

V333/AC 2009-02



Application Centre for Renewable RESources

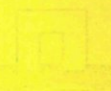
acrres

een WAGENINGEN UR initiatief

Pilot etherische oliehoudende gewassen

Marktpotentie en teeltonderzoek voor de Flevolandse akkerbouw

Hans van der Mheen, Andrea Terbijhe



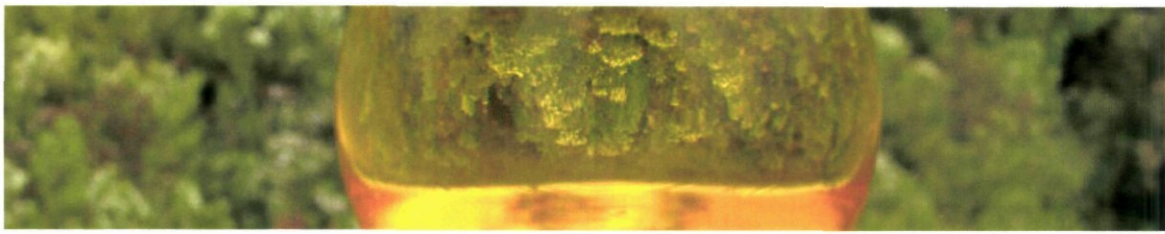
BIBLIOTHEEK
PPO sector AGV
Postbus 430
0200 AK Lelystad
(0320) 291111

17

ACRRES - Wageningen UR
April 2009

rapportcode: AC2009/02





© 2009 Wageningen, ACRRES – Wageningen UR

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van ACRRES - Wageningen UR.

ACRRES – Wageningen UR is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

ACRRES – Wageningen UR publicatiecode: AC2009/02

Financiering



PROVINCIE FLEVOLAND



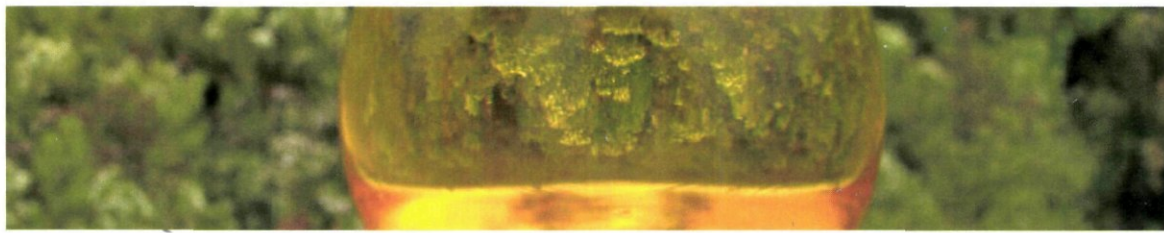
WAGENINGEN UR

For quality of life

De auteur Hans van der Mheen is als kruidenteeltkundig onderzoeker werkzaam bij Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, de projectleider Andrea Terbijhe is werkzaam bij het Application Centre for Renewable RESources (ACRRES) - beide onderdeel van Wageningen UR.

ACRRES – Wageningen UR

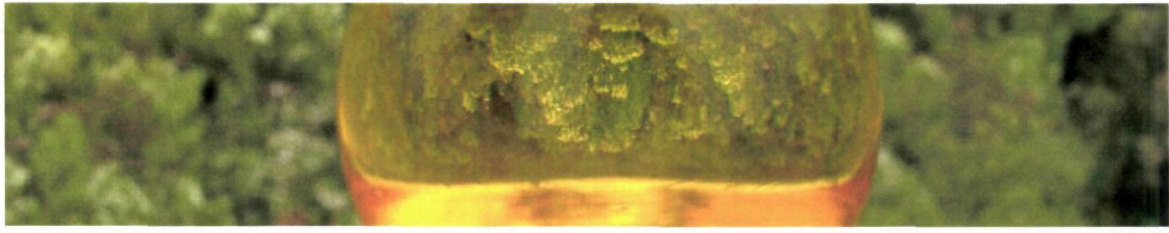
Adres : Edelhertweg 1, Lelystad
: Postbus 430, 8200 AK Lelystad
Tel. : 0320 – 291 111
Fax : 0320 – 230 479
E-mail : info@acrres.nl
Internet : www.acrres.nl



Inhoudsopgave

pagina

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | INLEIDING | 1 |
| 2 | SELECTIE EN POTENTIES GEWASSEN..... | 2 |
| 2.1 | Inleiding | 2 |
| 2.2 | Selectiecriteria, potentiële gewassen en selectieschema | 2 |
| 2.3 | Afwegingen en gewaskeuze..... | 3 |
| 2.4 | Marktpotentie etherische oliën en mogelijkheden validatie restproducten..... | 5 |
| 3 | TEELT OOGST EN DISTILLATIE | 7 |
| 3.1 | Productiegegevens van de vier gewassen..... | 7 |
| 3.1.1 | Teelt en productie Bonenkruid | 7 |
| 3.1.2 | Teelt en productie Tijm..... | 9 |
| 3.1.3 | Teelt en productie Tagetes..... | 11 |
| 3.1.4 | Teelt en productie van eenjarige (zomer-)karwij | 12 |
| 3.1.5 | Conclusies Productiegegevens | 14 |
| 3.1.6 | Globale inschatting teeltkosten | 15 |
| 3.1.7 | Oogst- en verwerkingskosten..... | 15 |
| 3.2 | Kwaliteitsbepaling en marktpotentie geproduceerde oliën | 17 |
| 3.2.1 | Kwaliteit en marktpotentie Bonenkruidolie | 17 |
| 3.2.2 | Kwaliteit en marktpotentie Tijmolie | 18 |
| 3.2.3 | Kwaliteit en marktpotentie Tagetesolie..... | 20 |
| 3.2.4 | Kwaliteit en marktpotentie Karwijolie..... | 22 |
| 3.2.5 | Marktprijzen en potentiële bruto olieopbrengsten..... | 24 |
| 3.3 | Kwaliteitsbepaling en validatie marktwaarde restproducten | 25 |
| 4 | VASTGESTELDE BEDRIJFSECONOMISCHE KETENPERSPECTIEVEN | 27 |
| 5 | CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN | 29 |



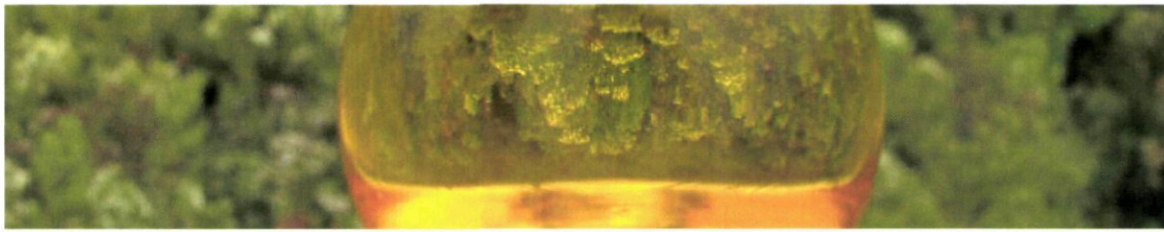
1 Inleiding

De land- en tuinbouw is op zoek naar marktgevraagde producten. Naast de van oudsher bekende primaire productie zoekt de landbouw naar een nieuw assortiment van innovatieve gewassen en producten om de toegevoegde waarde te vergroten. Bioraffinage is een nieuwe innovatieve benadering waarbij de biomassa in verschillende componenten gescheiden wordt die, al dan niet na verdere bewerking, afzonderlijk af te zetten zijn. Hierdoor neemt de toegevoegde waarde van het gewas toe.

Een voorbeeld van bioraffinage is de verwerking van oregano. Via distillatie wordt de etherische olie gewonnen, die wordt verwerkt in een diervoedingsadditief met een anti-microbiële werking (als een soort natuurlijk antibioticum). Uit het uitgedestilleerde materiaal kunnen fenolische verbindingen geëxtraheerd worden met een mogelijke toepassing als natuurlijk conserveermiddel. Middels de verwerking van het uiteindelijke restmateriaal in een covergisterinstallatie kan tenslotte elektriciteit (en warmte) worden geproduceerd.

Behalve oregano zijn er andere etherische oliegewassen waarvan de winning van de olie interessant is, en waarbij de benutting van het restproduct een mogelijk meerwaarde met zich meebrengt. Het project Pilot Plantaardige Etherische oliën is bedoeld om te onderzoeken welke andere gewassen in aanmerking komen voor een vergelijkbare verwerking als Oregano. Het doel van het project is de productie en marktverkenning van vier nieuwe etherische oliegewassen waarmee potentieel een toegevoegde meerwaarde gerealiseerd wordt voor akkerbouwers in Flevoland. Dit project is mogelijk gemaakt door financiering van de Provincie Flevoland en PPO-AGV van Wageningen UR. In deze rapportage treft u de uitkomsten van dit onderzoek aan.

In het tweede hoofdstuk wordt ingegaan op de selectie van de 4 gewassen en de potenties van deze gewassen. In het derde hoofdstuk wordt ingegaan op de teelt, oogst en distillatie van de gewassen. Ook worden hier de productgegevens, de kwaliteit, de marktgegevens en restverwerking behandeld. In hoofdstuk 4 worden de bedrijfseconomische perspectieven beschreven. Het projectverslag wordt afgesloten met de conclusies in hoofdstuk 5.



2 Selectie en potenties gewassen

2.1 Inleiding

Bij de keuze van gewassen voor de productie van etherische olie in het kader van deze pilot zijn drie criteria geformuleerd. De eerste twee belangrijke criteria worden gevormd door de voorwaarde dat deze gewassen onder Nederlandse klimatologische omstandigheden te verbouwen zijn en zich lenen voor verwerking via stoomdestillatie. Op die manier kan van de 'Oregano-logistiek en -infrastructuur' (oogst- en verwerkingsmethodiek) gebruik gemaakt worden, wat maakt dat deze op een intensievere wijze gedurende een langere seizoensperiode benut kan worden. Dit betekent dat het dus moet gaan om gewassen waarvan het oogstproduct gevormd wordt door het bovengrondse kruid met relatief snel, uit vers of verwelkt (verhakseld) plantmateriaal, te destilleren etherische olie.

Een derde, feitelijk nog belangrijker criterium, vormt de inschatting van de marktpotentie, de olieopbrengst, de productiekosten, en de uiteindelijke financiële opbrengst.

2.2 Selectiecriteria, potentiële gewassen en selectieschema

Om tot een gewaskeuze te komen is, in het voorjaar van 2008, van een aantal potentiële gewassen een voorlopige inschatting gemaakt met betrekking tot drie criteria; marktpotentie, aansluiting bij de bestaande situatie in Flevoland en vermoedelijke teeltkosten. Met plussen en minnen zijn voor een aantal aspecten per criterium de indicaties omschreven.

Marktpotentie:

Zijn er potentiële afnemers van de olie bekend in Flevoland, Nederland of West-Europa?

+++ = in Flevoland; ++ = in Nederland ; + = in West-Europa ; - = Elders.

Wat is de inschatting van de marktbehoefte aan de olie?

+++ = Grote, diverse markt met veel spelers ; + = markt met beperkt aantal spelers ; - = markt gedomineerd door één of enkele spelers.

Aansluiting bij de bestaande situatie in Flevoland:

Kan het gewas gedestilleerd worden met de oregano verwerkingseenheid?

++ = ja, dat kan zonder meer ; + = ja, dat kan maar met aanpassing ; - = nee, dat kan niet.

Is er al ervaring met de productie van de plant in Flevoland, Nederland of West-Europa?

++ = er is enkele jaren ervaring met productie van de plant onder Nederlandse omstandigheden ;

+ = er is beperkte ervaring met productie van de plant onder Nederlandse of West-Europese omstandigheden ; - = er is geen of nauwelijks ervaring.

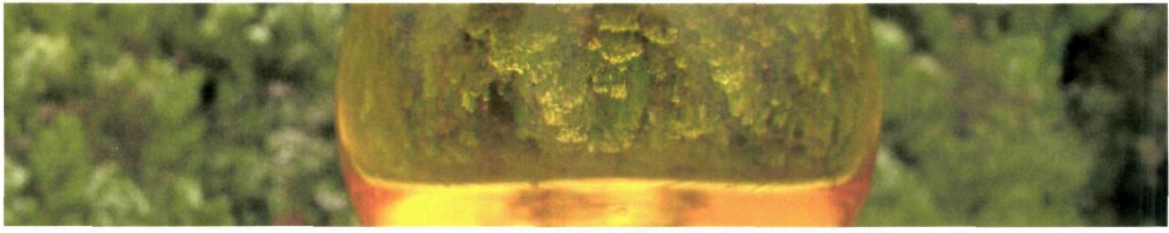
Is de plant (of een selectie of ras) geschikt voor groei in een gematigd klimaat?

+++ = er zijn speciale selecties of rassen beschikbaar voor West-Europese omstandigheden ; ++ = er zijn selecties bekend die onder West-Europese omstandigheden kunnen groeien ; - = er zijn geen selecties of rassen bekend.

Teeltkosten:

Is in combinatie met de prijs een voldoende hoge geldelijke opbrengst per hectare te verwachten?

+++ = prijs maal hoeveelheid > € 6.000; ++ = prijs maal hoeveelheid tussen vijf en zesduizend euro;



+ = prijs maal hoeveelheid tussen drie en vijfduizend euro; - = prijs maal hoeveelheid lager dan € 3.000; ?? = geen informatie beschikbaar.

Welk kostenniveau is te verwachten bij het uitgangsmateriaal?

++ = uitgangsmateriaal is zaaizaad; + = uitgangsmateriaal zijn perspotplantjes; - = uitgangsmateriaal zijn wortelstekken.

Welk niveau aan arbeidskosten valt bij de teelt te verwachten?

++ = teelt kan volledig gemechaniseerd worden; + = teelt heeft beperkte arbeid nodig; - = teelt heeft veel arbeid nodig.

Is het gewas één- of meerjarig?

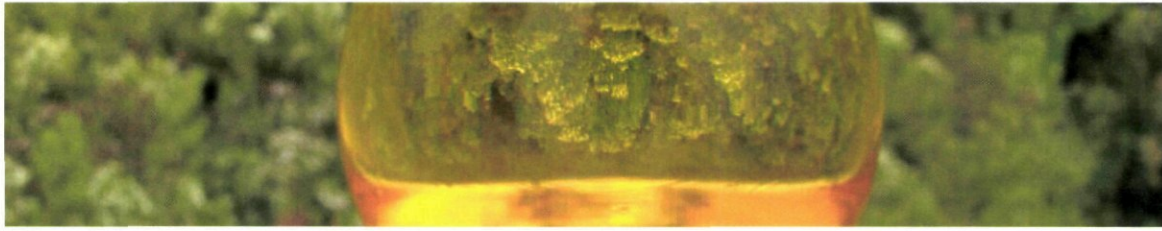
++ = gewas is éénjarig; - = gewas is meerjarig; een meerjarig gewas heeft een negatieve waarde vanwege de lastige inpasbaarheid in het Flevolandse bouwplan.

Tabel 1. **Overzicht potentiële etherische oliegewassen en indicatieve weging van een aantal criteria-aspecten, Pilot etherische oliën, PPO 2008.**

| Etherische oliegewas | Marktpotentieel | | Aansluiting bij bestaande situatie | | | Kosten | | | |
|-----------------------|-----------------|-------------|------------------------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------|--------------------------|---------------|---------------------|
| | Afnemers | Marktvolume | Distillatie als oregano | Beschikbare ervaring | Beschikbaarheid uitgangsmateriaal | Geldelijke opbrengst | Kosten uitgangsmateriaal | Arbeidskosten | Meerjarigheid gewas |
| Lavendel | + | + | - | - | ++ | ? | +/- | + | - |
| Dille kruid | + | - | ++ | ++ | ++ | - | ++ | ++ | ++ |
| Dille zaad | + | - | +/- | ++ | ++ | - | ++ | ++ | ++ |
| Oregano biologisch | + | - | ++ | ++ | ++ | + | + | + | - |
| Bonenkruid | + | ? | ++ | ++ | ++ | ? | ++ | ++ | ++ |
| Citroenmelisse | + | + | + | ++ | ++ | ? | + | + | - |
| Peterselie kruid | + | - | + | ++ | ++ | - | ++ | ++ | ++ |
| Peterselie zaad | + | + | +/- | + | + | ? | ++ | ++ | - |
| Koriander | + | ? | ++ | ++ | + | ? | ++ | ++ | ++ |
| Tijm | + | + | ++ | ++ | + | ? | ++ | + | ++/- |
| Karwij 1-jarig | + | - | + | ++ | + | - | ++ | ++ | ++ |
| Karwij 2-jarig | + | + | + | ++ | + | - | ++ | ++ | - |
| Dragon | + | ? | + | ++ | + | ? | ++/- | + | - |
| Munt | - | - | ++ | + | - | ? | - | + | - |
| Rozemarijn | + | + | + | - | - | ? | +/- | + | - |
| Tagetes (afrikaantje) | ? | ? | + | - | ? | ? | ++ | ++ | ++ |

2.3 Afwegingen en gewaskeuze

Eenjarigheid in de zin dat het te telen gewas direct in het eerste jaar al tot productie komt, vormde in dit project, waarin het de bedoeling was om direct in het seizoen 2008 al een olieproductie te kunnen laten zien, een belangrijk aspect. De kosten voor uitgangsmateriaal en arbeid zouden daarbij beperkt moeten blijven en de oogst en verwerking zou moeten aansluiten bij de bestaande infrastructuur, aanwezig voor de Oregano. Daarom werd gekeken naar gewassen die direct ter plaatse konden worden ingezaaid (waardoor op kosten van plantenopkweek en uitplanten zou kunnen worden bespaard) en waarvan het bovengrondse kruidgewas in het eerste jaar geoogst en gedestilleerd kon worden. De teelt van de gewassen diende tenslotte min of meer aan te sluiten bij de beschikbare teeltveraring van de akkerbouw in Flevoland.



Met het oog op een globale inschatting van de marktpotentie werd bij de gewaskeuze uitgegaan van een verdeling over de verschillende toepassingsgebieden van de te oogsten etherische oliën. Daarbij werden onderscheiden (1) toepassing in de geur- en smaakstof (Flavor & Fragrance) sector, (2) het gebruik als antimicrobiële stof (al of niet als component in diervoedersupplementen) en (3) de mogelijkheid voor toepassing als actieve component in Gewasbeschermingsmiddelen met een Natuurlijke Oorsprong (GNO's).

In een combinatie van bovengenoemde afwegingen werd uiteindelijk gekozen voor de vier gewassen Bonenkruid (*Satureja hortensis*), Tijm (*Thymus vulgaris*), Afrikaantje (*Tagetes minuta*) en (Zomer)Karwij (*Carum carvi*).

Bonenkruid (*Satureja hortensis*)

Net als bij *Oregano* vormt carvacrol een belangrijke component in de etherische olie van bonenkruid. Dit eenjarig te telen kruidgewas zou vanuit het oogpunt van teelttechniek en -kosten wel eens een interessant alternatief voor, of op zijn minst complementair aan, de oreganoteelt en olieproductie kunnen gaan worden. Door een Duitse onderzoeksinstituting worden inmiddels hooggehaltige, carvacrolrijke, bonenkruid selecties ontwikkeld. Vooruitlopend op de eventuele beschikbaarheid van dit selectiemateriaal leek het goed om het gewas in het kader van dit project, in het toepassingsgebied 'antimicrobieel', te beproeven.

Tijm (*Thymus vulgaris*)

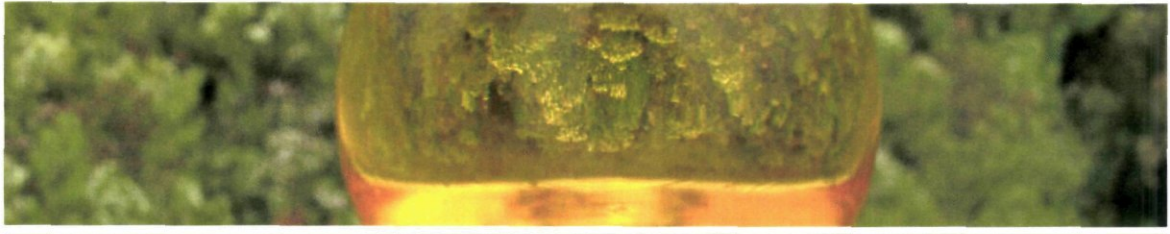
Naast het gebruik van tijm als culinaire smaakversterker, bevat de etherische olie interessante bio-actieve componenten als thymol en carvacrol. In de GNO-sfeer zijn er positieve proefresultaten bij het gebruik van tijmolie als (zaai-)zaadontsmettingsmiddel. Er loopt een onderzoeksproject waarin naar de toepasbaarheid als nematicide wordt gekeken. Omdat tijm voor de productie als kruid in Nederland bekend is leek het goed om, in het kader van dit project, een mogelijke alternatieve toepassing van tijm als etherische olieproducent te introduceren. Omdat het oogsttijdstip van tijm laat in het seizoen ligt was overigens al vooraf duidelijk dat het niet doenlijk zou zijn, een praktijkooft en distillatie uit te voeren binnen de tijdspanne waarop de apparatuur in het kader van de oregano-oogft bij PPO beschikbaar zou staan. Voor een benadering van de opbrengstpotentie van tijm moest daarom worden volstaan met proefoogften en labdistillaties.

Tagetes (*Tagetes minuta*)

De etherische olie van de specifieke Afrikaantjes soort *Tagetes minuta*, wordt toegepast in de fragrance (geur/parfum) industrie. Productie van deze olie vindt voornamelijk plaats in Zuid-Amerika en Noord-Afrika. Op de wereldmarkt zou sprake zijn van afnemende productie en van een vraag naar kwalitatief goede olie. In Nederland is de teelt van *Tagetes*-soorten bekend in de sierteelt en als groenbestedingsgewas met een nematicide werking. Omdat het gaat om een eenjarige, relatief eenvoudige, teelt leek het een geschikte kandidaat om binnen het etherische olieproject, in het 'fragrance-segment', te beproeven.

Zomerkarwij (*Carum carvi*)

De toepassing van de etherische olie van karwij, en meer specifiek de component carvon, als kiemremmingsmiddel bij aardappelen is in de tachtig- en negentiger jaren door het agrochemische bedrijf Luxan ontwikkeld. Naast de kiemremmende werking werd een fungicide nevenwerking aangetoond op een aantal bewaarziekten (o.a. *Rhizoctonia*). Het gaat hier om een van de weinige effectieve en geregistreerde toelatings van een GNO. Omdat de zaadoogft en -opbrengst van karwij, vanwege voortijdige zaaduitval, nogal eens te wensen overlaat, is er nagedacht over de mogelijkheden van oogft en distillatie van de volledige toppen (zaadschermen) van het gewas met het zaad in een deegrijp stadium. Omdat er inmiddels ook eenjarige karwijrassen zijn ontwikkeld leek het goed om in het kader van dit project, de oogft- en verwerkingstechniek van de nog onrijpe zaadschermen voor de productie van carvonrijke etherische olie op praktijkschaal te beproeven.



2.4 Marktpotentie etherische oliën en mogelijkheden validatie restproducten

Etherische oliën of componenten daaruit worden gebruikt in de flavor (smaak-) en Fragrances (geurstoffen-) industrie. Deze industrie kent wereldwijd een 30 tal grote, en enkele honderden middelgrote, bedrijven. De totaal omzet in 2004 bedroeg 11 miljard euro. Door deel- en overnames is er sprake van een voortdurende concentratie en sterke schaalvergroting. Nederland heeft een sterke traditie in de geur- en smaakstoffensector. Vier in Nederland gevestigde bedrijven (IFF, DSM, Quest/Givaudan, PFW) behoren tot de top-3 wereldwijd.

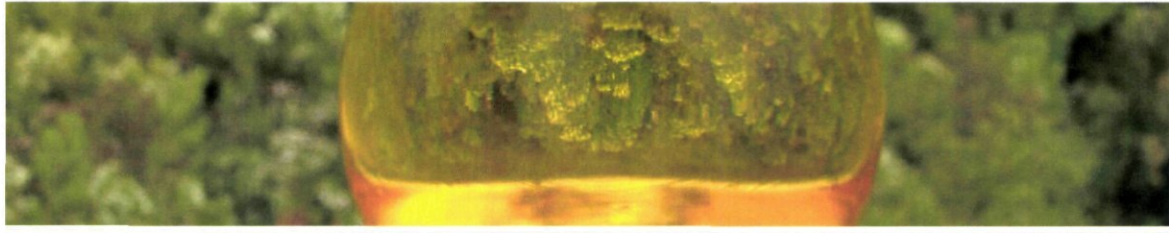
In deze industrie ontwikkelen chemici, flavoristen en parfumeurs nieuwe, dikwijls samengestelde, geur- en smaakstoffen die door levensmiddelen en cosmeticabedrijven direct in hun producten worden verwerkt. Hoewel samengestelde natuurstoffen als etherische oliën en extracten traditioneel de basis vormden voor de geur- en smaakstofindustrie worden nu ook de zuivere geïsoleerde natuurlijke componenten, of de (semi)synthetische varianten daarvan gebruikt. Componenten uit etherische oliën, zoals limoneen uit citrusoliën, vormen dikwijls de basis als componenten voor verdere synthese.

De productie van, de markt voor, en het gebruik van etherische oliën specifiek voor de geur- en smaakstoffenindustrie is erg ondoorzichtig. De belangrijkste producten voor wat betreft hun volume worden gevormd door de citrusoliën (60.000 T/jr.), Eucalyptus (4.000 T/jr.), pepermunt (3.300 T/jr.) en kruidnagel (1.800 T/jr.). Daarna volgt een lange lijst van oliën met een jaarlijkse productie van kilogrammen (bv. bloemenextracten) tot maximaal enige honderden tonnen (Lavandin, Spearmint, cedarwood ect.). De productie van de soorten met grote volumes zal, wellicht gedeeltelijk, voor de vrije markt plaatsvinden. Dit terwijl de kleinere producten via gespecialiseerde inkopers en handelshuizen een weg moeten vinden. Daarnaast zijn er producties exclusief voor, en gecontracteerd door monopolisten in specifieke oliën (bijvoorbeeld AM Todd en Callister voor munt, Robertet voor lavendel/lavandin) of door de afnemende industrie die het in zelf ontwikkelde producten toepast (bv. salvia-extracten door Reynolds, venkelolie door Pernod). In het laatste geval zijn er soms zelfs specifieke selecties/rassen ontwikkeld met een hogere olie opbrengst of met een specifieke oliesamenstelling.

In de markt van etherische oliën hebben boerenproducenten/destillateurs een moeilijke positie. De verkoop gaat op samenstelling (GC-analyse) en op sensorische beoordeling (monsterbasis) en er is altijd een reden waarom het product niet aan alle eisen voldoet. Handelaren drukken hiermee de inkoopprijs. Vervolgens vermengen, 'versnijden' en standarisieren ze de oliën naar de eisen van de industrie. Daarin zit de eerste toegevoegde waarde die vervolgens door de Flavor and Fragrance bedrijven uiteindelijk met grootte marges wordt vergroot.

Dit gegeven werd bij de opzet van de Pilot etherische olie teelt en productie, meegenomen. Anders dan het produceren voor een vrije markt, werd er direct vanuit gegaan dat op de langere termijn alleen contractproducties, het liefst voor een eerste verwerker of samen met een ontwikkelaar van een nieuwe toepassing voor een specifieke olie, voor de Nederlandse omstandigheden perspectief hebben. Enigszins naar analogie van de oorspronkelijke ketenopzet in het Oregonoproject.

Bovendien werd er bij de keuze van de gewassen bewust gekeken naar de mogelijke toepassing van de olie, of oliecomponenten, in de agrarische sector. Hierop is de keuze voor oliën met een antimicrobiële activiteit (bonenkruid en tijm olie in diervoedersupplementen) of met een actieve component die eventueel in een Gewasbeschermingsmiddel van Natuurlijke Oorsprong (thymol uit tijm en carvon uit karwij) zou kunnen worden toegepast. Afrikaantje (*Tagetes minuta*) werd, gebaseerd op geluiden over een tekort op de markt en een relatief hoge marktprijs, gekozen als pure vertegenwoordiger van een zgn. Fragrance olie.



Gedurende de loop van de pilot werden ontwikkelingen gevolgd met betrekking tot de actuele discussie rond antibioticavervangers in diervoering en de Fyto-V studie, waarin etherische oliën als oregano en tijm werden meegenomen. Omdat de olie van bonenkruid dezelfde actieve component (carvacrol) als oregano olie bevat lijkt deze olie zich voor een gelijksoortige toepassingen te lenen.

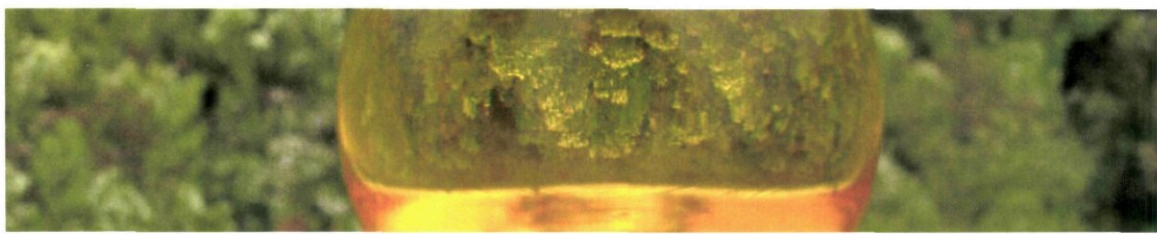
De etherische olie van tijm (en de component thymol) was in een studie door PRI succesvol beproefd als zaaizaadontsmetter en er loopt onderzoek naar het gebruik van deze olie als nematicide. (+)-Carvon uit karwijolie is, geformuleerd als het middel Talent, een geregistreerd kiemremmingsmiddel dat succesvol wordt toegepast voor de kiemremming van aardappelen.

Toen de oliën geproduceerd waren zijn deze door het ARO in Israel met de GC-MS op samenstelling geanalyseerd. De uitkomsten zijn vergeleken met waarden bekend uit de literatuur. Tijm- en karwijolie, die ook in de geneeskunst (als hoest en spijsverteringsmiddel) worden gebruikt, konden vergeleken worden met monografieën uit de handboeken.

De analyse uitslagen werden verstuurd naar diverse etherische olieproducenten (Sylvestris (Hongarije), oliehandelaren (L.A.Champon (New Jersey), Paul Kaders (Hamburg) en Flavor and Fragrance bedrijven (IFF Tilburg, NL), Givaudan (Dubendorf, Dld). Als belangrijkste informant werd contact gezocht met Brian Lawrence (North-Carolina, USA) de etherische oliespecialist van het tijdschrift *Perfumer&Flavorist*). Ook na herhaald aandringen was het moeilijk informatie los te krijgen. Alleen Brian Lawrence en Paul Kaders kwamen met actuele groothandelsmarktprijzen. IFF heeft oliemonsters in onderzoek voor sensorische kwaliteitsbeoordeling. Lawrence was duidelijk in zijn negatieve oordeel over de productieperspectieven van *Tagetes* in Nederland. Hij suggereerde gewassen in de keukenkruidenhoek zoals maggi(wortel) en dille. Onafhankelijk daarvan ziet ook Paul Kaders een groeiende behoefte aan kwalitatief goede etherische oliën uit de keukenkruiden groep (bonenkruid, tijm, dille) met een traceerbare en gedocumenteerde herkomst.

Voor een oriëntatie in de sfeer van de technische toepassingen werd een bezoek gebracht aan Ceradis BV (Wageningen, NL) een bedrijf dat zich bezig houdt met de ontwikkeling van een nieuwe generatie pesticiden waarin synthetische met natuurlijke bio-actieve componenten zijn verwerkt. Zij zien perspectief in etherische oliën of oliecomponenten, vergelijkbaar met de toepassing van carvon. Uit in-vitro studies zijn vele (vnl. fungicide) activiteiten bekend geworden. Formulering, effectieve toepassing in het veld en (niet in het minst, officiële) registratie vormen een belemmering. Onderzoek wordt wel ter hand genomen. Bij dit bedrijf kwam ook de mogelijke toepassing van hydrolaat (proceswater van de distillatie) ter sprake. Dit vormt een laaggehaltige waterige formulering van oplosbare olie- en andere plantencomponenten, waardoor wellicht de toepassingsmogelijkheden als GNO worden vergroot.

Met betrekking tot de validatie van het restproduct is, naast het gebruik van het uitgedestilleerde materiaal als compost op het veld, gekeken naar de energetische waarde bij vergisting. Hiertoe zijn proefvergistingen uitgevoerd. Er is geen aanleiding gevonden voor een hoogwaardiger bestemming middels extractie / raffinage van resterende inhoudstoffen, naar analogie van de oregano. Natuurlijk bevat het restmateriaal van de vier gewassen lignine-celluloses en fenolische componenten. Voor zover bekend gaat het echter niet om verbindingen met een bekende biologische activiteit in economisch winbare hoeveelheden.



3 Teelt oogst en distillatie

3.1 Productiegegevens van de vier gewassen

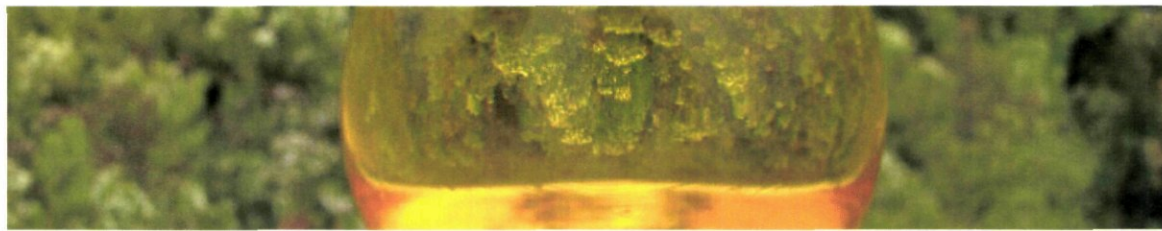
In het kader van dit project zijn op het perceel G100, aan de Noordzijde langs de Edelhertweg, de vier etherische oliegewassen op semicommerciële schaal geteeld. Van de gewassen bonenkruid en tijm, waarvan een beperkte biomassaproductie werd voorzien, ieder een oppervlakte van 7200 m² (0,72 ha) en van de beide andere gewassen (Tagetes en zomerkarwij) elk 5000 m² (0,5 ha). Zaaizaad werd in maart/april bij verschillende firma's aangeschaft. Op 14 april werd de grond zaaiklaar gemaakt. Alle vier de gewassen werden op 16 april ingezaaid met een 4,5 meter brede Accord pneumat zaaimachine. Hiermee werden, per werkgang, drie bedden van 1,5m. breedte gezaaid. In tabel 2 zijn de belangrijkste teelttechnische gegevens en werkzaamheden gedurende het seizoen samengevat. Hierna wordt de teelt en de productie van de vier gewassen afzonderlijk toegelicht.

Tabel 2. **Belangrijkste teeltgegevens gewassen Pilot Plantaardige etherische oliën, PPO 2008.**

| | Bonenkruid | Tijm | Tagetes | Zomerkarwij |
|------------------------------------|------------------|-------------------|-----------------------------|------------------|
| Zaadleverancier | Hem Zaden | Enza Zaden Dld. | Vreeken's Zaden | PRI |
| Evt. ras/selectie | Midget | Deutscher winter | n.v.t. | Karzo |
| Zaadatum | 16-4 | 16-4 | 16-4 | 16-4 |
| Zaaizaadhoeveelheid | 10 kg/ha | 3 kg/ha | 3 kg/ha | 7 kg/ha |
| Zaadiepte | 1 cm | 1 cm | 1 cm | 2-3 cm |
| Regelafstand | 12,5 cm | 12,5 cm | 25 cm | 25 cm |
| Onkruidbestrijding na zaai | - | - | Goltix | Linuron |
| Onkruidbestrijding voor opkomstpk. | 'Afbranden' 25-4 | 'Afbranden' 25-4 | 'Afbranden' 25-4 | 'Afbranden' 25-4 |
| Eerste opkomst | 26-4 | 5-5 | 28-4 | 5-5 |
| Goed te 'rijen' | 5-5 | 12-5 | 7-5 | 7-5 |
| Bemesting | ? | ? | ? | ? |
| Chemische onkruidbestrijding | 21/5 | 30/5, 16/6, 13/8 | 29/5 | 30/5 |
| Handmatige onkruidbestrijding | 17/6 | - | 19/6 | 19/6 |
| Mechanische onkruidbestrijding | - | maaïen onkr. 21/7 | schoffelen, 9/6 | schoffelen, 9/6 |
| Monsternames + labdistillatie | 15-7, 30-7, 5-8 | 22-10, 17-11 | 11-8, 18-8, 25-8, 29-8, 1-9 | 25-8, 29-8, 1-9 |
| Gewaslengte bij oogst | 50 cm | 15-20 cm | 300 cm | 110 cm |
| Praktijkoogst en -distillatie | 5-8 | n.v.t. | 1-9 | 1-9 |
| Eindoogst | n.v.t. | n.v.t. | 23-10 (biomassa) | 27-9 (zaad) |

3.1.1 Teelt en productie Bonenkruid

Uit navraag bij zaadfirma's bleek dat bij bonenkruid (*Satureja hortensis*) wel een aantal dwerg- en siervarianten bestaan maar dat er bij de selectie niet gekeken wordt naar oliegehalte of -opbrengst. Van door een Duitse onderzoeksinstituut specifiek voor de oliewinning ontwikkelde (carvacrolrijke) selecties, was (uit concurrentie overwegingen) geen zaaizaad beschikbaar. Daarom werd gekozen voor zaaizaad van



een standaard, relatief hoog opgaande selectie (met de naam Midget), die voor de kruidenteelt het meest geëigend is.

Kieming en opkomst van het bonenkruid verliep snel. Tien dagen na inzaai was de eerste opkomst zichtbaar, en na nog eens 10 dagen waren de kiemplantjes op de zaaieregels goed te 'rijen'. De groei verliep verder voorspoedig. De regelafstand van 12,5 cm zorgde weliswaar voor een snelle grondbedekking (eind mei) maar deze 'concurrentiekracht' was toch onvoldoende om onkruiden als melden en herderstasjes voldoende te onderdrukken. Ook de chemische onkruidbestrijding, toegepast op 21 mei, bleek daarvoor niet afdoende. Half juni werden deze onkruiden, die inmiddels boven het bonenkruid uit begonnen te steken, eenmalig handmatig verwijderd. Vanwege de nauwe regelafstand kon niet worden geschoffeld. Het gewas ontwikkelde zich met stevige, nauwelijks vertakte, rechtopgaande hoofdstengels met smalle ovaalvormige puntige blaadjes. Begin juli, bij een gewaslangte van 30-40 cm was de eerste bloei, in de vorm van kleine paarsblauwe bloempjes zichtbaar.

Half juli (15/7) werd, voor een oriënterende bepaling van de gewasopbrengst en het oliegehalte, een eerste gewasmonster van 2 x 0,5m² gesneden en gedestilleerd. Opvallend was de hoge plantdichtheid en het stengelige karakter van het gewas. Op basis van deze monsters lag de berekende verse gewasopbrengst op 21,4 ton per hectare. Stoomdestillatie in het lab liet een oliegehalte van 0,17% zien zodat er op dat moment een theoretische olieopbrengst van 36 liter olie/ha aanwezig was.

Verwacht werd dat de bloei-intensiteit nog zou toenemen, maar dat gebeurde eigenlijk niet. Er was sprake van doorbloei waarbij er een evenwicht leek te bestaan in vorming van nieuwe bloempjes en uitbloei/verlies van voorgangers, in een nog geleidelijk langer wordend gewas. Op 30 juli gaf een gewasmonster bij distillatie in het lab een oliegehalte van 0,10%. Besloten werd om de praktijkooft niet lang meer uit te stellen. Op 5 augustus werd het gewas 's ochtends met de PPO-zwadmaaier gemaaid. Na één uurtje in het zwad gelegen te hebben, gaf labdistillatie van een gewasmonster een oliegehalte van 0,14% aan. 's Middags werd, volgens de gebruikelijke oogst- en distillatiemethodiek bij Oregano, een oogstcontainer met gehakseld bonenkruid gevuld en direct daarna gedestilleerd.

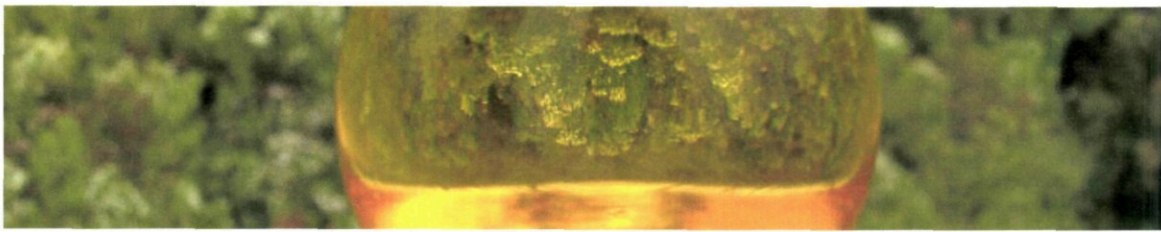
Een gehakseld monster, gedestilleerd in het lab wees op een gehalte van 0,09%. De praktijkdistillatie van een container gevuld met 5895 kg bonenkruid resulteerde in 6 liter olie, ofwel een oliegehalte van 0,10 procent. In tabel 3 zijn de tussen- en eind-oogst gegevens van de bonenkruid monsternames en praktijkdistillatie weergegeven.

Tabel 3. **Oogstgegevens Bonenkruid-teelt, Pilot etherische oliën, PPO 2008.**

| Datum | Olie v/g% | Ds% | Bijzonderheden |
|------------------|---|-----------|--|
| 15/7 | 0,17 | 20,5 | Opbrengst 21,4 t/ha, 36,4 L olie |
| 30/7 | 0,10 | | |
| 5/8-labmonsters | 0,14 | 20,4/20,7 | Na één uurtje op het zwad |
| | 0,091 | | Gehakseld materiaal container |
| 5/8-praktijkooft | 5895 kg; 2:10uur; 6 liter; 0,10% | 24,6 | Opbrengst: 30560 kg/ha, 30,56 L olie/ha |

Hoewel de oliegehaltes, bepaald aan monsters in het lab, een wat wisselend beeld gaven lijkt de praktijkooft iets te laat te hebben plaatsgehad. Het kan zijn dat er bij het hakselen wat bladmateriaal en (dus) olie verloren is gegaan. Ondanks een forse toename in gewasopbrengst, van half juli naar begin augustus (van 21,4 naar 30,5 ton/ha!) wordt in de praktijkooft, vanwege een afname van het oliegehalte, een lagere olieopbrengst behaald (30,5 in plaats van 36,4 L/ha).

Een gewasopbrengst van 30,5 ton per hectare is voor bonenkruid opmerkelijk hoog. Dit bevestigt het beeld



dat het hier gaat om een relatief lange (± 50 cm) stengelige, laaggehaltige, bonenkruidselectie bij een hoge standdichtheid, die te laat geoogst is.



Foto 1. **Bonenkruid.**

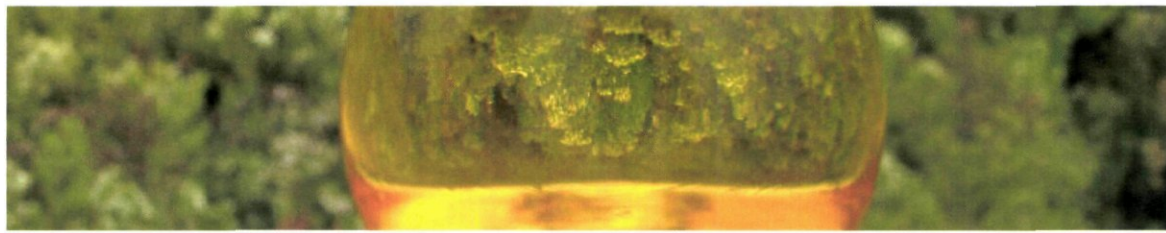
3.1.2 Teelt en productie Tijm

Bij de tijm werd uitgegaan van de welbekende bladrijke donkergroene Duitse wintertijm variëteit (Thymian, Deutscher Winter) die in de akkerbouwmatige kruidenteelt, ook bij éénjarige teelt vanuit zaaizaad, normaal gesproken tot goede producties komt.

De opkomst was, waarschijnlijk door een wat te diepe zaai, wat onregelmatig (ook per zairegel verschillend) en strekte zich uit over een periode van 18-30 dagen na zaai. Door de van tijm bekende trage begingroei, en de geringe concurrentiekracht van de zich langzaam ontwikkelende kiemplanten, kreeg het op dit perceel massaal kiemende onkruid alle kans. Straatgras, melden en herderstasje ontwikkelden zich voorspoedig en zonder ogenschijnlijke last van de herhaalde herbicidenbespuitingen. Half juni leek de strijd met het onkruid verloren. Door een inzet van een onkruidstrijker (tweemaal) werden in een laatste poging de inmiddels hoog opgaande melden en herderstasjes selectief met het herbicide glyfosaat behandeld en gedood. Door in juli de afgestorven onkruidmassa met een klepelmaaier stuk te slaan, kregen de nagenoeg verstikte tijmplantjes eronder weer licht en ruimte noodzakelijk om de groei te kunnen voortzetten. Ondanks het gegeven dat tijm altijd pas laat op gang komt en in september en oktober nog enorm kan groeien, kon de aan het begin van het seizoen opgelopen groeivertraging in de laatste maanden niet meer worden goedge maakt.

Gezien de voorziene late oogst van tijm was er al rekening mee gehouden dat dit gewas, doordat de 'oregano-campagne' tegen die tijd immers al ten einde zou zijn, niet praktischmatig (gehakseld en gedestilleerd in een oogstcontainer) verwerkt zou kunnen worden.

Om toch een opbrengstbepaling te doen werd op 22 oktober met een speciale proefveldoogstmachine, op drie plaatsen in het veld, een strook van 10 x 1,5 meter (15 m²) tijmgewas gemaaid. Gemiddeld werd hieruit een verse gewasopbrengst van 4,45 T/ha tijm berekend. Het oliegehalte bepaald direct na de oogst



in het lab bedroeg bij stoomdistillatie 0,3%, waardoor een olieopbrengst van 14,7 liter per hectare kon worden berekend. In tabel 4 zijn deze oogstgegevens van de tijmteelt weergegeven.

Tabel 4. **Oogstgegevens tijmteelt, Pilot etherische oliën, PPO 2008.**

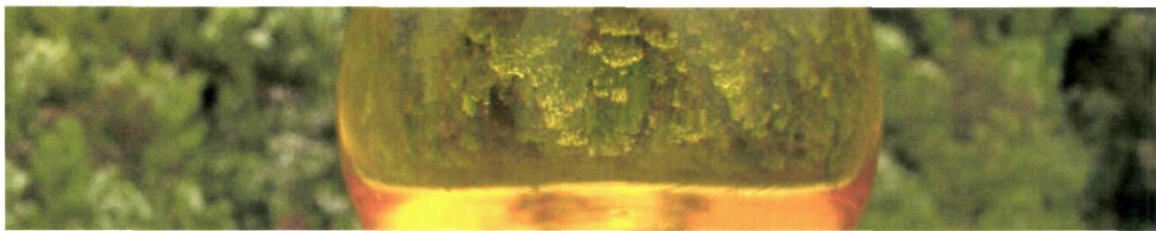
| Datum | Olie v/g% | Ds% | Bijzonderheden |
|-------------------------------|------------------------|-------------------|---|
| 22 okt. 3 x 15 m ² | 0,3% olie | 33,9/34,6 | Opbrengst: 4450 kg/ha, 14,7 L olie/ha |
| 17/11, ingedroogd | (gem. van 4x) 0,76% | 88% 49,5% blad | 2,5x indroging evenredig aan 2,5x toename oliegehalte; geen olieverlies, geen olieformatie. |

Na bijna een maand in de schuur te hebben gelegen werd op 17 november het resterende tijmkruid, in de labinstallatie, gedestilleerd om daarmee een wat grotere hoeveelheid tijmolie te verkrijgen. De gedurende een maand langzaam ingedroogde massa had inmiddels een drogestofgehalte van 88% bereikt. Omdat het oliegehalte evenredig was opgelopen tot 0,76%, kan geconcludeerd worden dat er tijdens de bewaring geen olieformatie noch olieverlies heeft plaatsgemaakt.

De in deze teelt behaalde gewasopbrengst van 4,45 ton/ha verse tijm is uitzonderlijk laag. Dit is te wijten aan de enorme onkruidbezetting van het betreffende perceel en de moeite die het gaf om dit onkruid efficiënt te bestrijden. Hierdoor werd de groei van de tijm twee maanden stilgelegd, een productieverlies wat in de periode nadien onmogelijk kon worden goedgemaakt. In vergelijkbare tijm kruidenteelten zijn gewasopbrengsten van 25-30 ton/ha mogelijk. Bij een oliegehalte van 0,3%, kunnen dan opbrengsten van 75-90 L/ha tijmolie worden behaald.



Foto 2. **Tijm.**



3.1.3 Teelt en productie Tagetes

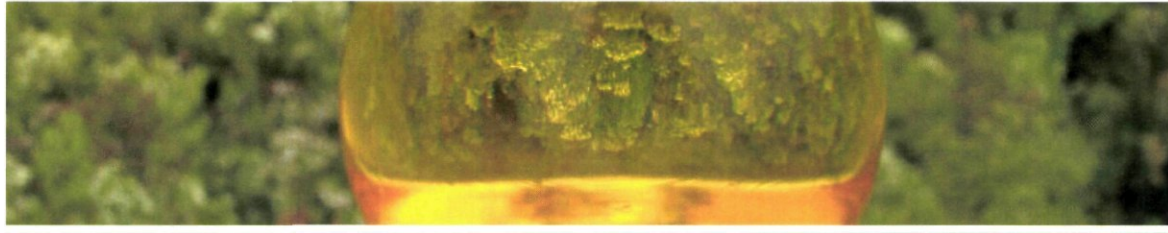
Zaaizaad van de specifieke afrikaantjessoort *Tagetes minuta* werd betrokken bij een Nederlandse zaadfirma. Met de teelt van afrikaantjes, als groenbemester en ter bestrijding van het wortellesieaaltje Pp, is in Nederland de nodige ervaring opgedaan. Al gaat het daarbij om een andere soort, namelijk de *Tagetes patula*, voor de primaire teeltgegevens (zaaizaadhoeveelheid, rijenafstand en chemische onkruidbestrijding) werd voor teelt van *Tagetes minuta* op de bestaande kennis voortgebouwd. Zo werd een regelafstand van 25 cm, en een zaaizaadhoeveelheid van 3 kg/ha, aangehouden.

De *Tagetes* werd, vanuit praktisch oogpunt, gelijktijdig met de andere gewassen op 16 april gezaaid. Met de eerste opkomst op 28 april en goed zichtbare regels op 7 mei verliep de kieming snel. Toch is met de vroege inzaai een risico gelopen, gezien de grote gevoeligheid van *Tagetes* voor nachtvorst. Gedurende enkele koude nachten begin mei leken er inderdaad kiemplantjes te zijn beschadigd en weggefallen, maar midden mei stond er een mooi regelmatig bestand met planten van rond 2-3 cm. Daarna leek de bovengrondse groei enkele weken nagenoeg stil te staan. Omdat de *Tagetes* op 25 cm regelafstand gezaaid was, kon er begin juni een keer machinaal geschoffeld worden. Ondanks de toegepaste chemische en mechanische onkruidbestrijding kwamen er in juni meldes boven het gewas uit. Deze werden eenmalig handmatig verwijderd. Half juni begon het gewas ineens goed te groeien, begin juli had het een lengte van 60 cm, begin augustus was er een robuust massief gewas ontstaan van ruim een meter (130 cm op 1 augustus). De puur vegetatieve groei zette zich voort, de verwachte bloemvorming bleef volledig achterwege en dat bleef ook zo gedurende de rest van het seizoen (tot eind oktober).

Bij een eerste monstername (van 2 x 0,5 m) op 11 augustus werd een gewasopbrengst berekend van rond de 50 ton vers per hectare met een oliegehalte van 0,12% (theoretisch 60 liter olie/ha). In de tusseenogsten nadien, bij een ondertussen in de lengte nog doorgroeïend gewas, bleek het oliegehalte licht af te nemen. Omdat er echt geen bloei meer te verwachten was, en het gewas inmiddels een lengte van 2,40 meter had bereikt, werd op 1 september de praktijkogst uitgevoerd. Zwadmaaien en voordrogen op het veld was gezien de gewaslengte technisch niet mogelijk. Het gewas werd met een maishakselaar direct van stam gehakseld en in de ernaast rijdende oogstcontainer gespoten. De gewasmasa was zodanig groot dat met een werkgang van 4,5 x 200 meter en 4,5 x 36 meter kopakker de container gevuld was met 5675 kg product. Omgerekend komt dit neer op een opbrengst van 53,4 ton vers per hectare. Het drogestofgehalte van het oogstproduct bedroeg 18,5%. Lab distillatie van een gehakseld oogstmonster kwam uit op 0,08% olie, de praktijkdistillatie resulteerde in 4 liter olie, ofwel een oliegehalte van 0,07%. In tabel 5 zijn de tussen- en eindogst gegevens van de *Tagetes* monsternames en de praktijkdistillatie weergegeven.

Tabel 5. Oogstgegevens *Tagetesteelt*, Pilot etherische oliën, PPO 2008.

| Datum | Olie v/g% | Ds% | Bijzonderheden |
|-----------------------------|--|------|---|
| 11/8 | 0,12 | | Opbrengst ±50 t/ha, 60 l olie |
| 18/8 | 0,09 | 20,4 | 33,7% blad (ds-basis) |
| 25/8 | 0,10 | 19,7 | ±75 t/ha, 29,2% blad (ds-basis) |
| 29/8 | 0,08 | 18,3 | 240 cm lang, 30,3% blad (ds-basis) |
| 1/9-container-monsters lab. | 0,07 | 19,3 | Opbrengst ±60 t/ha, 42 l olie, |
| | 0,09 | 17,8 | resp. 30,8% 33,4% blad (ds-basis) |
| 1/9-praktijkogst | 5675 kg; 2:10uur; 4 liter; 0,07% olie | 18,5 | Opbrengst: 53437 kg/ha, 37,4 L olie/ha |
| 22/9 | Blad; 0,23% Stengels; 0% | = | Blad%-vers; 26,7/27,0/33,2 Ds-%: bld:20,2/steng:21,5/tot:19,9% |
| 23/10-oogst biomassa | tot. 0,08% olie Blad: 0,2%, | | totaal gehakseld: 58796 kg/ha 47,0 L olie/ha Blad%-vers: 26,2 |



| | | | |
|--|--|--|---------------------------------------|
| | | | Ds-%: bld:25,3/stengel:24,4/tot:24,5% |
|--|--|--|---------------------------------------|

Verassend was dat dit, van oorsprong Zuid-Amerikaanse, gewas onder Nederlandse omstandigheden (waarschijnlijk als gevolg van de langere daglengte) niet tot bloemvorming kwam. De *Tagetes minuta* bleef vegetatief doorgroeien en produceerde een enorme gewasmassa met een beperkt drogestofgehalte en een laag oliegehalte. Gedurende de tijd, vanaf de eerste monsternamen op 11 augustus, loopt het oliegehalte langzaam terug. Zoals door een monsternamen op 22 september wordt bevestigd zit de olie vrijwel uitsluitend in het blad, terwijl het bladpercentage slechts 30% van de plant uitmaakt.

Bij de praktijkdistillatie zakte veel vocht (water uit het product en/of gecondenseerde stoom) naar de bodem van de container. Toch komt de gerealiseerde olieproductie nagenoeg overeen met het in het lab bepaalde gehalte. Voor een beperkte opbrengst van slechts 37 liter olie/ha moet een enorme gewasmassa verwerkt worden met een laag oliegehalte. Voordrogen op het veld van de gewasmassa had het rendement van de distillatie wellicht kunnen verbeteren maar is technisch lastig. Wat voornamelijk ontbrak is bloei waardoor de vegetatieve groei gestopt zou zijn, de biomassa beperkter zou zijn gebleven en het oliegehalte waarschijnlijk hoger was geweest. In de literatuur worden gehalten van 0,8% gemeld, waarbij het gaat om oliedistillaties van alleen het blad en de bloemen.

Vanwege de spectaculaire groei van het gewas werd het resterende deel van het perceel gehandhaafd om te zien wat de uiteindelijke biomassaproductie zou kunnen bedragen. (zie foto 3). Uiteindelijk werd het gewas op 23 oktober, bij een lengte van 3 meter verhakfeld. De biomassa opbrengst werd vastgesteld op 58,8 ton/ha vers. Bij een drogestofgehalte van 24,5% komt dit neer op 14,4 ton drogestof/ha. In de laatste twee groeimaanden bleek het oliegehalte verrassend genoeg niet gedaald te zijn. Een labdistillatie kwam uit op 0,08% waardoor theoretisch 47 liter olie per hectare gewonnen had kunnen worden.



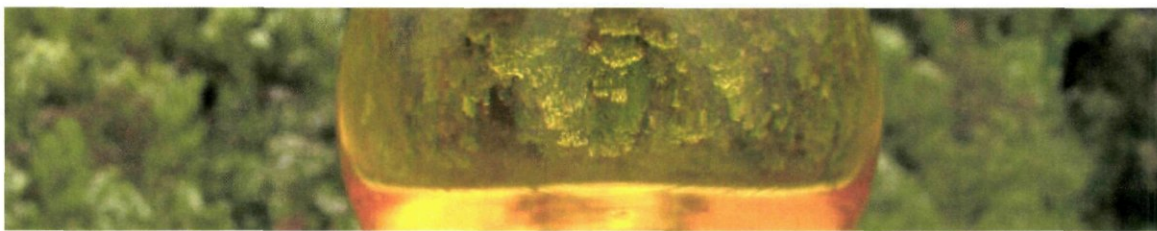
Foto 3. **Spectaculaire groei.**



Foto 4. **Tagetes.**

3.1.4 Teelt en productie van eenjarige (zomer-)karwij

Bij de karwij werd uitgegaan van zaai van het, in de negentiger jaren door PRI geselecteerde, eenjarige karwijras Karzo. Omdat het ras niet commercieel door een zaadfirma wordt vermarkt werd zaai van PRI. De teelt werd uitgevoerd op basis van eerder opgedane ervaring. Er werd 7 kg zaai per hectare gezaaid bij een regelafstand van 25 cm. Om een wat regelmatige opkomst te bevorderen werd dit relatief grovere zaai wat dieper gezaaid dan de andere gewassen (2,5 cm). Na zaai werd een bodemherbicide (Linuron) toegepast. De kieming en opkomst verliepen zoals verwacht. De opkomst strekte zich over enkele dagen uit, grofweg tussen 5 en 8 mei. De chemische onkruidbestrijding was effectief. Bij een gewaslengte van 10 cm (begin juni) werd eenmaal machinaal geschoffeld, daarna trok het gewas snel dicht.



Tweede helft juli, bij een gewaslengte van ± 90 cm, begon de bloei van de hoofdschermen. Door het relatief vochtige groeizame weer hield de vegetatieve groei, met de vorming van zijschermen, aan. Het gewas nam nog slechts weinig in lengte toe maar werd in de bovenste gewashelft gevuld met secundaire en tertiaire zijschermen.

De bedoeling was om de gewastoppen met nog onrijpe zaden te oogsten. Door de aanhoudende doorbloei vond in de hoofdschermen reeds zaadvorming en zaadverkleuring plaats (begin augustus) terwijl de vele zijschermen nog maar deels uitgebloeid waren. Bepaling van het juiste oogsttijdstip was daardoor lastig. Toen de bloei beëindigd was (en het zaad in de hoofdschermen al nagenoeg rijp) werden op 25 augustus de eerste gewasmonsters ($2 \times 0,5 \text{ m}^2$) gesneden. Het oliegehalte was 0,24% en de berekende olie opbrengst kwam uit op 100 L/ha. Vrij snel daarna (1 september op dezelfde dag als de Tagetes) vond de praktijkooft en -distillatie plaats. Met het oog op zaadverliezen lag het niet voor de hand om het gewas in het zwad te maaien en te laten velddrogen. Het gewas werd direct van stam met een maïshakselaar verhakseld en in de ernaast rijdende (stoom-)container gespoten. Omdat het gewas hier en daar wat ineengezakt was, en de zaadschermen over het gehele gewas verdeeld, moest nagenoeg het volledige gewas geoogst worden en bleef slechts een beperkte stoppel van ± 25 cm staan. Omgerekend naar oppervlakte was de verse gewasopbrengst 17 ton per ha, met een drogestofgehalte van rond de 30%.

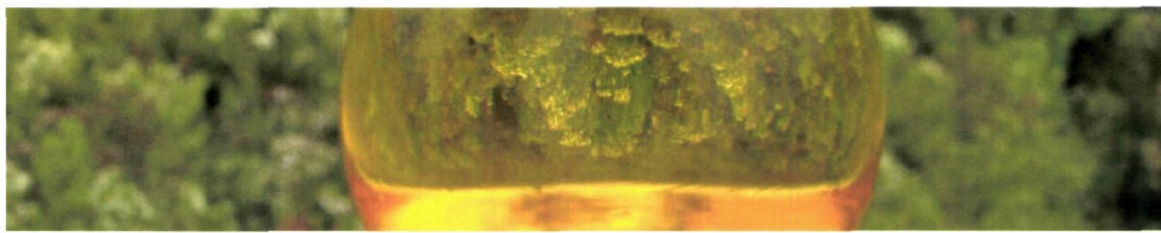
Terwijl een containermonster bij labdistillatie niet meer dan 0,26% olie bevatte, kwam de praktijkdistillatie uit op een gehalte van 0,4% olie. Dit komt dit neer op een olieopbrengst van 68 liter per hectare. In tabel 6 zijn de tussen- en eindooft gegevens van de zomerkarwij teelt en de praktijkdistillatie weergegeven.

Tabel 6. Oogstgegevens eenjarige (zomer-)karwij teelt, Pilot etherische oliën, PPO 2008.

| Datum | Olie v/g% | Ds% | Bijzonderheden |
|--|---|-----------|--|
| 25/8 | 0,24 | 26,8 | Opbrengst ± 42 t/ha, 100 l olie |
| 29/8 | 0,23 | 31,4 | Opbrengst ± 18 t/ha, 41 l olie |
| 1/9-labmonsters | 0,22 | 32,1 | Opbrengst ± 19 t/ha, 42 l olie |
| | 0,21 | 31,0 | 33,4% blad (ds-basis) |
| Containermonster | 0,26 | 30,2 | |
| 1/9-praktijkooft | 3055 kg; 2:10uur; 13 l; 0,4% olie | 30,2 | Opbrengst: 16972kg/ha, 67,9 L olie/ha |
| 22/9 | 0,27% | 46% | |
| Praktijkzaadoogst 27/9, dest. 29/9; | 1,7%. | 76%/74,9% | |
| Zaad na drogen/ schonen 2/12 | 2,2% olie | 90% | berekende zaadopbrengst 1590 kg/ha 35 L olie/ha |

Uit de lab bemonsteringen lijkt het er op dat de praktijkooft mogelijk wat eerder had moeten worden uitgevoerd. De bij de praktijkooft geoogste gewasmassa is minder dan bij de monsternames. Dit komt door indroging en doordat hoger geoogst is. Het bij de praktijkdistillatie gerealiseerde oliegehalte is (met 0,4%) verassend goed, waardoor de olieopbrengst per hectare op een redelijk niveau uitkomt. Toch zijn er verliezen opgetreden. Door de langdurige doorbloei is er zaad van de hoofdschermen voortijdig uitgevallen of bij de oogst verloren gegaan. Dit kon geconcludeerd worden uit de aanzienlijke hoeveelheid opslag (kiemplantjes) die eind september op het geoogste perceel zichtbaar waren. Omdat de etherische olie alleen in het zaad aanwezig is, gaat er door zaaduitval/zaadverlies fysiek olie verloren.

Eind september (27/9) werd van het resterende deel van het perceel het zaad geoogst. Met de maaidorser werd direct van stam gedorst. Het zaad (inclusief verontreinigingen 75% drogestof) werd direct met lucht nagedroogd. Na droging en schoning werd een zaadopbrengst van 1590 kg/ha berekend en een



oliegehalte van 2,2% vastgesteld. Dit resulteert in een olieopbrengst van slechts 35 L/ha. Het oliegehalte van het zaad, in vergelijking met wat gebruikelijk is voor karwij, laag. Daarnaast is, naar de eind oogst toe, hoogstwaarschijnlijk een aanzienlijk deel van het zaad door uitval verloren gegaan. In combinatie leidt dit tot een teleurstellende olieopbrengst. De veronderstelling dat bij karwij een schermoogst, en distillatie van een nog niet afgerijpt veldgewas, voor de winning van olie (het verkrijgen van een redelijke olieopbrengst) de voorkeur heeft wordt hiermee bevestigd.

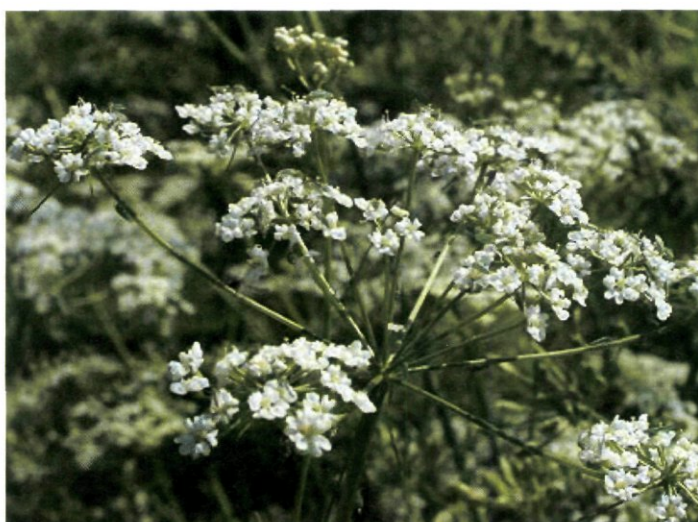


Foto 5. **Karwij.**

3.1.5 Conclusies Productiegegevens

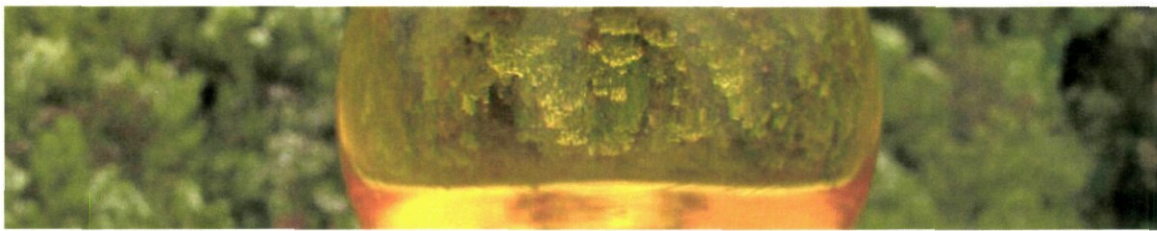
In tabel 7 zijn de oogstresultaten van de vier teelten samengevat. Met uitzondering van de tijm, ligt de biomassaproductie op een goed, bij Tagetes zelfs op een extreem hoog, niveau. De oliegehaltenes en de olieopbrengsten vallen echter tegen. Uitgaande van een veldgewas met een redelijke biomassaproductie en gehalte, mag verwacht worden dat de olieopbrengst in de richting van 100 L/ha kan gaan. Alleen de productie van zomerkarwij komt in de buurt van eerdere gehaalde (of op basis van monsters berekende) olieopbrengsten.

Tabel 7. **Samenvatting gewas- en olieopbrengsten teelten, Pilot etherische oliën, PPO 2008.**

| Gewas | Biomassa Vers/ha | Oliegehalte v/g% | Olieopbrengst L/ha |
|---------------|------------------|------------------|--------------------|
| Bonenkruid | 30560 | 0,10 | 30,56 |
| Tijm | 4450 | 0,30 | 14,70 |
| Tagetes | 53437 | 0,07 | 37,40 |
| (zomer)Karwij | 16972 | 0,40 | 67,90 |

Alle vier de gewassen zijn onder Nederlandse klimaat- en teeltomstandigheden te produceren. Bij Tagetes was er geen rekening mee gehouden dat de plant bij onze daglengte slechts vegetatief blijft, en niet tot bloei komt. De gewaslengte maakte zwadmaaien en velddrogen onmogelijk, waardoor de gehele verse biomassa moest worden gedestilleerd.

Omdat de stengels van Tagetes geen etherische olie bevatten en bloei totaal ontbrak, kwam het oliegehalte extreem laag uit. Zelfs de grote hoeveelheid biomassa kon dit niet tot een redelijke olieopbrengst 'compenseren'.



Het bonenkruid heeft een goede opbrengst gehaald, maar het oliegehalte is te laag, waarschijnlijk omdat zaaizaad van een niet op oliegehalte geselecteerd type is gebruikt.

Bij de tijm viel juist de biomassaproductie tegen bij een overigens aanvaardbaar oliegehalte. Bij een normaal te behalen productieniveau (tot 25 t/ha) mag een goede olieopbrengst verwacht worden (in de richting van 100 L/ha).

Het opbrengstniveau van de karwij is redelijk. Wanneer de afrijping gelijkmatiger was geweest en daarmee zaadverliezen hadden kunnen worden vermeden, had de olieopbrengst wat hoger kunnen uitvallen (richting de 90 L/ha).

3.1.6 Globale inschatting teeltkosten

De toegerekende (directe) teeltkosten van de gewassen liggen in de range van € 500-€ 800/ha. Bij een gemiddeld gelijke (en beperkte) inzet van meststoffen en bestrijdingsmiddelen worden de verschillen in teeltkosten tussen de gewassen voornamelijk bepaald door de kosten van het zaaizaad. Deze kosten liggen voor tijm en Tagetes met respectievelijk € 300,= en € 225,= per ha, aanzienlijk hoger dan bij bonenkruid (€ 70,-) en zomerkarwij (€ 100,-). De teeltkosten van bonenkruid en zomerkarwij komen met € 500,=/ha daarmee iets lager uit dan bij graanteelt (teeltkosten € 570,=), terwijl ze voor Tagetes en tijm hoger liggen (rond € 800/ ha). Tabel 8 geeft een globaal overzicht van de teeltkosten.

Tabel 8. **Globale toegerekende (directe) teeltkosten.**

| Gewas | (directe) teeltkosten |
|---------------|-----------------------|
| Bonenkruid | € 500,- |
| Tijm | € 800,- |
| Tagetes | € 800,- |
| (zomer)Karwij | € 500,- |

De teelten zijn goed gemechaniseerd uit te voeren. De oogst, het zwadmaaien en/of het verhakselen van het gewas direct in de oogstcontainer vereist specialistische apparatuur waarin, naar analogie van de contracten voor de oreganoteelt, de verwerker zou moeten voorzien (zoals deze ook de verwerking/distillatie uitvoert). Op deze manier zijn de mechanisatiekosten beperkt, al zullen die dan in een lagere vast te stellen uitbetalingsprijs per liter olie verdisconteerd worden.

De onkruidbestrijding vormt het grootste punt van aandacht. De trage begingroei van de gewassen (met name tijm en Tagetes) en de beperkte mogelijkheden voor de inzet van chemische onkruidbestrijdingsmiddelen kunnen, zeker op percelen met een aanzienlijke onkruiddruk en bij ongunstige weersomstandigheden in het teeltseizoen, voor aanzienlijke onkruidproblemen zorgen. Deze kunnen niet altijd en volledig machinaal, met schoffelapparatuur, te lijf worden gegaan. Bij de teelt van deze kruidengewassen moet bij de onkruidbestrijding gerekend worden met inzet van enig handwerk. Dit kan zijn in de vorm van het hakken van onkruiden in de eerste fase van de teelt, tot het plukken van onkruiden die in een latere fase boven het gewas uitkomen. Soms kan de arbeidsbehoefte daarvoor fors zijn en de inzet van meerdere personen in een kort tijdsbestek vergen.

3.1.7 Oogst- en verwerkingskosten

De oogst- en verwerking wordt met specialistische apparatuur (zwadmaaier, hakselaar, distillatiecontainer op carrier, en de stoomdistillatieunit) naar analogie van de oreganoteelt uitgevoerd (zie foto 6 en foto 7). De schaalgrootte (areaal, afschrijvingen investeringen installatie) zijn bepalend voor het aandeel vaste kosten.

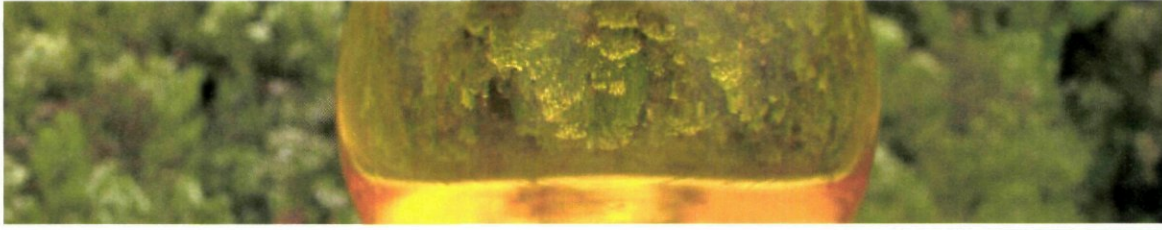
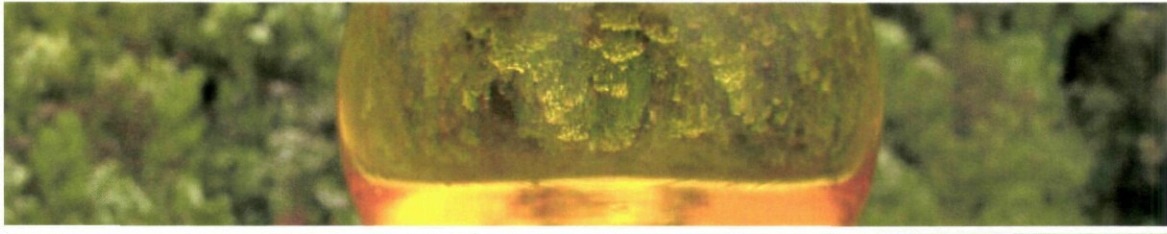


Foto 6. **Mechanische oogst.**



Foto 7. **Uitstomen van het product na distillatie.**

De variabele kosten zijn echter verreweg het belangrijkste. Er zijn berekeningen gemaakt waarbij de kosten van de oogst, handling en stoomdistillatie zo'n € 350,-/container kost. Omdat deze kosten ongeacht het oliegehalte van het oogstproduct gelijk liggen, is de hoeveelheid olie die per charge/container gedestilleerd wordt, bepalend voor de verwerkingskosten per liter of kg olie. Tabel 9 geeft de verwerkingskosten van de praktischmatig geoogste en destilleerde gewassen. Voor tijd, dat slechts in het lab werd gedestilleerd is een schatting gemaakt er vanuit gaande dat bij de behaalde lage opbrengst de gewasmassa van 1 hectare in één container verwerkt kan worden (kosten € 350,-).



Tabel 9. **Oogst en verwerkingskosten.**

| Gewas | Biomassa/ container | Olieopbrengst L/ container | Verwerkings- kosten/L olie | Olieopbrengst L/ha | Verwerkings- kosten/ha |
|---------------|------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------|---------------------------|
| Bonenkruid | 5895 | 6 | 58 | 31 | 1798 |
| Tijm* | 4450 | 14 | 25 | 14 | 350 |
| Tagetes | 5675 | 4 | 88 | 37 | 3256 |
| (zomer)Karwij | 3055 | 13 | 27 | 68 | 1836 |

*Schatting, zie tekst

Bij de relatief lage olieopbrengsten die per container gerealiseerd zijn liggen de verwerkingskosten per liter en hectare onacceptabel hoog. Het geeft aan dat het belangrijk is om het product onder gunstige weersomstandigheden te zwadmaaien en te laten voordroegen op het veld. Zo wordt de te verwerken biomassa beperkt en kan het distillatierendement (opbrengst per charge, bij dezelfde kosten) fors worden verhoogd.

3.2 Kwaliteitsbepaling en marktpotentie geproduceerde oliën

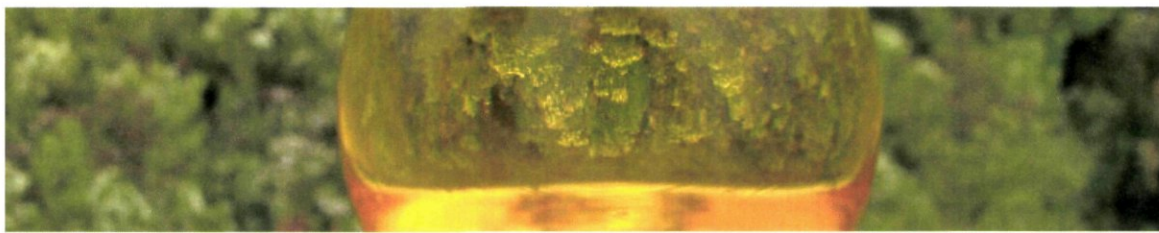
3.2.1 Kwaliteit en marktpotentie Bonenkruidolie

Tabel 10a geeft een overzicht van de componenten samenstelling, middels GasChromatografische (GC-MS) analyse bepaald door Newe Ya'ar/ARO in Israel, van de bonenkruid olie zoals door PPO gedestilleerd met het praktijk container-distillatie systeem.

Tabel 10a. **Componenten-analyse Bonenkruidolie PPO-praktijk 2008.**

| Bonenkruid-Container | % in oil | Bonenkruid-Container (vervolg) | % in oil |
|----------------------|-------------|------------------------------------|-------------|
| a-Thujene | 0.8 | para-Cymen-8-ol | 0.1 |
| a-Pinene | 0.6 | a-Terpineol | 0.2 |
| Camphene | 0.1 | cis-Dihydro carvone | 0.1 |
| b-Pinene | 0.3 | Carvacrol, methyl ether | 0.1 |
| 1-Octen-3-ol | 0.1 | Thymol | 0.8 |
| Myrcene | 1.1 | Carvacrol | 58.3 |
| 3-Octanol | Traces | Eugenol | Traces |
| a-Phellandrene | 0.2 | Carvacrol acetate | 0.2 |
| d-3-Carene | 0.1 | (E)-b-Damascenone | Traces |
| a-Terpinene | 2.2 | (E)-Caryophyllene | 3.0 |
| para-Cymene | 8.2 | a-trans-Bergamotene | 0.1 |
| Limonene | 0.2 | Aromadendrene | 0.1 |
| b-Phellandrene | 0.1 | a-Humulene | 0.2 |
| 1,8-Cineole | Traces | Viridiflorene | 0.2 |
| (E)-b-Ocimene | 0.1 | b-Bisabolene | 3.4 |
| g-Terpinene | 17.0 | d-Cadinene | Traces |
| Cis-Sabinene hydrate | Tr | b-Sesquiphellandrene | Traces |
| Terpinolene | 0.1 | Unknown sesquiterpene hydrocarbone | 0.3 |
| para-Cymenene | Tr | Spathulenol | 0.1 |
| Linalool | Tr | Caryophyllene oxide | 0.5 |
| Borneol | 0.2 | Total (%) | 100 |
| Terpinen-4-ol | 0.7 | | |

In de literatuur worden grote verschillen beschreven in de samenstelling van de etherische olie van eenjarige



Bonenkruid (*Satureja hortensis*) uit diverse herkomstlanden, zoals Turkije, Polen, Italië, Joegoslavië. Tabel 10b geeft de gehalte-marges van de hoofdcomponenten zoals gevonden in de literatuur en de gehalten in de olie zoals geproduceerd bij PPO.

Tabel 10b. **Vergelijking gehalten hoofdcomponenten Bonenkruidolie literatuur en PPO.**

| Oliecomponent | % olie literatuur | % olie PPO |
|-------------------|-------------------|------------|
| Carvacrol | 53 - 66 | 58.3 |
| Gamma – terpinene | 32 - 36 | 17.0 |
| p-cymene | 4 - 12 | Sporen |
| Alpha-terpinene | 2.5 | 2.2 |

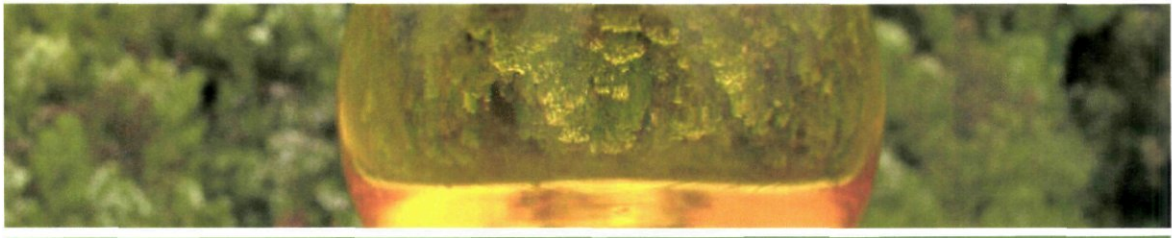
Het carvacrol gehalte van de bonenkruidolie van PPO ligt op een goed niveau. Het γ -terpineen gehalte is in vergelijking met de literatuuropgave te laag en dat geldt ook voor het percentage p-cymeen. Omdat beschreven wordt dat γ -terpineen vooral in jong blad te vinden is (en minder in de bloem), zou in het maar matig bloeiende PPO-gewas, een beter gehalte verwacht mogen worden. Wellicht is het gewas te laat geoogst. Het GC-MS spectrum van olie geproduceerd door PPO voldeed, volgens een Amerikaanse etherische olie expert, niettemin aan de criteria die aan een bonenkruid olie gesteld moeten worden. De marktwaardigheid wordt, naast de samenstelling, echter ook bepaald door een karakterisering middels de geur.



Foto 8. **Oogst bonenkruid.**

3.2.2 Kwaliteit en marktpotentie Tijmolie

Het tijmgewas ontwikkelde zich te traag voor een praktijkmatige oogst en verwerking. Pas laat in het najaar kon met een proefveldoogstmachine een kleinschalige proefoogst (en opbrengstbepaling) plaatsvinden. Tabel 11a geeft een overzicht van de componenten samenstelling, middels GasChromatografische (GC-MS) analyse bepaald door Newe Ya'ar/ARO in Israel, van de tijmolie olie zoals door PPO gedestilleerd in de semi-praktijkmatige stoomdestillatie opstelling in het lab.



Tabel 11a, Componenten-analyse Tijmolie PPO-praktijk 2008.

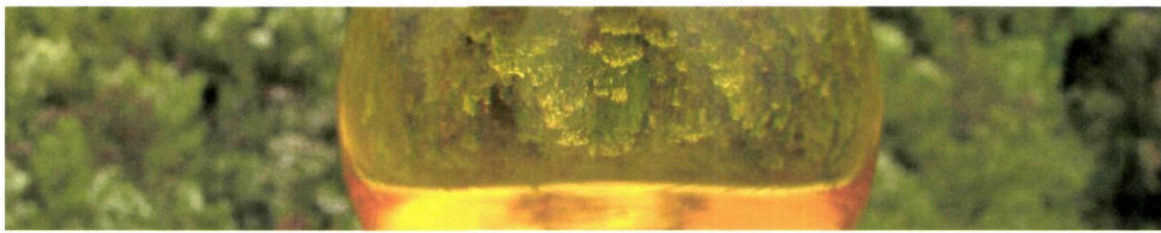
| Tijm-Labdistill | % in oil | Tijm-Labdistill (vervolg) | % in oil |
|------------------------|-------------|---------------------------|-------------|
| Tricyclene | Traces | | |
| a-Thujene | 1.0 | cis-Dihydro carvone | 0.1 |
| a-Pinene | 0.7 | Thymol, methyl ether | 1.3 |
| Camphene | 0.6 | Carvacrol, methyl ether | 1.1 |
| Sabinene | Traces | Neral | 0.1 |
| b-Pinene | 0.2 | Carvone | 0.3 |
| 1-Octen-3-ol | 1.0 | Geraniol | 0.1 |
| 3-Octanone | 0.1 | Geranial | 0.1 |
| Myrcene | 1.2 | Thymol | 47.5 |
| 3-Octanol | 0.2 | Carvacrol | 3.7 |
| a-Phellandrene | 0.1 | Thymol acetate | 0.3 |
| d-3-Carene | 0.1 | b-Bourbonene | 0.1 |
| a-Terpinene | 1.0 | (E)-Caryophyllene | 3.1 |
| para-Cymene | 14.1 | b-Copaene | 0.1 |
| Limonene | 0.3 | a-Humulene | 0.1 |
| b-Phellandren | 0.1 | Geranyl propanoate | 0.2 |
| 1,8-Cineole | 0.6 | g-Muurolene | 0.1 |
| (Z)-b-Ocimene | Traces | Germacrene D | 0.1 |
| (E)-b-Ocimene | 0.0 | g-Amorphene | Traces |
| g-Terpinene | 8.4 | a-Muurolene | Traces |
| cis-Sabinene hydrate | 1.6 | b-Bisabolene | 0.2 |
| Terpinolene | 0.1 | g-Cadinene | 0.3 |
| para-Cymenene | Traces | d-Cadinene | 0.2 |
| Linalool | 3.4 | cis-Calamenene | 0.1 |
| trans-Sabinene hydrate | 0.1 | Spathulenol | 0.1 |
| Camphor | 0.8 | Caryophyllene oxide | 1.4 |
| Bornaol | 2.1 | 10-epi-g-Eudesmol | 0.2 |
| Terpinen-4-ol | 0.6 | t-Cadinol | 0.4 |
| a-Terpineol | 0.2 | Total (%) | 100 |

Voor tijmolie, waarvan het gebruik ook medicinale toepassingen kent, bestaat een monografie in de Europese Pharmacopee (Ph.Eur, 5-de editie 2005). Tabel 11b geeft de daarin gegeven grenswaarden van de belangrijkste componenten in de etherische tijmolie met daarnaast de gehalten in de olie zoals geproduceerd bij PPO.

Tabel 11b. Vergelijking gehalten hoofdcomponenten tijmolie vlg. Europese Pharmacopee en tijmolie PPO.

| Oliecomponent | % olie Ph.Eur-2005 | % olie PPO |
|----------------|--------------------|-------------------|
| β- Myrceen | 1.0 - 3.0 | 1.2 (Myrceen) |
| γ- Terpinene | 5.0 - 10.0 | 1.0 (α-Terpineen) |
| p – Cymene | 15.0 - 28.0 | 14.1 |
| Linalool | 4.0 - 6.5 | 3.4 |
| Terpineen-4-ol | 0.2 - 2.5 | 0.6 |
| Thymol | 36.0 - 55.0 | 47.5 |
| Carvacrol | 1.0 - 4.0 | 3.7 |

Strikt genomen voldoet de door PPO geproduceerde tijmolie niet aan de normen van de Europese Pharmacopee. De Terpineen-, p-Cymeen- en Linalool-gehalten liggen daarvoor te laag. Bovendien bevat de PPO olie α- in plaats van γ-Terpineen. Dit heeft wellicht te maken met het feit dat het ging om laat in het najaar geoogst, onvolgroeid tilmgewas zonder bloei. Het thymol en carvacrol gehalte liggen echter op een



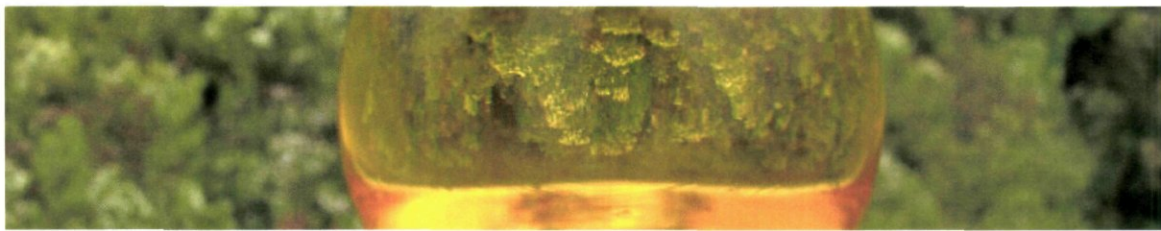
goed niveau. Volgens een Amerikaanse etherische olie expert lijkt, op basis van het GC-MS spectrum de olie te voldoen aan de criteria die aan een tijmolie gesteld kunnen worden. De marktwaardigheid wordt, naast de samenstelling, echter ook bepaald door een karakterisering middels de geur.

3.2.3 Kwaliteit en marktpotentie Tagetesolie

Tabel 12a geeft een overzicht van de componenten samenstelling, middels GasChromatografische (GC-MS) analyse bepaald door Newe Ya'ar/ARO in Israël, van de Tagetes olie zoals door PPO gedestilleerd, zowel in de semi-praktijkmatige stoomdestillatie opstelling in het lab. als met het praktijk containerdistillatie systeem.



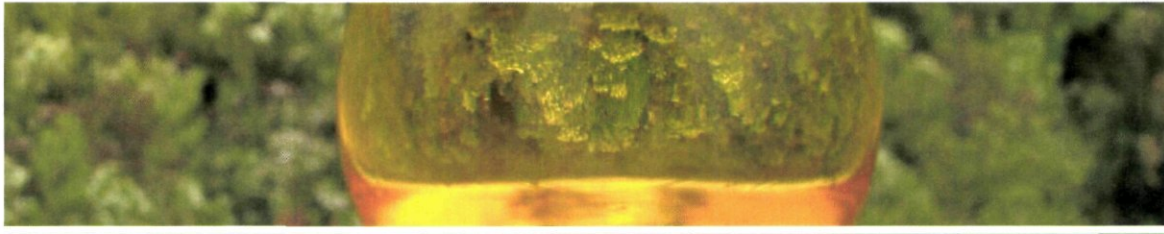
Foto 9. **Afname oliemonster.**



Tabel 12a. Componenten-analyse Tagetes kruidolie PPO-Lab en Praktijk(container)distillatie 2008.

| Tagetes-Labdistill | % in oil | Tagetes-Container | % in oil |
|--------------------------------|-----------------|--------------------------------|-----------------|
| a-Thujene | 0.05 | a-Thujene | 0.09 |
| a-Pinene | 0.07 | a-Pinene | 0.12 |
| Camphene | 0.12 | Camphene | 0.18 |
| Sabinene | 0.55 | Sabinene | 0.43 |
| b-Pinene | 0.07 | b-Pinene | 0.10 |
| Myrcene | 0.05 | Myrcene | 0.10 |
| 3-Hexen-1-ol acetate | 0.08 | 3-Hexen-1-ol acetate | 0.03 |
| a-Phellandrene | 0.17 | a-Phellandrene | 0.21 |
| a-Terpinene | 0.05 | a-Terpinene | 0.12 |
| para-Cymene | 0.62 | para-Cymene | 1.00 |
| Limonene | 3.80 | Limonene | 4.91 |
| B-Phellandrene | 6.82 | (Z)-b-Ocimene | 8.29 |
| (E)-b-Ocimene | 0.07 | (E)-b-Ocimene | 0.13 |
| Dihydro-Tagetone | 14.32 | dihydro-Tagetone | 13.55 |
| g-Terpinene | 0.26 | g-Terpinene | 0.38 |
| Linalool | 0.94 | Terpinolene | 0.04 |
| Artemisia ketone | 0.24 | Unknown 1 | 0.38 |
| Chrysanthenone | 0.06 | Linalool | 0.71 |
| (Z)-Epoxy-ocimene | 0.46 | Allo-Ocimene | 0.17 |
| (E)-Epoxy-ocimene | 0.07 | (E)-Tagetone | 4.88 |
| (E)-Tagetone | 6.10 | (Z)-Tagetone | 8.29 |
| (Z)-Tagetone | 15.56 | Borneol | 0.35 |
| Borneol | 0.31 | Terpinen-4-ol | 0.21 |
| Terpinen-4-ol | 0.05 | (Z)-Ocimenone | 9.70 |
| (Z)-Ocimenone | 15.85 | (E)-Ocimenone | 4.74 |
| (E)-Ocimenone | 20.86 | Carvone | 0.85 |
| Carvone | 0.38 | Isopiperitone | 0.36 |
| Thymol | 0.24 | Bornyl acetate | 0.15 |
| Carvacrol | 6.31 | Thymol | 0.45 |
| Silphiperfol-6-ene | 0.16 | Carvacrol | 29.88 |
| Eugenol | 0.22 | Silphiperfol-5-ene | 0.09 |
| (E)-Caryophyllene | 0.62 | Silphiperfol-6-ene | 0.32 |
| a-Humulene | 0.27 | Carvacrol acetate | 0.06 |
| Germacrene D | 0.40 | Modheph-2-ene | 0.29 |
| Bicyclogermacrene | 1.12 | (E)-Caryophyllene | 1.75 |
| Spathulenol | 0.13 | a-Humulene | 0.67 |
| Caryophyllene oxide | 0.05 | Germacrene D | 0.90 |
| Total identified compounds (%) | 97.53 | Viridiflorene | 0.07 |
| | | Bicyclogermacrene | 2.50 |
| | | b-Bisabolene | 0.26 |
| | | d-Cadinene | 0.14 |
| | | Spathulenol | 0.14 |
| | | Caryophyllene oxide | 0.13 |
| | | Total identified compounds (%) | 97.79 |

De literatuur laat met betrekking tot de samenstelling van Tagetes olie een grote variatie zien. Er zijn grote verschillen tussen in oliën uit verschillende productiegebieden (Iran, India, Egypte, Zuid-Amerikaanse landen) die worden toegeschreven aan genetische variatie en klimatologische (groei-)omstandigheden. Ook is niet altijd duidelijk (maar maakt het een groot verschil!) of het om de olie van een (in meer of mindere mate) bloeiend gewas gaat of om de olie uit de zuivere (handgeplukte) bloemen. Meestal gaat het overigens om



oliën uit gewassen in volle bloei. Op basis van de aanwezigheid van specifieke oliecomponenten en de onderlinge samenstelling daarvan kunnen genetische onderscheidbare 'chemotypes' worden beschreven. Lawrence beschrijft op basis van analyses van commerciële *T. minuta* oliemonsters zeven hoofdcomponenten en de spreiding (0.1% tot een maximaal aangetroffen percentage) waarmee ze in de oliën worden aangetroffen. Dit geeft aan dat er een enorme variatie tussen *T. minuta* oliën bestaat. In tabel 12b zijn deze componenten weergegeven in vergelijking met een 'gemiddelde' olie uit Argentinië (Buenos Aires) en de samenstelling van de olie uit de praktijkdistillatie bij PPO.

Tabel 12b. **Vergelijking gehalten hoofdcomponenten uit *T. minuta* olie uit de literatuur en van de PPO olie.**

| Oliecomponent | Variatie %olie Lawrence | % in olie Zuid-Am. Buenos-Ar | % olie PPO |
|-----------------------|-------------------------|------------------------------|------------|
| Limonene | 0.1 - 8.3 | 3.75 | 4.9 |
| (Z)- β -ocimene | 0.1 - 51.5 | 20.2 | 8.3 |
| Dihydrotagetone | 0.1 - 99.0 | 20.0 | 13.6 |
| (E)-tagetone | 0.1 - 16.6 | 1.8 | 4.9 |
| (Z)-tagetone | 0.1 - 19.5 | 11.1 | 8.3 |
| (E)-tagetenone | 0.1 - 67.8 | 10.4 | - |
| (Z)-tagetenone | 0.1 - 33.4 | 21.6 | - |
| (E)-ocimenone | ? | 0 | 9.7 |
| (Z)-ocimenone | ? | 0 | 4.7 |
| Carvacrol | ? | 0 | 29.9 |

De gehalten aan β -ocimene en dihydrotagetone in de PPO-olie zijn erg laag en (E- en Z-) tagetenone ontbreken volledig. Wel (misschien wel in plaats daarvan??) komen (E- en Z-) ocimenone voor, stoffen die ook in literatuuropgaven werden aangetroffen, en in zekere zin als waardevol werden beschreven. Opmerkelijk hoog, en in de literatuur nergens als component in *T. minuta* olie genoemd, is het gehalte aan carvacrol (29%!). Dit is waarschijnlijk een contaminatie vanuit de installatie waarop in de oogstperiode praktijkmatig Oregano olie werd gedestilleerd. Vreemd genoeg werd in het oliemonster uit de lab-distillatie unit, hoewel in veel geringere mate (6.31%), eveneens carvacrol aangetroffen. De gehalten (E- en Z-) tagetone en (E- en Z-) ocimenone zijn in het labdistill monster aanzienlijk hoger dan in het oliemonster uit de praktijkdistillatie.

De PPO olie verkleurd onder invloed van lucht van geel naar rood, en polymeriseert tenslotte verder tot een viskeus stofje, een eigenschap die ook in de literatuur wordt beschreven en aan de componenten dihydrotagetone en (E- en Z-) ocimenone toegeschreven wordt.

De samenstelling van de PPO olie lijkt niet te voldoen aan de karakteristieke eigenschappen die gesteld worden aan een etherische olie van *T. minuta*, hoe onduidelijk deze ook zijn gedefinieerd. De component gehalten in de PPO olie zijn veelal te laag of ontbreken volledig. Dit kan te maken hebben met het feit dat het gewas volledig vegetatief bleef en geen enkele bloei vertoonde. Het voorkomen van een hoog percentage carvacrol duidt op een ongewenste vervuiling. Lawrence concludeert uit het GC-MS spectrum dat de teelt van *T. minuta* voor de oliewinning onder Nederlandse klimaatomstandigheden geen perspectief heeft.

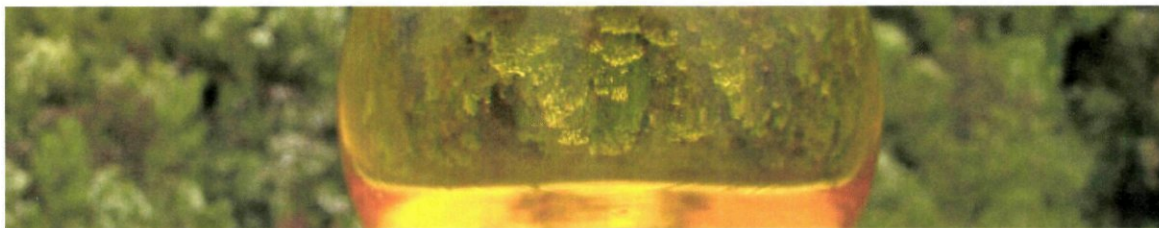
3.2.4 Kwaliteit en marktpotentie Karwijolie

Van de karwij werd de bovenhelft van het gewas, met de schermen en deegrijpe zaad, als karwijgewas geoogst en gedestilleerd, zowel in het lab als praktijkmatig in de container. Het restant van het perceel werd, met de maaidorser, het rijpe zaad geoogst. Tabel 13a geeft een overzicht van de componenten samenstelling, middels GasChromatografische (GC-MS) analyse bepaald door Newe Ya'ar/ARO in Israël, van de karwijolie olie zoals door PPO gedestilleerd uit het karwijgewas (zowel met de semi-praktijkmatige stoomdistillatie opstelling in het lab. als met de praktijkmatige container methodiek) en het karwijzaad (gedestilleerd middels hydrodistillatie).



Tabel 1.3a. Componenten analyse Karwij gewasolie PPO-Lab en Praktijk(container)distillatie en Karwijzaadolie uit hydrodistillatie in het lab. 2008.

| Karwijgewas-Labdistill | % in oil | Karwijgewas-Container | % in oil | Karwijzaad-Hydrodistill | % in oil |
|----------------------------|--------------|---------------------------------|--------------|---------------------------------|--------------|
| a-Thujene | 0.03 | a-Thujene | 0.16 | a-Thujene | 0.02 |
| a-Pinene | 0.05 | a-Pinene | 0.11 | a-Pinene | 0.03 |
| Sabinene | 0.08 | Camphene | 0.02 | Sabinene | 0.05 |
| Myrcene | 0.46 | Sabinene | 0.13 | Myrcene | 0.32 |
| Octanal | 0.04 | Myrcene | 0.39 | Para-Cymene | 0.11 |
| a-Terpinene | 0.02 | Octanal | 0.09 | Limonene | 25.71 |
| para-Cymene | 0.36 | a-Terpinene | 0.10 | (E)-b-Ocimene | 0.07 |
| Limonene | 29.14 | para-Cymene | 0.93 | g-Terpinene | 0.11 |
| b-Phellandrene | 0.22 | Limonene | 22.99 | trans-para-Mentha-2,8-dien-1-ol | 0.19 |
| dihydro-Tagetone | 0.21 | (E)-b-Ocimene | 0.07 | cis-Limonene oxide | 0.10 |
| g-Terpinene | 0.18 | g-Terpinene | 0.53 | cis-para-Mentha-2,8-dien-1-ol | 0.17 |
| Terpinen-4-ol | 0.03 | trans-para-Mentha-2,8-dien-1-ol | 0.08 | a-Terpineol | 0.10 |
| cis-Dihydro carvone | 0.57 | cis-Limonene oxide | 0.04 | cis-Dihydro carvone | 2.02 |
| iso-Dihydro carveol | 0.12 | cis-para-Mentha-2,8-dien-1-ol | 0.10 | trans-Dihydro carvone | 3.14 |
| trans-Carveol | 0.10 | a-Terpineol | 0.14 | iso-Dihydro carveol | 1.28 |
| (Z)-Ocimenone | 0.20 | cis-Dihydro carvone | 0.13 | trans-Carveol | 0.19 |
| (E)-Ocimenone | 0.57 | trans-Dihydro carvone | 0.86 | neoiso-Dihydro carveol | 2.21 |
| Carvone | 43.38 | trans-Carveol | 0.21 | Carvone | 63.50 |
| Perilla aldehyde | 0.20 | Carvone | 54.28 | Perilla aldehyde | 0.33 |
| Carvacrol | 7.12 | Perilla aldehyde | 0.30 | Germacrene D | 0.18 |
| a-Cubebene | 0.20 | Carvacrol | 0.88 | Total identified compounds | 99.82 |
| b-Bourbonene | 0.09 | a-Copaene | 0.25 | | |
| b-Elemene | 3.23 | b-Bourbonene | 0.26 | | |
| (E)-Caryophyllene | 1.07 | b-Elemene | 3.26 | | |
| a-Humulene | 0.17 | (E)-Caryophyllene | 1.04 | | |
| Germacrene D | 7.57 | b-Copaene | 0.09 | | |
| b-Selinene | 0.17 | a-Humulene | 0.18 | | |
| a-Selinene | 0.38 | Germacrene D | 8.39 | | |
| Germacrene A | 1.31 | b-Selinene | 0.10 | | |
| g-Cadinene | 0.04 | Bicyclogermacrene | 0.26 | | |
| d-Cadinene | 0.17 | Germacrene A | 1.89 | | |
| Germacrene B | 0.04 | d-Cadinene | 0.08 | | |
| Caryophyllene oxide | 0.20 | Caryophyllene oxide | 0.38 | | |
| Total identified compounds | 97.73 | Total identified compounds | 98.71 | | |



Voor karwijzaadolie, waarvan het gebruik ook medicinale toepassingen kent, bestaat een monografie in het Deutsches ArzneiBuch (DAB, editie 1999). Tabel 13b geeft de daarin gegeven grenswaarden van de belangrijkste componenten in de etherische karwijzaadolie, met aan weerszijde de gehalten in de olie (uit zowel het karwijgewas als het zaad) zoals geproduceerd bij PPO.

Tabel 13b. **Vergelijking gehalten hoofdcomponenten karwijzaadolie vlg. DAB 1999 met die van de karwijgewas- en de karwijzaadolie van PPO.**

| Oliecomponent | %olie karwijgewas PPO | %olie karwijzaad DAB-1999 | %olie karwijzaad PPO |
|---------------|-----------------------|---------------------------|----------------------|
| Myrceen | 0.39 | 0.1 - 1.0 | 0.32 |
| (+)-limoneen | 23.0 | 35.0 - 45.0 | 25.7 |
| (+)-carvon | 54.3 | 50.0 - 65.0 | 63.5 |
| (-)-carvon | ?? | max. 1.0 | ?? |

Het myrceen en limoneen gehalte, van zowel de karwijgewasolie als de zaadolie geproduceerd door PPO, zijn laag en in die zin voldoen de oliën niet aan de eisen voor farmaceutisch gebruik. Het carvon-gehalte ligt echter, zeker in de zaadolie maar ook in de olie uit het karwijgewas, op een goed niveau. Beter dan in proeven in de jaren negentig waarin de olieopbrengsten van karwij en dille werden vergeleken. Voor de technische toepassing, bijvoorbeeld vanwege de kiemremmende werking van (+)- cq. d- carvon, moet deze olie goed vermarktbaar zijn. Volgens een Amerikaanse etherische olie expert Lawrence lijkt, op basis van het GC-MS spectrum, de olie te voldoen aan de criteria die aan een karwijolie gesteld kunnen worden. De marktwaardigheid wordt, naast de samenstelling, echter ook bepaald door een karakterisering middels de geur.

3.2.5 Marktprijzen en potentiële bruto olieopbrengsten.

Zoals eerder gemeld is de markt van etherische oliën en geur- en smaakstoffen is een kleine, gesloten markt. Het valt daarom niet mee om bij groothandelaren in etherische oliën en bij geur- en smaakstoffen fabrikanten informatie te krijgen over de kwaliteitseisen die zij stellen aan etherische oliën 'kwaliteit afboerderij' en van actuele groothandelsprijzen van deze oliën.

De internationaal gerenommeerde consultant Brian Lawrence, die veel publiceert over oliekwaliteit, wereldproducties en prijsontwikkelingen van specifieke etherische oliën kon op basis van de GC-MS analyses een globale inschatting maken over de kwaliteit van de oliën en, op basis van de hem beschikbare databases, een actuele marktprijs opgeven. Ook van handelshuis Paul Kaders GmbH uit Hamburg werd, na lang aandringen, een prijsindicatie verkregen. IFF was bereid op basis van monsters de oliën te evalueren. De Amerikaanse en Duitse prijzen komen, uitgaande van een wisselkoers \$: € van 1 : 1.35, deels goed overeen (bij bonenkruid en karwij) maar de Duitse prijs voor tijmolie is veel lager dan op de Amerikaanse handelsmarkt. Van tijm bestaan diverse soorten (o.a. witte-, rode-, Deutscher Winter-) met verschillende oliekwaliteiten en prijsniveaus. Op basis van de door PPO gerealiseerde olieproductie en een gemiddelde prijs werd een potentiële bruto olieopbrengst per hectare berekend (zie tabel 14). Bij het gegeven prijsniveau van de olie zijn, vanwege de relatief lage olieopbrengsten, de bruto saldi niet geweldig. De olieopbrengsten moeten verhoogd worden, en daar lijken (zeker bij tijm en bonenkruid) ook wel mogelijkheden voor te zijn.



Tabel 14. **Prijsindicaties van de vier etherische oliën en potentiële bruto opbrengst per ha.**

| Soort | Olie productie L/ha PPO (1L ≈ 0.9 Kg) | Prijsopgave €/kg Kaders GmbH, Dld. (30/3/09) | Prijsopgave \$/kg Lawrence USA (24/03/09) | Potentiële bruto olie opbrengst €/ha |
|-----------------|---|--|---|--|
| Bonenkruid-olie | 30.6 | €60 - €100 | \$115 - \$128 | €2479,= |
| Tijm-olie | 14.7 | €50 - €70 | \$168 - \$192 | €1323,= |
| Tagetes-olie | 37.4 | ?? | \$135 - \$153 | €3590,= |
| Karwij-olie | 67.9 | €30 | \$45 - \$47,20 | €2087,= |

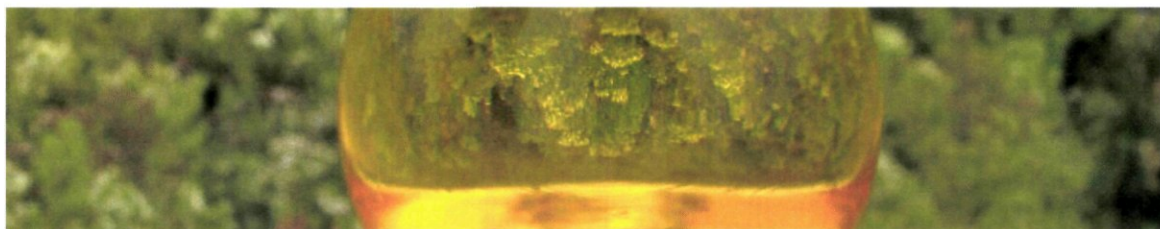
Lawrence ziet voor de Nederlandse omstandigheden géén perspectief voor de teelt van *Tagetes minuta*. Hij suggereert de productie van oliën uit de keukenkruiden groep (waaronder bv. dille, maggi). Dit sluit aan bij de visie van Paul Kaders GmbH. Zij zien de laatste jaren een toename in de vraag naar kwalitatief goede oliën uit de groep van de aromatische kruidengewassen/keukenkruiden voor de flavor-toepassing. Voor grotere productiehoeveelheden (honderd tot duizenden kg's) uit gecertificeerde teelt, voorzien van alle documentatie (en afwezigheid van pesticidenresiduen), is er volgens Kaders GmbH zeker ruimte.

3.3 Kwaliteitsbepaling en validatie marktwaarde restproducten

Na distillatie blijft nagenoeg 99% van de geproduceerde biomassa over. Dit restproduct is door de stoom gedurende het distillatieproces gesteriliseerd en kan als organisch materiaal over de akker uitgereden worden. Als het aan een hoop op het land in tussenopslag wordt gereden wasemt het uit en bereikt het een drogestofgehalte van rond de 60%, vergelijkbaar met dat van natuurcompost. De waarde is minimaal vergelijkbaar met natuurcompost (€ 5,-/ton), omdat de stikstof, fosfaat en kaligehaltes (zeker van de gewassen met een beperkte biomassa; bonenkruid, tijm en karwij) grofweg tweemaal zo hoog liggen (van kalli bijna 4x zo hoog). Omgerekend naar biomassa van 60% drogestof komt de hectare opbrengst van het restproduct als compost van de vier gewassen bonenkruid, tijm, Tagetes en zomerkarwij op respectievelijk € 62, € 13, € 82 en € 42 Euro te liggen. Het gebruik van oregano restproduct (waarvan inmiddels aanzienlijke hoeveelheden geproduceerd werden) als compost wordt door het PPO-proefbedrijf als positief ervaren. Het is een goed verstrooibaar, homogeen en zuiver product met een goede samenstelling (1,4% N, 1,9% K₂O, 0,4% P₂O₅, 21% eos). Het restproduct van bonenkruid, tijm en karwij is daarmee hoogstwaarschijnlijk vergelijkbaar.

Er zijn geen aanwijzingen dat het restproduct van deze vier etherische olieplanten na distillatie, zoals in het geval van oregano, nog (economisch) interessante gehalten aan hoogwaardige bio-actieve inhoudstoffen bevat. Vanuit de optiek van bioraffinage is daarom bekeken of de restmassa nog waarde heeft als (co-)vergistingproduct. Om de biogas- en methaangas-opbrengst te bepalen zijn proefvergistingen uitgevoerd aan gedroogde en gemalen restmateriaal. Hieruit blijkt dat alleen de biogasproductie van het karwij restproduct, met een biogasproductie van 537 m³/per ton organische stof, in de buurt komt (bijna vergelijkbaar is) met van die van maïs (Tabel 15). De gasopbrengst van de andere gewassen ligt beduidend lager. Het methaangasgehalte van de vier producten is vergelijkbaar.

Uit de methaangas-opbrengst is middels een eenvoudige methode (vaste kWh-prijs en variabele kosten voor de 'handling' van het materiaal rond de vergistingsinstallatie) een bruto energieopbrengst berekend. De gegevens worden weergegeven in tabel 15. De energieopbrengst in Euro/ha in de laatste kolom is het maximaal haalbare bedrag dat mogelijk kan worden behaald bij vergisting in een eigen installatie en de benutting van het digestaat op het eigen bedrijf. Het restproduct van karwij brengt, ondanks dat de drogestofopbrengst lager is dan van Tagetes en bonenkruid, in verhouding het meeste op. Als het restproduct als (co-)vergistingmateriaal moet worden aangeboden aan een vergister moet met een lagere (-20%) opbrengst worden gerekend.



Tabel 15. **Drogestof- en methaangasopbrengst en de potentiële bruto energieopbrengst van de restproducten na distillatie per ha.**

| | kg vers/ha | %ds | Kg ds/ha | Kg org DS/ha * | Biogasopbrengst (m ³ /kg Org.DS) | Methaan-gehalte (%) | Methaan opbrengst m ³ /ha | kWh/ha | Eur/ha | Var. kstn/ha | EUR/ha |
|------------|------------|-------|-------------|----------------|---|---------------------|--------------------------------------|--------|--------|--------------|--------------|
| Bonenkruid | 30.560 | 24.6% | 7518 | 7194 | 0.368 | 58 | 1,536 | 5958 | € 876 | € 405 | € 471 |
| Tijm | 4.450 | 34.3% | 1526 | 1461 | 0.331 | 60 | 290 | 1126 | € 165 | € 59 | € 106 |
| Tagetes | 53.437 | 18.5% | 9886 | 9461 | 0.409 | 57 | 2,206 | 8558 | € 1258 | € 707 | € 551 |
| Karwij | 16.972 | 30.2% | 5126 | 4905 | 0.537 | 61 | 1,607 | 6234 | € 916 | € 168 | € 748 |

*Gerekend is met een as-percentage van 4,3%, ofwel een os-gehalte van 95,7%

Bij de omzetting van gas naar elektriciteit gaat 2/3 van de energie als warmte verloren. Wordt de distillatie dicht bij een biogasinstallatie uitgevoerd dan kan deze warmte theoretisch mogelijk benut worden om het in de stoomketel ingevoerde water vóór te verwarmen. Omdat er bij het distillatieproces echter al voldoende overtollig warm proceswater vrijkomt, lijkt dit in de praktijk weinig rendement op te leveren. Voor de benutting van het restproduct moet vooralsnog worden uitgegaan van de elektriciteit/kWh-opbrengst. De bijdrage daarvan, in het gunstigste scenario, aan het gewassaldo is aardig.



4 Vastgestelde bedrijfseconomische ketenperspectieven

In tabel 16a zijn de opbrengsten van de olie en het restproduct en de kosten van teelt en verwerking per gewas samengevat. Er is uitgegaan van teelt en verwerking (distillatie en vergisting) in eigen beheer. Het wordt al snel duidelijk dat er slechts een zéér magere vergoeding voor arbeid, grond en de verwerkingsunit overblijft. Van een surplus als winst zal geen sprake zijn.

Tabel 16a. **Opbrengsten minus kosten van de vier etherische oliegewassen, PPO 2008.**

| Soort | Potentiële bruto olie-opbrengst | Maximale energie-opbrengst Vergisting | Totaal bruto opbrengst €/ha | Directe teelt-Kosten | Verwerkings-kosten | Totaal kosten €/ha | Totaal netto opbrengst €/ha |
|------------|---------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|----------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------|
| Bonenkruid | 2479,- | 471,- | 2950,- | 500,- | 1798,- | 2298,- | 652,- |
| Tijm | 1323,- | 106,- | 1429,- | 800,- | 350,- | 1150,- | 279,- |
| Tagetes | 3590,- | 551,- | 4141,- | 800,- | 3256,- | 4056,- | 85,- |
| Karwij | 2087,- | 748,- | 2835,- | 500,- | 1836,- | 2336,- | 499,- |

Bij teelt op contractbasis, vergelijkbaar met de oregano, is er sprake van een overname van het veldgewas door de verwerker (destilleerder) en een vergoeding van de teler per liter geproduceerde olie. In tabel 16b is aangegeven wat de telersprijs voor een liter olie kan zijn, zowel gebaseerd op alleen de olieopbrengst als op de olie- en vergistingsopbrengst gezamenlijk, en in beide gevallen wanneer de verwerker (destilleerder en vergister) tevreden is met slechts de vergoeding van de verwerkingskosten.

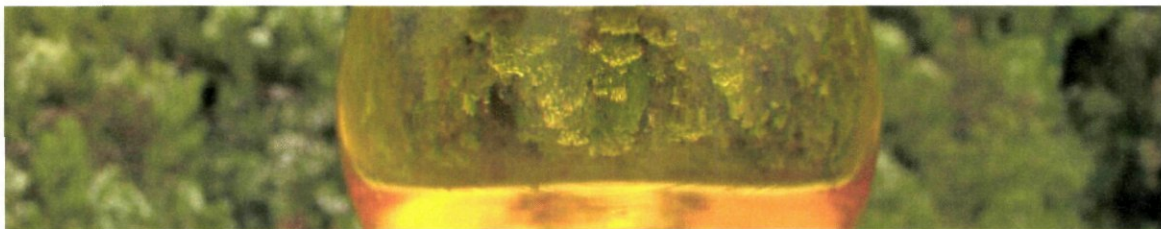
Tabel 16b. **Maximale telersprijs voor een liter olie, op basis van alleen de olieopbrengst en op basis van olie+vergistingsopbrengst.**

| Soort | olie-opbrengst L/ha | Olie-opbrengst – verwerkings-kosten | Telersprijs /L olie op basis van olieopbrengst | Olie + vergistings opbrengst – verwerkingskosten | Telersprijs /L olie op basis van olie- en vergistings-opbrengst |
|------------|---------------------|-------------------------------------|--|--|---|
| Bonenkruid | 30.6 | 681 | 22,2 | 1152,- | 37,6 |
| Tijm | 14.7 | 973 | 66,1 | 1079,- | 73,4 |
| Tagetes | 37.4 | 334 | 8,9 | 885,- | 23,7 |
| Karwij | 67.9 | 251 | 3,7 | 999,- | 14,7 |

Door de literprijs voor de olie uit alleen de olieopbrengst kunnen bij karwij en Tagetes de directe teeltkosten lang niet worden goedge maakt. Deze gewassen hebben hiervoor de, vanwege hun biomassa- en gasopbrengst, relatief gunstige energieopbrengst uit vergisting hard nodig om toegevoegde waarde op te leveren (Tagetes € 86,- en karwij € 500,-/ha).

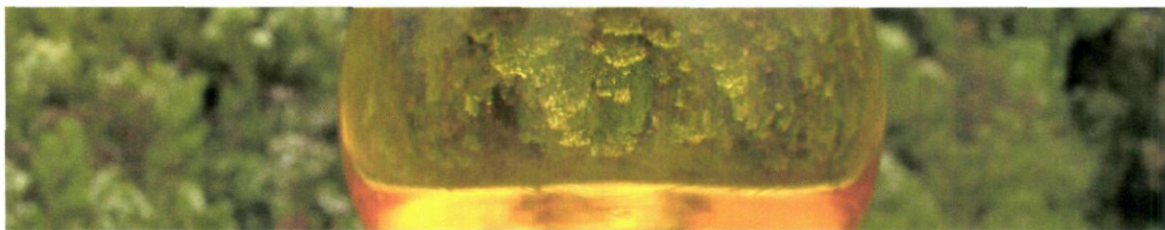
Bij tijm en bonenkruid blijft er voor de teler, wanneer alleen gerekend wordt met de olieopbrengst, een beperkt surplus van bijna € 200,-/ha over, wat met de energieopbrengst erbij oploopt tot € 650 bij bonenkruid en € 278 bij tijm.

Het is duidelijk dat de olieopbrengst per hectare en de marktprijs per eenheid olie het plaatje sterk beïnvloeden. De verwerkingskosten blijven vrijwel gelijk (behalve bij tijm omdat bij dit gewas voor een hogere olieopbrengst allereerst meer biomassa zal moeten worden geproduceerd) en de opbrengsten stijgen navenant.



Bij karwij, bonenkruid en tijm moet de olieopbrengst, door het gebruik van betere selecties en intensievere teelt, in de richting van de 80 L/ha kunnen komen. Met potentiële bruto olieopbrengsten van respectievelijk € 2459, € 6481 en € 7200 is er meer ruimte voor een redelijke vergoeding voor de telers en verwerkers en daarmee voor een ketenperspectief.

Voor *Tagetes* lijkt er onder Nederlandse klimaatsomstandigheden géén perspectief te zijn. Het oliegehalte en de olieopbrengst zijn, vanwege het ontbreken van bloei veel te laag, en de verwerkingskosten zijn door de hoge biomassaproductie te hoog.



5 Conclusies en aanbevelingen

Bij de teelt in 2008 heeft PPO met de teelt van een viertal etherische oliegewassen belangrijke ervaring opgedaan met als doel om middels een reeds in gebruik zijnde oogst- en verwerkingssystematiek voor oregano, de potentie van deze gewassen voor de Flevolandse akkerbouw te bepalen.

De flavor & fragrance industrie bleek onvoldoende open als het gaat om marktinformatie over etherische oliën, zowel wat betreft prijs als volumes en gebruik. De olieprijsen die genoemd zijn moeten daarom niet als absolute richtprijzen gezien worden maar kunnen slechts dienen als indicatie. Ook het verkrijgen van inzicht in de juiste kwaliteitsparameters (zowel analytisch als sensorisch) van de geproduceerde oliën viel niet mee.

De akkerbouwmatige productie van de vier geselecteerde gewassen (bonenkruid, tijm, Tagetes en zomerkarwij) verliep in redelijke mate ongestoord, al zorgde een trage groei en onkruidproblemen voor een onvoldoende ontwikkeld tijmgewas en bleek de gebruikte variant van Tagetes Minuta onder onze klimaatomstandigheden een enorme vegetatieve gewasmassa te vormen maar géén bloei te vertonen.

De oogst en distillatie kon bij bonenkruid en zomerkarwij redelijk goed op praktijkmatige wijze plaatsvinden. Ook voor tijm kan het bestaande oogst- en verwerkingssysteem worden benut. Het massale Tagetes gewas kon alleen met een maishakselaar, fijn verhakseld en volledig vers worden geoogst en verwerkt. Het ontbreken van bloei, het lage oliegehalte en de enorme gewasmassa maken de teelt en een efficiënte verwerking/distillatie van Tagetes in Nederland niet perspectiefvol. De efficiëntie van de verwerking kan sterk worden verhoogd door het gewas onder meer gunstige weersomstandigheden (droog en stabiel weer) te zwadmaaien en te laten voordrogen op het veld. Zo wordt de te verwerken biomassa beperkt en kan het distillatierendement (opbrengst per charge, bij dezelfde kosten) fors worden verhoogd.

De productie van bonenkruid, zomerkarwij en tijm hebben perspectief. De samenstelling/kwaliteit van de oliën lijkt acceptabel en, min of meer aan de karakteristieken te voldoen. Voor een fatsoenlijke vergoeding van teelt en verwerking zullen de opbrengsten (oliegehalte, oliehoeveelheid) echter omhoog moeten. Door het gebruik van ander uitgangsmateriaal (selecties, rassen) en een intensievere teelt lijkt dit, binnen bepaalde grenzen, tot de mogelijkheden te behoren.

Vergisting, methaangas- en energieproductie lijkt vooralsnog de enige manier om het uitgedestilleerde restmateriaal nog enigszins te valideren. Alleen de energiewaarde van karwij komt in de buurt van dat van maïs, de gas en energieproductie van de andere drie gewassen is lager. De vergisting zorgt, bij bonenkruid, Tagetes en karwij voor een welkome (noodzakelijke) bijdrage aan de bruto opbrengst.

Naast optimalisatie van de teelt en directe productieverhoging is het van belang grip te krijgen op de afzetmogelijkheden en het prijsniveau van de geproduceerde oliën. Van belang lijkt de zoektocht naar een ketenpartij met een specifieke etherische oliebehoefte, waarmee op een meerjarige contractmatige wijze een gecontroleerde/gecertificeerde productie kan worden opgezet.

Antwoord op de vraag of de productie van bonenkruid, zomerkarwij, Tagetes en tijm potentieel een toegevoegde meerwaarde generen voor akkerbouwers in Flevoland is niet eenduidig. Voor bonenkruid, zomerkarwij en tijm is er praktische gezien perspectief. Voor Tagetes niet. De samenstelling/kwaliteit van de oliën lijkt acceptabel en, min of meer aan de karakteristieken te voldoen. Echter, voor een economisch perspectief moeten de opbrengsten (oliegehalte, oliehoeveelheid) omhoog. Door het gebruik van ander uitgangsmateriaal (selecties, rassen) en een intensievere teelt lijkt dit, binnen bepaalde grenzen, tot de mogelijkheden te behoren.