

7. Gevolgtrekkings en aanbevelings

7.1. Inleiding

Hierdie hoofstuk poog geensins om gevolgtrekkings en aanbevelings alreeds vroër genoem te herhaal nie; eerder om bykomende inligting te verstrek en belangrike aangeleenthede uit te lig.

7.2. *L. scaberrima* as gevallestudie

Al hoe meer gebruikte vir essensiële olies word gevind bv. benutting van oliekomponente as natuurlike antioksidante is *in vitro* geëvalueer (Dorman, Deans *et al*, 1995). Dit bevestig die steeds groeiende aanvraag na voorheen onbekende en/of onbenutte olies.

L. scaberrima behoort tot 'n plantgenus wat wyd verspreide benutting van verskeie spesies toon, o.a. as tee's. Die moontlikheid dat die takson besondere gebruiksmoontlikhede besit word só verstewig.

Essensiële olie afkomstig vanaf die takson mag ekonomies belangrik wees in die toekoms a.g.v. benutting daarvan as samestellende komponent in verskeie toepassingsmoontlikhede. Die plant as sulks kan ook op verskeie maniere benut word.

Verskeie benuttingsmoontlikhede van *L. scaberrima* is deur hierdie studie geïdentifiseer en geëvalueer (bv. tee vervaardiging) en die ondersoek na die lewensvatbaarheid van vele daarvan is slegs van bemerking afhanklik. Bv., 'n antifungale mondspoelmiddel vir kommersiële gebruik kan vervaardig word. Oliemonsters kan aan multinasionale oliefirmas gelewer word vir evaluering en analise daarvan as samestellende komponent vir hulle produkreeks. Die olie opsigself kan 'n kommersiële produk in eie reg wees.

7.3. Karakterisering van die olies

Gaschromatografiese vergelykings tussen mikrogolf- en watergedistilleerde olies kan verder

geëvalueer word om die oorblywende oliekomponente te identifiseer en te kwantifiseer.

Die chemiese en/of fisiese eienskapsverskille van olies geproduseer met twee verskillende produksiemetodes (water- en mikrogolfdestillasie), toon genoegsame onderlinge ooreenkomste om mikrogolfdestillasie as nuwe produksiemetode van essensiële olies te bevestig.

7.4. Enkelladingsmikrogolfdestillasie veranderlikes ondersoek

Die geografiese verspreidingsgebied van *L. scaberrima* behoort ondersoek te word ten einde te bepaal watter substreek, indien enige, die hoogste opbrengs en/of mees aanvaarbare olie lewer. Die invloed van klimatologiese en ander veranderlikes gelys in Hoofstuk 2 kan bepaal word ten einde die olie se ekonomiese potensiaal te maksimeer.

Die invloed van ondergenoemde veranderlikes op 'n spesifieke essensiële olie is afhanklik van die toerustingkonfigurasie, oplosmiddel- en plantmateriaal gebruik sowel as die bedryfsprosedures. Alle uitsprake en afleidings gemaak is beperk tot ervaring opgedoen gedurende ondersoek met die stelsel soos beskryf.

Vir elke bedryfsveranderlike bestaan daar 'n optimumwaarde en afhangend van voorafgestelde vereistes, moet sodanige waarde bepaal word onder die finale bedryfstoeestand deur gebruikmaking van die gekose toerustingkonfigurasie.

Veranderlikes se invloede kan gekombineerd vergelyk word ten einde olie-opbrengs te maksimeer. Indien 'n veranderlike in isolasie bestudeer word, word optimumwaardes gevind wat mag verskil van waardes verkry tydens 'n gekombineerde matriks-tipe ondersoek. Dit is veral belangrik vanuit 'n bedryfskoste-oogpunt om optimum geldbesteding te verseker.

7.4.1. Irradiasietydsduur

Irradiasietydsduur is een van die belangrikste veranderlikes wat essensiële olie-opbrengs beïnvloed in 'n mikrogolf produksiesisteam. Kontinue mikrogolfdestillasie as produksiemetode vir essensiële olies mag meer effektief wees t.o.v. destillasietyd as konvensionele water- of

enkelladingsmikrogolfdestillasie.

Produksie doeltreffendheid (uitgedruk as eenheidskoste van die olie) is o.a. afhanklik van die produksiekapasiteit van die sisteem wat afhanklik is van die irradiasietydskuur.

7.4.2. Verhouding water tot plantmateriaal gebruik

'n Werkbare verhouding water tot plantmateriaal is afhanklik van die plantmateriaal, oplosmiddel, destillasieapparaat, fisiese toerustinguitleg en in kontinue sisteme ook die afsnygolfgeleierdiameter en voerstroorn vloeiempo om verstoppings en vertraging te vermy.

Alreeds tydens ontwerp van nuwe sisteme kan die interafhanklikheid van bg. veranderlikes in berekening gebring word. Bv., as die oplosmiddelkeuse of bedryfsfrekwensie verander, verander die maksimum toelaatbare afsnygolfgeleierdiameter by kontinue sisteme. Deur veral na oplosmiddeleienskappe, plantverdelingsgraad en toerustinguitleg te let, kan 'n geskikte bedryfsgebied vir hierdie veranderlike deels vooraf uitgeklaar word.

Alhoewel uiterste toestande (nl. oormaat oplosmiddel of oormaat plantmateriaal) 'n aansienlike invloed uitoefen op olie-opbrengs, is die belang hiervan grootliks beperk tot die vergemakliking van praktiese uitvoerbare bedryfsprosedures.

7.4.3. Voginhoud van plantmateriaal

Vir *L. scaberrima* is die belangrikste oorweging gemaklike uitvoering van die bedryfsprosedures en plantmateriaalhantering. Die apparaat is bewys om in staat te wees om plantmateriale van welke voginhoud ookal suksesvol te kan hanteer. Elke takson se unieke chemiese samestelling sal die finale voginhoudskeuse beïnvloed.

Vir *L. scaberrima* is lugdroë (onverdeelde) plantmateriaal meer geskik vir gebruik o.g.v. die gemaklike hantering daarvan. Vars materiaal kan egter benut word.

7.4.4.Hersirkulering van distillaatwater

Hierdie word as die belangrikste bedryfsveranderlike geag t.o.v. maksimering van olie-opbrengs. Die rede(s) vir die besondere invloed wat gehersirkuleerde water het op olie-opbrengs behoort verder ondersoek te word.

Wat ookal die oorwegende meganisme is waarvolgens hersirkulasie 'n groter olie-opbrengs vanuit biologiese materiaal teweegbring, kan die volgende probleme gestel word: Hersirkulering van watter tipe molekule(s) bevorder olie-opbrengs ? Is hierdie molekules uniek aan *L. scaberrima* of uniek aan biologiese materiaal, of kan chemikalieë kunsmatig toegevoeg word ten einde olie-opbrengs te verhoog ?

Dit mag selfs moontlik wees om olie-opbrengs nóg verder te verhoog, deur kombinasies van plantmateriale (wat synergisme aan die hand kan werk) of chemikalieë byvoegings te evalueer. Chemiese modifisering van die olie moet egter terselfdertyd geëvalueer en beperk word.

7.4.5.Plantmateriaal verdelingsgraad

'n Bykomende energie-inset en 'n bykomende stap in die produksieproses is nodig vir kerf van materiaal as fyn verdeelde plantmateriaal gebruik wil word. Plantmateriaal kan met die oplosmiddel gemeng word voor die resulterende mengsel gekerf word om olieverliese te beperk.

Fyn verdeelde materiaal beskik oor 'n groter oksidasie oppervlakte en sal vinniger oksideer. Dit lei tot verhoogde olieverliese gedurende hantering. Biologiese herbenutting daarvan na distillasie as bv. kompos sal egter vinniger kan geskied. Oppervlakspanningsmodifiseerders mag egter nodig wees as fyn verdeelde plantmateriaal gebruik word.

Hoe hoër die materiaaldigtheid is hoe langer neem verhitting. Nie slegs digtheid nie maar ook materiaalhomogeniteit t.o.v. gelokaliseerde digtheidsverskille is belangrik omrede gelokaliseerde digtheidsverskille lei tot gelokaliseerde (selektiewe) verhitting. Hoe groter die materiaaldigtheid hoe hoër is die mikrogolfenergieabsorpsie maar hoe laer die indringingsdiepte (paragraaf 2.2.6.).

Die verskillende faktore moet opgeweeg word teen mekaar en 'n geskikte plantverdelingsgraad gekies word o.g.v. die produksiebehoefte.

7.4.6.Oppervlakspanningsmodifisering

Die byvoeging daarvan verlaag olie-opbrengs sodanig dat dit eerder nie uitgevoer behoort te word nie. Sisteme moet verkieslik ontwerp word om van onverdeelde plantmateriaal gebruik te maak as dit nodig is om oppervlakspanningsmodifisering uit te voer vir fyn verdeelde materiaal.

7.4.7.Voorafbehandeling nl. weking

Die invloed hiervan op olie-opbrengs is kompleks en nie maklik verklaarbaar nie. As finale bedryfstoestand uitgeklaar is kan hierdie veranderlike geëvalueer word oor 'n prakties werkbare gebied ten einde te bepaal of dit olie-opbrengs gunstig gaan beïnvloed.

7.4.8.Ladingsgrootte

Die optimumwaarde hiervan moet onder bedryfstoestand bepaal word, en was 40 g plantmateriaal vir die gekose opstelling. Vir *L. scaberrima* (met 2.5 maal soveel water bygevoeg as plantmateriaal) word 35 W benodig per gram plantmateriaal wat gedistilleer word by 'n totale distillasietyd van 15 minute om optimum werkverrigting te verseker.

7.4.9.Distillasiekinetika

Onder die bepaalde eksperimentele toestande waar hierdie veranderlike ondersoek is, is die optimum irradiasieperiode in die omgewing van 14 minute gevind. Dit verskaf 'n vertrekpuntwaarde vanwaar die ekstraksietydperk geoptimeer kan word vir kommersiële doeleindes. Hierdie veranderlike is een van die belangrikstes wat bestudeer moet word as die essensiële olie van *L. scaberrima* ekonomies ontgin wil word.

7.4.10. Alternatiewe oplosmiddel

Die "olie" wat na afdistillering van die etanol verkry is, het nie veel aan die essensiële olie verkry met waterdistillasie herinner nie. Dit was donkergeel tot bruin en het stroperig voorgekom. Dit het nie gelyk of geruik soos die watergedistilleerde olies nie. Die opbrengste was laer as met water as oplosmiddel.

A.g.v. die bykomende distillasiestap benodig om die oplosmiddel te verwyder, die brandgevaar verbonde aan etanol, verlengde herwinningstyd sowel as die verlengde blootstellingstyd van oliemolekules aan hoë temperature, is water as oplosmiddel verkieslik bo etanol.

Ander polêre oplosmiddels kan in die toekoms met die apparaat geëvalueer word indien 'n ander oplosmiddel as water benut wil word.

7.5. Kontinue mikrogolfsisteme

7.5.1. Veiligheid

Die veiligheid van mikrogolfsisteme moet altyd op die voorgrond wees. Gereelde inspeksies is nodig ten einde personeel wat daarmee in omgang verkeer se veiligheid te verseker. Daar moet gereeld vir stralingslekkasies gekontroleer word; veral by seëls en modifikasiepunte.

Tydens ontwerp moet veral gelet word na veiligheid sowel as beheerbaarheid van die produksieproses ten einde uniforme produkte te probeer verkry vanuit opeenvolgende ladings plantmateriaal.

7.5.2. Oplosmiddel

Die grootste nadeel van water as oplosmiddel in kontinue mikrogolfsisteme is die beperking wat dit plaas op die afsnygolfgeleierdiameter in huishoudelike oonde, soos aangetoon in Hoofstuk 5. Sodanige afsnygolfgeleierdiameter kan die sisteem totaal onbenutbaar laat; veral as die

bedryfsfrekwensie nie vooraf uitgeklaar word nie. (Die afsnygolfgeleierdiameter is o.a. afhanklik van die bedryfsfrekwensie van die oond.)

Die aard van die oplosmiddelpolariteit kan 'n aansienlike invloed uitoefen op olie-opbrengs en verskillende oplosmiddelpolariteite kan in die toekoms ondersoek word. Indien geskikte oplosmiddels met kleiner ϵ_r waardes (as bv. water) gevind word kan die afsnygolfgeleierdiameter vergroot word. Sodoende sal plantmateriaal met 'n groter verdelingsgraad geïrradieer kan word.

Die elektromagnetiese eienskapsveranderinge wat gepaard gaan met byvoeging van chemikalieë in die sisteem kan verder gekarakteriseer word. Soveel moontlik oplosmiddel behoort gehersirkuleer en herbenut te word vir omgewingsvriendelikheid en besparing.

7.5.3. Distillasieapparaat

Glas as materiaalkeuse vir die enkelladingsdistillasiefles is gevind om uiters geskik te wees. Daar moet egter eerder met 'n distillasieapparaat weggedoen word en 'n alternatiewe proseskonfigurasie daargestel word, soos bespreek in Hoofstuk 5.

By verhitting van multikomponentsisteme word drastiese onreëlmatige verhittingspatrone waargeneem. Die distillasieapparaat moet hiervoor voorsiening maak.

Deurskynende verbindingsbuis is nuttig sodat verstoppings gouer opgespoor en geëlimineer kan word. Silikonrubberbuis het 'n bevredigende mikrogolflewenduur. Koppelstukke/aanhegtings kan as veiligheidsmeganismes optree om drukverlaging te bewerkstellig indien dit nodig sou word. Alle koppelings moet maklik los- en vasmaak om verstoppings geredelik te herstel sowel as die sisteem maklik op te stel.

7.5.4. Stroomvloei tempo's

Dit moet sodanig gekies word as om te verseker dat genoegsame olieherwinning plaasvind. 'n Te vinnige tempo lei daartoe dat plantmateriaal nie genoegsaam verhit nie en die gewenste produk

gaan in die afvalstroom verlore. 'n Te stadige tempo beteken energieverkwisting deurdat oormatige waterdamp gegenereer word nadat voldoende oliemolekules reeds verwyder is. Dit plaas 'n onnodige las op die kondensator.

Hoe hoër die voertemperatuur is hoe vinniger sal verhitting geskied. Uitlaatstrome kan in 'n hitteuiler benut word om voerstrome te voorverhit. Om water onder omgewingstoestande te verhit word 4.18 kJ/kg K (by 298 K) benodig maar verdamping daarvan behels 2440 kJ/kg (by 298 K) en derhalwe is die grootste energieweerstand gesetel in verdampingsprosedures.

7.5.5.Opskaling van apparaat

Die resultate van hierdie studie kan benut word om 'n industriële skaal kontinue mikrogolfdestillasieapparaat te ontwikkel. Beginsels vervat in hierdie studie kan toegepas word op sodanige ontwerp om die prototipe vervaardiging te vereenvoudig en te vergemaklik.

Indien 'n mikrogolfdestillasieapparaat opgeskaal wil word, kan die elektriese veldsterkte verhoog word deur oonddrywing te verhoog. (Oonddrywing bepaal elektriese veldsterkte en magnetrondrywing is die hoofbydrae tot verhittingstempo. Hoe hoër die drywing hoe vinniger word 'n gegewe massa verhit.)

Essensiële olieherwinning vanuit roosmaryn (*Rosmarinus officinalis*) en peperment (*Mentha piperita*) het egter getoon dat 'n limiet bestaan t.o.v. die ladingsmassa waar effektiewe verhitting gehandhaaf kan word vir enige gegewe oonddrywing. Dit verteenwoordig die versadigingspunt vir die hoeveelheid mikrogolfenergie wat deur 'n gegewe massa plantmateriaal geabsorbeer kan word (paragraaf 2.2.7.1.).

Herwinning van olie moet in een enkele of die minimum aantal produksiestappe geskied. (Produksietyd en daarom olieverliese word aansienlik verleng en verhoog indien meer as een produksiestap gebruik word.) Die totale produksietyd moet so kort as moontlik gehou word.

7.5.6.Bedryfsprosedures en -veranderlikes

Bedryfsprosedures moet voorsienig maak vir verstellings vanaf die begin van distillasie totdat gestadigde staat bereik is.

Intervalle tussen irradiasieperiodes behoort gelaat te word sodat bv. 'n glas distillasieapparaat genoegsaam kan afkoel as 'n distillasieapparaat gebruik word. Die invloed van een langer ononderbroke irradiasieperiode vs. meervoudige korter onderbroke irradiasieperiodes wat in totaal ekwivalent is aan die langer irradiasieperiode kan ondersoek word.

7.5.7. Alternatiewe toerustingkonfigurasies

Plantmateriaalverwydering vanuit afvalstrome kan vergemaklik word deur gebruikmaking van 'n gebuigde sifskerm om die plantmateriaal en afvalwater te skei sodat lg. hersirkuleer kan word. Afval plantmateriaal kan tot kunsmis verwerk word en gelaat word in die landelike omgewing waar olies met 'n mobiele apparaat afgedistilleer is.

7.6. Teevervaardiging

L. scaberrima is geskik vir teevervaardigingsdoeleindes. 'n *L. scaberrima* tee behoort so gou as moontlik bemark te word. Inkomste só verkry kan die nodige fondse verskaf vir verdere ontwikkelingswerk.

Die ervaring dat 'n tee aangenaam is, is 'n uiters subjektiewe en unieke ervaring. Marknavorsing behoort te fokus op dié bepaalde populasiesegment wat *L. scaberrima* tee reeds (tradisioneel) benut om faktore te identifiseer wat nuttig mag wees vir verdere ontwikkelingswerk en/of bemarking.

Die kleur van *L. scaberrima* tee is geel en nie bruin tot donkerbruin soos swart tee of rooibruin soos Rooibostee nie. Dit kan dus eerder as 'n kruietee beskou word.

Die aangepaste Rooibostee metode is uiters geskik vir teevervaardiging vanuit *L. scaberrima* en verdere ontwikkelingswerk behoort hierop te konsentreer.

Die belangrikste produksiefaktore en werkbare gebiede daarvoor is nou geïdentifiseer. Op hierdie inligting kan voortgebou word om *L. scaberrima* tee verder te ontwikkel om dit 'n huishoudelike naam te maak.

Die antioksidatiewe potensiaal van *L. scaberrima* tee kan bepaal word om die bemerkbaarheid van die tee te verhoog. Bekende antioksidante in die plant kan geïdentifiseer en gekwantifiseer word. Die antikarsinogeniese en antimutageniese potensiaal van die tee kan ondersoek word.

Chlorofil-, tannien- en flouried bepalinge sowel as objektiewe kleurbepalinge van die produk van die uiteindelik gekose vervaardigingsmetode kan uitgevoer word.

7.7.Slotrede

Die gebruik van *L. scaberrima* as gevallestudie het ondersoek na die produksie van 'n onbekende en tot dusver onbenutte essensiële olie daargestel; alhoewel die resultate van die studie in 'n meerdere of mindere mate toepaslik is op ander plantmateriale.

Die toepassingsmoontlikhede van *L. scaberrima* sal slegs beperk word deur die entoesiasme van die individu wat sodanige projekte bestuur.