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

**Herausgeber:** Bundesamt für Gesundheit

**Band:** 55 (1964)

**Heft:** 4

**Artikel:** Physikalisch-chemische Untersuchungen an durch Gammastrahlen veränderter Zellulose

**Autor:** Sulser, H. / Mohler, H. / Lüthy, H.

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-982398

**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:** 15.07.2025

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

5. *Oelschläger W.:* Z. f. analyt. Chem. **191**, 408 (1962).
6. *Quentin K. E.:* «Vom Wasser» **XXIX**, 98 (1962).
7. *Büttner W., Schülke S.* und *Soyka S.:* Dtsch. Zahnärztl. Ztschr. **18**, 24 (1963).
8. *Bellack E.* und *Schouboe P. J.:* Anal. Chem. **30**, 2032 (1958).
9. *Wharton H. W.:* Anal. Chem. **34**, 1296 (1962).
10. *Belcher R.* und *Leonard M. A.:* J. Chem. Soc. 3577 (1959) i. Talanta **8**, 863 (1961).
11. *Buck M.:* Z. f. anal. Chem. **193**, 101 (1963).
12. *Yamamura S. S., Wade M. A.* und *Sikes J. H.:* Analyt Chem. **34**, 1308 (1962).
13. *Matthey E., Fassa F.* und *Demole V.:* diese Mitt. **51**, 339 (1960).
14. *Hall R. J.:* Analyst **85**, 560 (1960).
15. *Stegemann H.* und *Jung G. J.:* Hoppe Seyler's Z. physiolog. Chem. **315**, 222 (1959).
16. *Bäumler J.:* Chimia **18**, 218 (1964).

# Physikalisch-chemische Untersuchungen an durch Gammastrahlen veränderter Zellulose

Von *H. Sulser, H. Mohler* und *H. Lüthy*
Physikalisch-chemisches Institut und Röntgen-Institut, Labor für medizinische Strahlenphysik, Universität Basel

Die Verwendung hochenergetischer Strahlung zur Lebensmittelkonservierung war schon vor einem Jahrzehnt ein ernsthaft diskutiertes Problem (1). Inzwischen ist dieses Verfahren durch gesetzliche Freigabe einzelner Lebensmittel für die Bestrahlung in den USA in eine neue Phase getreten (2). Das Auftreten vielfach noch unbekannter Nebenreaktionen limitiert aber vorläufig eine breite Anwendung dieser neuen Technik.

Die an pflanzlichem Material beobachteten Festigkeitsverluste (3, 4, 5, 6), in subjektiver Weise meist als Weich- oder Breiigwerden bezeichnet, scheinen auf bestimmten chemischen oder morphologischen Umwandlungen der Gerüstsubstanz zu beruhen (7, 8). Hierbei dürften die Texturveränderungen an der aus Pektinstoffen bestehenden Mittellamelle und an den zellulosehaltigen Anteilen der Pflanzenzelle eine große Rolle spielen (9, 10). Den organoleptisch vor allem interessierenden Weichheitsgrad hat man halbquantitativ zu bestimmen versucht (11). Das absichtliche Herbeiführen erwünschter physikalischer Eigenschaften durch dosierte Bestrahlung, z. B. zur raschen Rekonstitution von Trockengemüse, könnte in Zukunft technische Bedeutung erlangen (12).

Chemisch erfaßbare Schäden an Zellulose zeigen sich erst nach relativ hohen Bestrahlungsdosen. Die dabei auftretenden Reaktionen wie Hydrolyse, Oxidation, Polymerisation und Depolymerisation sind von Faktoren des Reaktionsmilieus und von der Strahlendosis abhängig ([13], Übersichtsreferat).

Uns interessierte die Frage, ob der bei Zellulose durch ionisierende Strahlen hervorgerufene Weichmach-Effekt (softening effect) mit anderen, durch physikalisch-chemische Methoden feststellbaren Veränderungen parallel geht. Wir haben deshalb chemisch reine Zellulose mit Gammastrahlen in abgestufter Dosierung behandelt und danach das Sorptionsverhalten, die Kinetik der Hydrolyse in saurer Lösung und das Aufziehvermögen von Farbstoffen untersucht.

## Untersuchungsergebnisse

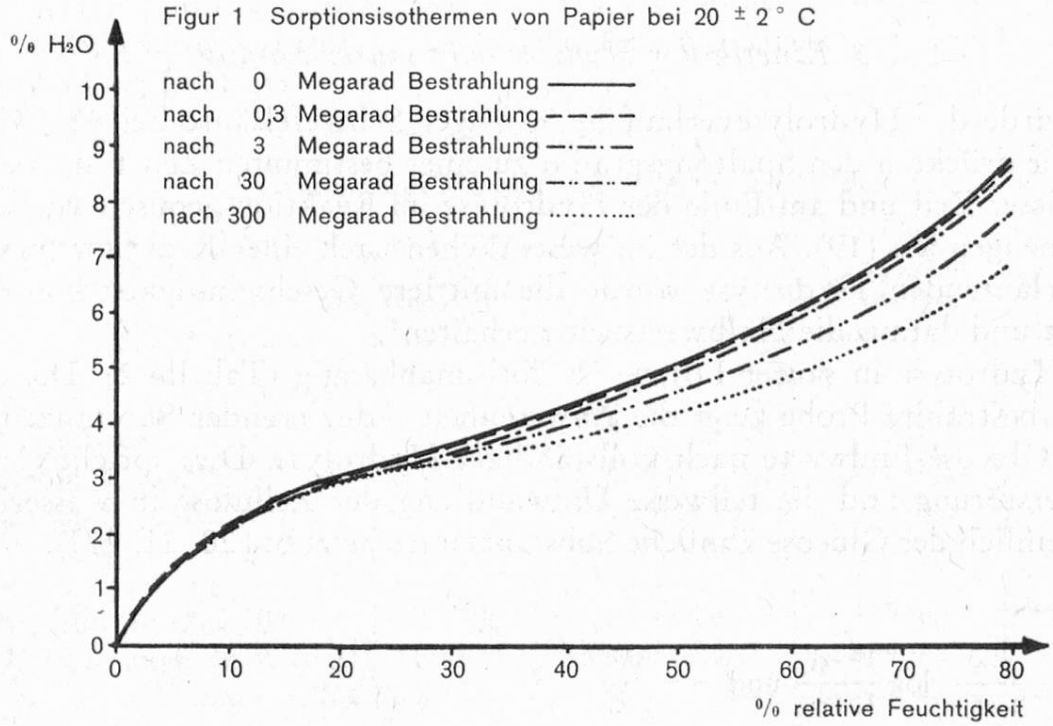
### *1. Bestrahlung der Zellulose*

Als Gammastrahlenquelle diente eine Hectocurie-Co-60-Anlage für strahlenchemische Zwecke. Chromatographie-Papier Whatman Nr. 1, das sich durch konstante Partikelgröße und Reaktivität auszeichnet, in einigen Fällen auch Watte, wurde verschiedenen Strahlendosen, in der Regel 0,3; 1; 10; 30 und 300 Megarad ausgesetzt. Genaue Angaben über die Bestrahlungsanordnung und die Dosimetrie finden sich an anderer Stelle (14).

### *2. Adsorptionsverhalten gegenüber Wasser*

Es wurden die Adsorptionsgleichgewichte (Isothermen) nach der üblichen Methode (15) und die Adsorptionsgeschwindigkeiten mittels einer automatisch aufzeichnenden Elektrowaage (16, 17, 18) bestimmt. Die Wasseraufnahme, die angenähert nach einer Reaktion erster Ordnung erfolgt, wurde durch die graphisch ermittelte Halbwertzeit charakterisiert.

Figur 1 Sorptionsisothermen von Papier bei 20 ± 2 ° C



Aus der Auffächerung der Sorptionsisothermen geht hervor, daß die Adsorptionsgleichgewichte bei höherer relativer Feuchtigkeit differieren (Figur 1). Die mit der Strahlendosis zunehmende Hydrophobierung der Zellulose liegt erst von 30 Megarad an außerhalb der Fehlerbreite der Bestimmungen. Watte liefert identische Resultate. Die sorptionskinetischen Messungen erlauben keine Differenzierung im untersuchten Strahlendosisbereich; bei 300 Megarad Bestrahlung zeigt das Papier schon starke Auflösungserscheinungen (Tabelle 1). Um die Sorption nur bis zur Stufe der monomolekularen Bedeckung zu verfolgen, wurden außerdem kinetische Bestimmungen bei sehr geringer relativer Feuchtigkeit (5 %) durchgeführt. Auch unter diesen Bedingungen kann keine Abhängigkeit der Sorptionsgeschwindigkeit von der Strahlendosis festgestellt werden.

*Tabelle 1*

Kinetik der Wasseraufnahme bei 20 ° C und 55 % rel. Feuchtigkeit in Funktion der Strahlendosis

| Strahlendosis | Anzahl Versuche | Halbwertszeit (Mittelwert) | Standard-abweichung |
|---|---|---|---|
| 0 Megarad | 22 | 1,59 Minuten | 0,23 Minuten |
| 0,3 Megarad | 24 | 1,80 Minuten | 0,51 Minuten |
| 3,0 Megarad | 23 | 1,73 Minuten | 0,46 Minuten |
| 30 Megarad | 21 | 1,70 Minuten | 0,29 Minuten |
| 300 Megarad | 22 | 3,10 Minuten | 1,22 Minuten |

### *3. Kinetik der Hydrolyse in saurer Lösung*

Es wurde der Hydrolyseverlauf in 50 %iger Schwefelsäure bei 45 ° C untersucht. Wir drückten den Spaltungsgrad $\alpha$ zu einer bestimmten Zeit t als Verhältnis der zu dieser Zeit und am Ende der Hydrolyse im Reaktionsgemisch vorliegenden Glucosemengen aus (19). Aus der im wesentlichen nach einer Reaktion erster Ordnung verlaufenden Hydrolyse wurde die mittlere Geschwindigkeitskonstante K berechnet und daraus die Halbwertszeit $\tau$ erhalten*.

Die Hydrolyse in saurer Lösung ist dosisunabhängig (Tabelle 2). Die mit 300 Megarad bestrahlte Probe zeigt die Anwesenheit reduzierender Substanzen, ferner niedrige Glucose-Endwerte nach vollständiger Hydrolyse. Dies spricht für beginnende Zerstörung und die teilweise Umwandlung der Zellulose in wasserlösliche, wahrscheinlich der Glucose ähnliche Substanzen (siehe z. B. [20, 21, 22]).

---

$$* \; K = \frac{2{,}3}{t_2 - t_1} \cdot \log \frac{1-\alpha_1}{1-\alpha_2} \quad \text{und} \quad \tau = \frac{0{,}69}{K}$$

*Tabelle 2*

Kinetik der Hydrolyse in 50 %iger Schwefelsäure bei 45 ° C in Funktion der Strahlendosis

| Strahlendosis | Anzahl Versuche | Halbwertszeit (Mittelwert) | Standard-abweichung |
|---|---|---|---|
| 0 Megarad | 3 | 150 Minuten | 19 Minuten |
| 0,3 Megarad | 2 | 158 Minuten | 19 Minuten |
| 3 Megarad | 2 | 171 Minuten | 23 Minuten |
| 30 Megarad | 4 | 182 Minuten | 31 Minuten |
| 300 Megarad | 3 | 142 Minuten | 22 Minuten |

### *4. Aufziehvermögen direkt färbender Farbstoffe*

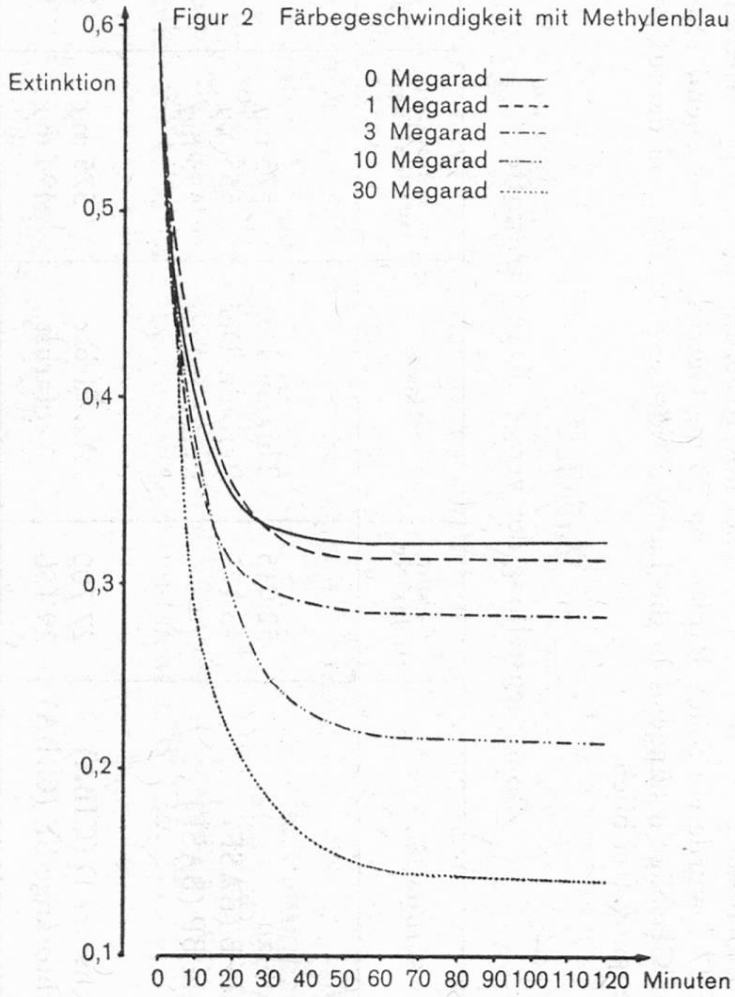
Das Aufziehvermögen von Papier gegenüber direkt färbenden Farbstoffen wurde photometrisch untersucht. Wir wählten Farbstoffe von genügender Luftbeständigkeit, um oxidativ bedingte Extinktionsänderungen möglichst auszuschalten. Bei den basischen Farbstoffen wurde während des Versuchs mit wenig Paraffinöl überschichtet. Neutrale Farbstoffe gaben wegen ungenügender Löslichkeit in Wasser keine meßbaren Anfärberaten. Für unsere Zwecke geeignete Farbstoffe sind in Tabelle 3 zusammengestellt.

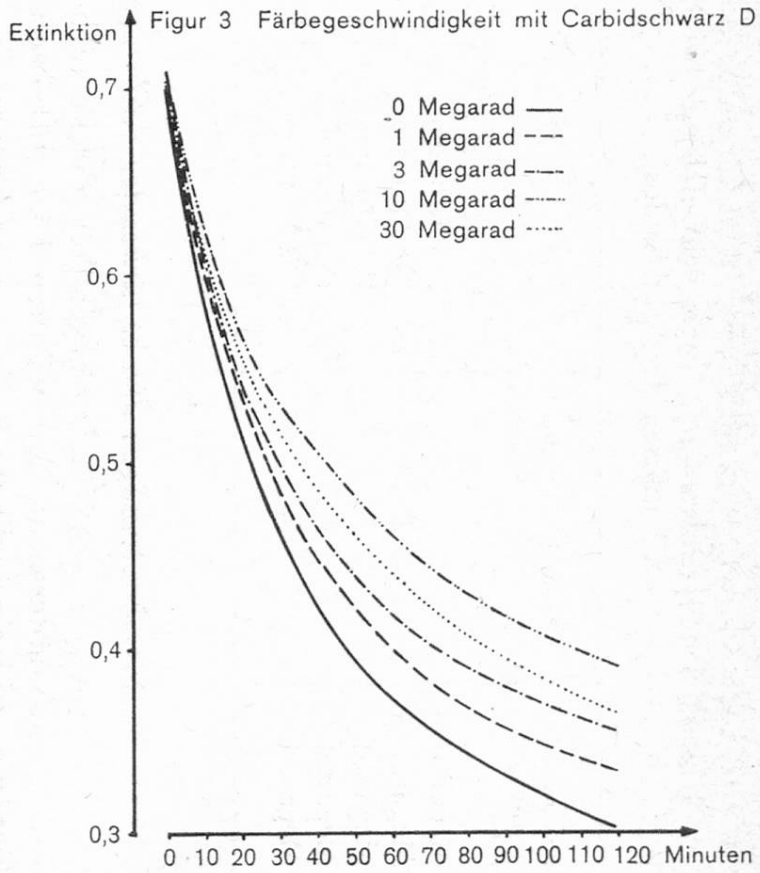
Die Farbstoffbäder wurden unter Stickstoff durch Verdünnungen wässeriger Stammlösungen hergestellt. Die Konzentrationen (Tabelle 3) wurden jeweils so gewählt, daß das Färbegleichgewicht mit dem Papier sich nach wenigen Stunden eingestellt hatte. In eine mit Magnetrührer versehene Spezialküvette zum Spektralphotometer Zeiß PMQ II wurden 10 ml Farbstofflösung gegeben. Nach Thermostatisierung des temperierbaren Küvettenhalters auf 37 ° wurde ein Stück Papier von 50 mg Gewicht (entsprechend 11,6 cm² Oberfläche), auf Glasbügeln hängend in die Farbstofflösung getaucht und darauf geachtet, daß der Strahlengang frei blieb.

*Tabelle 3*

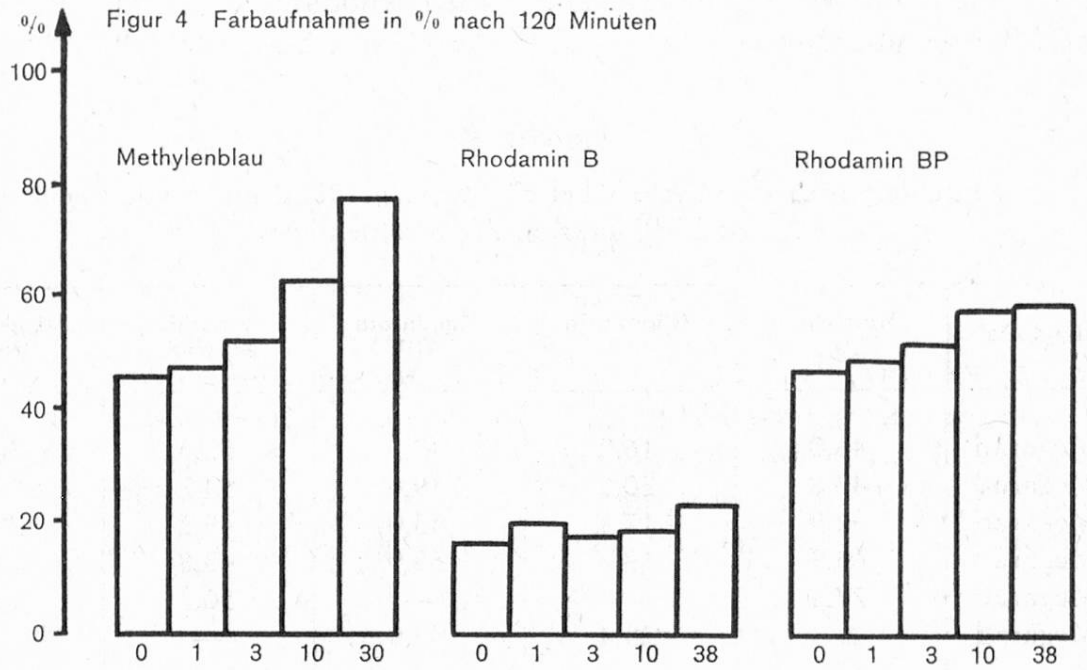
Zusammenstellung der verwendeten Farbstoffe

| Farbstoffe | Colour Index Nr. | Klasse | benutzte Wellenlänge | Konz. des Färbebades |
|---|---|---|---|---|
| *Basische* | | | | |
| Methylenblau | 52 015 | Thiazin-Der. | 575 mμ | 7,6 ppm |
| Rhodamin B (BASF) | 45 170 | Pyronin-Der. | 555 mμ | 1,2 ppm |
| Rhodamin BP (BASF) | — | Pyronin-Der. | 555 mμ | 1,9 ppm |
| *Saure* | | | | |
| Carbidschwarz D (CIBA) | 27 700 | Azofarbst. | 575 mμ | 20,9 ppm |
| Direktechtorange SE (CIBA) | 29 150 | Azofarbst. | 494 mμ | 17,3 ppm |

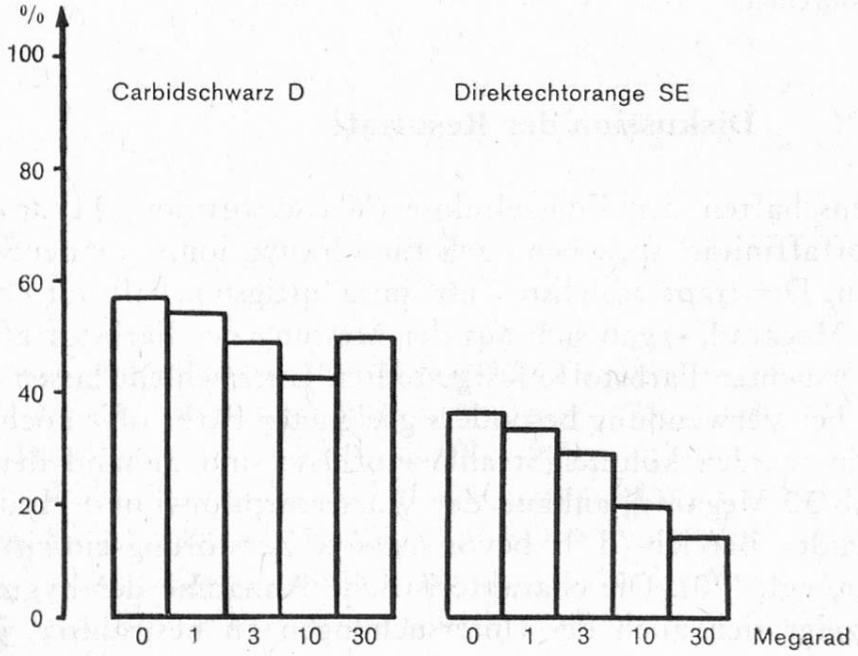

Figur 2 Färbegeschwindigkeit mit Methylenblau
Extinktion
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0 Megarad
1 Megarad
3 Megarad
10 Megarad
30 Megarad
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 Minuten


Figur 3 Färbegeschwindigkeit mit Carbidschwarz D
Extinktion
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0 Megarad
1 Megarad
3 Megarad
10 Megarad
30 Megarad
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 Minuten

Die Umdrehungszahl des Rührers wurde so eingestellt, daß bei möglichst kleiner Wirbelbildung das Konzentrationsgefälle an der Papieroberfläche (d. h. die treibende Kraft für die Farbaufnahme) maximal war. Durch geeignete Wahl der Wellenlänge (Tabelle 3) wurde die Anfangsextinktion der Flotte auf ca. 0,7 eingestellt. Die Farbadsorption wurde dann über den Extinktionsbereich von 0,7 bis etwa 0,1 zeitlich verfolgt. Die Anfärbekinetik nahm keinen einheitlichen Verlauf (vgl. Figur 2 und 3). Als Maß des Farbaufzuges wählten wir daher willkürlich die mittlere prozentuale Farbstoffaufnahme nach zwei Stunden Versuchsdauer unter festgelegten Bedingungen: Anfangskonzentration der Flotte, Verhältnis zwischen Flottenvolumen und Papiermenge, Temperatur.




Figur 4 Farbaufnahme in % nach 120 Minuten



Die Farbstoffaufnahmen in Funktion der Strahlendosis werden durch Figur 4 und Tabelle 4 veranschaulicht. Es geht daraus hervor, daß im allgemeinen die Affinität des Papiers gegenüber den untersuchten basischen Farbstoffen mit zunehmender Bestrahlung zunimmt, gegenüber den sauren Farbstoffen dagegen abnimmt. Empfindliche Indikatoren für strahleninduzierte Veränderungen an Papier sind Methylenblau, Carbidschwarz und besonders Direktechtorange. Bei Carbidschwarz tritt eine Unregelmäßigkeit auf, indem das Affinitätsminimum bei 10 Megarad liegt. Mit diesem Farbstoff läßt sich das mit 3 Megarad bestrahlte von unbestrahltem Papier mit der Sicherheitsschwelle P = 0,01 unterscheiden. Bei 1 Megarad gelingt die Unterscheidung noch mit Direktechtorange (P = 0,02) und weniger sicher (P = 0,05) mit Methylenblau. Die beiden Rhodamine sind ungeeignet; das Rhodamin B zeigt überdies schwache und fleckige Anfärbung (23).

*Tabelle 4*

Prozentuale Farbstoffaufnahme bei 37 ° C nach 120 Minuten aus einem Färbebad in Funktion der Strahlendosis

| Strahlendosis | Methylenblau | Rhodamin B | Rhodamin BP | Carbidschwarz | Direktechtorange |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 Megarad | 46,0 | 16,0 | 47,3 | 57,3 | 36,5 |
| 1 Megarad | 47,8 | 20,0 | 49,4 | 54,7 | 33,5 |
| 3 Megarad | 52,9 | 17,4 | 53,0 | 49,2 | 29,2 |
| 10 Megarad | 63,9 | 18,7 | 58,9 | 43,8 | 19,2 |
| 30 Megarad | 77,4 | — | — | 50,3 | 13,7 |
| 38,5 Megarad | — | 23,4 | 58,9 | — | — |

Die aufgeführten Werte sind Mittelwerte aus 3 bis 5 Bestimmungen, ihre Standardabweichungen betragen maximal ± 6 %.

## Diskussion der Resultate

Verschiedene Eigenschaften der Reinzellulose (Wassersorption, Hydrolysegeschwindigkeit, Farbstoffaffinität) sprachen nach Einwirkung ionisierender Strahlen sehr unterschiedlich an. Der empfindlichste Test, im günstigsten Fall mit einer Erkennungsgrenze bei 1 Megarad, ergab sich aus der Messung der Farbstoffaffinität. Die innerhalb der untersuchten Farbstoffe festgestellten Unterschiede lassen vermuten, daß diese Grenze bei Verwendung besonders geeigneter Farbstoffe noch weiter nach unten verschoben werden könnte. Strahleneinflüsse sind anhand der Sorptionsisothermen erst ab 30 Megarad, anhand der Wassersorptions- und Hydrolysekinetik im interessierenden Bereich (d. h. bevor massive Zerstörung eintritt) überhaupt nicht erkennbar, vgl. (20). Die charakteristische Abnahme der hygroskopischen Eigenschaften zeigt sich auch bei Untersuchungen an bestrahlter, gefrier-

getrockneter Sellerie mit einem Rohfasergehalt von ca. 10 % (24). Sie dürfte auf dem Verlust des Wasserbindevermögens infolge Zerstörung hydrophiler Gruppen beruhen.

Nach *Saeman* et al. (25) wird die Zellulosehydrolyse bei 180 ° C in 0,1 N Schwefelsäure durch vorheriges Bestrahlen beschleunigt, indem z. B. $10^7$ R die Halbwertszeit um rund 30 bis 50 % reduzieren. Die Zellulose soll nach Gammabestrahlung auch von Enzymen leichter angegriffen werden (26). Im Gegensatz zu diesen Versuchen lösten wir, da eine Reaktion in homogenem System besser reproduzierbare Resultate versprach, die Zellulose zur Hydrolyse in starker Schwefelsäure auf. Es ist möglich, daß geringe Strukturänderungen der bestrahlten Zellulose dadurch nivelliert werden. Für das unterschiedliche Verhalten der sauren und basischen Farbstoffe im Anfärbeversuch ist kaum eine befriedigende Erklärung zu finden, solange der Vorgang der Haftung substantiver Farbstoffe auf der Zellulose nicht vollständig klar ist. Nach neueren Anschauungen scheint das Einwandern und Festhalten des Farbstoffes an der Zellulose weitgehend durch dessen Aggregationsneigung in- und außerhalb der Micelle bestimmt zu werden (27). Die strahlenbedingte Entstehung von Carboxylgruppen könnte die Aufnahme basischer Farbstoffe begünstigen, die Aufnahme saurer Farbstoffe hingegen hemmen.

Im Zusammenhang mit unseren an reiner Zellulose gewonnenen Ergebnissen sei hier auf Arbeiten hingewiesen, in denen die mechanisch gemessene Festigkeitsabnahme bei verschiedenen Pflanzenprodukten in Beziehung zur Gammastrahlendosis zu setzen versucht wurde (7, 8). Dabei wurden die Schwellendosis, bei der ein meßbarer Effekt eben eintritt, und die Dosis, die einen 50 %igen Festigkeitsverlust verursacht, berücksichtigt, die je nach Material sehr verschieden sind (Tabelle 5).

*Tabelle 5*

Festigkeitsabnahme durch Bestrahlung (in $10^3$ R)
(für Gewebe kann 1 R ungefähr 1 rad gesetzt werden)

| | Äpfel | Karotten | Rüben |
|---|---|---|---|
| Schwellendosis | 4,2—107 | 23,5—178 | 316 |
| Dosis 50 % | 123—834 | 671—2310 | — |

Bei textiltechnischen Untersuchungen an Baumwolle wurden Dosen um $10^6$ R für beginnende Dehnungs- und Festigkeitsverluste ermittelt (28). Diese Beispiele weisen darauf hin, wie wichtig die Kenntnis der kritischen Strahlendosis in jedem einzelnen Falle ist, gleichgültig ob der herbeigeführte Effekt erwünscht oder ungewollt ist. Selbstverständlich dürfen aus Untersuchungen an standardisierter Zellulose nicht ohne weiteres Schlüsse auf die Verhältnisse bei nativer Zellulose gezogen werden. Immerhin scheinen im Dosisbereich um $10^6$ R, den wir mit dem Farbtest

noch erfassen, auch die Zellwandkomponenten schon derart modifiziert zu sein (29, 30), daß die mangelnde Konsistenz der Zellulose wenigstens zur teilweisen Erklärung des Erweichungsphänomens in Betracht kommt.

Wir danken dem Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung, mit dessen Unterstützung die vorliegende Arbeit durchgeführt wurde. Den Firmen *BASF, Ludwigshafen,* und *CIBA, Basel,* danken wir für die Überlassung von Farbstoffmustern, Herrn Dr. *P. Tschichold* für wertvolle Hinweise und Frau *A. Rüegg* für experimentelle Mitarbeit.

*Zusammenfassung*

Ionisierende Strahlung ruft bei Vegetabilien eine Erweichung hervor. Zur Objektivierung dieses Effektes wurden einige physikalisch-chemische Eigenschaften der bestrahlten Zellulose in Funktion der Gammastrahlendosis untersucht, nämlich das Sorptionsverhalten gegenüber Wasser, die Hydrolysekinetik und das Aufziehvermögen von Farbstoffen. Als empfindlicher Test zur Erkennung von Strahleneinwirkungen im Dosisbereich um $10^6$ rad, in dem chemisch erfaßbare Veränderungen noch undeutlich sind, erwies sich die Anfärbemethode. Die an Reinzellulose gewonnenen Resultate werden im Hinblick auf das Weichwerden (softening) von pflanzlichem Gewebe diskutiert.

*Résumé*

L'emploi des radiations ionisantes produit une sorte d'amollissement (softening) chez des végétaux. Afin d'objectiver ce phénomène, différentes propriétés de cellulose soumise à un rayonnement gamma ont été examinées en fonction de la dose d'irradiation, c'est à dire la capacité de sorption aqueuse, la cinétique d'hydrolyse et la capacité colorante. Le traitement par coloration permet de distinguer les effets d'irradiation quant aux doses d'environ $10^6$ rad, où des réactions chimiques sont difficiles à établir. Les résultats obtenus sur la cellulose pure sont discutés en tenant compte de l'amollissement des tissus végétaux.

*Summary*

Ionizing radiation may soften vegetable materials. In order to objectify this phenomenon some properties of irradiated cellulose were investigated in function of the gamma radiation dose, namely sorption behaviour towards water, kinetics of hydrolysis, and dyeing capacity. The dyeing method proved to be a sensitive test for recognizing radiation effects in a dose range of about $10^6$ rad where chemical changes cannot be detected easily. The results obtained with pure cellulose were discussed with regard to the softening on vegetable tissues.

*Literatur*

1. *Mohler H.:* Mitt. **47**, 387 (1956).
2. *Mohler H.:* Chimia, in Vorbereitung.
3. *Brasch A.* und *Huber W.:* Science **105**, 112 (1947).
4. *Nehemias J. V., Brownell L. E.* und *Harlin H. A.:* Food Manufacture **29**, 431 (1954).
5. *Roberts E. A.* und *Proctor B. E.:* Food Research **20**, 254 (1955).
6. *Morgan B. H.:* Food Engineering **27**, 44 (1955).
7. *Lück H., Schillinger A.* und *Kohn R.:* Z. Lebensm.-Unters. u. -Forsch. **111**, 307 (1960).
8. *Boyle F. P., Kertesz Z. I., Glegg R. E.* und *Connor M. A. jr.:* Food Research **22**, 89 (1957).

9. *Glegg R. E., Boyle F. P., Tuttle L. W., Wilson D. E., Kertesz Z. I.:* Radiation Research **5**, 127 (1956).
10. *Kertesz Z. I., Glegg R. E., Boyle F. P., Parsons G. F.* und *Massley L. M. jr.:* J. Food Sci. **29**, 40 (1964).
11. *Hannan R. S.:* Food Investigation, Special Report No. 61, Her Majesty's Stationery Office, London, 122 (1955).
12. Unilever N. V. Belg. Pat. 583060 (1959).
13. *Lück H.* und *Dell F.:* Chimia **17**, 1 (1963).
14. *Lüthy H.* und *Mohler H.:* Atompraxis, in Vorbereitung.
15. *Beever D. K.* und *Valentine L.:* J. Appl. Chem. (London) **8**, 103 (1958).
16. *Hofer A. A.* und *Mohler H.:* Helv. **45**, 1415 (1962).
17. *Hofer A. A.* und *Mohler H.:* diese Mitt. **53**, 274 (1962).
18. *Hofer A. A.:* Diss., Univ. Basel 1962.
19. *Freudenberg K.* und *Blomqvist G.:* Ber. deutsch. chem. Ges. **68**, 2070 (1935).
20. *Blouin F. A.* und *Arthur J. C.:* Textile Res. J. **28**, 198 (1958).
21. *Freidin A. S., Malinskii Yu. M.* und *Karpov V. L.:* Chem. Abstr. **54**, 17876 (1960).
22. *Khenokh M. A., Kuzicheva E. A.* und *Evdokimov V. F.:* Nucl. Sci. Abstr. **18**, 310 (1963).
23. Farbstoffe für das Färben von Papier in der Masse, Band I Wasserlösliche Farbstoffe, Musterkarte der BASF AG.
24. *Sulser H.* und *Mohler H.:* Unveröffentlichte Resultate.
25. *Saeman J. F.* und *Millett M. A.:* Ind. Eng. Chem. **44**, 2848 (1952).
26. *Okada S., Kraunz R.* und *Gassner E.:* Radiation Research **12**, 607 (1960).
27. *Bach H., Pfeil E., Philippar W.* und *Reich M.:* Angew. Chem. **75**, 407 (1963).
28. *Teszler O., Kiser L. H., Campbell P. W.* und *Rutterford H. A.:* Textile Res. J. **28**, 456 *(1958).*
29. *Kertesz Z. I., Morgan B.H., Tuttle L. W.* und *Lavin M.:* Radiation Research **5**, 372 (1956).
30. *Glegg R. E.* und *Kertesz Z. I.:* J. Polymer Sci. **26**, 289 (1957).

## Buchbesprechung

*Beythien - Diemair*

Laboratoriumsbuch für den Lebensmittelchemiker

8. Auflage, von Prof. *W. Diemair,* Theodor Steinkopff, Dresden und Leipzig (1963). XXIV, 804 Seiten, 62 Abbildungen, 61 Tabellen. Gebunden 44.50 DM

Cet ouvrage en langue allemande, dont la 1ère édition a paru en 1930, est suffisamment connu des chimistes des denrées alimentaires pour qu'on puisse se passer de présenter dans le détail cette nouvelle et 8e édition, mise à jour sous la direction du Prof. W. Diemair, chef de l'Institut de chimie alimentaire à l'Université de Francfort sur le Main, avec la collaboration de MM. les Professeurs