Die indirekte Wirkung von Röntgenstrahlen auf Aminosäuren

Bestrahlung von Lysin

Von G. PETER

Max-Planck-Institut für Biophysik, Frankfurt
(Z. Naturforsch. 14 b, 135 [1959]; eingegangen am 27. Oktober 1958)

Bei der Beurteilung der Grundvorgänge der biologischen Strahlenwirkung tritt die Bedeutung der indirekten Strahlenwirkung immer mehr in den Vordergrund. Im Rahmen der Untersuchungen von sekundären strahlenchemischen Reaktionen bei Aminosäuren und anderen biologisch wichtigen Verbindungen soll in diesem Bericht über die Ergebnisse der diesbezüglichen, auf Veranlassung von B. RAJEWSKY durchgeführten Untersuchungen eine kurze Übersicht gegeben werden.

Es wurde die Röntgenstrahlen-Wirkung bei Lysin (α, ϵ -Diamino-*n*-capronsäure) untersucht. Zu diesem Zweck wurden Lysinlösungen verschiedener Konzentration (0,4%; 0,04%; 18%) mit der Dermopan-Anlage (45 kV, 25 mA bei einer mittleren Dosisleistung in der wäßrigen Schicht von $7,6 \cdot 10^4$ r/min bestrahlt) und die bestrahlten Lösungen anschließend mittels Hochspannungs-Elektrophorese¹ und Papierchromatographie untersucht. Bestrahlt wurde 90 Min., so daß die eingestrahlte Energie $6,8 \cdot 10^6$ r betrug. Außerdem wurde das Lysin mit der Hochleistungs-Röntgenanlage (80 kV, 1000 mA) bei einer mittleren Dosisleistung in der wässrigen Schicht von $5,7 \cdot 10^5$ r/min bestrahlt. Damit war man in der Lage, die gleiche Dosis, nämlich $6,8 \cdot 10^6$ r in 12 Min. zu applizieren.

Bei der 0,4-proz. Lösung zeigte sich, daß neben viel unverändertem Lysin weitere Basen und eine neutrale Fraktion entstanden waren, die mit Ninhydrin positive Reaktionen geben. Diese neuen Komponenten wurden aus den Pherogrammen eluiert und sowohl papierchromatographisch als auch elektrophoretisch mit verschiedenen Aminoverbindungen verglichen. Dabei fand

man Übereinstimmung der Bestrahlungsprodukte mit folgenden Substanzen:

Glycin	} neutrale Fraktion	Ornithin	} basische Fraktion
α -Alanin		Cadaverin	
β -Alanin		Amylamin	
γ -Aminobuttersäure		Hexylamin	
Norvalin		Heptylamin	

Außer diesen traten noch zwei weitere basische Verbindungen auf, deren Zuordnung bisher nicht mit Sicherheit gelungen ist.

Bei der 0,04-proz. Lösung findet man nicht die Bande der γ -Aminobuttersäure, als Base nur Ornithin und zusätzlich eine saure Verbindung, die mit der Asparaginsäure identisch sein dürfte.

Nach Bestrahlung einer 18-proz. Lysinlösung findet man ebenfalls keine γ -Aminobuttersäure, bei den Basen fehlen die Banden des Ornithins und Hexylamins.

Bei diesen strahlenchemischen Umsetzungen handelt es sich mit Sicherheit um die sekundäre Wirkung oxydierender, bei der Wasserspaltung entstandener, Radikale. Dafür spricht auch, daß die beschriebene Umwandlung in eingefrorenen Lysinlösungen nicht eintritt und daß bei Bestrahlung in O_2 -Atmosphäre die höher oxydierten sauren Spaltprodukte vermehrt auftreten.

Die Radikalwirkung erstreckt sich also auf:

- a) Decarboxylierungen,
- b) Desaminierungen,
- c) Veränderungen des Kohlenstoff-Gerüsts.

Versuche, die Bestrahlungsprodukte eindeutig zu identifizieren, sind im Gang. Die mathematische Behandlung der energetischen Verhältnisse und die theoretischen Betrachtungen zur Deutung der Grundvorgänge sekundärer Strahlenreaktionen werden später publiziert.

Die Untersuchungen wurden im Max-Planck-Institut für Biophysik und im Institut für Organische Chemie der Universität Frankfurt a. M. durchgeführt. Herrn Prof. Dr. B. RAJEWSKY, Herrn Prof. Dr. Th. WIELAND, Herrn Priv.-Doz. Dr. G. PFLEIDERER und Herrn Dr. K. DOSE danke ich für zahlreiche Diskussionen und Ratschläge.

¹ TH. WIELAND u. Mitarb., Angew. Chem. 67, 257 [1955].

Über die anaerobe CO_2 -Bildung wachsender Kulturhefezellen

Von LUTZ KIESOW

Physiol.-chemisches Institut der Freien Universität Berlin
(Direktor: Professor Dr. Dr. E. SCHÜTTE)
(Z. Naturforsch. 14 b, 135—136 [1959]; eingeg. am 5. Dezember 1958)

Beim Übergang von einfacher Salzlösung, wie Phosphatglucose, zu Würze als Milieu zeigen Kulturhefezellen eine beträchtliche Steigerung der anaeroben Gärung und demzufolge auch der aeroben Gärung. Gleichzeitig wird bei diesem Übergang die Hexokinase-Aktivität der Zellen erhöht¹.

Da im Verlauf des Zellwachstums in Würze die anaerobe CO_2 -Bildung noch weiter ansteigt, war zu erwarten, daß auch die Hexokinase-Aktivität proportional erhöht wird. Die Untersuchung der Hexokinase gewachsener Zellen zeigte aber, daß die Aktivität gegenüber dem Wert zu Beginn des Wachstums nicht erhöht, sondern erniedrigt ist.

Dieses, zunächst überraschende Ergebnis versteht man, wenn man von Zellen, die 3 Stdn. in Würze gewachsen waren, die anaerobe CO_2 -Bildung, die Hexokinase-Aktivität und die gebildeten Mengen an Acetaldehyd und Äthylalkohol mißt. So findet man z. B. für 12 mm³ Bäckerhefezellen in 21 Min. bei 20°C die Bil-

¹ L. KIESOW, im Druck.

derung von : (Zur Methodik siehe l. c.¹)

9,2 μ Mole CO_2 .

Die gleichen Zellen bildeten in derselben Zeit:

4,1 μ Mole Äthylalkohol

und 0,4 μ Mole Acetaldehyd

Σ 4,5 μ Mole Acetaldehyd + Äthylalkohol.

Aus der gemessenen Hexokinase-Aktivität dieser Zellen errechnet man für p_{H} 6,0, 20°, 12 mm³ Zellen und 21 Min. die Bildung von:

4,4 μ Mole CO_2 oder Acetaldehyd + Alkohol

über den Embden-Meyerhof-Weg der Glykolyse. Danach ist die Hexokinase-Aktivität der gewachsenen Kulturhefezellen nur noch dem anaerob gebildeten Acetaldehyd + Alkohol proportional und nicht mehr dem anaerob gebildeten Kohlendioxyd. Es müssen also:

9,2 – 4,5 = 4,7 μ Mole CO_2

anders als aus der Decarboxylierung der Brenztraubensäure entstanden sein. Die Hexokinase aber bestimmt auch bei diesen Zellen die Größe der Gärung.

Die Versuche werden an anderer Stelle ausführlich dargestellt.

Über die Hexokinase-Aktivität, die anaerobe Gärung und das Wachstum von Kulturhefezellen

Von LUTZ KIESOW

Physiol.-chemisches Institut der Freien Universität Berlin
(Direktor: Professor Dr. Dr. E. SCHÜTTE)

(Z. Naturforschg. 14 b, 136 [1959]; eingegangen am 5. Dezember 1958)

Wenn Bäckerhefezellen in Bierwürze wachsen, nimmt das Zellvolumen bei hinreichend kleinen Aussaaten exponentiell von der Zeit 0 an¹ bis zu einem bestimmten Endwert zu. Bei diesem Endzustand findet man fast keine weitere Volumenzunahme der Zellen und für ihn wird die sog. „Eigenhemmung“ des Wachstums verantwortlich gemacht².

Man kann diesen Wachstumsstillstand auch dadurch erreichen, daß man Würze mit einer relativ großen Zellmenge kurze Zeit inkubiert, die Zellen abzentrifugiert und nun eine kleine Zellmenge in diese Würze erneut aussät, oder daß man die Würze mit einem Kationenaustauscher vor der Aussaat einer kleinen Hefemenge behandelt. Ein Vergleich der anaeroben CO_2 -Bildung und der Hexokinase-Aktivität von Zellen, die in der so vorbehandelten Würze nicht wachsen, mit

den gleichen Größen von Hefezellen, die in Phosphat-Glucose-Lösung suspendiert sind, zeigt folgendes:

1. In Würze (durch Inkubation mit lebenden Hefezellen vorbehandelt):

$$W_{\text{Hexokinase}} = 7,2 \cdot 10^{-3} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{mm}^{-3} Q_{\text{CO}_2}^{\text{Ar}} = 107.$$

2. In Würze (mit Kationenaustauscher vorbehandelt):

$$W_{\text{Hexokinase}} = 5,8 \cdot 10^{-3} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{mm}^{-3} Q_{\text{CO}_2}^{\text{Ar}} = 92.$$

3. In Phosphat-Glucose-Lösung:

$$W_{\text{Hexokinase}} = 6,7 \cdot 10^{-3} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{mm}^{-3} Q_{\text{CO}_2}^{\text{Ar}} = 101.$$

Sowohl die Hexokinase-Aktivität als auch die anaerobe Gärung stimmen annähernd bei allen Medien überein. Die für die Würze charakteristisch gefundene Erhöhung der anaeroben Gärung und der Hexokinase-Aktivität der Zellen gegenüber Phosphat-Glucose-Lösung ist durch die Vorbehandlung der Würze verschwunden und die Zellen wachsen nicht mehr.

Man wird deshalb aus diesen Versuchen folgern, daß in dem einen Fall die lebenden Hefezellen und in dem anderen der Ionenaustauscher ein Prinzip der Würze gebunden haben, das die Hexokinase-Aktivität und damit die Gärung erhöht und das Wachstum auslöst.

¹ L. KIESOW, im Druck.

² W. SCHMID, Z. Naturforschg. 7 b, 217 [1952].

Färbung mit TTC (Triphenyltetrazoliumchlorid) an der Larve von *Ephemera* unter aeroben Bedingungen bei 28° C

Von OTTO HARNISCH

Hydrobiologische Anstalt der MPG zu Plön
(Z. Naturforschg. 14 b, 136–137 [1959]; eingeg. am 24. November 1958)

Im Sommer und Herbst 1958 hat Fräulein KOBÍ (Lublana), die an unserem Institut arbeitete und ihre Ergebnisse später veröffentlichen wird, in Zusammenarbeit mit mir einige Beobachtungen gemacht, deren Verfolgung und Veröffentlichung sie mir freundlichst überließ. Jedenfalls habe ich ihr für ihre sorgsame Mitarbeit auf herzlichste zu danken. — Ich bin mir darüber im klaren, daß die im folgenden geschilderten Beobach-

tungen nicht allgemein für jede *Ephemera*-Larve Gültigkeit haben, sondern an einigen glücklichen, vielleicht aber nicht seltenen Fällen gemacht werden.

Bei den Studien an der *Ephemera*-Larve zeigte sich, daß die Larven bei erhöhter Temperatur (28° C) schon beim Partialdruck der Luft gelegentlich zur Abgabe eines durch KOH nicht absorbierbaren Gases (wohl O_2) neigen. Ich habe in verschiedenen Mitteilungen¹ die Vermutung geäußert, daß an den Einschlußkörpern des Fettkörpers von Insekten — namentlich *Chironomiden*-Larven in Zusammenhang mit der Gasabgabe Reduktionsprozesse ablaufen, die eine Rotfärbung von TTC zur Folge haben. Dies wurde an euroxybionten *Chironomiden*-Larven unter anaeroben, kaum aber unter

¹ Vgl. u. a. Zool. Jb. Physiol., 66, 547 [1956].