تغذية الأحياء المجهرية Nutrition of Microorganisms

ان الكائنات المجهرية بمختلف انواعها تحتاج الى مواد غذائية بتراكيز ونسب مختلفة من أجل استمرارها بالنمو والقيام بالنشاطات الأيضية، وتحصل الكائنات المجهرية على هذه المواد بعملية التغذية Nutrition ، حيث نستطيع من خلال هذه العملية دراسة خصائص هذه الاحياء من النواحي الفسلجية والكيموحيوية، ولكي تنمو الاحياء المجهرية عليها ان تحصل على جميع المواد الضرورية لتخليق المكونات الخلوية وانتاج الطاقة، وتسمى المواد التي تحصل عليها البكتريا من البيئة او الوسط بالمغذيات Nutrients . ولكي ننمي هذه الأحياء في ظروف المختبر علينا أن نهيئ لها جميع المغذيات الاساسية للنمو بالإضافة الى الظروف الفيزياوية الضرورية، لذلك اهتم الباحثون بدراسة هذا الجانب وأدت دراساتهم الى انتاج انواع كثيرة مما سمي بالأوساط الغذائية او الزرعية Culture media ، اذ يلبي كل وسط الاحتياجات الفسلجية لنوع أو أكثر من الأحياء المجهرية.

ان الاختلافات الواسعة في الخصائص الفسلجية، وبالتالي الاحتياجات الغذائية للأحياء المجهرية، هي السبب الرئيسي في حاجة الكائنات المجهرية الى الاف الانواع من الاوساط الغذائية والتي تختلف فيما بينها الى حد كبير فيما يخص المحتويات الكيمياوية. ان نمو الاحياء المجهرية يحتاج الى متطلبات فيزيائية ضرورية يجب توفيرها اضافة الوسط الغذائي الكيمياوي، وتتفاعل الكائنات الحية المجهرية بخصوصية فريدة مع هذه العوامل، فمثلا هناك خلايا لا تنمو الا بوجود الاوكسجين، في حين أن هناك أحياء اخرى تموت بوجود الاوكسجين الجوي، وبين هاتين الحالتين نجد مجموعة اخرى تعيش بوجود هذا العنصر أو بغيابه.

يمكن تصنيف المغذيات التي تحتاجها البكتريا الى نوعين هما:

1- المغذيات الكبيرة أو الضخمة Macronutrients

وهي المغذيات التي تحتاجها البكتريا بتراكيز كبيرة (حسب ما يظهر في التحليل الكمي للوزن الجاف للبكتريا) مثل الكاربون والاوكسجين والهيدروجين والنيتروجين والكبريت والفوسفور.

2- المغذيات الصغيرة أو الدقيقة Micronutrients

وتسمى أيضا بالعناصر النادرة Trace elements وهي تشمل غالبية العناصر اللاعضوية التي تحتاجها البكتريا بتراكيز واطئة جدا مثل المنغنيز (يساعد العديد من الانزيمات على تحفيز نقل مجموعة الفوسفات) والكوبلت(يدخل في تركيب فيتامين B12) والموليبيديوم (يساعد في عملية تثبيت النيتروجين) والزنك (يوجد في المواقع الفعالة للأنزيمات) والنيكل.

العناصر الغذائية:

ان المكونات الكيمياوية للخلايا الحية هي التي تحدد احتياج هذه الخلايا للمواد الكيمياوية الرئيسية الضرورية للنمو، يعد الماء المادة الغذائية الرئيسية من الناحية الكمية حيث يشكل 80-90% من مجموع وزن الخلايا، وتحتوي المواد الصلبة الخلوية على الكاربون والنتروجين والفوسفور والكبريت اضافة الى الاوكسجين والهيدروجين اللذان يشتقان أيضا من الماء، وتشكل هذه العناصر حوالي 95% من الوزن الجاف للخلايا، اما الوزن المتبقي فتشكله بقية العناصر. وكما موضح في الجدول ادناه:

العنصر	النسبة المئوية من الوزن الجاف
الكاربون	50
الاوكسجين	20
النتروجين	14
الهيدروجين	8
الفوسفور	3
الكبريت	1
البوتاسيوم	1
الصوديوم	1
الكالسيوم	0.5
المغنيسيوم	0.5
الكلور	0.5
الحديد	0.2
عناصر اخرى	0.3

تقوم العناصر الرئيسية بوظائف فسلجية مهمة تختلف من عنصر الى اخر كما موضح في الجدول ادناه:

ت	العنصر	الوظيفة الفسلجية
1	الهيدروجين	احد عناصر الماء الخلوي والمواد الخلوية العضوية
2	الاوكسجين	احد عناصر الماء الخلوي والمواد الخلوية العضوية وهو على شكل O_2 يعمل كمستلم للالكترونات في عملية تنفس الأحياء الهوائية
3	الكاربون	احد العناصر في المواد العضوية الخلوية
4	النتروجين	احد عناصر البروتينات والأحماض النووية والأنزيمات المساعدة Coenzymes
5	الكبريت	احد عناصر البروتينات والأنزيمات المساعدة Coenzymes
6	الفوسفور	يدخل في تركيب الاحماض النووية والدهون المفسفرة والانزيمات المساعدة
7	البوتاسيوم	ايون غير عضوي مهم في الخلية وعامل مساعد لبعض الأنزيمات
8	المغنيسيوم	ايون موجب غير عضوي مهم في الخلية وعامل مساعد مهم للعديد من التفاعلات الانزيمية ومنها التفاعلات التي تحدث بوجود مركب الطاقة ATP ، ويعمل المغنيسيوم على ربط الانزيمات بمادة التفاعل ويدخل في تركيب الكلوروفيل
9	المنغنيز	عامل مساعد غير عضوي لبعض الأنزيمات
10	الكالسيوم	ايون موجب مهم في الخلية وعامل مساعد لبعض الانزيمات مثل انزيم البروتييز
11	الحديد	من مكونات السايتوكروم وبقية البروتينات التي تحتوي او لا تحتوي على صبغة الهيم وعامل مساعد لبعض الانزيمات
12	الكوبلت	احد مكونات فيتامين B12 وعوامله المساعدة
13	النحاس والخارصين والموليبيديوم	مكونات غير عضوية لبعض الانزيمات

يمكن تجهيز العناصر المهمة كمواد غذائية على شكل ايونات موجبة ضمن املاح غير عضوية، فالاحياء المجهرية تحتاج الى عناصر البوتاسيوم والمغنيسيوم والكالسيوم والحديد بكميات كبيرة وبالتالي يجب ضمان اضافتها الى الأوساط الزرعية بشكل دائم، أما العناصر الاخرى كالمغذيات الدقيقة مثل النحاس والذهب والخارصين وغيرها فان الأحياء المجهرية تحتاجها بكميات قليلة جدا، ولكمياتها الضئيلة جدا فانها تعتبر ملوثات كيمياوية لمعظم الاوساط الزرعية اذا زادت عن حاجة الكائن المجهري.

بعض انواع الأحياء المجهرية تحتاج الى متطلبات غذائية خاصة بها للتكيف مع البيئة التي تتواجد فيها، فمثلا الدايتومات Diatoms وبعض انواع الطحالب الأخرى تحتاج الى حامض السيليكا H_2SiO_4 كمصدر للسيليكا SiO_2 الذي يعتبر المكون الأساسي لجدارها الخلوي، بينما أغلب بدائية النواة لا تحتاج لأيون الصوديوم بكميات عالية وبنفس الوقت فان السيانوبكتريا وبعض البكتريا الضوئية والعديد من الاركيا التي تعيش في البرك المالحة والمحيطات تحتاج الى تراكيز عالية من أيون الصوديوم لأجل نموها، كما تجدر الاشارة الى أن غالبية انواع الأحياء المجهرية تحتاج الى الفوسفات ضمن متطلباتها الغذائية والتي يتم الحصول عليها باضافة KH_2PO_4 او K_2HPO_4 الى مكونات الوسط الزرعي، وتتركز أهمية الفوسفات في كونها أحد مكونات الأحماض النووية والدهون المفسفرة ومركب ادينوسين ثلاثي الفوسفات ATP وبعض البروتينات وبعض العوامل المساعدة Co–factors وغيرها من مكونات الخلية.

اما النتروجين فتحتاجه الخلية لبناء الأحماض الأمينية والقواعد النتروجينية وبعض الكربوهيدرات والدهون وكذلك العوامل المساعدة للأنزيمات وغيرها من المواد الأخرى، ويتواجد النتروجين في معظم المواد الخلوية وخاصة البروتينات التي يدخل النتروجين والكبريت في تركيبها، وفي البكتريا يشكل البروتين بحدود 10% من وزن الخلية الجاف، وتعد الامونيا احد مصادر النتروجين اذ ان هناك العديد من الأحياء المجهرية تستطيع أن تعتمد على هذا المركب كمصدر وحيد للنتروجين، وهذه الانواع من الأحياء المجهرية تمتلك القدرة على ادخال الامونيا في المركبات العضوية الخلوية من خلال تفاعل يتوسطه انزيم Glutamic dehydrogenase ، كما تمتاز بعض أجناس البكتريا والفطريات بقدرتها على اختزال النتروجين الجوي N_2 بواسطة امتلاكها لأنزيم Nitrogenase وتدعى هذه العملية بعملية التثبيت الحيوي للنتروجين Biological Nitrogen Fixation ، كما ان بعض انواع الكائنات المجهرية وخاصة البكتريا لها القدرة على استهلاك النترات NO_3 والنتريت NO_2 كمصدر للنتروجين من خلال اختزالهما الى الامونيا NH_3 .

اما الكبريت فان جميع المركبات الخلوية تحتوي على عنصر الكبريت ويوجد بشكل مختزل على شكل مجموعة السلفا (SH) Sulfhydryl group ، وتستطيع معظم الاحياء المجهرية استغلال الكبريت من مصادره وهو مؤكسد وضمن مركبات الكبريت غير العضوية $SO_4^=$ لذلك يتوجب على الاحياء المجهرية أن تختزله أولا، والى جانب هذا نجد أن هناك بعض الأحياء المجهرية لا تستطيع اختزال هذا العنصر، فيتحتم

عليها ان تحصل عليه وهو مختزل على شكل كبريتيد S^- مثل كبريتيد الهيدروجين H_2S او على شكل مركبات عضوية تحتوي على مجموعة السلفا (SH) مثل الحامض الأميني السيستين Cystine او مركبات أخرى أكثر تعقيدا" مثل البروتينات حيث تقوم هذه المركبات بتزويد الخلية بعنصر الكبريت والنتروجين والكاربون اضافة الى الطاقة، كذلك تحتاج بعض انواع البكتريا الى عنصر الكبريت لبناء الأحماض الامينية مثل الميثيونين وبعض الكربوهيدرات والبايوتين والثايمين.

تصنيف الكائنات المجهرية حسب مصدر الكاربون والطاقة

اعتمادا على مصدر الكاربون يمكن تمييز نوعين من الكائنات هما:

1- الكائنات ذاتية التغذية Autotrophic

وهي الكائنات التي تعتمد على ثاني اوكسيد الكاربون CO_2 كمصدر وحيد للكاربون، وتشمل غالبية الكائنات التي تقوم بعملية البناء الضوئي Photosynthesis ، حيث تقوم بعملية اختزالية بتحويل CO_2 الى مركبات عضوية، وهذه العملية تحتاج الى طاقة تحصل عليها من ضوء الشمس بوصفها طاقة ضوئية او من خلال أكسدة المركبات العضوية.

2- الكائنات متباينة التغذية Heterotrophic

وهي الكائنات التي تعتمد على المركبات العضوية كالسكريات (الكلوكوز) والأحماض الأمينية كمصدر رئيس للكاربون، وهذه المركبات العضوية تكون في حالة اختزال وبذلك لا يحتاج ان تقوم الخلية بعملية اختزال قبل استغلالها كمصدر للكاربون، كما ان هذه المركبات تزود الخلية بالطاقة من خلال دخولها في سلسلة من التفاعلات الايضية المحررة للطاقة لذا فان المواد العضوية تكون مصدر كاربون وطاقة في نفس الوقت، والجدير بالملاحظة ان بعض الكائنات يمكن ان تكتفي بمادة عضوية واحدة كمصدر للكاربون والطاقة، بينما انواع اخرى تحتاج أكثر من مادة عضوية واحدة كما هو الحال في بكتريا Lactobacilli التي تحتاج الى متطلبات غذائية متنوعة.

وتمتاز الاحياء المجهرية بقدرتها على الاستفادة من أنواع مختلفة من المواد العضوية كمصدر للكاربون والطاقة وهذا ما يميزها عن بقية انواع الكائنات الحية، فمثلا بكتريا الزوائف

Pseudomonas تستطيع استغلال اكثر من 90 نوعا من المواد العضوية كمصدر للكاربون والطاقة.

اما تصنيف الكائنات الحية حسب مصدر الطاقة فيكون على مجموعتين أيضا هما:

1- الكائنات ضوئية التغذية Phototrophic

وهي الكائنات التي تعتمد على ضوء الشمس كمصدر وحيد للطاقة

2- الكائنات كيميائية التغذية Chemotrophic

وهي الكائنات التي تعتمد على المركبات الكيميائية العضوية واللاعضوية المختزلة كمصدر وحيد للطاقة.

مما تقدم من تصنيف للكائنات الحية اعتمادا على مصدر الكاربون والطاقة يمكن دمج هذان التصنيفان ليصبح التصنيف أكثر شمولا" ويتضمن تصنيف الكائنات الحية حسب مصدر الكاربون والطاقة سوية، وبذلك تصنف الكائنات الحية الى أربع مجاميع هي:

1- الأحياء الضوئية ذاتية التغذية Photoautotrophic organisms

وهي الاحياء التي تعتمد على الضوء كمصدر للطاقة، وتستغل ثنائي اوكسيد الكاربون كمصدر وحيد للكاربون، وتشمل هذه المجموعة النباتات الراقية والطحالب الحقيقية.

2- الأحياء الضوئية متباينة التغذية Photoheterotrophic organisms

وهي الأحياء التي تعتمد على الضوء كمصدر للطاقة، وتستغل المركبات الكيميائية العضوية كمصدر للكاربون، وتشمل هذه المجموعة بعض الطحالب حقيقية النواة والبكتريا التي تقوم بعملية البناء الضوئي وتدعى هذه المجموعة من البكتريا Purple non-sulphur bacteria وهي بكتريا تستوطن البحار.

3- الأحياء الكيمياوية ذاتية التغذية Chemoautotrophic organisms

وهي الأحياء التي تعتمد على مصدر الطاقة الكيميائية (المركبات اللاعضوية المختزلة) وتستغل ثنائي أوكسيد الكاربون كمصدر وحيد للكاربون، ان استخدام الأحياء الكيمياوية التغذية لثنائي

أوكسيد الكاربون كمصدر وحيد للكاربون يقترن دائما بقابلية هذه الأحياء على استخدام المركبات غير العضوية وهي في حالة اختزال بمثابة مصادر للطاقة. وتقتصر هذه القابلية على البكتريا وبالذات الأنواع التي تستطيع استخدام مركبات النتروجين المختزلة مثل الأمونيا NH_3 والنتريتات NO_2^- او أيون الحديدوز Fe^{+2} او مركبات الكبريت المختزلة او الهيدروجين H_2 كمواد قابلة للأكسدة، وبذلك تعمل كمصادر للطاقة.

4- الأحياء الكيمياوية المتباينة التغذية Chemoheterotrophic organisms

وهي الأحياء التي تعتمد على المركبات العضوية كمصدر رئيس للكاربون ، ويتميز هذا النمط باعتماده على المركبات العضوية في سد حاجته من لعنصري الكاربون والطاقة في ان واحد، وتشمل هذه المجموعة مجاميع كثيرة ومتنوعة منها الحيوانات الراقية والابتدائيات والفطريات وغالبية انواع البكتريا وخاصة المرضية منها.