5:-الجسم الوسطيMesosome

يظهر على شكل انبعاجات معقدة متصلة بالغشاء السايتوبلازمي كما انه يختفي عند إزالة الجدار الخلوي وتحضير البروتوبلاست وهذا يعني أن الغشاء السايتوبلازمي يتمدد ليحيط بالمايتوبلازم وبذلك يأخذ معه الجسم الوسطى اثناء عملية التمدد.

وظائف الMesosome

أ- يساهم في تكوين الحواجز المستعرضة الخلوية المتكونه اثناء انقسام الخلية البكتيرية.

ب. يعمل على توزيع المادة النووية على شطري الخلية المنقسمة.

ت. لها علاقة ببعض الفعاليات الحيوية الأخرى مثل تفاعلات الأكسدة والاختزال ، تكوين السبورات ، التركيب الضوئي، تثبيت النتروجين ، افراز بعض الأنزيمات ، تكوين بعض البروتينات ، التنفس الخلوي....

6:- الأسواط Flagellum(s),Flagella(P)

ان افراد العديد من المجاميع البكتيرية لاتستطيع الحركة تماما كما في جميع أنواع المكورات البكتيرية تقريبا وعدد من أنواع العصيات.

الاسواط : عبارة عن خيوط رفيعة جدا تنشأ من السايتوبلازم وتبرز الى الخارج من خلال الجدار الخلوي ويبلغ طول السوط اضعاف طول الخلية البكتيرية ويصل إلى (320) طولا ، ويبلغ قطره (12-30nm) ويتألف من وحدات بروتينية (عدة الاف من الجزيئات) تسمى Flagelin تتجمع هذه الوحدات البروتينية مشكلة هيكل حلزونيhelical structure l واذا تمت إزالة السوط بصورة ميكانيكية تستطيع البكتريا تصنيع سوط جديد بسرعة. تحمل الاسواط صفة مستضدية عالية (H antigen) وبعض الاستجابات المناعية للاصابات البكتيرية تكون مباشرة ضد ال) Flagelin ويختلف ال Flagelin من نوع الى اخر الا أن بروتينات الأسواط تشترك في احتوائها على الحامض الأمينAspartic, Glutamic وتدخل مواد أخرى مثل. glycoprotein

يتالف السوط من ثلاثة أجزاء رئيسية:

أ. الجزء القاعدي basal body الذي بواسطته يرتبط السوط بالبكتريا.

ب. الكلاب Hook ويربط الجزء القاعدي بجسم السوط.

ت . جسم السوط(Flagellum body) . Filament

يختلف ترتيب الاسواط على البكتريا باختلاف الأنواع - اما يكون:

سوط واحد قطبي ويسمىMonotrichous

مجموعة اسواط في قطب واحد. Lophotrichous

سوط في كل قطبAmphitrichous

عدد من الأسواط حول الخلية) Peritrichous تتراوح بين ١٠٠-١٠ سوط.(

ويعتمد موقع السوط وعدده كصفة تصنيفية للرتبة مثال على ذلك.:

Pseudomonales order تشمل جميع البكتريا التي تحتوي على اسواط قطبية

Eubacterials order تشمل جميع البكتريا التي تحتوي على اسواط محيطية

حركة البكتريا : توجد عدة فرضيات توضح الحركة :-

١ .تنقبض وتنبسط الوحدات البروتينية المكونة للاسواط منتجة بذلك ما يشبه التموجات فهي قد تسحب او تدفع الخلية

٢ .الفرضية الثانية تقترح حركة دائرية يقوم بها السوط بما يشبه حركة المروحة مما يؤدي الى حركة الخلية.

تؤثر المواد الكيميائية والمحفزات الغذائية ، والوسط القاعدي ومواد أخرى في تحفيز الحركة.

تصبيغ السوط :- لايمكن رؤية السوط تحت المجهر الاعتيادي بدون تصبيغ ولكن يمكن رؤية حركة البكتريا للخلايا الحية وهي تتحرك . تعتمد طرق التصبيغ على أساس واحد وهو معاملة الخلايا المثبتة بمادة مثبتة للالوان) Mordant مثل Tannic acid (salts) وهو محلول غروي غير مستقر يترسب على شكل طبقة سميكة من مادة قابلة للصبغ على سطح الخلية وعلى امتداد سطح السوط وعند إضافة الصبغة تستطيع مشاهدة هذه المادة المترسبة عند استعمال المجهر الضوئي حيث يظهر السوط على شكل خيط رفيع .

7:- الشعيرات او الاهلاب Fimbriae or pili :

وهي زوائد خيطية رفيعة جدا تمتد الى خارج الخلية تتواجد في بعض الخلايا البكتيرية العصرية السالبة لصبغة كرام . والاهلاب اصغر من الأسواط بكثير واقصر منها واكثر عددا حيث يبلغ قطر الواحد منها ما بين (3-25nm) وطوله بحدود (0.5 nm-20).

قد تتواجد الأسواط والاهلاب على سطح الخلية البكتيرية الواحدة (لايمكن رؤية الأهلاب بالمجهر الضوئي ولكن باستعمال المجهر الإلكتروني فقط) تشترك مع الاسواط والمحفظة في كون هذه التراكيب لاتؤثر في حيوية الخلية في حالة ازالتها من الخلية اليا . وليس لها علاقة بحركة البكتريا ، لانها لاتحتوي على مفصل للحركة وتفتقد الجسم القاعدي الكامل .

تتكون الاهلاب من مادة بروتينية تدعى Pilin وهو يتكون من وحدات ثانوية مرتبة حلزونيا بعضها مع البعض الاخر لتشكل خيطا قويا ذا لب فارغ . وما دام البروتين هو المادة الأساسية في تركيب الاهلاب فانها تعطي للخلية مستضدات نوعية Specific antigen شانها في ذلك شان الأسواط يتاثر تكوين الشعيرات بالظروف المحيطة مثل درجة الحرارة ، الحموضة والشد الأوكسجيني .

أنواع الاهلاب :-

١- (common pili (ordinary pili:- يتواجد عدد منها حول الخلية يصل الى المئات وتسمى أيضا الاهلاب اللاصقة adhesion pili التي تستخدمها بعض السلالات البكتيرية لكي تلتصق بالخلايا الحيوانية والنباتية إضافة الى السطوح الخاملة مثل الزجاج والسليلوز ، حيث تستطيع البكتريا تثبيت نفسها في بيئتها الطبيعية ليتسنى لها توفير المواد المغذية . وهذا مما يجعلها أن تكون مسببا للعدوى المرضية في الانسان من خلال التصاقها بالخلايا المبطنة للجهازين الهظمي والتنفسي وهذا الالتصاق يحد من إزاحة البكتريا بتيار حركة السوائل .

٢- الهلب الجنسي sex pili:. عددها محدود يتراوح بين 1-4 لكل خلية يساعد هذا النوع من الاهلاب على انتقال المواد الوراثية بين الخلايا البكتيرية بعملية تدعى الاقتران Conjugation .

٣- الهلب المستقبل receptor pili :- هذا النوع معد لاستقبال عاثيات البكتريا bacteriophage . أي أن الأنواع التي تمتلك هذا النوع من الهلب ممكن اصابتها بالفايروس او العائي .

٨- المحفظة (الكبسول) Capsule:

تركيب يحيط ببعض الخلايا البكتيرية ذو طبيعة مخاطية صمغية تنشا المحفظة وتصنع في الغشاء السايتوبلازمي ثم تفرز الى خارج الخلية من خلال ثقوب الجدار الخلوي ويتغاير سمك المحفظة حيث يتراوح بين أجزاء المايكرون الى u15 او اكثر ويمكن إزالة المحفظة بتاثير الانزيمات او باحداث طفرات دون أن يؤثر على قابلية البكتريا على المعيشة والنمو.

وتختلف المحفظة فيما بينها من ناحية التركيب الكيمياوي حتى ضمن خلايا النوع البكتيري الواحد ومثال على ذلك: التركيب

الكيمياوي لمحفظة بعض أنواع البكتريا البكتريا

التركيب الكيمياوي لمحفظة بعض أنواع البكتريا

البكتريا	طبيعة المحفظة	الوحدات الفرعية الكيمياوية
Bacillus antheracis	Polypeptid complex polysaccharide	D-Glutamic
Streptococcus Pneumoniae	النمط I	Rhamnose glucose Glucoronic acid
	النمط II	Galactose . glucose

وعلى العموم فان معظم تركيب المحفظات هو عديد السكريات Polysaccharide والقليل يتركب من حامض الكلوتامك . أن تكوين المحفظة يرتبط ارتباطا مباشرا بالظروف البيئية المتاحة أي توفر المادة الأساسية في صناعة المحفظة ضمن مكونات الوسط ، مثال على ذلك عندما تكون المادة المكونة للمحفظة هي الليفان Levanاو الدكستران Dextran . آن هاتين المادتين تصنعان من مصدر واحد وهو سكر القصب وليس من أي سكر اخر وبالتالي فان الخلايا من هذا النوع تفرز بغزارة الماء المخاطية او المحفظة أن هي نمت في وسط يحتوي على سكر القصب . اما اذا استبدل هذا السكر بسكر اخر فان هذه البكتريا تعجز عن صنع المحفظة.

ان قيام الخلية البكتيرية بتخليق المحفظة بعد عملية وراثية يسيطر عليها جين معين وعند تعرض هذا الجين الطفرة وراثية بحيث يمكننا الحصول على خلية بمحفظة او خلية عارية من المحفظة ولنفس النوع البكتيري.

فالطفرات ذات المحفظة تعطي مستعمرات ناعمة لماعية (s– smooth colonies) أما الخلايا عديمة المحفظة فتعطي مستعمرات خشنة (R rough –colonies) وعندما تحدث مثل هذه الطفرات في بكتريا مرضية ذات محفظة مثل streptococcus pneumoniaفانها تفقد قابليتها على إصابة المضيف.

وظيفة المحفظة :ـ

1:– تقي الخلية البكتيرية من الجفاف المؤقت من خلال شد جزيئات الماء.

2:– يمكن أن تساعد البكتريا على الالتصاق كما هو الحال في بكتريا المسببة لتسوس الأسنان Strecptococcu mutant .

3:–. تمنع الالتهام وذلك بان الكبسوله توقف نشاطك الانزيمات المحللة Lysozyme أي أن المحفظة تحمي الخلايا البكتيرية من عملية الالتهام Phagocytosis بواسطة الخلايا البلعمية phagocytes وبهذا تصبح البكتريا قادرة على احداث المرض .

4:– تمتلك المحفظة صفة مستضدية عالية أي قادرة على توليد استجابة مناعية في جسم المضيف .

5:–. تساعد على امتصاص بعض الأيونات الموجبة .

6:–. يمكن أن تكون حاجزا او مانعا لالتصاق عاثيات البكتريا Bacteriophage

9– السايتوبلازم : يضم السايتوبلازم جميع المواد والتراكيب المختلفة الموجودة داخل الغشاء السايتوبلازمي وتشمل منطقة حبيبية المظهر غنية بال RNA (الرايبوسوم) ومنطقة صبغية غنية بال DNA وان جميع التراكيب السايتوبلازمية نجدها عائمة في المحلول المائي يحتوي المحلول السائل على عدد من الأيونات مثل ايون الهيدروجين+H ، الصوديوم +Na، الكلور –Cl الفوسفات Po4–3, ومواد ذائية أخرى مثل الحوامض الأمينية وبعض البروتينات والقواعد النتروجينية (البيورينات ، البرميدينات) والمعقدات الدهنية والفيتامينات وسكر الرايبور والكلوكوز والانزيمات ومواد ايضية مختلفة بالإضافة إلى مواد مخزونة على شكل حبيبات غير

ذائبة لكي لاتؤثر في الضغط التنافذي داخل الخلية .

المواد العضوية المخزونة stored organic materials :

البكتريا وبقية الكائنات الحية بدائية النواة تخزن المواد العضوية الكاربونية على شكل مجموعتين مختلفتين تمثل الخزين من الكاربون والطاقة داخل البكتريا :

أ. السكريات المضاعفة مثل النشا starch والكلايكوجين glycogen

ب. الاسترات المضاعفة Poly–B– hydroxybutric acid

يتكون هذا المركب كوسيلة للتخلص من الأحماض الناتجة في الخلية وذلك عن طريق التخلص من الجزء الكاربوكسيلي الذي يتفاعل مع وحدات هذا الحامض عن طريق اصرة الأستر وبذلك نتخلص من الكاربوكسيل وتقلل الحموضة في السايتوبلازم .

المواد اللاعضوية المخزونة stored inorganic materials :

أ. الحبيبات المتكونة من عنصر الكبريت ، بعض البكتريا المؤكسدة للكبريت تقوم باكسدة ما يفيض عن حاجتها من كبريتيد الهيدرجين الى الكبريت الذري لكي تخزنه على شكل حبيبات داخل السايتوبلازم .

ب. الحبيبات المتكونة من تجمع الفوسفات غير العضوي وتعرف بمادة الميتافوسفات metaphosphateوتدعى بحبيبات الفوليوتين wvolutin او تدعي الحبيبات المختلفة اللون metachromatic granules لانها تصطبغ بلون يختلف عن لون الصبغة المضافة عليها . تتواجد في بكتريا الخناق corynebacteria (diphtheria bacillus) فعند إضافة صيغة ازرق المثلين تصطبغ الحبيبات باللون الأحمر.

الرايبوسومات: Ribosmes

وهي دقائق صغيرة جدا تنتشر في كافة انحاء السايتوبلازم تتكون الرايبوسومات بصورة رئيسية من الحمض النووي الرايبوزي الرايبوسومي RNA Riboso,al(rRNA) بنسبة 65% مع بعض البروتينات الرايبونووية ribonucleoproteinبنسبة 35% وهي مسؤولة عن عمليات تخليق البروتينات بضمنها جميع الانزيمات الخلوية ويصل قطر الرايبوسوم الى 20 nmويتراوح عددها بين ١٠٠٠٠٠.١٠٠٠٠ وحدة ويختلف العدد باختلاف سرعة نمو البكتريا.

تتواجد الرايبوسومات على شكل مجموعتين مختلفتين وهي 30 s و 50 sاعتمادا على اوزانها الجزيئية وتتجمع مع بعضها مكونة رايبوسوم ذات وزن 70 s (في حقيقة النواة وزن الترسيب 80 sمن جزينتين 60 sو 40s)

يعتمد قياس الوزن الجزيئي على وحدة الترسيب sedimentation coeficients ويعبر عنه(s) unitsSvedberg وهي وحدة قياس سرعة الترسيب باستعمال جهاز الطرد المركزي عالي السرعة. Ultracentrifuge

: (Svedberg) اسم العالم السويدي Theodor Svedberg الذي اوجد أداة تساعد في استعمال سرعة ترسيب عالية لفصل الجزيئات الكبيرة.

الفقاعات الغازية: Gas Vacuoles

وهي عبارة عن حويصلات اسطوانية ذات نهاية مخروطية الشكل وتترتب بشكل منتظم في السايتوبلازم ، تتكون من بروتين بصورة مطلقة وبسمك مكافئ لجزيئة بروتين واحدة . توجد في بعض الأحياء بدائية النواة خصوصا التي تعيش في البيئة المائية كبعض أنواع اجناس البكتريا الزرقاء المخضرة ... حيث تساعد هذه التراكيب السايتوبلازمية المملؤة بالغاز للبكتريا ان تطفو

10: – المادة النووية Genetic(Nuclear material)

أن المنطقة النووية في الخلايا البدائية النواة مثل البكتريا لا تحاط بغشاء نووي والنواة في هذه الأحياء لاتعاني انقسامات خيطية او اختزالية وهذا ما يميزها عن النواة الحقيقة الموجودة في الكائنات الحية الراقية.

يرتبط شريط ال DNA بالغشاء البلازمي في منطقة ال mesosome ويظهر بشكل حلقة مفردة ملتفة ويطلق على هذه الحلقة

الكروموسوم يصل طول شريط ال DNA لبكتريا E.coli حوالي 400 مرة أطول من المحور الطولي لخلية البكتريا ويصل طول حلقة الم DNالى حوالي ملمتر في حين سمك هذه الحلقة 254 ويحتوي على 4 مليون قاعدة نتروجينية و ٣٠٠٠ جين ويعبر عن طول شريط ال DNA ب Kilobase pair(kbp)

كيلو زوج لكل قاعدة

تحتل المادة النووية نصف حجم السايتوبلازم و هي خالية من الهستونات histones التي توجد عادة في نواة الكائنات الراقية **الهستون : بروتينات قاعدية التفاعل غنية بالحمض الأميني القاعدي lysine, arginine التي تعمل على معادلة** المجاميع الفوسفاتية في شريط ال DNA .

يتألف شريط الم DN من عدد من النيوكلوتايدات ويتألف كل نيوكلوتايدت من :

أ. **قاعدة نتروجينية purines (adenine , guanine) و pyrimidines (Cytosine , thymine).**

ب. **سكر خماسي Deoxyribose منقوص الاوكسجين .**

ت. **Phosphoric acid حامض الفسفوريك.**

ترتبط القواعد النتروجينية مع بعضها باواصر هيدروجينية وذلك بارتباط الادنين والثايمين باصرة مزدوجة A=T والسايتوسين والكوانين باصرة ثلاثية G≡C .

يظهر قسم من ال DNA أحيانا في البكتريا خارج حلقة الكروموسوم extrachromosomal DNA على شكل حلقات وهي تستنسخ ذاتيا بعيدا عن الكرموسوم وبمعزل عنه وهي تدعي البلازميدات plasmids او أحيانا تسمى هذه البلازميدات Episome غير ضرورية لحياة البكتريا ويمكن ازالتها من البكتريا بمعاملة البكتريا بمواد كيميائية مثل acriflavine, ethidiume bromide ,cobalions, تحمل بعض هذه البلازميدات المعلومات المسؤولة عن تصنيع الانزيمات المسببة لمقاومة البكتريا (مقاومة المضادات الحياتية مثل البنسلين ، الكلورافينكول ، التراسايكلين) وأيضا تحمل مسؤولية تهيئة البكتريا لعملية الاقتران بانتاجه F–Pili

الجينات المنتقلة Movable genes : هناك قطع من الله DNA في البكتريا لها القابلية على الانتقال من مكان إلى آخر ضمن الجينوم (من كروموسوم الى بلازميد او بالعكس من بلازميد الى اخر او ضمن الكروموسوم من مكان الى اخر) بعملية تدعى القفز Transposition هذه القطع من ال DNA تعرف بالجينات المنتقلة (Movable genes) او العناصر القافزة .(Transposable elements)

السبورات:(Endospore) Spores

بعض اجناس البكتريا لها القابلية على تكوين السبورات وتميز بها العصيات ويقع ضمن مجموعتين رئيسيتين للعصيات الموجبة لصبغة كرام gram– positive rods مثل العصيات الهوائية الاجبارية obligately aerobic مثل جنس bacillus والمجبرة اللاهوائية nonaerobic مثل جنس clostridium ونادرة في المكورات البكتيرية cocci مثل المكورات الموجبة لصبغة كرام .

اغلب العصيات المكونة للسبورات غير مرضية وتقع في 50 species

والممرضة منها المسببة للجمرة الخبيثة anthrax ، التسمم الوشيقي botulism ، الموات الغازي gas gangrene ، الكزاز tetanus . يتكون السبور نتيجة لعدم توفر ظروف جيدة للنمو : كقلة المواد الغذائية نقص المصدر النايتروجيني او المصدر الكربوني ويظهر تكون السبورات بوضوح في نهاية الطور اللوغارتمي نتيجة نقص الغذاء واختلاف الظروف الفيزيائية والكيميائية في المزرعة .

تطرا على الخلية البكتيرية عدة تغيرات في حالة تكوين السبور بإنتاج عدد من المواد الأيضية الجديدة والانزيمات وان تحددها عدد من الجينات في الخلية الخضرية حيث يتم تنشيط الجينات المسؤولة عن عملية تكوين السبورات ويتم توقف نشاط الجينات المسؤولة

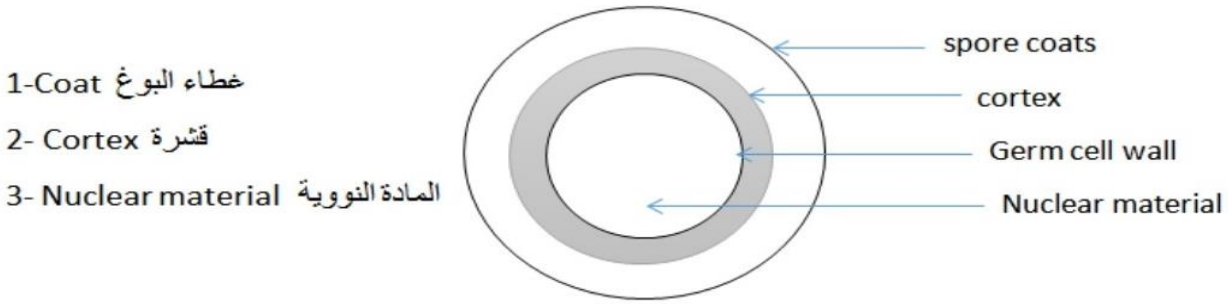
عن نشاط الخلية الخضرية وتختلف الفترة الزمنية التي تستغرقها الخلية البكتيرية لتكوين السبور مثال : تحتاج بكتريا B. subtilis حوالي 7 ساعات في ظروف المختبر .

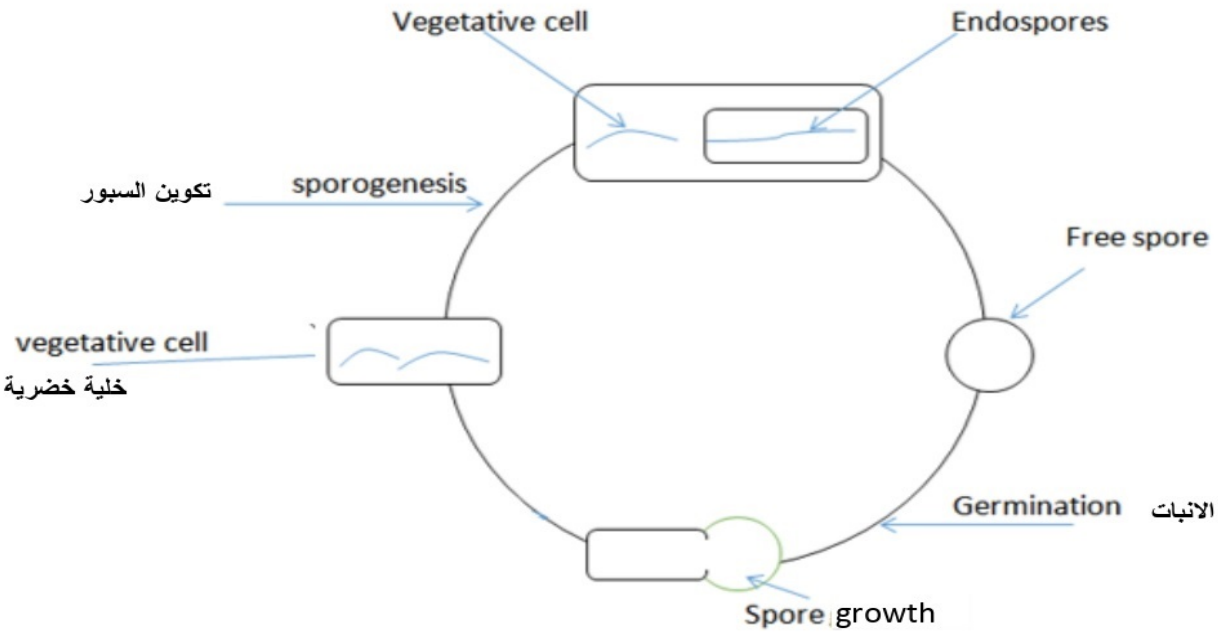
يتميز السبور بكونه مقاوم للظروف البيئية القاسية مثل المواد الكيميائية المطهرات الأحماض الحرارة الضوء والجفاف. تستطيع بعض السبورات مقاومة الغليان لعدة ساعات مع العلم تقتل الخلايا الخضرية خلال 5 دقائق.

تتميز ثلاث مواقع للسبور في الخلية باختلاف الأنواع

1-Terminal spores	**الطرفي**	***clostridium tetans***
2-Central spores	**المركزي**	***Bacillus anthracis***
3-Subterminal spores	**قرب الطرفي**	***Clostridium botulinum***

تتميز ثلاث مناطق رئيسية في تركيب السبور وباستعمال المجهر الالكتروني :





يتميز التركيب الكيمياوي للبوغ باحتوائه على كميات كبيرة من حامض الديبكولنيك Dipicolinic acid وهي مادة غير موجودة في الخلايا الخضرية وتكون 5%–10 من الوزن الجاف للبوغ بالإضافة الى كميات كبيرة من الكالسيوم Ca+2 ويعتقد أن المعقد المتكون من ca+2Dipicolinic acid+peptidoglycan يكون طبقة القشرة وهذه الطبقة المسؤولة عن عدم نفاذية غطاء السبور . والمقاومة للحرارة ناتجة عن قلة المحتوى المائي و calcium dipicolinate

هنالك ثلاثة عوامل تجعل السبور (البوغ) مقاومة للضروف غير المناسبة هي :

.. تدني الفعاليات الحيوية (الأيضية) في البوغ الى ادنى مستوى .

٢. قلة المحتوى المائي في البوغ.

٣. احتواء غلاف البوغ وقشرته على حامض الدايبيكولنك والكالسيوم مما يمنحانه القوة والصلادة من البكتريا المكونة للابواغ هي : Bacillus cereus , Clostridium tetani.

المصادر:-

كتاب علم الاحياء المجهرية البيطرية, الدكتور فاروق خالد حسن والدكتور خليفة احمد خليفة والدكتور حامد حسن طنطاوي والدكتور جاسم محمد العبد الله 1982 ,جامعة بغداد

كتاب مبادئ الاحياء المجهرية ,الدكتور غازي موسى الخطيب والدكتور وهاب امين حسن 1990 ,جامعة بغداد

كتاب علم الاحياء المجهرية البيطرية,الدكتور جاسب جاسم حداد 1991 ,جامعة الموصل