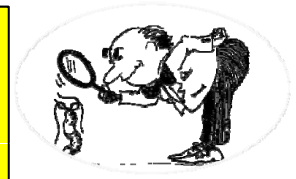




نمو وتكاثر البكتيريا

Growth and Reproduction of Bacteria



ماذا تعني كلمة نمو؟

طرق التكاثر في البكتيريا

منحنى النمو البكتيري (أطوار منحنى النمو)

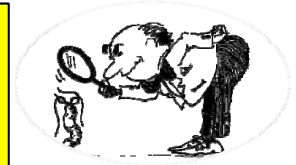
نظم تنمية البكتيريا

طرق تقدير النمو البكتيري



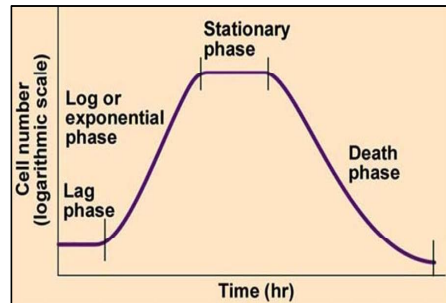
منحنى النمو البكتيري

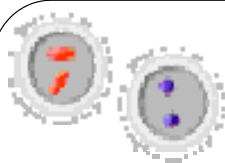
Bacterial Growth Curve



O'clock	Bacteria
12	1
12.20	2
12.40	4
13.00	8
14.00	64
15.00	512
16.00	4096
17.00	32 768
18.00	262 144
19.00	2 097 152

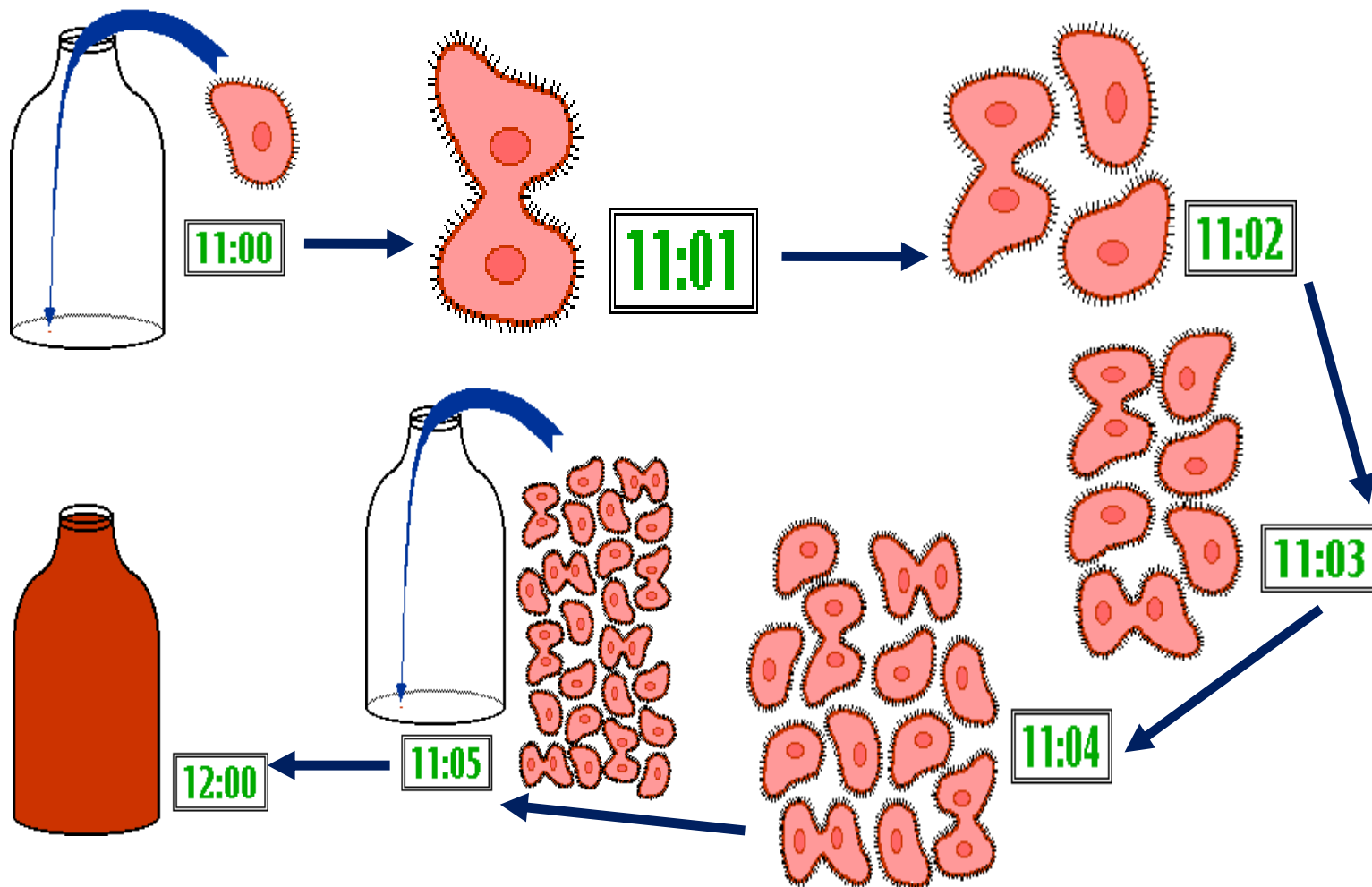
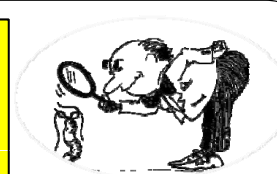
من خلال تتبع البكتيريا النامية في المزرعة عن طريق
عد البكتيريا على فترات زمنية – وبعمل منحنى يربط
لوغاريتم أعداد البكتيريا بالزمن – ينتج منحنى ذو شكل
سيجمويد Sigmoid curve ويظهر بالمنحنى أربعة
أطوار مختلفة لمراحل النمو البكتيري ويسمى المنحنى
الناتج منحنى النمو البكتيري





منحنى النمو البكتيري

Bacterial Growth Curve





منحنى النمو البكتيري

Bacterial Growth Curve

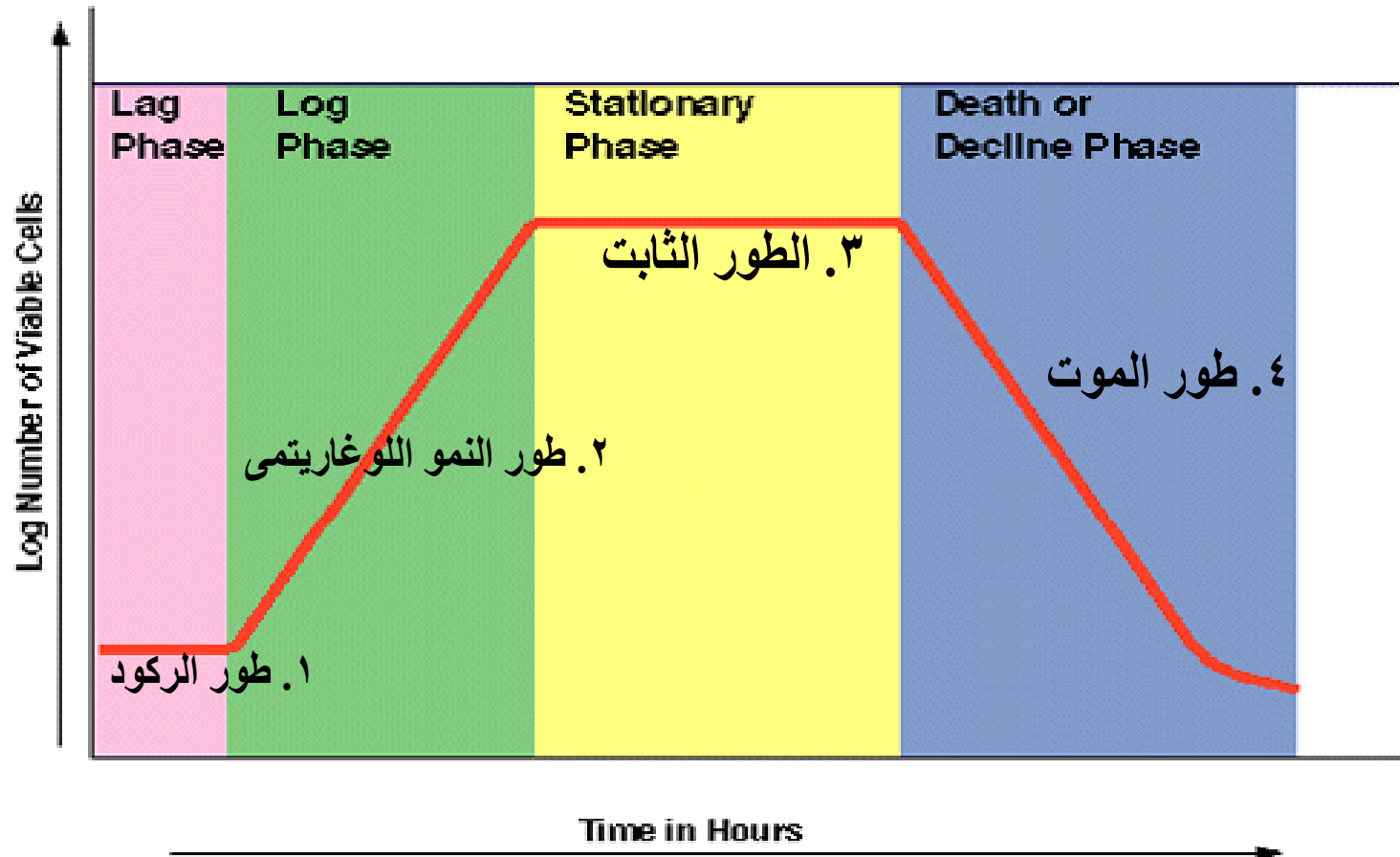


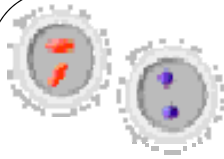
أطوار منحنى النمو البكتيري هي 

١. الطور اللاجي Lag phase
٢. الطور اللوغاريتمي Log (Exponential) phase
٣. الطور الثابت Stationary phase
٤. طور الهبوط Decline (Death) phase

منحنى النمو البكتيري

GROWTH CURVE



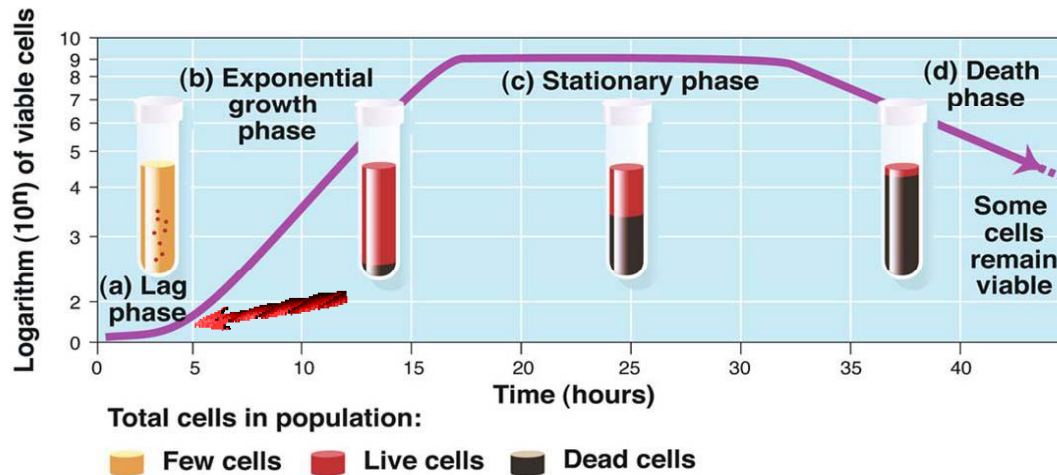


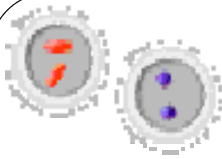
أطوار منحنى النمو البكتيري



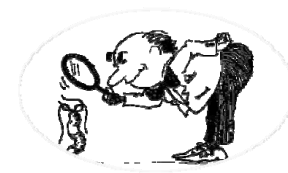
١- الطور اللاجي Lag phase

- يسمى أيضاً طور الركود
- بعد تلقيح البيئة الغذائية بالبكتيريا – تتوقف البكتيريا عن الانقسام لفترة من الزمن – تبدأ بعدها الخلايا في الانقسام ببطء – ثم يسرع معدل الانقسام حتى يصل إلى درجة ثبات
- الطور اللاجي هي الفترة من بدء التلقيح حتى تصل سرعة الانقسام إلى درجة سريعة ثابتة





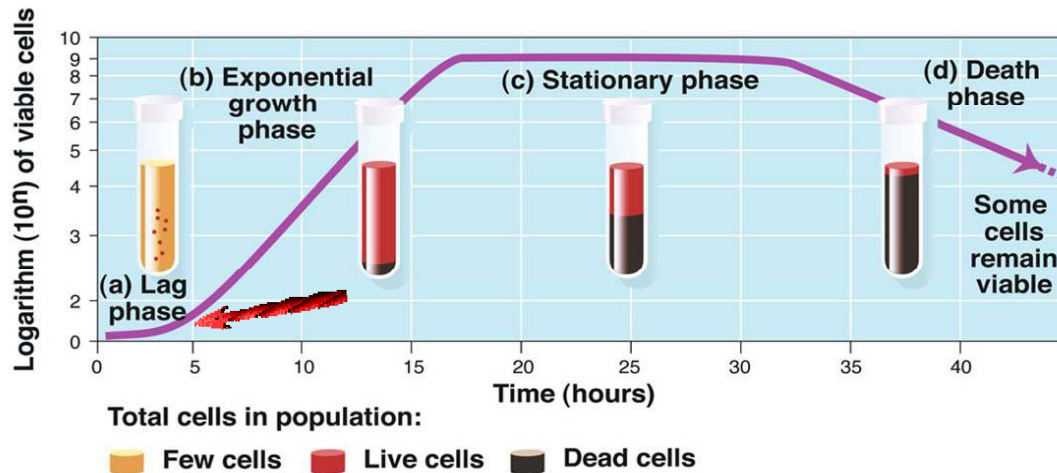
أطوار منحنى النمو البكتيري



تابع الطور اللاجي Lag phase

✓ خصائص الخلايا البكتيرية هذا الطور

- الخلايا البكتيرية لا تنقسم أو تنقسم ببطء – الخلايا نشطة فسيولوجية – يزداد تنفس الخلايا
- يصل حجم الخلايا الى ضعف أو ثلاث أضعاف حجمها الأصلي – معدل الزيادة في الكتلة الخلوية أكبر من معدل الزيادة في عدد الخلايا





أطوار منحنى النمو البكتيري

تابع الطور اللاجي Lag phase



العوامل التي تؤثر على طول أو قصر فترة الطور اللاجي

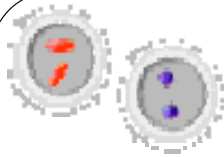
(لأنها ذات أهمية في النواحي التطبيقية في الصناعات الغذائية والتخميرية)

١- يمكن تقصير مدة الطور اللاجي بواسطة

زيادة كمية اللقاح المضافة – أن تكون خلايا اللقاح صغيرة العمر نشطة

٢- يمكن أن تطول مدة الطور اللاجي بواسطة

نقص كمية اللقاح المضافة – أن تكون خلايا اللقاح مسنة أو متجترمة

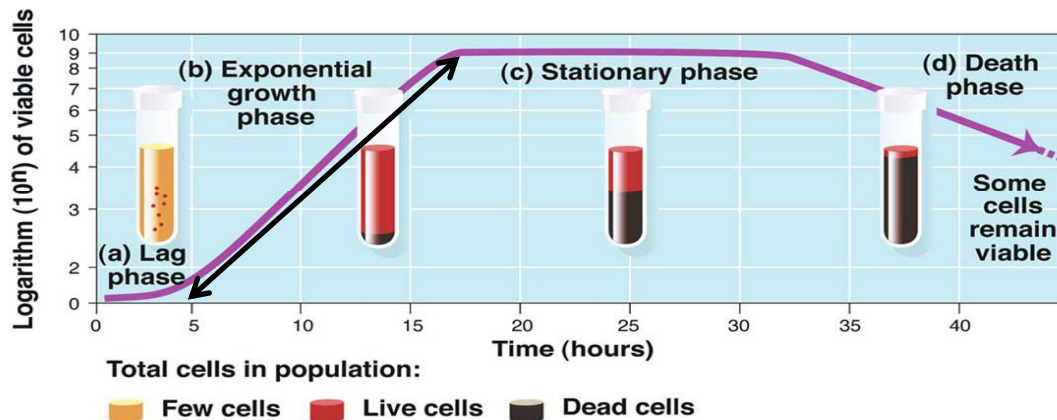


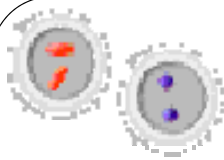
أطوار منحنى النمو البكتيري



٢- الطور اللوغاريتمي Log or Exponential phase

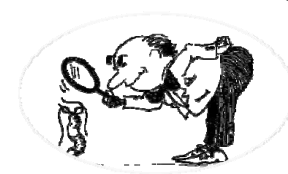
- يسمى أيضاً طور النمو الأسّي أو طور التكاثر السريع
- يبدأ في نهاية الطور اللاجي ويستمر حتى بداية الطور الثابت
- سمي بهذا الاسم لأن عدد الخلايا يزداد زيادة لوغاريتمية مع مرور الزمن – والعلاقة بين عدد الخلايا والزمن علاقة خطية – لوغاريتم العدد مع الزمن يشكل خط مستقيم



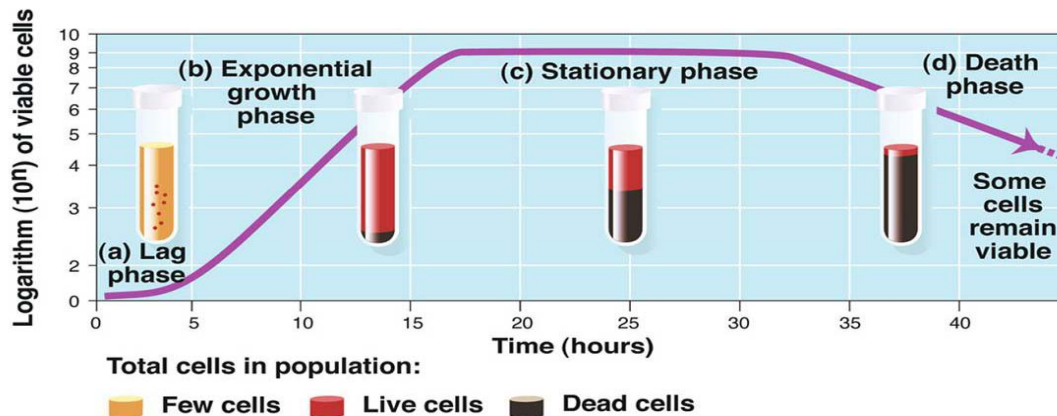


أطوار منحنى النمو البكتيري

تابع الطور اللوغاريتمي



- الطور اللوغاريتمي هو طور التكاثر السريع للبكتيريا
- خصائص الخلايا في هذه المرحلة
 - ✓ تظهر الخلايا صغيرة الحجم
 - ✓ البروتوبلازم متجانس
 - ✓ بداية ظهور الحبيبات المخزنة في نهاية الطور اللوغاريتمي





أطوار منحنى النمو البكتيري

تابع الطور اللوغاريتمي



العوامل التي تؤثر على طول مدة الطور اللوغاريتمي

(يتوقف على الظروف البيئية المؤثرة على نمو البكتيريا بالوسط الغذائي)

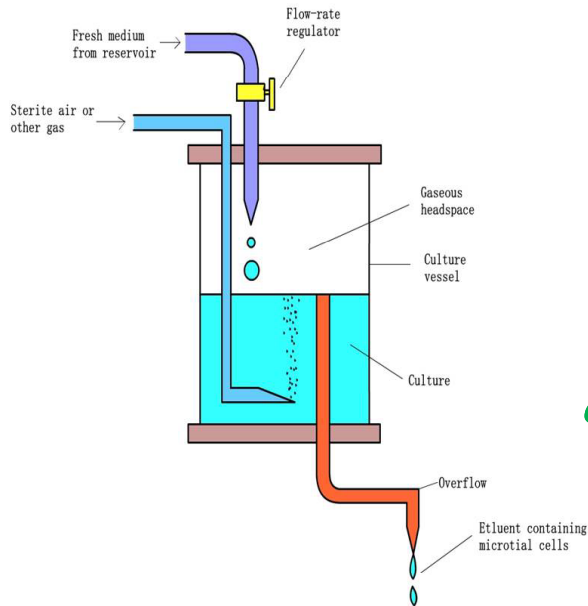
١- توفير الغذاء الملائم بالبيئة - بإضافة مواد غذائية

٢- توفر درجة الحرارة المثلى

٣- ضبط pH المناسبة

٤- منع تراكم نواتج الأيض بالبيئة -

بسحب المواد الضارة الناتجة أثناء التمثيل الغذائي



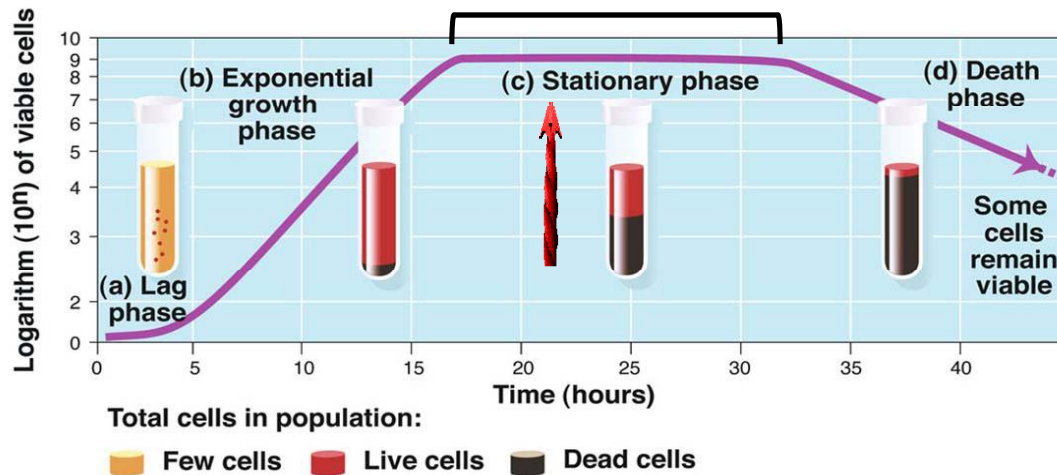


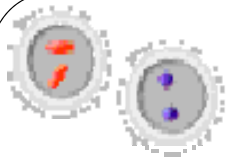
أطوار منحنى النمو البكتيري



٣- الطور الثابت Stationary phase

- يسمى أيضاً طور الثبوت أو طور الثبات
- يبدأ عند نهاية الطور اللوغاريتمي
- تستمر الخلايا في نشاطها ولكن تكاثرها بطيئاً (معدل تكاثر الخلايا بطيء)
- يكون عدد الخلايا في المزرعة ثابت لان عدد الخلايا الجديدة = عدد الخلايا الميتة





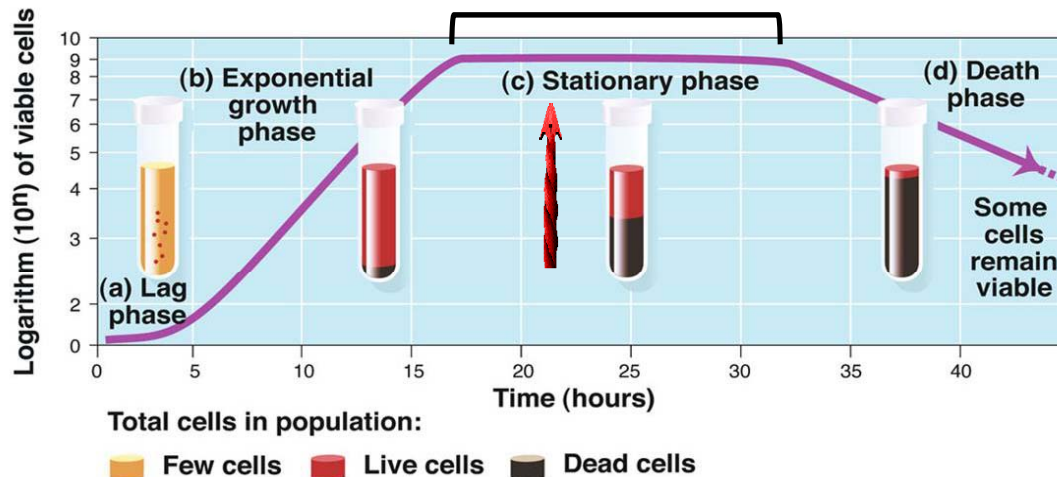
أطوار منحنى النمو البكتيري

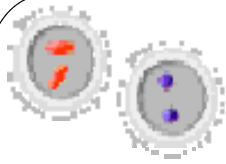


تابع الطور الثابت Stationary phase

• خصائص الخلايا البكتيرية في هذا الطور:

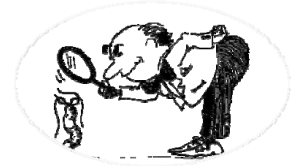
- ✓ تظهر الخلايا متجانسة الشكل والحجم
- ✓ يظهر في الخلايا البكتيرية حبيبات المواد المخزنة بوضوح
- ✓ تظهر الجراثيم في الأجناس المتجرّمة





أطوار منحنى النمو البكتيري

تابع الطور الثابت Stationary phase



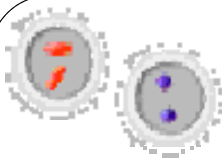
العوامل التي تؤدي إلى دخول الخلايا البكتيرية في الطور الثابت

(عدم توفر العوامل التي تؤدي إلى الاستمرار في الطور اللوغاريتمي)

١- نفاذ بعض مواد البيئة الغذائية

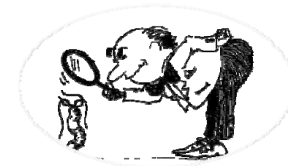
٢- تراكم نواتج الأيض أو التمثيل الغذائي للخلايا (مثل الأحماض)

٣- انخفاض ضغط الأكسجين بالبيئة و تخليق بعض الإنزيمات التي قد تضر بالبكتيريا



أطوار منحنى النمو البكتيري

تابع الطور الثابت Stationary phase



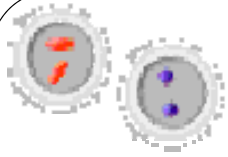
ظروف الحفاظ على المزرعة البكتيرية في هذا الطور فترة أطول (إطالة الطور الثابت)

بواسطة تخفيف المزرعة

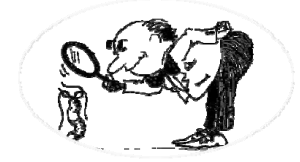
➡ إضافة مواد مغذية جديدة للمزرعة

➡ سحب نواتج الأيض الضارة

➡ تخزين المزرعة على درجة حرارة منخفضة لبطء عملية الأيض الغذائي

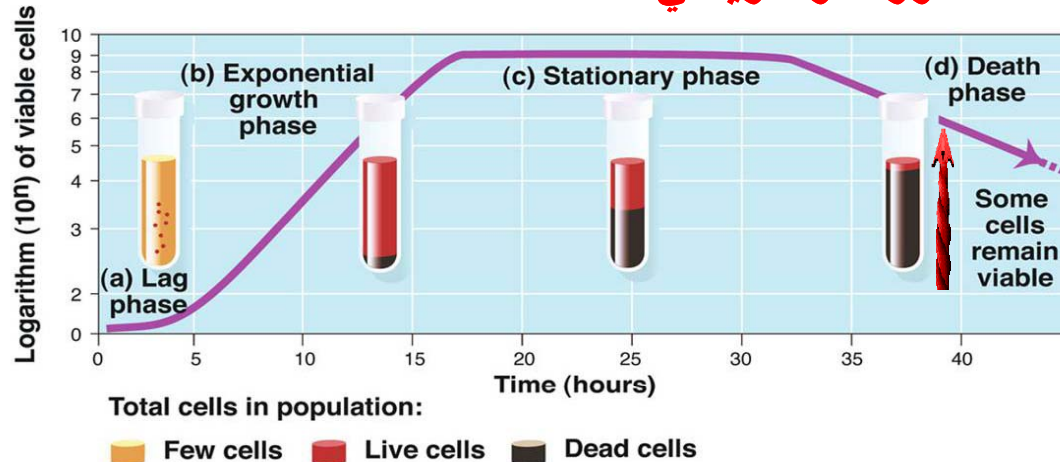


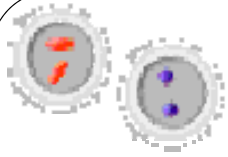
أطوار منحنى النمو البكتيري



٤- طور الهبوط Decline (Death) phase

- وقد يسمى طور الانحدار أو طور الموت
- عقب الطور الثابت في منحنى النمو – تدخل البكتيريا طور الهبوط - يزداد معدل موت الخلايا البكتيرية عن معدل تكاثرها – وبالتالي يحدث تناقص مستمر في أعدادها الحية تدريجياً مع الوقت – ويصبح معدل التناقص في العدد لوغاريتمي مع الزمن – عكس معدل الزيادة في العدد أثناء الطور اللوغاريتمي





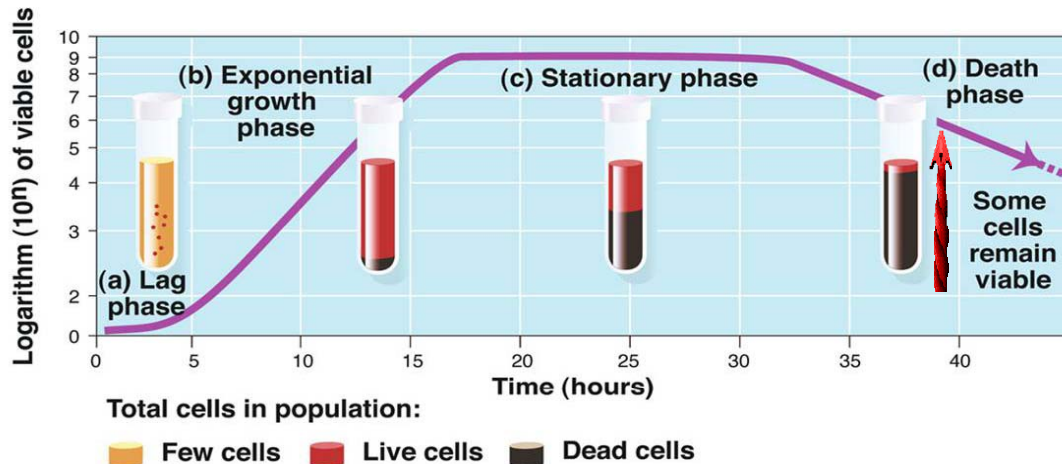
أطوار منحنى النمو البكتيري

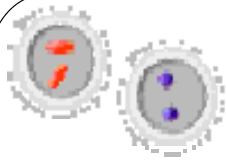
٤- طور الهبوط Decline (Death) phase



• خصائص الخلايا البكتيرية في هذا الطور:

- ✓ تظهر الخلايا غير متجانسة في الشكل أو الحجم
- ✓ يظهر التحبب واضح في بروتوبلازم الخلايا البكتيرية
- ✓ تتفرد الجراثيم من الخلايا وتحتل بقايا الخلايا في الأجناس المتجرثة





عمر الجيل Generation Time



تتكاثر البكتيريا بمعدل سريع



فإذا وضعت خلية بكتيرية واحدة مثل *E. coli* في بيئة



غذائية ملائمة وظروف نمو مناسبة – تنقسم الخلية

بالانقسام الثنائي وتصبح خليتين بعد ٢٠ دقيقة – إذا

استمر هذا المعدل فإن الخلية الواحدة سوف تعطى أكثر

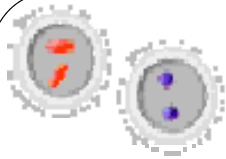
من ٢ مليون خلية ٧ ساعات (كما في الشكل المقابل)

ولكن التكاثر لا يستمر بهذا المعدل إلى مالا نهاية –

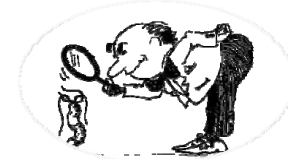


بسبب استهلاك مكونات البيئة وتراكم التمثيل الغذائي

O'clock	Bacteria
12	1
12.20	2
12.40	4
13.00	8
14.00	64
15.00	512
16.00	4096
17.00	32 768
18.00	262 144
19.00	2 097 152



عمر الجيل Generation Time



لا تتكاثر كل الأنواع البكتيرية بسرعة واحدة

عمر الجيل هو الفترة التي تمر بين انقسامين متتاليين

يعبر عمر الجيل عن الوقت (الزمن) الذي يمر لكي يتضاعف عدد الخلايا

يختلف عمر الجيل في الأنواع البكتيرية المختلفة

يحسب عمر الجيل أثناء الطور اللوغاريتمي

عمر الجيل بالدقيقة	درجة حرارة النمو °م	البيئة	البكتريا
١٧	٣٧	مرق مغذى	<i>Escherichia coli</i>
١٨,٥	٥٥	مرق	<i>Bacillus thermophilus</i>
٢٦	٣٧	لبـن	<i>Streptococcus lactis</i>
٤٨	٣٧	مرق لاكتوز	<i>Streptococcus lactis</i>
٣٠	٣٧	مرق	<i>Staphylococcus aureus</i>
٤٢٠	٢٥	أملاح معدنية ومستخلص خميرة ومانيتول	<i>Bradyrhizobium japonicum</i>
٩٣٢-٧٩٢	٣٧	تركيبية (Lowenstein)	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>
١٩٨٠	٣٧	خصية أرنب	<i>Treponema pallidum</i>