

¹ W. DITTRICH, H. FASS, G. HÖHNE und G. SCHUBERT, Strahlentherapie 81, 223 (1950).

Elektrode fehlte. Diese Versuchsanordnung gestattet es, die Versuche unter genau denselben Bedingungen durchzuführen, in denen auch die Messungen erfolgen. Für jeden Meßpunkt wurden im Mittel in 3 Versuchen je 1000 Eier geprüft.

Bestrahlt wurde mit dem 31-Millionen-Elektronenvolt-Betatron (Firma Brown-Boveri) in der radiotherapeutischen Klinik der Universität Zürich, das ultraharte Röntgenstrahlen liefert. Da die 3 Altersstadien sich als verschieden strahlensensibel erweisen, mußten für jedes Alter verschiedene Abstände von der Antikathode gewählt werden, um die maximale Bestrahlungszeit von 15 min nicht überschreiten zu müssen. So erhielten die 3-Stunden-Eier mit einem Abstand von 46,5 cm 41 r/min, die 4-Stunden-Eier 209 r/min in 30,6 cm Entfernung und die 7½-Stunden-Eier 101,7 r/min bei einer Antikathoden-Entfernung von 39,1 cm. Die Auszählung wurde 48 h nach Bestrahlung vorgenommen.

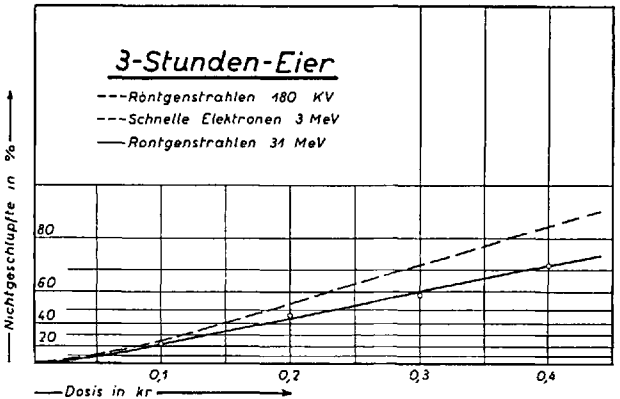


Abb. 1. Wirkung von Röntgenstrahlen (180 keV, 6 mA, HWS 0,25 mm Cu, 185 r/min), schnellen Elektronen (3 MeV) und ultraharten Röntgenstrahlen (31 MeV, 15 mm Pb HWS, FHA 46,5 cm, 41 r/min) auf die Eier von *Drosophila melanogaster* im durchschnittlichen Alter von 2 ± 1 h. Daten für schnelle Elektronen und 180-keV-Röntgenstrahlen nach DITTRICH.

2. Die Wirkung der 31-MeV-Betatronstrahlen im Vergleich zu schnellen 3-MeV-Elektronen- und 180-keV-Röntgenstrahlen. Grundsätzlich muß betont werden, daß als Röntgenschädigung nicht der eigentliche Tod der Embryonen in der Eihülle festgestellt werden kann, sondern lediglich die Unfähigkeit der mehr oder weniger weit entwickelten Embryonen zum Schlüpfen aus der Eihülle. Vielfach wuchsen nach der Bestrahlung die Tiere zu schlüpfreifen Lärvcchen heran, ein Vorgang, den wir (FRITZ)¹ bereits bei der Bestrahlung junger Puppen beobachten konnten, die zum größten Teil, selbst nach einer Dosis von 80 000 r zu schlüpfreifen Puppen sich entwickelten. In den Kontrollversuchen wurde ferner eine spontane Schädigungsrate von 10,5% festgestellt, die in der kurvenmäßigen Darstellung in Abzug gebracht worden ist.

Wie aus Abbildung 1 hervorgeht, liegen die Schädigungswerte der 31-MeV-Betatronstrahlen etwas unter den Werten, die durch die Bestrahlung mit Röntgenstrahlen von 180 keV und schnellen Elektronen (3 MeV) gewonnen worden waren. Merkwürdigerweise scheint demnach die Wirkung schneller Elektronen und 180-keV-Röntgenstrahlung gleich zu sein, während die ultraharten elektromagnetischen Strahlen von 31 MeV eine etwas geringere biologische Wirksamkeit besitzen. Die Unterschiede könnten zum Teil auch durch unterschiedliche *Drosophila*-Stämme bedingt sein.

¹ H. FRITZ, Strahlentherapie 85, 233 (1951).

Während für die 4-Stunden-Eier die Effekte der schnellen Elektronen und der 180-keV-Röntgenstrahlen voneinander außerordentlich stark abweichen, deckt sich die Wirksamkeit der 31-MeV-Strahlen mit derjenigen von schnellen Elektronen (Abb. 2).

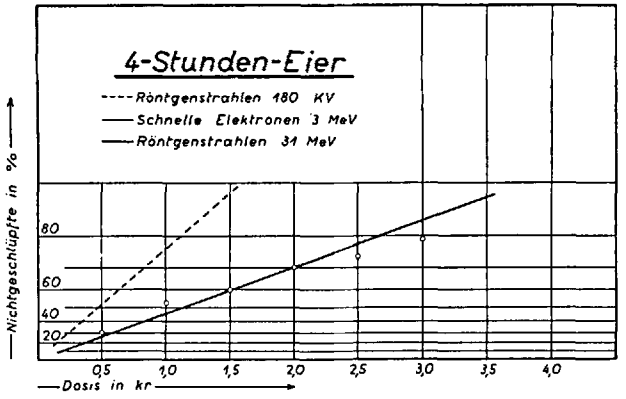


Abb. 2. Schädigungskurven an 4-Stunden-Eiern mit dem durchschnittlichen Alter von $2\frac{3}{4} \pm 1\frac{1}{4}$ h. FHA 33,6 cm und 209,0 r/min für die Bestrahlung mit 31-MeV-Strahlen.

Abbildung 3 läßt eine deutlich unterschiedliche Wirkung der drei Strahlenarten erkennen, und zwar ist die Bestrahlung mit schnellen Elektronen weniger effektiv als diejenige mit Röntgenstrahlen von 180 keV, und ebenfalls ist die biologische Wirksamkeit des 31-MeV-Betatrons geringer als der Effekt schneller Elektronen.

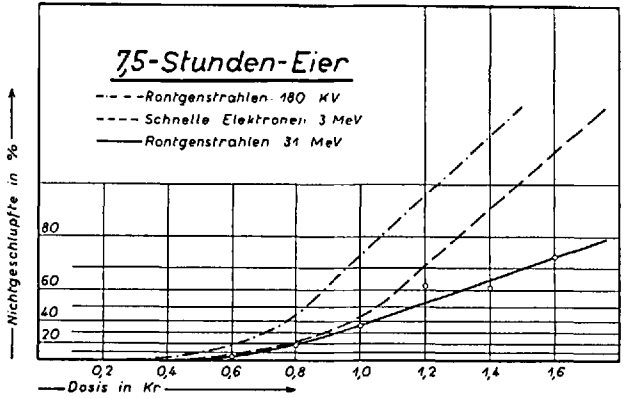


Abb. 3. Schädigungskurven an 7½-Stunden-Eiern mit dem durchschnittlichen Alter von $6\frac{1}{4} \pm 1\frac{1}{4}$ h. FHA 39,1 cm und 101,7 r/min für die Bestrahlung mit 31-MeV-Strahlen.

3. Deutung der Ergebnisse. Die Versuche zeigen übereinstimmend, daß die biologische Wirksamkeit der 31-MeV-Betatronstrahlung gegenüber den 180-keV-Röntgenstrahlen und teilweise den schnellen Elektronen herabgesetzt ist (Tabelle).

Halbwertsdosen (Dosis, die 50% der Eier tötet) in r von 3-, 4- und 7½-Stunden-Eiern mit Röntgenstrahlen (180 keV), schnellen Elektronen (3 MeV) und 31-MeV-Betatronstrahlen.

Alter	180-keV-Röntgenstrahlen	Schnelle Elektronen	31-MeV-Röntgenstrahlen
3-Stunden-Eier . . .	200 r	200 r	237 r
4-Stunden-Eier . . .	460 r	1225 r	1117 r
7½-Stunden-Eier . .	825 r	1060 r	1167 r

Für diese unterschiedliche Wirkung der 31-MeV-Betatronstrahlen lassen sich vorderhand drei Deutungsmöglichkeiten denken.

a) Die unvermeidliche Ungenauigkeit in der Dosismessung der Betatronstrahlen kann störend wirken. Die Versuchsergebnisse streuten aber nur wenig und sind zu deutlich, als daß nur Meßfehler dafür verantwortlich gemacht werden können.

b) Es ist bekannt, daß Röntgenstrahlen schwächerer Energie und großer Wellenlänge Sekundärelektronen produzieren, die längs ihrer Bahn durch die Materie Ionisationen in dicht sich folgenden Häufchen hervorrufen. Harte Strahlen ionisieren weniger dicht, in großen Abständen und in wenigen Ionisationen pro «Häufchen». Faßt man die Strahlenwirkung gemäß der Treffertheorie als eine direkte auf, dann kann man sich entweder vorstellen, daß «schwerere» Treffer von großen Ionisationsgruppen biologisch wirksamer sind als «leichte» Treffer kleiner Gruppen. Andererseits ist die Wahrscheinlichkeit, einen minimalen Treffbereich mit mehreren Treffern zu treffen, für Strahlen mit geringer Ionisationsdichte ebenfalls herabgesetzt.

c) Es wäre denkbar, daß die diskontinuierliche Einstrahlungsart des 31-MeV-Betatrons in sehr kurz dauernden Röntgenblitzen von 10–15 Millionstelssekunden mit einem Intervall von 1/50 s die biologische Wirksamkeit herabsetzen kann.

Eine endgültige Deutung der herabgesetzten Wirksamkeit der ultraharten Strahlung gegenüber Röntgenstrahlung von 180 keV in unseren Versuchen, die übrigens auch durch Experimente mit einem 20-MeV-Betatron (QUASTLER¹ und andere) und mit schnellen Elektronen (DITTRICH und andere) zum Teil an anderem Testmaterial gefunden worden ist, soll vorläufig nicht gegeben werden.

H. R. SCHINZ, HEDI FRITZ-NIGGLI und E. FREY

Strahlenbiologische Abteilung der Radiotherapeutischen Klinik der Universität Zürich, den 25. September 1951.

Summary

Irradiation of 3-, 4-, and 7½-hour eggs of *Drosophila melanogaster* with a 31-MeV Betatron shows a decreased biological effectiveness of ultra-hard rays in comparison with weaker rays (180 keV), and, for the 3- and 7½-hour eggs, also in comparison with fast electrons (3 MeV).

¹ H. QUASTLER und R. K. CLARK, Amer. J. Roentgenol. 54, 723 (1945).

La spécificité biologique des acides désoxyribonucléiques de diverses espèces animales

Les travaux récents de CHARGAFF et de ses collaborateurs¹ indiquent des différences appréciables dans les proportions des bases puriques et pyrimidiques d'acides désoxyribonucléiques (A.D.N.) isolés à partir d'espèces animales diverses. Au cours d'une étude systématique sur la composition en bases d'A.D.N. provenant d'espèces zoologiques différentes, l'un de nous (R. T.) a eu l'occasion d'isoler ces acides sous forme hautement polymérisée et purifiée, à partir des matériaux suivants: thymus de veau, testicules de grenouille rousse (*Rana fusca*) et de grenouille verte (*Rana esculenta*), testicules et intestins de tritons (*Triton palmatus*, *Triton alpestris*) et d'axolotl (*Amblystoma mexicanum*), testicules d'étoile de mer (*Asterias glacialis*).

¹ E. CHARGAFF, Exper. 6, 201 (1950).

Pendant que ces recherches étaient en cours, MAZIA¹ a fait connaître les curieux résultats de ses études sur la spécificité biologique d'A.D.N. d'origines différentes: il a constaté, en effet, que l'A.D.N. polymérisé isolé à partir de testicules de grenouille bloque, à faibles concentrations (0,01 à 0,05 %), le développement des œufs de grenouille de la même espèce (*Rana pipiens*); au contraire l'A.D.N. du thymus de veau est sans effets sur le développement des œufs de grenouille aux mêmes concentrations. MAZIA a, en outre, retrouvé un effet semblable dans le cas des œufs d'échinodermes. Il y aurait donc, selon MAZIA, un effet inhibiteur spécifique de l'A.D.N. homologue sur le développement embryonnaire. Toutefois, comme le fait remarquer MAZIA lui-même, le mécanisme de cet effet inhibiteur spécifique demeure mystérieux, car il paraît peu vraisemblable qu'une substance dont le poids moléculaire est de l'ordre du million puisse franchir la gangue, la membrane vitelline et le cortex des œufs de grenouille.

Ayant à notre disposition, ainsi qu'il a été dit plus haut, des A.D.N. purifiés dont la teneur en bases puriques et pyrimidiques avait été établie auparavant par chromatographie sur papier, il nous a paru utile d'examiner leurs effets biologiques spécifiques éventuels sur le développement embryonnaire. Les œufs, prélevés à un stade précoce de leur développement (segmentation ou début de la gastrulation), appartenaient aux espèces suivantes: *Rana fusca*, *Rana esculenta*, hybrides *Rana esculenta*♀ X *Rana fusca*♂, *Triton alpestris*, *Triton palmatus*, *Amblystoma mexicanum*. Dans le cas de ces deux dernières espèces, de nombreux œufs ont été déganguiés et débarassés de leur membrane vitelline avant d'être placés, au stade jeune gastrula, dans du liquide de Holtfreter stérile contenant de l'A.D.N. à diverses concentrations.

Les résultats de ces essais ont été malheureusement entièrement négatifs. Aux concentrations employées par MAZIA (0,01 à 0,05 %) aucun effet inhibiteur n'a été enregistré. Ce n'est qu'à des concentrations beaucoup plus élevées (0,25 %) qu'un blocage du développement a été observé, mais sans que l'A.D.N. homologue se soit révélé plus efficace que celui provenant d'espèces zoologiques très éloignées (veau, étoile de mer). Des expériences de micro-injection d'A.D.N. dans des morulas de grenouille et d'axolotl n'ont pas davantage permis de mettre en évidence un effet inhibiteur spécifique de l'A.D.N. homologue.

Nous ignorons encore les raisons pour lesquelles nous n'avons pu reproduire les résultats obtenus par MAZIA; il nous semble cependant vraisemblable que, conformément à une possibilité envisagée par MAZIA lui-même, le blocage du développement qu'il a observé soit dû à une infection bactérienne plutôt qu'à un effet spécifique de l'A.D.N. homologue.

R. THOMAS, M. STEINERT, S. GOTHIE et J. BRACHET

Laboratoire de morphologie animale, Faculté des sciences de l'Université libre de Bruxelles, le 28 septembre 1951.

Summary

We have been unable to confirm MAZIA's finding that homologous D.N.A. exerts a specific inhibitory action on the development of amphibian eggs.

¹ D. MAZIA, Growth 13, Suppl. 5 (1949).