



لیگ علمی بین المللی پریشان ایران اسلامی (پایا)

هشتمین دوره لیگ علمی بین المللی پایا

8th International Scientific League of Paya

هوالعلیم

دفترچه پیش آزمون و سوالات

آزمون مرحله‌ی نیمه نهایی (۲۵ اردیبهشت ۱۳۹۴)

رشته‌ی زیست‌شناسی پایه‌ی اول دبیرستان (دوره دوم)

عنوان	صفحه	مدت زمان پاسخ‌گویی
پیش‌آزمون‌ها	۲-۱۰	۱۰ دقیقه
سوالات ۱ تا ۱۵ عمومی، سوالات ۱۶ تا ۲۵ اختصاصی براساس پیش‌آزمون	۱۱-۱۲	۳۰ دقیقه

پاسخ‌گویی به کلیه‌ی سوالات به صورت گروهی است. بنابراین توصیه می‌شود پس از جمع‌بندی نهایی یکی از اعضای گروه مسوولیت وارد کردن پاسخ‌ها را در پاسخ‌برگ داشته باشد.

به ازای هر ۴ پاسخ اشتباه، امتیاز یک پاسخ صحیح از بین می‌رود.

لطفا توجه نمایید:

لیگ علمی پایا در مقطع دبیرستان (دوره دوم) در قالب گروه‌های ۵ نفره در رشته‌های ریاضی، فیزیک، شیمی و زیست‌شناسی برگزار می‌گردد.

مرحله‌ی مقدماتی لیگ علمی پایا شامل پیش‌آزمون، سوالات عمومی و سوالات پیش‌آزمون است.

۱) در قسمت اول آزمون هر کدام از اعضای گروه باید پیش‌آزمون مربوط به خود را از دفترچه جدا نموده و به صورت انفرادی مطلب آموزشی (پیش‌آزمون) خود را در مدت زمان ۱۰ دقیقه مطالعه نماید و به خاطر بسپارند.

۲) قسمت دوم آزمون شامل پاسخ‌گویی به ۱۵ سوال تستی ۵ گزینه‌ای از مطالب کتاب‌های درسی و منابع معرفی شده به دانش‌آموزان به صورت گروهی می‌باشد.

۳) بخش سوم سوالات شامل پاسخ‌گویی به ۱۰ سوال تستی ۵ گزینه‌ای است که همه اعضای گروه به کمک هم و با استناد به مطالب آموزشی که در بخش قبل مطالعه کرده‌اند به آن‌ها پاسخ می‌دهند.

تذکر ۱. هر یک از اعضای گروه ملزم به مطالعه یکی از پیش‌آزمون‌ها می‌باشند و در غیر این صورت تخلف در آزمون محسوب می‌شود.

تذکر ۲. چنانچه گروهی ۴ نفره باشد، یکی از اعضای گروه علاوه بر مطالعه پیش‌آزمون مربوط به خود مسوولیت مطالعه پیش‌آزمون ۵ را نیز بر عهده دارد.

تذکر ۳. چنانچه گروهی ۳ نفره باشد یکی از اعضای گروه می‌تواند مسوولیت مطالعه پیش‌آزمون ۴ را برعهده بگیرد و گروه مجاز به مطالعه پیش‌آزمون ۵ نمی‌باشد.

تذکر ۴. هنگام پاسخ‌گویی به سوالات نیاز به جمع‌آوری پیش‌آزمون‌ها از دانش‌آموزان نمی‌باشد.

پیش‌آزمون ۱

هر چند به نظر می‌رسد که معادله‌ی کلی فتوسنتز بسیار ساده است، ولی کشف این واقعیت که اکسیژن متصاعد شده در فتوسنتز از آب منشاء می‌گیرد و نه از CO_2 ، نشان داد که این واکنش باید بسیار پیچیده‌تر از آنچه در نگاه اول به نظر می‌رسد، باشد. برای اینکه بتوان فتوسنتز را به طور صحیح مطالعه کرد، باید آن را تقسیم‌بندی کنیم.

در یک دیدگاه، کلروپلاست‌ها یعنی اندامک‌هایی که مسئول فرایند فتوسنتز هستند، مورد مطالعه قرار می‌گیرند. کلروپلاست‌ها در یاخته‌های برگ و دیگر اندامک‌های سبز گیاهان یافت می‌شوند. رنگ سبز کلرو پلاست‌ها به دلیل وجود ترکیبات یا رنگیزه‌های موجود در آن‌هاست. کلروپلاست‌ها بسیار شکننده‌اند. ولی اگر با احتیاط عمل شود، می‌توان کلروپلاست‌هایی را که در وضعیت کار مناسبی قرار دارند از یاخته جدا کرد و آنها را در لوله‌ی آزمایش بدون حضور اندامک‌های دیگر که گمراه کننده هستند، مورد مطالعه قرار دارد.

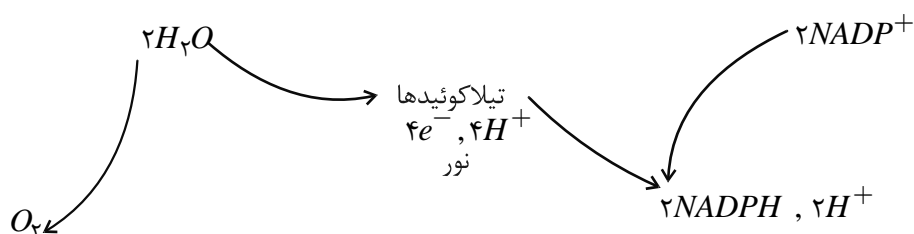
فرایند جداسازی کلروپلاست‌ها و اندامک‌های دیگر با شکستن یاخته‌ها و آزاد کردن محتویات آن‌ها آغاز می‌شود. برای این کار قطعاتی از بافت‌ها را در محلول رقیقی از نمک‌ها و مواد آلی قرار می‌دهند. ترکیب دقیق این محلول‌ها مهم است و باید با آزمایش و خطا مشخص شود. سپس یاخته‌ها را در یک هاون چینی همراه با ذرات شن می‌سایند و یا با استفاده از انواع مخلوط کن‌ها خرد می‌کنند. قطعات خرد شده را از صافی می‌گذرانند تا قطعات درشت و خرد نشده‌ی بافت‌های همراه از محلول حاوی اندامک‌ها جدا شوند. سپس سوسپانسیون حاوی اندامک‌ها را سانتریفیوژ می‌کنند تا اندامک‌ها بر حسب چگالی که دارند، از یکدیگر جدا شوند. در این مراحل نیز باید با روش آزمایش و خطا بهترین روش جدا سازی را پیدا کرد. محلول به دست آمده حاوی سوسپانسیونی از کلروپلاست‌هاست که هیچ اندامک دیگری در آن وجود ندارد. این کلروپلاست‌ها می‌توانند در حضور نور و کربن دی‌اکسید واکنش نشان دهند.

مطالعاتی که با میکروسکوپ الکترونی انجام شده‌اند، نشان می‌دهند که در کلروپلاست‌ها سه قسمت اصلی مشاهده می‌شود:

۱- پوشش پیرامونی که خود از دو غشا تشکیل شده است. ۲- مایعی که استروما (stroma) نامیده می‌شود و غشاهای فوق آن را احاطه می‌کنند. ۳- تعدادی کیسه‌های غشایی مسطح که تیلاکوئید نامیده می‌شوند و در بستری از استروما قرار گرفته‌اند. سوسپانسیون کلروپلاست‌ها حاوی مواد زیر است: کلروپلاست‌های سالم که غشای کامل خود را دارند و کلروپلاست‌های صدمه دیده‌ای که غشاء و استرومای خود را از دست داده‌اند و تنها تیلاکوئیدهای آن‌ها باقی مانده‌اند. با توجه به این واقعیت می‌توان تیلاکوئیدها را جدا کرد و فعالیت فتوسنتزی آن‌ها را جدا از استروما مورد مطالعه قرار داد. این آزمایش‌ها نشان دادند که در کلروپلاست‌ها تقسیم کار وجود دارد. در تیلاکوئیدهای سبز، نور جذب و اکسیژن آزاد می‌شود. در حالی که استرومای بی‌رنگ دی‌اکسیدکربن را جذب می‌کند و از آن قند می‌سازد. برخی از ترکیبات بین استروما و تیلاکوئیدها مبادله می‌شوند. این ترکیبات حامل انرژی و مواد لازم برای سنتز قندها هستند. از آنجایی که واکنش‌های تیلاکوئیدی به وجود نور بستگی دارند، آن‌ها را واکنش‌های نوری می‌نامند و چون واکنش‌های استرومایی نیاز مستقیمی به نور ندارند، به آن‌ها واکنش‌های تاریکی گفته می‌شود. ولی با این وجود، واکنش‌های تاریکی در نور روز نیز انجام می‌شوند.

پیش‌آزمون ۲

تیلاکوئیدها نسبت به استروما کار مهم‌تری انجام می‌دهند. در مورد واژه‌های تیلاکوئید و استروما از هم گروهی خود که پیش‌آزمون یک را خوانده است، سؤال کنید. تیلاکوئیدها نور را جذب و آن را به انرژی نهفته در پیوندهای شیمیایی تبدیل می‌کنند. بخشی از این انرژی صرف تبدیل ADP به ATP می‌شود. مهم‌تر از آن، جدا کردن الکترون‌ها و پروتون‌ها از آب و استفاده از آن‌ها در سنتز قندها نیز در تیلاکوئیدها به وقوع می‌پیوندد. این عمل نیاز به صرف مقدار زیادی انرژی دارد. زیرا اتم‌های اکسیژن تمایل بسیاری به جذب الکترون دارند. دو الکترون و یک پروتون از مولکول آب به مولکول $NADP^+$ انتقال می‌یابند و یک پروتون دیگر به صورت H^+ وارد محیط می‌شود. اتم‌های اکسیژن مولکول آب به یکدیگر متصل می‌شوند و مولکول اکسیژن را تشکیل می‌دهند.



تیلاکوئیدها نور را به وسیله فتوسیستم‌ها جذب می‌کنند. فتوسیستم‌های (I) و (II) به صورت توده‌هایی درون غشای تیلاکوئیدها جای گرفته‌اند. هر واحد فتوسیستم (II) به یک سری گیرنده‌های ثانویه نوری اتصال یافته‌اند که مجموعه‌های گیرنده‌ی نور نامیده می‌شوند.

متخصصان بیوشیمی فتوسیستم‌ها را جدا و محتویات آن‌ها را تجزیه کرده‌اند و دریافته‌اند که هر یک از تعدادی مولکول پروتئینی و تعداد زیادی مولکول که رنگیزه نامیده می‌شوند، تشکیل شده‌اند. رنگیزه‌ها انرژی نورانی را جذب می‌کنند. در حالی که پروتئین‌ها رنگیزه‌ها را در غشا محکم کرده و کانالی برای جریان انرژی فراهم می‌کنند. در هر فتوسیستم آنتنی از پروتئین‌های جمع‌کننده‌ی نور و یک مرکز واکنشی (Reaction Center) وجود دارد. این مولکول‌ها انرژی خود را به فتوسیستم (II) منتقل می‌کنند.

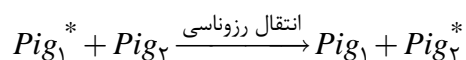
کلروپلاستها چند نوع رنگیزه‌ی فتوسنتزی دارند که مهم‌ترین آن‌ها کلروفیل *a* است. کلروفیل *a* در هر دو فتوسیستم وجود دارد و وجود آن برای فتوسنتز ضروری است. این مولکول یک سر مسطح و گیرنده‌ی نور دارد که از چهار حلقه‌ی متصل به هم و یک یون منیزیم که در مرکز قرار دارد، تشکیل شده است و یک دم هیدروکربنی دارد که به اتصال رنگیزه به فتوسیستم کمک می‌کند. در هر فتوسیستم تعداد زیادی مولکول کلروفیل *a* وجود دارد. اما فقط دو تا از آن‌ها در مرکز واکنش جای دارند. رنگیزه‌های دیگری نیز در مجموعه‌های گیرنده‌ی نور وجود دارند که از جمله‌ی آن‌ها می‌توان به کلروفیل *b* و

کاروتنوئیدها اشاره کرد. تنها بخش کوچکی از مولکول کلروفیل b با کلروفیل a تفاوت دارد و کاروتنوئیدها به دسته‌ای از ترکیبات تعلق دارد که از جمله‌ی آن‌ها می‌توان به رنگیزه‌های موجود در گوجه فرنگی و هویج اشاره کرد.

رنگیزه‌های کمکی این امکان را فراهم می‌کنند که کلروپلاست‌ها طیف‌هایی از نور را نیز که کلروفیل a قادر به جذب آن‌ها نیست، جذب کنند. یعنی این رنگیزه‌ها از آن جهت مورد نیازند که کلروفیل a نمی‌تواند همه‌ی نورها را با کارایی خوبی جذب کند. رفتار جذبی کلروفیل a با مطالعه‌ی طیف جذبی آن مشخص می‌شود. در این روش رنگ هر نور به یک ویژگی قابل اندازه‌گیری نور یعنی طول موج مربوط شده است. کلروفیل a نورهای قرمز، آبی و بنفش را جذب می‌کند. ولی رنگ‌های سبز و زرد را به خوبی جذب نمی‌کند. به همین دلیل برگ‌ها به رنگ سبز دیده می‌شوند نور خورشید مخلوطی از چندین رنگ است. ولی کلروفیل تنها رنگ‌های قرمز، آبی و بنفش آن را جذب می‌کند. رنگ سبز یا منعکس می‌شود و یا از وسط برگ عبور می‌کند و ما می‌توانیم آن را مشاهده کنیم. بخشی از نوری را که کلروفیل جذب نمی‌کند، رنگیزه‌های کمکی جذب می‌کنند.

پیش‌آزمون ۳

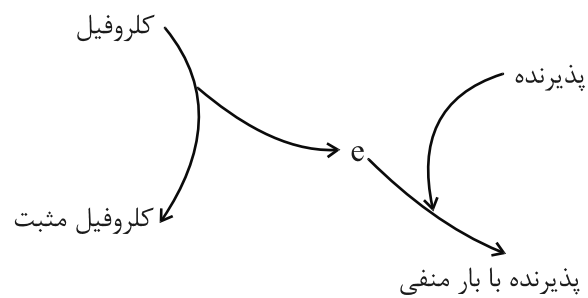
ممکن است برای شما این سؤال پیش آمده باشد که رنگیزه‌های موجود در کلروپلاست چگونه نور را جذب می‌کنند؟ یک پرتو نور طوری عمل می‌کند که نشان می‌دهد از تعداد زیادی از ذرات یا بسته‌های کوچک که فوتون نام دارند، تشکیل شده است. هر فوتون حامل مقدار مشخص انرژی نورانی یا کوانتوم انرژی است. یک مولکول رنگیزه، یک فوتون را جذب می‌کند. در این هنگام فوتون ناپدید می‌شود. انرژی آن موجب تغییر الگوی الکترون‌های رنگیزه می‌شود در این حالت گفته می‌شود که مولکول وارد حالت برانگیخته شده است. مقدار انرژی جذب شده، انرژی برانگیختگی نامیده می‌شود. مولکول قبل از جذب انرژی، انرژی کمی دارد و گفته می‌شود در حالت پایه یا پایدار است. در معادلات شیمیایی، حالت برانگیخته را با گذاشتن علامت ستاره (*) بالای نام رنگیزه مشخص می‌کنند. جذب اولین مرحله گرفتن انرژی نورانی است. مولکول در حالت برانگیخته بسیار ناپایدار است و تنها به اندازه‌ی کسری از ثانیه در حالت برانگیخته باقی می‌ماند برای این‌که این حالت پایدار شود و برای این‌که انرژی برانگیختگی مورد استفاده قرار گیرد باید انرژی جذب شده، از رنگیزه‌ی جذب‌کننده‌ی آن به مرکز واکنش منتقل شود. این مسئله طی فرایندی به نام انتقال رزونانسی انجام می‌گیرد.



مکانیسم انتقال به خوبی شناخته نشده است. ولی می‌دانیم که برای انتقال خوب، لازم است که رنگیزه‌ها بسیار نزدیک به یکدیگر و در موقعیت مناسبی نسبت به یکدیگر قرار گرفته باشند.

اگر انرژی برانگیختگی با سرعت کافی به مرکز واکنش نرسد، ممکن است به دو طریق به هدر برود. بخشی از انرژی ممکن است به حرارت تبدیل شود و صرف برخورد بین مولکول‌ها شود. ممکن است بخشی از انرژی جذب شده یا همه‌ی آن صرف تولید یک فوتون جدید شود که از کلروپلاست خارج می‌شود. این نوع نورزایی فلورسانس نامیده می‌شود. حرارت و فلورسانس از نقطه نظر فتوسنتزی، اتلاف انرژی محسوب می‌شوند. بنابراین وجود فتوسنتز بستگی به این دارد که قبل از این‌که این فرایندها به وقوع بپیوندند، از انرژی جذب شده استفاده شود.

به محض این‌که انرژی جذب شده به مرکز واکنش برسد، کلروفیل a یک الکترون به ماده‌ی ناقل الکترون می‌دهد. در این حالت انرژی برانگیختگی به یک انرژی نسبتاً پایدارتر شیمیایی تبدیل می‌شود. درک ماهیت انرژی الکتریکی با بخاطر آوردن این واقعیت که بارهای مثبت و منفی یکدیگر را جذب می‌کنند، بسیار آسان است. این انتقال الکترون موجب می‌شود که یون‌های کلروفیل مثبت و ناقل منفی به‌وجود آید.



الکترون انتقال یافته به شدت به سمت کلروفیل جذب می‌شود. ولی به دلیل ساختمان خاص فتوسیستم نمی‌تواند به آن برگردد. بنابراین انرژی در این جا به صورت جدایی بارهای مثبت و منفی از یکدیگر ذخیره شده است. از این مرحله به بعد، تیلاکوئید نقش مفیدی در راهی که این الکترون طی می‌کند تا به یون‌های کلروفیل مثبت برگردد، ایفا می‌کند.

پیش‌آزمون ۴

در این جا طرح ساده‌ای از روش تولید پیوندهای غنی از انرژی را در غشای تیلاکوئیدها ارائه می‌کنیم. در این طرح دو نوع واحد مجزا دیده می‌شود:

(۱) واحد تولید کننده‌ی ATP که ATP - از نامیده می‌شوند.

(۲) سیستم نوری انتقال الکترون.

صدها یا شاید هم هزاران عدد از این واحدها درون غشاء قرار گرفته است. خلاصه‌ای از عمل این واحدها به شرح زیر است:

۱- نور، الکترون‌ها را از آب به سیستم انتقال الکترون و از آن جا به $NADP^+$ منتقل می‌کند.

محصول این واکنش یعنی $NADPH$ ترکیبی پر انرژی است و از الکترون‌ها و هیدروژن آن برای سنتز قندها استفاده می‌شود. انرژی ذخیره شده در $NADPH$ در واقع از نور سرچشمه می‌گیرد.

۲- سیستم انتقال الکترون موجب می‌شود که یون‌های هیدروژن از استروما به داخل مایع درونی تیلاکوئید حمل شود. به این ترتیب از تعداد پروتون‌های استروما کاسته شده و به تعداد آن‌ها درون غشای تیلاکوئیدی اضافه می‌شود. نتیجه این عمل به وجود آمدن شیب پروتون است؛ یعنی تفاوت غلظت H^+ در دو طرف غشاء. این شیب انرژی ذخیره می‌کند و این انرژی هنگام خروج پروتون‌ها از تیلاکوئیدها آزاد می‌شود.

۳- آنزیم ATP از در بستری از غشا قرار گرفته است و با استفاده از انرژی ذخیره شده در شیب پروتون ATP سنتز می‌کند. در مرکز واکنش، کلروفیل پس از انتقال به حالت برانگیخته تمایل زیادی به از دست دادن الکترون پیدا می‌کند در حقیقت انرژی تحریک در الکترون‌ها تجمع می‌یابد و الکترون به پذیرنده‌ی Z منتقل می‌شوند. چنین واکنش‌هایی در فتوسیستم (I) به وقوع می‌پیوندند. سپس به سرعت از یک ناقل به ناقل دیگر منتقل می‌شوند و در هر مرحله مقداری از انرژی خود را از دست می‌دهند. هنگامی که الکترون به $NADP$ می‌رسد، هنوز نسبت به حالت اولیه مقدار زیادی انرژی دارد در این زمان کلروفیل موجود در مراکز واکنش شماره‌ی (۱) به یک یون مثبت تبدیل می‌شود که بقیه‌ی الکترون‌های آن در حالت پایه قرار دارند. از آن جا که کلروفیل تمایل زیادی به جذب الکترون دارد، تا زمانی که این الکترون‌ها جایگزین شوند، فوتون دیگری جذب نمی‌کند و به حالت برانگیخته نمی‌رود. در این هنگام فتوسیستم (I) باید منتظر وقایعی که در فتوسیستم II رخ می‌دهند، باشد.

همزمان با این وقایع، یک فوتون به فتوسیستم II برخورد می‌کند و توسط مکانیسم مشابهی یک الکترون به ماده‌ی پذیرنده‌ی Q انتقال می‌یابد و این الکترون از زنجیره‌ی انتقال الکترون پایین می‌رود و سرانجام کمبود الکترون فتوسیستم I را جبران می‌کند. در این جا فتوسیستم I می‌تواند دوباره نور جذب کند.

ولی اکنون در فتوسیستم II یک یون کلروفیل مثبت داریم که تمایل زیادی دارد که الکترون‌های از دست رفته را دوباره به دست آورد. این فتوسیستم الکترون از دست رفته را از راهی که هنوز به خوبی روشن نیست، از آب می‌گیرد و بدین ترتیب یک الکترون از آب به یون کلروفیل انتقال می‌یابد.

به طور خلاصه می‌توان گفت که با مصرف دو فوتون، یک الکترون از آب به $NADP^+$ انتقال می‌یابد و الکترون‌ها از مولکولی که تمایل زیادی به جذب الکترون دارد، به مولکول دیگر که تمایل کمی برای جذب الکترون دارد، انتقال می‌یابد و با این عمل مقداری انرژی به دست می‌آید.

پیش‌آزمون ۵

همزمان با تحقیقاتی که برخی از دانشمندان روی تیلاکوئیدها انجام داده و می‌دهند، عده‌ی دیگری مشغول انجام آزمایش‌هایی بر روی فرآیندی هستند که طی آن دی‌اکسید کربن به مولکول‌های آلی مانند قندها تبدیل می‌شود. این فرآیند در استروما رخ می‌دهد. برای تشکیل یک مولکول قند به ۶ مولکول دی‌اکسید کربن نیاز داریم. در این فرآیند ۱۸ مولکول *ATP* مصرف می‌شود و هیدروژن‌ها و الکترون‌های مورد لزوم از ۱۲ مولکول *NADPH* گرفته می‌شود. با توجه به این که مولکول‌های بسیاری در این سنتز دخالت می‌کنند، به سادگی می‌توان تصور کرد که تشکیل قند، یک فرآیند چند مرحله‌ای است که با کمک تعداد زیادی آنزیم و ماده‌ی حد واسط صورت می‌گیرد.

دنبال کردن این مراحل یکی از مشکلات تحقیق روی این فرآیند بود. زیرا همزمان چندین نوع قند در کلروپلاست ساخته می‌شوند و در هر لحظه مولکول‌هایی وجود دارند که ممکن است در هر یک از مراحل متعدد تکمیل شدن باشند. به علاوه در کلروپلاست مواد بسیاری نیز ساخته می‌شوند که به طور کلی هیچ ارتباطی با فرآیند فتوسنتز ندارند. از جمله‌ی این مواد می‌توان به لیپیدهایی اشاره کرد که برای جایگزینی لیپیدهای غشاء ساخته می‌شوند.

متخصصان بیوشیمی با استفاده از دی‌اکسید کربن رادیواکتیو که کربن آن ایزوتوپ ^{14}C بود بر این مشکلات غلبه کردند. ^{14}C گاه‌گاهی متلاشی می‌شود و ذراتی با انرژی بالا از آن‌ها تابیده می‌شود. این ذرات را می‌توان تعقیب و به کمک آن‌ها مولکول‌هایی را که از این مواد جذب کرده‌اند، شناسایی کرد.

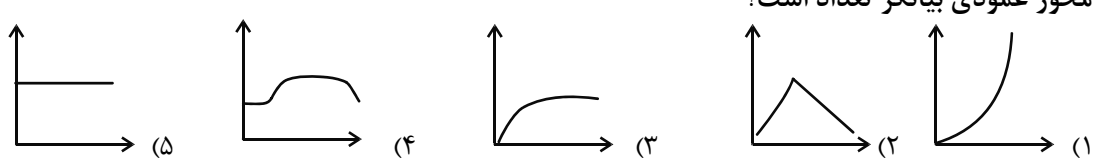
در سال‌های نخست دهه‌ی ۱۹۵۰ ملوین کالوین (*Melvin Calvin*) و همکارانش در دانشگاه کالیفرنیا برای پی بردن به مسیر کربن در فتوسنتز از این روش استفاده کردند. کالوین سرانجام به خاطر این کار جایزه‌ی نوبل دریافت کرد.

او و همکارانش در این کار از جلبک‌های تک‌یاخته‌ای استفاده کردند. زیرا تصور می‌شود که فرآیند فتوسنتز در آن‌ها مانند برگ‌های گیاهان عالی باشد. وقتی پس از یک دقیقه فتوسنتز، یاخته‌ها را جدا و آن‌ها را آزمایش کردند، کربن رادیواکتیو را در تعداد بسیاری از ترکیبات پیدا کردند. ولی هنگامی که واکنش فتوسنتز را پس از چند ثانیه با کشتن یاخته‌ها متوقف کردند، بیش‌ترین کربن رادیواکتیو تنها در مولکول‌های اسید و فسفوکلیسریک یافت شد. بنابراین اسید فسفوکلیسریک (*PGA*) نخستین فرآورده‌ی قابل شناسایی در فتوسنتز شناخته شد. به تدریج با چنین آزمایش‌هایی تصویری کلی از تثبیت کربن و تشکیل قند به‌دست آمد. این مسیر پیچیده چرخه‌ی کالوین یا مسیر C_3 نامیده می‌شود.

نام دوم به این دلیل است که اولین محصول واکنش یعنی *PGA* در واقع یک ترکیب سه کربنی است. چرخه‌ی کالوین در همه‌ی گیاهان سبز انجام می‌گیرد و مراحل آن به شرح زیر است:

- ۱- CO_2 با ریبولوز بیس فسفات ($RUBP$) که یک قند پنج کربنی با دو گروه فسفات است، ترکیب می‌شود و محصول واکنش که یک ترکیب ۶ کربنی است، بلافاصله به دو مولکول ترکیب سه کربنی PGA تجزیه می‌شود. انجام این فرآیند به آنزیم ریبولوز بیس فسفات کربوکسیلاز نیاز دارد.
- ۲- دو مولکول PGA احیا می‌شوند و دو مولکول قند سه کربنی فسفات دار یعنی آلدهید فسفرگلیسیریک به وجود می‌آید. انرژی لازم برای این واکنش از $NADPH$ و ATP به دست می‌آید. یعنی انرژی ذخیره شده در این مولکول‌ها به قند سه کربنی تازه تشکیل شده منتقل می‌شود و بار دیگر ADP و $NADP^+$ به وجود می‌آید.
- ۳- دو قند سه کربنی با یکدیگر ترکیب می‌شوند و یک قند ۶ کربنی دو فسفات‌دار یعنی فروکتوز دی فسفات را می‌سازند. با این فرآیند می‌توان گفت که گیاه در مجموع یک مولکول CO_2 به یک قند پنج کربنی اضافه می‌کند و یک قند ۶ کربنی می‌سازد.
- ۴- همان گونه که این فرآیند ادامه می‌یابد، برخی از فروکتوز فسفات‌ها در واکنش‌های دیگر تغییر شکل می‌دهند و به کربوهیدرات‌های دیگر مثل ساکارز و نشاسته تبدیل می‌شوند.
- ۵- برخی از مولکول‌های فروکتوز فسفات صرف تولید دوباره ریبولوز بیس فسفات یعنی ترکیب پذیرنده CO_2 در مرحله اول می‌شود.

سوالات عمومی

۱. احتمال یافتن کدام گزینه در یک آمینو اسید کم تر است؟
 (۱) N (۲) O (۳) S (۴) C (۵) H
۲. نتیجه‌ی عمل باکتری‌های شوره‌گذار تولید کدام ماده است؟
 (۱) نیتروژن (۲) آمونیاک (۳) نیترات (۴) پروتئین (۵) نیتروژن اکسید
۳. کدام گزینه ساختار شیمیایی پیچیده‌تری دارد؟
 (۱) ساکارز (۲) فروکتوز (۳) سلولز (۴) نشاسته (۵) گلیکوژن
۴. هر مولکول تری گلیسیرید از اتصال چند مولکول دیگر به دست می‌آید؟
 (۱) ۴ (۲) ۳ (۳) ۲ (۴) ۶ (۵) ۱۲
۵. کدام گزینه نادرست است؟
 (۱) سلول‌های اپیدرم در اغلب گیاهان کلروپلاست ندارند.
 (۲) سلول‌های نگهبان روزنه لویبایی شکل هستند.
 (۳) سلول‌های نگهبان روزنه فاقد کلروپلاست هستند.
 (۴) هر چه دما بالاتر رود، نمی‌توان انتظار داشت که شدت فتوسنتز نیز بیش تر شود.
 (۵) فیبرهای محلول در آب در روده به کلسترول مواد غذایی می‌چسبند.
۶. نیاز یک کودک معمولی و سالم به پروتئین در هر شبانه‌روز چند گرم است؟ (سنگینی کودک را برابر با ۲۰ کیلوگرم در نظر بگیرید)
 (۱) ۱۵ (۲) ۲۰ (۳) ۴۵ (۴) ۸ (۵) ۱۶
۷. ویروس HIV کدام یک از گزینه‌های زیر را مورد هدف قرار می‌دهد؟
 (۱) استخوان (۲) شش‌ها (۳) اندام‌های تولیدمثلی (۴) گلبول سفید (۵) دستگاه عصبی
۸. حداکثر چند درصد از انرژی نوری که به سطح برگ تابیده می‌شود، می‌تواند به صورت ذخیره شده در مولکول نشاسته‌ی ساخت گیاه ذخیره شود؟
 (۱) ۵ (۲) ۴۰ (۳) ۵۰ (۴) ۷۵ (۵) بالای ۹۰ درصد
۹. کدام یک از ویتامین‌های زیر در روغن جگر ماهی به وفور یافت می‌شود؟
 (۱) C (۲) D (۳) B (۴) K (۵) E
۱۰. کمبود کدام ماده‌ی معدنی می‌تواند منجر به پوکی استخوان شود؟
 (۱) آهن (۲) منیزیم (۳) فسفر (۴) کلسیم (۵) سدیم
۱۱. کدام یک از نمودارهای زیر منحنی رشد باکتری‌ها را بهتر از بقیه به نمایش می‌گذارد؟ محور افقی بیانگر زمان و محور عمودی بیانگر تعداد است؟

۱۲. اندازه‌ی ویروس ایدز تقریباً چند نانومتر است؟
 (۱) ۳۰ (۲) ۱۴۰ (۳) ۱۱۰ (۴) ۸۰ (۵) ۶۵
۱۳. عامل کدام یک از بیماری‌های زیر با بقیه فرق دارد؟
 (۱) وبا (۲) طاعون (۳) سرخک (۴) کزاز (۵) سل
۱۴. وجود کدام گزینه در اشک به آن خاصیت ضد عفونی کننده می‌دهد؟
 (۱) پراکسی‌زوم (۲) لیزوزیم (۳) کاتالاز (۴) ریبوزوم (۵) لنفوسیت B
۱۵. جنس ماده‌ی اینترفرون کدام است؟
 (۱) پلی پپتید (۲) دی ساکارید (۳) پلی ساکارید (۴) گلیکولیپید (۵) لیپوساکارید

سوالات اختصاصی

۱۶. کدام گزینه الکترون را دیرتر از بقیه در فرآیند فتوسنتز دریافت می‌کند؟
 (۱) آب (۲) $NADPH$ (۳) سیستم انتقال الکترون (۴) $NADP^+$ (۵) نمی‌توان گفت
۱۷. برای تشکیل یک مولکول قند گلوکز در فرآیند فتوسنتز به چند مولکول ATP نیاز است؟
 (۱) ۱۸ (۲) ۶ (۳) ۱۲ (۴) ۱ (۵) ۳
۱۸. هنگامی که انرژی برانگیختگی توسط مرکز واکنش جذب می‌شود، کدام کلروفیل و چند الکترون به ماده‌ی ناقل الکترون می‌دهد؟
 (۱) کلروفیل a - یک (۲) کلروفیل b - یک (۳) کلروفیل a - دو (۴) کلروفیل b - دو (۵) کلروفیل a - چهار
۱۹. کدام گزینه نادرست است؟
 (۱) در تیلاکوئیدهای سبز اکسیژن آزاد می‌شود.
 (۲) پوشش پیرامونی در کلروپلاست از دو غشاء ساخته شده است.
 (۳) فتوسیستم I درون غشای تیلاکوئیدها قرار دارد.
 (۴) واکنش‌های استرومایی فقط تحت اثر مستقیم نور شدید قابل انجام هستند.
 (۵) هیچکدام
۲۰. در کدام ساختار، گیرنده‌ی نور حضور ندارد؟
 (۱) رنگیزه‌ها (۲) پروتئین‌ها (۳) مراکز واکنش (۴) رنگیزه‌ها و پروتئین‌ها (۵) پروتئین‌ها و مراکز واکنش
۲۱. جذب کدام دسته از نورهای زیر توسط کلروفیل a با بازدهی پایین‌تری همراه است؟
 (۱) آبی و قرمز (۲) آبی و بنفش (۳) سبز و زرد (۴) آبی و سبز (۵) قرمز و زرد
۲۲. در هر مولکول PGA چند اتم کربن وجود دارد؟
 (۱) سه (۲) دو (۳) پنج (۴) شش (۵) یک
۲۳. کدام گزینه درست نیست؟
 (۱) کالوین در تحقیقات خود روی فتوسنتز از C^{14} استفاده کرد.
 (۲) انتقال الکترون به پذیرنده‌ی Q در فتوسیستم II اتفاق می‌افتد.
 (۳) آنزیم ATP آاز در ایجاد شیب H^+ در دو سمت غشای تیلاکوئیدی نقش دارد.
 (۴) کلروفیل b یک رنگیزه‌ی کمکی محسوب می‌شود.
 (۵) در مرکز واکنش تعداد دو تا از مولکول‌های کلروفیل a حضور دارند.
۲۴. در هر مولکول قند ریبولوزبیس فسفات چند گروه فسفات و چند کربن حضور دارند؟
 (۱) یک گروه فسفات - پنج کربن (۲) یک گروه فسفات - شش کربن (۳) دو گروه فسفات - پنج کربن (۴) دو گروه فسفات - شش کربن (۵) سه گروه فسفات - پنج کربن
۲۵. کدام یون در کلروفیل a دیده می‌شود؟
 (۱) K^+ (۲) Ca^{2+} (۳) Na^+ (۴) Mg^{2+} (۵) Cl^-