Zeitschrift: Archives des sciences physiques et naturelles

Herausgeber: Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève

Band: 23 (1941)

Artikel: Nouvelles recherches sur la symbiose artificielle Rhodotorula rubra-Mucor Ramannianus : le rôle des catalyseus métalliques

Autor: Utiger, Heinrich / Schopfer, William-H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-741227

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.07.2025

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

Heinrich Utiger et **William-H. Schopfer.** — *Nouvelles recherches sur la symbiose artificielle* Rhodotorula rubra-Mucor Ramannianus. *Le rôle des catalyseurs métalliques.*

Rhodotorula rubra, une levure rouge (groupe des Champignons imparfaits) est auxo-hétérotrophe: elle réclame l'aneurine pour son développement, mais se contente de la moitié *pyrimidine;* elle est capable de synthétiser la moitié thiazol [1].

Mucor Ramannianus, une Mucorinée du sol également auxo-hétérotrophe, requiert l'aneurine [2] comme facteur de croissance, mais se contente de la moitié *thiazol;* elle synthétise elle-même la moitié pyrimidine. Chacun des organismes reconstruit la molécule complète d'aneurine nécessaire à l'aide de la moitié synthétisée et de la moitié offerte.

Les deux organismes cultivés ensemble, sans facteur de croissance, se développent normalement en constituant une symbiose artificielle. Chaque organisme livre au voisin la moitié de molécule synthétisée; à la suite de cet échange, chacun est apte à se refaire une molécule d'aneurine [3].

A l'aide d'organismes-tests réclamant la molécule complète de vitamine B_1 (du genre *Phytophthora)* nous avons démontré que chacun des partenaires resynthétise réellement la molécule de cette vitamine. Cette symbiose artificielle a été étudiée en détail par W.-F. Müller dans sa thèse de doctorat [4].

Le développement de cette symbiose se fait sans difficulté dans notre milieu habituel, composé de $30^0/_{00}$ de glucose, de $1^0/_{00}$ d'*asparagine* comme source d'azote, de $1{,}5^0/_{00}$ de phosphate acide de potassium, de $0{,}5^0/_{00}$ de sulfate de magnésium.

En remplaçant l'asparagine par une autre source azotée, inorganique, le *sulfate d'ammonium* ou le *nitrate de potassium*, nous constatons avec surprise qu'aucun développement ne se

[1] W. H. Schopfer, C. R. Acad. Sc. Paris, *205*, 445, 1937.
[2] W. H. Schopfer, Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., *52*, 560, 1934.
[3] W. Müller et W. H. Schopfer, C. R. Acad. Sc. Paris, *205*, 687, 1937.
[4] W. Müller, Dissert. Bern, 1941, in Ber. d. Schweiz. Bot. Ges., *51*, 165, 1941.

produit. Le fait est d'autant plus singulier que le sulfate d'ammonium, offert à chacun des partenaires séparés comme source d'azote, est parfaitement assimilé ! Toutes les tentatives faites pour déclencher la symbiose dans ce milieu sont restées sans résultat.

Par contre, si l'on remplace l'asparagine par une autre source d'azote organique, le tartrate d'ammonium, le citrate d'ammonium, l'urée, l'acide glutamique, ou par certains acides aminés, nous obtenons à nouveau un bon développement de la symbiose.

On pourrait tout d'abord penser que, pour la symbiose, une source d'azote contenant en même temps du carbone soit nécessaire. Cette hypothèse expliquerait le fait que des substances si différentes soient également favorables. Pour l'instant, rien ne démontre la validité de cette supposition.

L'hypothèse de travail que nous développons ici est basée sur le raisonnement suivant: pour que des substances si différentes puissent agir d'une manière identique, elles doivent posséder quelque chose de commun. Ce quelque chose pourrait être représenté par des éléments métalliques, joints comme impureté aux constituants du milieu.

Lorsqu'on constitue un milieu dit « synthétique », on croit n'introduire que des substances pures, chimiquement reconnues. L'étude moderne de la physiologie du métabolisme est basée sur cette illusion. Steinberg a étudié à ce point de vue les différents constituants de milieu de Pfeffer [1]. Par voie spectroscopique, il peut montrer que chacun des constituants apporte avec lui les éléments les plus inattendus. Le glucose recèle 17 éléments, entre autres le Fe, le Mn et le Cu dont on connaît l'action sur les microorganismes. Le molybdate de sodium en contient 12 à 13 !

Les premiers travaux de Bertrand et Javillier (1911-1912) sur le rôle favorisant de ces catalyseurs métalliques sont confirmés par les recherches modernes. N. Nielsen et V. Harte-

[1] R. A. Steinberg, J. Agr. Res., *55*, 891, 1937. J. W. Forster, *The heavy metal nutrition of Fungi*, Bot. Rev., *5*, 207, 1939.

[2] N. Nielsen und V. Hartelius, Biochem. Z., *276*, 183, 1934.

lius [2] ont démontré qu'un mélange de divers chlorures (Ba, Be, Hg, Cr, Ca, Zn, Cd, Cu, Mn, Co et Li) fonctionne comme cofacteur de croissance chez *Aspergillus niger* et remplace les cendres de papier filtre dont l'effet auxogène avait tout d'abord été constaté.

Nous supposons qu'il s'agit dans nos expériences d'un phénomène analogue.

Toute une série de cations et d'anions furent systématiquement étudiés, seuls et en mélange. Un mélange contenant Li, Cs, Sn, Mo, U, Hg, Al, étant ajouté au milieu inactif à base de sulfate d'ammonium, le développement de la symbiose est à nouveau normal. Seul le mélange possède cette propriété activante.

Un certain nombre de sources azotées-carbonées ont été calcinées, particulièrement l'asparagine. Lorsque ces cendres sont ajoutées au milieu à base de sulfate d'ammonium, un développement appréciable se produit à nouveau.

Les doses des sels présents dans le mélange sont généralement faibles, ce qui nous autorise à invoquer une action catalytique. Pour l'aluminium, qui semble indispensable, la dose nécessaire atteint 1 mg. Dans ce cas, il semble indiscutable que ce sel doit agir par d'autres impuretés métalliques qu'il contient. La liste de métaux indiquée correspond aux étiquettes des flacons !

D'une manière générale, nous constatons qu'il existe pour la symbiose des conditions culturales spécifiques, différentes de celles qui sont requises par les partenaires isolés, ce qu'il importait de démontrer.

En première instance, on doit donc admettre que l'inactivité du milieu à base de sulfate d'ammonium repose sur le fait qu'une constellation de métaux est absente, alors qu'elle est apportée par l'asparagine et d'autres sources azotées organiques. Comme la nécessité d'une source azotée et carbonée mixte ne peut être démontrée, en tant que cause primaire du phénomène observé, nous nous en tenons à l'action des catalyseurs métalliques.

Leur intervention peut être interprétée de diverses façons. On peut admettre la nécessité de ces éléments dans la biosynthèse des facteurs vitaminiques, ou dans la protéogénèse.

On se heurte cependant à une difficulté: sur un milieu à base de sulfate d'ammonium, auquel doit manquer le mélange de catalyseurs invoqué ici, *Rhodotorula rubra* est apte à synthétiser le thiazol, *à condition qu'on lui offre la pyrimidine*, et *Mucor Ramannianus* capable de synthétiser la pyrimidine *à condition qu'on lui offre le thiazol.* L'incapacité de se développer en présence du sulfate d'ammonium semble déterminée par le fait qu'aucun facteur vitaminique n'est ajouté au milieu. On ne comprend alors pas pourquoi la symbiose peut se manifester en présence d'asparagine, en l'absence de tout facteur exogène ! Une hypothèse doit être soulevée qui, à première vue, paraît singulière et inattendue: la source mixte CN serait nécessaire non pas seulement aux biosynthèses en général, mais avant tout à celle des constituants de l'aneurine, directement ou non. Ceci est possible en présence d'asparagine et en l'absence de facteurs exogènes (symbiose), possible lors d'une culture *séparée* des partenaires sur sulfate d'ammonium en présence de la moitié thiazol ou pyrimidine qu'il est nécessaire d'ajouter. Il faudrait donc, dans le cas de la symbiose, admettre qu'une partie du thiazol offert à *M. Ramannianus* (sur sulfate d'ammonium) sert à la synthèse de la pyrimidine, et inversément avec *Rhodotorula rubra*, une partie de la pyrimidine ajoutée servant à la biosynthèse du thiazol ! Lorsque la symbiose est faite sur sulfate d'ammonium, sans pyrimidine ou thiazol ajouté et sans source mixte CN, les biosynthèses seraient naturellement arrêtées.

Assurément, si l'on ajoute au milieu inactif à base de sulfate d'ammonium les facteurs vitaminiques (pyrimidine, thiazol) la symbiose se développe; mais à ce moment nous avons une action directe des facteurs exogènes.

Ajoutons que cette dernière constatation permet de tirer une autre conclusion encore: s'il suffit d'ajouter au milieu inactif à base de sulfate d'ammonium les facteurs vitaminiques des deux partenaires pour que la symbiose se manifeste, nous avons bien là la preuve que l'absence de développement est déterminée par l'impossibilité de synthétiser les facteurs vitaminiques, et par conséquent de les échanger. Nous sommes donc amenés à admettre l'intervention des catalyseurs métal-

liques dans la biosynthèse des vitamines nécessaires à la symbiose.

Un dernier point de vue est enfin à envisager: l'action des métaux pourrait être externe et résider dans une action sur le C_H du milieu de culture. Celle-ci, dans ses relations avec l'absorption des ions NH_4 et NO_3, a été mise en évidence par Sakamura, pour *Aspergillus oryzae* [1]. Des métaux lourds (Fe, Zn, Mn, Cu) interviennent dans l'absorption de l'ammoniaque et des nitrates, non seulement par l'intermédiaire d'une action sur le C_H, mais encore dans la répartition des sources azotées absorbées (Aufräumungswirkung) [2]. L'évolution du pH a été étudiée dans nos cultures sans que nous puissions trouver là une cause primaire de l'effet des catalyseurs métalliques indispensables. Leur action doit être complexe et multiple. Pour l'instant c'est leur action dans la biosynthèse des facteurs vitaminiques qui est au premier plan.

Erwin Haag. — *Sur les conditions d'accumulation des caroténoïdes chez une Algue verte.* III. *Rôle de l'azote, du sulfate de magnésium et du phosphore.*

Poursuivant notre étude de l'accumulation des caroténoïdes en fonction de la nutrition chez le *Dictyococcus cinnabarinus*, nous présentons aujourd'hui les résultats obtenus par trois composants du milieu nutritif: azote, sulfate de magnésium et phosphore.

En cultivant le *Dictyococcus* dans un milieu de base semblable à ceux précédemment employés [3] et en diminuant progressivement soit l'aliment azoté, soit le sulfate de magnésium, soit le composant phosphoré, on constate qu'une carence de chacun de ces trois constituants du milieu de base comporte l'accumulation des pigments caroténoïdes. Chacune de ces

[1] T. Sakamura, J. Fac. Sc. Hokkaido Imp. University, series V, vol. III, p. 121, 1934.

[2] T. Sakamura, id., series V, vol. IV, p. 177, 1941.

[3] C. R. Soc. Phys. Hist. nat. de Genève, *57*, 265, 1940, et *58*, 28, 1941.