

Vergleichende Untersuchung zur Qualität von gekühlten, pasteurisierten und tiefgefrorenen Speisen

Comparative analysis of the quality of cook and chilled, pasteurised and frozen food

D. MAJCHRZAK, G. FRISCH, K-H. WAGNER, I. ELMADFA

Zusammenfassung:

Die Qualität von Speisen in der Gemeinschaftsverpflegung wurde untersucht. Die Gesamtkeimzahl, Nährstoffgehalte und sensorische Eigenschaften von cook & chill Speisen (3 Tage Lagerung), Tiefkühlspeisen und pasteurisierten Speisen (jeweils 21 Tage Lagerung) wurden miteinander verglichen. Die mikrobiologische Untersuchung der Gesamtkeimzahl zeigte eine geringe Keimbelastung bei dieser Art der Herstellung. Im Zuge der Lagerung änderte sich die Gesamtkeimzahl nur wenig. Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen waren bei den Carotinoiden, bei Vitamin E, Vitamin D, Vitamin B1, Vitamin B2, Calcium, Magnesium, Kalium, Protein, Fettgehalt und Fettsäuremuster zwischen den Systemen vergleichbar, die Lagertemperatur und die Lagerdauer zeigten keinen eindeutigen Einfluss auf den Gehalt der untersuchten Nährstoffe. Jedoch ist festzustellen, dass tiefgekühlte Speisen geringere Verluste an L-Ascorbinsäure aufweisen als Gerichte die pasteurisiert und gekühlt oder nur gekühlt wurden. Die Daten der sensorischen Analyse lassen erkennen, dass das „Tiefkühlen“ als Konservierungsverfahren die sensorischen Eigenschaften von Speisen über die längeren Zeiträume (21 Tage) deutlich besser erhält. Eine kürzere Lagerzeit (1 bis 3 Tage) beeinflusst alle untersuchten Attribute der fertigen Mahlzeit geringfügig, die Gesamtbewertung der sensorischen Qualität bleibt in allen drei Produktionsverfahren vergleichbar.

Kennwörter:

Kühlkost, pasteurisierte Kost, Tiefkühlkost, Nährstoffgehalt, Gesamtkeimzahl, sensorische Analyse

Abstract:

The aim of the project was to determine whether food storage influences the microbiological and sensory quality as well as the nutrients content of food. Selected products used in the communal feeding were compared after cook-chill (3 days storage), pasteurisation and cooling or deep freezing (21 days storage).

The total counts of microorganisms were low and changed insignificantly during storage. Neither between storage time nor between the storage systems a significant difference was observed for the contents of the carotenoids, vitamin E, vitamin D, vitamin B1, vitamin B2, calcium, magnesium, potassium, protein, fat and in particular the fatty acid pattern. It could be indicated that deep frozen products showed lower losses of L-Ascorbic acid than cook & chill and pasteurised food.

Data of the sensory evaluation identified deep-freezing to be the most accepted storage method, in particular for a longer storage time (21 days). No different sensory attitudes were observed for the shorter storage periods (1-3 days) of the tested systems.

Key words:

cook & chill, pasteurised food, frozen food, nutrient content, total counts, sensory analysis

Einleitung

Die Cateringindustrie nimmt in Europa einen zunehmend größeren Stellenwert ein, da die Außerhausverpflegung durch die Umstrukturierung unserer Gesellschaft immer wichtiger wird. Industriell vorgefertigte und haltbar gemachte Lebensmittel werden oft als küchen-, gar-, aufbereit- oder essfertige, so genannte „Convenience - Produkte“ angeboten (1, 2). In Europa werden für die Verpflegung in öffentlichen Einrichtungen, wie Schul- und Kindergartenverpflegung, Spitalsversorgung, in der Alternernährung, die Leistungen der Cateringindustrie in einem stark wachsenden Rahmen in Anspruch genommen. Doch die Herstellung, Lagerung und

Regeneration der Speisen sind unterschiedlich und können deren Qualität beeinflussen.

Für den Konsumenten am Augenfälligsten sind Veränderungen des Genusswertes. Dieser umfasst das Aussehen, den Geruch, den Geschmack und die Textur und wird im Rahmen der sensorischen Analyse bewertet. Aber nicht nur die sensorischen Eigenschaften können verändert werden, sondern auch der Gehalt und die Zusammensetzung wertgebender Inhaltsstoffe. Oft sind durch die industrielle Bearbeitung Vitaminverluste, Veränderungen der Fettsäurezusammensetzung oder Veränderungen der Proteinkomponente wie auch eine Gehaltsminderung der Mineralstoffe und Spurenelemente unvermeidbar (1, 2, 3, 4) und müssen daher bei der Beurteilung der

Lebensmittelqualität berücksichtigt werden.

In welchem Umfang und mit welcher Ausprägung das in den unterschiedlichen Catering - Systemen (a) Kochen, Kühlen und Regenerieren (cook & chill); (b) Kochen Tiefkühlen und Regenerieren; (c) Kochen, Pasteurisieren und Regenerieren geschieht, soll die vorliegende vergleichende Studie erläutern.

Methoden und Material

Speisenauswahl

Insgesamt wurden 11 Speisen für die Studie ausgewählt: Rinderbraten Esterhazy, Gebackenes Hühnerschnitzel, Hühnerfrikassee, Gebratenes Kabeljaufilet, Cremespinat, Rahmfisolen, Erdäpfelschmarren, Kartoffel-Broccoliauflauf, Klare Gemüsebrühe, Gemüsepüreesuppe, Erdbeer-Pfirsichsauce. Auswahlkriterien waren einerseits eine Hitliste von Gourmet „Topprodukte Kids & Collage 2002“ und andererseits ein repräsentativer Querschnitt durch verschiedene Zusammensetzungen und Zubereitungsarten der Speisen.

Probenzubereitung

Die Zubereitung der Proben erfolgte unter standardisierten Bedingungen nach bewährten Großküchenrezepten. Die zubereitete Menge lag zwischen 3500 und 4500 g je Speise. Alle Speisen wurden bis knapp unter den optimalen Garpunkt gegart und dann sofort schockgekühlt auf <10°C. Unmittelbar danach erfolgte die erste Probennahme für die Analysen und anschließende Aufteilung auf die einzelnen Systeme: Kühlkost (cook & chill), pasteurisierte Kühlkost und Tiefkühlkost. Die Lagerung und Weiterbehandlung der Proben wurde nach einem Gemeinschaftsverpflegungssystem durchgeführt. Die Evaluierung der aufgetretenen Veränderungen der Speisen erfolgte durch:

1. Untersuchung der Gesamtkeimzahl
2. Analyse der Nährstoffgehalte
3. Sensorische Analyse

Frisch zubereitete Speisen

Ausgangsbasis für jede Untersuchung war eine genau nach der Rezeptur aus den Rohwaren „frisch zubereitete“ Speise, in der die Zutaten in einer genau definierten Mengenrelation und in einem genau definierten technologischen Ablauf miteinander zubereitet und sofort danach schockgekühlt wurden.

Ablauf der Zubereitung

1. Kühlkost (cook and chill)

- Speise frisch zubereitet
- Portioniert und verpackt (Aluschale mit Aludeckel)

- Kühlung: innerhalb von 30 min auf 3°C
- Lagerbedingungen: Kühlhaus, dunkel, <3°C
- Lagerdauer bis zu weiteren Probenahmen: 1 und 3 Tage (kühl 1 und 3)

2. Pasteurisierte Kühlkost

- Speise frisch zubereitet
- Portioniert und verpackt (Vakuumverpackung, PE-Beutel mit oder ohne Aluschale)
- Pasteurisierung: Wasserbad 85°C, bis zu einer Kerntemperatur der Probe von +80°C
- Schockkühlung: Eiswasserbad
- Lagerbedingungen: Kühlhaus, dunkel, <3°C
- Lagerdauer bis zu weiteren Probenahmen: 1, 3 14 und 21 Tage (pk1, pk3, pk14, pk21)

3. Tiefkühlkost

- Speise frisch zubereitet und schockgekühlt (<10°C)
- In Proben portioniert und verpackt (Aluschalen mit Aludeckel)
- Schockfrost: sofort nach der Verpackung auf -18°C (im Froster bei -70°C)
- Lagerbedingungen: Tiefkühler -18°C
- Lagerdauer bis zu weiteren Probenahmen: 1, 3 14 und 21 Tage (tk1, tk3, tk14, tk21)

Untersuchung der mikrobiologischen Qualität

Die Gesamtkeimzahl (5) wurde nach der Kühlung der Proben von den kalten Speisen und nach der Erwärmung (vor der Regeneration auf Serviertemperatur durch Erhitzen bei +80°C) bestimmt. Die Gesamtkeimzahl lässt Rückschlüsse auf die Lagerdauer zu.

Analyse des Nährstoffgehaltes

Probenaufbereitung

Nach systementsprechender Verpackung, Weiterbehandlung und entsprechender Lagerdauer, wurden die einzelnen Proben auf Serviertemperatur +80°C erwärmt und unmittelbar danach im Eiswasserbad schockgekühlt. Im Anschluss daran wurden die Proben homogenisiert, unter Stickstoff vakuumverpackt und bis zur Analyse bei -75°C gelagert.

Bestimmung vom Vitamin E, L-Ascorbinsäure und Carotinoiden

Die Gewinnung der lipidlöslichen Phase aus den Proben erfolgte nach der Methode von Folch et al. (6). Dazu wurden die Speiseprobe nach dem Auftauen mit Chloroform/Methanol 2:1 v/v versetzt, geschüttelt und über Nacht in den Kühlschrank gestellt. Danach wurde die Lipidphase mit Hilfe einer

Calciumchloridlösung von der methanol-wässrigen Phase getrennt. Nach dem filtrieren über wasserfreies Natriumsulfat wurden die Extrakte mit Stickstoff begast und für die weitere HPLC-Analyse bei -20°C aufbewahrt.

Die Bestimmung von Vitamin E, Vitamin A und Carotinoiden in der gewonnenen Extrakte wurde mit der HPLC-Methode nach *Jakob* und *Elmadfa* durchgeführt (7).

Bestimmung von Vitamin D

Die Bestimmung von Vitamin D in Kabeljaufilet wurde nach der Methode von *Titz* (8) durchgeführt. Sie setzt sich aus einem Verseifungsschritt, einer Flüssig-Flüssig-Extraktion, der Aufreinigung des Extrakts mittels einem präparativen HPLC-System und der anschließenden Detektion der Analyten mit Hilfe einer HPLC-DAD-Anlage zusammen.

Bestimmung von Vitamin B₁ und B₂

Thiamin wurde mit Hilfe einer HPLC Methode mit Nachsäulederivatisierung und fluorimetrischen Detektion nach einer Methode von *Kimura* und *Itokawa* (9) bestimmt. Die Bestimmung von Riboflavin erfolgte mittels HPLC Methode und anschließender fluorimetrischer Detektion nach einer Methode von *Speek* et al. (10). Zum Aufschluss wurden die Speiseprouben 30 min. (Vitamin B₂) bzw 15 min. (Vitamin B₁) mit 0.1 M H₂SO₄ bei 120°C/1 bar autoklaviert.

Bestimmung von L-Ascorbinsäure

Zur Extrakterstellung wurden die Proben mit 15 % Methaphosphorsäure versetzt. Danach erfolgte die photometrische Messung der L-Ascorbinsäure-Konzentration mit der Testkombination (Boeringer Mannheim/R-Biopharm).

Bestimmung der Mineralstoffe

Die untersuchten Mineralstoffe (Calcium = Ca, Magnesium = Mg, Kalium = K) wurden nach Säure-Aufschluss mit Hilfe der Atomabsorptionsspektrometer (AAS) bestimmt.

Proteinbestimmung

Gesamtprotein wurde nach der gängigen Methode nach *Kjeldahl* (11) analysiert.

Bestimmung des Fettgehaltes

Gesamtfettgehalt wurde nasschemisch mittels Soxhletextraktion, gravimetrisch bestimmt (11). Zur Beurteilung des Fettsäuremusters wurden folgende Fettsäuregruppen gebildet: gesättigten Fettsäuren (SFA: C14; C16; C18; C20), Monoenfettsäuren (MUFA: C16:1; C18:1; C20:1) und Polyenfettsäuren (PUFA: C18:2; C18:3; C20:4). Die Bestimmung erfolgte gaschromatographisch mit einem Flammenionisations-

detektor (12). Die Ergebnisse wurden in % der Gesamtfettsäuren angegeben.

Sensorische Analyse

In Rahmen der sensorischen Analyse erfolgte die Bewertung von Aussehen, Geschmack, Geruch und Textur der frischen Speisen und der drei verschiedenen Zubereitungen (cook & chill, tiefgekühlt, pasteurisiert und gekühlt) nach 1, 3, 14 und 21 Tagen Lagerung anhand der Quantitativen Deskriptiven Analyse (QDA).

Die QDA gilt als eine beschreibende, objektive Methode in der die Produktbeurteilungen durch geschulte Personen (deskriptives Panel bestehend aus 10 Personen) durchgeführt werden sollen. QDA wurde eingesetzt, um Speisen in verschiedenen Zubereitungen (cook & chill, tiefgekühlt und pasteurisiert und gekühlt) im Vergleich mit der frisch zubereiteten Speise qualitativ und quantitativ zu beschreiben und zu unterscheiden. Die Ergebnisse von allen Speisen in drei untersuchten Verpflegungssystemen wurden zusammen ausgewertet und als Gesamtnote dargestellt. Die untersuchten Attribute waren z.B. bei Gemüse: Konsistenz und Farbe, bei Fleisch: Mürbigkeit, Krümeligkeit, Saftigkeit, Fremdgeruch und Fremdgeschmack.

Statistische Auswertung der Analyseergebnisse

Die Auswertung der Daten erfolgte mittels SPSS/PC (software package 11.0, SPSS Inc. Chicago), T-Test. Für die statistische Auswertung erfolgte getrennt für alle Nährstoffe der 11 Speisen. Bezugspunkte für die Auswertung waren die Mengen der einzelnen Nährstoffe in den frisch zubereiteten Proben. Sie wurden als 100 % angesetzt und die entsprechenden Abweichungen (immer der Mittelwert aller Speisen des jeweiligen Nährstoffs) in Relation zur frischen Probe angegeben.

Geprüft wurde auf Unterschiede

- zu den frisch zubereiteten Speisen bei den einzelnen Nährstoffen in den drei Verpflegungssystemen, nach verschiedenen langen Lagerzeiten,
- im Nährstoffgehalt in den drei Systemen nach den verschiedenen langen Lagerzeiten,
- Unterschiede im Nährstoffgehalt in den einzelnen Systemen nach jeweils gleich langen Lagerzeiten.

Ergebnisse und Diskussion

Mikrobiologische Qualität

Die Untersuchung der Gesamtkeimzahl hat gezeigt, dass alle drei Systeme bei fachgerechter Anwendung mikrobiologisch kaum belastet sind und daher eine entsprechende Haltbarkeit erwarten lassen. Eine ge-

ringe Keimbelastung durch den Rohstoff (Spinat passiert in Pellets) war im fertig zubereiteten Cremespinat festzustellen. Kühltispeisen (cook & chill) stellen von den drei Systemen die größten Anforderungen an die Hygiene dar (1). Durch Pasteurisieren und nachfolgende Kühltlagerung kann die Haltbarkeit auf bis zu 21 Tage verlängert werden. Solche Maßnahmen bieten aber keinen ausreichenden Schutz vor sporenbildenden pathogenen Mikroorganismen. Nach Untersuchungen von *Carlin et al.* (13) können sporenbildende Bazillen Probleme bei Gemüseprodukten hervorrufen, die nach einem solchen Verfahren hergestellt wurden.

Fettlösliche Vitamine

Untersuchungen über die Veränderungen des Gehaltes von fettlöslichen Vitaminen beim Garen von Lebensmitteln deuten darauf hin, dass die Vitamine A, D, und E unter den üblichen Garbedingungen stabil sind (4).

Vitamin E

Vitamin E – Gehalte der Speisen zeigten bei allen Zubereitungen einen statistisch signifikanten Unterschied ($p < 0.05$) zu den frisch zubereiteten Mahlzeiten (*Tabelle 1*). Sie waren jeweils ab dem 1. Tag der Lagerung verringert und blieben dann aber in allen Systemen in verhältnismäßig gleicher Höhe stabil. Die Verluste lagen zwischen 10 – 15 % und waren bei allen Systemen in vergleichbarem Ausmaß zu beobachten. Ein Vitamin E- Abbau mit der Zeit ist in den gemessenen Zeitspannen nicht erkennbar (*Tabelle 1*). Da ein starker Abbau an Vitamin E (>50 %) lediglich nach langer Erhitzung von tocopherolhaltigen Fetten beim Frittieren zu beobachten wurde (4), sind die

Vitamin E Verluste in den untersuchten Speisen auf die Veränderungen während der Zubereitung, wo Faktoren wie Sauerstoff, Licht, Wärme eine Rolle spielen könnten, zurückzuführen.

Vitamin A

Vitamin A – Gehalte wiesen gleich bleibende Verluste (10 – 22 %) auf, bei den Tiefkühltispeisen über den gesamten Zeitraum von 1 bis 21 Tagen bzw. bei den pasteurisierten Speisen nach 14 und 21 Tagen Lagerung. Der größere Verlust (30 %) ergab sich bei der Zubereitung (pk1), war aber auf Grund der großen Variabilität der Ergebnisse, nicht statistisch signifikant. Bei den gekühltispeisen (cook & chill) waren die Vitamin A- Gehalte mit den Ausgangswerten der frisch zubereiteten Speise vergleichbar (Abweichungen bis 10 %). Keines der Vitamin A Ergebnisse unterschied sich signifikant von den Ausgangskonzentrationen (*Tabelle 1*). Da die Vitamin A Verluste bei der Lagerung rund 14 %/Tag bei 2 - 3°C betragen (2, 4), scheinen unsere Beobachtungen plausibel zu sein.

Carotinoide (β-Carotin)

Beim Garen von Karotten betragen die Verluste an β-Carotin um 35 %, gleich ob das Gemüse gekocht, gedämpft oder gedünstet wurde. Während der Lagerung liegen die Verluste an β-Carotin in Gemüse je nach Höhe der Lagertemperatur bzw. Gemüseart zwischen 0.8 und 24 %/Tag Lagerdauer. Niedrige Lagertemperaturen wirken sich günstig auf die β-Carotinerhaltung aus. In manchen Fällen wurde auch eine Zunahme des β-Carotin-Gehaltes beobachtet (2, 14).

In der vorliegenden Untersuchung lagen die Schwankungen der Carotinoidegehalte, bei den meisten Zubereitungen (Gemüsepüreesuppe, Rindsbraten,

| Nährstoffverluste nach Verpflegungssystem und Lagerdauer | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------|-------|-------|-----|------|------|------|-----|-----|------|------|----|
| Nährstoff | frisch | kühl1 | kühl3 | pk1 | pk3 | pk14 | pk21 | tk1 | tk3 | tk14 | tk21 | |
| Vitamin C | Ausgangswerte | ↓↓ | ↓↓↓* | ↓ | ↓↓↓* | ↓↓↓* | ↓↓↓* | ↓ | ↓↓ | ↓↓ | ↓↓ | |
| Vitamin B ₁ | | ↓ | ± | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ± | ± | ↓ | ± | |
| Vitamin B ₂ | | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | |
| Vitamin E | | ↓* | ↓* | ↓* | ↓* | ↓* | ↓* | ↓* | ↓* | ↓ | ↓* | ↓* |
| Vitamin A | | ± | ± | ↓↓ | ± | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | |
| β-Carotin | | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ↓ |

Tabelle 1: Allgemeiner Vergleich der frisch zubereiteten Speisen (frisch) mit den gekühltispeisen (kühl 1, kühl 3), pasteurisierten Speisen (pk 1, pk 3, pk 14, pk 21) und den Tiefkühltispeisen (tk 1, tk3, tk 14, tk 21) nach unterschiedlich langer Lagerdauer

- * = signifikanter Unterschied zur frisch zubereiteten Speise ($p < 0.05$)
- ± = Abweichungen bis 10 % im Bereich der Methodenfehler
- ↓ = Abweichungen von 10 bis 25 %
- ↓↓ = Abweichungen von 25 bis 50%
- ↓↓↓ = Abweichungen > 50%

Hühnerfrikassee, Cremespinat), im Bereich der Methodenungenauigkeit (bis zu 10 %). Allgemein konnte festgestellt werden, dass bei den Carotinoiden kein eindeutiger Vorteil für eines der Systeme vorliegt. Bei Tiefkühl Speisen wurde nach einer Lagerdauer von 21 Tagen (tk21) im Vergleich zu den anderen Zubereitungen einen eine stärkere Abnahme des β -Carotingehaltes (15 %) beobachtet. Der Unterschied zu der frischen Zubereitung war aber statistisch nicht signifikant (Tabelle 1).

Vitamin D

Vitamin D ist ein relativ hitzestabiles Vitamin. Geringe Verluste entstehen vor allem beim Erhitzen über 180°C, durch Sauerstoff und auch starke Lichteinwirkung. Der Vergleich der Vitamin D – Gehalte innerhalb der einzelnen Systeme und nach den verschiedenen Lagerzeiten erfolgte am Beispiel vom Kabeljaufilet. Eine kürzere Lagerzeit (1 bis 3 Tage) wirkte schonend auf den Vitamin D – Gehalt in der tiefgekühlten Speise. Die längeren Zeiträume (14 und 21 Tage) beim Tiefkühlen und das Pasteurisieren allgemein, brachten hingegen höhere Verluste (ca. 40 %). Auf Grund der Portionierung war der Gehalt an Vitamin D innerhalb eines Filetstückes ungleichmäßig verteilt, was die Ergebnisse innerhalb der „cook and chill“ Speisen (kühl 3 vs. kühl 1) und die pasteurisierten Proben beeinflusste (Abb. 1). Die Beurteilung der drei Systeme wurde dadurch erschwert, jedoch lässt sich der Vorteil der Tiefkühlung dennoch erkennen.

B-Vitamine (Vitamin B₁ und B₂)

Die Vitamin B₁-Verluste in pflanzlichen Lebensmitteln betragen im Mittel 35 % beim Kochen, 20 % beim Dämpfen und 10 % beim Dünsten. Die schlechtere Thiaminerhaltung beim Kochen ist auf die höheren Auslaugverluste zurückzuführen. Wird das Koch- bzw. Dampfwasser bei der Speisezubereitung mit verwendet, so ist die Vitamin B₁ – Erhaltung bes-

ser (3). Die thermischen Abbauverluste schwanken, bedingt durch die unterschiedlichen Garzeiten, je nach Gemüse- und Obstsorte zwischen 5 und 35 % und je nach Fleischart zwischen 15 bis 50 % (3). Die Unterschiede zwischen den pflanzlichen und tierischen Lebensmitteln waren auch in der vorliegenden Untersuchung zu beobachten, z.B. Verluste in Cremespinat oder Kartoffel-Broccoliauflauf betragen bis zu 25 %, in Hühnerschnitzel hingegen bis zu 50 %. Ein gutes Beispiel für bessere Erhaltung des Thiamins bei Mitverwenden vom Kochwasser war die Gemüsepüreesuppe, in der die Verluste nicht mehr als 10 % erreichten.

Die Veränderungen im Vitamin B₂ – Gehalt beim Garen von pflanzlichen Lebensmitteln schwanken zwischen 35 % Verlust und 150 % Zunahme. Die Verluste werden vorwiegend durch das Auslaugen mit Wasser verursacht. Die Zunahme wurde in einigen Gemüsesorten, wie Blumenkohl, Rotkohl, Kartoffeln, beobachtet und erklärt sich durch Freisetzung von gebundenem Vitamin B₂ (4). Die Zunahme des Riboflavins wurde auch in der vorliegenden Untersuchung, besonders deutlich nach Tiefkühl Lagerung, in solchen Speisen wie Kartoffelbroccoliauflauf, Gemüsepüreesuppe oder Cremespinat festgestellt. Allgemein kann aber gesagt werden, dass bei den untersuchten wasserlöslichen B-Vitaminen (Thiamin, Riboflavin) keine bedeutsamen Unterschiede zwischen den Systemen festgestellt werden konnten (Tabelle 1). Die Lagerung, sowohl durch eine kürzere Zeit (1 bis 3 Tage), als auch längere Zeit (14 bis 21 Tage) ergab bei beiden Vitaminen Verluste von 2 bis 10 %. Ähnliche Beobachtungen wurden von *Bognar und Knauss* (15) beschrieben, wo der Gehalt an Thiamin und Riboflavin, bezogen auf 100 g Frischmasse in verschiedenen Gemüse und Obstsorten während 7- bis 14 -tägiger Lagerung bei 1, 5 und 10°C, sich nicht oder nur geringfügig veränderte und lag innerhalb der natürlichen Schwankungsbreite des Ausgangswertes, d.h. ± 10 %.

Die Vitamin B₁ Verluste waren durchschnittlich 7 % pro Monat Tiefgefrierlagerung (-18°C), in Blattgemüse am höchsten, in anderen Gemüsearten erreichten sie nicht mehr als 3 %. Der Gehalt an Vitamin B₂ nahm während der Tiefkühl Lagerung nur in einigen blanchierten und gegarten Blattgemüse ab (2).

L-Ascorbinsäure

Vitamin C ist ein relativ empfindlicher Indikator für Zube-

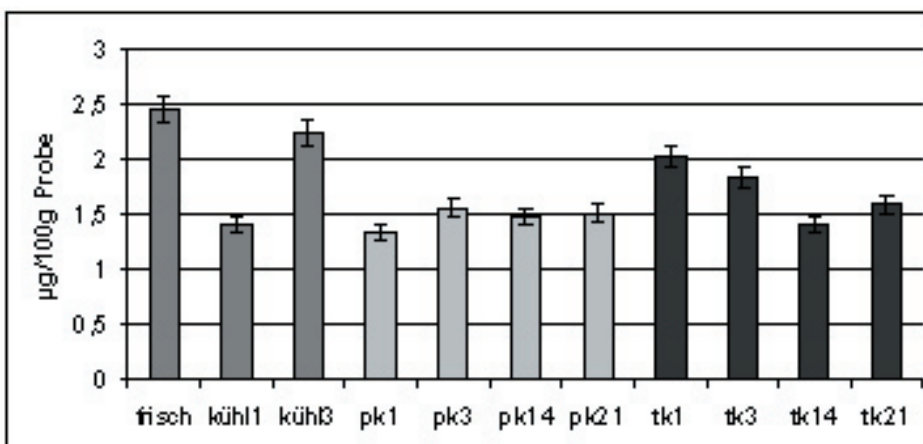


Abb. 1.: Vitamin D in Kabeljau frisch zubereitet (frisch), gekühlt (kühl 1, kühl 3), pasteurisiert (pk 1, pk 3, pk 14, pk 21) und tiefgekühlt (tk 1, tk 3, tk 14, tk 21)

reitungsverluste von Speisen. Die Vitamin C - wirksamen Verbindungen (L-Ascorbinsäure und L-Dehydroascorbinsäure) reagieren von allen in Lebensmitteln vorkommenden Vitaminen am empfindlichsten auf Lagerungseinflüsse. Die wichtigsten Ursachen für die Vitaminveränderungen bei der Lagerung von Lebensmitteln sind Abbauverluste durch enzymatische oder chemische Oxidation sowie durch Wärme-, Licht- und Sauerstoffeinwirkung (2, 14). Für die ernährungsphysiologische Bewertung der drei untersuchten Speisensysteme ist der Verlust an empfindlichen Vitaminen von großer Bedeutung (16).

In der vorliegenden Untersuchung gab es bei Vitamin C bei den gekühlten Speisen (30 – 60 %) und bei den pasteurisierten Speisen (20 – 84 %) eine deutliche Abnahme des Gehaltes mit der Lagerzeit im Vergleich zu den Ausgangswerten der frisch zubereiteten Speisen. Statistisch signifikant war der Vitamin C – Verlust bei den gekühlten Speisen nach einer Lagerzeit von 3 Tagen (kühl 3) bzw. bei den pasteurisierten Speisen nach einer Lagerzeit von 3, 14, 21 Tagen (pk3, pk14, pk21). Im Gegensatz dazu zeigten die Tiefkühlspeisen, geringere (20 –30 %) und keine statistisch signifikanten Vitamin C Verluste im Untersuchungszeitraum, d.h. bis zu 21 Tagen. Nach dem Tiefkühl- bzw. Pasteurisierungsvorgang und anschließender 1-tägiger Lagerung, war in beiden Systemen noch etwa gleich viel Vitamin C in den Speisen enthalten (ca. 80 %) (Tabelle 1).

Innerhalb des Systems der pasteurisierten Speisen zeigte sich eine deutliche Tendenz der Vitamin C – Abnahme mit der Zeit. Der Vergleich von Tag 1 (pk1) mit Tag 21 (pk21) ergab einen signifikanten Unterschied ($p < 0.05$). Bei dem Vergleich der unterschiedlichen Verpflegungssysteme war der Unterschied im Vitamin C – Gehalt zwischen den pasteurisierten und tiefgekühlten Speisen nach 21 Tagen Lagerung statistisch signifikant (pk21 vs. tk21; $p < 0.05$). In nicht blanchiertem Gemüse ist mit dem höchsten Vitamin C-Verlusten (16 bis 18 % pro Monat) zu rechnen (2). Das weist darauf hin, dass die pflanzeigenen Oxidasen auch bei tiefen Temperaturen wirksam bleiben. Werden die Gemüse blanchiert oder gegart, so reduzieren sich die Verluste auf 0.5 bis 5 % pro Monat. Durch die mechanischen Trennprozesse, wie Waschen, Schälen, Zerkleinern, die zu den wichtigsten Vorbereitungsarbeiten gehören, ergeben sich auch relativ große Verluste. Beim Schälen von rohen Kartoffeln wird 12 – 35 % des Vitamin C-Gehaltes entfernt, durch Zerkleinern von rohem Gemüse (z.B. Spinat, Kartoffeln) betragen die Verluste, verursacht durch Beschleunigung des enzymatischen Abbaus 2 bis 10 % direkt nach dem Mixen (3, 13). Da in der vorliegenden Arbeit sich um essfertige Speisen handelt, sind festgestellten Vitamin C-Verluste sehr plausibel.

Mineralstoffe

Calcium-, Magnesium- und Kaliumverluste gibt es vor allem in der Zubereitungsphase der Speisen. Zum Beispiel durch das Schälen von Gemüse, durch Waschen und Auslaugen im Kochwasser. Eine zusätzliche Hitzeeinwirkung durch Pasteurisieren oder die Lagerung unter Kühl- oder Tiefkühlbedingungen hatten keinen nennenswerten Einfluss auf den Gehalt von den untersuchten Mineralstoffen. Einzelne geringfügige Schwankungen lagen im Fehlerbereich der Analysenmethode, d.h. bei ± 10 %. Alle drei Systeme ergaben ähnliche Mineralstoffkonzentrationen.

Protein, Gesamtfett, Wasser

Der Gesamtproteingehalt, Fettgehalt und der Wassergehalt waren in allen Systemen bzw. Lagerzeiten sehr konstant und mit den Ausgangswerten nahezu identisch was insgesamt die Einheitlichkeit der untersuchten Mahlzeiten dokumentiert. Die geringfügigen Schwankungen lagen im Bereich der Methodenungenauigkeit.

Fettsäuremuster

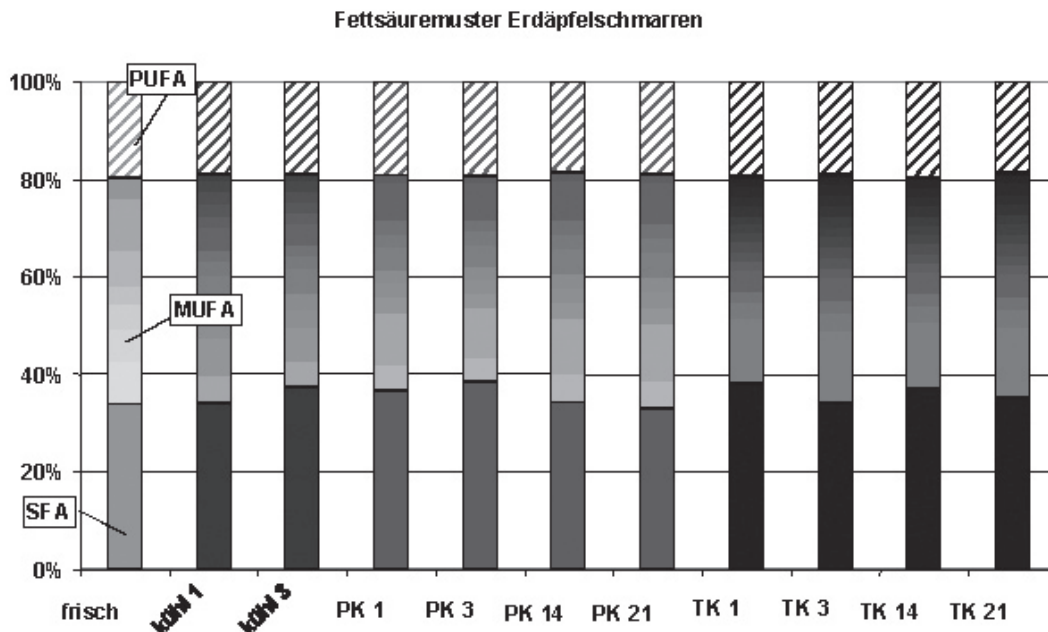
Das Fettsäuremuster der Proben wird durch die unterschiedlichen Cateringsysteme und Lagerzeiten nicht wesentlich beeinflusst. Die Ergebnisse von Erdäpfelschmarren sind als Beispiel zur Veranschaulichung der Daten dargestellt (Abb. 2).

Schlussfolgerungen aus der Nährstoffanalyse

Im Allgemeinen ist festzuhalten, dass die Proben je nach Zubereitungsart und Speisenkomponenten unterschiedlich hohe Verluste zeigen. Allgemein sind die Analyseergebnisse bei Vitamin E, Carotinoiden, bei Vitamin D, Vitamin B1, Vitamin B2, Calcium, Magnesium, Kalium, Protein-, Wassergehalt und Fettsäuremuster zwischen den Systemen eher ausgeglichen, die Lagertemperatur und die Lagerdauer zeigen keinen eindeutigen Einfluss auf deren Gehalte. Jedoch konnte festgestellt werden, dass tiefgekühlte Speisen geringere Verluste an L-Ascorbinsäure zeigten, als Gerichte die pasteurisiert und gekühlt oder nur gekühlt werden. Diese Beobachtung deutet darauf hin, dass Tiefkühlen, nicht nur von rohem Gemüse und Obst aber auch von essfertigen Speisen, eine Schutzwirkung auf die L-Ascorbinsäure ausübt.

Schlussfolgerungen aus der sensorische Analyse

Die Beurteilung der Speisen anhand der Quantitativen Deskriptiven Analyse zeigte, dass das „Tiefkühlen“ als Lagerungsverfahren die sensorischen Eigenschaften von Speisen über die längeren Zeiträume



SFA = Gesättigte Fettsäuren; MUFA = Monoenfettsäuren; PUFA = Polyenfettsäuren

Abb. 2.: Fettsäuremuster von Erdäpfelschmarren frisch zubereitet (frisch), gekühlt (kühl 1, kühl 3), pasteurisiert (pk 1, pk 3, pk 14, pk 21) und tiefgekühlt (tk 1, tk 3, tk 14, tk 21)

(nach 21 Tagen) deutlich besser erhält. Ab dem 3. Tag der Lagerung wurden die Tiefkühlspeisen meistens besser bewertet (höhere Gesamtnote) als die pasteurisierten. Eine kürzere Lagerzeit beeinflusste alle unter-

suchten Eigenschaften (Attribute) des Produktes (der fertigen Speise) weniger, die Gesamtbewertung der Qualität der Speise blieb in allen drei Zubereitungen vergleichbar (Abb. 3).

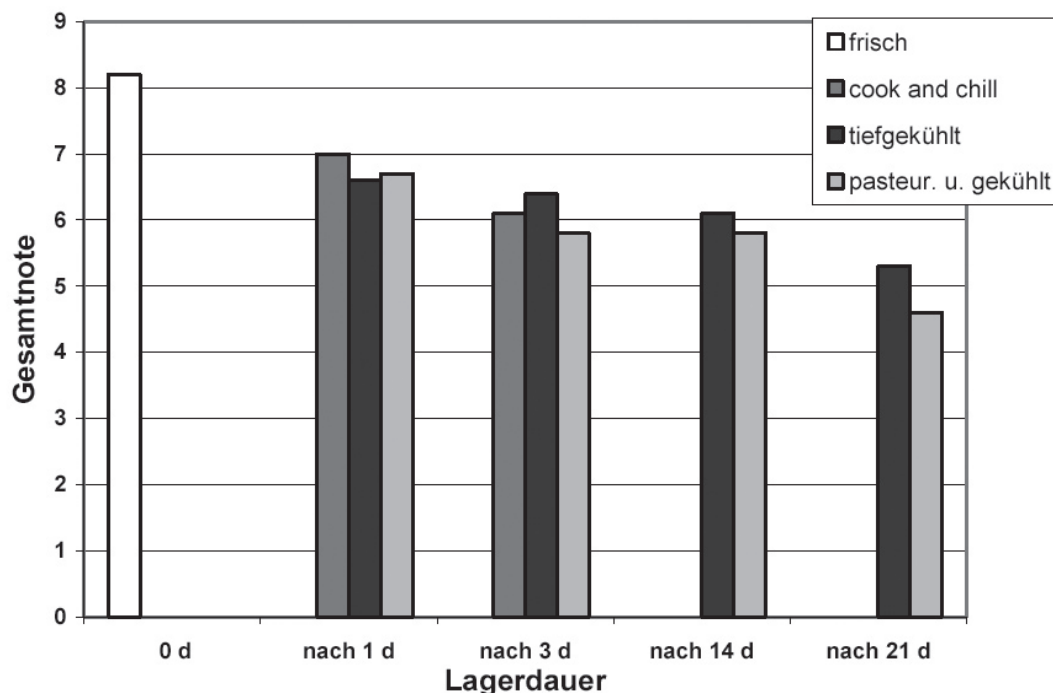


Abb. 3.: Einfluss der Lagerung auf die Qualität der Speisen (Allgemeine Bewertung aller untersuchten Speisen anhand der QDA)

Literatur

- [1] *Berghofer E.*: Technologie von Fertiggerichten. Ernährung/Nutrition 28, 247-256 (2004).
- [2] *Bognar A.*: Vitaminverluste bei der Lagerung und Zubereitung von Lebensmitteln Teil 1. Ernährung/Nutrition 19, 411-416 (1995).
- [3] *Bognar A.*: Vitaminverluste bei der Lagerung und Zubereitung von Lebensmitteln Teil 2. Ernährung/Nutrition 19, 478-483 (1995).
- [4] *Bognar A.*: Vitaminverluste bei der Lagerung und Zubereitung von Lebensmitteln Teil 3. Ernährung/Nutrition 19, 551-554 (1995).
- [5] *Bast E.*: Mikrobiologische Methoden. Eine Einführung in grundlegende Arbeitstechniken. 2. Auflage, pp. 297-306, 2001, Spektrum Akademischer Verlag GmbH, Heidelberg, Berlin.
- [6] *Folch J., Less M., Stoane-Stanley G.H.*: A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J. Biol. Chem. 226, 497-509 (1957).
- [7] *Jakob E., Elmadfa I.*: Rapid HPLC assay for the assessment of vitamin K1, A, E and beta-carotene status in children (7-19 years). Internat. J. Vit. Nutr. Res. 65, 31-35 (1995).
- [8] *Titz A.*: In vivo - Untersuchungen zur Bioverfügbarkeit von Kalzium und Vitamin D. Univ.Diss., Wien 2002.
- [9] *Kimura M., Itokawa Y.*: Determination of thiamin phosphate esters in blood by liquid chromatography with post-column derivatization. Clin. Chem. 29, 2073-2075 (1983).
- [10] *Speek A.J., van Schaik F., Schrijver J., Schreurs W.H.P.*: Determination of the Vitamin B2-vitamin flavin-adenine dinucleotide in whole blood by high-performance liquid chromatography with fluorometric detection. J. Chromatogr. 228, 311-316 (1982).
- [11] *Matissek R., Schnepel F.-M., Steiner G.*: Lebensmittelanalytik. Grundzüge, Methoden, Anwendungen. 2. Auflage, pp. 32-35 und pp. 94-101, 1992, Springer Verlag, Berlin.
- [12] Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. 14th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Washington DC 1980.
- [13] *Carlin F., Guinebretiere, C., Choma, R., Pasqualini, A., Braconnier, C., Nguyen*: The Spore-forming bacteria in commercial cooked, pasteurised and chilled vegetable purées. Food Microbiology 17, 153-165 (2000)
- [14] *Becker SR.*: Vitamine im Kochtopf – Mord in der Küche. Schweiz. Zschr. Ganzheits-Medizin 8, 285-293 (1996).
- [15] *Bognar A., Knauss C.*: Untersuchungen über den Einfluss der Temperatur und Verpackung auf den Genuss - und Nährwert von frischem Gemüse und Obst bei der Lagerung im Kühlschrank. Ernährungs-Umschau 36, 254-263 (1989).
- [16] *Bognar A.*: Ernährungsphysiologische und lebensmitteltechnologische Aspekte der Speiserverteilungssysteme, Österreichische Krankenhaus-Zeitung 35, 117-125 (1994)

Adresse der Autoren:

Dr. Dorota Majchrzak (korr. Autor)

G. Frisch G.,

A.o.Prof. Dr. K.-H. Wagner

o.Univ. Prof. Dr. I. Elmadfa

Institut für Ernährungswissenschaften

Althanstrasse 14

Universität Wien

Tel: 01 4277 549 48

Fax: 01 4277 9549

e-mail:dorota.majchrzak@univie.ac.at

Eingelangt am: 30.11.2004

Akzeptiert am: 15.4.2005



SOS-KINDERDORF

**SOS-PATEN
GESUCHT!**

www.sos-kinderdorf.at

**Ja, ich will
Pate werden!**

Rufen Sie uns an – Sylvia Fink und Hans Gregoritsch informieren Sie gerne unter unserer kostenlosen Tel.-Nr.

0800/80 80 81