التقنية الحيوية ١ Biotechnology 1

المحاضرة ٣ Lecture : 3

المتطلبات الغذائية Nutritional Requirements

المرحلة الرابعة - قسم علوم الاغذية

.....

ملخص المحاضرة

تعرف المغذيات بانها المركبات التي تحصل عليها الاحياء من البيئة لسد حاجتها في عمليات البناء وانتاج الطاقة، وتقسم حسب حاجة الكائن الى مغذيات كبرى ومغذيات صغرى، ويعد الكاربون من العناصر الاساسية للخلايا الحية لانه يلعب دورا مزدوجا فهو مهم للبناء ولانتاج الطاقة، وتقسم مصادر الكاربون الى عضوية تشمل الكاربوهيدرات البسيطة والمعقدة والمركبات الاخرى الحاوية على الكاربون، و لاعضوية تتمثل في غاز ثاني اوكسيد الكاربون، والنتروجين عنصر مهم ايضا لانه يدخل في تركيب البروتينات والنوكليوتيدات ومصادره عضوية تتمثل في المواد البروتينية ونواتج تحللها ولاعضوية مثل الامونيا واملاح الامونيوم والنترات، وتحتاج الاحياء الى عناصر اخرى مثل الاوكسجين والهيدروجين والماء وعناصر معدنية مختلفة مثل الفسفور والكبريت والصوديوم والبوتاسيوم والحديد والنحاس وغيرها. وتحتاج الكائنات الحية الى عوامل نمو مثل الفيتامينات والاحماض الامينية والقواعد النتروجينية وغيرها.

تتميز بعض الكائنات الحية بان لها احتياجات خاصة بها، وهي مركبات يكون من الضروري وجودها لغرض النمو وانتاج المنتج المطلوب، واهم هذه الاحتياجات هي عوامل النمو والطلائع (سوابق البناء) ومضادات الرغوة ومركبات التوين.

تقسم الاحياء المجهرية اعتمادا على نوع المصدر الكاربوني الى ذاتية التغذية (تعتمد على CO_2 الجوي) وغير ذاتية التغذية وهي الاحياء التي تستهلك مصادر الكاربون العضوية، ولكل قسم منها اقسام فرعية.

محتويات المحاضرة

١- المغذيات

٢- مصادر الكاربون

٣- مصادر النتروجين

٤- بعض الغناصر الاخرى

٥- عوامل النمو والاحتياجات الخاصة

٦- تقسيم الاحياء المجهرية اعتمادا على نوع مصدر الكاربون وعلى نوع التغذية

١- المغذيات Nutrients

تعرف المغذيات بانها المركبات التي تحصل عليها الاحياء من البيئة لسد حاجتها في عمليات البناء وانتاج الطاقة، اي ان المغذيات ضرورية لبناء التراكيب الخلوية وتحرير الطاقة اللازمة للقيام بالافعال الحيوية، وتعتمد حاجة الكائن ومقدرته على الاستفادة من المغذيات على قدرتها على الدخول الى الخلية عبر الغشاء البلازمي وذلك لان هذا الغشاء يمتلك صفة الانتخابية (Selectivity) في دخول وخروج المواد، وهناك ثلاثة آليات رئيسية لدخول المواد عبر الغشاء الخلوي هي:

أ. الانتشار البسيط : وفيه تنتقل المواد الى داخل الخلايا من التركيز العالي الى التركيز الاقل.

ب. النقل الفعال : وفيه تنقل الخلايا المغذيات بعد فسفرتها، اي يتم صرف طاقة لغرض ادخال هذه المواد الى داخل الخلايا، وفي بعض الاحيان من الضروري وجود بروتين ناقل يطلق عليه بيرمييز (Permease) يكون متخصصا في عملية النقل.

ج. النقل كمجموعة : وفيه تنقل المواد بصورة مترافقة مع بعضها البعض ولايمكن ان تنتقل بصورة منفردة بعضها عن بعض.

يعد الوزن الجزيئي للمركب من من العوامل المهمة المحددة لمقدرته على عبور الغشاء البلازمي ودخول الخلية، فالمواد ذات الوزن الجزيئي العالي لاتستطيع النفوذ عبر الغشاء، لذلك من الضروري تحللها خارج الخلايا ودخول نواتج التحلل الى داخل الخلايا.

تقسم المغذيات اعتمادا على مقدار الحاجة اليها الى مجموعتين :

١- مغذيات كبرى (Macronutrients): هي المغذيات التي تحتاجها الاحياء بكميات كبيرة مثل الكاربون والنتروجين والفسفور.

٢- مغذيات صغرى (Micronutrients): هي المغذيات التي تحتاجها الاحياء بكميات قليلة مثل المغنسيوم والحديد والنحاس.

وتوجد مجموعة ثالثة لايتم الاشارة اليها في معظم الاحيان وهي المغذيات النادرة او الضئيلة (Trace) تحتاجها الاحياء بكميات ضئيلة جدا، وفي الغالب لاتضاف الى اوساط النمو لانها تاتي كملوثات طبيعية مع المكونات التي يتكون منها الوسط.

يوضح الجدول ادناه التركيب التقريبي للخلايا المايكروبية محسوبا كنسبة مئوية على اساس الوزن الجاف

العنصر	% كوزن جاف	العنصر	% كوزن جاف	العنصر	% كوزن جاف
كاربون	٥٠	اوكسجين	٢٠	نتروجين	١٤
هيدروجين	٨	فسفور	٣	كبريت	١
صوديوم	١	كالسيوم	٠.٥	مغنسيوم	٠,٥
كلوريد	٠,٥	حديد	٠,٢	نحاس	اقل من ٠,١

٢- مصادر الكاربون

يعد الكاربون من العناصر الاساسية للخلايا الحية، ويلعب الكاربون دورا مزدوجا (Dual Role) في حياة الكائنات الحية، اذ انه يدخل في بناء الخلايا (اي انه يشكل الهيكل الاساسي لمعظم المركبات الحيوية) وفي انتاج الطاقة، لذلك ليس من المستغرب ان يضاف بكميات كبيرة الى وسط النمو مقارنة مع المغذيات الاخرى.

ان مصادر الكاربون كثيرة ومتنوعة في الطبيعة، ولكل مركب كاربوني يوجد احياء مجهرية تستطيع ان تستخدمه، وتختلف انواع الاحياء المجهرية في مصدر الكاربون الذي تفضله، فبعض الاحياء تحتاج مغذيات قليلة وتقوم ببناء معظم المركبات التي تحتاجها، وتسمى هذه المجموعة اولية التغذية (Prototroph)، بينما هناك احياء ذات احتياجات متعددة ومعقدة تسمى متباينة التغذية (Heterotroph)، وهناك مجموعة توصف بانها احياء شرهة (Fastidious organisms) لانها ذات احتياجات كثيرة جدا ومعقدة، وقد اعتمدت مصادر الكاربون التي يستطيع الكائن ان يستهلكها كوسيلة للتصنيف، فمثلا يستطيع افراد جنس Pseudomonas استخدام حوالي ٩٠ نوعا من مصادر الكاربون، في حين ان البكتريا المولدة للميثان (Methanogenic badteria) تستطيع استخدام مصادر محدودة جدا للكاربون.

تقسم مصادر الكاربون الى:

أ. مصادر الكاربون اللاعضوية: وهو غاز ثاني اوكسيد الكاربون الذي تستطيع استخدامه الاحياء ذاتية التغذية (Autotroph)، وتحتاج هذه الاحياء الى طاقة لغرض تثبيت الكاربون اللاعضوي وتحويله الى كاربون عضوي، فالمجموعة التي تقوم بعملية التركيب الضوئي تستخدم الطاقة الضوئية كما في حالة النباتات والطحالب، اما الاحياء غير ذاتية التغذية والتي تسمى متباينة التغذية (Hetertroph) فتكون حاجتها اليه مطلقة وتستخدم مصادر متعددة للكاربون، ويجب ملاحظة ان الكاربون اللاعضوي يكون في حالة اكسدة عالية ويجب ان يتم تحويله الى الشكل العضوي اي الى حالة الاختزال.

ب. مصادر الكاربون العضوية: تشمل الكاربوهيدرات البسيطة والمعقدة والمركبات الاخرى الحاوية على الكاربون:

١- الكلوكوز: يعد الكلوكوز الاختيار الاول في عمليات التخمر، ويمكن الحصول عليه من مصادر متعددة، وتستخدمه الغالبية العظمى من البكتريا والفطريات باستثناء فطر *Leptomitus lacteus* .

٢- اللاكتوز: وهو سكر الحليب، سكر ثنائي يتكون من كالاكتوز وكلوكوز، وتستطيع استخدامه مجموعة محدودة من الاحياء المجهرية مثل بكتريا حامض اللاكتيك.

٣- السكروز: وهو سكر المائدة، يتكون من كلوكوز وفركتوز، ويستعمل في التخمرات بشكل واسع، ويضاف بشكل نقي على النطاق المختبري.

٤- المولاس: وهو الناتج العرضي المتخلف من استخلاص السكر من القصب والبنجر، ويستخدم في الكثير من عمليات الانتاج الحيوي مثل انتاج خميرة الخبز، لكن المولاس يعاني من بعض المشاكل تسبب ضرورة اجراء بعض المعاملات الاولية عليه قبل استخدامه.

٥- السكريات المتعددة (Polysaccharides): وهي جزيئات كبيرة غير ذائبة في الماء وتستطيع تكوين محاليل غروية،ومن اهمها النشا الذي يمكن الحصول عليه من الذرة والبطاطا والحبوب حيث تطبخ ويستخلص النشا منها.

٦- شراب الذرة (Corn step liquor): وهو ناتج تحلل النشا، يستخدم كمصدر للكاربون والنتروجين، لكنه يحوي كمية كبيرة من السكريات المتعددة.

٧- منتجات الشعير واهمها المالت (Malt): ينقع الشعير ويترك للانبات في درجة حرارة واطئة ثم يسخن ويؤخذ الراشح الذي يحوي انواعا مختلفة من السكريات.

٨- السليلوز: يوجد بنسبة كبيرة في النباتات وبعض الاحياء المجهرية (الطحالب)، ويعد المادة الكاربوهيدراتية الاوسع انتشارا في الطبيعة. المشكلة الرئيسية التي تواجه استخدام السليلوز هي ان عدد الاحياء التي تستطيع تحليل السليلوز واستخدامه كمصدر للكاربون قليل.

٩- الزيوت النباتية والشحوم الحيوانية: تستخدم الزيوت في التخمرات لانجاز وظيفتين هما كمادة مضادة للرغوة وكمصدر للكاربون للاحياء التي تستطيع استهلاكها.

١٠- الكحولات: زاد الاهتمام بها مؤخرا وذلك لسهولة الحصول عليها بصورة نقية، كما انها سهلة الذوبان في الماء، وتوفر مستوى تعقيمي عال للتخمر، وفي حالة استخدامها في وسط النمو ينبغي اجراء عملية التخمر في درجة حرارية منخفضة نسبيا.

١١- الهيدروكاربونات: يمكن ان تستخدم بعض الاحياء المجهرية هيدروكاربونات بسيطة ومعقدة.

١٢- المخلفات (Wastes): ينتج عن الانشطة الصناعية والزراعية انواع مختلفة من المخلفات العضوية التي تصلح كمصادر للكاربون والمغذيات الاخرى، ومن هذه المخلفات التبن ومخلفات طحن الحبوب (النخالة) ومخلفات مصانع الاغذية.

٣- مصادر النتروجين

النتروجين من العناصر المهمة لبناء الخلايا ونموها اذ انه يدخل في تركيب البروتينات والنوكليوتيدات وبعض الفيتامينات، وتقسم مصادره الى :

أ. اللاعضوية: وتشمل:

١- النتروجين الجوي: بعض البكتريا تثبت النتروجين الجوي من خلال علاقة تعايشية (Symbiosis) مع جذور النباتات البقولية، ومن هذه الانواع بكتريا الجنس Azotobacter.

٢- املاح النتروجين اللاعضوية: تستطيع العديد من الاحياء بدائية النواة وبعض الاحياء حقيقية النواة استخدام املاح النتروجين اللاعضوية والتي من اهمها:

(i) كبريتات الامونيوم: يتم انتاجها في ظروف حامضية، لذلك عند استخدامها يجب ان يتم استخدام هيدروكسيد الامونيوم معها.

(ii) نترات الامونيوم : عند استعمالها في وسط النمو تميل الظروف الى ان تصبح حامضية الى ان ينتهي استهلاك الامونيوم، ثم تميل الظروف الى القاعدية عند استهلاك النترات.

(iii) فوسفات الامونيوم الحامضية: تحوي ٢% نتروجين، وهي تستخدم في الاصل كمصدر للفسفور.

(iv) كلوريد الامونيوم: تستطيع بعض الاحياء المجهرية استخدام هذا المصدر بشكل عالي الكفاءة.

٣- الامونيا.

ان شكل النتروجين المفضل من قبل معظم الاحياء المجهرية هو ايون الامونيوم لانه يدخل مباشرة في تركيب المواد العضوية في الخلية، وبالذات بناء الاحماض الامينية. توجد املاح الامونيوم في التربة، ويمكن ان تتحول الى نتريت (NO_2) بواسطة فعالية بكتريا Nitrococcus ثم يتاكسد النتريت الى نترات (NO_3) بواسطة بكتريا Nitrobacter ، وتكون الاكسدة سريعة ولذلك فان كمية النتريت في التربة تكون قليلة على عكس النترات.

ب. العضوية: هي المواد البروتينية ونواتج تحللها، وتفضل بعض الاحياء المجهرية المصادر العضوية للنتروجين لانها اكثر جاهزية، ويمر تحلل البروتين بعدة مراحل كما يأتي:

Protein ⟶ Metaprotein ⟶ Proteose ⟶ Peptone ⟶ Peptides ⟶ Amino acids

توجد مصادر عضوية اخرى للنتروجين يمكن ان تستخدمها بعض الاحياءالمجهرية مثل اليوريا والاميدات.

تستخدم مقدرة الكائن على استهلاك مصادر النتروجين كوسيلة مساعدة لتصنيف مجاميع الاحياء المجهرية.

٤- بعض العناصر الاخرى

الاوكسجين:

يدخل في تركيب المكونات الخلوية، ويعد جزءاً من تركيب الماء الذي يشكل اكثر من نصف وزن الخلية. عادة تزداد الحاجة للاوكسجين عند استعمال مصادر كاربونية سهلة الاستهلاك في وسط النمو.

الهيدروجين:

يدخل في تركيب المكونات الخلوية وفي تركيب الماء ايضا، وهناك بعض البكتريا تستعمله لانتاج الطاقة وتسمى بكتريا الهيدروجين، كما يستعمل هذا الغاز لملء الجو المحيط بالخلايا لتوفير الظروف اللاهوائية، ونظرا لخطورته، اذ انه غاز قابل للانفجار، يستبدل بغاز النتروجين في كثير من التطبيقات.

الماء:

يعد من الاحتياجات الاساسية للاحياء، اذ ان المواد الغذائية في وسط النمو يجب ان تكون بصورة ذائبة، والماء وسط جيد لجميع التفاعلات الحيوية، كما انه مذيب جيد لمعظم المواد التي تدخل الى الخلية. تصل نسبة الماء في الخلايا الى مابين ٧٠ و ٩٠ % .

تحتاج الاحياء المجهرية الى الماء، ويعبر عن هذه الحاجة بمصطلح النشاط الرطوبي (Water activity) (a_w)، ويعرف بانه النسبة بين الضغط البخاري للسائل والضغط البخاري للماء النقي، وتبلغ اعلى قيمة له ١ وذلك للماء المقطر. تبلغ قيمة النشاط الرطوبي في البكتريا اعلى من ٠,٩٠ والخمائر ٠,٨٠ والاعفان ٠,٦٠ ، وهناك مجموعة من الكائنات يطلق عليها المحبة للجفاف (Xerophiles) تحتاج الى مستوى منخفض من النشاط الرطوبي.

للماء ادوار مهمة في تحضير الاوساط الغذائية وعزل الاحياء المستخدمة في عمليات الانتاج الحيوي وعزل منتجات التخمر، علاوة على استعماله في انظمة التبريد وفي عمليات الغسل والتنظيف

الاملاح والعناصر المعدنية

تحتاج الاحياء الى الكثير من العناصر المعدنية والاملاح اهمها الفسفور، الكبريت، الصوديوم، الكالسيوم، المغنسيوم، الحديد، النحاس، الكلورايد، الفلورايد، وغيرها.

٥- عوامل النمو Growth Factors والاحتياجات الخاصة Special Requirements

تعرف عوامل النمو بانها مواد عضوية ذات اوزان جزيئية واطئة تحتوي في بعض الاحيان على المعادن ولاتستطيع بعض الخلايا بنائها ولها وظائف معينة في عمليات الايض، ومن الواجب اضافتها الى الوسط للحصول على نمو جيد، وخير مثال عليها الفيتامينات التي لها ادوار حيوية مهمة في مختلف العمليات الايضية، والحوامض الامينية والقواعد النتروجينية، والطلائع او السوابق (Precursors)، وهي مواد يمكن دمجها مباشرة مع الجزيئات لبناء الناتج المطلوب، اذ انها احد المركبات الوسطية في مسار البناء الحيوي لذلك الناتج. وهناك مثال مهم على عوامل النمو هو الهرمونات في الخلايا الحيوانية، اذ يكون من الصعب ان تنمو الخلايا الحيوانية في المختبردون اضافة هرمون او اكثر في وسط النمو.

اما الاحتياجات الخاصة فهي المواد التي تضاف عادة بتراكيز قليلة الى اوساط النمو والانتاج لتحقيق اهداف معينة اهمها تحسين النمو وزيادة كمية الناتج، ومن اهم تلك الاحتياجات:

أ. عوامل النمو: فيتامينات، احماض امينية، قواعد نتروجينية، هرمونات.

ب. الطلائع او السوابق: كما في اضافة فنيل او فينوكسي حامض الخليك في تخمرات انتاج البنسلين.

ج. المواد المضادة للرغوة: وهي على نوعين:

(i) مواد تمنع تكوين الرغوة.

(ii) مواد تقوم بتكسير الرغوة المتكونة.

من اهم مضادات الرغوة الزيوت، وتسبب هذه المواد انهيار جدران الفقاعات الهوائية مما يجعل عملية بقاء الرغوة غير ممكن.

د. مركبات التوين (Tween): هي استرات كحولية لاحماض دهنية طويلة السلسلة، وهي مهمة لنمو بعض الاحياء المجهرية مثل بكتريا حامض اللاكتيك، ولايعرف دورها بشكل مباشر في عمليات الايض، ومن اهمها توين ٨٠ الذي يستخدم في اوساط عزل وتنمية بكتريا حامض اللاكتيك.

٦- تقسيم الاحياء المجهرية اعتمادا على نوع مصدر الكاربون وعلى نوع التغذية

تقسم الاحياء تبعا لنوع مصدر الكاربون الذي تستطيع استخدامه الى ثلاث مجموعات رئيسية هي:

١- ذاتية التغذية (Autotroph): هي الاحياء التي تستطيع استخدام ثاني اوكسيد الكاربون الجوي، وهي تحتاج الى طاقة لتثبيت الكاربون، اي تحويله منشكله اللاعضوي الى الشكل العضوي، فاذا كان مصدر الطاقة الشمس فهي ذاتية التغذية الضوئية (Photoautotroph)، واذا كان مصدر الطاقة من مركبات فهي ذاتية التغذية الكيمياوية (Chemoautotroh).

٢- متباينة التغذية (Heterotroph): وهي الاحياء التي تستطيع ان تستخدم الكاربون العضوي، ومنها الخلايا الحيوانية والفطريات والابتدائيات وانواع كثيرة جدا من البكتريا، وهذه الاحياء تشترك في خاصية واحدة هي خلوها من صبغات التركيب الضوئي (الكلوروفيل).

٣- خلطية التغذية (Mixotroph): هناك انواع قليلة من الطحالب والبكتريا تمتلك النوعين السابقين من التغذية، فهي تكون ذاتية ومتباينة التغذية في الوقت نفسه.

يمكن تقسيم الاحياء حسب التغذية (اي حسب مصدر الكاربون ومصدر الطاقة) الى مجاميع كما في المخطط الاتي:

Microorganisms

Phototrophs (مصدر الطاقة ضوء)		Chemootrophs (مصدر الطاقة مركبات)	
Photolithotrophs	Photoorganotrophs	Chemolithotrophs	Chemoorganotrophs
مصدر الطاقة: ضوء	ضوء	جزيئات لاعضوية	جزيئات عضوية
مصدر الكاربون: CO2	كاربون عضوي	CO2	كاربون عضوي
امثلة: الطحالب	القليل من انواع البكتريا	بعض انواع البكتريا	معظم انواع البكتريا
النباتات	بعض الطحالب		الفطريات

المصادر

١- الخفاجي، زهرة محمود. (١٩٩٠). التقنية الحيوية. مطابع جامعة الموصل، الموصل، العراق.

٢- العاني، فائز. (١٩٩٦). التكنولوجيا الحيوية. مطابع دار الحكمة، الموصل، العراق.