

مقرر التفاعل بين الأحياء الدقيقة Microbial Interaction (345 حق) .

1. تعتبر الأحياء الدقيقة جزء لا يتجزأ من أي نظام بيئي (Ecosystem) .
2. منتشرة داخل و خارج أجسامنا و في كل نظام بيئي (بيئة فيها أحياء فيها تفاعلات حيوية) .
3. النظام البيئي على الأرض يطلق عليه المجال الحيوي (Biosphere) .
4. بصفة عامة أي نظام بيئي مكون من مكونين أساسيين هما الكائنات الحية (Organisms) التي تعيش في هذا النظام و المكونات غير الحية الموجودة به من مواد طبيعية (Non-living compounds) .
5. النظام البيئي في حالة تغيير دائم و ذلك نتيجة لتعدد الكائنات و تنوعها بالوسط .
6. الأنواع و الأعداد للكائنات الدقيقة مختلفة باختلاف الظروف البيئية .
7. و لكل كل نوع من تلك الكائنات الدقيقة نظام خاص في إتمام العمليات الحيوية (طرق مختلفة لإتمام العمليات الحيوية) .
8. و يندر أن تتواجد الكائنات الدقيقة في الأوساط الطبيعية بصورة نقية Pure culture حيث تعيش تلك الكائنات سواء البكتيريا أو الفطريات و الفيروسات و الطحالب في حالة خليط Mixed .
9. و يوجد فيما بين هذا الخليط علاقات مختلفة تتراوح بين التعاون و التضاد .
10. و يستمر الكائن الدقيقة في البيئة طالما كانت الظروف البيئية مناسبة لنموه و تكاثره و أي تغيير في تلك الظروف يترتب عليه تغيير في تغيرات متفاوتة في تعداد و تنوع تلك الكائنات سواء بالزيادة أو النقصان .
11. عادة تتأقلم الكائنات الدقيقة في البيئة التي تعيش فيها كما أنها تتأقلم مع بعض التغيرات التي يمكن أن تحدث في بيئتها ، و في حالة عدم تأقلمها فإن مكانها يخلو لكائن آخر قادر على التأقلم مع تلك المتغيرات البيئية .
12. لذلك لابد من وضع اعتبار كبير للظروف البيئية عند دراسة التفاعل بين الأحياء الدقيقة .

الأنظمة البيئية Ecosystems :

- تعرف بأنها أي موقف يشتمل على تفاعل بين الكائنات الحية و بيئتها .

العوامل المؤثرة على الأنظمة البيئية :

- عوامل بيئية غير حيوية Abiotic factors .

- عوامل بيئية حيوية Biotic factors .

كل تلك العوامل تؤدي وظيفتها في شكل علاقات متبادلة .

التغيرات التي تطرأ على تلك العوامل ينتج عنها تغيرات و تحديثات في النظام البيئي .

عناصر النظام البيئي :

- التربة .
- الغلاف الجوي .
- الأشعاع الصادر من الشمس .
- الماء .
- الكائنات الحية التي تعيش في هذا النظام .

ترتبط تلك الأنواع داخل النظام البيئي ببعضها كما تعتمد على بعضها البعض في سلسلة الغذاء .

لعموم الكائنات و الكائنات الدقيقة بصورة خاصة نطاق (مدى أو حد) فيه يتسامح مع العوامل التي تؤثر في بقاؤه (نجاحه في النمو و التكاثر و الاستمرار في التفاعل مع بقية عناصر بيئته).

العلاقات المتبادلة و التفاعل بين الكائنات الحية الدقيقة.

- يؤدي وجود الأحياء الدقيقة بكثافة عددية كبيرة في مساحة بيئية محددة إلى تكون مجموعة من العلاقات و التفاعلات المتبادلة بين الأنواع المختلفة .
- هذه العلاقات بعضها مفيد Beneficial association و البعض الآخر ضار Detrimental .
- هذه العلاقات (التعاون و التضاد) تسبب تغيرات مستمرة بين المجموعات الميكروبية و غالباً ينتج عنها اتزان حيوي Biological equilibrium .
- هذا الاتزان الحيوي يعتبر الأساس في تكوين و تحديد أنواع الأحياء الدقيقة في أي بيئة

مجتمع الأحياء الدقيقة (Microbial Community) :

أو ما يعرف المحتوى الميكروبي ، هي تلك الكائنات الدقيقة المتأصلة في وسط معين و التي تعتبر علامة مميزة له . من المعروف أن التغير في الظروف البيئية يحدث اختلال و تغير مؤقتاً في التوازن الحيوي و غالباً ما يعود ذلك المجتمع لحالته الأصلية مع احتمال تحوير في نوعية و أعداد المجتمع الميكروبي بهدف التأقلم مع الظروف الجديدة .

العلاقات المفيدة Beneficial Relationships :

يوجد ثلاثة انواع لتلك العلاقات هي :

- المنفعة من جهة واحدة (و هي الأكثر تواجد) .
- التعاون الأولي .
- التكافل .

العلاقات الضارة : Detrimental Relationships

- شائعة الوجود في الطبيعة .
- متنوعة تنوعاً شديداً .
- ينتج عنها انخفاض في أعداد و أنواع و نشاط الكائنات الأكثر حساسية .

نظرا لتعدد مجاميع الأحياء الدقيقة في البيئة و تنوع العلاقات البسيطة و التي قد تعتمد على وجود نوعين من الكائنات الدقيقة فإن العلاقات الضارة التي تنشأ بينهما تتنوع تنوع شديد .

ماذا ينتج عن العلاقات الضارة ؟

- ينتج عن العلاقات الضارة صراع مستمر بين الأحياء الدقيقة حيث تستطيع فقط الأنواع الملائمة للوسط البيئي الاستمرار في البقاء .

تقسيم الكائنات الحية داخل النظام البيئي (Ecosystem) :

1- كائنات حية منتجة Producers .

هي الكائنات التي تستطيع تكوين غذائها من مواد بسيطة غير عضوية ، و تعرف بالكائنات الحية ذاتية التغذية Autotrophic Organisms ، تلك الكائنات تحتوي على مادة الكلوروفيل (باختلاف أنواعها) لذلك لها القدرة على القيام بعملية البناء الضوئي و تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية و يمثلها النباتات الخضراء و الطحالب و بعض الكائنات الحية الدقيقة مثل العوالق و بعض أنواع البكتيريا .

2- كائنات حية مستهلكة Consumers :

هي كائنات حية غير ذاتية التغذية Heterotrophic Organisms ، بمعنى أنها تستطيع أن تعيش و تستهلك المواد العضوية المينة في غذائها و يمثلها الفطريات و الحيوانات و الإنسان .

3- كائنات حية قادرة على تحليل المواد العضوية Decomposers :

هي تلك الكائنات الحية القادرة على تحليل المواد العضوية (بقايا الحيوانات و النباتات) و تحولها إلى مركبات بسيطة قابلة للذوبان في الماء بحيث يمكن للكائنات الحية المنتجة Producers الاستفادة منها في معيشتها . (يطلق على هذه الكائنات بالمفككات) , أشهر مجموعات الأحياء الدقيقة المفككة هي الفطريات .

- وجد أن الفطريات تستخدم العديد من المواد العضوية كمصدر للكربون و الطاقة مثل السكريات الأحادية و الثنائية و المعقدة و الأحماض العضوية و النشاء و البكتين و السليلوز و الدهون و اللجنين و بعض هذه المواد تستطيع بعض أنواع البكتيريا أن تحليلها .
- كما أن الفطريات تستخدم كثير من المواد النيتروجينية البسيطة و المعقدة كمصدر للنيتروجين (معدنة النيتروجين) ، و عليه فإن الفطريات تلعب دور هام في تحليل السليلوز و الهيميسليلوز و البكتين في الأراضي مكونة ما يعرف بالدبال .

لا يوجد في الطبيعة كائن حي يعيش منعزل بشكل مطلق بل يقوم بعلاقات متبادلة مع الكائنات الحية الأخرى و هذه العلاقات تتم بطرق مختلفة .

هناك ثلاث علاقات متبادلة أساسية :

1- معيشة النفع المنفرد : Metabiosis

- تتم بإشتراك نوعين من الكائنات الحية الدقيقة في معيشة واحدة و يكون النفع واحد فقط .

مثال ذلك :

- معيشة بكتيريا التآزت (بكتيريا النيتريت و بكتيريا النترات) على بيئة واحدة ، حيث تعمل بكتيريا النيتريت على أكسدة النشادر و إنتاج نيتريت و تعتبر هذه المادة مهمة لبكتيريا النترات حيث تقوم بتحويل النيتريت إلى نترات هذا إضافة للطاقة التي تحصل عليها كل منهما .

2- معيشة النفع المتبادل Symbiosis (تبادل المنفعة) :

- تتم هذه العلاقة بإشتراك طرفين في معيشة واحدة ينتج عنها نفع متبادل بينهما .

مثال ذلك:

- الأسنان و فيها يعيش الفطر مع الطحالب في تبادل للمنفعة ، حيث يزود الفطر المعاشر الطحلي بحاجته من النيتروجين (الفطر يمثل المواد العضوية النيتروجينية داخل خلاياه) ، بينما يمد الطحلب الفطر بالكربون اللازم له من المواد الكربوهيدراتية التي يقوم بتمثيلها من خلال عملية البناء الضوئي .

3- معيشة النفع المتبادل Symbiosis:

- تحدث عندما يوجد نوعين من الأحياء الدقيقة في وسط لا يستطيع أحدهما الاستفادة من مغذيات الوسط في وجود النوع الآخر .

مثال ذلك:

- وجود بكتيريا حامض اللاكتيك و الأحياء الدقيقة التعفنفة في الأمعاء ، حيث أن بكتيريا حامض اللاكتيك تجعل الوسط حامضي و هذا يضر الاحياء الدقيقة التعفنفة حيث أنها لا تستطيع النمو في الوسط الحامضي .

طابع العلاقات المتبادلة وشدتها يرتبط بشكل كبير بالاتي:

- كثافة أعداد الكائنات الدقيقة في المجموعة.
 - نوعية تلك الكائنات في المجموعة.
 - توافر المواد الغذائية.
 - نوعية المواد الغذائية لكل تلك المجموعات.
- هذا يتيح شرح ظواهر وعمليات عديدة تحدث داخل المجموعات.

الصور المختلفة للعلاقات المتبادلة الموجودة بين مجاميع الأحياء الدقيقة :

Microbial Interaction OR Microbial Relationships

أولاً : علاقات محايدة Neutralism .

ثانياً : علاقات تعاونية Mutual OR Beneficial Relation : و هذه تشمل

1- المعايشة (المنفعة لطرف واحد) Commensalism .

2- التبادل الغذائي Syntrophism .

3- التنشيط Synergism .

4- التعاون Proto-cooperation .

5- التكافل Symbiosis .

ثالثاً : علاقات تنافسية (تضاد) Antagonistic Relation : هذه تشمل

1- التنافس Competition .

2- الإضرار Amensalism .

3- الافتراس و التطفل Predation & Parasitism .

أولاً : العلاقات محايدة Neutralism :

اثنان من الأحياء الدقيقة ليس لهما علاقة ببعضهما و لا يتأثر أيهما بنمو الآخر(لا يوجد بينهما أي تفاعل حقيقي)
(لا توجد منفعة و لا ضرر لكل منهما) .

نادرة الحدوث و إن حدثت فتكون في ظروف معينة و من هذه الظروف الآتي :

- الأعداد لكلا النوعين قليلة جدا (أي أن الأحياء الدقيقة تكون منفصل فيزيائيا عن بعضها البعض).
- الاحتياجات الغذائية تكون متوفرة بكميات كافية جداً (الوسط غني بالمغذيات) .
- لكل نوع من تلك الأحياء الدقيقة احتياجات غذائية تختلف عن النوع الآخر .

علاقات تعاونية (التقايض Mutualism) Mutual or Beneficial Relation :

- 1- المعايشة (المنفعة لطرف واحد) Commensalism .
- 2- التبادل الغذائي Syntrophism .
- 3- التنشيط Synergism .
- 4- التعاون Proto-cooperation .
- 5- التكافل Symbiosis .

التعاون التفاضلي Mutualism :

- Mutualism مأخوذ من الكلمة اللاتينية mutuus و تعني تبادل أو اقتراض لذا تعرف هذه العلاقة بأنها علاقة تبادل منفعة بين شريكين .
- Mutualism هو نوع من أنواع التكافل المتبادل ، و هو عبارة عن تعاون مفيد للكائنين المشتركين ، كلاهما يعيشان معا في علاقة متبادلة و كلاهما يجني فائدة من هذه الشراكة .
- توجد علاقات تعاونية بدرجات متباينة بين الكائنين ، حيث تتدرج من علاقة تعاونية بسيطة إلى أن تصل لعلاقة تعاون يكون بقاء أحدهما متعلق ببقاء الآخر .
- طابع العلاقات المتبادلة و شدتها يتأثر بشكل كبير بكثافة الأفراد في المجموعة و بتوافر المواد الغذائية.
- العلاقات المتبادلة تتيح شرح ظواهر و عمليات فسيولوجية و أيضية تحدث داخل المجموعات الميكروبية المختلفة في البيئة .
- العمل المشترك للمجموعات يكون ظروفاً فيزيائية و كيميائية تتيح تطور المجموعات الميكروبية الأخرى .
- وجود أنواع من الأحياء الدقيقة المتخصصة في احتياجاتها الغذائية في الطبيعة يعد محيراً ، حيث أنه يلزم لهذه الكائنات توفير دائم من المواد الغذائية غير المتوفرة طبيعياً في البيئة و من هنا تبرز أهمية علاقة التعاون بين الكائنات الدقيقة ، فمثلا العديد من الأحياء الدقيقة في التربة تحتاج في نموها إلى واحد أو أكثر من الفيتامينات غير المتاحة طبيعياً ، بينما تقوم العديد من الأحياء الدقيقة الأخرى بتكوين و إفراز مثل تلك المواد في البيئة المحيطة . و عليه فإن إفراز و استهلاك تلك المواد المشجعة على النمو يعد من أهم العوامل الحيوية المحددة لتكوين مجتمعات الأحياء الدقيقة .

1- المعايشة (المنفعة لطرف واحد) Commensalism :

- Commensalism و هي كلمة لاتينية مكونة من مقطعين ، الأول Com وتعني معاً (Together) (و المطع الثاني هو mensa و تعمي طاولة Table أو وجبة meal ، حيث يستخدم هذا المصطلح في الأصل ليصف حال استعمال كائن حي للغذاء المتبقي من كائن حي آخر .
- هذه العلاقة صورة من صور التعاون المفيدة ، فيها يستفيد أحد النوعين من وجود الآخر بينما الآخر لا يستفيد منه .
- هي علاقة تعاونية يتعايش فيها نوعان مختلفان من الكائنات الحية الدقيقة بطريقة ما ، حيث تعود الفائدة و المنفعة لأحدهما بينما لا يستفيد منها الطرف الآخر و لا يلحق به ضرر .
- و تكون المعايشة لأحدهما - مع أو على أو داخل - النوع الآخر دون ضرر أو فائدة للنوع الثاني .
- تختلف شدة ارتباط الطرفين ببعضهما ، حيث قد يكون الارتباط دائم أو مؤقتاً .

المنفعة من جهة واحدة (المنفعة لطرف واحد) :

هي من أهم أنواع العلاقات المفيدة ، و هناك عدة صور لهذه العلاقة منها :

- 1- عندما ينمو نوعين من الكائنات الحية الدقيقة لا يستطيع استخدام أحد المواد الغذائية في البيئة و لكنه يستخدم نواتج تحليلها بواسطة النوع الآخر . هذا النوع من العلاقات منتشر في الطبيعة و هو الطريق الأساسي الذي يتحول به بعض السكريات المعقدة إلى مواد غذائية تستفيد منها الكائنات الحية الدقيقة الأخرى غير المتخصصة في تحليل مثل تلك المواد الكربوهيدراتية المعقدة التركيب . مثال لذلك الفطريات تحلل السيليلوز منتجة بعض الأحماض العضوية التي تستخدم كمصدر كربون رئيس لنمو البكتيريا و الفطريات غير القادرة على تحليل السيليلوز .

2- لوحظ مثل هذا التعاون بين البكتيريا و الفطريات التي تحتاج في نموها إلى أنواع مختلفة من الفيتامينات و الأحماض الأمينية و قواعد البيورين ، نجد أن الكائن الدقيق المرافق يتمكن من تخليق المواد المشجعة لنمو الكائن الدقيق الآخر . (لذلك يعزى العديد من التأثيرات الشاذة أو غير الواضح سببها إلى إفراز بعض المواد الغذائية المعينة بواسطة أي من الكائنات المتعايشين .

3- أوضحت دراسة أجراها كل من Romano and Kolter سنة (2005) أن هناك علاقة مفيدة بين بعض أنواع جنس *Pseudomonas* و الفطريات ، و فيها تعمل أنواع من جنس الفيوزاريوم غير الممرضة على تحفيز نشاط بعض سلالات من نوع *Pseu.putida* و تم تفسير ذلك التفاعل على أنه قد يرجع إلى أن أنواع الفيوزاريوم غير الممرضة تحفز النبات على تحرر المواد الكربوهيدراتية في منطقة الريزوسفير و التي بدورها تشجع نمو و نشاط تلك الأنواع من جنس *Pseudomonas* .

4- و في دراسة أخرى وجد أن أحد أنواع جنس *Phycomyces* و هو فطر غير مكتفي ذاتياً Auxotrophic (يحتاج للنمو في بيئة صناعية إلى إضافة فيتامينات) ، و جد أنه ينمو في مزرعة مختلطة مع فطر *Aspergillus niger* (و هو فطر مكتفي ذاتياً Auxoautotrophic لا يحتاج إلى إضافة الفيتامينات في البيئة الصناعية التي ينمو عليها) و اثبت البحث عن هذه المنفعة من طرف واحد و ذلك بإجراء تجربة فيها تم تنمية فطر *Aspergillus niger* في مزرعة منفردة (Single Culture) ثم تم فصل النمو بالترشيح و أضيف راسح المزرعة إلى بيئة صناعية خالية من الفيتامينات ، وجد أن فطر *Phycomyces* نمى عليها بصورة جيدة . و هذا يفسر أن فطر *Aspergillus niger* يقوم ببناء كميات من الفيتامينات في بيئة نموه تكفي احتياجه و يستفيد منها الكائنات الأخرى النامية في نفس الوسط .

5- هناك نوع آخر من علاقات المنفعة من جهة واحدة و الذي بواسطته تحصل بعض الكائنات الدقيقة على احتياجها من المواد المشجعة للنمو ، حيث تقوم بعض الكائنات الحية بتخليق هذه المواد و إفرازها

للموسط الخارجي كنواتج ثانوية . هذا يؤدي إلى تشجيع الكائنات الحية الدقيقة الأخرى التي تحتاج لهذه المواد كي تنمو . فمثلاً نجد أن هناك أعداد كبيرة من الأنواع الميكروبية لا تنمو في غياب أحد الأحماض الأمينية و فيتامين ب 12 و أحياناً قواعد البيورين أو البيريميدين . بينما تنتشر مثل هذه الأنواع من الميكروبات و تنمو بصورة جيدة عندما يوجد في الوسط الميكروبات غير ذاتية التغذية (Heterotrophic) و التي لها القدرة على مدها بما تحتاجه من مواد غذائية كنواتج ثانوية لعمليات التمثيل الغذائي التي تقوم بها .

6- إحدى صور علاقات المنفعة من جهة واحدة أيضاً التحلل الميكروبي لبعض المواد المثبطة Inhibitors لنمو بعض الكائنات الأخرى . و مثال ذلك بعض الكائنات الحية الدقيقة الهوائية Aerobic تستطيع أكسدة و تحليل تلك المواد المثبطة و تساعد الكائنات اللاهوائية Anaerobic الأخرى على النمو باستهلاكها للأوكسجين الموجود في الوسط المحيط .

7- و من صور تلك العلاقات ذات المنفعة من جهة واحدة ، في الأراضي الحامضية حيث تعيش فيها كائنات المحبة للحموضة Acidophilus إلا أنه وجد فيها أيضاً الميكروبات الحساسة للحموضة Acidity sensitive حيث تكون في تلك المناطق الملاصقة تماماً للكائنات الأخرى التي تعمل على تقليل الحموضة نتيجة نموها و تكاثرها .

8- كذلك اتضح أن بعض المواد الطبيعية و المبيدات الحشرية تتحلل أسرع في وجود المزارع المختلطة مقارنة مع المزارع النقية ، ولو أن السبب الحقيقي لهذه الظاهرة لم يعرف تماماً ، إلا أنها غالباً تعزى إلى التخلص من بعض النواتج التي تثبط نشاط الميكروبات الأساسية المسؤولة عن تحلل تلك المواد (الطبيعية و المبيدات الحشرية) ، أو قد يعزى إلى إنتاج بعض المواد المشجعة لنمو الميكروبات الأساسية بواسطة الميكروبات المصاحبة .

2-التبادل الغذائي Syntrophism :

- Syntrophism كلمة يونانية مكونة من مقطعين ، الأول Syn و يعني جنب إلى جنب (معاً) ، و المقطع الثاني Trophe و تعني التغذية .

- هي علاقة شراكة يعتمد فيها كائن واحد لنموه و تكاثره على مادة معينة أو على عوامل نمو أو مواد غذائية ، يحصل عليها من نمو كائن حي آخر في نفس الوسط أو قريب منه . أحياناً يستفيد الكائن الآخر لذا يطلق على هذه العلاقة أيضاً مصطلح التبادل الغذائي Cross-feeding .

التبادل الغذائي من أهم أنواع العلاقات المفيدة في مجتمع الأحياء الدقيقة و هناك عدة أمثلة لهذه العلاقة ، من أهمها :

- 1- ما يحدث للكائنات الحية الدقيقة الموجودة و المكونة (الكائنة) في الأنظمة البيئية اللاهوائية و المنتجة لغاز الميثان (Anaerobic methnogenic ecosystems) ، في هذه البيئات تتحلل الأحماض العضوية الدهنية إلى غازين هما الهيدروجين و الميثان من خلال الشراكة بين مجموعتين مختلفتين من البكتيريا ، حيث يعتمد إنتاج الميثان على نقل الهيدروجين بين تلك الأنواع الميكروبية كما يلي :

أولاً : تقوم البكتيريا اللاهوائية Syntrophobacter بتحلل أو تكسير الأحماض الدهنية ذات الوزن الجزيئي المنخفض و إنتاج غاز الهيدروجين كما في المعادلة ادناه :



ثانياً : تستخدم نواتج التمثيل الغذائي السابق CO_2 و H_2 بواسطة بكتيريا الإركيو (القديمة) المنتجة

لغاز الميثان مثل جنس *Methanospirillum* كما في المعادلة أدناه :



من خلال تكوين غاز الميثان ، تحافظ بكتيريا *Methanospirillum* على تركيز منخفض من الهيدروجين H_2 في البيئة المشتركة بين كلا الكائنين .

إزالة أو سحب الهيدروجين المستمر يعمل على التحفيز المستمر لتخمير الأحماض الدهنية و إنتاج الهيدروجين H_2 .

وهو مثل جيد لعلاقة Syntrophy في مزرعة Co-culture لكلا الكائنين سواء *Methanospirillum* و *Syntrophobacter* ، لا يستطيع أحدهما أن يتم ذلك التفاعل في المزارع النقية Pure culture .

2- بنفس الآلية السابقة ، تؤكسد بكتيريا *Syntrophobacter* الأحماض الدهنية ذات الوزن الجزيئي

المنخفض إذا وجدت في نفس الوسط مع البكتيريا المؤكسدة للهيدروجين (Hydrogen-Oxidizing)

Bacteria ، مثل البكتيريا المختزلة للكبريتات Sulfate Reducer .

3- في كرش الماشية ، تقوم بكتيريا *Clostridium cellbioparum* بتحليل السليلوز تحت الظروف

اللاهوائية إلى أحماض عضوية و غازي ثاني أكسيد الكربون و الهيدروجين ، في حين أن هذه البكتيريا

يثبط نموها إذا تراكم غاز الهيدروجين في الوسط المحيط بها ، و من هنا يبرز دور و أهمية وجود

البكتيريا المنتجة للميثان (Methanogenic Bacteria) في استهلاك و إزالة الهيدروجين الناتج .

3- التنشيط Synergism OR Synergy .

- Synergy هي كلمة مشتقة من الكلمة اليونانية Synergia و تعني بالإنجليزية العمل معا (Working together ، حيث يستخدم هذا المصطلح بصفة عامة في عدة مجالات فيزيائية ، كيميائية و طبية ، ليصف التفاعل بين عنصرين في نظام واحد للوصول بهم إلى نتيجة أفضل مما لو كان فعل العنصر منفرد و تعود الفائدة على كلا العنصرين .
- من وجهة النظر الميكروبيولوجية يعرف مصطلح Synergism OR Synergy على أنه العلاقة بين نوعين من الكائنات الحية الدقيقة يقومان بفعل أو تفاعل لم يستطيع أحدهما القيام به منفرداً .

الأمثلة على تلك العلاقة المفاهيم الآتية :

- Interspecies hydrogen transfer.
- Specific species required .
- Cross-feeding of acetate between bacterial species.

1- من الممكن اعتبار مثال لما يحدث في كرش الماشية ، حيث تقوم بكتيريا Clostridium cellbioparum بتحليل السليلوز تحت الظروف اللاهوائية إلى أحماض عضوية و غازي ثاني أكسيد الكربون و الهيدروجين . و حيث أن هذه البكتيريا تثبط نموها إذا تراكم غاز الهيدروجين في الوسط المحيط بها ، فإن وجود بكتيريا أخرى مثل لبكتيريا المنتجة للميثان Methanogenic Bacteria تقوم باستهلاك الهيدروجين و بذلك تستطيع بكتيريا السليلوز النمو .

2- الشراكة بين نوعين من البكتيريا يعتمد على نقل الهيدروجين بين تلك الأنواع (Interspecies

hydrogen transfer) حيث تقوم البكتيريا اللاهوائية Syntrophobacter بتحليل الأحماض

الأمينية و إنتاج غاز الهيدروجين الذي يستخدم بواسطة بكتيريا الأركيو المنتجة لغاز الميثان (

Methanogenic) جنس Methanosirillum ، يتضح من ذلك أن إنتاج و استهلاك الهيدروجين

يعمل على تحفيز معدلات نمو كل من Syntrophbacter and Methanospirillum المشاركين

معاً في المنفعة من هذه العلاقة .

4-التعاون Proto-cooperation .

علاقة تعاون بين نوعين من الميكروبات ، مفيدة لكل منهما ، لكن غياب هذه العلاقة لا يؤثر على وجودهما بصورة منفردة ، حيث أنه تعاون اختياري و ليس إجباري .

يوجد العديد من صور التعاون الأولي في النظم البيئية حولنا فعلى سبيل المثال الآتي :

1- من المعروف أن الطحالب تفرز في النظام البيئي المائي (Marine Ecosystem) المحيط بها

العديد من مواد التمثيل الغذائي خارج الخلية ، مثل الكربوهيدرات و الأحماض الامينية و الببتيدات و السكريات و عديد الكحولات و الفيتامينات و الإنزيمات .

2- تعتبر هذه المواد مصادر هامة و غذائية و مشجعة للنمو البكتيري في المنطقة المحيطة بهذه الطحالب و التي تعرف باسم الفيكوسفير Phycosphere .

3- اتضح أن إنتاج الطحالب لمثل هذه المواد العضوية يلعب دور هاماً و رئيسياً في الانجذاب الكيميائي (

Chemotactic response للبكتيريا غير ذاتية التغذية Heterotrophes تجاه النموات الطحلبية و

الذي يؤدي بدوره إلى تشكل المجتمع البكتيري لمنطقة الفيكوسفير ، و تعود تلك العلاقة بالنفع على

النمو الطحلي نتيجة إفراز الخلايا البكتيرية لكميات كبيرة من المغذيات غير العضوية Inorganic

nutrients و عوامل النمو Growth Factors .

4- لوحظ أيضاً العديد من صور التبادل الغذائي في المزارع الميكروبية ، فعلى سبيل المثال لا تستطيع

كل من بكتيريا *Proteus vulgaris* و بكتيريا *Bacillus polymyxa* النمو في منابت فقيرة من

حمض النيكوتينيك و البيوتين ، حيث يحتاج الكائن الأول إلى النيوكتينيك بينما يحتاج الكائن الثاني إلى

البيوتين ، من الملاحظ أن كلا الميكروبين ينموان عند وجودهما معا في نفس البيئة الغذائية التي بنقصها

كل من النيكوتينيك و البيوتين . هذا يعني أن كل منهما قام بإنتاج ما يحتاجه الآخر من فيتامينات .

و عموماً فإن انتشار الكائنات الدقيقة التي تحتاج إلى مواد مشجعة للنمو غالباً ما ينتج عن تحليل و إفراز مثل هذه المواد بواسطة كائنات دقيقة أخرى .

و نظراً لأهمية هذه المواد لنمو الكائنات الدقيقة فإن العلاقات التي تنشأ نتيجة لإفراز و استهلاك هذه المواد المشجعة على النمو تعد من أهم العوامل الحيوية المحددة لتركيب مجتمع الكائنات الدقيقة .

5-التكافل Symbiosis :

- هي علاقة بين نوعين يعتمد كل منهما على الآخر و يستفيد منه .
- التكافل هي العلاقة التي يحدث فيها تبادل منفعة بين شريكين مختلفين ينموان معاً في ارتباط وثيق (أي أن كلاهما يعتمد على الآخر و كلاهما يستفيد من هذه العلاقة) .

تنتشر في النظام البيئي أشكال و أنواع مختلفة لعلاقات التكافل بين الكائنات الحية ، من أهمها علاقة التكافل بين بكتيريا الرايزوبيم Rhizobium و جذور النباتات البقولية ، و علاقة التكافل بين البكتيريا و البروتوزوا ، و علاقة التكافل بين بعض أنواع الفطريات و جذور العديد من النباتات الراقية ، و علاقة التكافل بين الفطريات الخيطية و الطحالب بأنواعها المختلفة مكونة تركيب و هيئة مميزة لهذه العلاقة تعرف باسم الأشنات Lichens.

الأشنات Lichens :

- هي علاقة معايشة كائنين أحدهما فطر Fungi و الآخر طحلب Algae يبقيان في علاقة فسيولوجية وطيدة و مميزة و مستديمة .
- تعتبر أول الكائنات الحية التي عرفها الإنسان .
- يتبادلان خلالهما المنفعة و مشتركين معاً في جسد واحد .
- ينتج من هذه العلاقة شكل ظاهري ثالث مخالف لكلا الشريكين على حدة و هذا الشكل يعرف بالأشن .
- معظم الفطريات الأشنية تتبع الفطريات الأسكية Ascomycota و القليل من الفطريات الأشنية تتبع الفطريات البازيدية Basidiomycota .
- الطحالب الأشنية معظمها تتبع الطحالب الخضراء Chlorophyta ، و القليل يتبع الطحالب الخضراء المزرقه Blue green algae .

هناك بعض العلاقات التكافلية بين فطر و طحلب لا ينتج عنها تركيب ظاهري جديد ، مثل نمو طحلب فوق

عيش الغراب ، أو التطفل المحدود لخلايا طحلبية بواسطة فطريات .

ماذا يستفيد المعاشر الفطري من هذه العلاقة ؟

يحصل المعاشر الفطري على احتياجاته الغذائية (أهمها المركبات الكربوهيدراتية) من المعاشر الطحلي و

ذلك من خلال :

- ملامسة هيفات الفطر لخلايا الطحلب .
- أو عن طريق تكوين الفطر لمصاصات (Haustoria) تلتصق بخلايا الطحلب .

ماذا يستفيد المعاشر الطحلي من هذه العلاقة ؟

- الحماية الميكانيكية لخلايا الطحلب بواسطة هيفات الفطر المنسوجة حولها بإحكام خاصة في الظروف البيئية القاسية .
- تحسين العلاقات المائية و الحماية من الجفاف .
- الحماية من الإشعاعات الضوئية الشديدة .
- تحسين نظام تغذية الطحلب المعاشر عن طريق تبادل نواتج التمثيل الغذائي مع المعاشر الفطري داخل جسد الأشن .

البكتيريا الخضراء المزرقة Cyanobacteria أو ما يعرف قديماً بالطحالب الخضراء المزرقة تكون في

بعض الأحيان في معيشة تكافلية مع بعض الفطريات في الجسد الأشني .

- تقوم هذه البكتيريا بتكوين المواد الكربوهيدراتية من خلال عملية البناء الضوئي (مثل الطحالب) .
- و نظراً لاحتواء مثل هذه البكتيريا على إنزيم النيتروجينيز الذي يمكنها من تثبيت نيتروجين الجوي .

- تعمل هذه البكتيريا عند اشتراكها في تكوين الأشن على توفير احتياج المعاشر الفطري من المواد النيتروجينية اللازمة لنموه .

- يقوم المعاشر الفطري بتوفير الماء و العناصر الغذائية للبكتيريا الخضراء المزرقه .

تنتشر الأشنات على الصخور و المواقع الجافة و شبة الجافة و المناطق التي يندر وجود أي من الكائنات الحية الدقيقة في حالة حرة .