الفصل الخامس عشر : ميكروبيولوجيا الأراضى

محاضرة 5

(لطلاب مرحلة البكالوريوس - الفرقة الثانية – الشعبة العامة)

أ.م.د/ شريف محمد القاضى

أستاذ الميكروبيولوجيا الزراعية المساعد وقائم بعمل رئيس مجلس قسم الميكروبيولوجيا الزراعية - كلية الزراعة - جامعة دمياط

ميكروبيولوجيا التربة الزراعية
Soil Microbiology

أولاً : العوامل المؤثرة على النمو الميكروبى

رقم الحموضة :

الرطوبة :

التهوية :

المادة العضوية :

القوام :

الملوحة :

العمليات الزراعية :

ثانياً : مكونات المجتمع الميكروبى

البكتيريا Bacteria

الأكتينوميسيتات Actinomycetes

الفطريات Fungi

الطحالب Algae

البروتوزوا Protozoa

ثالثاً : التحولات الميكروبية للعناصر
دورة الكربون Carbon cycle

Photoautotrophes
Cyanobacteria
Photosynthesis
Immobilization
Mineralization
Humus

ثالثاً : التحولات الميكروبية للعناصر
دورة النيتروجين Nitrogen cycle

معدنة النيتروجين العضوى Organic nitrogen mineralization

تبدأ مهاجمة الكائنات الحية الدقيقة للمركبات العضوية النيتروجينية ويتم تحليلها بواسطة هذه الكائنات ويكون الناتج النهائى لعملية التحلل هو الأمونيا . ولهذا فإن هذه العملية يطلق عليها اسم النشدرة **Ammonification**
وأول خطوة فى عملية النشدرة هى تحليل البروتينات والأحماض النووية والسكريات الأمينية مائياً بواسطة إنزيمات التحلل المائى والتى تفرزها الميكروبات وهذه الإنزيمات تقوم بتكسير السلسلة الببتيدية المكونة لجزئ البروتين وتتكون الأحماض الأمينية طبقاً للمعادلة الأتية :

بروتين – بروتيوز – ببتون – عديدات الببتيد – ثنائى الببتيد – أحماض أمينية

ثم تحلل هذه الأحماض الأمينية المتكونة تحت ظروف هوائية أو لاهوائية ويكون الناتج فى النهاية هو النيتروجين النوشادرى . وتحت الظروف اللاهوائية فإن تحلل البروتينات لا ينتج عنه دائماً النوشادر أولاً بل ينتج عنه بدلاً منها الأمينات التى تتأكسد تحت الظروف الهوائية وينطلق عنها الأمونيا. ويطلق على عملية تحلل البروتينات تحت الظروف اللاهوائية التعفن **Putrefaction** وتتم هذه العملية بواسطة بكتيريا غير هوائية مكونة للجراثيم تابعة لأفراد جنس ***Clostridium*** . والميكروبات التى تقوم بعملية النشدرة تتواجد بأعداد كبيرة فى التربة وهى أيضاً ميكروبات متنوعة منها الهوائية العصوية المتجرثمة وغير المتجرثمة والكروية وكذلك بعض الأكتينوميسيتات والكثير من الفطريات .

ثالثاً : التحولات الميكروبية للعناصر
دورة النيتروجين Nitrogen cycle

التأزت Nitrification

التأزت أو النترتة هى عملية تحويل الأمونيا الناتجة من تحليل المركبات العضوية النيتروجينية بفعل عملية النشدرة أو المضافة للتربة فى صورة أسمدة معدنية نوشادرية بالأكسدة الميكروبية إلى نيتريت Nitrite ثم نترات Nitrate
وهذه العملية تتم على خطوتين تقوم بهما مجموعتين متخصصتين من البكتيريا
حيث تتم الخطوة الأولى بأكسدة الأمونيا إلى نيتريت ويطلق على هذه الخطوة اسم Nitrosofication

$$2NH3 + 3O_2 \longrightarrow 2HNO_2 + 2H_2O + Energy$$

أما الخطوة الثانية فيتم فيها أكسدة النيتريت إلى نترات طبقاً للمعادلة التالية

$$2HNO_2 + O2 \longrightarrow 2HNO_3 + Energy$$

ويقوم بعملية التأزت أو النترتة مجموعة من أجناس البكتيريا تختلف فيما بينها إختلافاً واسعاً فى شكلها المورفولوجى فمنها العصوى والكروى والحلزونى ومنها غير المتحرك أو المتحرك بسوط واحد أو عدة أسواط ولكنها جميعاً تشترك فى كونها سالبة لجرام غير متجرثمة ذاتية التغذية هوائية وتحصل على طاقتها من أكسدة الأمونيا أو النيتريت .

وهذه الأجناس تنقسم إلى مجموعتين حسب طبيعة عملها

الأولى أفرادها تؤكسد الأمونيا إلى نيتريت وتضم خمسة أجناس هى :

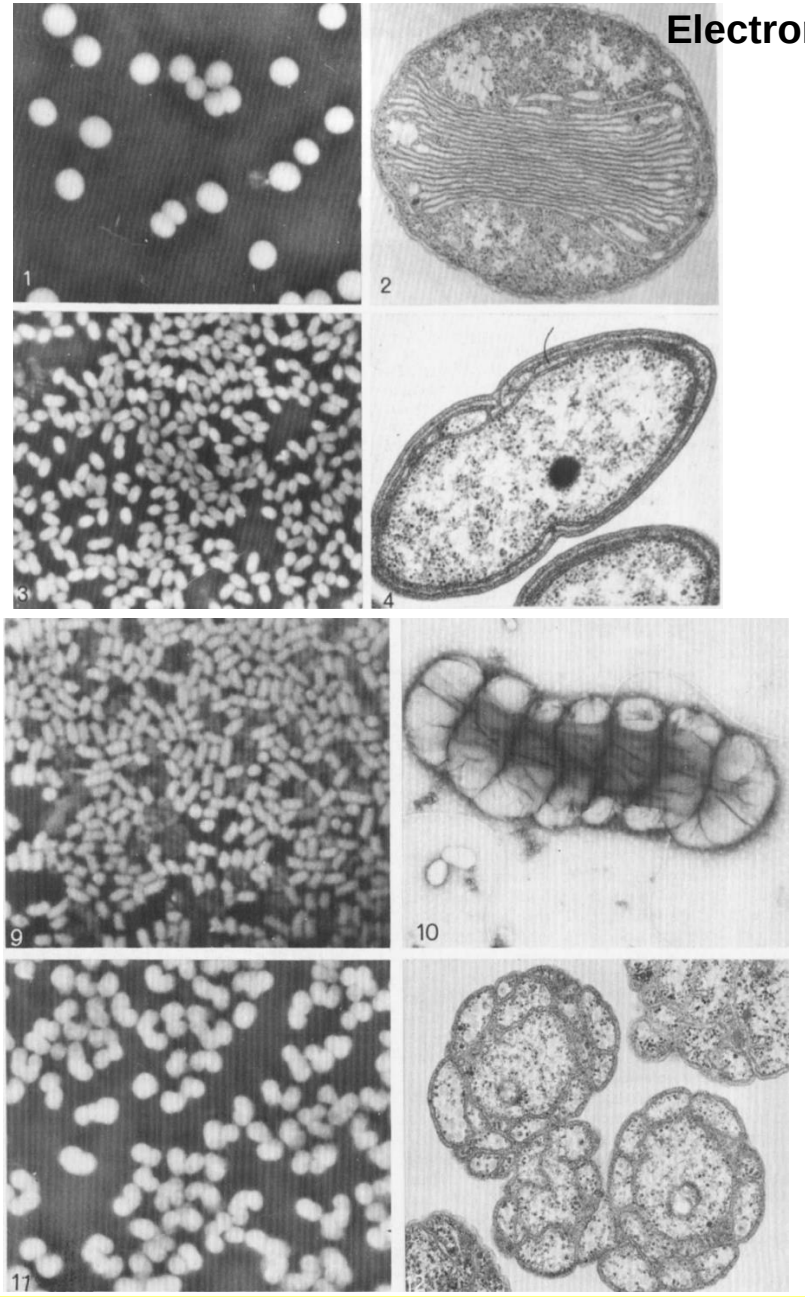
Nitrosomonas ; *Nitrosococcus* ; *Nitrosovibrio* ; *Nitrosolobus* ; *Nitrosospira*

أما المجموعة الثانية التى أفرادها تؤكسد النيتريت إلى نترات تضم ثلاثة أجناس هى :

Nitrobacter ; *Nitrococcus* ; *Ntrospira*

Phase-contrast microscope

Electron micrograph microscope



Nitrosococcus

Nitrosomonas

Nitrosospira

Nitrosolobus

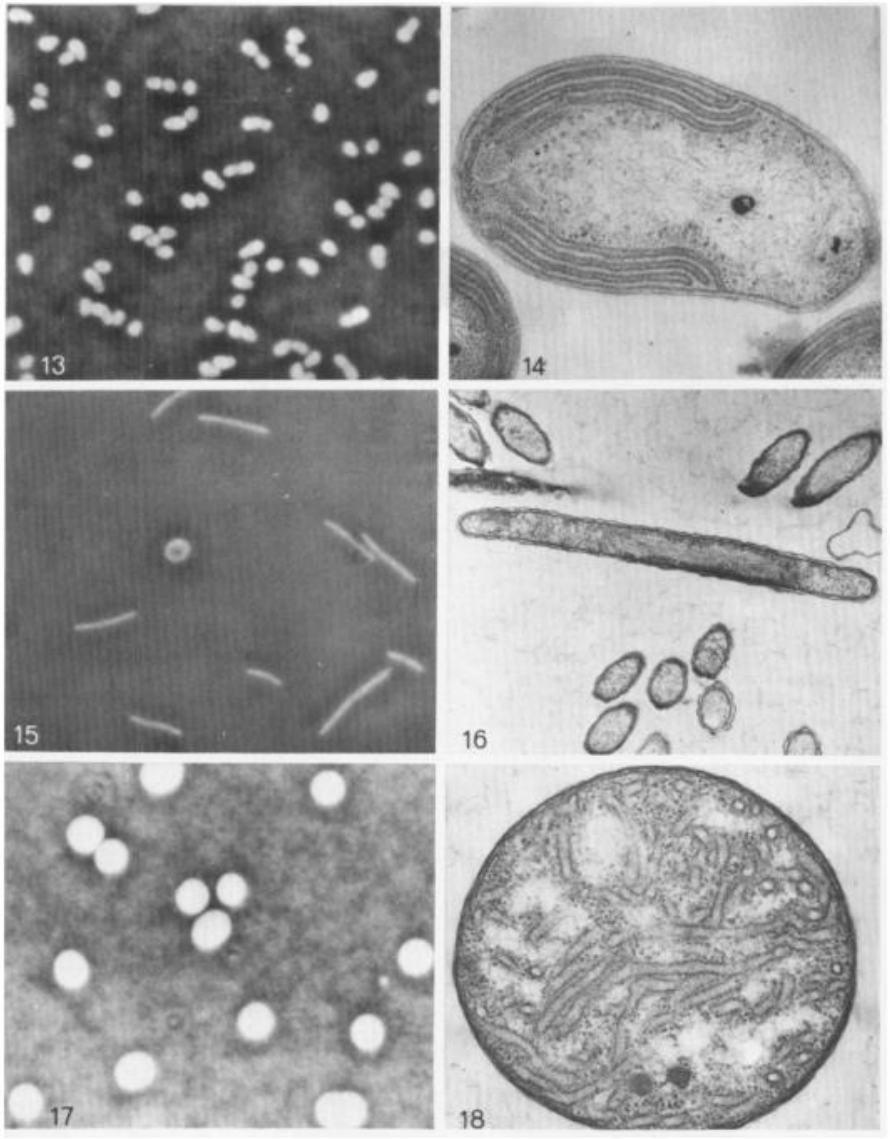
TABLE 1. *Descriptions of type and neotype strains of nitrifying bacteria*

Characters	Type strains				Neotype strains		
	Nitrosolobus multiformis ATCC 25196[a]	*Nitrosococcus oceanus* ATCC 19707	*Nitrococcus mobilis* ATCC 25380	*Nitrospina gracilis* ATCC 25379	*Nitrosospira briensis* ATCC 25961	*Nitrobacter winogradskyi* ATCC 25391	*Nitrosomonas europaea* ATCC 25978
Shape	Lobular	Spherical	Spherical	Slender rod	Spiral	Pearlike	Rod
Size (μm)	1.0 × 1.5	1.8 × 2.2	1.5 × 1.8	0.3-0.4 × 2.7-6.5	0.3-0.4 × 1.0-5.0	0.6-0.8 × 1.0-2.0	0.8-0.9 × 1.0-2.0
Method of reproduction	Binary fission	Binary fission	Binary fission	Binary fission	Binary fission	Budding	Binary fission
Nature of cytomembranes	Internal, compartmentalizing the cell	Internal, lamellar	Internal, tubular	Cytomembranes absent	Cytomembranes absent	Peripheral, lamellar	Peripheral, lamellar
Flagellation	Peritrichous	Peritrichous	Two subpolar	None observed	Peritrichous	Single subpolar	None observed
Gram reaction	–	–	–	–	–	–	–
Endospores	–	–	–	–	–	–	–
Oxidation of nitrite to nitrate	–	–	+	+	–	+	–
Oxidation of ammonia to nitrite	+	+	–	–	+	–	+
Obligately aerobic	+	+	+	+	+	+	+
Optimum temp (C)	25-30	25-30	25-30	25-30	25-30	25-30	25-30
Optimum *p*H	7.5-8.0	7.5-8.0	7.5-8.0	7.5-8.0	7.5-8.0	7.5-8.0	7.5-8.0
Moles %GC[b] in DNA	54.6	50.5	61.2	57.7	54.1	60.7	51.0

[a]ATCC, American Type Culture Collection, Rockville, Md.
[b]% GC, Per cent guanine plus cytosine.

Phase-contrast microscope

Electron micrograph microscope



Nitrobacter

Nitrospira

Nitrosococcus

ثالثاً : التحولات الميكروبية للعناصر
دورة النيتروجين Nitrogen cycle

إختزال النترات وإنطلاق الأزوت Nitrate reduction and denitrification

Nitrate reduction $NO^{-3} \longrightarrow NO^{-2}$ NH^{+4}

Denitrification $NO^{-3} \longrightarrow N_2$

وتقوم بهذه العملية مجموعة من البكتيريا غير المتخصصة حيث يستطيع الكثير منها تحت الظروف العادية تحليل وإحداث عملية النشدرة وغيرها من العمليات الحيوية فى التربة . وتحت الظروف اللاهوائية تقوم تلك المجموعات البكتيرية غير المتخصصة بعمليات إختزال النترات وهى بالتالى تعتبر ميكروبات إختيارية فى إحتياجاتها الهوائية . ولقد لوحظ أن خاصية إختزال النترات لم تشاهد بين أنواع الفطريات والأكتينوميسيتات

ثالثاً : التحولات الميكروبية للعناصر
دورة النيتروجين Nitrogen cycle

تثبيت النيتروجين Nitrogen fixation

1- البكتيريا التكافلية Symbiotic bacteria

وهى البكتيريا التى تقوم بتثبيت النيتروجين الجوى بالتعاون مع نباتات وتقع ضمن سبعة أنواع تكون تابعة لجنس *Rhizobium*. وهذا النوع من التكافل أو تبادل المنفعة يتم داخل تراكيب خاصة تسمى بالعقد الجذرية Root nodules تكونها هذه البكتيريا على جذور نباتات العائلة البقولية ولذلك تسمى هذه البكتيريا ببكتيريا العقد الجذرية Root nodules bacteria. وتسمى مجموعة النباتات البقولية التى يغزوها نوع واحد من البكتيريا العقدية باسم المجموعة تبادلية التلقيح Cross inoculation group .

فهناك مجموعة البسلة وتضم الفول العادى والعدس والنوع المكون للعقد البكتيرية على هذه المجموعة هو *Rhizobium leguminosarum*

وهناك مجموعة البرسيم الحجازى ويغزوها ميكروب *R. meliloti*

ومجموعة الفاصوليا ويغزوها ميكروب *R. phaseoli*

ومجموعة فول الصويا ويغزوها ميكروب *Bradyrhizobium japonicum*

ومجموعة الترمس ويغزوها ميكروب *R. lupine*

وأخيراً مجموعة اللوبيا ويغزوها ميكروب *Bradyrhizobium* sp.

ومن ناحية أخرى يوجد جنس يتبع الأكتينوميسيتات وهو جنس *Frankia* وجميع أفراده لها القدرة على تثبيت النيتروجين الجوى بطريقة تكافلية فى عقد ولكن على جذور نباتات غير بقولية كما فى أشجار الكازورينا.

كما يوجد أيضاً نوع من التكافل بين الطحالب الخضراء المزرقة السيانوبكتيريا Cyanobacteria وبعض النباتات معراة البذور كما فى السيكاس

ثالثاً : التحولات الميكروبية للعناصر
دورة النيتروجين Nitrogen cycle

تثبيت النيتروجين Nitrogen fixation

2- البكتيريا اللاتكافلية Non-symbiotic bactria

أ- بكتيريا غير ذاتية التغذية Heterotophic bacteria

1- البكتيريا الهوائية ويمثلها مجموعة الأجناس التابعة لعائلة Azotobacteriaceae وأهمها جنس *Azotobacter* ويتبعه النوع *A. chroococcum* وهو النوع الذى يكثر إنتشاره فى معظم الأراضى .

2- ومنها أيضاً البكتيريا ذات الإحتياجات القليلة من الأكسجين والتى يمثلها مجموعة الأجناس التابعة لعائلة Spirillaceae وأهمها جنس *Azospitillum* وهذا الجنس يثبت النيتروجين فى الحالة الحرة أو بالتعاون مع جذور بعض النباتات النجيلية حيث وجدت أفراده على سطوح الجذور أو فى الصفيحة الوسطى لخلايا الجذور ولذلك يطلق عليه تعبير مثبت للنيتروجين شبه تكافلى Semi-symbiotic N-fixer .

3- كما أن منها البكتيريا الإختيارية ويمثلها بعض أفراد من عائلة Enterobacteriaceae

4- وبعض البكتيريا غير الهوائية مثل بعض الأنواع التابعة للجنس *Clostridium* .

ثالثاً : التحولات الميكروبية للعناصر
دورة النيتروجين Nitrogen cycle

تثبيت النيتروجين Nitrogen fixation

2- البكتيريا اللاتكافلية Non-symbiotic bactria

ب- بكتيريا ذاتية التغذية Autotrophic bacteria

وتشمل البكتيريا ذاتية التغذية وهى Cyanobacteia أو الطحالب الخضراء المزرقة Blue geen algae مثل أجناس

Anabaena ; ***Nostoc*** ; ***Tolypothrix*** ; ***Galothrix*** ; ***Aulosira*** ; ***Anabaenopsis***

كذلك البكتيريا الممثلة للضوء ويمثلها أجناس

Rhodomicrobium ; ***Rhodopseudomonas*** ***Chromatium*** ; ***Rhodospirillum*** ; ***Chlorobium***

ثالثاً : التحولات الميكروبية للعناصر
دورة الفوسفور Phosphorous cycle

إذابة الفوسفات Solubilization of phosphates
معدنة الفوسفور العضوى Mineralization of organic phosphorous
التمثيل الميكروبى للفوسفور Microbial metabolism of phosphorous
تفاعلات الأكسدة والإختزال Oxidatiob reduction