



Der Einfluss thermischer Behandlung von Spinat im Temperaturbereich bis 100°C auf den Gehalt an wesentlichen Inhaltsstoffen

V. Veränderung des Mineralstoffgehaltes am Beispiel von Natrium, Kalium, Calcium und Magnesium

H. Zohm, R. Duden, A. Fricker, K. Heintze und K. Paulus

Bundesforschungsanstalt für Ernährung, Institut für Chemie und Technologie, 75, Karlsruhe (Deutschland)
Eingegangen 10. Januar 1975, Angenommen 13. Januar 1975; lwt 311

Es konnte gezeigt werden, dass bei der thermischen Behandlung von Spinat in Wasser je nach Temperatur und Zeitdauer mit unterschiedlich ausgeprägten Mineralstoffverlusten zu rechnen ist. Die Elemente Natrium und Kalium werden in stärkerer Masse herausgelöst als Magnesium. Dagegen ergab sich eine Zunahme des Calciumgehaltes, was darauf zurückzuführen ist, dass die Versuche mit einem relativ harten Wasser durchgeführt wurden. Aus den abgebildeten Kurven geht hervor, dass die Mineralstoffverluste durch kurzzeitiges Erhitzen bei allen angewendeten Temperaturen noch in Grenzen zu halten sind.

The influence of heat treatment on spinach at temperatures up to 100°C on important constituents V. Changes of the mineral content (sodium, potassium, calcium, magnesium)

The experiments showed that during the heat treatment of spinach in water distinct losses of mineral substances occur depending on temperature and duration of the treatment. Loss of sodium and potassium is higher than of magnesium. However, there was an increase of the calcium content which is due to the fact that relatively hard water was used for the experiments. As the curves demonstrate, it is possible to keep the losses of mineral substances within limits at all temperatures applied if the heat influence is short.

1.0 Einleitung

Bei thermischen Behandlungen von Lebensmitteln besteht praktisch immer die Gefahr, dass für die Ernährung wichtige Inhaltsstoffe zum Teil zerstört oder ausgelaugt werden [s. z.B. (2) (3) (4) (5)]. Ziel dieser Arbeit war es, am Beispiel von Natrium, Kalium, Calcium und Magnesium zu zeigen, wie sich der Mineralstoffgehalt im Spinat bei einer Heisswasserbehandlung in Abhängigkeit von Temperatur und Zeit ändert.

2.0 Methodik

2.1 Material und Aufschluss

Die Veraschung des nach (1) gewonnenen Versuchsgutes erfolgte auf nassem Wege unter Verwendung von konzentrierter Schwefel- und Salpetersäure.

2.2 Bestimmung der Inhaltsstoffe

Natrium und Kalium wurden flammenphotometrisch mit dem Spektralphotometer Zeiss PMQ II bei 589 bzw. 768 nm bestimmt. Die Bestimmung von Calcium und Magnesium erfolgte titrimetrisch mit dem Di-Natriumsalz der Äthylendiamintetraessigsäure. Zuerst wurde die Summe der beiden Elemente gegen Indikator-Puffertabletten zur Wasserhärte-

bestimmung (Fa. Merck), anschliessend Calcium mit Hilfe des Indikators Hydroxynaphtholblau (Fa. Mallinckrodt) bestimmt. Eisen war durch Zugabe von Triäthanolamin maskiert (6).

2.3 Bestimmung der Trockensubstanz im Behandlungswasser
Jeweils 100 ml des für die Behandlung des Spinats verwendeten Wassers wurden filtriert und bei 105°C im Trockenschrank bis zur Gewichtskonstanz getrocknet (Dauer ca. 24 Stunden).

3.0 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Veränderung der Mineralstoffgehalte im Spinat

3.1.1 Frühjahrs Spinat. Die Ergebnisse unserer Untersuchungen sind in folgenden Abbildungen graphisch dargestellt.

Die Abb. 1-3 zeigen die Verluste an Natrium, Kalium und Magnesium bei den verschiedenen Prozessbedingungen. Danach werden, wie erwartet, Natrium und Kalium stärker herausgelöst als Magnesium. Letzteres ist z.T. im Chlorophyll komplex gebunden und geht daher weniger gut vom Spinat in das Wasser über. Weiterhin deutet die starke Abnahme der einzelnen Elemente bei 100°C darauf hin, dass bei dieser Temperatur eine Strukturauflösung des behandelten Gutes

beginnt. Aus **Abb. 4** ist zu entnehmen, dass Calcium sich umgekehrt verhält: Der Calciumgehalt steigt bei der Wärmebehandlung an. Der Grund hierfür ist die relativ hohe Härte des verwendeten Leitungswassers, wodurch Calcium als Carbonat ausfällt.

Die Veränderungen der Trockensubstanzmengen wurden nicht graphisch dargestellt, da nur geringfügige Abweichungen festzustellen waren und sich die entsprechenden Kurven dadurch teilweise deckten und überschnitten (7).

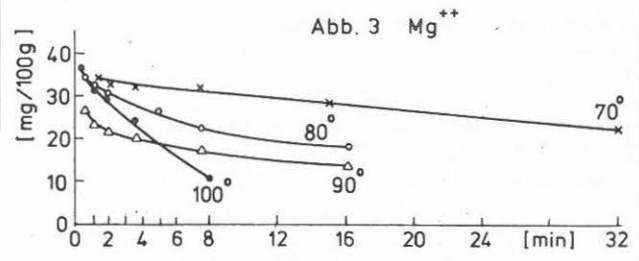
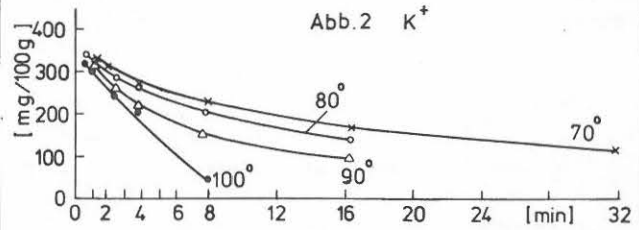
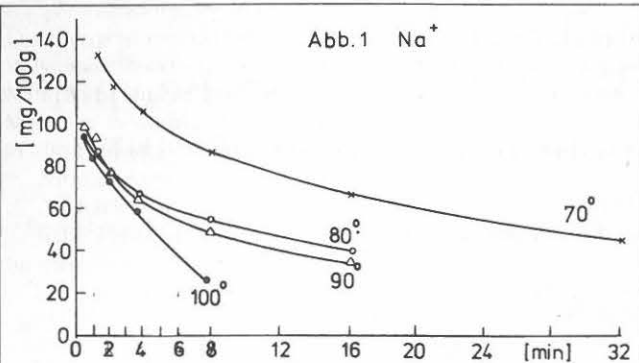


Abb. 1-3 Na⁺-, K⁺- und Mg⁺⁺-Gehalt bei Frühjahrsspinat (mg/100 g Feuchtsubstanz)

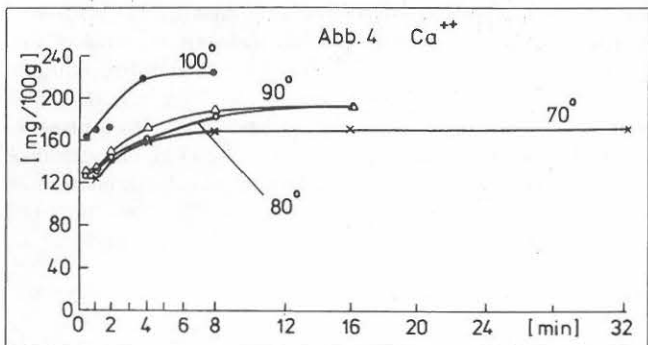


Abb. 4 Ca⁺⁺-Gehalt bei Frühjahrsspinat (mg/100 g Feuchtsubstanz)

3.1.2 Herbstspinat. Die **Abb. 5-7** zeigen die Abnahme von Natrium, Kalium und Magnesium bei der thermischen Behandlung von Herbstspinat unter den angegebenen Bedingungen.

Die Ergebnisse sind prinzipiell den mit Frühjahrsspinat erhaltenen ähnlich (s. Abschnitt 3.1.1). Beachtlich sind aber die grossen Abweichungen der Ausgangsgehalte an Natrium und

Kalium im Vergleich zu Frühjahrsspinat: Während der Natriumgehalt in diesem 140 mg/100 g betrug, waren im Herbstspinat nur 30 mg/100 g zu finden; die entsprechenden Werte für Kalium waren 350 bzw. 600 mg/100 g. Auch die Magnesiumkonzentration war im Herbstspinat geringfügig höher.

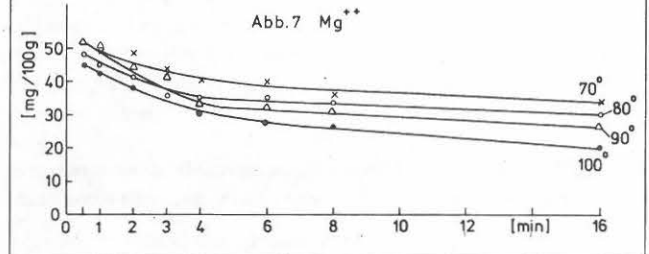
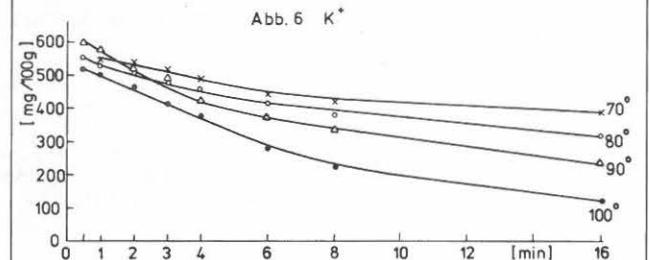
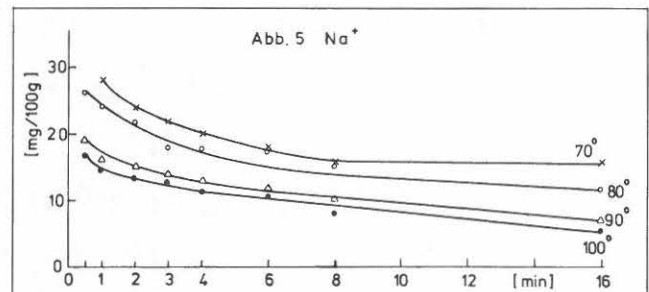


Abb. 5-7 Na⁺-, K⁺- und Mg⁺⁺-Gehalt bei Herbstspinat (mg/100 g Feuchtsubstanz)

3.2 Mineralstoff und Trockensubstanzgehalt im Behandlungswasser

Die Zunahme der Mineralstoff- und Trockensubstanzgehalte im Behandlungswasser in Abhängigkeit von Dauer und Temperatur der Behandlung wurde im Fall des Frühjahrsspinates untersucht. In den **Abb. 8-12** sind die Ergebnisse graphisch dargestellt.

Die Kurven zeigen einen «reziproken» Verlauf gegenüber den Kurven in den **Abb. 1-4**: Natrium und Kalium reichern sich im Reaktionswasser stark, Magnesium dagegen schwächer an. Entsprechend nimmt der Calciumgehalt ab, da das ausgefallene Calciumcarbonat mit dem Spinat bzw. durch die anschliessende Filtration entfernt wurde. Die gestrichelte Kurve der **Abb. 11** gibt das «Verhalten» des Karlsruher Leitungswassers wieder, wenn es ohne Spinat bei 100°C erhitzt wird. Die Abnahme des Calciumgehaltes erfolgt in diesem Fall wesentlich langsamer. Hieraus kann gefolgert werden, dass die Wirkung des Spinates mit der eines Kondensationskeimes zu vergleichen ist.

In **Abb. 12** sind die Veränderungen der Trockensubstanzmengen im Behandlungswasser dargestellt. Die Bezugsgrösse ist hier zwar 1 l Behandlungswasser, doch zeigen die Ergebnisse, dass ein Teil der Inhaltsstoffe des Spinates je nach Behandlungsbedingungen mehr oder weniger stark herausgelöst wird, wie dies nach den in den **Abb. 1-3** wiedergegebenen Ergebnissen zu erwarten war.

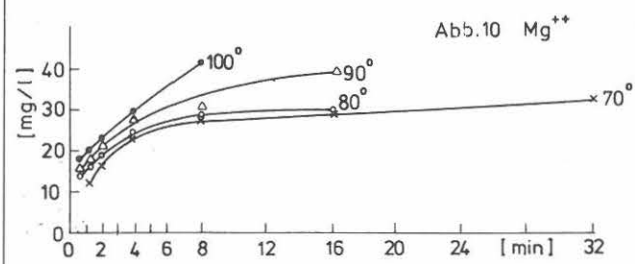
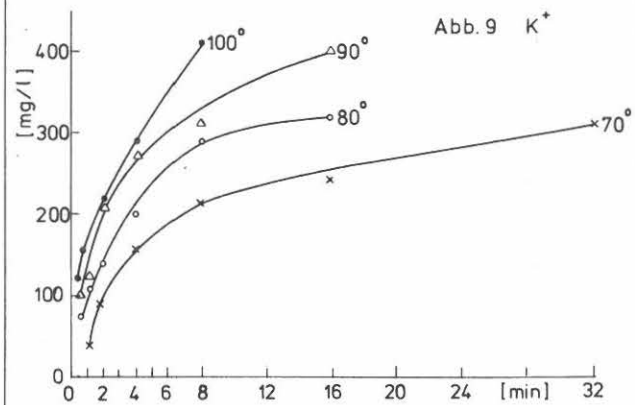
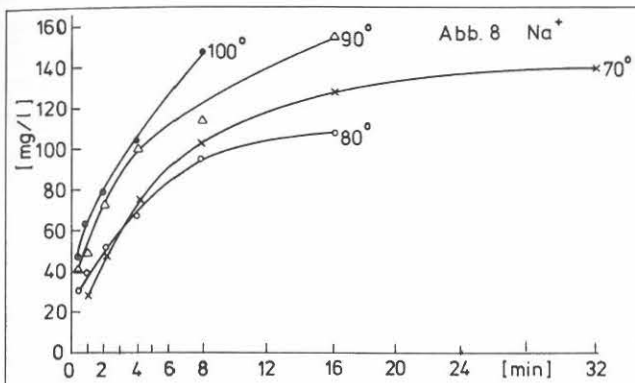
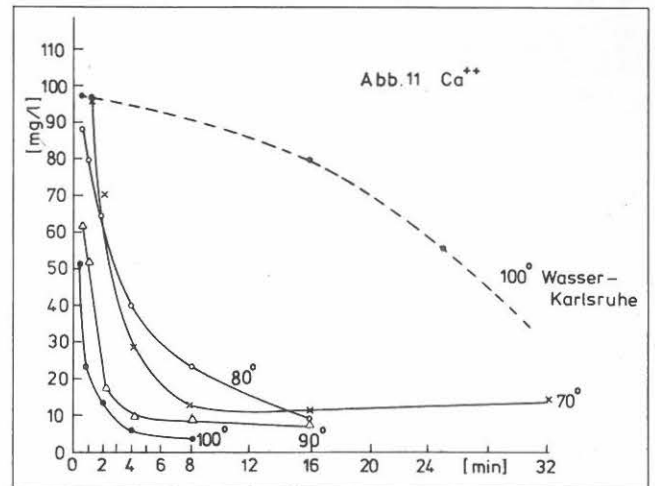
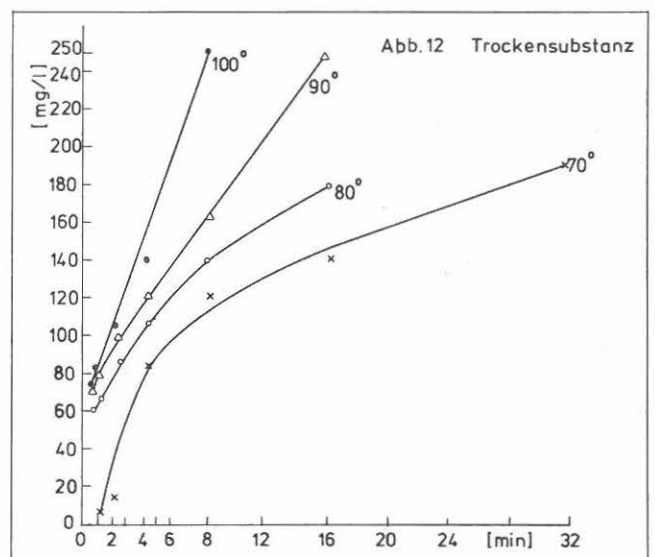
Abb. 8-10 Na^+ -, K^+ - und Mg^{++} -Gehalt im BehandlungswasserAbb. 11 Ca^{++} -Gehalt im Behandlungswasser

Abb. 12 Trockensubstanzgehalt im Behandlungswasser

4.0 Dank

Für die sorgfältige Durchführung vieler Analysen danken wir Herrn Th. Langenbein sehr herzlich.

5. Literatur

1 PAULUS, K.A., FRICKER, A., DUDEN, R., HEINTZE, K., ZOHN, H., *Lebensm.-Wiss. u. -Technol.*, 8, 7 (1975)

2 HERMANN, K., *Gemüse und Gemüsedauerwaren*, Verlag P. Parey 1962, S. 64-65 und 100-102.

3 BENGTTSSON, B.L., *J. Food Technol.*, 4, 141 (1969)

4 VOIROT, F., *Food Proc. Ind.*, 41, 27 (1972)

5 KONRAD, H.Z., *Lebensm. Unters. u. Forsch.*, 118, 35 (1962)

6 *Komplexometrische Bestimmungsmethoden*, Fa. E. Merck, Darmstadt, 3. Auflage

7 PAULUS, K., DUDEN, R., FRICKER, A., HEINTZE, K., ZOHN, H., *Lebensm.-Wiss. u. -Technol.*, 8, 11 (1975)