

Vanille als alternatief gewas voor de glastuinbouw

Een haalbaarheidsstudie
Projectnummer 11.280



Eindrapportage onderzoek

Vanille als alternatief gewas voor de glastuinbouw

(Project nummer 11.279)

Henrie Korthout; Mei Wang

TNO Toegepaste Plantwetenschappen
Wassenaarseweg 64
2333 AL Leiden

&

Jan Pieter Stehouwer; Peter Graven; Teake Dijkstra

DLV –Facet
Dr. Willem Dreeslaan 1
6700 CA Wageningen

&

Rob Verpoorte

Universiteit Leiden afd. Pharmacognosie
Einsteinweg 55
2300 RA Leiden



DLV Facet



Gefinancierd door:

Productschap  Tuinbouw

Productschap Tuinbouw

**Postbus 280
2700 AG Zoetermeer**

Leiden februari 2004

© TNO Toegepaste Plantwetenschappen, DLV Facet en Universiteit Leiden

Dit document is auteursrechtelijk beschermd. Niets uit deze uitgave mag derhalve worden vervoelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch door fotokopieën, opnamen of op enige andere wijze, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO Toegepaste Plantwetenschappen DLV Facet en Universiteit Leiden.

TNO Toegepaste Plantwetenschappen DLV Facet en Universiteit Leiden zijn niet aansprakelijk voor schade bij toepassing of gebruik van gegevens uit deze uitgave, tenzij er sprake is van opzet of grove schuld van de zijde van TNO Toegepaste Plantwetenschappen DLV Facet en Universiteit Leiden

Inhoudsopgave

Samenvatting	4
1. Inleiding	5
2. Resultaten	6
2.1. Literatuurstudie	6
2.1.1. Vanille soort	6
2.1.2. Fysiologische omstandigheden	6
2.1.3. Bepanting en groeiomstandigheden	8
2.1.4. Vermeerdering	9
2.1.5. Bloei en bevruchting	10
2.1.6. Oogst en opbrengst	11
2.1.7. Curings-proces van de vanilleboon	13
2.1.8. Ziekten en plagen	13
2.2. Bedrijfseconomische haalbaarheidsstudie	14
2.2.1. Bedrijfsuitrusting	15
2.2.2. Productieomstandigheden	16
2.2.3. Opbrengst en exploitatie	17
2.2.4. Kosten exploitatie	19
3. Discussie en aanbevelingen	21
referenties	24

Samenvatting

Vanille is de meest gewilde geur- en smaakstof in de cosmetica en voedingsindustrie en is afkomstig van de tropische orchidee *Vanilla planifolia*. De productie van vanille vindt plaats in landen met een tropisch klimaat veelal onder ongecontroleerde omstandigheden wat de productie en kwaliteit niet ten goede komt. Er is echter een grote vraag ontstaan naar kwalitatief hoogstaande vanille maar ook een gegarandeerde productie hoeveelheid. Mede gezien de gerenommeerde positie die de Nederlandse glastuinbouw op het gebied van orchideeënteelt heeft is de vraag ontstaan in hoeverre het mogelijk is om vanille als alternatief gewas in de glastuinbouw te introduceren. Om deze vraag te kunnen beantwoorden heeft TNO-Voeding in samenwerking met DLV-facet en Universiteit Leiden in opdracht van Productschap Tuinbouw een haalbaarheidsstudie uitgevoerd. Hierbij zijn op basis van teelttechnische gegevens gedestilleerd uit de literatuur een aantal uitgangspunten geformuleerd waaraan moet worden voldaan om de teelt economisch rendabel te maken. Deze uitgangspunten betreffen een verhoogde plantdichtheid, verhoogde productie per plant, verlaagde fermentatie-factor (verhouding vers geplukte bonen en uiteindelijke opbrengst gefermenteerde bonen) en vervroegde inductie van bloei ten opzichte van de waarden zoals ze momenteel in de vanille plantages bereikt worden. Berekeningen in deze studie laten zien dat indien aan de voorwaarden gesteld aan de uitgangspunten kan worden voldaan de kostprijs van vanille geteeld in de Nederlandse kas vele malen lager ligt dan de huidige marktprijs en de teelt zeker rendabel is. Zelfs als de marktprijs zakt naar een niveau dat in de komende jaren wordt verwacht door de vanillebranche lijkt de teelt rendabel. Omdat onder gecontroleerde omstandigheden geteeld kan worden zal, in tegenstelling tot de huidige vanille, een constante en hoogwaardige kwaliteit worden bereikt, vrij van ongewenste gewasbeschermingsmiddelen.

De plantdichtheid, productie per plant en fermentatiefactor die in deze studie zijn gehanteerd lijken op basis van recent experimenteel onderzoek zeker haalbaar. Een onzekere factor is het in bloei trekken van de vanilleplanten onder de omstandigheden gekozen in onze studie. Hier zal nader experimenteel onderzoek naar moeten worden verricht.

1. Inleiding

De Nederlandse glastuinbouw sector is voortdurend op zoek naar nieuwe hoogwaardige producten waarmee haar internationaal vooraanstaande positie verder versterkt kan worden in de concurrentie met het buitenland. Een voorbeeld van zo'n nieuw hoogwaardig product kannatuurlijke vanille zijn, waarvan de prijs op de wereldmarkt in de afgelopen jaren is gestegen van ca. \$50 naar \$550 per kg.

Traditionele productie van vanille

Vanille is een hoofdcomponent in de vrucht (boon) van de orchidee *Vanilla planifoli*. De Vanille-orchidee is een soort orchidee die van nature alleen groeit in tropische gebieden en oorspronkelijk afkomstig is uit Mexico. Door het bijzonder aroma van vanille (ook bij hoge concentraties blijft het een aantrekkelijke sensatie) is één van de meest gewilde ingrediënten voor de voedingmiddelen en cosmetica industrie. Momenteel bedraagt de productie aan natuurlijk vanille (zg. 'vanille-stokjes') ongeveer 5,000 ton per jaar terwijl de vraag 12,000 ton is. De ontwikkeling van nieuwe vanille-houdende producten (oa. vanille Coca-Cola) en schade aan oogsten hebben geleid tot schaarste en prijsopdrijvingen. Het produceren van vanille is een langdurig en arbeidsintensief proces, mede door de benodigde fermentatie van de bonen. Het vanillearoma ontwikkelt zich namelijk in de vruchten tijdens een proces dat 'curing' wordt genoemd en waarbij glucosiden in de groene boon worden gehydrolyseerd. Het curingsproces zoals het in de huidige situatie plaats vindt in de productielanden (Indonesië en Madagaskar) staat nauwelijks onder controle en duurt vrij lang, tot 6 maanden. Bovendien kan een stabiele productie in deze landen niet altijd worden gegarandeerd door het onbestendige klimaat en politieke onrust. Vandaar dat er wel pogingen zijn gedaan om synthetisch vanille een meer natuurlijk aroma te geven, maar omdat het natuurlijke vanille uit meer dan 100 verschillende (veelal onbekende) bestanddelen bestaat is dit uiterst moeilijk te realiseren (Roa & Ravishankar 2000). Synthetisch vanille is dus geen optie om aan de grote vraag aan het product te voldoen.

Productie van natuurlijke vanille in Nederland – Doel van deze studie

Met de aanwezigheid van kennis- en infrastructuur voor gecontroleerde teelt heeft Nederland in principe een goede uitgangspositie om vanille als nieuw product te ontwikkelen. Tevens is op het gebied van orchideeënteelt veel expertise aanwezig. Het doel van deze studie is te inventariseren in hoeverre het technisch mogelijk en economisch rendabel is om vanille in de Nederlandse kassen te produceren. De studie wordt uitgevoerd door bestudering van literatuur gegevens over de huidige productie van vanille en op basis hiervan een extrapolatie te maken naar een Nederlands glastuinbouwbedrijf waarbij de economische haalbaarheid zal worden getoetst en overige randvoorwaarden in kaart worden gebracht.

2. Resultaten

2.1 Literatuur studie

Deze haalbaarheidsstudie is gestart met een uitgebreide inventarisatie van literatuurgegevens over de vanille productie. Hierbij zijn de volgende aspecten bestudeerd die van invloed zijn op het productieproces:

1. vanille soort
2. fysiologische omstandigheden
3. beplanting en groeiomstandigheden
4. vermeerdering
5. bloei en bevruchting
6. oogst en opbrengst
7. “curingsproces” van de boon
8. ziekten en plagen

2.1.1. Vanille soort

Van de vanille orchidee zijn 107 soorten bekend en geclassificeerd door Portères (1). Voor de productie van vanille worden over het algemeen 3 soorten van de vanilleorchidee gebruikt, *Vanilla planifolia* (Andrews), *Vanilla takitensis* (Moore), en *Vanilla pompona* (Schiede).

De *Vanilla planifolia*, ook bekend als *Vanilla fragans*, is door haar aroma in combinatie met de opbrengst economisch gezien het meest interessant voor grootschalige productie van vanille (2,3). Van deze soort zijn 3 variëteiten bekend, Bourbon vanille, die vooral naar Europa wordt geëxporteerd, Mexico vanille, voor de export naar USA en Canada en Indonesische vanille, een Bourbon achtige variëteit met een hardere schil.

De *Vanilla takitensis* is een soort die vooral op de Fiji eilanden, Hawaii en Tahiti wordt gekweekt (4). Deze soort heeft een zeer rijk aroma maar de opbrengst is laag hetgeen resulteert in een hoge marktprijs (5).

De *Vanilla pompona* is een soort die vooral wordt gekweekt in het Caribische gebied (4). Deze soort levert een lagere kwaliteit bonen maar is wel beter bestand tegen ongunstige groeiomstandigheden en resistent tegen wortelrot (5)

In deze studie wordt uitgegaan van de *Vanilla planifolia* omdat deze uit economisch oogpunt het meest interessant is.

2.1.2. Fysiologische omstandigheden

Onder de fysiologische omstandigheden wordt verstaan, temperatuur, neerslag, licht en bodem.

2.1.2.1. *Temperatuur*

In de literatuur komt geen eenduidig antwoord naar boven wat de optimale temperatuur zou moeten zijn voor een productie van vanille bonen. De vanille-orchidee is een plant die alleen in de tropen groeit en de daarbijbehorende temperatuur zal tussen de 25°C - 30°C liggen. Enkele literatuurgegevens

- tussen 23°C en 29°C gedurende het gehele jaar (ref.5)
- tussen 20°C en 30°C met een maximum van 33°C en een minimum van 10°C (ref. 6)
- tussen 24°C en 30°C (ref. 2)
- tussen 25°C en 28°C (ref. 4)

Bij teelt van vanille in de glastuinbouw zal waarschijnlijk een temperatuur tussen 25-28°C gewenst zijn. Mogelijk dient onderscheid te worden gemaakt tussen de temperatuur tijdens het vegetatieve stadium van de plant (groei) en die tijdens inductie van bloei waarbij naar verwachting een lagere temperatuur nodig is. Dit moet echter nog proefondervindelijk worden vastgesteld.

2.1.2.2. *Neerslag*

Door haar tropische oorsprong houdt de vanille orchidee ook van een vochtige omgeving. De hoeveelheid water die op jaarbasis bij teelt in de open lucht gewenst is wordt geschat tussen de 1500 en 3000 millimeter/m² (2,4,5,6), waarbij er op moet worden gelet dat deze grenzen niet te veel worden overschreden. Groei onder te droge (luchtvochtigheids-) condities kan aanzienlijke schade opleveren door uitdroging van de toppen van de plant met als gevolg groeivertraging, minder bloemen en een daaraan gekoppelde lagere productie. Groei onder te vochtige condities kan leiden tot ziektes zoals meeldauw en wortelrot. Echter omdat veel water via huidmondjes (bovengrondse delen van de plant) wordt opgenomen is een hoge luchtvochtigheid nodig. Bij teelt in de glastuinbouw betekent dit dat benevelen vereist is.

2.1.2.3. *Licht*

Vanille groeit het best in een schaduwachtige omgeving, bij 40 tot 50% van de gangbare tropische lichtintensiteit (4,5 en 6). Net als bij neerslag is lichtintensiteit een behoorlijke kritische factor ten aanzien van vegetatieve groei en bloeinductie. Bij een te hoge lichtintensiteit verliezen de apicale knoppen te veel water met groeivertraging als gevolg. Bij te weinig licht zullen er minder bloemen en vruchten ontstaan en zullen de bonen klein blijven (5).

2.1.2.4. *Bodem*

Vanille kan op vele grondsoorten groeien zolang de bodem maar uit licht materiaal bestaat en een goede water drainage heeft zoals vulkanische grond, zand of lateriet. In deze grond kunnen de wortels gemakkelijk groeien. De vanille-orchidee stelt geen hoge eisen aan mineralensamenstelling van de bodem. Een plant die per jaar 1 kg bonen produceert heeft maar 1 – 2 gram mineralen (calcium, nitraat, kalium, fosfaat en micronutriënten) nodig (4,5 en 6). Kalkachtige grond met een pH tussen de 6,0 en 7,0 is veelal aan te bevelen. Voor een optimale groei is het aan te bevelen om te “mulchen”. Hierbij maakt men gebruik van het feit dat de vanille orchidee vrij oppervlakkig wortelt

(5). Dit maakt het mogelijk om in de bodemlaag waar de plant wortelt een laag humus aan te brengen (mulch) zodat het water met de nutriënten snel bij de wortels kunnen komen. Dit voorkomt dat de wortels oververhit of uitgedroogd raken. Het regelmatig aanbrengen van zo'n laag mulch maakt bemesting met chemische meststoffen of dierlijke mest overbodig.

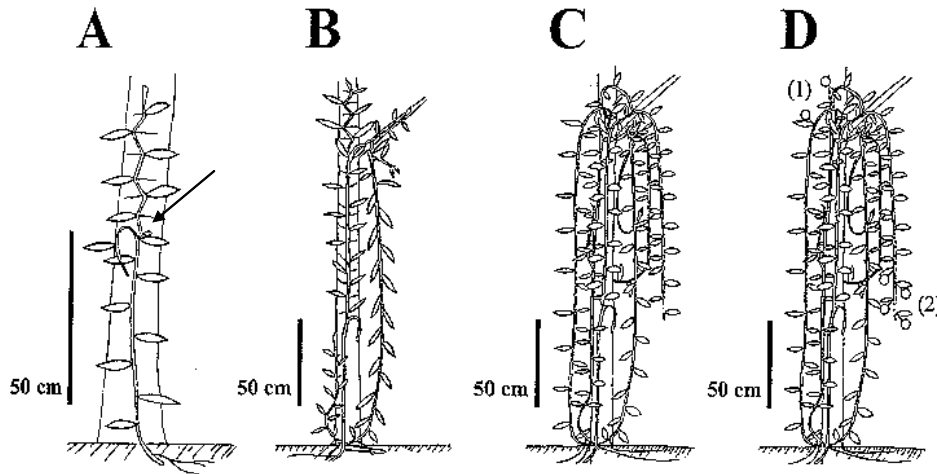
2.1.3. Beplanting en groeiomstandigheden

De vanille orchidee is van nature een klimplant die dus een steungewas nodig heeft om tegen te groeien. In de vanille plantages (Indonesië, Madagascari) wordt als steungewas *Dracaena reflexa* of *Jatropha curcas* gebruikt (6). Dit zijn gewassen die diep wortelen. Omdat de vanille orchidee oppervlakkig wortelt (5) zal er geen competitie om water en voedingsstoffen plaatsvinden. De vanille orchidee kan zo'n 15 tot 20 meter lang worden waarbij de stengel vaak in een hoek van 120° om het steungewas zigzagt. Hierbij scheiden de wortelharen van de luchtwortels van de vanille orchidee een soort cement uit waarmee de plant zich aan het steungewas vast hecht. In cultuur worden de vanille orchideeën ook wel tegen houten palen geleid (4).

Bij de vanilleplantages wordt een plantdichtheid van 4000-5000 planten per hectare gebruikt (4, 5). Ze worden in rijen geplant met een afstand van zowel 120 cm tussen de verschillende rijen als 120 cm tussen elke individuele plant in een rij (6).

Bij teelt in de glastuinbouw is geen steungewas nodig maar kan de plant via alternatieve steunen (touwen zoals in de huidige glastuinbouw worden gebruikt voor steunbehoevende gewassen). Mede hierdoor is de verwachting dat het aantal planten per hectare beduidend hoger kan liggen. In Israël wordt al geëxperimenteerd met plantdichtheden tot 25.000 planten per hectare (7)

Bij jonge planten (ontstaan door vermeerdering (zie 2.1.4.)) wordt de top opgebogen waarbij op de bocht een nieuwe scheut ontstaat (zie pijl in figuur 1A). Als de scheut een lengte heeft bereikt van 2 meter wordt de top (ongeveer 20-25 noden) van het steungewas losgemaakt en in een lus over een steun gehangen zodat de top op de grond terecht komt (1B). Van daar uit wordt de scheut weer omhoog geleid waarbij de bladeren die contact maken met de grond worden verwijderd om rotting en schimmelinfectie te voorkomen. In de bocht van de lus ontstaat weer een nieuwe scheut door het uitlopen van dormante okselknoppen die op hun beurt (als ze lang genoeg zijn) weer gelust kunnen worden (1C). Op deze manier ontstaat na verloop van tijd (3-4 jaar) een "bossige struik" met vele scheuten die gaat bloeien (1D). De struik moet wel onderhouden worden door dode en onproductieve scheuten regelmatig te verwijderen. Als richtlijn wordt aangehouden dat een goede struik bestaat uit vegetatieve delen die nooit ouder zijn dan 5-6 jaar.



Figuur 1. Groei van de vanille orchidee van jonge scheut tot bossige bloeiende struik (uit Fouché en Jouve, 1999 (6))

Het lussen van de plant is belangrijk voor wortel en scheutvorming hetgeen bijdraagt aan een goede plantontwikkeling. De diameter van de stengel is belangrijk in verband met de bloei (2.1.5.). De diameter van de onderstengel neemt toe gedurende de tijd maar ook onder invloed van zonlicht. De diameter van de scheuten kan vergroot worden door de top van de scheut te verwijderen waardoor zijscheuten ontstaan met een dikkere diameter.

2.1.4. Vermeerdering

Er zijn verschillende manieren om vanille orchideeën te vermeerderen. In de literatuur worden 3 veelvoorkomende manieren besproken; zaaien, stekken en micropropagatie.

Zaaien

Kieming van zaad gebeurt veelal onder steriele condities waarbij de zaden eerst gesteriliseerd worden met bleekwater. Zaden kiemen het best als ze nog in het vruchtvlies zitten en als ze afkomstig zijn van jonge groene bonen (1-2 maanden na bevruchting) omdat dan, in tegenstelling tot rijpe zaden, nog geen dormantie is ontstaan (5). Zaden worden in petrischaaltjes in media (Gamborg B-5 hormoonvrij medium met cefotaxine en vancomycine (100mg/L) of 0,5 x Murashige & Skoog Organic Media (MSMO) gelegd waarbij kieming na 3-6 maanden plaats vindt. Kiemingscondities beschreven door Rostgaard (2000): donker bij 32°C.

Stekken

Stekken is in feite het kloneren van een moederplant om zo de gunstige eigenschappen te behouden. De stek is afkomstig van een gezonde moederplant en dient een intacte top te hebben en een lengte tussen de 120 en 150 cm. Dit komt overeen met 8 – 15 internoden. Het stekken van kleinere stukken is mogelijk maar het duurt langer voordat een productieve plant zal ontstaan (5). Eventueel aanwezige luchtwortels worden verwijderd

en de onderste 3 noden worden in de grond gestopt. Het stengeldeel wordt voorzien van een dikke laag mulch (zie 2.1.2.4); dit bevordert de beworteling. Na 1 tot 2 maanden ontstaan nieuwe wortels en begint de groei (6).

Micropropagatie

Naast het stekken kan ook weefselkweek gebruikt worden om klonen te krijgen en ziekte-vrij materiaal. Hiervoor kan materiaal van verschillende oorsprong worden gebruikt:

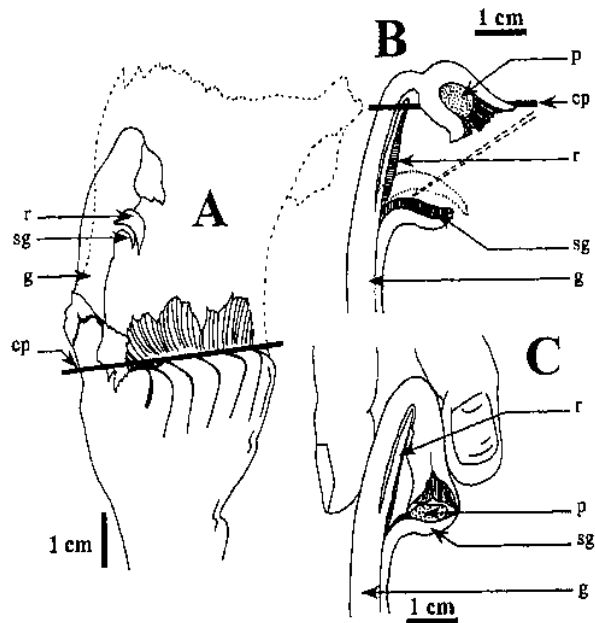
- embryo's uit gekiemde zaden die in stukjes kunnen worden gesneden (5)
- scheut primordia culturen uit callus (5, 8)
- okselknoppen (9)
- internodium segmenten (10)

Protocollen voor *in vitro* vermeerdering zijn in de literatuur beschreven (11).

2.1.5. Bloei en bevruchting

De bloei van de vanille orchidee vindt plaats in het derde jaar na vermeerdering (veelal stekken; 2,4,5,6). De vanille-struik, zoals beschreven bij 2.1.3. moet wel in bloei worden getrokken. Dit gebeurt door een jonge scheut van zo'n 20 – 25 noden los te halen en deze over een steun te hangen waarbij, in tegenstelling tot het lussen, de grond niet mag worden geraakt. Vervolgens wordt uit de top van de stengel 3 knopen (= internodiën) verwijderd. Op de knopen ontstaan vervolgens de bloeiwijzen, ook wel bloem-clusters genoemd, bestaande uit 15-20 bloemen. Gemiddeld draagt een struik 10 – 12 bloeiwijzen, gedurende 1 maand per jaar.. Elke bloem in een bloeiwijze opent zich slechts 1 keer gedurende 1 dag in een dagelijkse reeks (2,4,5,6). Bevruchting van de geopende bloem moet dan juist op die dag plaats vinden.

Door de anatomie van de vanille bloem is zelfbestuiving onmogelijk (5) en dient dus kunstmatig plaats te vinden. De meest gebruikte techniek is handmatig bestuiven waarbij met behulp van een naald de pollen worden verwijderd en vervolgens op het stigma worden gedrukt (Fig 2A). Hierbij wordt de labellum naar beneden getrokken en met de naald tot op de bodem van de bloem geduwd om zodoende het gynstemium, het rostellum en de pollinia vrij te maken. Vervolgens wordt de naald onder het rostellum geduwd waarbij het stigma vrij komt. Daarna worden de antheren (tussen duim en wijsvinger) op het stigma geduwd zodat de pollen blijven kleven. De bevruchting dient bij voorkeur vóór het middaguur (tussen 8.00 en 11.00 uur) plaats te vinden (2) waarbij de kans op een succesvolle bevruchting het grootst is op zonnige dagen (6).



Figuur 2. Handmatige bevruchting vanille bloem (ref. Fouche en Jouve 1999 [5]). cp: naald, g: gynstenium, r: rostellum, sg: stigma, p: pollina

Niet alle bloemen zijn vruchtbaar en bij voorkeur mogen niet meer dan 10 bloemen per bloeiwijze worden bevrucht. Bevruchting van te veel bloemen per bloeiwijze (overpollinatie) resulteert in kleinere bonen en een korter productieleven van een plant (5). Bij optimale bevruchting ontstaan dus uiteindelijk maximaal 5 – 10 bonen per bloeiwijze.

Handmatige bestuiving is een zeer arbeidsintensief en specialistisch proces en ook niet aan te bevelen bij teelt in de glastuinbouw. Voor bevruchting van vanille zijn reeds alternatieve gevonden oa. Bepaalde type hommels. Bevruchting op deze wijze wordt momenteel ook vaak in de Nederlandse glastuinbouw toegepast.

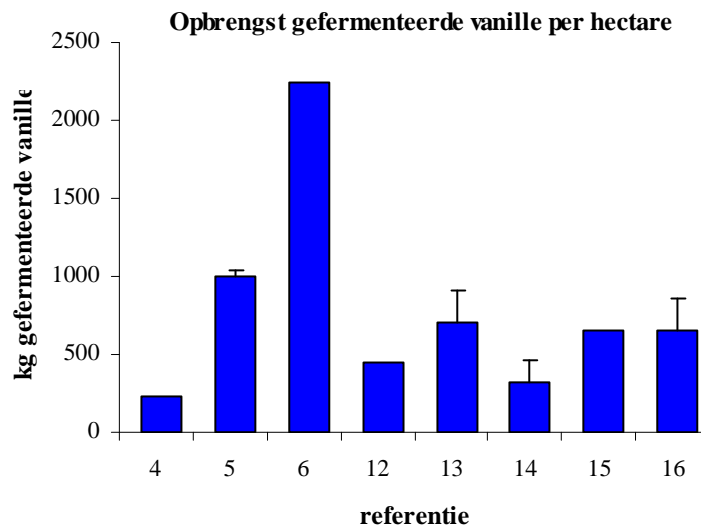
2.1.6. Oogst en opbrengst

Na bevruchting bereikt het vruchtbeginsel haar volledige ontwikkeling na 5 tot 6 weken. Alle onbevruchte bloemen vallen er af. Verder wordt er gerapporteerd dat binnen 2 maanden zo'n 50 – 70% van alle vruchten afvallen (6). Over de duur van de vruchtrijping lopen de meningen uiteen; van 5 - 6 maanden (5) tot 8 – 9 maanden (4,6). Tijdens vruchtrijping neemt het drooggewicht en de hoeveelheid eiwit toe. De bonen kunnen het best geoogst worden als ze een zogenaamde kanariestaart hebben. In dit stadium is de vrucht groen maar de uiteinden zijn kanarie geel. Wanneer de bonen te vroeg worden geoogst hebben ze weinig aroma terwijl bonen die te laat worden geoogst de neiging hebben om open te barsten (6). De bonen hebben vlak na het oogsten weinig aroma. Dit wordt pas verkregen na "curing" van de bonen (zie 2.1.7).

Er is geen eenduidig beeld te halen uit de literatuur over de opbrengst van de vanille orchidee. Om een indruk te geven van de variatie in gerapporteerde opbrengst volgen hier wat voorbeelden.

1. Fouche en Jouvre (6) gaan uit van een gewicht van 150 gram per boon (lengte 24-28 cm). Een struik (5 jaar oud) zou ongeveer 4,5 kg bonen per jaar op leveren. Dit betekent dus 30 bonen per struik. Uitgaande van 4000 planten per ha zou dit een opbrengst genereren van 18000 kg bonen.
2. Havkin-Fenkel en Dorn (5) gaan uit van een gewicht van 15 tot 30 gram per boon waarbij een volgroeide struik een 1,5 tot 2 kg bonen levert. Uitgaande van wederom 4000 planten per ha zou dit overeenkomen met een opbrengst tot maximaal 8000 kg per hectare.
3. Oberdieck (4) rapporteert een opbrengst van 200-250 kg gefermenteerde vanille per hectare (met 5000 planten per hectare). Hij vermeldt een methode waarbij uit 180 ton “groene-vanille” uiteindelijk 40 ton gefermenteerde vanille ontstaat. Als we er vanuit mogen gaan dat deze “groene-vanille” de vanille-boon bedoeld wordt, betekend dit een opbrengst van maximaal 1125 kg bonen per hectare.
4. Anandaraj en co-auteurs (12) spreken over een opbrengst van 300 – 600 kg gefermenteerde vanille per hectare waarbij ze uitgaan van het feit dat 6 kg groene vanillebonen nodig zijn voor 1 kg gefermenteerde vanille. Dit betekent dus dat hier spraken is van maximaal 3600 kg bonen per hectare.

Op het eerste internationale symposium “Vanilla 2003” (7) waarbij vanille telers, onderzoekers, investeerders en verwerkende industrieën aanwezig waren werd het beeld geschetst dat bij een plantdichtheid van 2000 planten/hectare een productie van 2 kg/plant. In onze bedrijfseconomische haalbaarheids studie (paragraaf 2.2) zal dit als uitgangspunt worden gedefinieerd.



Figuur 3. Opbrengsten van gefermenteerde vanille in kg per hectare zoals gerapporteerd in de literatuur

Een vanille producerende plant wordt ongeveer 8 jaar aangehouden voor een rendabele oogst (2). Het eerste en tweede productie jaar levert nog een lage productie op terwijl het derde jaar de productie optimaal is. Tussen het 8^{ste} en 10^{de} jaar gaat de productie weer omlaag (5) en na het 12^{de} jaar wordt de productie duidelijk onrendabel (4). In onze haalbaarheidsstudie zal ook inderdaad rekening worden gehouden met de verlaagde productie in het eerste en tweede jaar (gerekend vanuit de bloei) en een maximale duur dat de plant in productie is van 10 jaar.

2.1.7. Curings- proces van de vanilleboon

Tijdens het curings-proces wordt de vanilleboon gefermenteerd waarbij, door enzymatische reacties, het rijke aroma van vanille ontstaat. Het is een tijdrovend proces en kan tot 6 maanden in beslag nemen. Het curings-proces bestaat uit 4 verschillende fasen (3):

- (a) “scalding”: hierbij wordt de vegetatieve fase waarin de boon verkeerd gestopt. Dit gebeurt door de boon enkele minuten in heet water onder te dompelen. Hierbij raken cellen beschadigd zodat enzymen aanwezig in de cellen van de vanilleboon gemakkelijk bij hun substraten kunnen komen,
- (b) “sunning” en “sweating”: hierbij worden enzymen zoals glucosidasen en oxidasen sterk geactiveerd. De bonen worden in de zon uitgespreid zodat ze door de zon verhit worden. Dan worden ze in doeken gewikkeld en in een luchtdichte container gestopt. Dit proces wordt gedurende 1-2 weken herhaald,
- (c) “drying” : tijdens dit droogproces vinden allerlei enzymatische reacties plaats die nodig zijn voor het verkrijgen van het rijke aroma en voorkomt de aantasting door micro-organismen. Drogen gebeurt doorgaans binnen waarbij direct contact met zonlicht wordt vermeden en duurt 2-4 weken,
- (d) “conditioning”: hierbij worden de bonen opgeslagen in een geconditioneerde ruimte en vinden talrijke biochemische reacties plaats (verestering of oxidatieve afbraak processen (17)). Dit proces kan enkele maanden duren.

Het totale traditionele curings proces in de vanilleproducerende landen duurt ongeveer 6 maanden. Het vindt veelal plaats onder ongecontroleerde omstandigheden waarbij veel bonen verloren gaan door oa schimmelvorming.

In een experimentele laboratoriumopstelling is het curingsproces reeds nagebootst. Hierbij bleek dat het niet alleen mogelijk is om het curingsproces in te korten tot enkele weken maar ook dat het mogelijk is het curingsproces onder volledig controleerbare omstandigheden te laten plaatsvinden (18).

2.1.8. Ziekten en plagen

Schimmels en virussen kunnen de vanille orchidee aantasten en zelfs doden. Schimmel en virus infecties worden vaak overgebracht door besmet gereedschap. Besmetting vindt vooral plaats tijdens het warme en natte seizoen. Bij het lussen van de plant wordt de plant vaak onderzocht op de aanwezigheid van schimmels en virussen waarbij besmette gedeelten meteen van de plant worden verwijderd en verbrand. (6). Hieronder een overzicht van de meest voorkomende schimmels en virussen bij de vanille orchidee:

Schimmels:

Fusarium oxysporum, *Fusarium vanillae* Bulbigenum en *Phytophthora jatrophae*. Deze schimmels infecteren de grond en de luchtwortels (6). Ook uiteinden van vruchten kunnen worden geïnfecteerd. De ondiepe wortels worden bruin en gaan dood. Vaak wordt dit stadium niet herkend en de plant overleeft. Nieuw gevormde wortels worden echter snel geïnfecteerd zodra ze de grond in groeien. Uiteindelijk gaat de hele plant dood.

Virussen:

- Odontoglossum ringspot tabak mozaïek virus en cymbidium mozaïek virus zijn de meest bekende virussen op orchideeën. Ze zijn zeer besmettelijk en verspreiden zich via snoei of andere wonden (6). De symptomen van deze virus besmetting zijn chlorotische en kleine gekrulde bladeren.
- Potyvirussen. Deze virussen vormen een genus van de familie Potyviridae, de grootste familie der plantenvirussen. Er zijn verschillende potyvirussen die de vanille orchidee als gastheer hebben waaronder: Dendrobium mozaïek virus, Habenaria mozaïek virus, Pecteilis mozaïek virus, Vanille mozaïek virus en Vanilla necrose potyvirus (19). Hoewel een besmetting van deze virussen vaak symptomeloos is leiden de planten er wel onder andere door verminderde groei
- Komkommer mozaïek virus. Een besmetting met dit virus leidt tot bladdeformatie en sterk achtergebleven groei (20)

Naast ziekten veroorzaakt door schimmels en virussen vinden in de natuur ook plagen plaats die de vanille orchidee (en uiteindelijke opbrengst) kunnen aantonen. Plagen worden vaak veroorzaakt door slakken, insecten en vogels die jonge scheuten en luchtwortels aanvreten (6).

2.2. Bedrijfseconomische haalbaarheidsstudie

Bovenstaand literatuuronderzoek heeft een groot aantal gegevens opgeleverd over de groeiwijze en productieomstandigheden van de Vanille Orchidee. Uit deze gegevens zal een beeld moeten worden gedestilleerd betreffende de wijze waarop deze Vanille planten onder de geconditioneerde omstandigheden in een kas kunnen worden gekweekt.

Belangrijke aspecten hierbij zijn:

- bedrijfsuitrusting
- productieomstandigheden tijdens de teelt
- opbrengsten (productie en prijsvorming eindproduct)
- exploitatiekosten.

Uitgangspunten casus:

2.2.1. Bedrijfsuitrusting

De haalbaarheidsstudie heeft betrekking op een glastuinbouwbedrijf van 1,0 ha glasopstanden, een bedrijfsruimte van 500 m² en een bedrijfswoning.

Er is gekozen voor een nieuwe bedrijfsopzet. In de praktijk kan de teelt van Vanilleplanten ook in een al bestaand bedrijf worden opgestart maar in bedrijfseconomisch opzicht maakt dat voor het bepalen van de kosten die het gevolg zijn van de investeringen in de bedrijfsuitrusting geen verschil.

De bedrijfsruimte bevat tevens de kantoor- en kantinevoorzieningen.

De kassen worden verwarmd via verwarmingsbuizen. Op het bedrijf is hiervoor een centrale verwarmingsketel aanwezig.

In de kassen zijn één of meerdere scherminstallatie(s) aanwezig ten einde de juiste lichtintensiteit te kunnen bereiken. Ook heeft het scherm veelal een energiebesparende functie.

In de kassen is een assimilatiebelichtingsinstallatie aanwezig met een lichtniveau van ca. 6.000 lux. De benodigde elektriciteit voor de lampen kan decentraal worden opgewekt met een zgn. T-E installatie. In deze casus is gekozen voor de elektriciteitsinkoop via het nutsbedrijf.

In de kassen is een teeltsysteem aanwezig waarop de planten kunnen worden geplaatst en op de juiste wijze kunnen worden aangelijnd om de juiste groeiwijze te kunnen bereiken. De planten zullen niet in de volle grond worden geplant maar in een nader te bepalen teeltmedium.

Het klimaat in de kas wordt geconditioneerd d.m.v. een automatische klimaatregeling waarvoor diverse sensoren in de kasruimte geplaatst zullen worden.

De watervoorziening in de kas zal plaatsvinden met een zgn. druppelsysteem waardoor de watergift van de plant volledig kan worden bepaald aan de hand van de gewenste waterbehoefte. In het water worden direct de noodzakelijke voedingselementen toegevoegd. Het drainwater zal worden gerecirculeerd en waar mogelijk worden hergebruikt.

Een overzicht van de investeringen nodig voor deze bedrijfsopzet zijn weergegeven in tabel 1.

Investeringsjaar:	1e jaar		
	Aantal	Prijs	Totaal
Omschrijving:			
Perceel tuinland	15000	30,00	450.000
Kassen	10000	45,00	450.000
Bedrijfsruimte	500	300,00	150.000
Scherminstallatie	10000	14,00	140.000
Assimilatiebelichting	10000	20,00	200.000
Trafostation	1	60.000,00	60.000
Teeltsysteem	10000	6,00	60.000
Watergeefstelsel	10000	8,00	80.000
Klimaatcomputer	1	50.000,00	50.000
Electra	10000	4,00	40.000
Div. Inventaris	1	125.000,00	125.000
Planten	10000	20,00	200.000
Bewaaraccommodatie	1	250.000,00	250.000
Onvoorzien	0	0,00	0
Totaal			2.255.000

tabel 1. Overzicht in de investeringen in het bedrijfsobject

2.2.2. Productieomstandigheden

Uit het literatuuronderzoek zijn een veelheid aan gegevens naar voren gekomen omtrent de groeiwijze en –omstandigheden waaronder de Vanilleplanten groeien (paragraaf 2.1). Deze gegevens hebben allen betrekking op een buitenteelt in regio's met een sub- en/of tropisch klimaat.

De extrapolatie van deze gegevens naar de Nederlandse omstandigheden in een tuinbouwkas levert nog wel een groot aantal vragen op. In ieder geval kan worden vastgesteld dat het zeer wel technisch mogelijk is in de kassen een klimaat te creëren waarin de Vanilleplanten redelijk zullen gedijen. In hoeverre dit gedijen ook leidt tot de gewenste groeisnelheid en bloeisnelheid van de planten zodat er ook sprake is van een, in economisch opzicht, rendabele exploitatie zal pas dan definitief kunnen worden beantwoord als praktijkonderzoek uitwijst dat de ingeschatte productie ook daadwerkelijk kan worden bereikt.

Een belangrijk struikelblok bij het rentabiliteitsonderzoek is de lange termijn tussen de plantdatum en de verwachte eerste bloei. Een termijn van 4 jaar lijkt op het eerste gezicht een onoverbrugbare horde te worden. In deze casus gaan we er van uit dat we bloei kunnen induceren na 2 jaar. Wel wordt er in dit geval uitgegaan dat de productie van de plant de eerste twee jaren na de bloei niet optimaal zal zijn maar slechts 60% (1^e jaar) en 80% (2^e jaar) van het uiteindelijk te verwachten productie niveau (vanaf 3^{de} jaar).

2.2.3. Opbrengst en exploitatie

Uit de literatuurgegevens komt een bepaald beeld naar voren betreffende de te behalen productie per plant. De omstandigheden waaronder deze productie tot stand komt is verre van ideaal en de productiefactoren van de plant worden daarbij behoorlijk beïnvloedt door allerlei externe factoren.

Ten einde toch een reëel uitgangspunt te bepalen voor de economische casus is het volgende algemene uitgangspunt gedefinieerd:

Destilleer vanuit de literatuur de belangrijkste economische uitgangspunten en extrapoleer deze uitgangspunten naar een situatie onder geconditioneerde omstandigheden zoals omschreven in deze casus. Hierbij is besloten de economische parameters bij deze extrapolatie vanuit de literatuur te verhogen volgens onderstaande tabel

<i>parameters</i>	<i>literatuurwaarde</i>	<i>casuswaarde</i>
Plantdichtheid per ha.	2.000 planten	4.000 - 20.000 planten
Productie per plant	2 kg	4 kg
Periode tot bloeitijd	4 jaar	2 jaar
Fermentatie factor	8	2 - 4

Uitgaande van deze uitgangspunten kunnen de volgende kostprijzen voor gefermenteerde vanillebonen worden berekend:

A

<i>Plantdichtheid per ha.</i>	<i>Productie kg/plant</i>	<i>Periode tot bloei (jaar)</i>	<i>Fermentatie-factor</i>	<i>Teeltduur (in jaren)</i>	<i>Productie /m² kas Totaal (kg)</i>	<i>Kostprijs/kg (€)</i>
4.000	4	2	2	10	59.200	100,74
6.000	4	2	2	10	88.000	75,52
8.000	4	2	2	10	118.400	62,91
10.000	4	2	2	10	148.000	55,35
12.000	4	2	2	10	177.600	50,30
14.000	4	2	2	10	207.200	46,70
16.000	4	2	2	10	236.800	44,00
20.000	4	2	2	10	296.000	40,21

B

<i>Plantdichtheid per ha.</i>	<i>Productie kg/plant</i>	<i>Periode tot bloei (jaar)</i>	<i>Fermentatie-factor</i>	<i>Teeltduur (in jaren)</i>	<i>Productie /m² kas Totaal (kg)</i>	<i>Kostprijs/kg (€)</i>
4.000	4	2	2	8	43.200	109,67
6.000	4	2	2	8	64.800	81,29
8.000	4	2	2	8	86.400	67,10
10.000	4	2	2	8	108.000	58,59
12.000	4	2	2	8	129.600	52,92
14.000	4	2	2	8	151.200	48,96
16.000	4	2	2	8	172.800	45,80
20.000	4	2	2	8	216.000	41,56

C

<i>Plantdichtheid per ha.</i>	<i>Productie kg/plant</i>	<i>Periode tot bloei (jaar)</i>	<i>Fermentatie-factor</i>	<i>Teeltduur (in jaren)</i>	<i>Productie /m² kas Totaal (kg)</i>	<i>Kostprijs/kg (€)</i>
4.000	4	2	4	8	21.600	194,80
6.000	4	2	4	8	32.400	138,05
8.000	4	2	4	8	43.200	109,67
10.000	4	2	4	8	54.000	92,64
12.000	4	2	4	8	64.800	81,29
14.000	4	2	4	8	75.600	73,18
16.000	4	2	4	8	86.400	67,10
20.000	4	2	4	8	108.000	58,59

Tabel 2: Kostprijs van vanille uitgaande van verschillende plantdichtheden waarbij de uiteindelijke productietijd van de plant (teeltduur) en fermentatiefactor zijn gevarieerd. In de berekening van de kostprijs zijn de lagere opbrengsten in het eerste en tweede productiejaar verwerkt.

Uit de literatuur komt naar voren dat de marktprijs van gefermenteerde vanillebonen (AA kwaliteit) de afgelopen jaren varieerde tussen de \$100-\$200 dollar per kg. Momenteel is de marktprijs gestegen tot \$500 per kg. Echter de verwachting is dat de marktprijs de komende jaren weer zal dalen \$50 - \$150 per kg (7).

2.2.4. Kosten exploitatie

De exploitatiekosten op een glastuinbouwbedrijf kunnen worden verdeeld in twee belangrijke kostencategorieën:

- Vaste kosten
- Variabele kosten

De vaste kosten zijn onafhankelijk van de intensiteit van de teelt en worden met name bepaald door het historische investeringsniveau van het bedrijf.

Ook kosten als verzekeringen, administratiekosten, autokosten, etc. behoren tot deze categorie.

De variabele kosten hebben wel een directe relatie tot de teelt. In de glastuinbouw zijn er een vijftal belangrijke kostengroepen te onderscheiden:

1. energiekosten
2. kosten uitgangsmateriaal
3. kosten gewasbescherming/meststoffen
4. afzetkosten
5. arbeidskosten

Voor het berekenen van de bedrijfseconomische kostprijs voor de Vanille-bonenteelt hebben wij de volgende economische uitgangspunten gehanteerd:

1. Energiekosten:

50 m³ aardgas per m²
inkoopprijs aardgas : € 0,19 per m³
2000 uur belichten komt overeen met een elektriciteitsverbruik van ca. 100 kWh per m².
Inkoopprijs: elektriciteit : € 0,055 per kWh.

2. De kosten voor het uitgangsmateriaal keren niet jaarlijks terug en kunnen derhalve, gezien het meerjarige karakter van de plant als investeringsuitgaven worden gezien.
3. De kosten van gewasbescherming en meststoffen zijn ingeschat op € 1,00 per m² per jaar.
4. De afzetkosten van het eindproduct zijn berekend als een vast percentage op de begrote bruto-omzet. Als percentage is gekozen voor 5%.

5. De arbeidskosten zijn momenteel nog erg moeilijk in te schatten. Gekozen is voor een arbeidsbehoefte van 0,4 uur per m² per jaar gedurende de eerste twee exploitatiejaren. Vanaf het 3^e jaar zullen de planten productief worden en is de arbeidsbehoefte begroot op basis van een constante arbeidsproductiviteitsfactor van 1,25 kg/uur.

3. Discussie en aanbeveling

Gebaseerd op gegevens over vanille productie afkomstig uit de literatuur en van het congres zijn er economische uitgangspunten geformuleerd. Met deze uitgangspunten van deze casus is de bedrijfs-economische kostprijs per kg gefermenteerde Vanille berekend. Het blijkt dat de kostprijs vanaf een plantdichtheid van ca. 8.000 planten per ha naar verwachting lager zal dan de verwachte marktprijs. Dit betekent dat vanaf die situatie er sprake is van een winstgevende exploitatie gedurende de teeltduur.

De teelt van Vanillebonen zal daarbij wel gepaard gaan met relatief forse aanloopverliezen die pas na vijf-acht jaar volledig zullen zijn geëlimineerd. Dit aspect is met name van belang voor de financierbaarheid van een dergelijk plan. Wel degelijk kan worden geconcludeerd dat de teelt van Vanille-bonen in potentie een aantrekkelijk teelt zou kunnen zijn ten opzichte van de bestaande teelten in de glastuinbouwsector

Om vanille-teelt rendabel te maken werden de volgende randvoorwaarden gedefinieerd in de casus:

Plantdichtheid:

Uitgaande van de meest recente gegevens (7) bedraagt de plantdichtheid bij de huidige vanille plantages ongeveer 2.000 planten per hectare. In onze casus zijn we uitgegaan van een plantdichtheid van 4.000 – 20.000 planten per hectare. Ten opzichte van de plantdichtheid gebruikt bij de huidige vanille plantages lijkt dit veel, maar er zijn al experimentele opstellingen waarbij een plantdichtheid is bereikt van 25.000 plantenplanten per hectare (7). De gekozen plantdichtheid lijkt dus haalbaar uitlopend naar plantdichtheden tot 25.000. Of een hogere plantdichtheid mogelijk is zonder dat dit ten koste gaat van de uiteindelijke opbrengst zal eerst proefondervindelijk moeten worden vastgesteld.

Fermentatie:

Ook tijdens het curings (fermentatie)-proces is de nodige tijd- en kwaliteitswinst te halen ten opzichte van de gangbare productiewijze die tijdrovend is en nauwelijks gecontroleerd plaatsvindt. Op laboratoriumschaal zijn reeds succesvolle experimenten gedaan om het curingsproces onder gecontroleerde omstandigheden te laten plaatsvinden waarbij ook nog het proces aanzienlijk kon worden verkort tot enkele weken. (18).

Opbrengst/bloei

Wij zijn er in de casus vanuit gegaan van dat we de uiteindelijke opbrengst kunnen verhogen door vervroegde inductie van de bloei of verhoogde productiviteit per plant. Indien onder gecontroleerde omstandigheden wordt gekweekt (kas) moet het mogelijk zijn om dusdanige omstandigheden aan te leggen (bv. stress, hormoonbehandeling) dat de vanilleplant vervroegd in bloei kan worden getrokken. We kunnen hierbij gebruik maken van de kennis die reeds aanwezig is in de orchideeën kas-teelt.

In Israël vinden reeds experimenten plaats vinden om vanille in kassen te kweken, waarvan bekend is dat men problemen heeft met het in bloei trekken van de vanille orchidee (7).

Verder zal ook goed moeten worden gekeken naar de bevruchting. Dit kan zeer arbeidsintensief zijn temeer omdat de bloemen slecht 1 maal openen (op een bepaald tijdpunt) en dan juist bevrucht dienen te worden. Het inzetten van natuurlijke bestuivers (hommels, bijen) is mogelijk en hier wordt al mee geëxperimenteerd. Hierbij zal het telen in een afgesloten ruimte (kas) zeker een voordeel zijn.

Omdat momenteel de vraag groter is dan het aanbod zal de productie van vanille in de Nederlandse glastuinbouw geen directe bedreiging vormen voor vanilletelers in de huidige vanille producerende landen. Doordat steeds meer natuurlijke vanille in nieuwe producten wordt toegepast is de verwachting ook dat de vraag naar vanille de komende tijd groot blijft.

Aanbevelingen

Experimenteel onderzoek

Alvorens een bedrijf kan worden opgezet en zal proefondervindelijk moeten worden vastgesteld in hoeverre de uitgangspunten gedefinieerd in de casus realistisch zijn en zullen omstandigheden voor teelt (o.a. substraatkeus, belichting, en watertoedieningswijze), bloei-inductie en bestuiving moeten worden geoptimaliseerd. De verwachting is dat het bereiken van een verhoogde plantdichtheid en een verkort en geoptimaliseerd fermentatieproces weinig problemen zullen opleveren. Wij willen daarom het Productschap Tuinbouw een nader onderzoek naar deze aspecten aanbevelen. Hierbij zou een orchidee deskundige als project adviseur kunnen worden betrokken.

Bedrijfsmatige aspecten

Voor het opzetten van een vanille-teeltbedrijf moet rekening gehouden worden met behoorlijke investeringskosten en aanloopverliezen, die echter tijdens de productie jaren ruimschoots goedge maakt. Het bedrijf zal onder goed gecontroleerde omstandigheden moeten werken en het gebruik van pesticide/fungicide zoveel mogelijk beperkt moeten worden om zo een hoogwaardig product te kunnen afleveren. Voorgesteld wordt de afzet van eventueel meerdere typen eindproduct (bonen, extract, poeder) voorlopig te richten op kleinere gebruikers op de nationale markt.

De verwachting is dat grote vanille-verwerkende industrieën bij voorkeur bulkhoeveelheden van een bepaalde vanille-batch inkopen. Dit betekent dat afname van nederlandse (geregistreerde) vanille voor hen pas interessant wordt bij een zeker minimaal aanbod volume. Registratie van authentieke natuurlijke vanille is voor grootverbruikers een voorwaarde.

Referenties

1. Portères, R. (1954) Le genre *Vanilla* et ses espèces, in : Lechevalier P. (Ed), Le Vanillier et la Vanilla dans le Monde, Encyclopédie Biologique XLVII, Paris, 1954 :94-290.
2. Ramachandra Rao, S. and Ravishankar, G.A. (2000) Vanilla flavour: production by conventional and biotechnological routes, J. of the sci. of food agric 80 : 289-304
3. Dignum, M.J., Kerler, J., Verpoorte, R. (2001) Vanilla production: technological, chemical, and biosynthetic aspects, Food reviews international, 17(2) : 199-219
4. Oberdieck, R. (1998) Ein beitrag zur kenntnis und analytik von Vanille (*Vanilla planifolia* Anderws) Deutsche lebensmittel-rundschau 94 : 2 : p 53-58
5. Havkin-Frenkel, D. and Dorn, R. (1997) Vanilla, American chemical society 660 : p 29-40
6. Fouche, J.B. and Jouve, L. (1999) Vanilla planifolia: history, botany and culture in Réunion island, Agronomie, 19 : 689-703
7. Vanilla 2003; First International Congress, Nov 11-13 2003, Princeton, NJ, USA.
8. Debowska, R. en Podstolski, A. (2001) Properties of diphenolase from *Vanilla planifolia* (Andr.) shoot promordial culured in vitro. J. Agri.Food Chem.49:3432-3437
9. George, P.S. en Ravishankar, G.A. (1997) In vitro multiplication of *Vanilla planifolia* using axillary bud explants. Plant Cell Reports 16: 490-494
10. Geetha, S. en Shetty, A. (2000) In vitro propagation of *Vanilla planifolia*, a tropical orchid. Res. Comm. 76: 886-889
11. Giridhar, P. (2001) Silver nitrate influence in vitro shoot multiplication and root formation in *Vanilla planifolia* Andrew. Current Science 81: 1166-1170
12. Anandaraj, M., Rema, J. en Sasikumar, B. (2001) in: Rema en Madan (Eds), Vanilla (Extension Pamphlet) uitgebracht door Agricultural technology Information Centre, Indian Institute of Spices Research, Calicut, Kerala.
13. Palm Plantation of Australia; internet gepubliceerde informatie sheet (2003). www.vanillaplantations.com
14. Vanilla, the new hope; The Hindu; internet gepubliceerde informatie sheet (2002) www.hinduonnet.com
15. Shanks extracts, flavor and extract supplier; internet gepubliceerde informatie sheet (2003) www.shanks.com
16. Queen Fine Foods; internet gepubliceerde informatie sheet (2003) www.queenessence.com.au
17. Ranadive A.S. (1994) Vanilla – Cultivation, curing, chemistry, technology and commercial products. In: Charalambous, G. (Ed) Spices, herbs and edible fungi, Elsevier science B.V., Amsterdam, 517-576
18. Dignum M.J.W. (2002) Biochemistry of the processing of vanilla beans. Proefschrift Universiteit Leiden.
19. Mackenzie, A.M., Nolan, M., Wei, K.J., Clements, M.A. Gowanlock, D., Wallace, B.J. en Gibbs, A.J. (1998) Veratobium mosaic potyvirus: another virus from orchids. Arch. Virol. 143: 903-914
20. Farreyol, K., Perason, M.N., Grisoni, M. en Leclercq-Le-Quillecc, F. (2001) Severe stunting of *Vanilla tahitensis* in French Polynesia caused by Cucumber mosaic virus (CMV) and detection of the virus in *V. fragans* in Reunion Island. Plant Pathology 50: 414