مقرر علم البكتيريا العام
Bacteriology 260MIC

المحاضرة الاولى

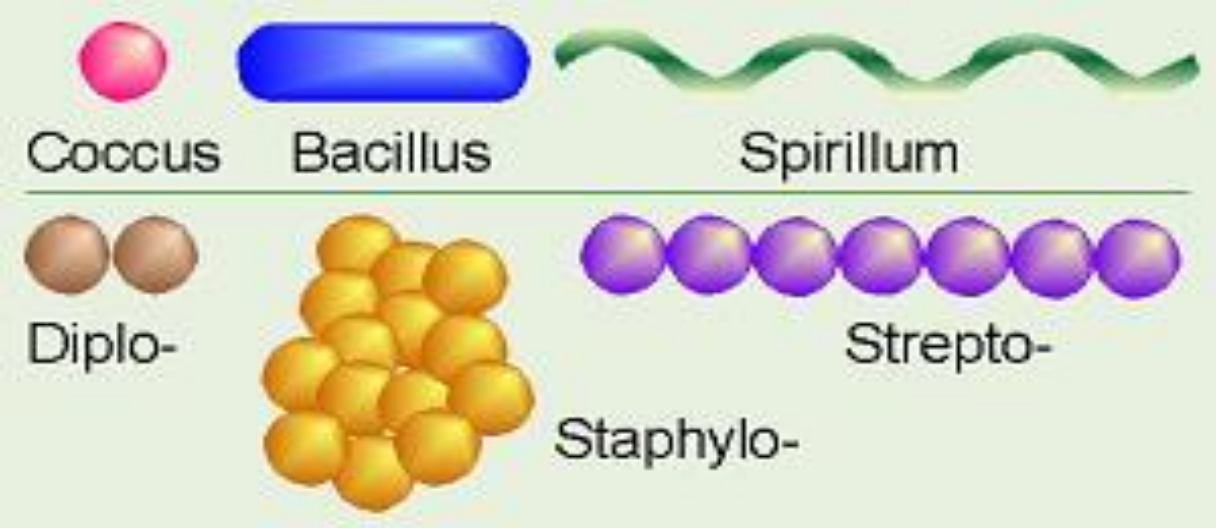
البكتيريا

- هي كائنات حية وحيدة الخلية تتجمع مع بعضها وتأخذ أشكالا متعددة منها العصويات والحلزونيات والمكورات التي قد تتجمع على هيئة مكورات عنقودية أو مكورات سبحية

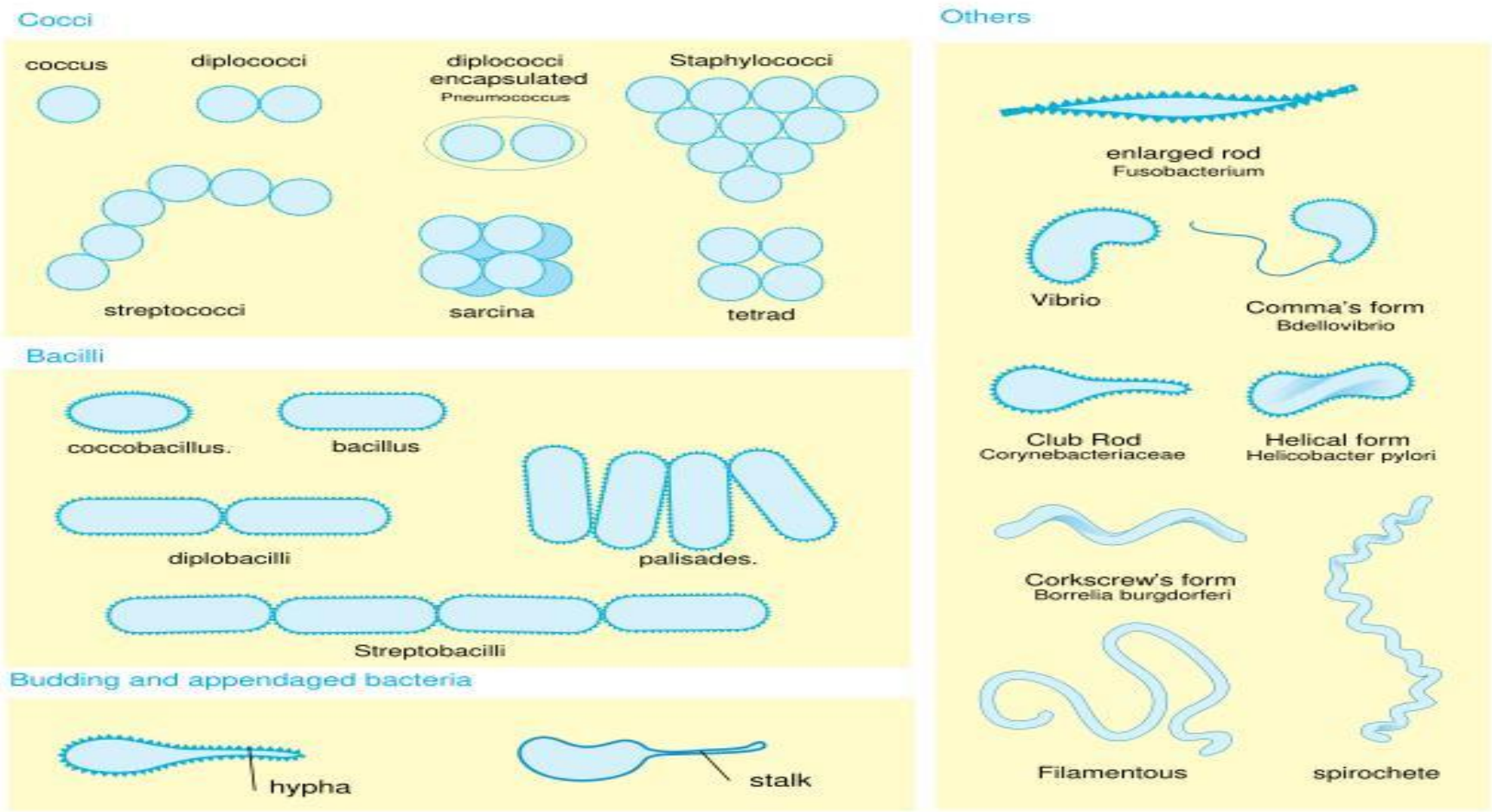
.تتراوح أبعاد البكتريا بين ٠,٥-٥ ميكرومتر

هناك تنوع واسع بين انواع البكتيريا

تدرس البكتريا في ما يدعى علم البكتيريا أو الباكتريولوجيا الذي يعتبر فرعا من فروع علم الأحياء الدقيقة



رسم تخطيطي لجميع اشكال الخلايا البكتيريا وتجمعاتها المختلفة



تصنيف البكتيريا

يمكن تصنيف البكتيريا اعتماداً على الخصائص التالية

١- الشكل الخارجي للخلية وتجمعها

٢- الاستجابة لتلوين صبغ غرام (سلبية الغرام أو إيجابية الغرام)

٣- طريقة التغذية (تكافلية، رمية، تطفلية)

٤- تكوين الأبواغ

٥- وجود الأسواط أو عدم وجودها (الحركة)

نبذة تاريخية عن العلماء الذين ساهموا بإكتشاف البكتيريا:

لقد ساعد في تطور علم الأحياء الدقيقة بصفة عامة وعلم البكتيرات بصفة خاصة عدد من العلماء الذين تمكنوا من إقناع العالم الذي تلعب بأهمية الكائنات الحية الدقيقة منهم :-

روجر باكون Roger Bacon-

اقترح ان الأمراض التي تصيب الإنسان هي نتيجة للإصابة بكائنات حيه غير مرئية ،ولكن هذه الملاحظات تفتقر الي الدليل المادي المقنع

كيركر- Kircher

اشار الي ان ديدان صغيرة غير مرئية تتواجد في الأجسام المتعفنة وفي اللحوم المحفوظة واللبن والإفرازات المخاطية المصاحبة في حالات الاسهال .وبالرغم من ان بحوثه كان ينقصها الدقة اللازمة الا انه يعنبر أول من تعرف على أهمية البكتيرات في تحليل المواد العضوية وفي إحداث المرض .

انتوني لفينهوك Antony van Leeuwenhoek-

أول من وصف ورسم الكائنات الدقيقة بكثير من الدقة (بعد إكتشاف الميكرسكوب) وأطلق عليها الحيوانات الصغيرة

أصل منشأ الكائنات الدقيقة

- بعد أن أظهر لفينهوك أن هذه المخلوقات الميكروسكوبية موجودة في الطبيعة بدأ العلماء في البحث عن أصل ومنشأ هذه الكائنات

- **١- (نظرية التوالد الذاتي) (Spontaneous generation)**
- اعتقد العلماء المؤيدون لهذه النظرية بأن هذه الحيوانات الصغيرة (الكائنات الحية الدقيقة) تتكون تلقائياً من مواد غير حية .

- **٢- نظرية الجراثيم أو البذور**
- كان العلماء يعتقدون بأن الكائنات الدقيقة تنشأ من البذور أو من الجراثيم تكونها هذه الحيوانات الصغيرة والتي تكون موجودة بالهواء

- **التجارب المؤيدة والمعارضة لنظرية التوالد الذاتي**
- لاحظ العالم جون نيد هام في عام ١٧٤٥م ان مرق اللحم المغلي والموجود بالدوارق التي سدت فوهتها بالفلين حدث بها تعفن وان هذا المرق الفاسد احتوى على أحياء دقيقة ظهرت عند الفحص الميكروسكوبي وان هذه الأحياء الدقيقة لم تكن موجودة في بداية التجربة . واستنتج ان هذه الكائنات الحية الدقيقة قد أنشأت ذاتياً او تلقائياً من المرق نفسه حيث اعتقد أن الحراره المرتفعه (الغليان) قد قتلت جميع الكائنات الحية التي كانت موجودة.

- **وظلت نظرية التوالد الذاتي قائمة الى أن**
- ٤- قام **العالم لويس باستير** بتجربة في عام ١٨٦٤ م والتي قضت نهائياً على نظرية التوالد الذاتي، حيث قام باستير بسحب أعناق دوارق تحتوي على مرق مغلي بشكل أنابيب طويلة وضيقة تشبة عنق الأوز وبذلك كان الهواء يمر من خلال العنق دون أي معاملة . ولكن نظراً لطول وضيق وإلتواء عنق الدوارق فإن محتويات الهواء من الكائنات الحية الدقيقة كانت تترسب على السطح السفلي للعنق أثناء مروره ولا تصل إلي المرق، وبذلك لم تظهر به أي كائنات حية دقيقة .

أهم مساهمات العالم لويس باستير بأكتشاف البكتيريا

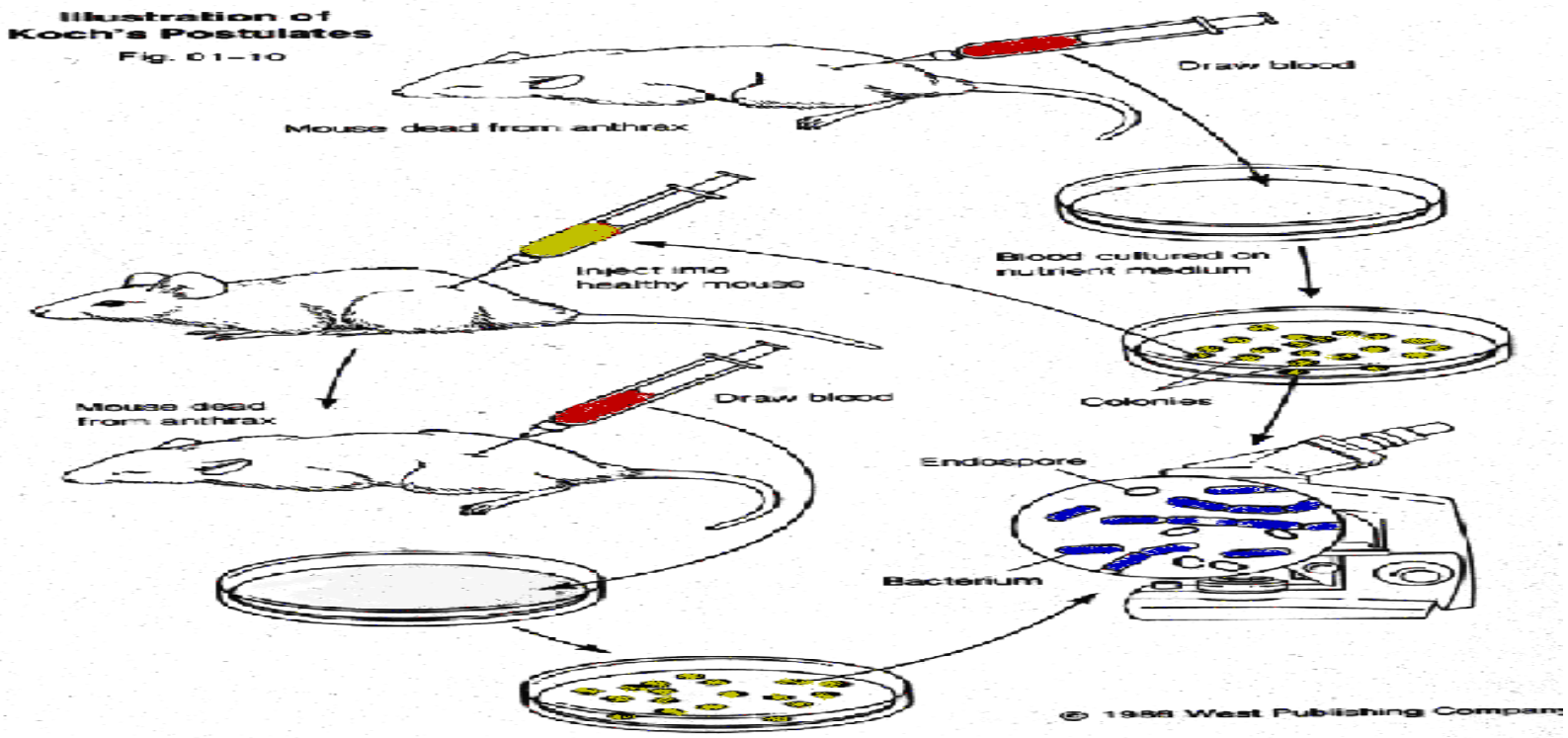
- ١-أوكلت الحكومة الفرنسية له حل اكتشاف سبب عدم استقرار انتاج النبيذ فوجد ان السبب ناتج عن إستبدال لجزء من التخمر الكحولي بنوع آخر من عمليات التخمر والتي تتسبب عن تحويل السكر إلي حمض اللاكتيك

- ٢- تحديد المسبب لمرض يصيب ديدان الحرير يسمى مرض pebrine والقضاء عليه

- ٣-دراسة مرض الجمرة الخبيثة Anthrax وعزل الميكروب المسبب لها.

فرضيات روبرت كوخ Robert Koch

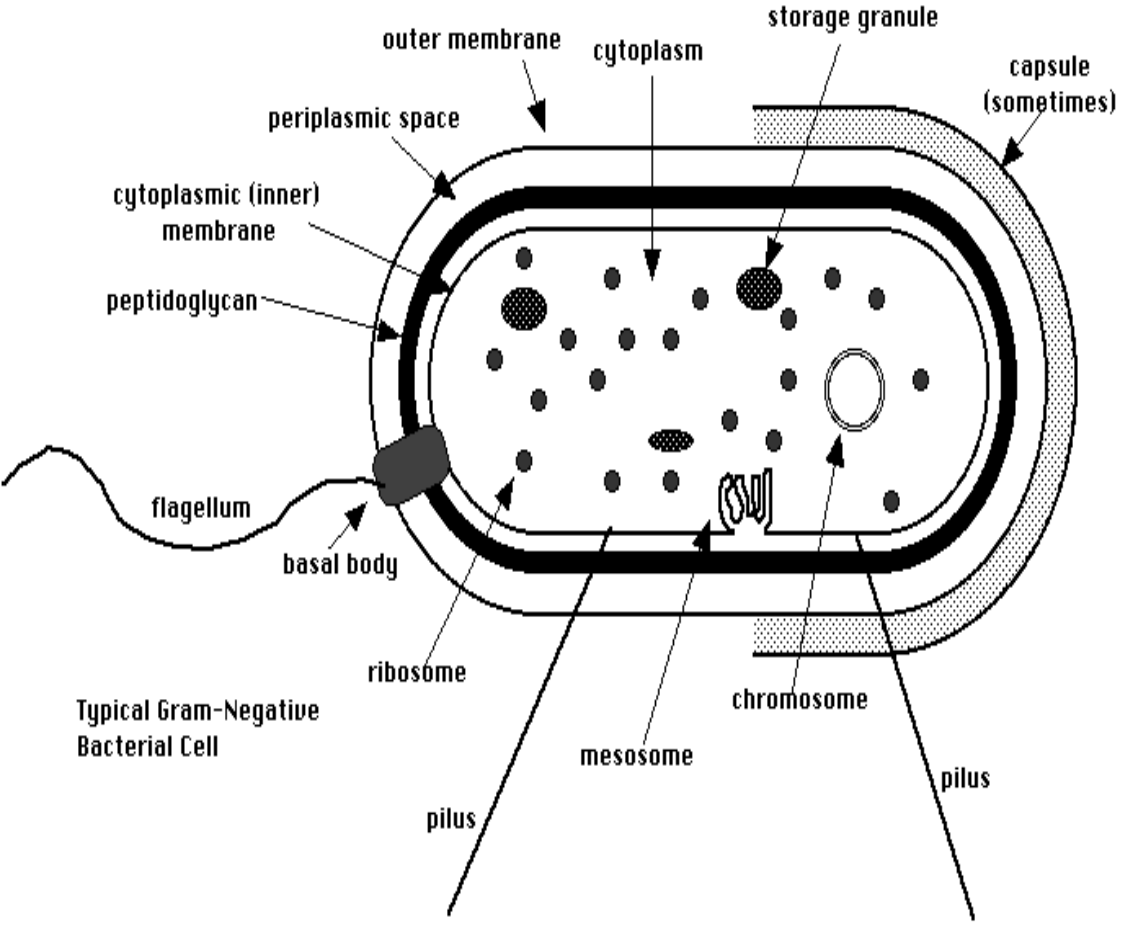
- **قام كوخ بوضع فرضيات تثبت العلاقة ما بين أي كائن حي دقيق وبين المرض وتتلخص في الآتي:**
- ١- يجب أن يكون الكائن الحي الدقيق دائماً مصاحباً في كل حالة للمرض المعين أو العرض المرضي المعين
- ٢- يجب عزل الكائن الدقيق من العائل المريض وينمى في مزرعة نقية
- ٣- أن هذا المرض المعين يجب أن ينتج مرة أخرى عندما يلقح العائل السليم القابل للإصابة بمزرعة نقية من الكائن المسبب للمرض
- ٤- يجب إعادة عزل نفس الكائن الحي الدقيق مرة أخرى من الكائن المعدى تجريبياً.



تركيب الخلية البكتيرية

- **تتركب الخلية البكتيرية من**
-

١- السطح الخلوي:- يتكون من منطقتين (منطقة الغلاف) و (الجدار الخلوي)
٢- التركيب الداخلي :- الغشاء الخلوي ، البربيلازم ، السيتوبلازم ،الجهاز النووي،الميزوسومات،الرايبوسومات، الحبيبات وحوامل الألوان

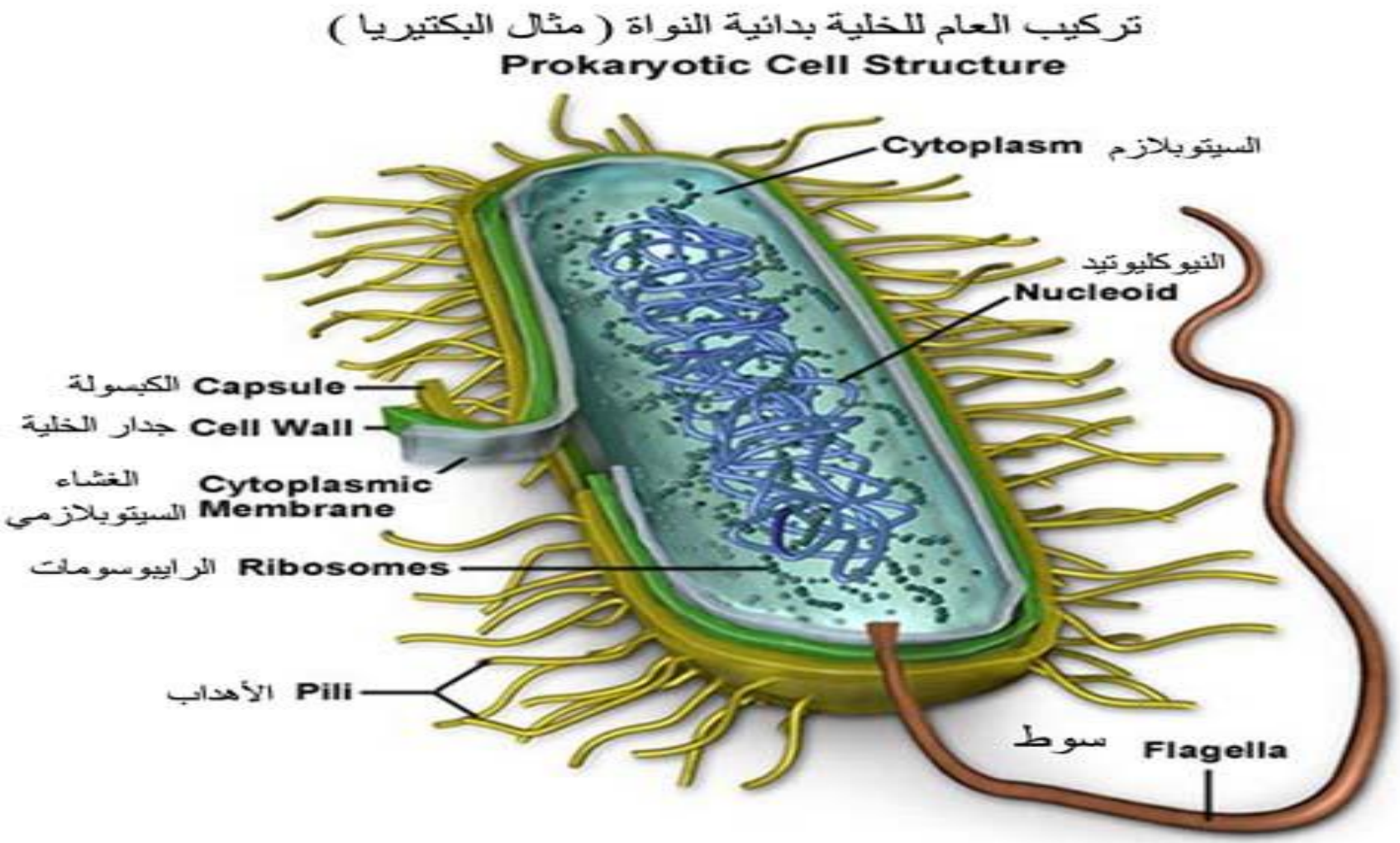


- **التراكيب السطحية**
- **الكبسولة Capsule**

الجدار الخلوي Cell wall
الاسواط Flagella
الاهداب/ الشعيرات Pilli
الغشاء البلازمي Plasma membrane

التراكيب الخلوية
الستوبلازم ومحتوياته
الجراثيم الداخلية Endospores

رسم تخطيطي يوضح التراكيب الخارجية والداخلية لبكتيريا عصوية سالبة لجرام *E. coli*



أولاً : السطح الخلوي

- **١- الغلاف capsule**
- طبقة هلامية أو لزجة تحيط البكتيريا -يتراوح سمكها مابين الاغشية الدقيقة جداً الي طبقات كثيفة -يختلف التركيب الكيماوي للغلاف بإختلاف النوع وقد يختلف حتى بين السلالات نفس النوع -بعض الأنواع البكتيريه لاتحتوي على الغلاف وبعضها الآخر تفقد أغلفتها دون ان يتأثر حيويتها أو معدل نموها.

- قد تتركب الكبسولة من **مواد عديدة التسكر** كما في البكتيريا ***Streptococcus pneumoniae***
- او من **عديدات الببتيد** كما في البكتيريا ***Bacillus anthracis***
- او من خليط من **عديدات التسكر + عديدات الببتيد** كما في البكتيريا ***Bacillus megaterium***

- ينعكس وجود أوغياب طبقة الغلاف على الشكل المظهري للمستعمرات البكتيرية على البيئات الصلبة. فمستعمرات البكتيريا التى لديها **الغلاف** تكون ذات مظهر رطب لامع هلامي وتسمى هذه **بالمستعمرات الناعمه** ،أما في حالة **غياب الغلاف** فإن المستعمرات الناتجة تظهر بشكل **غير لامع** عن سطح الآجار تعرف **بالمستعمرات الخشنة**.
- وجود الغلاف له تأثير واضح على مظهر النمو في البيئات السائلة، البكتيريا المكونة للغلاف يتميز نموها في البيئات السائلة بتكوين معلق بكتيري ثابت لا يترسب ولا يطفو على السطح في حين أن المزارع الخشنة اوالمجعده تترسب عند نموها في البيئات السائلة أو قد تطفو على سطح البيئة مكونة غشاء سطحي أو مكونة لغشاء حلقي.

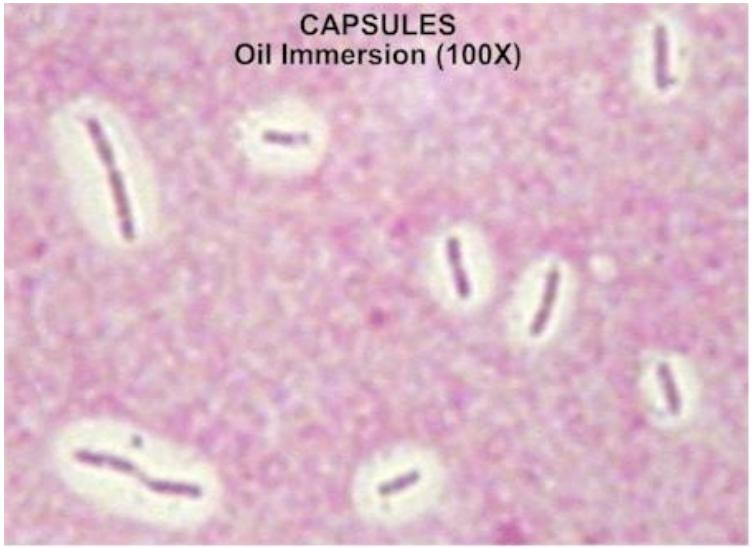
- **بالاضافة لدور الكبسولة فى حماية البكتيريا من الجفاف، قد يكون وجود طبقة الغلاف مرتبط بالقدرة المرضية Virulence للبكتيريا**

- ***Streptococcus pneumoniae***
- تسبب الإلتهاب الرئوي - المستعمرات الناعمه تكون قادرة على إحداث العدوى، أما المستعمرات الخشنة من نفس النوع البكتيري فلا تكون قادرة على إحداث المرض، حيث أن الخلايا غير المغلفة يسهل التخلص منها بواسطة النظام الدفاعي في جسم الحيوان أكثر من الخلايا المغلفة. أو بمعنى آخر طبقة الغلاف تحمى الخلية البكتيرية من النظام الدفاعي بداخل جسم العائل.

Pseudomonas solanacearum

- تسبب العفن البني للبطاطس والذبول للعديد من النباتات- السلالات غير الممرضة لا تحتوي على طبقة الغلاف أما السلالات الممرضة فهي تفرز الغلاف المكون من عديدات التسكر والذي يسبب لزوجة السوائل وإعاقة حركتها بداخل الأوعية الخشنة المصابة مسبباً اعراض الذبول.علاوة على أن إفراز مادة الغلاف لها تأثير سام على النبات.

- ***Streptococcus mutans***
- المسبب الأساسي لتسوس الأسنان في الإنسان والتى تتطلب وجود طبقة الغلاف في كتل كبيرة لتتمكن من الالتصاق على سطح الأسنان ومن العوامل التي تساعدها على التسوس هو وجود السكروز في الغذاء يساعدها على بناء الغلاف وبالتالي تلتصق بالأسنان وتسبب التسوس .



صورة لتحضير مفحوص بالمجهر الضوئي لخلايا بكتيريا *Klebseilla pneumonia* تبدو الكبسولة كهالة شفافة تحيط بالخلايا

تكتسب الخلايا البكتيرية المكونة للكبسولة والنامية على البيئات الصلبة مظهرا لزجا ويطلق عليها مستعمرات ناعمة Smoothاو ملساء لامعة shiny او مخاطية mucoid على عكس الاجناس الغير مكونة للكبسولة ويطلق عليها مستعمرات جافة او خشنة rough

ثانيا: الجدار الخلوي Cell wall

- عبارة عن تركيب صلب يعطي الخلية شكلها المميز ،ويمثل الجدار الخلوي في البكتيريا عموماً مايقارب ٢٠%من الوزن الجاف للخلية بأكملها .
- **التركيب الكيماوي للجدار الخلوي**
- التركيب الكيماوي المميز للجدار الخلوي البكتيري هو المسؤل عن صلابة الخلية فالهيكل الأساسي للجدار الخلوي البكتيري يتكون من الميكوببتيد mucopeptide ويطلق عليه أسم ميورين mumrein أو mucopolysacchrideأو glycopeptide أو glucosaminopeptide .
- ٥٠-٨٠% في معظم البكتيرات الموجبة ومن ١-٥% في البكتيرات السالبة لجرام .

- **تركيب الميكوكوببتيد :**
- عبارة عن سلاسل من السكريات الأمينية كل منها تتكون من الأستايل جلوكوز أمين بالتبادل مع الأستايل ميوراميك قد تتصلان عرضياً بواسطة سلاسل قصيرة عرضية من عديدات الببتيد ذات عدد معين من الأحماض الأمنية

- **أهمية الجدار الخلوي للخلية البكتيرية**
- - يحتوى على مكونات كيماوية لاتوجد في أي كائن حي اخر
- - يمكن لتحضيرات نقية من الجدر الخلوية لبعض البكتيريا أن تنتج أعراضاً مرضية
- كثير من المضادات الحيوية يكون تأثيرها مركزاً على بناء الجدر الخلوي
- - الأختلاف في التركيب الكيماوي للجدر الخلوية للخلايا الموجبة والسالبة لجرام

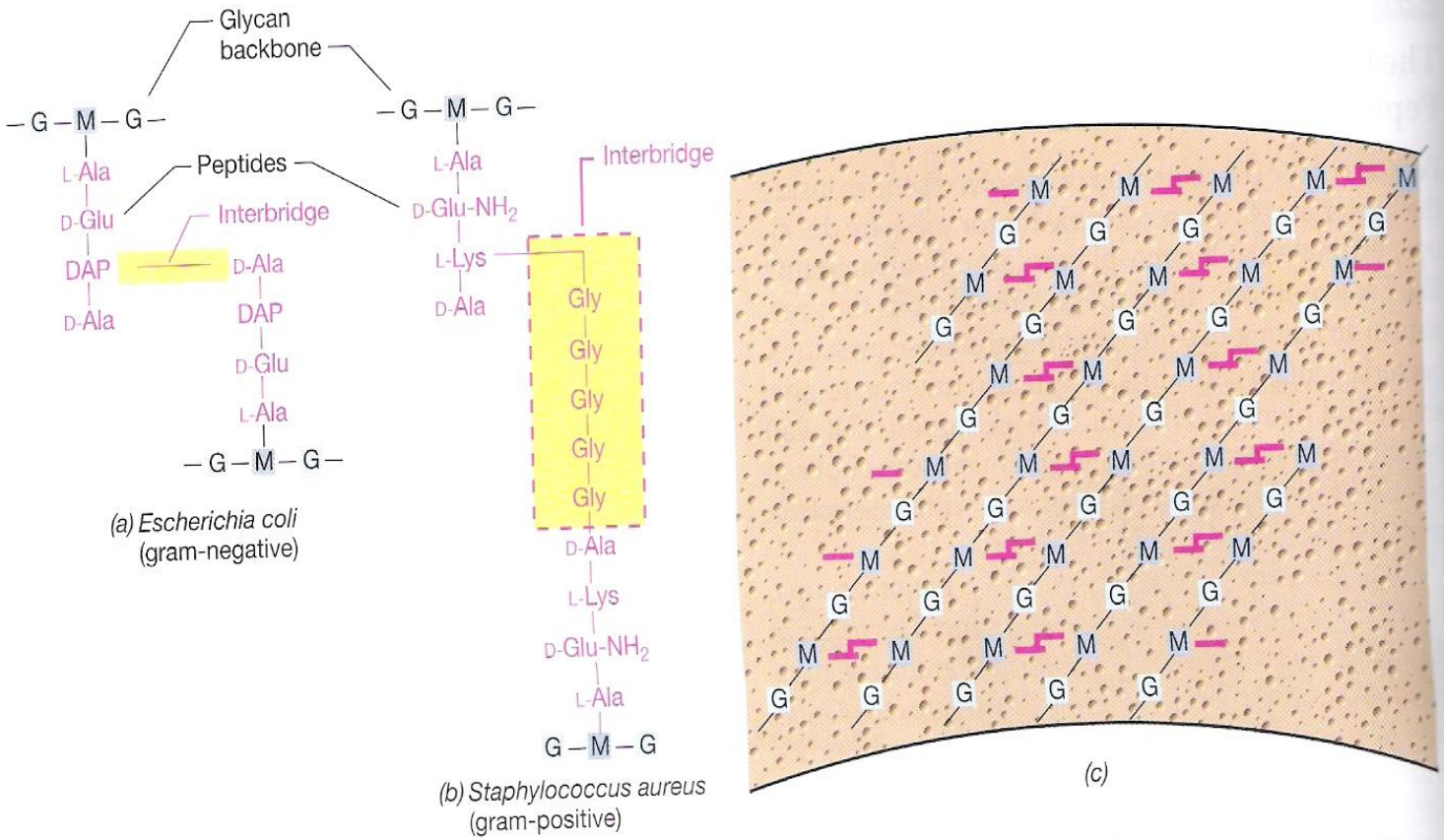


FIGURE 3.32 Manner in which the peptide and glycan units are connected in formation of the peptidoglycan sheet. (a) Direct interbridge in gram-negative Bacteria. (b) Glycine interbridge in *Staphylococcus aureus* (gram-positive). (c) Overall structure of peptidoglycan. The diagram depicts several ribbons of peptidoglycan cross-linked to one another. To visualize an entire single layer of peptidoglycan, imagine these cross-linked ribbons extending around a cylinder or sphere representing the cell as shown. G, *N*-acetylglucosamine; M, *N*-acetylmuramic acid; bold lines in (c) indicate peptide cross-links.

البكتيرات الموجبة لجرام

- معظم الجدر الخلوية للبكتيرات الموجبة لجرام عبارة عن طبقات من الميوكوببتيد (الميورين) وتتصل كل طبقة بالتي أعلى منها والتي أسفل منها بواسطة سلاسل قصيرة من عديدات الببتيد وبذلك يتكون تركيب قوى وصلب .
- لوحظ أن طبقات الميورين أو الميوكوببتيد في البكتيريا الموجبة لجرام أكثر سمكاً من طبقات الميورين المكونة للبكتيرات السالبة لجرام
- عادة لاتحتوى جدر البكتيرات الموجبة لجرام على طبقات من البروتينات الدهنية او عديدات التسكر الدهنية
- تحتوي جدر االبكتيريا الموجبة لجرام على تراكيب Teichoic acid ايضا

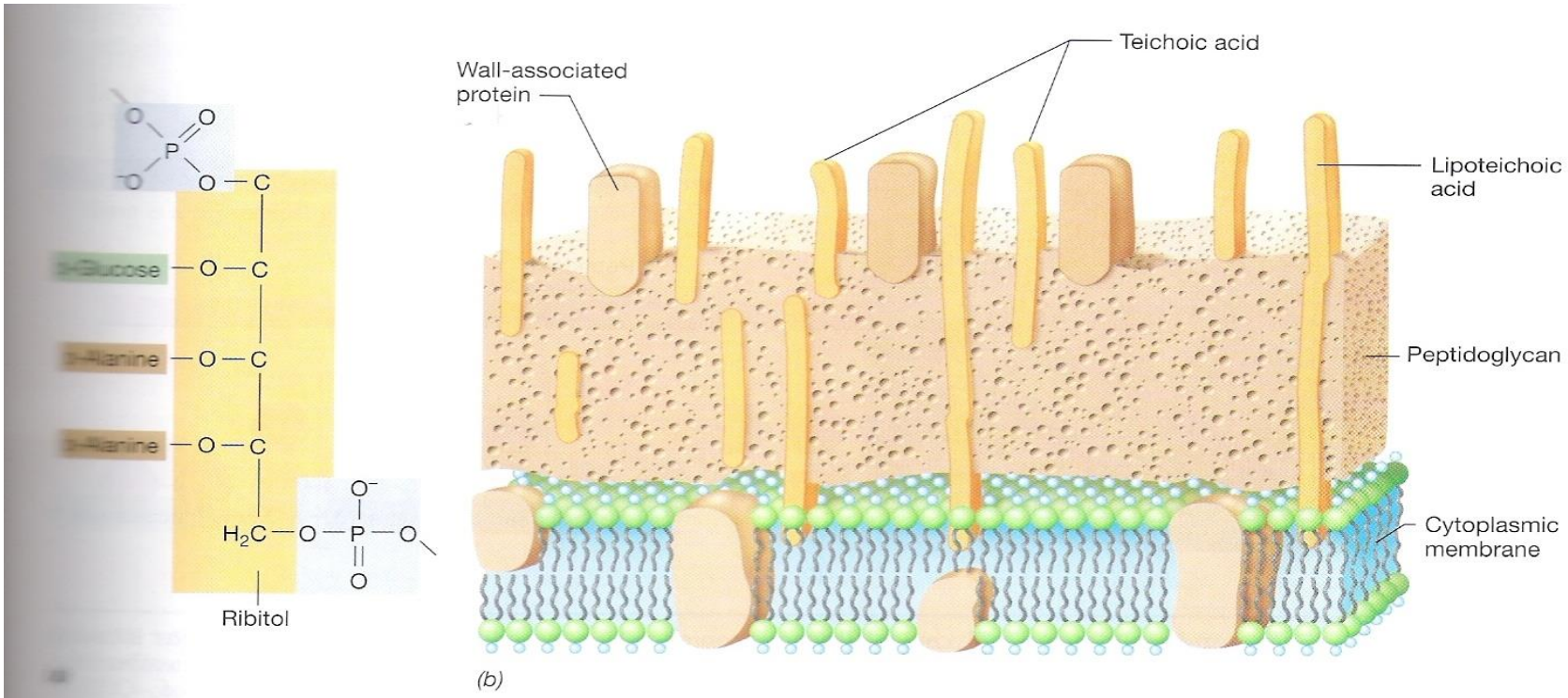
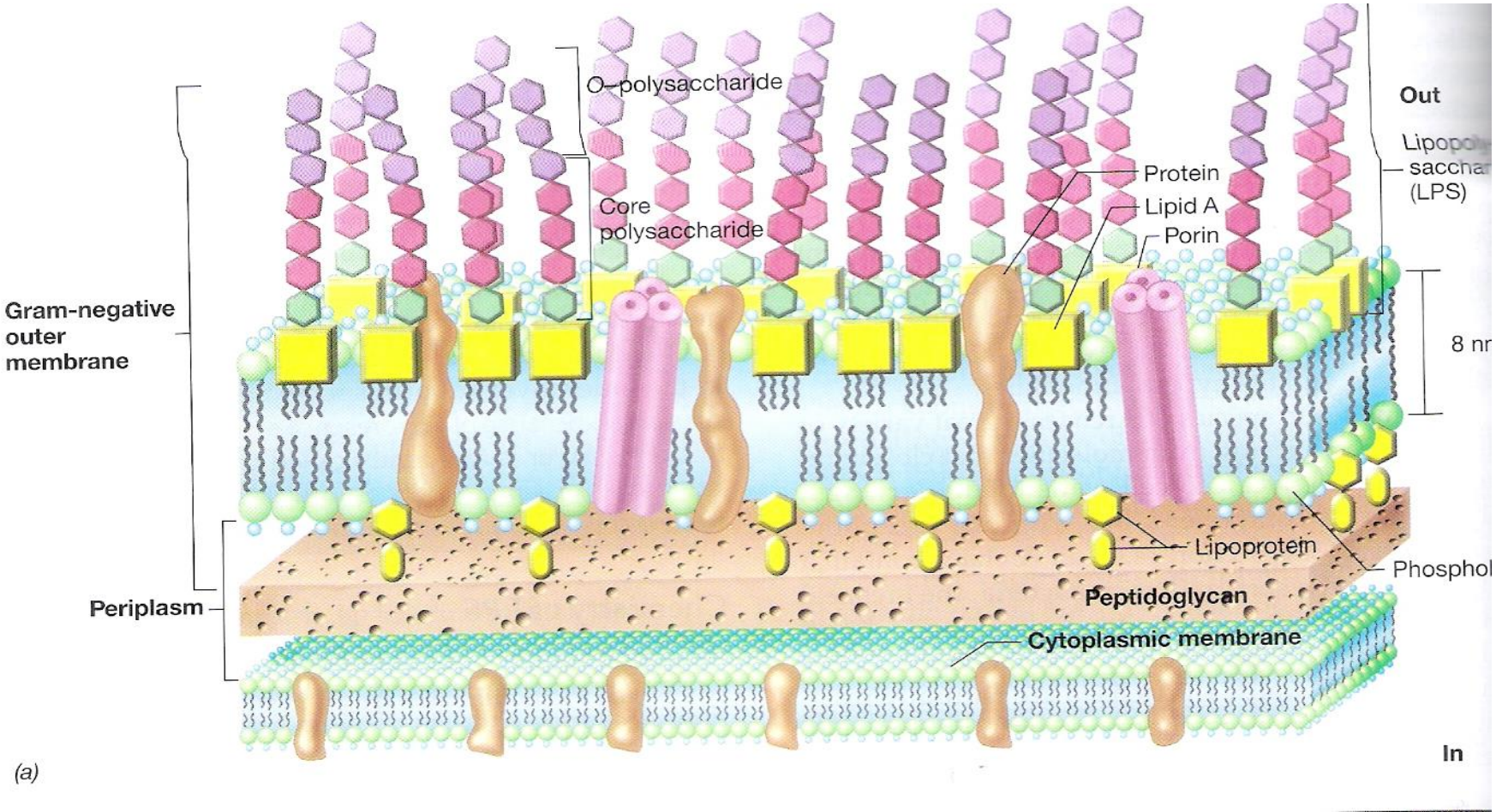


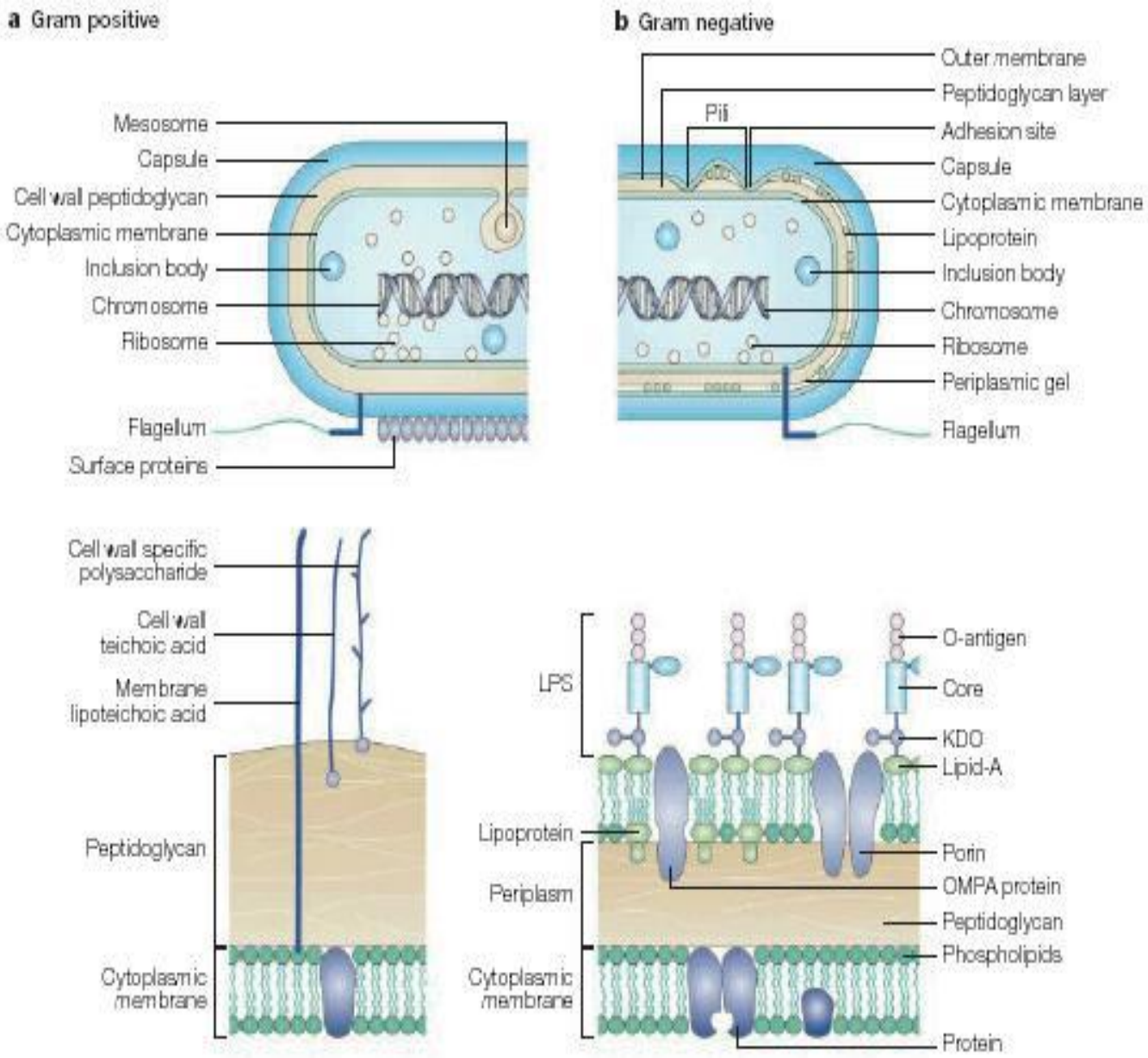
FIGURE 3.33 Teichoic acids and the overall structure of the gram-positive cell wall. (a) Structure of the ribitol teichoic acid of *Bacillus subtilis*. The teichoic acid is a polymer of the repeating ribitol units shown here. (b) Summary diagram of the gram-positive cell wall.

البكتيرات السالبة لجرام

- يحتوي الجدار على طبقة واحدة من الميورين (الميوكوبيتيد) فهي بذلك أقل سمكاً من تلك الموجودة في جدر البكتيرات الموجبة لجرام (مادة الميورين تمثل ١٠% فقط من الوزن الجاف للجدار الخلوي في الخلايا السالبة لجرام)،
- البكتيريا السالبة لجرام تحتوى علاوة على ماتقدم طبقتين من الدهون يطلق عليها طبقة الغلاف الخارجي outer membrane وهو يتكون من الخارج من طبقة من عديدات التسكر الدهنية وداخلياً من طبقة من الدهون الفوسفورية مطمور فيها جزيئات من البروتين ويليها من الداخل طبقة من البروتينات الدهنية التي تكون ملاصقة لطبقة الميورين الرقيقة.



رسم تخطيطي يوضح الفرق بين الجدار الخلوي للبكتيريا الموجبة لجرام و السالبة لجرام



- **البكتيريا الموجبة لجرام**

طبقة سميكة من الببتيدوجليكان

تراكيب techoic acid

الجدار الخلوي (طبقة واحدة)

البكتيريا السالبة لجرام

***غشاء خارجي Outer membrane**

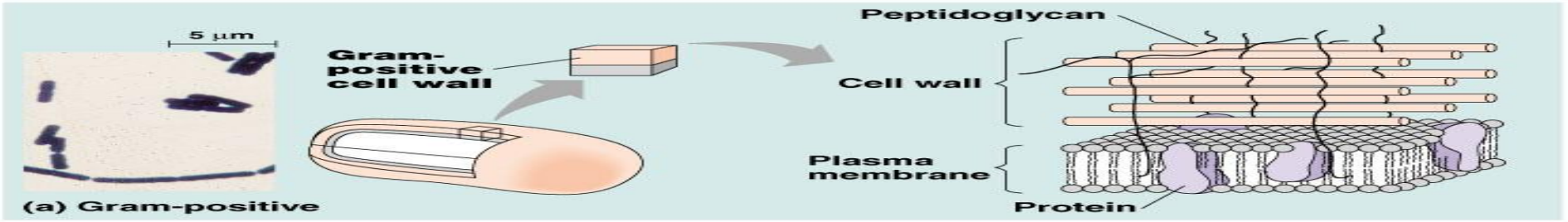
(تراكيب سكرية- دهنية)

***طبقة رقيقة من الببتيدوجليكان**

الجدار الخلوي (عدة طبقات)

بعض الفروقات بين البكتيريا السالبة لصبغة جرام والموجبة على أساس الجدار الخلوي

نقطة المقارنة	البكتيريا السالبة لجرام	البكتيريا الموجبة لجرام
سمك الجدار	10nm	20-80 nm
التركيب الكيماوي للجدار	تحتوي على • نسبة عالية من السكريات الدهنية • سكريات أمينية بنسبة منخفضة • وتحتوي على كل الأحماض الأمينية • الميكوبيتيد نسبته ١-٥% • لا يحتوي ع حمض تشويك	في حالة وجود الدهون فإنها تكون بنسبة ضئيلة • وتحتوي على نسبة عالية من السكريات الأمينية • عدد محدود من الأحماض الأمينية • تحتوي على حمض تشويك



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.