البكتيريا والفيروسات

المحاضرة
المحاضرة الثالثة

عناصر المحاضرة

ثالثاً - وجود أعضاء الحركة وكيفية توزيعها على الخلية البكتيرية.
The presence of organs of the movement and how they are distributed on the bacterial cell.

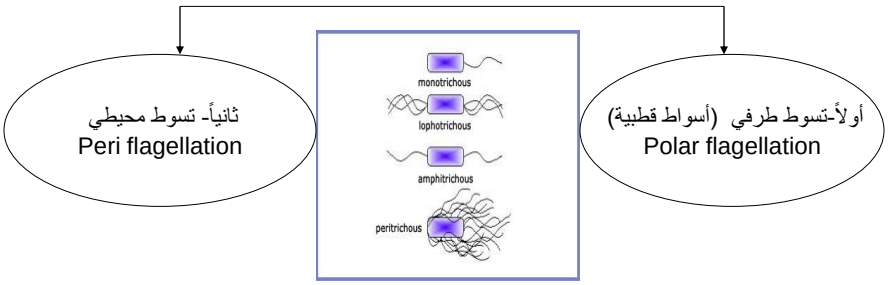
رابعاً- القدرة على التجرثم
The ability to form spores

ثالثاً - وجود أعضاء الحركة وكيفية توزيعها على الخلية البكتيرية.
of the movement and how they are distributed on the organs The presence of bacterial cell.

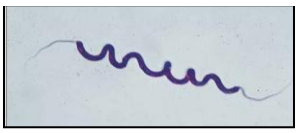
تمتلك معظم أجناس البكتيريا المتحركة motile أعضاء دقيقة طويلة يطلق عليها أعضاء الحركة وتسمى الأسواط Flagella مفردها Flagellum. والأسواط خيوط دقيقة جداً تتكون من البروتين تخرج من الغشاء السيتوبلازمي خلال الجدار الخلوي وطبقة الغلاف. يتراوح سمك السوط بين ١٠- ٣٠ (nm) ويصل طوله إلى ١٥- ٢٠ (µm) ولايمكن مشاهدة الأسواط بواسطة المجهر الضوئي إلا بعد صبغها بطرق صبغ خاصة تسمي صبغ الأسواط. ويعتبر استخدام المجهر الإلكتروني أفضل طريقة لتحديد عدد الأسواط وطريقة توزيعها على الخلية البكتيرية. ويكون السوط عادة متموج وطول الموجة يكون ثابت للسلالة البكتيرية الواحدة. توجد الأسواط فقط في البكتيريا ذات الشكل العصوي والحلزوني.

وقد تكون الخلية البكتيرية عديمة الاسواط وتسمى Atrichous مثل *Lactobacillus* و تكون غير متحركة immotile

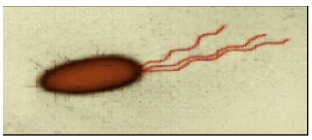
- **توزيع الأسواط:- يوجد هناك توزيعين أساسيين للأسواط هما:-**



١- وحيد السوط monotrichous:- يكون سوط واحد عند طرف الخلية البكتيرية مثل بكتيريا الـ *Vibrio cholerae* with a single polar flagellum



٣- ثنائية السوط *Amphitrichous*:- يكون هناك سوط واحد عند كل طرف من الخلية البكتيرية *Spirillum* sp *Nitrosomonas* with a single polar flagellum at each end



٢- سوطية الطرف Cephalotrichous:- يكون هناك مجموعة من الأسواط (tuft) توجد في طرف الخلية البكتيرية والمقطع Cephalo يعني رأسي مثل بكتيريا الـ *Pseudomonas aeruginosa*. with a tuft of polar flagella

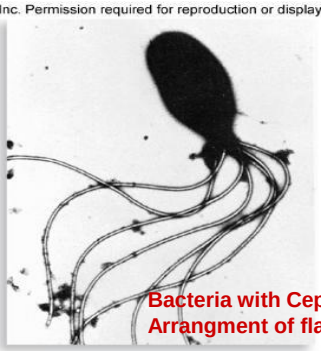
٤- سوطية الطرفين Lophotrichous:- يكون هناك خصلة (tuft)من الأسواط عند كل طرف الخلية البكتيرية والمقطع lophos يعني crestاي قمة أو عرف الديك مثل بكتيريا *Spirillum volutans* . with tufts of flagella at each end

ثانياً- تسوط محيطي Peritrichous:- حيث توجد الأسواط موزعة على إمتداد جسم الخلية البكتيرية *E.coli* *Listeria- Clostridium -Proteus - Salmonella* with several flagella arising from various points on the surface of the cell

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

Bacteria with
Monotrichous
Arrangment of flagella

(a)

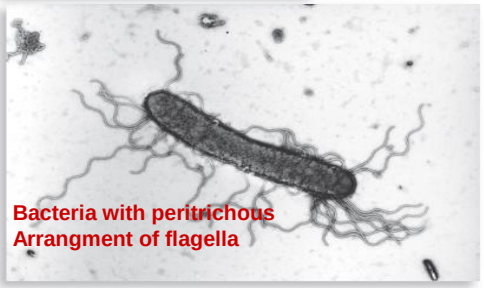


Bacteria with Cephalotrichous
Arrangment of flagella

(b)

Bacteria with
Iophotrichous
Arrangment of flagella

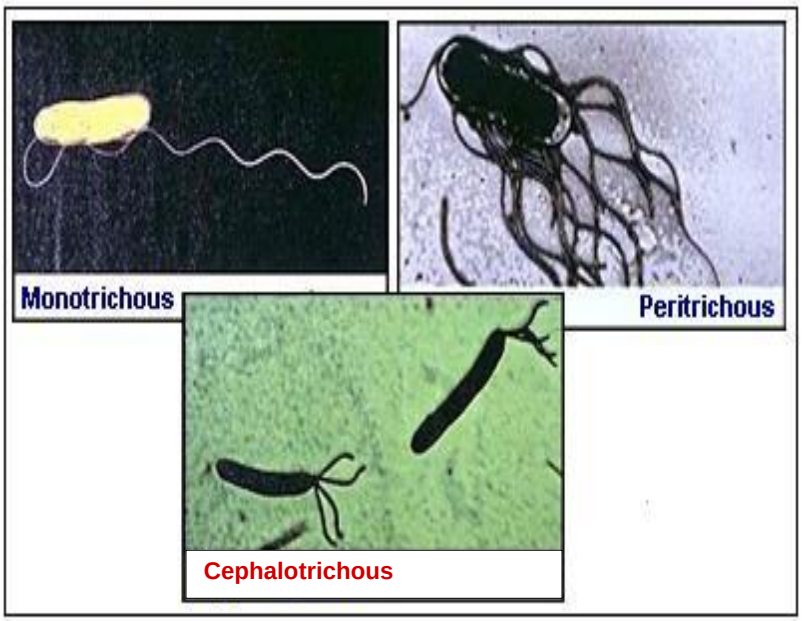
(c)



Bacteria with peritrichous
Arrangment of flagella

(d)

© Dr. Jeffrey C.Burnham, From Reichelt and Baumann, Arch. Microbiol. 94:283–330. © Springer-Verlag, 1973, From Noel R. Krieg in Bacteriological Reviews, March 1976, Vol. 40(1):87 fig 7, From Preer et al., Bacteriological Review, June 1974, 38(2):121, fig 7. © ASM



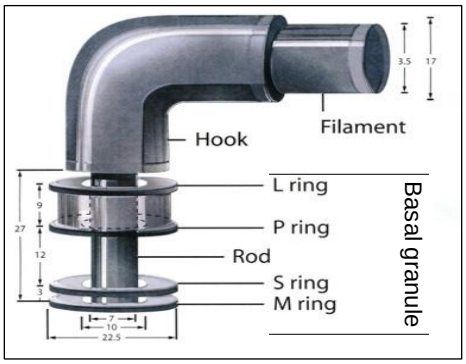
تركيب السوط Flagellum structure

تتركب الاسواط من بروتين اجوف يسمى Flagellin، و يتكون السوط البكتيري ثلاث أجزاء شكل (٢٨). هي :

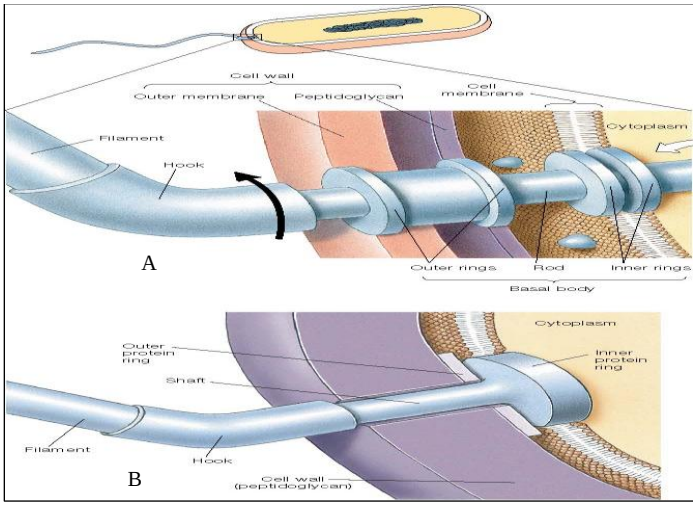
(الخيط - الخطاف- الحبيبة القاعدية)

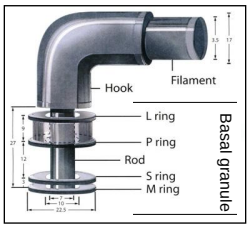
الخيط Filament الذي يرتبط مع الخطاف Hook المتصل مع الحبيبة القاعدية Basal granule (او الجسم القاعدي Basal body) التي تنشأ من الغشاء السيتوبلازمي. وهذا يؤيد أن منشأ الأسواط من الغشاء السيتوبلازمي.

على الرغم من ان مكونات السوط البكتيري في البكتيريا الموجبة لصبغة جرام لا تختلف عن مكونات السوط في البكتيريا السالبة لصبغة جرام إلا ان هناك اختلافا في تركيب الحبيبة القاعدية Basal granuleتبعا للإختلاف في تركيب الجدار الخلوي لكلا نوعي البكتيريا شكل (٢٩).



•شكل (٢٨) صورة توضح مكونات السوط البكتيري، الخيط Filament المتصل بالخطاف Hook المرتبط مع الحبيبة القاعدية Basal bodyوالذي يتكون من العمود الذي يمر خلال أربع حلقات وذلك في البكتيريا السالبة لصبغة جرام.

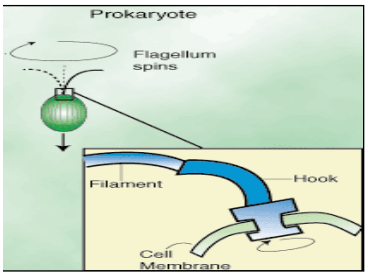


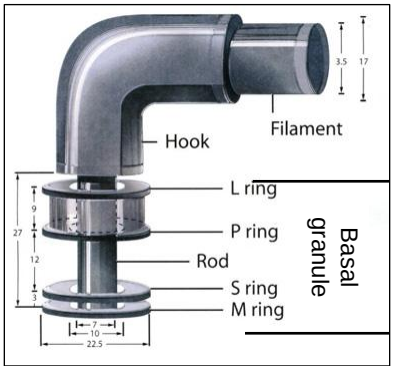


شكل (٢٩) صورة توضح تركيب الحبيبة القاعدية:- A (البكتيريا السالبة لصبغة جرام) تتكون من العمود الذي يمر خلال ٤ حلقات. B(البكتيريا الموجبة لصبغة جرام) تتكون من العمود الذي يمر من خلال حلقتين.

السبب في وجود أربع حلقات في الحبيبة القاعدية في سوط البكتيريا السالبة الجرام (تحديداً الحلقة P و الحلقة L) هو لتدعيم تثبيت السوط خلال الجدار الخلوي الذي يتكون من طبقة رقيقة من Peptidoglycan تعلوها طبقة الغشاء الخارجي Outer membrane.

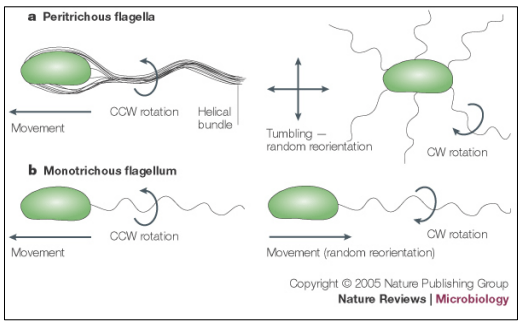
وقد أقترح حديثاً أن الحركة تنشأ من حركة الجسم القاعدي المتصل بالغشاء السيتوبلازمي والمتمثل بالحلقتين M و Sحركة دائرية. وينقل الخطاف هذه التموجات إلى الخيط ليعطي مخروط من الحركة ويؤدي دوران الخيط دافعاً الخلية البكتيرية إلى للأمام شكل (٣٠). وهذا يؤيد أن الحلقتين M و S هي الحلقات المسؤلة عن دوران الخيط.

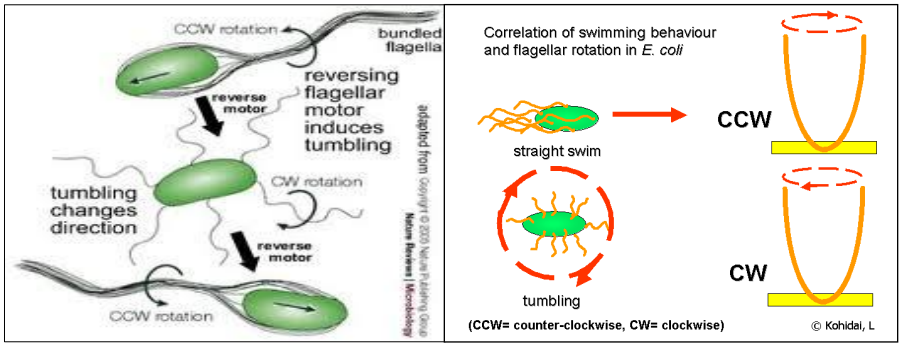




الحركة في البكتيريا Bacterial movement

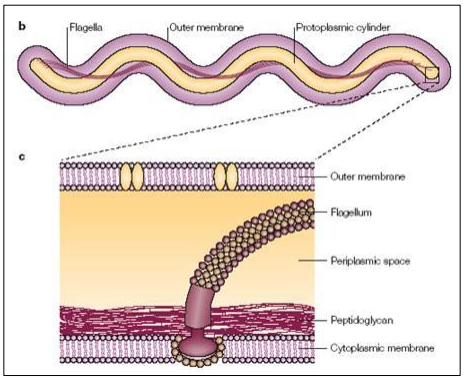
- تمتاز البكتيريا التي تمتلك الأسواط بقدرتها على الحركة وقد يطلق على هذه الحركة بحركة الأسواط وقد تتحرك البكتيريا التي لاتمتلك الأسواط حركة دودية flexion أو دائرية أو حركة البريمة نزع السدادة كما في بكتيريا الأسبيروكيتات. أو حركة أنزلاقية gilding movement كما في البكتيريا الهلامية myxobacteria و Beggintoa.
- وللكشف عن حركة البكتريا تستخدم طريقة النقطة المعلقة أو طريقة الأجار نصف الصلب.
- أولاً- حركة الأسواط -:تتحرك الكتيريا التي تمتلك الأسواط حركة سريعة. حيث يتحرك السوط عكس عقارب الساعة ليدفع الخلية البكتيرية إلى الأمام. وعندما يتحرك مع عقارب الساعة يسحب الخلية البكتيريا إلى الخلف. وذلك في البكتيريا قطبية الطرف. ايضا تتحرك الأسواط المحيطية عكس عقارب الساعة لتدفع الخلية إلى أمام وعندما تريد الخلية تغير مسارها تهبط أو تتراجع الخلية وتتحرك الأسواط مع عقارب الساعة. كما في الشكل التالي

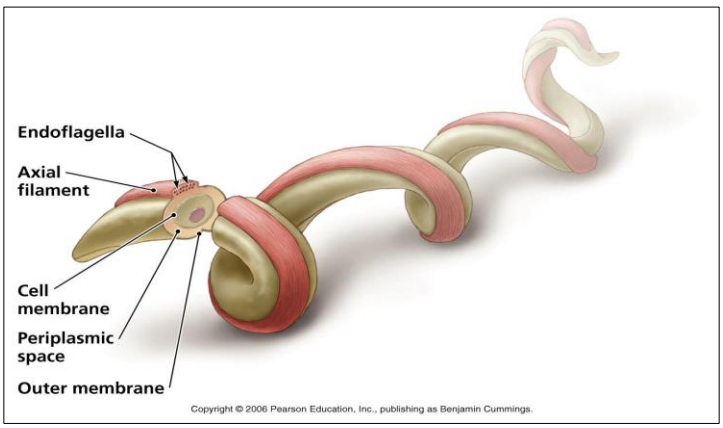




حركة الاسبيروكيتات

تحتوي على شعيرات محورية (axial flaments) أو لويفات وهذه تشبة الأسواط في التركيب وتكون على طول الخلية بين طبقة الببتدوجليكان والغشاء الخارجي وحركة السوط تنتج على شكل حركة لولبية





ولها ثلاث طرز للحركة:-

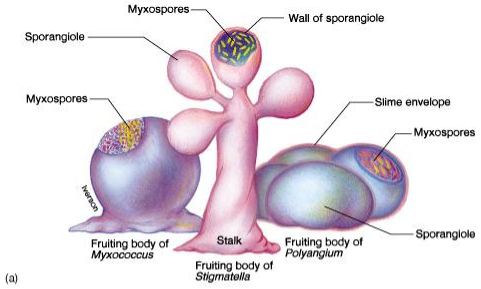
١- حركة دائرية سريعة على طول محور الخلية.

٢- حركة دودية flexion.

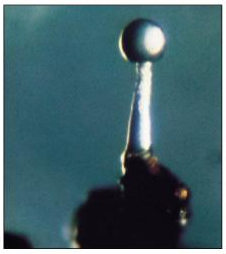
٣- حركة بريمة نزع السدادة

gilding movement حركة أنزلاقية

تحدث في البكتيريا الهلامية وتحدث فوق الأسطح الصلبة ولاتحدث في البيئات السائلة.



(b)


(c)

(d)

زوائد البيللي Pili

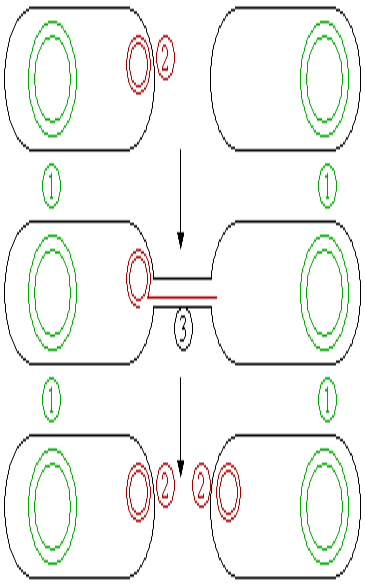
توجد في كثير من البكتيريا السالبة لجرام ونوع واحد من البكتيريا الموجبة لجرام. وهي زوائد خيطية مفردها pilus. وهي أقصر من السوط وقطرها أسمك من السوط. وتظهر في البكتيريا المتحركة وغير المتحركة. وتشاهد باستخدام المجهر الألكتروني. تتكون من وحدات من البروتين يسمى Pilin.

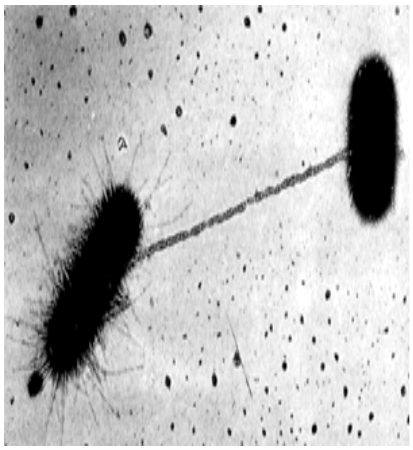
طرز البيللي:-

١- F- pili (sex- pili):- يوجد في بكتيريا القولون وعددها ١-٢. وظيفتها أعطاء المادة الوراثية في التكاثر الجنسي.

٢- أعضاء الألتصاق:- وهي تلتصق بالخلايا الحيوانية والنباتية وايضا على السطوح الخاملة كالزجاج.

وظيفتها تثبيت الخلية البكتيرية بالأنسجة الحيوية.



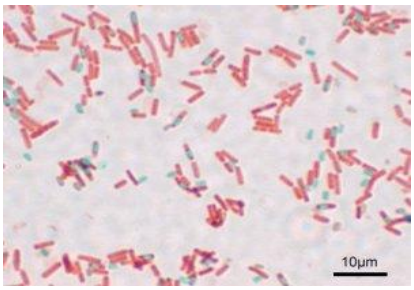


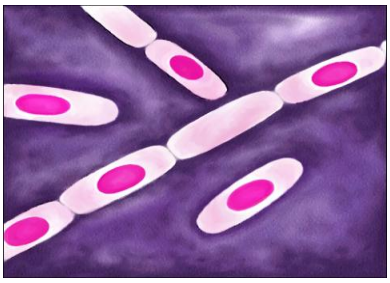
رابعاً- القدرة على التجرثم The ability to form spores

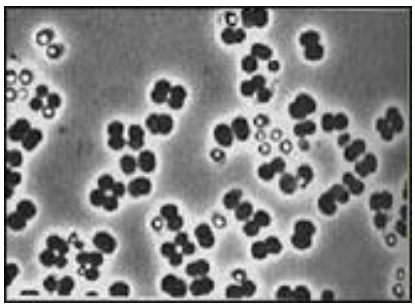
تتكون الجراثيم الداخلية Endospores في بعض أجناس البكتيريا وتوصف هذه الأجناس بالبكتيريا المتجرثمة، وتعتبر الجراثيم مرحلة ساكنة Dormancy (resting) stage من مراحل الخلية البكتيرية.

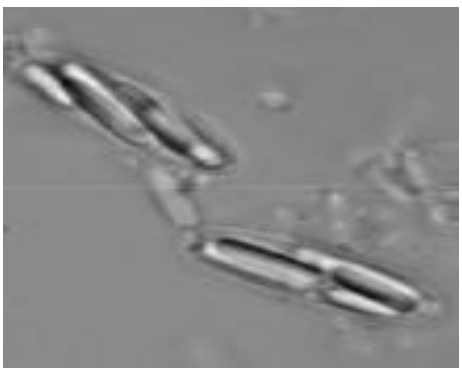
حيث وتمتاز بمقاومتها للظروف البيئة السيئة من نقص في المادة الغذائية، نقص الرطوبة، قدرتها على كسر الضوء، ومقاومتها للصبغ لذلك تتبع طرق خاصة لصبغ الجراثيم الداخلية، مقاومتها للإشعاعات ذات الموجات القصيرة، مقاومتها للتركيزات العالية من المواد الكيميائية، مقاومتها لدرجات الحرارة العالي تصل إلى ١٠٠ درجة مئوية في بعض الأنواع ويلزم لقتلها حرارة تصل إلى ١٢٠ درجة مئوية تحت ضغط جوي لمدة ثلاث ساعات. ونجد أن معظم أنواع الجراثيم تحطم بالحرارة الرطبة بين ١١٥-١٢٠ درجة مئوية لمدة ١٥-٣٠ دقيقة، والقليل من الجراثيم تقتل بالغليان لمدة قصيرة، ومنها ما يقتل عند تعرضها لدرجة حرارة بين ٥٨ إلى ٦٠ مئوية لمدة ٣٠ دقيقة. تستطيع أن تبقى ساكنة لمئات السنين حتى تتوفر الظروف المناسبة لنموها.

- تتكون الجراثيم الداخلية في بعض أجناس البكتيريا مثل البكتيريا العصوية الموجبة لصبغة جرام *Bacillus* ، *Clostridium* وتنتج جرثومة واحدة بكل خلية شكل (٣١ ، ٣٢). كذلك تنتج البكتيريا الكروية الموجبة لصبغة جرام *Sporosarcina* جرثومة واحدة بكل خلية شكل (٣٣).
- قد تحتوي بعض أجناس البكتيريا على أكثر من جرثومة داخلية مثل جنس *Metabacterium polyspora* التي تحتوي على أربع جراثيم داخلية شكل (٣٤).
- ويختلف الغرض من تكوين الجراثيم الدخلية، ففي حالة الأجناس البكتيرية التي تكون جرثومة واحدة داخلية لايكون الغرض للتكاثر بقدر ما يكون حفاظاً للنوع. بينما في الأجناس التي تكون أكثر من جرثومة داخلية يمكن أعتباره نوع من التكاثر.


10µm

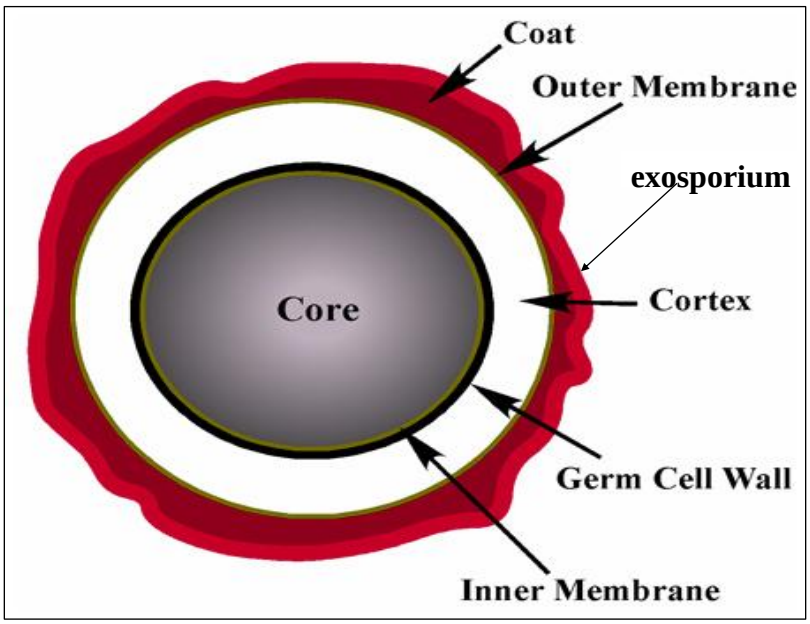






Endospore structureالتركيب الداخلي للجرثومة

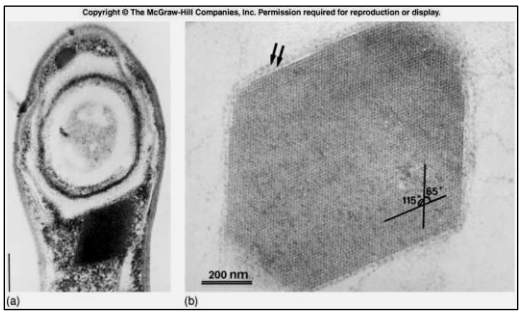
- للجرثومة تركيب داخلي مميز يتكون من عدة طبقات تظهر بوضوح بعد عمل قطاع رقيق في الجرثومة ويتم فحصها باستخدام المجهر الألكتروني النافذ. ويمكن تلخيص التركيب الداخلي للجرثومة فيما يلي:-
- الخلية الجرثومية Spore cell:- تحتوي على سيتوبلازم الجرثومة وتحتوي عادة على كرموسوم واحد وبعض الريبوسومات والإنزيمات ويحيط بها غشاء داخلي Inner membrane.
- جدار الخلية Spore wall:- ويتركب من الميوكوببتيد. وهذا الجدار سيصبح الجدار الخلوي للخلية الخضرية الجديدة بعد إنبات الجرثومة.
- القشرة Cortex:- وهي سميكة وتكون نصف حجم الجرثومة وتحتوي على داي بيكولينات الكالسيوم Calcium dipicolinate مختلطة بالميوكوببتيد وهذا الخليط يمكن تحلله بإنزيم الليزوزايم. وطبقة القشرة هي التي تمنح الجرثومة المقاومة للحرارة.
- الغشاء الخارجي Outer membrane:- وهو غشاء يحيط بالقشرة من الخارج.
- الغلاف الجرثومي Spore coat:- يعطي للجرثومة شكلها وقد يظهر على سطح الغلاف تجاويف أو أخاديد طولية أو عرضية أو زوائد تبعاً لنوع البكتيريا المتجرثمة. يتكون من طبقتين أو ثلاث طبقات وهو يحمي الجرثومة من فعل الإنزيمات المحللة. يتركب من عديد الببتيد والبروتين المقاوم لفعل الإنزيمات المحللة للبروتين. ويلزم وجود الحمض الأميني السيستين cystine في بيئة نمو البكتيريا المتجرثمة لتكوين الغلاف الجرثومي.
- الأكسوسبوريم Exosporium:- وهو طبقة رقيقة قد يكون ملاصق للجرثومة أو سائباً وهو غير منفذ لكثير من المركبات ويتكون من البروتين.



الأجسام المصاحبة للجراثيم Parasporal bodies

تتكون هذه الأجسام أثناء عملية التجرثم في بعض الانواع التابعة للجنس *Bacillus* . ويكون الجسم مجاوراً للجرثومة الداخلية و يسمى الجسم البللوريCrystal body او الجسم المجاور للجرثومة Parasporal body وتحتوي كل خلية متجرثمة على جسم واحد فقط من هذه الأجسام وهو جسم بروتيني متبلور أو غير متبلور لايحاط بأي غشاء.

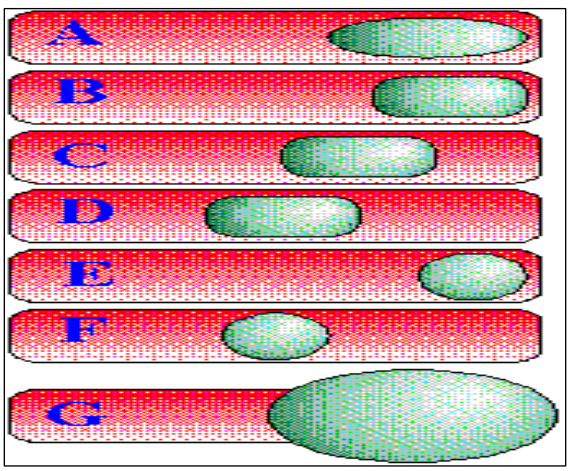
يختلف شكل الجسم المصاحب تبعاً للنوع البكتيري ففي بكتيريا الـ*B. thuringiensis* يكون بلورة من ثمانية أوجه ويمتاز بتأثير قاتل للحشرات لذلك استخدم في المقاومة الحيوية للحشرات المختلفة وتمتاز هذه الأجسام بسهولة صبغها على العكس من الجراثيم



موضع وشكل الجرثومة الداخلية Location and shape of the endospores

يختلف موضع وشكل الجرثومة الداخلية تبعا للبكتيريا التي تكونها وتعتبر من الخصائص الوراثية الثابتة للنوع البكتيري الواحد. وتتخذ الجراثيم الناضجة mature spores أشكال مختلفة فهي إما أن تكون كروية spherical أو مستطيلة rectangular أو بيضية oval. ويختلف موضع الجرثومة فقد تكون طرفية terminal أو تحت طرفية subtermina أو وسطية central

- شكل صورة توضح أشكال وموضع المختلفة للجرثومة الداخلية. A = oval, terminal; B = rectangular, terminal; C = rectangular, subterminal, D = rectangular, central; E = spherical, terminal; F = spherical, central; G = terminal, club-shaped.



شكل صورة توضح أشكال وموضع المختلفة للجرثومة الداخلية. A = oval, terminal; B = rectangular, terminal; C = rectangular, subterminal, D = rectangular, central; E = spherical, terminal; F = spherical, central; G = drum stick

تكوين الجراثيم الداخلية Endospore forming process

عندما تصبح الظروف البيئة غير ملائمة لنمو البكتيريا المتجرثمة، تبدأ الخلايا الخضرية بتكوين جراثيم بداخلها وتحدث عملية التجرثم على خطوات هي:-

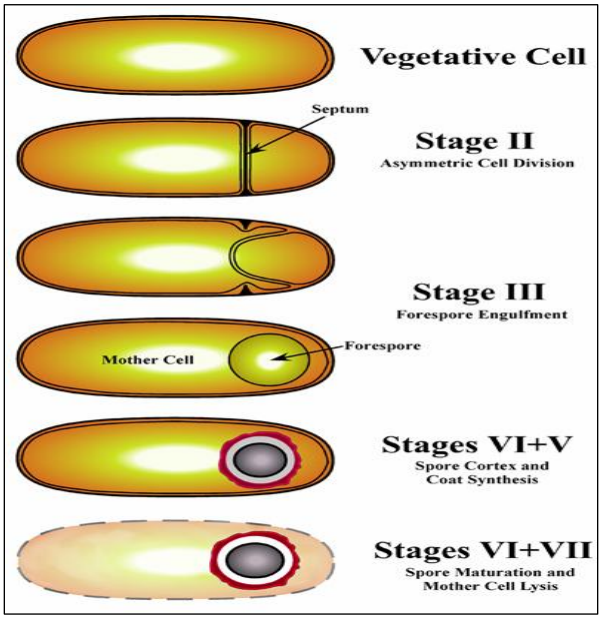
- يتحول الـ DNA إلى خيط طويل في منتصف الخلية (والذي يتصل بالغشاء الخلوي بواسطة الميزوسوم) وتسمى الخلية الخضرية بالخلية الأم mother cell.
- ينفصل الـ DNA إلى كرموسومات فردية أحدهما يتجه إلى مكان تكوين الجرثومة حيث يتجمع جزء كثيف من البروتوبلازم حول المادة النووية وينقسم الغشاء الخلوي للخلية الأم وتتكون بادئة الجرثومة forespore. ويسمى هذا الغشاء الداخلي Inner membrane. ويلاحظ أنه لايحدث تكرار كرموسومي خلال عملية التجرثم وهي بذلك تختلف عن عملية إنقسام الخلية.

*ينمو الغشاء الخلوي من الخلية الأم حول الجرثومة المتكونة وبذلك تحاط بادئة الجرثومة بغشاء مزدوج ويسمى الغشاء الثاني بالغشاء الخارجي outer membrane.

*تتكون القشرة Cortexمن الببتيدوجليكان بين الغشائين. ويتم تكوين الحمض الداي بيكولينيك dipicolinic acidداخل الجرثومة والذي يعمل على أدخال أيونات الكالسيوم من الوسط الخارجي وبالمقابل تخرج جزيئات الماء.

*ثم يتكون الغلاف البروتيني protein coat ليحيط بالغشاء الخارجي وبذلك تصبح الجرثومة ناضجة قادرة على مقاومة الظروف البيئية السيئة.

*تكون بعض الجراثيم طبقة خارجية تحيط بالغلاف البروتيني تسمى بالاكسوسبوريم Exosporium. وتتحرر الجرثومة من الخلية الأم بفعل أنزيم الـ Linic enzyme.


Vegetative Cell
Septum
Stage II
Asymmetric Cell Division
Stage III
Forespore Engulfment
Mother Cell
Forespore
Stages VI+V
Spore Cortex and
Coat Synthesis
Stages VI+VII
Spore Maturation and
Mother Cell Lysis

اللهم اجعل القرآن العظيم ربيع قلبي
ونور بصري وجلاء حزني
وذهاب همي وغمي
وقائدي إلى جناتك جنات النعيم