

باکتری ها در مواد غذایی

Bacteria are hitchhikers.

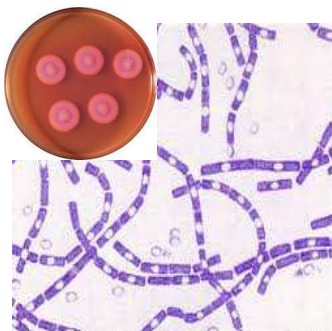


1

۱۴- خانواده *Bacillaceae*

- این خانواده دربرگیرنده کلیه باکتری های میله ای شکلی هستند که تولید اسپور می کنند. دو جنس مهم *Bacillus* و *Clostridium* در این خانواده قرار دارد.
- این باکتری ها به دلایل زیر از نظر مواد غذایی بسیار حائز اهمیت هستند:
 1. به علت ایجاد فرم های اسپوری در مقابل حرارت بسیار مقاوم هستند و در شرایط پاستوریزاسیون از بین نمی روند.
 2. تعداد زیادی از گونه های مختلف این خانواده قادر به هیدرولیز شدید پروتئین ها هستند. ضمن اینکه در بعضی موارد ایجاد متابولیت های سمی خطرناک هم می گردد.
 3. گونه های بی هوازی مطلق در این خانواده وجود دارد که می توانند در مواد غذایی بسته بندی شده نظیر کنسروها رشد و تکثیر نمایند.
 4. تعدادی از باکتری های این خانواده ترموفیل بوده و اپتیمم درجه حرارت رشدشان بالاتر از 60°C است.

2



۱۴-۱- جنس *Bacillus*

- میله ای شکل و بیشتر به صورت زنجیری به دنبال هم
- غالباً گرم مثبت
- هوازی، بی هوازی اختیاری
- در صورت تحرک دارای فلاژل پری تریش
- فرم رویش و اسپوری از نظر شکل تفاوتی ندارد
- تجزیه قندها با تولید اسید و بدون ایجاد گاز (به استثنای *B.macerans* و *B.polymexa* که ایجاد بمباز می کنند).
- ایجاد SH_2 و NH_3 در اثر تجزیه پروتئین ها
- ایجاد پرگنه های بزرگ و خشن در محیط کشت جامد و ایجاد پوسته در سطح محیط کشت مایع
- دارای اندوسپور بیضوی یا کروی در مرکز یا انتهای سلول

3

- باسیلوس ها به طور وسیعی در طبیعت منتشر می شوند و به راحتی می توان آنها را از زمین جدا نمود.
- این جنس دارای ۲۵ گونه مختلف است که مهم ترین آنها از نظر مواد غذایی عبارتند از:

۱۴-۱-۱- *Bacillus cereus*

- در خاک، گرد و غبار، بر روی گیاهان و بسیاری از مواد غذایی یافت می شود.
- برخی از آنها به شدت پروتئولیتیک هستند. سترات نیز به عنوان منبع انرژی آنها مورد استفاده قرار می گیرد.
- قندها را با تولید اسید و بدون گاز مصرف می کنند (لاکتوز، آرابینوز و مانیتول را مصرف نمی کند).
- اپتیمم دمای رشد آنها 30°C است ولی به دلیل اسپورزایی باسیلوس سرئوس حرارت های معمول در حین تهیه و تبدیل مواد غذایی را به راحتی تحمل می کند.

4

- باسیلوس سرئوس تنها گونه مولد مسمومیت غذایی در بین اعضای جنس باسیلوس است.
- *B. cereus* در اثر تولید یک اندوتوکسین سبب بروز مسمومیت های غذایی می شود که عمدتاً مسمومیت های ناشی از باسیلوس سرئوس در اثر مصرف غذاهای نشاسته ای به خصوص برنج است.
- علائم این بیماری که معمولاً ۲-۱۶ ساعت پس از مصرف غذای آلوده ظاهر می شود عبارتند از: اسهال آبکی، درد شکم، سردرد و سرگیجه.
- دوره نقاهت بیماری معمولاً ۱-۲ روز به طول می انجامد.



5

6

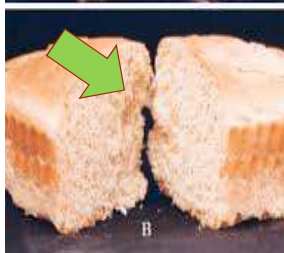
۱۴-۱-۲- *Bacillus subtilis*

- به طور گسترده ای در زمین و بر روی گیاهان و علوفه ها دیده می شوند.
- شکل ظاهری آنها باریک ، ظریف و بلند است که غالباً به صورت زنجیر در کنار هم قرار می گیرند.



- متحرک
- هوازی (تحمل شرایط بی هوازی اختیاری)
- دامنه رشد در $pH = 5 - 8/6$
- اپتیمم رشد در $28-40^{\circ}C$
- تجزیه گلوکز، ساکاروز و مانیتول با تولید اسید و بدون گاز
- اندوسپور به شکل بیضی و یا مستطیلی درون یاخته رویشی
- مولد فساد (پاتوژن نیستند)

- باسیلوس سوبتیلیس دارای خاصیت پروتئولیتیک شدید می باشد، به همین دلیل برای جانشینی آنزیم رنین استفاده از آنزیم *B.subtilis* توصیه می شود. همچنین به دلیل همین خاصیت سبب انعقاد شیرین شیر نیز می شوند.

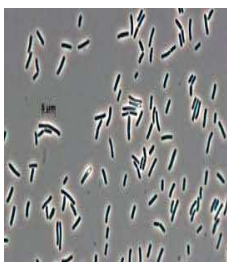


- چنانچه در مرکز نان که به اندازه کافی حرارت ندیده، اسپور این باکتری حضور داشته باشد، پس از خنک کردن نان به صورت رویشی در آمده و با ترشح آنزیم های پروتئولیتیک و به خصوص آمیلولیتیک سبب نرم شدن وسط نان شده که هنگام بریدن ایجاد حالت کش مانند می کنند. به این نوع فساد طنابی شدن نان (Ropiness) گویند.

7

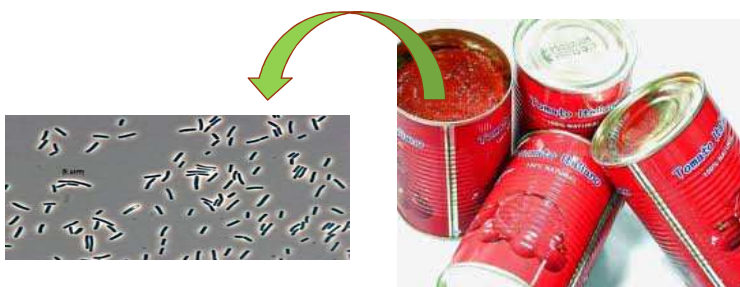
8

۱۴-۱-۳- *Bacillus coagulans*



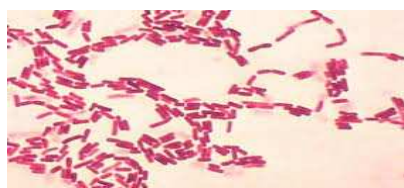
- میله ای شکل و بیشتر به صورت تکی دیده می شوند.
- بی هوازی اختیاری
- رشد و تکثیر در $pH=4/1$
- ترموفیل (در شرایط مزوفیلی نیز رشد و تکثیر می نمایند)
- در گذشته به نام *B.thermoacidurans* معروف بوده است.
- به طور وسیعی در طبیعت پراکنده است و در گوجه فرنگی، شیر کندانسه، فرآورده های لبنی و سیلوها یافت می شود.
- به علت خاصیت منعقدکنندگی نام این باسیلوس را کوآگولانس نهاده اند.

- *B.coagulans* از باکتری های مولد ترشیدگی مسطح (Flat Sour) است که می تواند بدون ایجاد علائمی نظیر بادکردگی سبب فساد شیرهای کندانسه و یا آب گوجه فرنگی شود.
- برای رشد نیاز به برخی اسیدهای آمینه و ویتامین های گروه B دارد.



9

Bacillus circulans - ۱-۱-۴

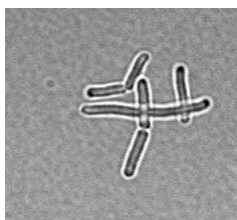


- شکل میله ای خمیده
- تنها باسیلوس گرم منفی
- میکروآئروفیل
- متحرک
- اپتیمم دمای رشد 30°C (اسپور این باکتری در 110°C به مدت ۴۰ دقیقه از بین می رود)
- فعالیت در $\text{pH} = 4/4 - 4/8$
- حضور و فعالیت این باکتری در شیر های استریل تولید بوی نامطبوع کرزول می نماید.

10

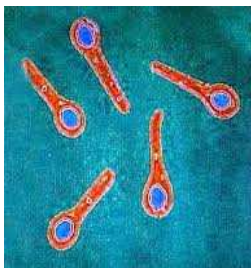
Bacillus stearothermophilus - ۱۴-۱-۵

- نام این باسیلوس نمایانگر ترموفیل بودن و چربی دوستی این باکتری است.
- سلول های رویشی این باسیلوس در 65°C هنوز هم قادر به رشد و تکثیر هستند. (در 28°C رشدشان متوقف می شود)
- رشد در $\text{pH} = 4/5 - 6/6$
- میکروآئروفیلیک تا بی هوازی
- متحرک
- تجزیه قندها با تولید اسید و بدون گاز
- یکی از عوامل ایجاد Flat Sour در کنسروهاست.



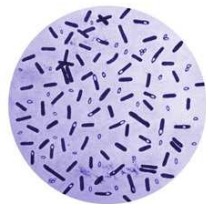
11

Clostridium جنس - ۱۴-۲



- گرم مثبت
- میله ای شکل
- اسپورزا
- متحرک به وسیله تاژک پری تریش
- بی هوازی مطلق
- دو گونه *Cl. histolyticum* و *Cl. pectinovorum* آئروتولرن هستند.
- اپتیمم دمای رشد بین $10-65^{\circ}\text{C}$
- دارای خاصیت ساکارولیتیکی و پروتئولیتیکی
- تولید اسید و گاز در حین تخمیر قندها
- منشأ اصلی آنها زمین است ولی برخی گونه ها در دستگاه گوارش انسان و حیوان یافت شده است.
- این جنس یکی از مهم ترین و متنوع ترین جنس های باکتریایی است که بر اساس سوبسترای مورد استفاده، آنها را به دو گروه کلستریدیوم های ساکارولیتیک و کلستریدیوم های پروتئولیتیک طبقه بندی می کنند.

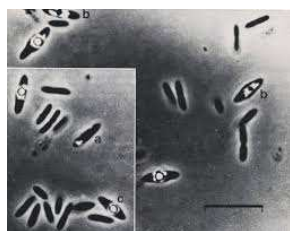
12



Cl. butyricum - ۱-۲-۱۴

- میله ای راست و خمیده
- اسپور انتهایی (گرز مانند)
- به فرم تکی، دوتایی و به ندرت زنجیری دیده می شوند.
- بی هوازی
- غیر بیماریزا
- اپتیمم رشد $30-37^{\circ}\text{C}$
- ساکارولیتیک
- تولید اسید و گاز از تخمیر قند به خصوص اسید بوتیریک (نام آن نیز از همین خصوصیت برگرفته شده است)
- کلستریدیوم بوتیریکوم بیشتر موجب فساد کنسرو سبزیجات می شود (تولید اسید بوتیریک و ترش شدگی محصول)

13



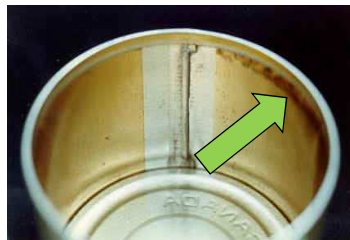
Cl. nigrificans - ۲-۲-۱۴

- میله ای شکل
- متحرک
- بی هوازی
- تولید اسپور بدون تورم زیاد
- ترموفیل $T_{opt} = 55^{\circ}\text{C}$ $(T_{max} = 65 - 70^{\circ}\text{C})$
- غیر بیماریزا
- مطلقاً پروتئولیتیک (عدم تخمیر Glu و دیگر کربوهیدرات ها)
- ایجاد رنگ سیاه و خورندگی در قوطی های کنسرو آلوده به دلیل تولید H_2S از تجزیه اسید آمینه سیستین (نام نیگریفیکنس را به دلیل تولید رنگ سیاه بر روی این باکتری نهاده اند)
- عدم تولید باد کردگی در کنسرو آلوده

14

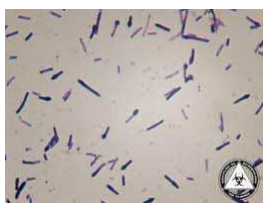


کنسرو آلوده با ظاهر سالم

خوردگی قوطی با H_2S تولیدی
توسط *Cl. nigrificans*تولید رنگ سیاه توسط
Cl. nigrificans

15

۱۴-۲-۳- *Cl. pasteurianum*



16

- میله ای شکل
- متحرک
- بی هوازی مطلق
- اپتیمم رشد در حدود $25^{\circ}C$
- ساکارولیتیک
- رشد در کنسروهای اسیدی (در خاک به وفور یافت می شود)
- تحمل غلظت های زیاد گلوکز و ساکاروز
- عدم تجزیه لاکتوز، نشاسته
- نام آن را به افتخار لوئی پاستور نهاده اند.

Cl.thermosaccharolyticum -۴-۲-۱۴



- میله ای باریک و تاجدار
- دارای اسپورهای حجیم
- ترموفیل $T_{opt} = 55-62^{\circ}C$
- بی هوازی
- ساکارولیتیک
- تولید اسید و گاز از کربوهیدراتها
- نام آن به علت خاصیت ترموفیلی و قدرت تخمیر ساکاروز توسط این باکتری است.
- این کلستریدیوم بیشتر در خاک، قوطی های کنسرو و فرآورده های گیاهی یافت می شود.

17

Cl.botulinum -۵-۲-۱۴



- گرم مثبت
- میله ای شکل
- بی هوازی مطلق
- اپتیمم رشد در حدود $33-37^{\circ}C$
- دارای اسپور subterminal (ایجاد برآمدگی در سلول)
- فاقد کپسول
- متحرک با تاژک پری تریش
- عدم رشد در $pH \leq 4.5$ ($pH_{opt} = 8 - 5/5$)
- پروتئولیتیک (برخی از انواع آنها فاقد این خاصیتند)
- منشأ اصلی انتشار اسپور این باکتری خاک و زمین است و از این طریق به آب نیز منتقل می شود. همچنین در مدفوع انسان و حیوان، سبزی ها و میوه ها، کنسروهای گیاهی و گوشتی و غذاهای دریایی و از پیش آماده شده در منزل مانند ماهی دودی و قورمه دیده می شود.

18

بیماری بوتولیسم

- بیماری بوتولیسم عبارت است از یک مسمومیت غذایی که در اثر جذب سم خارج سلولی (اگزوتوکسین) باسیل کلستریدیوم بوتولینوم ایجاد می شود.
- کلمه بوتولیسم از واژه Botulus به معنای سوسیس برگرفته شده است زیرا در اوایل قرن نوزدهم برای اولین بار آماری از ۲۳۰ مورد مسمومیت ناشی از مصرف سوسیس آلوده در آلمان منتشر شد که بعدها عامل آن را *Cl.botulinum* گزارش کردند و در سال ۱۸۷۰ بیماری تحت عنوان «بوتولیسم» شناخته شد.
- بعدها همه گیری های زیادی از بیماری بوتولیسم در نقاط مختلف جهان از جمله ایران (سال ۱۳۴۴ هجری شمسی) گزارش شد.

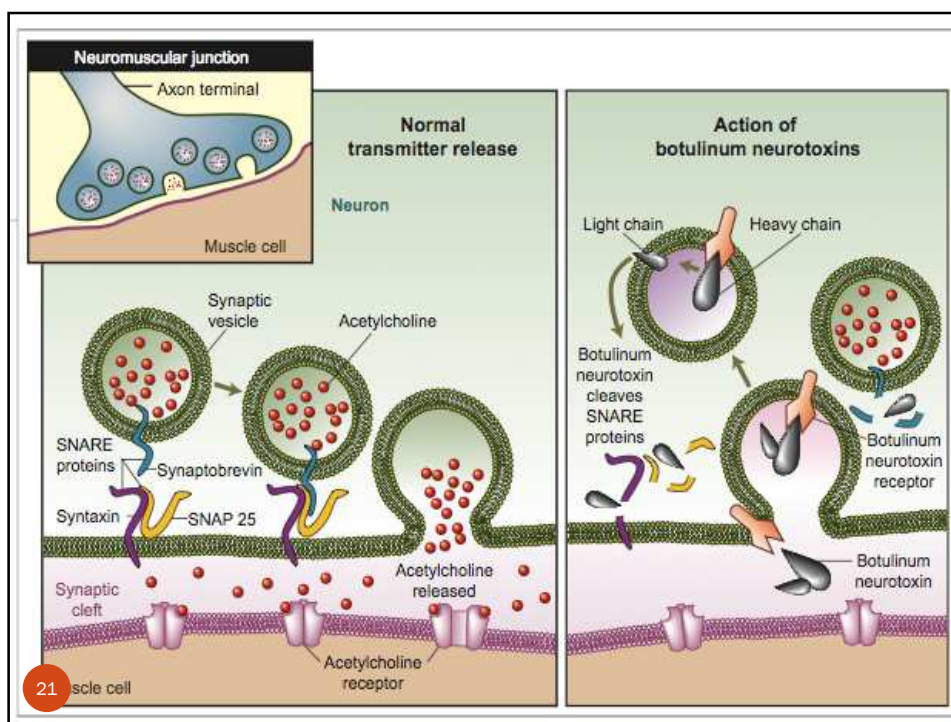


19

سم بوتولین (*Botulin*)

- توکسین کلستریدیوم بوتولینوم یکی از قوی ترین سموم باکتریایی است که تا کنون شناخته شده است به طوریکه کمتر از یک میکروگرم آن برای مرگ یک انسان سالم ۷۰ کیلویی کفایت می کند.
- این توکسین خارج سلولی، نوعی نوروتوکسین است که دارای خاصیت همولیتیک می باشد.
- تاکنون ۷ نوع مختلف از این سم (A,B,C,D,E,F,G) جداسازی شده است که انواع A,B,E,F موجب بیماری در انسان می شوند. (بیشترین سمیت مربوط به سم A است)
- یکی از اصلی ترین آثار این نوروتوکسین ممانعت از رهاسازی استیل کولین و فلج شدن ماهیچه هاست.

20



21

علائم کلینیکی مسمومیت بوتولیسم

- از علائم مسمومیت بوتولیسم که معمولاً ۶-۳۶ ساعت پس از مصرف بروز می کند، می توان به موارد زیر اشاره کرد:



22

- تهوع و استفراغ
- سرگیجه و کرامپ شدید سیستم گوارشی
- اختلال در بینایی
- از دست دادن قدرت تطابق و دو بینی
- خشک شدن و زخم قرنیه
- اشکال در عمل بلع و تکلم
- احتباس ادرار
- فلج شدن عضلات بدن
- از کار افتادن سیستم های تنفسی و قلب
- مرگ (ضریب مرگ ۷۰٪)



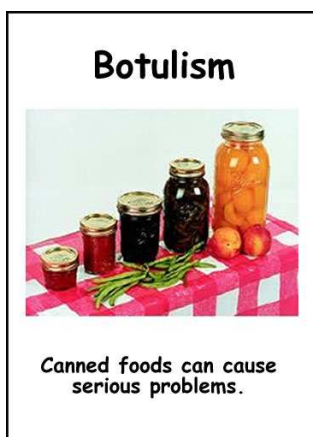
- این نوع مسمومیت غذایی بیشتر در اثر مصرف غذاهای پروتئینی با میزان $pH \leq 4/5$ و فعالیت آبی بیش از ۰/۹۵ است که در شرایط بی هوازی نگهداری شده اند از قبیل سوسیس و کالباس، ماهی، کنسروهای گوشتی، سبزیجات و کشک مایع



- با توجه به قدرت بیماریزایی و خطرناک بودن سم مترشح به وسیله این باکتری و مقاومت قابل توجه اسپور های آن در برابر حرارت و دیگر عوامل نامساعد محیطی، لذا در صنایع غذایی برای حصول به استاندارد بهداشتی مواد غذایی با اسیدیته پایین نابودی اسپور کلسترید یوم بوتولینوم مد نظر است.

23

خصوصیات سم بوتولین



- بوتولین نسبت به حرارت حساس است و دمای جوش را بیش از ۱۰ دقیقه تحمل نمی کند.
- در $pH \leq 4/8$ توکسین تولید نمی شود.
- بهترین دما برای ترشح بوتولین $30^{\circ}C$ است.
- تریپسین سبب افزایش فعالیت سموم نوع A و B می شود. (قدرت سمیت بوتولین تحت تاثیر شیره معده ۳-۵ برابر می شود)
- بوتولین در شرایط اسیدی پایدار تر از محیط قلیایی بوده و نسبت به اشعه بسیار مقاوم است.
- آنتی بیوتیک ها بر روی این سم بی اثرند.

24



25

• انواع پروتئولیتیک کلاستریدیوم، پروتئین ها را همراه با ایجاد ترکیباتی نظیر ایندول، اسکاتول و ... که همراه با بوی تعفن است، هیدرولیز کرده و با تخمیر قند تولید گازهای مختلف از جمله SH_2 و NH_3 می کنند.

• گاز تولیدی سبب ایجاد برآمدگی در قوطی های کنسرو شده که یکی از ابتدایی ترین علائم آلودگی کنسروها به این باکتری است.

26

۱۴-۲-۶- *Cl.perfringens*

• کلاستریدیوم پرفرینجنس در سال ۱۸۹۲ به وسیله Welch و همکارش از لاشه انسان مبتلا به قانقاریای گازی جدا گردید و به افتخار این پژوهشگر به آن *Cl.welchii* نیز می گویند.

• این باکتری به طور گسترده در خاک و روده تمام حیوانات خونگرم و انسان، آب، ادویه جات و غذاها یافت می شود.



• غالباً مواد گوشتی در کشتارگاه ها به دلیل عدم رعایت اصول بهداشتی مستقیماً با مدفوع تماس یافته و به دلیل مقاومت اسپور این باکتری فرایندهای سالم سازی گوشت را تحمل کرده و از طریق غذا به انسان منتقل می شود.

• این باکتری سه نوع توکسین ترشح می کند که به عنوان عامل مسمومیت غذایی گزارش شده است.



کلستریدیوم پرفرینجنس دارای خصوصیات زیر است:

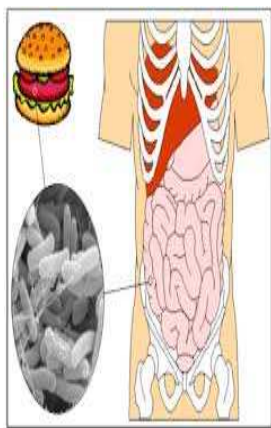


- گرم مثبت
- بی هوازی
- میله ای راست با انتهای بریده و مستطیلی شکل
- دارای اسپور مرکزی که تورم چندانی ندارد
- غیرمتحرک
- دارای کپسول
- مزوفیل

• اپتیمم رشد در $pH = 5.5 - 8$

- تولید گاز فراوان در حین تخمیر قند به گونه ای که محیط کشت را پاره کرده و گاهی درب محیط را به بیرون پرتاب می کند، به همین دلیل اصطلاح طوفانی (Stormy) برای آنها به کار می رود.

27



- مسمومیت غذایی ناشی از *Cl. perfringens* که اغلب ناشی از توکسین A است، ۸-۲۲ ساعت پس از صرف غذای آلوده بروز می کند و علائمی نظیر دل درد، اسهال شدید، تهوع و به ندرت استفراغ است.
- به جز در افراد مسن و بیمار خطر مرگ ندارد.
- معمولاً عامل اصلی مسمومیت غذایی پرفرینجنس را مواد غذایی گوشتی که در حرارت نامساعد نگهداری شده اند، می دانند.
- توکسین *Cl. perfringens* یک اندوتوکسین است و برای بروز مسمومیت بایستی 10^6 یا بیشتر از این باکتری به همراه غذا مصرف شود.

28



Cl. sporogenes - ۷-۲-۱۴

- میله ای شکل
- گرم مثبت
- مزوفیل
- فعالیت در pH خنثی
- دارای خاصیت پروتولیتیک شدید
- تولید گاز و ترکیبات با بوی تعفن در کنسروها (ایجاد بمباز)
- به دلیل مقاومت حرارتی مشابه کلستریدیوم اسپورجنس با بوتولینوم و عدم بیماریزایی *Cl. sporogenes*، غالباً برای تعیین تست استریلیزاسیون قوطی های کنسرو از این باکتری استفاده می شود.