علم الأحياء المجهرية Microbiology

تعريف ونظرة تاريخية :

يعرف علم الأحياء المجهرية على أنه دراسة لكائنات متناهية في الصغر لدرجة يتعذر معها رؤيتها بالعين المجردة وتتضمن هذه الكائنات البكتريا Bacteria والابتدائيات Protozoa والرواشح الطحالب algae والفطريات Fungi وبشكل عام يكون الكائن الذي قطره ١ مليمتر أو أقل من الكائنات المجهرية يدرس هذا العلم وجود هذه الكائنات وصفاتها وعلاقات بعضها ببعض وكذلك علاقاتها بالمجاميع الأخرى من الكائنات ويدرس أيضاً طرق السيطرة عليها و أهميتها على المستوى الذي يتعلق بصحة الإنسان وسعادته.

لم يعرف إلا القليل من طبيعة وأسباب الظواهر الطبيعية قبل بزوغ حضارة مابين النهرين وحضارة الشرق الأقصى وقد عدت هذه الظواهر أكبر من أن يفهمها الإنسان ومع هذا لم ينعدم تماماً وجود مفكرين ذكرهم التاريخ في كتاباته التي خطت بالمسمارية وبالهيروغليفية حيث تمكنت بعض العقول المفكرة من الكهان وبعض أعضاء الأسر الملكية من معرفة الخصائص الطبية والسمية لبعض الأملاح والنباتات وكذلك سموم الأفاعي والحشرات .

لقد استعمل السحر وكذلك الشعوذة والتعاويذ في أمور العلم والدين آلاف السنين بعد بدء الحضارة واستعمل التنجيم في علم الفلك وعلم الكيمياء القديمة في القرون الوسطى وعصر النهضة الأوربية وكان الدجل والشعوذة من الأشياء السائدة في العلاج الطبي لعامة الناس وللملوك أيضاً في ذلك الوقت وعلى الرغم من كل هذا وجد بعض الأشخاص المخلصين المالكين للخيال والقدرة على الإبداع والتحليل واختيار النظريات بصورة علمية والاستنتاج المنطقي والنظريات التصورية والتجارب المصممة من أجل ترسيخ حقيقة غير قابلة للجدل أو من أجل القضاء على فكرة خاطئة .

لم يتمكن العلماء قديماً من تبادل الأفكار والمعرفة مع بعضهم البعض بسبب صعوبة المواصلات والاتصالات وتغيرت هذه الحقيقة بعد تحسن وسائط النقل وازدياد عدد السكان وساعدت الحروب والتجارة على اختلاط الناس ببعضهم وبدأت المعلومات العلمية بالانتشار من

قطر إلى آخر وصار واضحاً أن هناك الكثير من الخفايا التي تنتظر جهوداً كبيرة من العلماء والباحثين .

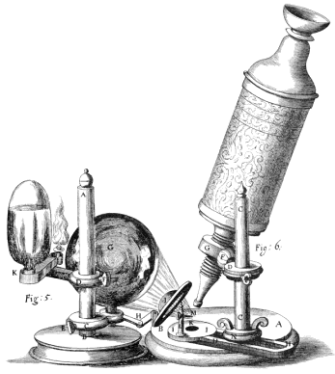
لقد قام العلماء المهتمين بخفايا الحياة وأسرارها عبر القرون بجمع حصيلة جيدة من لمعلومات الصحيحة عن الأشياء الحية التي يمكن رؤيتها بالعين المجردة بوساطة العدسات المكبرة (رغم قطر الأجسام لحد ١٠ مرات) في ٣٥٠ ق.م قام أرسطو وطلبته بوضع تصنيف (رغم أنه محدوداً وغير صحيح غالباً) لمئات النباتات والحيوانات وثم بدأت المعلومات المتجمعة عن الكائنات الحية تنتظم بصورة بطيئة في نظام مرتب وأصبح ما يتعلق بدراسة الحياة يسمى علم الأحياء Biology ، اقتصر هذا العلم في البداية على وصف الشكل الخارجي واللون والحركة أن وجدت وكذلك العادات وغيرها من التفاصيل التي ترى بالعين بضمنها التشريح وأصبحت هذه الأوصاف هي الأساس في أنظمة التصنيف الذي كان الشغل الشاغل لكثير من علماء النبات والحيوان الأوائل . وكانت الكيمياء والفيزياء حقولاً منفصلة تماماً عن علوم الحياة حتى القرنين الثامن عشر والتاسع عشر وقد عدت الحياة والمادة الحية منفصلة عن التحليل الكيميائي والفيزيائي .

لم يظهر علم الأحياء المجهرية إلى الوجود قبل الجزء الأخير من القرن التاسع عشر وقد اكتشف عالم الأحياء المجهرية قبل ثلاثمائة عام فقط على الرغم من أن الإنسان الأول قد تعامل مع هذه الكائنات دون أن يراها فقد استعمل الأجسام الثمرية لبعض الفطريات مواداً غذائية . وتعامل مع الأمراض وحاول القضاء على مسبباتها باستعماله الأعشاب المختلفة كذلك اعتاد الناس في ذلك الحين على إنتاج الخمور وشربها دون أن يعرفوا دور الأحياء المجهرية في عملية تخمرها . واستعملوا طرق التمليح والتجفيف وكذلك التجميد في المحافظة على الأغذية من التلف دون معرفة مسببات هذا التلف.

بداية نشوء المجهر Beginning of Micrcoscopy

لا تتمكن العين البشرية المجردة من رؤية الأشياء التي يكون قطرها أقل من ١٠٠مايكروميتر وهي لا تتمكن من تمييز الأشياء بصورة منفصلة إذا كانت المسافة الفاصلة بينها أقل من ١٠٠ مايكروميتر أيضاً.ويعود تحديد هذه القدرة إلى الطول النسبي للموجات الضوئية المرئية والخشونة النسبية الموجودة في تركيب نهايات العصب البصري في الشبكية كذلك طبيعة عدسات العين والقرنية . استعملت قديماً العدسات اليدوية بقوة تكبير مقدارها ٢-١٠ مرات وهي شائعة الاستعمال حالياً وكانت تعد مجاهر على المستوى التقني لأنها كانت تحول الأجسام غير المرئية بوساطة العين المجردة إلى أجسام مرئية إلا أن اختراع المجهر المركب تم على يد صانع النظارات الهولندي زكريا يانسون Zaccharias Janssch الذي وجد في عام ١٥٩٠ أن إضافة عدسات أخرى يسبب تكبير الصورة الناشئة من عدسة اليد واستطاع بذلك أن يكبر الصورة من ٥٠_١٠٠ مرة . وهذا هو المبدأ الأساس الذي تقوم عليه صناعة المجاهر المركبة المستعملة حالياً. في عام ١٦١٠ قام غاليلو Galileo باختراع مجهر محسن إلا أن قابليته على التمييز محدودة موازنة بالمجاهر التي صنعت فيما بعد .

قام روبرت هوك (١٦٣٥_١٧٠٣) في السنة ١٦٦٠ بصنع واستعمال مجهر مكبر قام بوصف الأشياء التي اكتشفها في منشورات Micrographia بناء على طلب من الجمعية الملكية في لندن وأن التكبير الذي حصل عليه هوك كان ٢٠٠مرة وهو كاف لتوضيح البكتريا إلا أنه لم يسجل ملاحظات عن هذه الكائنات وقد يكون سبب هذا هو دراسته للأجسام المعتمة في حالة جافة اعتماداً على الضوء المنعكس وهي طريقة غير مثالية لفحص الكائنات المجهرية رغم ذلك فأن صورة العفن وبقية الأجسام التي شاهدها كانت صحيحة ومفيدة الشكل (١) .

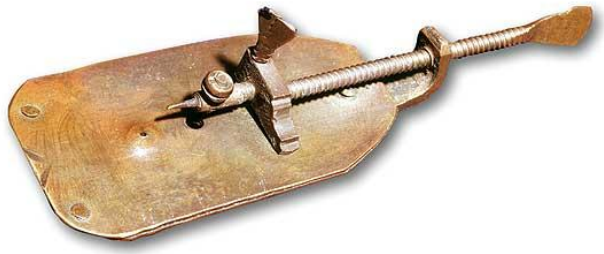


الشكل (١) مجهر هوك oks ، القرن جهر المستعمل حالياً .

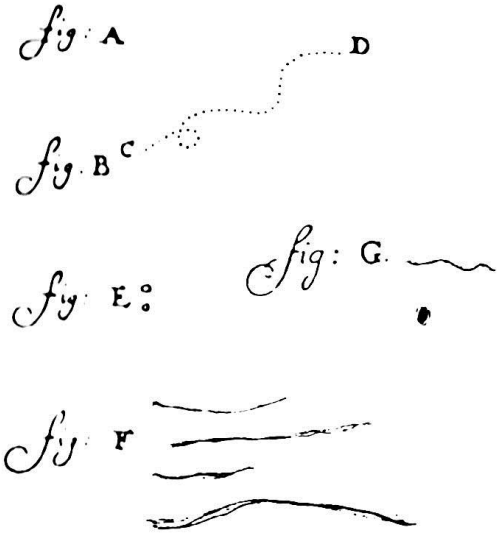
إن أول شخص تم على يديه اكتشاف عالم الأحياء المجهرية هو أنطون فان ليفهنوك Anton van leevwenhoek عام ١٦٧٤ وهو تاجر أقمشة هولندي من مدينة ديلف Delft لم يتدرب هذا الشخص كعالم ولكنه عمل على تثقيف نفسه عن طريق مهارته الذاتية في الصناعة المعدنية الدقيقة حيث قام بصنع عدسات بسيطة وكفوءة في نفس الوقت حيث يصل تكبيرها إلى ٣٠٠ مرة وهو تكبير كاف لتوضيح البكتريا والإبتدائيات وغيرها من الكائنات المجهرية وقام بوساطة هذه العدسات بفحص العديد من المواد كاللعاب والدم الدائر في الأوعية الشعرية الدموية وكذلك السائل المنوي والبول وروث البقر والفضلات الموجودة بين أسنانه وغيرها . وقد شاهد أشياء أكثرها من الإبتدائيات والبكتريا ولكنه أطلق عليها جميعها اسم حيوانات مجهرية animalcules وقد كان هذا الاكتشاف مشابها لاكتشاف كولومبس للعالم الجديد أو لهبوط الإنسان على القمر ولم تمثل الأدوات التي استعملها ليفنهوك مجهراً حقيقياً إذ أنها كانت عدسات مكبرة بسيطة ويتحرك النموذج بوساطة لوب Screw كتب ليفنهوك تقارير مفصلة عن جميع الأشياء الدقيقة التي شاهدها وأرسلت هذه التقارير إلى الجمعية الملكية في لندن ابتداء من عام ١٦٧٤ وكانت أشكال البكتريا من جملة الرسوم التي قام بتخطيطها لقد فحص ليفنهوك جميع المواد وهي عالقة في سوائل وهذا على نقيض ما قام به هوك.

الشكل (٢) : أنواع مختلفة من الأعفان الزرقاء النامية على قطعة جلد رسمها روبرت هوك

لم يعرف القدماء شيئاً عن الكائنات الدقيقة أو التطور أو عن نشوء الأحياء من أصل حي فكان الاعتقاد السائد آنذاك هو أن الكائنات الحية تنشأ من أصل غير حي وهذا ما يعرف بالنشوء الذاتي abiogenesis أو Spontaneous generation وحسب هذا الاعتقاد تنشأ الضفادع والفئران والنحل وغيرها من الحيوانات من الطين والجثث المتفسخة وماء المطر أو الضباب ووضع الشخص فان هيلمونت Van Helmont هذا الاعتقاد سائداً سنين طوالا ولقد حاول المشتغلون في ذلك الوقت الوصول إلى حقيقة أصل الكائنات الحية ومنهم فرانسيسكو ريدي francaesco Redi (١٦٢٦-١٦٧٩) وهو طبيب في اريزو Arezzo عمل عدة تجارب استنتج من خلالها أن برقات الذباب تتكون على اللحم عندما يكون معرضاً للهواء أي غير مغطى وبهذا دحض نظرية النشوء الذاتي.



الشكل (٣) : المجهر الذي صنعه ليفنهوك واستعمل في القرن السابع عشر



الشكل (٤) :رسوم فن ليفنهوك لأشكال البكتريا من فم الإنسان وتظهر العصيات والمكورات والحلزونيات بوضوح .

Louis Joblot (١٦٤٥-١٧٢٣) :

كان الاعتقاد السائد لدى الكثيرين بعد اكتشاف ليفنهوك للكائنات المجهرية أن المواد النباتية والحيوانية تحتوي على قوة حية قادرة على تحويل هذه المواد إلى أشكال مختلفة من الحياة وكانت الفكرة السائدة أن الأغنام والإوز تنتج من نوع معين من الأشجار . في عام ١٧١٠ لاحظ جويلوت أن منقوع الشعير يعطي أعداداً هائلة من الكائنات الحية animalculcs أو infusoria (بكتريا وابتدائيات) . قام هذا الشخص بوضع قسم من هذا المنقوع في وعاء محكم الغلق بعد تسخينه ووضع القسم الآخر في وعاء مفتوح فلاحظ ازدحام الوعاء الثاني بأعداد هائلة من الكائنات الحية بعد بضعة أيام في حيت لم يتكون في الوعاء الأول وبهذا استنتج أن منقوع الشعير وحدة لا يكفي لتكوين الكائنات المجهرية ذاتياً.

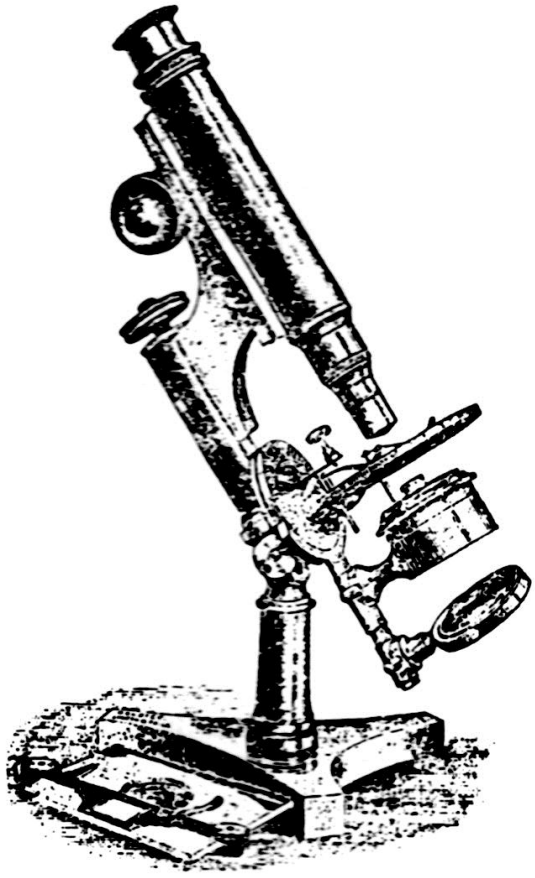
جون نيدهام Johm Needham (١٧١٣-١٧١٨) :

عالم انكليزي قام بإعادة تجربة جلويلون وحصل على نتائج مغايرة اذ تكونت كائنات حية في الوعائين وبذلك اعتقد بنظرية النشوء الذاتي وكان حصوله على هذه النتائج عائدا الى عدم التسخين الكافي ووجود أبواغ البكتريا Enodospores وهي شديدة المقاومة للحرارة ولم يكن يعرف عنها شيء حتى مجيء كوهن وتندال Cohn ,Tyndall وغيرهم بعد عام ١٨٧٦.

لازارو سبالانزانيLazzaro Spallanzani (١٧٢٩-١٧٩٩) :

ايطالي كتب نتائج سلسة كاملة من تجارب مماثلة واختلف مع نيدهام وأوضح أن الكائنات المجهرية لن تتكون في مناقيع الشعير أو في مادة عضوية كالبول أو مرق اللحم إذا كان التسخين كافياً والوعاء محكم الإغلاق بحيث لا يدخله التراب أو الهواء وكان رد نيدهام أن التسخين قد قتل القوة الذاتية التي تسبب النشوء الذاتي وقد أجاب سبالتران عن هذا بقوله أن الكائنات المجهرية سوف تنمو في مناقيع الشعير المسخنة الموجودة في الأوعية المغلقة إذ ما عرضت هذه للهواء

اكتشف لافوزيه Lavoisior الأوكسجين في عام ١٧٧٥ وعرف العلاقة بين الهواء والحياة وبهذا أعاد الجدل حول نظرية النشوء الذاتي وكان الاعتراض على نتائج سبالانزاني وعدم وجود الهواء (الأوكسجين) في الدوارق هو الذي منع تكون الأحياء .



الشكل (٥): المجهر المركب سنة ١٨٨٣ م

أجريت تجارب جديدة بعد مرور نصف قرن اذ مرر هواءاً غير مسخن على محاليل حامض الكبريتيك أو الهيدروكسيد الصوديوم ثم ادخل الى دوارق حاوية على مناقيع لحم أو شعير جرى تسخينها مسبقاً (تجارب شلز Schulze ١٨٣٦) وأعيدت نفس التجارب بعد تحرير الهواء من أنابيب ذات تسخين عال (تجارب Schwann ١٨٣٧) واعتمت فكرة هذين العالمين على أن الهواء غير المعامل هو الذي يسبب تكون الأحياء في مناقيع المواد العضوية وأن هذه

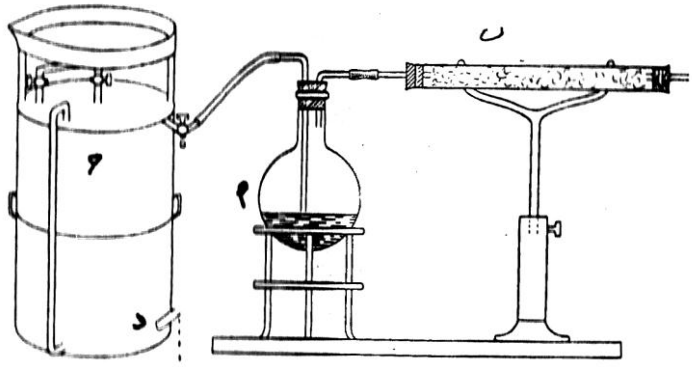
المعاملة سوف تؤدي الى القضاء على الكائنات الموجودة في الهواء وهذا ما حدث فعلاً إلا أن بعضهم فسر هذه النتائج بقوله أن سبب هذا عائد إلى فقدان الهواء لقدرته على إعطاء الحياة ذاتياً

شرويد وفون دش Shroeder and Von Dusch

قام هذان العالمان بإعادة تجارب شلز وشوان إلى أن الهواء لم يسخن أو يمرر على محاليل حامضة أو قاعدية وإنما رشح خلال صوف قطني وقد منعت هذه الطريقة تكون الحيوانات في المرق المسخن أو مناقيع المسخنة وتبين من هذه النتيجة أن في الهواء دقائق غبار تحتوي كائنات مجهرية تقتل عند تعرضها للحرارة أو للحرارة أو محاليل الحوامض والقواعد وأن الصوف القطني المستعمل في الترشيح عمل على منع دخول هذه الدقائق وكانت هذه التجارب الأساس في استعمال السداد القطني لأغراض علم البكتريا وعلى الرغم من كل هذا أعاد الجدل فيما يتعلق بأصل الكائنات حيث اعتقد أن النشوء الذاتي يتم تحت الظروف الطبيعية

لويس باستور Louis Pasteur (١٨٢٢-١٨٩٥)

من أشهر العلماء الفرنسيين ولد في مدينة دول Dole من أب دباغ متوسط الثراء كان باستور شديد الإعجاب به وكان في حداثته طالباً متميزاً خصوصاً في موضوع الكيمياء وقد كان لاكتشافه أشكالاً ذات تغاير مجسم Stereoisomeric في بلورات التارتارات أثر في الكيمياء الفيزيائية وقد أحرز باستور نجاحاً في الرسم أيضاً دحض باستور بشدة نظرية النشوء الذاتي وقام بإعادة التجارب السابقة وأوضح باستعمال المرشحات القطنية أن الكائنات المجهرية التي تسبح في الهواء وهي ملتصقة بذرات الغبار ثم أوضح أن إزالة الغبار ميكانيكياً من المرق أو البول تسبب عدم حدوث التعفن وقان بتصميم وصنع دوارق برقبة معقوفة غالى الأسفل Swan necked flasks حيث يمسك الغبار بتأثير الجاذبية ولا يدخل مع الهواء إلى الدوارق وبهذا تبقى المادة العضوية دون تفسخ وقد احتفظ ببعض هذه الدوارق في مؤسسة باستور في باريس .



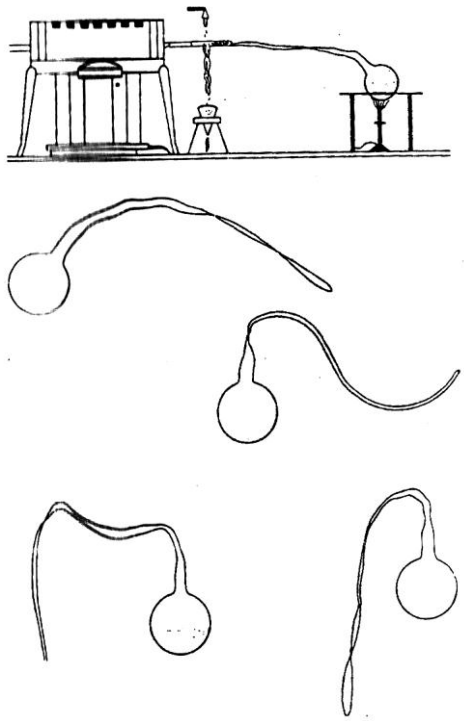
الشكل (٦) :الجهاز الذي استخدمه Van Dusch Schroedey في تجاربهما

أ. دورق يحتوي وسط مغذي سائل

ب. أنبوب مسحن في درجة ١٠٠ مْ يحتوي على القطن

ج . دورق فيه ماء د . فتحة خروج الهواء

الشكل (٧) : لويس باستور في مختبره



الشكل (٨) : الدوراق معقوفة الرقبة التي استعملها باستير

ً اهتم باستور لأسباب وطنية بظاهرة التخمر التي كان يعتقد أنها عملية كيميائية حيث أصحبت الخمور الفرنسية أقل جودة من الخمور الألمانية وقد قام باستور بعمل دراسة مكثفة عن صناعة البيرة لمعرفة أسباب التلف وسجل استنتاجات في أكاديمية العلوم Academic de sciences وقد ذكر أن تلف الخمور يتسبب عن نمو البكتريا والخميرة والأعفان ويقوم حل المشكلة على أساس منع نمو هذه الكائنات وقام باستور بوضع ثلاثة أسس رئيسية وهي :

١- كل تغيير ينتج في البيرة أو الخمر يعتمد على تكون الكائنات المجهرية التي تسبب تلف هذه الخمور

٢- تدخل هذه الكائنات من الهواء أو من المواد والأدوات المستعملة في الصناعة

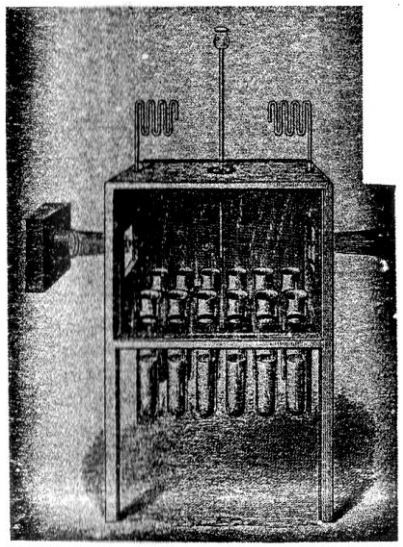
٣- عندما لا تحتوي الخمور على هذه الكائنات المجهرية فإنها تبقى دون تغير

نتيجة لهذه الملاحظات كتب باستور عن الأمراض المتسببة عن الكائنات المجهرية يكون من المستحيل ألا نفكر بحدوث تغايرات مماثلة في الحيوان والإنسان ومن هذا المنطلق صارت

هناك قناعة كاملة أن كل مرض يصيب الإنسان أو الحيوان يتسبب عن الإصابة بنوع معين من الكائنات المجهرية .

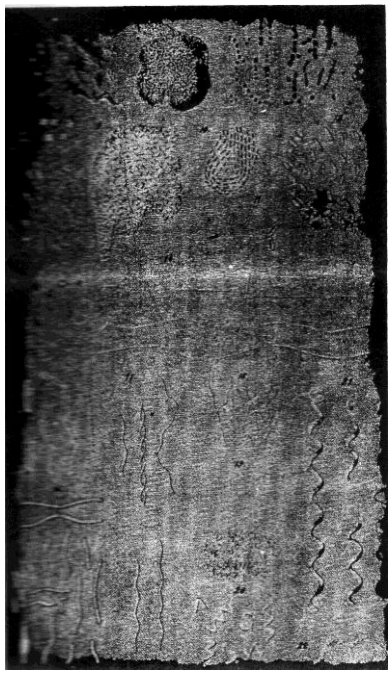
عرف باستور من تجاربه أن الخميرة Yeast هي سبب إنتاج الكحول وأن البكتريا العضوية المنتجة لحامض اللاكتيك هي المسببة لتلف الخمور وقد عرف أيضاً دور الكائنات المجهرية في حدوث تلف الأطعمة والحليب وعرف أن استعمال الحرارة يؤدي إلى هلاك هذه الكائنات اكتشف باستور بعد إجرائه سلسلة من التجارب أن تسخين الخمور لدرجة حرارية تقع بين ٥٠-٦٠ مْ يقتل البكتريا المجهرية الموجودة ويمنع بذلك تلف هذه المنتجات وتسمى هذه العملية بالبسترة Pasteurization التي أدخلت عام ١٨٦٧ . وقد بدأ باستعمال بسترة الحليب على مستوى تجاري منذ عام ١٨٨٠ . تتم العملية الآن باستعمال درجة حرارة مقدارها ٦٣ مْ مدة نصف ساعة أو ٧٢ مْ مدة ١٥ ثانية

برزت صعوبة في عملية التعقيم باستعمال الحرارة وذلك بسبب وجود البكتريا المكونة للأبواغ endospore forming bascteria وقد قام طبيب انكليزي هوجون تندال John Tyndall(١٨٢٠-١٨٩٣) الذي كان يدرس الدقائق العالقة في الهواء والتي ترى في شعاع آت من فتحة في غرفة مظلمة وكان متحمساً لتجارب باستور ومن أجل هذا قام بعمل خزانة للزرع Culture chamber وأوضح من خلال استعمالها أن الهواء المسخن الخالي من الدقائق يسبب تكون كائنات مجهرية إذا ما ادخل في مواد مغذية موضوعة في أنابيب معقمة ومسخنة بوساطة تغطيسها في محلول مغلي بدرجة أكثر من ١٠٠ مْ وتمكن بعد دراسات عديدة من تفسير التغاير الذي حدث في نتائج المشتغلين على أساس أن البكتريا تظهر في طورين في الأول غير مقومة للحرارة thermolabile وهو الطور الخضري Vegetative وتكون الطور الثاني مقاومة للحرارة thermolabile وهو ما يسمى الآن بالبوغ وقد لاحظ هذا العالم أن إعطاء الوقت الكافي للطور المقاوم للحرارة ليتحول إلى الطور الخضري يسهل القضاء على البكتيريا المنتجة للأبواغ وهذا عملية التندلة tyndallization التي تستخدم حالياً لتعقيم المحاليل التي تتأثر بالحرارة العالية كبعض محاليل السكر .



الشكل (٩): الخزانة التي استعملها تندال في تجاربه على النشوء الذاتي

وصفت ظاهرة تكون الأبواغ في البكتيريا Bacillus subtilis وكذلك مقاومتها للتعقيم بوساطة الحرارة من عالم النبات الالماني فيرديناند كوهن Ferdinand cohn عام ١٨٧٧ وكذلك الطبيب الألماني روبرت كوخ koch بصورة مستقلة في السنة نفسها .



الشكل (١٠): أولى الرسوم لبعض الأشكال التوضيحية للبكتريا خصوصاً العصيات المكونة للسبورات روبرت كوخ Robert koch

ساعدت دراساته على تقدم على الأحياء المجهرية الطبية . اشتغل هذا العالم منفرداً وبأدوات ومواد بدائية وقد كان ذو اطلاع على أمراض الإنسان بسبب كونه طبيباً وقد أمضى المدة من عام ١٨٧٣ إلى عام ١٨٧٦ في عمل تجارب بين من خلالها أن أبواغ البكتيريا المسببة لمرض الجمرة المعزولة من مزرعة نقية تسبب إصابة الحيوانات

أوضح كوخ للمرة الأولى أن الجراثيم النامية خارج الجسم يمكن أن تسبب المرض وان كائنات مجهرية معينة تكون مسؤولة عن إحداث أمراض معينة وقد عمل على معرفة أسباب مرض السل والكوليرا .

وضح كوخ أربعة أسس تبين العلاقة بين كائن مجهري معين ومرض معين . وسمى هذا بفرضيات كوخ الأربعة Koch,s our Postulates وهي :

١- يجب وجود الكائن في جميع الحيوانات المريضة ولا يكون موجوداً في الحيوانات الصحية .
٢- يجب أن ينمى الكائن في مزرعة نقية خارج جسم الحيوان .
٣- يجب أن تظهر أعراض المرض عند تلقيح جزء من هذه المزرعة في جسم حيوان صحي .
٤- يجب أن يعاد عزل الكائن من الحيوان المصاب تجريبياً ويجب أن يكون مشابهاً للكائن الموجود في العزلة الأصلية .

طبقت هذه الفرضيات على أمراض النباتات أيضاً وهي الأساس الذي يعتمد عليه في الوقت الحاضر لمعرفة مسببات الأمراض فالبحث مثلاً عن مسبب مرض Legionnaire عام ١٩٧٦ خضع لفرضيات كوخ الموضوعية عام ١٨٩٠حيث شخص العامل المسببللمرض بعد محاولات عديدية وعزلت البكتريا Legionella pneeumophilaمن المرضى المصابين وونميت البكتريا وزرقت في الحيوانات تجريبية أظهرت أعراض المرض ثم أعيد عزل البكتيريا من الحيوانات .

تحتاج بعض الحالات الى عمل تحويرات في فرضيات كوخ وذلك في الحالات الآتية :

١-عندما يكون العامل المسبب من نوع المنتهز apportunistic pathogen الذي يكون موجوداً طبيعياً في الحيوانات الصحية

٢- عندما يتسبب المرض عن مجموعة من الكائنات المتعاونة

٣- عندما يملك الحيوان التجريبي مناعة ضد مرض معين

٤- عندما لا يمكن تنمية العامل المسبب بزرعه خارج خلايا المضيف

تستعمل حالياً العديد من الطرق الماكروبولوجية الأساسية التي وضعها كوخ ولكن بتحويرات بسيطة مثل الطرق المستعملة في عزل وادامة الشوارع النقية في أوساط زرعية صلبة معروفة التركيب الكيميائي وكانت الكائنات المجهرية قبل هذا تنمى في المرق السائل liquid broth وقد ساعد استعمال الأوساط الصلبة في تشخيص الكائنات المجهرية الممرضة .

التطورات في علوم الأحياء المجهرية ومجاميعها التصنفية :

علم المناعة Immunology

استعمل التمنيع Immunology من أجل منع حدوث الأمراض . كان هذا معروفاً لدى أجدادنا العرب وكذلك في الشرق الأقصى ولمدة قرون قبل أن يدخل للمرة الأولى في انكلترا على يد سيدة تدعى ماري مونتاكو Mary Montagn وكانت متزوجة السفير البريطاني في تركيا اذ كانت السيدة تحاول أن تزيد من استعمال المناعة ضد الأمراض رغم أنها لم تكن تملك تفسيراً كما يتعلق بهذا الموضوع وبالرغم من محاولاتها لم يقبل التمنيع من العلماء والأطباء واسطة لمنع الأمراض ثم أحيل تقرير ادوارد جينز Edward Jenner الى الجمعية الملكية في لندن بعد مرور ثمانين سنة (عام ١٧٩٨) الذي بين فيه أهمية التلقيح البقر Cowpoxلمنع الإصابة بمرض الجدري Small pox وبهذا الأساس المناعي في منع الإصابة بالمرض الشكل (١١) .

كان جينز طبيباً انكليزياً يتصف بالتأني ودقة الملاحظة وقد أدى اكتشافه لعملية التلقيح Vaccination ضد مرض الجدري إلى اختفاء هذا المرض من على وجه الأرض

وفي عام ١٨٨٠ لوحظ أن بعض الأمراض تقتصر إصابتها على كائن معين فالجذام والسيلان مثلاً لا يصيبان إلا الإنسان لذلك فأن الأشخاص الناجين من بعض الأمراض كالحصبة والجدري والطاعون لا يتعرضون للإصابة مرة أخرى أي تحصل لديهم مناعة ضد المرض بعد

أن كتب باستور في تقرير عام ١٨٨٠ أن الأحياء المجهرية المضعفة attenuated قد نستعمل لقاحاً كفاءاً وأعطى مرض الكوليرا الدجاج مثلاً لذلك وقد اعتمد إنتاج هذا اللقاح على إطالة الفترة الزمنية بين نقلات المزارع في الأوساط الغذائية وثم اكتشاف ذلك بطريق الصدفة حيث ارتكب جارلس كامبيد لان خطأ غير مقصود باستعماله مزرعة قديمة إثناء قيامه بإحدى التجارب مع باستور

بعد هذا وجه باستور اهتمامه لمرض الجمرة Anthrax وقد أثار هذا حساسية كوخ رغم هذا أجرى باستور تجربته علناً حيث أعطى لقاح هذا المرض لأربعة وعشرين خروفاً وست أبقار وماعز واحدة وكانت جميعها في صحة تامة في حين هلكت جميع الحيوانات التي لم تستلم لقاح مرض الجمرة وما عدا هذا نجح باستور في تحضير لقاح ضد داء الكلب rabies فيروسات المرض عن طريق تجفيف الحبل الشوكي للأرانب المصابة وتعريضه في نفس الوقت للأوكسجين .

الشكل (١١): ادوارد جينز يستعمل اللقاح المحضر من جدري البقر للحصول على مناعة ضد مرض الجدري في عام ١٨٠٠ .

أوضح سالمون وسميث Salmon and smith أنه ليس من الضرورة استعمال الميكروبات الحية المضعفة لقاحاً ضد الأمراض لغرض الحصول على مناعة مكتسبة وإنما بالإمكان قتل الميكروبات من أجل هذا الغرض وقد نجح هذان الباحثان بالفعل تحضير لقاح للسيطرة على الكوليرا الخنازير فكان هذا تقدماً مهماً في مجال تحضير اللقاحات .

الشكل (١٢): تلقيح طفل ضد داء الطلب يجري بتوجيهات لويس باستور

بين تحضير اللقاحات أن الاستجابة المناعية يمنع المرض ولكن آلية هذه الاستجابة كانت غير مفهومة بين العالم الروسي ايلي ميجيفكوف مكمتان Elimetchikoff عام ١٨٨٤ أن خلايا الدم البيضاء البلعمية phagocytosis واستطاع من خلال ملاحظاته المجهرية على إصابات يرقة نجم البحر star fish وإصابات براغيث الماء Water fleas Daphnia أن دور الخلايا الموجود في الدم في تحطم الكائنات المجهرية المسببة للمرض وأن يضع أساس المناعة الخلوية . اكتشف روكس يورسين Yersin Rouxعام ١٨٨٨ وجود سم الخناق في راشح مزرعة البكتريا المسببة للمرض .

اكتشف فون بيهرنك Van Behringوجود سم الكزاز وكيناساتو Kinasato كذلك نشر بيهرنك نتائجه عن وجود سم بكتريا مرض الخناق أيضاً واستطاع مضاد السم Antitoxin ووضعت هذه الاكتشافات الأساس لعلم المصول serology وفتحت أبواب التمنيع ضد الأمراض وهو التمنيع الفاعل active immunization باستعمال سموم فاقدة لسميتها

toxoid وكذلك استعمال المصول serum therapy أو التمنيع المنفعل passive immunization وقد فتح هذا المجال للعمل في النصف الثاني من القرن على العديد من الأمراض كالسعال الديكي والتهاب الكبد الوبائي وشلل الأطفال والحمى الصفراء والحصبة والحصبة الألمانية والطاعون وغيرها .

بين كوخ في عام ١٨٩٠ انه وجد طريقة للحصول على المقاومة ضد مرض سب tuberculosis باستعمال لقاح السلين tuberculine ولكن حصيلة النتائج على ألفين حالة بشرية أثبتت عدم فعالية اللقاح في ذلك الوقت أما لقاح السلين المستعمل حالياً فقد أثبت كفاءته بصورة جيدة .

ساعد عمل كوخ مع اكتشاف ميتجينكوف على فهم أسس الاستجابة المناعية الخلطية humoral التي تشمل الأجسام المضادة والاستجابة المناعية الخلوية التي تشمل الخلايا الدفاعية الموجودة في الجسم . وتمثل هذه الخطوط الدفاعية الرئيسة للحيوانات ضد العوامل المسببة الأمراض .

حصل تقد آخر في مجال علم المناعة عام ١٨٩٥ عندما اكتشف بورديت Jules Bordet الكتمم Complement القادر على تحطيم البكتريا المغطاة بالأجسام المضادة opsonized bacteria أيضاً أوضح نوتال Nuttal الإنكليزي وجود قابلية قتل البكتيريا bactericiclal power في المصل الطبيعي ثم قام بورديت بتوضيح أسباب حدوث هذه الظاهرة استعمل علم المناعة في تشخيص الأمراض عام ١٩٠٦، من واسرمان August van wassermanالذي شخص السفلس وكذلك جورج وكلادنس ديك George and Gladys Dickفي عام ١٩٢٤ في تشخيص الحمى القرمزية وتشخيص الحمى الصفراء من قبل فروبشير وديفنير Frobisher and Davis وأوضح لاندستان Karl Landstein وجود زمر الدم الأربعة A,B,AB,O وساعدت تجاربه وتجارب الكسندر ويتر Alexander weinerعلى اكتشاف مستضد Rhعام ١٩٤٠ وجد إليك اسحاق Alick Issacعام ١٩٦٠ أن الخلايا المصابة بالفيروسات قادرة على إنتاج مادة تسمى الانترفيرون التي يعول عليها في علاج الأمراض الفيروسية والأمراض الخبيثة .

وفي عام ١٩٥٩ أوضح بورنيت Burnet نظرية انتخاب النسيلة clonal selection theory وقام كوهلر وميلستين Kohler and – Milstein عام ١٩٧٥ بدمج خلية سرطانية مأخوذة من جلد فأر مع خلية دموية بيضاء منتجة للأجسام المضادة وحيدة النسلية Monoclonal antibodies وهي (اضداد لها تركيب موحد ونوعية معلومة ومحددة ويمكن تصنيعها بصورة مستمرة ضد أي مستضد يتعرف عليها الجهاز المناعي لجسم الحيوان) وفي عام ١٩٨٠ تمكن اوسلون وكايلان Osslon and Kaplan من دمج خلية بشرية سرطانية مع خلايا طحال وبذلك أمكن إنتاج أجسام مضادة بشرية وحيدة النسلية human monoclonal antibodies التي يمكن أن تستعمل في علاج بعض الأمراض .

علم الرواشح :

تعني كلمة الفيروس Virus السم أو الإفراز بالرومانية ، عرفت الرواشح مسببات للأمراض للمرة الأولى عام ١٨٩٢ على يد عالم النبات الروسي ديمتري ايفانوكسي Dmitrii Ivanowski بعد عدة تجاب على مرض الموازيك الذي يصيب أوراق التبغ tobacco mosaic ثم أعاد بيجرنك Beijerink الهولندي تجارب ايفانوفسكي وأوضح بشكل قاطع وجود مسببات غير بكتيرية للمرض اسماها contgium vivum fluidum وعزل لوفليروبول فروش Loeffler- and paul Frosch أول راشح حيواني عم ١٨٩٨ حيث عرف هذان العالمان أن مرض الحمى القلاعية foot and mouth disease يتسبب عن وجود عامل يمر خلال المرشحات البكتيرية (اكتشف هذه المرشحات عام ١٨٨٤ عام جارلس كلمبرلاند charles chamberland كذلك تتسبب أمراض الجدري وجدري البقر والحصبة عن عوامل مشابهة وفتح هذا الاكتشاف المجال لدراسة الرواشح الحيوانية .

أوضح بيتون روس peyyon rousعام ١٩١١ أن راشحاً خالياً من الخلايا يتسبب في إحداث أورام خبيثة في الحيوانات وقد وضع هذا العمل وأعمال بيجيرينك الأساس لعلم رواشح الأورام tumor virology وضع والترريد تقرير في عام ١٩٠٢ بين فيه أن الإصابة بمرض الحمى الصفراء يتسبب من الرواشح وإن هذه تنقل من حيوان لآخر عن طريق البعوض . اكتشف عاثيات البكتيريا Bacteriophages وهي الرواشح التي تصيب البكتيريا من قبل فريديك

تورت Friedrick Twort وهيريل Felix d herelle كل على حدة عام ١٩١٥ تمكن باركروناي R.N.Nye.parker في أواسط العشرينات من تنمية الرواشح باستعمال تنقية مزارع الأنسجة ثم تبع ذلك تقدم خلال الثلاثين سنة اللاحقة حيث عمل كودباستجر Ernes Good pasture وجماعته مزرعة الرواشح باستعمال جنين الدجاج عام ١٩٣١ وكذلك الحصول على خلايا هيلا Hella ceii (خلايا سرطانية مصدرها امرأة مصابة بسرطان عنق الرحم) عام ١٩٥٢ من قبل كاي G.O.Gay ومساعدوه ساعدت قابلية الرواشح على النمو في الخلايا على دراسة هذه الكائنات وإجراء العديد من التجارب عليها ، وعلى الرغم من أن ملاحظة التفاصيل الضيف لم تتم إلا في الأربعينيات بعد اكتشاف المجهر الإلكتروني إلا وندل ستانلي Wendell Otanley تمكن عام ١٩٣٥من بلورة الرواشح المسببة لمرض الموزايك Frdrek TMV وأوضح أنها تتكون بالدرجة الأولى من بروتين ثم أوضح فردريك بودين Friedrick-pirie و Bawden أن هذا الراشح يحتوي على RNA بنسبة ٦% ثم لوحظ إن الفيروسات تحتوي إما على RNA أو DNA .

حصل تقدم في علم الرواشح في النصف الثاني من القرن العشرين فقد كتب هينزكونرات وروبلي ويليانس Robley Williams . Heinz Fraenkel Conrat تقريراً عام ١٩٥٥ عن إعادة تكوين رواشح في الموزايك من مكوناتها وكتب أيضاً عن المناطق الوراثية في آكلات البكتيريا وفي عام ١٩٦٩ تشارك ماكس ديلبروكMax Delbrueck والفريد هيرشي Alfred horshy وسلفاتور لوريا Salvator Luria بجائزة نوبل بسبب دراساتهم عن وراثة الرواشح . وقد درس هؤلاء تكاثر الرواشح ، كذلك تصلح هذه الكائنات في تجارب الهندسة الوراثية لاحتوائها على جينوم صغير نسبياً.

علم الطحالب: phycology

تكون العديد من الطحالب مرئية بالين المجردة وقد وجدت مصادر قديمة عن الطحال في الشرق والغرب ولم تستعمل الطرق المجهرية في فحص هذه الكائنات حتى منتصف القرن الثامن عشر .

يمكن دراسة دورة حياة الطحالب عن طريق معرفة الأطوار التكاثرية ثم منشأ الأنظمة التصنيفية لهذه الكائنات وكان أول من درس الدورات التكاثرية لهذه الكائنات كوستاف ثوريت Gustaave

Thuret في الفترة منذ عام ١٨٤٠و١٨٥٤ على الطحلب Fucus وفي نفس الفترة كان ناثانيال برنيشم Nathaniel Prinshium يدرس الطحلب Vaucheria واصفاً نموه وظهور الأطوار الجنسية وبهذا أصبح تصنيف هذه الكائنات يستند على الأنظمة التكاثرية لا على التشابه الظاهري . نشر العديد من علماء الطحال phycologist بحوثاً تتعلق بالتصنيف في بداية القرن التاسع عشر وفي نهاية القرن نفسه جمع هؤلاء المختصون المعلومات المتعلقة بشكل الطحالب وتكاثرها لغرض تصنيفها .

علم الفطريات Mucology

استعملت الفطريات ودرست منذ زمن بعيد وهي تكون تراكيب يمكن رؤيتها بالعين المجردة كما هي الحال مع الطحالب وقد عرف الرومان أنواعاً من الفطريات منها شهية المذاق ومنها المميت ومنها لا يملك تأثيراً يؤدي إلى الهلوسة .

أوضح هوك عام ١٦٦٥ الفطريات والخمائر في رسوماته وكان أول كتاب يتحدث على الفطريات فقط هو Theatrum Fungorum الذي وضعه جوهان فان ستاربيك Johnue Franciscusvan starbeeck عدا كانت أشكال الفطريات Rhizopus Penecillium و Mucor موضحة في رسوم مارسيللو مالبيجي Marcello Malpighi عام ١٦٧٩ .

يعود أساس نشوء علم الفطريات إلى عالم النبات الإيطالي بير ميكيلي Pier Antonio Micheli الذي نشر دراساته عنها في مؤلف Movoplantantarum Denra وكان نصف العديد النباتات التي وصفها هي في الواقع من الفطريات وكانت أهم ملاحظاته هي ما يتعلق بانتاج الأبواغ . وهناك أيضاً العالم هينريك دي بارى Heinrich Anton de Bany الذي درس أمراض النبات وعرف مجاميع واسعة من phycomyceter, Myxomycetes وفي عام ١٨٨٥ أثبت هذا العالم أن مجاعة البطاطا الأيرلندية التي حدثت في فترات الزمن الماضية كان سببها إصابة فطرية . وضع بيرسا كاردو Pier Andrea Saceard نظاماً علمياً يصف مجموعة الفطريات الناقصة Fungi imperfecti وذلك حسب مجاميع الأبواغ وضع كيليرموندGuilliermond وهانسين Hansen نظاماً تصنيفياً يعتمد على العلاقات الفسلجية والجنسية والوراثة وكذلك الملاحظات الشكلية .

علم الابتدائيات Protozoology

كانت مجموعة الابتدائيات من أول الكائنات التي شوهدت تحت المجهر وقد لوحظت ال Euglenaو Valvoxو Aorticella بوضوح عام ١٦٧٧ في مخططات ليفنهوك وصف البراميسيوم Paramecium وغيره من الابتدائيات من كريستيان هايجين Ghristian Hnygens عام ١٦٧٨ وفي عام ١٦٨١ وصف ليفنهوك الكائن Giardia intestinalis وبذلك اكتشف الابتدائيات الطفيلية وفي عام ١٨١٧ ادخل اكولا فس G.Agolafuss مصطلح Protozoa على المجموعة وهو مشتق من الاغريقية ومعناه الحيوانات الابتدائية . وصف كريستيان ايهرينيرك Christian Ehreuberg عام ١٨٣٨ أكثر من ٥٠٠ نوع من الابتدائيات وتضمن هذا الوصف ما يتعلق بأجهزة الهضم والتكاثر نشر فيليكس دوجاردن Felix Dujardin عام ١٨٤١ نظاماً تصنيفياً للابتدائيات يعتمد على الصفات الشكلية الرئيسية .

بدأ علم الابتدائيات الطبي Madical protozoology في أواسط ١٨٠٠ وبين باستور عام ١٨٧٠ أن كائناً يعود إلى مجموعة الابتدائيات هي المسببة لمرض دودة الحرير وكذلك في العام نفسه لاحظ لويس T.R.Lewis وجود الأمبيا في براز أشخاص يعانون من أعراض مرض الكوليرا . وبعد هذا بفترة قصيرة وصف لوج F.Losch ال Entamocba histolytica مسبباً لمرض الزحار في الإنسان وقد أوضح وولكير E.L.Walker وسيلارد A.W.Sellard عام ١٩١٣ انتقال هذا الكائن من شخص لأخر عن طريق الأكل لقد فتح الاكتشاف المتعلق بانتقال الكائنات المجهرية الممرضة بواسطة ناقل حيواني أبواب التقدم في مجال علم الابتدائيات الطبي وقد أوضح سميث Smith ومساعدوه أن الحمى تكساس تتسبب عن كائن من الابتدائيات ينتقل بواسطة القراد كذلك عرف رونالدوز Romold Rose في المدة ما بين ١٨٩٧–١٨٩٨ أن طفيلي الملاريا ينتقل بواسطة البعوض إلى الطيور وعرف غراسي Battista Grassi فيما بعد طرق انتقال طفيلي الملاريا إلى الإنسان . وجد جوزيف دوتون Joseph Dutton أيضاً عام ١٩١٤ إن طفيلي ال Trupanosama المسبب لمرض النوم الإفريقي بنتقل بواسطة ذبابة التسي تسي واكتشف ليشمان B.Leishman ودونوفان C.Donovan عام ١٩٠٣ أن مرض الكالازار يتسبب عن الإصابة بطفيلي هو Leishmania donovani

بيئة الأحياء المجهرية وفسلجة الأحياء المجهرية : - Microbial ecology

وضفت أعمال وينوكرادسكي Winogradsky وبيجيرنيك Beijerinck الأسس المتعلقة بفسلجة الأحياء المجهرية (فعالياتها بضمنها الأيض) وكذلك أسس بيئة الأحياء المجهرية (تفاعلاتها مع الأشياء الحية وغير الحية التي تحيط بها) . عمل هذان العالمان اكتشافات مهمة تتعلق بتحولات المركبات اللاعضوية والتغذية الذاتية . وفي عام ١٨٧٧ اقترح شلوزنك Theophil Schloesingومونتز Achille Muntz أن الأحياء المجهرية تقوم بالتحول البايوكيميائي للمركبات النتروجينية اللاعضوية وتمكن وينوكرادسي من عزل بكتريا النترجة ذاتية التغذية ووصفها وأوضح مسؤوليتها عن تحول ايونات الأمونيوم إلى ايونات النترات في التربة وأوضح أن هذه البكتريا تحصل على الطاقة من التفاعلات الكيمياوية اللاعضوية وتحصل على الكربون من ثاني أوكسيد الكربون وتمكن بهذا من تعريف الأيضفي الكائنات الكيمياوية ذاتية التغذية Chemoaoauto trophic كذلك وصف وينوكرادسكي التأكسد المكروبي للكبريت وكبريتيد الهيدروجين والحديد . قام بهيدرنيك في المدة من ١٨٨٨ إلى ١٩٠١ بوضع تقرير عن التثبيت التعايشي واللاتعايشي للنتروجين الجوي بوساطة البكتريا كذلك تمكن بهيدرنك من عزل البكتريا المختزلة للبكتريات وهي ذات أهمية في دورة المركبات الكبريتية .

تمثل هذه التفاعلات الأسس في التحولات المهمة للعناصر وتحركات العناصر في بيئة التربة .

في بداية القرن العشرين حدث تقدم كبير في علوم الكيمياء الحياتية والأيض الميكروبي حيث قام كلويفير Albert Kluyver بتتبع خطوات بيجيدنيك ودراسة الأيض المايكروني وعرف طبيعة الأيض الوسطي intermediary Metabolism وعرف أن انتقال الهيدروجين (تفاعلات الأكسدة والأختزال) هي الظاهرة الأساس في جميع عمليات الأيض . قام سكلوفير وتلميذه . وهونيل C.B.VanNiel بإكمال التقدم في مجال فسلجة الأحياء المجهرية حيث وضع كثير من المعلومات المتعلقة بالتركيب الضوئي في البكتريا .

إن التقدم الكبير في علم الكيمياء الحياتية الذي تم على يد هانزكريبس SirHanskrebs (حاصل على جائزة نوبل عام ١٩٣٥) وكالفن Melvin Colvin (حاصل على جائزة نوبل عام ١٩٦١) وميشيل Peter Michell (حائز على جائزة نوبل عام ١٩٧٨) كل هذا التقدم

الكيمياء الحياتية ساعده على إحتراز التقدم في فهم ما يتعلق بالأيض الميكروبي من المختصين بعلوم الأحياء المجهرية

وراثة الأحياء المجهرية : Microbial Genetics

بدأت المعلومات المتعلقة بوراثة الأحياء المجهرية في أواسط القرن العشرين وفي عام ١٩٤١ نشر جورج بيدل George Beadle واوادوارد تاتم Edward Tutum دراسة دور السيطرة الوراثية في التفاعلات الكيميا حياتية في الفطر Neurospara كذلك بين تاتم عام ١٩٤٥ أن التعرض لأشعة إكس يزيد من احتمالية حدوث الطفرات الوراثية في بكتريا Escherichia call كذلك درست المادة المسببة لعملسة الأنتقال transformation في البكتريا Streptococcus

درس ليديربيرك Lederberg ومساعدوه في الفترة بين ١٩٤٦ الى ١٩٥٦ طرق التبادل الوراثي في البكتيريا ونشرت تقارير الأولى المتعلقة بعملية الاقتران Conjugation والتمنيع Transduction اقترح فرانسيس كريك وجيمس دانسون في عام ١٩٥٣ التركيب الحلزوني المزدوج للحامض النووي منقوص ذرة الأوكسجين DNA وفتح هذا اكتشافات جديدة في مجال الوراثة الجزيئية Mulecular genctics وضع جاكوب Fracos Jacob ومونود Jacques Monod نظرية الاوبيرون عام ١٩٦٠ وتفسر هذه النظرية كيفية السيطرة على تصنيع البروتين بوساطة المعلومات الوراثية . عدا هذا وضع واتانابي Watanabe عام ١٩٦١ وداتا Datta عام ١٩٦٢ تقريراً حول انتقال المقاومة التي تبديها البكتيريا ضد الأدوية ودور البلازميد فيه .

في بداية السبعينيات كانت وراثة البكتيريا معروفة بشكل يجعل إجراء التجارب عليها ممكناً بحيث يؤدي إلى تكون كائنات حاملة لصفات وراثية لم تكن تملكها أصلاً . قام هارولد بوير Horold Boyer بعدة تجارب في مجال الهندسة الوراثية Genetic engineering حيث استعمل البلازميدات وطرق إعادة ارتباط حامض DNA من أجل ما يسمى بكلونة الجينات Gene Cloning وبهذا فتح مجال واسع وجديد تماماً في علم الأحياء المجهرية التطبيقي الذي يحمل أملاً كبيراً للبشرية يتعلق بحل المشاكل القائمة بضمنها إنتاج الأدوية للأمراض المستعصية غير القابلة للشفاء وإنتاج مواد غذائية تكفي جميع سكان الكرة الأرضية وحل

المشاكل المتعلقة بتلوث البيئة . وتعطي جميع هذه الحلول أملاً للمجتمع البشري في تحقيق حياة أفضل .