

Authentifizierung von Absinth – Bittere Wahrheit über eine Legende

D. W. Lachenmeier^{1#}, J. Emmert² und G. Sartor²

¹ Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt (CVUA) Karlsruhe, Weißenburger Str. 3, D-76187 Karlsruhe, Deutschland

² Fluka Production GmbH, Industriestr. 25, CH-9471 Buchs, Schweiz

Zusammenfassung

Absinth ist eine Bitterspirituose, deren charakteristischer Geschmack hauptsächlich von den Extraktivstoffen der Wermutpflanze (*Artemisia absinthium* L.) herrühren soll. Neben dem Hauptinhaltsstoff Thujon werden in der vorliegenden Arbeit erstmals lipophile Terpene als weitere charakteristische Bestandteile des Wermutöls in Absinth bestimmt und die Analysenergebnisse einer multivariaten statistischen Auswertung (PCA) zur Authentifizierung der Spirituose unterworfen. Eine effiziente Probenvorbereitung mittels Festphasenextraktion (SPE) wurde angewendet, um die lipophilen Terpene von der störenden Probenmatrix abzutrennen. Die Trennung und Quantifizierung der Komponenten erfolgte mittels Gaschromatographie in Verbindung mit Massenspektrometrie (GC/MS). Im PCA Scores-Plot von 70 Absinthproben zeigt sich eine klare Gruppierung von hochwertigen, nach Herstellerangaben durch Destillation von Wermutkraut hergestellten Absinth, sowie von Absinth minderere Qualität, die mit geringem Anteil kommerziell erhältlicher Wermutextrakte, Wermutmazeraten, Wermutölen oder ganz ohne Wermutzusatz hergestellt wurden. Bei der quantitativen Bestimmung wiesen 6 der Absinthe einen Gesamt-Thujongehalt von weniger als 2 mg/l auf, in 35 Produkten war Thujon nicht nachweisbar. Da zusätzlich ein Wermutgeschmack fehlte und die Produkte aufgrund der Analysenergebnisse in die minderwertige Kategorie ohne Wermutzusatz fielen, ist die Verkehrsbezeichnung dieser Produkte eine Irreführung des Verbrauchers. Insgesamt zeigt sich, dass Absinth weniger ein Problem des Gesundheitsschutzes als des Schutzes vor Täuschung aufwirft. Durch umfangreiche Kontrollmaßnahmen der amtlichen Lebensmittelüberwachung in den letzten Jahren wird der Thujon-Höchstwert mittlerweile von allen Produkten eingehalten. Aufgrund fehlender gesetzlicher Anforderungen an das Produkt Absinth besteht aber eine Rechtsunsicherheit, die von vielen Herstellern durch den Vertrieb von minderwertigen Produkten ausgenutzt wird.

Summary

Absinthe is a spirit drink with a certain bitter taste, which should origin from the bitter substances of the wormwood plant (*Artemisia absinthium* L.). In this study, besides the principal component thujone, further characteristic components of the essential oil of wormwood are determined in absinthe and the analysis results are interpreted using multivariate statistics to authenticate the spirit drink. An efficient sample preparation using solid-phase extraction (SPE) was performed to separate the lipophilic terpenes from the alcoholic spirit matrix. Gas chromatography in combination with mass spectrometry (GC/MS) was used for separation and quantification of the analytes. The PCA scores plot of 70 absinthes showed discrimination between high-quality absinthes, which were manufactured by distillation of wormwood, and such of inferior quality, made by using small portions of wormwood extracts, macerates, oils or totally without wormwood. Quantitatively determined, 6 absinthes had a thujone content of less than 2 mg/l and in 35 products no thujone was detectable at all. In addition, the typically wormwood taste was missing and the products belonged to the inferior category "without wormwood content". The la-

bellung of the products as "absinthe" was considered to be a deception of the consumer. Summarized, absinthe raises fewer problems in health protection than in the protection of the consumer from deception. Due to extensive control measurements of the official food control in the last years, the maximum limit of thujone is observed by all products. However, due to missing legal requirements on absinthe, a legal uncertainty exists utilised by many manufacturers selling deteriorated products.

Keywords: Absinth, Thujon, Anethol, Linalool, *Artemisia absinthium* L., GC/MS / absinthe, thujone, anethole, linalool, *Artemisia absinthium* L., GC/MS

1 Einleitung

Nach der kürzlichen Aufhebung des Absinthverbots ist eine Reihe minderwertiger Produkte auf dem Markt erhältlich, bei denen organoleptisch keine Merkmale der Wermutpflanze (*Artemisia absinthium* L.) feststellbar sind¹). Der Inhaltsstoff Thujon, ein bicyclisches Monoterpen, das in der ätherischen Ölfraktion des Wermutkrautes vorkommt, kann heute entgegen einem früheren Vorschlag²) nicht mehr als alleinige Markersubstanz für die Authentizität von Absinth betrachtet werden, weil Verfahren entwickelt wurden, diese toxische Substanz im Absinth zu vermeiden³⁻⁵) bzw. den Grenzwert von 35 mg/kg in Bitterspirituosen⁶) einzuhalten. Darüber hinaus ist abhängig vom Anbaugebiet auch thujonfreies Wermutkraut erhältlich. Neben dem β -Thujon Chemotyp der Wermutpflanze wurden weitere Chemotypen beschrieben, die *cis*-Chrysanthenylacetat, *cis*-Chrysanthenol, *cis*-Expoxycimen, Sabinylacetat, Bornylacetat oder α -Phellandren als Hauptbestandteil enthalten⁷⁻¹⁵). In den Westalpen über 1000 m ist der *cis*-Expoxycimen-Typ vorherrschend, während der β -Thujon-Typ eher in niedrigeren Zonen vorkommt¹⁰). In Wermutöl aus der Toskana¹⁶) oder den spanischen Pyrenäen⁸) konnte weder α - noch β -Thujon nachgewiesen werden, so dass diese Chemotypen ideal für die Anwendung in der Spirituosenindustrie geeignet sind. Absinthe mit den Wermutquantitäten der historischen Rezepturen lassen sich damit herstellen, ohne dass der Hersteller das Risiko eingeht, den Thujon-Grenzwert zu überschreiten.

Korresp. Autor: Dr. D. W. Lachenmeier, E-Mail: Lachenmeier@web.de, Tel.: 0721-926-5434, Fax: 0721-926-5539, Internet: www.cvua-karlsruhe.de

Neben Thujon werden in der vorliegenden Arbeit erstmals weitere charakteristische Bestandteile des Wermutöls in Absinth mittels der Methode von Emmert et al.¹⁷⁾ bestimmt und die Analyseergebnisse einer Hauptkomponentenanalyse (Principal Component Analysis, PCA) zur Authentifizierung der Spirituose unterworfen.

2 Materialien und Methoden

Materialien

Terpenstandardsubstanzen (Anethol, α -Thujon, α - β -Thujon-Isomerenmischung, Fenchon, Linalool) wurden von Fluka (Buchs, Schweiz), Festphasenextraktions-Säulen (DSC-18) von Supelco (Bellefonte PA, USA) bezogen. Wermut (*Artemisia absinthium* L., Asteraceae) stammte von Caesar & Loretz (Hilden), Bombastus-Werke (Freital) und Heinrich Klenk (Schwebheim).

SPE

1 ml C18-SPE-Säulen wurden zur Trennung der lipophilen Terpene von der Spirituosen-Matrix verwendet. Im ersten Schritt wurde die Säule mit 1 ml Methanol aktiviert, gefolgt von einer Konditionierung mit 1 ml Wasser. Danach wurden 1 ml Absinth-Probe, die zuvor mit 350 μ l Cyclodecanon (20 μ g/ml) als internem Standard dotiert wurde, auf die Säule gegeben, mit 1 ml Wasser gewaschen und unter Vakuum zur Trockene gesaugt. Nach diesem Reinigungsschritt wurde die Probe mit 1 ml Methanol direkt in ein GC-Vial eluiert¹⁷⁾.

GC/MS

Für die GC/MS-Analysen wurde ein Polaris Q Ionenfallen-Massenspektrometer in Kombination mit einem Trace 2000 GC (Thermo Electron, Dreieich) verwendet. Als Trennsäule diente eine 30 m J&W DB-5 (5 % Diphenyl-, 95 % Dimethylpolysiloxan) Kapillarsäule, 0,25 mm ID, 0,25 μ m Filmstärke (Agilent Technologies, Waldbronn). Temperaturprogramm: Starttemperatur 50 °C, mit 10°/min auf 250 °C. Trägergas: Helium. 1 μ l Probe wurde mit einem Splitverhältnis von 1:20 injiziert. MS-Bedingungen: Fullscanspektren wurden zwischen m/z 50–500 aufgenommen, um eine Bibliothekssuche zu ermöglichen.

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Multivariate statistische Auswertung

Neben α - und β -Thujon konnten als weitere Hauptbestandteile der 70 untersuchten Absinthproben die Monoterpene Fenchon und Linalool, sowie bei anishaltigen Absinthproben auch Anethol nachgewiesen werden. Die später (RT zwischen 12–18 min) eluierenden Sesquiterpene (z. B. Azulen, Caryophyllen) wurden als Gruppe gemeinsam integriert und ausgewertet. Für die multivariate statistische Auswertung

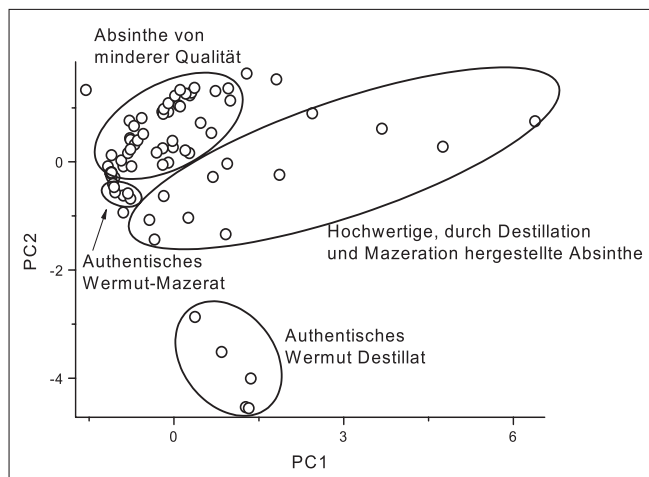


Abb. 1 PCA-Scores-Plot der Terpengehalte von 70 Absinthproben

tung mittels PCA wurden die Quotienten aus Peakfläche der Analyten und Peakfläche des internen Standards berechnet und mit dem Programm Unscrambler v9.0 (Camo, Oslo, Norwegen) verarbeitet. Vor der PCA wurden die Daten mittels Standardisierung preprozessiert. Im PCA-Scores-Plot aller Absinthe zeigt sich eine klare Gruppierung von hochwertigen, nach Herstellerangaben durch Destillation von Wermutkraut hergestellten Absinthproben, sowie von Absinthproben minderer Qualität die mit geringem Anteil kommerziell erhältlicher Wermutextrakte, Wermutmazerate, Wermutöle oder ganz ohne Wermutzusatz hergestellt wurden (Abb. 1). Der Vergleich mit den Ergebnissen der Analyse von Wermut-Destillaten und -mazeraten von Wermutkraut verschiedener Hersteller bestätigt die Zuordnung der Gruppen. Im PCA-Influenceplot zeigte sich, dass α -Thujon und Linalool den größten Einfluss auf PC1 besitzen, β -Thujon und Anethol sind für die Variabilität von PC2 verantwortlich. Fenchon hat nur einen sehr geringen Einfluss auf die PCA.

Zur weiteren Unterscheidung der Absinthe minderer Qualität wurde eine PCA nur dieser Absinthe und der Wermut-Mazerate durchgeführt (Abb. 2). Im PCA Scores-Plot clustern zum einen die minderwertigen Absinthe, die offen-

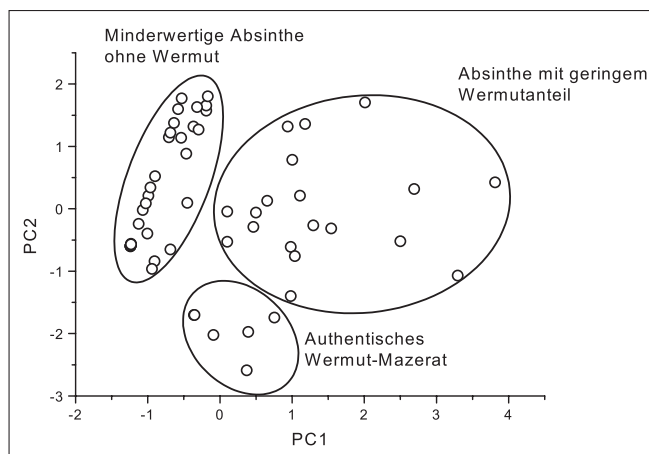


Abb. 2 PCA-Scores-Plot von Absinthproben mit geringem oder keinem Wermutanteil

sichtlich ohne Wermutanteil hergestellt wurden, und zum anderen die Absinthe mit einem geringen Wermutanteil. Nach diesen Ergebnissen lassen sich Absinthe in 3 Kategorien einteilen:

1. Hochwertige Produkte mit Wermutdestillatanteil
2. Mittlere Qualitäten mit geringem Wermutanteil
3. Minderwertige Absinthe ohne Wermut

Dies bestätigt unsere bereits durch eine Marktstudie gewonnene Einteilung und daraus abgeleitete Mindestanforderungen für Absinth¹⁾. Für verkehrstüblichen Absinth wurde gefordert, dass ein charakteristisches Aroma durch natürliche Extrakte von Wermut vorliegen sollte und hochwertige Produkte destillativ hergestellt sein sollten.

Auffällig war, dass die untersuchten tschechischen Absinthe in die Kategorie der Produkte mit geringem oder fehlendem Wermutanteil fielen. Diese offenbar ländertypische Abweichung wurde bereits bei früheren Untersuchungen festgestellt¹⁾. Bei den höherwertigen Absinth und mittleren Qualitäten konnte keine Länderabhängigkeit erkannt werden, sowohl französische, deutsche als auch spanische Absinthe aller Kategorien sind anzutreffen.

3.2 Korrelation mit Sensorik

Weiterhin wurden die Absinthe organoleptisch untersucht und die Ergebnisse mit den analytischen Daten mittels McNemar-Test korreliert (Tab. 1). Der typische Bittergeschmack konnte mit keinem der Analyten in Verbindung gebracht werden. Hier sind weitergehende Untersuchungen zur Analytik der typischen Wermutbitterstoffe erforderlich. Der aromatische, an Kamille erinnernde, kräuterige Wermutgeschmack, sowie eine insgesamt hohe Qualität ergaben die beste Korrelation mit α - und β -Thujon. Der Louche-Effekt (Trübung bei Verdünnung mit Wasser) korrelierte am besten mit Linalool und den Sesquiterpenen.

3.3 Quantitative Bestimmung von Thujon

Die Korrelation der Qualität mit den Thujongehalten konnte auch quantitativ bestätigt werden. Die über externe Eichung quantifizierten α - und β -Thujon-Gehalte zeigten jeweils signifikante Unterschiede zwischen den beschriebenen 3 Kategorien (ANOVA $p < 0,05$; Abb. 3 und 4).

Trotz der eingangs erwähnten starken Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung von Wermutkraut werden mit der vorliegende Untersuchung überraschenderweise die Angaben des Schweizer Lebensmittelbuchs²⁾ bestätigt, die

besagen, dass Thujon-Gehalte über 2 mg/l auf Mitverwendung von Wermut hinweisen. Die PCA der Analysendaten und die Korrelation mit der sensorischen Untersuchung ergeben einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen Thujongehalt und Absinthqualität. Maßnahmen zur Vermeidung von Thujon oder die Verwendung von thujonfreiem Wermutkraut konnten bei keinem der untersuchten Produkte belegt werden. Nur bei einzelnen französischen Produkten und zwei von Kleinbrennern nach überlieferten Rezepturen im Schweizer Val-de-Travers hergestellten Produkten, wurden relativ geringe Thujongehalte nachgewiesen, obwohl eine deutliche Wermutsensorik vorlag. In der Gruppe der hochwertigen Absinthe liegt eine sehr große Spanne der Thujongehalte vor (Abb. 3 und 4). Eine alleinige Zurückweisung von Absinth anhand ihres zu geringen oder fehlenden Thujongehaltes wird damit als problematisch angesehen, zumal die Forderung nach einem Mindestgehalt für einen als toxisch angesehenen Stoff kritisch zu sehen ist. Bis weitere Parameter für die Authentifizierung von Absinth zur Verfügung stehen, kann der Thujongehalt lediglich einen Hinweis geben. Eine Beanstandung in der amtlichen Lebensmittelüberwachung sollte immer auf zusätzlichen weiteren Merkmalen (wie z.B. die organoleptische Untersuchung) gründen.

3.4 Weitere Möglichkeiten zur Authentifizierung von Absinth

Als zusätzlicher Hinweis in der Authentizitätskontrolle von Absinth wurde auch das Verhältnis der beiden Thujon-Isomere zueinander vorgeschlagen¹⁸⁾, weil es Rückschlüsse auf die Herkunft des Thujons erlaubt. Von einer Herkunft aus der Wermutpflanze kann in der Regel ausgegangen werden, wenn der β -Thujon-Anteil eines Absinthes deutlich überwiegt (Tab. 2). Bei den Sorten, in denen das α -Isomer überwiegt, ist das Thujon nicht oder nicht ausschließlich aus dem Wermut gewonnen worden. Vermutlich liegt dann eine Verfälschung durch Bestandteile der Zeder, die bis 85 % α -Thujon enthalten können, oder anderen thujonhaltigen Pflanzen vor. Von den untersuchten Produkten französischer Herkunft wiesen allerdings 6 untypischerweise einen größeren α -Thujon-Anteil auf, die ansonsten als hochwertig zu beurteilen waren. Für das verschobene Isomerenverhältnis könnte ein anderer Chemotyp der Pflanze *Artemisia absinthium* L. verantwortlich sein. Weitere Untersuchungen zur genauen Charakterisierung der Wermutpflanze sind zur Klärung dieses Tatbestandes erforderlich. Neben den Terpenen und Bitterstoffen, könnten in der Zukunft auch weitere von Deans und Kennedy¹⁹⁾ erwähnte Inhaltsstoffe der Wermutpflanze wie Tetrahydrofuranlignane, Flavonglukoside oder Oligosaccharide dienen. Zur Identifikation und Charakterisierung typischer Marker für Wermut besteht noch erheblicher Forschungsbedarf.

Tab. 1 Korrelation zwischen organoleptischer und chemischer Analyse berechnet mit McNemar-Test. κ -Werte über 40% geben eine statistisch signifikante Korrelation an

McNemar- κ [%]	α -Thujon	β -Thujon	Linalool	Fenchon	Anethol	Sesquiterpene
Bittergeschmack	0	0	0	0	0	0
Wermutgeschmack	41	27	18	6	11	24
Louche-Effekt	25	20	47	6	33	45
Hohe Qualität	55	51	32	28	21	0,8

Tab. 2 β -Thujon/ α -Thujon-Verhältnisse von Wermutkraut und Absinth

β -Thujon/ α -Thujon	Wermutkraut [n=10]	Absinth [n=23]
Minimum	7,0	0,24
Maximum	44,3	22,1
Mittelwert	17,6	7,3
Median	16,7	4,2

In Zweifelsfällen sollten die Lebensmittelüberwachungsbehörden, Proben der zur Absinthherstellung verwendeten Wermutpflanzen entnehmen, sowie Rezepturen und bezogene Wermutmengen überprüfen.

3.5 Lebensmittelrechtliche Beurteilung

Von den 70 untersuchten Absinthens wiesen 6 einen Gesamt-Thujongehalt von weniger als 2 mg/l auf, in 35 Produkten war Thujon nicht nachweisbar. Da zusätzlich eine Wermutsensorik fehlte und die Produkte aufgrund der Analyseergebnisse in die minderwertige Kategorie fielen, wären diese minderwertigen Produkte von der amtlichen Lebensmittelüberwachung als „irreführend bezeichnet“ zu beanstanden gewesen (Tab. 3). Derartige Fälle wurden in der Presse auch als „krasse Verbrauchertäuschung“ tituliert²⁰.

Typische Vertreter der untersuchten Absinthe sind in Tabelle 4 aufgeführt. Erfreulicherweise überschritt keines der untersuchten Produkte des deutschen Handels den europäischen Grenzwert von 35 mg/kg für Gesamtthujon⁶. Dieser auch in der Schweiz geltende Grenzwert²¹ wurde von den zwei untersuchten Schweizer Produkten, die von Kleinbrennern im Val-de-Travers hergestellt wurden, eingehalten. In

Tab. 3 Klassifizierung der Absinthe nach Thujon-Konzentrationen

Gesamt-Thujon [mg/l]	n = 70	[%]
NN	35	50
< 2	6	9
2–10	15	21
10–35	14	20
> 35	0	0

Tab. 4 Thujon-Konzentrationen typischer Absinthe

	α -Thujon [mg/l]	β -Thujon [mg/l]
Schweizer Fee Verte 58 (Destillierter Absinth)	0,4	9,0
Schweizer Fee Verte 35 (Destillierter Absinth)	0,3	1,4
Französischer Absinth (mit Wermut gefärbtes Destillat)	3,2	25,6
Absinth mit Wermutöl hergestellt	2,2	28,9
Absinth mit 2% Wermut	nn	1,7
Tschechischer Absinth	nn	nn
Historischer Absinth (Tarragona ca. 1930)	0,5	1,3

der Schweiz wurde das Absinthverbot erst im Juni 2004 aufgehoben²², so dass demnächst auf dem Markt der Europäischen Union mit qualitativ hochwertigen Produkten aus dem Herkunftsland des Absinths zu rechnen sein könnte. Vor dem Hintergrund der in hoher Anzahl aufgefundenen minderwertigen Produkte, wäre auch die Initiative der Schweiz zu begrüßen, authentische Erzeugnisse durch geschützte Ursprungsbezeichnungen oder geschützte geographische Angaben kenntlich zu machen, um dem Verbraucher die Kaufentscheidung zu vereinfachen.

4 Schlussbetrachtungen

Die durchgeführten Untersuchungen von Absinth führen zu der Erkenntnis, dass diese Produktgruppe weniger ein Problem des Gesundheitsschutzes als des Schutzes vor Täuschung aufwirft. Durch umfangreiche Kontrollmaßnahmen der amtlichen Lebensmittelüberwachung in den letzten Jahren wird der Thujon-Grenzwert mittlerweile von allen Produkten eingehalten. Aufgrund fehlender gesetzlicher Anforderungen an das Produkt Absinth besteht aber eine Rechtsunsicherheit, die von vielen Herstellern durch den Vertrieb von minderwertigen Produkten ausgenutzt wird.

Literatur

- 1) Lachenmeier, D. W., W. Frank, C. Athanasakis, S. A. Padosch, B. Madea, M. A. Rothschild und L. U. Kröner: Absinth – ein Getränk kommt wieder in Mode: toxikologisch-analytische und lebensmittelrechtliche Betrachtungen. Deut. Lebensm.-Rundsch. **100**, 117–129 (2004).
- 2) Bestimmung des Thujons, gaschromatographisch: Schweizerisches Lebensmittelbuch. Bundesamt für Gesundheit, Bern, Schweiz, **32/13**, 1–3 (2000).
- 3) Bielenberg, J.: Die grüne Fee. Zentralnervöse Effekte durch Thujon. Österr. Apoth. Ztg. **56**, 566–569 (2002).
- 4) Tegtmeier, M. and G. Harnischfeger: Methods for the reduction of thujone content in pharmaceutical preparations of Artemisia, Salvia and Thuja. Eur. J. Pharm. Biopharm. **40**, 337–340 (1994).
- 5) Stahl, E. und D. Gerard: Hochdruck-Extraktion von Naturstoffen mit überkritischen und verflüssigten Gasen. 11. Mitt.: Entgiftung von Wermutkraut. Z. Lebensm. Unters. Forsch. **176**, 1–4 (1983).
- 6) Richtlinie des Rates vom 22. Juni 1998 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Aromen zur Verwendung in Lebensmitteln und über Ausgangsstoffe für ihre Herstellung (88/388/EWG): AB. EU **L184**, 61–66 (1988).
- 7) Carnat, A.-P., M. Madesclaire, O. Chavignon and J.-L. Lamaison: cis-Chrysanthenol, a main component in essential oil of *Artemisia absinthium* L. growing in Auvergne (Massif Central), France. J. Essent. Oil Res. **4**, 487–490 (1992).
- 8) Ariño, A., I. Arberas, G. Renobales, S. Arriaga and J. B. Dominguez: Essential oil of *Artemisia absinthium* L. from the Spanish Pyrenees. J. Essent. Oil Res. **11**, 182–184 (1999).
- 9) Mucciarelli, M., R. Caramiello and M. Maffei: Essential Oils from some *Artemisia* species growing spontaneously in North-West Italy. Flavour Fragr. J. **10**, 25–32 (1995).
- 10) Chialva, F., P. A. P. Liddle and G. Doglia: Chemotaxonomy of wormwood (*Artemisia absinthium* L.) I. Composition of the essential oil of several chemotypes. Z. Lebensm. Unters. Forsch. **176**, 363–366 (1983).
- 11) Vostrowsky, O., T. Brosche, H. Ihm, R. Zintl und K. Knobloch: Über die Komponenten des ätherischen Öls aus *Artemisia absinthium* L. Z. Naturforsch. **36c**, 369–377 (1981).

- 12) Pino, J. A., A. Rosado and V. Fuentes: Chemical composition of the essential oil of *Artemisia absinthium* L. from Cuba. J. Essent. Oil Res. **9**, 87–89 (1997).
 - 13) Sacco, T. and F. Chialva: Chemical characteristics of the oil from *Artemisia absinthium* collected in Patagony (Argentina). Planta Med. **54**, 93 (1988).
 - 14) Aboutabl, E. A., A. M. El Azzouny and S. I. El Dahmy: Constituents of the essential oil of *Artemisia absinthium* grown in Egypt. J. Essent. Oil Bear. Plants **1**, 82–86 (1998).
 - 15) Sefidkon, F., A. Jalili, M. Rabie, B. Hamzehee and Y. Asri: Chemical composition of the essential oil of five *Artemisia* species from Iran. J. Essent. Oil Bear. Plants **6**, 41–45 (2003).
 - 16) Nin, S., P. Arfaioli and M. Bosetto: Quantitative determination of some essential oil components of selected *Artemisia absinthium* plants. J. Essent. Oil Res. **7**, 271–277 (1995).
 - 17) Emmert, J., G. Sartor, F. Sporer and J. Gummersbach: Determination of α -/ β -thujone and related terpenes in absinthe using solid phase extraction and gas chromatography. Deut. Lebensm.-Rundsch. **100**, 352–356 (2004).
 - 18) Lang, M., C. Faulh and R. Wittkowski: Belastungssituation von Absinth mit Thujon (BgVV-Hefte 08/2002). Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin, Berlin (2002).
 - 19) Deans, S. G. and A. I. Kennedy: *Artemisia absinthium*. Med. Arom. Plants Ind. Profiles **18**, 79–89 (2002).
 - 20) Minderwertiger Absinth: Der Spiegel Nr. **39/2004**, 20.
 - 21) Verordnung des EDI über Fremd- und Inhaltsstoffe in Lebensmitteln: SR 817.021.23 (2002).
 - 22) Bundesgesetz über Lebensmittel und Gebrauchsgegenstände, Änderung vom 18. Juni 2004: SR 817.0 (2004).
-