

## محاضرة رقم (4) : فسلجة احياء مجهريه      دكتورة : ايمان عبوب

### المغذيات Nutrition

المغذيات : المركبات التي يحصل عليها الكائن الحي المجهري من المحيط لسد حاجته في بناء تراكيبه او الحصول على الطاقة لاداء فعاليته الحيوية .

هناك عاملان يجب معرفتهما كي تعرف حاجة الكائن المجهري لمادة كيميائية معينة كغذاء وان احد هذين العاملين هو معرفة قدرة دخول المركب عبر الغشاء الساييتوبلازمي لاسيما وان هناك الانتخاب او الاختيارية يقع بوجود بغض الانزيمات التي تدعى بالناقلة permeases وهذه تسهل دخول تلك المواد عبر الغشاء الساييتوبلازمي . ان الحجم والوزن الجزيئي للمركب يشكل عاملا مهما وذلك لقدرته على دخول الغشاء الساييتوبلازمي كما وجد في بعض الاحياء المجهرية بعدم سماحها للاحماض العضوية الخاصة بدورة الاحماض ثلاثية الكربوكسيل ولكنها تسمح بمرور السكريات وهذا لا يعني ان جميع المركبات ذات الاوزان الجزيئية العالية لا تدخل خلال الغشاء الساييتوبلازمي فلقد وجد ان لبعض الاحياء القدرة على افراز انزيمات الى خارج خلاياها لهضم وتحليل هذه المركبات لغرض استخدام اجزائها المتحللة كمواد غذائية كما يحدث في تحليل المواد الكربوهيدراتية الى سكريات بسيطة والبروتينية الى ببتيدات متعددة والدهنيات الى احماض دهنية وكليسرول ، العامل الثاني هو قدرة الكائن المجهري على استخدام هذه المادة كمصدر للطاقة او كوحدة بنائية وذلك لامتلاكها للاجهزة الانزيمية المتخصصة بهذه الفعاليات الحيوية . ان البعض من هذه الانزيمات تتكون بوجود هذه المواد داخل الخلية .

تقسم العناصر حسب الاولوية :

#### 1 – الكربون

ان المصادر الكربونية الموجودة في الطبيعة تستغل من قبل الاحياء المجهرية للحصول على الطاقة وكوحدات بنائية فالاحياء المجهرية التي لها القدرة على التخليق والبكتريا التي لها القدرة على اكسدة المواد غير العضوية للحصول على الطاقة تستعمل ثاني اوكسيد الكربون كمصدر وحيد او رئيسي للكربون في هذا الغاز يكون على درجة عالية من الاكسدة لذلك يجب اختزاله للاستفادة منه كوحدة بنائية . ان عملية الاختزال هذه تحتاج الى طاقة وهذه الطاقة تأتي من الضوء او من اكسدة المركب غير العضوي . ففي البكتريا يستفاد من ثاني اوكسيد الكربون كوحدات بنائية ليس باتحاد جزيئين منه لتكوين مركب ثنائي الكربون ويكون الكربون على حالتين وهي :

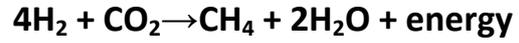
#### 1 – كربون عضوي

#### 2 – كربون لا عضوي (CO<sub>2</sub> ، CO<sub>3</sub> ، كربونات )

في بعض انواع البكتريا يستخدم ثاني اوكسيد الكربون كمستلم للالكترونات حيث يتم تحويله الى وحدات بنائية كما هو الحال في بكتريا *Clostridium acetiuas*

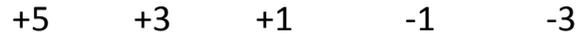


وبكتريا *Pseudomonas methanica*



## 2 – النتروجين

يدخل النتروجين في تركيب الاحماض الامينية والبروتينات والنيوكلوتيديات ، حالة الاكسدة والاختزال لذرة النتروجين الموجودة في النترات  $\text{NO}_3^-$  هي  $+5$  وفي الامونيوم  $\text{NH}_4^+$  هي  $-3$  وهناك ثلاث حالات وسطية بين النترات والامونيوم وهي اختزال تكون باضافة الكترونين في كل حالة وكالاتي



Nitrate Nitrite

Ammonium

شكل النتروجين في ايون الامونيوم هو المفضل لان هذا الشكل هو الذي يدخل في تركيب المواد العضوية في الخلية اما النترات  $\text{NO}_3^-$  فيمكن استخدامه من قبل العديد من الفطريات والطحالب وبدرجة اقل من قبل البكتريا والخمائر .

اختزال النترات الى امونيا يكون بمساعدة انزيمين الاول هو Nitrate Reductase الذي يختزل النترات الى نتريت والثاني يختزل النتريت الى امونيا وهو Nitrite oxidoreductase ودور النتروجين في الطبيعة تتضمن العمليات التالية :

أ- النشدة Ammonification : وهي عملية اطلاق الامونيا نتيجة لتعدين المواد العضوية الحاوية على النتروجين ( mineralization ) حيث تتحلل البروتينات بفعل البكتريا المسماة proteolytic bacteria والتي تمتلك انزيمات protease ( Exoprotease التي تحلل الاواصر البيبتيدية في نهاية سلسلة الاحماض الامينية و Endoprotease التي تحلل الاواصر البيبتيدية بعيدا عن نهاية السلسلة ) وتحلل البروتين اما ان يكون هوائيا وينتج  $\text{CO}_2$  وامونيا وماء او لاهوائيا اي تعفن البروتين . putrefaction

ب- اختزال النترات Nitrate Reduction : تختزل النترات الى امونيا مرورا بالنتريت وكما يلي :

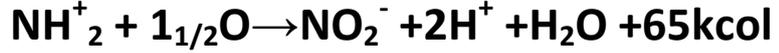


ويتم الاختزال بواسطة انزيم Nitratase ( Nitrate Reductase ) ويتوفر الالكترون من جزيء  $\text{NADPH}_2$

ج- النتجة Nitrification : وهي عملية اكسدة الامونيا الى نترات والبكتريا المسؤولة عنها تسمى بكتريا النتجة Nitrifying bacteria وهي بكتريا ذاتية التغذية كيميائيا Chemoautotroph تتميز النتجة بخطوتين

1 - اكسدة الامونيا الى نترت والبكتريا المؤكسدة تسمى ، ، Nitrosolobus , Nitrosomonas, Nitrosovibrio , Nitrosococcus , Nitrospira .

2 - اكسدة النترت الى نترات والبكتريا المسؤولة عن هذه العملية تسمى Nitrobacter وتتم الاكسدة كالتالي Oxygenase



عملية اكسدة النترت الى نترات سريعة لذا تكون كمية النترت في الطبيعة قليلة

د- عكس النتجة Denitrification : وهي عملية عكس النتجة اي اختزال النترات وتحويلها اما الى امونيا او نتروجين حر او اكاسيد النتروجين مثل اوكسيد النترت  $\text{N}_2\text{O}$  او اوكسيد النتروز NO

يوجد نوعين من الاختزال للنترات  $\text{NO}_3$  بوجود انزيم Reductase وهما :

1 - اختزال تمثيلي Assimilatory reduction يعطي مركب  $\text{NH}_3$

2 - اختزال غير تمثيلي Dissimilatory reduction يعطي مركبات  $\text{N}_2, \text{NO}, \text{N}_2\text{O}$

وتسمى العملية التنفس النتراتي Nitrate Respiration حيث تعمل فيها النترات كمستقبل نهائي للالكترونات .

ح- تثبيت النتروجين Nitrogen fixation وهي عملية تحويل  $\text{N}_2$  الجوي الى مركبات نتروجينية مثل النترت والنترات والامونيوم وهي اهم عملية كيميائية في الارض بعد عملية التركيب الضوئي وبكتريا Rizobacter من اكثر الانواع البكتيرية نشاطا في هذا المجال ولكن تتم هذه الطريقة عند توفر مايلي :

1 - انزيم Nitrogenase

2 - واهب للالكترونات (المختزل Reductant )

### 3 – مصدر للطاقة

4 – ايونات معدنية ثنائية التكافؤ مثل  $Mn^{+2}$  و  $Mg^{+2}$  وهي تجعل من عملية تثبيت النتروجين كغاز تكافؤ صفر لذا يجب اختزاله الى امونيا حتى تستطيع الخلايا ادخاله في تركيبها

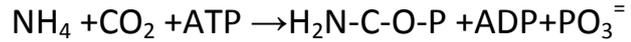
يتم تثبيت النتروجين بطريقتين :

1 – لاتكافليا او لاتعاشيا Non symbiotic fixation : وتقوم به البكتريا الحرة المعيشة في التربة وتحصل على طاقتها بأكسدة الفضلات في النباتات فهي تحصل على طاقتها من النباتات وتقوم بتثبيت  $N_2$  الجوي الكي يستفاد منها النبات مثل بكتريا *Rizobium* تحول  $N_2$  العضوي بشكل امونيا الى  $N_2$  لا عضوي بالطرق التالية

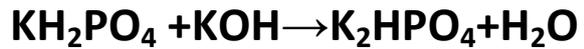
أ– تحويل Ketoacid الى احماض امينية بواسطة اضافة الامونيا لها اي عملية Amination اي اضافة مجموعة امين  $NH_2$

ب- اتحاد  $NH_4$  مع  $CO_2$  و ATP لتكوين Carbomayl phosphate

O



3 – الفسفور : يدخل في تركيب RNA و DNA و ATP و Phospholipid coenzyme ويلعب دور مهما في الفعاليات الايضية Metabolism ويتبادل الطاقة فيها . الاوساط الزرعية تحتوي على املاح الفوسفات المعدنية والتي تكون مصدرا للفسفور بالاضافة الى انها تعمل على تنظيم الرقم الهيدروجيني pH للوسط . واكثر املاح الفسفور هي الفوسفات احادية H ( $K_2HPO_4$ ) والفوسفات ثنائية  $H_2$  ( $KH_2PO_4$ ) (ملح ضعيف) . وعند اضافة قاعدة له يتحول الى  $K_2HPO_4$  كما يلي



اما الملح القاعدي الضعيف احادي H فيكون على العكس عند اضافة حامض قوي



4 – الكبريت :

يدخل في تركيب البروتين وخاصة الحامض الاميني Cysteine حيث يوجد الكبريت بشكل مختزل في مجموعة  $SH^-$  كما يدخل في تراكيب الفيتامينات كالثامين والبايوتين والحامض الاميني الميثيونين و COA و CO Carboxylase (مرافق انزيمي) . اوسع مصادر هذا العنصر في الطبيعة هي الكبريتات والتي تختزل الى كبريتيد الهيدروجين وتكون مستلم نهائي للالكترونات ويتم اختزالها بواسطة البكتريا *Desulfovibrio* ويتوفر هذا العنصر في الاوساط

الغذائية المصنعة اما بشكل Sulphide (مصدر غير عضوي ) او thiosulphate ( $S_2O_3^{2-}$ ) او على شكل مصدر عضوي كالCysteine

## 5 – الاملاح المعدنية :

تحتاج الاحياء المجهرية الى كميات قليلة من الايونات السالبة Anions والموجبة Cations لنموها وتكاثرها ولوحظ انعدام نمو الاحياء المجهرية في الاوساط الزرعية المستقرة لهذه الايونات وتعمل هذه الايونات كمنشطات للانزيمات في الفعاليات الايضية كانزيم Iso citrate lyase في بكتريا *Pseudomonase aeruogenosa* والذي ينشط بالمعادن مثل المغنسيوم  $Mg^{+2}$  والمنغنيز  $Mn^{+2}$  و الكوبلت  $CO^{+2}$  وتصنف هذه المغذيات اللاعضوية الى صنفين

أ- الايونات الت تحتاجها الاحياء المجهرية بتراكيز عالية نسبيا وتسمى Macronutrient element (المعادن المغذية بكميات كبيرة ) وتضاف الى الوسط بشكل املاح لا عضوية وتشمل على

1-  $Mg^{+2}$  المغنسيوم : ايون موجب مهم في الخلية فهو عامل مرافق للعديد من الفعاليات الانزيمية مثل فعاليات الفسفرة Phosphorelation التي يدخل فيها ATP ويعمل كعامل منشط لبعض الانزيمات كانزيم Hexokinase وهو ينظم درجة اتحاد جزيئات الريبوسوم .

2-  $Fe^{+2}$  الحديد : ايون موجب يدخل في تركيب الانزيمات المسماة الساييتوكروم Cytochrome والبروتينات ويعمل كمرافق للعديد من الانزيمات

3 -  $K^{+1}$  البوتاسيوم : ايون موجب يعمل كعامل مرافق لبعض الانزيمات تحتاجه عامة الاحياء المجهرية

4 -  $Mn^{+2}$  المنغنيز : ايون موجب يعمل كعامل مرافق لبعض الانزيمات و احيانا يعوض عن المغنسيوم .

5 - Zn الخارصين : ايون موجب يوجد كجزء لا عضوي في تركيب بعض الانزيمات مثل Dehydrogenase

6 -  $Ca^{+2}$  الكالسيوم : ايون موجب عامل مرافق لبعض الانزيمات مثل الانزيمات العاملة على البروتين .

7 -  $Na^{+2}$  الصوديوم : ايون موجب مطلوب لفعاليات بعض الانزيمات مثل انزيم Oxaloacetate decarboxylase في بكتريا *Aerobacter aeruogenosa* وتحتاجه الطحالب الخضر المزرقة التي تثبت النتروجين والبكتريا التي لها القدرة على

التخليق الضوئي . توجد حاجة خاصة لهذا الايون من قبل الاحياء المجهرية المحبة للملوحة  
Halophiles وتقسم حسب حاجتها الى :

أ- قابلة الالفة للملوحة تعيش على اوساط حاوية 2-5 % وزن /حجم من NaCl  
ب- معتدلة الالفة للملوحة تعيش على اوساط حاوية 5-10 % وزن /حجم من NaCl  
ج- عالية الالفة للملوحة تعيش على اوساط حاوية 20-30 % وزن /حجم من NaCl  
مثل *Halobacterium* وبعض انواع *Micrococcus* وانواعا من *Saecina* البكتريا الالفة  
للملوحة العالية تمتاز بانها هوائية وزمن جيلها طويل نسبيا والبروتين المكون لجدار خلاياها  
والاغوشية ورايبوسوماتها يحتاج الى كمية عالية من الملوحة للمحافظة على ثباته وتمسكه .

٨ -  $Cl^{-1}$  الكلور : ايون سالبا غالبا ماتحتاجه الاحياء المجهرية الالفة للملوحة  
ب - الايونات التي تحتاجها الاحياء المجهرية بتراكيز واطئة جدا وتسمى بالمغذيات  
المعدنية بكميات قليلة Micronutrient element مثل الكوبلت الذي يدخل في تركيب  
فيتامين  $B_{12}$

## عوامل النمو والفيتامينات

عامل النمو : كل مركب عضوي يتطلبه النمو

الفيتامينات : مركبات عضوية يتطلبها النمو بكميات ضئيلة جدا

وكلا من عوامل النمو والفيتامينات هي مركبات تفتقد الاحياء المجهرية القدرة على تخليقها لذا  
تحتاج الى اضافتها في وسطها لغرض نموها .

Auxotrophic Microorganism : هو الكائن الحي المجهرى الذي يفقد القدرة على  
تكوين الفيتامينات او عامل النمو

Prototrophic Microorganism : هو الكائن الحي المجهرى الذي يستطيع تخليق  
الفيتامين او عامل النمو .

Indispensable : هي حالة كون عوامل النمو او الفيتامينات ضرورية للنمو بحيث لا يحصل  
اي نمو الا عند توفرها (الكائن الحي المجهرى في هذه الحالة فاقد القدرة على تكوين عامل او  
الفيتامين).

Accessory او المهيج Stimulatory : هو الكائن الحي المجهرى الذي يستطيع ان يكون الفيتامين  
او عامل النمو ولكن بكميات غير كافية وهنا يكون عامل النمو اضافيا او مهيجا للنمو .

يجب ان تتوفر عوامل النمو والفيتامينات بتراكيز معينة لحصول حالة نمو مثلى لانه اذا زاد  
تركيزها عن الحد الواجب توفره تصبح سمية وبصورة عامة تتناسب كمية الزرع تناسب طرديا  
مع كمية عامل النمو حتى الوصول الى كمية قصوى من هذا العامل وان اي زيادة بعدها تصبح  
ضارة بالنمو . والتراكيز التي يحتاجها الكائن الحي المجهرى من هذه الفيتامينات او عوامل

النمو تعتمد على الظروف او العوامل الاخرى مثل طبيعة المواد الغذائية الاخرى المتوفرة ، الدالة الحامضية ، التهوية ، درجة الحرارة . فمثلا خميرة *Saccharomyces cerevisiae* تنمو جيدا في الوسط الزراعي بدرجة حرارة 30 م° ودون الحاجة الى فيتامين panthathonic acid لكنها تحتاج لهذا الفيتامين عند نموها بدرجة حرارة 38 م° . وفي بعض الاحيان تنعدم الحاجة الى فيتامين او عامل نمو معين اذا توفرت في الوسط الزراعي المواد التي يتخلق منها فمثلا بكتريا *Corynebacterium diphtheria* تحتاج الى فيتامين pantathonic acid وتستطيع النمو في وسط حاوي على B-alanine والذي يدل على انها تستطيع تخليق الفيتامين الاول من B-alanine بسلسلة من التفاعلات تكون فيها اولا حامض pantoic acid ثم تكون بعدها pantathonic acid كذلك تنهي الحاجة الى الفيتامين او عامل النمو اذا توفرت في الوسط المادة التي تخلق منه مثلا pimelic acid الذي يعتبر عامل لنمو بكتريا الدفتريا ومنه تخلق Biotin لذا لا توجد حاجة للحامض عند توفر Biotin في الوسط الزراعي .

الثايمين يتكون من جزئين حلقيين هما Pyrimidine و Thiazole بعض الطحالب تحتاج لكلا الجزئين لتصنيع الثايمين منها طحلب *Amphora coffaeiformis* والبعض الاخر يحتاج لوجود جزء واحد فقط في نموها واذا كان الفيتامين بعدة اشكال يمكن ان يتحول من شكل الى اخر فعند تواجد احد هذه الاشكال في الوسط الزراعي فانه يعوض عن الحاجة ويساعد في استمرار النمو مثل فيتامين B<sub>6</sub> والذي يتواجد بثلاثة اشكال .

