

2.Literatuuroorsig

2.1.Inleiding

Botaniese aspekte van *Lippia scaberrima* Sond. vir die doel van kommersiële herwinning van produkte daaruit is beskryf in die literatuur (Terblanché, 1995:3–10). Die enigste bykomende plantkundige verwysings wat gevind kon word handel oor moontlike toksisiteit van Suid-Afrikaanse *Lippia*-spesies teenoor beeste (Fourie, 1984) sowel as 'n taksonomiese ondersoek na die genus *Lippia* L. in Suider-Afrika (Gildenhuys, 1995).

2.2.Essensiële olie

Teorie rondom essensiële olies en die produksie daarvan, insluitende produksie m.b.v. mikrogolfstraling, is reeds in die literatuur opgesom (Terblanché, 1995:10–43) en slegs relevante bykomende inligting word hier verstrekk. Die klem in hierdie deel van die studie val op veranderlikes wat 'n invloed kan hê op essensiële olieproduksie deur gebruikmaking van mikrogolfdestillasieapparaat en die oorsig van relevante literatuur is dienooreenkomstig hanteer.

2.2.1.Identifisering van veranderlikes betrokke by olieherwinning

'n Aantal veranderlikes kan geïdentifiseer word wat die essensiële olie verkry vanuit biologiese materiaal behorende tot 'n enkele en unieke botaniese plantspesie beïnvloed. Die veranderlikes kan nie ten volle van mekaar geskei en onafhanklik van mekaar geplaas word nie aangesien 'n onderlinge wisselwerking tussen sommige van hulle bestaan en die een die ander noemenswaardig kan beïnvloed.

A.g.v. die ingewikkelde wisselwerking en invloed van geografiese-, botaniese-, produksie- en ander veranderlikes is samestellings van produkte wat essensiële olies bevat kompleks. Bv., t.o.v. dermatologiese toleransie van parfuurkomponente kan die oorsaak van ekseem nie eenduidig bepaal word nie a.g.v. produk kompleksiteit (Bouhlal & Meynadier, 1989), daaraan verleen deur o.a. die aantal essensiële olie veranderlikes betrokke.

Die invloed van elke veranderlike hieronder gespesifiseer moet vir elke individuele plantspesie afsonderlik ondersoek word omrede elke plantspesie se unieke genetiese, chemiese en fisiese samestelling dit sonderling laat optree. Bv. in sekere gevalle is dit beter om vars plantmateriaal te gebruik vir olieherwinning en in ander gevalle is 'n mate van droging wenslik (Van der Riet, 1933). Alhoewel sekere veralgemenings gemaak kan word as vertrekpunt moet die invloed van die veranderlikes genoem elkeen afsonderlik vasgestel word vir die spesifieke plantspesie wat ondersoek wil word, al is dit bloot ter bevestiging van 'n algemene neiging waargeneem vir ander plantspesies.

Die geïdentifiseerde veranderlikes het 'n invloed op beide die samestelling (kwaliteit) en opbrengs van die olie en word gerieflikheidshalwe verdeel in sewe groepe, nl.:

1. Geografiese veranderlike.
2. Klimatologiese veranderlikes.
3. Botaniese veranderlikes het betrekking op die plantmateriaal voordat dit in die produksieapparaat geplaas word, uitgesonderd veranderlikes gegroepeer onder 1.) en 2.) hierbo. Produksiefaktore soos fisiese grootte-reduksie en voorafbehandeling (bv. weking) word hier ingesluit, aangesien dit die samestelling van die biologiese materiaal verander vóórdat dit in die produksieapparaat geplaas word.
4. en 5. Produksieveranderlikes word onderverdeel in bedryfs- en toerustingveranderlikes. Bedryfsveranderlikes kan tydens produksie gewissel word ten einde die effek daarvan te bepaal terwyl toerustingveranderlikes met die toerustingontwerp in verband gebring word. Die gelyste veranderlikes is verkry deur slegs stoom- en waterdistillasie sowel as enkellading- en kontinue mikrogolfdistillasie as produksiemetodes te evalueer. Hierdie benadering is gevolg aangesien die heel belangrikste produksieveranderlike die herwinningsmetode wat gebruik word is, bv. mikrogolfekstraksie vs. hidrodifusie soos aangetoon vir 10 plantspesies behorende aan verskillende plantfamilies (Jean, Collin *et al*, 1992). Die samestellings sowel as opbrengste van olies verkry vanuit enkelspesie plantmateriaal met verskillende herwinningsmetodes verskil, soos aangetoon vir 'n aantal basiliekruid spesies (*Ocimum* sp.) (Charles & Simon, 1990). Verskillende

ekstraksietegnieke lewer verskillende produkte, bv. roos otto (stoomdistillasie) en roos absoluut (oplosmiddel ekstraksie) vanuit roos (*Rosa damascena*) (Moates & Reynolds, 1991).

6. Bergingsveranderlikes verteenwoordig dié groep veranderlikes wat na herwinning van die olie 'n rol kan speel.
7. Diverse veranderlikes sluit oorblywende veranderlikes in.

2.2.1.1. Geografiese veranderlike

Die geografiese verspreidingsgebied verteenwoordig daardie spesifieke lengte- en breedtegraadliggings waar plantmateriaal aangetref en ingesamel kan word. Dieselfde plantspesie wat in verskillende wêrelddele gekweek word neig om dieselfde oliekomponente in verskillende konsentrasies te bevat. Dié veranderlike speel in sommige gevalle die belangrikste rol t.o.v. oliekwaliteit. Voorbeelde van plante waarvoor die invloed van geografiese ligging al bepaal is sluit kakiebos (*Tagetes minuta*) (Chalchat, Garry *et al*, 1995) en suurlemoen (*Citrus limon*) (Staroscik & Wilson, 1982) in.

2.2.1.2. Klimatologiese veranderlikes

Die makro- sowel as mikroklimatestoestand van enige spesifieke habitat is van belang (soos aangetoon vir kakiebos (*Tagetes minuta*) (Zygadlo, Grosso *et al*, 1990)), aangesien selfs plante wat langs mekaar voorkom verskille t.o.v. genetiese, fisiese, chemiese en biochemiese samestellings kan openbaar. Slegs identifisering van veranderlikes vind hier plaas, alhoewel daar al 'n poging aangewend is om gewasse wat gebruik word vir essensiële olie produksie in hulle natuurlike omgewing, met 'n aantal veranderlikes in ag genome, wiskundig te modelleer ten einde suksesvolle benutting en bestuur van die gewasse te probeer bewerkstellig (Box, 1982).

Onderstaande veranderlikes het 'n invloed op die botaniese materiaal vanaf ontkieming tot by ten minste insameling daarvan, bv. die mate van wind wat aanwesig is tydens oestyd beïnvloed die aantal vlugtige molekules wat verlore gaan aan die atmosfeer. Die hoeveelheid sowel as kwaliteit van verskeie van hierdie veranderlikes, bv. grondwater, speel 'n belangrike rol t.o.v. die opbrengs

sowel as samestelling van die olie wat uiteindelik geproduseer sal kan word.

1. Besoedeling, bv. van swaarmetale soos kadmium en lood vir bv. Engelse laventel (*Lavandula angustifolia*) (Zheljazkov & Nielsen, 1996), ui (*Allium cepa*) (Arambasic, Bjelic *et al*, 1995; Dang, Chabra *et al*, 1990), fenugreek (*Trigonella foenum-graccum*) (Dang, Chabra *et al*, 1990) en verskeie ander plantspesies (Zheljazkov & Jekov, 1996).
2. Voedingstowwe bv. minerale bemestingstowwe soos stikstof, fosfor of kalium vir bv. salie (*Salvia officinalis*) (Piccaglia, Marotti *et al*, 1989), wildemalva (*Pelargonium graveolens*) (Prakasa Rao, Singh *et al*, 1985), Java sitroenella (*Cymbopogon winterianus*) (Prakasa Rao & Singh, 1991), soet basiliekruid (*Ocimum basilicum*) (Hornok, 1986; Adler, Simon *et al*, 1989), peperment (*Mentha piperita*) (Hornok, 1986), Japanese ment (*Mentha arvensis*) (Sharma & Singh, 1980), dille (*Anethum graveolens*) (Randhawa, Gill *et al*, 1996) en vinkel (*Foeniculum vulgare*) (Hornok, 1986). Kritiese mangaan- (Misra, 1995) en sink- (Misra & Sharma, 1991) konsentrasies t.o.v. 'n gewenste oliesamestelling is bepaal vir Japanese ment (*Mentha arvensis*).
3. Hoeveelheid en tydsduur van sonligbestraling (fotoperiode) vir bv. peperment (*Mentha piperita*) (Burbott & Loomis, 1957), Japanese ment (*Mentha arvensis*) (Duriyaprapan & Britten, 1986), koljander (*Coriandrum sativum*) (Hornok, 1986), salie (*Salvia officinalis*), tiemie (*Thymus vulgaris*) en 'n verskeidenheid ander plante (Li, Craker *et al*, 1996). Die invloed van lig op hernandulsien ('n kunsmatige versoeter) produksie in *Lippia dulcis* is ook ondersoek (Sauerwein & Shimomura, 1991). Die mate van wolkbedekking aanwesig kan hierby ingesluit word.
4. Wind.
5. Hoogte bo seevlak, vir bv. wildemalva (*Pelargonium graveolens*) (Rajeswara Rao, Sastry *et al*, 1990).
6. Humiditeit, vir bv. wildemalva (*Pelargonium graveolens*) (Rajeswara Rao, Sastry *et al*, 1990).
7. Beskikbaarheid, aanwendingsmetode en gehalte van water vir bv. peperment (*Mentha piperita*) (Nedkov & Georgiev, 1991), Franse dragon (*Artemisia dracuncululus*) (Hornok, 1986), Java sitroenella (*Cymbopogon winterianus*) (Singh, Chandrasekhara *et al*, 1996), soet basiliekruid (*Ocimum basilicum*) (Simon & Reiss-Bubenheim, 1992) en wildemalva

(*Pelargonium graveolens*) (Putievsky, Ravid *et al*, 1990). Reënval (vir bv. 'n aantal ment spesies (*Mentha* sp.) (Maffei, 1988)) sowel as grondwater (vir ui (*Allium cepa* L.) (Finch-Savage, 1986)) is van belang.

8. Omgewingstemperatuur, veral tydens insameling om verliese te beperk, vir bv. dille (*Anethum graveolens*) (Hornok, 1986), 'n aantal ment spesies (*Mentha* sp.) en kamille (*Chamomilla recutita*) (Fahlén, Welander *et al*, 1997).
9. Grondoppervlaktemperatuur, vir bv. ui (*Allium cepa* L.) (Finch-Savage & Phelps, 1993).
10. Grondtoestand, insluitend pH vir bv. wildemalva (*Pelargonium graveolens*) (Rajeswara Rao, Sastry *et al*, 1990).
11. Grondtipe, vir bv. kakiebos (*Tagetes minuta*) (Graven, Webber *et al*, 1991).
12. Saaityd, vir bv. kamille (*Chamomilla recutita*) (Gasic, Lukic *et al*, 1991).
13. Die tyd van die jaar wanneer geoes word (t.o.v. seisoenale wisseling) vir bv. *Eucalyptus* spesies (Doran, Caruhapattana *et al*, 1995; Zrira & Benjilali, 1996), peperment (*Mentha piperita*) (Clark & Menary, 1984), wildemarjolein (*Origanum vulgare*) (Putievsky & Ravid, 1981), lourier (*Laurus nobilis*) (Roque, 1989), hisop (*Hyssopus officinalis*) (Jean, Collin *et al*, 1992), wilde als (*Artemisia affra*) (Graven, Webber *et al*, 1990) en sitroengras spesies (*Cymbopogon* sp.) (Singh, Naqvi *et al*, 1994). Drastiese daaglikse wisselings is moontlik, soos aangetoon vir die teeboom (*Melaleuca alternifolia*) (Murtagh & Etherington, 1990). Netso kan oesfrekwensie 'n rol speel, vir bv. salie (*Salvia officinalis*) (Putievsky, Ravid *et al*, 1986).
14. Diverse klimatologiese omgewingspannings.

2.2.1.3. Botaniese veranderlikes

Sommige van die ondergenoemde veranderlikes is geassosieerd met bepaalde fisiologiese prosesse wat in die plant plaasvind. Die fisiologiese veranderings beïnvloed die samestelling van die plantmateriaal en gevolglik die samestelling en opbrengs van die olie wat geproduseer word.

1. Die spesifieke groei- oftewel ontogene stadium gedurende die groeisiklus van die plant ten tyde van insameling is waarskynlik die belangrikste veranderlike betrokke m.b.t. olieproduksie in die plant self. Die mate van olieproduksie in die oliekliere hang nou

saam met ingewikkelde fisiologiese prosesse wat voortdurend plaasvind. Fisiologiese ouderdom en groeitempo sowel as die voortplanting- en bestuivingsiklus kan ook hier genoem word. Fisiologiese prosesse kan nie in isolasie beskou word nie, aangesien bv. die groeistadium afhanklik is van o.a. minerale voedingstowwe en water wat tot die plant se beskikking was voor insameling. Selfs fisiologiese aspekte van biologiese (bv. metaboliese) prosesse soos fotosintese (vir bv. peperment (*Mentha piperita*) (Maffei & Codignola, 1990)) wat geen direkte rol in olieproduksie speel nie moet in aanmerking geneem word. Die invloed van fisiologiese prosesse op olieproduksie is al deels vir o.a. die volgende plantspesies ondersoek: kakiebos (*Tagetes minuta*) (Thappa, Agarwal *et al*, 1993), vinkel (*Foeniculum vulgare*) (Marotti, Piccaglia *et al*, 1994), ui (*Allium cepa*) (Gbolade & Lockwood, 1992), peperment (*Mentha piperita*) (Perrin & Colson, 1991; Watson & St. John, 1955), bergamotment (*Mentha citrata*) (Malizia, Molli *et al*, 1996), Franse dragon (*Artemisia dracunculus*) (Venskutonis, Gramshaw *et al*, 1996), pietersielie (*Petroselinum sativum*) (Karawya, El-Wakeil *et al*, 1980) en 'n sitroengras-spesie (*Cymbopogon flexuosus*) (Singh & Luthra, 1988).

2. Botaniese, chemiese en fisiese eienskappe van die plantspesie self bv. rangskikking van en hoeveelheid olieklere.
3. Genetiese variasie soos verskillende kultivars vir bv. karwei (*Carum carvi*) (Galambosi & Peura, 1996), *Eucalyptus citriodora* (Rajeswara Rao, Singh *et al*, 1984a) en suurlemoen (*Citrus limon*) (Usai, Picci *et al*, 1996).
4. Chemiese reaksies kan op die plantmateriaal inwerk en die samestelling en eienskappe daarvan wysig. Hier speel o.a. die oesmetode 'n rol sodat plantdele op 'n sekere manier van die plant moedermateriaal verwyder word om bv. oormatige blootstelling aan atmosferiese suurstof en gepaardgaande ongewenste oksidasie-reaksies te voorkom. Chemiese reaksies kan gewens (bv. hormonale byvoegings vir roos (*Rosa damascena*) (Abad Farooqi, Sharma *et al*, 1993)) of ongewens wees.
5. Ensiematiese- en/of mikroörganisme aktiwiteit kan in die biologiese materiaal plaasvind voor, tydens of na insameling en ongewens (bv. fermentasie) of gewens (bv. tydens uie-olie produksie) (Terblanché, 1995; Schwimmer & Weston, 1961; Hewitt, 1963) wees.
6. Aanvalle deur insekte, mikroörganismes en/of onkruiden noodsaak die gebruik van onkruidodders en is ondersoek vir o.a. peperment (*Mentha piperita*) en Japanse ment

- (*Mentha arvensis*) (Margina & Zheljzkov, 1994). Indien geen onkruidodder aangewend word nie of aanwending ondoeltreffend is, kan die plant tydens insameling 'n siekte onderlede hê waarvan herstel nog nie volkome plaasgevind het nie.
7. Algemene toestand van die plantmateriaal bv. die voginhoud daarvan, of dit verlep is al dan nie, saadkwaliteit (vir bv. ui (*Allium cepa* L.) (Wheeler & Ellis, 1992)) ens.
 8. Die spesifieke plantdeel of -dele wat benut gaan word t.o.v. plante waar olies geïsoleer kan word uit verskillende plantdele vir bv. soet basiliekruid (*Ocimum basilicum*) (Bonnardeaux, 1992), Japanese ment (*Mentha arvensis*) (Duriyaprapan & Britten, 1982) en 'n sitroengras-spesie (*Cymbopogon citratus*) (Ming, Figueiredo *et al*, 1996).
 9. Plantspasiëring oftewel plantdigtheid i.t.v. die aantal plante per vierkante meter area vir bv. peperment (*Mentha piperita*) (Clark & Menary, 1979), Japanese ment (*Mentha arvensis*) (Randhawa & Kaur, 1996), groenment (*Mentha gracilis*) (Kothari & Singh, 1995), bergamotment (*Mentha citrata*) (Rajeswara Rao, Singh *et al*, 1984b), kruisement (*Mentha spicata*) (Jha & Singh, 1979) en salie (*Salvia officinalis*) (Piccaglia, Marotti *et al*, 1997).
 10. Behandeling van die plantmateriaal bv. of dit gewas word, weking, sifting, ens. Hier moet gelet word op die hoeveelheid stof en hitte wat gegenereer word indien die fisiese grootte van die plantmateriaal verstel word. Indien plantmateriaal fisies verklein word is die metode van grootte-reduksie kritiek. 'n Maal-aksie kan genoeg energie verskaf sodat terpene verdamp terwyl 'n kerf-aksie verdampingsverliese teëwerk (Terblanché, 1995:14). Hoe fyner die plantmateriaal verdelingsgraad hoe groter is die blootstellingsarea waaruit olie geëkstraheer word en hoe hoër die olie-opbrengs, soos aangetoon vir vinkel (*Foeniculum vulgare*) (Marotti & Piccaglia, 1992). Voorafbehandeling uitgevoer op plantmateriaal voor insameling is hierby ingesluit, bv. die mate waartoe plante gesnoei word vir bv. roos (*Rosa damascena*) (Singh & Ram, 1987).
 11. Die manier hoe plantmateriaal gestoor en/of gedroog word na insameling voor produksie. Droging van plantmateriaal voor produksie kan ongewens wees (Van der Riet, 1933) vir bv. soet basiliekruid (*Ocimum basilicum*) (Nykänen & Nykänen, 1987; Baritoux, Richard *et al*, 1992) of gewens soos in die geval van die teeboom (*Melaleuca alternifolia*) (Murtagh & Curtis, 1991; Whish & Williams, 1996) en verskeie ment spesies (*Mentha*

sp.) (Singh, Singh *et al*, 1990; Hughes, 1952). Vars en gedroogde plantmateriaal se samestellings hoef nie weselik te verskil nie soos aangetoon vir marjoleinspesies (*Origanum* sp.) (Nykänen & Nykänen, 1987) en lourier (*Laurus nobilis*) (Skrubis, 1982). Die effek van droging deur gebruikmaking van warm lug teenoor mikrogolfstraling t.o.v. die resulterende essensiële oliekomponentprofiel is gedokumenteer vir 'n wye verskeidenheid kruie (Deans, Svoboda *et al*, 1991).

12. Diverse biologiese faktore soos allelopatie.

2.2.1.4. Produksie bedryfsveranderlikes

1. Die bedryfsdruk beïnvloed die kookpunt van die oplosmiddel en dus die distillasietemperatuur. Die invloed van o.a. bedryfsdruk is ondersoek vir 'n sitroengrasspesie (*Cymbopogon* sp.) (Nair, Chinnamma *et al*, 1980).
2. 'n Te hoë bedryfstemperatuur (of lokale oorverhitting) kan lei tot ontbinding en/of degradering van termies sensitiewe oliekomponente.
3. Die totale produksietyd moet so kort as moontlik gehou word. Indien isolasie van oliekomponente oor 'n te lang periode geskied kan degradering van molekules a.g.v. oormatige blootstelling aan bv. hitte plaasvind (Zlotozynski, 1995). Vir dille (*Anethum graveolens*) is egter aangetoon (Koedam, 1982) dat, a.g.v. die polariteit van oliekomponente en die gevolglike deurlaatbaarheid deur plantselmembrane, 'n langer distillasietydperk gewens is. Hierdie feit wys weereens daarop dat die invloed van elke veranderlike geïdentifiseer vir elke individuele plantspesie afsonderlik ondersoek moet word, alhoewel sekere veralgemenings gemaak kan word as vertrekpunt.

Vir mikrogolfstraling is die tydsduur van irradiasie kritiek (Terblanché, 1995), soos aangetoon vir dille (*Anethum graveolens*), vinkel (*Foeniculum vulgare*) en salie (*Salvia officinalis*) (Jean, Collin *et al*, 1992). Een langer ononderbroke irradiasieperiode of meervoudige korter onderbroke periodes wat in totaal ekwivalent is aan die langer irradiasieperiode lewer nie identiese produkte nie.

4. Herwinning van olie in een enkele of meervoudige produksiestappe. Produksietyd word aansienlik verleng indien meer as een produksiestap gebruik word.
5. Die produksietempo van bv. vinkel (*Foeniculum vulgare*) (Katsiotis, 1988) olie word grootliks beheer deur die energietoevoeging gedurende produksie te reguleer.
6. Beheer van die produksieproses ten einde uniforme produkte te probeer verkry vanuit opeenvolgende ladings plantmateriaal.
7. Daar behoort eweredige verspreiding van die biologiese materiaal deur die distillasiefles te wees gedurende herwinning ten einde o.a. kanaalvorming te verhoed.
8. Aard van die oplosmiddelpolariteit, soos aangetoon vir roosmaryn (*Rosmarinus officinalis*) (Spiro & Chen, 1994). Die polariteit van essensiële oliekomponente wat

herwin word bepaal die oplosbaarheid van die oliekomponente in die oplosmiddel en oefen gevolglik 'n invloed uit op die oplosmiddelkeuse, vir bv. marjolein (*Origanum majorana*) en tiemie (*Thymus vulgaris*) (Jean, Collin *et al*, 1992).

9. Chemiese eienskappe van die oplosmiddel o.a. suiwerheidsgraad, termiese stabiliteit en pH (Koedam, 1982). Oplosmiddel selektiwiteit speel 'n rol deurdat ongewenste molekules soos pigmente saam met oliemolekules uit die moedermateriaal uitgelooë en verwyder kan word.
10. Hersirkulering (indien enige) van die oplosmiddel.
11. Verhouding van die oplosmiddel- tot plantmateriaal massa wat in die distillasiefles geplaas word, soos aangetoon vir roosmaryn (*Rosmarinus officinalis*) en peperment (*Mentha piperita*) (Chen & Spiro, 1994).
12. Onsuiwerhede wat die sisteem binnekom saam met die plantmateriaal of oplosmiddel.
13. Vloeitempo's van alle inlaat- en uitlaatstrome vir kontinue sisteme.
14. Effektiwiteit van dampkondensasie. Die verkoelingswater vloeitempo deur die eenheid waar dampkondensasie geskied moet genoegsaam wees sodat volledige kondensasie plaasvind.

2.2.1.5. Produksie toerustingveranderlikes

1. Verdampingsverliese vanuit die toerusting o.a. lekkasies a.g.v. swak seëls, ens.
2. By konvensionele distillasie is die grootte en geometrie van die distillasiefles kritiek ten einde behoorlike vloeipatrone en effektiewe stoomverspreiding te verseker. Die invloed by mikrogolfsisteme is minder a.g.v. die unieke verhittingsmetode van mikrogolfstraling.
3. Tydens ontwerp van die toerusting moet voorsiening vir effektiewe hitte- en massa-oordrag verseker word.
4. Materiaalkundige keuses t.o.v. die toerusting word tydens ontwerp gefinaliseer. Die distillasiefles moet inert en korrosiebestand wees. Vir water- en stoomdistillasie moet die distillasiefles oor die gevraagde termiese geleidingsvermoë beskik sodat effektiewe hitte-oordrag vanaf die verhittingsmantel na die oplossing aan die binnekant van die fles bewerkstellig word.
5. Metode van skeiding wat gevolg word vir die water en olie mengsel na kondensasie bv.

fisies m.b.v. 'n skeitregter of deur gebruikmaking van 'n inerte anhidriese sout.

6. Die posisie van die apparaat binne die mikrogolfoond aangesien interferensiepatrone van mikrogolfstraling binne 'n oond dui op wisseling in stralingsintensiteit deur die oond. Hierdie wisseling in elektromagnetiese stralingsintensiteit is 'n funksie van o.a. die fisiese vorm van die stralingskamer.
7. Mikrogolffrekwensie indien mikrogolfstraling gebruik word.

2.2.1.6. Bergingsveranderlikes

Sekere van die onderstaande veranderlikes bv. chemiese reaksies soos oksidasie kan voor, tydens en/of na olieherwinning 'n rol speel.

1. Hidrolise van oliekomponente a.g.v. blootstelling aan vog, aangetoon vir o.a. malva spesies (*Pelargonium* sp.) (Kaul, Rajeswara Rao *et al*, 1997).
2. Ontbinding van molekules a.g.v. blootstelling aan hitte of direkte sonlig.
3. Oksidasie a.g.v. blootstelling aan atmosferiese suurstof in lug.
4. Ongewenste chemiese reaksies (Koedam, 1982) soos siklisering, herrangskikking of polimerisasie.
5. Ongewenste biochemiese reaksies a.g.v. kontaminering met sekere mikroorganismes.
6. Bergingshouermateriaal bv. glas is inert terwyl sekere metale stelselmatig deur sekere oliekomponente geïoniseer word en dan daarin oplos. Die olie kan 'n rooi kleur aanneem as spore van ysterione daarin voorkom (Van der Riet, 1933).

Vlugtige swaelverbindinge produseer kopersulfied wat oplos in die olie om 'n swart kleur daaraan te verleen indien koper in die distillasieapparaat of bergingshouer gebruik word. Die swart kleur kan verwyder word deur die resulterende olie met inerte CaSO_4 te behandel (Van der Riet, 1933).

7. Spesifieke hanteringsprosesse uitgevoer na olieherwinning soos chemiese suiwing, filtering, verpakking, ens. Verpakkingsmateriale kan molekules tot die olie toevoeg, daaruit verwyder of chemies daarmee reageer. Materiale soos poliëteleen, PVC en gelatien kan 'n invloed uitoefen op die samestelling van vlugtige molekules wat in die

omgeving daarvan aangetref word (Kim & Gilbert, 1989).

2.2.1.7. Diverse veranderlikes

Landboukundige probleme t.o.v. o.a. bepaalde kundigheid wat nodig is om gewasse te verbou vir olieproduksie kan voorkom. Netso kan verskeie sosio-ekonomiese veranderlikes 'n invloed hê op olieproduksie bv. die beskikbaarheid van arbeid, finansiële posisie van die onderneming wat olies vervaardig, ens. Die kommersiële sukses van sodanige onderneming is afhanklik van verskeie faktore (Laplinskas, 1993).

2.2.2. Karakterisering van die essensiële olies

Essensiële olie verkry vanuit botaniese materiaal, ongeag die produksiemetode, besit nie noodwendig dieselfde samestelling as die olie teenwoordig in die plant nie, a.g.v. die feit dat gebruik gemaak is van 'n metode wat fisiese en/of chemiese eienskappe van die olie kon verstel het. Veranderings kan intree a.g.v. interaksies tussen die oliemolekules en die oplosmiddel, atmosferiese suurstof, ens. Netso kan temperatuurdegradering 'n verdere komponent-veranderende rol speel.

Daar bestaan geen metode wat die absolute essensiële olie-inhoud van botaniese materiaal kan bepaal nie (Whish, 1996; Franklin & Keyzer, 1962). Ten einde die effektiwiteit van enige (nuwe) produksiemetode te bepaal moet die produk daarvan vergelyk word met dié verkry deur gebruikmaking van 'n bestaande produksiemetode soos waterdistillasie (Whish, 1996).

Samestellende komponente van *L. scaberrima* olie bepaal d.m.v. GC/MS is in die literatuur beskikbaar (Terblanché, 1995; Terblanché, Kornelius *et al*, 1998) sowel as vir ander *Lippia* spesies (Terblanché & Kornelius, 1996).

Essensiële olies wat verkry word vanuit voorheen onbekende biologiese bronne (soos in dié geval) moet fisies en chemies gekarakteriseer word ten einde standaarde daar te stel waarvolgens olie vervaardig kan word. Fisiese en chemiese eienskappe van watergedistilleerde olie van *L. scaberrima* is vergelyk met olie herwin met mikrogolfdistillasie ten einde te bepaal waar oliesamestellingsverskille gesetel is. Hier verteenwoordig waterdistillasie 'n algemeen toegepaste

olie ekstraksiemetode en kontinue mikrogolfdestillasie die gekose metode vir uiteindelijke kommersiële produksie.

Vir bepaling van die eienskappe is die Internasionale Standaard Organisasie (ISO) se riglyne vir essensiële olies so noukeurig as moontlik gevolg. Deur die twee produksiemetodes só te vergelyk is 'n variasie op die klassieke essensiële olie vervaardigingsproses teenoor waarskynlik die mees moderne vervaardigingsmetode gestel. Insig rakende die invloed van mikrogolfstraling op essensiële olies behoort voort te vloei vanuit vergelyking van die twee produksiemetodes se produkte.

Waardes vir die fisiese en chemiese eienskappe geld slegs vir dié bepaalde plantpopulasie waarvan monsters geneem is tydens die ondersoek. Geografiese verspreiding en klimatologiese variasies het 'n besliste invloed op die samestelling van essensiële olies. Die eksperimentele waardes gee egter 'n goeie aanduiding van ordegroottes van die waardes wat bepaalde eienskappe oor die verspreidingsgebied heen kan aanneem. Sodanige ondersoek is, sover bekend, nog nooit op 'n Suid-Afrikaanse *Lippia* spesie uitgevoer nie.

Geen standaardspesifikasie(s) is daargestel nie alhoewel die metodes wat gevolg is toegepas kan word oor 'n gekose verspreidingsgebied van die plant ten einde sodanige spesifikasie te skryf. Die doel met hierdie deel van die ondersoek is slegs om produkte verkry met twee essensiële olie produksiemetodes te vergelyk op grond van bepaalde fisiese en chemiese eienskappe. Ten einde die essensiële olies te karakteriseer is die fisiese en chemiese eienskappe genoem in Tabel 2.2.2.1. bepaal.

Die enigste literatuurwaardes wat gevind is vir *L. scaberrima* olie is $SG = 0.9500$ by 288.15 K (15°C) en optiese rotasie (α_D) = $+ 7^\circ 36'$ met geen temperatuur vermeld nie (Power & Tutin, 1907). Fisiese en chemiese eienskappe vir essensiële olies verkry vanuit ander *Lippia* spesies by 293 K (tensy anders vermeld) word getoon in Tabel 2.2.2.2.

Tabel 2.2.2.1. : Geselekteerde fisiese en chemiese eienskappe

| Fisiese eienskap | Chemiese eienskap |
|------------------|---------------------------------------|
| Vriespunt | PH |
| Kookpuntgebied | Mengbaarheid met etanol |
| Soortlike gewig | Residu na verdamping |
| Refraksie-indeks | Suurgetal |
| Viskositeit | Estergetalle (voor en na asetilering) |
| Optiese rotasie | Inhoud van vry en totale alkohole |
| ----- | Karbonielgetal |
| ----- | Fenol-inhoud |

Refraksie-indeks waardes vir *Lippia multiflora* essensiële olie wissel tussen 1.4660 en 1.4890 (Koumaglo, Akpagana *et al*, 1996). Hierdie waardes is nie in Tabel 2.2.2.2. opgeneem nie omrede *Lippia multiflora* polimorfismes toon (Menut, Lamaty *et al*, 1995).

Getabuleerde digthede vir meer as 10 essensiële olies verkry vanuit bekende kruie (Porter & Lamerink, 1994) lewer 'n digtheidsgebied van 0.8737–0.9801 g/cm³ by 293 K as die olie van pietersielie (*Petroselinum sativum*) weggelaat word. Pietersielie-olie beskik oor 'n hoër digtheid (1.0660 g/cm³) as dié van water (0.9981 g/cm³) onder soortgelyke toestande. Hierdie voorbeeld illustreer die individualiteit van elke plantspesie se essensiële olie.

Getabuleerde waardes vir die soortlike gewig, refraksie-indeks, suurgetal, estergetal, ens. van essensiële olie van Japanese ment (*Mentha arvensis*) variëteite toon dat bv. die estergetal tussen 10.10 (1991) en 5.11 (1992) kan wissel (Randhawa & Kaur, 1996). Hierdie voorbeeld dien ter illustrasie van die wisseling wat kan bestaan tussen essensiële olies geproduseer in twee opeenvolgende (of verskillende) jare. Soortgelyk vertoon olie geproduseer vanuit plantmateriaal

ingesamel op verskillende fisiologiese groeistadiums (Januarie, Februarie, ens.) 'n wye reeks waardes vir dieselfde eienskap, soos aangetoon vir verskeie eienskappe van *Eucalyptus camaldulensis* olie (Nour El-Din & Abou Dahab, 1976).

Tabel 2.2.2.2. : Fisiese en chemiese eienskappe van *Lippia* essensiële olies

| Eienskap | Takson ¹ | Takson ² | Takson ³ | Takson ⁴ | Takson ⁵ |
|------------------------------------|--|---------------------|--|---------------------|---------------------|
| Soortlike gewig | 0.883– 0.900 ¹ 0.897 ^{6,7} | 0.8827– 0.9221 | 0.9211– 0.9303 ⁸ | 0.9339 | 0.9523 |
| Refraksie-indeks | 1.4800– 1.4900 ¹ | 1.4790– 1.5025 | 1.4890– 1.4909 | 1.4958 | 1.4914 |
| Optiese rotasie | -9° tot -20° ¹ | -1.4° tot +7.8° | +66° tot +73° | +55.3° | +1.10° |
| Aldehyd inhoud ⁹ (%) | 20–40 ¹ | | 57.3–64.0 | 72 | |
| Suurwaarde (mg KOH/g olie) | | | 0.7–0.93 | 0.81 | |
| Oplosbaarheid in (%) etanol | | | 70% ^{8,10} 80% ^{8,11} | 75% ¹² | |
| Ketone ¹³ (%) | | | 60.2–67.9 | | |
| Vrye alkohole (Massa %) | | | 2.4–3.5 | 1.02 | |
| Esters ¹⁴ (Massa %) | | | 1.3–4.1 | 1.96 | |

Notas: (1) *Lippia citriodora* (ook genoem *Aloysia triphylla* en sitroenverbena)

olie, volgens Furia & Bellanca (1975).

(2) Twaalf verskillende waardes vir *Lippia graveolens* olie (op grond van verskillende geografiese liggings), volgens Uribe-Hernández, Hurtado-Ramos *et al* (1992).

(3) Twee waardes vir *Lippia carviadora* olie, volgens Cosgrove, Islip *et al* (1950). Die massapersentasie terpene is bepaal as 28.3 tot 32.1 %.

(4) *Lippia adoënsis* olie, volgens Cosgrove, Islip *et al* (1950).

(5) *Lippia integrifolia* olie, volgens Retamar, Delfini *et al* (1981).

(6) *Lippia citriadora* olie, volgens De Assis Brasil e Silva, Bauer *et al* (1979).

(7) Bepaal by 288.15 K (15°C).

(8) Bepaal by 288.65 K (15.5°C).

(9) Bepaal volgens 'n sulfietmetode, en uitgedruk as 'n volumepersentasie.

(10) Onoplosbaar in 10 volumes 70% etanol.

(11) Oplosbaar in 1–2 volumes (en meer) 80% etanol.

(12) Oplosbaar in 2–6 volumes (en meer) 75% etanol.

(13) Bepaal volgens 'n hidroksielamienmetode, en uitgedruk as 'n massapersentasie.

(14) Slegs dié wat asetate kon vorm.

Bg. beklemtoon die diversiteit van essensiële olies (Bauer, Garbe *et al*, 1988) en dat waardes vir eienskappe daarvan met versigtigheid hanteer moet word.

2.2.3. Mikrogolfproduksie van essensiële olies

Slegs mikrogolfdestillasie as produksiemetode vir die essensiële olies van *L. scaberrima* word hier bespreek, omrede Terblanché (1995) reeds aangetoon het dat dit die huidige gekose metode vir kommersiële doeleindes sal wees.

Toepaslike mikrogolfstralingsteorie m.b.t. olieproduksie verskaf 'n agtergrond waarteen enkelladingsmikrogolfdestillasie eksperimente geïnterpreteer en beoordeel kan word. Sodanige

resultate kan daarna aangewend word om riglyne te verskaf wat behulpsaam kan wees gedurende kontinue mikrogolfdestillasiemiddelontwerp.

As die probleemstelling geneem word as die ontwerp en ondersoek van mikrogolfsisteme vir produksie van essensiële olies, dien ondergenoemde paragrawe as agtergrond en motivering vir bv. die feit dat sodanige ontwerp deels empiries moet wees. (Sien bv. paragrawe 2.2.3.2. en 2.2.3.3.) Die belangrikheid van besprekings oor bv. diëlektriese eienskappe illustreer die kompleksiteit van die probleemstelling. Deur beginsels rondom bv. elektromagnetiese velde te bestudeer, kan meer ingeligte keuses ook gemaak word oor die belang van veranderlikes (soos plasing van die destillasiemiddelontwerp in die oond) wat 'n rol speel tydens produksie van essensiële olies deur gebruikmaking van mikrogolfstraling. Gedurende eksperimentele ontwerp kan bv. indringingsdiepte van belang wees (vir bv. bepaling van die deursnit van 'n destillasiemiddelontwerp).

2.2.3.1. Inleiding

Die mikrogolfoond is in 1945 uitgevind deur Percy Spencer van die Raytheon Maatskappy (Schiffmann, 1994). Mikrogolfstraling word in huishoudelike oonde gegenereer deur 'n magnetron (Datta, 1990; Stöllman, 1990) en besit 'n frekwensie van 2.45 GHz met 'n ooreenstemmende golflengte van ca. 12.2 cm (Schwarzenbach, 1990; Kingston & Jassie, 1988). Kommersiële magnetrons is ontwikkel gedurende die Tweede Wêreldoorlog en is vakuümtoestelle wat gelykstroom elektriese energie omskakel in mikrogolwe teen 'n effektiwiteit van ca. 60–65% (Zlotozynski, 1995).

Gegenereerde mikrogolwe word tot 'n oondruimte toegevoer en bykans volledig weerkaats deur metaalwande wat die oondruimte aan die binnekant omring. Gereflekteerde golwe sluit aan by dié afkomstig vanaf die magnetron en vorm staandegolffpatrone in die oondruimte (Datta, 1990; Zlotozynski, 1995).

Met aanvang van irradiasie is die magnetrontemperatuur laag en die omsettingseffektiwiteit daarvan hoër (d.w.s. meer effektiewe drywingsuitset vanaf die magnetron). Die temperatuur van die magnetron styg met toename in tyd en die drywingsuitset daarvan verminder totdat dit

stabiliseer by 'n gestadigde magnetrontemperatuur. Die stabiliseringstyd benodig is ca. 30 s (Datta, Prosetya *et al*, 1992).

Die energie van elektromagnetiese straling is in die vorm van hoë-energie deeltjies, wat kwanta genoem word. Kwantumenergie is in staat om chemiese bindings te breek. X-strale en UV-strale se karsinogeniese effekte kan toegeskryf word aan die invloed wat dit op die menslike liggaam het deurdat dit chemiese bindings breek. In teenstelling met bv. X-strale of UV-strale besit elektromagnetiese straling in die mikrogolfgebied nie oor voldoende energie om enige chemiese bindings te breek nie (Schwarzenbach, 1990). Die kwantumenergie van mikrogolfstraling is 10^3 tot 10^5 keer te klein om molekulêre afbraak teweeg te bring (Van Eijk, 1994). Die energievlakke van mikrogolwe is selfs te laag om elektrone vanuit 'n atoom te verwyder. Getoon in Tabel 2.2.3.1.1. is ekwivalente kwantum-energievlakke van verskillende golflengtes elektromagnetiese straling, tesame met energiewaardes wat nodig is om die genoemde chemiese bindings te verbreek.

Tabel 2.2.3.1.1. : Energiewaardes van geselekteerde chemiese bindings en elektromagnetiese straling

| Tipe binding/elektromagnetiese frekwensie | Energiewaarde (kJ/mol) |
|--|-------------------------------|
| Kovalente binding, nl. O—H | 460 ¹ |
| Kovalente binding, nl. C—H | 365 ¹ |
| Ionisasie-energie van waterstof | 1312 ² |
| Eerste ionisasie-energie van koolstof | 1086 ² |
| Ekwivalente kwantumenergie van mikrogolfstraling by 2.45 GHz | 0.001 ¹ |
| Ekwivalente kwantumenergie van UV-strale by 3 PHz (1 PHz = 1×10^{15} Hz) | 1200 ^{2,3} |
| Ekwivalente kwantumenergie van X-strale by 3 EHz (1 EHz = 1×10^{18} Hz) | 1200000 ^{2,3} |

- Notas:
- (1) Volgens Van Eijk (1994).
 - (2) Volgens Atkins (1990).
 - (3) Die waardes is bereken soos getoon in Bylaag A.

Kwantumenergie in die mikrogolfgebied manifesteer in 'n materiaal as hitte (Schwarzenbach, 1990). Alhoewel aansprake bestaan wat bv. isomerisasie van vetsure of ontbinding van sitraal beweer (Van Eijk, 1994), is hierdie waarnemings die gevolg van lokale oorverhitting en te hoë temperature wat bereik is. Degradering van komponente is die gevolg van termiese sensitiviteit en nie van mikrogolfstraling as sulks nie (Schwarzenbach, 1990).

2.2.3.2. Wiskundige aspekte van mikrogolfsisteme

Die ontwerp van mikrogolfverhittingstelsels, -produkte en -prosesse is grotendeels empiries en lei gereeld tot teleurstellende resultate (Datta, 1990; Adu, Otten *et al*, 1995). Daar bestaan geen klinkklare oplossing vir die ontwikkeling van enige produk wat verkry gaan word deur mikrogolfstraling daarop toe te pas nie. Geen unieke oplossing vir verskillende toepassings bestaan nie. Sisteme word ontwikkel en getoets onder bedryfstoeënde waaraan dit onderwerp gaan word (Schwarzenbach, 1990). Redes hiervoor sluit die volgende in:

- Om 'n diëlektrikum wiskundig akkuraat te beskryf is moeilik (Tinga & Nelson, 1973).
- Die mate van veld-uniformiteit verkry m.b.v. 'n golfweerkatser was tot op hede te ingewikkeld om wiskundig te modelleer (Datta, 1990).
- Die presiese veldpatrone van die elektriese veld kan slegs verkry word deur die volledige stel Maxwell-vergelykings vir elektromagnetiese golfvoortplanting binne-in 'n mikrogolfoond in die teenwoordigheid van al die diëlektriese verbindings betrokke op te los. Hierdie berekeninge is numeries intensief en nog slegs uitgevoer vir eenvoudige sisteme (Datta, 1990; Datta, Prosetya *et al*, 1992).
- Tydens mikrogolfverhitting verander 'n materiaal se samestelling, struktuur en temperatuur. Sodanige veranderinge kan diëlektriese- en ander materiaalkundige

eienskappe verander (Datta, 1990) sodat wiskundige modellering uiters ingewikkeld is.

- Indien poreuse vastestowwe bv. biologiese materiaal soos sade in 'n mikrogolfoond geplaas en verhit word is drie fases van materie teenwoordig nl. gas, vloeistof en vastestof. Elke fase kan verskeie komponente bevat (Adu, Otten *et al*, 1995). Die wiskundige modellering van só 'n sisteem is geweldig ingewikkeld.
- Interaksies tussen veranderlikes betrokke is nog nie opgeklaar nie en die enigste ontwikkeling wat tot dusver plaasgevind het is dat enkele veranderlikes in isolasie uitgesonder is en 'n teorie daaromheen ontwikkel is. Bv. die delta-T teorie, wat nie nutteloos is nie, het ernstige beperkings. Dit kan nie gebruik word om die gedrag van bv. smaakkomponente in 'n mengsel of matriks te bereken nie (Schwarzenbach, 1990).
- Daar bestaan nog geen gesaghebbende artikel of boek oor die termodinamika betrokke by mikrogolfverhitting nie (Schwarzenbach, 1990).

2.2.3.3. Termodinamiese aspekte van mikrogolfsisteme

Die termodinamiese eienskappe en -gedrag van 'n gepolariseerde sisteem is fundamenteel verskillend van dieselfde sisteem indien polarisasie nie aanwesig is nie. Daar bestaan geen sistematiese mikrogolf hitte- of massa-oordragsteorie nie en ook geen onafhanklike mikrogolf hitte- of massa-oordragskonsepte of vergelykings buite dié vasgestel vir konvensionele verhitting nie (Zlotozynski, 1995; Adu, Otten *et al*, 1995). Gebrek aan sodanige teorie(ë) het gelei tot die onvermoë om heelwat waarnemings wat uniek tot mikrogolfoepassings is te verklaar. Polarisasie van diëlektriese materiale deur mikrogolwe staan sentraal tot die unieke mikrogolf hitte- en massa-oordragsisteem (Adu, Otten *et al*, 1995), en die volgende kan kortliks genoem word:

- Mikrogolfverhitting verskil so radikaal van konvensionele verhitting dat dit beskou word as die eerste nuwe verhittingstegniek sedert die ontdekking van vuur (Zlotozynski, 1995).
- 'n Aantal navorsers het waargeneem dat materiaalkundige eienskappe 'n afhanklikheid t.o.v. 'n materiaal se oriëntasie in 'n mikrogolfveld openbaar. Materiaalkundige eienskappe word derhalwe beïnvloed deur o.a. 'n materiaal se elektriese toestand (Adu, Otten *et al*, 1995).

- Vanaf die Eerste Wet van Termodinamika, toegepas op mikrogolfsisteme, is afgelei dat die grootste verskil tussen gepolariseerde en ongepolariseerde sisteme die voorkoms van elektriese energie (a.g.v. toepassing van 'n elektriese veld) in die gepolariseerde sisteem is (Adu, Otten *et al*, 1995).
- Toepassing van die Gibbs vrye energie vergelyking op mikrogolfsisteme dui daarop dat die vrye energie inhoud van 'n gepolariseerde sisteem hoër is as dié van 'n ongepolariseerde sisteem by dieselfde temperatuur, druk en met dieselfde komponentsamestelling. Indien vloeiermolekules nie ingeperk word nie, bv. in 'n oop sisteem, kan die gepolariseerde sisteem sy vrye energie verminder en na 'n ekwilibriumtoestand beweeg deur die hoeveelheid vlugtige molekules daarin te verminder. Daar is eksperimenteel bevestig dat die ewewigsvoginhoud laer is in 'n gepolariseerde sisteem as in 'n ongepolariseerde sisteem indien alle ander faktore konstant gehou word (Adu, Otten *et al*, 1995).
- Die aktiveringenergie benodig vir enige spesifieke reaksie kan laer wees in 'n gepolariseerde sisteem as in 'n ongepolariseerde sisteem. Dit is eksperimenteel bevestig waar 'n vermindering van ca. 50% in aktiveringsenergie vir 'n bepaalde reaksie waargeneem is (Adu, Otten *et al*, 1995).
- Vloeistowwe vertoon hoër kookpunte onder gepolariseerde toestande as onder ongepolariseerde toestande (Zlotozynski, 1995).
- Die spesifieke warmtekapasiteit van 'n materiaal onderwerp aan 'n elektriese veld is nie noodwendig dieselfde as dié van die materiaal indien dit nie blootgestel is aan 'n elektriese veld nie. Die warmtekapasiteit van 'n gepolariseerde materiaal sluit o.a. die energie wat nodig is vir polarisering om plaas te vind en die polariseringsintensiteit per eenheidsverandering in temperatuur in (Adu, Otten *et al*, 1995).
- Onder toestande van identiese temperatuur-, druk- en konsentrasiegradiënte kan elektrokinetiese gedrag wat die resultaat is van polariserende elektriese velde lei tot hoër of laer massa-oordragstempo's as in konvensionele sisteme (Adu, Otten *et al*, 1995).
- Daar is aangetoon dat verskeie termodinamiese veranderlikes soortgelyk verskillende gedrag openbaar in gepolariseerde en ongepolariseerde sisteme (Adu, Otten *et al*, 1995).

Tydens mikrogolfverhitting kan m.a.w. nie aanvaar word dat materiaaleienskappe wat met

konvensionele verhitingsmetodes bepaal is, daardie waardes sal aanneem in gepolariseerde sisteme nie. Verder kan nie aanvaar word dat die bepaalde waardes konstantes sal wees nie, veral indien die diëlektriese konstantes of -verliesfaktore temperatuurafhanklik is of deur termodinamiese veranderlikes beïnvloed word. Die modellering van mikrogolfverhitingsgedrag moet met uiterste versigtigheid hanteer word (Adu, Otten *et al*, 1995).

2.2.3.4. Diëlektriese eienskappe van materiale

Om die wisselwerking tussen mikrogolwe en materiale te verstaan moet diëlektriese gedrag bestudeer word (Tinga & Nelson, 1973). Materiaal diëlektriese eienskappe word beskryf deur 'n ingewikkelde diëlektriese konstante $\epsilon = \epsilon' - j\epsilon''$. Die reële deel, ϵ' , bepaal die hoeveelheid energie wat in 'n elektriese veld in 'n materiaal gestoor kan word (Tinga & Nelson, 1973; Zlotozynski, 1995). Wanneer 'n diëlektriese materiaal in 'n elektriese veld geplaas word, word die materiaal gepolariseer en stoor dit elektriese energie d.m.v. polarisasie (Adu, Otten *et al*, 1995). Hoe groter die polarisering van die materiaal hoe groter is die diëlektriese konstante (ϵ') en die hoeveelheid gestoorde energie. Met 'n toename in frekwensie neem totale polarisering af, grootliks a.g.v. molekulêre traagheid. Dus neem ϵ' af met toenemende frekwensie en as ϵ' verminder sal ϵ'' verhoog (Tinga & Nelson, 1973; Zlotozynski, 1995). Die gevolg is dat energie wat aan die materiaal besorg is deur die elektriese veld nie ten volle benut word om dipole te rig nie (hulle kan letterlik nie die pas volhou nie a.g.v. traagheid). 'n Deel van die energie gaan verlore in die materiaal deur die willekeurige termiese beweging daarvan te verhoog.

Die imaginêre deel, ϵ'' , word die verliesfaktor genoem en is 'n direkte maatstaf van die hoeveelheid elektromagnetiese energie wat in die materiaal omgeskakel kan word na hitte (Tinga & Nelson, 1973; Zlotozynski, 1995). Hoe hoër die diëlektriese verliesfaktor hoe meer energie word omgeskakel na hitte en hoe hoër is die materiaaltemperatuur na blootstelling aan mikrogolfstraling. Diëlektriese eienskappe bepaal hoe effektief 'n materiaal mikrogolfstraling absorbeer (Stöllman, 1990; Schiffmann, 1994).

Die verhouding ϵ''/ϵ' word die verliesraaklyn genoem aangesien $\epsilon = \epsilon' - j\epsilon'' = |\epsilon|e^{-j\delta}$, sodat $\tan \delta = \epsilon''/\epsilon'$. Tan δ toon die mate aan waartoe 'n materiaal elektromagnetiese energie omskakel na ander

energievorme (Tinga & Nelson, 1973; Zlotozynski, 1995). Die algemeen aanvaarde notasie is dat waardes van diëlektriese konstantes (ϵ') en -verliesfaktore (ϵ'') relatief is tot die waardes in die vrye ruimte of onder vakuum en dus is die waardes dimensieloos (Tinga & Nelson, 1973).

Diëlektriese eienskappe van water by 2.45 GHz tussen 276 K en 413 K is beskikbaar in die literatuur (Risman, 1988). Diëlektriese eienskappe van roosmaryn (*Rosmarinus officinalis*), peperment (*Mentha piperita*) en die essensiële olies daarvan by ca. 298 K en 2.45 GHz word verskaf in Tabel 2.2.3.4.1.

Tabel 2.2.3.4.1. : Diëlektriese eienskappe van geselekteerde materiale

| Materiaal | Diëlektriese konstante (ϵ') | Diëlektriese verliesfaktor (ϵ'') |
|-------------------------|--|---|
| Roosmaryn blare | 19.0 ¹ | 4.3 ¹ |
| Peperment blare | 39.4 ¹ | 13.2 ¹ |
| Roosmaryn olie | 5.0 ¹ | 0.8 ¹ |
| Peperment olie | 4.1 ¹ | 1.3 ¹ |
| Water | 75.9 ² | 7.9 ² |
| Water by 373 K | 55.0 ³ | ----- |
| Waterdamp by 373 K | 1.0 ³ | ----- |
| Water en NaCl 0.1 mol/l | 75.5 ⁴ | 41.9 ⁴ |
| Water en NaCl 0.5 mol/l | 67.0 ⁴ | 18.1 ⁴ |

- Notas:
- (1) Volgens Chen & Spiro (1994).
 - (2) Volgens Prosetya & Datta (1991).
 - (3) Volgens Paré, Belanger *et al* (1994).
 - (4) Volgens Zlotozynski (1995).

Die belangrikste faktore wat materiaal diëlektriese eienskappe beïnvloed is die volgende:

a.) Frekwensie van mikrogolfstraling

Die invloed van frekwensie is hierbo genoem maar bykomend kan gemeld word dat elke materiaal of mengsel oor 'n karakteristieke frekwensie beskik waar optimum energieabsorpsie geskied (Paré, Belanger *et al*, 1994; Zlotozynski, 1995).

b.) Temperatuur

Diëlektriese eienskappe is temperatuurafhanklik en kan verhoog of verlaag met temperatuurtoename (Datta, 1990; Schwarzenbach, 1990; Paré, Belanger *et al*, 1994; Zlotozynski, 1995). Die meeste vastestowwe besit baie lae diëlektriese verliesfaktore by 298 K maar hulle elektromagnetiese energieabsorpsie neem vinnig toe met temperatuurstyging (Zlotozynski, 1995). Veranderinge wat diëlektriese eienskappe ondergaan met temperatuurverandering beïnvloed vloeipatrone in 'n houer (Datta, Prosetya *et al*, 1992).

c.) Materiaaldigtheid

Materiaaldigtheid is temperatuurafhanklik (Datta, Prosetya *et al*, 1992) en beïnvloed die materiaal diëlektriese konstante (Schwarzenbach, 1990). Hoe hoër die materiaaldigtheid hoe langer neem verhitting. Poreuse materiale met relatiewe oop strukture verhit vinniger (Stöllman, 1990). Lug se diëlektriese konstante is 1.0 en lug is vir alle praktiese doeleindes deurlaatbaar vir mikrogolfstraling. Lug-insluitings binne-in 'n materiaal verlaag gevolglik die materiaal diëlektriese konstante (Schwarzenbach, 1990). Nie slegs digtheid nie maar ook

materiaalhomogeniteit t.o.v. gelokaliseerde digtheidsverskille is belangrik (Van Eijk, 1994; Zlotzynski, 1995). Gelokaliseerde digtheidsverskille lei tot gelokaliseerde (selektiewe) verhitting (Paré, Belanger *et al*, 1994).

d.) Materiaalvoginhoud

Diëlektriese eienskappe is afhanklik van materiaalvoginhoud (Datta, 1990; Stöllman, 1990; Van Eijk, 1994) aangesien die massapersentasie water in 'n materiaal die diëlektriese eienskappe daarvan merkbaar beïnvloed.

e.) Ioniese verbindings

Die konsentrasie(s) opgeloste ioniese sout(e) in 'n materiaal het 'n belangrike invloed op die verlies van vlugtige komponente daaruit (Stöllman, 1990; Van Eijk, 1994).

2.2.3.5. Elektromagnetiese velde

A.g.v. die staandegol patroon van die elektromagnetiese golwe is die ruimtelike verspreiding van die elektriese veld in die oond nie-uniform. Die elektriese veld is nul by nodusse en maksimum by antinodusse (Datta, 1990; Barringer, Davis *et al*, 1994; Schiffmann, 1994). Elke individuele mikrogolfoond se kenmerkende en unieke elektromagnetiese veldverspreiding lei tot die vorming van lokale warm (antinodale) of koue (nodale) gebiede; in die oond (Schwarzenbach, 1990; Schiffmann, 1994) sowel as binne-in die materiaal (Zlotozynski, 1995).

Draaitafels en soortgelyke toestelle word gebruik om hierdie probleem te voorkom of te minimeer (Datta, 1990; Schwarzenbach, 1990; Van Eijk, 1994; Zlotozynski, 1995) omdat interferensie-effekte temperature met tot 30 K laat wissel oor 'n afstand van een sentimeter (Schwarzenbach, 1990).

'n Golfweerkatser is 'n roterende meervoudige lem metaalweerkatser wat die rigting waarvolgens golwe in die oondruimte ingestuur word voortdurend verander. Dit verstel die elektriese veldverspreiding gedurig en lei tot meer uniforme verhitting aangesien posisies van nodusse en antinodusse voortdurend verander (Datta, 1990; Zlotozynski, 1995).

Die mikrogolfveld ossilleer teen 2.45×10^9 Hz en dipoolmolekules rig hulleself 2.45×10^9 keer per sekonde magneties t.o.v. die veld (Schwarzenbach, 1990) op grond van aantrekkings- en afstotingskragte. Indien die veld verwyder word ontspan dipole na 'n nuwe ekwilibriumposisie en energie word vrygestel as willekeurige kinetiese energie wat aan die sisteem besorg word as hitte (Tinga & Nelson, 1973; Zlotozynski, 1995).

Die mate van polarisasie wat bereik word is afhanklik van materiaaleienskappe sowel as die frekwensie van die toegepaste elektriese veld (Adu, Otten *et al*, 1995). Elektriese veldsterkte word verhoog deur die oonddrywing te verhoog (Datta, 1990).

Die vervaardiger se drywingspesifikasie kan nie geëkstrapoleer word om 'n verhittingstempo te verkry nie (Sasaki, Shimada *et al*, 1988; Schiffmann, 1994). Nie alle 700 Watt oonde se

verhittingstempo's vir identiese voorwerpe is dieselfde nie. Die vervaardiger se drywingspesifikasie is 'n gemiddelde waarde wat met tot 20% kan wissel. Dit beteken dat 'n 700 Watt oond se drywingsvermoë tussen 560 en 840 Watt lê. Die drywingsvermoë word bepaal deur gebruik te maak van 'n lading water wat in staat is om al die inset mikrogolfenergie te absorbeer (Kingston & Jassie, 1986), nl. 1000 tot 2000 ml water (Schiffmann, 1994). Drywing gelewer aan die oondruimte is nie slegs afhanklik van die magnetron nie maar hang ook tot 'n groot mate af van die golfgeleier sowel as die oondruimtegrootte in vergelyking met dié van die golfgeleier (Kingston & Jassie, 1986).

Die elektriese veldsterkte by enige punt in 'n mikrogolfoond is nie konstant nie en kan nie voorspel word nie (Sasaki, Shimada *et al*, 1988; Datta, 1990). Gevolglik kan die totale hoeveelheid geabsorbeerde energie nie beraam word deur gebruik te maak van slegs ϵ'' nie (Sasaki, Shimada *et al*, 1988). Die elektriese veldsterkte op 'n spesifieke posisie in 'n materiaal is afhanklik van o.a. ϵ' (Datta, 1990; Chen & Spiro, 1994), ϵ'' , die oondontwerp, posisie van die materiaal in die oond (Datta, 1990) en materiaal grootte (Sasaki, Shimada *et al*, 1988). Elektriese veldsterkte neem af met indringingsdiepte (Adu, Otten *et al*, 1995).

2.2.3.6. Indringingsdiepte van mikrogolfstraling

Die moontlikheid van indringing van mikrogolfstraling in materiale in word uitgedruk i.t.v. indringingsdiepte, wat gedefinieer word as die diepte in die materiaal waar die energie verminder het tot by 37% (e^{-1}) van die oppervlakenergie waarde (Datta, 1990; Stöllman, 1990; Zlotozynski, 1995). Gespesifiseerde waardes is ook moontlik, bv. die 50% indringingsdiepte is die afstand in die absorberende materiaal waar 50% van die mikrogolfstraling geabsorbeer is (Lindstrom & Parliament, 1994). Die indringingsdiepte in water is ca. 7 mm by 274 K en styg min of meer reglynig tot by 'n waarde van ca. 58 mm by 373 K (Stöllman, 1990; Datta, Prosetya *et al*, 1992). Die indringingsdiepte vir roosmaryn (*Rosmarinus officinalis*), peperment (*Mentha piperita*) en die essensiële olies daarvan by ca. 298 K en 2.45 GHz (huishoudelike frekwensie) word gegee in Tabel 2.2.3.6.1. (Chen & Spiro, 1994).

Tabel 2.2.3.6.1. : Indringingsdiepte van geselekteerde materiale

| Materiaal | 37% Indringingsdiepte (cm) |
|------------------|-----------------------------------|
| Roosmaryn blare | 2.0 |
| Peperment blare | 0.9 |
| Roosmaryn olie | 5.4 |
| Peperment olie | 3.0 |

Die belangrikste veranderlikes wat indringingsdiepte beïnvloed sluit die volgende in:

a.) Frekwensie van mikrogolfstraling

Die magnetron funksioneer by 'n vasgestelde frekwensie. Ooreenstemmend met 'n spesifieke frekwensie is 'n spesifieke golflengte wat die indringingsdiepte van mikrogolwe beïnvloed (Schwarzenbach, 1990; Schiffmann, 1994).

b.) Temperatuur

Indringingsdiepte is temperatuurafhanklik en materiale vertoon uiteenlopende gedrag (Schiffmann, 1994).

c.) Materiaaldigtheid

Hoe groter die materiaaldigtheid hoe hoër is die mikrogolfenergieabsorpsie en hoe laer die indringingsdiepte (Stöllman, 1990).

d.) Materiaalvoghoud

'n Hoë voghoud beteken hoë mikrogolfabsorpsie en 'n klein indringingsdiepte (Stöllman,

1990). Met styging in temperatuur absorbeer water al minder mikrogolfenergie (Kingston & Jassie, 1986; Stöllman, 1990).

e.) Materiaal diëlektriese eienskappe

Indringingsdiepte is direk eweredig aan die vierkantswortel van die diëlektriese konstante en omgekeerd eweredig aan die diëlektriese verliesfaktor (Schiffmann, 1994).

f.) Fisiese materiaalgrootte

As die indringingsdiepte groter is as die voorwerp kom geringe wisseling in verhittingstempo vanaf die oppervlak tot by die kern voor. Die resulterende verhittingsprofiel is uniform. Vir die teendeel, waar indringingsdiepte heelwat kleiner is as die voorwerp, kom oppervlakverhitting grotendeels voor. 'n Nie-uniforme verhittingsprofiel word waargeneem met hoë oppervlaktemperatuur (Datta, 1990).

g.) Ioniese verbindings

Indringingsdiepte neem af met toenemende soutkonsentrasie (Lentz, 1980). Byvoeging van sout (NaCl) beïnvloed die indringingsdiepte sodanig dat die grootste mate van verhitting aan die oppervlak geskied. Ten einde die kerntemperatuur te verhoog mag dit nodig wees om die oppervlak te oorverhit (Datta, 1990; Schwarzenbach, 1990; Stöllman, 1990; Schiffmann, 1994). Met styging in mengsel oppervlaktemperatuur word verwag dat oppervlakverdampingsverliese vanuit die mengsel sal vermeerder (Lentz, 1980).

2.2.3.7. Verhitting met mikrogolfstraling

Faktore wat die grootste invloed het op afdistillering van aromas is verhittingstempo, uniformiteit van verhitting (hier is o.a. temperatuurprofiel belangrik) en die heersende omgewingstoestand in die oond (Schiffmann, 1994).

2.2.3.7.1. Verhittingstempo

By benadering word eksponensiële vermindering in hittegenerering vanaf die rand van 'n materiaal tot by die kern daarvan aanvaar. Eksponensiële vermindering is teoreties slegs geldig vir elektromagnetiese straling behorende tot 'n enkele vlak wat inval op 'n plat vlak, maar dit verskaf 'n goeie benadering vir geboë oppervlakke indien materiaaldeursnee heelwat groter is as golf indringingsdieptes (Datta, 1990; Datta, Prosetya *et al*, 1992).

Die tempo waarteen enige materiaal verhit word deur mikrogolwe is direk eweredig aan die mikrogolfstralingsfrekwensie, diëlektriese verliesfaktor en kwadraat van die elektriese veldsterkte (Sasaki, Shimada *et al*, 1988; Schiffmann, 1994; Zlotozynski, 1995). Dit is omgekeerd eweredig aan die materiaal se digtheid en warmtekapasiteit (Schiffmann, 1994; Zlotozynski, 1995).

Veranderlikes wat mikrogolfverhitting beïnvloed is maklik identifiseerbaar maar onmoontlik kwantifiseerbaar omrede invloede verskil van sisteem tot sisteem (Schwarzenbach, 1990). Die belangrikste mikrogolfverhittingsveranderlikes is die volgende:

a.) Frekwensie van mikrogolfstraling (Sasaki, Shimada *et al*, 1988; Schiffmann, 1994)

Dit is gemeld in paragrawe 2.2.3.4. en 2.2.3.6.

b.) Temperatuur

Hoe hoër die aanvangstemperatuur hoe vinniger geskied verhitting (Stöllman, 1990). 'n Hoë temperatuur word bereik binne 'n kort irradiasietydperk (Van Eijk, 1994) in vergelyking met konvensionele verhittingsmetodes. Matriks- en oplosmiddelgedrag moet bekend wees omdat die invloed daarvan op temperatuurstyging tydens verhitting belangrik is (Schwarzenbach, 1990).

c.) Materiaaldigtheid

Dit is bespreek in paragrawe 2.2.3.4. en 2.2.3.6. maar bykomend kan gemeld word dat materiaal digtheid se invloed gering kan wees (Barringer, Davis *et al*, 1994).

d.) Materiaalvoghoud

Dit is genoem in paragrawe 2.2.3.4. en 2.2.3.6. Waterdampvlugtigheid kan 'n groter rol speel by mikrogolf- as konvensionele verhitting en, afhangend van die matriks, moet dit in ag geneem word (Schwarzenbach, 1990).

e.) Materiaal diëlektriese eienskappe

Die tempo van mikrogolfverhitting is direk afhanklik van die hoeveelheid mikrogolfenergie wat geabsorbeer word wat weer in verband gebring kan word met materiaalkundige diëlektriese eienskappe (Lindstrom & Parliment, 1994). Met 'n vermindering in voorwerpgröote begin diëlektriese eienskappe 'n ál groter rol speel (Barringer, Davis *et al*, 1994). Wanneer 'n relatiewe klein voorwerp verhit word beïnvloed die gröote van die diëlektriese eienskappe temperatuurstyging weselik (Sasaki, Shimada *et al*, 1988).

f.) Spesifieke warmtekapasiteit van materiaal

Hierdie eienskap kan daartoe lei dat 'n materiaal met 'n lae diëlektriese konstante goed verhit word in 'n mikrogolfveld. Die invloed hiervan word soms geïgnoreer alhoewel dit 'n uiters belangrike invloedseer het (Datta, 1990; Schwarzenbach, 1990; Stöllman, 1990). Hoe laer die spesifieke warmtekapasiteit hoe vinniger styg die materiaaltemperatuur (Stöllman, 1990; Prosetya & Datta, 1991; Barringer, Davis *et al*, 1994; Schiffmann, 1994; Van Eijk, 1994). Relatiewe mikrogolfverhittingstempo's van groot voorwerpe met dieselfde massas word grootliks bepaal deur die verhouding van hulle warmtekapasiteite (Barringer, Davis *et al*, 1994).

g.) Materiaaloppervlaktoestand

Die verhittingstempo aan 'n materiaaloppervlak is afhanklik van voorwerpgröote, oondontwerp, ens. en is moeilik bepaalbaar (Datta, Prosetya *et al*, 1992). By materiaaloppervlakverhitting speel o.a. oppervlakverdamping en konveksiestrome 'n rol (Datta, 1990; Zlotozynski, 1995). Mikrogolfprosessering kan materiaaloppervlaktoestande verander (Zlotozynski, 1995).

h.) Fisiese materiaal grootte

Hoe groter 'n voorwerp is hoe meer straling absorbeer dit die eerste keer wat die golwe die oondruimte binnekom en hoe minder word weerkaats vanaf die oondbinnewande. 'n Deel van die weerkaatste golwe word terugweerkaats na die magnetron en gaan verlore vir verhittingsdoeleindes. Hoe minder golwe weerkaats word vanaf die oondbinnewande hoe minder kan terugweerkaats word na die magnetron. Meer energie word dus geabsorbeer deur groter voorwerpe (Datta, 1990). Materiaal energieabsorpsie word grootliks bepaal deur die diëlektriese eienskappe en grootte daarvan. Met toenemende voorwerp grootte styg die totale energieabsorpsie asimptoties tot by die drywingsvermoë van die mikrogolfoond. Vir groot voorwerpe is totale energieabsorpsie bykans grootte-onafhanklik. In 'n huishoudelike oond verminder mikrogolfveld multidireksionaliteit die effek maar sterk grootte-afhanklike verhitings tempo's vir klein voorwerpe kom voor (Barringer, Davis *et al*, 1994). Die totale hoeveelheid geabsorbeerde energie is min vir klein voorwerpe in alle tipes mikrogolfoonde (Sasaki, Shimada *et al*, 1988). Mikrogolfprosessering kan voorwerp grootte verander (Zlotozynski, 1995).

i.) Materiaal massa

Die fisiese afmetings (grootte) sowel as hoeveelheid materie speel 'n rol (Datta, 1990; Stöllman, 1990; Van Eijk, 1994) en die invloed van die hoeveelheid materie teenwoordig is aansienlik groter as by konvensionele verhitting (Zlotozynski, 1995). Hoe groter die massa is hoe langer neem verhitting (Schwarzenbach, 1990; Stöllman, 1990; Barringer, Davis *et al*, 1994; Schiffmann, 1994) aangesien meer mikrogolfenergie geabsorbeer moet word. Vir voorwerpe kleiner as ca. 500 g is energieabsorpsie direk eweredig aan voorwerpmassa maar groter voorwerpe absorbeer al die beskikbare mikrogolfenergie in 'n 600 W oond (Kingston & Jassie, 1986). Essensiële olieherwinning vanuit roosmaryn (*Rosmarinus officinalis*) en peperment (*Mentha piperita*) het getoon dat 'n limiet bestaan t.o.v. die ladingsmassa waar effektiewe verhitting gehandhaaf kan word vir enige oonddrywing. Dit verteenwoordig die versadigingspunt vir die hoeveelheid mikrogolfenergie wat deur 'n gegewe massa plantmateriaal geabsorbeer kan word (Chen & Spiro, 1994).

j.) Materiaalvorm

Die fisiese vorm van 'n voorwerp beïnvloed die verhittingstyd benodig (Datta, 1990; Schwarzenbach, 1990; Stöllman, 1990; Van Eijk, 1994; Zlotozynski, 1995) en reëlmatige vorms lei tot meer uniforme verhitting (Stöllman, 1990). Voorwerpvorm kan verander gedurende mikrogolfprosessering (Chen & Spiro, 1994; Zlotozynski, 1995).

k.) Ioniese verbindings

Elektriese weerstandsverhitting vind plaas as gelaaië ione magnetiese veldveranderings probeer navolg (Stöllman, 1990). Bo en behalwe bipolêre rotasie kan ioniese verbindings d.m.v. geleiding 'n rol speel in die generering van hitte in die materiaal (Datta, 1990; Schwarzenbach, 1990).

l.) Elektriese veldsterkte

Oonddrywing bepaal elektriese veldsterkte (Datta, 1990) en magnetrondrywing is die hoofbydrae tot verhittingstempo (Schiffmann, 1994). Hoe hoër die drywing hoe vinniger word 'n gegewe massa verhit (Schwarzenbach, 1990). Die fisiese grootte (Datta, 1990; Zlotozynski, 1995) en diëlektriese eienskappe (Barringer, Davis *et al*, 1994) van 'n materiaal beïnvloed die interne elektriese veldprofiel daarvan. Materiale se interne elektriese veldprofile kan nie op eenvoudige wyse bepaal word nie (Datta, 1990; Zlotozynski, 1995) en die verhittingstempo's van bv. twee vloeistowwe kan dus nie maklik vergelyk word nie (Datta, 1990).

m.) Veranderlikes wat betrekking het op die oond

Die magnetiese veldverspreiding (Datta, 1990; Van Eijk, 1994), oondgeometrie (Van Eijk, 1994), fisiese oondruimtegrootte (Schiffmann, 1994; Van Eijk, 1994), oondkonstruksiemateriale en die tipe en ligging van die mikrogolfvoersisteem (Schiffmann, 1994) is van belang.

2.2.3.7.2. Temperatuurprofiel

By konvensionele verhitting kom die hoogste temperatuur aan die materiaaloppervlak voor en die laagste temperatuur naby die kern. By mikrogolfverhitting word energie direk deur die materiaal geabsorbeer en kan dit gebeur dat die kern oor die hoogste temperatuur beskik (Terblanché, 1995; Zlotozynski, 1995).

Watermigrering vanaf die materiaalkern na die oppervlak daarvan word veroorsaak deur 'n interne dampdruk wat in die materiaal ontwikkel en wat water aktief vervoer na die materiaaloppervlak. Beweging van water hou aan teen sodanige tempo as om te verseker dat die oppervlak versadig bly aan water (Schiffmann, 1994). Die oppervlaktemperatuur verlaag voortdurend a.g.v. verdamping van vlugtige molekules. Verdampingsverkoeling en kondensasie hou die oppervlaktemperatuur kleiner as of gelyk aan 373 K (Datta, 1990; Schiffmann, 1994) vir materiale wat oor 'n hoë persentasie vog beskik.

'n Vinnige verhittingstempo verminder die effektiwiteit van geleidingshitte-oordrag tussen 'n houër en materiaal. Dit beïnvloed die temperatuurverspreidingsuniformiteit en die materiaal moet langer geïrradieer word om koeler sones te verhit. Gevaar van lokale oorverhitting in warmer sones ontstaan wat kan lei tot oormatige verdamping, droging en ontwikkeling van aromas wat gebrand voorkom (Schiffmann, 1994).

A.g.v. nie-uniforme temperatuurverspreiding deur 'n materiaal vind nie-uniforme verhitting daarvan plaas (Stöllman, 1990; Van Eijk, 1994). Met oneweredige verhitting kan oneweredige afdistillering van vlugtige molekules verwag word (Schiffmann, 1994). Temperatuurstabilisering is slegs moontlik as hitte teen genoegsame tempo verwyder word of deur die drywingslewing van die oond te beperk. Daar is verslae waar mikrogolfdeurlaatbare materiale gesmelt het in 'n mikrogolfveld a.g.v. ontoereikende temperatuurstabilisering (Zlotozynski, 1995).

a.) Aksiale temperatuurprofiel

Die aksiale temperatuurprofiel toon 'n styging met toename in hoogte van 'n houër.

Vermeerdering in temperatuur in 'n opwaartse rigting is die gevolg van konveksievloei binne-in 'n houer, waarvolgens warmer water met 'n laer digtheid voortdurend na bo beweeg (Prosetya & Datta, 1991; Datta, Prosetya *et al*, 1992).

Gestratifiseerde temperatuurprofile kom voor indien die vloeier- of mengselviskositeit sodanig is dat gelokaliseerde warm en koue gebiede nie genoegsaam meng d.m.v. stroming nie. Lokale oorverhitting ontstaan in sulke gevalle (Zlotozynski, 1995).

b.) Radiale temperatuurprofiel

Radiale temperatuurprofile van geboë houers vertoon 'n verhoging in temperatuur gerig op die houermiddelpunt vir klein houers (ca. 11 cm). Dit is die gevolg van konsentrerings (fokusering) van mikrogolfenergie deur 'n silindriese (geboë) oppervlak t.o.v. die houermiddelpunt (Ohlsson & Risman, 1978; Datta, 1990; Prosetya & Datta, 1991; Datta, Prosetya *et al*, 1992; Zlotozynski, 1995). Vir groter houers (ca. 17 cm) vertoon die radiale temperatuurprofiel 'n teenoorgestelde neiging m.a.w. oppervlaktemperatuur is hoër as dié van die kern, en 'n afname in temperatuur kom voor soos wat kernwaarts beweeg word (Prosetya & Datta, 1991; Datta, Prosetya *et al*, 1992). Konsentrerings van mikrogolwe deur 'n geboë oppervlak is meer intens vir 'n sfeer as 'n silinder (Ohlsson & Risman, 1978; Datta, 1990). Die nie-uniforme mikrogolfveld dra by tot asimmetriese temperatuurverspreidings vir houers met diameters groter as ca. 5 cm (Ohlsson & Risman, 1978).

2.2.3.7.3. Heersende omgewingstoestande in die oond

Die temperatuur van lug binne-in 'n mikrogolfoond kan konstant bly op die waarde van die omgewingstemperatuur (Van Eijk, 1994) of dit kan styg tot ca. 323 K afhangend van hitteverliese (indien enige) vanaf 'n materiaal (Schiffmann, 1994).

2.2.3.8. Geometriese oorwegings vir distillasieapparaat

'n Plat houer op die oondvloer se bodem verhit die stadigste (Prosetya & Datta, 1991). Energie

wat die middel van die houerbodem moet bereik word verhinder deurdat golwe nie só versprei kan word om die voorwerp van onder af te bereik nie (Prosetya & Datta, 1991; Schiffmann, 1994). Dit is veral die geval indien 'n voorwerp relatief dik is (meer as ca. 5 cm) of oor 'n groot oppervlakarea (meer as ca. 20 cm by 20 cm) beskik (Schiffmann, 1994); soos eksperimenteel bevestig vir essensiële olieherwinning vanuit roosmaryn (*Rosmarinus officinalis*) en peperment (*Mentha piperita*). Bykans geen mikrogolfstraling het die fles van die onderkant af bereik nie. Die meerderheid mikrogolfstraling het die fles vanaf die bokant bereik teenoor straling geabsorbeer deur die fleskante. Min energie het blare by die flesbodem bereik en temperatuurstyging van sodanige blare was hoofsaaklik die gevolg van hitte-oordrag vanaf die oplosmiddel. Blare naby die fleskante het vinniger verhit en die bestaan van 'n temperatuurgradiënt deur die fles bevestig (Chen & Spiro, 1994).

Die elektriese veldverspreiding veroorsaak rand verhittingseffekte en energiekonsentrasie in hoeke (Datta, 1990; Schiffmann, 1994) vir reghoekige houers. In 'n reghoekige houer vertoon 'n materiaal tipies die hoogste temperatuur in die hoeke en die laagste temperatuur naby die houermiddelpunt (Schiffmann, 1994; Zlotozynski, 1995). Dit is die gevolg van weerkaatsing en refraksie van mikrogolfstrale by die grens tussen lug en 'n materiaal (Ohlsson & Risman, 1978; Datta, 1990; Zlotozynski, 1995). Vir voorwerpe met ingewikkelde fisiese vorms is die interne elektromagnetiese veldprofiel uiters ingewikkeld en ontvang sommige areas meer energie as ander (Zlotozynski, 1995).

Geometriese oorwegings vir 'n distillasiefles speel 'n belangrike rol in mikrogolfverhitting omrede nie-uniforme temperatuurprofiel voorkom. By essensiële olieherwinning vanuit roosmaryn (*Rosmarinus officinalis*) en peperment (*Mentha piperita*) is bevestig dat mikrogolfverhitting al minder uniform raak soos die verhouding blare tot oplosmiddel toeneem. Fisiese blaarverandering is waargeneem. Blare wat aan die fleskante gekleef het het normaal vertoon terwyl blare naby die fleskern gekook en 'n donkergeel kleur verkry het (Chen & Spiro, 1994).

2.2.3.9. Mikrogolfverhitting van mengsels

Toetsing van individuele komponente t.o.v. die invloed van mikrogolfstraling het geen praktiese waarde nie omrede komponent interaksies met die matriks en met mekaar nie in berekening gebring word nie (Van Eijk, 1994). Vervlugtiging van mengsels is nie afhanklik van relatiewe mikrogolfverhittingstempo's van individuele suiwer verbindings nie. Konsentrerings van vlugtige komponente is afhanklik van die temperatuur van die totale sisteem eerder as mikrogolfenergieabsorpsie deur individuele molekules. Die chemiese en fisiese eienskappe van die totale sisteem beheer vervlugtiging van individuele komponente (Lindstrom & Parliment, 1994). Transformasie van fisiese en termiese eienskappe van blare is aangedui tydens mikrogolfekstraksie van essensiële olies vanuit roosmaryn (*Rosmarinus officinalis*) en peperment (*Mentha piperita*) (Chen & Spiro, 1994).

Die gedrag van 'n mengsel diëlektriese materiale is verskillend van die gedrag van enige individuele komponent daarvan in isolasie beskou (Tinga & Nelson, 1973; Sasaki, Shimada *et al*, 1988; Lindstrom & Parliment, 1994). Ontspanning van samestellende komponente vind nie plaas by 'n enkele frekwensie nie (omrede ϵ'' komponentwaardes verskil) maar in plaas daarvan geskied ontspanning by 'n hele reeks verskillende frekwensies. Samestellende komponente word elkeen verhit teen 'n verskillende en unieke tempo (Datta, 1990; Schiffmann, 1994), alhoewel die mengsel in geheel beskou oor slegs een verhittingspatroon beskik.

Veranderlikes soos voginhoud, digtheid en partikelgeometrie beïnvloed mengselsamestelling en dus die diëlektriese eienskappe daarvan. Die mengsel diëlektriese konstante lê tussen die laagste en hoogste waardes van individuele komponent diëlektriese konstantes teenwoordig in die mengsel, tensy komponente chemies verander is ten tyde van insluiting daarvan in die mengsel (Tinga & Nelson, 1973).

By verhitting van multikomponentsisteme word drastiese onreëlmatige verhittingspatrone waargeneem. Indien een deel van 'n voorwerp relatief groot is in vergelyking met ander dele, word kleiner dele oorverhit en gebrande aromas ontwikkel terwyl die groter deel nog nie voldoende verhit is nie (Schiffmann, 1994).

Verbindings met hoër mikrogolfabsorpsie en dus hoër mikrogolfverhittingstempo's word nie by

voorkeur vervlugtig deur mikrogolfverhitting nie, in vergelyking met verhitting oor 'n stoombad. Die vlugtige komponentverhouding vir verskeie mengsels was dieselfde, of dit nou verkry is deur mikrogolfverhitting of verhitting oor 'n stoombad (Lindstrom & Parliment, 1994). Tydens essensiële olieherwinning vanuit *Lippia multiflora* is gevind dat alhoewel geen kwalitatiewe verskille waargeneem is nie, kwantitatiewe verskille wel waargeneem is t.o.v. mikrogolfekstraksie en stoomdistillasie produkte. M.a.w. alhoewel dieselfde komponente teenwoordig was in beide produkte het die persentasiesamestellings verskil (Craveiro, Matos *et al*, 1989; Scheffer, 1996); soos ook aangetoon vir essensiële olies van bonekruid (*Satureja hortensis*), karwei (*Carum carvi*) (Jean, Collin *et al*, 1992) en soet basiliekruid (*Ocimum basilicum*) (Thach, Anh *et al*, 1996).

Indien essensiële oliemolekules herwin word vanuit 'n matriks van biologiese materiaal moet in gedagte gehou word dat 'n relatiewe klein hoeveelheid oliemolekules verspreid voorkom tussen water-, lipied-, koolhidraat- en proteïenmolekules. Vanuit die literatuur (Zlotozynski, 1995) blyk dit dat mikrogolfekstraksie uiters matriksafhanklik is.

2.2.3.10. Meganisme van oplosmiddelaksie op oliekliere tydens mikrogolfekstraksie van essensiële olies

Die vinnigste mikrogolfekstraksies van essensiële olies vanuit roosmaryn (*Rosmarinus officinalis*) en peperment (*Mentha piperita*) het geskied in oplosmiddelmengsels. Dit is waarskynlik die gevolg van komplementêre aksies van oplosmiddels op verbindings wat olieklierwande uitmaak, soos aangedui deur elektronmikroskopie. Skanderingselektronmikrograwe het getoon dat olieklierreaksie op ekstraksietoestande selfs in die onmiddellike area van 'n paar kliere op dieselfde blaar wissel. Verskille is toegeskryf aan faktore soos verskillende stadiums van fisiologiese volwassenheid van die kliere. Die skanderingselektronmikrograwe dui daarop dat die meganisme van essensiële olie-ekstraksie vanuit roosmaryn- en pepermentblare die gevolg was van:

1. Diffusie van oliemolekules oor of deur 'n onaangetaste intakte olieklierwand.
2. Diffusie van oliemolekules oor of deur 'n olieklierwand wat deels aangetas was deur

oplosmiddelmolekules en begin disintegreer het. Sodanige olieklierwand kan later breek.

3. Diffusie van oliemolekules gevind op die blaaroppervlak in die omgewing waar 'n olieklier op natuurlike wyse gebreek het.
4. Vinnige verwydering van oliemolekules wat vrygestel word deurdat 'n olieklier skielike skeuring ondergaan (Chen & Spiro, 1994).

2.2.4.Kontinue mikrogolfdestillasiemeganaraat

2.2.4.1.Inleiding

Kontinue mikrogolfdestillasiemeganaraat as produksiemeganaraat van essensiële oliemeganaraat kan 'n waardevolle bydrae lewer tot die benutting van essensiële oliemeganaraat in medisynepreparate of as smaak- of geurmiddels.

Resultate verkry met enkelladingsmikrogolfdestillasiemeganaraat eksperimente word gebruik vir ontwerp van kontinue mikrogolfdestillasiemeganaraat. Sodanige kontinue mikrogolfdestillasiemeganaraat hou ooglopende voordele in, bv. 'n groter deurset van plantmateriaal lei tot verhoogde produksie leweringstempo per tydseenheid. Al die voordele geld slegs as die kontinue- en enkelladingsprosesse vergelykbare produkte lewer.

Hierdie studie poog om leemtes wat bestaan t.o.v. mikrogolfherwinning van essensiële oliemeganaraat te vul. In dié verband is oorbruggingswerk tussen enkelladings- en kontinue mikrogolfdestillasiemeganaraat gedoen. Relevante literatuur word vervolgens oorsigtelik hanteer ten einde slaggate gedurende ontwerp van kontinue mikrogolfdestillasiemeganaraat te identifiseer en te evalueer.

2.2.4.2.Gedeeltelike empiriese benadering tot ontwerp

'n Uitsluitlik wiskundige en/of termodinamiese benadering tot die ontwerp van kontinue mikrogolfdestillasiemeganaraat vir die herwinning van essensiële oliemeganaraat is nie huidiglik haalbaar nie a.g.v. die kompleksiteit van die probleemstelling. As motivering vir hierdie stelling kan paragraaf 2.2. en die onderafdelings daarvan bestudeer word. As verdere voorbeeld en motivering vir bg. stelling kan indringingsdiepte kortliks beskou word, alhoewel soortgelyke argumente vir ander ontwerpaspekte geformuleer kan word.

Alhoewel indringingsdiepte bereken kan word met 'n vergelyking (Lindstrom & Parliment, 1994; Schiffmann, 1994; Zlotzynski, 1995) is waardes vir die veranderlikes betrokke nie beskikbaar vir bv. *L. scaberrima* plantmateriaal nie. Verder kan die volgende gemeld word t.o.v. veranderlikes benodig vir berekening m.b.v. die vergelyking: Die materiaaldigtheid wissel indien

van fynverdeelde of heel plantmateriaal gebruik gemaak word en selfs onder 'n enkele bedryfslopie sal materiaal digtheid voortdurend wissel a.g.v. samestellingsveranderinge. Die samestelling van plantmateriaal verander voortdurend soos wat vlugtige komponente en vog daaruit verwyder word. Mengsel diëlektriese eienskappe verander voortdurend tydens bedryf. Gebruikmaking van die formule is nutteloos a.g.v. die bedryfsdinamiese aard van, sowel as die aantal veranderlikes betrokke.

Wiskundige formules is nie totaal nutteloos nie, en berekenings kan gedeeltelik uitgevoer word ter ondersteuning van 'n ontwerp, bv. berekenings benodig om 'n afsnygolfgeleier te ontwerp.

Sodanige ontwerp is gevolglik noodgedwonge deels empiries maar wiskundige en termodinamiese aspekte hoef nie totaal en al buite rekening gelaat te word nie. Bestudering van wiskundige en termodinamiese aspekte van veranderlikes van belang lei tot kwalifisering en grootte-orde kwantifisering van die veranderlikes betrokke. In hierdie verband speel enkelladingsontwikkelingswerk 'n deurslaggewende rol. Die nut van 'n toepaslike literatuuroorsig kan o.a. daarin gevind word dat relatiewe belangrikhede en ordegroothede geheg word aan ontwerpveranderlikes.

2.2.4.3. Belangrike ontwerp oorwegings

Voordat met 'n prototipe-ontwerp begin word, moet 'n verskeidenheid (mikrogolf) distillasiemasjien (Clevenger, 1928; Van der Riet, 1933; Hughes, 1952; Franklin & Keyzer, 1962; Kervin, Dwyer *et al*, 1980; Kingston & Jassie, 1986; Craveiro, Matos *et al*, 1989; Paré, Sigouin *et al*, 1991; Mengal, Behn *et al*, 1993; Paré, 1993; Guimard, 1994; Maurel, 1995; Paré, 1995; Terblanché, 1995; Chemat, Poux *et al*, 1996; Thach, Anh *et al*, 1996; Whish, 1996; Mengal & Molon, 1997; Phybiotex, 1997; Archimex, 1998) ondersoek word ten einde moontlike slaggate te identifiseer.

2.2.4.3.1. Ontwerpvereistes

Al die ontwerpvereistes betrokke by enige projek kan nooit volledig gelys word nie; maar die

belangrikste ontwerpvereistes vir kontinue mikrogolfdestillasieapparaat waaraan aandag geskenk moet word ten tyde van ontwerp sluit die volgende in:

- Die kapitaaluitleg verbonde aan die vervaardiging van die uiteindelijke kontinue mikrogolfsisteem moet so klein as moontlik wees.
- Ontwerp van die apparaat moet só geskied dat die bedryfskoste daarvan so klein as moontlik gehou word.
- Kontinue mikrogolfdestillasieapparaat moet verkieslik mobiel wees en vervoer kan word na landelike en afgeleë gebiede waar dit benodig word vir olieherwinning.
- Die sisteem moet so kompak en stewig as moontlik wees aangesien vervoerroetes waaraan dit onderwerp gaan word hoogs waarskynlik nie geskik is vir delikate apparaat nie.
- Dit moet tegnies aanvaarbaar wees en herhaalbare betroubare resultate lewer.
- Die sisteem moet maklik hanteerbaar wees en oor eenvoudige bedryfsprosedures beskik.
- Voldoende voorsiening vir effektiewe hitte- en massa-oordrag moet gemaak word. Hierby word ingesluit kontrolemaatreëls sodat daar eweredige verspreiding van biologiese materiaal in die destillasiefles is sowel as volledige en effektiewe dampkondensasie in die kondensator.
- Geslotelusbedryf van die apparaat moet moontlik wees ten einde die sisteem so selfonderhoudend as moontlik te maak. Onder geslotelusbedryfstoestande word soveel as moontlik van die gebruikte oplosmiddel gehersirkuleer.
- Kontinue mikrogolfdestillasieapparaat moet in alle opsigte veilig wees, t.o.v. mikrogolfstralingslekkasies, bedryfsprosedures, ens.
- Die gekose oplosmiddel sal verkieslik vry van reuke en onsuiverhede, nie-toksies, selektief, goedkoop en geredelik beskikbaar wees sowel as goedgekeur vir gebruik in farmaseutiese- en voedselprodukte.
- Die apparaat moet algemeen toepaslik wees vir essensiële olieherwinning vanuit biologiese materiale.
- Sorg moet gedra word dat ongewenste chemiese reaksies, ensiematiese- en mikroörganisme aktiwiteit op die plantmateriaal en essensiële olie geminimeer word, tydens sowel as na plantmateriaalinsameling en olieherwinning. Die prosesstappe moet só beplan word as om dit te verseker.

- Die binnekoms van onsuiverhede in die sisteem in, op welke wyse ookal, moet sover moontlik verhoed word.

2.2.4.3.2. Ontwerpbeperkings

Ontwerpbeperkings word neergelê in ooreenstemming met o.a. ontwerpvereistes hierbo genoem en belangrike veranderlikes in hierdie kategorie sluit die volgende in:

- Mikrogolfgenerators maak hoofsaaklik gebruik van twee frekwensies nl. 2450 MHz en 915 MHz. Magnetrons in huishoudelike oonde funksioneer by 2450 MHz terwyl 915 MHz generators hoofsaaklik in spesifieke nywerheidstoepassings gevind word. Die rede hiervoor is internasionale standardisasie t.o.v. frekwensies wat vir mikrogolfverhittingstoepassings toegeken is (Landman, 1990; Zlotzynski, 1995). Die mikrogolffrekwensie in 'n huishoudelike oond is derhalwe beperk tot 2450 MHz omdat die vervaardiger se mikrogolfoond ontwerpingenieurs alreeds die keuse t.o.v. 'n geskikte frekwensie gemaak het.
- Die aard van die oplosmiddelpolariteit. As bv. water as oplosmiddel aangewend wil word, is afvaloplosmiddel en -plantmateriaal beter hanteerbaar, wegdoenbaar en meer omgewingsvriendelik. Die essensiële olie wat herwin word bestaan grotendeels uit nie-polêre molekules en t.o.v. die selektiwiteit van water vir herwinning van nie-polêre molekules tydens mikrogolfdestillasie kan die volgende genoem word:

Mikrogolfverhitting van vlugtige organiese sure in water het gelei tot die grootste mate van afdistillering van die mees nie-polêre verbindings. Bv. asynsuur, wat die mees polêre suur verteenwoordig het, het die kleinste mate van afdistillering getoon gedurende verhitting in water terwyl die grootste mate van afdistillering verkry is in 'n nie-polêre oplosmiddel. Wateroplosbaarheid van die sure het 'n rol gespeel. Byvoeging van sout (NaCl) het afdistillering van die vlugtige sure verhoog a.g.v. verandering in diëlektriese eienskappe van die oplosmiddel (water) (Stöllman, 1990).

- Die natuurlike verdeling van plantmateriaal sal benut word in 'n uiteindelijke kommersiële produksiemodel apparaat. Die apparaat moet gevolglik gedurende ontwikkeling met verskeie botaniese materiale geëvalueer word sodat dit algemeen

toepasbaar is vir essensiële olieherwinning.

- Die lading in die distillasieapparaat kan nie te klein wees nie aangesien relatiewe klein ladings in verband gebring kan word met magnetronfalings, wat die gevolg is van straling wat nie geabsorbeer word in die oondruimte nie en na die magnetron terugweërkaats word (Kingston & Jassie, 1986). Die lading kan ook nie te groot wees nie aangesien volledige afdistillering van oliemolekules dan nie plaasvind nie. Deur die voertempo van materiaal tot die distillasieapparaat te beheer kan die verblyftyd daarvan in die oond beheer word en sodoende kan die ladingsgrootte tussen sekere bedryfsgrense gewissel word.

2.2.4.3.3. Materiaalkeuses

Materiale wat algemeen in mikrogolfoepassings gebruik word is vir alle praktiese doeleindes mikrogolfdeurlaatbaar en sluit teflon, glas, ens. in (Kingston & Jassie, 1986). Sodanige materiale word slegs verhit deur geleiding en geen direkte mikrogolfenergieabsorpsie vind plaas nie. Termiese- (bv. maksimum toelaatbare bedryfstempere) en mikrogolfkarakteristieke van verskeie materiale is in die literatuur (Kingston & Jassie, 1988) beskikbaar. Bv., rubber absorbeer sekere oliekomponente en kan 'n negatiewe uitwerking hê op die kwaliteit van sommige olies (Franklin & Keyzer, 1962).

Die belangrikste materiaalkundige keuses t.o.v. die distillasieapparaat is die volgende: Die distillasiefles moet inert en korrosiebestand wees. Die beskikbaarheid, koste en diëlektriese eienskappe van glas dra daartoe by dat dit die algemeen gekose distillasieflesmateriaal is. 'n Glas-apparaat kan relatief maklik vervaardig word en variasies t.o.v. verskillende flesgeometrieë sou maklik ondersoek kon word.

Vlugtige molekules kan uit distillasieapparate en/of oonde verwyder word deur gebruikmaking van silikonrubberbuis. Hierdie metode van dampverwydering is reeds deeglik beproef (Terblanché, 1995). Verdampingsverliese vanuit die toerusting word beperk deurdat koppelings tussen bv. die kondensator en silikonrubber damplyn met bv. klampe versterk kan word.

2.2.4.3.4. Materiaalvloeï

'n Basiese materiaalvloeïskema (getoon in Figuur 2.2.4.3.4.1.) is die volgende:

Vars (nie gehersirkuleerde) plantmateriaal word met oplosmiddel gemeng. Ter illustrasie sal water as oplosmiddel gebruik word. Die resulterende mengsel kan onder water gekerf word om olieverliese te beperk. Die gekerfde mengsel word tot die oond/distillasieapparaat toegevoer en vlugtige oliemolekules verwyder vanuit die plantmateriaal deur gebruikmaking van irradiasie.

Vlugtige molekules word buite die oond deur 'n kondensator gestuur waarna die olie- en watervloeïstoffsfasies toegelaat word om van mekaar te skei. Olie word m.b.v. 'n skeitregter of buret van die waterfase geskei en die afgedistilleerde waterfase kan gehersirkuleer word indien dit verlang word. Plantmateriaal, ontbloot van essensiële olie, en die waterfraksie wat die oond daarmee saam verlaat het word buite die oond geskei van mekaar. Die plantmateriaal word as afvalproduk weggedoen terwyl die waterfraksie gehersirkuleer kan word. Die afgedistilleerde waterfase en/of die waterfraksie verkry vanaf die plantmateriaaluitvloeï kan egter ook weggedoen word as afvalprodukte.

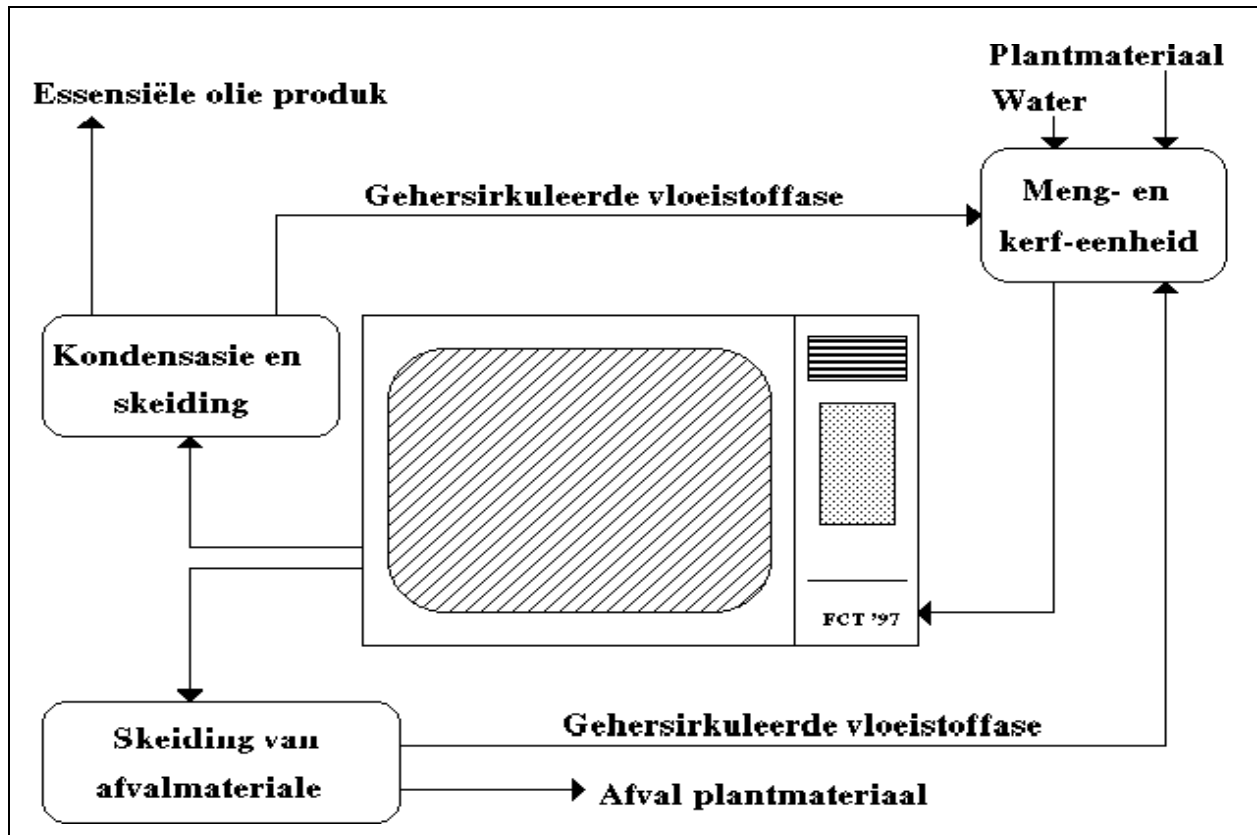
Indien die afgedistilleerde waterfase gehersirkuleer word kan die olie-opbrengs hoër wees as wanneer geen afgedistilleerde waterfase gehersirkuleer word nie, a.g.v. die volgende:

Die hidrofiliese karakter van sekere vlugtige molekules lei tot migrering daarvan na die waterfase (Van Eijk, 1994). Indien sodanige molekules in bv. *L. scaberrima* se essensiële olie aanwesig is, kan hulle van die waterfase skei indien hulle weer tot die oond toegevoer en geïrradieer word. Dit is moontlik dat klein druppeltjies olie saam met die waterfase gehersirkuleer word en die eindpunt van 'n distillasielopie is in sulke gevalle moeilik bepaalbaar (Kervin, Dwyer *et al.*, 1980). Die moontlikheid van oplosbaarheidsverliese kan dan nie buite rekening gelaat word nie (Franklin & Keyzer, 1962).

Vars plantmateriaal kan met vars water en/of gehersirkuleerde waterfasies saamgevoeg word

alvorens die mengsel gekerf word. Alhoewel die mengsel onder water gekerf word en hierdie keuse meer energie-intensief is as sonder water, word olieverliese tydens kerf van die materiaal op hierdie wyse grootliks beperk. Gekerfde materiaal kan toegevoer word tot die oond m.b.v. 'n pomp.

Figuur 2.2.4.3.4.1. : Kontinue mikrogolfdistillasie materiaalvloeiskema



2.2.4.3.5. Veiligheid van personeel

'n Drukontlastingsklep kan ongekontroleerde uitstorting van kokende oplosmiddel en plantmateriaal in die oondruimte verhoed. Hierdie maatreël is nodig om die veiligheid van individue wat met die apparaat in aanraking is te verseker, sowel as om skade aan die toerusting te voorkom. Indien die druk binne-in die distillasieapparaat 'n te hoë waarde bereik gee 'n koppeling (die ontlastingsklep) spontaan mee (Terblanché, 1995).

Materiaaltoevoer tot en -verwydering vanuit die apparaat kan bewerkstellig word deur o.a. van afsnygolfgeleiding gebruik te maak omdat afsnygolfgeleiers die doeltreffendste metode van afskerming teen mikrogolfstralingslekkasies bied (Landman, 1990).

Twee tipes afsnygolfgeleiers bestaan nl. vas (bv. vlekvrystaal buise) of buigbaar (bv. tin-geplateerde kopervlegtings). Die konstruksie-ooreenkoms tussen die twee tipes afsnygolfgeleiers is dat beide geleidende metale is wat golfgeleidingsroetes vir straling in die vorm van buise verskaf (Kingston & Jassie, 1988). Die afsnygolfgeleier strek deur 'n opening in die oondwand en is geaard aan die wand van die oondruimte (Kingston & Jassie, 1986; Kingston & Jassie, 1988). Alle afsnygolfgeleiers moet geaard wees aan die oondruimtwand deurdat elektriese kontak tussen die afsnygolfgeleier en die oondwand bewerkstellig word ten einde elektriese gevare te voorkom. Afsnygolfgeleiers se diameters moet so klein as moontlik gehou word vir veiligheidsdoeleindes (Kingston & Jassie, 1988).

Nadat enige strukturele verandering aan 'n mikrogolfoond aangebring is moet die apparaat ondersoek word vir enige tekens van mikrogolfstralingslekkasies (Kingston & Jassie, 1986; Kingston & Jassie, 1988). Dit is veral die geval in die omgewing waar die oondruimtegrootte moontlik verander is deurdat roetes vir mikrogolfstraling uit die oondruimte uit verskaf is (Kingston & Jassie, 1988).

Verdere besonderhede en diagramme rakende fisiese uitleg en konstruksie van voorbeelde van prototipe-apparate kan in hoofstuk 5 gevind word.

2.2.5. Benutting van *L. scaberrima* essensiële olie

2.2.5.1. Inleiding

Suid-Afrika beskik oor talryke plantspesies waarvan die essensiële olies moontlike kommersiële potensiaal besit (Van der Riet, 1933; Piprek, Graven *et al*, 1982; Graven, Gardner *et al*, 1986; Terblanché, 1995). So is daar reeds in 1932 meer as 15 kg boegoe-olie uit die R.S.A. uitgevoer (Van der Riet, 1933).

Geen toepassingsmoontlikhede hieronder genoem is eksperimenteel ondersoek nie ten einde te verhoed dat bemarking deel van die studie vorm. Kritiese evaluering van benuttingsopsies is wel uitgevoer.

2.2.5.2.Suid-Afrikaanse essensiële olies

In Tabel 2.2.5.2.1. word essensiële olies herwin in Suid-Afrika en gelewer aan die wêreldmark in 1984 gelys (Lawrence, 1985a).

Tabel 2.2.5.2.1. : Suid-Afrikaanse essensiële olies gelewer aan die wêreldmark gedurende 1984

| Essensiële olie | Opmerking(s) |
|-------------------------------------|--|
| <i>Artemisia afra</i> ¹ | Ook genoem lanyana olie. Word gebruik as absint olie plaasvervanger. |
| Boegoe ¹ | Ca. 800 kg geproduseer. |
| <i>Eriocephalus</i> ¹ | Geen verdere inligting beskikbaar nie. |
| <i>Eucalyptus</i> (Sineool tipe) | Produksie was 400 ton in Suid-Afrika. |
| <i>Eucalyptus macarthuri</i> | Saam met Australië die enigste verskaffers. |
| <i>Hkalea/galjea</i> ¹ | Minder as 100 kg geproduseer. |
| Jasmyn | Ca. 500 kg geproduseer. |
| Kakiebos | Suid-Afrika is een van die grootste produsente in die wêreld. |
| Kosmos ¹ | Minder as 100 kg geproduseer. |
| Leribe ¹ | Geen verdere inligting beskikbaar nie. |
| <i>Pteronia</i> ¹ | Geen verdere inligting beskikbaar nie. |
| Verskeie ² | Minimale hoeveelheid geproduseer t.o.v. die totale wêreldmark. |

- Notas:
- (1) Essensiële olies wat slegs in Suid-Afrika geproduseer is en waarvan Suid-Afrika verantwoordelik is vir die totale wêreldproduksie.
 - (2) Olies wat in minimale hoeveelhede in Suid-Afrika geproduseer is en

slegs 'n klein bydrae tot die wêreldmark gelewer het, is: dragon, gemmer, *geranium*, koljander, kruisement, laventel, lemoen, marjolein, nartjie, pietersielie, pomelo en roos.

L. scaberrima olie kan dus 'n bydrae lewer tot die essensiële oliebedryf in Suid-Afrika.

2.2.5.3. Antimikrobiese aktiwiteit

Met die huidige oplewing in die verkope en aanwending van medisyne van botaniese oorsprong (Rawls, 1996) raak die benutting en ekstrahering van o.a. essensiële olies al hoe belangriker.

2.2.5.3.1. Antimikrobiese aktiwiteit van *Lippia* spesies essensiële olies

- Die essensiële olie van *Lippia adoënsis* toon dosisafhanklike toksisiteit teen *Sitophilus zeamais*, die mieliekalander, sowel as ander peste (Odeyemi, 1993).
- 'n Etanol ekstrak van *Lippia alba* toon antivirale aktiwiteit teen *Herpes simplex* tipe 1 (Abad, Bermejo *et al*, 1997).
- T.o.v. elf essensiële olies se antifungale aktiwiteit teen verskeie suikerriet patogene, is *Lippia alba* olie as mees effektief gevind. Dit was selfs meer effektief as sintetiese kommersiële produkte. *Lippia alba* olie was termies stabiel en die fungitoksiteit daarvan het onveranderd gebly selfs nadat dit gestoor was vir 300 dae by 4°C (277 K) (Singh, Rao *et al*, 1998).
- 'n Etanol ekstrak van *Lippia chevalieri* Moldenke toon antibakteriële aktiwiteit teen *Neisseria gonorrhoeae* (Silva, Ferreira *et al*, 1997).
- *Lippia citriodora* Kunt. olie toon antimikotiese aktiwiteit teen *Microsporum canis*, *M. gypseum*, *Tricophytum mentagrophytes* en *Candida albicans* (Guarrera, Leporatti *et al*, 1995).
- *Lippia gracilis* H.B. et K. olie toon antimikrobiese aktiwiteit teen *Candida albicans*, *C. tropicalis*, *Staphylococcus epidermis*, *S. aureus*, *E. coli* en *Bacillus cereus* (Lemos, Monte *et al*, 1992).
- *Lippia junelliana* (Mold.) en *Lippia polystachya* Gris. essensiële olies toon genoegsame

antifungale aktiwiteit teen *Alternaria solani*, *Sclerotium cepivorum* en *Colletotrichum coccodes* om as kommersiële fungisiedes ondersoek te word (Zygodlo & Grosso, 1995).

- *Lippia microphylla* Cham. olie toon antimikrobiese aktiwiteit teen *Staphylococcus epidermis*, *S. aureus* en *Bacillus cereus* (Lemos, Monte *et al*, 1992).
- In die essensiële olie van *Lippia multiflora* is verbindings wat oor antimalaria-aktiwiteit beskik (Valentin, Pelissier *et al*, 1995).
- Die essensiële olies van *Lippia multiflora* (Koumaglo, Akpagana *et al*, 1996) en *Lippia adoënsis* (Gbolade & Adebayo, 1993) beskik verder oor insekdodende vermoë teen *Callosobruchus maculatus* Fab. op 'n dosisafhanklike wyse.
- *Lippia multiflora* olie is bakterie- en fungidodend. 'n Studie is uitgevoer om plantdele in verband te bring met spesifieke oliekomponente sowel as die voorkoms van sodanige oliekomponente in die plantdele t.o.v. seisoenale wisseling (Silou & Ouamba, 1992).
- *Lippia nodiflora* olie beskik oor potensiaal as moontlike insekdoder teen *Spodoptera litura* (Suryakala & Thakur, 1997).
- Die essensiële olies van *Lippia carviadora*, *L. dauensis*, *L. grandifolia*, *L. javanica*, *L. somalensis*, *L. ukambensis* en *L. wilmsii* is geëvalueer teen 13 bekende mikroörganismes en minimum inhibitoriese konsentrasies bepaal. Die studie het aangetoon dat veral *L. javanica* en *L. grandifolia* olies potensiaal toon om benut te word as natuurlike fungisiedes (Mwangi, Njonge *et al*, 1994).
- Agt *Lippia* spesies se essensiële olie aktiwiteit is geëvalueer teen *Sitophilus zeamais* en vergelyk met dié van 'n kommersiële fungisiede (Mwangi, Addae-Mensah *et al*, 1992).

2.2.5.3.2. Antimikrobiese aktiwiteit van *L. scaberrima* essensiële olie

Die antifungale aktiwiteit van *L. scaberrima* olie teen verskeie *Candida* spesies is bepaal as 1300 d.p.m. in vloeistofmedium maar mag selfs laer wees omrede geen antifungale toetse by laer konsentrasies uitgevoer is nie (Terblanché, 1995: 97). Die verdere benutting van die olie sal behels die vervaardiging van bv. 'n mondspoelmiddel en kliniese evaluering daarvan. A.g.v. die omvangrykheid van sodanige onderneming val dit buite die bestek van hierdie studie.

In die literatuur is 119 essensiële oliekomponente se antibakteriële aktiwiteit opgesom, sowel as

83 bakterieë se gevoeligheid teenoor sekere oliekomponente (Terblanché & Kornelius, 2000). Deur oliekomponente reeds geïdentifiseer in *L. scaberrima* (Terblanché, 1995) sowel as die ooreenkomstige konsentrasies waarin sodanige komponente voorkom te neem kan die antibakteriële potensiaal van *L. scaberrima* olie t.o.v. verskeie organismes bereken word. Indien bepaal wil word of *L. scaberrima* olie 'n sekere bakterie sal inhibeer/dood, kan daar weer m.b.v. bg. literatuurbron getoets word of bekende oliekomponente wat die spesifieke organisme inhibeer/dood, nie in die takson gevind word nie.

Voorbeelde van kommersieel haalbare produkte waarin *L. scaberrima* olie 'n samestellende komponent kan vorm a.g.v. die aseptiese potensiaal daarvan sluit die volgende in:

- Antiseptiese middels.
- 'n Mondspoelmiddel vir aanwending teen *Candida albicans* (Terblanché, 1995) infeksies kan klinies geëvalueer en as farmakologiese geneesmiddel geregistreer word. 'n Room vir topikale vaginale aanwending kan ook vervaardig en bemark word.

'n Mondspoelmiddel met *Lippia multiflora* olie as samestellende komponent is berei as volg (Pélissier, Marion *et al*, 1994):

| | |
|------------------|--------|
| Essensiële olie | 0.2 ml |
| Sitroensuur | 0.6 g |
| Natriumsakkarien | 0.4 g |
| Metielsalisilaat | 0.15 g |
| Tween 80 | 5 g |
| Etanol (75%) | 5 ml |
| Water q.s.p. | 100 ml |

Bg. mondspoelmiddel is aan kliniese proewe onderwerp in Frankryk sowel as die Ivoorkus en die resultate was só gunstig dat verdere ontwikkeling vir grootskaalse toepassing daarvan beplan is. Die essensiële olie en mondspoelmiddel is antimikrobies geëvalueer teen 'n verskeidenheid patogene organismes en minimum bakteriedodende

konsentrasies verkry teen o.a. die volgende organismes: Streptokokke (1/1400), stafilokokke (1/1400), enterobakterieë (1/800), neisseria (1/800) en candida (1/600). Die syfers tussen hakies dui essensiële olie verdunnings aan. Die verhouding bakteriododende tot bakteriostatiese waardes vir die olie het gewissel tussen 1.44 en 1.66. Dus is die bakteriostatiese en bakteriododende waardes baie na aan mekaar. (Meer olie word benodig om die organismes dood te maak en nie net bloot te inhibeer nie.) Al die geïsoleerde mikroörganismes van die bukkale flora was sensitief vir die mondspoelmiddel alleen of as dit met 50% verdun is. Die mondspoelmiddel kan gevolglik gebruik word 50% verdun tot onverdun.

Lippia multiflora essensiële olie en mondspoelmiddel toksisiteitsbepalings deur gebruikmaking van proefdiere (muise en rotte) kon geen LD₅₀ bepaal nie. (Die LD₅₀ waarde is die vlak van toediening van middels waar 50% van die proefpopulasie sterf.) Vir beide die essensiële olie en die mondspoelmiddel is geen mortaliteit aangeteken vir enige van die proefdiere of met enige toedieningswyse nie, selfs nie eers by doserings van 1 g olie per kg liggaamsmassa nie (Pélissier, Marion *et al*, 1994) !

- As preserveermiddel vir o.a. voedsel.
- Antimikrobiese lugversuiweraars.
- Die olie kan as oplossing in etanol (of onverdun) bemark word teen bv. skrape en snye soos wat teeboom (*Melaleuca alternifolia*) olie te koop is in supermarkte in Australië.

2.2.5.4. Ander potensiële gebruike van *L. scaberrima* essensiële olie

Die essensiële olie afkomstig vanaf *L. scaberrima* staan sentraal tot verskeie potensiële gebruike van die plant, en dit mag derhalwe ekonomies belangrik wees in die toekoms a.g.v. benutting daarvan as samestellende komponent in die volgende:

- Lugverfrisserformulerings.
- Handreiniger- en algemene skoonmaakmiddelformulerings.
- Skoonheids- en velsorgprodukte vir die gesondheidsbewuste, t.w. room, salf, vogmiddels, sjampoe, tandepasta, ens. *Lippia citriodora* geniet aansienlike gebruik in die

kosmetiese bedryf veral as komponent van room en sjampoe (Nunes, Camoes *et al*, 1997).

- 'n Oplossing waarin hout- en keramiek eetgerei geweek word om 'n skoon, vars geur daaraan te verleen.
- Gedroogde blare en/of blomhofies of die olie kan toegevoeg word as smaak- of geurmiddel vir koffie, botter, roomkaas en vleisgeregte.
- Tans is daar 'n oplewing in die gebruik van meer natuurlike geur- en smaakmiddels. Dit is deels te wyte aan wetgewing, bv. in die V.S.A. mag slegs essensiële olies, vrugtesapkonsentrate en natuurlike aroma chemikalieë gebruik word as 'n produk die woord "natuurlike" op die etiket vertoon. Gevolglik styg die aanvraag na natuurlike geur- en smaakmiddels voortdurend.

Een bron waar sodanige natuurlike chemikalieë verkry kan word is ongewone/onbekende essensiële olies. Hierdie benutting van sodanige olies is veral belangrik as die plant waaruit die olie verkry word gekweek kan word. Verskeie essensiële oliekomponente is gelys (sowel as ongewone olies waaruit dit verkry kan word) wat ekonomies belangrik is en waarvoor plaasvervangers kommersieel gesoek word (Lawrence, 1985b). Só is ondersoek ingestel na die moontlikheid dat *Lippia alba* N.E.Br. essensiële olie as plaasvervanger kan dien vir rooshout olie, sowel as moontlike bron van linaloöl (Frighetto, De Oliveira *et al*, 1998).

L. scaberrima voldoen aan die genoemde vereistes en kan as bron van o.a. sineool dien; 'n komponent wat reeds daarin geïdentifiseer is in genoegsame hoeveelhede. Ander oliekomponente wat daarin voorkom en waarvan dit 'n bron kan wees is limoneen, endoborneol, ens. (Terblanché, 1995).

- Al hoe meer gebruike vir essensiële olies word gevind bv. benutting van oliekomponente as natuurlike antioksidante is *in vitro* geëvalueer (Dorman, Deans *et al*, 1995). Essensiële oliekomponente wat benut kan word as natuurlike antioksidante en wat reeds in die essensiële olie van *L. scaberrima* geïdentifiseer is sluit α - en β -pineen, α -terpineol, gamma-terpineen, fellandreen, kariofilleen, sineool, sabineen, mirseen, limoneen, linaloöl, kamfeen en borneol in (Dorman, Deans *et al*, 1995; Terblanché, 1995: 81–82).

Dit bevestig die steeds groeiende aanvraag na voorheen onbekende of onbenutte essensiële olies en die medisinale moontlikhede van *L. scaberrima* olie moet deeglik bepaal word.

- Dit kan vermeng word saam met ander welriekende verbindings in die parfuumbedryf.
- As komponent van insekafweermiddels teen bv. muskiete. Hierdie is 'n algemene gebruik van *Lippia* spesies bv. *L. scaberrima* (Terblanché, 1995), *Lippia oatesii* Rolfe (Watt & Breyer-Brandwijk, 1962) en *Lippia multiflora* (Noamesi, Adebayo *et al*, 1985b).

Die ander Suid-Afrikaanse *Lippia* spesies kan bestudeer word om te bepaal of sodanige olies nie meer/ook geskik sal wees vir bg. toepassings nie.

2.3. Teevervaardiging

2.3.1. Inleiding

As verdere voorbeeld van die ekonomiese potensiaal van *L. scaberrima* is 'n geskikte vervaardigingsmetode vir die bereiding van tee ontwikkel. Tee berei van hierdie plant word tradisioneel veral deur Tswanas en Blankes geniet (Terblanché, 1995).

Die literatuuroorsig word hanteer met besondere klem op kruietee's en suksesvolle inheemse Suid-Afrikaanse tee's soos Rooibostee. Inligting só beoordeel is van meer nut vir die doel van hierdie studie as 'n in diepte oorsig oor swart tee, afkomstig van 'n plant wat nie inheems aan Suid-Afrika is nie en waarvan die kommersiële benutting alreeds eeue oud is.

Kruietee's word betrek omdat vele aspekte soos die bemarking en vervaardiging daarvan veel eerder van toepassing is op *L. scaberrima* tee as bv. swart tee. Swart tee word egter volledigheidshalwe genoem en deels bespreek.

'n Oorsig van die gepubliseerde literatuur wat net bv. kruietee toksisiteit sal aanspreek (Ridker, 1989; Manteiga, Park *et al*, 1997) sal boekdele in beslag neem. Soortgelyk kan die leser maklik verswelg raak in die literatuur wat net 'n enkele aspek aanspreek van Rooibostee, bv. die prosessering daarvan onder gekontroleerde toestande (Joubert, 1994). Die oorsig van literatuur in hierdie deel van die studie is daarom as volg hanteer:

L. scaberrima word beskou as moontlike bron vir 'n nuwe (kruie)tee en lesse geleer uit soortgelyke ondernemingspogings is van besondere waarde. Riglyne wil ingewin word oor bv. die metodiek wat gevolg kan word om 'n suksesvolle vervaardigingsproses vir *Lippia* tee daar te stel, en die voor die hand liggende oplossing is om suksesvolle kruietee's en Suid-Afrikaanse tee's te bestudeer en dan die verskillende vervaardigingsmetodes op die proef te stel. Geen in diepte bespreking betreffende enige enkele aspek van swart tee, Rooibostee, ens. word daarom hier uitgevoer nie. Daar is eerder gepoog om 'n oorsig van die totale teebedryf te kry sodat riglyne daargestel kan word waarvolgens ontwikkeling van *L. scaberrima* as moontlike bron van

'n tee kan geskied. Aspekte van belang by teevervaardiging, -bemarking, -sensoriere evaluering, ens. is ingewin deur toepaslike inligting betreffende verskillende tee's te evalueer. Sg. word heelwat aandag bestee aan bv. die bemarkingsopsies van kruietees, omdat dit die logiese volgende stap vir *L. scaberrima* tee is nadat 'n vervaardigingsproses geïdentifiseer is.

2.3.2. Historiese oorsig

Verskeie *Lippia* Houst. spesies word oor die wêreld heen tradisioneel as tee benut, soos getoon in Tabel 2.3.2.1.

Tabel 2.3.2.1. : *Lippia* Houst. spesies as tee gebruik

| Spesie | Gebied waar benut as tee |
|---------------------------------------|--|
| <i>L. carviadora</i> Meikle | Somalië ¹ |
| <i>L. citriadora</i> Kunth. | Regdeur Afrika ² |
| <i>L. dulcis</i> Trev. | Toluca, Meksiko ³ |
| <i>L. javanica</i> (Burm. F.) Spreng. | Suid-Afrika ^{4,5} |
| <i>L. multiflora</i> Moldenke | Wes- en Sentraal Afrika ^{6,7} |
| <i>L. pseudo-thea</i> Schau. | Brasilië ⁸ |
| <i>L. scaberrima</i> Sond. | Suid-Afrika ⁹ en Botswana ¹⁰ |
| <i>L. turbinata</i> Griseb. | Argentinië ¹¹ |

- Notas:
- (1) Volgens Demissew (1993).
 - (2) Volgens Thonner (1915) en Van Wijk (1986).
 - (3) Volgens Compadre, Robbins *et al* (1986).
 - (4) Volgens Watt & Breyer-Brandwijk (1962), Palmer (1985) en Van Wijk (1986).
 - (5) Sinonieme is "fever tea" en koorsteebossie wat die gebruik as tee beklemtoon (Palmer, 1985: 136; Hutchings, 1996).

(6) Volgens Noamesi, Adebayo *et al* (1985a), Lamaty, Menut *et al* (1990), Pélissier, Marion *et al* (1994) en Koumaglo, Akpagana *et al* (1996).

(7) Word bemark onder die handelsnaam "Gambia Tea" (Lamaty, Menut *et al*, 1990; Pélissier, Marion *et al*, 1994; Koumaglo, Akpagana *et al*, 1996).

(8) Volgens Grieve (1967) en Hedrick (1972).

(9) Volgens Fox & Norwood Young (1982) en Terblanché (1995).

(10) Vervaardig en bemark onder die handelsnaam Mosukudu/Mosukujane Tea deur die Thusano Lefatsheng Trust, Privaatsak 00251, Gaborone, Botswana.

Tel. no. (267) 399170

Faks. no. (267) 399171

(11) Volgens Lagrotteria & Lozada (1993).

2.3.3. Antioksidante

2.3.3.1. Inleiding

Aandag word aan antioksidante en die werkingswyse daarvan gegee omrede dit 'n belangrike rol speel tydens bemarking van voedsel en tee. Só belangrik word antioksidante geag dat dit selfs as moontlike verklaring aangebied is vir die gesondheidsbevorderende eienskappe van Rooibostee (Joubert & Ferreira, 1996).

Een van die belangrikste veranderings teweeg gebring deur voedsel prosesseringstappe is oksidasie. Lipiedoksidasie lei tot veranderinge in voedingsgehalte, veiligheid, kleur, geur en tekstuur. Antioksidante beskerm voedselkwaliteit deur oksidatiewe afbraak van lipiede te voorkom (Shahidi, Janitha *et al*, 1992).

Die liggaam self produseer ook verbindings wat oor antioksidant aktiwiteit beskik bv. uriensuur en bilirubien (Namiki, 1990).

2.3.3.2. Auto-oksidasie

Auto-oksidasie is die natuurlike proses waar molekulêre suurstof met onversadigde lipiede in die omgewing reageer. Dit kan teengegaan word deur vakuumverpakking, verpakking onder inerte gas, verkoeling of bevriesing sowel as byvoeging van antioksidante. Sodanige byvoeging verleng die rakleef tyd, verminder produksieverliese en gaan voedingswaardevermindering teen. Antioksidante word gevolglik gereken as verbindings wat auto-oksidasie vertraag, verminder of selfs totaal blokkeer (Shahidi, Janitha *et al*, 1992).

2.3.3.3. Meganisme van werking van antioksidante

Antioksidante meng in met oksidasie deur te reageer met vry radikale, katalitiese metale te cheleer en vry suurstofradikale op te ruim (Shahidi, Janitha *et al*, 1992). β -Karoteen en tokoferols elimineer enkelsuurstof (1O_2) terwyl sitroënsuur en askorbiensuur metaalione wat peroksidasie kataliseer onderdruk (Namiki, 1990).

Vry suurstofradikale veroorsaak funksionele skade in die mens en dien as snellers vir mutagenese, karsinogenese, sirkulatoriese versteurings en veroudering. Aktiewe suurstofspesies word egter ook in die liggaam benodig vir o.a. prostaglandien biosintese en antibakteriële sellulêre aktiwiteite (Namiki, 1990).

Lipiedperoksidasie word veral deur onversadigde vetsure, aktiewe suurstof, swaar metaalione, lig, sommige kleurmiddels, bestraling, verhitting, hoë voginhoud en lipoksigenase (Namiki, 1990).

2.3.3.4. Antioksidante in voedsel

Om die maksimum voordeel uit antioksidante te verkry moet dit so vroeg as moontlik gedurende voedselprosessering toegevoeg word, of in die produk aanwesig wees. Natuurlike antioksidante kom óf voor in die produk óf word gevorm tydens prosessering. Natuurlike antioksidante is hoofsaaklik polifenoliese verbindings wat in verskeie plantdele kan voorkom; en sluit o.a. flavonoïede, tokoferols, kumariene, askorbiensuur, karotenoïede en kaneelsuur derivate in (Namiki, 1990; Shahidi, Janitha *et al*, 1992; Vinson, Dabbagh *et al*, 1995). Die meerderheid natuurlike antioksidante word eers effektief as hulle deel vorm van spesifieke antioksidatiewe sisteme, en dan d.m.v. sinergisme (Namiki, 1990).

Verskeie natuurlike antioksidante word kommersieel herwin vanuit plante. Voorbeelde van natuurlike bronne van antioksidante is sojaboon (*Glycine max* L.), grondboontjies (*Arachis hypogea*), katoensaad (*Gossypium hirsutum*), mosterd, canola, rys (*Oryza sativa* Linn.), sesamsaad (*Sesamum indicum* L.), swart tee katesjols, roosmaryn (*Rosmarinus officinalis* L.), salie (*Salvia officinalis* L.), origanum (*Origanum vulgare* L.), tiemie, basiliekruid, rooi soetrissie, swartpeper, borrie (*Curcuma longa* L.), olyf, ui (*Allium cepa* L.), patats (*Iopomea batatas*), hawer (*Avena sativa* L.) sowel as die rook afkomstig van sekere houtsoorte wat gebruik word om kos te berook (Namiki, 1990; Shahidi, Janitha *et al*, 1992).

'n Lys van moontlike bronne van natuurlike antioksidante is in die literatuur (Namiki, 1990) beskikbaar. Bv., plantsade (veral in plantolie produserende plante) moet noukeurig beskerm word teen oksidasie voor ontkieming en beskik derhalwe oor effektiewe antioksidante. Dit verklaar deels die antioksidantwaarde van bv. grondboontjies.

Voordat 'n natuurlike antioksidant as byvoeging gemaak kan word in voedsel moet die veiligheid en toksikologiese profiel daarvan in langtermyn dieremodelstudies bestudeer word (Shahidi, Janitha *et al*, 1992).

2.3.3.5. Antioksidante van belang by teevervaardiging

Omdat elke plantspesie oor 'n unieke chemiese samestelling beskik sal die antioksidatiewe werking daarvan individueel bepaal moet word nadat die gekose prosesseringstappe daarop uitgevoer is. Só is bv. swart tee (Namiki, 1990; Shahidi, Janitha *et al*, 1992) en Rooibostee (Joubert & Ferreira, 1996) se antioksidatiewe uitwerkings reeds deeglik nagevors.

Flavonoïede verteenwoordig die mees kragtige antioksidatiewe komponente t.o.v. plant fenoliese verbindings (Shahidi, Janitha *et al*, 1992). Flavonoïede kom natuurlik voor in vrugte, groente, wyn en tee (Hertog, Feskens *et al*, 1993). Van al die flavonoïede en flavonoïed-verwante verbindings, is die flavanols gevind in tee die mees kragtige natuurlike antioksidante (Vinson, Dabbagh *et al*, 1995).

In vitro verminder flavonoïede die oksidasie van lae digtheid lipoproteïen (LDL) en dus trombotiese neigings. Die inname van swart tee is gevolglik aangetoon as om 'n omgekeerde verband te hê met koronêre hartvatsiekte mortaliteit. Flavonoïede op gereelde basis ingeneem d.m.v. kos mag die risiko van sterfte aan koronêre hartvatsiektes verminder in bejaarde mans (Hertog, Feskens *et al*, 1993).

Tanniene se fisiologiese rol in plante is nog nie na behore uitgeklaar nie, maar op grond van hulle polifenoliese struktuur word hulle as antioksidatief aanvaar. Esters van gallusuur, die hoofstruktuur van tanniene, is in algemene gebruik as voedselantioksidante (Namiki, 1990).

Die sosiale behoefte vir veilige geredelik beskikbare antioksidante sal bly voortbestaan, t.s.v. tegnologiese vooruitgang, so lank as wat vars produkte (soos tee) benut wil word en daar onderontwikkelde areas bestaan (Namiki, 1990).

2.3.4.Swart tee

2.3.4.1.Inleiding

Tegnies verwys die woord "tee" na die plant *Camellia sinensis* en die produk(te) afkomstig van die gedroogde blare daarvan. Tee's wat dus nie *Camellia sinensis* bevat nie, is streng gesproke

nie tee nie en word ook nie as tee deur hande lsgroepe geklassifiseer nie (Ramaswami, 1992).

Die mees akkurate beskrywing vir ander "tee's" is waarskynlik die Franse woord vir kruiedranke, nl. tisanes. Die woord tisane is afkomstig van die Latynse ptisana, wat in vroër tye verwys het na 'n drankie gemaak van uitgedopte gars (Ramaswami, 1992).

2.3.4.2. Vervaardiging van swart tee

Tee is oorspronklik afkomstig van China, en is een van die oudste drankte aan die mens bekend (Yen & Chen, 1994). Naas water, is dit die drank wat die meeste deur die mens genuttig word en verbouing daarvan word in meer as 30 lande uitgevoer (Katiyar & Mukhtar, 1996).

'n Verskeidenheid prosesseringsmetodes het met verloop van tyd ontwikkel, en elkeen lewer 'n unieke samestelling en smaakkombinasie tee (Yen & Chen, 1994). Gevolglik sal wisseling in die verskillende produksieveranderlikes betrokke tydens vervaardiging van *Lippia* tee lei tot vervaardiging van verskeie unieke produkte. Een van die belangrikste aspekte betrokke by *L. scaberrima* tee vervaardiging is daarom om ten minste een vervaardigingsmetode te identifiseer wat 'n aanvaarbare produk lewer.

Swart tee vervaardigers is trots op die feit dat die chemie betrokke by produkte afkomstig van *Camellia sinensis* bekend is en reeds genoegsaam ontwikkel is. Hierdie feit word gebruik om kruietee vervaardigers te kritiseer a.g.v. die gebrek aan kennis wat bestaan rondom die chemie van plante wat kruietees lewer, sowel as reguleringsgebreke rondom verskeie aspekte wat kruietee's raak (Ramaswami, 1992).

Verskeie gedetailleerde vervaardigingsaspekte betreffende groen tee, deels gefermenteerde tee (oolongtee) (Takeo, 1992) sowel as swart tee (Hampton, 1992) is in die literatuur beskikbaar en word slegs oorsigtelik hier hanteer.

Sowat 2.5×10^6 metrieke ton droë tee word jaarliks vervaardig. Hiervan is sowat 25 % groen tee en 2 % Oolongtee. Groen tee word hoofsaaklik geproduseer in China, Japan, Indië, Noord-Afrika

en die Midde-Ooste. Oolongtee is beperk tot die Suidooste van China en Taiwan. Swart tee verteenwoordig dus ca. 75 % van die wêreldmark (Katiyar & Mukhtar, 1996).

Die samestelling van die tee is afhanklik van o.a. die heersende klimaatstoestand, landboukundige praktyke, plantfaktore soos kultivar en ouderdom sowel as die posisie van die spesifieke blare gebruik op die plant (Katiyar & Mukhtar, 1996).

Groen tee word as volg vervaardig: Die blare word gepluk, ensieme daarin aanwesig vinnig geïnaktiveer deur stoom, lugdroging by hoë temperatuur of deur dit op verhitte panne te plaas. Gedurende die finale drogingstap word nuwe geurkomponente gevorm wat die karakteristieke smaak aan die tee verleen. T.o.v. die hoof samestellende komponente stem groen tee ooreen met die samestelling van die vars blare (Katiyar & Mukhtar, 1996).

Gedurende oolongtee vervaardiging word oksidasie vir 'n kort tydperk wel toegelaat. Normale oolongtee word beskou as om halfpad gefermenteer te wees in vergelyking met swart tee. Die samestelling van oolongtee lê daarom tussen dié van groen en swart tee (Katiyar & Mukhtar, 1996).

Die prosesstappe vir swart tee vervaardiging is plukking, verlepning, fyn verdeling bv. opkapping en laastens droging. Deur die plantmateriaal te laat verlep word die blare meer vatbaar vir opkapping gelaat. Oksidasie word gewoonlik toegelaat vir 45 tot 90 minute, waartydens katesjols omgeskakel word na teaflaviene en tearubigiene. Lg. twee groepe verbindings is verantwoordelik vir die karakteristieke kleur en smaak van swart tee (Katiyar & Mukhtar, 1996).

2.3.4.3. Bemaking

Teeverbruik is nie naastebly uniform nie. Groot segmente van die wêreldbevolking nuttig geen tee nie. Teeverbruik wissel tussen lande sowel as in gegewe populasies, en tussen geen tee gebruik tot meer as 20 koppies genuttig per dag per individu. Die wêreldwye per capita gebruik is sowat 120 ml per dag (Katiyar & Mukhtar, 1996).

Bg. feite dien ter illustrasie dat, vir die bemerking van *L. scaberrima* tee, teikenpopulasies geïdentifiseer moet word. Dit dien bv. geen doel om 'n nuwe tee soos *L. scaberrima* tee te probeer bemark in 'n gemeenskap wat nie eers swart tee of enige kruietee nuttig nie.

2.3.4.4.Sensoriese evaluering

Die kwaliteit van swart tee word gekoppel aan die verbinding teaflavien (Joubert, 1990b). Die sensoriese evaluering van swart tee is kompleks en verfyn tot 'n mengsel tussen kuns en die wetenskap. Dit word nie hier bespreek nie omdat die verbruiker van *Lippia* tee die finale beoordeelaar sal wees t.o.v. die sensoriese kwaliteit daarvan. Sodanige verbruiker nuttig nie noodwendig eers swart tee nie. Voordat die verbruiker die tee kan evalueer moet daar eers op 'n geskikte vervaardigingsmetode besluit word.

Verder is sensoriese evalueringmetodes en die veranderlikes geëvalueer by swart tee vervaardiging nie noodwendig van toepassing op *Lippia* tee nie en mag dit die studie selfs in 'n verkeerde rigting stuur. Bv., om *Lippia* tee op hierdie stadium alreeds te evalueer vir bv. soet-, bitter- of vars- onder- of botone t.o.v. die geur daarvan, sal die studie onnodig komplekseer. Daar moet veel eerder besluit word op 'n totale indruk t.o.v. die geur van *Lippia scaberrima* tee alvorens verfyning aan die geur aangebring wil word. Verdere motivering vir hierdie stelling is dat daar huidiglik steeds sensoriese evaluering en verfyning plaasvind vir swart tee, Rooibostee, ens. en dat die sensoriese kwaliteitsbepaling en -verbetering van tee daarom nie eindig as die produk bemark word nie.

Wat egter wel belangrik is, is dat die veranderlikes geur, kleur en smaak vir *Lippia* tee in verband gebring moet word met verskillende vervaardigingsmetodes.

2.3.4.5.Gesondheidsaspekte van swart tee

Swart tee katesjols se antioksidatiewe werking is genoem in paragraaf 2.3.3.4. en die werking hiervan is reeds deeglik bestudeer en in die literatuur beskikbaar (Namiki, 1990; Shahidi, Janitha

et al, 1992). Groen tee se antioksidatiewe werking is ook beskikbaar in die literatuur (Namiki, 1990).

Dit is bekend dat swart tee 'n hoë konsentrasie oksalate bevat. Die inname daarvan sonder melk is aangetoon om te lei tot verhoogde urinêre oksalaat konsentrasies. Dit mag derhalwe 'n predisponerende faktor wees by die vorming van kalsiumoksalaat nierstene. Verskeie kruietees (met lae konsentrasies oksalate) kan aanbeveel word vir pasiënte met 'n geneigdheid om kalsiumoksalaat nierstene te vorm (McKay, Seviour *et al*, 1995).

Die magdom positiewe fisiologiese uitwerkings van swart tee is reeds deeglik bestudeer en gedokumenteer (Yen & Chen, 1994; Katiyar & Mukhtar, 1996). Boeke wat hierdie onderwerp deeglik aanspreek en in totaliteit aan die onderwerp gewy is, is beskikbaar (Mitsui Norin, 1995). A.g.v. die omvangrykheid en wyd uiteenlopende aard van sodanige uitwerkings sal dit nie hier bespreek word nie.

2.3.5.Rooibostee

2.3.5.1.Inleiding

Rooibostee is 'n inheemse Suid-Afrikaanse tee, vervaardig vanuit *Asphalathus linearis*. *A. linearis* kom veral voor rondom die Sederberge en in 1990 in ca. 14000 hektaar daarvan verbou deur ongeveer 300 produsente. In 1990 was die marksegment daarvan 16% en uitvoere het 432 000 kg beloop (Joubert, 1990a; Joubert, 1991).

2.3.5.2.Vervaardiging van Rooibostee

Piekproduksie (tot en met 1990) was 6.7×10^6 kg in 1984. Daar is meer tee geproduseer as wat die plaaslike mark vereis, ten einde tee reserwes daar te stel. Reserwes is nodig om in tye van skaarste aan markte gelewer te kan word omrede Suid-Afrika die enigste gebied is waar die tee verbou word (Joubert, 1991).

Die tee word as volg vervaardig: Blare word gesny in 5 mm lengtes, gerol en gefermenteer deur die blare se ensieme waarna sondroging volg. Hierdie proses is sg. aan swart- en oolongtee vervaardiging (Kawakami, Kobayashi *et al*, 1993).

Produksieveranderlikes soos fermentasie- en drogingstemperatuur het 'n invloed op tee kwaliteit. Die kwaliteit verbeter met toenemende fermentasietemperatuur maar verlaag met 'n verhoging in drogingstemperatuur. Ook bevat songedroogde tee minder chlorofil as teeblare gedroog onder gekontroleerde omstandighede. Droging onder gekontroleerde toestande het nie die tee kwaliteit nadelig beïnvloed (in vergelyking met sondroging) nie (Joubert, 1997). Hierdie feite toon aan dat navorsing met gevolglike produkverbetering deurentyd toegepas word, selfs terwyl die tee reeds aan die mark gelewer word.

Fermentasie van die tee onder tradisionele opelug toestande het die nadele van afhanklikheid van weersomstandighede, lae higiëniese moontlikhede, min beheer oor prosesseringsveranderlikes en 'n produk van wisselende kwaliteit. Waar moontlik behoort gekontroleerde omstandighede dus gebruik en/of ontwikkel te word (Joubert & Müller, 1997).

Enkelladingsproduksie (teenoor kontinue prosesse) het die voordeel dat prosesseringstyd gewissel kan word om optimum tee kwaliteit vir elke lading te verseker. Dit stel die vervaardiger ook in staat om produk differensiasie te verkry om sodoende aan spesifieke markbehoefte te kan voldoen. Om hierdie rede is lae koste mobiele fermentasie eenhede vir gekontroleerde fermentasie ontwikkel (Joubert & Müller, 1997).

Rooibostee wat te veel gefermenteer is lewer dowwe donkerbruin teeblare in plaas van die gewenste rooibruin blaarkleur (Joubert, 1997).

Deur die veranderlikes betrokke by tee vervaardiging gekontroleerd te beheer word die optimum kwaliteit tee verkry (Joubert, 1997). Intensiewe studies rakende die prosessering van Rooibostee onder gekontroleerde toestande is daarom al uitgevoer en in die literatuur beskikbaar (Joubert, 1994). Die vlugtigheidsprofiel van Rooibostee is ook reeds bepaal (Kawakami, Kobayashi *et al*, 1993).

Omdat elke plantspesie uniek is, sal al die veranderlikes betrokke by die vervaardiging van *L. scaberrima* tee eksperimenteel (en onder gekontroleerde toestande) bepaal moet word.

2.3.5.3.Bemaking

Die tee word bemark as los blare, teesakkies sowel as 'n kitstee. 'n Kitstee is vervaardig omrede plantdele wat nie geskik is om in teesakkies benut te word nie a.g.v. bv. fisiese grootte vereistes, só gebruik kan word. Eksperimentele beskrywings ten einde die kitstee daar te stel is in die literatuur beskikbaar (Joubert, 1990a; Joubert, 1991).

2.3.5.4.Sensoriese evaluering

Dit word uitgevoer deur gebruikmaking van toetspanele met statistiese ontleding van die resultate (Joubert, 1991). Kenner teeproewers is deel van die Rooibos Tee Raad en 'n unieke standaard Rooibostee gradering sisteem word in dié nywerheid gebruik en toegepas (Joubert, 1997).

Die kwaliteit van Rooibostee kan nie aan een enkele verbinding of groep verbindings gekoppel word soos in die geval van swart tee nie (Joubert, 1990b).

2.3.5.5.Gesondheidsaspekte van Rooibostee

Rooibostee beskik oor antioksidante (Joubert & Ferreira, 1996). Dit het 'n positiewe uitwerking op verskeie dermatologiese toestande, bv. Behcet se siekte en fotosensitiwiteitsdermatitis (Kawakami, Kobayashi *et al*, 1993). 'n Oorsig van die gesondheidsaspekte van Rooibostee is in die literatuur beskikbaar (Joubert & Ferreira, 1996).

Daar bestaan 'n besliste moontlikheid dat enige rou landboukundige produk wat nie onderwerp word aan 'n finale beveiligingstap voor dit die verbruiker bereik nie oor groot getalle (patogene) organismes sal beskik. So is verskeie *Salmonella* serotipes (*S. klapmuts*, *S. bloemfontein*, *S.*

grabouw, S. westpark, S. kuilsrivier en S. gilbert) al in Rooibostee gevind. Hierdie organismes vind hulle weg tot die tee d.m.v. saamgedraagde stofdeeltjies, fisiese hanteringstappe, besmette water gebruik vir fermentering of die fekale materiaal van insekte, voëls of diere wat saam met die teeblare verwerk word. Bestralingsbehandeling met Kobalt-60 verminder die bakteriële lading met 99.89%. Hierna is Rooibostee een van die landboukundige produkte met die hoogste mikrobiologiese kwaliteit beskikbaar aan die verbruiker (Niemand, 1985).

2.3.6.Heuningbostee

2.3.6.1.Inleiding

Cyclopia is 'n uitsonderlike plantgenus van die groep *Podalyrieae* en word geklassifiseer as lid van die *Fabaceae*. Die *Cyclopia* spesies is inheems aan Suid-Afrika en word aangetref in die kusgebiede van die Westelike en Oostelike Kaapprovinsies. Heuningbostee word daaruit berei (Du Toit, Joubert *et al*, 1998).

Anders as swart tee en Rooibostee word 'n verskeidenheid plantspesies benut wat in verskillende klimaatsones gevind word. Daar is slegs enkele boere in die Langkloof gebied wat die tee op 'n beperkte kommersiële skaal vervaardig, en die jaarlikse produksie (1997) is op sowat 20 ton beraam. Natuurlike populasies van veral *C. intermedia* en *C. subternata* word gebruik (Du Toit, Joubert *et al*, 1998).

2.3.6.2.Vervaardiging van heuningbostee

Die stamme, blare en blomme van verskeie *Cyclopia* spesies word gebruik om die relatiewe soet tee te vervaardig. Oes van heuningbostee is tradisioneel uitgevoer tydens die blomperiode maar a.g.v. verbruikersaanvraag is verskaffers gedwing om tot in die laat somer te oes. Die voorkoms van blomme verbeter die unieke soet, heuningagtige smaak van die tee, alhoewel materiaal sonder blomme steeds 'n aanvaarbare produk lewer (Du Toit, Joubert *et al*, 1998).

Gebiede waar die plante aangetref word is moeilik bereikbaar en verskeie oesdae is nodig om genoegsame hoeveelhede in te win vir prosessering. Die verskillende oesmetodes gebruik sluit oes van slegs jong groeipunte, afsny van die hele plant net bokant die grond met 'n sekel sowel as afsny van die hele plant 0.33 m bokant die grond in. Plante reeds vantevore geoes gee beter materiaal vir vervaardiging omdat die stamme sagter is en 'n hoër blaar tot stamverhouding toon. Ou plante word nie normaalweg geoes nie omdat dit growwe materiaal lewer met dikker stamme. Die plante van 'n gegewe gebied word elke 2 tot 3 jaar geoes (Du Toit, Joubert *et al*, 1998).

Prosessering van die tee neem soms eers 3 dae na die oes van die plantmateriaal in aanvang. Die algemene metode behels fyn snyding van die materiaal voor fermentasie. Die vernietig die selle se integriteit en verbeter fermentasie uitkoms. Blare wat die sny proses heel deurgaans beskik oor 'n onaanvaarbare groen tot ligbruin kleur (Du Toit, Joubert *et al*, 1998).

Hoë dagtemperatuur word verkies vir gunstige fermentasie- en drogingstoestande. Twee fermentasie metodes word gebruik, nl. fermentasie in 'n hoop en fermentasie by hoë temperatuur in 'n voorverhitte bakoond. Die eerste metode benodig nie eksogene hitte-toevoeging nie want hitte word spontaan daarin opgewek tydens fermentasie. Sodanige fermentasie neem egter 3 tot 5 dae en tee's van swak kwaliteit word dikwels verkry a.g.v. onvolledige fermentasie en uitgebreide swamgroei. Deur 'n voorverhitte bakoond te gebruik word 'n meer eenvormige produk van verhoogde kwaliteit verkry, a.g.v. die verbeterde temperatuurbeheer. Korter fermentasietye (24 tot 36 h) word ook benodig om 'n volledig gefermenteerde tee te vervaardig. Oorfermentasie lewer 'n onaanvaarbare produk met 'n swart kleur (Du Toit, Joubert *et al*, 1998).

Gedurende fermentasie verander die kleur van die plantmateriaal van groen na donkerbruin en 'n soet geur ontwikkel. Materiaal met 'n hoë voginhoud (bv. goes na reën), fermenteer swak. Indien hoopfermentering gebruik word, word die hoop oopgesprei op 'n dun seil om sondroog te word as die soet geur en donkerbruin kleur aanwesig is (Du Toit, Joubert *et al*, 1998).

Swamme floreer in die fermentasiehoop a.g.v. die verlengde fermentasietye, temperatuur hoër as 50°C en klam toestande daarin. Lokale swam oorgroei is soms so erg dat groot wit kolle met groot hoeveelhede plantmateriaal daarin in die hoop gevind word (Du Toit, Joubert *et al*, 1998).

Vervaardiging van heuningbostee onder gekontroleerde laboratorium toestande het getoon dat langer fermentasietye (60 tot 72 h) benodig word vir fermentasie by laer temperatuur (60°C en 70°C). Fermentasie is egter alreeds voltooi na 36 h by 90°C (Du Toit, Joubert *et al*, 1998).

Sondroging vs. gekontroleerde droging van die materiaal beïnvloed nie kwaliteit wesenlik nie. Die tee neem normaalweg 1 tot 2 dae om te sondroog maar dit is afhanklik van die dikte van die

lae sowel as weersomstandighede. Skadunet vasgemaak een meter bokant die grondoppervlak kan ook gebruik word as stellasië waarop die materiaal gesondroog kan word (Du Toit, Joubert *et al*, 1998).

Voor verpakking word die tee gesif. Gebruikmaking van 'n hamermeule om die groter brokstukke kleiner te verdeel het tee met 'n swak voorkoms gelewer sowel as heelparty gekneusde stamme en fyn tee stofpartikels (Du Toit, Joubert *et al*, 1998).

2.3.6.3. Bemarking

Verskeie uiteenlopende benaderings word gevolg tydens vervaardiging omdat elke vervaardiger glo sy unieke metode lewer 'n goeie kwaliteit tee. A.g.v. die vervaardigingsverskille word aansienlike produkverskille gevind wat die bemarking van die tee bemoeilik (Du Toit, Joubert *et al*, 1998).

Gesifde tee word verpak in groot, gevlegde plastiekhouders vir die plaaslike sowel as oorsese markte. 'n Klein hoeveelheid word in klein plastieksakkies (ca. 500 g elk) verpak vir verkope by bv. padstalletjies. Sommige verkopers plaas die finale produk in groter houders waar die verbruiker dan sy gekose hoeveelheid self afweeg (Du Toit, Joubert *et al*, 1998).

Tradisioneel word die tee bemark as 'n mengsel van kort stammetjies en blare wat grof vertoon. Verpakkingsgroottes van 200 g is al benut en dit is nuttig om inligting soos die minerale inhoud van die tee op die verpakking aan te toon (Du Toit, Joubert *et al*, 1998). In Japan word die tee bemark as individueel verpakte teesakkies (3.2 g elk), in foelie geseël en 'n gekose hoeveelheid daarvan saam verpak in 'n groter kartonhouer (Du Toit, Joubert *et al*, 1998).

Deur verskeie spesies te vermeng of die tee selfs met Rooibostee te meng kan 'n wye verskeidenheid tee's verkry word wat aanklank mag vind by 'n groter marksegment (Du Toit, Joubert *et al*, 1998). Heuningbostee se grootste uitvoermarkte is Japan, Duitsland en Switzerland. In hierdie lande word tee gemeng met vrugtesap sowel as ystee vervaardig (Du Toit, Joubert *et al*, 1998).

2.3.6.4.Sensoriese evaluering

Een van die grootste probleme geassosieer met die vestiging van 'n betroubare afsetgebied vir heuningbostee is die gebrek aan gestandaardiseerde prosesseringsmetodes. Dit lei tot swak produkte van wisselende kwaliteit en is die rede in die verlede toegeskryf aan heuningbostee se klein marksegment. In die V.S.A. is heuningbostee goed ontvang in die 1980's, maar wisselende kwaliteit en ongereelde verskaffing van die produk het daartoe gelei dat uitvoere na daardie mark gestaak is (Du Toit, Joubert *et al*, 1998).

Kwaliteitsprobleme bestaan steeds en kan die reputasie van die heuningbostee nywerheid skaad. 'n Gestandaardiseerde vervaardigingsmetode met voldoende beheer is noodsaaklik om 'n tee van eenvormige mikrobiologiese- en sensoriese kwaliteit daar te stel (Du Toit, Joubert *et al*, 1998).

Dit wil dus voorkom asof heuningbostee huidiglik sensories geëvalueer word deur elke vervaardiger self, wat dan ook self op toepaslike proseswysigings besluit. Sensoriese evaluering wat egter reeds uitgevoer is, toon dat die verskillende spesies gebruik subtiële smaakverskille besit (Du Toit, Joubert *et al*, 1998).

Heuningbostee word normaalweg genuttig met melk en suiker en vertoon 'n pers kleur na melk bygevoeg is. Die smaak word beskryf as sg. aan warm appelkooskonfyt, heuning, droëvrugte of blomme met 'n spesifieke indruk van soetheid (Du Toit, Joubert *et al*, 1998).

2.3.6.5.Gesondheidsaspekte van heuningbostee

Tradisioneel is heuningbostee 'n growwe produk wat bydra tot die opvatting dat die onverfynde produk sekere gezondheidsbevorderende eienskappe besit. Die tee bevat geen kafeïen nie en het 'n lae tannien-inhoud. Dit mag daarom nuttig wees vir kinders en pasiënte met spysverteringsprobleme waar stimulant en tanniene vermy behoort te word. Die gebrek aan kafeïen mag bydra tot die tee se kalmerende effek en is moontlik van nut om slaaploosheid teë te werk (Du Toit, Joubert *et al*, 1998).

'n Verbinding wat as ekspektorant optree en anti-diabetogene aktiwiteit toon (pinitol) is geïdentifiseer in heuningbostee. Die tee stimuleer ook melkproduksie en word as voordelig beskou vir borsvoedende vroue (Du Toit, Joubert *et al*, 1998).

2.3.7.Kruietee

2.3.7.1.Inleiding

Kruietee word vir die doel van hierdie studie beskou as afkomstig te wees vanaf plante wat in die algemene omgang as kruie bekend staan, bv. kamille, peperment, ens. 'n Ontslaglike verskeidenheid wyd uiteenlopende kruietees bestaan. Hierdie deel van die literatuuroorsig word daarom hanteer met klem op die bemarking van sodanige tees, omdat bv. spesifieke vervaardigingsprosedures gevolg vir 'n spesifieke tee nie toepaslik is t.o.v. die doel van hierdie studie nie.

2.3.7.2.Vervaardiging van kruietee

Verskeie kruietee's is die eindprodukte van vermenging van kleurryke, welriekende en eksotiese bestanddele. Bekende kruie en speserye en selfs swart tee word soms as samestellende komponente opgemerk (Ramaswami, 1992). Hierdie feit kan nuttig aangewend word tydens *L. scaberrima* tee vervaardiging.

2.3.7.3.Bemarring

Belangrike lesse geleer tydens bemarring van kruietee's is die volgende:

- Die verbruiker (van kruietee) is veral op fiksheid/gesondheid ingestel sowel as omgewingsbewus. Die verpakking moet hierdie behoeftes van die verbruiker aanspreek. Koste bly egter belangrik aangesien die meerderheid verbruikers nie bereid is om meer as 5-10% bo die normale prys te betaal vir omgewingsvriendelike produkte nie (Ramaswami, 1993). 'n Aantal kruietee verbruikers koop dit egter nie as deel van 'n alternatiewe lewenstyl nie, maar bloot as alternatiewe drankie (Moore, 1992). Kruietee (in teenstelling met bv. ystee vervaardig van swart tee) word deur die meeste verbruikers gesien as 'n warm drankie en dus meesal in die winter benut. Seisoenale piek verkope kan verwag word vir kruietee's (Ramaswami, 1992).

- Die verbruikersbasis wat kruietee's koop maak ingeligte voedselkeuses (Moore, 1992).
- Verskeie bemarkingstrategieë kan gevolg word om die verbruikersbasis van kruietee te vergroot, bv. ystee as verfrisser tydens maratons of gemeng met soda- of mineraalwater. Kookboeke met kruietee as bestanddeel is ook al uitgereik. Verbruikers kan aangemoedig word om verkoelde kruietee te voeg by vrugtepons, lemonade, nagereg bevattende vars bessies en/of vrugte, roomys, mousse, wyne en likeurs. Ysblokkies vir drankies kan ook eerder ystee wees (Ramaswami, 1992).
- Die nut van kruietee (veral kamille, roos en mentgeure) as samestellende komponent van gesondheidspreparate kan nie oorbeklemtoon word nie. Bv., een van die mees bekende gebruike (benut deur vele top modelle) is twee kamille- of roos teesakkies geweek in warm water, effens gedruk en op elke oog geplaas vir 15 minute (Ramaswami, 1992).
- Kruietee verpakking moet die tipe tee en verwagte geur- en smaakervaring duidelik aandui sowel as 'n gevoel van ontspanning in die verbruiker opwek (Ramaswami, 1993).
- Sommige verbruikers van kruieteesakkies benut dit as geurmiddels vir (kombuis)kaste nl. potpourri (Ramaswami, 1992).
- Die meer suksesvolle kruietee verpakking is vervaardig van gehersirkuleerde materiale (en toon dit duidelik aan), hermeties verseël en met alle komponente biodegradeerbaar (Ramaswami, 1993).
- Swart tee is geneig om geure in die omgewing daarvan te absorbeer terwyl kruietee's hulle geur weer aan die omgewing verloor. Dus moet gebruik gemaak word van materiale om as skans teen geurverlies te dien in kruietee pakkies. Die tempo waarteen kruietee gebruik word is stadiger as swart tee omdat verbruikers dikwels verskillende kruietee's gelyk koop vir verskillende geleenthede, gemoedstemminge, ens. Kruietee(sakkies) moet dus dubbeld geseël word om die rakleefyd te verbeter. (Foelie as verpakkingsmateriaal is effektief om aromaverlies teë te werk, maar omdat dit nie biodegradeerbaar is nie, kry dit min aftrek onder verbruikers.) Om degradering van komponente te voorkom mag dit selfs nodig wees om die O₂ inhoud laer as 5 % te hou in die verpakking (Ramaswami, 1993).
- Fyner papier as die normale moet vir teesakkievervaardiging gebruik word om te keer dat geen residu vorm in die bodem van die koppie na gebruik nie (Ramaswami, 1993). Alternatiewelik word sommige kruietee's grof gekap (bv. peperment) of as heel plantdele

bemark (bv. kamille). Die behoud van die plantdeel integriteit verhoog die aromatiese- en smaakwaarde daarvan (Moore, 1992).

- Die vorm en grootte van die verpakking is belangrik en beïnvloed bemarkbaarheid van die produk (Ramaswami, 1993).
- Voorspelde toekomsneigings vir kruietee bemarking is 'n groter verskeidenheid verskillende kruiemengsels, groter individuele teesakkies (een groot genoeg om bv. 'n hele teepot te maak), digter verpakkingsmateriale en meer mentgeur gedrewe mengsels (Ramaswami, 1993).
- Die marksegment daarvan het in die V.S.A. gedurende die vroeë 1990's gegroei teen ca. 7–8 % jaarliks (Moore, 1992; Ramaswami, 1992). Gedurende die 1980's was die kruietee mark in die V.S.A. ca. \$100 miljoen (Ramaswami, 1992).

2.3.7.4.Sensoriese evaluering

Soos vroëer genoem bestaan daar 'n gebrek aan kontrole t.o.v. kruietee's se kwaliteit en vervaardigers self is verantwoordelik vir kwaliteitsbeheer en gehalteversekering.

2.3.7.5.Gesondheidsaspekte van kruietee

Kruietee bevattende kamille (*Matricaria chamomilla*), ysterkruid (*Verbena officinalis*), soethout (*Glycyrrhiza glabra*), vinkel (*Foeniculum vulgare*) en sitroenkruid (*Melissa officinalis*) is geëvalueer in 'n dubbelblinde prospektiewe studie t.o.v. koliek in babas. Babas behandel met die kruietee is statisties betekenisvol genees van die koliek (Weizman, Alkrinawi *et al*, 1993).

Verbruikers neig, a.g.v. hoër omgewings- en gesondheidsbewustheid, na produkte wat geen kafeïen, suikers en vette bevat nie en wat sover moontlik van natuurlike oorsprong is (Moore, 1992; Ramaswami, 1992). Kruietee's voldoen hieraan sowel as om die eeue-oue opvatting te versterk dat dit nie net gesond is om kruietee te drink nie maar dat dit selfs genesend mag wees (Moore, 1992).

Onderskeid moet getref word of die kruietee bemark gaan word as alternatiewe drankie vir swart

tee en of dit vir medisinale doeleindes aangewend gaan word. Indien Ig. die geval is, raak bv. wetlike verpligtinge aangaande farmaseutiese middels ter sprake en moet die kruietee hanteer word soos 'n geneesmiddel (Moore, 1992). Die Amerikaanse voedsel- en geneesmiddel administrasie (FDA) se regulasies betreffende kruietees is in die literatuur beskikbaar (Richman, 1983). Daar moet voldoen word aan al die vereistes voordat sodanige tee's bemark mag word, bv. aktiewe komponent bepaling, ens. (Moore, 1992).

Gesondheidsaspekte van spesifieke kruietees word deeglik in die literatuur bespreek sowel as algemene riglyne daargestel betreffende die gesondheidswaarde van kruietee (Joner & Dommarsnes, 1983; Ridker, 1989; Manteiga, Park *et al*, 1997).

2.3.8.Aspekte van belang rondom *Lippia scaberrima* tee

2.3.8.1.Samestelling van *Lippia* tee

Die chemiese samestelling van plantmateriaal bepaal die chemiese samestelling van die tee daaruit vervaardig. Samestellende chemiese komponente en biologiese eienskappe van *Lippia javanica* is in die literatuur beskikbaar (Hutchings, 1996), sowel as *Lippia rehmanni* H.H.W. Pearson (Watt & Breyer-Brandwijk, 1962). (Beide spesies kom in Suid-Afrika voor en mag samestellingsooreenkomste met *L. scaberrima* toon.)

L. scaberrima plantmateriaal het geen alkaloïed inhoud getoon nie maar 'n tannien inhoud van 5.5% (massabasis). Klein hoeveelhede metanoësuur en bottersuur is herwin vanuit die waterige deel van die distillaat tydens essensiële olieherwinning. Hierdie sure is aanwesig in die plantmateriaal. Deur 7640 g lugdroë plantmateriaal kontinu te perkoleer met warm alkohol; te was en te droog is 275 g residu as 'n hars verkry (3.6% op 'n massabasis). Esters van nie-vlugtige sure wat aangetoon is in die takson sluit metanoë-, botter-, valeriaan-, palmittien-, stearien- en linoleïensuur (of 'n suur isomeer daarvan) in. 'n Fitosterol met smeltpunt 134°C sowel as heptakosaan (C₂₇H₅₆) en hentriakontaan (C₃₁H₆₄) is verkry (Power & Tutin, 1907).

2.3.8.2.Gesondheidsaspekte van *Lippia* tee

2.3.8.2.1. Toksisiteit van tee afkomstig van *Lippia* spesies

Vanuit 2.5 kg boggrondse plantdele van *Lippia graveolens* (lugdroog) is 102 mg van 'n karsinogeniese verbinding, bekend as lapasjenool, geëkstraheer. Vanuit 1 kg wortels is terselfdertyd 210 mg van dieselfde verbinding verkry (Dominguez, Sánchez *et al*, 1989). Geen melding is gemaak van hoe kragtig die karsinogeniese werking is t.o.v. bv. 'n standaard karsinogeniese verbinding nie. Alvorens die mate van karsinogenisiteit nie bekend is nie, kan geen uitspraak gelewer word oor die toepassingsmoontlikhede van *Lippia graveolens* nie, omrede selfs bv. X-strale karsinogenies is (soos getoon in paragraaf 2.2.3.1.) maar dit algemeen in die Geneeskunde as diagnostiese hulpmiddel gebruik word.

Die toksiene gevind in *Lippia* spesies is gelys as kamfer, karboon, sineool, sitraal, sitronellol, geraniol, isovaleriaansuur, laktose, limoneen, maltose, saponien, terpineol, tujoon en verbenoon (Duke, 1987). Geen redes is verskaf waarom hierdie verbindings as toksiene beskou behoort te word nie, en die volgende kan bv. genoem word as maltose en laktose as toksiene beskou wil word:

Maltose (moutsuiker) is 'n disakkaried opgebou uit twee eenhede glukose, word gevind in bv. ontkiemende graan en is die belangrikste disakkaried in stysel en glikogeen (Meyer, Meij *et al*, 1988: 3.4–3.5). Laktose (melksuiker) is 'n disakkaried bestaande uit glukose en galaktose eenhede; word deur melkklriere vervaardig en word slegs in melk aangetref. Dit is die hoofkoolhidraat in die dieet van babas (Meyer, Meij *et al*, 1988: 3.5).

Kamfer is 'n klas-4 gif en die dodelike dosis in die mens kan selfs so laag wees as 50 mg/kg (Gossel, 1983). Die kamfer inhoud van *L. scaberrima* word behandel in Bylaag B, en belangrike gevolgtrekkings gemaak is:

Mikrogolfgedistilleerde essensiële olie afkomstig van droë blare van *L. scaberrima* het die hoogste persentasie kamfer gelewer m.b.t. enige plantdeel en in vergelyking ook met waterdistillasie, nl. 5.7 % (molbasis) (Terblanché, 1995: 82). Om 50 mg kamfer te verkry

word 870 mg van hierdie essensiële olie benodig. D.w.s. die dodelike dosis vir 'n 70 kg man is ca. 61 g olie. In teenstelling hiermee bevat 16129 mg mikrogolfgedistilleerde droë blomhofie olie 50 mg kamfer. Die dodelike dosis hiervan vir 'n 70 kg man is ca. 1129 g olie. Aangesien droë blaartjies en droë blomhofies normaalweg saam geoes word, behoort die dodelike dosis van mikrogolfgedistilleerde lugdroë *L. scaberrima* essensiële olie tussen 870 en 16129 mg olie per kg liggaamsmassa te lê. Hierdie waardes is van belang by toepassings waar *L. scaberrima* essensiële olie 'n samestellende komponent vorm.

T.o.v. die plantmateriaal as sulks beskik droë blomhofies oor die grootste hoeveelheid kamfer (as die waterdistillasie waardes vir berekeninge gebruik word). Ca. 121 g plantmateriaal verskaf 50 mg kamfer wat 'n dodelike dosis van 8457 g plantmateriaal lewer vir 'n 70 kg man. Al bg. waardes is benaderings omrede die absolute kamfer inhoud (van die essensiële olie) van *L. scaberrima* nie bepaal is nie, asook omrede daar geen metode bestaan wat die absolute essensiële olie-inhoud van botaniese materiaal kan bepaal nie (Franklin & Keyzer, 1962; Whish, 1996).

Dit is voor die hand liggend dat *L. scaberrima* plantmateriaal as bron van tee nie toksies sal wees t.o.v. die kamfer inhoud daarvan nie. Indien die plantdeel met die hoogste kamfer inhoud (droë blomhofies) benut word moet minstens 8.5 kg plant per geleentheid ingeneem word deur 'n 70 kg man. Die werklike hoeveelheid sal egter aansienlik meer wees as 8.5 kg omdat al die kamfer wat in die plant voorkom nie in die tee sal verskyn nie. Verder word slegs die vloeistofaftreksel (tee) ingeneem en nie die plantmateriaal as sulks nie. T.o.v. die normale hoeveelhede tee genuttig is *L. scaberrima* dus veilig t.o.v. die kamfer inhoud daarvan.

Die ander toksiene vroëer genoem kan ondersoek word om die invloed daarvan op *L. scaberrima* se toepassingsmoontlikhede te bepaal¹.

¹ T.o.v. die toksisiteit van *L. scaberrima* essensiële olie kan gemeld word dat olie in die outeur se oë gespat het en herhaaldelik in kontak met sy vel gekom het. Op een geleentheid is hy ook geprik met die inspuitnaald gevul met olie. Op geen geleentheid kon enige patologiese kliniese simptome of teken egter waargeneem word nie.

2.3.8.2.2. Gesondheidsvoordele van *L. scaberrima* tee

Verskeie essensiële oliekomponente wat in die takson voorkom en reeds geïdentifiseer is, funksioneer as natuurlike antioksidante in die plant, soos vermeld in paragraaf 2.2.5.4.

Sommige essensiële oliekomponente (geraniol, nerol, sitronellol, timol en sinnamaldehyd) beskik oor anti-aflatoksigeniese eienskappe (Mahmoud, 1994). Hierdie aspek kan veral belangrik wees by die vervaardiging van die kruietee, omrede sodanige komponente, indien hulle aanwesig is in *L. scaberrima* olie, 'n natuurlike beskermende meganisme teen aflatoksien sal verskaf. Minder as 50% van die samestellende komponente van *L. scaberrima* olie is al bepaal (Terblanché, 1995).

Die mirseen inhoud (Terblanché, 1995: 81–82) kan 'n perifere analgetiese uitwerking aan die tee verleen, sg. aan maar minder uitgesproke as dié van sitroengras tee (*Cymbopogon citratus*) (Lorenzetti, Souza *et al*, 1991).

2.4. Ander benuttingsmoontlikhede van *L. scaberrima*

2.4.1. Medisinale gebruike van *Lippia* spesies

Daar bestaan 'n magdom medisinale gebruike van *Lippia* spesies dwarsoor die wêreld en hierdie aspek moet met versigtigheid benader word. As riglyne kan die tradisionele medisinale gebruike van *L. scaberrima* (Terblanché, 1995) sowel as die tradisionele gebruike van ander *Lippia* spesies geneem word. Enkele kommersieel haalbare moontlikhede behoort gerealiseer te word alvorens ontwikkelingswerk plaasvind op gebruike waarvan die potensiële sukses twyfelagtig is.

Tans is daar 'n oplewing in die verkope en aanwending van medisyne van botaniese oorsprong (Rawls, 1996). Voorbeelde van plante waaruit kommersieel belangrike geneesmiddels verkry word, word getoon in Tabel C.1. in Bylaag C (Balandrin, Klocke *et al*, 1985).

Verskeie *Lippia* spesies hou kommersiële moontlikhede in a.g.v. die medisinale waarde daarvan (bo en behalwe voorbeelde genoem in paragraaf 2.2.5. of die onderafdelings daarvan), bv.:

- *Lippia alba* (Mill) N.E.Br is so 'n wyd gebruikte medisinale plant in Brasilië dat 'n studie al geloods is om die grootskaalse vegetatiewe voortplanting daarvan te ondersoek (Ming, 1996).
- *Lippia chevalieri* is 'n samestellende komponent van "Malarial 5", 'n medisyne geproduseer deur die INRSP (Nasionale Instituut vir Publieke Gesondheid) in Mali. *Lippia chevalieri* toon antimikrobiële aktiwiteit *in vitro* en *in vivo* teen *Plasmodium falciparum* (Gasquet, Delmas *et al*, 1993).
- *Lippia citriodora* word gebruik in die farmaseutiese bedryf vir dermatologiese, orale, spysverterings en neurologiese aktiewe medikasie. Voor versending word die plante met insekdoders behandel vir bewaring tydens vervoer (wat etlike weke kan duur.) So uitgebreid is benutting daarvan dat, op versoek van die Franse Agentskap vir Geneesmiddels en Medisyne, analise gedoen is om te bepaal wat die residue is van hierdie insek- onkruidodders in die plante voor dit benut word (Nunes, Camoes *et al*, 1997).
- *Lippia dulcis* Trev. bevat die kunsmatige versoeter hernandulsien (Sauerwein & Shimomura, 1991) wat 1000 keer soeter as sukrose is op 'n molbasis (Kaneda, Lee *et al*, 1992). Dit kan gebruik word as plaasvervanger vir sukrose om obesiteit te vermy. Hierdie plantspesie word al eeue lank medisinaal benut. In die 1651 Latynse uitgawe van 'n reisjoenaal word verwys na die medisinale gebruike van 'n plant wat bo alle redelike twyfel *Lippia dulcis* Trev. is (Compadre, Robbins *et al*, 1986).
- Etanol en asetoon ekstrakte van *Lippia dulcis* toon *in vitro* antimikrobiële aktiwiteit teen *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae* en *Streptococcus pyogenes* (Caceres, Figueroa *et al*, 1993).
- *Lippia multiflora* Moldenke toon antimalariale en antihipertensiewe uitwerkings (Noamesi, Adebayo *et al*, 1985b; Chanh, Koffi *et al*, 1988; Benoit, Valentin *et al*, 1996; Koumaglo, Akpagana *et al*, 1996) sowel as spierverslappende en sederende effekte (Noamesi, Adebayo *et al*, 1985a). Daar moet egter daarop gelet word dat *Lippia multiflora* polimorfismes toon (Menut, Lamaty *et al*, 1995).

- Selfs diere benut die plantgenus medisinaal. Daar is bv. voldoende bewyse verkry dat die Mahale en Gombe sjimpansees van Westelike Tanzanië spesifieke plante as medisyne aanwend, waaronder *Lippia plicata* Baker (Takasaki & Hunt, 1987).
- Medisinale spesialiteitslaboratoria vervaardig meer as 40 verskillende produkte waarvan *Lippia turbinata* Griseb. 'n samestellende komponent is. Dit is een van die mees gebruikte medisinale plante in Argintinië. Die gebruik daarvan deur een firma is ca. 60000 kg (droë massa) van die krui per week (Lagrotteria & Lozada, 1993).

2.4.2. Ander gebruike van *L. scaberrima*

Al die benuttingsmoontlikhede kan vanselfsprekend nie in detail bestudeer word nie, maar daar is gepoog om haalbare projekte en/of produkte te identifiseer waar slegs 'n mate van ontwikkelingswerk nodig geag is voordat bemarking in aanvang kan neem.

Bo en behalwe tradisionele medisinale toepassings (Terblanché, 1995) en gebruike genoem hierbo, kan die takson as volg benut word:

- As sierlike tuinplant, in gebiede waar dit sal vestig. Die geurige aard van *L. scaberrima* en die feit dat dit 'n meerjarige kruid is maak dit uiters geskik hiervoor. (*Lippia canescens* is as grondbedekker die mees geskikte van die plante ondersoek by avokadopeerverbouing om die grond onder die bome mee te bedek (Mans & Hattingh, 1992).) *Lippia alba* (Mill) N.E.Br word algemeen gesien in agterplase en tuine in Brasilië (Ming, 1996).
- As lid van 'n kruie tuin. So is *Lippia graveolens* H.B.K. Meksikaanse oregano (Huxley, Griffiths *et al*, 1992) waarvan produksie as geur- en smaakmiddel alreeds ca. 7000 ton per jaar behoort in die laaste dekade van die vorige eeu (Uribe-Hernandez, Hurtado-Ramos *et al*, 1992). Die essensiële olie afkomstig vanaf die plant speel 'n al belangriker rol as geur- en smaakmiddel in die voedselbedryf, tot so 'n mate dat die invloed van distillasietydspan t.o.v. oliesamestelling ondersoek is (Pino, Hernandez *et al*, 1990).

Lippia berlandieri Shawer staan in Jalisco, Meksiko ook as origanum bekend. Statistiese modelle is ontwikkel om die opbrengs droë massa plantmateriaal wat verkry kan word tydens verbouing te beraam (Garnica Flores, 1994).

Lippia palmeri word ook verbou as Meksikaanse oreganum in die noorde van Meksiko. Produksie was alreeds ca. 1700 ton per jaar (1992) en 90% hiervan is uitgevoer na die V.S.A., Frankryk en Spanje (Paez & Valdez, 1993).

Lippia micromera Schauer. is Spaanse tiemie (Huxley, Griffiths *et al*, 1992) en word as

alternatief vir origanum in Kuba benut (Pino, Boroës *et al*, 1997).

- Uitgedistilleerde plantmateriaal kan as kompos verwerk word, veral omrede die essensiële olie verwyder is en afbraak daarvan vinniger sal plaasvind.
- Blare en/of blomhofies as toevoegings gemaak tot potpourri. Dit kan dien as geurmiddel vir linne, en word reeds in beperkte mate op die platteland uitgevoer (Palmer, 1985:49). Hierby word mottesakkies, kruiekussings, ens. ingesluit.
- Die moontlikhede as geur- en/of smaakmiddel m.b.t. voedsel is bykans onbeperk, bv. kruiebrood, kruiejellie, kruie-olie, slaai-olie, kruie-asyn, kruieslaai, in kaas, souse, pasteideeg, sop, ens.
- Gedroogde plante kan benut word in blommeranskikkings.
- 'n Kruie likeur kan daarvan berei word. *Lippia turbinata* Griseb. word in Argentinië gebruik as komponent van nie-alkoholiese drank. Die vervaardigers gebruik ca. 7000 kg plantmateriaal (droog) per jaar vir hierdie toepassing (Lagrotteria & Lozada, 1993).

Enkele van bogemelde gebruike kan geïdentifiseer en ekonomies gerealiseer word terwyl verdere moontlikhede voortdurend ondersoek word.