

Phenylacetaldehyd in Honig – eine Funktion des Phenylalaningehaltes und der Lagerbedingungen?

K. Beckmann¹, G. Beckh¹, C. Lüllmann² und K. Speer²

¹ Quality Services International GmbH, Flughafendamm 9a, D-28199 Bremen

² Technische Universität Dresden, Institut für Lebensmittelchemie, Bergstr. 66, D-01062 Dresden

Zusammenfassung

In Ausgabe 4/2004 der Stiftung Warentest wurden einige Honige sensorisch abgewertet, wobei dies mit einem „erhöhten“ Gehalt an Phenylacetaldehyd begründet wurde. Da diese Substanz als Bienenvertreibungsmittel eingesetzt werden kann, um die Honigernte zu erleichtern, wurden die Gehalte als unerlaubte Rückstände interpretiert. Das Vorhandensein von Phenylacetaldehyd kann jedoch verschiedene Ursachen haben. In dieser Arbeit konnte gezeigt werden, dass die Konzentration von Phenylacetaldehyd im Honig vor allem vom Gehalt der Aminosäure Phenylalanin sowie von äußeren Faktoren wie Temperatur und Licht beeinflusst wird. Eine Abwertung eines Honigs nur auf Grundlage des Phenylacetaldehydgehaltes ohne Kenntnis des Phenylalaningehaltes ist daher wissenschaftlich nicht haltbar.

Summary

In issue 4/2004, Stiftung Warentest devalued some honey samples due to an "increased" phenylacetaldehyde content. Phenylacetaldehyde can be used as a bee repellent to make harvesting of honey easier. Frequently, the positive results of this substance in honey are due to different sources. This research project intends to prove that the final content of phenylacetaldehyde depends on the amino acid phenylalanine and further factors like temperature and light. Storage tests with specific honey samples were carried out under different conditions over some weeks, and the concentrations of phenylacetaldehyde were determined at intervals. Our results revealed that the findings presented by Stiftung Warentest, in which the phenylacetaldehyde contents of the honey samples were shown to be between 1.0–2.6 mg/kg, do not seem to be based on sound scientific method, especially since they completely ignored the phenylalanine contents of the honeys.

Keywords: Honig, Phenylacetaldehyd, Phenylalanin, Bienenvertreibungsmittel / Honey, phenylacetaldehyde, phenylalanine, bee repellent

Einleitung

Phenylacetaldehyd ist ein natürlicher Aromabestandteil des Honigs, der aus der Aminosäure Phenylalanin auf zwei verschiedenen Wegen gebildet werden kann^{1,2}). Beim enzymatischen Abbau erfolgt zunächst eine Transaminierung des Phenylalanins zu Phenylbrenztraubensäure mit Hilfe der Phenylalanin-Amino-Transferase, anschließend wird die Phenylbrenztraubensäure durch die Phenylpyruvat-Decarboxylase in das Phenylacetaldehyd übergeführt. Letzteres kann dann entweder zu Phenylethanol oxidiert (durch Aldehyd-Dehydrogenase) oder zu Phenylethanol reduziert werden (durch Alkohol-Dehydrogenase) (s. Abb. 1).

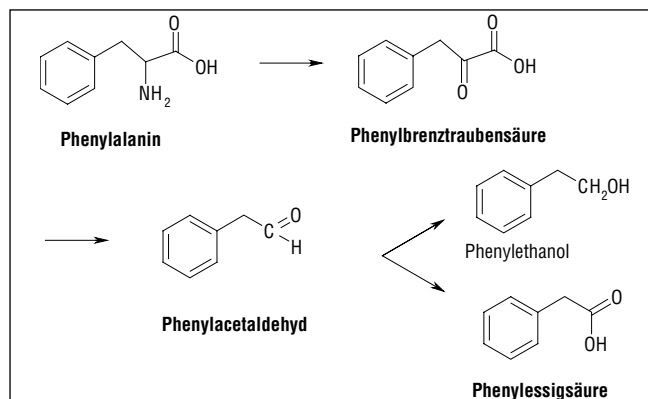


Abb. 1 Bildungsmechanismus von Phenylacetaldehyd mit Hilfe von Enzymen

Ein anderer Bildungsweg für Phenylacetaldehyd aus Phenylalanin ist der Strecker-Abbau. Dabei reagiert das Phenylalanin mit dem aus der Maillard-Reaktion gebildeten α -Diketon unter Transaminierung und Decarboxylierung über das Aminoketon zum Phenylacetaldehyd (s. Abb. 2). Das schwach saure Milieu des Honigs und erhöhte Temperaturen sind Voraussetzung für den Ablauf dieser Reaktion. Phenylacetaldehyd kann allerdings auch von Imkern als Bienenvertreibungsmittel eingesetzt werden, um die Bienen von den Waben zu vertreiben und somit die Honigernte zu erleichtern³). Dabei wird Faserstoff mit dieser Substanz benetzt und auf den Bienenstock gelegt, woraufhin die Bienen nach wenigen Minuten in den unteren Teil des Stocks wandern⁴). Da Phenylacetaldehyd auch auf den Honig übergehen kann, ist es in einem solchen Fall als Rückstand zu betrachten.

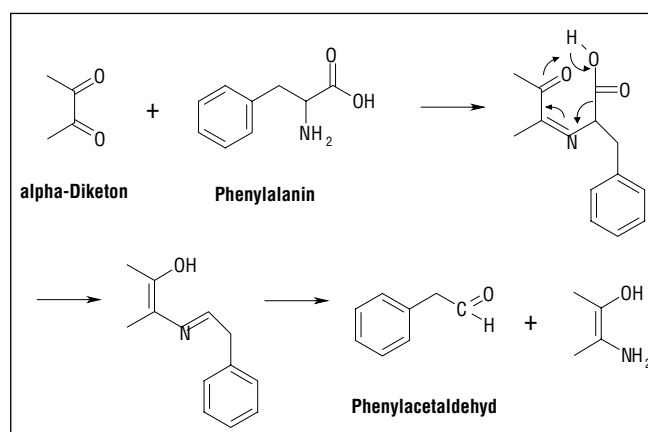


Abb. 2 Bildungsmechanismus von Phenylacetaldehyd innerhalb des Strecker-Abbaus

Dies führte dazu, dass Stiftung Warentest in der Ausgabe 4/2004 einige Honige aufgrund eines „erhöhten“ Gehalts (zwischen 1,0 und 2,6 mg/kg) beanstandet hat. Es handelte sich bei diesen Produkten allesamt um Blütenhonige aus Südamerika, manche enthielten zusätzlich Anteile mittel-amerikanischer bzw. spanischer Herkunft. Alle beanstandeten Honige wurden als „rückstandsbelastet“ eingestuft und erhielten in der Rubrik *Rückstände* die Beurteilung „ausreichend (4,5)“ statt „sehr gut (0,5)“⁵⁾.

Die aufgrund der Phenylacetaldehydgehalte vorgenommenen Abwertungen sind indes nicht schlüssig und waren der Grund dafür, die Bildung des Phenylacetaldehyds noch einmal genauer zu betrachten. Dabei sollten die Faktoren untersucht werden, die den natürlichen Gehalt an Phenylacetaldehyd beeinflussen können, und zwar der Gehalt an Phenylalanin, die Lagertemperatur sowie die Lagerzeit des Honigs. Die dabei erhaltenen Ergebnisse werden im Folgenden vorgestellt.

Material und Methode

Analytik der freien Aminosäuren

Probenvorbereitung

10 g Honig werden genau in ein 150-ml-Becherglas eingewogen. Anschließend fügt man 2 ml Standardlösung L-Norleucin (67,5 mg/100 ml Aqua bidest.) und ca. 20 ml Aqua bidest. zu. Mit Hilfe eines Magnetrührers wird der Honig gelöst und die Lösung unter Nachspülen in einen 100-ml-Standzylinder übergeführt, so dass das Endvolumen exakt 50 ml beträgt. Dann werden 5 ml 10%ige Sulfosalicylsäure zugesetzt, umgeschüttelt und der Standzylinder über Nacht in einem Kühlschrank belassen. Ein Aliquot des Überstandes wird bei 13000 U/min 20 min zentrifugiert und von dem erhaltenen Überstand ein Aliquot membranfiltriert (0,2 µm, Sartorius). Anschließend wird das Filtrat mit 0,2 M Na-Citratpuffer (pH = 2,20) im Verhältnis 1:1 verdünnt. Zwischen 20 und 100 µl der Lösungen werden dann in den Aminosäureanalysator injiziert und chromatographiert. Die Auswertung erfolgt über einen externen Standard.

Analysenparameter

Gerät: Pharmacia LKB, Alpha Plus
 Harz: Kationenaustauscher (Fa. Grüning, Olching), 125 x 4,6 mm PEEK, 5 µm
 Fluss: Na-Citratpuffer (16 ml/h), Ninhydrin (11 ml/h)
 Reaktionstemp.: 135 °C

Analytik Phenylacetaldehyd

Headspace-Verfahren⁶⁾

5 g der Honigprobe werden in ein Headspace-Vial eingewogen. Nach Zugabe von 50 µl des internen Standards (*para*-Dichlorbenzol-d4, 1 ng/µl) werden 2 g Natriumchlorid sowie 2,5 ml destilliertes Wasser zugegeben. Das verschlossene

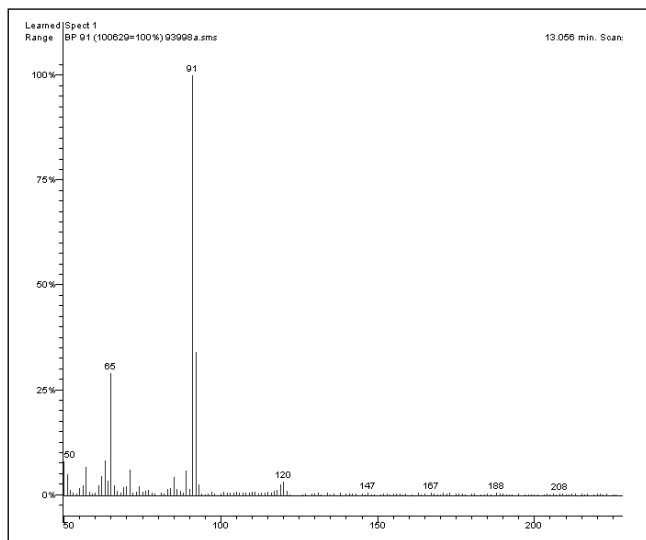


Abb. 3 Massenspektrum von Phenylacetaldehyd

Vial wird für 2 h bei 80 °C inkubiert, wodurch der flüchtige Phenylacetaldehyd in die Gasphase übergeführt wird. Von dieser Gasphase werden 1 ml in die GC/MS injiziert (Varian CD 3800, Varian Saturn 2000 GC/MS²) und auf einer DB 5-Kapillarsäule (30 m x 0,25 mm, Filmdicke 0,25 µm) getrennt. Die Auswertung erfolgt über einen externen Standard (Massenspektrum s. Abb. 3).

Analytik und Diskussion

Ergebnisse der Aminosäureanalytik

Alle Proben wurden entsprechend den aufgeführten Bedingungen analysiert. Das Chromatogramm eines Akazienhonigs und eines Lavendelhonigs sind in Abbildung 4 gegenübergestellt. Die Ergebnisse bestätigen Literaturangaben, dass die Gehalte einzelner freier Aminosäuren in Abhängigkeit von der Tracht erheblich differieren können (Bergner und Hahn⁷⁾, Gilbert et al.⁸⁾, Speer und Montag⁹⁾, Cometto et al.¹⁰⁾, Bernal et al.¹¹⁾). Im Rahmen dieser Arbeit waren allerdings nur die Gehalte für Phenylalanin von Interesse.

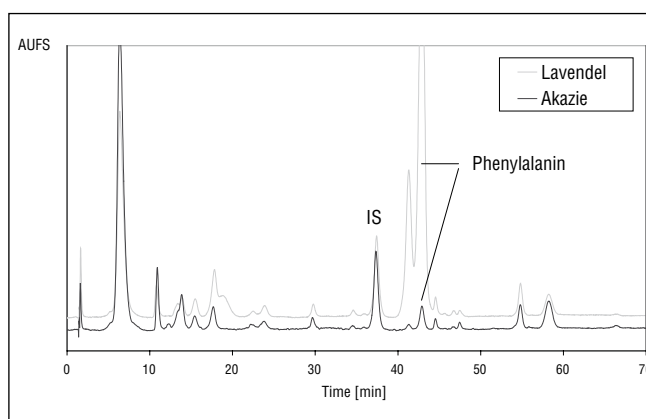


Abb. 4 AS-Chromatogramm von Akazien- und Lavendelhonig

Tab. 1 Phenylalanin- und Phenylacetaldehydgehalte (mg/kg) ausgewählter Honige

Honig	Phenylalanin [mg/kg]	Phenylacetaldehyd zu Beginn [mg/kg]
Akazie	26,6	0,2
Tanne	< 5	0,1
Wildblüte	450	2,0
Lavendel	1369	2,7

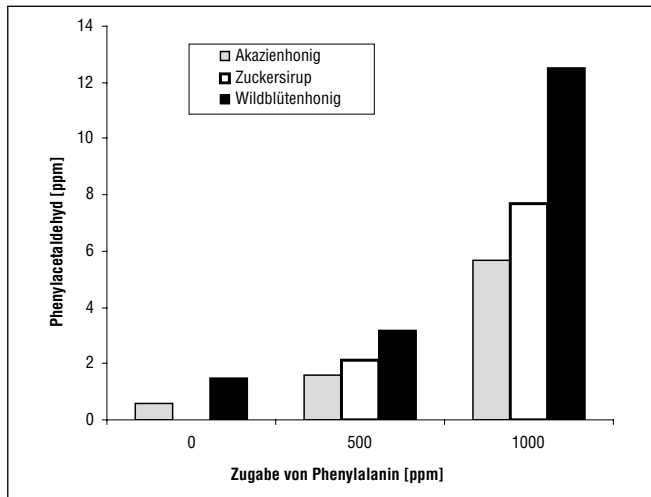


Abb. 5 Dotierung der Proben mit Phenylalanin und entsprechende Messergebnisse für Phenylacetaldehyd mit der Headspace-Methode

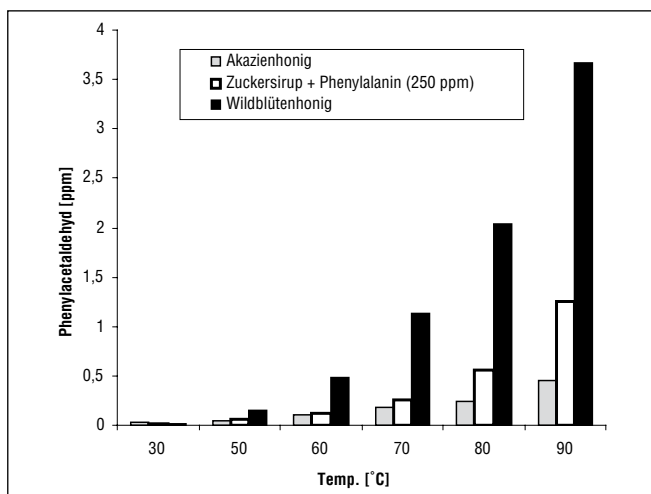


Abb. 6 Einfluss der Inkubationstemperatur bei der Headspace-Methode auf die Menge des gebildeten Phenylacetaldehyds

Die für die einzelnen Honige ermittelten Phenylalaningehalte sowie die Phenylacetaldehyd-Anfangsgehalte sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Besonders hervorzuheben sind die hohen Phenylalaningehalte für den Wildblüten- und für den Lavendelhonig. Bei letzterem wird sogar der Gehalt an Prolin übertroffen. Ein solches Ergebnis ist aber nicht ungewöhnlich, da auch schon *Hermosín et al.*¹²⁾ und *Cotte*¹³⁾ über derart hohe Gehalte berichtet hatten.

Phenylacetaldehyd

Headspace-Verfahren

Mit der Headspace-Methode^{3,6)} wurden neben einem von der Zuckerzusammensetzung honigähnlichen Sirup verschiedene monoflorale Honige analysiert. Dabei zeigte sich, dass die Phenylacetaldehydgehalte in starkem Maße von der jeweiligen Honigsorte abhängig sind. Lavendelhonige, die typischerweise reich an Phenylalanin sind, wiesen beispielsweise immer einen sehr hohen Gehalt an Phenylacetaldehyd auf, wohingegen die Konzentrationen für Akazienhonige (wenig Phenylalanin) relativ gering waren. Im Sirup wurde erwartungsgemäß kein Phenylacetaldehyd nachgewiesen.

Um den Auswirkungen des Phenylalanins auf den Gehalt an Phenylacetaldehyd zu dokumentieren, wurden die Proben mit Phenylalanin dotiert. Wie erwartet, stiegen mit zunehmender Phenylalaninkonzentration auch die gemessenen Gehalte an Phenylacetaldehyd an (s. Abb. 5).

Allerdings fiel auf, dass die Inkubationstemperatur einen Einfluss auf die Menge des gebildeten Phenylacetaldehyds hatte (s. Abb. 6). Damit ist die gewählte Headspace-Methode zur Erfassung des Phenylacetaldehydgehaltes für Honige nicht geeignet, da sich aus Phenylalanin während der Inkubationszeit bereits Phenylacetaldehyd bildet. Dies kann eindeutig aus den Ergebnissen für den mit Phenylalanin dotierten Sirup abgeleitet werden.

Extraktionsmethode

Daher wurde eine alternative Methode zur Bestimmung dieser Substanz in Anlehnung an *Timmroth* und *Speer*¹⁴⁾ entwickelt. Der Honig wird in Wasser gelöst und dann mit tBME (tert.-Butylmethylether) bei Raumtemperatur extrahiert. Nach Einengung des Extraktes wird dieser mit GC/MS analysiert. Durch die schonende Aufarbeitung (keine Wärmebehandlung) wird eine Bildung von Phenylacetaldehyd bei der Probenvorbereitung verhindert (s. Abb. 7).

Die Validierungsdaten mit Wiederfindungen zwischen 80 und 90 % (s. Abb. 8) und einem Korrelationskoeffizienten von 0,997 (s. Abb. 9) belegen die Zuverlässigkeit dieser Methode.

Einfluss unterschiedlicher Lagerparameter auf den Phenylacetaldehydgehalt

Mit der entwickelten Analytik sollten nun verschiedene Parameter untersucht werden, die den Gehalt an Phenylacetaldehyd beeinflussen dürften. Da die Gehalte, wie oben gezeigt, maßgeblich vom Phenylalaningehalt des jeweiligen Honigs abhängen, wurden zunächst nur einige wenige Honige auf ihren Phenylalaningehalt untersucht. Analysiert wurden ein Akazienhonig aus Rumänien, ein Tannenhonig aus Polen, ein Wildblütenhonig aus Mexiko/Yucatan und ein Lavendelhonig aus Frankreich. Es handelte sich damit um Honige, die recht unterschiedliche Gehalte an Phenylalanin aufweisen sollten (*Hermosín et al.*¹²⁾ und *Cotte et al.*¹³⁾). So fanden *Cotte et al.* beispielsweise in Tannenhonigen einen mittleren Gehalt an Phenylalanin von 5,5 mg/kg, hingegen in Lavendelhonigen durchschnittlich 1152,8 mg/kg.

Lagerungsversuche

In weitergehenden Untersuchungen sollte nun geklärt werden, inwieweit ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen dem Gehalt an Phenylacetaldehyd eines Honigs und seinem Gehalt an Phenylalanin besteht und inwiefern sich die Konzentration des Phenylacetaldehyds im Laufe einer Lagerung in Abhängigkeit der gewählten Bedingungen verändert. Dazu wurden die beiden in größerer Menge vorliegenden Honige, Akazie und Wildblüte, sowie ein honigähnlicher Zuckersirup in reiner Form und mit 250 mg/kg Phenylalanin dotiert vergleichend analysiert.

Jede der vier Proben wurde auf jeweils drei Gefäße aufgeteilt. Je ein Gefäß wurde im Dunkeln bei Raumtemperatur (22 °C) gelagert, eines bei erhöhter Temperatur (39 °C) und eines unter UV-Licht unter Nutzung einer Pflanzenlichtlampe bei 22 °C. Die erhöhte Temperatur und das UV-Licht sollten dabei Bedingungen simulieren, wie sie beim Lagern abgefüllter Ware allgemein oder in wärmeren Gebieten, auch in offenen Fässern, sowie bei längerem Transport vorherrschen können.

In definierten Abständen wurden über einen Zeitraum von 14 Wochen Proben entnommen und der Gehalt an Phenylacetaldehyd mit der oben beschriebenen Extraktionsmethode in Doppelbestimmung analysiert

Wie zu erwarten war, konnte zu Beginn der Untersuchungen weder im reinen noch im mit Phenylalanin dotierten Sirup Phenylacetaldehyd nachgewiesen werden. Der Akazienhonig enthielt hingegen 0,2 mg/kg, der Wildblütenhonig sogar 2,7 mg/kg. Auch hier zeigt sich, dass die Gehalte maßgeblich durch die unterschiedlichen Phenylalaningehalte (Tab. 1) beeinflusst werden.

Dass Phenylalanin in Phenylacetaldehyd umgewandelt wird, lässt sich eindrucksvoll am dotierten Zuckersirup belegen. War zu Beginn des Experiments noch kein Phenylacetaldehyd nachzuweisen, stieg die Konzentration mit zunehmender Lagerungszeit zunächst stetig an. Schon nach zwei Wochen wurden Gehalte von 0,6 mg/kg (bei Raumtemperatur) bzw. 2,8 mg/kg (bei 39 °C und unter UV-Licht) gemessen.

In den Lagerungsversuchen konnte ferner aufgezeigt werden, dass die Konzentrationen an Phenylacetaldehyd (mit Ausnahme des reinen Zuckersirups) im Dunkeln bei Raumtemperatur nur schwach, bei erhöhter Temperatur und unter UV-Einwirkung zum Teil aber erheblich verändert werden (s. Abb. 10), ein deutliches Zeichen für enzymatische und/oder beginnende Strecker-Reaktionen.

Sowohl der Akazienhonig als auch der Wildblütenhonig zeigten ein ähnliches Verhalten. Bei beiden Honigen stieg die jeweilige Konzentration an Phenylacetaldehyd zunächst über zwei Wochen an, um danach allerdings wieder abzufallen. Daraus kann gefolgert werden, dass Folgereaktionen ablaufen, die zu einer Verminderung des nachweisbaren freien Phenylacetaldehyds führen. Diese Komponenten werden zurzeit isoliert und charakterisiert.

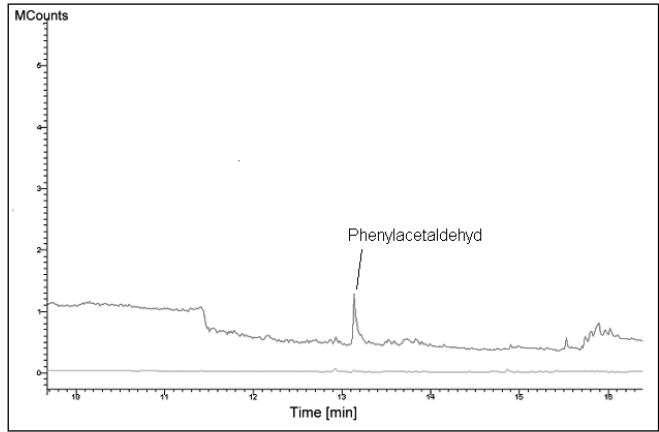


Abb. 7 Vergleich der Chromatogramme von Headspace- (oben) und Extraktionsmethode (unten) bei einem mit Phenylalanin dotierten Zuckersirup

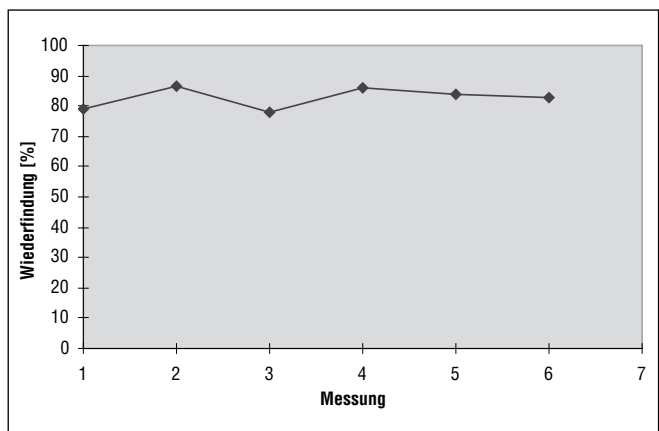


Abb. 8 Wiederfindungen von Phenylacetaldehyd-Messungen mit der Extraktionsmethode (Konzentration 1,2 mg/kg)

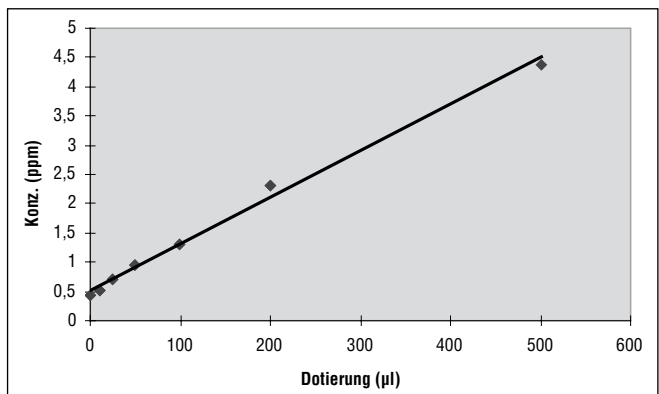


Abb. 9 Linearität von Phenylacetaldehyd-Messungen mit der Extraktionsmethode

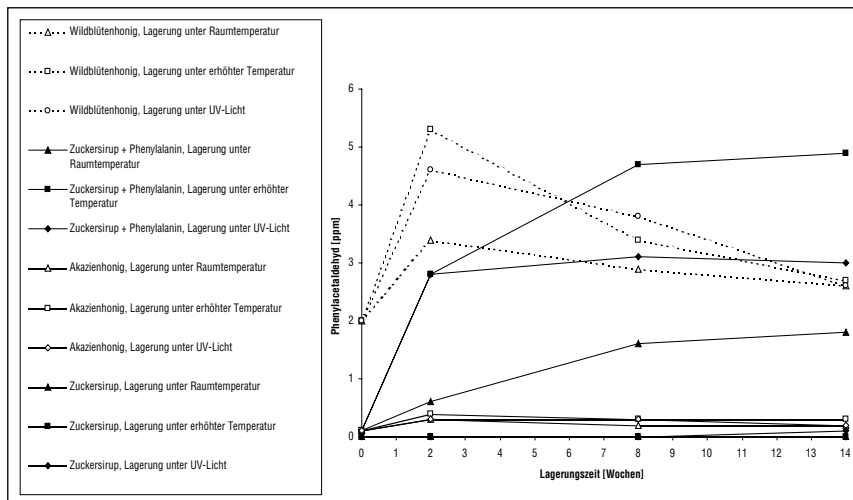


Abb. 10 Ergebnisse der Lagerungsversuche von Honig- und Sirupproben bei unterschiedlichen Bedingungen

Fazit

Die von Stiftung Warentest 2004 untersuchten Honige haben aufgrund ihrer Herkunft von der Ernte bis zur Ankunft in Deutschland eine Lager- und Transportzeit von durchschnittlich zwei Monaten hinter sich¹⁵⁾. Die Lagerung erfolgt in Fässern bei ortsüblichen Temperaturen, der Transport wird dann in ungekühlten Containern (per Schiff) durchgeführt. Anhand der in dieser Arbeit erzielten Ergebnisse wurde eindeutig aufgezeigt, dass Honige während der Lagerzeit und des Transports erhebliche Änderungen in ihren Phenylacetaldehydgehalten erfahren können. Als ganz entscheidend für die Phenylacetaldehydgehalte hatte sich der natürliche Phenylalanin Gehalt eines Honigs herausgestellt. Unter Zugrundelegung der vorgestellten Ergebnisse durfte daher die Aussage, dass Phenylacetaldehyd in den festgestellten Konzentrationen (1,0–2,6 mg/kg) bei den von Stiftung Warentest untersuchten Proben als Bienenvertreibungsmittel eingesetzt wurde und somit als Rückstand anzusehen ist, nicht getroffen werden. Dies gilt um so mehr, solange weder die Gehalte an Phenylalanin noch die äußeren Bedingungen, denen die Honige ausgesetzt waren, bekannt sind.

Dank

Für die Durchführung und Auswertung der Aminosäureanalysen danken wir Frau Schlosser aus der Arbeitsgruppe von Herrn Prof. Henle.

Literatur

- 1) Lüllmann, C. und H. Horn: Das große Honigbuch. 2. Ausg., S. 109 (2002).
- 2) Deifel, A.: Die Chemie des Honigs. **23** (1), 25–33 (1989).
- 3) Kantonslabor Basel, Bericht Nr. 26 (25/09/2003), S. 1–2.
- 4) Tew, J. E.: The Hive and the Honey Bee. 2. überarbeitete Aufl., S. 662 (1993).
- 5) Stiftung Warentest 4, 20–26 (2004).
- 6) Bogdanov, S., V. Kilchenmann, K. Seiler, H. Pfefferli, Th. Frey, B. Roux, P. Wenk, and J. Noser: Residues of para-dichlorobenzene in honey and beeswax. *J Apicult Res* **43** (1), 14–16 (2004).
- 7) Bergner, K. G., and Hj. Hahn: Isolation and determination of free amino acids in honey. *Deut Lebensm-Rundsch* **68**, 5–12 (1972).
- 8) Gilbert, J., M. J. Shepherd, M. A. Wallwork, and R. G. Harris: Determination of the geographical origin of honeys by multivariate analysis of gas chromatographic data on their free amino acid content. *J Apicult Res* **20**, 125–135 (1981).
- 9) Speer, K., and A. Montag: Distribution of free amino acids in honeys, especially in German and French heather honeys. *Deut Lebensm-Rundsch* **82**, 248–253 (1986).
- 10) Cometto, P. M., Faye, P. F., R. D. Di Paola Naranjo, M. A. Rubio, and M. A. J. Aldao: Comparison of free amino acids profile in honey from three Argentinean regions. *J Agr Food Chem* **51**, 5079–5087 (2003).
- 11) Bernal, J., M. Nozal, J. L. Toribio, J. C. Diego, and A. Ruiz: A comparative study of several HPLC methods for determining free amino acid profiles in honey. *J Sep Sci* **28**, 1039–1047 (2005).
- 12) Hermosín, I., R. M. Chicón, and M. D. Cabezada: Free amino acid composition and botanical origin of honey. *Food Chem* **83**, 263–268 (2003).
- 13) Cotte, J. F., H. Casabianca, B. Giroud, M. Albert, J. Lheriter, and M. F. Grenier-Loustalot: Characterization of honey amino acid profiles using high-pressure liquid chromatography to control authenticity. *J Anal Bioanal Chem* **378**, 1342–1350 (2004).
- 14) Timmroth, R., and K. Speer: Development of analytical indicator substances for honeys contaminated with yeasts. In *Proceedings Euro Food Chem XII*, Brugge, Belgium 24–26 September 2003, Vol. 1, S. 142–145.
- 15) Information von Walter Lang Honig Import GmbH.

Impressum

Deutsche Lebensmittel-Rundschau

Herausgeber

Dr. Gabriele Lauser
(E-Mail: lauser.dlr@t-online.de)
Prof. Dr. Ingrid Steiner
(E-Mail: isteiner@mail.zserv.tuwien.ac.at)

Redaktion

Verantwortlich: Dr. Gabriele Lauser

Deutsches und Europäisches Recht,
DIN- und ISO-Normen:
Dr. Hans Ackermann, Postfach 10 10 61,
D-70191 Stuttgart

Rechtsprechung, Rechtsprechung in Kürze:
Rechtsanwalt Prof. Dr. Alfred Hagen Meyer,
Kanzlei meyer // meisterernst, Sophienstr. 5,
D-80333 München, E-Mail: meyer@meyer-
meisterernst.de

Anzeigenleitung: Kornelia Wind, Tel.: (0711)
2582-245, Fax: -252
Objektbetreuung: Karin Hoffmann, Tel.: (0711)
2582-242, Fax: -294

Verlag

Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH,
Birkenwaldstraße 44, Postfach 10 10 61,
D-70191 Stuttgart, D-70009 Stuttgart,
Telefon: (07 11) 25 82-0,
Telefax: (07 11) 25 82-290

Einbanddecken für diese Zeitschrift können bestellt
werden bei Buchbinderei Schuster, Tel. 0711/60 54 18,
E-Mail: Mail@Buchbinderei-Schuster.de

Die DEUTSCHE LEBENSMITTEL-RUNDSCHAU er-
scheint monatlich. Preis im Abonnement jährlich
€ 312,00; Einzelheft € 35,00 (alle Preise zuzü-
glich Versandkosten). Bestellungen nehmen jede
Buchhandlung im In- und Ausland sowie der Ver-
lag entgegen. Ein Abonnement gilt, falls nicht be-
fristet bestellt, zur Fortsetzung bis auf Widerruf.
Kündigungen des Abonnements können nur zum
Ablauf eines Jahres erfolgen und müssen bis zum
15. November des laufenden Jahres beim Verlag
eingegangen sein.

z. Z. gültiger Anzeigentarif Nr. 56 vom 1.10. 2006.

Mit Namen gezeichnete Artikel geben nicht unbeding-
t die Meinung der Redaktion wieder. Der Ver-
lag haftet nicht für unverlangt eingereichte Manus-
kripte. Der Redaktion angebotene wissenschaft-
liche Beiträge dürfen nicht vorher oder gleichzeitig
in anderen Zeitschriften veröffentlicht werden. Eine
kurze Zusammenfassung in deutscher und eng-
lischer Sprache ist beizufügen. Mit der Annahme
zur Veröffentlichung überträgt der Autor dem Ver-
lag das ausschließliche Verlagsrecht für die Zeit
bis zum Ablauf des Urheberrechts. Eingeschlossen
sind insbesondere auch das Recht zur Herstellung
elektronischer Versionen und zur Einspeicherung
in Datenbanken sowie das Recht zu deren Vervielfäl-
tigung und Verbreitung online und offline ohne
zusätzliche Vergütung.

Alle in dieser Zeitschrift veröffentlichten Beiträge
sind urheberrechtlich geschützt. Kein Teil dieser
Zeitschrift darf außerhalb der engen Grenzen des
Urheberrechtsgesetzes ohne schriftliche Geneh-
migung des Verlags in irgendeiner Form repro-
duziert oder in eine von Maschinen, insbeson-
dere von Datenverarbeitungsanlagen verwend-
bare Sprache übertragen werden.

Ein Markenzeichen kann warenzeichenrechtlich
geschützt sein, auch wenn ein Hinweis auf etwa
bestehende Schutzrechte fehlt.

Die DEUTSCHE LEBENSMITTEL-RUNDSCHAU
wird regelmäßig referiert in „Chemical Abstracts“,

„Chemical Engineering and Biotechnology Abs-
tracts“, „Current Contents/Agriculture, Biology
& Environmental Sciences“, „Science Citation
Index“.

Hinweise für Autoren

Die Deutsche Lebensmittel-Rundschau veröf-
fentlicht Beiträge aus allen Gebieten der Lebens-
mittelchemie, der Lebensmitteltechnologie, des
Lebensmittelrechts und der Ernährungswissen-
schaften.

Grundsätzlich werden Originalarbeiten nur im Erst-
abdruck veröffentlicht, d.h. die Arbeit darf in kei-
ner anderen Zeitschrift erschienen und auch nicht
gleichzeitig bei einer weiteren Zeitschrift zur Ver-
öffentlichung eingereicht worden sein. Tabellen
und Abbildungen bitte nicht in den Text einfügen,
sondern als Anlage bzw. bei Grafiken als eigene
Dateien (tif-, eps-Format u.a.) beilegen. Bei Lite-
raturziten bitte folgende Zitierweise anwenden,
z.B. Maier, H., F. Schultz und M. Weiß: Deut. Le-
bensm.-Rundsch. 88, 122–30 (1992).

Bei einem Beitrag in deutscher oder englischer
Sprache bitten wir die Zusammenfassung, den
Titel und Keywords in Deutsch und Englisch ab-
zufassen.

Manuskripte können auch per E-Mail oder Dis-
kette (Word 6.0/Word 97-Dokument) eingereicht
werden.

Als Unkostenbeitrag werden je Druckseite € 25,60
gewährt. Bitte geben Sie beim Zurücksenden der
Korrekturfahnen eine private Adresse sowie Ihr
privates Bankkonto an.

Kontaktadresse: Dr. Gabriele Lauser, Deutsche
Lebensmittel-Rundschau, Postfach 101061, D-
70009 Stuttgart oder lauser.dlr@t-online.de

Druck und Bindung: Röhm TYPOfactory Marke-
ting GmbH, Dieselstraße 28–30, 70469 Stuttgart.

© 2006 Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH,
Stuttgart. Printed in Germany ISSN 0012-0413