

Einfluß des Blanchierens sowie der Konservierung durch Lufttrocknung bei verschiedenen Temperaturen, Tiefgefrieren und Gefriertrocknung auf den Oxalsäuregehalt von Spinat

Erna Richter und Siegfried Handke

Max-Planck-Institut für Kulturpflanzenzüchtung, Hamburg-Volksdorf (BRD)

Eingegangen am 24. April 1973

Influence of Blanching and Conservation by Air-Drying at Different Temperatures, Deep-Freezing and Freeze-Drying on Oxalic Acid of Spinach

Summary. Equal parts of a sample of 12,5 kg spinach were used for further treatment unblanched, blanched with steam and with water. One part of each of these samples remained without further treatment, others were air-dried at 30° C, 70° C and 105° C, frozen and freeze-dried, thus resulting 18 samples. In aliquotes of these differently treated samples the content of water soluble and insoluble oxalic acid was determined. From the obtained results the total content of oxalic acid was calculated. Besides this the total content of oxalic acid was also determined according to the method of Lehmann and Grütz. The water used for blanching, the sediment formed in the water, and the water used for chilling the blanched spinach were analyzed for total oxalic acid content according to the same method.

The results of these experiments show that only blanching reduced significantly the content in soluble and total oxalic acid of the spinach. This is accomplished by the transfer of water soluble oxalates into insoluble calciumoxalate and by leaching of water soluble oxalates. Both these effects are higher for blanching with water than for blanching with steam, thus resulting in lower contents of physiological active oxalic acid in water blanched spinach. When blanching with steam about 20 per cent of the calcium present in the spinach is transferred into insoluble calciumoxalate. In this form the calcium can not be resorbed intestinally. Nutritional physiological aspects of the influence of blanching with water and with steam on the quality of spinach are discussed.

Zusammenfassung. Gleiche Teile einer Spinatprobe von 12,5 kg wurden unblanchiert, dampfblanchiert und wasserblanchiert weiterbehandelt. Ein Teil einer jeden Probe blieb unbehandelt, weitere wurden bei 30, 70 und 105° C luftgetrocknet, tiefgefroren und gefriergetrocknet. In aliquoten Teilen dieser 18 unterschiedlich behandelten Proben wurde der Gehalt an wasserlöslicher und unlöslicher Oxalsäure bestimmt. Daraus wurde der Gehalt an Gesamt-Oxalsäure berechnet, der außerdem nach der Methode von Lehmann u. Grütz ermittelt wurde. Nach derselben Methode wurden auch Blanchier- und Abschreckwasser und das Sediment des Blanchierwassers untersucht.

Es zeigt sich, daß nur durch das Blanchieren der Gehalt an löslicher und Gesamt-Oxalsäure signifikant herabgesetzt wird. Dieses geschieht durch Überführung wasserlöslicher Oxalate in unlösliches Calciumoxalat und durch Auswaschung wasserlöslicher Oxalate. Beide Effekte sind beim Wasserblanchieren größer als beim Dampfblanchieren, so daß der mit Wasser blanchierte Spinat die niedrigsten Gehalte an physiologisch wirksamer Oxalsäure aufweist. Durch das Dampfblanchieren sind etwa 20% des im Spinat vorhandenen Calciums gebunden worden, das somit der Resorption entzogen wird. Ernährungsphysiologische Aspekte des Einflusses von Wasser- und Dampfblanchieren auf die Qualität des Spinates werden diskutiert.

Einleitung

Spinat ist seiner wertvollen Inhaltstoffe wegen ein geschätztes Blattgemüse. Jedoch wird die Bedeutung eines Nahrungsmittels nicht allein von seinem Gehalt der für die menschliche Ernährung wertvollen Inhaltstoffe und von einem günstigen Verhältnis einzelner Stoffgruppen zueinander bestimmt, sondern auch von der Menge der enthaltenen wertmindernden Stoffe. Beim Spinat gilt das vor allem für Nitrat und Oxalsäure.

Die Oxalsäure liegt im Spinat in Form des schwerlöslichen Calciumoxalates und wasserlöslicher Oxalate (Natrium- und Kaliumoxalat) vor, während über das Vorkommen freier Oxalsäure bisher nur in Pilzen berichtet wurde [1, 2]. In Fütterungsversuchen mit Wiederkäuern [3] und Schweinen [4] konnte gezeigt werden, daß nur die lösliche Oxalsäure resorbierbar und damit physiologisch wirksam ist, während Calciumoxalat mit dem Kot ausgeschieden wird, soweit es

nicht im Intestinaltrakt einer bakteriellen Zersetzung unterliegt. Die nicht an Calcium gebundene Oxalsäure wird im wesentlichen auf renalem Wege ausgeschieden [5—8]. So zeigte sich in Diätversuchen bei Menschen, daß die Menge der im Harn ausgeschiedenen Oxalsäure nach Oxalsäure-Belastung beträchtlich ansteigt [9—11]. Diese Tatsache unterstreicht die Ansicht, daß möglicherweise ein Zusammenhang zwischen exogener Oxalsäure und der Bildung von Harnkonkrementen besteht (vgl. [12, 13]). Von anderen (zit. nach Glatzel [14, 15]) wird eine davon abweichende Meinung vertreten, und Schuphan u. Weinmann [16] erscheint es nicht berechtigt, „den Oxalsäuregehalt der Gemüse als einen praktisch bedeutsamen Wertminderungsfaktor zu betrachten“. So widersprüchlich die Meinungen darüber sind, Tatsache ist, daß etwa 60—80% der Harnkonkremente Oxalsäure enthalten [17, 18], daß es nach Genuß oxalatreicher Nahrung zu vermehrter Oxalsäureausscheidung im Harn kommt, daß Oxalsäure die Resorption des Nahrungs-Calciums beim Menschen hemmt [19—21] und daß sie entcalcifizierend wirkt, wenn mit der Nahrung nicht gleichzeitig große Mengen Calcium zugeführt werden und die Versorgung mit Vitamin D unzureichend ist [22]. Aus diesen Gründen muß auf jeden Fall ein hoher Oxalsäuregehalt im Spinat unerwünscht sein, zumal Spinat jetzt infolge seiner hervorragenden Eignung für das Tiefgefrieren das ganze Jahr über zur Verfügung steht und wegen der einfachen Zubereitung dieser Tiefgefrierkonserven sein Konsum seit Einführung der Tiefkühlkost ganz beträchtlich zugenommen hat. Es fehlt daher nicht an Arbeiten und Versuchen, auf dem Wege der Züchtung [23, 24] und Pflanzenernährung [25—32] ein Gemüse mit möglichst niedrigem Oxalsäuregehalt zu erzeugen. Schaller [33, 34] hat den Oxalsäuregehalt von tiefgefrorenem Spinat, besonders den an löslicher Oxalsäure untersucht und aus diesem und dem Gehalt an Calcium den Anteil an physiologisch aktiver Oxalsäure errechnet. Experimentell konnte er wie danach auch v. Sengbusch *et al.* [24] einen Einfluß des Heißwasserblanchierens auf die Oxalsäurefraktionen nachweisen. Da Brune [3] ebenfalls eine Herabsetzung der gesamten und wasserlöslichen Oxalsäure im Rübennblatt durch künstliche Trocknung festgestellt hat, haben wir untersucht, in welcher Weise sowohl das Wasser- und Dampf-Blanchieren als auch die Lufttrocknung bei verschiedenen Temperaturen, Gefriertrocknung und das Tiefgefrieren den Gehalt an wasserlöslicher und gesamt Oxalsäure des Spinates beeinflussen.

Versuchsanstellung und Untersuchungsmethoden¹

Bei einem Sortenversuch, der zur Bonitierung physiologischer Merkmale angelegt worden war, wurde aus den Parzellen der Sorte *Früremona* zum normalen Erntetermin eine Probe von insgesamt 12,5 kg Frischmasse entnommen. Die gut gemischte Probe wurde in drei gewichtsgleiche Teile aufgeteilt. Teil A wurde unblanchiert weiterverarbeitet, Teil B in einem drucklosen Dampfsterilisator blanchiert. Dabei lagerte der Spinat locker in den zwei übereinander stehenden Korbeinsätzen aus rostfreiem Material. Während der Behandlung wurden die beiden Körbe jeweils nach 5 min fünfmal umgesetzt, so daß eine möglichst gleichmäßige Einwirkung des Dampfes auf den Spinat im oberen und unteren Korb gewährleistet war. Der so blanchierte Spinat wurde durch Einbringen in den Kühlraum von 4° C abgeschreckt. (Eingesetztes Frischgewicht 4160 g; Gewicht des blanchierten Spinates 3360 g). — Das zur Erzeugung des Dampfes verwendete Leitungswasser wurde aus dem Topf abgelassen und nach Lehmann u. Grütz [35] in der von v. Sengbusch u. Sücker [11] beschriebenen Weise auf seinen Gehalt an Gesamt-Oxalat untersucht.

Teil C wurde unter folgenden Bedingungen mit Leitungswasser blanchiert: Verhältnis Wasser : Spinat 10 : 1; Einbringen des Gutes in kochendes Wasser; Badtemperatur während des Blanchierens 80° C; Blanchierdauer 5 min, Abschrecken mit Leitungswasser von 18° C. (Eingesetztes Frischgewicht 4160 g; Gewicht des blanchierten Gutes 4100 g). — Der im Blanchierwasser gebildete Niederschlag mit 5,35 g Trockensubstanz, sowie das Blanchier- und Abschreckwasser wurden wie das Wasser von Teil B auf ihren Gehalt an Gesamt-Oxalat untersucht.

Die unbehandelte und die beiden blanchierten Spinatproben wurden in 6 gewichtsgleiche Teile aufgeteilt, die folgendermaßen weiterverarbeitet wurden: 1. ohne weitere Behandlung, 2. Lufttrocknung bei 30° C, 3. Lufttrocknung bei 70° C, 4. Lufttrocknung bei 105° C, 5. Tiefgefrieren in Luft bei —20° C und 3 Monate Lagerung bei —20° C, 6. Gefriertrocknung in einer Anlage der Firma Christ [36] bei —60° C Kondensator-Temperatur, $4-6 \times 10^{-2}$ Torr Kammerdruck und +30° C Tablartemperatur.

Der Trockensubstanzgehalt der 18 Spinatproben wurde durch Trocknung aliquoter Teile bei 105° C bis zur Gewichtskonstanz ermittelt. In anderen aliquoten Teilen der Proben wurde der Gehalt an wasserlöslichem und -unlöslichem Oxalat in der von v. Sengbusch, Sücker u. Handke [24] angegebenen Weise bestimmt und aus den erhaltenen Werten die Gesamt-Oxalsäure in den Proben berechnet. Außer bei den Proben A 1, B 1 und C 1 wurden auch Bestimmungen der Gesamt-Oxalsäure nach Lehmann u. Grütz [35] und v. Sengbusch u. Sücker [11] durchgeführt. Die Untersuchungen erfolgten mindestens in 3facher Wiederholung; nur bei den Proben, für deren Ergebnisse in Tab. I der Fehler des Mittelwertes nicht angegeben ist, konnten die Untersuchungen vornehmlich aus arbeitstechnischen Gründen nur in 2facher Wiederholung vorgenommen werden.

Die statistische Verrechnung der Ergebnisse ist als Spaltanlage mit zwei Faktoren [37] durchgeführt worden.

¹ Wir danken Fräulein Dorothee Petersen und Fräulein Renate Pfüff für wertvolle technische Hilfe bei der Durchführung der Versuche und Analysen.

Ergebnisse

Die Oxalsäure-Gehalte der verschiedenen behandelten und konservierten Spinatproben sind in Tab. 1 zusammengestellt. Sie zeigen, daß die Art der Konservierung durch Trocknung bei verschiedenen Temperaturen, Tiefgefrieren und Gefriertrocknung keinen Einfluß auf den Gehalt an löslicher, unlöslicher und Gesamt-Oxalsäure in Spinat ausübt. Dagegen wird durch das Blanchieren der Anteil der löslichen Oxalsäure deutlich herabgesetzt. Das Wasserblanchieren wirkt sich in dieser Hinsicht stärker aus als das Dampfblanchieren, indem die mit Wasser blanchierten Proben durchschnittlich nur noch 35% der in den unblanchierten Proben vorhandenen löslichen Oxalsäure enthalten, die mit Dampf blanchierten Proben dagegen noch 62%. Die Unterschiede im Gehalt an löslicher Oxalsäure zwischen unblanchierten und dampfblanchierten sowie dampfblanchierten und wasserblanchierten Proben sind bei P 1% signifikant.

Ein Teil der löslichen Oxalsäure wird beim Blanchieren in unlösliche Oxalsäure übergeführt, was bei den blanchierten Proben im Vergleich zu den unblanchierten zu einer Zunahme des Gehaltes an unlöslicher Oxalsäure führt, die bei P 5% zwischen den unblanchierten und wasserblanchierten Proben signifikant ist. Auch hierbei wirkt sich das Blanchieren mit Wasser stärker aus als das mit Dampf. Die Zunahme des Gehaltes an unlöslicher Oxalsäure betrug im Durchschnitt beim Dampfblanchieren 15% und beim Wasserblanchieren 38%.

Ein weiterer Teil der löslichen Oxalsäure wird beim Blanchieren aus dem Spinat ausgewaschen, was zu einer Erniedrigung des Gehaltes an Gesamt-Oxalsäure in den blanchierten Proben gegenüber den unblanchierten führt. Für die errechnete Gesamt-Oxalsäure in den Proben sind die Unterschiede zwischen unblanchierten und blanchierten Proben bei P 5% signifikant. Bei der nach Lehmann u. Grütz [35] bestimmten Gesamt-Oxalsäure ist nur der Unterschied zwischen den unblanchierten und wasserblanchierten Proben statistisch gesichert. Obwohl die Abnahme der löslichen Oxalsäure infolge des Blanchierens mit Wasser stärker ist als bei dem mit Dampf, ist die Abnahme der Gesamt-Oxalsäure in den Proben beider Behandlungsweisen mit etwa 16% gleich, da durch das Wasserblanchieren ein größerer Teil der löslichen Oxalsäure in unlösliche übergeführt wird, die in den Proben verbleibt. Eine Übersicht über den Verbleib der in der eingesetzten Frischsubstanz von 4160 g enthaltenen Oxalsäure beim Dampf- und Wasserblanchieren gibt Tab. 2.

Wie daraus hervorgeht, sind beim Dampfblanchieren von 4160 g frischem Spinat 2,458 g Oxalsäure von der wasserlöslichen Form in die unlösliche übergeführt worden. Da mit dem Wasserdampf keine Ca-Ionen für die Bildung von Calciumoxalat zur Verfügung gestellt werden, muß das dafür erforderliche Calcium – 2,458 g Oxalsäure \cong 54,6 mval Ca – aus dem Spinat stammen.

Beim Wasserblanchieren dagegen, bei dem ein weit größerer Teil der wasserlöslichen Oxalsäure des Spinates in unlösliche übergeführt wird, dürfte das dafür erforderliche Calcium mit dem zum Blanchieren verwendeten Leitungswasser bereitgestellt worden sein, wie folgende Bilanz ergibt:

6,32 g	lösliche Oxalsäure in unlösliche übergeführt	\cong 140,39 mval Ca
1,923 g	Oxalsäure in 5,35 g Sediment des Blanchierwassers \cong 2,736 g Calciumoxalat	\cong 42,72 mval Ca
2,614 g	Sediment des Blanchierwassers berechnet als Calciumcarbonat	\cong 52,23 mval Ca
		<hr/>
	benötigte Menge Calcium	235,34 mval

In dem Leitungswasser, das zum Blanchieren verwendet wurde, war der Gehalt an Calcium flammenphotometrisch mit 6,7 mval/l ermittelt worden. Somit standen mit den 40 l Blanchierwasser 268 mval Ca zur Verfügung.

Verhältnis K/Na, dem eine Bedeutung für Gefäß- und Kreislaufkrankungen beigemessen wird, wird nach Wedler [39] im Spinat jedoch durch das Dampfblanchieren eher ungünstig beeinflusst. Auch werden beim Dampfblanchieren unerwünschte wasserlösliche Inhaltstoffe wie physiologisch wirksame Oxalsäure und Nitrat [39, 41] nicht in dem Maße beseitigt, wie das durch Blanchieren mit Wasser möglich ist.

Tabelle 2. Verteilung der Oxalsäure bei unbehandelten und blanchierten Spinatproben von 4160 g Frischsubstanz mit 8,44% Trockensubstanz

unblanchiert	Oxalsäure		dampfblanchiert	Oxalsäure		wasserblanchiert	Oxalsäure	
	g	rel.		g	rel.		g	rel.
lösliche Oxalsäure im Spinat (bei durchschnittlich 5,5% i. d. Tr.Subst.)	19,311	53,40	lösliche Oxalsäure im Spinat (bei durchschnittlich 3,4% i. d. Tr.Subst.)	11,937	33,00	lösliche Oxalsäure im Spinat (bei durchschnittlich 2,0% i. d. Tr.Subst.)	7,022	19,42
unlösliche Oxalsäure im Spinat (bei durchschnittlich 4,8% i. d. Tr.Subst.)	16,853	46,60	unlösliche Oxalsäure im Spinat (bei durchschnittlich 5,5% i. d. Tr.Subst.)	19,311	53,40	unlösliche Oxalsäure im Spinat (bei durchschnittlich 6,6% i. d. Tr.Subst.)	23,173	64,08
			Gesamt-Oxalsäure im Spinat	31,248	86,40	Gesamt-Oxalsäure im Spinat	30,195	83,50
			im Wasser	1,260	3,48	im Blanchierwasser:		
						Wasser	3,502	9,68
						5,35 g Sediment	1,923	5,32
						im Abschreck-	0,293	0,81
						wasser		
Gesamt-Oxalsäure in 4160 g Spinat mit 8,44% Tr.Substanz	36,164	100	gefundene Oxalsäure von 4160 g Spinat mit 8,44% Tr.Substanz	32,508	89,89	gefundene Oxalsäure von 4160 g Spinat mit 8,44% Tr.Substanz	35,913	99,31

Blanchiert werden muß Spinat sowohl für die Naßkonservierung als auch für das Tiefgefrieren. Bei den Blanchierverfahren spielt das Wasserblanchieren, bei dem die größeren Verluste an wasserlöslichen Inhaltstoffen eintreten, noch immer die bedeutendste Rolle [42]. Der Wert eines Produktes hängt jedoch nicht allein von der Höhe seines Gehaltes an wertvollen oder wertmindernden Inhaltstoffen ab, sondern vielmehr von der Relation der Gehalte an diesen Stoffen. Der Einfluß einer verfahrenstechnischen Maßnahme sollte daher danach beurteilt werden, in welcher Richtung und in welchem Maße sie dieses Verhältnis verändert. Tritt eine Verschiebung zugunsten des Gehaltes an wertvollen Inhaltstoffen ein, auch wenn dieser absinkt, so muß dieses günstiger beurteilt werden, als wenn der Gehalt an wertgebenden und wertmindernden Inhaltstoffen in gleichem Maße beeinflusst wird und ein Produkt entsteht, das allgemein ärmer an Inhaltstoffen ist und in dem wertmindernde Stoffe in demselben Verhältnis zu wertgebenden vorhanden sind wie in dem Ausgangsprodukt.

Unter diesem Aspekt betrachtet, erscheint das Blanchieren mit Wasser für den Spinat günstiger als das mit Dampf, denn durch das Wasserblanchieren konnte in dem beschriebenen Versuch der Gehalt an physiologisch wirksamer Oxalsäure in stärkerem Maße, nämlich um 65%, gesenkt werden; für den Verlust an wasserlöslichen wertvollen Inhaltstoffen dagegen werden bei dieser Verfahrenstechnik nur 50% und weniger angegeben [43], so daß wasserblanchierter Spinat im Verhältnis zu wertgebenden Inhaltstoffen weniger wertmindernde enthält als frischer. Durch entsprechende Zusätze zum Blanchierwasser, die das Konzentrationsgefälle zwischen Gut und Wasser für bestimmte Stoffe herabsetzen, ließe sich sogar der Verlust durch Auswaschen z. B. von Kalium verringern. Um den Verlust an wasserlöslichen wertgebenden Inhaltstoffen, die durch das Blanchieren verursacht werden, etwa wieder

auszugleichen, ist auch vorgeschlagen worden, das Blanchier- bzw. Kochwasser bei der weiteren Verarbeitung des Gemüses wieder zuzusetzen [44]. Zumindest bei Spinat muß dieses jedoch bedenklich erscheinen, da auf diese Weise auch die unerwünschten Inhaltstoffe wie physiologisch wirksame Oxalsäure und Nitrat der Nahrung wieder zugeführt werden und damit der günstige Effekt, den das Wasserblanchieren gerade bei der Beseitigung dieser unerwünschten Inhaltstoffe erzielt, wieder zunichte gemacht wird.

Literatur

1. Wehmer, C., Thiess, W., Hadders, M.: In: Klein, G.: Handbuch der Pflanzenanalyse, Bd. 2, Wien: Julius Springer 1932
2. Kobel, M., Neuberg, C.: In: Klein, G.: Handbuch der Pflanzenanalyse, Bd. IV/2, Wien: Julius Springer 1933
3. Brune, H.: Z. Tierernähr. Futtermittelk. **10**, 65—192 (1955)
4. Brune, H., Bredehorn, H.: Naturwissenschaften **47**, 281 (1960)
5. Brubacher, G., Just, M., Bodur, H., Bernhard, K.: Hoppe Seylers Z. Physiol. Chem. **304**, 173—181 (1956)
6. Brubacher, G., Just, M., Bodur, H., Bernhard, K.: Hoppe Seylers Z. Physiol. Chem. **305**, 248—256 (1956)
7. Just, M., Bernhard, K.: Hoppe Seylers Z. Physiol. Chem. **308**, 263—264 (1957)
8. Bernhard, K., Just, M.: Hoppe Seylers Z. Physiol. Chem. **308**, 265—269 (1957)
9. Herkel, W., Koch, K.: Deut. Arch. Klin. Med. **178**, 511—537 (1936)
10. Sengbusch v., R., Timmermann, A.: Urol. int. **5**, 218—231 (1957)
11. Sengbusch v., R., Sücker, I.: Z. Klin. Chem. **4**, 3—8 (1966)
12. Sengbusch v., R., Timmermann, A.: Urol. int. **4**, 76—95 (1957)
13. Sengbusch v., R., Timmermann, A.: Deut. Med. Wochschr. **13**, 501—504 (1958)
14. Krehl, L., zit. nach Glatzel, H.: Krankenernährung. Ein diätisches Lehrbuch, S. 161, Berlin, Göttingen, Heidelberg: Springer 1953
15. Glatzel, H.: Handbuch der Inneren Medizin. hrsg. von Bergmann v., G., Frey, W. und Schwiegk., H. 4. Aufl. Bd. VI/2, S. 638. Berlin, Göttingen, Heidelberg: Springer 1954
16. Schuphan, W., Weinmann, I.: Qualitas Plant. Mater. Vegetabiles V, 1—22 (1958)
17. Richter, E., Sücker, I.: Urol. int. **22**, 178—184 (1967)
18. Richter, E.: Ärztl. Lab. **16**, 33—41 (1970)
19. Bonner, P., Hummel, F. C., Bates, M. F., Horton, J., Hunscher, H. A., Macy, I. G.: J. Pediat. **12**, 188—196 (1938)
20. Speirs, M.: J. Nutr. **17**, 557—564 (1939)
21. Ackermann, H., Gebauer, H.: Nahrung **1**, 278—284 (1957)
22. Mackenzie, C. G., McCollum, E. V.: Am. J. Hyg. **25**, 1—10 (1937)
23. Huhnke, W., Monicke, W., Schwanitz, F., Sengbusch v., R.: Züchter **26**, 168—172 (1956)
24. Sengbusch v., R., Sücker, I., Handke, S.: Züchter **35**, 90—98 (1965)
25. Scharrer, K., Jung, J.: Z. Pflanzenernähr. Düng. Bodenk. **62**, 63—81 (1953)
26. Grütz, W.: Z. Pflanzenernähr. Düng. Bodenk. **62**, 24—30 (1953)
27. Scharrer, K., Jung, J.: Z. Pflanzenernähr. Düng. Bodenk. **66**, 1—18 (1954)
28. Grütz, W.: Phosphorsäure **16**, 181—187 (1956)
29. Grütz, W.: Landwirtsch. Forsch., 7. Sonderh. **121**—135 (1956)
30. Ehrendorfer, K.: Bodenkultur, Ausg. A. **12**, 100—111 (1961)
31. Eheart, J. F., Massey, P. H.: Agricultural Food Chem. **10**, 325—327 (1962)
32. Knauer, N., Simon, C.: Z. Acker- Pflanzenbau **128**, 197—200 (1968)
33. Schaller, A.: Kälte **14**, 487—493 (1961)
34. Schaller, A.: Kälte **15**, 187—192 (1962)
35. Lehmann, E., Grütz, W.: Z. Pflanzenernähr. Düng. Bodenk. **61**, 77—86 (1953)
36. Kallistratos, G., Sengbusch v., R., Goergen, K.: Z. Lebensm. Unters.-Forsch. **127**, 22—32 (1965)
37. Mudra, A.: Statistische Methoden für landwirtschaftliche Versuche. Berlin und Hamburg: Verlag Paul Parey 1958
38. Schuphan, W.: Zur Qualität der Nahrungspflanzen. Erzeugerinteressen — Verbraucherwünsche. München-Bonn-Wien: Bayerischer Landwirtschaftsverlag 1961
39. Wedler, A.: Qualitas Plant. Mater. Vegetabiles **XXI**, 79—95 (1971)
40. Schwerdtfeger, E.: Qualitas Plant. Mater. Vegetabiles **XXI**, 97—110 (1971)
41. Richter, E., Handke, S.: Z. Lebensm. Unters.-Forsch. **141**, 275—276 (1969)
42. Nehring, P.: Qualitas Plant. Mater. Vegetabiles **XXI**, 23—43 (1971)
43. Herrmann, K.: Qualitas Plant. Mater. Vegetabiles **XXI**, 1—22 (1971)
44. Schuphan, W.: Qualitas Plant. Mater. Vegetabiles **XXI**, 45—72 (1971)

Dr. Erna Richter
 Bundesforschungsanstalt für gartenbauliche Pflanzenzüchtung
 D-2070 Ahrensburg, Bornkampsweg
 Bundesrepublik Deutschland