

Der Süßstoff Neohesperidin Dihydrochalkon

Ernährungswissenschaftliche und ernährungsmedizinische Aspekte

Katrin Raschke, Sven-David Müller-Nothmann

Lebensmitteln werden neben Saccharose und anderen herkömmlichen Zuckern auch Süßungsmittel zugesetzt, die rechtlich als Zusatzstoffe zugelassen sind. Hierzu zählen die kalorienfreien oder -armen Süßstoffe. Sie liefern schon in kleinen Mengen eine intensive Süße. Ihre Süßkraft liegt um ein Vielfaches über der von Saccharose (30- bis 3000fach). Sie ist abhängig von Konzentration und Temperatur (18). Neohesperidin Dihydrochalkon (Neohesperidin DC) ist eines der sechs für den Einsatz in Lebensmitteln in der Europäischen Union zugelassenen Süßungsmittel – neben Acesulfam-K, Aspartam, Cyclamat, Saccharin und Thaumatin (19). Es ist als Zusatzstoff E 959 gekennzeichnet.

Geschichte

Das Dihydrochalkon des in Bitterorangen vorkommenden Flavonoids Neohesperidin wurde erstmals 1963 von

R.M. Horowitz und B. Gentili synthetisiert. Zu ihrer Überraschung schmeckte die Substanz nicht bitter wie ihr Ausgangsstoff, sondern süß. Lange Zeit wurde dieser Süßstoff, dessen Süßintensität bis zu 1500-mal stärker ist als die der Saccharose, kaum beachtet. Das hatte mehrere Gründe (1):

- Das Geschmacksprofil von Neohesperidin DC unterscheidet sich stark von dem der Saccharose; die Süße setzt verzögert ein, und es besteht ein mentholartiger Nachgeschmack.
- Die Sicherheitsbeurteilung von Neohesperidin DC konnte zu der Zeit nicht abgeschlossen werden.
- Die Patente für die Verwendung von Neohesperidin DC befanden sich in Besitz des US Department of Agriculture; als Regierungsbehörde konnte es keine exklusiven Lizenzen an die Industrie vergeben.
- Die Produktion aus Neohesperidin wurde durch die Verfügbarkeit des Rohstoffs limitiert. Die alternative

Synthese aus dem Flavanon-Glykosid Naringin (Grapefruit) ist aufwändiger.

Heute bieten sich gänzlich andere Voraussetzungen für den industriellen Einsatz von Neohesperidin DC. Das Wissenschaftliche Komitee der Europäischen Union setzte 1987 einen ADI von 5 mg/kg Körpergewicht für Neohesperidin DC fest. Wegen seiner starken Süßkraft ist diese Menge ausreichend für einen breiten Einsatz des Süßstoffs (1). Zudem werden Süßstoffe heute vorwiegend in Kombination eingesetzt, so dass die benötigten Mengen jedes einzelnen Süßstoffs geringer sind. Daher haben auch Bedenken wegen des Nachgeschmacks an Bedeutung verloren, und die verzögert einsetzende Süße ist nicht mehr von Nachteil. Die ursprünglichen Patente sind abgelaufen und die benötigten Rohstoffe sind in ausreichender Menge vorhanden (1). Die Zulassung als Zusatzstoff in Deutschland erfolgte 1998.

Synthese und Struktur

Flavonoide sind in der Natur weit verbreitete sekundäre Pflanzenstoffe aus der Gruppe der Polyphenole. Die Grundstruktur der Flavonoide bildet ein Ringgerüst, das aus zwei aromatischen Ringen und einem O-heterozyklischen Ring besteht. Die Untergruppen der Flavonoide unterscheiden sich in ihrem Oxidationsgrad und der Substitution des heterozyklischen Ringes. In der Ernährung sind sechs Klassen der Flavonoide relevant: Flavanone, Flavone, Flavonole, Isoflavonoide, Anthocyanidine und Flavanole (29). Flavonoide liegen meist in glykosylierter Form in Früchten, Gemüse, Blättern, Samen und Getreide vor. Vor allem befinden sie sich in den äußeren Schichten der Pflanze wie beispielsweise der Schale, wo sie zu deren Farbe und Geschmack beitragen (4, 5).

Vor allem Zitrusfrüchte enthalten diverse Flavanon-Glykoside, wobei die höchste Konzentration in der Schale vorliegt. Die hauptsächlich vorkom-

Zusammenfassung

Der Süßstoff Neohesperidin DC (E 959) wird aus einem natürlichen Rohstoff hergestellt und eignet sich für den Einsatz in vielen Lebensmitteln, um ihr sensorisches Profil abzurunden. Hierdurch werden insbesondere kalorienreduzierte Produkte attraktiver. Synergistische Effekte mit anderen Süßstoffen reduzieren deren Einsatzmengen. Es eignet sich wegen seiner hohen Verarbeitungsstabilität und seiner geschmackskorrigierenden Eigenschaften auch für den Einsatz in Pharmaka. Der Austausch von Saccharose gegen Süßstoffe ist vor allem in Produkten sinnvoll, in denen große Mengen Zucker eingesetzt werden und so eine hohe Energieaufnahme vermieden werden kann. Der ADI-Wert beträgt 5 mg/kg Körpergewicht.

Schlüsselwörter: Neohesperidin Dihydrochalkon, Süßstoff, ADI

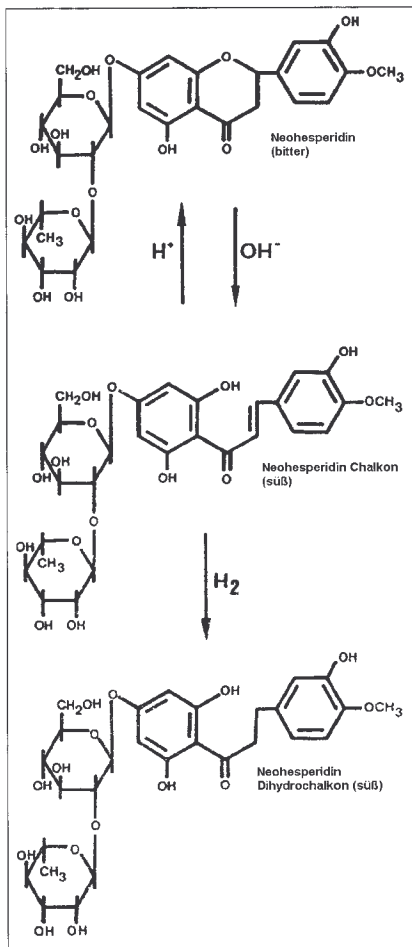


Abb. 1: Synthese von Neohesperidin DC aus Neohesperidin (3)

menden Flavanon-Glykoside sind Naringin aus Grapefruit (*Citrus paradisi*) und Hesperidin aus süßen Orangen (*Citrus sinensis*), die vor allem in der Pharmazie und der Lebensmittelindustrie als Bittersubstanzen eingesetzt werden (4, 5).

Die Ausgangssubstanz für Neohesperidin DC ist das Flavanon Neohesperidin, das in der bitteren Sevilla-Orange (*Citrus aurantium*) enthalten ist (4, 5). Die chemische Formel für Neohesperidin DC lautet C₂₈H₃₆O₁₅. Sein Molekulargewicht beträgt 612 (7).

Bei der Herstellung von Neohesperidin DC aus Neohesperidin erfolgt im alkalischen Milieu eine Ringöffnung, darauf folgt eine Hydrierung (Abb. 1). Die Synthese ist auch aus Naringin möglich (1). Diese Methode ist jedoch komplizierter.

Geschmackliche Eigenschaften

Jeder Süßstoff hat sein eigenes Geschmacksprofil. Bei niedrigen Konzentrationen steht der süße Geschmack im Vordergrund, bei höherer Konzentration (Süßempfinden entsprechend etwa 1–3% Zucker) kommen spezifische Nebengeschmäcke, z.B. bitter, metallisch o.ä., hinzu. Ab einer bestimmten Schwellendosis wird die Süßintensität nicht mehr oder nur geringfügig gesteigert, der Beigeschmack nimmt jedoch zu (18).

Zudem bestehen zahlreiche Wechselwirkungen zwischen Süßstoffen und anderen Geschmacksstoffen. Durch Einsatz von Süßstoffen können bestimmte Geschmacksstoffe intensiviert und verbessert, andere maskiert werden (18). Heute werden häufig drei oder vier Süßstoffe gleichzeitig in einem Lebensmittel eingesetzt, um diese Wechselwirkungen optimal zu nutzen. So wird ein saccharoseähnliches Süßprofil erzeugt, Nach- und Nebengeschmäcke werden maskiert, die Stabilität erhöht und die Kosten reduziert. Zudem wird so die tägliche Aufnahme eines bestimmten Süßstoffes gering gehalten (4, 18).

In Kombination mit anderen Süßstoffen bietet Neohesperidin DC in geringen Mengen deutliche Vorteile: es erhöht synergistisch die Süße, führt somit zu einer Kostenersparnis und hat Einfluss auf die Geschmacksqualität, -verstärkung und -korrektur.

Süßempfindung und Struktur

Die Süßempfindung wird durch eine bestimmte räumliche Anordnung des Moleküls ausgelöst, für die es passende Geschmacksrezeptoren auf der Zunge gibt. Neohesperidin DC hat die Form eines »J«, wobei der Dihydrochalkon-Teil des Moleküls nur zum Teil ausgestreckt vorliegt (25).

Süßprofil und Süßintensität

Die Süße der Saccharose setzt schnell ein, fällt ebenso schnell wieder ab und hinterlässt fast keinen Nachgeschmack. Das Süßprofil von Neohesperidin DC ist charakterisiert durch ein leicht ver-

zögertes Einsetzen der Süße und ein langes Andauern der Süßempfindung. Hinzu kommt in höheren Konzentrationen ein Nachgeschmack, der als menthol- oder lakritzartig beschrieben wird. Wegen dieser Eigenschaften ist es als Einzelsüßstoff ungeeignet. Seine sensorischen Eigenschaften können durch Zusatz anderer Süßstoffe, verschiedener Geschmacksstoffe oder anderer geschmacksbeeinflussender Zusatzstoffe wie Gluconate, Aminosäuren und Nucleotide beeinflusst werden (1).

Wie bei anderen Süßstoffen verringert sich die relative Süße von Neohesperidin DC mit steigender Konzentration: So ist es etwa 1800-mal süßer als Saccharose, wenn es an der Wahrnehmungsgrenze getestet wird. Verglichen mit einer 5-prozentigen Saccharose-Lösung ist es nur noch 250-mal süßer (8). In anderen Studien wurde von einer noch höheren Süßkraft berichtet (1, 4, 23).

In Erdbeerrjoghurt wurde eine Konzentration von 20 ppm (parts per million) Neohesperidin DC in ihrer Süßqualität ähnlich dem Einsatz von 1300 ppm Cyclamat oder 180 ppm Saccharin eingeschätzt (1). Koffein erhöht die Süße von Neohesperidin DC signifikant (22).

Bei wiederholtem Genuss eines Geschmacksstoffes tritt häufig eine Gewöhnung ein, was zu einer Abschwächung der empfundenen Geschmacksintensität führt. Dieser Effekt wird als Adaptation bezeichnet. Bei Acesulfam-K und Natrium-Saccharin ist die Adaptation hoch, bei Neohesperidin DC ist sie sehr gering (24).

Eigenschaften als Geschmacksverstärker und Geschmackskorrigens

Meist führen süßende Stoffe zusätzlich zu einer Verstärkung anderer Geschmackskomponenten oder einer anderen Geschmacksveränderung. Diese sind zum Teil abhängig von dem jeweiligen Süßungsmittel. Für verschiedene Süßstoffe wurde dies festgestellt (12).

In geringen Mengen von 1–5 ppm, bei denen Neohesperidin DC noch keinen süßen Geschmack entfaltet, werden bereits geschmacksverstärkende und modifizierende Eigenschaften fest-

gestellt, ebenso wie ein verbessertes Mundgefühl (4). Daher wird Neohesperidin DC in diesen geringen Mengen als Geschmacksverstärker und Geschmackskorrigens eingesetzt (11).

In einer 1993 durchgeführten Studie wurde Neohesperidin DC in einer breiten Palette von Produkten eingesetzt, unter anderem in Sojamilch, Tomatenketchup, fettreduzierter Margarine und Limonade. Dabei wurde in allen Proben durch den Zusatz von Neohesperidin DC eine sensorische Veränderung festgestellt, die meisten davon positiv (12). Die Eigenschaften von Neohesperidin DC umfassen

- ▢ Verminderung von bitteren, sauren, adstringierenden und kühlenden Geschmacksnuancen (11, 12).
- ▢ Verstärkung fruchtiger und blumiger Noten; die Empfindungsschwelle für Naringin und Limonin wird gesenkt (4).
- ▢ Vanille- und Schokoladengeschmäcker in zuckerfreien Desserts werden verstärkt (3).
- ▢ In Tomatenketchup wurden saure, salzige und würzige Aromaeindrücke vermindert, Tomatengeschmack und -aroma jedoch verstärkt (12).
- ▢ Verbessertes Mundgefühl (Cremigkeit) und Körper (Getränke schmecken weniger wässrig), wahrscheinlich durch die Erzeugung des Geschmackseindrucks von Saccharose (12).
- ▢ Verstärkung von Geruchsnuancen (12).
- ▢ Reduktion des Nachgeschmacks von Aspartam, der Bitterkeit hoher Konzentrationen von Acesulfam-K, ebenso des metallischen Nachgeschmacks von Saccharin (7).

Insgesamt steigt die geschmackliche Beliebtheit von Produkten, wenn sie mit Neohesperidin DC versetzt werden (11, 12). Grapefruitsaft, der 380 ppm Naringin und 5,1 ppm Limonin enthielt, schmeckte 33% der Testpersonen, 38% dagegen nicht. Nach Zugabe von 12 ppm Neohesperidin DC schmeckte er 76% der Testpersonen, nur 5% mochten ihn nicht (1). Besonders geeignet ist Neohesperidin DC wegen

seiner spezifischen Eigenschaften für den Einsatz in

- ▢ Kaugummi, Zahnpasta, Mundspülungen (wegen seines lang anhaltenden süßen Geschmacks): in diesen Produkten ist der mentholartige Nachgeschmack nicht von Nachteil (1, 4).
- ▢ Zitrusgetränken: die fruchtigen Noten und unterliegende, nur schwach wahrnehmbare Geschmacksnuancen werden hervorgehoben, während die dominanten Säurennoten und Bitterkeit abgeschwächt werden (3), so dass ein ausgewogener Geschmack entsteht.
- ▢ zuckerfreien und kalorienreduzierten Produkten: durch Zusatz von Neohesperidin DC lässt sich eine bessere Akzeptanz erzeugen (3).
- ▢ Arzneimitteln: es kann Bitterstoffe lang anhaltend maskieren (5).

Der Mechanismus, über den Neohesperidin DC diese Eigenschaften bewirkt, ist bislang unbekannt. Wahrscheinlich ist die Hauptwirkung die Reduktion von Bitternuancen. Schon eine geringe Reduktion der empfundenen Bitterkeit kann zur Wahrnehmung vorher maskierter Geschmäcke führen (6, 11).

Einsatzmengen

Wegen seiner intensiven und lang anhaltenden Süßkraft wird Neohesperidin DC normalerweise in Konzentrationen unter 100 ppm eingesetzt. Lediglich für den Einsatz in Kaugummi werden höhere Mengen benötigt, da hieraus Neohesperidin DC langsamer freigesetzt wird. Für den Einsatz in Soft Drinks werden 20 ppm in Kombination mit anderen Süßstoffen empfohlen. In Joghurt kann Neohesperidin DC in einer Konzentration bis zu 42 ppm eingesetzt werden. Bei höheren Konzentrationen wird durch den anhaltenden Nachgeschmack die Akzeptanz reduziert (1).

Physikalische Eigenschaften, Stabilität

Neohesperidin DC ist ein nicht flüchtiges und nicht hygroskopisches, weißkristallines Pulver. Die Haltbarkeit des kristallinen Neohesperidin DC scheint nahezu unbegrenzt zu sein. Nach einer Lagerung von sechs Jahren zeigten sich keine Veränderungen von Proben und keine Anzeichen von Zersetzung. Auch nach einer Lagerung unter Luftzutritt bei 38 °C für die Dauer eines Monats wurde keine Zersetzung beobachtet (1). Die Stabilität unter trockenen Bedingungen ist vor allem wichtig für die Lagerung, aber auch für den Einsatz in Tafelsüßen oder als Bestäubung, beispielsweise bei Kaugummi.

Löslichkeit

Wie andere Zitrusflavonoide ist Neohesperidin DC schlecht wasserlöslich. Seine Löslichkeit in destilliertem Wasser beträgt 0,4–0,5 g/l bei Raumtemperatur. Bei 80 °C erhöht sich die Löslichkeit sprunghaft auf über 650 g/l (1, 4, 5). Neohesperidin DC ist auch löslich in Alkohol und wässrigen Alkalilösungen, aber unlöslich in Äther, Äthylacetat, Hexan und Mineralsäuren (4). In Ethanol-Wasser-Mischungen zeigt Neohesperidin DC eine bessere Löslichkeit als in Wasser oder Ethanol allein (1). Natrium- und Calciumsalze von Neohesperidin DC haben eine Löslichkeit von über 1 g/ml (4).

Die Löslichkeit von Neohesperidin DC in wässrigen oder alkoholischen Flüssigkeiten ist jedoch ausreichend für die meisten Anwendungen im Lebensmittel- und Pharmaziebereich (1, 5). Die Löslichkeit kann noch erhöht werden, indem Neohesperidin DC in Glycerin, Propylenglykol und deren Mischungen mit Wasser gelöst wird (1, 4).

Stabilität

Die Stabilität eines Stoffes ist ein wichtiges Kriterium für seine Anwendbarkeit und die Einsatzgebiete. Neben Geschmack und Wirtschaftlichkeit sind die technologischen Eigenschaften wie Löslichkeit, Verarbeitungs-, Lager-,

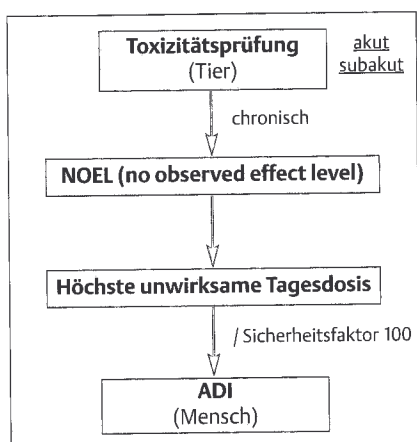
Hitze- und Säurestabilität für den Einsatz eines Süßstoffes von Bedeutung.

Neohesperidin DC ist stabil in wässrigen Lösungen, vor allem im Bereich von pH 2–6 (3). Im alkalischen Milieu ist Neohesperidin DC wie andere Flavonoide nur kurzzeitig stabil (4, 5).

- Stabilitätsstudien zeigten, dass bei der Lagerung von Lösungen mit Neohesperidin DC über mehrere Jahre unter Lichtexposition kaum ein Unterschied der Süße feststellbar war (1). Auch unter erhöhten Temperaturen ist es stabil (3).
- Erst nach einer Lagerung für zwei Wochen bei 50 °C, für 24 Stunden bei 75 °C und für 60 Minuten bei 100 °C wird eine Hydrolyse von Neohesperidin DC nachweisbar (1).
- Unter Pasteurierungsbedingungen (75 °C für 30 Minuten oder 100 °C für eine Minute) wurde in wässrigen Modellsystemen mit gepufferten Lösungen bei pH 3–7 keine hydrolytische Zersetzung beobachtet (1).

Auch unter Prozessierungs- und Lagerungsbedingungen wurde die Stabilität von Neohesperidin DC untersucht, beispielsweise:

- Ultrachocherhitzung einer Milch mit Geschmack (3).
- Pasteurisierung von Fruchtsäften und -nektaren bei 90 °C für 15 Sekunden.



△ **Abb. 2: Konzept zur Entwicklung von ADI-Werten (27)**

- Lagerung einer kohlenensäurehaltigen Limonade für ein Jahr bei Raumtemperatur, sowohl bei Licht als auch in der Dunkelheit, sowie nach 3monatiger Lagerung bei 40 °C (14).
- Herstellung einer Konfitüre mit einer Hitzebehandlung von 102–106 °C für 35–40 Minuten und folgende Lagerung für 18 Monate bei Raumtemperatur (26).
- durchschnittliche Haltbarkeit (6 Monate) wässriger Zubereitungen (1).

Metabolismus

Die Verwertung und der Abbau von Neohesperidin DC im menschlichen Körper entsprechen dem Metabolismus anderer Flavonoide (18). Wie bei allen Nahrungsflavonoiden ist die Aufnahme von intaktem Neohesperidin DC aus dem Duodenum begrenzt. Die nicht in die Blutbahn aufgenommenen, im Darm verbleibenden Flavonoide werden wahrscheinlich durch die intestinale Flora zu verschiedenen Phenolsäuren abgebaut.

Glykosidasen der intestinalen Mukosa oder der Bakterienflora spalten die glykosidische Seitenkette von Neohesperidin DC ab, so dass Hesperidin DC entsteht, das zu einem beträchtlichen Teil resorbiert wird. Das absorbierte Hesperidin DC wird zum Teil unverändert über die Gallenflüssigkeit ausgeschieden und zum Teil zu Phloroglucinol und Dihydroisoferulasäure metabolisiert. Diese Abbauprodukte können weiteren metabolischen Veränderungen unterliegen und werden schließlich über den Urin ausgeschieden. Diese zwei primären Metabolite von Neohesperidin DC sind bekannt: Phloroglucinol entsteht ebenfalls beim Abbau von Hesperidin, Naringin, Katechin und ähnlichen Stoffen, die natürlicherweise in Pflanzen vorkommen und in geringen Mengen mit der Nahrung aufgenommen werden. Dihydroisoferulasäure und Isoferulasäure werden als Metaboliten im Urin nach Kaffeegenuss gefunden (1).

Neohesperidin DC ist also nicht völlig kalorienfrei: Sein Energiegehalt

beträgt 2 kcal/g (7). Wegen der sehr geringen Einsatzmengen ist dies vernachlässigbar.

Toxikologie

Süßstoffe gehören lebensmittelrechtlich zu den Zusatzstoffen. Sie dürften erst nach ausdrücklicher Zulassung durch den Gesetzgeber in Lebensmitteln eingesetzt werden. Auch die Lebensmittelkategorien und die Mengen, in denen der Süßstoff eingesetzt werden darf, werden gesetzlich geregelt. Die Zulassung kann erst erfolgen, wenn von wissenschaftlichen Beratergremien die Sicherheit eines Zusatzstoffes zweifelsfrei bestätigt worden ist (18). In Deutschland erlaubt der Gesetzgeber für zahlreiche, in der Zusatzstoffzulassungsverordnung aufgeführte Lebensmittel(gruppen) Höchstmengen zwischen 10 und 150 mg/kg bzw. mg/l, für sehr kleine Süßwaren ohne Zuckerzusatz zur Erfrischung des Atems (Kaugummi, Lutschpastillen etc.) bis 400 mg/kg.

Die lebensmittelrechtliche Zulassung eines Süßstoffes ist mit der Bestimmung eines ADI-Wertes verbunden (ADI = Acceptable daily intake). Der ADI-Wert beschreibt die maximale Menge eines Lebensmittelzusatzstoffes, die lebenslang täglich ohne Bedenken aufgenommen werden kann. In der Regel wird dieser Wert in tierexperimentellen Langzeitstudien ermittelt und dann auf den menschlichen Organismus umgerechnet, wobei zusätzliche Sicherheitsspannen beachtet werden (**Abb. 2**).

Acesulfam	9 mg/kg KG
Aspartam	40 mg/kg KG
Cyclamat	7 mg/kg KG
Neohesperidin DC	5 mg/kg KG
Saccharin	5 mg/kg KG
Thaumatin	GRAS-Status (generally recognized as safe)

△ **Abb. 3: ADI-Werte in Europa (Auswahl) (27)**

Die metabolischen und toxikologischen Eigenschaften von Neohesperidin DC wurden in zahlreichen Studien untersucht (1, 2, 10, 13, 20, 28). Auch bei der höchsten Testdosis von 1–2 g/kg Körpergewicht wurden keine negativen Effekte beobachtet (1). Basierend auf einer Studie an Ratten, bei der eine letale Dosis von 500 mg/kg KG festgestellt wurde, legte man eine Menge bis 5 mg/kg KG als unbedenklich fest (5). Für Neohesperidin DC gilt in Europa der ADI-Wert von 5 mg/kg Körpergewicht.

Dipl. oec. troph. Katrin Raschke

Sven-David Müller-Nothmann

Die Gesellschaft für Ernährungsmedizin und Diätetik e.V.

Mariahilfstr. 9

52062 Aachen

info@svendavidmueller.de

Literatur

- 1 Bär A, Borrego F, Benavente O, Castillo J, del Rio JA: Neohesperidin dihydrochalcone: properties and applications. *Lebensm.-Wiss. u. -Technol.* 1990; 23: 371–376.
- 2 Batzinger RP, Ou SY, Bueding E: Saccharin and other sweeteners: mutagenic properties. *Science* 1977; 198: 944–946.
- 3 Borrego F, Canales I: Characteristics and uses of Citrosa, the new sweetener from citrus fruits. *Food Tech Europe* 1995; 84–85.
- 4 Borrego F, Canales I, Lindley MG: Neohesperidin dihydrochalcone: state of knowledge review. *Z Lebensm Unters Forsch* 1995; 200: 32–37.
- 5 Borrego F, Montijano H: Anwendungsmöglichkeiten des Süßstoffs Neohesperidin Dihydrochalcon in Arzneimitteln. *Pharm Ind* 1995; 57: 880–882.
- 6 Canales I, Borrego F, Lindley MG: Neohesperidin dihydrochalcone stability in aqueous buffer solutions. *J Food Sci* 1993; 58: 589–591 + 643.
- 7 Citrosa®. Firmeninformation der E. Denk Feinchemie GmbH, München.
- 8 Guadagni DG, Maier VP, Turnbaugh JH: Some factors affecting sensory threshold and relative bitterness of limonin and naringin. *J Sci Food Agric* 1974; 23: 1199–1205.
- 9 Kroeze JH: Neohesperidin dihydrochalcone is not a taste enhancer in aqueous sucrose solutions. *Chemical Senses* 2000; 25: 555–559.

Summary

The intense sweetener neohesperidin dihydrochalcone from a dietetic point of view

The intense sweetener neohesperidin DC, made from a natural substance, is suitable for use in a wide range of food products, to round and balance their sensory profile. Synergy properties with other sweeteners reduce the required amounts. Particularly calorie-reduced products can be made more acceptable. Neohesperidin DC is also suitable for use in pharmaceuticals because of his high stability and flavour-modifying properties. Substitution of sucrose with other sweeteners is particularly useful in products, where high amounts of sugar are used, so that the consumption of these products helps to avoid high-energy intake. By use of neohesperidin DC in combination with other sweeteners, a more sucrose-like sensory profile can be created. The acceptable daily intake is 5 mg/kg body weight.

Key words

Neohesperidin dihydrochalcone, sweetener, ADI

- 10 Lina BA, Dreef-van der Meulen HC, Leegwater DC: Subchronic (13-week) oral toxicity of neohesperidin dihydrochalcone in rats. *Food Chem Toxicol* 1990; 28: 507–513.
- 11 Lindley MG, Borrego F, Canales I: Neohesperidin dihydrochalcone. A potent sweetener and flavour enhancer from citrus fruit. *Gordian* 1992; 1909: 174–176.
- 12 Lindley MG, Beyts PK, Canales I, Borrego F: Flavor modifying characteristics of the intense sweetener neohesperidin dihydrochalcone. *J Food Sci* 1993; 58: 592–594.
- 13 MacGregor JT, Wehr CM, Manners GD, et al.: In vivo exposure to plant flavanols. Influences on frequencies of micronuclei in mouse erythrocytes and sister-chromatid exchange in rabbit lymphocytes. *Mutat Res* 1983; 124: 255–270.
- 14 Montijano H, Borrego F, Tomás-Barberán FA, Lindley MG: Stability of neohesperidine dihydrochalcone in a lemonade system. *Food Chemistry* 1997; 58: 13–15.
- 15 Montijano H, Coll MD, Borrego F: Assessment of neohesperidine DC stability during pasteurization of juice-based drinks. *Int J Food Sci Technol* 1996; 31: 397–401.
- 16 Montijano H, Tomás-Barberán FA, Borrego F: Stability of the intense sweetener neohesperidine DC during yogurt manufacture and storage. *Z Lebensm Unters Forsch* 1995; 201: 541–543.
- 17 Montijano H, Tomás-Barberán FA, Borrego F: Accelerated kinetics study of neohesperidine DC hydrolysis under conditions relevant to high-temperature-processed dairy products. *Z Lebensm Unters Forsch A* 1997; 204: 180–182.
- 18 Mund H: Süßstoffe: Chemie, Zulassung, Geschmacksprofile. In: *Expertengespräch »Süßstoffe in der Diätetik«*. VitaMinSpur 2001; 16 (Suppl.2): 4–6.
- 19 Richtlinie 94/35/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Süßmittel, die in Lebensmitteln verwendet werden dürfen.
- 20 Sahu RK, Basu R, Sharma A: Genetic toxicological testing of some plant flavonoids by the micronucleus test. *Mutat Res* 1981; 89: 69–74.
- 21 Schiffman SS, Booth BJ, Carr BT, et al.: Investigation of synergism in binary mixtures of sweeteners. *Brain Res Bull* 1995; 38: 105–120.
- 22 Schiffman SS, Diaz C, Beeker TG: Caffeine intensifies taste of certain sweeteners: role of adenosine receptor. *Pharmacol Biochem Behav* 1986; 24: 429–432.
- 23 Schiffman SS, Reilly DA, Clark TB: Qualitative differences among sweeteners. *Physiol Behav* 1979; 23: 1–9.
- 24 Schiffman SS, Pecore SD, Booth BJ, et al.: Adaptation of sweeteners in water and in tannic acid solutions. *Physiol Behav* 1994; 55: 547–559.
- 25 Shin W, Kim SJ, Shin JM, Kim SH: Structure-taste correlations in sweet dihydrochalcone, sweet dihydroisocoumarin, and bitter flavone compounds. *J Med Chem* 1995; 38 (21): 4325–4331.
- 26 Tomás-Barberán FA, Borrego F, Ferreres F, Lindley MG: Stability of the intense sweetener neohesperidine dihydrochalcone in blackcurrant jams. *Food Chemistry* 1995; 52: 263–265.
- 27 Volkert D, Stehle P: Süßstoffe aus ernährungsmedizinischer Sicht. In: *Expertengespräch »Süßstoffe in der Diätetik«*. VitaMinSpur 2001; 16 (Suppl.2): 6–7.
- 28 Waalkens-Berendsen DH, Kuilman-Wahls ME, Bar A: Embryotoxicity and teratogenicity study with neohesperidin dihydrochalcone in rats. *Regul Toxicol Pharmacol* 2004; 40: 74–79.
- 29 Watzl B, Rechkemmer G: Flavonoide. *Ernährungs-Umschau* 2001; 48: 499–503.