جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الانبار
كلية العلوم / قسم علوم الحياة

اسم المادة: فسلجة الاحياء المجهرية

المستوى الدراسي: الدراسات الأولية

المرحلة: الثالث

عنوان المحاضرة: الايض الهدمي (النتروجين والفسفوروالكبريت)

مدرس المادة

ا.م.د .عمر محمد حسن

ا.م.د .جمال عبد الرحمن ابراهيم

ايض النتروجين

تملك بعض الأحياء الدقيقة متباينة التغذية القدرة على استهلاك النتروجين بأشكاله المختلفة الموجودة في الطبيعة، لذلك تختلف الأنواع الميكروبية في قدرتها على استخدام شكل معين من النتروجين وفي نوع البروتينات والأنزيمات التي تحتويها.

أ. النتروجين الجوي

تتميز بعض البكتريا متباينة التغذية بقدرتها على الاستفادة من النتروجين الجوي، وتحويله إلى مركبات يمكنها الدخول في تكوين النتروجين العضوي، ومن هذه ما يعيش حراً مثل Azotobacter, Spirillum, Clostridium ومنها ما يوجد متعايشاً مع جذور النباتات الراقية مثل بكتريا العقد الجذرية Rhizobium.

ب. النتروجين العضوي

تفرز الأحياء الدقيقة أنزيمات بروتيناز خارجية تعمل على هدم البروتينات وتحويلها إلى ببتيدات تتحلل بدورها بأنزيمات الببتيداز إلى احماض أمينية:

proteinase ***peptidase***

وتتميز أنواع الجنس Clostridium وبخاصة *C. histolyticum* وبعض أنواع Actinomyces بقدرتها الكبيرة على تفكيك البروتينات بالمقارنة مع الأجناس Pseudomonas, Proteus بينما تتميز أنواع الجنس Streptococcus بقدرة ضعيفة على تفكيك الببتيدات.

لقد بينت الدراسات الحديثة باستخدام النظائر أن الحمض الأمينية الموسومة (المعلمة) Labeled بالنظير $^{15}N_2$ والموجودة في بيئة نمو كائن دقيق، تدخل في تكوين بروتيناته الخلوية كما يمكن لهذه الاحماض الأمينية أن تتحول إلى احماض امينية أخرى.

ج. الأمونيا (النشادر)

تستعمل الاحماض الأمينية الناتجة عن المرحلة السابقة، إما في تركيب البروتينات وغيرها من التراكيب الخلوية فتشكل غذاء لبقية الأحياء الدقيقة، أو أنها تتفكك بوساطة بعض البكتريا من أنواع Micrococcus و *Proteus vulgarism* إلى احماض أبسط، وذلك إما بنزع المجموعات الأمينية NH_2 بعملية **Deamination** أو إزالة جزيئات CO_2 بعملية **Decarboxylation**.

وينطلق عن تفكك الأمونيوم (النشادر) الذي يمكن أن:

- يستعمل من قبل الميكروبات متباينة التغذية لأنه الصيغة الأكثر تمثلاً لها، وبخاصة في صيغته المرجعة ($-NH_2$).
- يدخل في جزيئات بعض الاحماض الأمينية فيكون بعض الأميدات مثل الاسبارجين والغلوتامين.
- يندمج مع غاز ثنائي أكسيد الكربون فيعطي اليوريا.

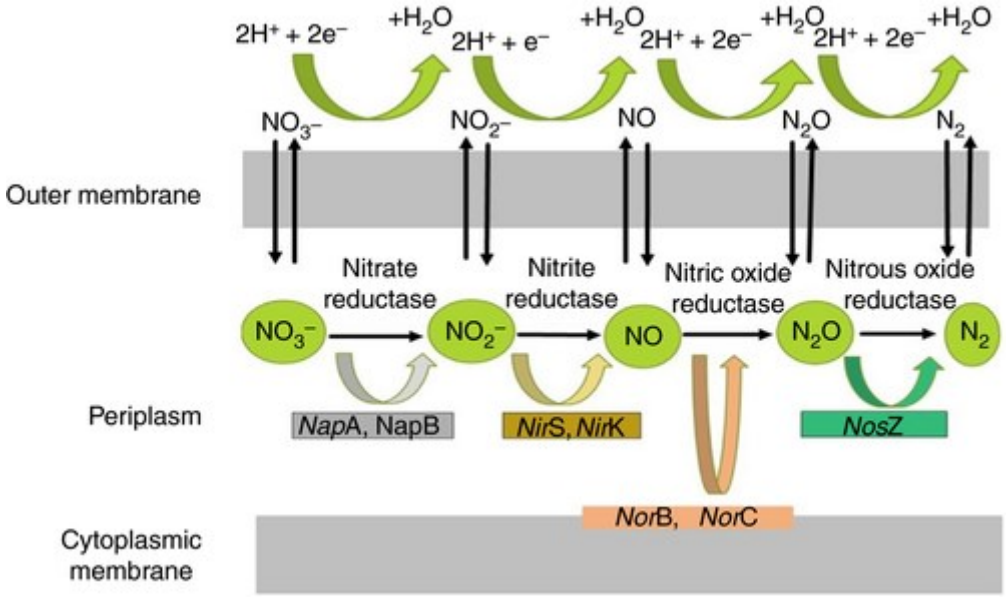
إلا أن هذا التفاعل لا يستعمل الأمونيوم الحر، وإنما يستعمل حمض الغلوتاميك وحمض الاسبارتيك كمواد ناقلة للأمونيوم.

د. النتروجين النتراتي

تستطيع بعض ميكروبات التربة والمياه استعمال المواد اللاعضوية كمصدر للطاقة (للالكترونات) أثناء نموها، فبكتريا النترجة تستطيع أن تحول الأمونيوم الناتج عن تفكك المواد العضوية في التربة إلى نتريت ونترات بوساطة بكتريا Nitrosomonas و Nitrobacter كما أوضحنا سابقاً، أما بالنسبة لبكتريا المياه نذكر النوع *Nitrosocystes ocean* الذي يؤكسد الأمونيوم في البحار.

هـ. عملية نزع النتروجين Denitrification

وهي عكس عملية النترجة السابقة إذ يتم فيها نزع النتروجين من مركباته، وبذلك تستطيع بعض أنواع من جنس Chromobacterium و Serratia تحويل النترات الموجودة في أوساطها السائلة إلى نتروجين حر. وهذا ما تقوم به بعض بكتريا التربة في الظروف الهوائية أيضاً مثل أنواع Thiobacillus أو Clostridium.



ايض الفوسفور

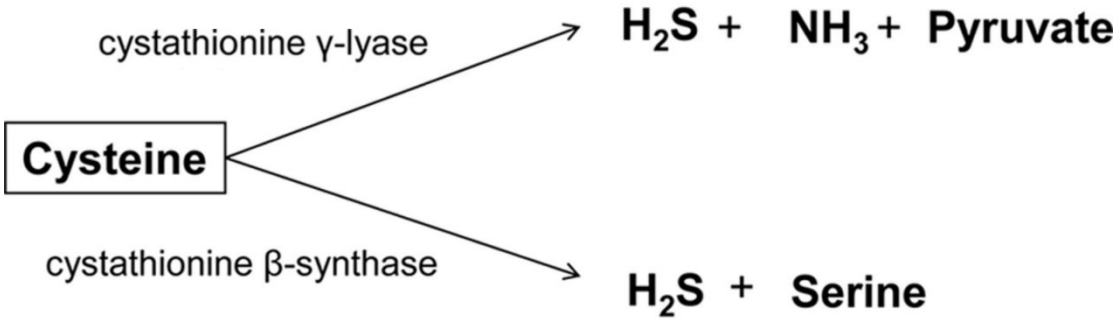
يدخل الفوسفور في انتاج العديد من المركبات العضوية المهمة في الخلية الحية مثل ATP والاحماض النووية والاغشية الخلوية ولذلك فهو يلعب دوراً فسلجياً مهماً، وتستطيع بعض أنواع البكتريا مثل *Nocardia corllina* و *Bacillus megaterium* أن تمعدن الفوسفور العضوي الموجود في البيئة المحيطة بها في صورة احماض نووية، بيورينات Purines، بريميدينات Pyrimidines، ATP أو مركبات دبالية.

بينما تقوم أنواع ميكروبية أخرى المنتجة للأحماض العضوية بتفكيك الفوسفات غير المذابة $Ca_3(PO_4)_2$ وجعلها مذابة ($CaHPO_4$) وصالحة للاستعمال من قبل الكائنات الأخرى.

وجدير بالذكر أن كمية الفوسفات داخل الخلية الميكروبية تبقى ثابتة على الرغم من تغيراتها في الوسط الخارجي، حيث يدخل بعضها في عمليات الايض الخلوية ويختزن على شكل فوسفات متعددة تستعمل عند الحاجة.

ايض الكبريت

تتميز بعض الميكروبات بقدرتها على أكسدة بعض المركبات الكبريتية للحصول على الطاقة المخزونة في تلك المركبات، وهكذا تستطيع بعض البكتريا مثل *E. coli* و *Bacillus subtilis* أن تفكك هوائياً أو لا هوائياً البروتينات والاحماض الأمينية الكبريتية منتجة الكبريت الحر أو H_2S أو غير ذلك، كما في تفكك الحمض الاميني السيستين إلى حمض البيروفيك او الحمض الاميني السيرين بحسب الانزيم الميكروبي:



ثم تقوم بكتريا المياه مثل Thiothrix و Beggiatoa بأكسدة H_2S إلى ماء وكبريت:

$$2H_2S + ½\ O_2 \longrightarrow 2H_2O + 2S + Energy$$

وبفضل هذه الطاقة تستطيع البكتريا إنتاج السكريات:

وقد دلت التجارب على أن الأوكسجين المنطلق يستخدم مباشرة لأكسدة جزيئة جديدة من H_2S بينما يتوضع الكبريت الناتج داخل الخلية، أي أن هناك علاقة ثابتة بين كمية CO_2 الممتصة من قبل البكتريا وكمية H_2S المتفككة مما يدل على ازدواجية التفاعل. ومما يجدر ذكره أن بعض أنواع بكتريا الجنس Thiobacillus الموجودة في التربة تستطيع أن تؤكسد مختلف المركبات الكبريتية إلى حالة كبريتات.

المراجع

السعد، مها رؤوف. مبادئ فسلجة الأحياء المجهرية. دار الكتب للطباعة والنشر. جامعة الموصل، العراق. 1982.

Kim, B.H. and Gadd G.M. Bacterial Physiology and Metabolism. Cambridge University Press, New York, USA. 2008.

Moat, A.G. J.; Foster, W. and Spector M.P. Microbial Physiology, 4th Edition, John Wiley & Sons, Inc., Publications, New York, USA. 2002.

Watson, D. Microbiology and Microbial Physiology. White Word Publications, New York, USA. 2018.