

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 an Nukleinsäuren
Autor: Thom, H.G. / Nicolau, Cl.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-739620>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 22.01.2025

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

EPR-Untersuchungen an Nukleinsäuren

H. G. THOM und Cl. NICOLAU

Aus der Forschungsgemeinschaft der Deutschen Akademie
der Wissenschaften, Bereich Physik
(Institut für Medizin und Biologie, Berlin-Buch.)

Während der letzten Jahre hat der Umfang der physikalischen Untersuchungen an Nukleinsäuren (NS) ständig zugenommen.

Ein wesentlicher Teil dieser Untersuchungen befasst sich mit den magnetischen Eigenschaften der NS.

Blumenfeld und Kalmanson [1] berichteten erstmalig über das Auftreten einer breiten EPR-Linie bei DNS und RNS, wenn diese Substanzen an verschiedene Eiweissstoffe komplex gebunden waren. In der Folge konnten die genannten Autoren auch bei nicht komplex gebundener DNS und RNS EPR-Signale feststellen.

Messungen bei verschiedenen Temperaturen [2] führten zu dem interessanten Ergebnis, dass der Verlauf der EPR-Spektren dem der anti-ferromagnetischen Resonanz ähnlich ist. Blumenfeld loc. cit. sieht hierin u. a. die Möglichkeit einer Verbindung mit Informations- und Gedächtnisprozessen im biologischen Bereich.

Duchesne und Mitarbeiter [3] konnten die Halbleitereigenschaften der DNS messen und fanden eine bemerkenswert niedrige Energielücke von 1,8 eV. Douzon, Polonsky und Sadron [4] berichteten über ferroelektrische Eigenschaften der DNS.

Zahlreiche Arbeiten über die EPR-Spektren von bestrahlten Nukleinsäuren, Proteinen, Aminosäuren, Hormonen usw. stammen von Gordy und Mitarbeitern [5, 7].

Der Einfluss verschiedener Strahlendosen auf die einzelnen Nukleotide und auf das Gesamtmolekül der DNS und RNS wurde eingehend untersucht.

In der vorliegenden Arbeit wird über EPR-Messungen an

1. RNS verschiedener Herkunft,
2. DNS verschiedener Herkunft,
3. bestrahlter DNS und RNS.

berichtet und eine neue Hypothese zur Deutung der beobachteten Effekte gegeben.

EXPERIMENTELLES

Die Messungen wurden mit einem Superheterodyn-EPR-Spektrometer bei; $\nu = 9,3$ kMz durchgeführt. Es wurde ein Rechteck- H_{102} Resonator bei Zimmertemperatur und bei ca. 100° K benutzt.

Die RNS war aus Hefe isoliert, der Reinheitsgrad betrug 99—97%. Zwei Sorten DNS verschiedener Herstellung wurden untersucht:

- a) Kalbsthymus-DNS, extrahiert nach der Dodezylsulfatmethode. Ihr Reinheitsgrad betrug 99,1%. Die Messungen wurden jeweils an frisch hergestellten Proben durchgeführt.
- b) T_2 -Phagen DNS. Die Phagen wurden bei 45.000 rpm zentrifugiert, anschliessend 24 Std. in einer 8 m Harnstofflösung bei pH 7,2 gehalten, eine Std. bei 37° C inkubiert und 16 Std. bei $+2^\circ$ C gegen aqua dest. dialysiert.

Die Suspension wurde dann fraktioniert, zentrifugiert und der bei 180.000 g erhaltene Niederschlag nach spektroskopischer und bakteriologischer Prüfung lyophilisiert.

Es ergibt sich zunächst, dass der Antiferromagnetismus der RNS und DNS, der im unbestrahlten Zustand deutlich zu erkennen ist, infolge der Bestrahlung verschwindet, s. a. [8]. Diese Tatsache scheint insofern bemerkenswert zu sein, als es selbst bei hohen Strahlendosen relativ unwahrscheinlich ist, dass die primäre Struktur der NS angegriffen wird. Vielmehr ist anzunehmen, dass der Antiferromagnetismus mit der sekundären oder tertiären Struktur der NS in Verbindung steht.

Duchesne und Mitarbeiter [3] fanden ferner wie erwähnt eine verhältnismässig niedrige Energielücke für die Halbleitereigenschaften der DNS (1,8 eV). Dieser Betrag ändert sich nicht bei der Bestrahlung.

Dieser Befund scheint dafür zu sprechen, dass einzelne Protonen (zwischen denen die Wasserstoffbrücken entstehen) Elektronen einfangen und auf diese Weise die Leitfähigkeit beeinflussen. Bei der Bestrahlung mit Strahlen relativ niedriger Energie werden Wasserstoffbrücken reversibel zerstört. Die auf diese Weise „frei“ gewordenen Elektronen können

dann von den verschiedenen basischen Komponenten eingefangen werden (infolge ihrer Elektronen-Akzeptor-Eigenschaften). Die Annahme eines derartigen Mechanismus wird unterstützt durch die Tatsache, dass die Bestrahlung keinen Einfluss auf die Halbleitfähigkeit der DNS ausübt.

Gordy und Mitarbeiter fanden ferner bei γ -Bestrahlung der DNS und RNS bei 90° K Ergebnisse, die sich von denen, die bei Zimmertemperatur erzielt wurden, unterscheiden. Das spricht ebenfalls für die oben vorgeschlagene Deutung.

Allen und Ingram [9] beobachteten bei UV-bestrahlten polykristallinen Proteinen ähnliche Erscheinungen.

Es ist anzunehmen, dass die Anwesenheit von Wassermolekülen in den NS-Ketten bei derartigen Strahlenwirkungseffekten von wesentlichem Einfluss ist.

EPR-Untersuchungen an T₂-Phagen DNS [10] führten zu der Hypothese, dass das in T₂-Phagen statt des Cytosins enthaltene 5-Hydroxymethylcytosin für die Lokalisation unpaariger Elektronen in Frage kommt.

In der Tat konnte Pullman [11] mit Hilfe der «molecular orbitals»-Methode nachweisen, dass Cytosin und Adenin energetisch niedriger als Thymin und Guanin liegen. Infolgedessen kann das durch Strahlung erzeugte freie Elektron an Cytosin bzw. deren Derivaten oder an Adenin lokalisiert werden.

Weitere EPR-Untersuchungen über diesen Fragenkomplex, u. a. über den enzymatischen Abbau der DNS und RNS werden in Kürze veröffentlicht.

LITERATUR

1. BLUMENFELD, L. A., A. E. KALMANSON und SEN-PEN-GEJ, *Dokl. Ak. SSSR*, **124**, 1244 (1959).
2. SAMOILOVA, O. P. und L. A. BLUMENFELD, *Biofisika*, **6**, 15-19 (1961).
3. DUCHESNE, J., J. DEPIREUX, A. BERTINCHAMPS und N. CORNET, *Nature*, **188**, 405-06 (1960).
4. DOUZON, J., J. POLONSKY und Ch. SADRON, *C. R. Acad. Sci. Paris*, **250** 3414 (1960).
5. GORDY, W., *Rad. Res. Suppl.*, **1**, 491 (1959).
6. SHIELDS, H. und GORDY, W. *J. phys. Chem.*, **62**, 789 (1958).
7. GORDY, W., W. B. ARD und H. SHIELDS, *Proc. Nat. Acad.*, **41**, 996 (1955).
8. THOM, H. G. und Cl. NICOLAU, *Biophysikertag.*, Berlin 1961, *Akademie Verl.* (i. Druck).
9. ALLEN, B. T. und D. J. E. INGRAM, *C. R. Coll. Ampère*, **9**, 219 (1960).
10. NICOLAU, Cl., E. EDLINGER und H. G. THOM, *Coll. Appl. Bioch. et Struct. dela, Spectroscopie Hertzienne*, Bruxelles 1961.
11. PULLMAN, B., *ibid.*, 1961.