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

Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit

Band: 55 (1964)

Heft: 2

Artikel: Bewertung getrockneter Lebensmittel : ein Test zur Bestimmung von Zell- und Strukturveränderungen während der Trocknung

Autor: Sulser, H. / Mohler, H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-982388

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 22.08.2025

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

Bewertung getrockneter Lebensmittel

Ein Test zur Bestimmung von Zell- und Strukturveränderungen während der Trocknung

Von *H. Sulser* und *H. Mohler*

(KNORR Forschungs-Institut, Zürich)

In früheren Mitteilungen zur Beurteilung getrockneter Lebensmittel stellten wir ein Bewertungsschema mit 10 Kriterien zur Diskussion, darunter auch den sog. «plasmolytischen Test» (1, 2, 3, 4). Bekanntlich werden mit der üblichen Trocknung unter atmosphärischen Bedingungen Produkte erhalten, die im allgemeinen nur schlecht rehydrierbar sind, was auf irreversible Veränderungen wie Zellschrumpfung, Verlust der Elastizität und des Quellvermögens, Verhornung und Verkrustung der Oberfläche usw. zurückzuführen ist (5). In der Annahme, daß diese qualitätsmindernden Vorgänge erst in einem bestimmten Trocknungsbereich auftreten, bis zu welchem das Gut ohne Schaden mit robusten Methoden entwässert werden kann, versuchten wir einen Test zu entwickeln, der die Festlegung des kritischen Trocknungsgrades auf experimentellem Wege ermöglicht. Die genaue Beschreibung und die Prüfung des Aussagewertes dieses Testes sind Gegenstand der vorliegenden Veröffentlichung.

Bei der Gefriertrocknung treten dank dem Feuchtigkeitsentzug durch Sublimation die oben erwähnten Nachteile nicht auf; die durch poröse Struktur ausgezeichneten gefriergetrockneten Lebensmittel sind daher gut rekonstituierbar. Da jedoch die Lyophilisation wesentlich teurer als eines der üblichen Trocknungsverfahren zu stehen kommt, ist man aus wirtschaftlichen Gründen daran interessiert, das Wasser mittels einer billigen Vortrocknung bis zu jenem Punkt zu entfernen, bei dem die unerwünschten Schäden noch nicht auftreten. Der weitere Wasserentzug kann dann durch Gefriertrocknung oder evtl. nach einer Expansionsbehandlung durch ein robustes Verfahren zu Ende geführt werden.

Der plasmolytische Test bedarf zunächst als Begriff einer Klärung. Nach der herkömmlichen Betrachtungsweise besteht in der lebenden Pflanzenzelle die innere Abgrenzung des Protoplasmas gegen die den Zellsaft enthaltende Vakuole aus einer semipermeablen Membran, so daß die Zelle innerhalb der elastischen Zellwand gegenüber dem sie umgebenden Gewebesaft als osmotisches System reagiert (6, 7). Gemäß den herrschenden Konzentrationsverhältnissen zwischen Zell- und Gewebesaft stellen sich in der Zelle Volumenänderungen ein, die sich als Turgor (Zelldruck) bzw. Saugspannung zu erkennen geben und die Festigkeit bzw. Schlaffheit nicht verholzter Pflanzenteile bedingen. Bekannt ist z. B. das Schlaffwerden der Pflanzen bei Sonnenbestrahlung. Der Grund dafür liegt in dem durch Verdunstung herbeigeführten Konzentrationsanstieg des Gewebesaftes und dem

dadurch bedingten Nachlassen der osmotischen Zellspannung durch Flüssigkeitsabgabe. Ähnliche Vorgänge spielen sich ab, wenn pflanzliches Material der Trocknung unterworfen wird. Erreicht die Zellschrumpfung bei fortschreitender Entwässerung den Punkt, bei dem sich das Zellplasma von der Zellwand löst, so spricht man von beginnender Plasmolyse, die bei einem bestimmten Wasserverlust irreversibel wird. Das osmotische Verhalten, ein Kennzeichen der unversehrten Zelle, geht verloren, das Protoplasma bricht auf oder verliert infolge Austrocknung (Denaturierung) seine semipermeablen Eigenschaften, und die Inhaltsstoffe der Zelle werden an den Interzellularraum abgegeben und durch Diffusion über das Wassergefäßsystem schließlich freigesetzt.

Zur Verfolgung der Plasmolyse sind verschiedene Methoden im Gebrauch. Durch Anfärbung des zu untersuchenden Gewebes mit bestimmten Vitalfarbstoffen läßt sie sich an mikroskopischen Präparaten schrittweise beobachten. Mit Hilfe dieser Technik wurde z. B. die Denaturierung durch Wärme-Einwirkung an Rübenzellen untersucht (8, 9). Der Plasmolysegrad kann ferner durch Einlegen des Materials in Wasser und nachfolgende Bestimmung der ausgelaugten Stoffe (z. B. Zucker) ermittelt werden. Als Indikator für die Zellenschädigung wählten wir für unsere Untersuchungen das Kaliumion, das in Gemüse in Konzentrationen zwischen 0,2 und 0,6 %, bezogen auf Frischgewicht, vorkommt (10) und im Zellsaft stark angereichert ist.

Wir haben in unsere Versuche auch Proben einbezogen, die vor der Trocknung, wie es in der Praxis meist geschieht, blanchiert wurden, und zwar entweder durch kochendes Wasser oder heißen Wasserdampf. Es ist klar, daß bei einer thermischen Behandlung die semipermeablen Eigenschaften der Zelle infolge Denaturierung der Proteine vollständig zerstört werden und eine Differenzierung in Zell-Innenraum und Zell-Außenraum, bzw. Zellsaft und Gewebesaft, dahinfällt, da für alle gelösten Stoffe jetzt freie Diffusion besteht. Es muß daher bei Anwendung des Testes auf blanchierte Lebensmittel statt vom plasmolytischen, richtigerweise von einem Auswasch- oder Diffusionstest gesprochen werden. Wie die nachstehenden Untersuchungen zeigen, gibt auch dieser, dem plasmolytischen völlig analog durchgeführte Test, einen wichtigen Hinweis auf den zulässigen oder empfehlenswerten Vortrocknungsgrad.

Durchführung des Testes

Folgende Vegetabilien wurden untersucht:

Kartoffeln, Kohlrabi, Randen (rote Rüben), Sellerie, Spinat, Kopfsalat, Weißkohl, Karotten, Champignons, Steinpilze, Äpfel und Birnen. Aus dem zugerüsteten Material wurden mit einem Bohrzylinder Säulen von genau 1,0 cm^2 Grundfläche ausgestanzt, diese auf der Raffel in dünne Scheibchen geschnitten und mit dest. Wasser mehrmals abgespült, um das durch mechanische Beschädigung der Zellen frei gewordene Kalium möglichst vollständig zu entfernen. Die Scheibchen wurden hierauf in Wasser, dem 0,1 % Desogen-Lösung zugesetzt wurde, bis zur Weiterbehandlung aufbewahrt.

Zur Durchführung des Testes wurden je 20 mit Filterpapier sorgfältig abgetupfte Scheibchen (entsprechend 40 cm² Oberfläche) auf flachen Körbchen aus Drahtgitter eingewogen, im Trockenschrank bei 60 ° Lufttemperatur stufenweise getrocknet und aus der Gewichtsdifferenz die Entwässerung in % berechnet. Dabei wurde für jede Sorte der totale Wassergehalt bestimmt und vollständige Entfernung des Wassers = 100 % Entwässerung gesetzt. Eine Trocknungsreihe umfaßte normalerweise die Entwässerungsstufen 0 % (frische Probe), 10, 20, 30 etc. . . . 80 und 100 %. Die partiell getrockneten Proben wurden anschließend in 50 ml desogenhaltiges Wasser verbracht, während 5 Min. auf der Schüttelmaschine in Bewegung gehalten und die entstandene Lösung klarfiltriert. Die Kaliumbestimmung der Lösungen erfolgte flammenphotometrisch bei der Wellenlänge 765 mμ (11) mit Hilfe eines Flammenzusatzes zum Spektralphotometer Zeiß PMQ II. Das Gerät wurde mit Kaliumchloridlösungen im Konzentrationsbereich 5—100 ppm geeicht. Die Menge der ausgewaschenen Kaliumsalze wurde, auf die Oberfläche bezogen, in γ Kalium/mm² angegeben. Die derart ermittelten Kaliumwerte wurden in einem Diagramm gegen die prozentuale Entwässerung eingetragen.

Die bei einem Teil der Proben vor der Trocknung eingeschaltete Blanchierung erfolgte entweder durch Einbringen der Scheibchen in kochendes Wasser während 3 Min. (für Spinat 1 Min.) oder durch eine 3 Minuten-Wasserdampfbehandlung im Dampfkochtopf bei 1 Atü (Spinat, Champignons 1 Min.). Hernach wurden die Scheibchen gut abgespült und wie oben beschrieben weiterbehandelt.

Resultate und Diskussion

Die Meßresultate sind in den Figuren 1–8 veranschaulicht. In der Regel ergibt sich in einem bestimmten Trocknungsbereich ein Anstieg der Kaliumwerte bei unbehandelten, ein Abfall bei dampfblanchierten Proben und durchgehend niedrige, unveränderte Werte bei wasserblanchierten Proben (Kartoffeln, Kohlrabi, Randen, Sellerie). Zum Teil sind die Ergebnisse jedoch weniger eindeutig (Kohl, nicht blanchiert; Spinat, Champignons, dampfblanchiert). Der Test scheint völlig zu versagen bei Obst, vermutlich wegen des relativ geringen Kaliumgehaltes (die an Äpfeln und Birnen gewonnenen Meßwerte wurden nicht wiedergegeben).

Der bei *unbehandelten Lebensmitteln* festgestellte Kurvenanstieg beruht auf der bei einem bestimmten Punkt einsetzenden und allmählich gegen die inneren Partien fortschreitenden Schädigung der Zellen. Daß die Lage des Kurvensprungs für jedes in Frage stehende Material verschieden ist, d. h. jeder Gemüsesorte ein charakteristischer, kritischer Trocknungsgrad zugeschrieben werden kann, wird durch folgende Zusammenstellung dargelegt:

Kartoffeln	30 % Wasserverlust
Kohlrabi	40 % Wasserverlust
Randen	30 % Wasserverlust
Sellerie	ca. 60 % Wasserverlust
Spinat	ca. 15 % Wasserverlust
Weißkohl	unbestimmt
Karotten, rote Teile	65 % Wasserverlust
Karotten, gelbe Teile	50 % Wasserverlust
Champignons	20 % Wasserverlust

Die großen Unterschiede innerhalb der untersuchten Gemüsearten oder auch zwischen verschiedenen Teilen bei inhomogenem Material (Beispiel: Karotten) machen es wahrscheinlich, daß mehrere Faktoren wie Gehalt und Bindezustand des Wassers, Stabilität der Zellen, Textur des Gewebes usw. für die Lage des Knickpunktes maßgebend sind. Mit Hilfe des plasmolytischen Testes wird in vielen Fällen eine genaue Verfolgung und vielleicht wirksamere Kontrolle der Trocknung möglich sein als mit irgendeinem anderen Labortest, der die Veränderungen am Trockenprodukt nicht so früh erfaßt. Bei jenen Vegetabilien, für die die Brauchbarkeit des Testes bestätigt wurde, vermittelt die Bestimmung des Knickpunktes einen Begriff davon, in welchem Dehydrationsbereich die Warmlufttrocknung durch ein schonenderes Verfahren ersetzt oder eine Expansionsbehandlung eingeschaltet werden muß, wenn die eingangs erwähnte schlechte Rekonstitution des getrockneten Produktes vermieden werden soll. Bei nicht blanchierten Lebensmitteln muß ferner auch daran gedacht werden, daß aus Zellen mit veränderter Permeabilität Enzyme austreten und im Kontakt mit der Gewebeflüssigkeit chemische Reaktionen einleiten können, die zu Aroma- und Farbveränderungen führen.

Bei Proben, die vor der Trocknung einer *Blanchierung* durch heißen Wasserdampf unterzogen wurden, wird im Verlaufe des Wasserentzuges normalerweise ebenfalls eine Unstetigkeit sichtbar, und zwar ein Abfall der Kaliumwerte. Ein solches Resultat überrascht zunächst deshalb, weil nach der Blanchierung von Lebensmitteln die wässerige Phase nicht mehr in getrennten Hohlräumen vorliegt, sondern eher einem verzweigt-kapillaren System gleicht. Die Kaliumbestimmung kann somit keinerlei Hinweis auf zelluläre Veränderungen geben. Dieser auffällige Befund steht jedoch im Einklang mit Beobachtungen von *Duckworth* (12, 13), wonach bei abgebrühten Kartoffel- und Karottenstücken nach Ablauf eines ersten Trocknungsabschnittes eine zentripetale Wanderung gelöster Stoffe einsetzt. Damit wurde auch die frühere Vermutung bewiesen, daß die im Innern trockener Produkte vorherrschenden Bräunungserscheinungen (Maillard-Reaktion) auf einer bei der Trocknung entstehenden Stoffkonzentration beruht. Nach *Van Arsdel* (14) ist der Konzentrationsgradient der gelösten Stoffe in der wässerigen Phase, der sich nach Maßgabe der Wasserverdampfung an der Gutoberfläche einstellt, die treibende Kraft für die Stoffwanderung. Ferner muß berücksichtigt werden, daß im Verlaufe des Wasserentzuges der Trockenspiegel sich mehr und mehr von der Gutoberfläche ins Gutinnere verlagert und die gelösten Stoffe nach innen zu anreichert (15).

Der auf blanchierte Lebensmittel angewandte Test, der Diffusionstest, wie er genannt werden kann, erlaubt nun die genaue Angabe desjenigen Trocknungsgrades, bei dem sich die gelösten Stoffe von der Oberfläche wegbewegen und liefert so einen interessanten Beitrag zum Studium der Trocknung von biologischem Material. Daß die Knickpunkte an anderer Stelle auftreten als bei nicht blanchierten Proben (Kohlrabi, Randen), liegt in der Verschiedenartigkeit der Phänomene begründet. Während der plasmolytische Test über die Permeabilitätsverhältnisse der Zelle Aufschluß gibt, zeigt der Diffusionstest das Ende des ersten Trock-

nungsabschnittes mit gleichbleibender Trocknungsgeschwindigkeit und den Beginn der Verhornung infolge Temperaturerhöhung an.

Eine praktische Bedeutung besitzt der Diffusionstest für einen Vergleich zwischen dampf- und wasser-blanchierten Lebensmitteln. Die ermittelten Resultate weisen auf die lange bekannte Tatsache hin, daß die Blanchierung in heißem Wasser mit einem beträchtlichen Verlust an wasserlöslichen Stoffen und damit an Nährwert verbunden ist, daß hingegen bei einer thermischen Behandlung durch Wasserdampf lösliche Stoffe zwar freigesetzt, jedoch nicht ausgewaschen und entfernt werden. Während der anschließenden Trocknung wandern diese in die inneren Teile des Gutes, wo sie, gut geschützt, dem trockenen Produkt besser erhalten bleiben.

Für die Mitarbeit danken wir Frl. A. Ehrat und Herrn P. Hieke.

Zusammenfassung

Die Trocknung von Lebensmitteln pflanzlicher Herkunft läßt sich auf Grund des sog. Plasmolyse- und Diffusionstestes verfolgen. Die Methodik dieser Teste wird beschrieben. Die an verschiedenen unbehandelten und mit heißem Wasser oder Wasserdampf vorbehandelten (blanchierten) und anschließend durch Warmluft getrockneten Gemüsesorten gewonnenen Resultate werden diskutiert. Sie lassen sich in vielen Fällen zur Beurteilung qualitativer Strukturveränderungen während der Trocknung heranziehen und geben damit Hinweise zur Verbesserung der Trockentechnik.

Résumé

Le séchage des aliments d'origine végétale peut être suivi selon les tests de plasmolyse et de diffusion. Le mode opératoire de ces tests est décrit. Les résultats obtenus avec des légumes non-traités et avec ceux soumis à un traitement préliminaire avec de l'eau chaude ou de la vapeur (blanchis) et ensuite séchés par de l'air chaud, font l'objet d'une discussion. Les résultats obtenus peuvent servir de base dans beaucoup de cas pour déterminer les changements de structure du point de vue qualitatif pendant le séchage et c'est ainsi qu'ils donnent des indications permettant d'améliorer la technique du séchage.

Summary

Drying foods of vegetable origin may be followed up on the basis of the so-called plasmolytic and diffusion tests. The procedure of these tests is described. The results obtained from different untreated vegetables and such ones having undergone a preliminary treatment with hot water or steam (blanched) and, following this, having been dried by hot air, are discussed. They may be referred to in many cases for the determination of qualitative structural changes during the drying process and are thus supplying hints for improving the technique of drying.

Literatur

1. *Mohler H.:* Bewertung getrockneter Lebensmittel. Mitt. **52**, 526–38 (1961).
2. *Mohler H.:* Bewertung gefriergetrockneter Lebensmittel. Lebensmittel-Gefriertrocknung, 5. Gefriertrocknungstagung der Leybold-Hochvakuum-Anlagen Köln 1962.

3. *Mohler H.:* Bewertung getrockneter Lebensmittel. Dechema-Monographien, **46**, 173–90 (1963).
4. *Mohler H.* und *Sulser H.:* Evaluation of dried foodstuffs. Int. Symp. Food Technology in Europe, Soc. Chem. Ind., London 1963, im Druck.
5. *Van Arsdel W. B.:* Food Dehydration. Vol. **1**, AVI Publ. Comp. 1963.
6. *Troschin A. S.:* Das Problem der Zellpermeabilität. Fischer Verlag, 1958.
7. *Gane R.* und *Wager H. G.:* Plant Structure and dehydration in: Fundamental Aspects of the dehydration of foodstuffs. Soc. Chem. Ind. 3–7 (1958).
8. *Schneider F.* und *Hoffmann-Walbeck H. P.:* Über die Plasmolyse in Rübenzellen. Zucker-Beihefte, **1**, 71–78 (1952).
9. *Schneider F.* und *Hoffmann-Walbeck H. P.:* Über die Plasmolyse und die Zuckerzusammensetzung in verschiedenen Bestandteilen des Rübenzellgewebes. Zucker-Beihefte, März 1953.
10. Documenta Geigy, Wissenschaftliche Tabellen. 6. Auflage 1960.
11. *Herrmann R.:* Flammenphotometrie. Springer-Verlag 1956.
12. *Duckworth R. B.:* Diffusion of solutes in dehydrated vegetables. Rec. Adv. Food Science, **2**, 46–49 (1962).
13. *Duckworth R. B.* and *Smith G. M.:* Diffusion of solutes at low moisture levels. Rec. Adv. Food Science, **3**, 230–38 (1963).
14. *Van Arsdel W. B.:* Principles of the drying process with special reference to vegetable dehydration. U. S. Dept. Agr. Bur. Cir. AIC – 300 (1951).
15. *Görling P.:* Untersuchungen zur Aufklärung des Trocknungsverhaltens pflanzlicher Stoffe. VDI-Forschungsh. 458 (1956).

Legende

zu den Figuren 1–7

○ . . . . . ○ . . . . . = Trocknung ohne Vorbehandlung.

◐ — — — — — — ◐ — — — — — — = Trocknung nach Blanchierung mit heißem Wasserdampf (gilt auch für das Kurvenbild in Figur 5, in welchem versehentlich die rechte Hälfte einiger Kreise schwarz ausgefüllt wurde).

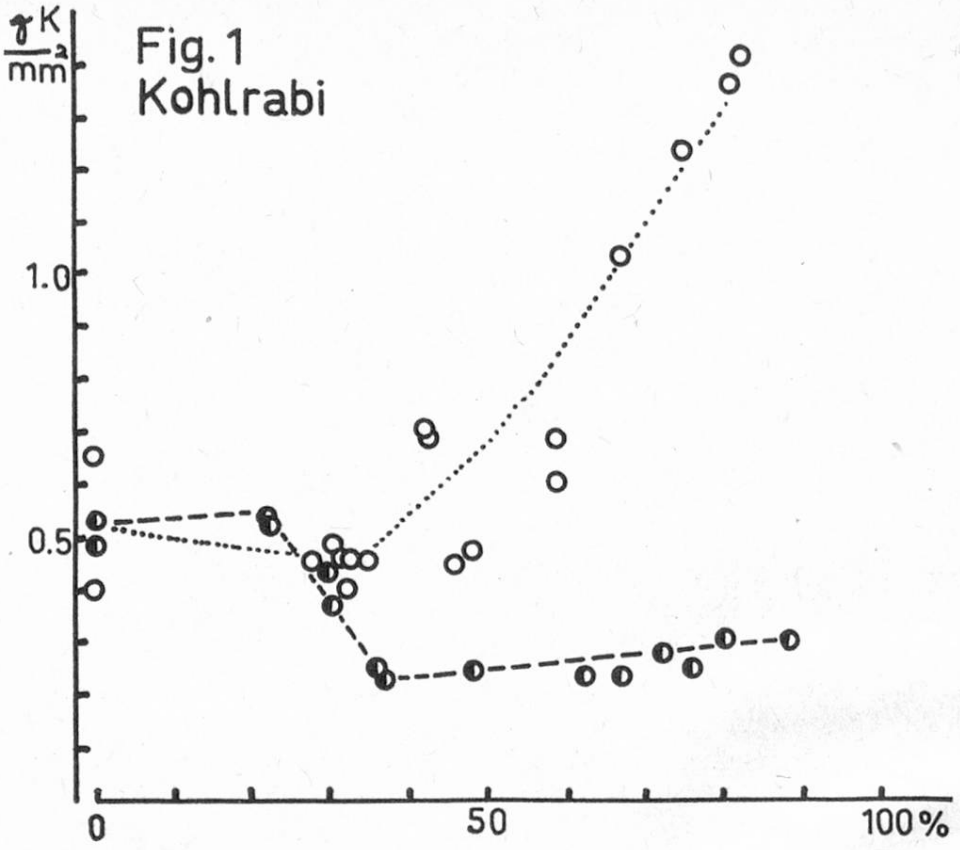
● ———————— ● ———————— = Trocknung nach Blanchierung mit kochendem Wasser.

zu Figur 8

○ . . . . . ○ . . . . . = gelbe Teile, unbehandelt.

◐ — — — — — — ◐ — — — — — — = rote Teile, unbehandelt.

Auf der Abszisse ist der Entwässerungsgrad in % aufgetragen, auf der Ordinate der Plasmolysegrad in γ Kalium/mm^2.


γK/mm²
Fig. 1
Kohlrabi
1.0
0.5
0
50
100%

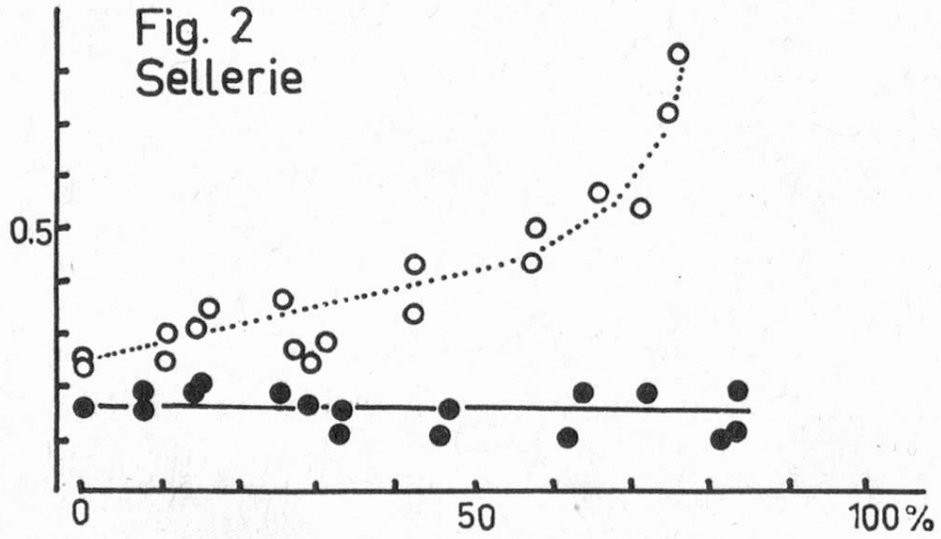
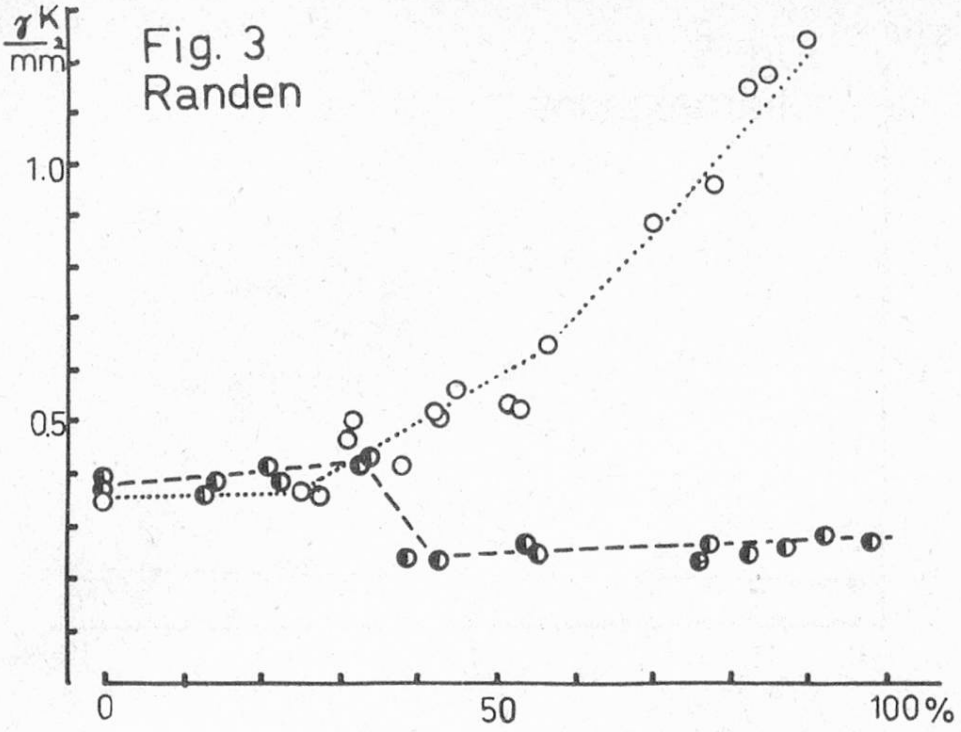


Fig. 2
Sellerie
0.5
0
50
100%


γK/mm²
Fig. 3
Randen
1.0
0.5
0
50
100%

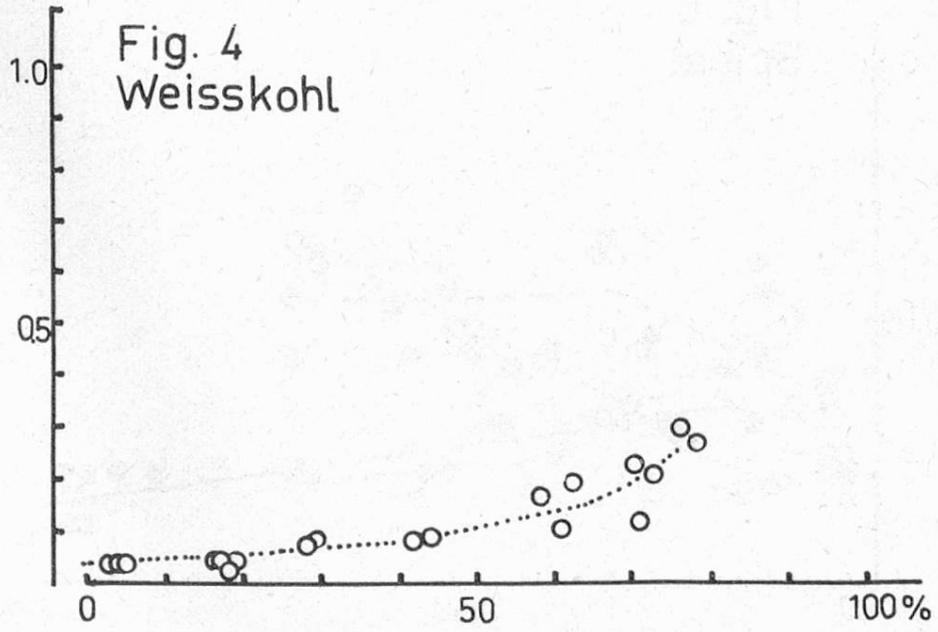
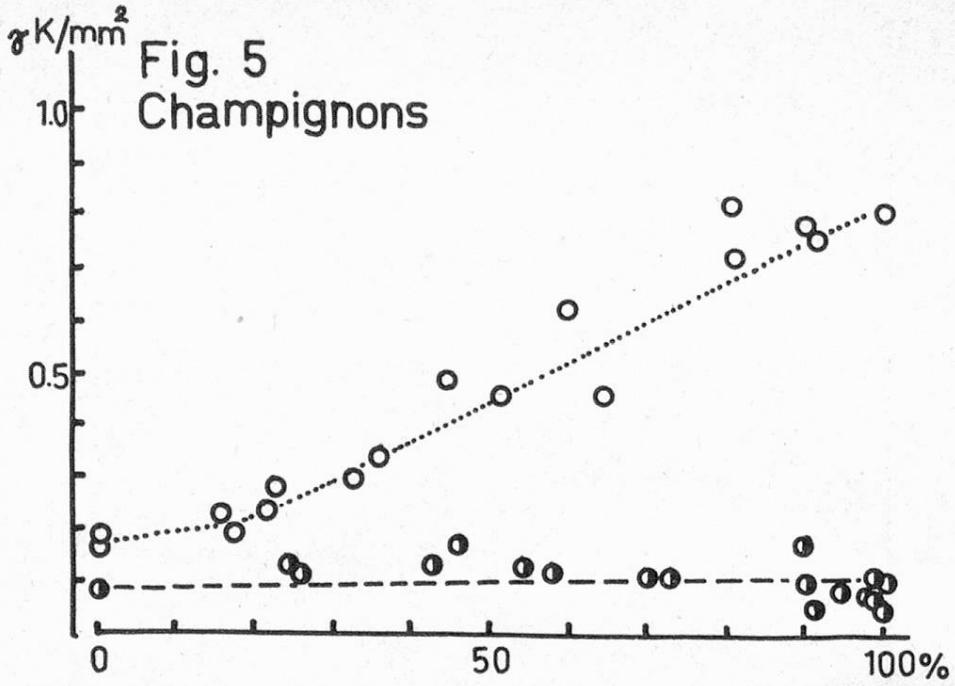


Fig. 4
Weisskohl
1.0
0.5
0
50
100%


γ K/mm²
Fig. 5
Champignons
1.0
0.5
0
50
100%

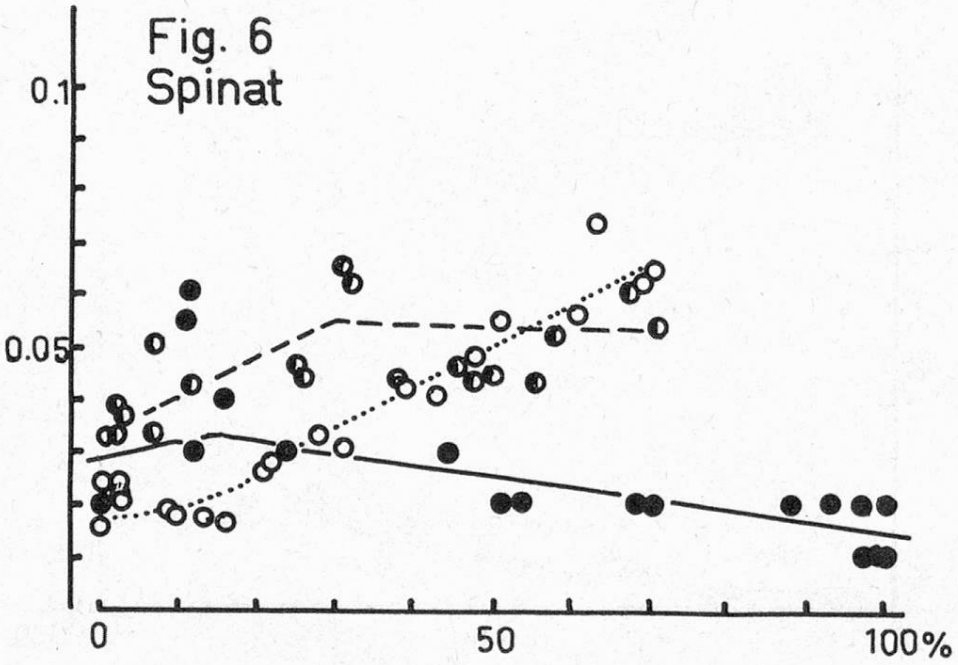


Fig. 6
Spinat
0.1
0.05
0
50
100%

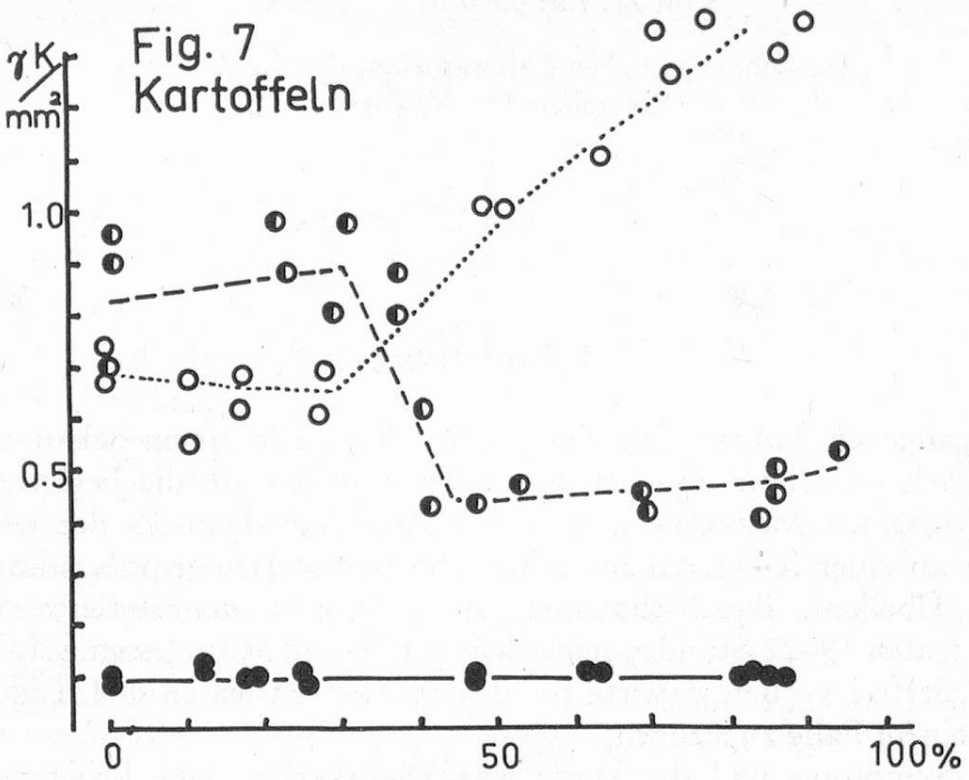


Fig. 7
Kartoffeln
γK/mm²
1.0
0.5
0
50
100%

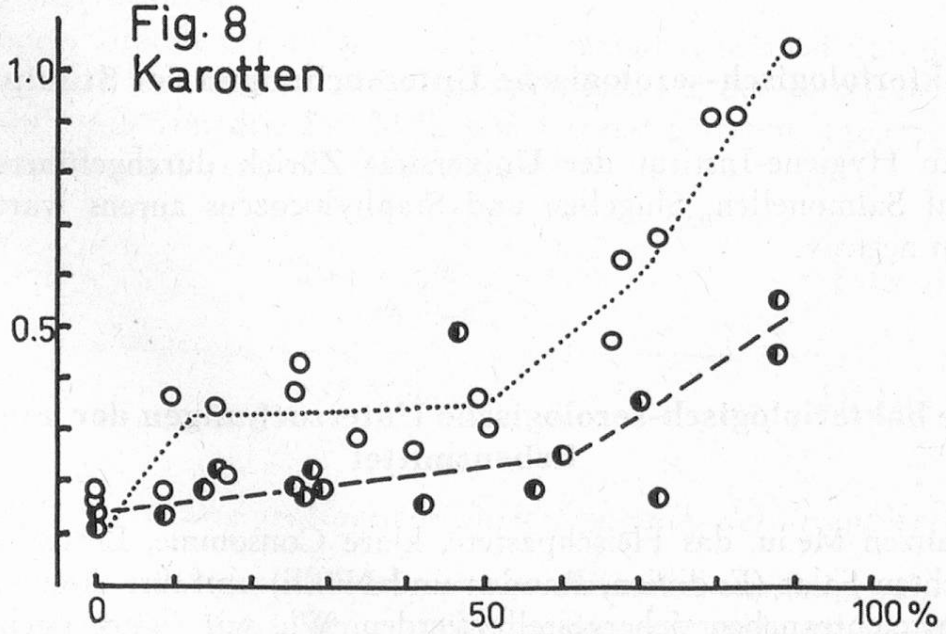


Fig. 8
Karotten
1.0
0.5
0
50
100%