مؤسسه علمی آموزشی
فرهیختگان راه دانش

نمونه

میکروب‌شناسی

درسنامه - نکات کلیدی - تست های فصل به فصل

مؤلف: عبدالمجید قاسمیان
رتبه ۱ دکتری

به نام خالق

میکروب شناسی

تألیف و گردآوری: عبدالمجید قاسمیان

«رتبه ۱ دکتری »

مؤسسه علمی آموزشی فرهیختگان راه دانش

قبولی، کمترین موفقیت شماست

مقدمه:

موسسه علمی آموزشی فرهیختگان راه دانش با هدف ارائه کیفی ترین خدمات آموزشی و با تلاش گسترده توانست مجموعه‌ای از خدمات آموزشی را که از نظر علمی، به روز بودن مطالب، پوشش دادن مطالب رفرنس‌ها و بازدهی در زمره بهترین‌ها است ارائه دهد.

مشاوره و پشتیبانی تحصیلی:

مشکل عدیده ای که بیشتر داوطلبان با آن مواجه هستند و هر ساله با وجود صرف هزینه‌های مالی و زمان زیاد نمی توانند در آزمون قبول شوند به این دلیل می‌باشد که داوطلبان آگاهی کافی از منابع مطالعاتی، روشهای مطالعه و مرور مطالب صحیح، روشهای تست زنی و مدیریت زمان را ندارند بنابراین موسسه فرهیختگان جهت تحکیم رسالت خود که همواره ارتقاء کیفیت آموزش بوده است جمعی از برترین مشاورین و رتبه‌های تک رقمی را به خدمت گرفته است تا با ارائه منابع مطالعاتی کاربردی، آموزش روش‌های مطالعه و مرور مطالب هر درس، نحوه تستزنی صحیح و برنامه مطالعاتی روزانه و هفتگی به داوطلبان، آنها را از سردرگمی درآورده و با ایجاد انگیزه و تمرکز در داوطلبان سبب موفقیت آنها در آزمون گردد.

بسته‌های آموزشی موسسه:

بسته‌های آموزشی که به داوطلبان ارائه می‌گردد حاصل ماه‌ها تلاش بی پایان گروه علمی موسسه (که ترکیبی از رتبه‌های تک رقمی دکتری و کارشناسی ارشد و اساتید دانشگاه‌های تهران) می‌باشد که با در نظر گرفتن منابع وزارت بهداشت تالیف گردیده است. در این بسته‌ها تلاش شده است که درسنامه به صورت شرح جامعی از دروس ارائه گردد و جهت تفهیم بیشتر مطالب، نکات کلیدی منابع وزارت بهداشت و نکات تستی سوالات کنکور سال‌های اخیر نیز به درسنامه اضافه گردیده است و جهت محک و خودآزمایی داوطلبان، تست‌های هر فصل همراه با پاسخنامه گنجانده شده است. به این ترتیب بسته‌های آموزشی موسسه فرهیختگان را از نظر پوشش دادن سرفصل های آزمون به مجموعه‌ای کم نظیر تبدیل نموده به نحوی که داوطلب با مطالعه و جمع‌بندی بسته های آموزشی موسسه همراه با مطالعه منابع وزارت بهداشت براحتی پاسخ‌گوی بیشتر سوالات کنکور خواهد بود.

بسته‌های آموزشی موسسه هر سال ویرایش و به روز گردیده و نکات، مطالب و تست‌های جدید نیز به آن اضافه می‌گردد.

آزمونهای آزمایشی :

داوطلبان رشته‌های مختلف بایستی جهت محک و خودآزمایی خود و جمع‌بندی مطالب بایستی برنامه ریزی مطالعاتی صحیح داشته باشند. موسسه با در نظر گرفتن شرایط داوطلبان مختلف اقدام به برگزاری آزمون‌های آزمایشی ۹مرحله‌ای و ۳ مرحله‌ای در ۲۸ رشته نموده است.

۲ نکته بارزی که آزمون‌های آزمایشی موسسه فرهیختگان را از دیگر موسسات متمایز می‌نماید این است که در آزمون‌های آزمایشی موسسات دیگر، سوالات زبان به صورت جامع و کلی طرح می‌گردد که این موضوع سبب سردرگمی داوطلبان گردیده و داوطلبان نمی دانند مطالعه درس زبان انگلیسی را از کدام منبع مطالعاتی شروع کنند، به همین دلیل اکثریت قریب به اتفاق داوطلبان مطالعه درس زبان را رها نموده و این موضوع لطمه بزرگی به داوطلب وارد می‌کند به نحوی که ممکن است داوطلب در چندین درس یک رشته تسلط کافی داشته باشد و در آزمون اصلی نیز درصدهای خوبی را کسب کرده باشد ولی با توجه به اینکه درس زبان را مطالعه نکرده معمولا این درس را سفید و یا درصد بسیار ضعیفی کسب نماید که این مقوله سبب عدم قبولی داوطلب با وجود شایستگی‌های علمی وی می‌گردد. موسسه فرهیختگان جهت برطرف نمودن این مشکل و چه بسا معضل، اقدام به ارائه طرح درس و سرفصل زبان انگلیسی در آزمون‌های آزمایشی خود نموده تا داوطلبان بتوانند با برنامه ریزی صحیح مطالعه زبان انگلیسی(که ضریب بالایی دارد) را انجام داده و دچار سردرگمی نشوند، این روش سبب می‌شود که داوطلب با طبقه بندی مبحثی، درس زبان را مطالعه نمایند.

نکته دوم اینست که فواصل زمانی آزمون‌های آزمایشی (۶مرحله طبقه بندی و ۳ مرحله جامع) با توجه به حجم مطالب تنظیم گردیده است، تا داوطلب بتواند با مطالعه بدون استرس و صحیح و مرور و جمع بندی مطالب به آمادگی کامل دست یابد.

داوطلبان می‌توانند بعد از ثبت نام جزوه روش‌های مطالعه صحیح، روشهای مرور و تست‌زنی را به صورت رایگان از موسسه دریافت نمایند.

کلاسهای آمادگی :

با توجه به این که بیشتر دانشجویان در دانشگاه به دلیل ساعات کلاسی کم، موفق به یادگیری مطالب دروس تخصصی نمی‌شوند و با مطالعه چند باره جزوات نیز، بسیاری از نکات برای آنها قابل فهم و یادگیری نمی‌باشد. موسسه فرهیختگان با در نظر گرفتن شرایط داوطلبانی که امکان استفاده از کلاس‌های آمادگی حضوری را ندارند اقدام به تهیه و تدوین DVDهای آموزشی (با استفاده از تدریس اساتید برتر دانشگاه‌های تهران) در دروس مختلف نموده است. سبک تدریس در این کلاس‌ها بمانند کلاس‌های حضوری شامل شرح درس، نکته گویی و حل تست می‌باشد.

داوطلبان رشته‌های مختلف می‌توانند جهت بهره‌گیری از خدمات آموزشی موسسه (بسته‌های آموزشی، آزمون‌های آزمایشی، کلاس‌های آمادگی و مشاوره و پشتیبانی تحصیلی) می‌توانند به نمایندگی‌های سراسر کشور مراجعه نموده و یا با دفتر مرکزی موسسه ۲۴ ۹۵ ۹۷ ۶۶ - ۰۲۱ تماس حاصل فرمایند.

امید است که در سایه حق تعالی و بهره‌مندی از تلاش خود و خدمات آموزشی موسسه شما عزیزان به موفقیت‌های بزرگتری دست یابید.

با آرزوی موفقیت

مدیریت موسسه فرهیختگان راه دانش

مؤسسه علمی آموزشی
فرهیختگان راه دانش

ساختار سلول‌های یوکاریوتی و پروکاریوتی، طبقه‌بندی، ساختمان و فیزیولوژی میکروارگانسیم‌ها

ساختار سلول‌های یوکاریوتی و پروکاریوتی، طبقه‌بندی، ساختمان و فیزیولوژی میکروارگانسیم‌ها

تاریخچه

اولین بار آنتون لیون هوک در سال ۱۶۷۴ با عدسی ساده خود میکروارگانیسم هایی را در یک قطره آب مشاهده کرد و دنیای موجودات ذره بینی را دنیای حیوانات کوچک (animacules) نامید.

حدود یکصد سال بعد زیست شناس دانمارکی بنام اتومولر (Otto Muller) باکتری‌ها را براساس روش طبقه بندی کرلوس لینه به جنس‌ها و گونه‌ها تقسیم نمود.

سپس فردریش هنله آسیب شناس آلمانی، نقش میکروارگانیسم ها را در بیماری های انسانی اثبات کرده و تئوری جرم در بیماری‌ها را مطرح کرد.

رابرت کخ و لوئیس پاستور در سال‌های ۱۸۷۰ و ۱۸۸۰ تئوری جرم را با آزمایش‌های بسیار تایید نموده و میکروارگانیسم های عامل سیاه زخم، سل، وبا،هاری و طاعون را شناسایی کردند، همچنین پدیده تخمیر میکروبی و تولید اسید و رابطه آن با تولید سرکه توسط کخ اثبات شد.

اولین ترکیب ضد میکروبی توسط پاول ارلیش (ترکیبات نقره بر ضد سیفلیس)، کشف شد. الکساندر فلمینگ در سال ۱۹۲۸ پنی سیلین و جرهارد دوماگ در سال ۱۹۳۵ سولفانامیدها را کشف کردند. در سال ۱۹۳۹ چاین و فلوری توانستند پنی سیلین را خالص کرده و از آن در درمان باکتری ها استفاده کنند. سپس استرپتومایسین در سال ۱۹۴۳ توسط سلمن واکسمن کشف شد. در سال ۱۹۴۶ میکروب‌شناس آمریکایی جان اندرز نخستین بار ویروس‌ها را در کشت سلولی کشت داد.

در سال ۱۹۲۰ گریفیت نقش محوری DNA را به عنوان مخزن اطلاعات ژنتیک نشان داده و پدیده ترانسفورماسیون را کشف نمود. سپس در سال ۱۹۴۰ آوری و کولین مک لین تود مشاهده کردند که در پنوموکوک پدیده ترانسفورماسیون در بیماریزایی نقش دارد. در اوایل سال ۱۹۶۰نیرنبرگ و آکوا ماهیت سه تایی باز های RNA را که با سیگنال های کدون اسیدهای آمینه مطابقت داشتند را نشان دادند. در سال ۱۹۹۳ اولین بار تکنیک توالی یابی ژنومی (DNA sequencing) توسط فردریش سانگر انجام شد.

تفاوت سلول‌های یوکاریوتی و پروکاریوتی: سلول‌های یوکاریوتی از نظر اندازه و پیچیدگی سلول تفاوت‌های عمده‌ای با پروکاریوت‌ها دارند، یک سلول یوکاریوتی شامل یک هسته دو لایه حاوی DNA دو رشته ای خطی، سیتوپلاسم حاوی ارگانل‌هایی چون میتوکندری، کلروپلاست (در سلول گیاهی)، شبکه آندوپلاسمی، دستگاه گلژی، لیزوزوم‌ها، پروکسی زوم و سیتو اسکلت که حاوی میکروفیلامنت‌ها، فیلامان‌های بینابینی و میکرو توبول‌هاست.

به DNA سلول‌های یوکاریوتی هستیون‌ها متصل هستند که ساختار پروتئینی دارند. همچنین هسته حاوی RNAهای ریبوزومی می‌باشد که در سنتز ریبوزوم نقش دارند.

www.Olompezeshki.org www. Farhikhteganp.ir
تلفن دفتر مرکزی: ۶۶۹۷۹۵۲۴-۰۲۱

میتوکندری حاوی ریبوزوها و DNA حلقوی است که از این نظر شبیه یک سلول پروکاریوتی می‌باشد. در غشای داخلی میتوکندری چرخه‌های متابولیسمی سلول انجام می‌شود.

برخی میکروارگانیسم‌های یوکاریوتی مثل تریکوموناس واژینالیس فاقد میتوکندری بوده و به جای آن ارگانل‌های تنفسی به نام **هیدروژنوزوم** دارند که حاوی ریبوزوم و DNA می‌باشد. در این ارگانل پیروات گرفته شده و استات، H_2، Co_2 و ATP تولید می‌شود.

اعضای حرکتی: بسیاری از سلول‌های یوکاریوتی اعضایی به نام تاژک (مثل تریکوموناس واژینالیس) و مژه (در بالانتیدیوم کلای) دارند. ساختار این اعضا به صورت ۹+۲ می‌باشد، چون دارای یک جفت میکروتوبول محیطی و دو میکروتوبول مرکزی هستند.

جدول ۱-۱ تفاوت‌های عمده بین سلول‌های پروکاریوت و یوکاریوت

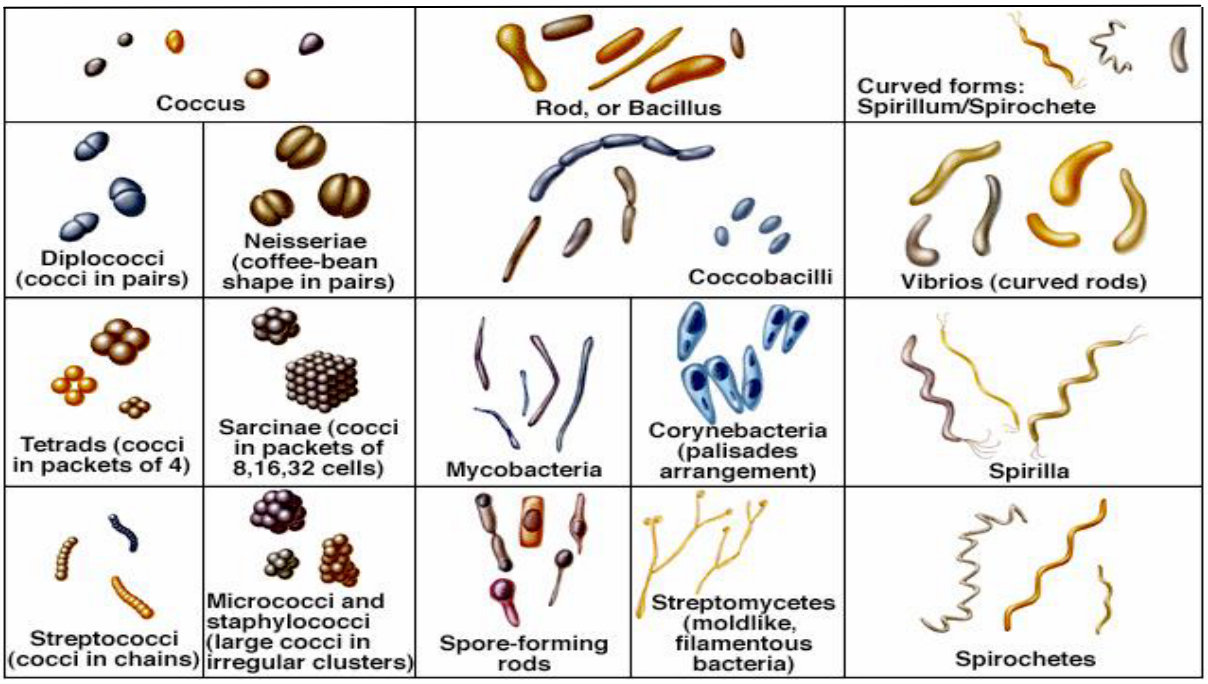
مشخصات	پروکاریوت	یوکاریوت
غشای هسته	–	+
تعداد کروموزوم	۱	بیش از ۱
تقسیم میتوزی	–	+
هیستون متصل به DNA	–	+
اندازه ریبوزوم	70S	80S
دستگاه گلژی و میتوکندری	–	+
هستک	–	+
غشای سیتوپلاسمی	+	+
فاگوسیتوز و پینوسیتوز	–	+
تموج سیتوپلاسمی	–	+
ریبوزوم و واکوئل	+	+
حرکت آمیبی	–	+
جنس دیواره	پپتیدوگلیکان – لیپوپلی	سلولز- گلوکان و کیتین

اندازه و شکل باکتری‌ها

اندازه گونه های بیماریزای باکتری ها از ۰/۲ تا ۰/۴ میکرومتر متغیر است و به اشکال کروی (کوکسی)، استوانه‌ای (باسیل)، و فنری (مارپیچ) دیده می شوند. کوکسی ها به صورت منفرد، دوتایی (پنوموکوک و نایسریا)، تتراد (چهارتایی در استافیلوکوک)، **سارسین** (هشت‌تایی)، خوشه انگوری و زنجیره ای (استرپتوکوک) مشاهده می‌شوند.

www.Olompezeshki.org www. Farhikhteganp.ir
تلفن دفتر مرکزی: ۶۶۹۷۹۵۲۴-۰۲۱

انتهای باسیل ها ممکن است کروی (سالمونلا و اشرشیاکلای) یا بریده و زاویه دار (باسیلوس آنتراسیس) باشد. برخی باسیا ها فوزی فرم (فوزوباکتریوم) بوده و انتهای نوک تیز دارند یا به شکل ویرگول (ویبریو)، بال مرغ دریایی (کمپیلوباکتر) و خمیده اند و یا مارپیچ‌های بلند تشکیل می‌دهند (اسپیروکت‌ها). قارچ‌ها، ویروس‌ها و انگل‌ها نیز جزو میکروب‌ها محسوب می‌شوند.



شکل ۱-۱ اشکال مختلف باکتری‌ها

مشاهده باکتری‌ها

انواع میکروسکوپ برای مشاهده باکتری ها موجود هستند، مثل میکروسکوپ نوری با قدرت تفکیک ۰/۳ میکرومتر، میکروسکوپ فاز کنتراست برای مشاهده کپسول، اندوسپور و دیواره باکتری ها و میکروسکوپ زمینه تاریک برای مشاهده اسپیروکت‌ها (مثل تروپونما پالیدوم).

میکروسکوپ‌های الکترونی نیز برای مشاهده ساختار سطحی و یا درونی باکتری‌ها استفاده می‌شوند و قدرت تفکیک نوع روبشی تا ۲۰ نانومتر و نوع گذاره بیشتر از آن دارند.

طبقه بندی باکتری‌ها

الف) براساس مورفولوژی و اندازه که در بالا بحث شد.

ب) براساس رنگ آمیزی گرم: باکتری‌ها براساس نوع دیواره به گرم مثبت و گرم منفی تقسیم می‌شوند. در این رنگ‌آمیزی با اضافه کردن کریستال ویوله، پپتیدوگلیکان باکتری‌ها رنگ می‌گیرد. سپس ترکیب **ید- دار** لگول برای تثبیت این رنگ اضافه می‌شود. رنگ فوشین قلیایی (سافرانین) نیز برای گرم منفی‌ها بوده و جای کریستال ویوله که با الکل- استن شسته شده است را می گیرد. این تفاوت در ترکیب دیواره موجب تفاوت در حساسیت به

آنتی بیوتیک‌ها و آنزیم‌ها نیز می‌گردد، در باکتری گرم مثبت، پپتیدوگلیکان به لیزوزیم و آنتی بیوتیک‌های بتالاکتام (پنی سیلین)، حساسیت بیشتری نشان داده و در گرم منفی ها به علت وجود غشای خارجی، حساسیت به آنتی‌بادی‌ها و **سیستم کمپلمان** بسیار بالاتر است (نایسریا و هموفیلوس).

مایکوباکتریوم ها به دلیل پیچیدگی دیواره (**مایکولیک اسید** و آرابینوگالاکتان) نسبت به رنگ آمیزی گرم مقاوم بوده و رنگ آمیزی اسید فست (زیل نلسون) انجام می شود. در این رنگ آمیزی برای رنگ بری از اسید کلریدریک (یا سولفوریک ۱ درصد در مورد نوکاردیا) استفاده می‌شود. برخی تک یاخته‌ها مثل کریپتوسپوریدیوم و کیلوماستیکس نیز با اسید فست رنگ می‌گیرند.

ج) **براساس ظاهر ماکروسکوپی کلونی:** این ویژگی ها شامل ایجاد همولیز روی بلاد آگار، پیگمانتاسیون کلونی، اندازه و شکل و بوی کلونی‌ها می‌باشند. برای مثال استافیلوکوکوس اورئوس روی بلاد آگار ایجاد کلونی طلایی رنگ می‌کند که از دیگر گونه‌ها متمایز می‌گردد. استرپتوکوک پیوژنز یک باکتری گرم مثبت است که دارای کلونی همولیتیک کوچک و سفید رنگ روی پلیت آگار خوندار می باشد. استرپتوکوک آگالاکتیه و لیستریا همولیز اندک و باریک ایجاد کرده که با **تست کمپ** در مجاورت استافیلوکوکوس اورئوس تشدید می شود. کلستریدیوم پرفرینجنس **همولیز دوگانه** شبیه سیبل هدف ایجاد می‌کند که به علت همولیزین‌های **تتا** (کامل و در مرکز) و **آلفا** (ناقص و خارجی تر) می‌باشد. سودوموناس آئروژینوزا کلونی‌های سبز رنگ داشته و بوی میوه مانند (با تولید ترکیب **تری متیل آمین**) دارد. پاستورلا مولتوسیدا بوی Musty odor (کپک مانند) ایجاد می‌کندکه به دلیل تولید اندول است. ایجاد کلونی های با ظاهر گچی و بوی خاک مانند نیز در نوکاردیا آستروئیدس یافت می‌شود. کلونی‌های یرسینیا پستیس و کورینه باکتریوم دیفتریه به صورت مضرس و کنگره دار (Folding and snapping) می‌باشند.

د) **تست‌های بیوشیمیایی:** رایجترین روش برای شناسایی باکتری‌ها می‌باشند. در این روش براساس تخمیر کربوهیدرات ها، استفاده از ترکیبات مختلف به عنوان منبع کربن و انرژی و تولید برخی آنزیم‌ها شناسایی جنس و یا گونه باکتری انجام می‌شود.

ه) روش‌های دیگر طبقه بندی فنوتیپیک شامل سروتایپینگ، الگوی آنتی بیوگرام و فاژتایپینگ می‌باشند.

سروتایپینگ در مورد باکتری های فرانسیسلا، تروپونما پالیدوم، اشرشیا کلی O۱۵۷ و استرپتوکوک پیوژنز مطرح بوده و برای اهداف اپیدمیولوژیک به کار می رود. فاژتایپینگ یا حساسیت به فاژها روش مشکلی بوده و روش های ژنوتیپی جای آن را گرفته اند.

طبقه بندی آنالیتیک براساس بررسی لیپیدها، پروتئینهای باکتریایی و الکتروفورز چند کانونی (MLEE) انجام می‌گیرد.

و) **طبقه بندی ژنوتیپی:** شامل نسبت گوانین+سیتوزین (C+G)، هیبریداسیون DNA، تجزیه و تحلیل توالی اسید نوکلئیک، تجزیه و تحلیل پلاسمید، **ریبوتایپینگ** و تجزیه و تحلیل قطعات DNA کروموزومی می‌باشد.

ز) براساس هوازی و بیهوازی بودن باکتری‌ها

۱) **کوکسی گرم مثبت هوازی:** میکروکوک، استافیلوکوک، آئروکوک، آلویوکوک، لاکتوکوک، لکونوستوک، انتروکوک، پدیوکوک و استرپتوکوک

۲) **باسیل های گرم مثبت هوازی:** کورینه باکتریوم، گوردونیا، نوکاردیا، رودوکوک، تسوکامورلا، مایکوباکتریوم (همگی دارای اسید مایکولیک)، اکتینومادورا، درماتوفیلوس، نوکاردیوپسیس، روتیا، استرپتومایسس (فاقد اسید مایکولیک)، آرکانوباکتریوم، باسیلوس، بروی باکتریوم، اریزیپلوتریکس، گاردنرلا، لیستریا و توریسلا.

۳) باسیل، کوکوباسیل و کوکوس های گرم منفی هوازی و بیهوازی اختیاری: انتروباکتریاسه، ویبریو، آئروموناس، سودوموناس، پاستورلا ، برانهاملا، نایسریا، موراکسلا

۴) **کوکسی های گرم مثبت و منفی بی هوازی:** انائروکوک، فاینگولدیا، میکروموناس، پپتو استرپتوکوک (گرم مثبت) و ویلونلا (گرم منفی)

۵) **باسیل‌های گرم مثبت و منفی بیهوازی:** اکتینومایست، بیفیدوباکتریوم، کلستریدیوم، یوباکتریوم و لاکتوباسیلوس (گرم مثبت) و باکتریوئیدس، فوزوباکتریوم، پورفیروموناس و پروتلا (گرم منفی).

ساختار سلول پروکاریوتی: اعضای سلول پروکایوت ساده‌تر از یوکاریوت‌ها بوده ولی از نظر پوشش سلولی پیچیده‌تری دارند. اعضای سلول پروکاریوتی شامل:

نوکلئوئید: پروکاریوت‌ها هسته واقعی ندارند و DNA خود را در ساختاری به نام نوکلئوئید جای می‌دهند. این ناحیه با رنگ‌آمیزی فولگن مشاهده می‌شود. بار الکتریکی DNA منفی بوده و توسط پلی‌آمین‌های کوچک و یون‌های منیزیوم خنثی می‌شود. همچنین در پروکاریوت‌ها پروتئین‌های ساده‌ای به DNA متصل می‌شود که نقش مشابهی با هستیون‌های یوکاریوت‌ها به عهده دارند.

سلول‌های پروکاریوتی دستگاه میتوتیک برای تقسیم شدن ندارند ولی گروهی از باکتری‌های آبی به نام **پلانکتومیست‌ها** که دارای نوکلئوئید هستند که توسط غشای دولایه‌ای احاطه شده است، آن را دارند.

باکتری‌ها دارای یک DNA حلقوی می‌باشند ولی برخی از جنس‌ها مثل **ویبریوها**، **بروسلاها** به جز بروسلا سوئیس (تیپ ۳) و **بورخولدریاها** دارای **دو** مولکول DNA حلقوی هستند. همچنین برخی باکتری‌ها حاوی DNA **خطی** می‌باشند مثل **بورلیا بورگرورفری**، **ب. هرمسی** و **استرپتومایس کوالی کالر**.

ساختارهای سیتوپلاسمی

پلاسمیدها: مولکول‌های DNA دو رشته حلقوی هستند که از نظر اندازه متفاوت بوده و به تعداد متفاوتی در باکتری‌ها حضور دارند. پلاسمیدها مستقل از کروموزوم همانندسازی می‌کنند یعنی یک **رپلیکون** محسوب می‌شوند، اگرچه به ندرت وارد DNA کروموزومی شده و قسمتی از آن را می‌گیرند که اصطلاحاً **اپی‌زوم** خوانده

www.Olompezeshki.org www. Farhikhteganp.ir
تلفن دفتر مرکزی: ۶۶۹۷۹۵۲۴-۰۲۱

می‌شوند، در صورتی‌که قسمتی از کروموزوم با پلاسمید طی فرایند کونژوگاسیون بین دو باکتری مبادله شود، اصطلاحاً گفته می‌شود سلول HFr حاصل شده است. این ویژگی در پلاسمید F دیده می‌شود.

برخی باکتری‌ها مثل بورلیاها وابسته به سلول باکتری گیرنده منتقل می‌کنند. از جمله ژن‌های مقاومت آنتی‌بیوتیک مثل ژن VanA که روی ترابسنپوزون $Tn_{۱۵۴۶}$ قرار دارد و عامل مقاومت به ونکوماسین است. باکتری سودوموناس پوتیدا پلاسمیدی دارد که در تجزیه مواد آلی مثل **تولوئن** و بنزن موثر است.

ساختارهایی مثل **کروماتوفورها** که وزیکول‌های غشایی هستند، کلروزوم در باکتری‌های فتوسنتیک، و تیلاکوئیدها در فتوسنتز نقش دارند.

اجسام انکلوزیون: در باکتری‌ها، اغلب مواد ذخیره‌ای به صورت گرانول‌های نامحلول ذخیره می‌شوند، که در غشایی نازک احاطه شده‌اند. این انکلوزیون‌ها شامل پلی بتاهیدروکسی میرستیک اسید (PBH)، که ترکیب لیپید مانندی دارای زنجیره‌هایی با واحدهای اسید بتاهیدروکسی بوتریک می‌باشد. این ذخایر چربی در جنس باسیلوس و سودوموناس تشکیل می‌شود. هنگامی‌که منبع فسفز، نیتروژن و سولفور کاهش یافته و مقدار زیادی کربن در محیط وجود دارد، ذخایر چربی تشکیل می‌شود.

همچنین ذخایر فسفات معدنی (غیرآلی) به شکل گرانول‌های پلی‌فسفات که دانه‌های متاکروماتیک یا **ولوتین** و یا دانه‌های **بابز ارنست** خوانده می‌شوند در کورینه باکتری‌ها، یرسینیا و مایکوباکتریوم ایجاد می‌شوند.

ذخایر گلیکوژن در خانواده انتروباکتریاسه تشکیل می‌شود که در واقع ذخایر کربن می‌باشند.

در برخی باکتری‌ها برای تثبیت $Co_۲$ اجسام چند وجهی حاوی آنزیم ریبولوز بی‌فسفات کربوکسیلاز وجود دارند که به آن **کربوکسی‌زوم** گفته می‌شود.

همچنین مگنتازوم‌ها برای ذخیره آهن مطرح بوده و واکوئل‌های گازی اغلب در میکروارگانیسم‌های ساکن آب مشاهده می‌شوند.

غشای سیتوپلاسمی: از نظر ساختار مشابه سلول‌های یوکادیوتی می‌باشد ولی پروتئین‌های آن حدود ۷۰٪ وزن غشا را در باکتری‌ها تشکیل می‌دهند. همچنین فاقد استرول می‌باشد به استثناء مایکوپلاسماها که کلسترول را وارد غشای خود می‌کنند.

در آرکی باکتری‌ها نیز به جای اسید چرب، لیپید منحصر به فردی به نام **ایزوپرونوئید** دارد که توسط پیوند اتری (نه استری) به گلیسرول متصل می‌شود، که برخی مواقع فسفولیپید ندارند. همچنین در گروهی دیگر لیپیدهای بلندی به نام تتراترها در غشای تک لایه سلولی قرار گرفته‌اند.

اعمال غشای سلولی شامل: (۱) نفوذپذیری انتخابی (۲) انتقال الکترون و واکنش‌های فسفوریلاسیون اکسیداتیو، (۳) ترشح آنزیم‌های هیدرولیز کننده به خارج سلول (۴) دارا بودن آنزیم‌ها و مولکول‌های حامل که در بیوسنتز DNA، پلیمرهای دیواره سلولی و چربی‌های غشا دخالت دارند، (۵) دارا بودن گیرنده و پروتئین‌های مرتبط با سیستم کموتاکسی و انتقال حسی باکتری‌ها می‌باشند. به دلیل اینکه غشا از لایه لیپیدی تشکیل شده، مولکول‌های

کوچک‌تر از گلیسرول می‌توانند وارد سلول شوند. گلیسرول و مولکول‌های بزرگ‌تر تنها زمانی وارد می‌شوند که پروتئین‌هایی تحت عنوان پرمئاز (Permease) در غشای سیتوپلاسمی، در انتقال آنها شرکت کنند.

در برخی باکتری‌ها در غشای سیتوپلاسمی فرورفتگی‌هایی به نام مزوزوم (Mesosome) تشکیل می‌شود که شامل دو نوع میانی و جانبی هستند، که تصور می‌شود به ترتیب در جدا کردن کپی‌های کروموزومی در سلول دختر و مادر و ترشح پروتئین‌های خارج سلولی نقش دارند.

انتقال از طریق ناقلین: حداقل سه مکانیسم مهم انتقال از طریق ناقلین در باکتری‌ها یافت می‌شود: نفوذ تسهیل‌شده (Faciliated) ، انتقال فعال (Active) و جابجایی گروهی (Group transport).

در نفوذ تسهیل‌شده مواد مختلفی با استفاده از پرمئازهای اختصاصی جذب باکتری می‌شوند. در این روش انتقال که انرژی مصرف نمی‌گردد، مولکول‌های گلیسرول (در اشرشیاکلی) و ATP (در ریکتزیا پروازکی) جذب می‌شوند.

در انتقال فعال همانند انتشار تسهیل‌شده ناقلین دخالت دارند ولی دارای تفاوت‌هایی می‌باشد، که شامل وجود پرمئازهای ویژه در این روش، مصرف انرژی و ورود میزان زیاد سوبسترا به سلول می‌شوند و به دو صورت انجام می‌شود: انتقال به واسطه یون و انتقال ABC.

- **انتقال با واسطه یون:** با استفاده از نیروی حرکتی پروتون مثل سدیم و هیدروژن (H^+) یک مولکول ماده وارد سلول می‌شود و سه نوع از این انتقال وجود دارد: Symport، Uniport و Antiport. این نوع انتقال عمدتاً در باکتری‌های هوازی صورت می‌گیرد. Uniporter یک ماده را مستقل از هر یون جابه‌جا می‌کنند. Symporterها انتقال همزمان دو ماده را در مسیری مشابه و به وسیله یک حامل انجام می‌دهند مثل انتقال یون با بار مخالف (گلیسین) و یا بار خنثی (گالاکتوز) توسط H^+. Antiporterهان انتقال دو یون با بار مشابه در دو مسیر مخالف را انجام می‌دهند (مثل $H^+ : Na^+$). حدود ۴۰ درصد از سوبستراهایی که توسط اشرشیاکلی جذب می‌شود، از این طریق جابجا می‌گردند.
- **انتقال ABC**: در این مکانیسم با مصرف ATP مواد محلول در سیتوپلاسم جذب می‌شوند. انتقال بسیاری از مواد غذایی توسط پروتئین‌های متصل‌شونده‌ای تسهیل می‌شود که در غشاین سلولی یا فضای پری‌پلاسمیک قرار دارند (به ترتیب در باکتری‌های گرم مثبت و منفی).

در این سیستم پرمئاز آبگریز (Hydrophobic) که در غشای سلولی قرار دارد، مثل کانالی عمل کرده و سوبسترا را وارد سلول می‌کند.

جابجایی گروهی: برای انتقال قندها (نظیر گلوکز و مانوز)، با فسفوریلاسیون ماده، بدون هیچ تفسیری و بدون مصرف انرژیگ قند گرفته شده و وارد سلول می‌شود. این سیستم را فسفوترانسفراز نیز می‌نامند چون آنزیم آن با مصرف فسفوانول پیروات پروتئین را فسفوریله می‌کند.

سیستم انتقال الکترون و فسفوریلاسیون اکسیداتیو در باکتری‌ها: سیتوکروم‌ها و سایر آنزیم‌ها و اجزای زنجیره تنفسی شامل برخی از دهیدروژنازها در غشای سیتوپلاسمی قرار دارند، بنابراین شبیه غشای داخلی

www.Olompezeshki.org www. Farhikhteganp.ir
تلفن دفتر مرکزی: ۶۶۹۷۹۵۲۴-۰۲۱

میتوکندری‌ها عمل می‌کند.

ترشح آنزیم‌های هیدرولیزکننده و پروتئین‌های ویرولانس به خارج سلول

در باکتری‌ها چند سیستم ترشحی وجود دارد که شامل I تا V می‌شوند.

در سیستم ترشحی I و III در یک مرحله پروتئین به خارج سلول ترشح می‌شود ولی در سیستم II و V ابتدا از غشای سیتوپلاسمی گذشته و از غشای خارجی ترشح می‌شود. همچنین پروتئین‌هایی که توسط سیستم‌های ترشحی II و V ترشح می‌شوند به صورت پیش پروئتین در ریبوزوم‌های سیتوپلاسمی ساخته شده و دارای یک توالی سیگنال یا راهنما می‌باشند و برای ترشح نیاز به سیستم Sec در غشای داخلی دارند (وابسته به Sec هستند).

سیستم Sec در اشرشیالکی شامل SecA، SecB، SecD، SecY و SecF می‌باشد که SecA به عنوان ATPase عمل کرده و انرژی را برای خارج راندن پروتئین ترشحی توسط چاپرون (SecB) فراهم می‌کند.

برخی پروتئین‌ها توسط سیستم ترشحی I به خارج رانده می‌شوند: شامل آنزیم آلفاهمولیزین (HlyA) اِکلای و آدنیلات سیکلاز بردتلا پرتوزیس.

پروتئین‌های ترشحی تیپ II شامل الاستاز، فسفولیپاز c و اگزوتوکسین سودوموناس آئروژنیوزا پروتئین‌های ترشحی از تیپ III شامل اکثر فاکتورهای ویرولانس خصوصاً در خانواده انتروباکتریاسه می‌باشند که با نوک اتصال این سیستم به طور مستقیم وارد سیتوپلاسم سلول میزبان می‌شوند. همچنین از سیستم ترشحی تیپ V، پروتئین‌های خارج سلولی IgA پروتئاز ناسیریاگنوره و سایتوتوکسین Vacuolating (VacA) هلیکو باکتر پیلوری به خارج ترشح می‌شوند.

مسیر تیپ IV توکسین‌های پلی‌پپتیدهای (علیه سلول‌های یوکاریوتی) یا مجموعه پروتئین ـ DNA را بین دو سلول باکتریایی یا بین سلول پوروکاریوتی و یوکاریوتی مبادله می‌کند و همچنین در کونژوگاسیون نقش دارد. در باکتری‌های بوردتلا پرتوزیس و هلیکو باکترپیلوری این سیستم ترشحی موجب ترشح پرتوسیس توکسین و فاکتور تحریک‌کننده IL8 می‌گردد.

پری‌پلاسم: در باکتری‌های گرم منفی علاوه بر غشای سیتوپلاسمی، غشای خارجی نیز وجود دارد. این فضا محل تجمع آنزیم‌هایی است که در کاتابولیزه کردن ترکیبات مختلف نظیر مواد غذایی، آنتی بیوتیک‌ها و مواد سمی و همچنین در ترشح مواد نقش دارند. سپس پرمئازهایی که در غشای داخلی قرار گرفته‌اند مواد غذایی هیدرولیز شده مثل آمینواسیدها قندها را به سیتوپلاسم سلول منتقل می‌کنند. مولکول‌های بتالاکتاماز نیز سبب محافظت برخی از باکتری‌های گرم منفی به بتالاکتام‌ها می‌شود.

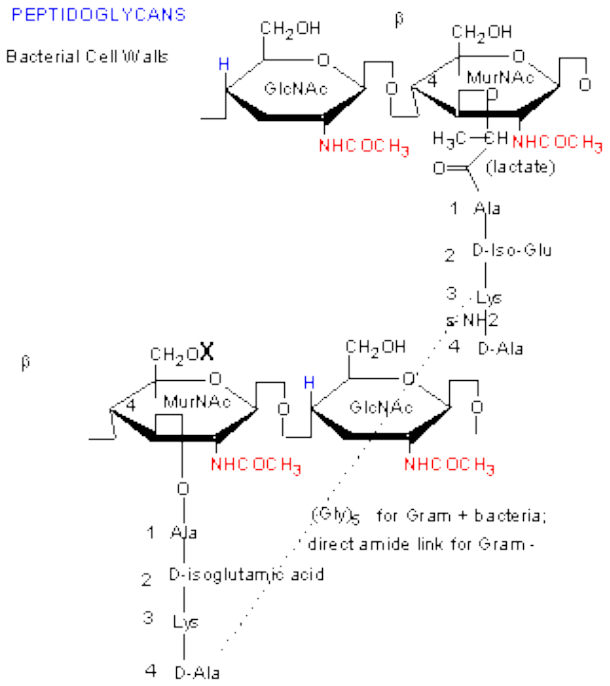
دیواره سلولی: در باکتری‌های گرم مثبت دیواره ضخیمی از جنس پپتیدوگلیکان یا مورئین اطراف غشای سیتوپلاسمی را گرفته و سبب شکل‌دهی و محافظت باکتری می‌گردد. باکتری‌های مایکوپلاسما، اورئوپلاسما، (هالوفیل‌ها) و ال ـ فرم این دیواره را ندارند. اگرچه ال‌ـ فرم‌ها ممکن است دوباره دیواره خود را به دست آورند.

اشکال L- در استرپتوباسیلوس مونیلی فرمیس (عامل تب گاز گرفتگی موش) ایجاد می‌شوند. در پی مواجهه با آنتی‌بیوتیک‌ها و برخی شرایط نیز باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی می‌توانند همه یا قسمتی از دیواره را از دست بدهند.

در باکتری‌های گرم مثبت با از دست دادن دیواره، پروتوپلاست و در گرم منفی‌ها اسفروپلاست تشکیل می‌شود، که باکتری‌ها کروی شده و در صورتی‌که در محیط هیپوتونیک قرار داده شوند لیز می‌گردند. مایکوباکتریوم‌ها لایه پپتیدوگلیکان (با ساختاری اندک متفاوت) دارند که با پیوند کووالان به پلیمر آرابینوگالاکتان متصل شده و لایه‌های موم اسیدمایکولیک (اسیدهای چرب بتا هیدروکسی با انشعابات آلفا بزرگ) فاکتور طنابی یا کورد فاکتور (ترهالوز دی مایکولات) و واکس D که خاصیت ضد فاگوسیتوزی دارد احاطه شده است.

پپتیدوگلیکان تور سخت و محکمی از جنس پلی‌ساکارید و واحدهای تشکیل‌دهنده آن شامل دی‌ساکارید اِن استیل گلوکز آمین و اِن استیل مورامیک اسید می‌باشد که توسط پیوند بتا ۱-۴ گلیکوزیدی به هم متصل شده‌اند. پیوند عرضی پپتیدوگلیکان شامل یک تترا پپتید است که از اسیدهای آمینه ال ـ آلانین، دی ـ گلوتامیک اسید، لیزین و دی آلانین تشکیل شده است. در باکتری‌های گرم منفی به جای ال ـ لیزین، دی آمینو پیمیلیک اسید (D- APM) قرار دارد.

این تترا پپتید با سومین اسید آمینه خود (ال ـ لیزین یا ـ دی آمینو پیمیلیک اسید) به زنجیره دیگر و چهارمین آمینو اسید دیواره متصل می‌شود. در استافیلوکوکوس اورئوس پیوند عرضی توسط پل پنتاگلایسینی تشکیل شده و به آنزیم لیزواستافین حساس است. آنزیم لیزوزیم روی پیوند بتا ۱-۴ گلیکوزیدی تأثیر می‌گذارد. تعداد و طول پل‌های عرضی در سختی پپتیدوگلیکان مهم می‌باشد و تعیین‌کننده است. دی آلانین انتهایی به مورامیک اسید متصل می‌شود.



شکل ۲-۱ ساختار پپتیدوگلیکان. تتراپپتید عرضی از طریق د- آلانین به اسید مورامیک دیواره متصل می‌شود. ان- استیل اسید مورامیک همچنین موجب اتصال پپتیدوگلیکان به تیکوئیک اسید دیواره‌ای (ریبیتولی) می‌شود.

روی پپتیدوگلیکان متصل به اسید مورامیک **لیپوپروتئین براون** (Braun) (به جز **سودوموناس**) قرار دارد. که موجب پایداری غشای خارجی می‌شود (پپتیدوگلیکان را به غشای خارجی متصل می‌کند). در سنتز پپتیدوگلیکان به طور خلاصه چندین مرحله و چند آنزیم نقش دارند.

۱ـ داخل سلول: در ابتدا اِن استیل گلوز آمین به اِن استیل مورامیک اسید تبدیل می‌شود. سپس اتصال این واحد به پنتاپپتید اضافه می‌گردد ($UDP-Mur_^{Nac}$).

۲ـ غشای سیتوپلاسمی: با اتصال یک پیروات این ترکیب به باکتو پرنول حامل (۵۵ کربنه) متصل شده و سپس اِن استیل گلوکز آمین به این ترکیب اضافه می‌شود.

۳ـ مولکول باکتو پرنول، ترکیب دی‌ساکارید ـ پنتاپپتید را به خارج از سلول منتقل می‌کند. این دی‌ساکارید به واسطه آنزیم ترانس گلیکوزیلاز با پیوند بتا گلیکوزیدی به زنجیره پپتیدوگلیکان متصل می‌شود. این مرحله نیاز به انرژی دارد.

۴ـ سپس آنزیم‌های ترانس پپتیداز پیوند عرضی ۳ به ۴ را بین تتراپپتیدها برقرار می‌کنند البته ابتدا یک D– آلانین باید جدا شود. چون متعاقب جدا شدن دی ـ آلانین پیوند پپتیدی تشکیل می‌شود، این مرحله نیازی به انرژی ندارد.

آنزیم متصل‌شونده به پنی‌سیلین (PBP_1) و کربوکسی پپتیداز عمل ترانس پپتیداسیون را انجام می‌دهند، به علاوه آنزیم اول عمل ترانس گلیکوزیدازی نیز دارد. پنی‌سیلین و دیگر آنتی بیوتیک‌های بتا لاکتام از نظر شکل فضایی مشابه دی ـ آلانین بوده که سوبسترای این آنزیم‌ها (PBPs) می‌باشند.

در اشرشیالکی PBP^{1-3} هر دو فعالیت آنزیمی را دارند. PBP_2 موجب باسیل شدن و PBP_4 فعالیت کربوکسی پپتیدازی دارد.

آنتی‌بیوتیک‌های ونکومایسین و ریستوستین (Ristocetin) مانع از انتقال باکتوپرنول دی‌فسفات غشا به محل سنتز پپتیدوگلیکان می‌گردند.

◆ نام‌های دیگر باکتوپرنول، **ایزوپرنوئید ۵۵** کربنه و **آندکاپرنول** می‌باشند.

موتاسیون در پپتیدوگلیکان و مقاومت و اثرات آن: در برخی باکتری‌ها اِن استیل مورامیک اسید در کربن شماره ۶ (OH) O– استیله می‌شود و در نتیجه آن، به عمل لیزکنندگی لیزوزیم و آنزیم‌های گلیکوزیداز فاگوسیت‌کننده‌ها مقاوم می‌گردد. میزان این استیله شدن ۳۰ تا ۵۰ درصد می‌باشد. باکتری‌های بردتلاپرتوسیس، انتروکوک فکالیس، نایسر یا گنوره، پروتئوس، و استافیلوکوکوس اورئوس این ویژگی را داشته و با آزاد کردن این قطعات پپتیدوگلیکان در خون موجب حالت خواب آرام (Slow wave sleep)، فعال کردن کمپلمان، تب و

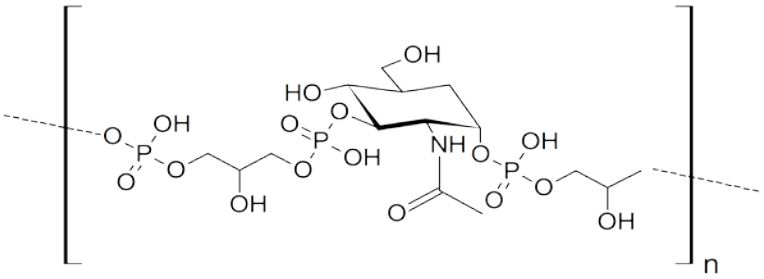
شوک می‌گردند. همچنین پپتیدوگلیکان O–استیله موجب تخریب وسیع سلول‌های مژک‌دار در بیماری سیاه‌سرفه می‌گردد.

اسید تئی‌کوئیک و اسید لیپوتئی‌کوئیک

(۱) ساختمان اسید تئی‌کوئیک: این پلی‌ساکارید از واحدهای گلیسرول یا ریبیتول فسفات‌دار تشکیل شده است که با پیوند ۳-۱ یا ۵-۱ به هم متصل می‌شوند. پیوند بین آنها مولکول‌های فسفات می‌باشد. این ساختارها از دیواره سلول بیرون زده و در انتهای خود دارای قندها، گلیسرول، کولین و یا آلانین می‌باشند، به ویژه اِن استیل گلوکز آمین همراه با این ترکیبات، آن را به شدت آنتی‌ژنتیک می‌کند. میزان این ترکیبات می‌تواند تا ۵۰ درصد دیواره را تشکیل دهد.

اسیدتیکوئیک شامل اسید تیکوئیک دیواره‌ای (WTA) که به مورامیک اسید پپتیدوگلیکان متصل می‌شود و اسیدتیکوئیک غشایی باشد که لیپوتیکوئیک (LTA متصل به گلیسرول غشا نامیده می‌شود)، که نوع اول از ریبیتول و نوع دوم از گلسیرول تشکیل شده است.

اسیدتیکوئیک در اتصال، تنظیم فشار اسمزی و بار سطحی سلول، تقسیم سلولی و تبادل یون‌ها نقش دارد. در مواقع کمبود فسفات (Po_4)، **اسیدتیکورونیک** تشکیل می‌شود که واحدهای آن گلوکورونیک و مانورونیک اسید می‌باشند.



شکل ۳-۱ ساختار اسید تیکوئیک دیواره ای یا ریبیتولی

قندهای ریبیتول توسط پل‌های فسفاته به یکدیگر متصل شده اند. این ساختار به **اسید مورامیک** دیواره ای متصل می‌شود، در حالیکه لیپوتیکوئیک اسید یا گلیسرولی به **غشای پلاسمایی** متصل می‌گردد.

سنتزاسیدهای تیکوئیک: مشابه با سنتز پپتیدوگلیکان، واحدهای اسیدتئی‌کوئیک روی حامل اندکاپرنول فسفات جمع شده و سپس به غشای سیتوپلاسمی و یا محل رشد پپتیدوگلیکان منتقل می‌شوند. باکتری‌های گرم منفی در دیواره خود تیکوئیک اسید ندارند. اِکلای، هموفلویس آنفولانزا و مشگوکوک در کپسول خود اسید تیکوئیک دارند.

همچنین نوکاردیا، مایکو باکتریوم، کورینه باکتریوم، اکتینو ماسیت‌ها و بی‌هوازی‌های اجباری در دیواره خود فاقد تیکوئیک اسید می‌باشند.

www.Olompezeshki.org www. Farhikhteganp.ir
تلفن دفتر مرکزی: ۶۶۹۷۹۵۲۴-۰۲۱

پروتئین‌های سطحی باکتری‌ها نیز توسط آنزیم‌های **سورتاز** (Sortase) ساخته شده و همانند تیکوئیک اسید به طور کووالانسی به دیواره سلولی متصل می‌شوند.

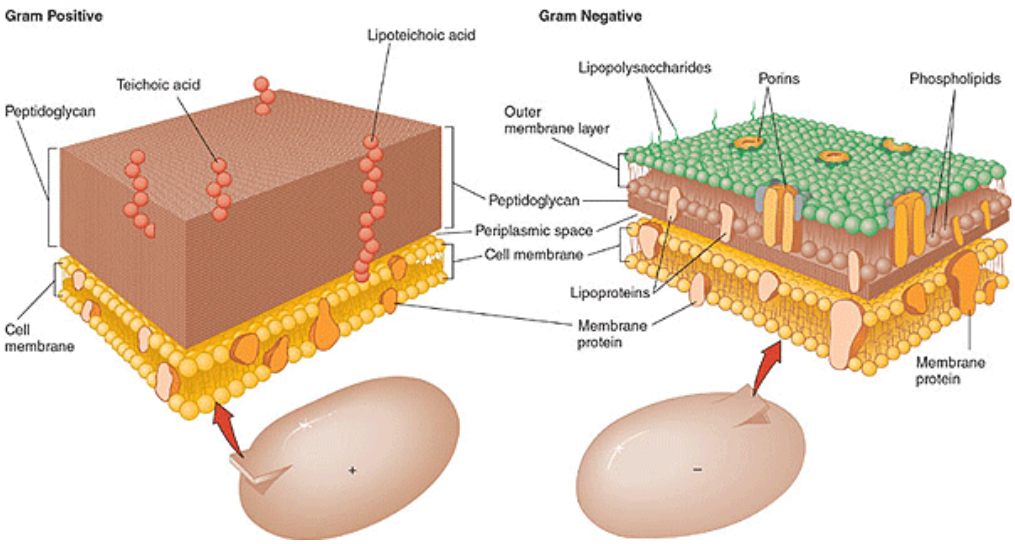
لیپو پلی‌ساکارید: اندوتوکسین باکتری‌های گرم منفی (LPS) از سه بخش تقسیم شده است که عبارتند از: لیپید A، پلی‌ساکارید مرکزی (Core) و آنتی‌ژن O.

لیپید A که در غشای خارجی و در لایه بیرونی آن قرار گرفته عامل سمیت LPS بوده و برای حیات باکتری ضروری است. ساختمان آن از دی‌ساکارید **گلوکز آمین فسفاته** حاوی اسیدهای چرب ۱۴ کربنه (**هیدروکسی میرسیتیک اسید**) تنشکیل شده است. تعداد اسیدهای چرب در سمیت آن اهمیت دارد. ناسیریاها دارای ۱۰ کربن در اسید چرب هستند. ساختار کربوهیدراتی مرکزی نیز روی لیپید A قرار دارد و حاوی هپتوز، KDO، اتانل آمین و فسفات است. نایسریا و هموفیلوس به جای LPS دارای LOS هستند.

ترکیب KDO در لیستریا، لپتوسپیرا و ویبریوکلرا وجود ندارد.

آنتی‌ژن O در خارجی‌ترین بخش LPS قرار داشته و براساس وجود آن کلونی‌های صاف و در صورت نبود آن کلونی‌های خشن ایجاد می‌شود. آنتی‌ژن O در اتصال باکتری و گیرنده باکتریوفاژ نقش دارد و نبود آن موجب مقاومت به فاژها می‌شود و در آزمایش‌های سرولوژی اهمیت دارد. **نایسریا گنوره** و **بردتلا پرتوسیس** دارای دی‌ساکارید ـ تترا پپتید (**تراکئال سیتوتوکسین**)اند که ساختاری شبیه پپتیدوگلیکان می‌باشد.

LPS موجب تکثیر سلول‌های B، فعال شدن سیستم فرعی کمپلمان، توکسمی (سپسیس)، تب، کاهش فشار خون، تکثیر سلول‌های دارای CD_{14} (دندرتیک سل و ماکروفاژ)، تولید اینترلوکین ۱، فاکتور نکروز دهنده تومور آلفا و لکوترین B_4 می‌شود.



شکل ۴-۱ ساختار لیپوپلی ساکارید در تفاوت بین باکتری گرم منفی و گرم مثبت

www.Olompezeshki.org www. Farhikhteganp.ir
تلفن دفتر مرکزی: ۶۶۹۷۹۵۲۴-۰۲۱

کانال‌های غشای خارجی: غشای خارجی حاوی پروتئین‌های پورین است که فرم صفحه بتا را دارند. سه نوع پورین، پروتئین‌های مشابه پورین و گیرنده‌های وابسته به TonB کانال‌ها را تشکیل می‌دهند.

الف- پورین‌ها: این کانال‌ها برای عبور یون‌ها و مولکول‌های کوچک هیدروفیل مناسب بوده و نام پروتئین‌های اساسی غشای خارجی (Pomps) را به آنها داده‌اند. در اشرشیاکلی پورین‌های OmpF و OmpC برای عبور کاتیون‌های با اندازه مختلف و PhoE برای عبور فسفات می‌باشند. EnvZ و OmpR نیز تنظیم‌کننده بیان دو پورین اول می‌باشند که از طریق میکرو RNAها نظیر micF عمل می‌کند. همچنین OmpA گیرنده پیلی بوده و OmpB و به عنوان گیرنده فاژ لامبدا عمل می‌کند.

OmpC می‌تواند گیرنده باکتریوفاژ T_4 قرار گرفته و Tsx گیرنده فاز T_6 باشد.

ب- کانال LamB پروتئین شبه پورین است که گیرنده فاژ لامبدا بوده و می‌تواند به طور اختصاصی مالتو دکسترین و مالتوز را از خود عبور دهد.

ج- گیرنده‌های وابسته به TonB: این گیرنده‌ها در جذب ویتامین B_{12} و سیدروفور (آهن) نقش دارند.

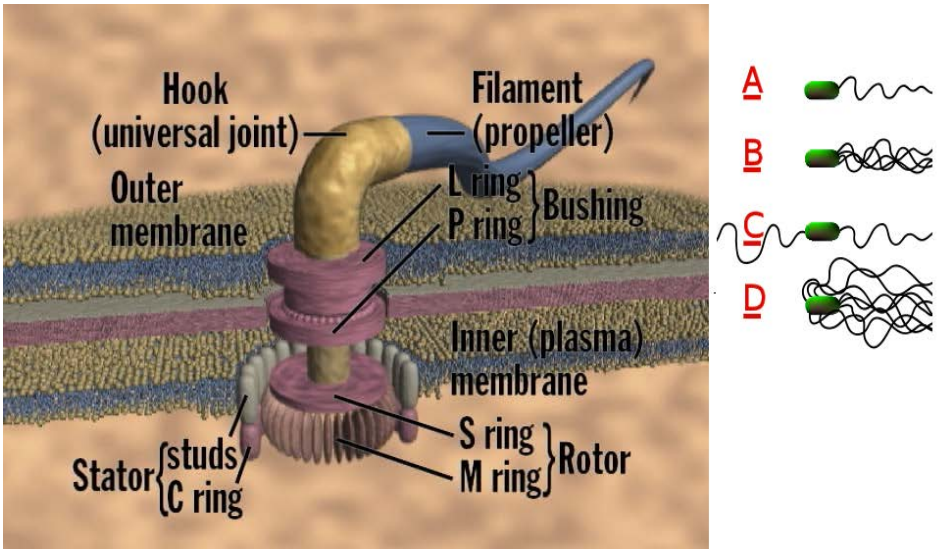
تاژک‌باکتری‌ها: تاژک و یا فلاژل از غشای سیتوپلاسمی شروع شده و تا چندین برابر طول باکتری از هم خارج می‌شود. تاژک از سه قسمت جسم پایه، قلاب (hook) و بدنه تشکیل شده است.

در غشای سیتوپلاسمی حلقه‌ی C آن با تأمین انرژی موجب حرکت فلاژل می‌شود. انرژی حرکت به واسطه نیروی محرکه پروتون H^+ یا Na^+ تأمین می‌شود. سایر حلقه‌های تاژک شامل M و S در غشای سلولی، P در پپتیدوگلیکان و L در لیپو پلی‌ساکارید می‌باشند (حلقه‌های P و L در باکتری‌های گرم منفی وجود دارند). مسیر حرکت یا چرخش تاژک توسط پروتئین FilG تعیین می‌شود.

تاژک از واحدهای فلاژلین تشکیل شده است، در باکتری **کائولوباکتر** (Caulobacter) تاژک از دو نوع فلاژلین تشکیل شده است.

در اشرشیاکلی و پروتئوس و سالمونلا تاژک به فرم پری تریش می‌باشد، بدین معنی که در تمام سطح باکتری پراکنده است. در سودوموناس و هلیکوباکتر دسته‌های تاژک در یک انتهای باکتری قرار گرفته است (لوفوتریش) و در کمپیلوباکتر در دو قطب (آمفی تریش) و در ویبریوها به صورت مونوتریش قرار دارد.

www.Olompezeshki.org www. Farhikhteganp.ir
تلفن دفتر مرکزی: ۶۶۹۷۹۵۲۴-۰۲۱



شکل ۵-۱. سمت چپ: ساختار فلاژل در یک باکتری گرم منفی

سمت راست حالت A: مونوتریش (ویبریو، سودوموناس)، B: لوفوتریش (هلیکوباکتر، پلزیوموناس بارتونلا)، C: آمفی تریش (رودواسپیریلیوم، انائروبیواسپریلیوم و برخی از دیگر اسپریلیوم‌ها) و D: پری تریش (انتروباکتریاسه به جز شیگلا و کلبسیلا).

پروتئوس با حرکت خزیدن یا Swarming موجب پخش شدن در سطح محیط کشت می‌شود. این حرکت پروتئوس توسط چندین روش مهار می‌شود: ۱ـ افزایش آگار محیط تا ۵٪ ، ۲ـ اضافه کردن تلوریت به محیط آن، ۳ـ استفاده از محیط فاقد سیستئن ـ لاکتوز و الکترولیت‌ها (CLED) ۴ـ رشد در محیط SS ، ویلسون، دزوکسی کولات و فنیل اتیل الکل آگار.

باکتری‌های لیستریا مونوسیتوژنز و یرسینیا انتروکولی تیکا در دمای ۲۵-۲۲ درجه سانتی‌گراد با بیان تعداد محدودی تاژک متحرک می‌شوند ولی در ۳۷°C غیرمتحرک‌اند. در محیط SIM لیستریا حرکت **چتری** را نشان می‌دهد (Umbrella like movement) .

پیلی (فیمبریه): رشته‌های نازک فیمبریه توخالی بوده و از واحدهای پیلین تشکیل شده‌اند و اطراف باکتری را فرا گرفته‌اند. دو نوع پیلی وجود دارد: پیلی معمولی (جهت انتقال) و پیلی جنسی (برای عمل کونژوگاسیون).

پیلی معمولی نیز چهار نوع می‌باشد. پیلی تیپ ۱ را **حساس به مانوز** می‌نامند.

پیلی تیپ ۴ نیز در برخی باکتری‌ها مثل اِکلای (پیلی تشکیل‌دهنده کلاف Bundle forming pili) ، نایسریا گنوره، ویبریو کلرا (TCP)، سالمونلاتیفی موریوم، بوردتلاپرتوسیس و لژیونلا پنوموفیلا وجود دارد. استرپتوکوک پیوژنز (گروه A) نیز **لیپوتیکوئیک** اسیدی دارد که به عنوان **فیمبریه** عمل می‌کند.

پیلی جنسی را پیلی کونژوگاتیو می‌نامند که در اتصال دو باکتری دهنده و گیرنده نقش دارد. نام‌های دیگر پیلی، ادهزین، لکتین (متصل‌شونده به قندهای مانوز) می‌باشند که در کلونیزاسیون باکتری‌ها نقش دارند. در نایسریا گنوره فیمبریه‌ها دچار تغییرات آنتی‌ژن می‌شوند.

www.Olompezeshki.org www. Farhikhteganp.ir
تلفن دفتر مرکزی: ۶۶۹۷۹۵۲۴-۰۲۱

کپسول: کپسول لایه‌ای ضخیم از جنس پلی‌ساکارید می‌باشد و در باکتری‌های باسیلویس آنتراسیس و یرسینیا پستیس **پلی‌پپتیدی** است. کپسول در باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی وجود دارد.

گاهی ترکیبات آن به صورت شل و جداشونده از سطح باکتری می‌باشند که آن را Slime layer می‌نامند که ویژگی مهمی در **استافیلوکوکوس اپیدرمیدیس** است. کپسول توسط رنگ‌آمیزی‌های معمول باکتریولوژی رنگ نمی‌گیرند و باید از مرکب هندی (India ink) استفاده شود. ابتدا زمینه را با سافرانین و یا موکو پلی‌ساکاریدها را با رتینیوم قرمز (Ruthenium red) رنگ‌آمیزی می‌کنند.

نام دیگر رنگ‌آمیزی کپسول، ولش (Welch) است. رنگ‌آمیزی منفی نیز به کار می‌رود. کپسول در اتصال و مهار فاگوسیتوز نقش دارد.

کپسول در باسیلوس آنتراسیس توسط پلاسمید Pxo_4 تولید می‌شود و نقش حیاتی در بیماری‌زایی آن دارد.

واکنش تورم کپسولی Quellung برای تشخیص آن استفاده می‌شود.

در هنگام سنتز، باکتوپرنول دی‌فسفات آن را به خارج سلول هدایت می‌کند.

در استرپتوکوک موتانس و ویریدانس کپسولی از جنس لوان یا دکستران موجب اتصال به مینای دندان می‌شود (به ترتیبئ توسط آنزیم‌های فروکتوزیل ترانسفراز و گلوکوزیل ترانسفراز سنتز می‌شوند).

اسپور: باکتری‌های کلستریدیوم و با سیلوس، ترمو اکتیو مایست و همچنین کوکسیلا بورنتی (گرم منفی) می‌توانند در شرایط نامساعد اسپور تشکیل دهند. تشکیل اسپور در اواخر مرحله رشد لگاریتمی صورت می‌گیرد. مراحل تشکیل اسپور عبارتند از: ۱ـ تقسیم DNA باکتری و قرارگیری یک کپی از آن در یک قطب ۲ـ تشکیل دیواره تقسیم (سپتوم) بین سلول مادر و دختر (پیش اسپور) ۳ـ ضخیم شدن لایه پپتیدوگلیکان اطراف پیش اسپور (Fore spore) و تبدیل آن به کورتکس با از دست دادن آب و گرفتن کلسیم ۴ـ تشکیل لایه پروتئینی (پوشش یا Coat) روی کورتکس که حاوی پیوندهای دی‌سولفیدی است. ۵ـ تشکیل لایه لیپو پروتئینی اگزوسپوریوم (مثل باسیلوس سرئوس) ۶ـ فعال شدن آنزیم‌های اندوپپتیداز و آزاد شدن اسپور.

کورتکس اسپور ضخیم‌ترین لایه می‌باشد و شبیه پپتیدوگلیکان بوده ولی پیوندهای عرضی زیاد و میزان آب کمتری دارد.

پوشش (Coat) از DNA و سیتوپلاسم در برابر سرما، حرارت و خشکی محافظت می‌کند. این لایه شبیه کراتین است.

کلسیم متصل به دی پیکولینیک اسید در هسته و دیواره اسپور قرار داشته و نقش مهمی در مقاومت آن دارد.

رویش اسپور در دمای حدود ۸۰ درجه و در حضور برخی مواد غذایی مثل اِل آلانین و چند ترکیب دیگر صورت می‌گیرد.

www.Olompezeshki.org www. Farhikhteganp.ir
تلفن دفتر مرکزی: ۶۶۹۷۹۵۲۴-۰۲۱

نکات مروری و تکمیلی فصل اول

- گریفیت در سال ۱۹۲۰ ماهیت ماده ژنتیک را در ذخیره اطلاعات و همچنین پدیده ترانسفورماسیون را کشف کرد ولی نقش پدیده ترانسفورماسیون در بیماری‌زایی توسط آوری و مک‌لین تود نشان داده شد.
- اندازه مایکوپلاسماها و کمپیلوباکتر تا حدی کوچک است که از فیلترهای۰/۴۵ میکرومتری عبور می‌کنند.
- سودوموناس آئروژینوزا با تولید ترکیب تری‌متیل آمین بوی میوه مانند داشته و پاستورلامولتولیدا با تولید اندول بوی Mysty odor ایجاد می‌کند.
- رایج‌ترین روش طبقه‌بندی باکتری‌ها تست بیوشیمیایی بوده، ولی با ارزش‌ترین روش، ژنوتیپی می‌باشد. **فاژ تایپینگ** جزء روش‌های فنوتیپی است.
- کورینه باکتریوم، گوردونیا، نوکاردیا، رودوکوک و مایکو باکتریوم باسیل‌های دارای مایکولیک اسید و اکتینو مادورا، درماتوفیلوس، نوکاردیوپسیس و استرتپوماسیس‌ها فاقد مایکولیک اسید در دیواره می‌باشند.
- میکروکوک، آلوایوکوک، لکونوستوک و پدیکوک کوکسی‌های گرم مثبت و هوازی و فاینگلولدیا، میکروموناس و پپتواسترتپوکوک گرم مثبت بی‌هوازی می‌باشند، همچنین ویونلا کوکسی گرم منفی بی‌هوازی است.
- هیدروژنوزوم نقش میتوکندری را در برخی یوکاریوت‌ها داشته ولی کلروزوم و کروماتوفورها ساختارهای فتوسنتزی در پروکاریوت‌ها می‌باشند.
- ناحیه آغاز همانندسازی در پلاسمیدها OriT (پلاسمید F) یا oriV بوده و در کروموزوم OriC می‌باشد.
- ذخایر چربی PBH در باسیلوس و سودوموناس بوده و ذخایر متافسفات در کورینه باکتریوم، یرسینیا پستیس و مایکو باکتریوم، اکلای و انتروباکتر وجود دارند.
- لیپید منحصر به فرد **ایزوپرنوئید** که اسیدهای چرب با اتصال اتری دارد، در آرکی باکتری‌ها تولید می‌شود.
- مولکول گلیسرول در اِکلای و ATP در ریکتزیا پروازکی با **انتشار تسهیل‌شده** وارد باکتری می‌شوند.
- میزان رشد باکتری‌ها براساس **دما** با منحنی آرینوس (Arrhhnius) مشخص می‌شود.
- سیستم‌های ترشحی I و III مستقل از Sec، در حالی که II و V وابسته به Sec هستند.
- همولیزین اِکلای (hlyA) و آدنیلات سیکلاز بوردتلا پرتوسیس با مسیر ترشحی I ترشح می‌شوند.
- مایکولیک اسید مایکوباکتریوم در مقاومت به اسید و فاکتور طنابی (ترهالوز دی‌مایکولات) در مهار تشکیل فاگولیزوزوم در ماکروفاژ نقش دارند.
- لیپوپروتئین براون و اسید تئی‌کوئیک در باکتری‌های گرم منفی و گرم مثبت به **مورامیک اسید** دیواره متصل می‌شوند.

www.Olompezeshki.org www. Farhikhteganp.ir
تلفن دفتر مرکزی: ۶۶۹۷۹۵۲۴-۰۲۱

- از پروتئین‌های غشای خارجی OmpC گیرنده باکتریوفاژ T_4، Tsx گیرنده T_6 و کانال LamB گیرنده فاژ لامبدا و اختصاصی مالتوز و **مالتو دکسترین** می‌باشد.
- در تولید کپسول باسیوس آنتراسیس، توکین کلستریدیوم تتانی و انتروتوکین اِکلای انتروتوکسیژن، پلاسمیدها نقش دارند.

www.Olompezeshki.org www. Farhikhteganp.ir
تلفن دفتر مرکزی: ۶۶۹۷۹۵۲۴-۰۲۱

تست‌های طبقه‌بندی شده فصل اول

۱. کدامیک از دانشمندان زیر باکتریها را براساس روش طبقه بندی کارلوس لینه در جنس‌ها و گونه‌ها قرار داد؟

۱) هنله ۲) پاستور ۳) اتومولر ۴) ارلیش

۲. پنی سیلین اولین بار توسط چه کسی به صورت خالص در آمده و استفاده شد؟

۱) کخ ۲) دوماک ۳) واکسمن ۴) چاین و فلوری

۳. توالی یابی ژنومی توسط چه کسی مورد استفاده قرار گرفت؟

۱) نیرنبرگ ۲) آوری ۳) فلمینگ ۴) سانگر

۴. کدام تست استافیلوکوکها را از میکروکوکها متمایز می‌کند؟

۱) کاتالاز ۲) رنگ آمیزی ۳) مانیتول ۴) لیزواستافین

۵. میکروسکوپ زمینه تاریک برای مشاهده کدام باکتری استفاده می‌شود؟

۱) پنوموکوک ۲) تروپونما ۳) سالمونلا ۴) باسیلوس

۶. اسپور انتهایی شبیه چوب کبریت درکدام باکتری مشاهده می‌شود؟

۱) باسیلوس سوبتیلیس ۲) کورینه باکتریوم دیفتریه

۳) کلستریدیوم بوتولینوم ۴) کلستریدیوم تتانی

۷. ساختاری که در سلول یوکاریوتی به جای میتوکندری عمل می‌کند چه نام دارد؟

۱) هیدروژنوزوم ۲) کلروفیل ۳) تیلاکوئید ۴) کلروزوم

۸. کدامیک از تفاوت‌های سلول یوکاریوتی با پروکاریوتی نیست؟

۱) ریبوزوم ۲) غشای پلاسمایی ۳) فلاژل ۴) هسته

۹. کدام باکتری دارای کروموزوم خطی است؟

۱) بورلیا بورگدوفری ۲) بروسلا ملی تنسیس ۳) ویبریو کلرا ۴) لپتوسپیرا اینتروگانس

۱۰. کدام جزء هم می‌تواند یک رپلیکون و هم یک اپیزوم باشد؟

۱) ترانسپوزون ۲) پلاسمید ۳) باکتریوفاژ ۴) IS المنتها

۱۱. منظور از دانه‌های بابز ارنست یا متا کروماتیک در باکتری‌ها چیست؟

۱) PBH ۲) فسفات معدنی ۳) فسفات آلی ۴) لیپیدها

۱۲. انتقال گلیسرول در اکلای و ATP در ریکتزیا با چه مکانیسمی انجام می‌شود؟

۱) انتقال فعال ۲) انتشار تسهیل شده ۳) اسمز ۴) جابجایی گروهی

۱۳. کدامیک از مسیرهای ترشحی وابسته به sec هستند؟

۱) ۱و۲ ۲) ۲و۳ ۳) ۳و۵ ۴) ۲و۵

۱۴. اگزوتوکسین A سودوموناس و VacA هلیکوباکتر از کدام مسیرهای ترشحی به خارج از باکتری فرستاده می‌شوند؟

www.Olompezeshki.org www. Farhikhteganp.ir
تلفن دفتر مرکزی: ۶۶۹۷۹۵۲۴-۰۲۱

۱) ۲و۵ ۲) ۱و۵ ۳) ۱و۴ ۴) ۲و۳

۱۵. کدام مسیر ترشحی موجب انتقال DNA به روش کونژوگاسیون می‌گردد؟

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۱ ۴) ۵

۱۶. کدام پیوند بین زنجیره پلی ساکاریدی و تتراپپتیدی پپتیدوگلیکان ایجاد می‌شود؟

۱) د- آلانین و مورامیک اسید ۲) ال- آلانین و مورامیک اسید
۳) ال- لیزین و مورامیک اسید ۴) د- آلانین و گلوکز آمین

۱۷. پیوند بین اسید تئی کوییک و پپتیدوگلیکان بین ... و .... صورت می‌گیرد و به صورت ..... می‌باشد.

۱) ریبیتول- مورامیک اسید- کووالانسی ۲) گلیسرول- مورامیک اسید- کووالانسی
۳) ریبیتول- مورامیک اسید- غیر کووالانسی ۴) ریبیتول– گلوکز آمین- کووالانسی

۱۸. لیزاستافین توسط کدام گونه استافیلوکوک تولید شده و روی کدام بخش دیواره استافیلوکوکوس اورئوس اثر دارد؟

۱) سیمیولنس- پل پنتا گلایسینی ۲) اینترمدیوس- پل پنتاگلایسینی
۳) شلیفری – پیوند کربوهیدراتی (۱-۴) ۴) ساپروفیتیکوس– پیوند ۱-۴

۱۹. رنگ‌آمیزی اسید فست برای مشاهده کدام باکتری استفاده نمی‌شود؟

۱) نوکاردیا ۲) مایکوباکتریوم ۳) گوردونیا ۴) روتیا

۲۰. دی آمینو پیمیلیک اسید (D-AP) در دیواره کدام باکتری قرار دارد؟

۱) باسیلوس آنتراسیس ۲) کورینه باکتریوم دیفتریه
۳) سالمونلا ۴) مایکوباکتریوم

۲۱. لیپوپروتئین براون موجب اتصال ..... به ..... می‌شود.

۱) پپتیدوگلیکان – غشای خارجی ۲) غشای داخلی- غشای خارجی
۳) تیکوئیک اسید- غشای خارجی ۴) لیپید A – غشای داخلی

۲۲. تنوع درکدام بخش از لیپید A موجب تغییرات در سمیت آن شده است؟

۱) فسفات ۲) زنجیره‌های اسید چرب
۳) گلوکز آمین ۴) گروه‌های OH

۲۳. کدام بتا لاکتاماز در اشریشیا کلای فعالیت کربوکسی پپتیدازی دارد؟

۱) PBP1 ۲) PBP2 ۳) PBP3 ۴) PBP4

۲۴. خواب آرام (slow wave sleep) در اثر کدام بخش باکتری ایجاد می‌شود؟

۱) پپتیدوگلیکان ۲) تئی کوئیک اسید ۳) لیپیدA ۴) آنتی ژن O

۲۵. باکتوپرنول در بیوسنتز همه ساختارهای زیر نقش دارد به جز .....

۱) پپتیدوگلیکان ۲) کپسول ۳) اسید تیکوئیک ۴) اسپور

www.Olompezeshki.org www. Farhikhteganp.ir
تلفن دفتر مرکزی: ۶۶۹۷۹۵۲۴-۰۲۱

پاسخ‌نامه تست‌های طبقه‌بندی شده فصل اول

۱- گزینه «۳» صحیح است.

۲- گزینه «۴» صحیح است.

۳- گزینه «۴» صحیح است.

۴- گزینه «۴» صحیح است.

۵- گزینه «۲» صحیح است.

۶- گزینه «۴» صحیح است.

۷- گزینه «۱» صحیح است.

۸- گزینه «۲» صحیح است.

۹- گزینه «۱» صحیح است.

۱۰- گزینه «۲» صحیح است.

۱۱- گزینه «۲» صحیح است.

۱۲- گزینه «۲» صحیح است.

۱۳- گزینه «۴» صحیح است.

۱۴- گزینه «۱» صحیح است.

۱۵- گزینه «۲» صحیح است.

۱۶- گزینه «۱» صحیح است.

۱۷- گزینه «۱» صحیح است.

۱۸- گزینه «۱» صحیح است.

۱۹- گزینه «۴» صحیح است.

۲۰- گزینه «۲» و «۳» صحیح است.

۲۱- گزینه «۱» صحیح است.

۲۲- گزینه «۲» صحیح است.

۲۳- گزینه «۲» صحیح است.

۲۴- گزینه «۱» صحیح است.

۲۵- گزینه «۴» صحیح است.

www.Olompezeshki.org www. Farhikhteganp.ir
تلفن دفتر مرکزی: ۶۶۹۷۹۵۲۴-۰۲۱

مؤسسه علمی آموزشی
فرهیختگان راه دانش

سیستم ایمنی
و متابولیسم باکتریایی

سیستم ایمنی و متابولیسم باکتریایی

نقش سیستم ایمنی در حذف باکتری‌ها: سیستم ایمنی از دو جزء کلی ایمنی ذاتی و اکتسابی تشکیل می‌گردد. ایمنی اکتسابی نیز به دو قسمت ایمنی هومورال و ایمنی سلولی تقسیم شده و سیستم ایمنی ذاتی نیز شامل پوست و غشاهای مخاطی، غدد لنفی، سلول های فاگوسیت کننده، سیستم کمپلمان، پپتیدهای ضد میکروبی و مدیاتورهای التهابی می‌باشد.

غشاهای مخاطی: باکتریهایی که در غشاهای مخاطی عفونت را شروع کرده و یا در آنجا به صورت کلونیزه باقی می مانند، با پپتیدهای ضد میکروبی ترشحی از این سلول‌ها و سلول‌های فاگوست کننده و همچنین آنتی بادی IgA و یا IgG مواجه می شوند. آنتی بادی IgA مهم ترین ایمونوگلوبولین مخاطی است که به علت داشتن قطعه ترشحی و قطعه دمی به صورت دایمر بوده و همچنین فراوان ترین آنتی بادی بدن محسوب می شود. بسیاری از باکتری ها می توانند به اسید سیالیک و دیگر گیرنده های گلیکوپروتئینی و لیپوپروتئینی سطح سلول های مخاطی متصل شده و کلونیزه شوند، مثل اعضای خانواده انتروباکتریاسه، ویبریو کلرا، نایسریا گنوره، باکتریوئیدس، بیفیدوباکتریوم، استرپتوکوک پیوژنز و ویریدانس، پنوموکوک، لاکتوباسیل، هموفیلوس آنفلوانزا و استافیلوکوکوس اورئوس و بسیاری از باکتری‌های دیگر در مخاطاط با این پاسخ‌ها مواجه می‌شوند. برخی باکتری‌ها مثل استرپتوکوک پیو ژنز، پنوموکوک، هموفیلوس آنفلوانزا و نایسریا ها با تولید آنزیم IgA پروتئاز که روی ناحیه لولای ویژه ای در این آنتی بادی اثر دارد، آن را تجزیه کرده و مقاومت می‌کنند.

غدد لنفی: همانند تیموس و طحال دارای کپسول می باشد. زیر کپسول سه ناحیه وجود دارد. سینوس زیر کپسولی (حاوی ماکروفاژها و سلولهای اندوتلیال)، کورتکس خارجی یا ناحیه فولیکولی (ناحیه سلول B یا مستقل از تیموس) و پاراکورتکس یا کورتکس دور (ناحیه سلول T یا وابسته به تیموس) و همچنین مدولا که انواع سلولها در آن وجود دارند ولی به علت تعداد بسیار زیاد پلاسماسل ها این ناحیه را به عنوان ناحیه سلول B یا مستقل از تیموس در نظر می گیرند. در حالیکه ناحیه مدولا در تیموس در واقع همان ناحیه سلولهای T می‌باشد که حاوی اپیتلیومی فشرده تحت عنوان جسمک‌های‌هاسال است.

سلول‌های فاگوسیت کننده: شامل نوتروفیل‌ها و ماکروفاژها که پس از ایجاد آسیب یا عفونت در پی تولید مواد جذب کننده از سلول های آسیب دیده یا اندوتلیوم ،سریعا" خود را به محل عفونت رسانیده و به فاگوسیتوز میکروب می پردازند. در گرانول‌های نوتروفیل‌ها دیفنسین‌ها وجود دارند که عولکرد وسیع الطیفی روی انواع باکتری‌ها و دیگر میکروب‌ها دارند. برخی باکتری‌ها با مکانیسم‌هایی می توانند در سلول‌های فاگوسیت کننده زنده بمانند. مایکوباکتریوم، لژیونلا پنوموفیلا، نوکاردیا آستروئیدس، ریکتزیا پرووازکی و شیگلا فلکسنری با مهار تشکیل فاگوزوم حاوی باکتری با لیزوزوم جلوگیری کرده و در برابر کشتار داخل سلولی ماکروفاژها مقاومت می کنند. لیستریا و شیگلاها و ریکتزیاها نیز با فرار از فاگوزوم و پاره کردن آن و همچنین تشکیل دم اکتینی در سلول

www.Olompezeshki.org www. Farhikhteganp.ir
تلفن دفتر مرکزی: ۶۶۹۷۹۵۲۴-۰۲۱

ماکروفاژ باقی می‌مانند و به سلول‌های دیگر گسترش پیدا می‌کنند بدون این که وارد جریان خون شده و در معرض عوامل ضدمیکروبی مثل سرم قرار گیرند. برخی از باکتری‌های هوازی اجباری مثل بروسلا و فرانسیسلا با تجزیه هیدروژن پراکسید و دیگر ترکیبات اکسیژنه سمی چون اسیدهایپو کلرو و NADH در سلول مکروفاژ یا نوتروفیل (فقط بروسلا) زنده می‌مانند.

در عفونت مایکوباکتریوم لپره دو شکل ایجاد می گردد، که یکی جذام لپروماتوز و دیگری جذام توبرکلوئید است. با توجه به این که در نابودی باکتری های درون سلولی لنفوسیت های T نقش به سزایی دارند، در جذام لپروماتوز پاسخ ایمنی سلولی ضعیف و میزان آنتی بادی و تعداد باکتری ها بالا می باشد و از طرف دیگر میزان اینترلوکین ۱۰ و ۴ بالا و میزان اینترفرون گاما پایین است، ماکروفاژها عملکرد بسیار ضعیفی دارند، در نتیجه عفونت پیشرونده ایجاد می‌شود، اما در حالت توبرکلوئید کاملا عکس این حالت وجود دارد و باکتری‌ها تحت کنترل ایمنی سلولی هستند.

هنگامی که ماکروفاژ باکتری را می بلعد، غیر فعال می‌باشد و در این حالت سلول‌های NK که سلول‌های بدون MHC کلاس ۱ را شناسایی می‌کنند، اینترفرون گاما تولید کرده و ماکروفاژها را فعال می‌کنند. در مورد باکتری‌های خارج سلولی نیز سلول های T این اینترفرون را تولید کرده و موجب تکثیر ماکروفاژ ها می گردند و در مقابل اینترلوکین ۱۲ توسط ماکروفاژ تولید شده و سلول‌های T را فعال می‌کنند.

سیستم کمپلمان: کمپلمان دارای سه مسیر کلاسیک، فرعی و لکتین می‌باشد. در مسیر کلاسیک آنتی بادی‌های IgM و IgG با اتصال به جزو q1C موجب شروع آن می شوند. به ترتیب اجزای C۴، 2C، 3، 5، 6 تا ۸ و در نهایت C۹ متصل شده و باتشکیل حفره در سطح باکتری‌های گرم منفی و یا دیگر سلول‌ها محتویات آن‌ها بیرون ریخته و از بین می روند.

در مسیر فرعی ابتدا C۳ به دیواره باکتری متصل شده و فاکتور B را فرا می خواند. این فاکتور توسط فاکتور D که نقش آنزیمی دارد شکسته می‌شود. سای مراحل آن شبیه مسیر کلاسیک هستند. آنتی بادی‌های IgG۴ و IgA مسیر فرعی را فعال می‌کنند.

نقص در اجزای ابتدایی کمپلمان موجب حساسیت به باکتری هموفیلوس آنفلوازا شده و چنانچه اجزایی انتهایی آن دچار نارسایی باشند، باکتری‌های نایسریا می توانند عفونت سیستمیک ایجاد کنند. همچنین در بین گونه‌های کمپیلوباکتر، کمپیلوباکتر فتوس به دلیل داشتن لایه پروتئینی موسوم به لایه S می تواند در برار خاصیت کشندگی کمپلمان و سرم مقاومت کند. سایر کمپیلوباکترها نمی توانند عفونت سیستمیک ایجاد کنند.

سیستم ایمنی اکتسابی: در ابتدا به ایمنی هومورال اشاره می‌شود. این بخش شامل سلول‌های تولید کننده آنی بادی (لنفوسیت های B) کی باشد که در اولین برخورد با عوامل یا اجزای باکتری ها آنتی بادی ایزوتیپ IgM را تئلید می کنند و در برخوردهای بعدی IgG یا IgA تولید می گردد. IgM که آنتی بادی مستقل از تیموس نیز نامیده می‌شود، به ترکیبات پلی ساکاریدی پاسخ می‌دهد، این آنتی بادی بزرگترین ایمونوگلوبولین بدن بوده و مهم ترین آنتی بادی در فعال کردن کمپلمان است. در پاسخ های بعدی به یک عفونت میزان IgG افزایش

www.Olompezeshki.org www. Farhikhteganp.ir
تلفن دفتر مرکزی: ۶۶۹۷۹۵۲۴-۰۲۱

می یابد. این آنتی بادی وابسته به تیموس است و به پروتئین های باکتریایی پاسخ می دهد و نیز در اپسونیزاسیون نقش مهمی دارد. در مخاطاط برای مبارزه با باکتری‌ها آنتی بادی IgA افزایش می‌یابد. تولید آن تحت تاثیر اینترلوکین TGFβ می‌باشد.

استافیلوکوکوس اورئوس با پروتئین A خود به ناحیه FC آنتی بادی IgG متصل شده و مانع عملکرد آن در پاسخ به باکتری می‌گردد و با تولید کواگولاز تاثیر سیستم میلوپراکسیداز را کاهش می‌دهد. همچنین استرپتوکوک پیوژنز با پروتئین M به اجزای مختلف متصل شده و مانع شناسایی توسط آنتی بادی ها می گردد، همچنین کپسولی از جنس اسید هیالورونیک دارد که ضد فاگوسیتوز می باشد و با تولید آنزیم a5C پپتیداز در مسیر کمپلمان اختلال لیجاد می‌کند. هموفیلوس آنفلوانزای تیپ B به علت شباهت دیواره پوششی آن با گیرنده‌های سلول‌های میزبان مانع از شناسایی و پاسخ می گردد، به همین دلیل تهیه واکسن مناسب برای آن مشکل بوده است. نایسریا گنوره نیز با تغییرات آنتی ژنی پیلی خود در فرار از ایمنی موثر است. کپسول باسیلوس آنتراسیس که از جنس پلی پپتید می‌باشد، نیز مانع فاگوسیتوز شده و در شروع عفونت نقش مهمی دارد.

ایمنی سلولی: شامل سلول‌های T (1TH و TH۲) می‌باشد. سلول‌های TH۱ توسط اینترلئکین ۱۲ ماکروفاژ و اینترفرون گاما سلول های NK فعال می شوند، همچنین سلول های ارائه دهنده آنتی ژن (APC) که شامل ماکروفاژ، دندریتیک سل و سلول‌های B هستند نیز می توانند پپتید های پردازش شده را از طریق ناحیه شیار مولکول‌های MHC که گیرنده سلول T متصل می‌شود، پپتیدهای کوچک را ارائه داده و آن را فعال کنند.

مولکول‌های اصلی سازگاری نسجی (MHC)

این مولکول‌ها که سیستم اصلی سازگاری نسجی نیز نامیده می‌شوند، شامل نوع ۱ و ۲ می‌باشند که کلاس ۱ روی تمام سلول‌های هسته دار بدن و کلاس ۲ روی سلول‌های ارائه دهنده آنتی ژن (دندریتیک سل، ماکروفاژ و سلول‌های B) وجود دارند. هر مولکول MHC شامل نواحی اتصال به پپتید آنتی ژنی، ناحیه شبه ایمونوگلوبولین و نواحی درون غشایی و سیتوپلاسمی است. نواحی شبه ایمونوگلوبولین این مولکول‌ها دارای محل‌های اتصال به مولکولهای CD4 و CD8 می‌باشند. از نظر ساختار مولکول کلاس ۱ از دو زنجیره آلفا و بتا دو میکروگلوبولین تشکیل شده که اتصالی سست و غیر کووالانسی دارند. بخش آلفا-۳ محل اتصال به CD8 است. همچنین بتا-۲ میکروگلوبولین آزادانه و بدون اتصال به غشای سلولی قرار گرفته است. ژن بتا-۲ میکروگلوبولین در خارج از ناحیه MHC و روی کروموزوم ۱۵ قرار دارد. کلاس ۲ از دو زنجیره ناهمسان پلی پپتیدی آلفا و بتا تشکیل شده که بطور غیر کووالان به هم متصل‌اند. برخلاف مولکول های کلاس ۱ در کلاس ۲ دو زنجیره نا همسان وجود دارند که بصورت غیر کووالانسی به هم متصل‌اند. همچنین ژنهای سازنده این دو اجزا، روی ناحیه ژنی MHC قرار دارند. در MHC کلاس ۲، ناحیه شبه ایمونوگلوبولین بنام بتا-۲ محل اتصال CD4 است. اتصال پپتید به مولکول های MHC برخلاف اتصال آنتی ژن به آنتی بادی، بطور غیر کوولانسی به پپتید پردازش شده متصل می گردد. محل سنتز مولکولهای کلاس ۱ و کلاس ۲،

www.Olompezeshki.org www. Farhikhteganp.ir
تلفن دفتر مرکزی: ۶۶۹۷۹۵۲۴-۰۲۱

رتیکولوم اندوپلاسمیک خشن است.

در مسیر سیتوزولی که پروتئینهای درون زاد یا عوامل داخل سلولی چون ویروس‌ها در ابتدا توسط آنزیم پروتئازوم هیدرولیز شده و توسط پروتئین TAP به داخل رتیکولوم اندوپلاسمیک برای اتصال به مولکولهای MHC کلاس ۱ انتقال داده می‌شوند.

در مسیر اندوزومی پروتئین‌های خارج سلولی بصورت وزیکول‌های فاگوزومی به سیتوپلاسم وارد شده و با وزیکولهای ناشی از رتیکولوم اندوپلاسمیک ادغام می شوند. در ابتدا چون به مولکولهای کلاس ۲، زنجیره نامتغیر متصل است، امکان اتصال پپتید به آن وجود ندارد ولی به تدریج این زنجیره توسط DM جدا شده و پپتید آنتی ژنی به مولکول متصل می‌گردد. سپس این پپتیدها به ترتیب به CD8 و CD4 ارائه می‌شوند.

اینترفرون گاما موجب افزایش بیان پروتئازوم، TAP، بتا-۲ میکروگلوبولین، همچنین فعال شدن ماکروفاژها و افزایش بیان مولکولهای MHC می‌شود.

پپتیدهای سیتوزولی که ناشی از ویروس‌ها و باکتری‌های درون سلولی هستند از طریق مولکول‌های MHC کلاس ۱ و پپتیدهای فاگوسیتوز شده که در پی تجزیه باکتری‌ها و عوامل خارج سلولی (فاگوزومی) می‌باشند، از طریق شیار مولکول کلاس ۲ به سلول‌های T ارائه می‌شوند.

دمین‌های سیتوپلاسمی رسپتورهای سلولهای T شامل ITAM و ITIM می‌شوند که به ترتیب آنزیم‌های تیروزین کینازی و تیروزین فسفریلازی را فعال می‌کنند. آنزیم‌های نوع اول موجب فعال شدن سلول T و انواع دوم موجب غیر فعال شدن آن می‌شوند.

کمبود یا نواقص سلول های T در بروز یا پیشرفت برخی عفونت های باکتریایی تاثیر دارد، به عنوان مثال باکتریهای لیستریا، مایکوباکتریوم‌ها، لژیونلا، ریکتزیاها و بروسلا و مخمرهای کاندیدا آلبیکنز و کریپتوسپوریدیوم و ویروس‌هایی مثل ایدز (زمانی که تعداد سلولهای T به کمتر از ۴۰۰ عدد در میکرولیتر می رسد) تکثیر می‌شوند.

برخی توکسین های ترشحی باکتریها مثل اگزفولیاتیو توکسین، توکسین سندروم شوک توکسیک و انتروتوکسین استافیلوکوکوس اورئوس و نیز توکسین‌های پایروژنیک استرپتوکوکی مثل SPA وC SP به عنوان سوپر آنتی ژن عمل کرده و می توانند به طور پلی کلونال سلول‌های T را فعال و تکثیر کنند. این توکسین‌ها برخلاف آنتی ژن‌های معمولی به ناحیه شیار مولکول‌های MHC متصل نشده بلکه به مجاور آن می چسبند.

ژن‌های بیان کننده این توکسین‌ها روی جزایر پاتوژنیسیتی استافیلوکوکوس اورئوس و فاژهای وارد شده به کروموزوم استرپتوکوک پیوژنز قرار دارند. در جدول زیر سایتوکاین‌های سیستم ایمنی آورده شده است.

www.Olompezeshki.org www. Farhikhteganp.ir
تلفن دفتر مرکزی: ۶۶۹۷۹۵۲۴-۰۲۱

سایتوکاین	منشاء تولید	جزء ایمنی	عملکرد
فاکتور نکروز تومور (TNF)	ماکروفاژ / سلول T	ذاتی	تب و التهاب
اینترلوکین ۱	ماکروفاژ سلول‌های اندوتلیال	ذاتی	تب و آثار التهابی
کموکاین‌ها	ماکروفاژ، سلول‌های اندوتلیال و T	ذاتی	کموتاکسی فاگوسیت‌ها
اینترلوکین ۱۲	ماکروفاژ و دندریتیک سل	ذاتی	فعال شدن سلول NK,T
اینترفرونهای تیپ ۱ (آلفا و بتا)	ماکروفاژ و فیبروبلاست	ذاتی	فعالیت ضد ویروسی
اینترلوکین ۱۰	ماکروفاژ و سلول TH2	ذاتی	کنترل پاسخ‌های ایمنی
اینترلوکین ۶	ماکروفاژ، اندوتلیال و T	ذاتی	التهاب و فعالیت B سل
اینترلوکین ۱۵	ماکروفاژ، دندریتیک سل و ...	ذاتی	تکثیر T,NK سل‌ها
اینترلوکین ۱۸	ماکروفاژ	ذاتی	T,NK: تولید اینترفرون گاما
اینترلوکین ۲	سلول‌های T	اختصاصی	تکثیر و آپوپتوز سلول T
اینترلوکین ۴	TH2(CD4) و ماست سل	اختصاصی	تولید igE و تکثیر TH2
اینترلوکین ۵	سلول‌های TH2	اختصاصی	تولید igA و تکثیر ائوزینوفیل
اینترفرون گاما (INF-y)	سلول‌های NK,TH1(CD8)	اختصاصی	فعال شدن ماکروفاژ و سلول‌های ارائه کننده آنتی ژن
عامل تغییر رشد بتا (TGF- β)	سلول‌های T و ماکروفاژ	اختصاصی	تولید igA و مهار پاسخ ایمنی
لنفوتوکسین	سلول‌های T	اختصاصی	کموتاکسی نوتروفیل و اندام

متابولیسم باکتریها: متابولیسم باکتریایی به منظور تأمین انرژی یا سنتز ترکیبات موردنیاز (پلیمرها، پلی‌پپتیدها یا لیپیدها) برای رشد انجام می‌شود.

برخی باکتری‌ها هوازی اجباری‌اند مثل: سودوموناس، پلزیوموناس، نایسریا، مایکوباکتریوم، نوکاردیا، استرپتوماسیت‌ها، موراکسلا، ایکنلا و کنیگلا، بورخولدریا، اسینتوباکتر، استنوتروفوموناس، بروسلا، فرانسیلا، لژیونلا، بارتونلا، لپتوسپیرا و مایکوپلاسما پنومونیه و مسیر کسب انرژی و کربن آنها متابولیسم هوازی می‌باشد.

www.Olompezeshki.org www. Farhikhteganp.ir
تلفن دفتر مرکزی: ۶۶۹۷۹۵۲۴-۰۲۱

باکتری‌های بی‌هوازی اختیاری یا میکروائروفیل متمایل به کسب انرژی و کربن از طریق متابولیسم بی‌هوازی هستند ولی می‌توانند در حضور اکسیژن نیز رشد کنند. مثل خانواده انتروباکتریاسه کمپیلوباکتر و هلیکوباکتر، ویبریوکلرا، سایر مایکوپلاسماها، هموفلویس و ....

باکتری‌های بی‌هوازی اجباری مثل کلستریدروم تتانی و بوتولینوم، باکتریو ئیدس و بیفیدوباکتریوم مسیر کسب انرژی بی‌هوازی دارند.

باکتری‌ها برای تولید انرژی از ترکیبات مختلفی استفاده می‌کنند و آنها را تبدیل به محصولاتی می‌نماید که قادر به ورود به راه‌های متابولیکی مرکزی مثل امبدن میرهوف پارناس (گلیکولیز) یا چرخه تری کربوکسیلیک اسید هستند.

تنفس هوازی: در باکتری‌های هوازی اجباری و بی‌هوازی اختیاری گلوکز از طریق هوازی متابولیزه می‌شود. ابتدا گلوکز فسفریله شده و به دو ترکیب گلسیر آلدئید ۳ـ فسفات و دی‌هیدروکسی استون فسفات تبدیل می‌شود. در نهایت به پیروات تبدیل شده و با آنزیم پیروات دهیدروژناز به استیل کوآنزیم A تبدیل می‌شود. در مسیر گلیکولیز هوازی دو NADH و دو مولکول ATP (در مجموع ۸ATP) حاصل می‌شود. استیل کوآ وارد چرخه کربس شده و ۱۲ATP تولید می‌شود و به ازای دو مولکول استیل کوآ که از دو پیروات حاصل شده‌اند ۲۴ATP در چرخه تری‌کربوکسیلیک اسید حاصل می‌شود.

در باکتری‌های بی‌هوازی پیروات توسط لاکتات دهیدروژناز تبدیل به لاکتات شده و یک مولکول NAD^+ حاصل و در نهایت دو مولکول ATP ایجاد می‌شود به همین دلیل باکتری‌های بی‌هوازی نیاز بیشتری به محصولات مغذی دارند و کند رشد می‌باشند.

چرخه پنتوز فسفات یا فسفوگلوکونات: محصولات این چرخه شامل ۲NADPH و قندهای پنج کربنی هستند که به ترتیب برای بیوسنتز لیپیدها و اسیدهای نوکلئیک استفاده می‌شوند.

مسیر انترودئودروف: در باکتری‌های هوازی مطلق مثل **سودوموناس** و **نایسریا** پس از مصرف گلوکز، اسید پیرویک و گلسیرآلدهید ۳ـ فسفات حاصل می‌کنند. اتانل نیز از محصولات نهایی این مسیر است.

چرخه گلی اکسیلات: در این مسیر آنزیم ایزوسیترات لیاز سبب شکستن ایزوسیترات شده و سوکسینات و گلی‌اکسیلات تولید می‌کند. سپس اسید مالیک تولید می‌شود. سپس محصولات وارد سیکل کریس می‌گردند. در این مسیر تنها منبع کربن **استات** می‌باشد.

تخمیر اسیدهای مخلوط: در خانواده انتروباکتریاسه پس از مصرف گلوکز و سپس تشکیل پیروات، این ترکیب به محصولات گوناگونی نظیر اسید فرمیک، بوتان دی‌اُل، اتانل، اسید استیک، اسید بوتریک، بوتانول، استون وایزوپروپانول تبدیل می‌شود.

اشرشیاکلی می‌تواند تخمیر را ادامه داده و **استوئین** تولید کند که از شیگلا متمایز می‌شود. اعضای جنس کلستریدیوم اسیدهای آمینه را تخمیر کرده و ترکیباتی مثل **کاداورین (Cadaverin)** و **پوترسین** تولید می‌کنند و

بوی متعفن ایجاد می‌گردد. این واکنش که به نام واکنش **استریکلند** Strikland می‌باشد، هنگامی رخ می‌دهد که منبع انرژی باکتری محدود شده باشد.

فسفوریلاسیون اکسیداتیو و زنجیره تولید انرژی: در این مسیر که در غشای سیتوپلاسمی باکتری انجام می‌شود، محصولات چرخه کربس شامل NADH و FADH، ابتدا به آنزیم NADH دهیدروژناز ارائه می‌شوند. سپس الکترون حاصل به کمپلکس FMS سیتوکروم b و c و در نهایت سیتوکروم اکسیداز (cyta) منتقل می‌گردد و نیروی حاصل از آن پس از انتقال به اکسیژن، موجب ورود یون‌های H^+ و تولید ATP می‌شود. در برخی باکتری‌ها مثل سودوموناس در صورتی‌که اکسیژن موجود نباشد، از **نیترات**، فومارات یا سولفات به عنوان پذیرنده نهایی اکسیژن استفاده می‌شود.

عناصر ضروری موردنیاز باکتری‌ها

الف- اجزای ضروری اصلی شامل کربن، اکسیژن، هیدروژن، نیتروژن و گوگرد می‌باشند. کربن از اجزای اصلی ترکیبات سلولی می‌باشد، همچنین اکسیژن، هیدروژن و نیتروژن این نقش را دارند.

گوگرد (S) در اسیدهای آمینه حاوی گوگرد (متیونین و ستیسئین)، تیامین پیرو فسفات و برخی کوآنزیم‌ها وجود دارد.

فسفر جزء تشکیل‌دهنده نوکلئیک اسیدها و فسفولیپیدهاست. پتاسیم، کاتیون غیرآلی عمده‌ای که به عنوان کوفاکتور (مثل پیروات کیناز) عمل می‌کند.

منیزیوم نیز کوفاکتور آنزیم‌های کیناز بوده، در ساختار دیواره، غشای سلولی و ریبوزوم‌ها وجود دارد. سدیم نیز در عمل انتقال نقش دارد.

اجزای ضروری فرعی شامل روی (Zn) که در ساختار بسیاری از آنزیم‌ها وجود دارد، منگنز، مولیبدون، سلنیوم، کبالت، مس و نیکل می‌باشند.

اپران لاکتوز: این اپران در کاتابولیزه کردن لاکتوز نقش داشته و از اجزایی شامل، پروموتر Lac (P)، اپراتور (O) Lac، ژن‌هایی برای بتا گالاکتوزیداز (Z) پرمئازلاکتوز (Y) و ترانس استیلاز (a) می‌باشد. رپرسور این اپران (R) در ناحیه‌ای جدا از اپران قرار دارد. هنگامی‌که لاکتوز در محیط قرار داشته باشد، با ورود به سلول، بلافاصله رپرسور از پروموتر جدا شده و آنزیم پلیمراز از آن رونویسی می‌کند.

هنگامی‌که هر دو قند گلوکز و لاکتوز در محیط باکتری وجود داشته باشند، ابتدا باکتری‌ها رشد کرده و سپس متوقف شده و دوباره لاکتوز را مصرف و رشد می‌کنند.

www.Olompezeshki.org www. Farhikhteganp.ir
تلفن دفتر مرکزی: ۶۶۹۷۹۵۲۴-۰۲۱

نکات مروری و تکمیلی فصل دوم

- باکتری‌های ناسیریا، سودوموناس، نوکاردیا، لپتوسپیرا، بروسلا، لژیونلا و بوردتلا پرتولیس هوازی اجباری بوده و مسیر تخمیر با بی‌هوازی را ندارند.
- در چرخه پنتوز فسفات ۲NADPH و پنتوز تولید می‌شود که صرف سنتز چربی‌ها و اسیدهای نوکلئیک می‌گردد.
- تخمیر اسیدهای مخلوط و تولید استوئین در خانواده انتروباکتریایه و تخمیر بوتان دی‌ال در کلستریدیوم‌ها صورت می‌گیرد. همچنین کلستریدیوم‌ها با تخمیر اسید آمینه، کاداورین و پوترسین تولید می‌کنند.
- در سودوموناس و نایسریا در صورت نبود اکسیژن، ترکیبات نیترات، فومارات یا سولفات به عنوان پذیرنده نهایی اکسیژن استفاده می‌شود.
- باکتری‌های نایسریا، استرپتوکوک پیوژنز و پنومونیه با تولید IgA **پروتئاز** این آنتی‌بادی را در مخاطاط هیدرولیز می‌کنند.
- مایکوباکتریوم‌ها، نایسریا گنوره، لژیونلا، نوکاردیا و ریکتزیا با مهار تشکیل فاگولیزوزوم در ماکروفاژ زنده می‌مانند.
- نقص در اجزای ابتدایی کمپلمان موجب پیشرفت عفونت هموفیلوس آنفولانزا و نقص در اجزای انتهایی آن با تکثیر نایسریاها همراه است. لایه کپسولی S کمپیلوباکترفتوس نیز موجب مقاومت به کمپلمان می‌گردد.
- در از بین بردن استافیلوکوک اورئوس و استرپتوکوک‌های موجود در جریان خون کمپلمان و آنتی‌بادی‌ها نقش مهمی دارند، همچنین در برابر باکتری‌های درون سلولی مثل مایکوباکتریوم‌ها و لیستریا، ایمنی سلولی و سلول‌های T بیشترین اهمیت را دارند.

تست‌های طبقه‌بندی شده فصل دوم

۱. کمبود کدام آنتی بادی بیمار را به عفونت‌های تنفسی بیشتر مستعد می‌کند؟

۱) igM ۲) igG ۳) igA ۴) igD

۲. کدامیک از مارکرهای شناسایی لنفوسیت‌های T نمی‌باشد؟

۱) CD3 ۲) CD4 ۳) CD19 ۴) CD8

۳. کمبود کدام‌یک از اجزای سیستم ایمنی فرد را به عفونت‌های ناشی از منینگوکوک حساس‌تر می‌کند؟

۱) C3b کمپلمان ۲) C3 کونورتاز ۳) igM ۴) C8,9 کمپلمان

۴. مهار فاگوسیتوز از طریق ممانعت از تشکیل فاگولیزوزوم در همه‌ی باکتری‌های زیر صورت می‌گیرد به جز:

۱) مایکوباکتریوم ۲) لژیونلا ۳) نایسریا ۴) مایکوپلاسماها

۵. تمام باکتری‌های زیر در ماکروفاژ زنده می‌مانند به جز:

۱) بروسلا ۲) سالمونلا ۳) شیگلا ۴) ویبریو کلرا

۶. کدامیک از آنتی بادی‌های زیر می‌توانند مسیر کلاسیک کمپلمان را فعال کنند؟

۱) igM,G ۲) igA,M ۳) igA,G ۴) igA,D

۷. مناسب‌ترین پاسخ ایمنی بر ضد ترکیبات پروتئینی درون سلولی سالمونلا به چه صورتی انجام می‌شود؟

۱) ارائه به لنفوسیت‌های CD4+ ۲) ارائه به لنفوسیت‌های CD8+

۳) سیستم کمپلمان ۴) آنتی بادی igM

۸. لنفوسیت‌های T در پاسخ به کدام باکتری زیر کمتر نقش دارند؟

۱) لیستریا ۲) مایکوباکتریوم

۳) استافیلوکوکوس اورئوس ۴) لژیونلا

۹. کدام یک از اجزای دیواره نایسریا گنوره مهار کننده تشکیل فاگولیزوزوم است؟

۱) PorA ۲) PorB ۳) RMP ۴) LOS

۱۰. همه باکتری‌های زیر می‌توانند فاگوزوم را لیز کرده و وارد سیتوپلاسم فاگوسیت‌کننده شوند به جز:

۱) لیستریا ۲) شیگلا ۳) ریکتزیاها ۴) کلامیدیاها

در هنگام فاگوسیتوز کدام باکتری پدیده‌ای موسوم به coiling phagocytosis رخ می‌دهد؟

۱) لژیونلا ۲) فرانسیسلا ۳) بروسلا ۴) لیستریا

۱۱. کدام سایتوکاین‌های ایمنی در پاسخ کموتاکسی نوتروفیل و فعال شدن ماکروفاژها نقش بیشتری دارند؟

۱) IL12,IL8 ۲) IL8,IL12 ۳) INFy,IL8 ۴) IL12,IL15

www.Olompezeshki.org www. Farhikhteganp.ir
تلفن دفتر مرکزی: ۶۶۹۷۹۵۲۴-۰۲۱

۱۲. تمام باکتری‌های زیر هوازی اجباری اند به جز:

۱) نایسریا گنوره ۲) بروسلا آبورتوس ۳) سودوموناس ۴) پنوموکوک

۱۳. همه باکتری‌های زیر هوازی اجباری هستند به جز:

۱) لپتوسپیرا ۲) نوکاردیا ۳) اسینتوباکتر ۴) پرسینیا

۱۴. کدام باکتری زیر میکروائروفیل بوده و قادر به تولید اکسیداز و کاتالاز می‌باشد؟

۱) تروپونما ۲) موراکسلا ۳) اکلای ۴) کمپیولوباکتر

۱۵. نایسریا گنوره کدام ترکیب را به عنوان پذیرنده نهایی اکترون به جای اکسیژن ترجیح می‌دهد؟

۱) نیترات ۲) سولفات ۳) کربنات ۴) فسفات

۱۶. کدام مسیر متابولیسمی در سودوموناس و نایسریا استفاده می‌شود؟

۱) امبدن میرهوف پارناس ۲) انترودئودروف

۳) پنتوز فسفات ۴) گلی اکسیلات

۱۷. کدام تست ویبریو را از خانواده انتروباکتریاسه متمایز می‌کند؟

۱) کاتالاز ۲) احیاء نیترات ۳) مانیتول ۴) لیزین دکربوکسیلاز

۱۸. در مسیر متابولیسمی کدام باکتری استوئین تولید می‌شود؟

۱) اکلای ۲) انتروباکتر ۳) کمپیلوباکتر ۴) اسینتوباکتر

۱۹. ترکیبات بد بوی پوترسین وکاداورین درطی متابولیسم کدام باکتری تولید می‌شوند؟

۱) کلستریدیوم بوتولینوم ۲) باکتریوئیدس

۳) کمپیلوباکتر ۴) اکلای

۲۰. استفاده از کدام مسیر متابولیسمی در فرانسیسلا و لژیونلا بیشتر مطرح است؟

۱) مصرف هوازی گلوکز ۲) مصرف هوازی اسیدهای آمینه

۳) تخمیر و مصرف هوازی گلوکز ۴) مصرف گلوکز و اسیدهای آمینه

۲۱. واکنش Strickland درمتابولیسم کدام باکتری رخ می‌دهد؟

۱) کلستریدیوم ۲) بیفیدوباکتریوم ۳) لاکتوباسیل ۴) سالمونلا

۲۲. کدام تست بیوشیمیایی سالمونلا را از اکلای تشخیص می‌دهد؟

۱) کاتالاز ۲) تولید هیدروژن سولفوره

۳) متیل رد ۴) هیدرولیزو اوره

۲۳. بوی میوه ای در طی رشد سودوموناس با تولید کدام ترکیب رخ می‌دهد؟

۱) تری متیل آمین ۲) متیل آمین ۳) اندول ۴) استوئین

www.Olompezeshki.org www. Farhikhteganp.ir
تلفن دفتر مرکزی: ۶۶۹۷۹۵۲۴-۰۲۱

۲۴. بوی موسوم به musty odor در کشت پاستورلا به علت تولید کدام است؟

۱) تری متیل آمین
۲) اندول
۳) ترکیبات گوگردی
۴) ترکیبات نیتروژن دار

www.Olompezeshki.org www. Farhikhteganp.ir
تلفن دفتر مرکزی: ۶۶۹۷۹۵۲۴-۰۲۱

پاسخ‌نامه تست‌های طبقه‌بندی شده فصل دوم

۱- گزینه «۳» صحیح است.

۲- گزینه «۳» صحیح است.

۳- گزینه «۴» صحیح است.

۴- گزینه «۴» صحیح است.

۵- گزینه «۴» صحیح است.

۶- گزینه «۱» صحیح است.

۷- گزینه «۱» صحیح است.

۸- گزینه «۳» صحیح است.

۹- گزینه «۲» صحیح است.

۱۰- گزینه «۱» صحیح است.

۱۱- گزینه «۳» صحیح است.

۱۲- گزینه «۴» صحیح است.

۱۳- گزینه «۴» صحیح است.

۱۴- گزینه «۴» صحیح است.

۱۵- گزینه «۱» صحیح است.

۱۶- گزینه «۲» صحیح است.

۱۷- گزینه «۱» صحیح است.

۱۸- گزینه «۱» صحیح است.

۱۹- گزینه «۲» صحیح است.

۲۰- گزینه «۱» صحیح است.

۲۱- گزینه «۲» صحیح است.

۲۲- گزینه «۱» صحیح است.

۲۳- گزینه «۲» صحیح است.

۲۴- گزینه «۴» صحیح است.

۲۵- گزینه «۲» صحیح است.

www.Olompezeshki.org www. Farhikhteganp.ir
تلفن دفتر مرکزی: ۶۶۹۷۹۵۲۴-۰۲۱