Zeitschrift: Archives des sciences [1948-1980]

Herausgeber: Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève

Band: 14 (1961)

Heft: 10: Colloque Ampère

Artikel: EPR-Untersuchungen über die Wirkung einiger Strahlenschutzstoffe in Modellsystemen

Autor: Schröder, E. / Thom, H.G.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-739621

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: 01.07.2025

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

EPR-Untersuchungen über die Wirkung einiger Strahlenschutzstoffe in Modellsystemen

E. Schröder und H. G. Thom

Untersuchungen über einen chemisch-biologischen Strahlenschutz sind in den letzten Jahren stark vorangetrieben worden. Über den Wirkungsmechanismus der Strahlenschutzstoffe besteht jedoch bisher noch keine Klarheit. Dies ist unter anderem auf die ausserordentlich komplexe Natur des biologischen Geschehens zurückzuführen. Es erschien daher zweckmässig, auch mit Versuchen an analogen Modellsystemen spezielle Wechselwirkungsprobleme, unabhängig von störenden sekundären Faktoren des biologischen Systems, zu untersuchen.

Die Wirkung ionisierender Strahlung besteht unter anderem in der Bildung freier Radikale [1], die teils als reaktive intermediäre Stufen, teils als langlebige, stabile Radikalkomponenten auftreten [2].

Zur Untersuchung der Reaktion von Strahlenschutzstoffen mit derartigen primären oder sekundären Radikalzuständen wurden daher in orientierenden Modellversuchen

1. Standardradikale in geeigneten Lösungsmitteln mit Strahlenschutzstoffen versetzt und die Abnahme der Radikalkonzentration durch die Akzeptorwirkung der Strahlenschutzstoffe aus der Intensitätsänderung des EPR-Spektrums bestimmt.
2. Diese Versuche wurden ergänzt durch eine Prüfung der Verhältnisse bei Polymerisationsprozessen sowie in bestrahlten Polymeren. An die Stelle der Standardradikale treten in diesem Falle Radikalzustände, die durch hohe Dosen mit Elektronen- oder γ-Strahlung erzeugt wurden.
3. Neben der Bestimmung der EPR-Parameter wurden hierzu analoge Messungen des Viskositätsänderung in Abhängigkeit von der " depolymerisierenden " Wirkung der Strahlenschutzstoffe ausgeführt.
4. Die erhaltenen Ergebnisse lassen sich prinzipiell in Übereinstimmung bringen mit den theoretischen Ansätzen von B. und A. Pullman über

Elektronen-Akzeptor und Donatoreigenschaften [3, 4], entsprechend den Werten von k gemäss der Beziehung

$$E = \alpha + k\beta$$

E = Energie der Elektronen-orbitals, α = Coulomb-Integral, β = Austauschintegral für C-C-Bindungen (s.a. [4]).

Experimentelles

Folgende Stoffe mit eventueller radioprotektiver Wirkung wurden verwendet: N-Acetylhomocysteinthiolacton, Diäthyldithiocarbamat, S-β-Aminoäthylisothiuronium·Br·HBr (AET), Ascorbinsäure, Dehydroascorbinsäure, Gallussäurepropylester, Thioctsäure und Cystein-HCl. Die Substanzen wurden in Dioxan, Dimethylsulfoxyd und anderen Lösungsmitteln im Molverhältnis 1;1 mit DPPH gelöst und 5 min bzw. 10 h nach der Mischung gemessen.

Als Lösungsmittel und zugleich als Reaktionspartner im Zusammenhang mit Polymerisationsprozessen dienten Acrylsäure bzw. Piacryl,* die mit Dosen von $\approx 10^5 - 10^6\, r$ bestrahlt wurden.

Die unter 1 aufgeführten Strahlenschutzstoffe wurden jeweils teils vor, teils nach der Bestrahlung im Molverhältnis 1:1 und 1:10 appliziert. Die Bestimmung der Viskositätsänderung zu 3. erfolgte mit einem Viskosimeter nach Höppler.

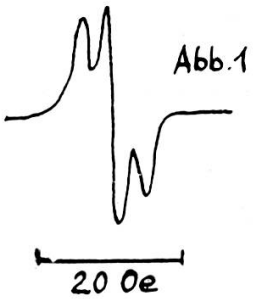
Sämtliche EPR-Spektren wurden mit einem X-Band-Superheterodyn-Spektrometer aufgenommen.

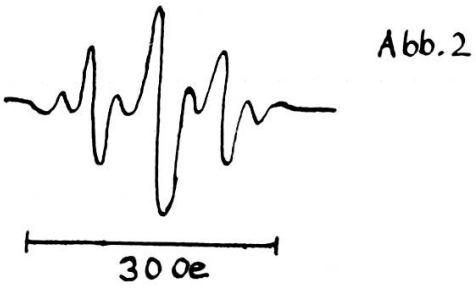
Ergebnisse

Es ergab sich zunächst, dass auf Grund der Modell-Konzeption zu 1. keine proportionale Beziehung zwischen der Radikalfängereigenschaft und der biologischen Strahlenschutzwirkung zu beobachten ist. Während bei Verwendung von Thioctsäure und Gallussäurepropylester eine vollständige Löschung des EPR-Signals erfolgt, zeigt z. B. N-Acetylhomocysteinthiolacton keine radikalauslöschende Wirkung, obgleich eine Strahlenschutzwirkung ebenso wie im Falle der Thioctsäure nachgewiesen wurde. Dies dürfte auf die unterschiedliche Aktivierungsenergie der Radikalkomponenten und den Lösungsmitteleinfluss zurückzuführen sein. Die Ergebnisse entsprechen jedoch angenähert der Pullman -schen Gleichung. Je kleiner

* Methacryl säure methylester.

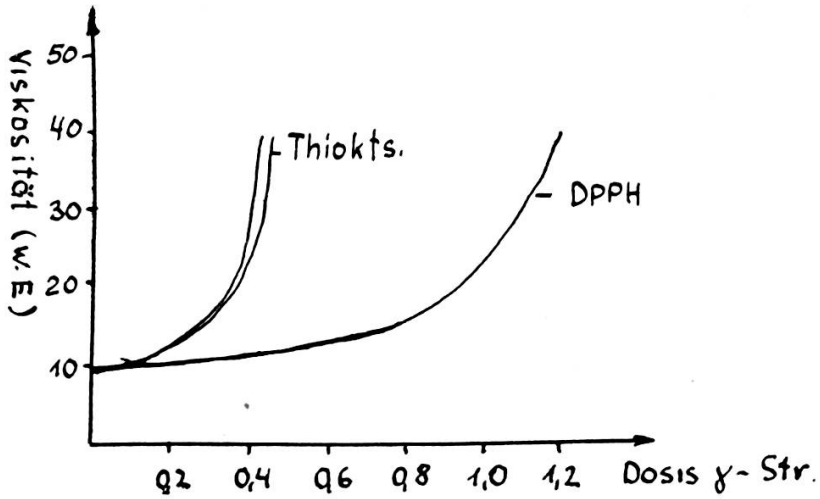
der positive Wert von k ist, um so besser wirkt die entsprechende Substanz als Elektronen-Donator, ein kleiner negativer Wert von k entspricht demgegenüber der Elektronen-Akzeptoreigenschaft bzw. der Elektronenaffinität. Dementsprechend ist für die Reaktion DPPH-AET offenbar eine höhere Aktivierungsenergie erforderlich. Analoge Deutungen ergeben sich für die anderen Substanzen.





*

Im Falle der Acrylsäure und des Piacryls wurde nur eine geringe Änderung der EPR-Absorption beobachtet. Ausserdem zeigte sich überraschenderweise keine wesentliche Änderung der Grundstruktur des Spektrums (Abb. 1 und 2).



Dies dürfte auf den überwiegenden Anteil bereits während der Bestrahlung polymerisierten Materials zurückzuführen sein. Die in den untersuchten Fällen erhaltene Hyperfeinstrukturaufspaltung entspricht demgemäss im wesentlichen der des bestrahlten Polymethacrylats (s. Abb. 2) und hochpolymerisierter Acrylsäure (s. Abb. 1) mit $g = 2{,}00$ und $\Delta H = 110$ bzw. 50 Gauss.

* Lesen 50 Oe und 110 Oe.

Diese Ergebnisse sprechen ebenfalls für die zu 1. angegebene Hypothese. Hier ist ausserdem der Einfluss des Luftsauerstoffs zu berücksichtigen, so dass ein Teil der Untersuchungen in N_2 durchgeführt wurde, da z. B. das Spektrum der Acrylsäure bei Anwesenheit von Sauerstoff nicht erscheint. Lediglich bei Verwendung von DPPH als „Radiomimetikum" zeigte sich mit und ohne Bestrahlung ein deutliches Überwiegen des DPPH-Anteils am Spektrum. Ausserdem wurde die Polymerisation deutlich herabgesetzt (in Übereinstimmung mit Untersuchungen von Prevost (5) und Mitarb.).

Ähnliche Ergebnisse resultierten bei der Bestimmung der Viskositätsänderung.

Die Ergebnisse sprechen daher weniger für eine direkte und äquivalente, radikallöschende Wirkung der Strahlenschutzstoffe, als für einen wesentlich komplexeren Wirkungsmechanismus, der offenbar über Energieleitungsprozesse in Proteinen und Nukleinsäuren die Wirkung auch sehr geringer Mengen derartiger Substanzen in biologischem Material zu erklären gestattet.

LITERATUR

1. Bacq, Z. M. und P. Alexander, „Grundlagen der Strahlenbiologie", *G. Thieme*, Stuttgart 1958 (Zusammenfassende Übersicht).
2. McCormick und W. Gordy, *J. phys. chem.*, Juli, 1958.
3. Pullmann, A. und B., *Proc. nat. Acad. Sci.*, *44*, 1197 (1958).
4. Thom, H. G. und Cl. Nicolau, „HF-Spektroskopie", Leipzig 1960, *Akademie-Verlag*, Berlin 1961.
5. Prevost-Bernas, A., A. Chapiro, C. Cousin, Y. Landler, M. Magat, *Disc. Farad. Soc.*, *12*, 98 (1952).

Aus der Forschungsgemeinschaft der Deutschen Akademie der Wissenschaften
Institut für Medizin und Biologie, Berlin-Buch
Bereich: Robert-Rössle-Klinik, Direktor Prof. Dr. H. Gummel und
Bereich: Physik, Direktor Prof. Dr. Dr. F. Lange