نمو وتكاثر البكتريا

النمو Growth : يعرف النمو هو الزيادة في اعداد الخلايا وليس في حجم الخلية لذا عند تلقيح وسط غذائي بعدد من المستعمرات فان الزيادة الهائلة تحصل في اعداد الخلايا ويحدث نتيجة الانشطار الثنائي binary fission اذ تنقسم الخلية المفردة الى خليتين وهذه الطريقة لاجنسية وتتبع الزيادة في اعداد الخلايا النظام الاسي اي ان الزيادة في اعداد الخلايا اسية وكما يأتي:

1← 2 ← 4 ← 8 ← 16 ← 32 ← 64 ← .....

ومن الطرق الاخرى هي التبرعم budding ويحدث هذا بخروج برعم صغير من احد اطراف الخلية الام ثم يصبح بحجم مماثل للخلية الام .

الزمن الجيلي (زمن المضاعفة) Doubling generation time: وهو الزمن اللازم لإتمام دورة الانقسام من خلية أبوية إلى خليتين بنويتين.
يستدل من طول الزمن الجيلي على معدل النمو للكائن، حيث يتراوح طول الزمن الجيلي للخلايا البكتيرية تحت الظروف المناسبة من 30-60 دقيقة بينما في بعض الأنواع قد يصل الى ساعات الى أيام، والبعض يصل الى خمس دقائق.
لذا يعزى فساد الأغذية وتسممها في فترة قصيرة نوعا ما الى نشاط البكتيريا بفترات قصيرة مثال ذلك بكتيريا *Salmonella*
العوامل المحددة لطبيعة نمو المستعمرة البكتيرية:
أهم العوامل هي:

- العناصر الغذائية في الوسط الغذائي للمستعمرة البكتيرية والمساحة التي تستطيع البكتيريا استغلالها.
- تراكم الفضلات الناتجة من آلاف الخلايا في المستعمرة.

يمكن حساب معدل النمو للمستعمرة البكتيرية عن طريق (بواسطة) رسم بياني يوضح العلاقة بين أعداد البكتيريا (النمو للمستعمرة) والوقت اللازم لذلك (الزمن).

منحنى النمو البكتيري Bacterial Growth Curve

يقصد بمنحنى النمو البكتيري الأطوار (المراحل) التي تمر بها البكتيريا (المستعمرة) أثناء النمو والانقسام.
ما هي مراحل (أطوار) Phases النمو البكتيري في منحنى النمو؟
يقسم منحنى النمو البكتيري والأطوار التي تمر بها البكتيريا أثناء النمو الى أربع مراحل رئيسة تتمايز كل مرحلة (طور) عن الأخرى بعدة خواص وهي:

1- طور السبات Lag Phase ويتميز بـ :في هذا الطور تبقى اعداد الخلايا ثابتة وهذا لايعني انها في حالة سبات بل تتهيأ للنمو وتخليق الاحماض النووية وتصنيع الانزيمات .

2- الطور النشيط Exponential (Logarithmic) Phase ومن أهم مميزاته:

- أنشط الأطوار

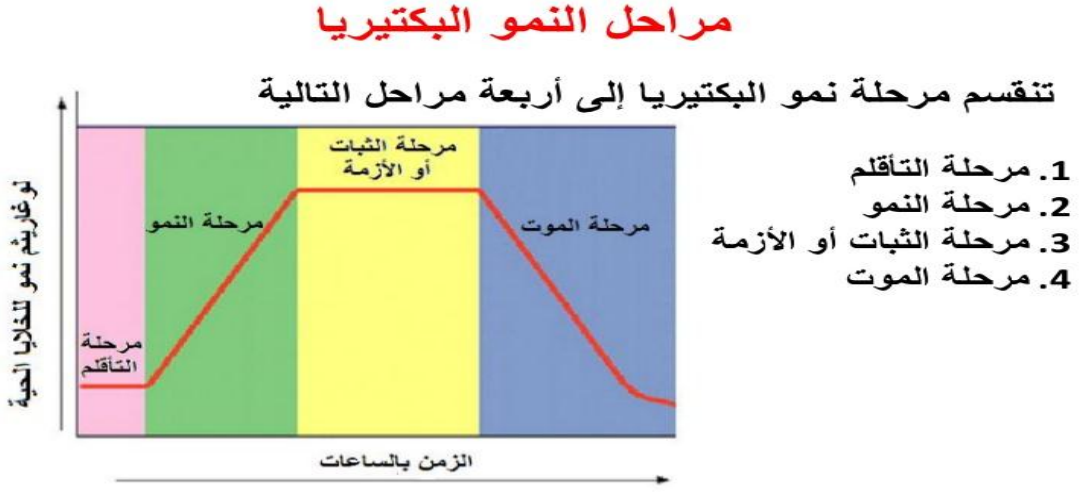
- توفر الغذاء والبكتيريا متأقلمة على الظروف وفي قمة النشاط والتكاثر.
- المنحنى تصاعدي رأسي بسرعة تزايدية.
- عدد الخلايا الجديدة أكبر بكثير من عدد الخلايا الميته.

3- الطور الثابت Stationary Phase ويتميز بـ :

- عدد الخلايا الميتة = عدد الخلايا الجديدة.
- المنحنى يأخذ الشكل الأفقي الثابت
- تدهور الظروف في المستعمرة نتيجة :
  - قلة الغذاء نتيجة المنافسة
  - انخفاض الأكسجين
  - تراكم الإفرازات والمواد الايضية السامة
  - تغيير الـ pH

4- طور الموت Decline (Death) Phase ويتميز هذا الطور بـ :

في هذا الطور يكون معدل موت الخلايا اعلى من معدل انتاج خلايا جديدة وهذه الحالة تعود الى نفاذ المواد الغذائية الاساسية من الوسط وتراكم المواد السامة المثبطة للنمو وفي نهاية ها الطور يقل معدل موت الخلايا وسبب ذلك يعود الى قلة اعداد الخلايا الحية المتبقية مما يجل باقي المواد الغذائية في الوسط يكفي لاستمرار نشاطها وتصبح الخلايا الميتة في الوسط مصدرا غذائيا جديدا للخلايا الحية.



شكل يبين مراحل نمو البكتريا (منحنى النمو الطبيعي للبكتريا)

أهمية دراسة منحنى النمو:
تفيد دراسة منحنى النمو البكتيري في التعامل مع البكتيريا ومعرفة نشاطها الامثل وأطوار نموها المختلفة حيث يفيد ذلك في :

- مجالات المقاومة و/ أو المكافحة
- الإصابات المرضية
- فساد الأغذية الميكروبية والتسمم.

**بصورة عامة الطور النشط هو أكثر الأطوار حساسية وعرضة للموت بفعل الحرارة أو المواد الكيميائية.

يمكن حساب عدد خلايا البكتيريا في أي مرحلة من مراحل النمو المختلفة باستخدام المعادلة التالية:

$$Ns = (Ni)2^n$$

Ns= العدد الكلي للخلايا في نقطة ما من المنحنى.
Ni= العدد المبدئي للخلايا البكتيرية.
n = عدد الأجيال
2^n = عدد الخلايا في الجيل الواحد.

العوامل الفيزيائية المؤثرة على طبيعة نمو البكتيريا:

1- درجة الحرارة: تتفاوت من نوع لآخر، بعض الأنواع ينمو بدرجات حرارة منخفضة وهي المثلى لهذه الأنواع (صفر- 15مº) *Psuedomonous*
أما البكتيريا المسؤولة عن فساد الأغذية فتنمو ما بين 20- 30مº...وهكذا

2- الأوكسجين (O2) حيث تقسم البكتيريا الى خمس مجموعات اعتماداً على احتياجها للأكسجين:

أ- بكتيريا هوائية إجبارية Obligate aerobic مثل البكتيريا *Bacillus*

ب- بكتيريا لاهوائية اجبارية Obligate anaerobic مثل *Clostridium*

ت- بكتيريا اختيارية هوائية تنمو أفضل بوجود الأكسجين مثل *Entrococcus*

ث- لا تتأثر بوجوده

ج- تحتاج من 2-10% فقط من الأكسجين بينما تموت في التراكيز العالية منه.

3- درجة الحموضة pH حيث تقسم الى:

- محبة للحموضة (تتراوح من صفر – 5.5)
- محبة للحموضة المتعادلة (5.5- 8)...(أغلب البكتيريا والبروتوزوا)
- محبة للقلوية العالية (8.5-11).

ملاحظة: أغلب الفطريات تنمو في الوسط الحامضي ما بين 4-6.

4- الملوحة ...البلزمة...التراكيز...الضغط الاسموزي.

الإشعاعات: الأشعة ذات الموجات القصيرة هي الأكثر ضرراً على الخلية الحية. كلما قصر طول الموجة ← ↑ زيادة الضرر ← تأين الخلية.

بعض العائلات البكتيرية:

نستطيع تقسيمها على اساس بعض الصفات اذ تشمل :

أ- العائلات التي تضم خلايا عصوية سالبة لصبغة كرام ، غير منتجة للسبورات ، متحركة وتشمل :
1- عائلة Azotobactraceae اهم اجناسها *Azotobacter*
2- عائلة Rhizobiaceae اهمها *Rhizobium*
3- عائلة Enterobacteriaceae اهمها *Enterobacter , Salmonella*
4- عائلة Achromobacteraceae اهمها *Achromobacter, Flavobacterium*
5- عائلة Brucellaceae اهمها *Brucella*

ب- العائلات التي تضم الخلايا العصوية ، الموجبة لصبغة كرام ، غير منتجة للسبورات ، غير متحركة وتشمل :
1- عائلة Brevibacteriaceae منها *Brevibacterium*
2- عائلة Lactobacillaceae منها *Lactobacillus*
3- عائلة Propionibacteriaceae منها *Propionibacterium*
4- عائلة Corynebacteriaceae منها *Microbacterium*

ت- العائلات التي تضم الخلايا العصوية الموجبة لصبغة كرام والمنتجة للسبورات ومتحركة وتشمل :
عائلة Bacillaceae وهم اجناسها *Bacillus , Clostridium*

ث- العائلات التي تضم الخلايا الكروية الموجبة لصبغة كرام غير منتجة للسبورات وغير متحركة وتشمل :
1- عائلة Micrococcaceae وتشمل *Micrococcus , Staphylococcus*
2- عائلة Streptococaceae وتشمل *Streptococcus , Leuconostoc*

ج- العائلات التي تضم الخلايا الكروية والسالبة لصبغة كرام وغير منتجة للسبورات وغير متحركة وتشمل :
Neisseriaceae واهم اجناسها *Neisseria*