E (E306) of Tocopherol, dat wordt gewonnen uit sojaolie. Tocopherol mag worden toegepast in diervoeders en in dieetvoeding. ADM, een belangrijke producent van tocopherol, weigert met ggo-vrij verklaringen te werken;
- Vitamine B2 voor toepassing in diervoeders. Vitamine B2 wordt voornamelijk geproduceerd door DSM, BASF en enkele Chinese producenten, die gebruik maken van fermentatie op basis van ggo's. Er zijn enkele kleine leveranciers die vitamine B2 met een non-ggo verklaring leveren;
- Wat betreft aminozuren, waarvan het gebruik in speciale voedingsmiddelen is toegestaan, is de situatie onduidelijk;
- Van een aantal enzymen die worden toegepast in de levensmiddelenproductie, zoals chymosine en asparagine, zijn alleen ggo-varianten beschikbaar. Dit zijn echter enzymen waarvan het gebruik minder noodzakelijk is of waarvoor nog alternatieven bestaan. Zo kan in plaats van chymosine altijd nog gebruik worden gemaakt van klassiek lebferment of klassieke microbiële stremsels;
- Van het enzym fytase, dat zorgt voor verbeterde beschikbaarheid van fosfor in diervoeders voor niet-herkauwers, is alleen een ggo-variant op de markt. Er is in principe een non-ggo variant beschikbaar, maar dat betreft een mengsel van diverse enzymen, waarbij de toelatingsvereisten in de EU een belemmering vormen. Als alternatief voegen veevoerbedrijven nu nog fosfor toe aan pluimvee- en varkensvoerders.

Gezien de ontwikkeling van het wereldwijde areaal ggo-soja is het niet ondenkbaar dat de beschikbaarheid van lecithine in de (nabije) toekomst problematisch wordt. Lecithine wordt weliswaar in kleine hoeveelheden als emulgator aan producten toegevoegd, maar voor de productie van een kleine hoeveelheid lecithine is een vrij grote hoeveelheid soja(olie) nodig. In februari 2008 was er wereldwijd slechts één producent van biologisch gecertificeerde lecithine, die nauwelijks aan de vraag kan voldoen.

## Oplossingsrichtingen

Voor de gesignaleerde knelpunten zijn onder meer de volgende oplossingen denkbaar:

1. Het hanteren van een vragenlijst bij het opstellen van non-ggo verklaringen voor additieven en hulpstoffen (fermentatieproducten), die de controlerende instantie meer zekerheid kan verschaffen;
2. Biologische certificering van leveranciers van premixen of halffabrikaten, resulterend in een afname van de administratieve belasting voor de afnemers en concentratie van de controle op één punt;
3. Biologische productie en certificering van additieven, bijvoorbeeld voor lecithine. Dit vraagt om vervolgonderzoek naar de economische en praktische haalbaarheid. .
4. Nadere verkenning van alternatieve bronnen voor additieven, bijvoorbeeld gisten en gistextracten als bron van B-vitaminen;
5. Onderlinge afstemming van de voorwaarden voor het gebruik van 'ggo-vrij' aanduidingen op eindproducten en de vereisten voor biologische productie, waardoor ruimere afzetmogelijkheden ontstaan voor non-ggo grondstoffen;
6. Aangepast toelatingsbeleid voor complexe, natuurlijke enzymmengsels;
7. Opzetten van een gedetailleerde database met non-ggo producten en hun leveranciers.
8. Voor het gebruik van hulpstoffen of additieven waarvoor geen non-ggo varianten meer beschikbaar zijn er twee opties: 1) verbieden en dus van de lijst in bijlage IV, deel A en B; bijlage II, deel D van Verordening 2092/91 afhalen en 2) gebruik maken van artikel 21, lid 2, sub g van Verordening 834/2007/EG en tijdelijke ontheffing bij de Europese Commissie aanvragen.

## 1. Inleiding

Op grond van de EU Verordening inzake de biologische productiemethode en aanduidingen dienaangaande op landbouwproducten en levensmiddelen (2092/91, artikel 5, lid 3) is in de biologische landbouw het gebruik van genetisch gemodificeerde organismen en/of daarvan afgeleide producten uitgesloten. Die uitsluiting heeft zowel betrekking op (delen van) genetisch gemodificeerd organismen (ggo's), daaruit verkregen ingrediënten (olie, zetmeel of eiwitten), als op ingrediënten die zijn geproduceerd met behulp van ggo's. In het laatste geval gaat het in de huidige praktijk om het gebruik van genetisch gemodificeerde micro-organismen bij de productie(fermentatie) van hulpstoffen (enzymen) en additieven (vitamines en aminozuren) in levensmiddelen en veevoeders.

De uitsluiting van ggo's en daaruit of daarmee verkregen producten is ook opgenomen in de nieuwe Verordening voor biologische productie en de etikettering van biologische producten, die op 20 juni 2007 door de Raad van Landbouwministers van de Europese Unie is aangenomen. Deze Verordening (834/2007/EG) zal Verordening 2092/91 vervangen, en op 1 januari 2009 in werking treden. In deze verkenning wordt uitgegaan van de situatie zoals die vanaf 1 januari 2009 zal gelden.

### 1.1. Probleemstelling

In 2004 heeft de Europese Commissie gekozen voor een interpretatie van de EU Verordening 1829/2003/EG voor de etikettering en traceerbaarheid van genetisch gemodificeerde levensmiddelen en veevoeders, die er voor zorgt dat fermentatieproducten niet onder de reikwijdte van deze Verordening vallen. Daarmee hoeft het merendeel van de enzymen en een toenemend aantal additieven dat van ggo-herkomst is niet als zodanig te worden geëtiketteerd.

Voor de handhaving van het non-ggo uitgangspunt vraagt de biologische sector ggo-vrij verklaringen<sup>1</sup> van de toeleveranciers in de keten. Voor additieven en hulpstoffen blijken de leveranciers echter niet altijd bereid te zijn om dergelijke verklaringen af te geven. Deels komt dat doordat leveranciers niet goed op de hoogte zijn van de inhoud en doel van de ggo-vrij verklaring. Daarnaast zijn fabrikanten van mening dat een dergelijke verklaring in strijd is met de gangbare diervoederwetgeving. Ggo-vrij suggereert immers de garantie dat elk spoor van ggo's ontbreekt, en die garantie van 0 % kan, vanwege mogelijke (onbedoelde en onvermijdbare) vermenging op tal van punten in de keten, niet worden gegeven. Bovendien is informatie vaak moeilijk te krijgen, want veel hulpstoffen worden geleverd in mixen waarvan de exacte samenstelling bedrijfsgeheim is.

Op dit moment gedooft SKAL de onvolledige of ontbrekende ggo-vrij verklaringen. De overheid dringt aan op het oplossen van dit knelpunt door de sector zelf. Om een doelgerichte strategie te kunnen ontwikkelen moet helder zijn waar de knelpunten zich precies voordoen.

Het doel van deze verkenning is helderheid te scheppen over:

- 1 Met behulp van ggo's bereide toevoegstoffen waarop de etiketteringsplicht niet van toepassing is en hun (mogelijke) toepassing als additief of hulpstof in biologische veevoeders en levensmiddelen.

---

<sup>1</sup> In deze rapportage worden de termen 'non-ggo' en 'ggo-vrij' naast elkaar gebruikt. In de biologische sector wordt de term gentic-vrij gebruikt om aan te geven dat geen gebruik wordt gemaakt van ggo's en daarvan afgeleide producten. De term ggo-vrij wordt in de biologische sector gebruikt om aan te geven dat producten vrij zijn van ggo's. In de praktijk is het echter moeilijk om te garanderen dat grondstoffen en producten geen enkel spoor van ggo's bevatten (100% ggo-vrij). Daarom is het gebruik van de aanduiding 'ggo-vrij' in Nederland niet toegestaan. Wanneer het gaat om de herkomst van specifieke additieven of hulpstoffen is er in deze rapportage voor gekozen om het principe van de herkomst te benadrukken door de term 'non-ggo' te gebruiken.

- 2 De beschikbaarheid van non-ggo alternatieven voor deze toevoegstoffen, gelet op a) hun voedings-/voedertechische noodzaak en b) de beschikbaarheid van vergelijkbare non-ggo toevoegstoffen.
- 3 Mogelijke oplossingsrichtingen.

## 1.2. Werkwijze

Het onderzoek is uitgevoerd door middel van een combinatie van literatuurstudie en correspondentie (mondeling en email) met leveranciers en afnemers: tussenhandel, producenten van premixen, levensmiddelenproducenten.

Om een meer gedetailleerd beeld te krijgen is het noodzakelijk te achterhalen welke commerciële additieven en hulpstoffen er op de markt zijn en op welke wijze ze zijn geproduceerd. Daarom is er op twee manieren gewerkt:

- Tracering vanaf het begin van de keten: benaderen van bekende producenten van additieven en hulpstoffen met het verzoek om informatie over hun producten en de productiewijze daarvan te leveren;
- Tracering vanaf het eind van de keten: het volgen van non-ggo verklaringen, dat wil zeggen terugwerken van het eind van de productieketen, beginnend bij handelaren in en producenten van biologische voedingsmiddelen, via leveranciers van halffabrikaten, naar de producenten van additieven en hulpstoffen.

Daarbij zijn de volgende bronnen gebruikt:

- De lijsten met stoffen die in de biologische productie van levensmiddelen en veevoeders zijn toegestaan als ingrediënten van niet-agrarische oorsprong (Verordening 2092/91/EEG, bijlage IV, deel A en B; bijlage II, deel D) geven een overzicht van toegestane additieven en hulpstoffen in de biologische sector;
- Het overzicht van additieven en hulpstoffen van ggo-herkomst op de website van TransGen (Duitsland), en de lijst met commerciële enzymen van de AMFEP (editie november 2007), aangevuld met diverse literatuur leveren een overzicht van (mogelijke) ggo bronnen;
- Een combinatie van de twee overzichten geeft een indruk van de mogelijke knelpunten voor de verkrijgbaarheid van non-ggo additieven en hulpstoffen;
- Op basis van systematisch zoekwerk in wetenschappelijke publicaties en octrooiendatabase op internet en correspondentie met afnemers en leveranciers is dit beeld verder aangescherpt;
- In diezelfde correspondentie is gevraagd naar eventuele non-ggo bronnen en borging van non-ggo verklaringen;
- Tenslotte is gebruik gemaakt van informatie op de website van InfoXGen, een Oostenrijks initiatief, bedoeld om de markt voor non-ggo grondstoffen inzichtelijk te maken.

De verkenning is uitgevoerd door Huib de Vriend van LIS Consult en begeleid door een projectteam, bestaande uit:

- o Maaïke Raaijmakers, Biologica,
- o Esther Kok, RIKILT, onderzoeker veiligheid en detectie & traceerbaarheid van ggo's,
- o Arno van Gorp, Van Gorp mengvoeders, producent biologische mengvoeders,
- o Rene Slagmolen, Twilmij, producent van biologische melkvervangers en premixen,
- o Joost van Alphen, biologisch veehouder,
- o Bavo van den Idsert, Vereniging van Biologische Producenten en Handelaren,
- o Jan Wicher Krol, SKAL, hoofd bereiding, uitvoerder van controle op non-ggo verklaringen en bemonstering.



## 2. Het juridisch kader

Voor het onderwerp van dit onderzoek is de volgende Europese en nationale regelgeving relevant:

1. De EU Verordening inzake de biologische productiemethode en aanduidingen dienaangaande op landbouwproducten en levensmiddelen (834/2007/EG) die op 1 januari 2009 van kracht wordt;
2. De regels voor toelating van additieven en hulpstoffen in levensmiddelen en veevoeders;
3. De EU Verordening 1829/2003/EG voor de etikettering en traceerbaarheid van genetisch gemodificeerde levensmiddelen en veevoeders en de interpretatie daarvan betreffende fermentatieproducten;
4. De EU Richtlijn voor ingeperkt gebruik (90/219/EG), die regelt welke gemodificeerde micro-organismen vergunningplichtig zijn en welke niet;
5. Nationale wetgeving voor het gebruik van 'ggo-vrij' of soortgelijke aanduidingen;

### 2.1. EU Verordening biologische productiemethode (834/2007/EG)

In algemene zin mogen additieven, technische hulpstoffen, smaakstoffen, water, zout, preparaten van micro-organismen en enzymen, mineralen, sporenelementen, vitamines, evenals aminozuren en andere micronutriënten alleen in biologische, verwerkte levensmiddelen worden gebruikt indien (Verordening 834/2007/EG, artikel 19, lid 2, sub b en artikel 21):

- er geen alternatieven voorhanden zijn;
- het niet mogelijk is om de levensmiddelen zonder deze producten te produceren of te bewaren of er aan bepaalde voedingsvoorschriften waarin de communautaire wetgeving voorziet, niet kan worden voldaan;
- deze producten en stoffen in de natuur voorkomen en uitsluitend mechanische, natuurkundige, biologische, enzymatische of microbiële processen hebben ondergaan, behalve indien producten of stoffen van dergelijke oorsprong niet in voldoende hoeveelheden of in de juiste kwaliteit op de markt beschikbaar zijn.

Voor de nadere uitwerking van EU Verordening 834/2007 heeft de Europese Commissie een voorstel gedaan voor uitvoeringsbepalingen (implementatieregels), die in bijlagen worden opgenomen. Naar verwachting worden de bijlagen van Verordening 2092/91/EEG vrijwel ongewijzigd overgenomen, maar kan de nummering van de bijlagen veranderen. De nieuwe nummering is nog niet bekend.

Het verbod op het gebruik van ggo additieven en hulpstoffen bij de productie van biologische voedingsmiddelen en veevoeders (artikel 9) heeft zowel betrekking op (delen van) ggo's en daaruit verkregen ingrediënten zoals olie, zetmeel of eiwitten, als op ingrediënten die zijn geproduceerd met behulp van ggo's. In het laatste geval gaat het in de huidige praktijk om het gebruik van genetisch gemodificeerde micro-organismen bij de productie (fermentatie) van hulpstoffen (enzymen) en additieven ( vitamines en aminozuren) in levensmiddelen en veevoeders.

Veterinair-medische producten zoals vaccins zijn uitgezonderd van het verbod op het gebruik van ggo's (Europese Commissie, 1991). Reden hiervoor is dat voor veel vaccins geen non-ggo varianten meer beschikbaar zijn en de Europese Commissie diergezondheid hier laat prevaleren.

## 2.2. EU Richtlijn 2001/18 inzake de doelbewuste introductie van genetisch gemodificeerde organismen in het milieu

De EU Richtlijn 2001/18 inzake de doelbewuste introductie van genetisch gemodificeerde organismen in het milieu is van belang wegens de definitie van ggo's die hierin wordt gegeven. Deze definitie luidt als volgt (Europese Commissie, 2001):

*een genetisch gemodificeerd organisme is een organisme, met uitzondering van menselijke wezens, waarvan het genetische materiaal veranderd is op een wijze welke van nature door voortplanting en/of natuurlijke recombinatie niet mogelijk is.*

In de Bijlagen van de Richtlijn wordt aan de hand van enkele voorbeelden nader toegelicht wat wordt verstaan onder genetische modificatietechnieken:

- recombinant-nucleïnezuurtechnieken waarbij nieuwe combinaties van genetisch materiaal worden gevormd door de invoeging van ongeacht op welke wijze buiten een organisme vervaardigde nucleïnezuurmoleculen in een virus, bacterieel plasmide of ander vectorsysteem en de opneming daarvan in een gastheerorganisme waarin ze van nature niet voorkomen maar waarin ze blijvend vermenigvuldigd kunnen worden;
- technieken met rechtstreekse inbrenging in een organisme van erfelijk materiaal dat buiten het organisme vervaardigd is, waaronder micro-injectie, macro-injectie en micro-inkapseling;
- celfusie (met inbegrip van protoplastfusie) of hybridisatietechnieken waarbij levende cellen met nieuwe combinaties van erfelijk genetisch materiaal worden gevormd door de fusie van twee of meer cellen met gebruikmaking van methoden die van nature niet voorkomen.
- mutagenese, waarbij gebruik wordt gemaakt van chemicaliën dan wel stralingsbronnen die leiden tot willekeurige mutaties (beschadigingen) in het DNA. Hiermee kunnen mutanten worden gecreëerd die –toevalligerwijs- gewenste kenmerken bezitten.

Mutagenese en celfusie zijn uitgezonderd van de werking van deze richtlijn (artikel 3). Deze uitzonderingen zijn ook van toepassing op de EU Verordening biologische productiemethode (834/2007/EG, artikel 2t).

## 2.3. EU Verordening etikettering en traceerbaarheid van genetisch gemodificeerde levensmiddelen en veevoeders (1829/2003/EG)

De ggo-herkomst van grondstoffen wordt herkenbaar gemaakt door middel van etikettering. De wettelijke etiketteringvoorschriften van de EU zijn echter niet van toepassing op additieven en hulpstoffen van ggo-herkomst. In de overwegingen van EU Verordening 1829/2003/EG voor de etikettering en traceerbaarheid van genetisch gemodificeerde levensmiddelen en veevoeders wordt onderscheid gemaakt tussen levensmiddelen en diervoeders die „met” een ggo zijn geproduceerd, en levensmiddelen en diervoeders die „met behulp van” een ggo zijn geproduceerd (overweging nr. 16). Uit deze overweging vloeit voort dat gg-enzymen zelf en producten die m.b.v. gg-enzymen zijn geproduceerd buiten de etiketteringplicht vallen. Ook dierlijke producten van dieren die zijn gevoerd met gg-veevoer of die zijn behandeld met gg-diergeneesmiddelen hoeven niet te worden geëtiketteerd<sup>2</sup> (Europese Commissie, 2003).

<sup>2</sup> De letterlijke tekst van overweging 16 luidt: „.....Bepalend hiervoor is of er in het levensmiddel, respectievelijk diervoeder, nog materiaal aanwezig is dat van het genetisch gemodificeerde uitgangsmateriaal is afgeleid. Technische hulpstoffen die alleen gedurende het productieproces van levensmiddelen of diervoeders worden gebruikt, vallen niet onder de definitie van levensmiddelen of diervoeders en zijn daarom van het toepassingsgebied van deze verordening uitgesloten. Hetzelfde geldt voor levensmiddelen en diervoeders die zijn vervaardigd met behulp van een genetisch gemodificeerde technische hulpstof die onder deze richtlijn valt.

In juni 2004 heeft de Europese Commissie besloten tot een interpretatie van deze overweging, waardoor fermentatieproducten waarbij gebruik is gemaakt van genetisch gemodificeerde micro-organismen (ggmo's) niet onder de reikwijdte van de Europese Verordening 1829/2003 vallen zodra deze producten geen ggmo's (meer) bevatten. Diverse voedingsmiddelen- en veevoederadditieven die met ggmo's worden gemaakt vallen dus niet (meer) onder de etiketteringsplicht, evenals (toekomstige) fermentatieproducten waar tijdens de productie een micro-organisme aan is toegevoegd, maar waar het organisme na de fermentatie uit het product wordt gefilterd. Dat is een gangbaar procedé bij verschillende biersoorten (European Commission, 2004).

## 2.4. EU toelating van additieven en hulpstoffen in levensmiddelen en veevoerders

Diverse EU regelgeving is van toepassing op biologische levensmiddelen en veevoerders. Het betreft:

- Voor levensmiddelen:
  - \* Richtlijn 88/388/EEG, voor het gebruik van 'natuurlijke aroma's': Bij de productie van biologische levensmiddelen is het toegestaan gebruik te maken van natuurlijke aroma's en aromatiserende preparaten die onder meer zijn verkregen door enzymatische *of microbiologische procedés* uit een product van plantaardige of dierlijke oorsprong (artikel 1, lid 2, onder b, Europese Commissie, 1988). Voorbeelden van 'natuurlijke aroma's' verkregen door microbiologische procedés (fermentatie) zijn vanilline en kokosnootaroma.
  - \* Richtlijn 89/107/EG betreffende de onderlinge aanpassing van de wetgevingen der lidstaten inzake levensmiddelenadditieven<sup>3</sup> die mogen worden gebruikt in voor menselijke voeding bestemde waren. Deze Richtlijn verbiedt het gebruik van een stof als levensmiddelenadditief, indien deze stof niet is opgenomen in een van de lijsten die zijn opgesteld voor onder meer kleurstoffen, conserveermiddelen, emulgatoren, zoetstoffen en rijsmiddelen.
  - \* Op het toepassen van enzymen in voedingsmiddelen is nog geen EU regelgeving van toepassing, behalve wanneer deze vallen onder de definitie van additieven volgens bovengenoemde Richtlijn, d.w.z. wanneer ze een technische functie in het product hebben. Dat geldt slechts voor twee enzymen: lysozym en invertase. Frankrijk en Denemarken kennen wel een nationaal systeem voor de toelating van voedingsenzymen. EU regelgeving is in voorbereiding. Deze zal naar verwachting halverwege 2008 van kracht worden. Daarna duurt het volgens optimistische schattingen nog minstens vijf jaar voordat de eerste lijst met door de EU toegelaten enzymen voor voedingsmiddelen zal worden gepubliceerd (AMFEP, 2008).
- Voor veevoerders:
  - \* Verordening (EG) Nr. 1831/2003 van 22 september 2003 (Europese Commissie 2003) gaat over de toelating en het gebruik van toevoegingsmiddelen in diervoeding. Concreet betreft het vitaminen,

---

*Dat betekent dat producten van dieren die met genetisch gemodificeerd diervoeder gevoerd zijn of met genetisch gemodificeerde geneesmiddelen zijn behandeld, niet onder de voorschriften inzake vergunningverlening en etikettering van dit voorstel vallen."*

<sup>3</sup> Een additief wordt gedefinieerd als: elke stof met of zonder voedingswaarde die op zichzelf gewoonlijk niet als voedsel wordt geconsumeerd en gewoonlijk niet als kenmerkend voedsel ingrediënt wordt gebruikt, en die om technische redenen bij het vervaardigen, verwerken, bereiden, behandelen, verpakken, vervoeren of opslaan van levensmiddelen bewust aan deze levensmiddelen wordt toegevoegd, met als gevolg of redelijkerwijs te verwachten gevolg dat de stof zelf dan wel de derivaten ervan, direct of indirect, een bestanddeel van die levensmiddelen worden (artikel 1, lid 2).

provitaminen en chemisch goed gedefinieerde stoffen met een vergelijkbare werking Deze verordening is niet van toepassing op technologische hulpstoffen (artikel 1, lid 2)

- \* Richtlijn 70/524/EEG betreffende toevoegingsmiddelen in de veevoeding. In tegenstelling tot het gebruik van enzymen voor levensmiddelen is het gebruik van enzymen voor veevoerders wél op EU-niveau gereguleerd. Op grond van deze richtlijn mogen toevoegingsmiddelen niet in veevoeding worden gebruikt tenzij daarvoor vergunning is verleend. Daartoe moet bij een van de lidstaten een dossier worden ingediend op grond waarvan kan worden vastgesteld of het toevoegingsmiddel aan voorwaarden van zekere effectiviteits- en veiligheidsvoorwaarden (dier, mens en milieu) voldoet. Daartoe moet het betreffende product op een groot aantal dieren zijn getest.

## **2.5. EU Richtlijn 2001/15/EG inzake stoffen die voor specifieke voedingsdoeleinden aan voor bijzondere voeding bestemde levensmiddelen mogen worden toegevoegd**

In biologische levensmiddelen zijn vitaminen, aminozuren en andere stikstofverbindingen alleen toegelaten voor zover er volgens de wet een noodzaak is om ze aan levensmiddelen toe te voegen (zie hoofdstuk 3.1). Dat geldt voor dieetproducten en (opvolg)zuigelingenvoeding. Hierop is de EU Richtlijn 2001/15/EG van toepassing. De bijlage van deze Richtlijn bevat een lijst met additieven die zijn toegestaan, waaronder een groot aantal vitaminen en een twintigtal aminozuren (Europese Commissie, 2001b).

## **2.6. EU Richtlijn voor ingeperkt gebruik (90/219/EG)**

Bij micro-organismen wordt veelvuldig gebruik gemaakt van zelfklonering. Bij zelfklonering wordt eerst het DNA van een cel of organisme verwijderd. Daarna wordt een deel van het DNA opnieuw ingebracht in hetzelfde type cellen of in cellen van een genetisch zeer verwante soort, waarmee de donorsoort van nature genetisch materiaal kan uitwisselen. De tijdelijke introductie van plasmiden<sup>4</sup>, het verwijderen van DNA-sequenties en de introductie van DNA van andere organismen van dezelfde soort vallen onder de definitie van zelfklonering. Onder de EU Richtlijn inzake het ingeperkt gebruik van ggo's (90/219/EG) wordt een organisme dat tot stand is gekomen door middel van zelfklonering niet als een ggo beschouwd (Europese Commissie, 1998; Sybesma, 2006; VROM, 2005).

Worden de betreffende zelfkloneringsorganismen in het milieu gebracht, dan worden ze wél als ggo beschouwd, en is de EU Richtlijn voor introductie van ggo's in het milieu (2001/18/EG) van toepassing. Deze EU Richtlijn is niet van toepassing op producten van genetisch gemodificeerde micro-organismen (ggmo's) die geen levensvatbare en reproduceerbare organismen bevatten zoals de additieven en vitaminen waar het in deze verkenning om gaat.

Vanwege bovenstaande uitzondering op de regelgeving komen ggmo's die het resultaat zijn van zelfklonering niet voor in de database van de instanties die verantwoordelijk zijn voor de toelating van ggo's.

---

<sup>4</sup> Een plasmide is een cirkelvormige streng DNA die zich buiten het chromosomaal DNA bevindt van sommige eencellige organismen. Met dit DNA kan genetische informatie tussen bacteriën onderling en zelfs tussen verschillende soorten worden uitgewisseld.

**Tabel: Methoden van DNA modificatie in relatie tot de ggo-definitie**

Type DNA-modificatie	Onder ingeperkt gebruik 90/219/EC	Onder milieu-introductie 2001/18/EC
Spontane mutaties	+ non-ggo	+ non-ggo
Geïnduceerde mutaties <sup>1)</sup>	+ non-ggo	+ non-ggo
Mutaties door middel van insertie-elementen <sup>2)</sup>	+ non-ggo	+ non-ggo
Conjugatie <sup>3)</sup>	+ non-ggo	+ non-ggo
Transductie <sup>4)</sup>	+ non-ggo	+ non-ggo
Zelfklonering	+ non-ggo	- ggo
Niet-zelfklonering	- ggo	- ggo

<sup>1)</sup> Mutaties kunnen worden geïnduceerd door blootstelling van organismen aan chemicaliën of straling.

<sup>2)</sup> Betreft korte DNA-sequenties die zorgen voor de verplaatsing (transpositie) van een deel van het chromosoom naar een andere plaats op hetzelfde chromosoom of naar een ander chromosoom.

<sup>3)</sup> Het overbrengen van genetisch materiaal (horizontale gentransfer) van de ene cel naar de andere door middel van direct contact tussen de cellen. Dat gebeurt via een mobiel plasmide (ringvormig, bacterieel DNA) of een transposon (stuk DNA dat zich op verschillende plaatsen in het genoom kan vestigen).

<sup>4)</sup> Overbrengen van DNA van de ene bacterie naar de andere door middel van een virus.

## 2.7. Nationale wetgeving voor ‘ggo-vrij’ of soortgelijke aanduidingen

Het gebruik van de aanduiding ‘*Ggo-vrij*’ is in Nederland niet toegestaan omdat een dergelijke aanduiding consumenten zou misleiden. Genetisch gemodificeerde organismen (ggo's) of derivaten daarvan zijn namelijk niet altijd aantoonbaar en door onbedoelde vermenging is de aanwezigheid niet met 100% zekerheid te voorkomen. In het besluit van 29 april 1997, houdende regels voor nieuwe voedingsmiddelen en nieuwe voedsel ingrediënten (Warenwetbesluit Nieuwe voedingsmiddelen) is vastgelegd dat onder bepaalde voorwaarden alleen de aanduiding ‘*bereid zonder gentechniek*’ op het etiket vermeld mag worden. Om misleiding te voorkomen mag die aanduiding alleen worden gebruikt wanneer er van het product ook varianten bestaan die wél met behulp van gentechniek kunnen worden vervaardigd. Wordt bijvoorbeeld álle zonnebloem geproduceerd uit zonnebloemen die niet genetisch gemodificeerd zijn, dan mag geen enkele zonnebloemolie de vermelding *bereid zonder gentechniek* dragen. Wie deze vermelding wil gebruiken, moet zich er niet alleen van vergewissen dat van alle toegestane gangbare ingrediënten en toevoegingen het oorspronkelijk organisme geen ggo was, maar ook dat alle in het productieproces gebruikte hulpstoffen geen ggo als oorspronkelijk organisme hadden. Met andere woorden: Producten met het predicaat ‘bereid zonder gentechniek’ moeten niet alleen zelf oorspronkelijk geen ggo zijn, maar ook alle gebruikte stoffen tijdens verwerkingsstappen mogen geen ggo als oorspronkelijk organisme hebben (Minister van Justitie, 1997; Skal, 2000a; Skal 2000b).

In 2000 signaleren politici, de Consumentenbond, Albert Heijn en het Productschap Diervoeder al dat de criteria die in de Warenwet zijn vastgelegd voor het gebruik van de aanduiding ‘bereid zonder gentechniek’ zo strikt zijn dat ze voor zowel de gangbare en biologische sector niet of nauwelijks kunnen worden toegepast (Minister van LNV, 2000). Wegens de strikte eisen biedt de wettelijke mogelijkheid tot het gebruik van de aanduiding ‘bereid zonder gentechniek’ dus geen alternatief voor de non-ggo verklaringen die in de biologische productieketen worden toegepast.

## Duitsland

Duitsland kent sinds 1998 de mogelijkheid om de aanduiding '*ohne Gentechnik*' toe te passen op levensmiddelen waarin geen additieven of enzymen van ggo-herkomst in zijn toegepast. De eisen voor deze aanduiding zijn minder streng dan in Nederland. In de productie van zuivel, vlees en eieren mag geen gebruik zijn gemaakt van veevoeders die grondstoffen van ggo-herkomst bevatten. Wél mogen aan deze voeders additieven of hulpstoffen (enzymen) van ggo-herkomst zijn toegevoegd. Daarnaast wordt er een drempelwaarde van 0,5% voor onbedoelde en onvermijdbare insleep van ggo's gehanteerd (Bundesministerium der Justiz, 1993).

In januari 2008 is binnen de Duitse regering overeenstemming bereikt over het toestaan van bepaalde additieven en hulpstoffen van ggo-herkomst in producten met een '*ohne Gentechnik*'-aanduiding. De Duitse regering wil nu het gebruik van vitamines, aminozuren en enzymen van ggo-herkomst in (de productie van) non-ggo levensmiddelen toestaan wanneer daarvoor geen alternatieven (meer) bestaan. De Duitse organisatie van de levensmiddelenindustrie, de BLL, vindt echter dat dit misleidend is voor consumenten, en is daarom tegen deze versoepeling. Volgens het Duitse ministerie van Voedsel, Landbouw en Consumentenbescherming (BMELV) sluit het Duitse voorstel aan bij de nieuwe Verordening voor de biologische productie, die op 1 januari 2009 in werking zal treden. Ook hierin wordt voorzien in de mogelijkheid om binnen de biologische sector gebruik te maken van ggo-additieven waarvoor geen non-ggo alternatieven bestaan (Halliday, 2008; RPO, 2008).

### 3. Resultaten

Tijdens de inventarisatie van de beschikbaarheid van non-ggo additieven en hulpstoffen is een aantal knelpunten ervaren. Omdat deze knelpunten illustratief zijn voor de problemen waarmee de biologische sector zich ziet geconfronteerd bij de keuze voor non-ggo additieven en hulpstoffen is besloten om bij de presentatie van de resultaten van de verkenning aandacht aan deze knelpunten te besteden. Daarna volgt een overzicht van de beschikbaarheid van non-ggo additieven en hulpstoffen voor de biologische levensmiddelen- en diervoederproductie.

#### 3.1. Ervaren knelpunten

Er zijn tenminste vier factoren die bovenstaande werkwijze hebben bemoeilijkt:

##### 1. Onvolledige informatie:

In de eerste plaats blijkt dat het overzicht van TransGen is gebaseerd op informatie die vaak een globaal karakter heeft en/of onvolledig is. Wetenschappelijke literatuur en octrooiendatabase geven weliswaar inzicht voor welke additieven en enzymen experimenten zijn uitgevoerd met en methoden zijn ontwikkeld op basis van genetische modificatie, maar lang niet alles wat wetenschappelijk mogelijk en geotrooieerd is, wordt ook werkelijk commercieel toegepast. Daarom kan langs deze weg alleen worden nagegaan of bepaalde additieven en hulpstoffen mogelijk van ggo-herkomst zijn. Voor enzymen biedt de AMFEP lijst enige uitkomst. Deze lijst bevat informatie over gebruikte gastheer- en donororganismen voor de productie van verschillende typen enzymen. De lijst laat wél zien van welke typen enzymen er non-ggo- en ggo-varianten zijn, maar niet op welke commerciële producten die kwalificaties betrekking hebben. De AMFEP zegt die informatie niet te kunnen verstrekken. Novozymes en DSM, beiden belangrijke enzymproducenten, hebben wel informatie op hun website geplaatst. Genencor-Danisco zegt desgewenst informatie over de ggo-herkomst van enzymen aan de leveranciers te verstrekken.

Een volledig overzicht van commerciële additieven en productiemethoden (chemische synthese dan wel fermentatie) en gebruikte productieorganismen is niet voorhanden.

InfoXGen is een soort marktplaats op internet voor aanbieders van non-ggo grondstoffen, die wat betreft additieven en hulpstoffen in zijn opzet niet erg geslaagd is. Het aantal producten en het aantal aanbieders (uit Oostenrijk en Duitsland) is beperkt. Zo zijn er buiten de hulpstoffen voor de wijnproductie en bierbrouwerij van de firma Erbslöh Geisenheim nauwelijks andere levensmiddelenenzymen in de database van InfoXGen te vinden. Verder bevat de database slechts twee varianten van Grindazym van Genencor-Danisco, een combinatie van bèta-xylanase en bèta-glucanase. De database bevat tevens producten die weliswaar non-ggo zijn, en waarvan het gebruik in de biologische productie is toegestaan, maar waarvan geen ggo-varianten bestaan. Dat geldt ondermeer voor een aantal klassieke lebfermenten, conserveermiddelen voor diervoeders op basis van organische zuren, diverse startercultures voor de bereiding van yoghurt en microbiële preparaten voor toevoeging aan diervoeders. Mochten van de laatste twee groepen –startercultures en microbiële preparaten- ooit ggo-varianten op de markt komen, dan moeten deze gewoon als ggo worden geëtiketteerd.

##### 2. Gebrek aan transparantie:

Producenten van enzymen en additieven zijn niet altijd bereidwillig om informatie over de samenstelling en productiewijze van hun producten te verstrekken. Ook is het ongebruikelijk dat producenten van grondstoffen, ingrediënten of halfabrikaten informatie over hun klanten aan derden verstrekken.

### 3. Onduidelijke of nietszeggende non-ggo verklaringen:

Bij tracing vanaf het eind van de keten blijken afgegeven non-ggo verklaringen niet altijd een duidelijke formulering te bevatten op grond waarvan kan worden vastgesteld of er is voldaan aan de wettelijke eisen. Bijvoorbeeld: *“The following products of XXX do not contain GMO-DNA respectively genetically modified protein. However GMO respectively genetic engineering may have been used during production of either the product itself or one of its ingredients and/or raw materials.”* Deze verklaring betekent niet meer dan dat er in het product geen analytisch aantoonbaar ggo-product (eiwit of DNA) aanwezig is. De leverancier sluit zelf niet uit dat er in het productieproces tóch genetische modificatie is toegepast. Het product kan dus met ggo's geproduceerde additieven of hulpstoffen bevatten. Uit de bijgevoegde lijst blijkt vervolgens dat het product fytase van ggo-herkomst bevat.

Een ander voorbeeld is het non-ggo certificaat dat wordt afgegeven door Adisseo, producent van diverse vitamine- en enzymproducten (zie volgende pagina). Met de mededeling: *“We certify that the ADISSEO products (Feed additives and Amino Acids) listed hereinafter are neither organisms nor genetically modified organisms in the sense of regulation in force\*”* bevestigt het bedrijf wat reeds bekend is, namelijk dat vitamines, aminozuren en enzymen geen organismen zijn (Adisseo, 2005).



October 11, 2005

**CERTIFICAT Non OGM/Non GMO CERTIFICATE**

We certify that the ADISSEO products (Feed additives and Amino Acids) listed hereinafter are neither organisms nor genetically modified organisms in the sense of regulation in force\*.

Nous certifions que les produits de ADISSEO (Additives and Acides aminés) dont la liste figure ci-dessous, ne sont pas des organismes génétiquement modifiés au sens de la Réglementation en vigueur\*.

Gérard WOLFF  
*Directeur Qualité, Quality Manager*

Mike Blair, Ph.D.   
*Director, Technical Services & Rovabio™ Product Manager*

MetaSmart™ Dry MetaSmart™ Liquid Microvit™ A Promix 1000 Microvit™ A Prosol 500 Microvit™ A Supra 1000 Microvit™ AD3 Promix 1000-200 Microvit™ AD3 Supra 1000-200 Microvit™ B1 Promix - Thiamine Microvit™ B12 Promix 10000 Microvit™ B2 Supra Microvit™ B3 Promix	Microvit™ B3 Prosol Microvit™ B5 Promix D-Cal pan Microvit™ B6 Promix Pyridoxine Microvit™ B9 Promix Folic Acid Microvit™ B9 Supra 100 Microvit™ B9 Supra Folic Acid Microvit™ D3 Prosol 500 Microvit™ D3 Promix 500 Microvit™ E Promix 50 Microvit™ E Prosol 50 Microvit™ E-OIL Acetate USP Grade	Microvit™ H Promix 20000 Microvit™ K3 Promix MNB 96% Microvit™ K3 Promix MPB Niacinamide USP Rhodimet™ AT 88 Rhodimet™ NP 99 Rovabio™ Excel AP Rovabio™ Excel AP 10 % Rovabio™ Excel LC Rovabio™ Excel LC2 Smartamine™ M
--	--	--

- Genetically modified organism, Definition Council Directive 2001/18, Art. 2 : “an organism, with the exception of human beings, in which the genetic material has been altered in a way that does not occur naturally by mating and/or natural recombination”.
- Organisme génétiquement modifié, Définition de la Directive du Conseil 2001/18, Art 2 : “Un organisme, à l’exception des êtres humains, dont le matériel génétique a été modifié d’une manière qui ne s’effectue pas naturellement par multiplication et/ou par recombinaison naturelle”.



Deze producten worden wél met behulp van organismen geproduceerd, maar over de aard van de productieorganismen zegt deze verklaring niets.

#### 4. Complexe producten:

De identificatie van de herkomst van enzymen is moeilijk vast te stellen omdat commerciële enzymproducten uit mengsels van meerdere enzymen kunnen bestaan. Een voorbeeld is Roxazym van DSM, een product waarmee de voedingswaarde van granen in varkensvoer kan worden verbeterd. Dit product bevat drie typen enzymen: cellulase, bèta-glucanase en xylanase. In dit geval zijn de enzymen geproduceerd met hetzelfde micro-organisme: *Trichoderma longibrachiatum*. Op grond van de AMFEP-lijst met commerciële enzymen kan worden vastgesteld dat er in het geval van cellulase en bèta-glucanase alleen maar sprake kan zijn van non-ggo varianten van dit productieorganisme. Voor de productie van xylanase kan echter gebruik worden gemaakt van zowel non-ggo als ggo-varianten (DSM, 2008). Het is dus niet mogelijk om de AMFEP lijst één-op-één naar producten te vertalen.

### 3.2. Beschikbaarheid van non-ggo additieven voor de biologische levensmiddelen- en diervoederproductie

#### 3.2.1 Levensmiddelen

Volgens EU Verordening 207/93/EG is in biologische levensmiddelen het gebruik van een beperkt aantal additieven toegestaan. De lijst van toegestane additieven in deel A van deze Verordening bevat enkele additieven die van ggo-herkomst kunnen zijn. Het betreft: annatto, vitaminen, citroenzuur, natuuridentieke aroma's en aminozuren. Van al deze additieven is nagegaan of er nog ggo vrije alternatieven beschikbaar zijn.

#### **Annatto**

Annatto (E160b) is een gele kleurstof die mag worden gebruikt bij de bereiding van enkele kazen. Annatto kan 1) als natuurlijke kleurstof worden gewonnen uit de zaden van de Annatboom 2) chemisch worden gewonnen uit lycopene (uit tomaat) en 3) met behulp van ggo's worden gemaakt (Bouvier, 2003). Het is niet bekend of dit ggo-procedé ook commercieel wordt toegepast. De beschikbaarheid van non-ggo annatto lijkt vooralsnog niet problematisch. Natuurlijke annatto is op de markt beschikbaar, onder meer bij:

- \* Ringe & Kuhlmann, Hamburg (<http://www.riku.com/>),
- \* Aarkay Foods in India (<http://www.aarkayfoods.in/contacts.htm>),
- \* Vinayak Corporation in India ([http://www.vinayakcorporation.com/natural\\_foodcolor.htm](http://www.vinayakcorporation.com/natural_foodcolor.htm)).

#### **Vitaminen:**

Vitaminen werden oorspronkelijk uit natuurlijke bronnen geëxtraheerd: vitamine A en D uit levertraan; vitamine E uit tarwekiemolie; vitamine K uit alfalfa; vitamine B1 en B6 uit rijst; vitamine B2 (riboflavine) uit eieren; vitamine B12, vitamine B3 (niacine), vitamine B5 (pantotheenzuur), vitamine B7 (biotine) en vitamine B9 (foliumzuur) uit lever. Met uitzondering van vitamine E, dat in grote hoeveelheden wordt geproduceerd uit plantaardige oliën, is extractie van vitaminen uit natuurlijke bronnen economisch niet meer rendabel. Chemische synthese en fermentatie zijn economisch gezien aantrekkelijke alternatieven. Behalve vitamine B12 kunnen alle vitaminen langs chemische weg worden gesynthetiseerd. Tegenwoordig worden vitamine B2, vitamine C en vitamine D3 ook op commerciële schaal door middel van fermentatie geproduceerd (Muth, 1999, DSM, 2008c). Voor de productie van vitamine A en biotine zijn ook fermentatieprocessen ontwikkeld, maar het is niet bekend of die op commerciële schaal worden toegepast (diverse bronnen).

### Mogelijke knelpunten:

Zowel bij de B-vitaminen als bij vitamine C kan gebruik worden gemaakt van ggo's. Vitamine B2 is vrijwel altijd van ggo-herkomst (Transgen, 2007). Daarnaast kan vitamine E worden gewonnen uit plantaardige oliën van ggo-herkomst (vooral sojaolie).

- Vitamine C of Ascorbinezuur (E300) wordt gebruikt als antioxidant en broodverbetermiddel. In de biologische productie mag ascorbinezuur **alleen?** worden gebruikt bij de bereiding van vleesproducten. Ascorbinezuur kan worden gemaakt door middel van chemische synthese of door middel van fermentatie. Het oorspronkelijke Reichstein procedé, ontwikkeld in de dertiger jaren, maakt gebruik van een pre-fermentatie, gevolgd door een aantal chemische stappen. In de zestiger jaren is in China een twee-staps fermentatieproces ontwikkeld, waarbij de tweede fermentatiestap de chemische processtappen vervangt. Samen met Eastman Chemical heeft Genecor-Danisco door middel van *pathway engineering* een genetisch gemodificeerd productieorganismen ontwikkeld (Callebaut, 2004). Voor dit proces is een licentie verstrekt aan ADM. De belangrijkste producenten van ascorbinezuur zijn BASF, DSM, Merck en de China Pharmaceutical Group Ltd.

Bij navraag geeft de medewerker kwaliteit en milieu van De Groene Weg aan geen problemen te ondervinden met non-ggo verklaringen voor de additieven die worden gebruikt bij de bereiding van biologische vleesproducten. De Weerd Specerijen uit Steenwijk is de leverancier van de mix die ascorbinezuur bevat. De leverancier verklaart dat het ascorbinezuur geproduceerd wordt volgens het twee-traps fermentatie proces. Hierbij wordt geen gebruik gemaakt van micro-organismen die genetisch gemodificeerd zijn. Vanwege receptuurbescherming worden door De Weerd geen leveranciersnamen vrijgegeven (persoonlijke communicatie, 30 januari 2008). DSM produceert een non-ggo intermediair voor vitamine C. De databank van InfoXGen vermeldt geen leverancier van non-ggo vitamine C (InfoXGen, 2008).

- Vitamine E (E306) of Tocopherol is een antioxidant die wordt toegepast in oliën en vetten. Synthetische vitamine E kan worden geproduceerd door middel van chemische bewerking van fossiel plantenmateriaal. Daarnaast is het mogelijk om 'natuurlijke' vitamine E te produceren op basis van plantaardige olie. Deze vorm is volgens de leverancier effectiever bij jongvee. ADM brengt zo'n 'natuurlijk' vitamine E (Natural-Source Vitamin E van Denkavit, Denkavit, 2008) op de markt, dat wordt gemaakt op basis van plantaardige olie. Indien gebruik wordt gemaakt van olie uit ggo-soja, dan is de fabrikant verplicht de vitamine E als ggo te etiketteren. Een woordvoerder van Denkavit meldt dat het product inderdaad als ggo wordt geëtiketteerd. ADM weigert namelijk met ggo-vrij verklaringen te werken (mondelijke mededeling Denkavit, januari 2008). De database van InfoXGen vermeldt geen leverancier van non-ggo tocopherol of andere vormen van vitamine E (InfoXGen, 2008).

### **Lecithine**

Lecithine (E322) is een emulgator die mag worden gebruikt in zuivelproducten. Lecithine is een fosfolipide die wordt geproduceerd door het ontgommen van olie, meestal sojaolie. Andere bronnen van lecithine zijn zonnebloemolie en raapolie, maar de daaruit gewonnen lecithine voldoet niet voor alle producten aan de technische vereisten. Bovendien is de productie uit zonnebloemolie drie keer zo laag als uit sojaolie, en dus veel duurder. Verder is het lastig om een *crusher* te vinden die bereid is alleen zonnebloem te verwerken en lecithine te produceren. Hetzelfde geldt voor synthetische emulgatoren (mondelijke mededeling Dhr. Sesmer, Lecicon Duitsland, januari 2008). Er is een tiental aanbieders van non-ggo lecithine in Europa, waaronder:

\* LASENOR (Spanje) heeft non-ggo Identity Preservation (IP) programma en levert lecithine uit zonnebloemolie: <http://www.lasenor.com/>

\* LECICO (Duitsland) heeft non-ggo programma: [http://www.lecico.de/non\\_gmo\\_program.html](http://www.lecico.de/non_gmo_program.html)

- \* Thew Arnott (UK) levert non-ggo IP: <http://www.thewarnott.co.uk/products.php#cat4>
- \* Sternchemie (Duitsland) heeft een IP programma voor non-ggo: [http://www.sternchemie.de/deutsch/c03a\\_greencithin.html](http://www.sternchemie.de/deutsch/c03a_greencithin.html)

Indien gebruik wordt gemaakt van ggo-soja, dan is de fabrikant verplicht de lecithine als ggo te etiketteren.

Een woordvoerder van Thew Arnott & Co Ltd. (VK) meldt dat de verkrijgbaarheid van non-ggo soja geen enkel probleem is. Behalve van soja uit Brazilië wordt namelijk gebruik gemaakt van soja uit India en China (mondelinge mededeling Thew Arnott & Co, december 2007). Volgens een medewerker van Clarkson Grain Company (VS) zijn er in de Verenigde Staten altijd nog bedrijven die op basis van Identity Preservation programma's non-ggo soja leveren (mondelinge mededeling Curtis Bennett, Clarkson Grain, februari 2008).

Is er op dit moment nog voldoende aanbod, in de toekomst wordt de beschikbaarheid van non-ggo lecithine mogelijk problematisch. Jaarlijks neemt de vraag naar non-ggo lecithine met 10-15% per jaar toe. Aangezien een zeer groot percentage van het soja-areaal in de Verenigde Staten en Argentinië wordt ingezaaid met ggo-soja (ISAAA, 2007), zijn deze aanbieders sterk afhankelijk van het aanbod van non-ggo soja uit Brazilië. Omdat sinds enkele jaren ook in Brazilië de teelt van ggo-soja formeel is toegestaan, het areaal ggo-soja langzaam maar zeker toeneemt en er sprake is van illegale teelt van ggo-soja wordt het volgens Europese soja-importeurs steeds moeilijker en kostbaarder om non-ggo soja te betrekken die aan de vereisten van de Europese regelgeving (drempelwaarden) voldoet (diverse berichten in de pers, mondeline mededeling van Dhr. Sesmer, Lecicon Duitsland, december 2007).

### **Citroenzuur**

Citroenzuur (E330), een antioxidant en zuringmiddel dat mag worden toegepast in biologische levensmiddelen van plantaardige oorsprong, bijvoorbeeld in limonade, desserts, vleeswaren en babyvoeding. Citroenzuur kan worden gewonnen uit vruchten, maar wordt in de praktijk voornamelijk door fermentatie, met behulp van (genetisch gemodificeerde) micro-organismen geproduceerd. China is een belangrijke producent van citroenzuur. Van de 800.000 ton citroenzuur die in 2005 werd geproduceerd was 80% bestemd voor de export (Chervenak, 2006). DSM produceert citroenzuur met behulp van een non-ggmo (DSM, 2008c).

### **Natuuridentieke aroma's:**

In het kader van deze verkenning is onderzocht of er mogelijk gebruik wordt gemaakt van ggmo's bij de productie van natuuridentieke aroma's. In de afgelopen tien jaar zijn er bijvoorbeeld fermentatieprocessen ontwikkeld voor de productie van 'natuurlijke vanilline' (Robinson, 1998). Daarbij zijn modificaties verkregen door middel van chemisch geïnduceerde mutagenese (Rabenhorst, 2003). Deze vorm van mutagenese valt onder de uitzonderingen genoemd in bijlage 1B van Richtlijn 2001/18/EG, en is daarmee op grond van Verordening 834/2007/EG in de biologische productie wettelijk toegestaan. In het kader van deze verkenning zijn geen voorbeelden van ggo-toepassingen voor natuuridentieke aroma's gevonden die in de biologische productie wettelijk niet zijn toegestaan. Overigens is Symrise (Zweden), een van de grootse aromaproductanten ter wereld, op dit moment (februari 2008) bezig met certificering van natuurlijke vanilline uit vanillebonen in Madagascar op basis van de Organic Standards van de USDA (mededeling Mw. Derow, press agent van Symrise, februari 2008).

### **Aminozuren:**

Bij de chemische synthese van aminozuren ontstaat altijd een mengsel van zogeheten 'enantiomeren', die chemisch gezien elkaars spiegelbeeld vormen. Zo'n mengsel bestaat voor de helft uit de zogeheten

L-vorm en de andere helft uit de D-vorm. Levende organismen zijn alleen in staat gebruik te maken van de L-vorm. Gewoonlijk wordt de D-vorm dan ook verwijderd. Wordt gebruik gemaakt van schimmels voor de productie van aminozuren, dan wordt alleen de L-vorm geproduceerd. Om die reden vormen fermentatieprocessen met behulp van schimmels een aantrekkelijk alternatief voor de chemische synthese (Muth, 1999). Acht aminozuren (cysteïne, glutamine, leucine, lysine, methionine, fenylalanine, threonine en tryptofaan; zie ook Bijlage 4) kunnen van ggo-herkomst zijn (TransGen, 2007). Onder meer DSM, Adisseo en het Duitse chemieconcern Degussa produceren aminozuren voor de diervoedermarkt, maar het toevoegen van aminozuren aan biologische voeders is niet toegestaan. (Degussa, 2008; Adisseo, 2008). De producenten van aminozuren bevinden zich voornamelijk in China. Over het aanbod van ggo- dan wel non-ggo varianten van deze aminozuren is geen nadere informatie gevonden. Evenmin was het mogelijk informatie te vinden over aminozuurproducten voor toepassing in humane voeding.

### 3.2.2 Diervoeders

In biologische diervoeders (mengvoeders én ruwvoeders) voor niet-herkauwers, is het toegestaan gebruik te maken van synthetische vitaminen die identiek zijn aan de natuurlijke vitaminen. Daarnaast is het toegestaan gebruik te maken van een aantal organische zuren als conserveermiddel, waaronder citroenzuur, en van tocopherolrijke extracten van natuurlijke oorsprong (E306). Voor herkauwers is het alleen toegestaan gebruik te maken van synthetische, natuuridentieke vitaminen A, D en E, op voorwaarde dat is aangetoond dat dit nodig is voor de diergezondheid en de bevoegde instantie van de lidstaat daartoe toestemming heeft verleend. In de melkveehouderij zijn er bij het voeren van verse voedermiddelen geen tekorten te verwachten. Wel is er bij het op stal houden van het vee en het minder blootstellen aan zonlicht een grotere behoefte aan vitamine A, D en E waarin voorzien moet worden door toevoeging aan het rantsoen. Als geen synthetische vitaminen verstrekt worden, zijn herkauwers voor vitamine A, D en E totaal afhankelijk van de gehalten in ruwvoer omdat krachtvoergrondstoffen nauwelijks vitaminen bevatten (Smolders, 2003).

Omdat van vitamine A en D geen ggo-varianten bekend zijn, worden deze vitaminen in het onderstaande overzicht niet behandeld, met uitzondering van vitamine D3 (Transgen, 2007).

#### Vitaminen:

- **Vitamine B12** is van belang voor de groei en deling van cellen, vooral van rode bloedlichaampjes. De chemische synthese van B12 is zeer complex. Er zijn tenminste vijf bedrijven die claimen non-ggo vitamine B12 te kunnen leveren. Lithosfood in Vlaardingen (<http://www.lithosfood.nl/Portals/4/Lithos%20Food%20Productlist.pdf>), en Stern Chemie in Hamburg leveren in hoofdzaak aan levensmiddelenproducenten en voor *over the counter* producten (voedingsmiddelen-supplementen die worden verkocht als pillen, poeders en dergelijke). Lithosfood maakt gebruik van kant-en-klare mixen, die worden geleverd door Watson Inc., de partner van Lithosfood in de VS. Een medewerkster van Lithosfood weet te melden dat de non-ggo claim in elk geval betrekking heeft op de coating, waar sojaolie is vervangen door palmolie. Deze claim is bevestigd door Watson Inc.. Stern Vitamin, een producent van premixen voor de levensmiddelenindustrie, levert alleen producten met een non-ggo verklaring en baseert zich daarbij op non-ggo verklaringen die door de leveranciers van ingrediënten worden afgegeven (mondelijke mededeling Dhr. Heuer, Stern Vitamin). DSM produceert een non-ggo vitamine B12 (DSM, 2008c). Hebei Huarong Pharmaceutical Company verstrekt non-ggo verklaringen voor vitamine B12. Dit bedrijf is de belangrijkste producent van vitamine B12 in China en exporteert 70% van haar productie (Tradekey, 2008). Ook Lohmann Animal Health GmbH in Cuxhaven (Duitsland) levert non-ggo vitamine B12 (InfoXGen, 2008).

- **Vitamine B<sub>2</sub>** (Riboflavine) is onder meer van belang voor de eetlust en de groei van niet-herkauwers. Tekorten aan vitamine B<sub>2</sub> kunnen leiden tot problemen met het zenuwstelsel, het spijsverteringskanaal of de geslachtsorganen. Aangezien granen vrijwel geen vitamine B<sub>2</sub> bevatten moet deze vitamine aan diervoeders voor niet-herkauwers worden toegevoegd. Vitamine B<sub>2</sub> kan zowel chemisch worden gesynthetiseerd als met behulp van ggo's. DSM (Roche), BASF en een Chinese producent produceren B<sub>2</sub> met behulp van ggo's (mondelinge mededeling Henk Botter, Denkavit, januari 2008). Daarmee is vrijwel alle vitamine B<sub>2</sub> die op de markt wordt aangeboden van ggo-herkomst.

Lohmann Animal Health GmbH in Cuxhaven (Duitsland) levert non-ggo vitamine B<sub>2</sub> (InfoXGen, 2008). Ook Lithosfood in Vlaardingen claimt non-ggo vitamine B<sub>2</sub> te kunnen leveren, maar ook hier betreft dat *over the counter* producten.

(<http://www.lithosfood.nl/Portals/4/Lithos%20Food%20Productlist.pdf>);

- **Vitamine C** (E300): Vrijwel alle vitamine C die in diervoeders wordt gebruikt is gefermenteerd en voor het merendeel afkomstig uit China (mededeling Henk Botter, Denkavit, januari 2008). DSM produceert een non-ggo tussenproduct (*intermediate*) voor vitamine C. Ook Lohmann Animal Health GmbH in Cuxhaven (Duitsland) levert non-ggo vitamine C (InfoXGen, 2008).
- **Vitamine D** heeft een belangrijke functie bij de botopbouw (Smolders, 2003). BASF en DSM-Roche zijn de grootste producenten van food-grade vitamine D<sub>3</sub>. DSM produceert vitamine D<sub>3</sub> met behulp van een genetisch gemodificeerde micro-organisme (zelfklonering). Welke productiewijze die BASF hanteert is niet bekend (DSM, 2008c; BASF, 2008).
- **Vitamine E** (E306) is bij runderen essentieel voor groei, vruchtbaarheid en voorplanting, in de preventie van verschillende ziekten en bij de weefselvorming (Smolders, 2003). Lohmann Animal Health GmbH in Cuxhaven en Reisenberger GmbH (Oostenrijk) leveren non-ggo vitamine E (InfoXGen, 2008).

**Citroenzuur** (E330): zie levensmiddelenadditieven.

### 3.3. Beschikbaarheid van Non-ggo hulpstoffen (enzymen) voor de biologische levensmiddelen- en diervoederproductie

In de productie van levensmiddelen en diervoeders kan een groot aantal enzymen worden toegepast, vooral in de bakkerij, bierbrouwerij en zetmeelverwerking. In de productie van biologische levensmiddelen en diervoeders is het gebruik van enzymen toegestaan voor zover ze niet zijn geproduceerd met behulp van ggo's. De wettelijke etiketteringsplicht voor ggo's is wel van toepassing op preparaten op basis van micro-organismen, maar niet op enzymen.

De AMFEP geeft een overzicht van enzymen die beschikbaar zijn voor de Europese markt (zie bijlage 7). In dit overzicht wordt niet aangegeven welke enzymen zijn geproduceerd met behulp van ggo's. Wél wordt aangegeven van welk gastheerorganisme gebruik is gemaakt en of gebruik is gemaakt van genetisch materiaal van een ander donororganisme. Van deze enzymen is in elk geval zeker dat ze met behulp van ggo's zijn gemaakt. Zodoende kan op grond van dit overzicht worden gesteld dat van vrijwel alle commercieel beschikbare enzymen ggo-varianten bestaan. Van de enzymen waarbij is aangegeven dat geen gebruik is gemaakt van een (ander) donororganisme kan echter niet met zekerheid worden vastgesteld of ze met of zonder behulp van ggo's zijn geproduceerd. Er kan namelijk ook gebruik zijn gemaakt van zelfklonering. Volgens de grote enzymproducenten die de wereldmarkt domineren, DSM, Genencor-Danisco en Novozymes, wordt een toenemend deel van de enzymen geproduceerd met behulp van ggo's.

### 3.3.1 Levensmiddelen

Op grond van Bijlage IV, deel B van Verordening 2092/91 is het in de levensmiddelenproductie toegestaan gebruik te maken van enzymen die gewoonlijk als technische hulpstof worden gebruikt. Op dit moment zijn er 58 verschillende soorten voedingsmiddelenenzymen op de markt, onderverdeeld naar 197 enzymproducten. Deze enzymen worden om uiteenlopende redenen en in tal van productgroepen toegepast (zie bijlage 3).

Een van de belangrijkste toepassingsgebieden van enzymen is de bakkerij (brood, beschuit, crackers, banket). Zeelandia, leverancier van broodmixen, werkt met ggo-vrij verklaringen voor de biologische bakkers. Zeelandia maakt in deze mixen geen gebruik van ggo-enzymen. Er is weliswaar voldoende aanbod van non-ggo enzymen voor de bakkerij, maar met het oog op de productkwaliteit (deegkwaliteit, houdbaarheid) zou het gebruik van ggo-enzymen de voorkeur verdienen (mondelijke mededeling Dhr. De Dreu, Zeelandia, januari 2008).

Ook in de bierbrouwerij wordt veelvuldig gebruik gemaakt van enzymen. Strikt noodzakelijk is het gebruik van dergelijke enzymen echter niet. In Duitsland is het gebruik van enzymen vanwege het Reinheitsgebot<sup>5</sup> niet toegestaan. Volgens de kwaliteitsmedewerker van een biologische bierbrouwer in Nederland wordt er alleen gebruik gemaakt van de enzymen die ontstaan tijdens het moutproces, en worden er geen enzymen toegevoegd (Budelse bierbrouwerij, februari 2008).

Voor de levensmiddelenproductie zijn enkele enzymen op de markt waarvan alleen een ggo-variant beschikbaar is. Deze enzymen zijn dus niet toegelaten binnen de biologische productie. Wel zijn er in een aantal gevallen alternatieve stoffen of processen beschikbaar. Het betreft:

- Acetolactaat decarboxylase gaat de vorming van diacetyl (botergeur) tijdens het fermentatieproces in de bierbrouwerij tegen.  
Alternatief: Het gebruik van dit enzym is niet strikt noodzakelijk. De hoeveelheid gevormde diacetyl, is afhankelijk van de giststam, de leeftijd en conditie van de gist, en van de manier waarop het bier wordt bewaard. Overmatige diacetylvorming kan worden tegengegaan door goed op deze factoren te letten en door verhitting ná de fermentatie. Diacetyl kan ook worden verwijderd met behulp van absorbeermiddelen (cellulose, silica gel), maar dat heeft een negatief effect op de kleur, pH en het alcoholpercentage.
- Asparaginase, voorkomt de vorming van acrylamide bij sterke verhitting (bakken, frituren, magnetron) van zetmeelrijke producten, bijvoorbeeld bij de bereiding van frites, chips en bakwaren. Door de verhitting reageren suikers met het aminozuur asparagine en wordt acrylamide gevormd, een stof met carcinogene eigenschappen.  
Alternatief: Uit recent gepubliceerd onderzoek blijkt dat de vorming van acrylamide ook kan worden gereduceerd met behulp van antioxidant-rijke extracten van bamboeblad (56% reductie) en groene thee (32% reductie) (Yu Zhang, 2008). Bamboe-extract is in China geregistreerd als levensmiddeleningrediënt en mag als additief worden toegepast in onder meer vis- en vleesproducten en oliën. In Europa moet waarschijnlijk eerst door de Europese Unie vergunning worden verleend in het kader van de *Novel food* Verordening (258/97/EG). Daarnaast is het mogelijk om de vorming van acrylamide te beperken door aanpassing van de bereidingswijze (verhittingstijd, watergehalte, pH) (Food Navigator, 2008). Ook de selectie van gewassen (granen,

---

<sup>5</sup> Het *Reinheitsgebot* is een Duitse regeling die zijn oorsprong vindt in het hertogdom Beieren in 1516. Het is de oudste warenwet ter wereld. Volgens dit gebod mag bier alleen gemout graan, water en hop bevatten.

aardappelen, koffie en cichorei) met lagere gehalten aan suikers (aardappelen) en asparagine (granen) kan bijdragen aan het reduceren van acrylamidegehaltenes (CIAA, 2006).

- Carboxypeptidase (serine-type) is een eiwitsplitsend enzym. Dit enzym kan wordt toegepast voor beïnvloeding van de smaakontwikkeling in fermentatieproducten, met name in kaas.  
Alternatief: Het gebruik van carboxypeptidase is niet strikt noodzakelijk
- Cellobiose dehydrogenase of –oxidase kan worden gebruikt voor de omzetting van lactose (melksuiker) in lactobionzuur.  
Alternatief: Het gebruik van cellobiose dehydrogenase is niet strikt noodzakelijk
- Chymosine, een protease, dat zorgt voor de stremming van melk tijdens de kaasbereiding.. Met behulp van gmo's zijn diverse producenten in staat puur chymosine te produceren.  
Alternatief: Er is nog volop gangbaar stremsel (leberferment) beschikbaar, dat naast chymosine nog enkele andere enzymen (pepsine of lipase) kan bevatten. Daarnaast is er een non-ggo microbiel stremsel op basis van *Mucor Miehei* beschikbaar.
- Hexose oxidase, zorgt voor de omzetting van diverse suikers in lactose en waterstofperoxide. Het kan worden toegepast voor verbetering van de stabiliteit van deeg en volume van brood, verlenging van de houdbaarheid van kaas (bijv. Mozzarella) en gereduceerde bruining tijdens het bakproces van pizza, bevordering van de stremming in kaas- en tofuproduktie en het wegvangen van ongewenste zuurstofverbindingen in dressings en kant-en-klaar sauzen.  
Alternatief: Het gebruik van hexose oxidase is niet strikt noodzakelijk.
- Lipoxygenase zorgt voor de omzetting van onverzadigde vetzuren (met name linol- en linoleenzuur) en kan worden toegepast in de productie van brood en aroma's. Het enzym komt van nature voor in tal van planten en dieren. Lipoxygenase kan onder meer worden geproduceerd uit soja.  
Alternatief: Het gebruik van lipoxygenase is niet strikt noodzakelijk.
- Maltogenic amylase is een zetmeelsplitsend enzym (amylose, amylopectine en verwante glucosepolymeren) dat kan worden toegepast in de bakkerij- en zetmeelindustrie.  
Alternatief: Het gebruik van maltogenic amylase is niet strikt noodzakelijk.
- Sulphydryl oxidase zorgt voor de vorming van disulfidebruggen tussen thiolgroepen en daarmee voor een stabiele eiwitmatrix in bakkerijproducten.  
Alternatief: Het gebruik van sulphydryl oxidase is niet strikt noodzakelijk.

### 3.3.2 Diervoeders

In biologische diervoeders (mengvoeders én ruwvoeders) is het toegestaan gebruik te maken van alle enzymen die zijn toegestaan krachtens Richtlijn 70/524/EEG. Op dit moment zijn er 23 soorten voederenzymen op de markt, onderverdeeld naar 70 enzymproducten. De enzymen die worden toegepast in diervoeders zorgen over het algemeen voor een verbeterde beschikbaarheid van nutriënten.

Voor de biologische diervoederproductie zijn de meest relevante enzymen:

- Fytase, draagt bij aan de afbraak van het onverteerbare fytinezuur in granen en oliehoudende zaden, en zorgt daarmee voor verbeterde beschikbaarheid van fosfor in de plantaardige bestanddelen van diervoeders. Herkauwers produceren zelf fytase en zijn dus in staat zelf fosfor (en andere nutriënten) uit granen en oliehoudende zaden vrij te maken. Niet-herkauwers zijn daartoe niet in staat. Daardoor is het noodzakelijk om fosfor aan de voeders voor varkens en kippen toe te voegen, wat (indirect) het fosfaatgehalte van mest verlaagt. Er zijn verschillende fytaseproducten van ggo-herkomst op de markt: Natuphos, Ronozyme, Bio-feed® Phytase, Phyzyme en Rovabio PHY.

Alternatief: Als alternatief voegen veevoerbedrijven nu fosfor toe aan het diervoeder. De firma Alltech produceert een natuurlijke cocktail geproduceerd door *solid-state* fermentatie van een *Aspergillus* op tarwegries, die naast fytase nog enkele enzymen bevat: amylase, bèta-glucanase, protease en xylanase (<http://www.alltech.com/nederland/local.htm#>). Volgens een woordvoeder van Offra Additives B.V. in Werkendam zou dit een goede vervanger zijn voor ggo-fytase, maar vereist markttoelating in de EU dat voor alle componenten van dit product een toelatingsdossier moet worden ingediend. De lasten daarvan zijn zo hoog, dat fabrikant en leverancier er van af zien (mondellinge mededeling, 2007).

- Xylanase, dat zorgt voor de afbraak van xyloaan, het hoofdbestanddeel van celwanden. Door de afbraak van celwanden wordt de verteerbaarheid van plantaardige grondstoffen in diervoeders verbeterd. Bio-Feed® Wheat van Novozymes is bijvoorbeeld een xylanase geproduceerd met behulp van gmo's.

Alternatief: Er zijn diverse non-ggo producten met xylanase op de markt, waaronder:

- \* Rovabio Excel van Adisseo bevat een combinatie van xylanase en bèta-glucanase;
- \* Grindazym van Genencor-Danisco bevat een combinatie van bèta-xylanase en bèta-glucanase.

- Enzymen in inkuilmiddelen

Enzymen worden niet alleen toegepast in (premixen voor) de mengvoederindustrie, maar ook in inkuilmiddelen. Bijvoorbeeld in de vorm van bacteriële inoculanten (melkzuurbacteriën) met enzymen, organische zuren en suikers. Een voorbeeld is het product Feedstore dat wordt geïmporteerd door Agriprom. De enzymen zorgen voor de beschikbaarheid van voldoende suikers voor de melkzuurbacteriën (Agriprom, 2008). Een ander voorbeeld is Sill-All 4 x 4®, ook een mengsel van een aantal bacteriesoorten en vier enzymen.

In het kader van deze verkenning kon niet worden nagegaan welke enzymen aan dergelijke producten worden toegevoegd, maar waarschijnlijk betreft het cellulasen, die zorgen voor de omzetting van cellulose uit de celwanden van het plantaardig materiaal in suikers. Op één type na zijn alle commerciële cellulasen van non-ggo herkomst (zie bijlage 7).



## 4. Conclusies en oplossingsrichtingen

### 4.1 Conclusies

#### 1. Gebrekkige transparantie

Het inventariseren van (toekomstige) knelpunten rond de beschikbaarheid van non-ggo additieven en hulpstoffen voor biologische (dier)voeders blijkt geen eenvoudige opgave te zijn. Er zijn weliswaar enkele databanken ontwikkeld met als doel het aanbod van ggo- en non-ggo ingrediënten, additieven en hulpstoffen inzichtelijk te maken, maar de informatie in deze databanken blijkt echter of een zeer algemeen karakter te hebben (TransGen), of zeer onvolledig te zijn (InfoXGen). Het vullen van zo'n databank is ook geen eenvoudige opgave, omdat men afhankelijk is van de informatie die fabrikanten willen verstrekken. Bij veel fabrikanten en leveranciers ontbreekt het aan transparantie. Er zijn weliswaar enkele producenten die een lijst publiceren met alle commerciële producten die met behulp van ggo's zijn geproduceerd, maar in de meeste gevallen is dit soort informatie niet vrij toegankelijk.

#### 2. Betrouwbaarheid van non-ggo verklaringen

In dat geval is de afnemer afhankelijk van de bereidheid van de leverancier om een non-ggo verklaring af te geven. Die non-ggo verklaringen blijken niet altijd betrouwbaar te zijn. Ook wordt het samenstellen van concrete overzichten van ggo- en non-ggo producten bemoeilijkt door het feit dat veel producten zijn samengesteld (bijvoorbeeld uit meerdere enzymen).

#### 3. In principe groot aantal ggo-producten op de markt

Anno 2008 kan een groot aantal vitaminen, aminozuren, aroma's en enzymen in principe met behulp van ggo's worden gemaakt. Het is niet altijd duidelijk of in de praktijk ook van die mogelijkheid gebruik wordt gemaakt, maar diverse grote producenten van deze additieven en hulpstoffen, zoals DSM-Roche, Novozymes, Genencor-Danisco, BASF en Adisseo, passen ggo-productieprocessen zeker op commerciële schaal toe. De productie vindt voor een belangrijk deel in China plaats. Vanwege het gebrek aan transparantie kan slechts een gefragmenteerd beeld worden geschetst van ggo- en non-ggo additieven en hulpstoffen op productniveau. Hierdoor kan ook niet in alle gevallen met zekerheid worden gesteld of er sprake is van een problematische situatie voor de biologische sector.

#### 4. Desondanks beperkt aantal knelpunten

Desondanks is voor een beperkt aantal gevallen vastgesteld dat er sprake is van een knelpunt. Het betreft:

- Vitamine E (E306) of Tocopherol, dat wordt gewonnen uit sojaolie. Tocopherol mag worden toegepast in diervoeders en in dieetvoeding. ADM, een belangrijke producent van tocopherol, weigert met ggo-vrij verklaringen te werken. Wordt tocopherol uit ggo-soja gewonnen, dan moet dat wel op het etiket worden vermeld;
- Vitamine B2 voor toepassing in diervoeders. Vitamine B2 wordt voornamelijk geproduceerd door DSM, BASF en enkele Chinese producenten, die gebruik maken van fermentatie op basis van ggo's. Er zijn enkele kleine leveranciers die vitamine B2 met een non-ggo verklaring leveren;
- Wat betreft aminozuren, waarvan het gebruik in speciale voedingsmiddelen is toegestaan, is de situatie onduidelijk;
- Van een aantal enzymen die worden toegepast in de levensmiddelenproductie, zoals chymosine en asparagine, zijn alleen ggo-varianten beschikbaar. Dit zijn echter enzymen waarvan het gebruik minder noodzakelijk is of waarvoor nog alternatieven bestaan. Zo kan in plaats van chymosine altijd nog gebruik worden gemaakt van klassiek lebferment of klassieke microbiële stremsels;
- Van het enzym fytagase, dat zorgt voor verbeterde beschikbaarheid van fosfor in diervoeders voor niet-herkauwers, is alleen een ggo-variant op de markt. Er is in principe een non-ggo variant

beschikbaar, maar dat betreft een mengsel van diverse enzymen, waarbij de toelatingsvereisten in de EU een belemmering vormen. Als alternatief voegen veevoerbedrijven nu nog fosfor toe aan pluimvee- en varkensvoerders.

Er zijn diverse enzymen waarvan alleen ggo-varianten commercieel beschikbaar zijn. Dit zijn echter enzymen waarvan het gebruik minder noodzakelijk is of waarvoor nog andere alternatieve bestaan. Zo kan in plaats van chymosine altijd nog gebruik worden gemaakt van klassiek lebferment of klassieke microbiële stremfels.

Gezien de ontwikkeling van het wereldwijde areaal ggo-soja is het niet ondenkbaar dat de beschikbaarheid van lecithine in de (nabije) toekomst problematisch wordt. Lecithine wordt weliswaar in kleine hoeveelheden als emulgator aan producten toegevoegd, maar voor de productie van een kleine hoeveelheid lecithine is een vrij grote hoeveelheid soja(olie) nodig. In februari 2008 was er wereldwijd slechts één producent van biologisch gecertificeerde lecithine, die nauwelijks aan de vraag kan voldoen.

## 4.2 Oplossingsrichtingen

Voor de gesignaleerde knelpunten zijn onder meer de volgende oplossingen denkbaar:

1. Het hanteren van een vragenlijst bij het opstellen van non-ggo verklaringen;
2. Biologische certificering van leveranciers van premixen of halffabrikaten;
3. Biologische productie en certificering van additieven waar mogelijk;
4. Nadere verkenning van alternatieve bronnen voor additieven;
5. Afstemmen van de voorwaarden voor het gebruik van ‘ggo-vrij’ aanduidingen;
6. Aangepast toelatingsbeleid voor complexe, natuurlijke enzymmengsels;
7. Opzetten van een gedetailleerde database met non-ggo producten en hun leveranciers;
8. Maatregelen voor het gebruik van hulpstoffen of additieven waarvoor geen non-ggo variant meer beschikbaar is.

### 4.2.1 Vragenlijst als hulpmiddel bij het opstellen van non-ggo verklaringen

Er zijn op dit moment verschillende generieke non-ggo verklaringen in gebruik waarbij wordt verwezen naar de regelgeving (Richtlijn 2001/18/EG voor de definitie van ggo's en naar Verordening 2092/91/EG of Verordening 834/2007/EG voor de reikwijdte van het verbod op het gebruik van ggo's. Een voorbeeld daarvan is de standaard verklaring die is opgesteld door InfoXGen (zie Bijlage 2.1). Voor de nadere uitwerking van EU Verordening 834/2007 heeft de Europese Commissie een voorstel gedaan voor uitvoeringsbepalingen (implementatieregels) voor “het verbod op het gebruik van ggo's en daarvan afgeleide producten”. In bijlage XIII van de Verordening wordt hiertoe een format voor een non-ggo verklaring opgenomen (zie bijlage 2.2 voor een concept van de implementatieregels). In de verklaring wordt verwezen naar definities voor “geproduceerd door” of “met behulp van ggo's “ in de Verordening. Duidelijker zou zijn wanneer de definities zelf in de verklaring worden opgenomen.

Dergelijke verklaringen kunnen voor alle mogelijke ggo's worden gebruikt en zijn strikt juridisch gezien afdoende. Het nadeel is dat de vragen zó algemeen zijn gesteld, dat voor producenten en leveranciers niet duidelijk is welke informatie er precies van hen wordt verwacht. Daarnaast kan er informatie worden gevraagd die niet relevant is. Zo is het soms onduidelijk op welke onderdelen van het productieproces de non-ggo verklaring betrekking heeft en is het alleen relevant te weten of er gebruik is gemaakt van een ggo, en niet van welk type organisme.

In de praktijk worden er ook non-ggo verklaringen door leveranciers zelf opgesteld die onvolledig of, onduidelijk zijn, sommige ggo-vrij verklaringen of verstrekken zelfs non-informatie (zie hoofdstuk 3, punt 3). Aan de waarde van dergelijke verklaringen moet worden getwijfeld.

**Voorbeeld van een vragenlijst voor het opstellen of controleren van ggo-vrij verklaringen voor additieven en hulpstoffen**

<b>1</b>	Is your product result of (chemical) synthesis, fermentation or any other process? (please tick yes or no)
<b>Answer</b>	a. (chemical) synthesis: <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> no b. fermentation: <input type="checkbox"/> yes (please go to question no. 2); <input type="checkbox"/> no (please continue question no. 3) c. other process: <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> no (please specify)
<b>2</b>	Are the <b>micro-organisms</b> used in the fermentation process GMO <sup>1</sup> ?
<b>Answer</b>	
<b>3</b>	Does the product <b>contain GMO</b> substances?
<b>Answer</b>	
<b>4</b>	Does the product contain any substance derived or manufactured <b>from</b> <sup>2</sup> GMOs?
<b>Answer</b>	
<b>5</b>	Is your product manufactured with the help of processing aids produced <b>with</b> <sup>3</sup> GMOs?
<b>Answer</b>	
<b>6</b>	Is there any GMO substance or GMO derived substance used in any prior process step to manufacture your product or any substance in your product?
<b>Answer</b>	

Signature, name, date and stamp:

<sup>1</sup> The definition of 'Genetically modified organism (GMO)' is that given in Directive 2001/18/EC of the European Parliament and of the Council of 12 March 2001 on the deliberate release into the environment of genetically modified organisms and repealing Council Directive 90/220/EEC (5) and which is not obtained through the techniques of genetic modifications listed in Annex I.B of that Directive\*.

<sup>2</sup> 'produced from GMOs' means derived in whole or in part from GMOs but not containing or consisting of GMOs

<sup>3</sup> 'produced with GMOs' means derived by using a GMO as the last living organism in the production process, but not containing or consisting of GMOs nor produced from GMOs

\* Techniques of genetic modification referred to in Article 2(2)(a) of Directive 2001/18/EC are *inter alia*:

(1) recombinant nucleic acid techniques involving the formation of new combinations of genetic material by the insertion of nucleic acid molecules produced by whatever means outside an organism, into any virus, bacterial plasmid or other vector system and their incorporation into a host organism in which they do not naturally occur but in which they are capable of continued propagation;

(2) techniques involving the direct introduction into an organism of heritable material prepared outside the organism including micro-injection, macro-injection and micro-encapsulation;

(3) cell fusion (including protoplast fusion) or hybridisation techniques where live cells with new combinations of heritable genetic material are formed through the fusion of two or more cells by means of methods that do not occur naturally.

Techniques referred to in Article 2(2)(b) of Directive 2001/18/EC which are not considered to result in genetic modification, on condition that they do not involve the use of recombinant nucleic acid molecules or genetically modified organisms made by techniques/methods other than those excluded by Annex IB:

(1) in vitro fertilisation,

(2) natural processes such as: conjugation, transduction, transformation,

(3) polyploidy induction

Techniques/methods of genetic modification referred to in Article 3 of Directive 2001/18/EC yielding organisms to be excluded from the Directive, on the condition that they do not involve the use of recombinant nucleic acid molecules or genetically modified organisms other than those produced by one or more of the techniques/methods listed below are:

(1) mutagenesis,

(2) cell fusion (including protoplast fusion) of plant cells of organisms which can exchange genetic material through traditional breeding methods.

**Als een van de vragen 2 t/m 6 met Ja beantwoord moet worden kan het product NIET als non-ggo worden beschouwd volgens de definities van EU Verordening 834/2007 en dus niet toegelaten voor gebruik in de biologische landbouw of voeding.**

Ter toelichting:

1. Antwoord '(chemical) synthesis' betekent automatisch non-ggo. Antwoord 'fermentation' noodzaakt om verder door te vragen. Antwoord 'any other process' vraagt om nadere toelichting/omschrijving.
2. Hier wordt gevraagd naar het (non-)ggo karakter van de gebruikte productieorganismen
3. Hier wordt gevraagd of er een (deel van) een ggo in het product zit
4. Hier wordt gevraagd of er bestanddelen geproduceerd van een ggo in zit, bijvoorbeeld sojaolie
5. Hier wordt gevraagd of er in het proces gebruik is gemaakt van hulpstoffen die zijn geproduceerd m.b.v. ggo's, bijvoorbeeld enzymen in broodmix
6. Hier wordt gevraagd of er in voorgaande stappen in het productieproces gebruik is gemaakt van ggo's, bijvoorbeeld bij de productie van een vitamine C die door een producent van een premix is toegevoegd.

Om eventuele begripsverwarring en misverstanden te voorkomen, verdient het aanbeveling om de producent, certificeerder of afnemer gebruik te laten maken van een vragenlijst die specifieker is afgestemd op de betreffende productcategorie, in dit geval op fermentatieproducten. Zo'n vragenlijst is bedoeld voor het opstellen of controleren van non-ggo verklaringen die specifiek van toepassing zijn op fermentatieproducten en tevens relevant zijn voor additieven en hulpstoffen. Hierboven is een voorbeeld gegeven hoe zo'n vragenlijst er uit zou kunnen zien. Op basis van overleg tussen de controlerende instantie en producenten/leveranciers kan een praktisch uitvoerbare vragenlijst worden ontwikkeld die leidt tot betrouwbare resultaten.

#### **4.2.2 Biologische certificering van leveranciers van premixen en halffabrikaten**

Het aanvragen van ggo-vrij verklaringen en de controle daarop is voor veel biologische producenten een grote belasting. Bovendien weigeren leveranciers vaak een verklaring af te geven. Dit probleem kan worden omzeild wanneer de leverancier van bijvoorbeeld premixen door Skal wordt gecertificeerd voor de productie van "niet agrarische ingrediënten die geschikt zijn voor gebruik in de biologische landbouw". Om aan de gestelde vereisten van EU Verordening 834/2007 te voldoen zal deze fabrikant moeten aantonen dat de ingrediënten van niet-biologische herkomst non-ggo zijn. Voor zijn afnemers is het feit dat de leverancier gecertificeerd is dan voldoende waarborg dat aan de vereisten van biologische productie is voldaan.

#### **4.2.3 Biologische certificering van additieven**

Voor additieven van agrarische oorsprong is biologische productie en certificering een mogelijke oplossing. Bijvoorbeeld voor lecithine, geproduceerd uit biologische geteelde soja. Behalve eventuele problemen met de beschikbaarheid van non-ggo lecithine in de toekomst (zie hoofdstuk...) kan als argument worden aangevoerd dat bij de productie van gangbare lecithine chemische extractiemiddelen (hexaan) en bleekmiddelen worden gebruikt.

Tradin NV ([www.tradinorganic.com](http://www.tradinorganic.com)), onder andere gevestigd in Nederland, importeert biologische sojaolie en sojameel in Bolivia, Brazilië, Paraguay en China. Volgens Tradin is Clarkson Grain Company, Inc., Verenigde Staten (<http://www.clarksongrain.com/>) op dit moment de enige leverancier van biologisch gecertificeerde sojalecithine ter wereld. Begin 2008 meldt Clarkson echter te zijn uitverkocht (mededeling Wouter Floot, Tradin, februari 2008).

De beschikbaarheid van voldoende biologische soja is een ‘knelpunt’. Omdat in de VS niet voldoende biologische soja wordt geteeld om aan de behoefte van Clarkson te voldoen, ziet het bedrijf zich genoodzaakt om ongeveer 50% van de soja te importeren en dat is duurder dan het gebruik van in de VS geproduceerde soja. Die importsoja kwam tot enige tijd geleden uit China. Als gevolg van enkele schandalen rond importen uit China eisen de Amerikaanse autoriteiten tal van aanvullende veiligheidstests. Hierdoor is import uit China zo duur geworden, dat het bedrijf is overgestapt op import van biologische soja uit Zuid Amerika. Tot nu is nooit meer dan 0,1% gg-soja in de sojamonsters aangetoond (PCR-analyse)..

De prijs van biologische lecithine is beduidend hoger dan de prijs van gangbare lecithine, en dat is volgens de woordvoerder van Clarkson mogelijk een van de redenen waarom er van de zijde van de verwerkende industrie niet veel steun is voor het verplicht stellen van biologisch gecertificeerde lecithine. Begin 2008 kost gangbare non-ggo lecithine ongeveer €2,65/kilo, terwijl biologische lecithine €18.70/kilo (verpakking van 200 kg) kost. Dat komt niet alleen door de hogere grondstofprijs, maar ook door een 50% lagere efficiëntie in de verwerking. In de biologische lecithineproductie is het namelijk niet toegestaan om gebruik te maken van hexaan als extractiemiddel en van enkele andere chemicaliën voor de verdere opwerking. Hierdoor is het bovendien niet mogelijk om lecithine in poedervorm te produceren, terwijl sommige afnemers dat wel wensen. Bij die hogere prijs moet overigens wel worden bedacht dat levensmiddelen in de regel niet meer dan 0,5 á 2% lecithine bevatten en het effect op de productprijs dus gering is (omgerekend een prijsverschil van 8 – 32 Eurocent per kg product).

Een zoektocht naar aanbieders van biologische sojalecithine (*‘organic soya lecithin’*) op internet leidde behalve naar Clakksion Grain ook naar Mudar India Exports, India (<http://www.mudarindia.com/products.html>). Medio februari 2008 is Mudar India Exports nog bezig met het opzetten van biologisch gecertificeerde lecithineproductie. Mudar is tot nu toe vooral actief op de markt voor biologische mintolie en wil haar activiteiten uitbreiden. Een woordvoerder van Mudar meldt dat het volume biologisch geteelde soja in Midden India voldoende groot is om biologische lecithineproductie mogelijk te maken. Het bedrijf werkt nog aan enkele aanpassingen in het verwerkingsproces in verband met de certificeringseisen en verwacht de productie vanaf maart/april te kunnen starten (mondelijke mededeling Mudar, februari 2008).

Alvorens tot verplichting van het gebruik van biologisch gecertificeerde lecithine te besluiten zou nader moeten worden verkend:

- Hoe groot de actuele en toekomstige vraag is naar lecithine ten behoeve van biologische producten;
- Wat het effect is van de hogere kosten van lecithine op de vraag;
- Hoeveel biologisch gecertificeerde soja nodig is om een dergelijke hoeveelheid lecithine te produceren, wat dat betekent voor de totale vraag naar biologische soja (ook voor sojamelk, tofu en dergelijke) en hoe dat zich verhoudt tot het huidige areaal biologische sojateelt;
- Wat de productie van een dergelijke hoeveelheid lecithine betekent voor het aanbod van biologische sojaolie en sojameel. Er is namelijk een forse hoeveelheid olie nodig om een substantiële hoeveelheid lecithine te krijgen en de productie van sojaolie gaat weer hand in hand met de sojameelproductie.

De productie van lecithine omvat een groot aantal processtappen en is zeer kapitaalintensief. Daarom acht de Tradin-medewerker de overstap naar biologisch gecertificeerde lecithine niet erg kansrijk (mededeling Wouter Floot, Tradin, februari 2008).

#### 4.2.4 Alternatieve bronnen voor additieven

Voor diervoeders lijkt vooral de beschikbaarheid van non-ggo vitamine B2 problematisch. Een mogelijk alternatieve bron voor de B-vitamines is biergistextract (*Saccharomyces cerevisiae*). Leiber GmbH in Duitsland produceert een gedroogd biergistproduct, dat per kilogram product 28 milligram vitamine B2 en 520 microgram vitamine H (B6) bevat. Tevens produceert dit bedrijf een bouillon die afhankelijk het type product 43 (37) mg vitamine B2 en 1230 (770) microgram vitamine H per kilogram extract. Bevat daarnaast diverse aminozuren, andere vitamines en is rijk aan eiwit (Leiber, 2007). Aanvullend onderzoek moet antwoord geven op de vraag:

- \* of B-vitamines in deze vorm technisch gezien voldoen aan de technische vereisten voor gebruik in premixen;
- \* Wat de gevolgen zijn voor de prijs van premixen en veevoeders.

#### 4.2.5 Afstemmen van de voorwaarden voor het gebruik van ‘ggo-vrij’ aanduidingen met de eisen voor biologische producten.

De lidstaten van de EU kennen uiteenlopende mogelijkheden voor het gebruik van ‘ggo-vrij’ aanduidingen, die soms strikter zijn dan de eisen voor biologische producten. Zo is het gebruik van de aanduiding ‘geproduceerd zonder ggentechniek’ in Nederland niet toegestaan wanneer in een fermentatieproces gebruik is gemaakt van een substraat dat afkomstig is van ggo-mais.. Voor de biologische sector geldt alleen de eis dat het gebruikte micro-organisme geen ggo mag zijn De aard van het substraat wordt buiten beschouwing gelaten vanwege de uitvoerbaarheid van de controle.. Ook komt het voor dat het gebruik van veterinaire vaccins op basis van ggo’s wordt uitgesloten, terwijl ook dat op grond van de EU Verordening voor de biologische productie is toegestaan.

In het algemeen geldt dat regelgevers hebben gekozen voor strenge voorwaarden om te voorkomen dat consumenten worden geconfronteerd met tal van ‘gentechvrij’ claims die als misleidend kunnen worden beschouwd of verwarring kunnen oproepen. In de praktijk leiden de strenge voorwaarden er toe dat producenten er (vrijwel) geen gebruik van maken. Uit kwalitatief onderzoek naar de opvattingen van Nederlandse burgers over ggo-vrije ketens is gebleken dat het burgers over het algemeen aan voldoende inzicht in de complexiteit van de hedendaagse voedselproductie ontbreekt om een afgewogen oordeel te kunnen vellen over de productiewijze van hulpstoffen en de wenselijkheid van het gebruik van ggo’s daarbij (verwijzing naar onderzoek gentechvrije ketens i.o.v. de COGEM). Burgers verwachten dat de organisaties die hun belangen behartigen in samenspraak met overheid en producenten voor hen de beslissing nemen van wat wel en wat niet als ‘gentechvrij’ kan worden beschouwd. Nader onderzoek zou kunnen uitwijzen of de wijze waarop de grenzen zijn getrokken die voor de biologische productiewijze gelden aan die verwachting voldoet.

Is dat het geval, dan ligt het in de rede om de voorwaarden die worden gesteld aan het gebruik van ‘gentechvrij’- of vergelijkbare aanduidingen zodanig te versoepelen dat ze overeenkomen met de voorwaarden die worden gesteld aan biologische producten. Door zo’n aanpassing kan voor leveranciers van grondstoffen en halffabrikaten die voldoen aan de voorwaarden van de biologische sector een additionele afzetmarkt in de gangbare sector ontstaan.

Is dat niet het geval dan kan onderzocht worden welke aanpassingen in de regelgeving/productie nodig en mogelijk zijn om alsnog aan de gewenste verwachtingen te voldoen en bijvoorbeeld het gebruik van ggo voedingsbodems bij fermentatieprocessen uit te sluiten. Daarbij moet wel worden bedacht dat strengere eisen het in de praktijk moeilijker zullen maken om aan de voorwaarden van de biologische sector te voldoen en optie op weerstand kunnen stuiten bij lidstaten die geen of minder strenge regels voor ‘ggo-vrij’ aanduidingen kennen.

Voor de afstemming van voorwaarden voor ‘ggo-vrij’ aanduidingen en de biologische productie is nader onderzoek nodig naar:

- \* De opvattingen van burgers/consumenten over de gestelde voorwaarden aan de biologische producten betreffende het gebruik van ggo’s en hun verwachtingen betreffende ‘gentechvrije’ producten;
- \* De interesse voor het gebruik van ‘gentechvrij’ claims onder versoepelde/strengere voorwaarden en de betekenis daarvan voor de afzetmarkt van ‘gentechvrije’ grondstoffen en halfabrikaten;
- \* Het effect op prijzen en de mogelijkheden van producenten/leveranciers om aan dergelijke voorwaarden te voldoen.

#### **4.2.6 Aangepast toelatingsbeleid voor complexe, natuurlijke enzymmengsels**

De huidige Europese regelgeving voor toelating van additieven voor veevoeders is gericht op de beoordeling van enkelvoudige stoffen. Wanneer gebruik wordt gemaakt van solid state fermentatie resulteert dat over het algemeen in complexe mengsels. Zo bevat het product van Alltech naast fytase nog enkele enzymen: amylase,  $\beta$ -glucanase, protease en xylanase. Voor complexe mengsels geldt dat er per bestanddeel van het betreffende mengsel een toelatingsdossier moet worden ingediend. De werklust en de kosten die dat met zich meebrengt maakt het praktisch vrijwel onmogelijk om dergelijke complexe producten op de markt te brengen. Daarom zou gezocht kunnen worden naar mogelijkheden om voor dergelijke producten aangepaste toelatingsprotocollen te ontwikkelen.

In het kader van de EU regelgeving voor de toelating en veiligheidsbeoordeling van micro-organismen voor gebruik in levensmiddelen en diervoeders speelt een vergelijkbare kwestie. In december 2004 besprak een groot aantal wetenschappelijk experts op uitnodiging van de European Food Safety Authority (EFSA) de zogeheten ‘Qualified Presumption of Safety’ (QPS) in verband met het gebruik van micro-organismen (startercultures) in voedingsmiddelen en diervoeders. Op het gebruik van deze startercultures is geen EU-regelgeving van toepassing. Aangenomen wordt dat ze een geschiedenis van veilig gebruik kennen. De bedoeling van de EFSA was te komen tot een gestandaardiseerd protocol om de veronderstelde veiligheid op meer wetenschappelijke basis vast te stellen. Hierbij doet zich het probleem voor dat veel startercultures die worden gebruikt in de (ambachtelijke) bereiding van onder meer kaas en worst meerdere micro-organismen bevatten. Daarbij is niet altijd precies bekend welke micro-organismen het betreft. Bovendien is de microbiële samenstelling van ambachtelijke startercultures zelden constant. Het onderwerpen van dergelijke startercultures aan dezelfde protocollen als enkelvoudige, goed gedefinieerde micro-organismen die op industriële schaal worden toegepast zou problemen kunnen opleveren voor een groot aantal ambachtelijk bereide, vaak streekgebonden producten. Daarom luidde de aanbeveling aan de EFSA om zich eerst te richten op enkelvoudige, goed gedefinieerde cultures (Heimbach, 2004; European Commission, 2003b). Uiteindelijk besloot de EFSA de aandacht te focussen op de micro-organismen waarvan het gebruik in potentie de grootse veiligheidsrisico’s met zich meebrengt. Daarnaast is besloten tot een generieke beoordeling van micro-organismen op het niveau van taxonomische groepen, d.w.z. van een genus, groep of verwante soorten (EFSA, 2007).

#### **4.2.7 Gedetailleerde database met non-ggo producten**

InfoXGen is opgezet als databank met gentechvrije ingrediënten en producten voor de biologische landbouw (InfoXGen, 2008). Bij nadere inspectie blijkt dat InfoXGen in de praktijk sterk op de Oostenrijkse, en Zwitserse en Duitse markt is gericht.

Tijdens dit onderzoek is een poging gedaan om een gedetailleerd inventarisatie te maken van de beschikbaarheid van non-ggo additieven en hulpstoffen. Een dergelijke inventarisatie zou de basis kunnen vormen van een database die voor biologische producenten vrij toegankelijk is.

In hoofdstuk 2 van deze rapportage is melding gemaakt van de werkwijze en de daarbij ervaren knelpunten. Novozymes, een grote enzymenproducent uit Denemarken, is uitermate transparant en heeft op haar website een lijst met ggo-enzymen gepubliceerd. Vanaf begin 2008 heeft ook DSM op haar website een lijst waarin bij ieder type enzym is aangegeven of er gebruik wordt gemaakt van een klassiek, zelfgekloneerd of genetisch gemodificeerd micro-organisme. Met enige moeite is deze lijst terug te herleiden naar de commerciële producten van DSM. In andere gevallen moet informatie uit diverse literatuurbronnen en informatie van fabrikanten bijeen worden gesprokkeld. Het welslagen van een dergelijke aanpak is niet alleen afhankelijk van de bereidwilligheid van de fabrikanten om de gevraagde informatie te leveren, maar ook buitengewoon tijdrovend. Binnen het tijdbestek van dit onderzoek heeft deze aanpak alleen geresulteerd in een overzicht van ggo- en non-ggo enzymen, dat bovendien onvolledig is.

Streven naar volledigheid is zeer waarschijnlijk onmogelijk. Het is de vraag wat de waarde is van een database met gedetailleerde, maar onvolledige informatie.

Bij dit alternatief moet worden bedacht dat het maken van een database geen eenmalige activiteit is; veranderingen in het aanbod maken het noodzakelijk om met grote regelmaat een update te maken.

#### **4.2.8 Maatregelen voor het gebruik van hulpstoffen of additieven waarvoor geen non-ggo variant meer beschikbaar is**

In januari 2008 besloot de Duitse overheid om onder het label ‘ohne Gentechnik’ het gebruik van ggo-additieven toe te staan wanneer er geen non-ggo alternatieven meer beschikbaar zijn. Dat besluit werd min of meer gerechtvaardigd door te verwijzen naar de mogelijkheid om in de toekomst voor de biologische productie vergelijkbare uitzonderingen op het gebruik van ggo-additieven te maken. Verordening 834/2007, die op 1 januari 2009 in werking treedt, biedt inderdaad enige ruimte voor een flexibele benadering. Dit uitgangspunt van flexibiliteit is verder uitgewerkt in Hoofdstuk 5 van de verordening. De Europese Commissie kan onder meer uitzonderingen op de vastgestelde productievooraarden toestaan *wanneer het gebruik noodzakelijk is van additieven, technische hulpstoffen, smaakstoffen, preparaten van micro-organismen en enzymen, vitamines, alsmede aminozuren en andere micronutriënten in voor een bijzondere voeding bestemde levensmiddelen, of van toevoegingsmiddelen en technische hulpstoffen voor diervoeders, en deze stoffen niet op de markt beschikbaar zijn in de vorm van niet door ggo's geproduceerde stoffen (artikel 22, lid 2, sub g)*. Wel is het zo, dat a) deze uitzonderingen altijd tot een minimum blijven beperkt en b) in voorkomend geval van beperkte duur zijn. In geval van onvoldoende beschikbaarheid van non-ggo additieven en hulpstoffen kan dus overwogen worden om van deze ‘ontsnappingsclausule’ gebruik te maken en tijdelijke ontheffing te vragen voor het gebruik van bepaalde additieven of hulpstoffen van ggo-herkomst, totdat een goed alternatief is gevonden. Zo'n uitzondering is echter alleen mogelijk als ze wordt gesteund door een gewogen meerderheid van de Europese lidstaten (Besluit 1999/468/EG, artikel 5). Het is niet waarschijnlijk dat dit op korte termijn zal gebeuren.

Volgens ketenorganisatie Biologica is dit artikel omstreden binnen de biologische sector omdat met hiermee de gentedvrije status van biologische voeding op wordt gegeven. Bovendien vreest Biologica dat het bestaan van dit artikel een remmend effect heeft op de ontwikkeling van non-ggo additieven en hulpstoffen, bijvoorbeeld voor de B-vitamines in diervoeders of –in te toekomst- de verdere ontwikkeling van biologisch gecertificeerde additieven van agrarische oorsprong.

Wanneer bekend is dat van bepaalde stoffen geen ggo vrije variant meer beschikbaar is zou het gebruik van deze stoffen op termijn verboden kunnen worden. Hiermee behoudt de sector haar status als betrouwbare producent van gentedvrije producten en wordt het zoeken naar alternatieven mogelijk gestimuleerd.



## Bijlage 1: Geraadpleegde literatuur

Adisseo (2005), CERTIFICAT Non OGM/NonGMO CERTIFICATE, 11 Oktober 2005, [http://www.adisseonorthamerica.com/public/Non\\_GMO\\_Certificate\\_10-11-2005.pdf](http://www.adisseonorthamerica.com/public/Non_GMO_Certificate_10-11-2005.pdf)

Adisseo (2008), <http://www.adisseo.com/>

Aertsens Joris *et.al.* (2005), Technische en economische haalbaarheid van volledig biologische voeders zonder synthetische vitamines en aminozuren, Hogeschool Gent, Faculteit Bio-ingenieurswetenschappen, november 2005, <http://library.wur.nl/biola/bestanden/1792099.pdf>

Agriprom (2008), Feedstore® Generation II Live Silage Inoculant, productinformatie, [http://www.agriprom.nl/nederlands/products/downloads/feedstore\\_ned.pdf](http://www.agriprom.nl/nederlands/products/downloads/feedstore_ned.pdf)

AMFEP (2007), Amfep list of commercialized enzymes, [http://www.amfep.org/pages/documents/AmfepListofCommercialEnzymes-NOV2007\\_000.pdf](http://www.amfep.org/pages/documents/AmfepListofCommercialEnzymes-NOV2007_000.pdf)

AMFEP (2008), Amfep Statement on the draft EC Regulation on Food Enzymes - Food Improvement Agents package, Brussels, 11 February 2008, <http://www.amfep.org/papers.html>

Ast J.A. van *et.al.* (2004), Industriële Biotechnologie Duurzaam Getoetst: een onderzoek naar de bijdrage van industriële toepassingen van biotechnologie aan duurzame ontwikkeling, Erasmus Universiteit Rotterdam, Centrum voor Milieukunde Leiden, TU Delft, onderzoek in opdracht van het ministerie van VROM, november 2004, <http://www.vrom.nl/get.asp?file=docs/publicaties/w396.pdf&dn=w396&b=vrom>

BASF (2008), Human Nutrition Product Catalog, [http://www.human-nutrition.basf.de/downloads/BASF%20Nutrition%20Ingredients\\_Global%20Product%20Catalog\\_HUMAN%20NUTRITION\\_January\\_%202008.pdf](http://www.human-nutrition.basf.de/downloads/BASF%20Nutrition%20Ingredients_Global%20Product%20Catalog_HUMAN%20NUTRITION_January_%202008.pdf)

Brookes Graham, Neville Craddock & Bärbel Kniel (2005), The Global GM Market: Implications for the European Food Chain, Appendix 2: Additives potentially derived from GM origins, p. 84-97, September 2005, <http://www.agbios.com/docroot/articles/05-266-001.pdf>

Bundesministerium der Justiz (1993), Gesetz zur Regelung der Gentechnik (Gentechnikgesetz - GenTG), 15 Dezember 1993, [http://www.gesetze-im-internet.de/gentg/\\_17b.html](http://www.gesetze-im-internet.de/gentg/_17b.html)

Callebaut Kris, Frederik Coppens, Manu de Groeve en Bert de Rybel (2005), Microbiologische productie van vitamine C, 2e Proef Bio-Ingenieur Opleiding: Cel- En Genbiotechnologie, Promotor: Prof. Dr. Ir. Erick J. Vandamme, Universiteit Gent, Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Academiejaar 2003-2004, <http://nexus.ugent.be/manu/project/project.pdf>

ChemEurope (2001), BASF improves biotechnological synthesis of vitamin B2, ChemEurope News Center, 23.02.2001, [http://www.chemeurope.com/news/e/pdf/news\\_chemeurope.com\\_1451.pdf](http://www.chemeurope.com/news/e/pdf/news_chemeurope.com_1451.pdf)

Chervenak Matthew (2006), Industrial biotechnology in China, Industrial Biotechnology, Fall 2006, pp 174-176, <http://www.liebertonline.com/doi/pdf/10.1089/ind.2006.2.174>

Chr. Hansen (2008), Enzymes, <http://www.mychr-hansen.com/webapp/wcs/stores/servlet/CategoryDisplay?storeId=10001&catalogId=10101&langId=-101&categoryId=10272&path=10251%2C10272&mode=&industryId=10251&prodrangeId=10272>

CIAA (2006), The CIAA Acrylamide “Toolbox”, 29 September 2006, [http://www.ciaa.be/documents/brochures/CIAA\\_Acrylamide\\_Toolbox\\_Oct2006.pdf](http://www.ciaa.be/documents/brochures/CIAA_Acrylamide_Toolbox_Oct2006.pdf)

Danisco (2008), Enzymes,

[http://www.danisco.com/cms/connect/corporate/products%20and%20services/product%20range/enzymes/enzymes\\_en.htm](http://www.danisco.com/cms/connect/corporate/products%20and%20services/product%20range/enzymes/enzymes_en.htm)

Degussa (2008), aminoacidsandmore.com

<http://www.aminoacidsandmore.com/default.cfm?activity=Contents&eVent=ShowContent&treeID=116>

Denkavit (2008), Natural-Source Vitamin E 400 (adsorbaat) Feed Grade, Denkavit Ingredients,

<http://www.denkavit.nl/ingredients.asp?id=23>

DSM (2008), Roxazyme G2, Product information sheet,

[http://www.dsm.com/en\\_US/downloads/dnp/51695\\_Roxazyme\\_G2.pdf](http://www.dsm.com/en_US/downloads/dnp/51695_Roxazyme_G2.pdf)

DSM (2008a), Enzymes by DSM, [http://www.dsm.com/en\\_US/html/dfs/EnzymesbyDSM.htm](http://www.dsm.com/en_US/html/dfs/EnzymesbyDSM.htm)

DSM (2008b), Bakezyme products,

[http://www.dsm.com/en\\_US/downloads/dfs/letsbakezymeproductrange.pdf](http://www.dsm.com/en_US/downloads/dfs/letsbakezymeproductrange.pdf)

DSM (2008c), Current overview of the micro-organisms used by DSM and their applications 2008,

[http://www.dsm.com/en\\_US/downloads/about/Micro-organisms\\_table\\_en\\_1.pdf](http://www.dsm.com/en_US/downloads/about/Micro-organisms_table_en_1.pdf)

EFSA (2007), Introduction of a Qualified Presumption of Safety (QPS) approach for assessment of selected microorganisms referred to EFSA - Opinion of the Scientific Committee, 19 november 2007,

[http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa\\_locale-1178620753812\\_1178667590178.htm](http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa_locale-1178620753812_1178667590178.htm)

EPO (2008), European Patent Office, esp@cenet patent search, op meerdere zoektermen doorzocht,

<http://ep.espacenet.com/>

Europese Commissie (1970), Richtlijn 70/524/EEG van de Raad van 23 november 1970 betreffende toevoegingsmiddelen in de veevoeding, Publicatieblad Nr. L 270 van 14/12/1970 blz. 0001 – 0017,

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31970L0524:NL:HTML>

European Commission (1982), Council Directive 82/471/EEC of 30 June 1982 concerning certain products used in animal nutrition, Official Journal L 213 , 21/07/1982 P. 0008 – 0014,

<http://europa.eu.int/eur-lex/lex/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31982L0471:EN:HTML>

European Commission (2003), Regulation (EC) No 1831/2003 of the European Parliament and of the Council of 22 September 2003 on additives for use in animal nutrition, Official Journal of the European Union, 18.10.2003, L 268/29 – 43,

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:268:0029:0043:EN:PDF>

European Commission (2003b), On a generic approach to the safety assessment of micro-organisms used in feed/food and feed/food production: A working paper open for comment, HEALTH & CONSUMER PROTECTION DIRECTORATE-GENERAL, Directorate C - Scientific Opinions C2 - Management of scientific committees; scientific co-operation and networks,

[http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out178\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out178_en.pdf)

European Commission (2004), Standing Committee on the Food Chain and Animal Health, Section on Genetically Modified Food and Feed and Environmental Risk, Summary Record of 3rd meeting – 24 September 2004,

[http://europa.eu.int/comm/food/committees/regulatory/modif\\_genet/summary240904\\_en.pdf](http://europa.eu.int/comm/food/committees/regulatory/modif_genet/summary240904_en.pdf)

Europese Commissie (1991), Verordening (EEG) nr. 2092/91 van de Raad van 24 juni 1991 inzake de biologische productiemethode en aanduidingen dienaangaande op landbouwproducten en levensmiddelen, Publicatieblad van de Europese Unie, L198/1-15, [http://eur-](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31991R2092:NL:HTML)

[lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31991R2092:NL:HTML](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31991R2092:NL:HTML)

Europese Commissie (1988a), Richtlijn van de Raad van 22 juni 1988 betreffende de onderlinge aanpassing van de wetgevingen der Lid-Staten inzake aroma's voor gebruik in levensmiddelen en de uitgangsmaterialen voor de bereiding van die aroma's (88/388/EEG), Publicatieblad van de Europese Unie L 184 van 15.7.1988 bldz. 61, [http://ec.europa.eu/food/fs/sfp/addit\\_flavor/flav09\\_nl.pdf](http://ec.europa.eu/food/fs/sfp/addit_flavor/flav09_nl.pdf)

Europese Commissie (1998b), Richtlijn 98/81/EG van de Raad van 26 oktober 1998 tot wijziging van Richtlijn 90/219/EEG inzake het ingeperkt gebruik van genetisch gemodificeerde micro-organismen, Publicatieblad van de Europese Unie, L330/13–31, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1998:330:0013:0031:NL:PDF>

Europese Commissie (1993), Verordening (EEG) Nr 207/93 van de Commissie van 29 januari 1993 tot vaststelling van de inhoud van bijlage VI bij Verordening (EEG) nr. 2092/91 inzake de biologische productiemethode en aanduidingen dienaangaande op landbouwproducten en levensmiddelen en tot vaststelling van bepalingen voor de toepassing van artikel 5, lid 4, van die verordening, tekst Skal november 2006, <http://www.skal.com/>

Europese Commissie (2001), Richtlijn 2001/18/EG van het Europees Parlement en de Raad van 12 maart 2001 inzake de doelbewuste introductie van genetisch gemodificeerde organismen in het milieu en tot intrekking van Richtlijn 90/220/EEG van de Raad - Verklaring van de Commissie , *Publicatieblad Nr. L 106 van 17/04/2001 blz. 0001 – 0039*, [http://www.minlnv.nl/cdlpub/servlet/CDLServlet?p\\_file\\_id=18852](http://www.minlnv.nl/cdlpub/servlet/CDLServlet?p_file_id=18852)

Europese Commissie (2001b), Richtlijn 2001/15/EG van de Commissie van 15 februari 2001 inzake stoffen die voor specifieke voedingsdoeleinden aan voor bijzondere voeding bestemde levensmiddelen mogen worden toegevoegd, Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen L 52/19 – 25, [http://eur-lex.europa.eu/pri/nl/oj/dat/2001/l\\_052/l\\_05220010222nl00190025.pdf](http://eur-lex.europa.eu/pri/nl/oj/dat/2001/l_052/l_05220010222nl00190025.pdf)

Europese Commissie (2003), Verordening (EG) Nr. 1829/2003 van het Europees Parlement en de Raad van 22 september 2003 inzake genetisch gemodificeerde levensmiddelen en diervoeders, Publicatieblad van de Europese Unie, L268/1–23, 18 oktober 2003, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:268:0001:0023:NL:PDF>

Europese Commissie (2004), Lijst van toegestane toevoegingsmiddelen in diervoeders (1) gepubliceerd krachtens artikel 9.T, onder b), van Richtlijn 70/524/EEG van de Raad betreffende toevoegingsmiddelen in de diervoeding (2004/C 50/01), Publicatieblad van de Europese Unie, 25.2.2004, C 50/1 – 144, [http://ec.europa.eu/food/food/animalnutrition/feedadditives/c\\_50\\_nl.pdf](http://ec.europa.eu/food/food/animalnutrition/feedadditives/c_50_nl.pdf)

Europese Commissie (2006), Verordening (EG) Nr. 780/2006 van de Commissie van 24 mei 2006 tot wijziging van bijlage VI bij Verordening (EEG) nr. 2092/91 van de Raad inzake de biologische productiemethode en aanduidingen dienaangaande op landbouwproducten en levensmiddelen, Publicatieblad van de Europese Unie, 25.5.2006, L137/9-14, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:137:0009:0014:NL:PDF>

Europese Commissie (2007b), Verordening (EG) Nr. 834/2007 van de Raad van 28 juni 2007 inzake de biologische productie en de etikettering van biologische producten en tot intrekking van Verordening (EEG) nr. 2092/91, Publicatieblad van de Europese Unie, L189/1-23, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:189:0001:0023:NL:PDF>

Federal Environment Agency Austria (2002), Collection of information on enzymes, Final Report Contract No B4-3040/2000/278245/MAR/E2, in co-operation with Inter-University Research Center for Technology, Work and Culture (IFF/IFZ), <http://www.agronavigator.cz/attachments/enzymerepcomplete.pdf>

Food Ingredients (2008), List of Industrial Food Ingredient Suppliers, geraadpleegd op 3 januari 2008, <http://www.food-ingredients.com/>

- Food Navigator (2008), Scientists review acrylamide-reduction advances, 29 February, 2008, <http://www.foodnavigator-usa.com/news/ng.asp?id=83634>
- Halliday Jess (2008), Germany plans allow GMOs in food labelled non-GM, Food Navigator, 165 January 2008, <http://www.foodnavigator.com/news/ng.asp?n=82560-non-gm-germany>
- Heimbach, Jim, (2004), European Food Safety Authority Scientific Colloquium on Microorganisms in Food and Feed: Qualified Presumption of Safety, Brussels, Belgium, 13-14 December 2004, <http://www.isapp.net/docs/heimbachrptEFSAJan05.pdf>
- Ikeda Masato (2003), Amino Acid Production Processes In: Microbial Production of L -Amino Acids, Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology, Volume 79/2003, p. 1-35.
- InfoXGen (2008), Die Betriebsmitteldatenbank für den ökologischen Landbau, geraadpleegd in februari 2008, <http://www.infoxgen.com/index.php>
- Kok, E.J. *et al.* (2006), Gegarandeerd Ggo-vrije diervoederketens: Knelpunten en oplossingsrichtingen, WUR-Expertisegroep GGO-vrije ketens, Rapport 2006.009, Wageningen, november 2006, <http://www.rikilt.wur.nl/NR/rdonlyres/BDEEDD31-F58C-47EB-A0AA-23CB9956CE18/39209/R2006009.pdf>
- Lammerts van Bueren, E.T. *et al.* (1999), Sustainable organic plant breeding, Final report: a vision, choices, consequences and steps, <http://www.louisbolk.org/downloads/1048.pdf>
- Leiber (2007), Leiber Bouillon G,LS 44200P-102, Vitamingehalte verschiedener Bierhefeextrakte, Product sheet.
- Minister van Justitie (1997), Besluit van 29 april 1997, houdende regels voor nieuwe voedingsmiddelen en nieuwe voedselingredienten (Warenwetbesluit Nieuwe voedingsmiddelen), 15 mei 1997, <http://faolex.fao.org/docs/pdf/net18345.PDF>
- Minister van LNV (2000), Brief LNV aan de Voorzitter van de vaste commissie voor Landbouw, Natuurbeheer en Visserij over genetisch gemodificeerde voedingsmiddelen, 18 augustus 2000, <http://www.nieuwsbank.nl/inp/2000/08/0818B014.htm>
- Novozymes (2008), Enzymes produced by genetically modified organisms, Website <http://www.novozymes.com/en/MainStructure/AboutUs/Positions/Enzymes+produced+by+GMMs.htm> geraadpleegd op 3 februari 2008.
- Partos Lindsey (2005), Danisco targets bread makers with two new enzyme launches, Food Quality, 14/10/2005, <http://www.foodqualitynews.com/news/ng.asp?n=63209-danisco-enzymes-bread-amylase>
- PatentStorm (2008), US Patents Database, op meerdere zoektermen doorzocht, <http://www.patentstorm.us/>
- Rabenhorst Juergen *et al.* (2003), METHOD FOR TRANSFORMING I AMYCOLATOPSIS SP. /I DSM 9991 AND DSM 9992, WO Patent WO 03/023071 A1, 20 März 2003, <http://v3.espacenet.com/origdoc?DB=EPODOC&IDX=DE10144308&F=0&RPN=EP1427809&DOC=deb45b02b9732ae39d540cca924af1c168>
- Muth, Mary K. *et al.* (1999), Economic Charaterization of the Dietary Supplement Industry, Contract No. 223-96-2290: Task Order 3, Final Report, Research Triangle Institute, Center for Economics Research, March 1999, <http://www.cfsan.fda.gov/~acrobat/ds-econ.pdf>
- Robinson Rachel (1998), Natural Vanillin, Dairy Field, October 1998, [http://findarticles.com/p/articles/mi\\_qa3846/is\\_199810/ai\\_n8826068](http://findarticles.com/p/articles/mi_qa3846/is_199810/ai_n8826068)
- RPO (2008), Bundestag winkt Gen-Gesetze durch, 25 Januar 2008, <http://www.rp-online.de/public/article/aktuelles/politik/deutschland/525582>

- Saling P. (2005), Assessing biobased materials and processes with the Eco-Efficiency Analysis and SEEBalance® of BASF, Ghent, 19th - 21st of September 2005,  
[http://www.oeea.de/basfcorp/img/sustainability/oekoeffizienz/vortraege/Biobased\\_materials\\_Gent\\_200905\\_Saling.pdf?MTITEL=Aessing+biobased+materials+and+processes+with+the+Eco-Efficiency+Analysis+and+SEEBalance%AE+of+BASF&suffix=.pdf](http://www.oeea.de/basfcorp/img/sustainability/oekoeffizienz/vortraege/Biobased_materials_Gent_200905_Saling.pdf?MTITEL=Aessing+biobased+materials+and+processes+with+the+Eco-Efficiency+Analysis+and+SEEBalance%AE+of+BASF&suffix=.pdf)
- SCFCAH (2007), Summary Record of the Standing Committee on the Food Chain and Animal Health, Held in Brussels on 19 and 20 December 2007 (Section Genetically Modified Food & Feed and Environmental Risk),  
[http://ec.europa.eu/food/committees/regulatory/scfcah/modif\\_genet/sum\\_20122007\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/food/committees/regulatory/scfcah/modif_genet/sum_20122007_en.pdf)
- Skal (2000a), Informatiebulletin Produceren zonder gentechnologie, Nr. 2, Juli 2000,  
<http://www.skal.com/Nederlands/PDFjes/NBgentech2.pdf>
- Skal (2000b), Informatiebulletin Produceren zonder gentechnologie, Nr. 3, December 2000,  
<http://www.skal.com/Nederlands/PDFjes/NBgentech3A.pdf>
- Skal (2007a), Verordening (EEG) Nr. 2092/91 – Bijlage II. Deel D: Toevoegingsmiddelen, bepaalde in diervoeding gebruikte stoffen (die onder Richtlijn 82/471/EEG vallen), en technische hulpmiddelen voor diervoeders, tekst Skal, juli 2007, <http://www.skal.com/Nederlands/PDFjes/pu1b2.pdf>
- Skal (2007b), Verordening (EEG) Nr. 2092/91 – Bijlage VI, Stoffen die zijn toegestaan als ingrediënten van niet-agrarische oorsprong (artikel 5, lid 3, onder b) en Stoffen waarvan het gebruik bij de bereiding is toegestaan (artikel 5, lid 3, onder c), tekst Skal, juli 2007,  
<http://www.skal.com/Nederlands/PDFjes/pu1b6.pdf>
- Sybesma Wilbert, Jeroen Hugenholtz, Willem M. de Vos, Eddy J. Smid (2006), Safe use of genetically modified lactic acid bacteria in food. Bridging the gap between consumers, green groups, and industry, Electronic Journal of Biotechnology, Vol. 9 No. 4, Issue of July 15, 2006,  
<http://www.ejbiotechnology.info/content/vol9/issue4/full/12/index.html>
- Tradekey (2008), Hebei Huarong Pharmaceutical Co., Ltd.,  
[http://www.tradekey.com/profile\\_view/uid/180678/HEBEL-HUARONG-PHARMACEUTICAL-CO-LTD.htm](http://www.tradekey.com/profile_view/uid/180678/HEBEL-HUARONG-PHARMACEUTICAL-CO-LTD.htm)
- TransGen (2007), Datenbank zusatzstoffe, [www.transgen.de/datenbank/zusatzstoffe](http://www.transgen.de/datenbank/zusatzstoffe)
- VROM (2005), Verantwoord en zorgvuldig vereenvoudigen van het Besluit genetisch gemodificeerde organismen, Brief van de staatssecretaris van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Tweede Kamer, vergaderjaar 2005–2006, 27 428, nr. 69, 21 november 2005,  
[www.vrom.nl/get.asp?file=docs/kamerstukken/Fri2Dec20051107500100/vereenvoudigingbesluitgobiilage.pdf](http://www.vrom.nl/get.asp?file=docs/kamerstukken/Fri2Dec20051107500100/vereenvoudigingbesluitgobiilage.pdf)
- Yu Zhang, T. Ying, Y. Zhang (2008), Reduction of Acrylamide and Its Kinetics by Addition of Antioxidant of Bamboo Leaves (AOB) and Extract of Green Tea (EGT) in Asparagine-Glucose Microwave Heating System, Journal of Food Science, 2008 Mar;73(2):C60-6.

**Bijlage 2: Voorbeelden van non-ggo verklaringen**

InfoXgen.com

**Bijlage 2.1: Het InfoXGen model****Contractual compliance agreement to the prohibition of genetically modified organisms as contained in the current version of Council Regulation 2092/91EWG**

Producer/supplier: Name: ..... Tel./Fax: ..... Street: ..... e-mail: ..... Postal code/city: ..... Country: .....
--

We hereby confirm for the products listed either below or in appendix:

Article number	Precise product description :	
	Written compliance present*	Last organism(s) capable of reproduction**
	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	

\* please mark

\*\* please include the organisms last used for the manufacturing process for **all** substances contained in the product.

- (a) That this (these) product(s) is/are neither a genetically modified organism (GMO) itself, nor does it/do they contain any such organisms,
- (b) and that this (these) product(s) neither consist(s) of GMOs, nor is it/are they manufactured from GMOs. We have no knowledge of any information that would implicate that this statement is incorrect.
- (c) We are in possession of a written compliance agreement from the producer of each individual component contained in this (these) product(s), confirming points (a) and (b) to the same extent and with the same content. These agreements are in our files and are neither expired nor withdrawn.

Consequently, the product(s) named above fulfill(s) the requirements of the current version of the EU Council Regulation Nr. 2092/91 in terms of the prohibition of GMOs (see back: excerpt from the regulations contained in the current version of the EU Council Regulation Nr. 2092/91) as well as the interpretation thereof attached to this agreement.

A specification of the exact composition of the product(s) named above is enclosed with this agreement.

With this agreement we are committed to make an immediate declaration of change, correction or withdrawal to our customers/buyers as soon as any departure from the facts contained in this agreement or the agreements of our suppliers or service providers should occur.

We authorize our customer's/buyer's inspection board or an independent institution named by the inspection authority to verify the validity of our statement and to take samples for analysis if necessary.

This contractual agreement is valid up to one year from date of issue. The signatory is liable for the accuracy of the statements made in this agreement.

.....

Country/city/date

Signature

Company stamp

**Bijlage 2.2: Concept van een model voor een non-ggo verklaring voor opname in bijlage XIII van Verordening 834/2007/EG**

Model of a vendor declaration according to Article 9(3) of Council Regulation (EC) No 834/2007	
Name, address of producer:	
Stock number:	Product name:
Components: (Specify all components existing in the product/used the last in the production process) <ul style="list-style-type: none"> <li>- .....</li> <li>- .....</li> <li>- .....</li> <li>- .....</li> <li>- .....</li> </ul>	

I declare that this product was manufactured neither "from" nor "by" GMOs as those terms are used in Articles 2 and 9 of Council Regulation (EC) No 834/2007. I do not have any information which could suggest that this statement is inaccurate.

Thus, I declare that the above named product complies with Article 9 of Regulation (EC) No 834/2007 regarding the prohibition on the use of GMOs.

[I undertake to inform our customer and its control body/authority immediately if this declaration is withdrawn or modified, or if any information comes to light which would undermine its accuracy.]

I authorise the control body or control authority, as defined in Article 2 of Council Regulation (EC) No 834/2007 which supervises our customer to examine the accuracy of this declaration and if necessary to take samples for analytic proof. I also accept that this task may be carried out by an independent institution which has been appointed in writing by the control body.

The undersigned takes responsibility for the accuracy of this declaration.

Country, place, date, signature of producer:	Company stamp of producer ( <i>if appropriate</i> ):
--	--

**Bijlage 3: Vitaminen en hun productiewijze** (Muth, 1999)

Vitamine	Natuurlijke bron	Synthese	Fermentatie	Extractie	Belangrijkste producenten
A (retinoïde)	Dierlijk weefsel, met name lever. In planten in de vorm van carotenoïden, die in het lichaam in vitamine A worden omgezet	In hoofdzaak.	Kan wel, maar ongebruikelijk	In geringe hoeveelheden	DSM- Roche, BASF, Rhone Poulenc
B1 (Thiamine)	Granen, vleesproducten, groenten, melk, fruit	Ja	Nee	Nee	DSM-Roche, Takeda, Chinese overheidsbedrijven
B2 (riboflavine)	Melk, eieren, gerstemout, lever, nieren, bladgroenten, gist	Ja	Overwegend voor diervoeders	Nee	DSM-Roche, BASF, ADM, Takeda, Chinese overheidsbedrijven
B3 (niacine)	Vlees en vis	Ja	Nee	Nee	Lonza, Vitachem, Nepera, Yuki Gosei
B6	Vrijwel alle levensmiddelen	Ja	Nee	Nee	DSM-Roche, Takeda, Daiichi, Chinese overheidsbedrijven
B12 (cobalamine)	Vis, zuivel, rood vlees, eieren, orgaanvlees	Nee	Ja	Niet rendabel	Rhone-Poulenc (meer dan 80%), Rousell Uclaf, Gedeon Richter, Nippon Petrochem.
B5 (pantotheenzuur)	Vrijwel alle levensmiddelen	Ja	Nee	Nee	DSM-Roche, Daiichi, BASF, Alps, Terapia, Polfa
B7 (biotine, vitamine H)	Vrijwel alle levensmiddelen, maar vooral melk en kaas	In hoofdzaak	Ja	Nee	DSM-Roche, Takeda, Sumica Fine Chemicals, Kongo, Changzou Pharma, Changsu Huangang Pharma
B9 (foliumzuur)	Bladgroente, lever, nieren, paddestoelen, gist	Ja	Nee	Nee	DSM-Roche, Tanabe, Sumimoto, Merck, Il Sung. Lonza, BASF
C (ascorbinezuur)	Vers fruit en groenten, verse theebladeren	Ja	Ja	Nee	DSM-Roche, Dalry, Belvedere, Takeda, Osaka, Wilmington, Merck, Darmstadt, BASF, Grenaa, Pliva, Zagreb, Chinese overheidsbedrijven
D (calciferolen)	Wordt gevormd in het lichaam onder invloed van zonlicht. Aanwezig in kabeljouwleverolie en voedingsoliën die worden blootgesteld aan UV-licht	In hoofdzaak	Ja, D3	In geringe hoeveelheden	Solvay-Duphar, DSM-Roche, BASF, Synthesia
E (tocoferolen)	Plantaardige oliën, met name tarwekiem, maïs-, zonnebloem-, raap- en sojaolie	Ja, voor diervoeders	Nee	Ja	Uit natuurlijke bronnen: ADM, Henkel Synthese: DSM-Roche, Rhone-Poulenc, Eisai
K	Hogere planten, groene algen en blauwalgen, lever, kaas, bacteriën	Ja	Nee	Nee	DSM-Roche, Merck, Eisai, Nisshin Chemical



#### Bijlage 4: Amino-zuren en hun toepassing in voedingsmiddelen en veevoeders (Transgen, 2008)

Amino-zuur	Kenmerken/werking	Productie	Toepassingen	
			Voedingsmiddelen	Veevoer
<b>Cysteïne</b>	Semi-essentieel amino-zuur, dat in het menselijk lichaam wordt gevormd door omzetting van methionine. Dat vermogen is bij zuigelingen nog niet ontwikkeld, zodat cysteïne voor zuigelingen een essentieel amino-zuur is	Oorspronkelijk door chemische bewerking van cysteïne-rijke eiwitten als mensenhaar, veren en varkensborsten. Wacker Chemie (Duitsland) produceert cysteïne uit gg <i>E. coli</i>	Verhoging van luchtigheid, elasticiteit en kneedbaarheid van deeg. Bereiding van vleesaroma's en versterking van aroma's. Toevoeging als vleesaroma aan vegetarische producten. Dieetproducten	??
<b>Glutaminezuren (E620)</b>	Opbouw van lichaamseiwit	Sojaeiwit, bepaalde algen, tarwe en vlees zijn rijk aan glutaminezuren. Ggo productiemethoden krijgen steeds meer de overhand.	In de vorm van zouten als smaakversterker: voor 90% als Natriumglutamaat (E621), verder als Monokaliumglutamaat (E622), Calciumdiglutamaat (E623), Ammoniumglutamaat (E624) en Magnesiumglutamaat (E625)	
<b>Leucine</b>	Essentieel amino-zuur	Kan met ggo zijn geproduceerd, maar onduidelijk in welke mate	In de vorm van natrium- en kaliumzouten als smaakversterker: in dieetproducten.	Vooral in kippenmeel
<b>Lysine</b>	Essentieel amino-zuur	Met behulp van micro-organismen. BASF maakt gebruik van een bacterie waarvan de productie d.m.v. ongerichte mutatie en selectie is verhoogd (niet ggo)	Als smaakbeïnvloedende stof in dieetproducten	Alternatief voor diermeel, vooral in kippenmeel. Essentieel voor varkens
<b>Methionine</b>	Essentieel amino-zuur, komt in vrijwel alle planten en dieren voor	Chemische productie. Fermentatieve methoden zijn in ontwikkeling en worden mogelijk al toegepast, maar nadere informatie ontbreekt	Smaakbeïnvloedende stof In dieetproducten en klinische voeding	Met name in meel voor kippen en kalkoenen

Aminozuur	Kenmerken/werking	Productie	Toepassingen	
			Voedingsmiddelen	Veevoer
<b>Fenylalanine</b>	Essentieel aminozuur	In de Verenigde Staten wordt door Monsanto al enige jaren gebruik gemaakt van gg <i>E. coli</i>	Smaakbeïnvloedende stof In dieetproducten en klinische voeding Samen met asparaginezuur als grondstof voor de zoetstof aspartaam. Aspartaam is sinds begin jaren tachtig op de markt toegelaten en wordt inmiddels in een zeer groot aantal levensmiddelen toegepast (Zie <a href="http://www.aspartaam.nl/info/producten.html">http://www.aspartaam.nl/info/producten.html</a> )	
<b>Threonine</b>	Essentieel aminozuur, komt met name voor in vlees, melk, eieren en tarwe	Wereldwijde productie m.b.v. gg micro-organismen	Smaakbeïnvloedende stof (bouillongeur) In dieetproducten en voedingssupplement	Met name in meel voor kippen en kalkoenen
<b>Tryptofaan</b>	Essentieel aminozuur	Kan m.b.v. ggo's worden geproduceerd, maar niet duidelijk is in welke mate dat al gebeurt.	In dieetproducten en voedingssupplement	ja

### Bijlage 5: Enzymen en hun toepassingen (Transgen, 2008 en diverse andere bronnen)

Enzym	Werking	Toepassingen	
		Voedingsmiddelen	Veevoer
Acetolactaat decarboxylase (alfa)	Afbraak van het in bier ongewenste boteraroma Diacetyl	* Bierbrouwerij	geen
Aminopectidase	splitsing van eiwitten, waardoor het aroma-profiel verandert, versnelling van kaasrijping	* Kaas, soepen, melkproducten, vis, vlees, eierproducten, kruidenmengsels & aroma's	
Amylasen: alfa-amylase, bèta-amylase, glucoamylase of amyloglucosidase	Afbraak van zetmeel tot suikers (glucose, fructose, maltose, moutsuiker) of tot bijzondere vormen van zetmeel (dextrine)	* Bakkerijproducten (broodvolume), dranken (alcohol, bier), groente & fruit, granen & zetmeel, snoep, suikers (glucose- en fructosestroop); functionele verandering van zetmeel t.b.v. deegkwaliteit	* Verbeterde ontsluiting van zetmeel, verbeterde voedingswaarde
Arabanase	Afbraak van arabinose, een monosaccharide die vruchtensappen troebel kan maken enige weken nadat ze zijn geconcentreerd	* Vruchtensappen, met name perensap (rijk aan arabinose)	geen
Arabinofuranosidase	Een hemicellulase, afbraak van hemicellulose	* Zie hemicellulase	geen
Asparaginase	Voorkomt de vorming van acrylamide bij sterke verhitting van zetmeelrijke producten	* Aardappelproducten (chips, frites) en zoutjes	geen
Catalase	Splitsing van waterstofperoxide in zuurstof en water	* Conservering, in combinatie met glucoseoxydase, vooral in mayonaise en eipoeder. * Analyse van de kwaliteit van melkproducten	geen
Cellulase	Afbraak van cellulose Wordt vaak in combinatie met amylase, glucanase, xylanase of hemicellulase toegepast	* Verhogen van het persrendement van fruit (sappen). Productie van alcoholische dranken, extractie van tanines en aroma's uit druivenschillen in de wijnproductie	* Verbeterde beschikbaarheid van plantaardige bestanddelen
Chymosine	Eiwitsplitsing	* Kaasbereiding, stremmen van melk	geen
Cyclodextrine glucanotransferase	Omzetting van glucose in ringvormige cyclodextrinen	* Dextrine als dragerstof voor aroma's, stabilisatie van vetloze kleurstoffen als annatto en carotenoiden, vermindering van nasmaak van zoetstoffen	geen
Fytase		geen	* Verbeterde beschikbaarheid van fosfor
Galactosidase (alfa)	Afbraak van lactose in melk en planten	* Dieetproducten	* Verbetering voederwaarde
Galactosidase (beta)	Afbraak van lactose in melk en planten	* Dieetproducten	geen
Glucanase (beta)	Afbraak van glucanen, zetmeelachtige	* Bierbrouwerij (gaat verstopping van filters tegen), klaren	* Verbetering voederwaarde

Enzym	Werking	Toepassingen	
		Voedingsmiddelen	Veevoer
	verbindingen (polysacchariden), o.a. in gerst	van most en verbetering van de filtratie in wijnproductie	
Glucose isomerase	Omzetting van glucose in fructose	* Verhoging van de zoetkracht van stropen voor toepassing in o.a. limonades	geen
Glucose oxidase	Omzetting van glucose in gluconzuren	* Eierproducten (eierpoeder, mayonaise), verbetering van elasticiteit en stabiliteit van deeg, zuurstofonttrekking in bier- en wijnproductie	geen
Hemicellulase (wordt vaak toegepast in combinatie met Amylase, Glucanase, Cellulase of Xylanase)	Afbraak van hemicellulose (bestanddeel van plantaardige celwanden)	* Verbetering van stabiliteit, machinale verwerkbaarheid, volume, consistentie en houdbaarheid van deeg. * Bereiding van vruchtensappen. * Verbetering van de beschikbaarheid van bestanddelen van tarwe voor alcoholproductie. * Verbetering van de extractie van tannines en aroma's in wijnproductie.	* Verbetering van voederwaarde
Hexose oxidase	Omzetting van diverse suikers in lactose en waterstofperoxide	* Verbetering van de stabiliteit van deeg en volume van brood. * Verlenging van de houdbaarheid van kaas (bijv. Mozzarella) en gereduceerde bruining tijdens het bakproces van pizza. * Bevordering van de stremming in kaas- en tofuproductie. * Wegvangen van ongewenste zuurstofverbindingen in dressings en kant-en-klaar sauzen	geen
Inulase	Splitsing van suiker (saccharose) in druivensuiker (glucose) en vruchtensuiker (fructose)	* Als invertsuiker in zoetwaren om de vorming van ongewenste suikerkristallen te voorkomen (marsepein, bonbonvullingen).	geen
Laccase	Omzetting van fenolen in chinone en water	* Opwekken van pepermuntaroma in pepermunt en kauwgom. * Voorkomen van bepaalde aroma's in bier. * Verwijdering van fenolen uit de most van witte wijn (klaren). * Bruin kleuren van levensmiddelen als koffie, thee en cacao	geen

Enzym	Werking	Toepassingen	
		Voedingsmiddelen	Veevoer
Lactase of Galactosidase (beta)	Omzetting van melksuiker (lactose) in galactose en druivensuiker (glucose)	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Intensivering van zoete smaak van melk in ijs en chocoladeproducten, ook verbetering van consistentie.</li> <li>* Productie van lactose-vrije producten.</li> <li>* Omzetting van wei (bijproduct van kaasbereiding) in siroop met honingachtige smaak.</li> </ul>	geen
Lipase (toepassing in levensmiddelen staat nog in de kinderschoenen)	Splitsing van vetten in diverse vetzuren	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Verbeterde aromaontwikkeling in kaas gedurende de rijping.</li> <li>* Productie van zuigelingenvoeding met specifieke vetzuursamenstelling.</li> <li>* Bereiding van aroma's.</li> <li>* Aanpassing van vetzuursamenstelling t.b.v. gezondheid.</li> <li>* Verbetering van deegkwaliteit, heldere korst, zachte textuur.</li> <li>* Kleurbehoud van pasta's en andere deegwaren.</li> </ul>	geen
Pectinase en pectinesterase	Afbraak van pectine (bouwstof van celwanden)	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Verhoging van persrendement in vruchten- en groentensappen en productie van concentraten uit groente en fruit.</li> <li>* Winning van kleurstoffen uit plantaardige grondstoffen en citrusaroma's.</li> <li>* Klaren van most in de wijnproductie.</li> </ul>	geen
Protease	Afbraak van eiwitten	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Verbetering van deegkwaliteit en machinale verwerkbaarheid (crackers).</li> <li>* Productie van aroma's en smaakstoffen uit plantaardige en dierlijke eiwitten, bereiding van sauzen (ketjap) en gistextract.</li> <li>* Optimalisering van de smaakontwikkeling in kaas en melkproducten.</li> <li>* Verbetering van de consistentie van visproducten, zacht maken (<i>tendering</i>) van vlees en bereiding van vleesextracten.</li> <li>* Koudestabilisatie van bier.</li> <li>* Bereiding van hypoallergene voedingsmiddelen</li> </ul>	* Toevoeging aan huisdiervoeders

Enzym	Werking	Toepassingen	
		Voedingsmiddelen	Veevoer
Pullulanase (meestal samen met andere enzymen ingezet)	Afbraak van grote polysaccharidemoleculen (zetmeel)	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Productie van glucosestroop uit zetmeel.</li> <li>* Bakenzym</li> <li>* Bierbrouwerij</li> </ul>	geen
Xylanase (behoort tot de groep van pentosanasen)	Afbraak van xylaan (houtachtige, gomachtige stof) in celwanden	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Verbetering deegkwaliteit en machinale verwerkbaarheid, verbeterd volume en korststabiliteit.</li> <li>* Verbetering van de beschikbaarheid van gerstbestanddelen in de bierbrouwerij.</li> <li>* Productie van groente- en vruchtensappen.</li> </ul>	* Verbeterde ontsluiting van plantaardige bestanddelen in veevoerders.



Is altijd van ggo-herkomst



Is altijd van non-ggo-herkomst

## Bijlage 6: Enzymen van enkele grote enzymproducenten en hun ggo-herkomst

### Bijlage 6.1: Enzymen van Novozymes geproduceerd met behulp van gg-micro-organismen



Hoofdtoepassing	Type enzym	Merknaam
Alcoholproductie	Glucoamylase	Saczyme® SAN Extra®
	Glucoamylase / Alpha-amylase / Protease	SAN Super 360L®
	Glucoamylase	Spirizyme®
	Cellulase / Xylanase / Betaglucanase	Viscoferm®
Bakkerij	Alpha-amylase / Xylanase	Fungamyl® Super MA
	Glucose oxidase	Gluzyme® Mono
	Lipase	Lipopan®
	Maltogenic amylase	Novamyl®
	Carbohydrase / Lipase	Novozym® 27080
	Xylanase	Pentopan® Mono
Bierbrouwerij	Glucoamylase	Attenuzyme®
	Alpha-amylase / Protease / Betaglucanase	Ceremix® Plus
	Alpha-amylase / Protease / Betaglucanase	Cerezyme Sorghum®
	Alpha-acetodecarboxylase	Maturex®
Hydrolyse van eiwitten	Xylanase	NOVOZYM® 27122
Olieën en vetten	Lipase	Lipozyme® Lecitase® Novo Lecitase® Ultra
		Noopazyme®
		Amylase® AG XXL Biocip® Membrane Novozym® 33081 Pectinex® XXL Pectinex® BE XXL Pectinex® SMASH XXL Pectinex® YieldMASH
Pasta / Noodles	Lipase	Noopazyme®
Productie van vruchtensappen	Glucoamylase	Amylase® AG XXL
	Glucoamylase / Polygalacturonase / Cellulase	Biocip® Membrane
	Polygalacturonase	Novozym® 33081
	Pectinelyase / Polygalacturonase	Pectinex® XXL
	Pectin lyase	Pectinex® BE XXL
	Polygalacturonase	Pectinex® SMASH XXL Pectinex® YieldMASH
Verwerking van fruit	Pectinesterase	Novoshape®

Hoofdtoepassing	Type enzym	Merknaam
<b>Vleesverwerking</b>	Protease	NovoCarne® Tender Novozym® 37020
<b>Zetmeelverwerking</b>	Pullulanase / Amyloglucosidase Phospholipase Alpha-amylase Maltogenic amylase Pullulanase Xylanase Alpha-amylase Transferase	Dextrozyme® Finizym® W Liquozyme® Maltogenase® Promozyme® D2 Shearzyme® Termamyl® Toruzyme®
<b>Zuivelindustrie</b>	Phospholipase Cellobiose oxidase Lipase	Novozym® 46016 Novozym® 46019 Palatase®
<b>Veevoer</b>	Xylanase Phytase	Bio-Feed® Wheat Bio-feed® Phytase

Bron: (Novozymes, 2008)



## Bijlage 6.2. Enzymen van DSM (DSM, 2008)

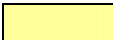


I: klassiek micro-organisme; II: homolog of zelfgekloneerd GGMO (genetisch gemodificeerd micro-organisme); III heteroloog GGMO

Product	Productie-organisme	I	II	III	Voeding	Veevoer
Alfa-amylase	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	•	•		•	
Alfa-amylase, thermostabiel	<i>Bacillus licheniformis</i>	•	•		•	
Amylase, acid	<i>Aspergillus niger</i>	•	•		•	
Amylase, fungal	<i>Aspergillus oryzae</i>	•			•	
Amylomaltase	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>			•	•	
Arabanase	<i>Aspergillus niger</i>	•			•	
Arabinofuranosidase	<i>Aspergillus niger</i>	•	•		•	
Asparginase	<i>Aspergillus niger</i>		•		•	
Bèta-galactosidase	<i>Aspergillus niger</i>	•			•	
Bèta-glucanase	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	•	•		•	
	<i>Talaromyces emersonii</i>	•			•	
	<i>Trichoderma reesei</i>	•			•	
Carboxypeptidase	<i>Aspergillus niger</i>		•		•	
Cellulase	<i>Trichoderma reesei</i>	•			•	
Chymosine	<i>Kluveromyces lactis</i>			•	•	
Citroenzuur	<i>Aspergillus niger</i>	•			•	•
Fosfodiesterase	<i>Leptographium procerum</i>	•			•	
Fosfolipase A2	<i>Aspergillus niger</i>			•	•	
Fytase	<i>Aspergillus niger</i>		•		•	
Glucoamylase	<i>Aspergillus niger</i>	•			•	
Glucose oxidase	<i>Aspergillus niger</i>	•			•	
Glycosidase	<i>Aspergillus niger</i>	•			•	
Hemicellulase	<i>Aspergillus niger</i>	•			•	
	<i>Trichoderma longibrachiatum</i>	•			•	
Invertase	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	•			•	
Lactase, acid	<i>Aspergillus oryzae</i>		•		•	
Lactase, neutraal	<i>Kluveromyces lactis</i>	•	•		•	
Lipase	<i>Aspergillus niger</i>			•	•	
Lipase, fungal	<i>Rhizopus oryzae</i>	•			•	
Pectinase	<i>Aspergillus niger</i>	•			•	

Product	Productie-organisme	I	II	III	Voeding	Veevoer
Pectine methylesterase	<i>Aspergillus niger</i>	•	•		•	
Polygalacturonase	<i>Aspergillus niger</i>		•		•	
Protease	<i>Bacillus licheniformis</i>		•		•	
Protease, endo-	<i>Aspergillus niger</i>	•	•		•	
Protease, exo-	<i>Aspergillus niger</i>		•		•	
Protease, neutraal	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	•	•		•	
Xylanase	<i>Aspergillus niger</i>	•	•		•	
Xylanase, bacterieel	<i>Bacillus subtilis</i>		•		•	
Vitamine B12	<i>Propionibacterium freudenreichii</i>	•				•
Vitamine B2	<i>Bacillus subtilis</i>		•		•	•
Vitamine C, intermediair	<i>Gluconobacter oxydans</i>	•			•	•
Vitamine D3	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>		•		•	•

 Non-ggo

 Kan zowel ggo als non-ggo zijn

 Ggo

Bijlage 6.3. Enzymen van Genencor-Danisco<sup>6</sup>

Hoofdtoepassing	Type enzym	Merksnaam	
<b>Bakkerij</b>	Glycolipase	GRINDAMYL™ POWERBake	
	Xylanase	GRINDAMYL MAX-LIFE® GRINDAMYL™ POWERFresh POWERFlex™ GRINDAMYL™ SUREBake GRINDAMYL™ POWERSoft	
	Glycolipase	Alphalase™	
	β-glucanases en xylanases	LAMINEX®	
	α-amylases	AMYLEX®	
<b>Alcoholproductie</b>	glucoamylase, pullulanase, α-amylase en protease	DIAZYME®	
<b>Fruitverwerking</b>	Pectinase	PEKTOZYME™ MAXLiq PEKTOZYME™ MAXJuice PEKTOZYME™ POWERClear PEKTOZYME™ Ultra C PEKTOZYME™ Essential	
	Amylase	DIAZYME® X4NP	
	Pectinase	PEKTOZYME™ POWERClear W PEKTOZYME™ MAXColour	
	<b>Zuivelbereiding</b>	<b>Chymosine</b>	<b>Chymostar®</b>
	Aminopeptidases + Proteases + Lipases	Accelase®	
Aminopeptidases + Proteases + Lipases	Savorase®		
Aminopeptidases en proteases	Debitrase®		
Hexose oxidase	DairyHOX™		
Lactase	Lactase™ (alleen in de VS)		
Peptidase	Marzyme®		
<b>Overige voedingsmiddelenenzymen</b>		FoodPro™ LYSOMAX® PLA2	
<b>Veevoer</b>		Avizyme® Porzyme® Grindazym™	
	<b>Fytase</b>	<b>Phyzyme®</b> <b>Phyzyme® XP</b>	

Bronnen: (Danisco, 2008; Partos, 2005)

<sup>6</sup> Van de enzymen van Genencor-Danisco kon binnen het tijdsbestek van dit onderzoek niet worden achterhaald welke met behulp van gg micro-organismen zijn geproduceerd.

**Bijlage 7: Lijst met commerciële enzymen** (Federal Environment Agency Austria, 2002; AMFEP, 2007)

Enzym	Gastheerorganisme	Donororganisme	Gebruik			Toepassingen
			Voeding	Veevoer	Technisch	
Acetolactaat decarboxylase (alfa)	Bacillus amyloliquefaciens of subtilis	Bacillus sp.	X			bierbrouwerij
	Saccharomyces cerevisiae	Enterobacter sp.	X			
Aminoacylase	Aspergillus melleus	geen	X		X	dieetproducten
Aminopeptidase	Aspergillus niger*	geen	X			kaas
	Aspergillus oryzae	geen	X		X	kaas, soepen, kruidenmengsels en aroma's
	Lactococcus lactis	geen	X			kaas, melk
	Rhizopus oryzae of arrhizus	geen	X			kaas, vis, vlees
	Trichoderma reesei of longibrachiatum	Aspergillus sp.	X	X	X	kaas, eierproducten, vlees, melk, kruidenmengsels en aroma's
AMP deaminase	Aspergillus melleus	geen	X			soepen
Amylase (alfa)	Aspergillus niger*	geen	X			bakkerijproducten, dranken, groente & fruit, granen & zetmeel
	Aspergillus oryzae	geen	X	X	X	bakkerijproducten, dranken, granen & zetmeel
	Bacillus amyloliquefaciens of subtilis	Bacillus sp.	X	X	X	bakkerijproducten, dranken, granen & zetmeel
	Bacillus amyloliquefaciens of subtilis	geen	X	X	X	bakkerijproducten, dranken, granen & zetmeel
	Bacillus amyloliquefaciens of subtilis	Thermoactinomyces sp.	X	X		bakkerijproducten
	Bacillus licheniformis	Bacillus sp.	X	X	X	dranken, granen & zetmeel, suikers
	Bacillus licheniformis	geen	X		X	bakkerijproducten, dranken, granen & zetmeel
	Bacillus stearothermophilus	geen	X		X	dranken, granen & zetmeel
	Microbacterium imperiale	geen	X			bakkerijproducten, snoep, suikers
Thermomonospora viridis	geen	X				
Amylase (beta)	Gerst	geen	X			
	Soja	geen	X			
Arabinanase	Aspergillus niger*	geen	X	X		dranken, chocolade
Arabinofuranosidase	Aspergillus niger*	Aspergillus sp.	X			dranken, chocolade
	Aspergillus niger*	geen	X			bakkerijproducten, dranken, , chocolade

Enzym	Gastheerorganisme	Donororganisme	Gebruik			Toepassingen
			Voeding	Veevoer	Technisch	
Asparaginase	<i>Aspergillus niger</i> *	<i>Aspergillus</i> sp.	X			
Carboxypeptidase (serine-type)	<i>Aspergillus niger</i> *	<i>Aspergillus</i> sp.	X			
Catalase	<i>Aspergillus niger</i> *	<i>Aspergillus</i> sp.	X		X	bakkerijproducten, dranken, eierproducten, vetten, granen & zetmeel, suikers
	<i>Aspergillus niger</i> *	geen	X		X	kaas, melk
Cellobiose dehydrogenase	<i>Fusarium venenatum</i>	<i>Microdochium</i> sp.	X			
Cellulase	<i>Aspergillus niger</i> *	geen	X	X		dranken, groente & fruit, granen & zetmeel,
	<i>Humicola insolens</i>	geen		X	X	
	<i>Penicillium funiculosum</i>	geen	X	X	X	granen & zetmeel
	<i>Penicillium of Talaromyces emersonii</i>	geen	X	X		dranken, granen & zetmeel
	<i>Trichoderma reesei</i> of <i>longibrachiatum</i>	geen	X	X	X	bakkerijproducten, dranken, chocolade, dieetproducten, vetten, groete & fruit, granen & zetmeel
	<i>Trichoderma reesei</i> of <i>longibrachiatum</i>	<i>Trichoderma</i> sp.	X	X	X	
	<i>Trichoderma viride</i>	geen	X	X	X	dranken
Chymosine	<i>Aspergillus niger</i> var. <i>awamori</i>	Kalvermagen	X			kaas
	<i>Kluyveromyces lactis</i>	Kalvermagen	X			kaas
Cyclodextrine glucanotransferase	<i>Bacillus licheniformis</i>	<i>Thermoanaerobacter</i> sp.	X			granen & zetmeel
	<i>Bacillus macerans</i>	geen	X			suiker
Dextranase	<i>Chaetomium erraticum</i>	geen	X			suiker
	<i>Penicillium lilacinum</i>	geen	X			granen & zetmeel
Esterase	<i>Rhizomucor miehei</i>	geen	X			kaas
Ferulic acid esterase	<i>Streptomyces werraensis</i>	geen	X		X	
Galactosidase (alfa)	<i>Aspergillus niger</i> *	geen	X	X		dieetproducten
	<i>Aspergillus oryzae</i>	<i>Aspergillus</i> sp.		X		

Enzym	Gastheerorganisme	Donororganisme	Gebruik			Toepassingen
			Voeding	Veevoer	Technisch	
Galactosidase (alfa)	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Guar plant	X	X		
Glucanase (beta)	<i>Aspergillus niger</i> *	geen	X	X		bakkerijproducten, dranken (bier, wijn), granen & zetmeel
	<i>Aspergillus oryzae</i>	<i>Thermoascus</i> sp.	X			
	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> of <i>subtilis</i>	<i>Bacillus</i> sp.	X	X	X	dranken
	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> of <i>subtilis</i>	geen	X	X		drenken
	<i>Disporotrichum dimorphosporum</i>	geen	X			dranken
	<i>Humicola insolens</i>	geen	X	X		dranken, granen & zetmeel
	<i>Penicillium funiculosum</i>	geen	X	X		dranken, granen & zetmeel
	<i>Penicillium multicolor</i>	geen	X		X	
	<i>Penicillium</i> of <i>Talaromyces emersonii</i>	geen	X	X		dranken, granen & zetmeel
	<i>Pseudomonas paucimobilis</i>	geen	X			soepen
	<i>Trichoderma reesei</i> of <i>longibrachiatum</i>	geen	X	X	X	bakkerijproducten, dranken, dieetproducten, granen & zetmeel
	<i>Trichoderma reesei</i> of <i>longibrachiatum</i>	<i>Trichoderma</i> sp.	X	X	X	granen & zetmeel
Glucoamylase of Amyloglucosidase	<i>Aspergillus niger</i> *	<i>Aspergillus</i> sp.	X			dranken, groente & fruit, granen & zetmeel
	<i>Aspergillus niger</i> *	geen	X		X	bakkerijproducten, dranken, groente & fruit, snoep, granen & zetmeel
	<i>Aspergillus niger</i> *	<i>Talaromyces</i> sp.	X		X	
	<i>Rhizopus delemar</i>	geen	X			bakkerijproducten
	<i>Rhizopus niveus</i>	geen	X			bakkerijproducten, granen & zetmeel
	<i>Rhizopus oryzae</i> of <i>arrhizus</i>	geen	X			bakkerijproducten, dranken, granen & zetmeel
Glucose isomerase	<i>Actinoplanes missouriensis</i>	geen	X			
	<i>Streptomyces lividans</i>	<i>Actinoplanes</i> sp.	X			granen & zetmeel
	<i>Streptomyces murinus</i>	geen	X			granen & zetmeel
	<i>Streptomyces olivochromogenes</i>	geen	X			granen & zetmeel
	<i>Streptomyces rubiginosus</i>	<i>Streptomyces</i> sp.	X			granen & zetmeel
Glucose oxidase	<i>Aspergillus niger</i> *	<i>Aspergillus</i> sp.	X			bakkerijproducten, eiproducten

Enzym	Gastheerorganisme	Donororganisme	Gebruik			Toepassingen
			Voeding	Veevoer	Technisch	
Glucose oxidase	<i>Aspergillus niger</i> *	geen	X		X	bakkerijproducten, dranken, eiproducten
	<i>Aspergillus oryzae</i>	<i>Aspergillus</i> sp.	X			
	<i>Penicillium chrysogenum</i>	geen	X			bakkerijproducten, dranken, eiproducten (mayonaise)
Glucosidase (alfa)	<i>Aspergillus niger</i> *	geen	X			dranken, granen & zetmeel
Glucosidase (beta)	<i>Aspergillus niger</i> *	geen	X	X	X	dranken, granen & zetmeel
	<i>Penicillium decumbens</i>	geen	X			dranken, granen & zetmeel
Glucosidase (exo-1.3-beta)	<i>Penicillium funiculosum</i>	geen	X			dranken
	<i>Trichoderma harzianum</i>	geen	X			
Glucosyltransferase of Transglucosidase	<i>Aspergillus niger</i> *	geen	X		X	granen & zetmeel
Glutaminase	<i>Bacillus subtilis</i>	geen	X			soepen
Hemicellulase	<i>Aspergillus niger</i> *	geen	X	X	X	bakkerijproducten, groente & fruit
	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> of <i>subtilis</i>	<i>Bacillus</i> sp.	X	X		bakkerijproducten, granen & zetmeel
	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> of <i>subtilis</i>	geen	X			bakkerijproducten
Hexose oxidase	<i>Hansenula polymorpha</i>	<i>Chordrus</i> sp.	X			bakkerijproducten (brood)
Inulase	<i>Aspergillus niger</i> *	geen	X			granen & zetmeel
Invertase of Fructofuranosidase (beta)	<i>Aspergillus niger</i> *	geen	X			
	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	geen	X	X		dranken, snoep, suikers
Laccase	<i>Aspergillus oryzae</i>	<i>Myceliophthora</i> sp.	X		X	
	<i>Aspergillus oryzae</i>	<i>Polyporus</i> sp.	X		X	
	<i>Trametes versicolor</i>	geen	X		X	
	<i>Trichoderma reesei</i> of <i>longibrachiatum</i>	<i>Thielavia</i> sp.	X		X	
Lactase of Galactosidase (beta)	<i>Aspergillus oryzae</i>	<i>Aspergillus</i> sp.	X			
	<i>Aspergillus oryzae</i>	geen	X			kaas, dieetproducten, ijs, melk
	<i>Kluyveromyces lactis</i>	<i>Kluyveromyces</i> sp.	X			ijs, melk
	<i>Kluyveromyces lactis</i>	geen	X			ijs, melk

Enzym	Gastheerorganisme	Donororganisme	Gebruik			Toepassingen
			Voeding	Veevoer	Technisch	
Lipase monoacylglycerol	Penicillium camembertii	geen	X			kaas, vetten
Lipase triacylglycerol	Aspergillus niger*	Candida sp.	X			
	Aspergillus niger*	geen	X			bakkerijproducten, kaas, vetten, melk, specerijen
	Aspergillus oryzae	Aspergillus sp.			X	
	Aspergillus oryzae	Candida sp.	X		X	vetten
	Aspergillus oryzae	Fusarium sp.	X			bakkerijproducten, vetten
	Aspergillus oryzae	Rhizomucor sp.	X		X	kaas, vetten, specerijen
	Aspergillus oryzae	Thermomyces sp.	X		X	bakkerijproducten, vetten
	Kalverslokdarmen	geen	X			
	Candida lipolytica	geen	X			bakkerijproducten, kaas, vetten, specerijen
	Candida rugosa	geen	X			kaas, vetten
	Geitenslokdarmen	geen	X			
	Lammerslokdarmen	geen	X			
	Mucor javanicus	geen	X			kaas, vetten
	Penicillium roqueforti	geen	X			kaas, vetten
	Rhizomucor miehei	geen	X			kaas
	Rhizopus delemar	geen	X			kaas, vetten
	Rhizopus niveus	geen	X			
Rhizopus oryzae of arrhizus	geen	X		X	bakkerijproducten, kaas, vetten	
Lipoxygenase	Escherichia coli	Erwt	X			
Lysozyme	Kippeneieren	geen	X		X	
Maltogenic amylase	Bacillus amyloliquefaciens of subtilis	Bacillus sp.	X	X		bakkerijproducten, granen & zetmeel
Mannanase (endo-1.4-beta)	Aspergillus niger*	geen	X	X		bakkerijproducten, dranken, granen & zetmeel
	Bacillus halodurans of lentus	geen		X	X	
	Penicillium funiculosum	geen		X		
	Trichoderma reesei of longibrachiatum	Trichoderma sp.	X	X		
Pectine lyase	Aspergillus niger*	Aspergillus sp.	X	X	X	dranken, chocolade, groente & fruit
	Aspergillus niger*	geen	X	X		dranken, chocolade, groente & fruit



Enzym	Gastheerorganisme	Donororganisme	Gebruik			Toepassingen
			Voeding	Veevoer	Technisch	
Pectine lyase	<i>Aspergillus sojae</i>	geen	X			dranken, chocolade, groente & fruit
	<i>Penicillium funiculosum</i>	geen	X			dranken, chocolade, groente & fruit
	<i>Rhizopus oryzae</i> of <i>arrhizus</i>	geen	X			dranken, chocolade, groente & fruit
	<i>Trichoderma reesei</i> of <i>longibrachiatum</i>	<i>Aspergillus</i> sp.	X	X	X	dranken, chocolade, groente & fruit
Pectine methylesterase of Pectinesterase	<i>Aspergillus sojae</i>	geen	X			
	<i>Aspergillus niger</i> *	<i>Aspergillus</i> sp.	X	X		
	<i>Aspergillus niger</i> *	geen	X	X		
	<i>Aspergillus oryzae</i>	<i>Aspergillus</i> sp.	X		X	
	<i>Penicillium funiculosum</i>	geen	X			
	<i>Rhizopus oryzae</i> of <i>arrhizus</i>	geen	X			
	<i>Trichoderma reesei</i> of <i>longibrachiatum</i>	<i>Aspergillus</i> sp.		X	X	
Pentosanase	<i>Aspergillus niger</i> *	geen	X			
	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> of <i>subtilis</i>	<i>Bacillus</i> sp.	X			
	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> of <i>subtilis</i>	geen	X			
	<i>Humicola insolens</i>	geen	X			
	<i>Trichoderma reesei</i> of <i>longibrachiatum</i>	geen	X	X		
Peroxidase	Sojapeulen	geen	X			
Fosfatase	<i>Aspergillus niger</i> *	geen	X			
Fosfodiesterase	<i>Leptographium procerum</i>	geen	X			
	<i>Penicillium citrinum</i>	geen	X			
Fosfolipase A	<i>Aspergillus niger</i> *	<i>Aspergillus</i> sp.	X			
	<i>Aspergillus oryzae</i>	<i>Fusarium</i> sp.	X			
	Alveesklier varken	geen	X			
	<i>Streptomyces violaceoruber</i>	geen	X			
	<i>Trichoderma reesei</i> of <i>longibrachiatum</i>	<i>Aspergillus</i> sp.	X	X	X	

Enzym	Gastheerorganisme	Donororganisme	Gebruik			Toepassingen
			Voeding	Veevoer	Technisch	
Fosfolipase A	Trichoderma reesei of longibrachiatum	Thermomyces sp.	X			
Fosfolipase B	Aspergillus niger*	Aspergillus sp.	X	X		
	Aspergillus niger*	geen	X			
	Trichoderma reesei of longibrachiatum	Aspergillus sp.	X			
Fytase	Aspergillus niger*	Aspergillus sp.	X			
	Aspergillus niger*	geen	X			
	Aspergillus oryzae	Peniophora sp.	X	X		
	Schizosaccharomyces pombe	geen		X		
	Trichoderma reesei of longibrachiatum	Aspergillus sp.		X		
Polygalacturonase of Pectinase	Aspergillus niger*	Aspergillus sp.	X			
	Aspergillus niger*	geen	X	X	X	
	Aspergillus pulverulentus	geen	X			
	Penicillium funiculosum	geen	X			
	Trichoderma reesei of longibrachiatum	Aspergillus sp.	X	X	X	
Protease (incl. melkstremmende enzymen)	Actinida chinensis	geen	x			
	Ananas comosus	geen	X	X	X	
	Aspergillus melleus	geen	X			
	Aspergillus niger*	Aspergillus sp.	X			
	Aspergillus niger*	Kalvermaag	X			
	Aspergillus niger*	geen	X	X		
	Aspergillus oryzae	Bacillus sp.	X	X	X	
	Aspergillus oryzae	Rhizomucor sp.	X		X	
	Aspergillus sojae	Bacillus sp.	X	X	X	
	Bacillus amyloliquefaciens of subtilis	Bacillus sp.	X	X		
Bacillus amyloliquefaciens of subtilis	geen	X	X	X		

Enzym	Gastheerorganisme	Donororganisme	Gebruik			Toepassingen
			Voeding	Veevoer	Technisch	
Protease (incl. melkstremmende enzymen)	Bacillus licheniformis	Bacillus sp.	X	X	X	
	Bacillus licheniformis	Bacillus sp.	X	X	X	
	Bacillus stearothermophilus	geen	X			
	Bacillus thermoproteolyticus	geen	X			
	Kalvermaag	geen	X			
	Carica papaya	geen	X	X	X	
	Cryphonectria of Endothia parasitica	geen	X			
	Ficus glabrata	geen	X	X	X	
	Geitenmaag	geen	X			
	Kluyveromyces lactis	Kalvermaag	X			
	Ossenmaag	geen	X			
	Penicillium citrinum	geen	X			
	Alveesklier varken	geen	X		X	
	Rhizomucor miehei	geen	X		X	
Rhizopus niveus	geen	X				
Pullulanase	Bacillus acidopullulyticus	geen	X			
	Bacillus circulans	geen	X			
	Bacillus licheniformis	Bacillus sp.	X			
	Bacillus subtilis	Bacillus sp.	X			
	Klebsiella planticola	Klebsiella sp.	X			
	Klebsiella planticola	geen	X			
	Trichoderma reesei of longibrachiatum	Hormoconis sp.	X	X		
Rhamnosidase (alfa-L)	Trichoderma reesei of longibrachiatum	geen	X			
	Penicillium multicolor	geen	X		X	
Sulphydryl oxidase	Bacillus subtilis	Saccharomyces sp.	X		X	
Tannase	Aspergillus niger*	geen	X	X		
	Aspergillus oryzae	geen	X			

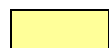
Enzym	Gastheerorganisme	Donororganisme	Gebruik			Toepassingen
			Voeding	Veevoer	Technisch	
Transglucosidase	Streptovercillium mobaraense	geen	X	X		
Xaa-Pro-dipeptidyl-aminopeptidase	Lactococcus lactis	geen	X			
Xylanase	Aspergillus niger*	Aspergillus sp.	X	X		
	Aspergillus niger*	geen	X	X	X	
	Aspergillus oryzae	Aspergillus sp.	X	X		
	Aspergillus oryzae	Thermomyces sp.	X	X	X	
	Bacillus amyloliquefaciens of subtilis	Bacillus sp.	X			
	Bacillus amyloliquefaciens of subtilis	geen	X		X	
	Bacillus licheniformis	Bacillus sp.	X			
	Disporotrichum dimorphosporum	geen	X			
	Humicola insolens	geen	X	X		
	Penicillium funiculosum	geen	X	X		
	Trichoderma reesei of longibrachiatum	geen	X	X		
	Trichoderma reesei of longibrachiatum	Trichoderma sp.	X	X	X	
	Trichoderma reesei of longibrachiatum	Actinomadura sp.		X		
Trichoderma viride	geen	X		X		



Ggo



Non-ggo



Type enzym kan zowel van ggo- als van non-ggo herkomst zijn