

Experimente zum Protonengradienten von Jagendorf

In den 1960-iger Jahren gab es verschiedene Hypothesen wie es zur Energieumwandlung während der Fotosynthese kommt. Eine chemische, welche davon ausging, dass über chemische Reaktionen im flüssigen Lumen der Chloroplasten, dem Stroma das ATP gebildet wird. Die zweite Hypothese war die chemieosmotische, welche davon ausging, dass an Membranen ein Protonengradient entsteht, dessen Kraft zur ATP-Bildung führt.

Der Wissenschaftler A.T. Jagendorf und seine Forschergruppe untersuchten isolierte Thylakoide unter diesen Aspekten, Abb.1. Die Thylakoide wurden im Dunkeln für eine gewisse Zeit in eine saure oder leicht alkalische Flüssigkeit gegeben. Gleichzeitig wurde ADP und radioaktiv markiertes Phosphat hinzugegeben. Danach wurde jeweils die neu gebildete ATP-Menge anhand des radioaktiv markierten ATPs gemessen. Die Ergebnisse ließen sich jedoch nur erzielen, wenn die Thylakoidmembranen intakt waren.

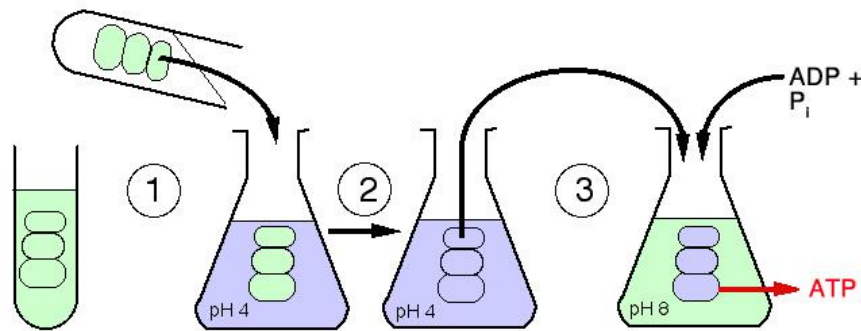


Abb.1 Jagendorf-Experiment mit isolierten Thylakoiden

Weitere Forschungsgruppen untersuchten die verschiedenen pH-Werte in den Thylakoidlumen und im umgebenden Stroma. Hierzu wurden die Thylakoide belichtet und die pH-Werte gemessen. Der pH-Wert im Thylakoidlumen sank auf 4 bis 4,5. Der pH-Wert in der umgebenden Flüssigkeit stieg auf 7,5 bis 8.

Anhand der verschiedenen Experimente der jeweiligen Forschergruppen entstand die schematische Modellvorstellung in Abb.2.

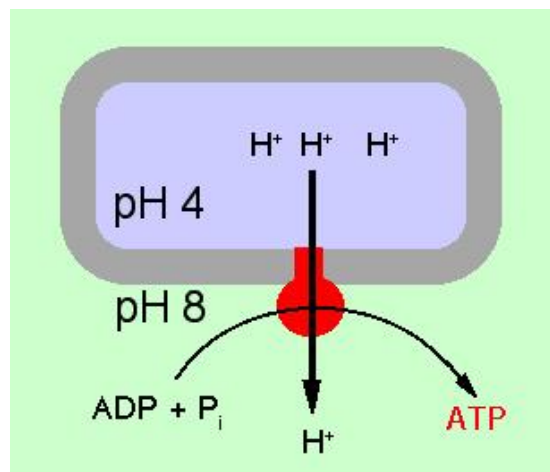


Abb. 2 Modellvorstellung mithilfe der Jagendorf-Ergebnisse

Aufgaben:

1. Fassen Sie das Experiment von Jagendorf anhand des Textes und Abb. 1 zusammen und vergleichen Sie dies mit den Ergebnissen der pH-Untersuchungen.
2. Erläutern Sie das Ergebnis mithilfe der Abb.2 und begründen Sie, weshalb die chemische Hypothese nicht bestätigt werden konnte.

Lösungen:

1. Jagendorf und sein Forscherteam wollten mithilfe der Experimente überprüfen, wodurch in den Chloroplasten ATP gebildet wird, Abb.1. Thylakoide wurden ohne Licht in ein saures oder leicht alkalisches Medium gegeben. Die Flüssigkeit in den Thylakoiden hatte zu Beginn des Experimentes den Wert von pH 7, dazu wurde die saure Flüssigkeit mit pH 4 (viele Protonen) gegeben. Nach einiger Zeit glich sich der pH-Wert in den Thylakoiden an. Es wurde nun ADP und radioaktiv markiertes Phosphat dazu gegeben. Danach wurde der umgebende pH-Wert auf pH 8 (leicht alkalisch, weniger Protonen) eingestellt. Nach 15 s erfolgte die Messung. Der pH-Wert in den Thylakoiden lag bei pH8 und es war radioaktiv markiertes ATP nachzuweisen.
2. In Abb. 2 sind die Vorgänge beim Jagendorf - Experiment schematisch dargestellt. In den Thylakoiden sieht man schematisch die Protonen und deren unterschiedliche Konzentrationen. Verdeutlicht wird, dass beim Austritt der Protonen aus den Thylakoiden in das umgebende Medium ATP gebildet wird. Da in dem umgebenden Medium sich nur die Protonenkonzentration ändert, jedoch keine chemische Reaktion abläuft, konnte man davon ausgehen, dass die chemiosmotische Hypothese und nicht die über chemische Reaktionen bestätigt werden konnte.