

(trapping) und stabile, analysierbare Addukte zu bilden. In der Qualitätssicherung können mit dieser Technik Aussagen zur Haltbarkeit von Lebensmitteln getroffen werden: Die gebildeten Radikale werden im Lebensmittel zuerst von den natürlich vorkommenden Antioxidantien abgefangen. Nachdem jedoch alle endogenen Antioxidantien aufgebraucht sind, steigt der Anteil an spin-trap-Radikal-Addukten rapide an. Diese erste Periode, auch „lag-time“ genannt, kann somit als Maß für die Haltbarkeit dienen und konnte bereits in zahlreichen Lagerungsversuchen bestätigt werden (u.a. Bier, Erdnüsse, Leinsamen).

Untersuchungen in biologischem Probenmaterial sind mit der ESR ebenso möglich; neben Blut und Urin können auch Gewebe oder sogar ganze Organe analysiert werden. Zahlreiche degenerative Erkrankungen (z.B. Alzheimer, Krebs) sowie der Alterungsprozess werden mit einer erhöhten Konzentration von reaktiven Sauerstoff- und Stickstoffspezies (ROS/NOS) in Verbindung gebracht. Auch hier wird die „spin trapping“-Technik verwendet. Resultierend können Aussagen zum Status der oxidativen Situation im Organismus getroffen werden. Die derzeit verfügbaren „spin traps“ können jedoch nicht für Interventionsstudien am Menschen verwendet werden, da ihre Toxizität noch nicht ausreichend untersucht ist. Allerdings ermöglichen 3D-ESR-Spektrometer (vergleichbar zur Kernspintomografie) nicht-invasive *in-vivo*-Untersuchungen zur Bildung und Lokalisierung von Radikalen, induziert durch oxidativen Stress im menschlichen Organismus.

Literatur

1. Rohn S, Kroh LW (2005) *Molecular Nutrition & Food Research* 49: 898–907

Unterscheiden sich kommerziell erhältliche Tomaten und Tomatenprodukte in ihren Gehalten an Carotinoiden und Vitamin C?

K. Fröhlich, V. Böhm
Institut für Ernährungswissenschaften
der Friedrich-Schiller-Universität Jena,
Lehrstuhl Humanernährung

Tomaten und Tomatenprodukte sind in Deutschland sehr beliebt und nehmen etwa 22% des Gesamtgemüseverzehrs in Deutschland ein. Pro Kopf werden jährlich etwa 18,6 kg Tomaten und Tomatenprodukte (davon 8 kg rohe Tomaten) verzehrt. Verschiedene epidemiologische Studien haben gezeigt, dass der Verzehr von Tomaten chemopräventive Wirkungen auf ver-

schiedene Krebsarten und kardiovaskuläre Erkrankungen haben kann [1, 2].

Anhand der Carotinoid- und Vitamin-C-Gehalte wurden exemplarisch die Unterschiede von protektiv wirksamen Tomateninhaltsstoffen in verschiedenen Tomaten und Tomatenprodukten untersucht. Der Probenumfang belief sich auf 9 Tomatenproben, 9 Tomatensäfte, 9 Tomatenketchups, 9 Dosentomaten (Pizzatomaten), 9 passierte Tomaten (Tetrapack) und 8 Tomatensaucen (Gläser). Die Carotinoidanalytik erfolgte mittels C30-HPLC [3] und die Bestimmung des Vitamin-C-Gehaltes spektralphotometrisch [4].

In allen Proben konnten (all-E)-Lycopin, (all-E)- β -Carotin und verschiedene (Z)-Isomere der beiden Carotinoide detektiert werden. In den rohen Tomaten, jedoch nicht in den verarbeiteten Produkten, waren zusätzlich noch geringe Mengen (all-E)-Lutein (0,04–0,10 mg/100 g) zu finden. Dies lässt vermuten, dass Lutein während der Lebensmittelverarbeitung abgebaut wird. Lycopin war mit 89–99% des (Gesamt-)Carotinoidgehaltes das mengenmäßig bedeutendste Carotinoid in allen untersuchten Tomaten und Tomatenprodukten. Die (Gesamt-)Lycopingehalte lagen bei 4,1–24,8 mg/100 g und die (Gesamt)- β -Carotingehalte bei 0,1–1,8 mg/100 g. Die verarbeiteten Tomaten (Tomatensäfte, Tomatenketchup, Dosentomaten, passierte Tomaten) hatten dabei signifikant höhere durchschnittliche Lycopingehalte als die rohen Tomaten. Der Hauptgrund dafür ist im Wasserverlust während der Verarbeitung von Tomaten zu Tomatenprodukten zu sehen. Außerdem ist Lycopin, welches in der Tomatenmatrix eingebunden vorliegt, relativ resistent gegenüber Abbau- und Isomerisierungsprozessen. Teilweise werden für die Herstellung von Tomatenerzeugnissen auch spezielle lycopinreiche Tomatensorten als Rohmaterial verwendet. Bei Betrachtung der Lycopin-Isomere zeigte sich, dass in allen Proben Lycopin hauptsächlich als (all-E)-Lycopin vorlag und sich das prozentuale Verhältnis von (all-E)-Lycopin zu der Summe aller detektierbaren (Z)-Lycopin-Isomere zwischen den Tomaten, Tomatensäften, Tomatenketchups, Dosentomaten und passierte Tomaten nicht unterschied (93–95% (all-E)-Lycopin, 5–7% (Z)-Lycopin). Die untersuchten Tomatensaucen hatten dagegen einen signifikant höheren Anteil an (Z)-Lycopin-Isomeren, begründet in längeren Erhitzungszeiten in Anwesenheit von Speiseölen. Im Gegensatz zum Lycopin hatten rohe Tomaten höhere β -Carotingehalte als die Tomatenprodukte, was vermuten lässt, dass β -Carotin während der Homogenisierungs- und Erhitzungsprozesse relativ schnell abgebaut wird.

In den untersuchten Tomaten und Tomatenprodukten wurden Vitamin-C-Gehalte zwischen 0,3 mg/100 g und 42,3 mg/100 g ermittelt, wobei die verarbeiteten Tomaten bedingt durch die Instabilität von Vitamin C geringere Gehalte aufwiesen als die rohen Tomaten.

Literatur

1. Agarwal S, Rao AV (2000) *Can Med Assoc J* 163: 739–744.
2. Willcox JK, Catignani GL, Lazarus S (2003) *Crit Rev Food Sci Nutr* 43: 1–18.
3. Böhm V (2001) *J Sep Sci* 24: 955–959.
4. Speitling A, Hüppe R, Kohlmeier M, et al. (1992) in Kübler W, Anders HF, Heeschen W, et al.; VERA Publication Series, 103–105.

Phenylacetaldehyd in Honig – Rückstand oder natürlicher Bestandteil?

K. Beckmann¹, G. Beckh¹, C. Lüllmann¹, K. Speer²

¹Quality Services International GmbH, Bremen

²Institut für Lebensmittelchemie, TU Dresden

In der Ausgabe 04/2004 veröffentlichte die Stiftung Warentest Untersuchungsergebnisse von Honigen des Handels [1]. Dabei wurden sechs Honige aus Süd- bzw. Mittelamerika mit „mangelhaft“ bewertet, da die Gehalte an Phenylacetaldehyd mit 1,0 bis 2,6 mg/kg als erhöht und damit Phenylacetaldehyd als „Rückstand“ anzusehen seien.

Als Rückstand wird Phenylacetaldehyd im Honig betrachtet, wenn er als Bienenvertreibungsmittel zur Erleichterung der Honigernte eingesetzt worden ist [2]. Allerdings kommt Phenylacetaldehyd auch als natürliche Substanz im Honig vor, nämlich als Abbaukomponente der Aminosäure Phenylalanin [3].

Da wenig über die Bildung von Phenylacetaldehyd aus Phenylalanin bekannt ist, wurden ein phenylalaninreicher Akazienhonig und ein phenylalaninreicher Wildblütenhonig aus Mexiko sowie ein Zuckersirup – in reiner Form und mit Phenylalanin dotiert – über insgesamt 14 Wochen unter Raumtemperatur im Dunkeln, unter erhöhter Temperatur (40°C) und unter UV-Licht gelagert. In definierten Abständen wurde dann der Phenylacetaldehydgehalt nach Extraktion der Honige mit tBME mittels GC/MS bestimmt. Diese Methode wurde erarbeitet, da sich die vorgeschlagene Headspace-Methode [4] dahingehend als ungeeignet erwies, dass bereits während der Gleichgewichtseinstellung im Headspace-GC aus Phenylalanin Phenylacetaldehyd gebildet wird.

In Abhängigkeit der Lagerbedingungen veränderten sich die Konzentrationen an Phenylacetaldehyd in den Honigen und dem dotierten Zuckersirup deutlich. So wurden für den Wildblütenhonig mit einem Ausgangsgehalt von schon 2,0 mg/kg nach zwei Wochen Lagerzeit im Dunkeln bei Raumtemperatur ein Gehalt von 3,4 mg/kg gemessen, beim dotierten Zuckersirup nach 14 Wochen bei erhöhter Temperatur sogar 4,9 mg/kg.

Aufgrund dieser Ergebnisse wird deutlich, dass Phenylacetaldehydgehalte in Honigen ab 1,0 mg/kg nicht ohne Kenntnis des Phenylalaningehaltes als Rückstand gewertet werden dürfen.

Die Ergebnisse sind zur Publikation in der Deutschen Lebensmittel-Rundschau vorgesehen.

Literatur

1. Stiftung Warentest (2004) Heft 4: 20–26
2. Kantonslabor Basel (2003) Bericht Nr. 26 : 1–2
3. Deifel A (1989) Chemie in unserer Zeit 23: 25–33
4. Bogdanov S et al (2004) Journal of Apicultural Research 43: 14–16

Zu ausgewählten lebensmittelrechtlichen Aspekten und der analytischen Charakterisierung von Separatorenfleisch

W.-R. Stenzel, A. Hartl
FU Berlin Institut für Lebensmittelhygiene – Wissenschaftliche Einrichtungen VPH

Die VO (EG) 853/2004 mit spezifischen Hygienevorschriften für Lebensmittel tierischen Ursprungs definiert Separatorenfleisch „(1) als ein Erzeugnis, das durch Ablösung des an fleischtragenden Knochen nach dem Entbeinen bzw. an den Geflügelschlachtkörpern haftenden Fleisches auf maschinelle Weise so gewonnen wird, dass die Struktur der Muskelfasern sich auflöst oder verändert wird“. Für ein derartig hergestelltes Separatorenfleisch wird für die (chemische) Charakterisierung der Calciumgehalt als Parameter festgelegt. Ein Grenzwert wird in der VO ausdrücklich nicht festgelegt, sondern gefordert, dass ein Calciumgehalt „nicht wesentlich höher als der Calciumgehalt von Hackfleisch/Faschiertem gilt“. Weiterhin lässt die VO (EG) 853/2004 andere Verfahren zu, die sich von denen unter (1) genannten Bedingungen unterscheiden. Solche Verfahren könnten z.B. mit einer Veränderung/Beeinflussung der Knochenstruktur verbunden sein (Brechen etc.), aus der zwangsläufig eine Erhöhung des Calciumgehaltes im Separat resultiert (bezogen auf einen Calciumgehalt vergleichbar dem von Hackfleisch). Die VO (EG) Nr. 2074/2005

– Festlegung von Durchführungsvorschriften zu den VO (EG) 852/2004; 853/2004; 854/2004; 882/2004 fordert, dass Separatorenfleisch, das nach Verfahren gewonnen wird, die die Struktur der verwendeten Knochen nicht verändern, anders bewertet werden sollte, als solche, bei dessen Gewinnung die Knochenstruktur verändert wird. Separatorenfleisch der ersteren Art, das unter vorgegebenen Bedingungen gewonnen wird und eine bestimmte Zusammensetzung aufweist, sollte in Fleischzubereitungen, die auf keinen Fall ohne vorherige Hitzebehandlung verzehrt werden dürfen, zulässig sein. Diese Bedingungen stehen in Zusammenhang mit dem Calciumgehalt von Separatorenfleisch, der VO (EG) Nr. 853/2004 festgelegt werden sollte. Der in der vorliegenden VO festgesetzte Calciumhöchstgehalt sollte angepasst werden, sobald ausführliche Informationen über Abweichungen infolge der Verwendung unterschiedlicher Arten von Rohmaterial vorliegen. Die VO (EG) Nr. 2074/2005 legt fest, dass der Calciumgehalt 0,1% (=100 mg/100 g oder 1000 ppm) des frischen Erzeugnisses nicht überschreiten darf, der nach standardisierten und international anerkannten Methode zu bestimmen ist.

Die mikrobiologischen Anforderungen an Separatorenfleisch in Fleischerzeugnissen regelt die VO (EG) 2073/2005. Weiterhin ist das Verbot der Verwendung in bestimmten Fleischerzeugnissen (Hackfleisch) zu beachten sowie deren Kennzeichnung bei Verwendung und die Quid-Regelung.

Da insbesondere über Hackfleisch und knochenfreie Fleischteile von Rind, Schwein und Geflügel aktuelle Calciumgehalte nicht vorlagen, wurden über zwei Jahre repräsentativ Bestimmungen vorgenommen sowie als Separatorenfleisch deklarierte Proben in die Untersuchungen einbezogen.

Untersuchungsergebnisse:

11 Landes-Untersuchungsämter erhoben zwischen 2003–2005 433 Proben, die sich wie folgt aufteilen: 83 Rind-, 230 Schwein-

nefleisch, 101 Rinder-/Schweinehack, 19 Geflügelfleisch (16 Huhn, 3 Pute) sowie 11 Proben Separatorenfleisch.

Die analytische Bestimmung von Calcium erfolgte mittels ICP-OES, ICP-MS, AAS sowie Ionenchromatographie. Alle an den Untersuchungen beteiligten Labore sind akkreditiert.

In den Tab. 1 und 2 sind die Untersuchungsergebnisse zusammengefasst. Aus den vorliegenden Daten kann geschlossen werden, dass der Calciumgehalt in knochenfreien Fleischteilen von Rind, Schwein und Geflügel überwiegend ≤ 150 ppm beträgt. Von insgesamt 433 untersuchten Proben wiesen nur 11 oder 2,5% einen Wert ≤ 150 ppm auf.

Schlussfolgerungen:

Der ermittelte Ca-Gehalt in entbeinten Fleischteilen von Rind, Schwein und Geflügel liegt in einem physiologischen Bereich von ≤ 150 ppm. Im Umkehrschluss ist zu erwarten, dass der Calciumgehalt in Hackfleisch, das aus entbeinten Fleischteilen hergestellt wird, – bei guter Herstellungspraxis – nicht höher als 150 ppm liegt. Der ALTS beschloss 2005 auf dieser Datenbasis, dass in Separatorenfleisch, unter Einbeziehung eines oberen Grenzwertes von 50 ppm, der Calciumgehalt 200 ppm nicht übersteigen sollte.

Gemäß der Forderung VO (EG) 853/2004 wird ein Zusammenhang mit dem Calciumgehalt in Separatorenfleisch und Hackfleisch hergestellt, die sich nicht signifikant unterscheiden sollen. Der in der VO (EG) 2074/2005 festgeschriebene Calciumgehalt von 1000 ppm erscheint unter der Maßgabe der vorliegenden Untersuchung als deutlich zu hoch und sollte verifiziert werden.

Der Nachweis einer Verwendung von Separatorenfleisch in Fleischerzeugnissen/zubereitungen über den Calciumgehalt ist nicht sicher möglich.

Hilfsweise könnten quantitative histologische Untersuchungen auf Knochenpartikel Rückschlüsse zulassen und/oder eine

Tab. 1: Calciumgehalt ausgewählter Fleischteile in ppm (mg/kg)

Fleischteile	≤ 150	$\geq 150 \leq 200$	≥ 200
Rind (n = 83)	58	18	7
Schwein (n = 230)	220	8	2
Hackfleisch, Rind/Schwein (n = 101)	89	8	4
Huhn (n = 16)	16	-	-
Pute (n = 3)	3	-	-

Tab. 2: Calciumgehalt von Separatorenfleisch in ppm (mg/kg)

	≤ 150	$\geq 150 \leq 200$	≥ 200
Schwein (n = 6)	1	-	5
Pute (n = 1)	-	-	1
ohne weitere Angabe der Tierart (n = 4)	-	-	4