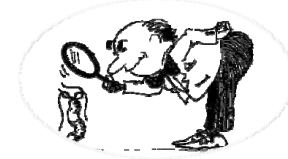


التجريم البكتيري Bacterial Sporulation



الجراثيم الداخلية Endospores

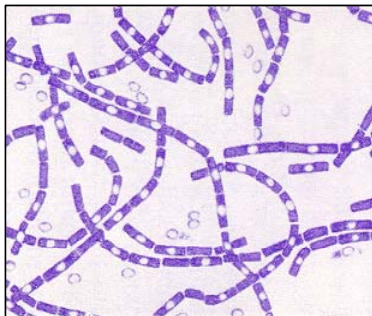
أمثلة توضح مدى قدرة الجرثومة الداخلية على مقاومة الظروف السيئة :

➡ تحمل الجفاف

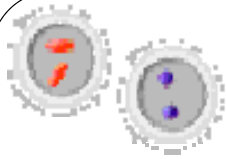
➡ تحتفظ الجرثومة الداخلية بحيويتها لفترات طويلة وهي في

حالة جفاف

➡ مثال جراثيم بكتيريا حمى الانثراكس *Bacillus anthrax*



تتحمل الوسط الجاف لعشر سنوات



التجريم البكتيري Bacterial Sporulation



الجراثيم الداخلية Endospores

أمثلة توضح مدى قدرة الجرثومة الداخلية على مقاومة الظروف السيئة :

→ تتحمل الغليان

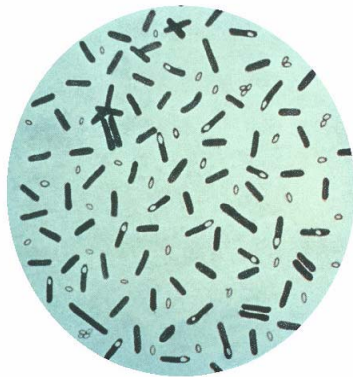
→ تستطيع تحمل الغليان لفترات دون أن تموت

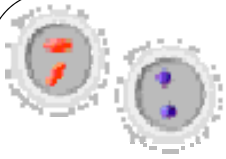
→ مثال جراثيم بكتيريا البوتيولينم *Clostridium botulinum*

تتحمل الغليان لعدة ساعات

وتتحمل التعقيم على ١٢٠ درجة مئوية

لعدة دقائق





التجريم البكتيري Bacterial Sporulation



الجراثيم الداخلية Endospores

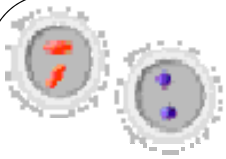
أمثلة توضح مدى قدرة الجرثومة الداخلية على مقاومة الظروف السيئة :

➡ مقاومة الإشعاع

➡ تستطيع مقاومة الإشعاع مقارنة بالخلية الخضرية

➡ وتحمل أضعاف الجرعات الإشعاعية التي لا تتحملها

الخلايا الخضرية



التجريم البكتيري Bacterial Sporulation



الجراثيم الداخلية Endospores

تفسير قدرة الجرثومة الداخلية على مقاومة الظروف السيئة :

➡ سمك جدار الجرثومة

جدار الجرثومة غير منفذ

للمواد الضارة والسموم وغيرها

إلى داخل السيتوبلازم

وبالتالي يحفظ الخلية من التأثير الضار لتلك المواد



التجراثيم البكتيري Bacterial Sporulation



الجراثيم الداخلية Endospores

تفسير قدرة الجرثومة الداخلية على مقاومة الظروف السيئة :

➡ قلة الرطوبة

يحتوي بروتين الجرثومة على كمية قليلة من الرطوبة

حوالي ١٥%

مقارنة ببروتين الخلية الخضرية (٨٠%)



التجريم البكتيري Bacterial Sporulation



الجراثيم الداخلية Endospores

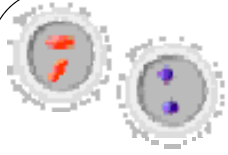
تفسير قدرة الجرثومة الداخلية على مقاومة الظروف السيئة :

➔ حامض الدايبكولينيك **Dipicolinic Acid (DPA)**

- تحتوي الجرثومة على كميات كبيرة تصل إلى ١٥ % من وزن

الجرثومة الجاف

- يوجد في منطقة لب الجرثومة
- يساعد على عملية تجفيف الجرثومة أثناء تخليقها
- يلعب دور رئيسي في مقاومة الجرثومة للحرارة العالية



التجريم البكتيري Bacterial Sporulation

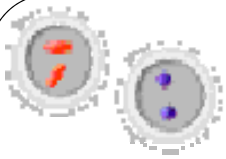


الجراثيم الداخلية Endospores

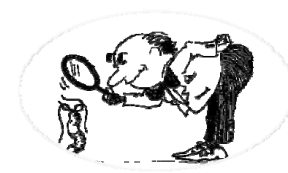
تفسير قدرة الجرثومة الداخلية على مقاومة الظروف السيئة :

➡ ثبات الإنزيمات Stabilized

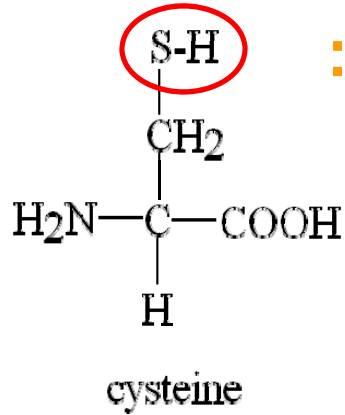
- توجد إنزيمات الجراثيم في حالة ثبات – وبالتالي تقاوم الحرارة
- تقع الإنزيمات في حالة الثبات عادة في جدار الجرثومة
- يرجع الثبات الحراري للإنزيمات الجرثومية إلى ارتباطها بأيون الكالسيوم



التجراثيم البكتيري Bacterial Sporulation



الجراثيم الداخلية Endospores



تفسير قدرة الجرثومة الداخلية على مقاومة الظروف السيئة :

➡ البروتينات والحمض الأميني السستئين

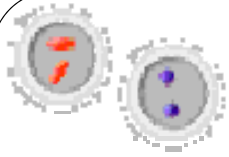
• تحتوي أغلفة الجرثومة على نسبة مرتفعة من البروتينات

المحتوية على الحمض الأميني الكبريتي السستئين

Cysteine (يحتوي على روابط كبريتيدية)

• ترتبط مقاومة الجراثيم للإشعاع بعدد الروابط الكبريتيدية

الموجودة بالأغلفة البروتينية للجرثومة



تركيب الجرثومة الداخلية Structure of Endospore



➤ تتركب الجرثومة البكتيرية من الطبقات التالية (من الخارج إلى الداخل):

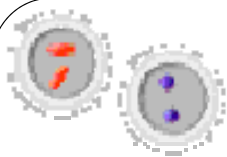
١- ظاهرة الجرثومة **Exosporium**

٢- أغلفة الجرثومة **Spore coats**

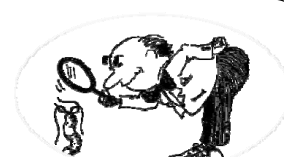
٣- القشرة **Cortex**

٤- جدار الجرثومة **Cell wall**

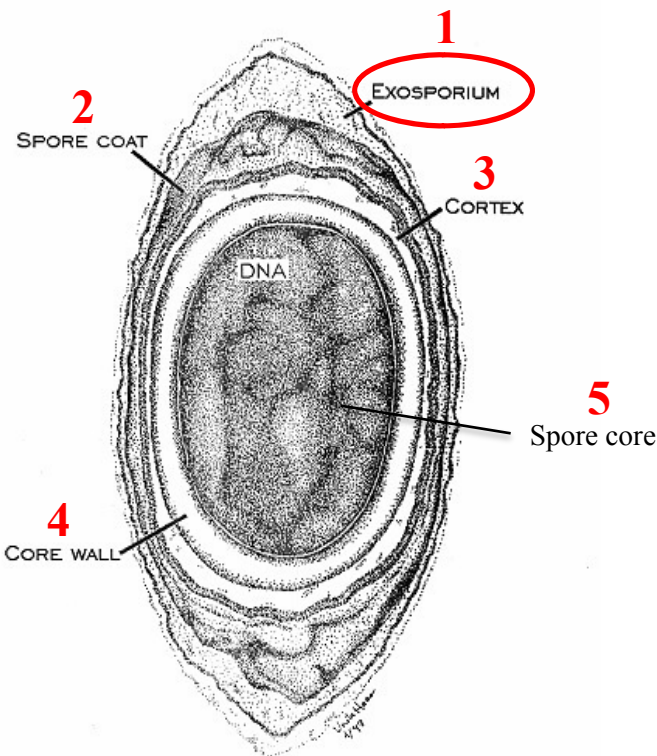
٥- بروتوبلاست الجرثومة (لب الجرثومة) **Spore core**



تركيب الجرثومة الداخلية Structure of Endospore



١- ظاهرة الجرثومة Exosporium



➡ هي الطبقة الخارجية من الجرثومة

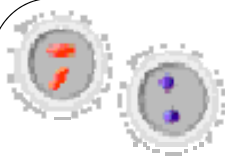
➡ طبقة غير محددة السمك – يتوقف

سمكها على ظروف البيئة

➡ تتكون من سكريات معقدة

➡ تساعد في حماية الجرثومة من

الظروف السيئة



تركيب الجرثومة الداخلية Structure of Endospore



٢- أغلفة الجرثومة Spore coats

تلي طبقة **Exosporium** - وتحيط بالقشرة **Cortex**

تتكون من طبقة واحدة أو أكثر قد تصل إلى ٤ طبقات في بعض الأنواع

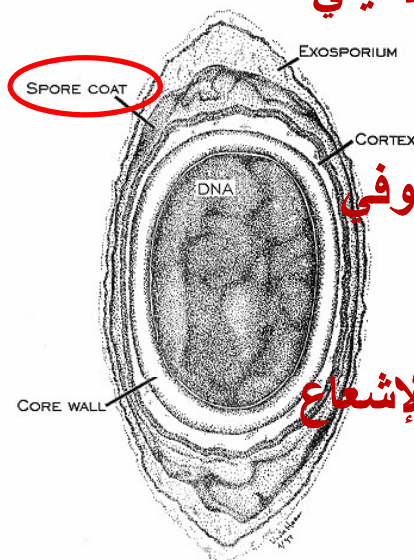
تتركب من بروتينات - يحتوي على نسبة عالية من الحامض الاميني

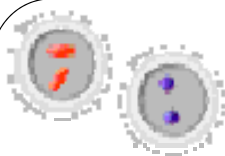
Cysteine الكبريتي السيستئين

هذه البروتينات تلعب دوراً في تقليل نفاذية الجرثومة للمواد - وفي

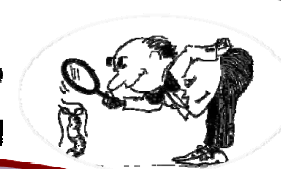
زيادة مقاومة الجرثومة للأشعة - لذلك أغلفة الجرثومة

تساعد في حماية الجرثومة من الجفاف والكيماويات الضارة والإشعاع

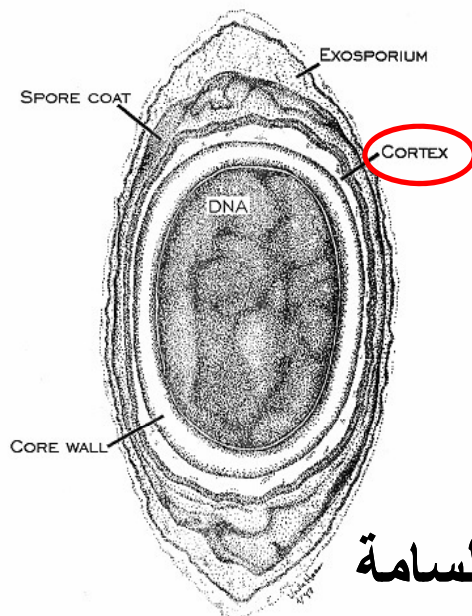




تركيب الجرثومة الداخلية Structure of Endospore



٣- القشرة Cortex



- تقع بين أغلفة الجرثومة وجدار الجرثومة
- تتكون من طبقات متعددة من الببتيدوجلوكان
- تعطي الصلابة للجرثومة
- تحميها من التأثيرات الضارة للكيمائيات والمواد السامة
- تعيق دخول الصبغات إلى داخل الجرثومة



تركيب الجرثومة الداخلية Structure of Endospore



٤- جدار الجرثومة Core wall

➡ يفصل القشرة عن بروتوبلاست الجرثومة

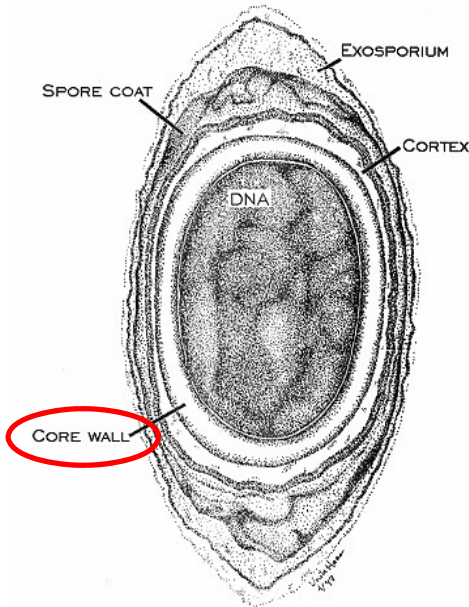
➡ يتكون من الببتيدوجلوكان – ولكنه أكثر مقاومة

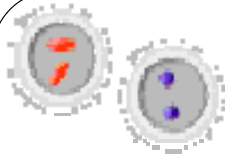
للتحلل من الموجود بجدار الخلية الخضرية أو

الموجود بقشرة الجرثومة

➡ تحمي لب الجرثومة Core من التأثيرات

الخارجية الضارة للكيماويات





تركيب الجرثومة الداخلية Structure of Endospore



٥- بروتوبلاست الجرثومة (لب الجرثومة) Spore core

➡ يلي جدار الجرثومة

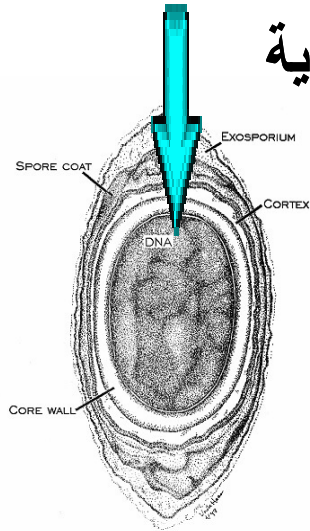
➡ هو الجزء المركزي في الجرثومة

➡ يشمل الغشاء السيتوبلازمي والسيتوبلازم ومكوناته الخلوية

➡ يتميز سيتوبلازم الجرثومة بانخفاض محتواه من الماء

➡ واحتوائه على نسبة مرتفعة من الكالسيوم وحامض

الديكولينيك DPA

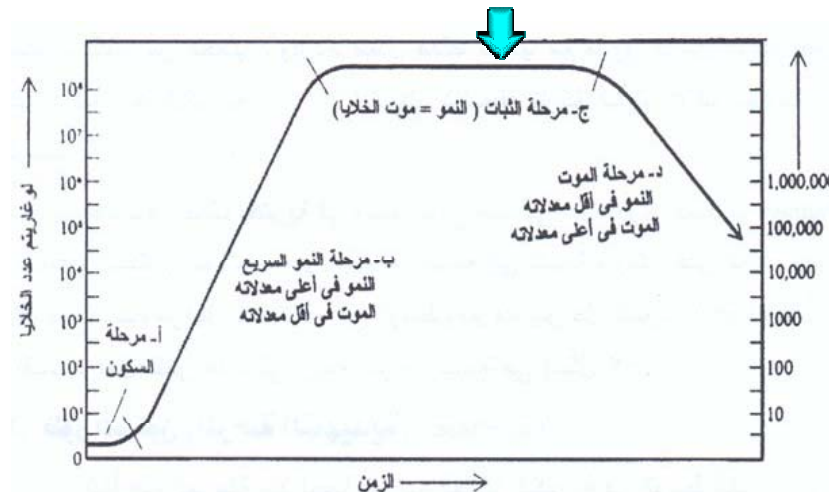


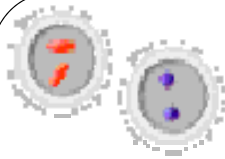


تكوين الجرثومة الداخلية Spore Formation



- ➡ يعتبر التجزئ (في البكتيريا المتجرئمة) طور من أطوار نمو البكتيريا
- ➡ عادة تبدأ الخلية في التجزئ في بداية طور الثبات - حيث أنه في طور الثبات - تقل المواد الغذائية وتتراكم فضلات التمثيل الغذائي بالمزرعة مما يشجع دخول الخلايا البكتيرية (المتجرئمة) مرحلة التجزئ





مراحل تكوين الجراثيم الداخلية



➡ تكوين الجرثومة البكتيرية الناضجة – تأخذ حوالي ٧-٨ ساعات

➡ تمر الجرثومة ٧ مراحل من التغيرات التركيبية حتى تنضج – وهي:

٢- المرحلة الثانية

١- المرحلة الأولى

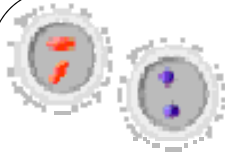
٤- المرحلة الرابعة

٣- المرحلة الثالثة

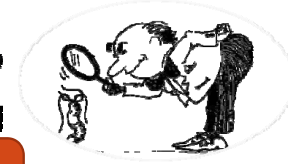
٦- المرحلة السادسة

٥- المرحلة الخامسة

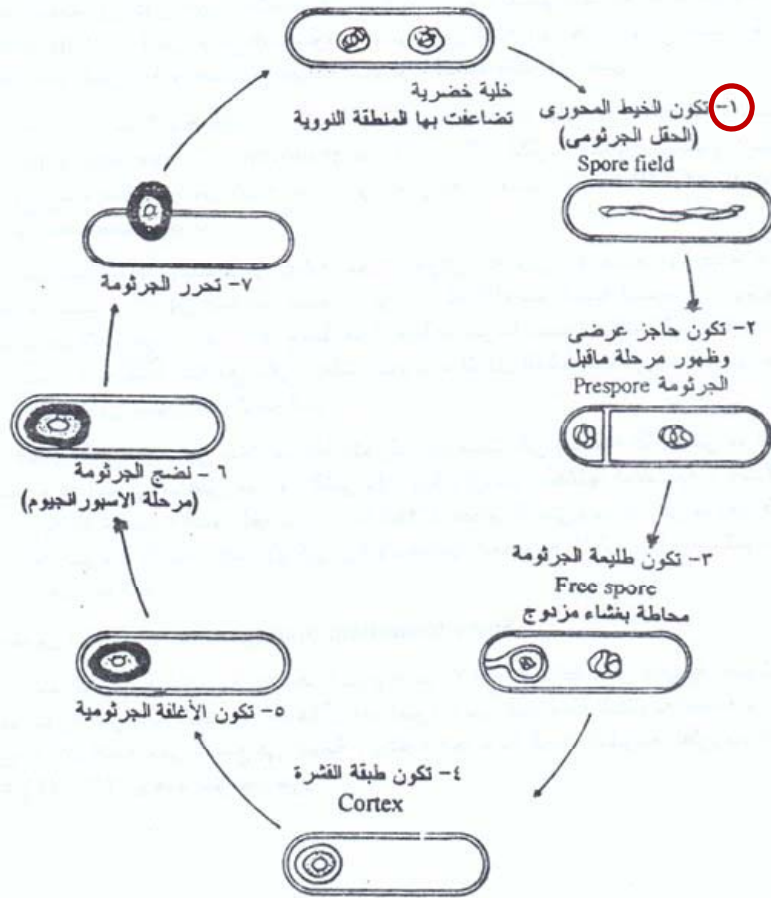
٧- المرحلة السابعة



مراحل تكوين الجراثيم الداخلية



١- المرحلة الأولى



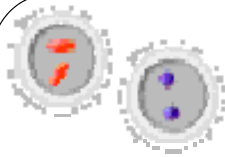
- تبدأ بعد دخول المزرعة طور الثبات
- يحدث تغير في DNA الخلية البكتيرية

ويظهر في تجمع خيطي يسمى

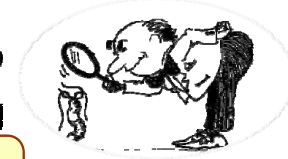
Axial filament الخيط المحوري

- وتسمى منطقة الحقل الجرثومي

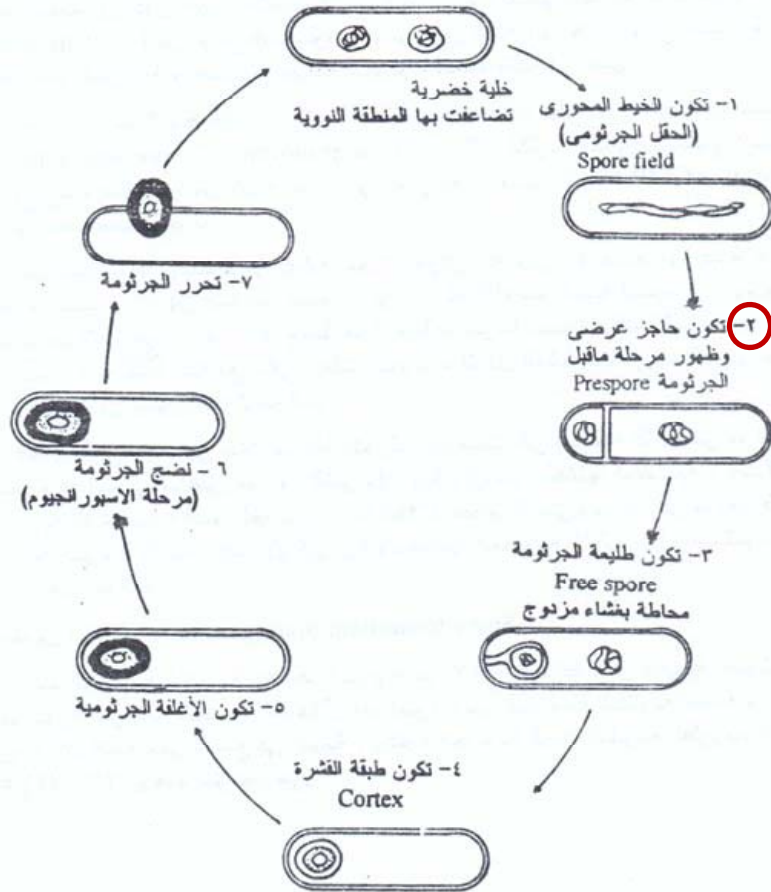
Spore field



مراحل تكوين الجراثيم الداخلية



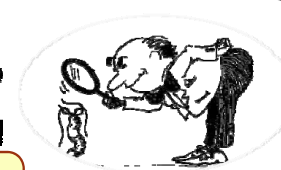
٢- المرحلة الثانية



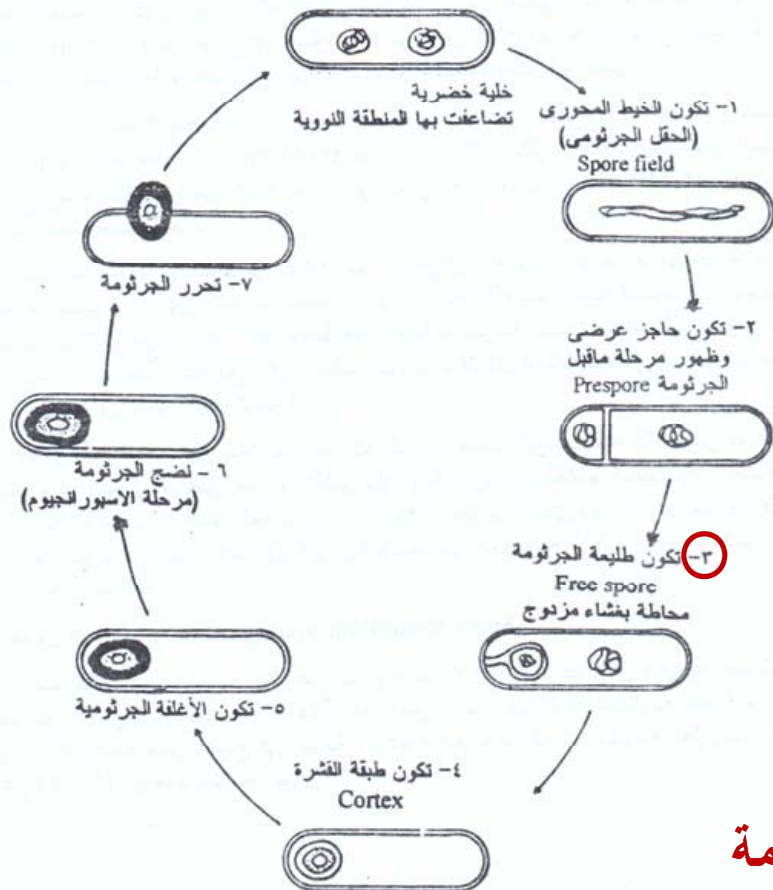
- يتضاعف DNA إلى كروموسومين
- يتكون حاجز عرضي يفصل الخلية إلى جزئين غير متساويين- في كل منهما مادة نووية
- يزداد تكثيف الجزء الصغير من الخلية لتكوين مرحلة ما قبل الجرثومة Prespore
- يلعب الميسوسوم دور هام في تكوين الحاجز العرضي وتضاعف DNA



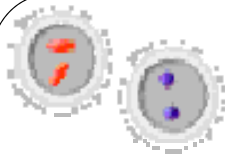
مراحل تكوين الجراثيم الداخلية



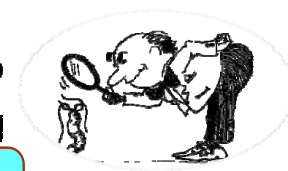
٣- المرحلة الثالثة



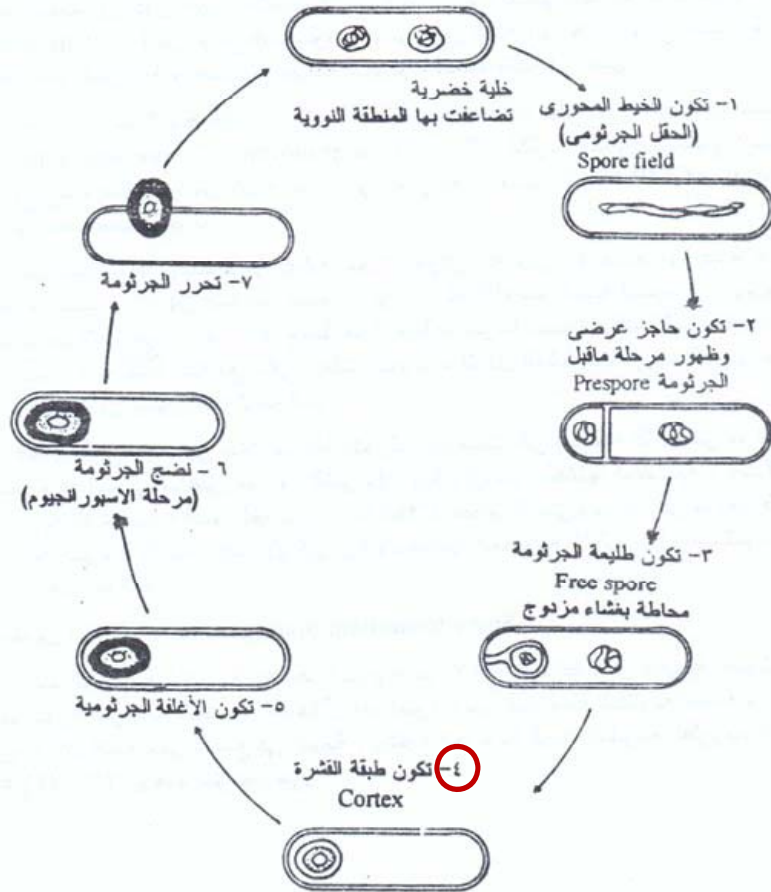
- يمتد الغشاء السيتوبلازمي لخلية الأم
- يحيط بطور ما قبل الجرثومة Prespore
- وتتكون طليعة الجرثومة Forespore
- التي تظهر محاطة بغشاء مزدوج
- الغشاء الداخلي يحيط بالجرثومة
- والغشاء الخارجي يلتف حول الجرثومة
- وممتد ليتصل بغشاء الخلية الأم
- يلعب الغشائين دورا في تكوين جدار الجرثومة



مراحل تكوين الجراثيم الداخلية



٤- المرحلة الرابعة



• يحدث تكوين وترسيب مكونات هامة

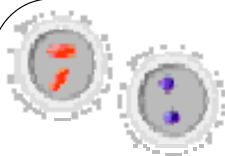
للجرثومة منها:

• يخلق الغشاء البلازمي الداخلي المحيط

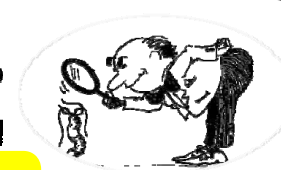
بالجرثومة

• يخلق جدار الجرثومة

• ويخلق خارجه طبقة القشرة Cortex



مراحل تكوين الجراثيم الداخلية

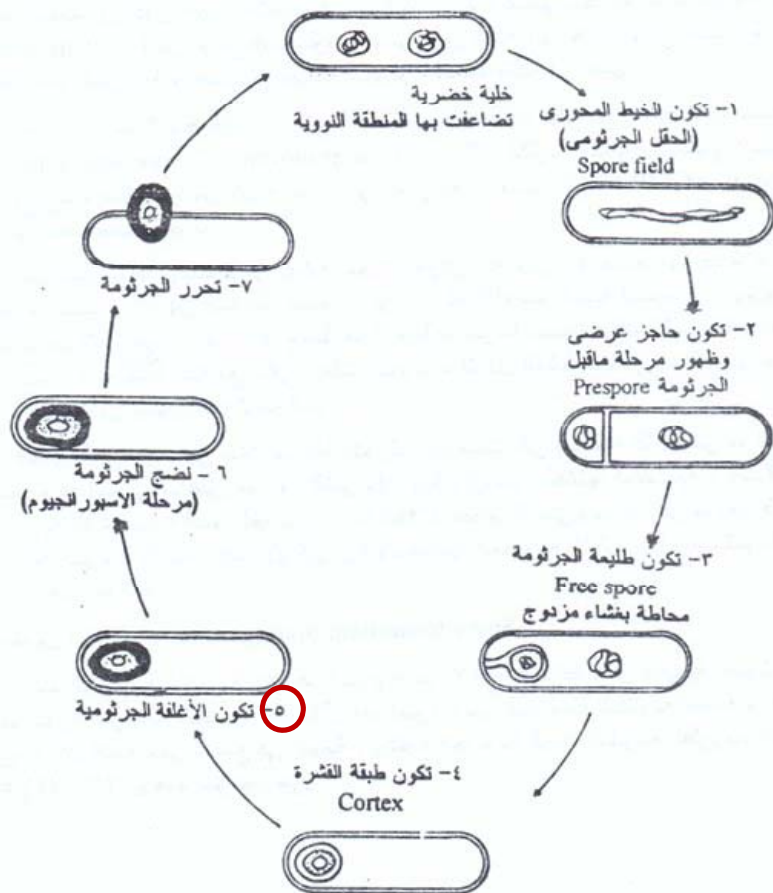


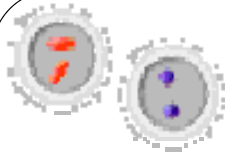
٥- المرحلة الخامسة

• يتم فيها تكوين أغلفة الجرثومة

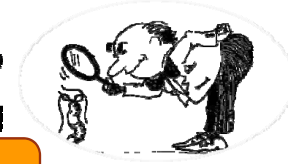
Spore coats

تكونها الخلية الأم

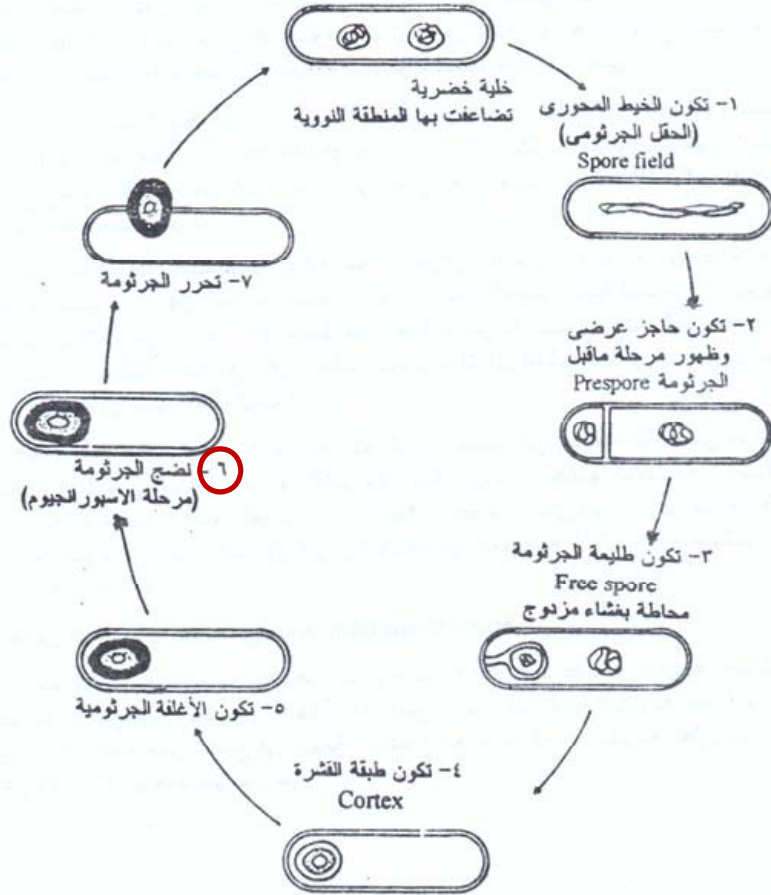




مراحل تكوين الجراثيم الداخلية



٦- المرحلة السادسة



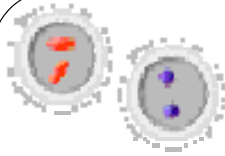
• اكتمال مكونات الجرثومة الداخلية

ونضجها

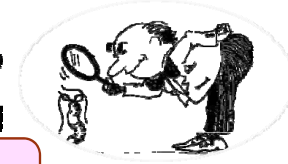
• تأخذ الجرثومة مكانها المحدد بداخل

الحافظة الجرثومية **Sporangium**

• لذلك تسمى مرحلة الاسبورانجيوم



مراحل تكوين الجراثيم الداخلية



٧- المرحلة السابعة

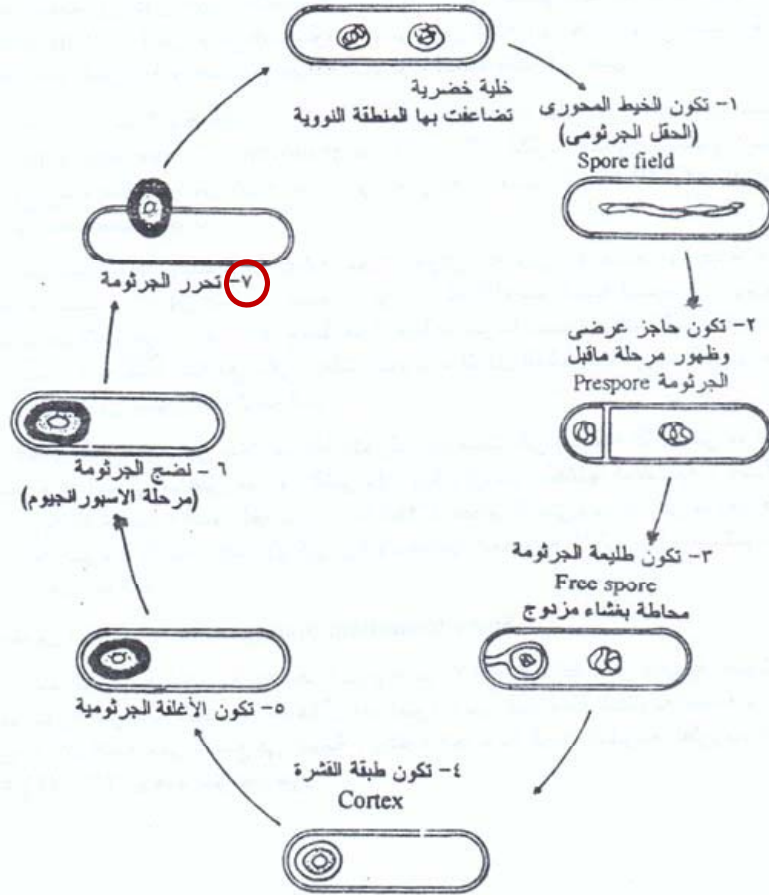
• تتحلل الحافظة الجرثومية

Sporangium

• وتتحلل الجرثومة Free spore

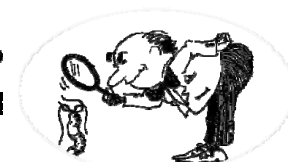
• في الظروف البيئية المناسبة - تثبت

الجرثومة وتكون خلية خضرية جديدة





تكوين الجراثيم الداخلية

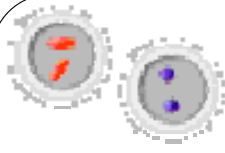


التغيرات الفسيولوجية التي تحدث أثناء عملية التجزئ

- تبدأ عملية التجزئ بعد نضج الخلية الخضرية البكتيرية مع نفاذ الجلوكوز (مصدر الكربون) من البيئة
- وتتجمع المواد البروتينية بالخلية - ويتوفر بها مصدر للطاقة
- بتقدم مراحل التجزئ - يزداد محتوى الخلية المتجرئة من **Ca** وحامض **DPA**

التغيرات المورفولوجية التي تحدث أثناء عملية التجزئ

- يزداد معامل انكسار الجرثومة للضوء ومقاومتها للحرارة
- تتحرر الجرثومة الناضجة



تكوين الجراثيم الداخلية



التغيرات الإنزيمية التي تحدث أثناء عملية التجثر

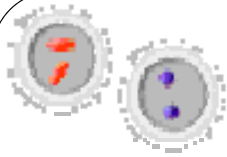
- في المرحلة الثانية من مراحل التجثر – تنشط الإنزيمات المرتبطة بدورة كربس

TCA حاجة عملية التجثر لكميات كبيرة من الطاقة **ATP**
(Tricarboxylic acid cycle)

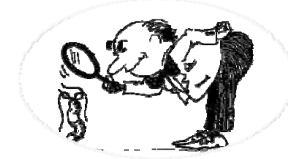
تكوين مواد جديدة بالجراثومة لم تكن موجودة بالخلية الخضرية مثل:

- ١- تركيب خاص من الببتيدوجلوكان يدخل في تركيب جدار وقشرة الجراثومة
- ٢- تراكم أيون الكالسيوم منذ بداية مراحل التجثر
- ٣- تخليق وتراكم حامض **DPA** – لا يوجد بالخلية الخضرية - ويوجد مرتبط بالكالسيوم مكوناً **Ca-dipicolinate**





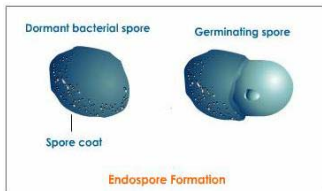
إنبات الجرثومة الداخلية Endospore germination



- تبقى الجرثومة البكتيرية الداخلية ساكنة – إذا لم يتوفر لها الظروف الملائمة للنمو
- بتحسن الظروف البيئية – تبدأ الجرثومة في الإنبات
- تتضمن عملية الإنبات مرحلتين أساسيتين هما:

٢- مرحلة النمو

- بعد تنشيط الجرثومة – تدخل في مرحلة النمو – وفيها تتحول الجرثومة إلى خلية خضرية



١- كسر طور السكون

- يتم كسر طور سكون الجرثومة معملياً بعدة عوامل منها:
- استخدام طريقة الصدمة الحرارية
- إضافة بعض الكيماويات إلى بيئة الإنبات مثل الجلوكوز
- توفير غاز CO_2 في بيئة نمو *Clostridium*