

The coefficient of rank correlation was computed for each group of isomers, using SPEARMAN's formula:

$$r = 1 - \frac{6 \sum (x - y)^2}{n^3 - n}$$

where  $r$  is the coefficient of rank correlation,  $x$  and  $y$  are the rank positions of the two variables, and  $n$  is the number of members in each series. For the sample given,  $r = 0.975$ . The sample illustrates various causes of imperfect correlation which are inherent in the nature of the data:

Several structures may have the same amount of hyperconjugation and still differ in their boiling points due to determining factors not considered in the present analysis; and boiling points of structures which give rise to *cis-trans* isomerism are difficult to arrange in order of rank. Occasionally, only the boiling point of steric mixtures is recorded; where boiling points of sterically pure isomers are available, it is impossible to choose either one in fairness as the difference between them is unrelated to hyperconjugation and probably due to a change in  $P\mu$ .

Nevertheless, the correlations calculated as shown are equal to one in most, and higher than 0.8 in all series studied. The deviations which do exist can invariably be traced to difficulties such as those mentioned above. More important, in spite of these difficulties, the probability of the null hypothesis (i.e. the hypothesis that there is no dependency between hyperconjugation and boiling point in the compounds concerned) can be calculated by standard statistical methods to be in the order of  $10^{-25}$ , or definitely negligible.

Concluding, a positive effect of hyperconjugation upon the boiling points of aliphatic mono-olefins may be considered established. The magnitude of this effect is such that it completely supersedes that of symmetry of charge distribution in these weakly polar (i.e. essentially quadrupolar) molecules. It is to be expected that analogous relationships can be found in other classes of organic compounds.

C. W. BECK

Department of Chemistry, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge 39, Mass., U.S.A., August 23, 1953.

#### Zusammenfassung

Es wird gezeigt, dass die Hyperkonjugation einen entscheidenden Einfluss auf den Siedepunkt der einfach ungesättigten aliphatischen Kohlenwasserstoffe hat. Dieser Zusammenhang wird durch vergrösserte Elektronendelokalisierung in Molekülen, die Hyperkonjugation aufweisen, theoretisch verständlich. Ein grösseres Ausmass der Elektronendelokalisierung führt zu stärkerer Kohäsion und dadurch zu erhöhten Siedepunkten. Die neue Gesetzmässigkeit ergänzt ohne Widerspruch die bekannten Hückelschen Siedepunktsgesetze und erklärt Beobachtungen, die aus keiner der bisher aufgestellten Regeln ableitbar waren. Es ist zu erwarten, dass analoge Zusammenhänge in anderen Gruppen von organischen Verbindungen aufgewiesen werden können.

#### Zur bakteriziden Wirkung von komprimiertem Sauerstoff

Es ist bekannt, dass Sauerstoff unter Druck das Wachstum aller Mikroorganismen hemmt<sup>1</sup>. Dieser bakteriostatische Effekt wird bei längerer Einwirkungszeit und mit steigender Temperatur bakterizid<sup>2</sup>. Worauf diese keimabtötende Wirkung beruht, ist bisher ungeklärt. Toxische Stoffwechselprodukte können, wenn sie überhaupt auftreten, das Phänomen nicht erklären, da nach Beseitigung des Druckes das Wachstum sofort wieder einsetzt. Es ist weiter bekannt, dass komprimierter Sauerstoff die Atmung und den Stoffwechsel von Mikroorganismen in starkem Masse beeinträchtigt<sup>3</sup>. Daher liegt die Vermutung nahe, dass die Bakterien in ihrer Nährlösung verhungern, weil sie nicht in der Lage sind, die gebotenen Nährstoffe zu verwerten. Um diese Frage zu klären, wird *Escherichia coli* in flüssigem Nährsubstrat gezüchtet, abzentrifugiert, gewaschen und 24 h in physiologischer Kochsalzlösung bebrütet, um vorhandene Reservestoffe zu verbrauchen. Anschliessend setzt man die eine Hälfte der Bakterienaufschwemmung in «Standard-Merck-I-Bouillon» unter 8 atü O<sub>2</sub> und belässt den Rest unter gewöhnlichen Bedingungen in der physiologischen NaCl-Lösung. Die Bakterien sterben unter komprimiertem Sauerstoff schneller ab als in der Kochsalzlösung (siehe Abb.). Erhitzt man Coli-Bakterien kurzfristig auf höhere Temperatur, so ist die Absterberate unter 8 atü O<sub>2</sub> stets grösser als unter gewöhnlichem Luftdruck (Tab.). Aus diesen Gründen scheint ein Verhungern nicht die Ursache der bakteriziden Wirkung zu sein.

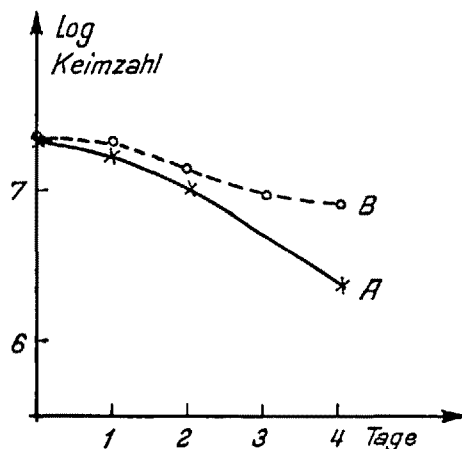


Abb. 1. Abnahme der Keimzahlen von *Escherichia coli* bei 26°C. A unter 8 atü O<sub>2</sub> in «Merck-I-Bouillon»; B unter gewöhnlichem Luftdruck in physiologischer Kochsalzlösung.

Es erhebt sich weiter die Frage, ob irreversible Fermentschädigungen für den bakteriziden Effekt verantwortlich sind. Wenn diese Möglichkeit auch nicht ganz auszuschliessen ist, so ist sie als alleinige Erklärung unzureichend. Hydrolytisch wirkende Fermente werden nicht so stark gehemmt wie dehydrierende Enzyme. Die

<sup>1</sup> N. CHUDIAKOW, Zbl. Bact., 2. Abtlg. 4, 391 (1898). – C. FOA, Atti R. Acad. Lincei 15, 185 (1906); Zbl. Bact. 1. Abtlg. Ref. 40, 185 (1907). – BERGHAUS, Arch. Hygiene 62, 172 (1907). – H. LÜCK, Schweiz. Z. Path. allg. Bakt. 16, 728 (1953).

<sup>2</sup> H. LÜCK, Schweiz. Z. Path. allg. Bakt. 16, 728 (1953).

<sup>3</sup> L. MASSART, Arch. int. Pharmacodyn. Thérap. 60, 48, 56 (1938). – PH. J. LUTERAN, M. LANGERON und J. MERY, C. r. Acad. Sci. 228, 338 (1949). – H. LÜCK, Schweiz. Z. Path. allg. Bakt. (im Druck).

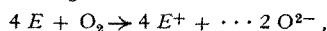
Zelle müsste daher in neuem Nährsubstrat und unter Atmosphärendruck nach einiger Zeit über ausreichende Energie verfügen, um die geschädigten Zellbestandteile zu reproduzieren.

| Erhitzungstemperatur<br>°C | Keimzahlen in $10^5/\text{cm}^3$ |                    |
|----------------------------|----------------------------------|--------------------|
|                            | Kontrolle                        | 8 atü $\text{O}_2$ |
| 50                         | 280                              | 220                |
| 55                         | 100                              | 21                 |
| 60                         | 5                                | 1                  |

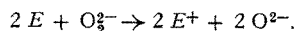
(Die Bakterienaufschwemmung wurde in ein Wasserbad der angegebenen Temperatur gesetzt und so lange darin belassen, bis sie diese Temperatur erreicht hatte.)

Der schädigende Einfluss des Sauerstoffs muss daher am Gen-Apparat des Organismus angreifen oder solche Vorgänge irreversibel blockieren, die unmittelbar mit der Zellteilung zusammenhängen oder die Enzyymbildung katalysieren.

Nach Untersuchungen anderer Autoren ist bekannt<sup>1</sup>, dass Sauerstoff als Elektronenakzeptor bei organischen Farbstoffen dienen kann, wobei letztere ionisiert werden. Der Sauerstoff lädt sich dadurch partiell oder total negativ auf. Überträgt man diese Vorstellung auf das Eiweissmolekül *E* der Zelle und fasst die Oxydation allgemein als eine Abgabe von Elektronen auf:



so resultiert eine ähnliche Wirkung, wie sie auch ionisierende Strahlen (ultraviolettes Licht, Röntgenstrahlen) besitzen. Eine solche Ionisation oder Elektronenabgabe hat naturgemäss weitere Strukturänderungen des Eiweissmoleküls zur Folge. Komprimierter Sauerstoff scheint auf die lebende Zelle eine ähnliche, wenn auch viel schwächere Giftwirkung auszuüben wie Wasserstoffperoxyd:



Die doppelt negativ geladene  $\text{O}_2$ -Gruppe des Wasserstoffperoxyds steht in bezug auf ihre Oxydationsstufe zwischen dem ungeladenen  $\text{O}_2$ -Molekül und dem doppelt negativ geladenen O-Atom des Wassers.

An welchem Teil der Zelle der Sauerstoff angreift, ist bisher unbekannt. Ob er auch in der Lage ist, Mutationen auszulösen, bedarf noch eingehender Untersuchungen.

H. LÜCK

*Dairy Industry Control Board, Windhoek, P.O.B. 520, Südwesafrika, 20. August 1953.*

#### Summary

In this article the writer suggests an explanation for the germicide effect of compressed oxygen. The production of poisonous products of metabolism can be ignored, because the bacterial development is normal after removal of the pressure. Lack of nutritive material through inhibition of metabolism and permanent damage to the enzymes is also not a satisfactory explanation. The possibility is discussed that oxygen as an acceptor of electrons creates an ionisation of important parts of the cell and resulting in the death of the bacteria. The effect seems to be similar but weaker than that of  $\text{H}_2\text{O}_2$ .

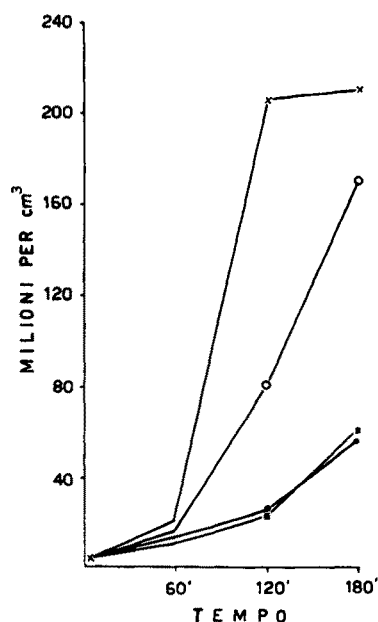
<sup>1</sup> G. STEIN, Faraday Soc. Discuss. Radiation Chemist. 12, 227 (1952). – J. WEISS, Trans. Faraday Soc. 42, 133 (1946). – M. EVENARI und G. STEIN, Exper. 9, 94 (1953).

#### Inattivazione del profago a mezzo del calore

La esposizione istantanea e non graduale alla temperatura di  $55^\circ\text{C}$ , per 30–45 s, di cellule di ceppo lisogeno di *Micrococcus pyogenes aureus* determina la maturazione del profago a fago attivo (shock termico, CAVALLO<sup>1</sup>) analogamente a quanto fanno i raggi ultravioletti nel noto fenomeno di LWOFF<sup>2</sup>.

Se cellule batteriche che hanno subito lo shock termico, vengono esposte alla temperatura di  $45^\circ\text{C}$  per 20 min, si ha un lieve ritardo nella velocità di maturazione, ma la quantità di bacteriofago, che viene prodotta, raggiunge quasi lo stesso valore che per cellule normalmente sottoposte a shock termico.

Se, invece, la esposizione a  $45^\circ\text{C}$  precede lo shock, non si determina più la maturazione del profago a fago. La esposizione a  $45^\circ\text{C}$  previene dunque l'effetto dello shock termico.



*M. pyogenes* 129. Prevenzione dell'induzione da shock termico a mezzo di esposizione a  $45^\circ\text{C}$  (numero di unità bacteriofagiche).

• controllo, × shock termico, ■ esposizione a  $45^\circ\text{C}$  seguita da shock, o shock seguito da esposizione a  $45^\circ\text{C}$ .

L'esposizione a  $45^\circ\text{C}$  per 20 min non provoca alcuna alterazione a carico di bacteriofagi maturi, provenienti da culture lisogene di *Micrococcus pyogenes*.

Da questi risultati si può credere che la prevenzione a mezzo del calore dello effetto LWOFF si attui per inattivazione del probacteriofago.

Questi risultati possono essere ricollegati con le ricerche di KRUEGER sull'esistenza di un precursore intracellulare del bacteriofago nei germi sensibili al fago. Tale precursore è particolarmente sensibile al calore; esso è, infatti, completamente inattivato a  $50^\circ\text{C}$  in 2'30", e a  $45^\circ\text{C}$  in 25'. Il comportamento delle costanti di inattivazione ha dimostrato che il costituente bacterico inattivato è una proteina simile al bacteriofago maturo (KRUEGER, MECRAKEN e SCRIBNER<sup>3</sup>).

<sup>1</sup> G. CAVALLO, C. r. Soc. Biol. 145, 1885 (1951).

<sup>2</sup> A. LWOFF, L. SIMINOVITCH e N. KJELDGAARD, Ann. Inst. Pasteur 79, 815 (1950).

<sup>3</sup> A. P. KRUEGER, T. MECRAKEN e E. I. SCRIBNER, Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 40, 573 (1939).