



Ministry of Higher education and scientific research

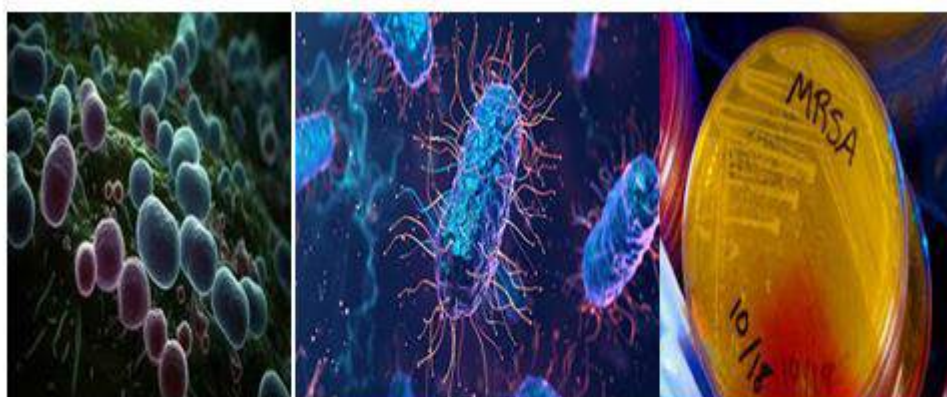
University of Tikrit

College of science

Department of Biology

Lectures of Microbiology (1)

For second stage - 2025-2026



المحاضرة العاشرة

الأغلفة الخلوية الواقعة خارج الجدار الخلوي

Cell Envelope Layers Outside the Cell Wall

ان الغلاف البكتيري bacterial envelope كما اشرنا سابقاً يتكون فقط من plasma membrane and cell wall ، لكن بعض البكتيريا تحتوي طبقات اخرى تكون مستقلة خارج الجدار الخلوي ومحيطه به. تختلف تسمية هذه الطبقات استناداً الى مكوناتها وكيفية تنظيمها. وتدعى ايضاً بـ Extracellular polymeric substances (EPS) وهي موجودة في أنواع بكتيرية وغير موجودة في أنواع أخرى وجميعها تشارك في زيادة ضراوة البكتيريا وتعتبر من عوامل الضراوة Virulence factors. وهناك ثلاث انواع منها :

Capsule , Slime Layer and S -layer

¹ Capsule



هي منطقة هلامية لزجة ومنظمة بشكل جيد وليس من السهل ازلتها بالغسل ، وتسمى أحيانا بالغلاف أو المحفظة أو العلبه. تقع خارج الجدار الخلوي وتحيط به ، وهناك العديد من الأنواع البكتيرية تمتلك الـ capsule . يتراوح سمك هذه الطبقة بين الاغشية الرقيقة إلى طبقات كثيفة يبلغ سمكها اكبر من قطر البكتيريا نفسها ويتوقف اختلاف السمك وسرعة تكون الـ capsule على عدة عوامل مثل نوع الكائن والبيئة التي يعيش فيها واختلاف الوسط الزراعي medium حيث تقوم الخلية البكتيرية بتكوين الـ capsule من مكونات الـ media النامية عليها او فيها. بعض أنواع من البكتيريا لا تمتلك الـ capsule وتسمى البكتيريا غير المغلفة non-capsulated bacteria وفي أنواع أخرى تفقد الـ capsule بتطور نموها ، وتتميز هذه الطبقة بقوة ارتباطها بالجدار الخلوي ، ويعتقد البعض أن تماسك الـ capsule حول الجدار الخلوي يعزى إلى بروز بعض المواد المكونة للجدار إلى الخارج لترتبط مع مكونات الغلاف نتيجة تكون روابط كيميائية تعاونية. ان الـ capsule يمكن رؤيتها بسهولة بواسطة المجهر الضوئي light microscope عند تصبيغها بالصبغة السالبة negative stain او بالصبغات الخاصة بتصبيغ الـ capsule (التي سيتم شرحها بالمادة العملي). وعلى الرغم من ان الـ capsule لا تستخدمها البكتيريا اثناء النمو او التكاثر في المزارع المختبرية laboratory

culture ، لكنها تقدم فوائد عديدة للبكتيريا خلال نموها في البيئات الطبيعية natural environments.

يتكون الـ capsule في الغالب من الـ polysaccharides لكن البعض منها يتكون من مواد اخرى، حيث ان التركيب الكيميائي لكل capsule يكون فريد بمعنى انه متميز عن غيره الذي تنتجه السلالات الاخرى. فعلى سبيل المثال، بكتريا الـ *Bacillus anthracis* المسببة لمرض الجمرة الخبيثة anthrax تمتلك كبسول بروتيني مكون من poly-D-glutamic acid. اما الـ capsule لجنس الـ *Streptococcus* فيتكون من hyaluronic acid ، وفي جنس *Shigella* يتكون من اتحاد polysaccharides مع phospholipid . وهناك بعض العوامل التي تؤثر على تكوين الـ capsule وهي :

1- نوع البكتيريا Species of Bacteria – مثلاً :

a. جنس الـ *Streptococcus* بعض افراد هذا الجنس تقوم بتكوين الـ capsule اثناء المراحل الأولى للنمو.

b. جنس *Aerobacter* افراد هذا الجنس تقوم بتكوين الـ capsule عقب فترة النمو.

2- نوع الوسط الزراعي Type of Medium : تتألف الخلية البكتيرية من مواد مختلفة ومنها polysaccharides و polypeptides و phospholipid . وتتكون الـ capsule من احد هذه المواد أو نتيجة حدوث اتحاد بين مادتين. حيث ان مكونات الوسط الزراعي الذي تنمو فيه البكتيريا له ارتباط واضح بمكونات الـ capsule.

3- البيئة Environment : بعض انواع البكتيريا من جنس *Bacillus anthracis* تقوم بتكوين الـ capsule في وجود ثاني اكسيد الكربون CO_2 ، في حين ان بعض الانواع تتطلب زيادة الكربوهيدرات وقله النيتروجين والفسفور في الـ medium وغيرها من الظروف المحيط بالبيئة الدقيقة microenvironment التي تتواجد فيها الخلية.

❖ علاقة الـ capsule بالمظهر الخارجي للنمو البكتيري

ان البكتيريا التي تمتلك الـ capsule يكون مظهر مستعمراتها colony املس ناعماً smooth لزجاً ، ويعود ذلك الى إفراز كمية من المواد الداخلة في تركيب الـ capsule والتي تملأ المسافات الموجودة بين الخلايا (بمعنى الخلايا ضمن المستعمرة الواحدة) مؤدية بذلك الى نعومة ولزوجة شكل المستعمرات ، اما البكتيريا التي لا تحتوي على الـ capsule وتعرف بالبكتيريا

غير المغلفة non-capsulated bacteria تكون خشنة المظهر rough مجعدة النمو على البيئات الصلبة solid media. ان البكتيريا التي تحتوي على الـ capsule تسمى ايضاً encapsulated bacteria ، يتميز نموها في البيئات السائلة liquid media بتكوين نمو بكتيري ثابت ومتجانس (مُعلق ثابت) غير قابل للترسيب او الطفو اما البكتيريا غير المغلفة فيتميز نموها في البيئات السائلة بعدم الثبوت والتجانس لذلك يحدث ترسيب الى اسفل او يطفو الى اعلى فيكون غشاء سطحياً للمزعة البكتيرية bacterial culture.

❖ علاقة الـ capsule بالقدرة المرضية للكائن

ان البكتيريا المرضية pathogenic bacteria التي تحتوي الـ capsule يكون لها القدرة على احداث المرض لان الـ capsule تحمي الخلية من دفاعات جسم المضيف مثل عملية البلعمة phagocytosis وهجوم خلايا الدموية البيضاء. فعلى سبيل المثال : بكتريا *Streptococcus pneumonia* تقدم نموذج مثالي على ذلك ، فعند حقن فأر (مختبرياً) بالنوع الطافر (mutant) لهذا النوع البكتيري ويكون غير محاطة بالـ capsule فيسهل بلعمتها من قبل الخلايا البلعية phagocytic cell ولا تسبب مرض للفأر. بينما عندما يكون هذا النوع محاط بالـ capsule فمن السهولة ان تحدث الإصابة infection وتقتل الفأر. لكن من جانب اخر فإن الـ capsule ذو صفات انتجينية antigenic features بمعنى انه يحفز الجهاز المناعي للمضيف host على انتاج الاجسام المضادة antibodies والتي ترتبط بتخصص بالـ capsule. بالإضافة الى ذلك فإن الـ capsule تحمي الخلية من الجفاف desiccation لكون الـ capsule يحتوي في تركيبته كمية كبيرة من الماء. كما ان الـ capsule يحمي الخلية من الفيروسات ومعظم المواد السمية الكارهة للماء hydrophobic مثل المنظفات detergents.

❖ علاقة الـ capsule بعملية تسوس الاسنان :

ان البكتيريا التي تسبب تسوس الاسنان كـ *Streptococcus mutans* لها capsule سميك يسمى Dextran والتي يتم تكوينها بصورة اساسية من السكروز sucrose الموجود بالطعام. ويعتبر هذا الـ capsule عامل مهم في احداث تسوس الاسنان حيث يساعد هذا الغلاف السميك اللزج على التصاقها ببقايا الغذاء في الفم لتكوين طبقة الـ plaque على سطح الاسنان ، وهذا الالتصاق يتيح للبكتيريا الفرصة لتحليل مادة الاسنان.

❖ علاقة الـ capsule بقدرة البكتيريا على احداث امراض للنبات

البكتيريا التي تسبب العفن البنى في البطاطس وكذلك الانواع البكتيرية التي تسبب امراض الذبول في عديد من النباتات ثبت ان لهذه الانواع capsule مكوناً من الـ polysaccharide وله دور هام في القدرة المرضية للبكتيريا حيث ان تركيب هذا الغلاف يزيد لزوجة السوائل داخل الوعاء الخشبي فتسبب اعراض الذبول وكذلك فان افراز مادة capsule بأنسجة النبات لها تأثير سام على النبات نفسه.

Slime Layer²

←

وهي عبارة عن منطقة او طبقة من مادة منتشرة وغير منتظمة ويمكن ازالتها بسهولة. وتكون اقل سمكاً من الـ capsule، وغالباً ما تتكون من polysaccharide. لا يمكن رؤيتها بالمجهر الضوئي بسهولة. وعند تواجدها فأنها تحمي البكتيريا من الجفاف وتعمل كمصيدة للمغذيات القريبة من الخلية وبعض الاحيان تعمل على ربط الخلايا مع بعضها . ان طبقة الـ slime layer تتيح للبكتيريا الالتصاق على المواد في البيئة مثل الصخور وجذور النباتات وذلك لتبقي الخلية قريبة من المغذيات او الاوكسجين. وعند ارتباط الخلايا البكتيرية بهذا الشكل سواء كانت من نوع واحد او من انواع مختلفة فتسمى بالـ **biofilm**. من جانب اخر فإن البكتيريا المتزحقة gliding bacteria (أحد انواع حركة البكتيريا سنأتي على شرحه لاحقاً) غالباً ما تنتج الـ Slime Layer والذي يسهل حركتها.

❖ Glycocalyx

وهو مصطلح يشار به الى الطبقة الخارجية التي تتكون من مركب الـ polysaccharide . لذلك فإن هذا المصطلح glycocalyx يشمل الـ capsule and slime layer لكون ان كلاهما يتكونان من مركب الـ polysaccharide.

S – Layers³

←

هناك بعض انواع البكتيريا تحتوي طبقة منظمة تركيبياً تسمى S-layer (subunit surface layer) تقع على سطح الخلية. تتكون من الـ proteins او glycoprotein. في البكتيريا السالبة لصبغة كرام تلتصق الـ S-layer مباشرة بالـ outer membrane، بينما في البكتيريا الموجبة فترتبط بسطح طبقة الـ peptidoglycan. تعتبر S-layer مثير للاهتمام ليس فقط لدورها البيولوجي لكن ايضاً لدورها في مجال النمو بتقنية النانو تكنولوجيا Nanotechnology. الوظيفة البيولوجية له تشمل حماية البكتيريا من

التقلبات في الأيونات والـ pH وتقلبات الجهد التناضحي osmosis والانزيمات وكذلك حماية البكتريا من البكتريا المفترسة. بالإضافة الى ذلك فإن الـ S-layer يساهم في المحافظة على الشكل وقوة الـ envelope لبعض انواع البكتريا ويساعدها على الالتصاق على الاسطح. ويحمي البكتريا من دفاعات الجسم وبذلك فإنه يساهم في الضراوة Virulence. ان الاستخدام المحتمل الـ S-layer في النانو تكنولوجيا nanotechnology يعود لقدرة بروتيناته على التجمع التلقائي بمعنى اخر ان بروتينات الـ S-layer تمتلك المعلومات المطلوبة للارتباط بشكل تلقائي لتكوين الـ S-layer بدون أي مساعدة من أي انزيم او عوامل اخرى. لذلك فإن هذه الصفة مكّنت العلماء من استخدام بروتينات الـ S-layer كحجر اساس لإنشاء تقنيات مثل انظمة توصيل الادوية وانظمة الكشف الجديدة للمواد الكيميائية السامة او عوامل الارهاب البيولوجي.