

Hydrolaat – een ‘nieuwe’ bereiding met potentie?

TEDJE VAN ASSELDONK | Hydrolaten zijn de laatste jaren in de westerse wereld populair geworden. Ze worden flink verkocht via internet en de claims die erbij gemaakt worden, gaan vaak nogal ver. Het gebruik ervan wordt met name ook aanbevolen bij honden en katten. Het gaat dan om planten waarvan de vluchtige olie voor deze dieren wordt afgeraden, omdat van deze producten al in lage doses toxische effecten zijn waargenomen. In dit artikel wordt ingegaan op de bereiding van en de huidige kennis over het gebruik van hydrolaten.

DE BEREIDING VAN HYDROLATEN

Veel geneesplanten zijn geurig en de geurbestanddelen bepalen doorgaans een belangrijk deel van hun effect. Om deze aromatische stoffen, waarvan de meeste lipofiel zijn, te concentreren en te bewaren zijn al duizenden jaren geleden technieken ontwikkeld.

Wie het boek *Het parfum* van Süskind heeft gelezen - of de film heeft gezien - zag extracties in vetten, alcohol en stoom (waterdampdestillatie) langskomen. Laatstgenoemde is de meest gebruikte traditionele methode (zie figuur 1).

Na een stoomextractie blijven er vier producten over: de vluchtige olie, ook wel etherische olie genoemd (F), het hydrolaat (G), het ‘uitgemolken’ plantenmateriaal (C) en het residuwater (A). Elk van deze vier is interessant en zou nader onderzocht kunnen worden voor toepassingen. In de moderne fytotherapie, maar ook in de (dier)voedingsindustrie en geneesmiddelenindustrie, hebben vluchtige oliën van

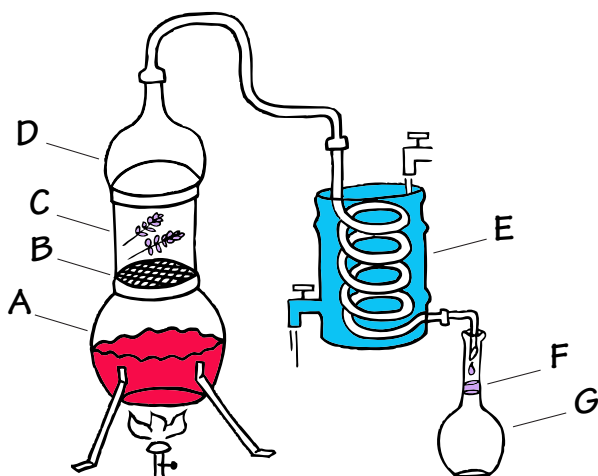
planten als oregano, tijm, munt en lavendel een belangrijke plaats verworven [1]. De andere drie producten krijgen minder aandacht, behalve in zogenaamde spagyrische bereidingen [2]. Voor zover bekend is het enige hydrolaat met een EMA-monografie dat van *Hamamelis* spp. [3]. Toch zijn hydrolaten in de cosmetica al sinds lang een belangrijke grondstof. Ook worden ze steeds meer gebruikt door topkoks voor het maken van bijzondere gerechten en door aromatherapeuten voor toepassing bij mensen en dieren [4]. Voor de overige twee restproducten (C en A) zouden ook toepassingen in de landbouw of voedselconservering mogelijk zijn [5].

De klassiek-ambachtelijke hydro- en stoomdestillatie selecteert geen fracties op basis van temperatuur; noch in vluchtige olie, noch in hydrolaat. Bij elke batch wordt de opbrengst van het begin (lagere temperaturen) gemengd met de rest (bij 100°C) om het totaalplaatje van de plantengeurstoffen te krijgen. Van belang om te melden is verder dat veel laboratorium-

derzoek naar de eigenschappen van vluchtige oliën gedaan wordt met een product dat de vluchtige lipofiele stoffen uit olie en hydrolaat combineert. Er wordt dan na een hydrodestillatie niet gewacht tot het hydrolaat zich mechanisch afscheidt, maar het product wordt uitgeschud met een apolair oplosmiddel. De lipofiele fractie wordt vervolgens door uitdampen bij het kookpunt van dit oplosmiddel gezuiverd. De waterfractie die dan overblijft, evenals de waterfractie van industriële destilleerapparaten met reflux, is niet als culinair of therapeutisch hydrolaat te beschouwen.

ORGANOLEPTISCHE EN FYSISCHE EIGENSCHAPPEN

Hydrolaten zijn doorgaans geurig, kleurloos en helder. Ze hebben ook een uitgesproken smaak. Vaak, maar niet altijd, lijken geur en smaak op die van de originele plant. Bijvoorbeeld het hydrolaat van de zaden van wilde peen (*Daucus carota*) ruikt en smaakt zoals de gecultiveerde worteltjes, maar veel intenser. De vluchtige olie van wilde peenzaad ruikt anders, meer naar grond of bodemschimmels. De vluchtige olie van watermunt (*Mentha aquatica*) is deels zwaarder en deels lichter dan water met een geur die tussen pepermunt en aarmunt in ligt; het hydrolaat heeft een geur die doet denken aan de plant *Houttuynia*: een beetje rubberachtig. Zowel de vluchtige olie als het hydrolaat van aarmunt ruiken veel zoeter dan de plant zelf. In het algemeen is de geur van het hydrolaat, met name als de plant vers en in de bloei werd gedestilleerd, ‘vriendelijker’ en breder dan die van de bijbehorende vluchtige olie. Dat komt omdat meestal een paar bestanddelen een krachtig stempel drukken op de olie, en in het hydrolaat is dat minder het geval (zie figuur 2). De pH van hydrolaten is vaak mild zuur (pH 4-6) wat gunstig is voor het gebruik in cosmetica. Om het voor dagelijks gebruik tegen bederf te bescher-



FIGUUR 1 | De klassieke opstelling voor een stoomdestillatie: een ketel met water (A) wordt aan de kook gebracht. Op een zeef (‘droog’) daarboven (B) liggen in een kolom de kruiden (C). De stoom gaat hierdoor. Door de specifieke vorm van de hoed (D) circuleert dit enige tijd voordat de stoom via de uitgang in een spiraalvat door het koelvat wordt geleid waar het condenseert (E) en vervolgens wordt opgevangen in een fles. Na enige tijd scheidt de vloeistof in de fles zich in (helder) water (G) en de vluchtige olie (F) die meestal bovenop drijft. Zonder zeef (B) en kolom (C) kan ook gedestilleerd worden. Dan liggen de kruiden (meestal in een verhouding 1:3) in het water en dat heet dan een hydrodestillatie.

men, wordt vaak 10% alcohol toegevoegd. De ervaring leert dat bepaalde hydrolaten, zoals oregano of tijm, veel langer houdbaar zijn dan andere, bijvoorbeeld oranjebloesem of melisse.

Direct na het destilleren is het hydrolaat troebel, omdat er nog redelijk wat vluchtige olie in de oplossing zit. Dit klaart na enige tijd op. Dat kan een of twee dagen duren bij *Lavandula* spp. en langer bij de meeste andere planten. Een hydrolaat van *Artemisia vulgaris* klaart vrijwel niet op. Als het hydrolaat helder, kleurloos en transparant is geworden, kan het in een flesje voor de verkoop. De geur van het hydrolaat is in veel gevallen bij de productie nog niet heel erg lekker, maar dit kan in de loop van enkele maanden bijtrekken. Garneau *et al.* onderzochten de houdbaarheid van hydrolaten van melisseblad en *Asarum canadensis*-wortel over een periode van twee jaar [9]. Het bleek dat na zes maanden gemiddeld de helft van de VOCs (*Volatile Organic Compounds*, zie figuur 2) in het melissehydrolaat was verdwenen, daarna bleef het totale gehalte ongeveer gelijk. Per verbinding zaten hier echter grote verschillen in: er waren ook stoffen waarvan de concentraties hoger werden in de loop der tijd.

ETNISCH GEBRUIK

Het gebruik van hamameliswater (een hydrolaat van gedestilleerde twijgen)* is via de VS naar Europa gekomen [3]. In de Arabische landen bestaat een rijke traditie in het culinair, cosmetisch en medisch gebruik van hydrolaten. Zo ontbreekt rozenwater in geen enkele keuken in Turkije of Marokko. Het Turkse *kekik*-water is een hydrolaat van planten die vooral thymol, carvacrol en verwante monoterpenen in hun olie hebben, zoals oregano, (kegel) tijm en bonenkruid. Het gebruik hiervan is populair bij allerlei klachten, onder meer van spijsvertering en luchtwegen [6,7]. De welriekende bloemen van sinaasappelbomen leveren vluchtige neroli-olie en het hydrolaat hiervan (oranjebloesemwater) wordt in Tunesië en Marokko veel gebruikt, zowel culinair, als cosmetisch en therapeutisch [10].

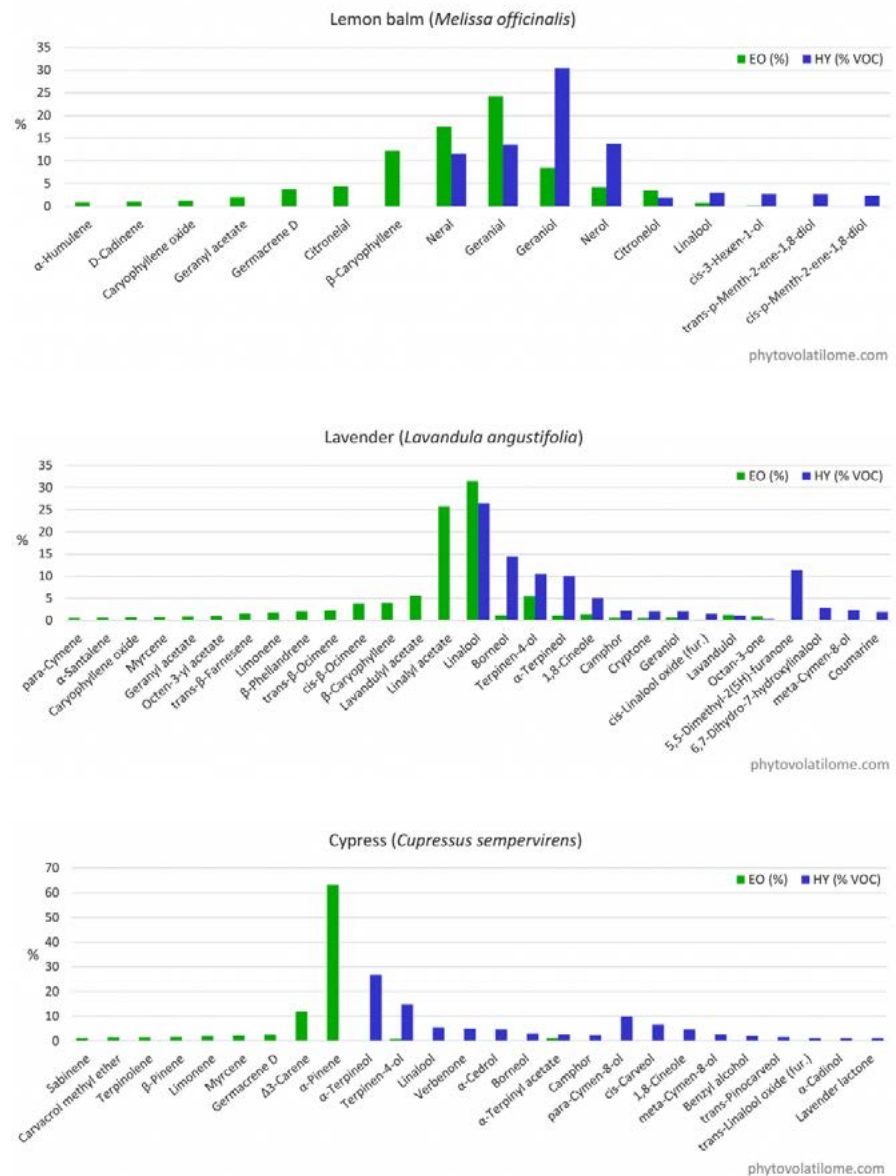
In Iran worden meer dan vijftig verschillende hydrolaten (*Araghiat* in het Perzisch)

traditioneel als volksmedicijn gebruikt. Supermarkten verkopen ze als frisdrank. Ze worden hiertoe afhankelijk van de sterkte van de planten 8 tot 12 keer met water verdund en eventueel gepasteuriseerd. Het kunnen enkelvoudige waters zijn, maar er worden ook producten verkocht die uit vijf tot tien planten samengesteld zijn. De Perzische traditie maakt daarbij een onderscheid in warme en koude hydrolaten. Voorbeelden van warme hydrolaten zijn hydrolaten van dille, venkel en gember. Koude hydrolaten worden bijvoorbeeld bereid uit peterselie en wilg [11,12].

Het hydrolaat van walnotenblad wordt in Iran door de bevolking gebruikt als middel tegen diabetes. Moravej *et al.* [13] deden een klinische pilotstudie naar het effect van dit hydrolaat op de bloedsuikerspiegels van 8 patiënten met diabetes mellitus

type 1. Zij dronken elk 4 weken lang 2 x daags na het eten 250 ml walnoothydrolaat. De normale insulinetoediening werd waar nodig aangepast. Bij 7 van de 8 patiënten daalde het bloedsuikergehalte, bij de meesten ook het insulinegebruik. Twee deelnemers ontwikkelden generieke allergische huidreacties; één van hen stopte daardoor met de proef. Eén patiënt raakte na 3 weken in een hypoglycemisch coma. De commercieel aangeschafte hydrolaten werden door middel van uitschudden met petroleumether op VOCs geanalyseerd. De kwantitatief belangrijkste componenten waren homoveratrol, thymol en carvacrol [13].

Verschillende hydrolaten worden traditioneel gebruikt als monddesinfectant. Enkele onderzoeken zijn gedaan bij patiënten met door chemotherapie veroorzaakte mond-



FIGUUR 2 (NAAR [6]) | Vluchtige olie (EO) en hydrolaat (HY) vergeleken vanuit één destillatie. 2a: *Melissa officinalis* (citroenmelisse); 240 mg/l geïdentificeerde vluchtige organische stoffen (VOCs); 2b. *Lavandula angustifolia* (lavendel); 602 mg/l VOCs; 2c. *Cupressus sempervirens* (cyprus); 26 mg/l VOCs.

* 1 kg twijgen van *Hamamelis* spp., vers of licht gedroogd, wordt 24 uur geweekt in 2 liter water; dit wordt gedestilleerd en hiervan wordt maximaal 850 ml hydrolaat gewonnen; hierbij wordt 150 ml alcohol 96% gevoegd. Het product wordt doorgaans met een gehalte van circa 6% verwerkt in zalven.

ontstekingen. Zowel met duizendblad [14] als met een mix van salie, tijm en pepermunt [15] werden veelbelovende resultaten gemeld.

DE SAMENSTELLING VAN HYDROLATEN

De moleculen in de hydrolaten zijn met stoom losgemaakt uit het plantenmateriaal of ze werden tijdens het proces uit hun voorlopers gevormd. Ze zijn enigszins hydrofiel – de zeer lipofiele moleculen verzamelen zich immers in de vluchtige olie – en doorgaans betreffen het de lichtere moleculen, of afbraakproducten van oorspronkelijk zwaardere moleculen die met de stoom mee omhoog gaan.

Chemisch onderzoek naar de samenstelling van hydrolaten [6,8] beperkt zich vaak tot de lipofiele bestanddelen die erin zitten en testmethodes die voor etherische olieën gebruikt worden. Hiertoe wordt het hydrolaat met een sterk apolaire vloeistof (bijvoorbeeld hexaan, petroleumether of chloroform) uitgeschud, en na scheiding wordt gekeken wat er in die apolaire fase terecht is gekomen. Na verdamping van bijvoorbeeld de hexaan blijven de VOCs over. Er is weinig informatie te vinden over de specifieke hydrofiel (polaire) bestanddelen die er wel zijn in de waterfase; het gaat hierbij mogelijk om kleine hoeveelheden [8].

Figuur 2 laat zien dat de samenstelling van de vluchtige olie van een plant sterk verschilt van het palet aan lipofiele moleculen dat in het hydrolaat van dezelfde plant aanwezig is.

De hoeveelheid VOCs in een hydrolaat hangt behalve van de plantensoort ook sterk af van de verhouding water in de ketel en plantmateriaal op de zeef, van hoe vol de ketel zit en van de snelheid van het destillatieproces. Dat laatste hangt dan weer af van hoe heet eronder wordt gestookt en hoe goed er wordt gekoeld. In het algemeen zit er in een hydrolaat tussen 10 en 1000 mg VOCs per liter, dat wil zeggen: tussen 0.001% en 0.1% g/g. Bij de vluchtige olie zit het gehalte dicht bij de 100% VOCs. Als de destillatie wat agressiever (sneller, heter, voller) wordt uitgevoerd, gaan er meer grotere moleculen mee met de stoom. Er kunnen dan koolhydraten meekomen die later kunnen leiden tot bacteriegroei in het hydrolaat [8].

Voor wat betreft de niet-VOCs die in de hydrolaten zitten, wordt de bewering van Catty [4], dat alles wat in een kop thee zit ook in hydrolaat kan zitten, tegengesproken door Ratajk [6,7] die zegt dat alles wat

niet verdampt, zoals vitaminen, mineralen, aminozuren, looistoffen, flavonoiden, carotenoiden, bitterstoffen en alkaloiden, in de ketel achterblijft.

Onze ervaring is dat het restwater onderin zeer donker, extreem bitter en vaak schuimig is, en dus waarschijnlijk ook saponinen bevat. Wij gebruiken het voor bespuiting van fruitbomen in een milieuvriendelijke teelt, met kruidenaftreksels en hydrolaten erbij. In hoeverre er hydrofiel stoffen in het hydrolaat terecht komen en welke, zou nader onderzocht moeten worden.

In de vluchtige olie zitten vooral de niet-geoxideerde verbindingen (terpeen-koolwaterstoffen zoals limoneen, pinenen of β -caryophylleen) die apolair zijn. In het hydrolaat worden eerder geoxideerde verbindingen zoals alcoholen, aldehyden of fenolen gevonden. Daarom hebben hydrolaten van tijm, bonenkruid, oregano, kaneel, kruidnagel en eucalyptus een groot aantal opgeloste geurstoffen (VOCs) en zullen ze qua geur veel lijken op hun vluchtige olie, terwijl dit bij coniferenaalden en citrusvruchten niet het geval is [7]. Carvacrol en thymol zijn redelijk goed in water oplosbaar (respectievelijk 1250 en 900 mg/l bij kamertemperatuur) en daarom is het *kekik*-water zo sterk in effect en lang houdbaar.

Waarschijnlijk zitten in een kop gewone kruidenthee ook heel wat belangrijke stoffen die niet - of veel minder - in een hydrolaat aangetroffen worden. Wat in het hydrolaat wel aangetroffen kan worden, zijn vooral derivaten van vetzuren en aminozuren en niet-terpeenachtige verbindingen zoals alcoholen, aldehyden, ketonen, esters en (organische) zuren. De laatste geven de hydrolaten hun mild zure karakter. Bijzonder is ook het blad-alcohol (cis-3-hexenol) en de ester en het aldehyde hiervan (cis-3-hexenylacetaat en cis-3-hexenal). Dit zijn van vetzuren afgeleide vluchtige stoffen die zo kenmerkend zijn voor de geur van pas gemaaid gras. Voor de plant zijn dit belangrijke signaalmoleculen waarmee hij soortgenoten waarschuwt of vijanden van zijn belagers aantrekt (zoals sluipwespen). Deze stoffen geven hydrolaten vaak hun gewaardeerde frisse geur [6]. In onze eigen ervaring zijn geur en smaak van hydrolaten behalve fris ook bijzonder intens en hardnekkig, dus kenmerkend zijn er ook bij mensen voor deze stoffen veel receptoren aanwezig.

De onbekendheid van veel mensen met hydrolaten en de vele parameters die een rol spelen in het bereidingsproces maken deze producten een gemakkelijk doelwit voor verdunningen en vervalsingen. Niet

alleen leveren verschillende plantensoorten en groeiomstandigheden een ander product op, ook de hoeveelheid en zuurgraad van het water, de verhouding water-kruiden en de snelheid en duur van de destillatie zijn van invloed. De internationale ambachtelijke afspraak is om uit 1 kg verse planten maximaal 1 liter hydrolaat te halen, maar dat is, zonder dat het de gemiddelde afnemer erg opvalt, gemakkelijk naar meerdere liters uit te breiden. Verder komt het voor dat er 'hydrolaat' wordt verkocht dat bestaat uit vluchtige olie of zelfs uit chemisch geproduceerde geurstoffen (circa 0,1%) in kraanwater opgelost met behulp van een emulgator.

FARMACOLOGISCHE EIGENSCHAPPEN

Van veel hydrolaten zijn antioxidatieve eigenschappen vastgesteld [6,16,22,23,19,2014 17]. Met name bij hydrolaten van eugenol-, thymol- en carvacrolbevattende planten zijn antibiotische effecten experimenteel bepaald [7,18,22,28]. Niet alleen verschillen de effecten per plantensoort, ook per verzamelgebied bleek er grote intraspecifieke variatie te bestaan in de samenstelling van vluchtige olie en hydrolaten van *Calendula* en daarmee ook in hun schimmeldodende werking [17].

Oranjesbloesemwater bevat enkele verbindingen die ook in de vluchtige olie zitten, maar specifiek voor het hydrolaat zijn de stikstofverbindingen benzylnitriël (ofwel fenylacetonitriël), methylantranilaat en indol. Alhoewel in lage concentratie aanwezig, geven ze het hydrolaat toch een heel andere geur dan de olie heeft. Als dit (kleurloze) hydrolaat een paar dagen in de zon staat, verkleurt het naar oranje en ontstaat er ook een oranje neerslag. Dit is het gevolg van de polymerisatie van indol waarbij onder meer turbomycine A ontstaat, een sterk antibioticum [10].

Botrytis cinerea is een schimmel die het fruittelers vaak lastig maakt (onder meer door het veroorzaken van rottende aardbeien). Het bleek dat een hydrolaat van bonenkruid (15%), evenals gemalen gedroogd kruid (1%), deze schimmels doodt [18]. Daarnaast lijkt het ook effectief om aardbeien preventief te behandelen met hydrolaat van wortelen [28]. Perenrot door *Penicillium* werd, althans in het laboratorium, met het hydrolaat van *Calendula* beter aangepakt dan met de vluchtige olie van deze plant [17].

Behalve naar fungicidetoepassingen zijn er recent ook verschillende studies gedaan naar de potenties van hydrolaten als pesticiden. Zo werden in een laboratorium mug-

genlarven gedood door hydrolaten van de bladeren van gember, curcuma en citroengras in concentraties van 15–40 vol% [25]. Tegen de perzikmot *Myzus persicae* werken hydrolaten van polei, pepermunt en majoraan afschrikkend, al zijn deze hydrolaten niet erg toxisch [24]. Hydrolaten van zowel wijnruit als basilicum zijn werkzaam tegen *Aphis gossypii* (katoen- en meloenluis) en *Tetranychus urticae* (bonenspintmijt). Alhoewel zij minder krachtig zijn dan de chemische pesticiden, veroorzaken ze een sterfte van circa 50% en ruim 50% verminderde voortplanting, waardoor ze mogelijk problemen beheersbaar(der) kunnen maken [27].

De voedingsindustrie heeft interesse voor diverse hydrolaten. Hydrolaten van schillen van citrusvruchten en Japanse kaneel gaan bijvoorbeeld de bruine verkleuring van gesneden appels tegen doordat ze het enzym tyrosinase remmen [21,22]. Hydrolaet van kegeltijm kan een rol spelen bij de bestrijding van *Salmonella enterica* omdat het ook de biofilm aanpakt [20]. Het was (onverdund) even effectief tegen bacteriën in een biofilm als tegen losse bacteriën, terwijl de normaal gebruikte benzalkoniumchloride-oplossing 200 keer sterker gemaakt moet worden om ook de biofilm aan te pakken. Ook van (gewone) tijm- en bonenkruidhydrolaet zijn vergelijkbare effecten vastgesteld en dat maakt ze heel geschikt voor het desinfecteren van voedselbereidingsplekken [7,26].

Voor wat betreft de mogelijke medische toepassingen van hydrolaten bij mensen en dieren zijn er nog maar weinig studies gedaan naast de studies die hierboven onder 'Etnisch gebruik' besproken zijn. Niettemin bouwt zich buiten het blikveld van de universitaire wetenschap veel praktijkervaring op, aangezien steeds meer aromatherapeuten enthousiast hydrolaten gebruiken voor mens en dier.

CONCLUSIE

Een hydrolaet is een specifiek plantenproduct waaraan niet zonder meer effecten kunnen worden toegeschreven die bewezen zijn voor de thee, tinctuur of vluchtige olie van dezelfde plant. Diverse praktijktoepassingen lopen vooruit op het slechts karig beschikbare onderzoek. Lastig is dat veel aspecten van de bereiding van grote invloed zijn op de samenstelling van het eindproduct. Hierdoor bestaan er amper standaarden voor kwaliteitsborging. Afspraken hierover zijn dringend gewenst.

De in dit artikel besproken Arabische tradities en de ervaringen met hydrolaten uit de aromatherapie voor mens en dier in de VS, zoals besproken door Catty [4] en anderen, zijn interessant en veelbelovend. Zij hebben echter tot nu toe vrijwel geen aandacht van universitaire wetenschappers gekregen. Hierdoor is het lastig om het kaf van het koren te scheiden bij commerciële beweringen op dit gebied. ■

Drs. A.G.M. (Tedje) van Asseldonk is (etno)bioloog en fytotherapeut, en werkt onder andere binnen het IEZ (www.ethnobotany.nl) aan experimentele geurproducten (project op www.mintal.eu). Reacties: asseldonk@ethnobotany.nl

REFERENTIES | [1] Baser KHC & Buchbauer G. Handbook of essential oils: science, technology, and applications. CRC-Taylor&Francis Boca Raton FL, 2010. [2] Junius MM. Pflanzenalchemie - Ein praktisches Handbuch. AT Verlag Aarau München, 2016. [3] EMA-HMPC. Assessment Report on Hamamelis virginia L., folium et cortex aut ramunculus destillatum. EMA/HMPC/114585/2008. [4] Catty S. Hydrosols - The next aromatherapy. Inner Traditions Bear and Company, Healing Arts Press, Rochester Vermont, 2001. [5] Rataj P. Why essential oil and hydro-late are not the only distillation products? 2017-12-23. Via <https://phytovolatilome.com> [6] Rataj P. Hydrolats: demystifying the mystical waters. 2018-1-30. Via <https://phytovolatilome.com> [7] Rataj P. Savory, carvacrol and kekik water. 2018-3-30. Via <https://phytovolatilome.com> [8] Labadie C, Ginies C, Guinebretiere MH, Renard CMGC, Cerutti C, Carlin F. Hydrosols of orange blossom (*Citrus aurantium*), and rose flower (*Rosa damascena* and *Rosa centifolia*) support the growth of a heterogeneous spoilage microbiota. Food Res Int 2015;76(3):576-86. [9] Garneau FX, Collin G, Gagnon H. Chemical composition and stability of the hydrosols obtained during essential oil production. I. The case of *Melissa officinalis* L. and *Asarum canadense* L. Am J Ess Oils Nat Prod 2014;2(1):54-62. [10] Roger B, Burger P, Baret P, Chahboun J, Fernandez X. Identification of antibiotic and antiproliferative compounds in natural orange blossom water. J Essent Oil Res 2015;28(2):89-95. [11] Hamed A, Afifi M, Etemadfar H. Investigating chemical composition and indications of hydrosol soft drinks (aromatic waters) used in Persian folk medicine for women's hormonal and reproductive health conditions. J Evid Based Complementary Altern Med 2017;22(4):824-839. doi: 10.1177/2156587217717413. [12] Hamed A, Moheimani SM, Sakhteman A, Etemadfar H, Moein M. An overview on indications and chemical composition of aromatic waters (hydrosols) as functional beverages in Persian nutrition culture and folk medicine for hyperlipidemia and cardiovascular conditions. J Evid Based Complementary Altern Med 2017;22(4):544-561. doi:10.1177/2156587216686460. [13] Moravej H, Salehi A, Razavi Z, Reza Moein M, Etemadfar H, Karami F, Ghahremani F. Chemical composition and the effect of walnut hydrosol on glycemic control of patients with Type 1 diabetes. Int J Endocrinol Metab. 2016;14(1): e34726. doi: 10.5812/ijem.34726. [14] Miranzadeh S et al. Effect of adding the herb *Achillea millefolium* on mouthwash on chemotherapy induced oral mucositis in cancer patients: A double-blind randomized controlled trial. European Journal of Oncology Nursing 2015(19):207-13. [15] Mutluay Yayla et al. Sage tea-thyme-peppermint hydrosol oral rinse reduces chemotherapy-induced oral mucositis: A randomized controlled pilot study. Complementary Therapies in Medicine 2016(27):58-64. [16] Aazza S, Lyoussi B,

Miguel MG. Antioxidant activity of some Moroccan hydrosols. J Med Plants Res 2011;5(30):6688-96. [17] Belabbes R, Dib MEA, Nassim Djabou N, Faiza Ilias F, Boufeldja Tabti B, Costa J, Muselli A. Chemical variability, antioxidant and antifungal activities of essential oils and hydrosol extract of *Calendula arvensis* L. from Western Algeria. Chem. Biodivers 2017;May;14(5). Doi: 10.1002/cbdv.201600482. [18] Boyraz N, Ozcan M. Inhibition of phytopathogenic fungi by essential oil, hydrosol, ground material and extract of summer savory (*Satureja hortensis* L.) growing wild in Turkey. Int J Food Microbiol 2006;107(3):238-42. [19] Dib MEA, Djabou N, Allali H, Paolini J, Tabti B, Costa J, Muselli A. Chemical composition of essential oils and hydrosol extracts of *Daucus muricatus* and assessment of its antioxidant activity. J Herbs, Spices & Med Plants 2015;21(1):23-37. Doi: 10.1080/10496475.2014.891093 [20] Karampoula F, Giauouris E, Deschamps J, Doulgeraki AI, Nychas G-JE, Dubois-Brissonnet F. Hydrosol of *Thymbra capitata* is a highly efficient biocide against *Salmonella enterica* serovar. Typhimurium Biofilms. Appl Environ Microbiol. 2016; 82(17): 5309-19. Via www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4988213/ [21] Lante A, Tinello F. Citrus hydrosols as useful by-products for tyrosinase inhibition. Innov Food Sci Emerg Technol 2015;27:154-159. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ifset.2014.11.001>. [22] Lin C-C, Yang C-H, Wu P-S, Kwan C-C, Chen Y-S. Antimicrobial, anti-tyrosinase and antioxidant activities of aqueous aromatic extracts from forty-eight selected herbs. J Med Plants Res 2011;5(26):6203-9. [23] Miria A, Monsef-Esfahanib RH, Aminic M, Amanzadeh Y, Hadjiakhoondib A, Hajiaghah R, Ebrahimif A. Comparative chemical composition and antioxidant properties of the essential oils and aromatic water from *Teucrium persicum* Boiss. Iran J Pharm Res 2012;11(2):573-81. [24] Petrakis EA, Kimbaris AC, Lycouressis DP, Polissiou MG, Perdiki DCh. Hydrosols evaluation in pest control: insecticidal and settling inhibition potential against *Myzus persicae* (Sulzer). J Appl Entomol 2014;139(4):260-267. Doi:10.1111/jen.1217. [25] Rabha B, Gopalakrishnan R, Baruah I, Singh L. Larvicidal activity of some essential oil hydrolates against dengue and filariasis vectors. E3 J Med Res 2012;1(1):14-16. [26] Tornuk F, Cankurt H, Ozturk I, Sagdic O, Bayram O, Yetim H. Efficacy of various plant hydrosols as natural food sanitizers in reducing *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella* Typhimurium on fresh cut carrots and apples. Int J Food Microbiol 2011;148(1):30-35. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2011.04.022 [27] Traka ChK, Petrakis EA, Kimbaris AC, Polissiou MG, Perdiki DCh. Effects of *Ocimum basilicum* and *Ruta chalepensis* hydrosols on *Aphis gossypii* and *Tetranychus urticae*. J Appl Entomol 2018;142(4):413-420. Doi: 10.1111/jen.12486. [28] Zatlata AT, Dib MEA, Djabou N, Ilias F, Costa J, Muselli A. Antifungal activities of essential oils and hydrosol extracts of *Daucus carota* subsp. *sativus* for the control of fungal pathogens, in particular gray rot of strawberry during storage. J Essential Oil Res 2017;29(5):391-399.