

## **Toxikologische Beurteilung $\alpha,\beta$ -ungesättigter aliphatischer Aldehyde in Lebensmitteln**

Die Kommission hat am 18./19. April 2002 folgenden Beschluß gefaßt (gekürzte Darstellung):

[...] Infolgedessen hat die SKLM  $\alpha,\beta$ -ungesättigte aliphatische Aldehyde (2-Alkenale), die in Lebensmitteln natürlicherweise weit verbreitet sind und zum Teil als Aromastoffe zugesetzt werden, hinsichtlich ihrer gesundheitlichen Unbedenklichkeit in Lebensmitteln bewertet.

### **1. Vorkommen**

2-Alkenale werden bei Zerstörung der Zellstruktur in vielen pflanzlichen Geweben gebildet. [...] Sie tragen wesentlich zum Aroma von Obst und Gemüse bei. [...]

Kurzkettige Vertreter, wie Acrolein oder Crotonaldehyd, werden außerdem bei Erhitzungs- und Verbrennungsprozessen gebildet und sind deshalb auch in Verbrennungsabgasen, im Tabakrauch und in erhitzten Ölen zu finden.

#### **1.1. Natürliche Gehalte in Lebensmitteln**

Ein bedeutender Vertreter der 2-Alkenale ist **2-Hexenal** (Blätteraldehyd), das als natürliche Aromakomponente in zahlreichen Früchten und Gemüse vorkommt. Relativ hohe Gehalte sind z.B. mit 20-24 mg/kg in Äpfeln (Drawert et al., 1973), 42 mg/kg in Bananen (Gölzer et al., 1996), und 40-150 mg/kg in Endivien (Götz-Schmidt et al., 1986) gefunden worden.

Andere 2-Alkenale wie Acrolein, Crotonaldehyd und 2,6-Nonadienal kommen im allgemeinen in geringeren Mengen vor. **Acrolein** ist in Spirituosen, beispielsweise in Whisky in Gehalten von 0.67-11.1  $\mu\text{g/l}$  und in Rotwein mit bis zu 3.8 mg/kg gefunden worden (Feron et al., 1991). Acrolein kommt auch in zahlreichen Früchten, beispielsweise Himbeeren, Trauben, Erdbeeren und Brombeeren (0.01-0.05 mg/kg) und in Gemüse wie Kohl, Möhren und Tomaten ( $\leq 0.59$  mg/kg), aber auch in tierischen Lebensmitteln wie Fisch (0.1-0.9 mg/kg) und Käse (0.29-1.3 mg/kg) vor (Feron et al., 1991; Collin et al., 1993). Acrolein wird auch in erhitzten Pflanzenölen gebildet (Schuh, 1992). [...]

**Crotonaldehyd** wurde in zahlreichen Gemüse gefunden: z.B. in Kohlarten bis zu 0.1 mg/kg (Maarse et al., 1990), in Wein 0.3 – 0.7 mg/kg (Sponholz, 1982), aber auch in Muscheln bis 11.5 mg/kg (Yasuhara und Morita, 1987).

**2,6-Nonadienal** kommt vor allem in Gurken in Gehalten bis 4.6 mg/kg vor (Schieberle et al., 1990).

#### **1.2. Gehalte in aromatisierten Lebensmitteln**

Die Mengen an 2-Alkenalen, die Lebensmitteln zur Aromatisierung zugesetzt werden, liegen etwa in der gleichen Größenordnung wie die natürlichen Gehalte. [...]

## 2. Exposition

Eine aktuelle Schätzung ergab eine tägliche Aufnahme von 2.9 mg an natürlicherweise in Lebensmitteln vorhandenem **2-Hexenal** pro Person unter Berücksichtigung mittlerer Gehalte und mittlerer Lebensmittelverzehrsmengen sowie von 13.8 mg/Person unter Annahme maximaler Verzehrsmengen (Glaab et al., 2001). Andere Schätzungen ergaben im Mittel 2.0 mg/Person bzw. maximal 10.7 mg/Person und Tag (Eder et al., 1999).

In den USA ist auf der Basis eines anderen Verfahrens, nämlich aus den jährlichen Einsatzmengen zur Aromatisierung von Lebensmitteln und der Zahl der Verbraucher die Summe der täglichen Aufnahme an 2-Alkenalen, 2-Alkenolen und 2-Alkensäuren über aromatisierte Lebensmittel im statistischen Durchschnitt auf 5.3 µg/kg Körpergewicht (Kg) geschätzt worden (entspricht 0.3 mg/Person und Tag; FEMA, 1994). Die tatsächliche Aufnahmemenge wird jedoch maßgeblich durch die individuellen Ernährungsgewohnheiten beeinflusst.

2-Alkenale können jedoch auch endogen beim Lipidstoffwechsel als Folge der Lipidperoxidation gebildet werden, so dass von einer regelmäßigen endogenen Hintergrundexposition des Organismus mit 2-Alkenalen auszugehen ist (Ghissassi et al., 1995; Bartsch et al., 1999; Nair et al., 2000). [...]

## 4. Bewertung

2-Alkenale sind wie andere  $\alpha,\beta$ -ungesättigte Carbonylverbindungen besonders reaktionsfähige Substanzen. Sie reagieren einerseits leicht mit Proteinen und DNA, was zu cytotoxischen und genotoxischen Wirkungen führen kann, werden aber andererseits schnell durch Oxidation oder Reduktion sowie Glutathion-Konjugation detoxifiziert. Darin sind sie mit vielen anderen Naturstoffen vergleichbar, denen der Mensch seit jeher ausgesetzt ist und für die in vielen Fällen effiziente Entgiftungsmechanismen existieren. Die bisher vorliegenden Daten sind für eine vollständige Risikobeurteilung unzureichend. Sie deuten aber darauf hin, dass nur dann, wenn bei genügend hohen Dosen solche Entgiftungsmechanismen überlastet sind, mit Toxizität und unter Umständen mit Genotoxizität zu rechnen ist. Allerdings muß davon ausgegangen werden, dass Dosen, die zu einer solchen Überlastung führen, nicht nur von Substanz zu Substanz, sondern auch zelltyp- und gewebeabhängig variieren.

Die **kurzkettigen 2-Alkenale Acrolein und Crotonaldehyd** sind erheblich toxischer als die längerkettigen Verbindungen. Dies trifft nicht nur für die akute Toxizität zu, sondern vor allem auch für die Toxizität nach wiederholter Verabreichung. [...] Dosen ohne Wirkung lassen sich derzeit für Acrolein und Crotonaldehyd nicht angeben. Dies muß zwar nicht bedeuten, daß die Aufnahme von Acrolein und Crotonaldehyd als natürliche Lebensmittelbestandteile mit einem Risiko verbunden ist, andererseits ist aber auch nicht nachgewiesen, dass ihre zusätzliche Aufnahme als Aromastoff als unbedenklich angesehen werden kann.

Für **längerkettige 2-Alkenale** ist die Situation unterschiedlich. Zumindest in einigen Fällen liegen tierexperimentelle Studien zur subchronischen Wirkung mit Angaben zu unschädlichen Dosierungen vor. Diese liegen erheblich über den bei maximalen Verzehrsmengen zu erwartenden Aufnahmemengen aus Lebensmitteln. Für 2-Hexenal liegt dieser Abstand im Bereich von 2-3 Zehnerpotenzen. [...]

**Die vorliegenden limitierten toxikologischen Daten erlauben auch für die längerkettigen 2-Alkenale noch keine abschließende Bewertung der gesundheitlichen Bedeutung ihrer Aufnahme mit Lebensmitteln. Bisher kann jedoch nicht auf ein erhöhtes gesundheitliches Risiko durch die Aufnahme dieser Stoffe in den gegenwärtig vorliegenden Konzentrationen in Lebensmitteln geschlossen werden. [...]**

Der Beschluß kann über das wissenschaftliche Sekretariat im Original-Wortlaut bezogen werden.

---

**Kontaktadressen:**

Wissenschaftliches Sekretariat der DFG-Senatskommission  
zur Beurteilung der gesundheitlichen Unbedenklichkeit von Lebensmitteln  
[sklm@rhrk.uni-kl.de](mailto:sklm@rhrk.uni-kl.de)