

Zeitschrift: Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène

Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit

Band: 83 (1992)

Heft: 1

Artikel: Vitamine als Zusatzstoffe in der Lebensmittelindustrie = Vitamins as additives in the food industry

Autor: König, Simone

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-982246>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 30.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Simone König, F. Hoffmann-La Roche AG, Basel

Vitamine als Zusatzstoffe in der Lebensmittelindustrie

Vitamins as Additives
in the Food Industry

Einleitung

Vitamine sind heute für viele Menschen ein Begriff. In erster Linie wird mit ihnen die ernährungsphysiologische Bedeutung in Verbindung gebracht. Einige Vitamine und Provitamine verfügen zudem über interessante Eigenschaften, die sie für eine Reihe von Anwendungen zu nützlichen Zusatzstoffen machen. Der Massstab, in dem sie heute industriell hergestellt werden, ihr hoher Reinheitsgrad sowie ihre offensichtliche Unbedenklichkeit machen ihren Einsatz aus technologischen Gründen möglich. Beispiele von Anwendungen, deren Zweck nicht primär die Verbesserung des Nährwertes ist, umfassen Provitamin A (Beta-Carotin) und verwandte Substanzen sowie Riboflavin (Vitamin B₂) für Färbezwecke; Ascorbinsäure (Vitamin C) und ihre Salze, die Ascorbate, sowie Tocopherol (Vitamin E) gelten als unbedenkliche Antioxidantien.

Ascorbinsäure bildet eine Klasse für sich; sie kann technisch in der Photographie Anwendung finden, in der Herstellung von Plastik, bei der Behandlung von Wasser usw. In Lebensmitteln wird sie als Antioxidans eingesetzt, als Reduktionsmittel wie auch als Oxidationsmittel.

Ascorbinsäure und Tocopherol als Antioxidantien

Antioxidantien und Oxidationsvorgänge

Die Evolution von aerobem Leben begann vor einigen Milliarden Jahren. Sie wurde durch das Auftreten von molekularem Sauerstoff in unserer Atmosphäre

eingeleitet. Sauerstoff war ein Nebenprodukt der Photosynthese von Algen. Ein Überleben der existierenden Organismen – sie lebten anaerob – war nur möglich durch die Entwicklung von Massnahmen gegen die toxische Wirkung von Sauerstoff. Einige dieser Schutzmechanismen basieren auf den Wirkungen der Vitamine C und E. Sie haben in vivo einen antioxidativen Effekt. Dieser kann auch in vitro ausgenützt werden, vor allem für die Stabilisierung von Lebensmitteln. Dort wird Oxidation als ein allgemeiner Begriff verstanden, zu dem verschiedene spezifische Definitionen gehören. Oxidation kann bei vielen Lebensmittelkomponenten vorkommen, z.B. bei Proteinen, Vitaminen, Mineralien, Lipiden, Aromen und Farben.

Oxidationsvorgänge in wässrigen Systemen

Es handelt sich dabei um Red-Ox-Vorgänge. Ascorbinsäure wird durch Oxidation zu Dehydroascorbinsäure und umgekehrt.

In wässrigen Systemen lassen sich diese Vorgänge oft mit den Redoxpotentialen der beteiligten Substanzen erklären: Beim Vergleich der Redoxpotentiale zweier Substanzen wird diejenige mit dem höheren Redoxpotential reduziert, diejenige mit dem niedrigeren wird oxidiert. Folglich sind Substanzen mit niedrigem Redoxpotential als Antioxidantien geeignet. Anstelle des zu schützenden Stoffes wird das Antioxidans bevorzugt oxidiert.

Oxidationsvorgänge in fetten und trockenen Systemen

Die Oxidation einer grossen Zahl organischer Substanzen in fetten und trockenen Systemen durch Luftsauerstoff lässt sich nicht über Redoxpotentiale erklären. Es handelt sich um einen spontanen Prozess, der als Autoxidation bezeichnet wird.

Der Verderb von Fetten

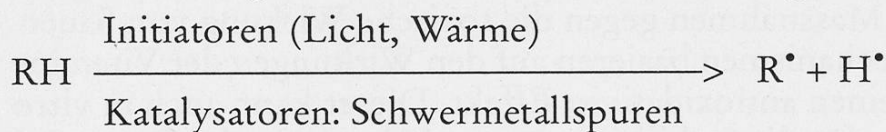
Das Problem des Fettverderbs existiert, seit der Mensch begann, fetthaltige Vorräte anzulegen. Fehlgeschmack und -geruch in ungeschützten Lebensmitteln nennt man üblicherweise Ranzigkeit. Sie wird nicht nur als unangenehm empfunden, sondern kann auch eine ernährungsphysiologische Wertminderung mit sich bringen. (Abbau wichtiger Stoffe wie Vitamine, essentieller Fettsäuren, Entstehung gesundheitsschädlicher Oxidationsprodukte.)

Es können drei Arten von Fettverderb beobachtet werden: Verseifung, Polymerisation und Autoxidation. Letztere hat im Zusammenhang mit Lebensmitteln die grösste Bedeutung. Sie läuft in drei Phasen ab:

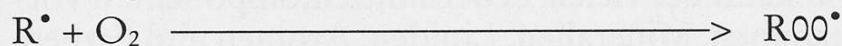
1. Initiationsphase
2. Propagationsphase
3. Terminationsphase

Diese drei Phasen sind eindeutig definiert. Während der Initiation verändern sich Parameter und Eigenschaften des entsprechenden Fettes kaum. Beginnt jedoch die Propagation, so setzen Veränderungen rasch ein (2).

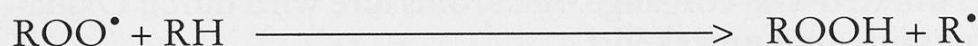
Während der *Initiationsphase* werden durch den Verlust eines Wasserstoffatoms freie Radikale gebildet, die sehr reaktionsfreudig sind:



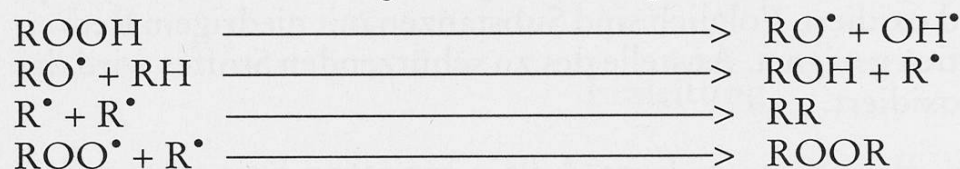
In der *Propagationsphase* reagieren die freien Radikale mit Sauerstoff unter Bildung von Peroxidradikalen:



Peroxidradikale haben die Fähigkeit, weitere Moleküle anzugreifen. Dies führt zur Bildung von Peroxiden und neuen freien Radikalen. Es setzt eine Kettenreaktion ein:



In der letzten Phase, der *Termination*, beobachtet man Peroxidzerfall unter Bildung neuer Radikale, Entstehung von Ketonen und Aldehyden (Geruch) und schliesslich die Bildung stabiler Abbauprodukte:



usw.

Im Normalfall ist vor allem die Länge der Initiationsphase von Interesse. Hier sind die sensorischen Eigenschaften noch nicht verändert. Bei Stabilitätsprüfungen sind somit immer jene Parameter zu erfassen, die das Ende der praktischen Brauchbarkeit, d.h. der Initiationsphase, anzeigen.

Ascorbinsäure, Ascorbylpalmitat und Tocopherol

Ascorbinsäure

Betrachtet man eine organische Säure als eine Verbindung mit einer Carboxylgruppe, so ist Ascorbinsäure keine eigentliche Säure. Ihrer Struktur als Endiol in einem Lactolring verdankt sie vielmehr die Möglichkeit, dass in wässriger Lösung ein Wasserstoffion abdissoziiert. Dies führt zur sauren Reaktion. Statt des Wasserstoffions kann ein Kation aufgenommen werden, was die Bildung von Salzen erlaubt, darunter als bekanntestes das Natriumascorbat. Natriumascorbat reagiert in wässriger Lösung neutral, seine chemische Reaktionsfähigkeit entspricht der der Ascorbinsäure.

Ascorbinsäure ist ein wirksamer Sauerstofffänger. Sie ist wohl das am weitesten verbreitete natürlich vorkommende Antioxidans in wässrigen Systemen. Sie ist hydrophil und somit unlöslich in Fetten. Da aber Fette, die in den meisten Lebensmitteln vorkommen, sehr zur Oxidation neigen, ist ein guter Kontakt zwischen Antioxidans und Fett eine Voraussetzung für die Wirksamkeit. Durch Veresterung

der Ascorbinsäure mit Palmitinsäure entsteht ein fettlösliches Ascorbinsäure-Antioxidans, das Ascorbylpalmitat (5).

Ascorbylpalmitat

Ascorbylpalmitat und vor allem seine wasserlöslichen Salze sind starke Emulgatoren. Mit steigendem pH-Wert jedoch nimmt die Stabilität rapide ab. Die antioxidative Wirkung von Ascorbylpalmitat nimmt mit steigender Konzentration zu. Im Gegensatz zu anderen Antioxidantien (Alpha-Tocopherol, BHA, BHT) ist kein prooxidativer Effekt bekannt.

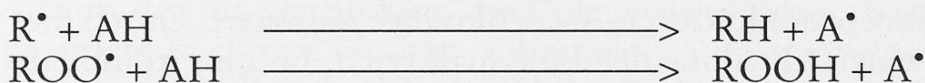
Tocopherole

Alpha-Tocopherol ist eines der Antioxidantien, die natürlicherweise in Pflanzen vorkommen. In den Samen hat es die Funktion, das Pflanzenfett vor Oxidation zu schützen. Alpha-Tocopherol schützt auch das Körperfett vor Oxidation.

Vier Tocopherole findet man in der Natur: Alpha-, Beta-, Gamma- und Delta-Tocopherol. Sie weisen alle eine unterschiedliche Aktivität als Vitamin E auf. Die antioxidativen Eigenschaften stehen jedoch in keinem Zusammenhang zur biologischen Aktivität der Tocopherole. Vielmehr spielt hier die freie Hydroxylgruppe eine Rolle.

Wirkungsmechanismus der Antioxidantien

Praktisch stehen uns als Antioxidantien nur Sauerstofffänger und Radikalfänger zur Verfügung. Die Radikalfänger entfernen oder inaktivieren Radikale und unterbrechen die Kettenreaktion, indem sie ein Wasserstoffradikal auf ein Peroxid- oder Kohlenwasserstoffradikal übertragen. Dies führt zum Kettenabbruch:



Das Antioxidans nimmt die Aktivierungsenergie auf, ohne sie weiterzugeben, wobei freie Radikale gebildet werden. Das entstehende Antioxidansradikal kann entweder selbst oder mit einem Substratradikal reagieren oder aber Dimere bilden, welche teilweise wiederum antioxidativ wirksam sind. Das Antioxidans selbst wird zerstört. Sein Abbau erfolgt während der Induktionsperiode; nach Verbrauch des Antioxidans tritt eine rasche Zunahme der Peroxidbildung ein (5).

Ascorbinsäure: weitere technologische Anwendungen

In wässrigen Systemen ist Ascorbinsäure das wichtigste Vitamin, das zu technologischen Zwecken angewendet wird. Sie kommt hauptsächlich aus folgenden Gründen zum Einsatz:

1. Sie wirkt als Antioxidans und Stabilisator in vielen Getränken und Lebensmitteln.

2. Sie hilft bei der Pökellung von Fleisch.
3. Sie verbessert die Backeigenschaften von Mehl.
4. Sie ist eine physiologische Substanz, die man in allen lebenden Geweben findet. Sie kommt in vielen Früchten und Gemüsen in relativ grossen Mengen vor (5).

Fruchtsäfte, Früchte und Gemüse

Bei Früchten und Gemüsen spielt Ascorbinsäure bei der Kontrolle der enzymatischen Bräunung eine wichtige Rolle. Damit diese Art von Bräunung überhaupt auftritt, müssen die drei Komponenten Enzym, Substrat und Sauerstoff zusammentreffen. Wird eine davon eliminiert oder an der Reaktion gehindert, so tritt keine enzymatische Oxidation und Bräunung ein. In vielen Fällen gibt es eine natürliche Kontrolle: entweder fehlt das Enzym oder das Substrat. So weisen z.B. viele Beeren und Citrusfrüchte zu wenig Substrat auf. Dennoch gibt es eine Vielzahl von Früchten und Gemüsen, die alle notwendigen Komponenten enthalten und die bräunen, sobald ihre Zellen zerstört werden (9).

Das für Bräunung verantwortliche Enzym ist in den meisten Fällen die Polyphenoloxidase. Die einfachste und verbreitetste Methode zur Inaktivierung dieses und anderer Enzyme ist die Anwendung von Hitze. Dies führt jedoch zu einer Veränderung des Produktes, was in vielen Fällen unerwünscht ist. Deshalb greift man gerne auf chemische Inhibitoren zurück. Ausser den Schwefeldioxyden sind Säuren am weitesten verbreitet. Die Ascorbinsäure nimmt hier einen besonderen Platz ein.

Ascorbinsäure selbst hemmt die Polyphenoloxidase nicht, wie es Schwefeldioxyd tut. Sie muss indirekt durch das Enzym oxidiert werden, bevor sie die Enzymaktivität hemmen kann. Während das Enzym sein natürliches Substrat oxidiert, wird das Oxidationsprodukt durch Ascorbinsäure reduziert. Durch diesen Prozess kommt es zu einer Abnahme der Enzymaktivität, bis eine komplette Inaktivierung erreicht ist. Dieser Mechanismus erklärt, weshalb Ascorbinsäure in einer genügend grossen Menge vorhanden sein muss. Anderenfalls kommt es lediglich zu einer Verzögerung der Bräunung, bis die Ascorbinsäure verbraucht ist.

Säfte, die aus Früchten mit niedrigem Ascorbinsäuregehalt hergestellt werden, sind besonders oxidativen Veränderungen unterworfen. Es sind dies vor allem Apfel-, Pfirsich- und Birnensäfte. Diesen wird oft schon während der Herstellung Ascorbinsäure zugesetzt. Sie ist auch als Stabilisator von empfindlichen Aromen von besonderem Interesse, z.B. bei Tangerine- und Grapefruitgetränken. Getränke, die mit Carotinoiden gefärbt sind, erhalten erst durch Ascorbinsäure eine gute Farbstabilität.

Fleisch und Fleischprodukte

Pökeln ist eine Konservierungsmethode durch Einsatz von Kochsalz und Nitrit. Nach dem heutigen Stand der Kenntnisse lässt sich der Zweck des Pökeln mit drei Sätzen beschreiben:

1. Bildung von Hemmstoffen für Mikroorganismen, speziell gegen *Clostridium botulinum*.
2. Bildung der beständigen, roten Pökelfarbe.
3. Bildung des typischen Pökelaromas.

Das Substrat der Pökellung ist der Muskel. Das farbgebende Pigment im Muskel ist das Myoglobin. Myoglobin und Hämoglobin sind eng miteinander verwandt und besitzen die gleiche farbgebende Komponente, das Häm.

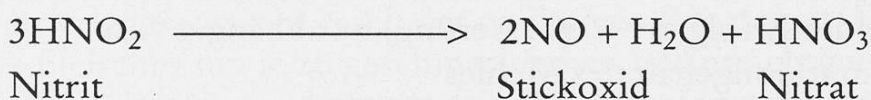
Das Grundgerüst dieser Farbstoffe ist das Protoporphyrin, in dem vier Pyrrolkerne über Kohlenwasserstoffbrücken zu einem ringförmigen Molekül verbunden sind. Die Stickstoffatome der Pyrrolkerne sind symmetrisch ins Innere gerichtet. In der Mitte des Ringes befindet sich ein Eisenatom, das als zwei- oder dreiwertiges Ion vorliegt. Die jeweilige Farbe des Fleisches hängt vom Oxidationszustand dieses Eisenatoms sowie vom entsprechenden Liganden ab. Starke Oxidationsmittel führen das zweiwertige Eisen in das dreiwertige über, welches einen eigenen Namen führt und eine braune Farbe aufweist: das Metmyoglobin.

Die Wirkung der pigment- und fleischeigenen Reduktionsmittel lässt sich durch Zusatz von reduzierenden Stoffen ergänzen oder ersetzen. Ascorbinsäure ist ein starkes Reduktionsmittel. Sie kann sowohl das dreiwertige Eisen im Metmyoglobin in die zweiwertige Form umwandeln, als auch Nitrit zu Stickoxid reduzieren. Dieses verbindet sich dann mit dem Myoglobin und bildet das Stickoximyoglobin, die hellrote Pökelfarbe.

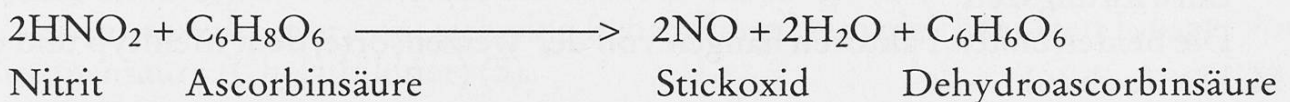
Ascorbinsäure geht bei diesen Reaktionen unter Abspaltung von 2 Wasserstoffatomen in die Dehydroascorbinsäure über. Diese hat noch Vitamin-C-Aktivität, kann aber bei der Pökellung nicht mehr weiter wirken. Die Reaktion der Ascorbinsäure mit Nitrit verläuft relativ schnell und geht über den Bedarf an Stickoxid hinaus, der für die Bildung des Pökelfarbstoffes notwendig wäre. Das zusätzlich gebildete Stickoxid ist sehr unbeständig und wird durch den stets anwesenden Sauerstoff oxidiert, wobei als stabiles Endprodukt Nitrat entsteht (2, 7).

Wie oben ausgeführt, reagiert die Ascorbinsäure mit überschüssigem Nitrit unter der Bildung von Nitrat, vermindert also das Restnitrit, zum Teil bis um 50%. Zugleich wird auch die für die Pökellung notwendige Dosis an Nitrit um ein Drittel reduziert.

Pökellung ohne Ascorbat



Pökellung mit Ascorbat



Die Verwendung der Ascorbinsäure in der Bäckerei

Ein zentrales Problem in der Bäckerei ist die «Backfähigkeit» der verwendeten Mehle. Unter Backfähigkeit wird in diesem Fall das Verhalten von Weizenmehl bei der Herstellung von Brot verstanden.

Die Backfähigkeit eines Mehles beruht zu einem wesentlichen Teil auf der Qualität des Klebers. Die erwünschten Teigeigenschaften (Knet- und Gärtoleranz, Standfestigkeit) sind durch das Gashaltevermögen bedingt. In Teigen aus kleberstarken Mehlen sind die entstehenden Gasblasen umgeben von elastischen Lamellen. Diese halten einem beträchtlichen Gasdruck stand, ohne zu zerreißen bzw. das Gas aus dem Teig entweichen zu lassen (1).

Aus verschiedenen Gründen ist oft nicht genügend Weizen von entsprechender Qualität zur Verfügung. Die ursprünglichen Mehlbleichungsmittel (Bromate, Jodate, Persulfate, Peroxide usw.) sind heute in den meisten Ländern verboten. Als einziges praktisch weltweit verwendbares oxidierendes Backmittel steht Ascorbinsäure zur Verfügung (2, 3).

Die oxidierende Wirkung beruht auf der vorgängigen Umsetzung der Ascorbinsäure in Dehydroascorbinsäure. Unter gewissen Umständen kann aber Ascorbinsäure, wie eigentlich zu erwarten ist, auch in Weizenmehlteigen reduzierend – teigerweichend – wirken.

Ascorbinsäure als oxidierendes Backmittel

Die rheologischen Teigeigenschaften beruhen zu einem grossen Teil auf den Eigenschaften der Proteine und hier wiederum auf der Kleberfraktion. Die Klebermoleküle sind durch Disulfidbindungen zu elastischen räumlichen Gebilden vernetzt. Das im Weizenmehl natürlich vorkommende Glutathion reduziert, d. h. spaltet diese Bindungen und verändert die Kleberstruktur ungünstig. Aus Glutathion entsteht dabei Glutathiondisulfid. Oxidationsmittel oxidieren Glutathion schnell zu Glutathiondisulfid. So wird dem Abbau der Kleberstruktur vorgebeugt (4, 8).

Dank der im Mehl vorhandenen Enzyme Ascorbinsäure-Oxidase und Glutathion-Dehydrogenase wird vorerst die Dehydroascorbinsäure gebildet, welche nun ihrerseits Glutathion zu Glutathiondisulfid oxidiert. Dabei wird die Dehydroascorbinsäure wieder in Ascorbinsäure zurückgeführt. Voraussetzung für den Ablauf dieses Prozesses ist das Vorhandensein von Sauerstoff. Die Reaktionsgeschwindigkeit (und damit der Erfolg der Verbesserung) ist abhängig von:

- Kleberqualität und Glutathiongehalt des Mehles
- Gehalt und Aktivität der natürlich im Weizenmehl vorhandenen notwendigen Enzyme
- Ascorbinsäuredosis
- Einwirkungszeit

Die beiden ersten Faktoren hängen von der Weizensorte, dem Mehltyp und der Mehltreife ab (6).

Praktischer Einsatz der Ascorbinsäure

Die Ascorbinsäuredosierung geschieht empirisch oder auf Teilaspekte abgestützt. Die Zugabe erfolgt dem Mehltyp angepasst in den Mühlen oder dem Rezept angepasst in den Bäckereien. Hohe Zugabemengen sind vorteilhaft für kleberschwache und auswuchsgeschädigte Mehle sowie für dunkle Mehltypen.

Ascorbinsäure als reduzierendes Backmittel

Reduzierende teigerweichende Backmittel finden Verwendung zur Verringerung des Knetaufwandes für Brotteig sowie bei der Herstellung von Biskuits (wo kleberschwache Mehle erwünscht sind), Crackers und Blätterteig. Häufig wird hierzu das ähnlich dem Glutathion wirkende L-Cystein verwendet.

Bei der Herstellung von Teig in Abwesenheit von Sauerstoff (z. B. in geschlossenen kontinuierlichen Knetern) wirkt Ascorbinsäure, ähnlich anderen Antioxidantien, reduzierend. Da Antioxidantien keine Spaltung von Disulfidbindungen verursachen, wird angenommen, ihre teigerweichende Wirkung beruhe auf Veränderungen im Lipid-Protein-System. Die Funktion der Weizenlipide bei der Teigherstellung ist aber noch recht unklar.

Kombinierte Verwendung Ascorbinsäure – Cystein

Oxidations- und Reduktionsmittel werden zu verschiedenen Zwecken kombiniert verwendet. Erwähnenswert sind vor allem die im angelsächsischen Raum verbreiteten chemischen Teigentwicklungsverfahren. Die Zusätze von Cystein als Reduktions- und Ascorbinsäure als Oxidationsmittel erfolgen vor oder während des Knetens zeitlich oder räumlich getrennt. Es resultiert bei um etwa 70% gesenktem Knetaufwand ein für englische Brotsorten brauchbarer Teig.

Ähnliche Vorteile bringt die Kombination bei der Herstellung von Blätterteig. Durch die kurz aufeinanderfolgenden Walzvorgänge wird das Teigband sehr stark gedehnt. Ascorbinsäure und Cystein ermöglichen eine verkürzte Ruhezeit zur Entspannung des Teiges vor der Weiterverarbeitung. Die Gebäcke werden zudem gleichmäßiger dank besserer Teighomogenität und Dehnbarkeit (6).

Fische und Meeresfrüchte

Die Fettkomponente von Fischen und Meeresfrüchten unterliegt während der Gefrierlagerung sehr rasch der oxidativen Ranzigkeit. Dies führt zu Verfärbungen des Fleisches sowie zu geschmacklichen Beeinträchtigungen. Bei der Verarbeitung einiger Crustaceen kommt es häufig zur sogenannten Melanosis. Letztere ist wiederum auf die Aktivität der Polyphenoloxidase zurückzuführen.

Die Haltbarkeit von Fischen und Crustaceen kann durch die Anwendung eines Ascorbinsäuresprays oder eines Tauchbades um einige Monate verlängert werden. Als noch wirksamer erweist sich eine Behandlung beim gleichzeitigen Einsatz von Citronensäure (Chelatbildner) (5).

Weitere Anwendungen

Ascorbinsäure findet in vielen weiteren speziellen Gebieten praktische Anwendung. So zum Beispiel bei der Herstellung von Bier, bei bestimmten Weinen und bei der Verarbeitung von Milch. Ihre Aufgabe besteht meist darin, das Reduktionspotential zu beeinflussen und den Sauerstoff zu eliminieren. Geruchs-, Geschmacks- sowie Farbveränderungen und eventuelle Trübungen können durch ihren gezielten Einsatz weitgehend verhindert werden.

Zusammenfassung

Die Vitamine spielen zweifelsohne ihre wichtigste Rolle in unserer Nahrung als biologische, nutritive Wirkstoffe. Dank ihrer besonderen Eigenschaften wirken Ascorbinsäure (Vitamin C) und Tocopherol (Vitamin E) als Antioxidantien zur Stabilisierung. Insbesondere die Ascorbinsäure hat in der Nahrungsmittelindustrie eine breite Verwendung gefunden. Dort kann sie als Antioxidans, als Reduktionsmittel und – unter bestimmten Bedingungen – als Oxidationsmittel dienen.

Ascorbinsäure und Tocopherol sind natürliche Bestandteile vieler Lebensmittel, und sie stehen dank ihrer Synthese in reiner Form zur Verfügung. Ihr Einsatz, gegebenenfalls in optimierten Mischungen mit weiteren lebensmitteleigenen und anderen Wirkstoffen, kann mithelfen, das Ziel, die Verbesserung der Haltbarkeit unserer Lebensmittel, zu erreichen.

Résumé

Les vitamines jouent leur rôle principal dans notre alimentation en tant qu'agents biologiques et nutritionnels. En raison de leurs propriétés particulières, l'acide ascorbique (vitamine C) et le tocophérol (vitamine E) agissent comme antioxydants et stabilisants. L'acide ascorbique est largement utilisé dans l'industrie alimentaire. Il peut dans ce domaine servir en tant qu'antioxydant, agent réducteur et dans certaines conditions en tant qu'agent oxydant.

L'acide ascorbique et le tocophérol sont des composants naturels de nombreux aliments, et sont aussi disponibles, par synthèse, sous formes pures. Leur utilisation, le cas échéant dans des mélanges optimisés contenant d'autres agents actifs spécifiques à l'industrie alimentaire, peut contribuer à améliorer la conservation de nos produits.

Summary

The most important role played by vitamins in our food is undoubtedly that of a biologically essential nutrient. Owing to their antioxidant properties ascorbic acid (vitamin C) and tocopherol (vitamin E) also have a stabilising effect on certain foodstuffs. Ascorbic acid in particular has acquired wide application in industry, not only as an antioxidant but additionally as a reducing agent and, under certain conditions, as an oxidant.

Ascorbic acid and tocopherol are present in many foodstuffs, and chemical synthesis has made them available in pure form. Mixtures of these in proportions designed to give optimal results can be used with additional food constituents and active substances with a view to improving stability and shelf-life.

Literatur

1. *Chung, O. K., Pomeranz, Y. and Finney, K. F.*: Wheat flour lipids in breadmaking. *Cereal Chem.* **55**, 598–618 (1978).
2. *Counsell, J. N. and Hornig, D. H.*: Vitamin C – Ascorbic acid. Applied Sc. Publishers, London 1981.
3. *Dable, L. K. and Murthy, P. R.*: Some effects of antioxidants in dough systems. *Cereal Chem.* **47**, 296–303 (1979).
4. *Grosch, W., Weber, F. und Mair, G.*: Vorkommen von Glutathion in Weizenmehl und -teig. *Getreide, Mehl, Brot* **32**, 175–177 (1978).
5. *Kläui, H.*: The functional (technical) uses of vitamins. Published by Churchill Livingstone, Edinburgh and London 1971.
6. *De Ruiter, D.*: Some observations on the effects of different breadmaking systems. *The Bakers Digest* 42, No 10, 24–33 (1968).
7. *Möhler, K.*: Das Pökeln. Verlag der Rhein Hessischen Druckwerkstätte, Alzey 1980.
8. *Nierle, W.*: Chemie der Getreideproteine im Hinblick auf deren technologische Funktion. *Lebensm. Wiss. Technol.* **12**, 129–137 (1979).
9. *Schormüller, J.*: Handbuch der Lebensmittelchemie/Die Bestandteile der Lebensmittel. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 1965.

Simone König
F. Hoffmann-La Roche AG
Grenzacherstrasse 124
CH-4002 Basel