

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: Die Bedeutung von Vitamin C für die Sauerkraut-Technologie = The role of vitamin C for the production of sauerkraut

Autor: Künsch, U. / Schärer, H. / Temperli, A.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-982247>

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: 08.02.2025

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

U. Künsch, H. Schärer und A. Temperli, Eidg. Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau, Wädenswil

Die Bedeutung von Vitamin C für die Sauerkraut-Technologie

The Role of Vitamin C for the Production of Sauerkraut

Einleitung

Sauerkraut ist ein Fermentationsprodukt, das aus Weisskohl durch die Einwirkung einer spontan verlaufenden Milchsäuregärung entsteht. Der Gärvorgang ist sehr komplex; neben der Umwandlung der im Weisskohl vorkommenden reduzierenden Zuckern zu Milch- und Essigsäure laufen parallel dazu biochemische Reaktionen ab, die für die Entstehung des «flavours» und die Bildung von Textur und Struktur verantwortlich sind. Spontangärungen sind prinzipiell schwer kontrollierbar. Demzufolge ist auch die Herstellung von Sauerkraut mit einem relativ hohen unternehmerischen Risiko verbunden. So sind Fehlgärungen die Ursache für das Auftreten von «off flavour», das Weich- und Schleimigwerden sowie für schlechte Produktstabilität. Für die Stabilität von Sauerkraut fällt dem Vitamin C, das als natürlich vorkommendes Antioxidans im Weisskohl vorhanden ist, eine entscheidende Rolle zu. Die vorliegende Arbeit befasst sich mit dem Vitamin-C-Verlauf während der Gärung, der Erhaltung des Vitamins C während des Kochprozesses (Überführung des Rohsauerkrauts in ein konsumfertiges Produkt) und der Lagerung. Mit in die Untersuchung einbezogen wurde auch der Vitamin-C-Gehalt des für die Sauerkrautherstellung verwendeten Weisskohls.

Methoden

Technologie der Sauerkrautherstellung

Der angelieferte, von den äusseren Blättern befreite Weisskohl wird in Streifen von 1 bis 2 mm geschnitten, die Kohlschnitzel mit 1,2 bis 1,5% Natriumchlorid

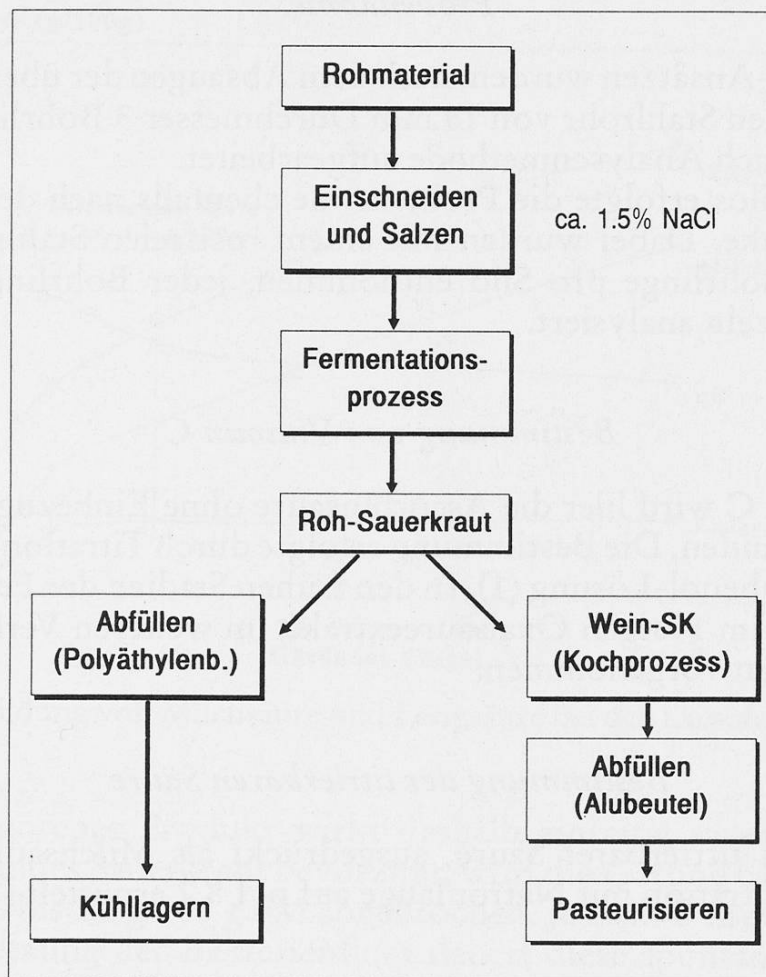


Abb. 1. Fließ-Schema zur Sauerkrautherstellung

versetzt und unverzüglich in die Gärsilos eingestampft (Abb. 1). Nach dem Füllen werden die Silos luftdicht verschlossen und mit Wasser gefüllten Plastiksäcken beschwert. Das Rohsauerkraut wird nach 2 Verfahren weiterverarbeitet: Das in Polyethylenbeuteln in den Handel gelangende Sauerkraut kommt dem gärfrischen Kraut am nächsten, weist jedoch verschiedene Unzulänglichkeiten auf: Die Anforderungen der heutigen Verbraucher, Nahrungsmittel möglichst naturnah zu produzieren, d. h. ohne Verwendung von Konservierungsmitteln, hat zur Folge, dass eine gewisse Haltbarkeit ohne Pasteurisation nur durch striktes Kühlen gewährleistet werden kann.

Der Trend zu Fertiggerichten macht sich immer stärker bemerkbar. Auch bei der Haltbarmachung von Sauerkraut konnten auf diesem Gebiet beachtliche Fortschritte erzielt werden. So kann heute das vorgängig blanchierte, in Alubeutel abgefüllte Kraut, nach schonender Pasteurisation, ohne Qualitätseinbusse, über ein Jahr bei Raumtemperatur gelagert werden.

Probenahme

Bei den 150-kg-Ansätzen wurden, nach dem Absaugen der überstehenden Lake, mit einem rostfreien Stahlrohr von 18 mm Durchmesser 3 Bohrlinge entnommen, gemischt und je nach Analysenmethode aufgearbeitet.

Bei den 10-t-Silos erfolgte die Probenahme ebenfalls nach dem Absaugen der überstehenden Lake. Dabei wurden mit einem rostfreien Stahlrohr von 22 mm Durchmesser 4 Bohrlinge pro Silo entnommen, jeder Bohrling in 3 Schichten unterteilt und einzeln analysiert.

Bestimmung von Vitamin C

Unter Vitamin C wird hier die Ascorbinsäure ohne Einbezug der Dehydroascorbinsäure verstanden. Die Bestimmung erfolgte durch Titration mit einer 2,6-Dichlorphenolindophenol-Lösung (1). In den frühen Stadien der Fermentation wurden die Analysen im 1%igen Oxalsäureextrakt, im weiteren Verlauf in der Presslake von Sauerkraut vorgenommen.

Bestimmung der titrierbaren Säure

Der Gehalt an titrierbarer Säure, ausgedrückt als Milchsäure, wurde in der Presslake durch Titration mit Natronlauge auf pH 8,2 ermittelt (2).

Bestimmung von Essig- und Milchsäure

Die Konzentration der beiden organischen Säuren wurde mittels HPLC und nachfolgender RI-Detektion nach McCord et al. (3) bestimmt.

Resultate und Diskussion

Hauptumsätze bei der Sauerkrautgärung

Die Fermentation verläuft über drei Stufen. Zu Beginn ist eine artenreiche Mischflora wirksam, die den noch vorhandenen Sauerstoff aufzehrt. Durch den Verbrauch des Restsauerstoffs werden die aeroben Mikroorganismen gehemmt und es entwickelt sich vor allem *Leuconostoc mesenteroides*, welcher die heterofermentative Milchsäuregärung einleitet. Dabei werden die vorhandenen Kohlenhydrate zu Milchsäure, Essigsäure und CO₂ umgewandelt (Abb. 2). Etwa ab pH 4 stellt *Leuconostoc mesenteroides* sein Wachstum ein und wird von homofermentativen Milchsäurebakterien abgelöst. Aus den Kohlenhydraten wird hauptsächlich unter Einwirkung von *Lactobacillus plantarum* fast ausschliesslich Milchsäure gebildet.

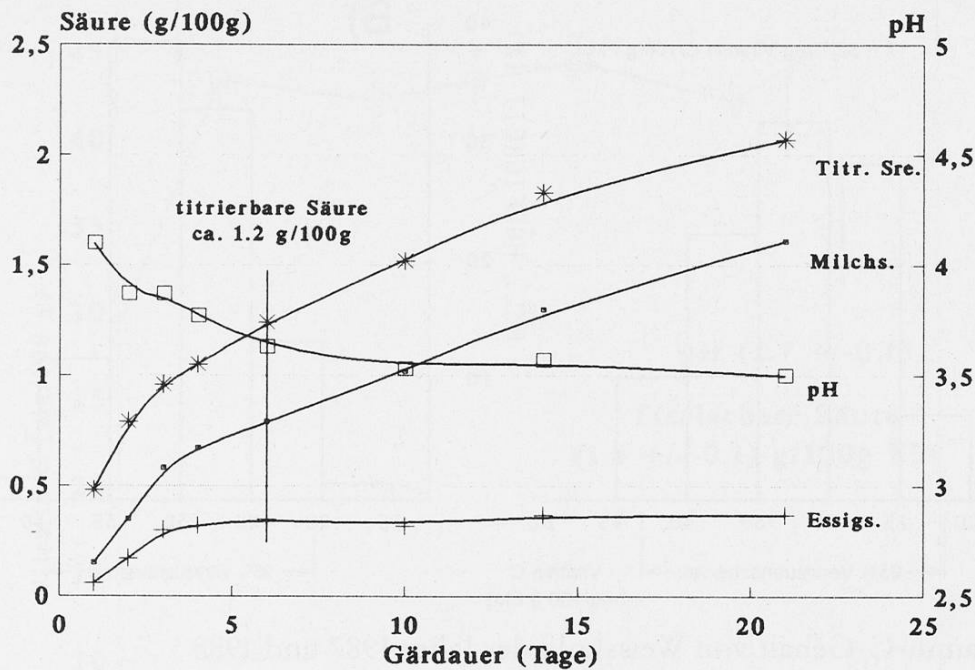


Abb. 2. Bildung von Milchsäure und Essigsäure bei der Lactofermentation

Ein zu stark vergorenes Produkt wirkt deshalb einseitig sauer. Da der heutige Konsument ein mildes Sauerkraut bevorzugt, wird die Gärung bei einer Säurekonzentration von 1,2 bis 1,6 g/100 g FM abgebrochen. Je nach Einschneidetemperatur und Zusammensetzung der Bakterienflora dauert diese spontan einsetzende Gärung zwischen 15 und 30 Tagen.

Der Vitamin-C-Gehalt von Weisskohl

Das Vitamin C liegt als endogenes Antioxidans im Ausgangsmaterial vor. Mehrjährige Untersuchungen an Früh- und Spätkohl zeigten, dass sich der Vitamin-C-Gehalt in einem relativ engen Bereich bewegt. Weder zwischen den Jahren noch zwischen Früh- und Spätkohl konnte im Vitamin-C-Gehalt ein für den Verarbeitungsprozess signifikanter Unterschied festgestellt werden. Der mittlere Vitamin-C-Gehalt lag jeweils bei etwa 30 mg Vitamin C/100 g Frischmasse (FM) (Abb. 3). Das 95%-Intervall bestrich bei Früh- wie bei Spätkohl einen Bereich von ungefähr 20 bis 40 mg Vitamin C/100 g FM. Obwohl in der gesamten Untersuchung mehrere hundert Kohlköpfe analysiert wurden, konnte bei keiner einzigen Probe ein Vitamin-C-Gehalt von weniger als 15 mg/100 g FM festgestellt werden. Die wiederholt vorgebrachte Meinung, dass ein zu niedriger Vitamin-C-Gehalt des Rohmaterials der Grund für den mangelnden Oxidationsschutz von gewissen Rohsauerkrautchargen sei, hat sich somit als nicht zutreffend erwiesen.

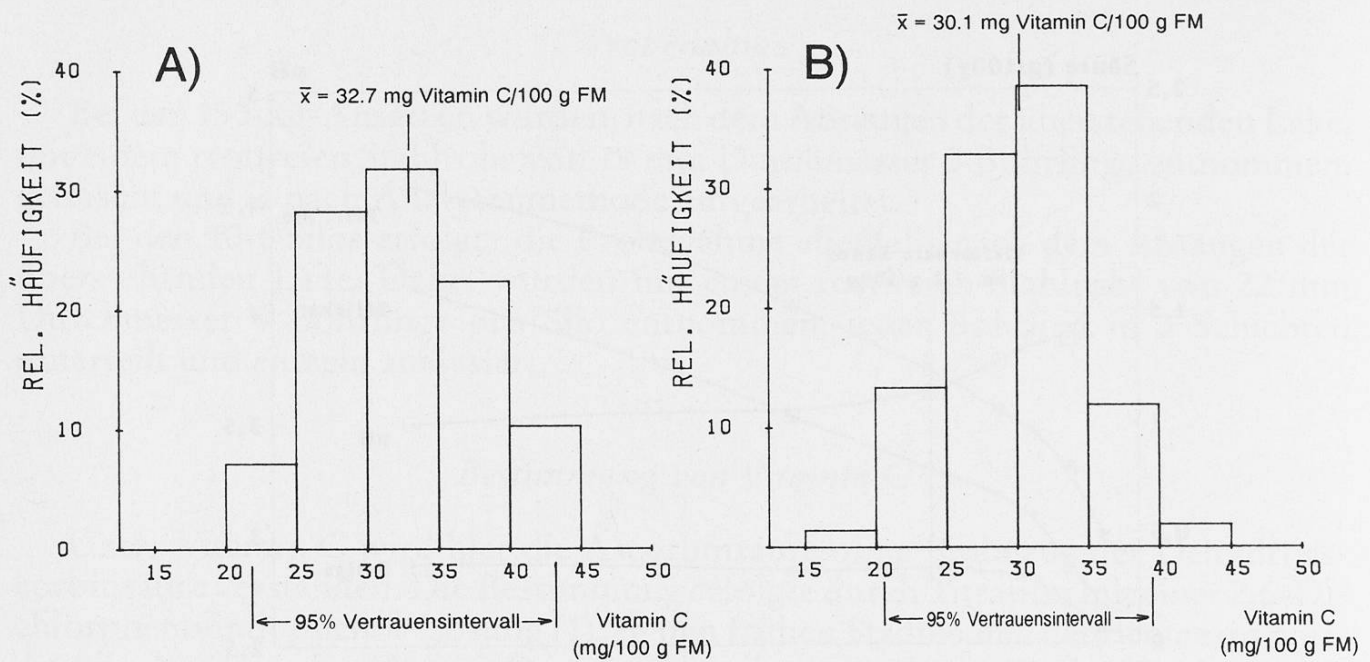


Abb. 3. Vitamin-C-Gehalt von Weisskohl der Jahre 1987 und 1988
 A) Frühkohl, Probenumfang: 225 Köpfe;
 B) Spätkohl, Probenumfang: 210 Köpfe

Verlauf des Vitamin-C-Gehaltes während der Gärung

Der Fermentationsvorgang stellt bezüglich Vitamin-C-Erhaltung die empfindlichste Phase im gesamten Ablauf dar. Damit die Gärung rasch einsetzt, soll die Temperatur der Kohlschnitzel zwischen 16 und 20 Grad betragen. Mangelnde Kellerhygiene (Kontamination durch KAHMHEFEN) sowie eine verzögert oder schleppend einsetzende Gärung sind oft die Gründe für Fehlgärungen. Bei einer unverzüglich einsetzenden Fermentation vermehrt sich *Leuconostoc mesenteroides* sehr rasch, es wird Milch- und Essigsäure gebildet. Dadurch sinkt der pH-Wert ab und durch die CO₂-Entwicklung werden strikt anaerobe Verhältnisse gebildet. Dies sind wesentliche Stabilisierungskriterien für das Vitamin C.

Verfolgt man den Verlauf des Vitamin-C-Gehaltes während des Fermentationsprozesses, so beobachtet man kurze Zeit nach dem Einstampfen einen markanten Anstieg des Vitamin-C-Gehaltes im Gärstock (Abb. 4). Dieser Anstieg kann bis zum 1,5fachen des Gehaltes im Ausgangsmaterial betragen. Bei einer problemlos verlaufenden Gärung bleibt der Vitamin-C-Gehalt auf diesem erhöhten Niveau annähernd konstant. Der initiale Anstieg des Vitamin-C-Gehaltes im Gärstock hat folgenden Grund: Da beim Einschneiden des Kohls nur wenige Prozente der Zellen angeschnitten werden, und durch die Salzung und das sofortige Einstampfen der Kohlschnitzel das Zellwasser (Grünlake) entzogen wird, so führt das im Gärstock zu einer Vitamin-C-Anreicherung. Dieser Sachverhalt lässt sich an einem Beispiel verdeutlichen. Werden bei der Probenahme die Bohrlinge im einen Fall ohne Scherkräfte ausgepresst, im anderen mit 1%iger Oxalsäure homogenisiert, so stellt man fest, dass im Falle des schonend hergestellten Presssaftes zu Beginn der Gärung praktisch kein Vitamin C nachgewiesen werden kann (Abb. 5). Erst mit laufender

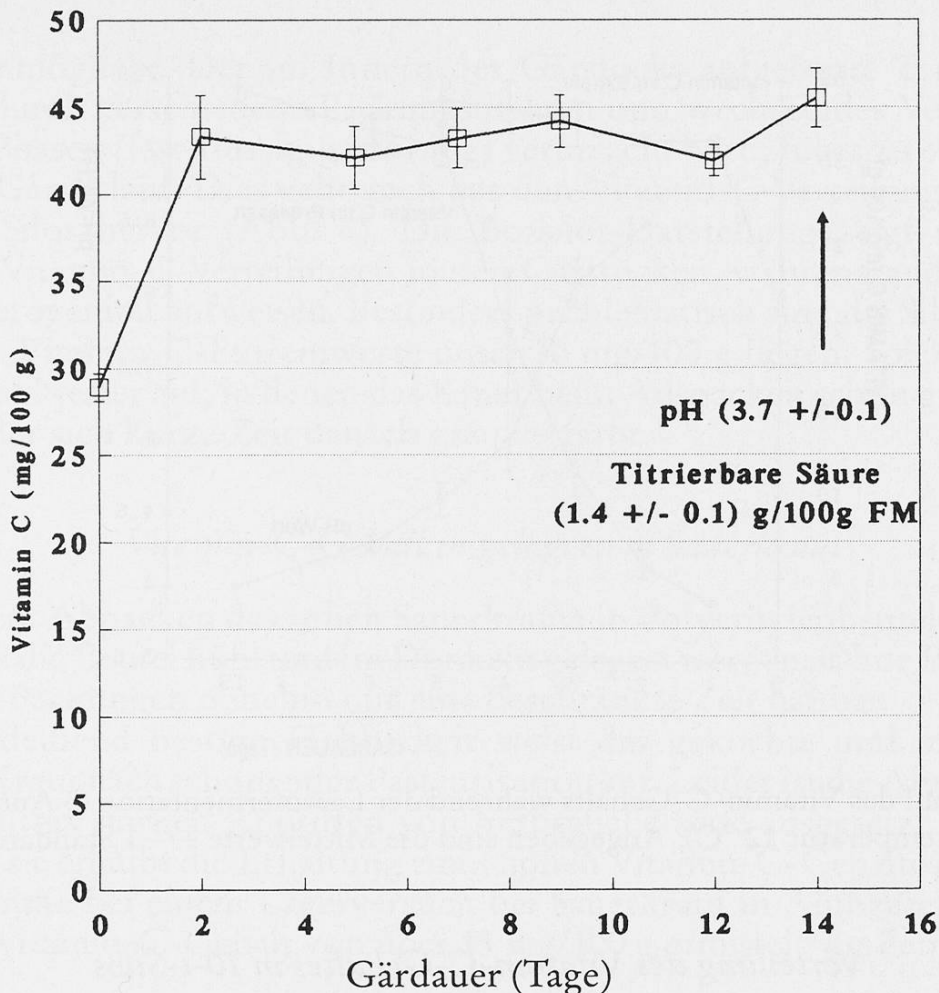


Abb. 4. Verlauf des Vitamin-C-Gehalts während der Lactofermentation (6 Ansätze à 150 kg, Gärtemperatur 20 °C). Angegeben sind die Mittelwerte +/- 1 Standardabweichung

pH-Absenkung und dem Absterben der Pflanzenzellen nimmt der Vitamin-C-Gehalt zu und erreicht bei etwa pH 4 den gleichen Gehalt wie im Extrakt. Dieser Aufkonzentrierungseffekt ist ein wesentliches Kriterium zur Erhaltung eines hohen Vitamin-C-Gehaltes.

Das Öffnen der Silos und das Auspacken des frisch vergorenen Krauts stellt einen weiteren kritischen Punkt im Prozessablauf dar, da das Produkt, stark zusammengepresst, wenig Lake enthält und mit dem Luftsauerstoff in Berührung kommt. Bei einer problemlos verlaufenen Gärung weist das Rohsauerkraut einen Vitamin-C-Gehalt zwischen 30 und 40 mg/100 g auf. Ein solches Produkt kann über Stunden bei Raumtemperatur an der Luft liegenbleiben, ohne dass eine merkliche Farbänderung auftritt. Das endogene Vitamin C wirkt als natürliches Antioxidans und verleiht dem Produkt eine gute Stabilität. Liegt jedoch der Vitamin-C-Gehalt im vergorenen Kraut unter 5 mg/100 g, so verfärbt sich das Produkt in den meisten Fällen schon nach wenigen Stunden grau. Dieser Vorgang ist irreversibel, d. h. durch Vitamin-C-Zusatz beim Auspacken eines Gärstocks mit wenig endogenem Vitamin C lässt sich die Grauverfärbung nicht mehr aufhalten. Da es sich bei grauem Kraut um Ausschussware handelt, erleidet der Hersteller zudem einen beachtlichen finanziellen Verlust.

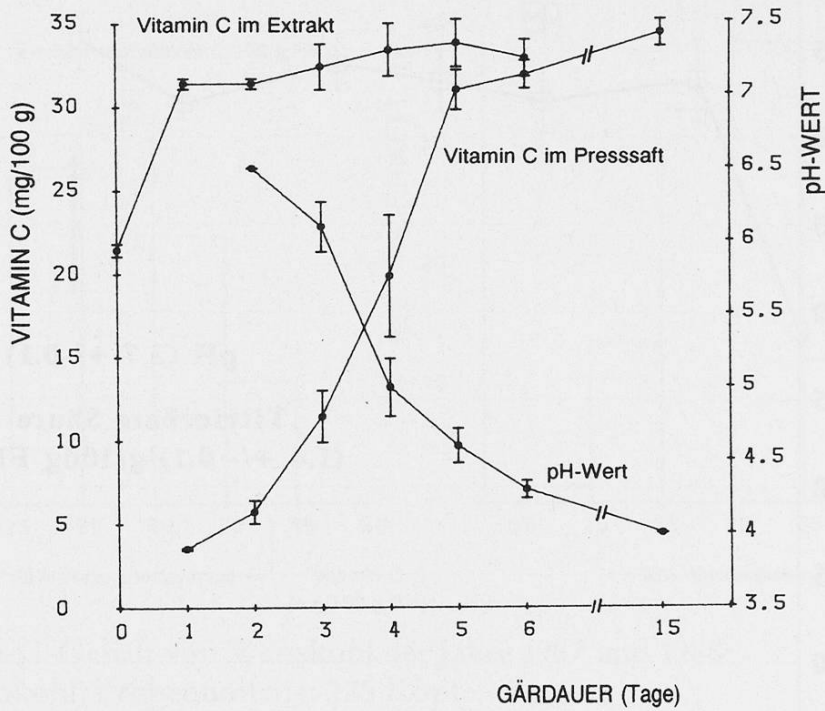


Abb. 5. Verlauf des Vitamin-C-Gehalts während der Lactofermentation (3 Ansätze à 150 kg, Gärtemperatur 12 °C). Angegeben sind die Mittelwerte \pm 1 Standardabweichung

Verteilung des Vitamin-C-Gehaltes in 10-t-Silos

Probleme verursachen zudem die grossen Gärbehältnisse. Konventionelle Gär-silos, mit 10 bis 20 t eingeschnittenem Kohl, stellen eine kompakte und heterogene Masse dar, die einen Wärmeaustausch und damit eine wirksame Temperaturkon-

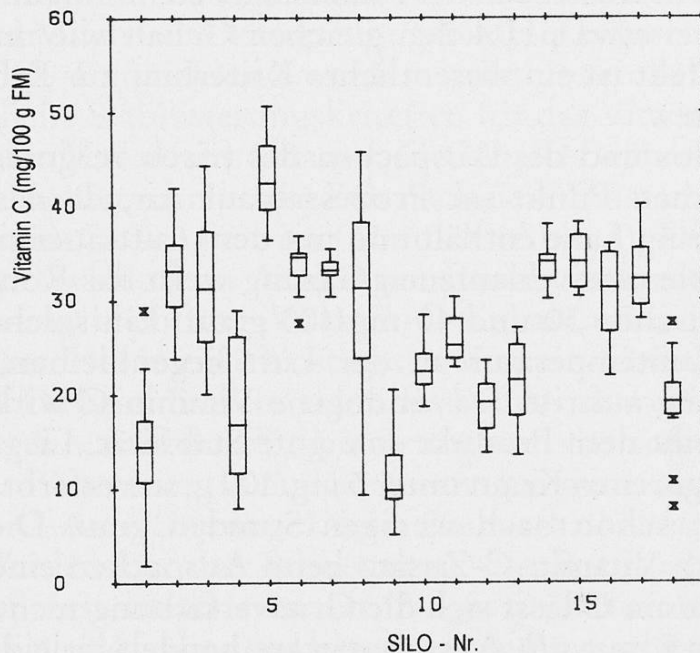


Abb. 6. Boxplotdarstellung der Vitamin-C-Verteilungen in mehreren 10-t-Silos

trolle verunmöglicht. Der im Innern des Gärstocks aufgebaute Temperaturgradient, der durch verschiedene Packungsdichten und wechselndes Verhältnis zwischen den Phasen (fest-flüssig-gasförmig) verursacht wird, führt zu einem unkontrollierten Gärverlauf. Dies geht auch aus den Vitamin-C-Verteilungen von mehreren 10-t-Silos hervor (Abb. 6). Die Boxplot-Darstellung zeigt einige relativ homogene Vitamin-C-Verteilungen in den Gärstöcken, während andere eine sehr grosse Heterogenität aufweisen. Besonders problematisch sind die Silos, bei denen die unteren Vitamin-C-Extremwerte unter 10 mg/100 g liegen. Solche Gärstöcke weisen meist Nester auf, in denen das Kraut beim Auspacken schon grau angetroffen wird oder sich kurze Zeit danach grau verfärbt.

Vitamin-C-Gehalt in gelagertem Sauerkraut

Nach dem Abpacken des rohen Sauerkrauts in Polyethylenbeutel ist darauf zu achten, dass die Beutel kühl und im Dunkeln gelagert werden. Ohne Pasteurisation sind solche Packungen ohnehin nur eine beschränkte Zeit haltbar.

Eine bedeutend bessere Haltbarkeit weist das gekochte und in Alubeuteln abgefüllte Kraut nach schonender Pasteurisation auf. Leider ist die Alu-Verpackung aus Unkenntnis starken Angriffen von Verbraucherseite ausgesetzt. Dies zu unrecht, denn sie erlaubt die Erhaltung eines hohen Vitamin-C-Gehaltes über längere Zeit. So konnte bei einem Lagerversuch bei Sauerkraut in Alubeuteln noch nach Jahren ein Vitamin-C-Gehalt von über 15 mg/100 g ermittelt werden (Tabelle 1).

Tabelle 1. Haltbarkeit von pasteurisiertem Sauerkraut in Alubeuteln (SK = Sauerkraut)

Bezeichnung	Alter (Jahre)	Vitamin C (mg/100 g)	Farbe	Geschmack
Wein-SK	6	23	hell	gut
Wein-SK	6	17	bräunlich	akzeptabel
SK-gekocht	6	19	bräunlich	akzeptabel
Wein-SK	9	21	bräunlich	akzeptabel

Vitamin C als prozesstechnischer Indikator

Verfolgt man den Verlauf des Vitamin-C-Gehalts während Produktion und Lagerung von Sauerkraut, so stellt man fest, dass der erwähnte Konzentrierungseffekt in der Praxis weniger ausgeprägt ist (Abb. 7). Der Grund liegt darin, dass in den kleineren Sauerkrautfabriken die Fermentation oft nicht unter optimalen Bedingungen verläuft (schleppender Beginn der Gärung, mangelnde Kellerhygiene). Durch das Kochen wird das Produkt thermisch belastet und kommt unweigerlich mit Luftsauerstoff in Kontakt (Erniedrigung des Vitamin-C-Gehalts um 20 bis 30%). Bei der schonend durchgeführten Pasteurisation in Alubeuteln beträgt

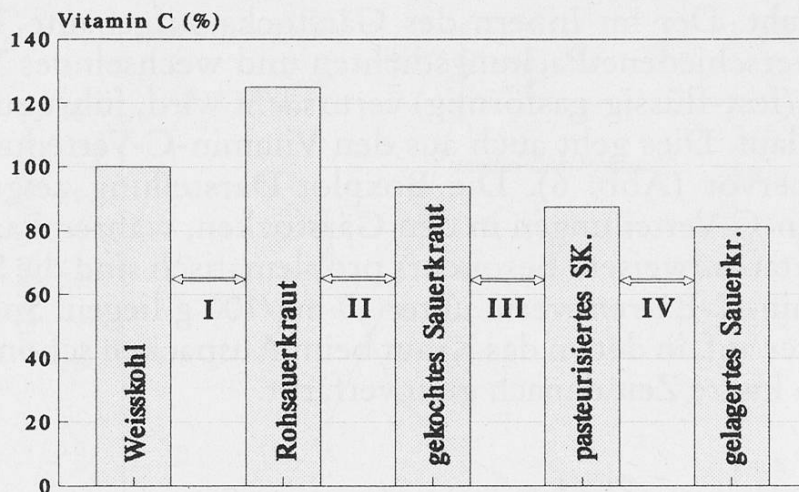


Abb. 7. Verlauf des Vitamin-C-Gehaltes während den verschiedenen Produktionsphasen (Vitamin-C-Gehalt des Weisskohls = 100%). I = Fermentation, 20–30 Tage; II = Kochen, 15 Minuten bei 92 °C; III = Pasteurisation, 20 Minuten bei 85 °C; IV = Lagerung, 1 Jahr im Alubeutel bei Raumtemperatur

der Vitamin-C-Verlust nur ein Bruchteil der Abnahme beim Kochen. Im Alubeutel kann Sauerkraut ohne nennenswerten Vitamin-C-Verlust gar über Jahre gelagert werden.

Schlussfolgerungen

Die Bedeutung des Vitamins C als natürliches Antioxidans und als prozesstechnischer Indikator ist evident. Deshalb verfügen grössere Sauerkrauthersteller über ein eigenes Betriebslabor, in dem neben der Vitamin-C-Bestimmung auch weitere für die Qualitätssicherung relevante Parameter ermittelt werden.

Dank

Die Autoren danken der Firma *Masshard AG*, Hinwil, für die grosszügig gewährte Unterstützung bei der Durchführung von Gärversuchen.

Zusammenfassung

Dem Vitamin C fallen in der Sauerkrauttechnologie zwei bedeutende Aufgaben zu: 1. als wichtiges natürlich vorkommendes Antioxidans, welches entscheidend zur Produktstabilität beiträgt, und 2. als prozesstechnischer Indikator, mit dem sich die Qualität der Prozessführung überwachen lässt. Eingehend untersucht wurde die Streuung des Vitamin-C-Gehaltes im Weisskohl sowie dessen Veränderung während der Lactofermentation. Dabei konnte festgestellt werden, dass durch zweckmässige Gärführung ein Vitamin-C-Gehalt von 30 bis 40 mg pro 100 g Frischmasse erreicht werden konnte. Ungeeignete Fermentationsbedingun-

gen ergaben ein Produkt mit tiefem Vitamin-C-Gehalt, und der dadurch fehlende Oxidationsschutz verursachte eine unerwünschte Grauverfärbung. Der Einfluss der nachfolgenden Verarbeitungsschritte (kochen, pasteurisieren sowie das Verpackungsmaterial) wurde ebenfalls in die Untersuchung einbezogen.

Résumé

La vitamine C joue deux rôles importants dans la technologie de la choucroute, premièrement comme antioxydant important et naturel qui préserve la stabilité du produit final, et deuxièmement comme indicateur pour la qualité du processus. La variabilité de la teneur en vitamine C dans le chou blanc et son changement pendant la fermentation lactique ont été étudiés. Sous conditions optimales, la teneur en vitamine C de la choucroute variait entre 30 et 40 mg/100 g de la matière fraîche. Sous mauvaises conditions, le produit final contenait une concentration de vitamine C très faible, et la couleur devenait grise à cause du manque de protection d'oxydation. L'influence de la cuisson, de la pasteurisation et du matériel de l'emballage ont également été étudiés.

Summary

Vitamin C plays two important roles in sauerkraut technology, a) as an important naturally occurring antioxidant which maintains the product stability, and b) as a process indicator which allows the control of the quality of the technological process. The variation of the vitamin C content in the cabbage and its course during fermentation was studied. The data indicate that under optimal fermentation conditions, a vitamin C content between 30 and 40 mg/100 g could be reached in the resulting sauerkraut. However, poor fermentation conditions gave a product with practically no vitamin C. Due to the lack of vitamin C such sauerkraut showed a gray color. Furthermore the influence of cooking, pasteurisation and the package material on the stability of vitamin C content was also investigated.

Literatur

1. Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG, Bestimmung von Ascorbinsäure in der Presslake von Sauerkraut L 26.04-2. Beuth-Verlag GmbH, Berlin 1984.
2. Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG, Bestimmung der titrierbaren Säuren (Gesamtsäure) in der Presslake von Sauerkraut L 26.04-4. Beuth-Verlag GmbH, Berlin 1987.
3. McCord, J. D., Trousdale, E. and Ryu, D. D. Y.: An improved sample preparation procedure for the analysis of major organic components in grape must and Wine by HPLC. Am. J. Enol. Vitic. **35**, 28-29 (1984).

U. Künsch
H. Schärer
Dr. A. Temperli
Eidg. Forschungsanstalt für Obst-,
Wein- und Gartenbau
CH-8820 Wädenswil